شبیه‌سازی مدارهای دیودی تنظیم‌کنندۀ ولتاژ توسط نرم‌افزار Multisim

پوهنیار محمد شریف سلطانی[۱] پوهنیار شبیرالله حیات[۲]

[۲،۱] دیپارتمنت فزیک، پوهنځی تعلیم و تربیه، مؤسسۀ تحصیلات عالی لوگر.

ایمیل آدرس: qonaq.takht1@gmail.com

خلاصه

مدارهای چند برابر کنندۀ ولتاژ ورودی و مانند آن مدارهای برش کننده و مهارکنندۀ ولتیج در صنعت الکترونیک به‌صورت گسترده مورداستفاده قرار می‌گیرند، قطعات که نقش این مدارها را تعیین می‌کنند دیود یک سو ساز و خازن هستند، در این تحقیق مدارهای دو برابر کنندۀ ولتاژ، برش کنندۀ دامنۀ ولتاژ و مهارکنندۀ ولتاژ موردمطالعه قرارگرفته‌اند که هدف آن تثبیتِ نقش و جایگاه دیود مستقیم کننده و خازن در مدارهای فوق‌الذکر است، این مدارها بعد از بررسی تئوریک توسط نرم‌افزارMultisim شبیه‌سازی‌شده‌اند تا مباحث تئوری مربوطه به‌وسیلۀ آزمایش راستی آزمایی شوند. در این تحقیق موضوعات به روش تحلیل اسنادی بررسی شده و داده‌ها به صورت آزمایشی گردآوری شده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که دیود یکسو ساز بر علاوۀ یکسو ساختن سیگنال ورودی متناوب، در مهار کردن و برش کردن آن سیگنال‌ها نیز بکار می‌رود، همان‌طور که از نامش پیداست توسط مدار دو برابر کنندۀ ولتاژ می‌توان مقدر ولتاژ ورودی مدار را افزایش داد و همچنان مدار مهارکننده بر علاوۀ تقویت ولتاژ ورودی قادر است تا مقدار جریان ورودی را نیز افزایش دهد. دست آورد این مطالعه آزمایش مدارها است که توسط نرم‌افزار Multisim انجام‌شده‌اند، این آزمایش‌ها به‌خوبی قادرند جنبۀ تئوریک موضوعات و جنبه‌های عملی آن‌ها را باهم ربط دهند، آزمایش تئوری مدارهای کنترول کننده در حقیقت همان لابراتوار مجازی است که کمک آن دانشجویان می‌توانند به مباحث تئوریک جنبه عملی و عینی ببخشند.

کلمات کلیدی: مدار دو برابر کنندۀ ولتاژ، مدار برش دهندۀ ولتاژ و مدار مهارکنندۀ ولتاژ.

مقدمه

دیود یکسو کننده مانند سایر دیودها از نیمه‌هادی نوع N و P تشکیل‌شده است، این دیود با حامل‌های اکثریت و در بایاس مستقیم کار می‌کند، خاصیت یکسو کننده یکی از ویژگی‌های مهم این نوع دیود است که در تکنالوژی و قطعات الکترونیک به‌عنوان تبدیل‌کنندۀ سیگنال متناوب(AC) به سیگنال مستقیم(DC) به صورت گسترده موردا ستفاده قرار می‌گیرد(Tanzawa 2022). در این مقاله دیود یکسو کننده همراه با یک‌پایه خازن در مدار دو برابر کنندۀ ولتاژ، مدار برش دهندۀ ولتاژ و مدار مهارکنندۀ ولتاژ، به حیث دو برابر کننده، مهارکننده و برش دهنده ولتاژ استفاده‌شده است، مدار دو

برابر کنندۀ ولتاژ به حیث تقویت‌کننده ولتاژ ورودی بکار رفته و مدار برش دهندۀ به‌عنوان کنترول کنندۀ ولتاژ و جریان اســتفاده می‌شــود، همچنان از مدار مهارکنندۀ ولتاژ به‌منظور تقویت ولتاژ ورودی و کنترول کنندۀ جریان اســتفاده می‌شــود. آزمایش مدارهای تقویت‌کنندۀ ولتاژ و جریان توســط Multisim ، به‌عنوان بخش از کارهای عملی در عدم موجودیت لابراتوار مجهز حقیقی در نهادهای تحصیلات عالی به محققان و دانشجویان کمک می‌کند تا میان مباحث تئوریک و عملی رابطه برقرار کنند، ازاین‌رو از اهمیت خاص برخوردار بوده و نهادینه‌سازی مدلین کامپیوتری در علوم ساینسی از اولویت‌ها شمرده می‌شود.

سید محمود صموتی و همکارانش کتاب تحت عنوان" دانش فنی تخصصی" را در سال ۱۴۰۰ تألیف نموده‌اند، در این کتاب، نقش مدارهای دیودی در دوره های برقی موردمطالعه قرارگرفته و مدارهای فوق توسط نرم‌افزارهای کامپیوتری ازجملهMultisim شبیه‌سازی‌شده‌اند، آنچه در این کتاب تذکر رفته توضیح می‌دهد که چگونه از دیود یک سو ساز می‌توان در مدارهای الکترونیکی به مقاصد مختلف استفاده نمایم(صموتی و همکاران، ۱۴۰۰). مقاله که تحت عنوان Experiment teaching of digital electronic technology using Multisim 12.0 توسط Qiu-xia Liu در سال ۲۰۱٤ منتشرشده شبیه سازی‌های مربوط به کاربرد دیودها را انجام داده، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که از دیود های یک‌ســوســاز به‌خوبی می‌توان در مدارهای تقویت‌کنندۀ ولتاژ و جریان اســتفاده کرد(Liu.Qi,2014:38). تحقیق هذا به این به‌منظور انجام‌شــده اســت تا بخش از کاربرد دیود یک‌سوساز و خازن که به‌عنوان برش دهنده و مهارکنندۀ دامنۀ سیگنال ورودی در مدارهای الکترونیکی عمل می‌کند توســط نرم‌افزار Multisim آزمایش شــوند تا از یک‌طرف نقش آن ها در صــنعت الکترونیک برجسته شده و از طرف دیگر توسط شبیه‌سازی مدارها، مباحث تئوری آن در معرض آزمون قرار گیرد.

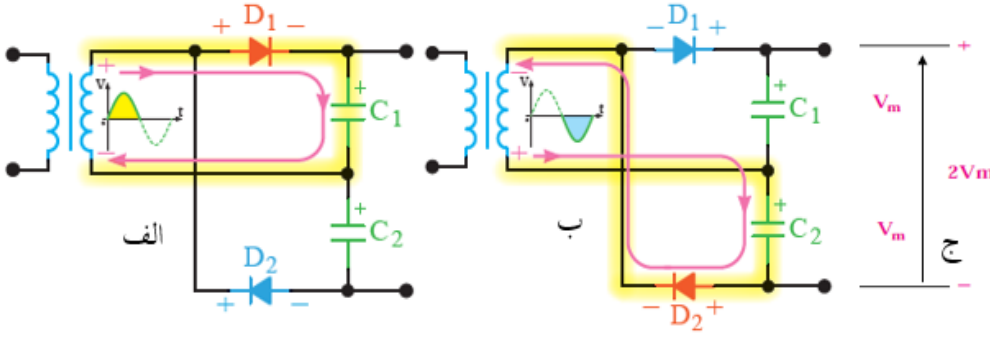
مواد و روش کار

تحقیق هذا ازنظر هدف کاربردی و ازنظر جمع‌آوری اطلاعات بررسی اسنادی است. در این تحقیق اطلاعات به روش تحلیل اسنادی گردآوری و سپس مدارهای دیودی دو برابر کنندۀ ولتاژ، برش دهندۀ ولتاژ و مهارکنندۀ ولتاژ در مطابقت به مباحث تئوری در محیط نرم‌افزار Multisim شــبیه‌ســازی و داده‌های مانند ولتاژ و فریکانس به حیث ورودی(متغیر مســتقل) تعیین‌شــده‌اند بعد از اجرای برنامه داده های چون: مقادیر ولتاژ مؤثر (V_{rms}) و جریان به‌عنوان خروجی(متغیر وابســته) از آزمایش به‌دســت‌آمده‌اند، در ادامه با توجه به داده‌های به‌دســت‌آمده نقش دیود و خازن در مدارهای دو برابر کنندۀ ولتاژ، برش کنندۀ ولتاژ و مدار مهارکنندۀ ولتاژ تعیین‌شده‌اند.

دو برابر کنندهی ولتاژ Voltage Doubler

سرکت دو برابر کنندهی ولتاژ نیمه موج در شکل(۱) نشان دادهشده است که در طول نیم سیکل مثبت ولتاژ ورودی ثانویه ترانسفورماتور، دیود D_1 جریان را هدایت میکند (و دیود D_2 قطع میباشد)، خازن C_1 را تا حداکثر ولتاژ یکسو شده V_m چارج میکند و در نیم سیکل منفی ولتاژ ثانویه ترانسفرمر، دیود D_1 قطع میباشد و دیود D_2 هادی بوده و خازن C_2 را تا حداکثر ولتاژ V_m چارج میکند. دیود D_2 در طول نیم سیکل منفی بهعنوان یک اتصال کوتاه عمل میکند و دیود D_1 در بایاس معکوس قرار داشته و قطع است (Robert L.B and Louis N,2013:99). اگر مقاومت به مدار وصل نشود مقدار ولتاژ خروجی بهاندازهٔ $2V_m$ ثابت باقی میماند درحالیکه ولتاژ دو سر هر خازن V_m است و هریک فقط در مدت نیم سیکل چارج میشوند بنابراین، شکل موج که خازنها را چارج میکند بهصورت تمام موج خواهد بود(جولایی و همکاران، ۱۴۰۰).

$$V_{C1}+V_{C2}=2V_m$$



شکل(۱) الف- عملکرد مدار در نیم سیکل مثبت. ب- عملکرد مدار در نیم سیکل منفی. ج- ولتاژ خروجی.

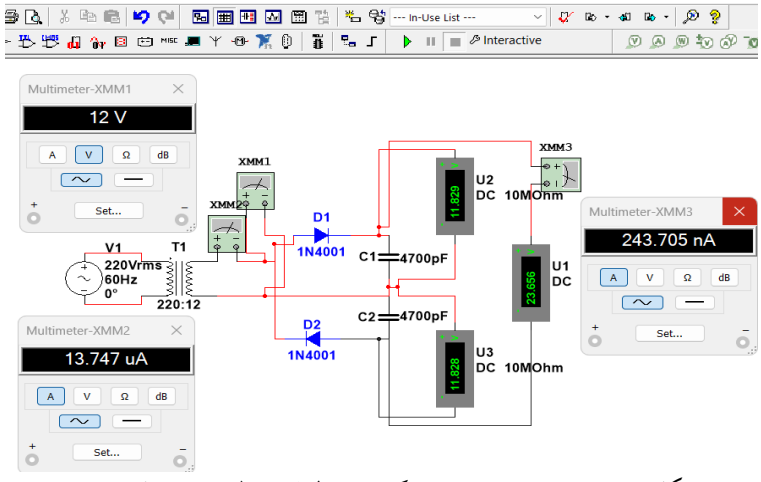
آزمایش مدار دو برابر کنندهٔ ولتاژ توسط نرمافزار Multisim

مدار دو برابر کنندهٔ ولتاژ را نیز میتوان با استفاده از نرمافزار ملتی سیم شبیهسازی کرد، اول باید قطعات را در محیط Multisim فراخوانی، طبق تئوری جابجا و با اجرای برنامه دادههای موردنظر را از خروجی میگیریم(Shehova and Lyubomirov 2021). در جدول(۱) قطعات موردنیاز در این شبیهسازی لیست شدهاند.

جدول(۱) مشخصات قطعات موردنیاز در شبه سازی دو برابر کننده‌ی ولتاژ

شماره	نام قطعه	تعداد	مشخصات
۱	دیود یک‌سوساز	۲	N40011
۲	ترانسفرمر	۱	۲۲۰:۱۲
۳	ملتی متر	۱	XMM1
۴	خازن	۲	pF۴۷۰۰
۵	منبع ولتاژ متناوب AC	۱	Vrms,60Hz۲۲۰
٦	ولت‌متر DC	۳	MOhm۱۰

همانطوری‌که در شکل(۲) دیده می شود، ولتاژ ورودی ثانوی ترانسفرمر $12V$ است که توسط ملتی متر نشان داده‌شده است، در نیم سیکل مثبت ولتاژ دو سر خازن C_1 را ولت‌متر U_2 به‌اندازه $11.838V$ نشان می‌دهد که از طریق دیود D_1 تأمین می‌شود. در نیم سیکل منفی ولتاژ دو سر خازن C_2 توسط ولت‌متر U_3 به مقدار $11.838V$ نشان داده است که از طریق دیود D_2 تأمین می‌گردد. طبق بحث تئوری ولتاژ خروجی باید مساوی به مجموع ولتاژهای خازن‌های C_1 و C_2 باشد. در خروجی این مدار ولت‌متر U_1 ولتاژ به‌اندازه‌ی $23.668V$ را نشان می‌دهد که تقریباً برابر به مجموع ولتاژهای هردو خازن است، البته افت ولتاژ در این دوره به‌اندازه‌ی $0.332V$ را نیز باید مدنظر داشت.



شکل(۲) شبه سازی مدار دو برابر کننده‌ی ولتاژ توسط نرم‌افزار ملتی سیم.

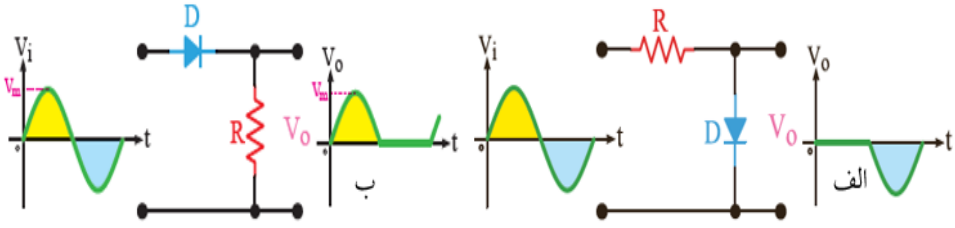
مدارهای برش دهنده Clippers

دیود یک‌سوساز در فریکونسی‌های پایین منابع تغذیه مورداستفاده قرار می‌گیرند، این دیودها در فرکانس $60Hz$ عیار شده است و دارای توان بیش‌تر از $0.5W$ است. دیود یک‌سو کنندهٔ معمولی در

بایاس مستقیم دارای جریان برحسب آمپر است. دیودهای یکسو کننده در مدارهای داخل قطعات الکترونیکی که با فریکونسی‌های بالا کار می‌کنند کاربرد کمی دارند زیرا اکثر مدارهای داخل قطعات الکترونیکی با فریکانس‌های بسیار بالاتری کار می‌کنند. در بسیاری از حوزه‌ها ازجمله در دیجیتال و کامپیوتر لازم است تا دامنهٔ سیگنال‌ها از قسمت مثبت یا منفی یا هر دو به‌اندازه معینی محدود گردد. مداری که برای تغییر شکل موج ورودی با قطع یا حذف بخشی از آن استفاده می‌شود، مدار قطع نامیده می‌شود(David J. Bates,2015:118).

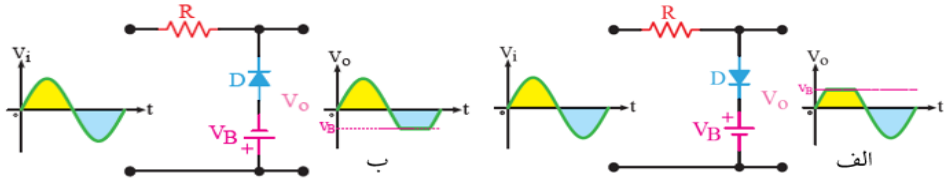
برش دهنده‌های مثبت و منفیpositive and Negative clippers

این نوع برش دهنده‌های سیگنال، برای شکل‌دهی سیگنال و حفاظت مدار و ارتباطات مفید ا ست. شکل(۳) الف- یک مدار برش کنندهٔ مثبت و ب- برش دهندهٔ منفی را نشان می‌دهد، این مدارها قادر هستند تا قسمت مثبت و منفی سیکل‌ها را به هر مقدار که لازم باشد محدود کنند. این مدارها تمام قسمت‌های مثبت و منفی سیگنال ورودی را حذف می‌کنند؛ به همین دلیل ا ست که سیگنال خروجی فقط نیم سیکل منفی یا مثبت را دارد(صموتی و همکاران، ۱۳۹۳:۱۰۲).



شکل(۳) الف- مدار برش دهنده نیم سیکل مثبت. ب- مدار برش دهندهٔ در نیم سیکل منفی

در شکل(۴) الف- اگر بخواهیم قسمت از نیم سیکل مثبت را برش کنیم در آن صورت بایستی یک منبع ولتاژ V_B را به صورت مسلسل با دیود اتصال دهیم در این صورت اگر سیگنال ورودی، از V_B کوچک‌تر باشد دیود در بایاس معکوس قرارگرفته و قطع است. لذا ولتاژ خروجی با ولتاژ ورودی برابر است. اگر ولتاژ ورودی از V_B بیش‌تر شد دیود هادی می‌شود و ولتاژ خروجی به‌اندازهٔ ولتاژ باتری ثابت می‌ماند(هدایت دیود، به‌منزله یک کلید بسته است، زمانی که کلید بسته شود ولتاژ باتری با خروجی موازی می‌گردد). در مدت نیم سیکل منفی دیود قطع و ولتاژ خروجی همان ولتاژ ورودی است(Gibson 2021).

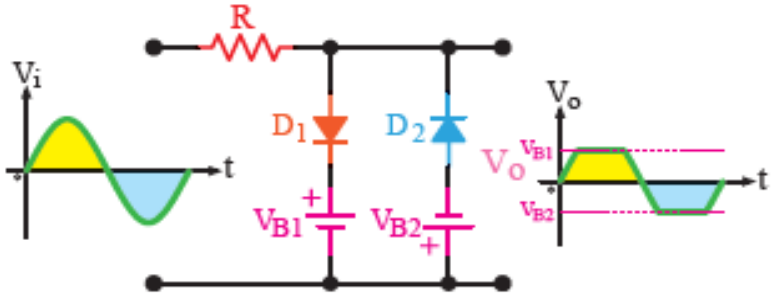


شکل(٤) الف - مدار برش دهنده‌ی قسمت از نیم سیکل مثبت. ب- برش دهندهٔ قسمت از نیم سیکل منفی

در شکل(۴) ب- اگر بخواهیم قسمت از نیم سیکل منفی را برش کنیم در آن صورت بایستی قطب‌های منبع ولتاژ V_B و دیود که در شکل(۵) باهم به صورت مسلسل قرار دارند را تغییر دهیم در نیم سیکل مثبت دیود قطع است، بنابراین ولتاژ خروجی ازنظر مقدار و جهت با ولتاژ ورودی برابر است. در نیم سیکل منفی زمان که ولتاژ منفی از V_B بیش‌تر می شود ولتاژ اتود دیود از کتود آن مثبت‌تر شده و هم چنین دیود هادی می‌شود(کلید بسته می‌شود) و ولتاژ باتری با خروجی موازی می‌گردد. لذا ولتاژ خروجی به‌اندازه‌ی V_B ثابت می‌ماند تا این‌که ولتاژ منفی از مقدار V_B کم‌تر گردد. به‌محض اینکه ولتاژ منفی از V_B کم‌تر شود دیود قطع و ولتاژ خروجی مجدداً عین ولتاژ ورودی می شود(سوادکوهی و همکاران،۱۴۹: ۱۴۰۰).

برش دهنده‌ی دوطرفه Two-sided Clipper

اگر یک مدار برش دهندۀ مثبت و یک مدار برش دهنده‌ی منفی را باهم به‌صورت موازی اتصال دهیم می‌توانیم سیگنال را از دو طرف برش دهیم. شکل(۷) یک مدار برش دهندۀ دوطرفه را همراه با ولتاژ ورودی و خروجی نشان می‌دهد(David J. Bates,2016.118) .



شکل(۷) مدار برش دهنده‌ی دوطرفه

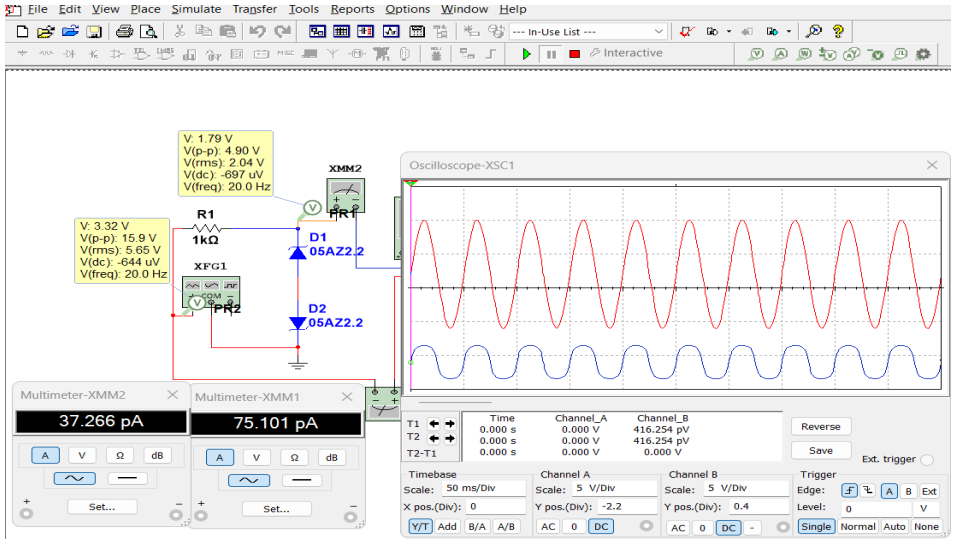
شبه سازی مدار برش دهنده‌ی با استفاده از نرم‌افزار Multisim

دورۀ قطع کنندۀ دوطرفه را که در آن دیودهای زنر بکار رفته را می‌توان با استفاده از نرم‌افزار ملتی سیم شبیه سازی کرد، اول مدار را تهیه و راه‌اندازی برنامه می‌توانیم داده‌ها را از خروجی بگیریم. در جدول(۲) قطعات موردنیاز در این شبیه‌سازی درج گردیده‌اند.

جدول (۲) قطعات موردنیاز شبه سازی مدار برش دهنده

شماره	نام قطعه	تعداد	مشخصات
۱	دیود زنر	۲	AZ2.2۰۵
۲	مقاومت	۱	kΩ۱
۳	Function generator	۱	XFG1

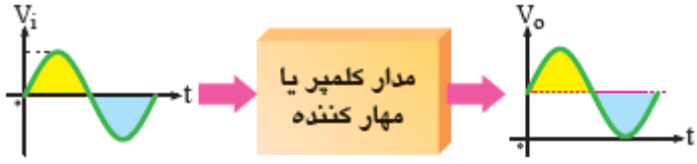
همان‌طور که در شکل(۸) مشاهده می‌شود ولتاژ ورودی جنراتور یک موج سینوسی تکمیل بوده و ولتاژ خروجی برش شده به رنگ سرخ نشان داده‌شده است که قله‌های اعظمی و اصغری آن برش شده است.



شکل(۸) شبه سازی مدار برش دهنده با استفاده از نرم‌افزار ملتی سیم

مدارهای مهارکننده Clampers Circuits

در مدار مهارکننده به سیگنال ورودی مؤلفه‌ی ولتاژ DC اضافه می‌شود. یا به‌عبارت‌دیگر به کمک مدار مهارکننده می‌توان سیگنال را در جهت عمودی جابه‌جا کرد. در شکل(۹) عملکرد مدار مهارکننده نشان داده‌شده است. در حقیقت مهارکننده فقط روی سیگنال، یک تغییر مکان عمودی ایجاد می‌کند. این تغییر می‌تواند به سمت بالای خط صفر(مثبت) و یا زیرخط صفر(منفی) باشد، که به ترتیب مهارکننده‌ی مثبت و منفی نام دارند(لعل آبادی و همکاران، ۱۳۹۳:۳۶۹).



شکل(۹) عمل مدار مهارکننده

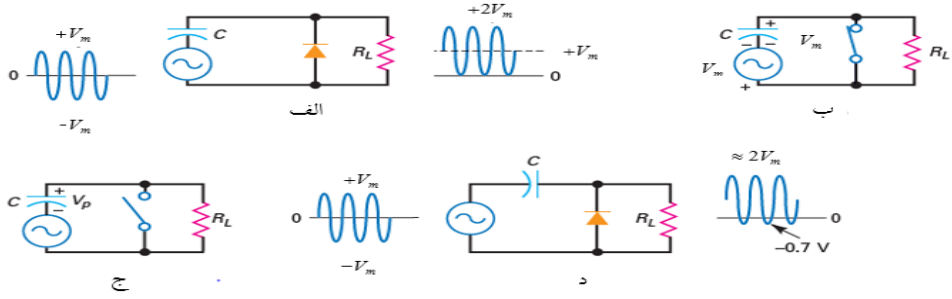
مدار مهارکننده مثبت Positive Clamper Circuit

شکل(۱۰) دیاگرام اصلی یک مدار مهارکنندهٔ مثبت را نشان می‌دهد، هنگامی‌که یک مهارکنندهٔ مثبت دارای سیگنال ورودی سینوسی باشد، یک ولتاژ DC مثبت به موج سینوسی اضافه می‌کند. به‌عبارت‌دیگر مهارکنندهٔ مثبت سطح مرجع AC (معمولاً صفر) را به سطح DC تغییر می‌دهد، اثر این

مهارکنندگی این است که یک ولتاژ AC در سطح DC متمرکز شود. این بدان معنی است که هر نقطه در موج سینوسی به سمت بالا جابه‌جا می‌شود، همان‌طور که در موج خروجی نشان داده‌شده است(Albert Paul Malvino,1979). در حقیقت ولتاژ خروجی مهارکننده، عبارت از مجموع(برهم‌نهی) ولتاژ یک منبع DC و یک منبع AC است به همین دلیل است که کل موج سینوسی سمت بالا جابه‌جاشده است، طوری که دارای قله مثبت $2V_m$ و قله منفی صفر است(Greinacher 1913). شکل(۱۰) الف- یک مدار مهارکنندۀ مثبت است که در حالت ایدئال نحوۀ کار آن‌ها نشان می‌دهد، خازن در ابتدا بدون چارج سرانۀ خدمات است در اولین نیم سیکل منفی ولتاژ ورودی، دیود روشن می شود. در قلۀ منفی منبع AC خازن کاملاً چارج شده و ولتاژ آن V_m با قطبیت(مثبت و منفی) نشان داده‌شده است. کمی دورتر از قله منفی، دیود خاموش می‌شود، ثابت زمانی R_LC عمداً بسیار بزرگ‌تر از دورۀ تناوب T سیگنال است و ما ثابت زمانی را خیلی بزرگ‌تر حداقل ۱۰۰ برابر T تعریف می‌کنیم، یعنی:

$$R_LC \succ 100T$$

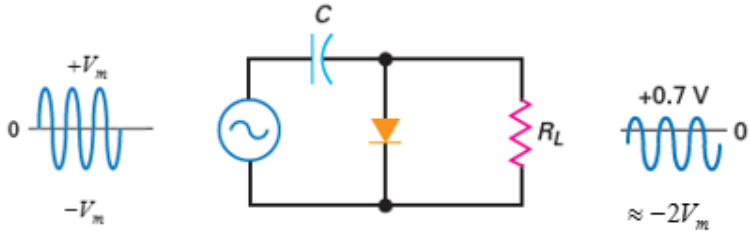
به همین دلیل خازن در طول زمان خاموش بودن دیود تقریباً به‌طور کامل چارج می شود. هر مدار مهارکنندۀ که شرط معادله فوق را برآورده کند یک مدار مهارکننده نامیده می‌شود که شبیه به یکسو کننده نیم موج با ورودی فلتر خازنی کار می‌کند. ربع اول سیکل خازن را به‌طور کامل چارج می‌کند سپس خازن تقریباً تمام چارج خود را در سیکل‌های بعدی حفظ می‌کند(Maiti, Maiti, and Mahata 2013). چارج اندک که بین سیکل‌ها از دست می‌رود با هدایت دیود جایگزین می‌شود. در شکل(۱۰) ج، خازن چارج شده شبیه یک باتری با ولتاژ V_m است. این ولتاژ DC است که به سیگنال اضافه می‌شود. پس از ربع اول، ولتاژ خروجی یک موج سینوسی با مهارکنندۀ مثبت با سطح مرجع صفر است. یعنی در سطح $0V$ می‌نشیند. شکل(۱۰) د- مدار را همان‌طور که معمولاً ترسیم می شود نشان می‌دهد. هنگامی‌که هدایت دیود در حد $0.7V$ کاهش می‌یابد ولتاژ خازن کاملاً به V_m نمی‌رسد به همین دلیل مهارکنندۀ کامل نیست و قله‌های منفی دارای سطح $-0.7V$ هستند(Company 2017).



شکل(۱۰) مدار مهارکننده‌ی مثبت در مراحل مختلف

مدار مهارکننده‌ی منفی Negative Clamper Circuit

اگر دیود شکل(۱۰) د-را به اطراف بچرخانیم چه اتفاقی می‌افتد؟ مهارکننده‌ی منفی شکل (۱۱) را به دست می‌آوریم. همان‌طور که می‌بینید ولتاژ خازن معکوس می‌شود و مدار تبدیل به یک مهارکننده‌ی منفی می‌گردد. بازهم سطح مهارکنندگی کمتر از شکل کامل آن است؛ زیرا قله‌های مثبت به‌جای $0V$، دارای سطح $0.7V$ ا ست. به خاطر دا شته با شید که دیود در جهت جابجایی موج سینو سی قرارگرفته است، یعنی به سمت پایین، این به شما می‌گوید که یک مهارکنندهٔ منفی است. هر دو مهارکننده مثبت و منفی به‌طور گسترده مورداستفاده قرار می‌گیرند به‌عنوان‌مثال، مهارکننده های تلویزیون از یک مهارکننده برای تغییر سطح موج سیگنال های و یدئویی استفاده می‌کنند. از مهارکننده‌ها در مدارهای رادار و ارتباطی نیز استفاده می‌شود؛(Albert Malvino,2015:124).



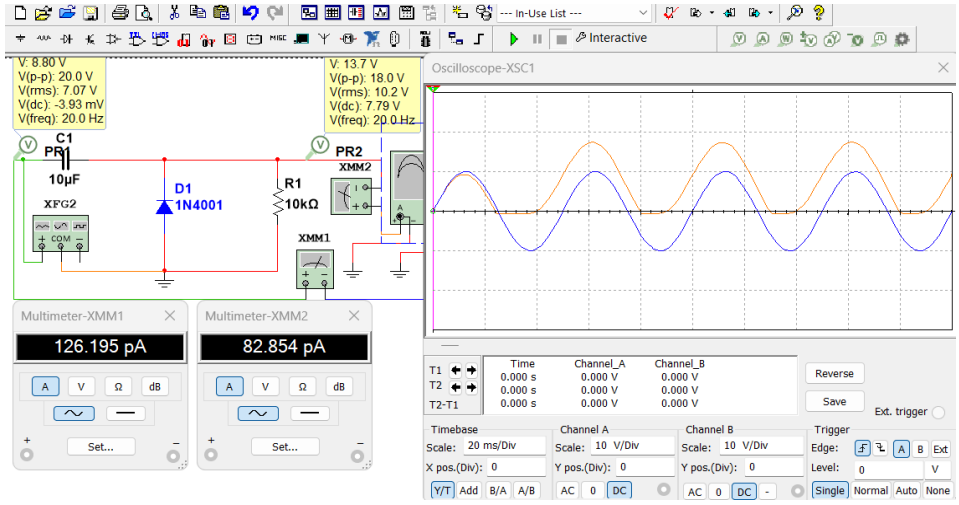
شکل(۱۱) مدار مهارکننده‌ی منفی

در مدار مهارکننده‌ی منفی، خازن در نیم سیکل مثبت، چارج می‌شود و در نیم سیکل منفی به‌منزله‌ی یک باتری محسوب می‌شود. درصورتی‌که بخواهیم سیگنال‌ها به‌اندازه‌ی یک ولتاژ اختیاری V بالاتر یا پایین‌تر از مبدأ(صفرولت) باشند، کافی است منبع ثابتی با مقدار V ولت را با دیود به‌صورت مسلسل اتصال دهیم؛(صموتی و همکاران، ۱۳۹۲.ص:۱۰۵). مدار مهارکننده‌ی را می‌توان با ا ستفاده از نرم‌افزار ملتی سیم شبه سازی کرد، در جدول زیر تجهیزات و قطعات موردنیاز در این شبه سازی، تذکر یافته‌اند.

جدول(۳) مشخصات قطعات موردنیاز در شبه سازی مدار مهارکننده

شماره	نام قطعه	تعداد	مشخصات
۱	دیود یک‌سوساز	۱	N40011
۲	مقاومت	۱	kΩ۱۰
۳	Function generator	۱	XFG1
۴	اوسیلوسکوپ	۱	XSC1

با توجه به شکل زیر، ولتاژ ورودی جنراتور به رنگ سبز نشان داده که نسبت به خط افقی(سیاه‌رنگ) متناظر است. موج ولتاژ خروجی(مهارشده) که به رنگ سرخ نمایش داده‌شده نسبت به خط افقی به‌اندازه V_m جهش‌یافته است.



شکل(۱۲) مدار مهارکننده شبه سازی شده توسط برنامه ملتی سیم

یافته‌های تحقیق

در تحقیق هذا مدارهای دو برابر کنندۀ ولتاژ، برش کنندۀ ولتاژ و مهارکنندۀ ولتاژ موردمطالعه قرار گرفتند تا چگونگی کاربرد آن‌ها در مدارهای الکترونیکی مشخص و از هم تفکیک شوند، داده‌های به‌دست‌آمده بعد از انجام آزمایش نشان می‌دهد که مدار دو برابر کنندۀ ولتاژ دقیقاً مقادیر را نشان می‌دهد که در تئوری مطرح‌شده است و مدار برش کنندۀ ولتاژ را می‌توان در پایین آوردن ولتاژ و جریان ورودی استفاده کرد و از مدار برش کنندۀ ولتاژ برای تقویت ولتاژ و جریان ورودی استفاده می‌شود، تفاوت داده‌های به‌دست‌آمده را می‌توان در جدل(۴) دید.

جدول(۴) داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش در مدارها

نوعیت مدار	ولتاژ ورودی	ولتاژ خروجی	جریان ورودی	جریان خروجی
مدار دو برابر کنندۀ ولتاژ	12V	23.656V	13.747uA	247.705nA
مدار برش کنندۀ ولتاژ	5.65v	2.04V	75.101pA	37.266pA
مدار مهارکنندۀ ولتاژ	7.07V	10.2V	126.195pA	82.854pA

مناقشه

پادر نظر داشت کاربردهای دیود و خازن در مدارهای الکترونیکی، در این تحقیق موارد استفاده آن‌ها را در مدارهای الکترونیکی ازجمله: مدار دو برابر کنندۀ ولتاژ، مدار برش کننده ولتاژ و مدار مهارکننده ولتاژ موردبرر سی قرار گرفتند، به این مدارها مقادیر ولتاژ متناوب به حیث دادۀ ورودی داده می شود و از آن ولتاژ و جریان متناوب تقویت‌شده، برش شده و مهارشده به‌عنوان خروجی گرفته می‌شود. همان‌گونه که از داده‌های آزمایش مشاهده می‌شود مدار دو برابر کنندۀ ولتاژ، مقدار ولتاژ خروجی را

دو برابر مقدار ورودی آن نشـان می‌دهد، درحالی‌که در مدار برش دهنده مقدار ولتاژ خروجی کمتر از مقدار ورودی اسـت، از سـوی دیگر در مدار مهارکنندهٔ ولتاژ، ولتاژ ورودی تقویت و جریان ورودی کاهش پیدا نموده است.

با توجه به شـکل سـیگنال‌های ورودی و خروجی در مدارهای برش دهنده و مهارش کننده، در مدار برش دهنده دامنهٔ سـیگنال ورودی در حد معین (به‌اندازهٔ ولتاژ منبع DC که با دیود به‌صـورت مسـلسـل اتصـال دارد)، برش داده‌شـده اسـت که درروی صـفحهٔ اوسـیلوسـکوپ مشـاهده می‌شـود، درحالی‌که در مدار مهارکننده سیگنال خروجی به‌صورت عمومی به سمت بالای سیگنال ورودی تغییر مکان نموده است. از مهم‌ترین دست آورد این تحقیق توجه بیشتر به داده‌های خروجی است که بعد از انجام آزمایش به‌دسـت‌آمده و با داده‌های ورودی مقایسـه شـده‌اند تا ثابت شـود که کدام‌یکی از مدارهای که در این مقاله به بحث گرفته‌شـده‌اند در صـنعت الکترونیک به حیث تقویت‌کنندهٔ ولتاژ ورودی و کدام‌یکی برای کنترول ولتاژ و جریان اسـتفاده می‌شـوند، منابع تحقیق هذا بیشـتر به مباحث تئوریک توجه کرده‌اند. نتایج این تحقیق در گام نخسـت به محصـلان رشـته‌های برق و الکترونیک کمک می‌کند تا مباحث تئوریک را آزمایش نموده و بین مباحث تئوریک و عملی رابطه برقرار کنند در گام دوم به محققان کمک می‌کند تا از این تحقیق در غنامندی منابع تحقیقات شان استفاده نمایند.

نتیجه‌گیری

بعد از مطالعهٔ یافته‌ها و مناقشهٔ تحقیق هذا نتیجه‌گیری را می‌توان این‌گونه برشمرد:

- با جابجا کردن دیودیکسو ساز و خازن می‌توان مدارهای چند برابر ولتاژ را طراحی و از آن‌ها در صنعت برق استفاده کرد.
- توسط مدار برش کنندهٔ می‌توان قسمت از دامنهٔ ولتاژ ورودی را برش نموده و از آن مدار به حیث کنترول کننده و پایین آورندهٔ ولتاژ و جریان ورودی استفاده کرد.
- به کمک مدار مهارکنندهٔ ولتاژ می‌توان برای تقویت کردن ولتاژ و جریان ورودی استفاده کرد.

از عمده‌ترین مانع در این تحقیق عدم موجودیت امکانات عملی رشته الکترونیک است می‌بایست در دسـترس محقق قرار داشـت، به خوانندگان و محققان صـمیمانه پیشـنهاد می‌گردد تا در ارتباط به خصوصیات منحنی مشخصهٔ خروجی دیودها و منحنی خروجی صافی‌های خازنی کار نمایند.

منابع

جولایی، ظریفیان و همکاران،(۱۴۰۰)، عرضه تخصصی قطعات الکتریکی و الکترونیکی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

صموتی، سید محمود و همکاران،(۱۴۰۰)، دانش فنی تخصصی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، تهران.

ذوالفقاری، سهیلا و همکاران(۱۴۰۰)، کتاب همراه، هنرجو رشته الکترونیک، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های

درسی ایران«سهامی خاص».
Company, An Altair .(“ .(۲۰۱۷Voltage Quadrupler”.
Gibson, David. (2021). “Voltage Multiplier.” (September 2020).
Greinacher, Heinrich. 1913. “Voltage Multipliers.” : 1–19.
Maiti, C K, A Maiti, and S Mahata. (2013). “Integrated Simulation and Measurement-Based Remotely-Triggered Electronic Circuit Laboratory for Undergraduate Education.” *Information, Communication and Education Application, Vol 11* 11: 21–27.
Shehova, Daniela, and Slavi Lyubomirov. (2021). “Computer Modeling and Research of Diode Rectifiers and Voltage Regulators.” *INTED2021 Proceedings* 1(October): 8754–59.
Tanzawa, Toru. (2022). “Innovation of Switched-Capacitor Voltage Multiplier : Part 1 : A Brief History Innovation of Switched - Capacitor Voltage Multiplier : Part I A Brief History.” (September).

Simulation of voltage regulator diode circuits by Multisim software

Mohammad Sharif Sultani[1] & Shabirullah Hayat[2]
[1,2] Physics Department, Faculty Education Logar Higher Education Institute.
Email: qonaq.takht1@gmail.com

Abstract

Input voltage multiplier circuits and similar voltage cutting and limiting circuits are widely used in the electronics industry, the parts that determine the role of these circuits are rectifier diodes and capacitors, in this research voltage doubling circuits, The voltage range Clippers and the voltage Clamper circuits, have been studied, the purpose of which is to stabilize the role and position of the rectifier diode and the capacitor in the aforementioned circuits, these circuits have been simulated after theoretical examination by Multisim software, so that the relevant theoretical issues can be tested through testing. be verified. In this research, the topics were examined by document analysis method and the data were collected experimentally. The results of this study show that the rectifier diode, in addition to rectifying the alternating input signal, is also used to inhibit and cut those signals. In addition to amplifying the input voltage, it is able to increase the input current as well. The achievement of this study is the testing of the circuits that were performed by Multisim software, these tests are well able to relate the theoretical aspect of the subjects and their practical aspects, the theory testing of the controlling circuits is actually the same virtual laboratory that students can help with theoretical topics. Give a practical and objective aspect.

Keywords: voltage doubling circuit, voltage cutting circuit and voltage clamper circuit.