

دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

پروژه کارشناسی

عنوان

تحلیل و بررسی موجبر با سطح مقطع متغیر

استاد راهنما: دکتر زلفخانی

نام پژوهنده: پوریامحمدی نام

شماره دانشجویی: ۹۰۴۴۲۲۵۰

فصل اول:

موجبرها

۱-۱ مقدمه

در طی دو دهه اخیر، فعالیت های چشمگیری در تحقیقات و توسعه فیبرنوری در سطح جهان انجام پذیرفته و فناوری فیبرنوری در زمینه های مختلف مانند مخابرات، سیستم های حسگر و ابزار دقیق و غیره کاربردهای بی شماری پیدا کرده است.

بعد از اختراع لیزر در سال ۱۹۶۰ میلادی، ایده بکارگیری فیبر نوری برای انتقال اطلاعات شکل گرفت. خبر ساخت اولین فیبر نوری در سال ۱۹۶۶ همزمان در انگلیس و فرانسه با تضعیفی برابر اعلام شد که عملاً در انتقال اطلاعات مخابراتی قابل استفاده نبود، تا اینکه در سال ۱۹۷۶ با کوشش فراوان محققین، تلفات فیبر نوری تولیدی شدیداً کاهش داده شد و به مقداری رسید که قابل ملاحظه با سیمهای کواکسیکال مورد استفاده در شبکه مخابرات بود.

در ایران در اوایل دهه ۶۰، فعالیتهای تحقیقاتی در زمینه فیبر نوری در مرکز تحقیقات منجر به تأسیس مجتمع تولید فیبر نوری در پونک تهران گردید و عملاً در سال ۱۳۷۳ تولید فیبر نوری با ظرفیت

$$f_{cmn} = \frac{c}{2\pi\sqrt{\epsilon_r}} \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2}$$

جدول فرکانس قطع برای مودهای مختلف

Mode	m	n	f_c (GHz)
TE	1	0	9.72
TE	2	0	19.44
TE	0	1	24.19
TE, TM	1	1	26.07
TE, TM	2	1	31.03

موجبر یا هادی موج ساختاری است که امواجی چون امواج الکترومغناطیسی و امواج صوتی را هدایت

می کند. برای هر نوع موج انواع گوناگونی هادی موج وجود دارد. نوع اصلی و معمول آن یک لوله فلزی

توخالی است که به این منظور به کار می رود. هادی های موج در شکل هندسی تفاوت دارند که می توانند

انرژی را در یک بعد محدود کنند، همچون هادی های موج ورقه ای و نیز می توانند در دو بعد انرژی را

محدود کنند همچون هادی های موج توری یا شیباری. بعلاوه هادی های موج مختلفی برای فرکانس های

مختلف مورد نیاز است. به عنوان مثال یک فیبر نوری که امواج نوری را هدایت می کند، نخواهد توانست

ریز موجها را نیز هدایت کند. طبق یک حساب تخمینی؛ پهنای هادی موج باید در مرتبه اندازه طول

موج امواج هدایت شده باشد. در طبیعت نیز ساختارهایی وجود دارد که همانند هادی موج عمل می کنند.

برای مثال یک لایه در اقیانوس می تواند آواز نهنگها را تا فاصله های خیلی دور هدایت کند.

۱-۳ اصول عملکرد موجبرها

موجها در فضاهای باز در تمام جهات به شکل موج کروی منتشر می شوند و این امواج توان خود را

متناسب با مجذور فاصله از دست می دهند. در فاصله R از یک منبع توان برابر است با توان منبع تقسیم

بر R^2 . هادی های موج، امواج را محدود می سازند تا در در یک بعد انتشار یابند. با استفاده از هادی های

• فیبرهای نوری که نور و سیگنال‌ها را تا فاصله‌های دور با سرعت‌های زیاد انتقال می‌دهند. برقی آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

• در اجاق‌های ماکروویو یک هادی موج برق را از یک ماگنترون هدایت می‌کند که در قالب فضای دانشگاه زنجان و اسکندرمندی

آشپزخانه طرح‌ریزی شده است. برقی آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکندرمندی

• هادی موج در رادارها، موجها را به یک آنتن هدایت می‌کند که باید مقاومت ظاهری آن با توان مؤثر انتقال، مطابقت داشته باشد. برقی آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکندرمندی

یک نوع از هادی موج که به آن باریکه خطی می‌گویند، می‌تواند روی یک تخته مدار چاپی ساخته شود و برای انتقال سیگنال‌های ماکرو ویو روی تخته از آن استفاده می‌شود. این نوع از هادی موج خیلی ارزان ساخته می‌شود و ابعاد کوچکی دارد که می‌تواند برای استفاده درون تخته مدار چاپی مناسب باشد. برقی آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکندرمندی

• هادی‌های موج در ابزارهای علمی برای اندازه‌گیری خواص نوری، صوتی و کشسانی مواد و اشیاء استفاده می‌شوند. برقی آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکندرمندی

• هادی‌های موج می‌توانند در تماس با یک نمونه قرار بگیرند، برای مثال در سونوگرافی‌های پزشکی که در این نوع موارد هادی موج باعث می‌شود تا توان موج آزمایشگر محفوظ بماند و یا اینکه نمونه آزمایشی درون هادی موج قرار بگیرد همانند سنجش دی الکتریک دائمی. بنابر این اجسام کوچکتر مورد آزمایش قرار می‌گیرند و دقت آزمایش بیشتر خواهد شد. برقی آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکندرمندی

۱-۶ تحلیل نظری موجرها

انتشار امواج در امتداد محورهای هادی موج توسط معادله موج تشریح می‌شود و طول موج بستگی به ساختار هادی موج و همچنین فرکانس آن دارد. اگر امتداد عرضی هادی موج را در نظر بگیریم، موج در

یک الگوی موج ایستاده محبوس می‌شود. معادله‌ای که شکل امواج متقاطع را توصیف می‌کند، بسیار آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکندرمندی

پیچیده‌تر است. در مورد امواج الکترومغناطیسی از معادلات ماکسول سرچشمه می‌گیرد و در مورد امواج صوتی از معادله الکتروسیسته خطی همراه با شرایط مرزی گرفته می‌شود که به شکل هادی موج و نیز مواد سازنده هادی موج بستگی دارد. این معادلات راه حل‌های مختلفی دارند که روش‌های انتشار نامیده

دانشگاه مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

می شود. در هر کدام از این حالت ها که موج در امتداد هادی موج حرکت می کند، سرعت و شکل انتشار دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

با نوع دیگر متفاوت خواهد بود. دسته فرکانس هایی که یک هادی موج می تواند هدایت کند به عرض آن دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

بستگی دارد. تخمین زده می شود که برای طول موج های بلندتر هادی موج عریض تری احتیاج است. دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

چون طول موج با وارون فرکانس متناسب است، در فرکانس های بالا هادی های موج عرض کمتری دارند و بالعکس. یک استثناء که در این قانون قابل ذکر است، برای حالت امواج مسطح در یک هادی موج دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

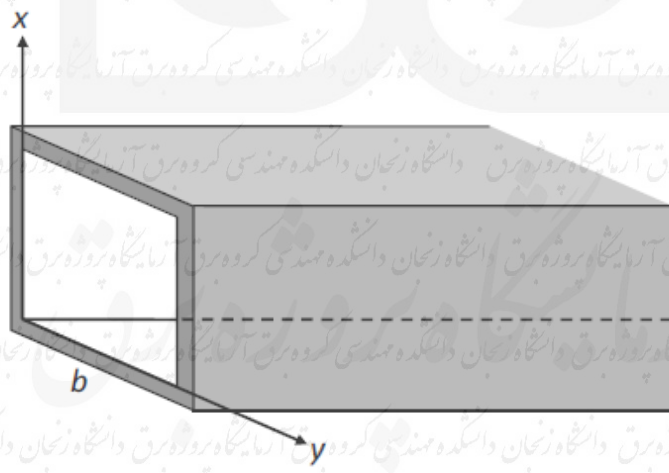
مشخص وجود دارد. (مثل یک سیم هم محور در امواج الکترومغناطیسی یا لوله های توخالی برای امواج صوتی) در حالتی که یک موج مسطح داریم پهنای باند بزرگی وجود دارد که می تواند طول موجی بسیار دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

بیشتر از مرتبه اندازه عرض هادی موج داشته باشد. در دو انتهای هادی موج تشدید حاصل می شود که در این حالت تنها فرکانس های مشخصی - حالت های طبیعی تشدید - برای دوره های طولانی می تواند دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

وجود داشته باشد. دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

۷-۱ موجبرهای فلزی توخالی مستطیلی

ساده ترین و اولین موجبر پیشنهاد شده در این حوزه موجبر فلزی توخالی مستطیل شکل بود که در دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان



شکل ۱-۲ موجبر مستطیلی.

نتیجه گیری

در این پایان نامه، هدف اصلی تحلیل یک موجبر متغیر می باشد که در یکی از مراجع ارائه شده است.

ابتدا موجبر در ابعاد مختلف با استفاده از نرم افزار HFSS شبیه سازی شدند و نمودار های $S, VSWR$

برای هر کدام رسم شد و مشاهده نمودیم که هر چه قدر طول موجبر بلندتر شود رفتار مطلوبی از خود به

جای می گذارد که برای درک بهتر اثبات این موضوع به حل عددی و همان روش ماتریس انتقال T که

در فصل دوم اشاره شد پرداختیم که نتایج به دست آمده از این روش که در نرم افزار متلب نقطه یابی شد

و نمودار های $S, VSWR$ ترسیم شدند و نتایج به دست آمده متناسب با شبیه سازی نرم HFSS منطبق

بود که صحت این روش را تصدیق می نماید.

مراجع

- [1] Chakraborty, A. and G. S. Sanyal, "Transmission matrix of a linear double taper in rectangular waveguides," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., Vol. MTT-28, No. 6, 577–579, Jun. 1980.
- [2] Matsumaru, K., "Reflection coefficient of E-plane tapered waveguides," IRE Trans. Microw. Theory Tech., Vol. MTT-6, 143–149, Apr. 1958.
- [3] Johnson, R. C., "Design of linear double tapers in rectangular waveguides," IRE Trans. Microw. Theory Tech., Vol. MTT-7, 374–378, July 1959.
- [4] Ghosh, R. N., Microwave Circuit Theory and Analysis, Ch. 12, 352–355, McGraw-Hill, New York, 1963.
- [5] S. Dwari, A. Chakraborty, and S. Sanyal "ANALYSIS OF LINEAR TAPERED WAVEGUIDE BY TWO APPROACHES," Progress In Electromagnetics Research, PIER 64, 219–238, 2006.
- [6] Mallick, A. K. and G. S. Sanyal, "Electromagnetic wave propagation in a rectangular waveguide with sinusoidally varying width," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., Vol. MTT-26, 243–249, Apr. 1978.
- [7] Harrington, R. F., Time Harmonic Electromagnetic Fields, McGraw-Hill, New York, 1961.