

دانشگاه زنجان

عنوان:

تحلیل و طراحی شبکه های تطبیق امپدانس باند پهن

استاد راهنما:

دکتر حبیب الله زلفخانی

نگارش:

مهرداد کباری

شهریور ۱۳۹۴



فهرست مطالب

چکیده ی مطلب ۴

فصل اول : تاریخچه و مفهوم تطبیق امپدانس

۱-۱- تطبیق امپدانس ۷

۱-۲- مدارات راکتیو اثبات تئوری ماکزیمم توان انتقالی در مدارات راکتیو ۱۲

فصل دوم : شبکه های تطبیق گسترده (خطوط انتقال)

۲-۱- تطبیق امپدانس مزدوج و بدون انعکاسی ۱۶

۲-۲- خطوط انتقال چند بخشی ۱۹

۲-۳- مبدل های چبی شف ربع موج ۲۲

۲-۴- مبدل های چیبی شف دو بانده ی دو قسمتی ۲۷

۲-۵- مبدل ربع موج با قسمت سری ۳۳

۲-۶- مبدل ربع موج با قطعه ی تنظیم کننده ی موازی ۳۶

۲-۷- مبدل امپدانس دو قسمتی ۴۰

۲-۸- مبدل امپدانس تک قسمتی ۴۴

۲-۹- تطبیق با قطعات تنظیم کننده ی تکی ۴۶

۲-۹-۲-۱- تطبیق با قطعات تنظیم کننده ی دو گانه و سه گانه ۵۰

فصل سوم : شبکه های تطبیق فشرده

۳-۱- شبکه ی تطبیق شاخه ی L ۵۷

۳-۲- شبکه ی تطبیق شاخه ی II و شاخه ی T ۶۰

۳-۳- شبکه ی تطبیق شاخه ی L دوپل ۶۵

چکیده ی مطلب

در این گزارش با در نظر گرفتن شبکه های تطبیق در دو دسته ی گسترده و فشرده ، به بررسی عملکرد برخی از این شبکه ها همچون خطوط انتقال و قطعات تنظیم کننده به عنوان شبکه های تطبیق گسترده ، و شبکه های تطبیق راکتیو T ، Π ، L و دابل L به عنوان شبکه های تطبیق فشرده می پردازیم. عملکرد کلیه ی شبکه های تطبیق به صورت تئوری تحلیل و بررسی می شوند و سپس به کمک توابعی که برای این شبکه ها در برنامه ی متلب طرح ریزی شده است ، شبکه ی تطبیق را طراحی می کنیم . نتیجه ی طراحی با محاسبه ضریب انعکاس و صفر شدنش در همسایگی فرکانس مرکزی بدست می آید که نشان دهنده ی موفقیت در طراحی شبکه ی تطبیق مناسب است . این مقایسه و استنتاج با رسم نمودارش بر حسب فرکانس در متلب تسهیل شده است. همچنین توابع به کمک فایل های آغازگر قابلیت فراخوانی دارند. و برای تمامی مراحل اعم از تعیین شبکه ، طراحی و محاسبه ی اجزای آن ، محاسبه ی ضریب انعکاس و رسم نمودار این فراخوانی این اسکریپت کافی خواهد بود .

فصل اول این گزارش شامل تاریخچه و مفهوم تطبیق امپدانس است . در فصل دوم به شبکه های تطبیق گسترده (خطوط انتقال) می پردازیم . و در فصل آخر شبکه های تطبیق فشرده را بررسی می کنیم و در پایان نتیجه گیری و پیشنهاداتی ارائه خواهد شد .

فصل اول

تاریخچه و مفهوم تطبیق امپدانس

به طور کلی شبکه های مخابراتی در دو ماهیت گسترده و فشرده مورد استفاده قرار می گیرند. به طور نمونه در انتقال اطلاعات در فواصل طولانی به دلیل تغییرات متناوب ولتاژ شبکه در طول مسیر و کوچکتر بودن طول موج نسبت به ابعاد شبکه این شبکه ها یا مدارها را گسترده می نامند که البته در فرکانس های میکروویو (300 MHz (100 cm) و 300 GHz (0.1 cm)) مورد استفاده قرار می گیرند. و شبکه هایی دارای عناصری با ابعاد کوچک نسبت به طول موج کاری را شبکه ها یا مدارهای فشرده می نامند که در فرکانس هایی پایین تر نسبت به میکروویو یعنی فرکانس های RF (300 MHz (1 m) 3 KHz (100 km)) مورد استفاده قرار می گیرد. در رابطه با بحث تطبیق امپدانس مزدوج این شبکه ها روش هایی را در این مقاله مطرح کرده ایم. به دلیل تنوع و گستردگی شبکه های مخابراتی در بخش شبکه های گسترده به یکی از اصلی ترین آنها یعنی خطوط انتقال می پردازیم. و شبکه های فشرده را شامل یک منبع با امپدانس داخلی و یک امپدانس بار که توسط یک شبکه ی تطبیق قرار است با منبع تطبیق یابد، در نظر می گیریم.

در هر کدام از شرایط گسترده و فشرده به دلیل محاسبات منحصر به نوع شبکه، برای اعمال تطبیق باید از شبکه تطبیقی مشابه خود آن استفاده کرد به طور مثال در مورد خطوط انتقال از روش تعبیه ی خطوط انتقال چند قسمتی یا در مورد بارهای مختلط از قطعات تنظیم کننده استفاده می کنیم که هر کدام از این شبکه های تطبیق یاد شده خود گسترده در نظر گرفته شده و بر اساس قواعد الکترومغناطیسی حوزه گسترده بررسی می گردند. و همچنین در شبکه های فشرده ی مذکور شبکه ی تطبیق شامل عناصر فشرده خواهد بود. بنابراین

شبکه های تطبیق نیز به دو دسته ی گسترده و فشرده تقسیم می شوند که برای مدارات گسترده و فشرده برق دانشگاه زنجان مورد استفاده قرار می گیرند. شبکه های تطبیق گسترده عبارتند از: خطوط انتقال چند قسمتی (که شامل انواع شبکه های ربع موج چبی شف ، تک قسمتی ، دو قسمتی ، ترکیبی ربع موج با قسمت سری و ترکیبی ربع موج با قسمت موازی می باشد.) و قطعات تنظیم کننده ی تکی ، دوگانه و سه گانه شبکه های تطبیق فشرده عبارتند از: شبکه های تطبیق واکنشی فشرده ی L ، شبکه های تطبیق II ، شبکه های تطبیق T و شبکه های تطبیق دابل L که شامل اجزای راکتانسی (یا واکنشی) که همان خازن یا سلف است می باشند. ضمناً در بخش خطوط انتقال ، خطوط را بدون اتلاف و یکنواخت در نظر گرفته ایم زیرا در این صورت با ایجاد شرایط تطبیق بدون انعکاس تطبیق مزدوج در طول خط اتفاق می افتد. در کلیه ی شبکه های تطبیق فشرده و گسترده ای که در این مقاله مطرح کرده ایم امپدانس های مختلط با تغییر فرکانس دستخوش تغییر می شوند لذا در تحلیل این شبکه ها باید امپدانس ها را به صورت زیر به فرکانس وابسته کرد:

اگر قسمت موهومی امپدانس مختلط مثبت باشد ، این امپدانس دارای خاصیت القایی است و باید قسمت موهومی اش را در $\frac{f}{f_0}$ ضرب کرد زیرا این امپدانس را در فرکانس مرکزی در نظر گرفته ایم. اگر قسمت موهومی امپدانس مختلط منفی باشد ، آنگاه این امپدانس دارای خاصیت خازنی است و با فرکانس رابطه ی عکس دارد و باید آن را در $\frac{f_0}{f}$ ضرب کرد.

۱-۱- تطبیق امپدانس

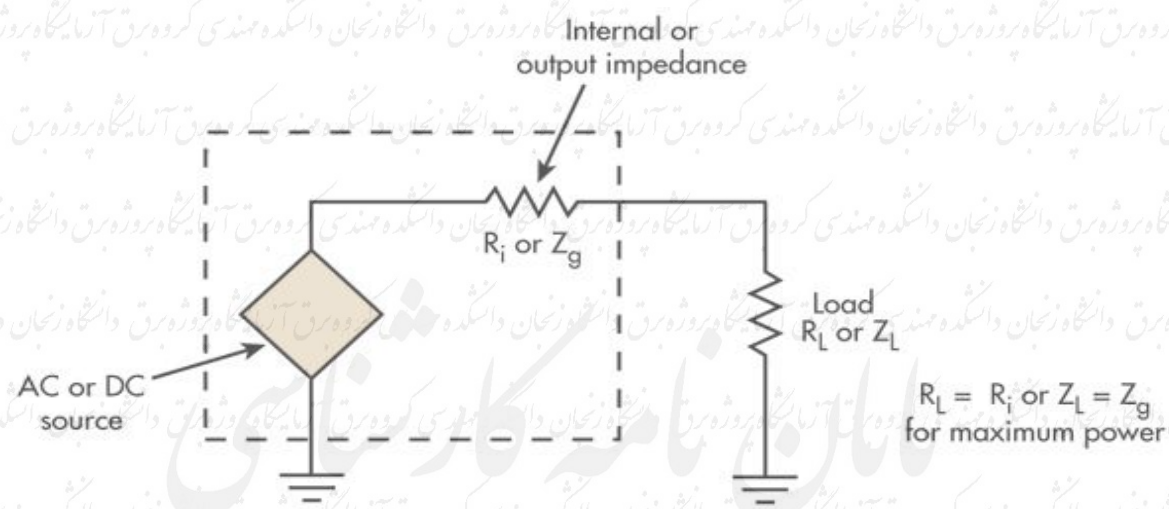
امپدانس یک نوع تقابل توسط یک سیستم با جریان از یک منبع است. برای سیگنال های ثابت امپدانس هم می تواند ثابت باشد. اما برای سیگنال های متغیر با فرکانس تغییر می کند. این انرژی در گیر می تواند الکتریکی ، مکانیکی ، مغناطیسی یا حرارتی باشد. مفهوم امپدانس الکتریکی شاید رایج ترین آن شناخته شود. امپدانس الکتریکی مانند مقاومت الکتریکی در قانون اهم اندازه گیری می شود. به طور کلی امپدانس دارای یک مقدار مختلط است . و این بدان معنی است که بارها یک جزء مقاومتی (نماد: R) که بخش واقعی Z و یک جزء راکتانس (نماد: X) که بخش موهومی Z را تشکیل می دهند دارا باشند.

در موارد ساده (مانند فرکانس پایین یا انتقال توان جریان مستقیم) راکتانس ممکن است ناچیز یا صفر باشد و امپدانس میتواند به عنوان یک مقاومت خالص مطرح شود ، به عنوان یک عدد حقیقی. در الکترونیک ، تطبیق امپدانس یک روش برای طراحی امپدانس ورودی یک مصرف کننده ی الکتریکی و امپدانس خروجی منبع سیگنال مربوط ، برای به حداکثر رساندن انتقال قدرت یا به حداقل رساندن انعکاس از بار می باشد. در مورد یک مجموعه امپدانس منبع (Z_S) و امپدانس بار (Z_L) مختلط ، حداکثر توان انتقالی زمانی حاصل می شود که :

$$Z_S = Z_L^* \quad (1-1)$$

وجود ستاره نشان دهنده ی مزدوج مختلط متغیر است. اگر Z_S بیان کننده ی امپدانس مشخصه ی خط انتقال باشد حداقل انعکاس زمانی حاصل می شود که :

$$Z_S = Z_L \quad (1-2)$$



بار متصل به منبع

مفهوم تطبیق امپدانس اولین بار کاربردهایی در مهندسی برق پیدا کرد. اما این روش به دیگر کاربردها نیز مربوط می شود که در آن شکلی از انرژی (نه لزوماً الکتریسیته) بین یک منبع و یک بار انتقال میابد. یک

جایگزین برای تطبیق امپدانس پل زدن امپدانس است که در آن امپدانس بار انتخاب شده بسیار بزرگتر از

امپدانس منبع بوده و به جای توان ولتاژ انتقالی به بار به حداکثر می رسد. تطبیق امپدانس برای به حداقل رساندن انعکاس از طریق برابر کردن امپدانس بار با امپدانس منبع حاصل می شود.

این نظریه، که سیستمی شامل یک موتور الکتریکی که توسط یک باتری یا یک دینام تغذیه می شود نمی

تواند بیشتر از ۵۰٪ بازده داشته باشد، یک نظریه ی غلط بود که توسط ژول مطرح شد. در آن نظریه امپدانس ها تطبیق یافته و توان اتلافی به صورت گرما در باتری با توان انتقالی به موتور برابر بود.

در سال ۱۸۸۰ این پندار توسط دو دانشمند (ادیسون وهم قطارش فرانسیس رابینز آپتون) رد شد آنها متوجه شدند که حداکثر بازده همان حداکثر توان انتقالی نیست. و برای رسیدن به حداکثر بازده مقاومت منبع (چه

باتری چه دینام) باید نزدیک صفر شود. با استفاده از این یافته آنها به یک بازده در حدود ۹۰٪ دست یافتند. و ثابت کردند که موتور الکتریکی جایگزین سودمندی برای موتور گرمایی است.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

نتیجه گیری و پیشنهاد

آنچنان که رفت ما در این گزارش ابتدا تاریخچه و مفهوم تطبیق امپدانس را بررسی کرده و درستی آن را برای شبکه های مقاومتی و راکتیو اثبات کردیم سپس انواع شبکه های تطبیق را به گسترده و فشرده تقسیم بندی کردیم . و در هر گروه انواعی را معرفی و به صورت محاسباتی عملیات تطبیق را تحقیق کردیم. سپس به کمک متلب برای هر نوع شبکه توابعی را برای طراحی شبکه ی تطبیق مناسب تعریف کردیم و با طرح فایل های آغازگر ، نمودار پاسخ انعکاس شبکه ها را بر حسب فرکانس محاسبه و رسم کردیم و بر اساس آنها نتایجی که در زیر به آنها اشاره شده را دریافتیم :

مشاهدات شبیه سازی در مبدل ربع موج با قسمت سری نشان می دهد که در صورت داشتن باری با خاصیت سلفی ، تعبیه قسمت سری در فاصله ی ولتاژ ماکزیمم پهنای باند بیشتری ایجاد می کند و با خاصیت خازنی را بهتر است در فاصله ی ولتاژ مینیمم قرار داد .

در مبدل ربع موج با قسمت موازی نیز استفاده از تنظیم کننده ی موازی با طول $\lambda/8$ بهتر از $3\lambda/8$ است و پهنای باند بیشتری در همسایگی فرکانس مرکزی ایجاد می کند و در انتخاب امپدانس مشخصه ی تنظیم کننده هر چه کوچکتر باشد طولش کوچکتر محاسبه شده و پهنای باند بهتری حاصل می شود.

در استفاده از مبدل امپدانس دو قسمتی بهتر است از پاسخی که طول قسمت هایش کوچکتر است استفاده شود اما درکل استفاده از این روش برای هر دو قسمتی با امپدانس مشخصه ی متفاوت میسر نیست و باید در معادله ها ایجاد جواب کند اما مبدل تک قسمتی به راحتی بازه ی مشخصات تک قسمت را تعیین می کند ضمن اینکه به صرفه تر است.

در تنظیم کننده های تکی فاصله ی بار از تنظیم کننده برای یک بار مشخص می شود و با تغییر بار علاوه بر تغییر طول تنظیم کننده باید محل تعبیه ی آن را نیز تغییر داد . در تنظیم کننده های دو گانه این مشکل تا حدودی حل می شود ولی با یک محدودیت در ماکزیمم فاصله ی دو قطعه ولی در سه گانه فاصله ها ثابت و بدون محدودیتند . ضمناً در تنظیم کننده ها پاسخ هایی با طول کم تر پهنای باند بیشتری را حاصل می کنند و آن به دلیل تغییرات بیشتر تانژانت یا کتانژانت و در نتیجه تغییر بیشتر سوسپتانسانشان در محل اتصال به خط است.

استفاده از شبکه های تطبیق نوع L و Π هر دو پهنای باند مطلوبی را بدست می دهند . نوع L با تغییر بار و منبع پهنای باندش تغییر می کند و پهنای باند نوع Π از درجه ی آزادی بیشتری برخوردار است و به بار و

منبع بستگی ندارد. روش L دوپل به ما حداکثر پهنای باند را می دهد و در این روش با تعیین $R = \sqrt{RG RL}$ برق دانشگاه زنجان

به بیشترین پهنای باند ممکن در L دوپل دست خواهیم یافت. برق دانشگاه زنجان

پیشنهادی برای بررسی بیشتر این موضوع: استفاده از خطوط میکرواستریپ و تعیین ابعاد آن و تولید تابع و فایل آغازگری که قادر به تعیین تمام خصوصیات مورد نیاز برای این خط می باشد. همچنین در قسمت شبکه برق دانشگاه زنجان

های تطبیق نوع Π می توان شبکه های تطبیق را برای پهنای باند های مختلف طراحی کرد. و برای L دوپل برق دانشگاه زنجان

نیز بررسی این ادعا که حدکثر پهنای باند به ازای $R = \sqrt{RG RL}$ بدست می آید با مقایسه ی آن با سایر مقادیر R و رسم نمودار آنها سودمند است. برق دانشگاه زنجان

منابع و مآخذ

<https://www.ece.nus.edu.sg/>

[transmission lines/...](https://www.ece.nus.edu.sg/transmission_lines/) University of Maryland, College Park

<https://www.researchgate.net/>

....Impedance Matching of Transmission Lines

<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/....445>

6-electromagnetic-waves-antennas-toolbox