

گزارش کار مقاله :

**تحلیل و اجرای مبدل جدید DC/DC باک-بوست تک سوئیچ**

**مبدل های DC به DC (چاپرها Chopper)**

تبدیل ولتاژ مستقیم به ولتاژ مستقیم دیگر را چاپر یا DC-DC Convertor می نامند. در بسیاری از کاربردهای صنعتی نیاز به تبدیل یک منبع DC ولتاژ ثابت به یک منبع DC ولتاژ متغییر میباشد. چاپر وسیله ایست که مستقیما DC را به DC تبدیل میکند. چاپر می تواند جهت افزایش یا کاهش پله ای ولتاژ DC بکار گرفته شود. کلید چاپر را می توان با استفاده از [BJT](http://www.project-esisis.com/Content/Page_Tranisitor-BJT.html" \t "_blank) , [MOSFET](http://www.project-esisis.com/Content/Page%20Power%20Electronic_03.html) , GTO و یا [تریستور](http://www.project-esisis.com/Content/Page%20Power%20Electronic_01.html" \t "_blank) با کموتاسیون اجباری پیاده سازی کرد.

**مفاهیم**

مدل مفهومی از مبدل باک بهتر است که در شرایط به سلف اجازه می دهد تا یک تغییر در جریان. هنگامی که سوئیچ بسته و در حال افزایش است، اما سلف نمی خواهد آن را به 0 تغییر دهد، پس از آن تلاش خواهد کرد به مبارزه با این افزایش با حذف ولتاژ، این افت ولتاژ ولتاژ منبع و در نتیجه ولتاژ خالص در سراسر بار را کاهش می دهد. با گذشت زمان، سلف اجازه خواهد داد که به آرامی افزایش یا کاهش ولتاژ آن در نتیجه افزایش ولتاژ خالص دیده می شود توسط بار. در طول این زمان، سلف ذخیره سازی انرژی است و در قالب یک میدان مغناطیسی عمل می کند. اگر سوئیچ قبل از بسته شدن سلف به طور کامل شارژ شود هنگامی که سوئیچ دوباره باز می شود، منبع ولتاژ را از مدار برداشته، بنابراین در حال حاضر سلف سعی خواهد کرد که برای مبارزه با ولتاژ که در حال تغییر است، که این کار را با معکوس کردن جهت ولتاژ انجام می دهد، سلف در مدار مانند یک منبع ولتاژ عمل خواهد کرد.

**مبدل باک در حالت پیوسته**

اگر مدار در حالت پیوسته قرار گیرد از طریق سلف IL کاهش یابد در طول چرخه تخلیه شده و صفر می شود. این روند در شکل های بالا بخوبی نمایش داده شده است:

1. هنگامی که سوئیچ چاپر بسته باشد روابط ولتاژ برابر خواهد بود با: در این حالت حالت سلف به اندازه VL شارژ خواهد شد.

Power Electronic Chopper (23)

1. هنگامی که سوئیچ چاپر باز باشد روابط ولتاژ برابر خواهد بود با VL = - VO و سلف از طریق دیود تخلیه می شود.
2. انرژی ذخیره شده در سلف برابر است با:

Power Electronic Chopper (24)

1. نرخ تغییرات ولتاژ سلف نیز از رابطه زیر محاسبه می شود:
2. روابط زیر نیز برای محاسبه تغییرات جریان سلف در حالت روشن و خاموش شدن سوئیچ بکار گرفته می شوند:

Power Electronic Chopper (25)

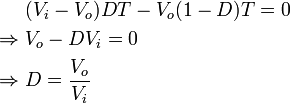
Power Electronic Chopper (26)

Power Electronic Chopper (27)

1. اگر ما مبدل باک را در حالت ثابت درنظر بگیریم انرژی ذخیره شده در سلف در هر لحظه از پایان یک چرخه زمانT در ابتدای چرخه برابر است. این بدان معن است که جریان IL در t=0 و در t=1 برابر هستند.

Power Electronic Chopper (28)

1. زمان روشن بودن یا Duty cycle چرخه کار که مقداری بین 0 و 1 است با معادله زیر محاسبه می شود، همانطور که بنظر می رسد از این معادله ولتاژ خروجی مبدل خطی چرخه کاری نسبت به ولتاژ ورودی کاهش می یابد این مبدل را نیز می توان یک مبدل گام به پایین نامید. بعنوان مثال ولتاژ 12 ولت را به 3 ولت با چرخه کاری D=%25 یا یک چهارم کاهش می دهد البته در یک مدار ایده آل.



**مبدل باک در حالت ناپیوسته**

در برخی موارد، مقدار انرژی مورد نیاز بار بیش از حد کوچک است. در این مورد، بیشتر از طریق سلف کاهش پیداه کرده در بخشی از این دوره به صفر می رسد. تنها تفاوت در اصل در بالا توضیح داده شده است که سلف به طور کامل در پایان چرخه دشارژ شده، با این حال، مقداری اثر بر معادلات قبلی می گذارد.در نظر بگیرید که مبدل در حالت ثابت، انرژی در سلف در آغاز و در پایان چرخه (در مورد حالت ناپیوسته، صفر است).

1. این بدان معنی است که مقدار متوسط ولتاژ سلف VL صفر است، به عنوان مثال، که مساحت مستطیل زرد و نارنجی رنگ در شکل نمودار، یکسان هستند. این بازده با:

Power Electronic Chopper (30)

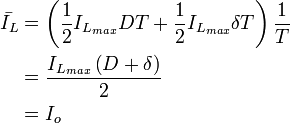
1. بنابراین مقدار δ است:

Power Electronic Chopper (31)

1. جریان خروجی را به بار تحویل داده (Io) ثابت است، همانطور که در نظر بگیرید خازن خروجی به اندازه کافی بزرگ باشد برای حفظ یک ولتاژ ثابت در سراسر پایانه های خود در طول چرخه کاری است. این حاکی از آن است که جریان از طریق خازن مقدار متوسط صفر است. بنابراین، بنابراین جریان سلف برابر است با:

Power Electronic Chopper (32)

1. جایی که IL جریان متوسط سلف در این حالت است. همانطور که در شکل موج ها دیده می شود، شکل موج جریان سلف به شکل مثلثی است. بنابراین، جریان به طور متوسط از MAX به صورت هندسی طبقه بندی شده است به شرح زیر است:



1. جریان سلف در ابتدا افزایش یافته در طول زمان T صفر است. این بدان معناست که Lmax برابر است با:

Power Electronic Chopper (34)

1. جایگزینی با ظرفیت Lmax در معادله قبلی منجر به:

Power Electronic Chopper (35)

1. و با جانشین δ بازده در داده شده در بالا برابر با:

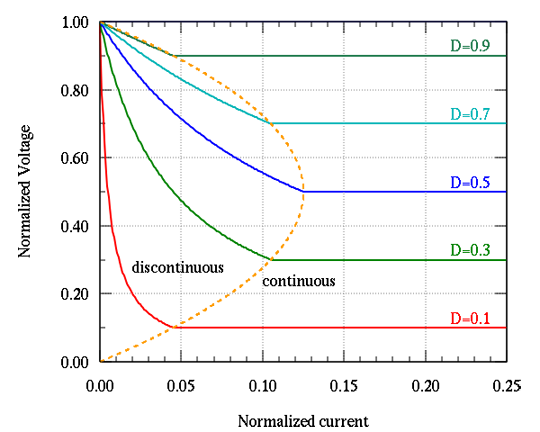
Power Electronic Chopper (36)

1. این رابطه را می شود به صورت زیر نوشت:

Power Electronic Chopper (37)

در این حالت دیده می شود که ولتاژ خروجی از یک مبدل عامل ضربه زدن در حالت ناپیوسته است بسیار پیچیده تر از همتای خود در حالت مداوم. علاوه بر این، ولتاژ خروجی در حال حاضر تنها تابعی از ولتاژ ورودی Vin و سیکل وظیفه D نیست، بلکه از ظرفیت سلف (L)، زمان (T) و جریان خروجی (Io) بهره می گیرد.

**شکل زیر این حالت را از ناپیوسته به مداوم و بلعکس نشان می دهد;**



همانطور که در آغاز این بخش ذکر شد، مبدل باک در حالت ناپیوسته با جریان کم است که توسط بار در حالت پیوسته در سطح فعلی بالاتر بار کشیده شده و حد بین حالت ناپیوسته و پیوسته رسیده است که جریان سلف می افتد دقیقا صفر، در پایان چرخه تخلیه با استفاده از روابط زیر:

Power Electronic Chopper (39)

بنابراین، جریان خروجی (برابر با سلف به طور متوسط در این حالت) در حد بین حالت ناپیوسته و پیوسته است (به بالا رجوع کنید):

Power Electronic Chopper (40)

با جایگزینی Lmax خواهیم داشت:

Power Electronic Chopper (41)

در حد بین این دو حالت، ولتاژ خروجی تابعی از هر دو اصطلاحات به ترتیب در انتقال مداوم داده می شود و بخش های ناپیوسته به طور خاص،برابر است با:

Power Electronic Chopper (42)

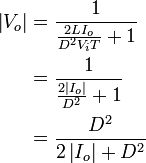
بنابراین olim را می تواند به این عنوان نوشت:

Power Electronic Chopper (43)

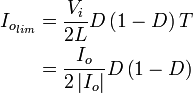
**درحالت پیوسته :**

Power Electronic Chopper (42)

**درحالت ناپیوسته:**



**روابط حد بین حالت پیوسته و ناپیوسته برابر است با:**

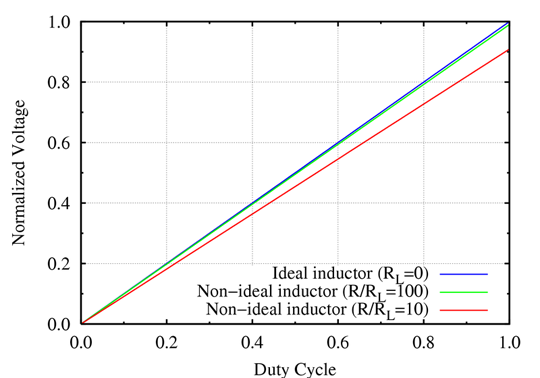


بنابراین، حد بین حالت Continuous و Discontinuous برابر با:

Power Electronic Chopper (47)

این عبارات در شکل زیر رسم شده است. از این رو، واضح است که در حالت مداوم، ولتاژ خروجی نه تنها به چرخه وظیفه بستگی دارد، در حالی که آن را به مراتب پیچیده تر در حالت ناپیوسته است. این در یک نقطه کنترل دیدگاه مهم است.

**مدار غیر ایده آل**



**ولتاژ خروجی**

ولتاژ خروجی نام داده شده به پدیده ای است که در آن ولتاژ خروجی در طول حالت بالا می رود و می افتد این در حالت خاموش است. عوامل متعددی منجر به این وضعیت می شوند، اما نه محدود به، تغییر فرکانس، خروجی خازن، سلف، بار و هر گونه ویژگی های محدود کننده جریان، مدار کنترل. در ابتدایی ترین سطح ولتاژ خروجی بالا خواهد رفت و سقوط به عنوان یک نتیجه از شارژ و دشارژ خازن خروجی:

Power Electronic Chopper (50)

در حالت خاموش، در این معادله جریان بار است. در جریان تفاوت بین سوئیچ فعلی (و یا منبع جریان) و جریان بار است. مدت زمان (DT) توسط چرخه وظیفه و با فرکانس سوئیچینگ تعریف شده است برابر است با:

Power Electronic Chopper (51)

در حالت خاموش نیز برابر است با:

Power Electronic Chopper (52)

خازن خروجی با افزایش فرکانس، دامنه موج دار شدن کاهش می یابد. ولتاژ خروجی که به طور معمول مشخصات طراحی برای منبع تغذیه است و بر اساس عوامل متعددی انتخاب شده است. انتخاب خازن که به طور معمول بر اساس هزینه، اندازه فیزیکی و غیر idealities انواع خازن تعیین می شود. انتخاب فرکانس سوئیچینگ که به طور معمول بر اساس الزامات بازده، که تمایل به فرکانس های بالاتر عامل را کاهش می دهد، به عنوان عواملی در تعیین اثرات غیر ایده آل بر روی بهره ورودی . فرکانس سوئیچینگ عالی نیز می تواند به کاهش بهره ورودی و احتمالا افزایش نگرانی های EMI شود. ولتاژ خروجی یکی از معایب منبع تغذیه سوئیچینگ است، و همچنین می تواند یک اندازه گیری از کیفیت آن باشد.

**اثرات غیر ایده آل بر روی بهره ورودی**

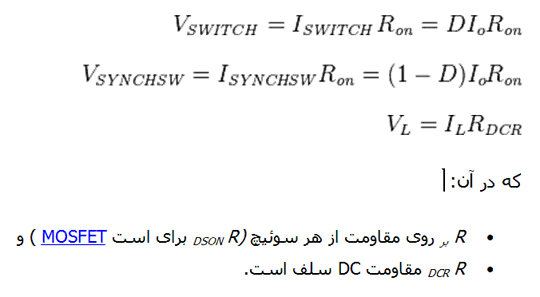
تجزیه و تحلیل ساده از مبدل باک، همانطور که در بالا توضیح داده شده، حساب می کند نه برای غیر از اجزای مدار و نه نشانی از آن برای مدار کنترل مورد نیاز است. با توجه به مدار کنترل، قدرت معمولا ناچیز در مقایسه با تلفات در دستگاه های قدرت (سوئیچ ها، دیود، سلف، و غیره) قدرت دستگاه را برای بخش عمده ای از تلفات در مبدل. هر دو تلفات توان ایستا و پویا در هر رگولاتور سوئیچینگ رخ می دهد. تلفات توان استاتیک عبارتند از (هدایت) تلفات در سیم و یا تمامی ردپاهای به جا مانده از مدار PCB و همچنین در سوئیچ ها و سلف، در هر مدار الکتریکی. تلفات توان پویا به عنوان یک نتیجه از تغییر، مانند شارژ و تخلیه از دروازه سوئیچ رخ می دهد، و متناسب با فرکانس تعویض هستند. این بسیار مفید است که توسط محاسبه چرخه وظیفه برای مبدل باک یک مبدل غیر ایده آل است:

Power Electronic Chopper (53)

که در آن:

* سوئیچ V افت ولتاژ بر روی سوئیچ قدرت است،
* V SYNCHSW افت ولتاژ بر روی سوئیچ یا دیود همزمان است،
* V L افت ولتاژ در سلف می باشد.

مقدار ولتاژ بالا توضیح داده شد همه تلفات وابسته در درجه اول در جریان DC و بنابراین می توان به راحتی محاسبه شود. برای یک ترانزیستور در اشباع و یا یک دیود، سوئیچ V و V SYNCHSW در حال حاضر ممکن است شناخته شده باشد، بر اساس خواص دستگاه انتخاب شده است.



توجه داشته باشید که معادله چرخه وظیفه تا حدودی بازگشتی. تجزیه و تحلیل را می توان با محاسبه ارزش SWITCH V و V SYNCHSW و با استفاده از معادله ایده آل چرخه وظیفه ساخته شده بدست آورد. مقاومت به سوئیچ، برای قطعات مانند [MOSFET قدرت](http://www.project-esisis.com/Content/Page%20Power%20Electronic_03.html" \t "_blank) ، و مبدل باک افزایش ولتاژ، برای قطعات مانند عایق گیت [ترانزیستور دو قطبی (IGBT)](http://www.project-esisis.com/Content/Page%20Power%20Electronic_04.html" \t "_blank) را می توان با مراجعه به مشخصات DATASHEET تعیین نمود. علاوه بر این، از دست دادن قدرت به عنوان یک نتیجه از جریانهای نشتی اتفاق می افتد. این از دست دادن قدرت است که به سادگی با رابطه زیر محاسبه می شود:

که در آن:

Power Electronic Chopper (55)

* I جریان نشتی از سوئیچ است،
* V ولتاژ در سراسر سوئیچ است.

تلفات توان پویا با توجه به رفتار سوئیچینگ دستگاه های پالس انتخاب شده ( MOSFET های ها ، ترانزیستورها قدرت، IGBT ها ، و غیره). این تلفات شامل روشن و خاموش شدن سوئیچینگ تلفات و زیان انتقال سوئیچ. سوئیچ روشن و تلفات خاموش می توان به راحتی با یکدیگر به عنوان فشرده با رابطه زیر محاسبه می شود:

که در آن:

Power Electronic Chopper (56)

* V ولتاژ در سراسر سوئیچ است در حالی که سوئیچ خاموش است،
* trise زمان برخاستن ولتاژ در زمانی که سوئیچ روشن است.
* T زمان روشن بودن سوئیچ.

اما این را به حساب خازن از MOSFET است که باعث می شود صفحه میلر را ندارد. سپس، تلفات سوئیچ بیشتر شبیه به:

Power Electronic Chopper (57)

در نهایت، تلفات توان به عنوان یک نتیجه از قدرت مورد نیاز به نوبه خود در سوئیچ روشن و خاموش رخ می دهد. برای سوئیچ MOSFET،

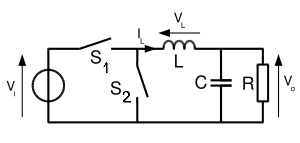
Power Electronic Chopper (58)

که در آن:

* Q G گیت MOSFET انتخاب شده است،
* V GS، منبع ولتاژ گیت اوج است.

به خاطر داشته باشید که برای N-ماسفت، سوئیچ سمت بالا باید به یک ولتاژ بیشتر از V رانده شود. بنابراین Vg تقریبا همیشه برای سوئیچ به سمت بالا و پایین سمت متفاوت خواهد بود. طراحی کامل یک مبدل باک شامل تجزیه و تحلیل تلفات قدرت های مختلف. تعادل این ضرر و زیان با توجه به کاربردهای مورد انتظار از طرح به پایان می رسد. از مبدل انتظار می رود که یک فرکانس سوئیچینگ کم را با تلفات کم انتقال دهد؛ مبدل باک در ظرفیت بالا نیاز به یک سوئیچ کم سمت با تلفات انتقال کم دارد.

**سازه های خاص، همزمان اصلاح**



شماتیک ساده از یک مبدل همزمان، که در آن D که توسط یک سوئیچ دوم، S2 جایگزین مبدل باک یک نسخه اصلاح شده از پایه مبدل باک توپولوژی مدار دیود، D، که در آن توسط یک سوئیچ دوم، S2 جایگزین شده است. این اصلاح یک معاوضه بین افزایش هزینه و بهبود بهره وری است. در یک مبدل استاندارد، باک، دیود هرزگرد روشن، به خودی خود، در مدت کوتاهی پس از سوئیچ خاموش می شود، به عنوان یک نتیجه از افزایش ولتاژ در دیود. این افت ولتاژ در سراسر نتایج دیود در از دست دادن قدرت تأثیر دارد که برابر است با :

Power Electronic Chopper (60)

که در آن:

* VD افت ولتاژ در سراسر دیود در بار فعلی است،
* D درصد زمان فعال است،
* I جریان بار است.

**عوامل بهره وری**

**تلفات هدایت که در بار بستگی دارد:**

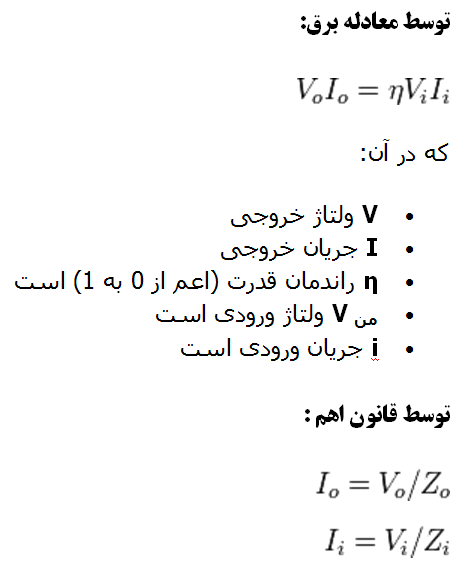
* مقاومت در برابر زمانی که ترانزیستور یا [MOSFET](http://www.project-esisis.com/Content/Page%20Power%20Electronic_03.html" \t "_blank) سوئیچ در حالت وصل است.
* دیود افت ولتاژ (معمولا 0.7 ولت یا 0.4 ولت برای دیود شاتکی)
* مقاومت سیم پیچ سلف
* مقاومت معادل سری خازن

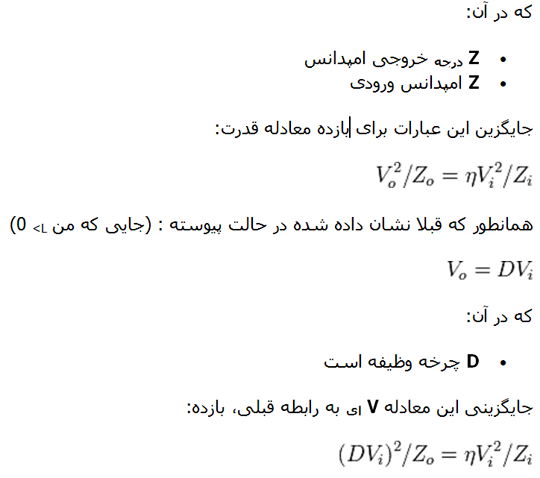
**تلفات سوئیچینگ:**

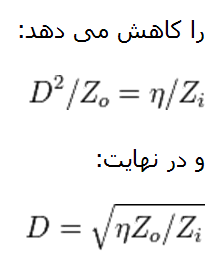
* ولتاژ آمپر با هم همپوشانی دارند
* فرکانس سوئیچ \* CV
* معکوس از دست دادن latence
* تلفات ناشی از گیت MOSFET و مصرف کنترل.
* ترانزیستور نشت تلفات فعلی، و مصرف کنترل آماده به کار است.

**تطبیق امپدانس**

مبدل باک می تواند مورد استفاده قرار گیرد به حداکثر رساندن انتقال قدرت از طریق تطبیق امپدانس، استفاده از این در یک "ردگیر نقطه حداکثر قدرت" معمولا در استفاده از سیستم های فتوولتائیک.







این نشان می دهد که ممکن است برای تنظیم نسبت امپدانس با تنظیم چرخه وظیفه. این امر به ویژه در برنامه های کاربردی که در آن امپدانس (ها) به صورت پویا در حال تغییر است مفید است.

در این تحقیق، یک مبدل DC/DC جدید افزایش-تقویت ارائه شده است. ساختار مدار مبدل پیشنهادی شامل تک سوئیچ نیرو، دو دیود و چند مولفه ی ذخیره سازی انرژی است. بکار گرفتن فقط یک تک سوئیچ نیرو، هزینه ی اجرایی و اتلافات نیروی سوئیچینگ را کاهش می دهد. مبدل پیشنهادی در حالت بالاتر جذب ولتاژ بیشتری نسبت به مبدل مرسوم افزایش-تقویت و Cuk دارد. بعلاوه، این مبدل منطقه ی عملکردی حالت رسانش دائم (CCM) را گسترش می دهد. مبدل ارائه شده سه حالت عملیاتی در CCM دارد. حالت دوم فشارهای ولتاژی بر خازن ها را کاهش می دهد. بنابراین فشارهای جریان بر دیودها نیز کم می شوند. برای بررسی عملکرد مبدل پیشنهادی، نتایج آزمایشی بااستفاده از نمونه ی اولیه ی سخت افزاری بدست می آیند.

اخیراً ، مبدل های DC/DC از سوی محققان بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. افزایش/تقویت ولتاژ در کاربردهای زیادی ازجمله سیستم های پیل سوختی ، دستگاه های قابل حمل مثل نوت بوک ها و موبایل ها، محصولات دیود ساطع کننده ی نور و دستگاه های برقی ماشین لازم و ضروری هستند. باتوجه به نوسانات موجود در ولتاژ خروجی سیستم های باطری، یک مبدل اضافی افزایش/تقویت DC/DC برای تنظیم ولتاژ خروجی مورد نیاز است. چند نوع مبدل قادر به ایجاد تبدیل افزایش و کاهش ولتاژ مثل مبدل تبدیل کننده ی افزایش/تقویت ،مبدل برگشت، مبدل Cuk ،و مبدل اندوکتانس اولیه ی یکطرفه هستند. اگرچه، این مبدل ها به شدت بر سوئیچ ها فشار وارد می کنند. مبدل برگشت، اندوکتانس با نشت-بالا دارد و کارایی آن پایین می باشد. برخی از مبدل های افزایش/تقویت DC/DC اخیرا بااستفاده از مبدل های KY ارائه می شوند. هرچند، چهار سوئیچ نیرو در این مبدل ها استفاده شده اند. در [16] ،ترکیب یک مبدل افزایش/تقویت با مبدل KY و مبدل افزایش برای کاهش تعداد سوئیچ های نیرو به دو عدد ارائه شد ، اما حداکثر جذب ولتاژ برای تمام این مبدل های افزایش/تقویت دو است. مبدل های KY نیز به منظور ساخت مبدل های بسیار بالا مثل بخش [7] مورد استفاده قرار گرفتند. در [18] ، یک مبدل غیر-تبدیلی افزایش/تقویت برای سیستم پیل سوختی بااستفاده از سه سوئیچ نیرو با جذب ولتاژی برابر با مبدل پیشنهادی در این مقاله، پیشنهاد شد. عیب اصلی مبدل های KY اینست که برخی از خازن ها بطور ناگهانی در برخی از حالت های عملکردی شارژ می شوند. درنتیجه، فشارهای جریان بر دیودها، سوئیچ ها و خازن ها تشدید می شوند. این مشکل موجب دشواری هایی در اجرا می شود.

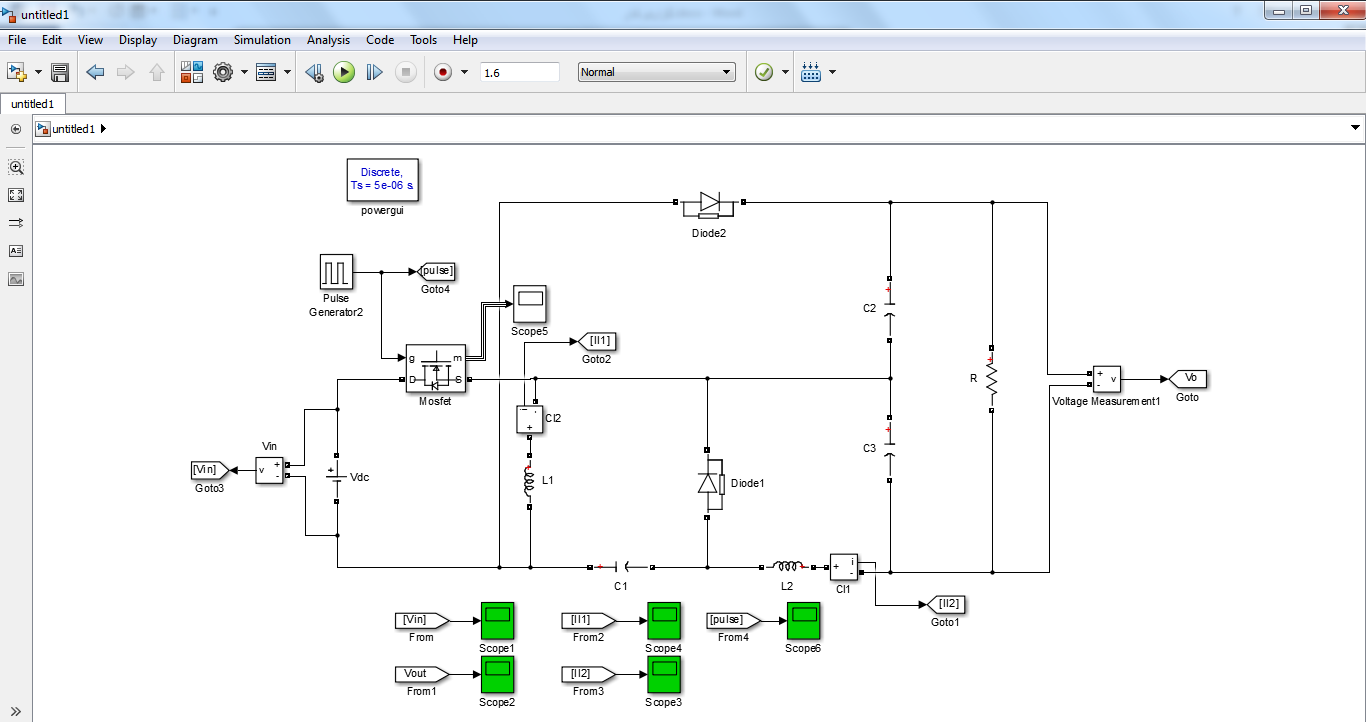
دراین مقاله، یک مبدل جدید افزایش/تقویت پیشنهاد شد. جذب ولتاژ مبدل پیشنهادی در حالت بالاتر ، بیشتر از مبدل های پایه ی افزایش/تقویت غیر-ایزوله مثل افزایش/تقویت قدیمی Cuk و Zeta و SEPIC است.مبدل پیشنهادی در سه حالت در حالت رسانس دائم (CCM) عمل می کند. حالت سوم مبدل های KY که در آن سوئیچ نیرو خاموش می شود، به دو حالت در مبدل پیشنهادی تقسیم می شود. این دو حالت به خازن ها اجازه نمی دهند برخلاف مبدل های KY، بطور ناگهانی موازی شوند. بنابراین، مبدل پیشنهادی ، مشکل فوق الذکر مبدل های KY را حل می کند که باعث کاهش فشار بر مولفه های مدار می شود. در این موقعیت مکانی، فقط یک سوئیچ نیرو استفاده شد که موجب می شود طرح کنترل ساده شود و همچنین اتلافات سوئیچینگ نیرو کاهش یابد. علاوه بر این، منطقه ی عملکرد CCM در مبدل پیشنهادی درمقایسه با مبدل Cuk گسترده تر شد. نتایج آزمایشی برای بررسی امکان پذیری مبدل پیشنهادی بدست آمدند.

**ساختار مبدل پیشنهادی**

ترکیب بندی مدار مربوط به مبدل پیشنهادی در شکل 1 نشان داده شد. طبق شکل 1 ، مبدل پیشنهادی شامل سه خازن ، دو اندوکتور ، یک سوئیچ نیرو و دو دیود است.خازن های C1 و C2 موازی با دو دیود هستندو ولتاژهای آنها D/(1-D) برابر ولتاژ ورودی است. ولتاژ خازن C3 نیز بوسیله ی خازن C1 و ولتاژ ورودی تعیین می شود که نیز D/(1-D) برابر ولتاژ ورودی است. بار نیز بصورت موازی با خازن های C2 و C3 متصل می شود. بنابراین ولتاژ خروجی بار 2D/(1-D) برابر ولتاژ ورودی خواهد بود.

مبدل پیشنهادی در سه حالت در CCM کار می کند. حالت اول زمانی اتفاق می افتد که سوئیچ نیرو روشن است و حالت های دیگر وقتی روی می دهند که سوئیچ نیرو خاموش می باشد. دوحالت آخر موجب کم شدن فشارهای وارد بر بر دیودها و خازن ها می شود درحالیکه مبدل های KY دو حالت دارند که بر خازن ها، سوئیچ ها و دیودها فشار می آورد. مبدل پیشنهادی در پنج حالت در حالت رسانش ناپیوسته (DCM) کار می کند.

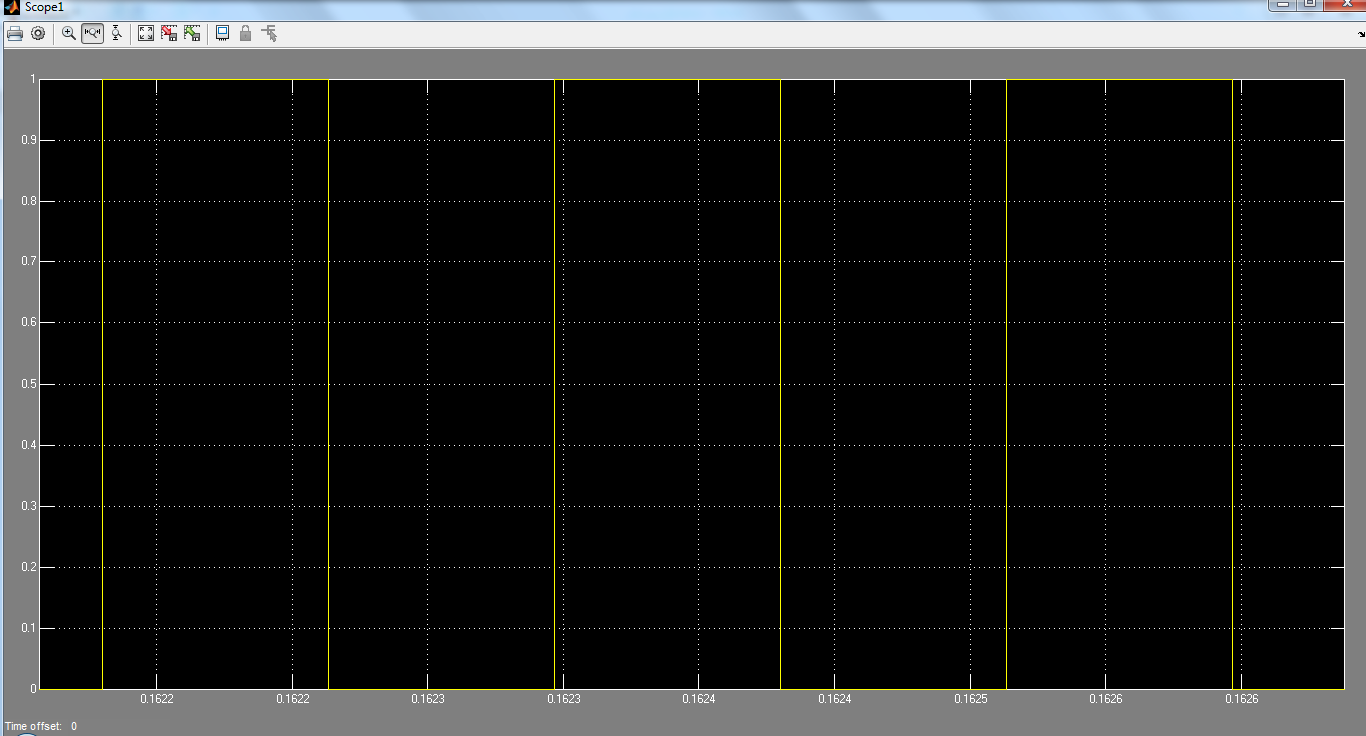
شبیه سازی انجام شده:



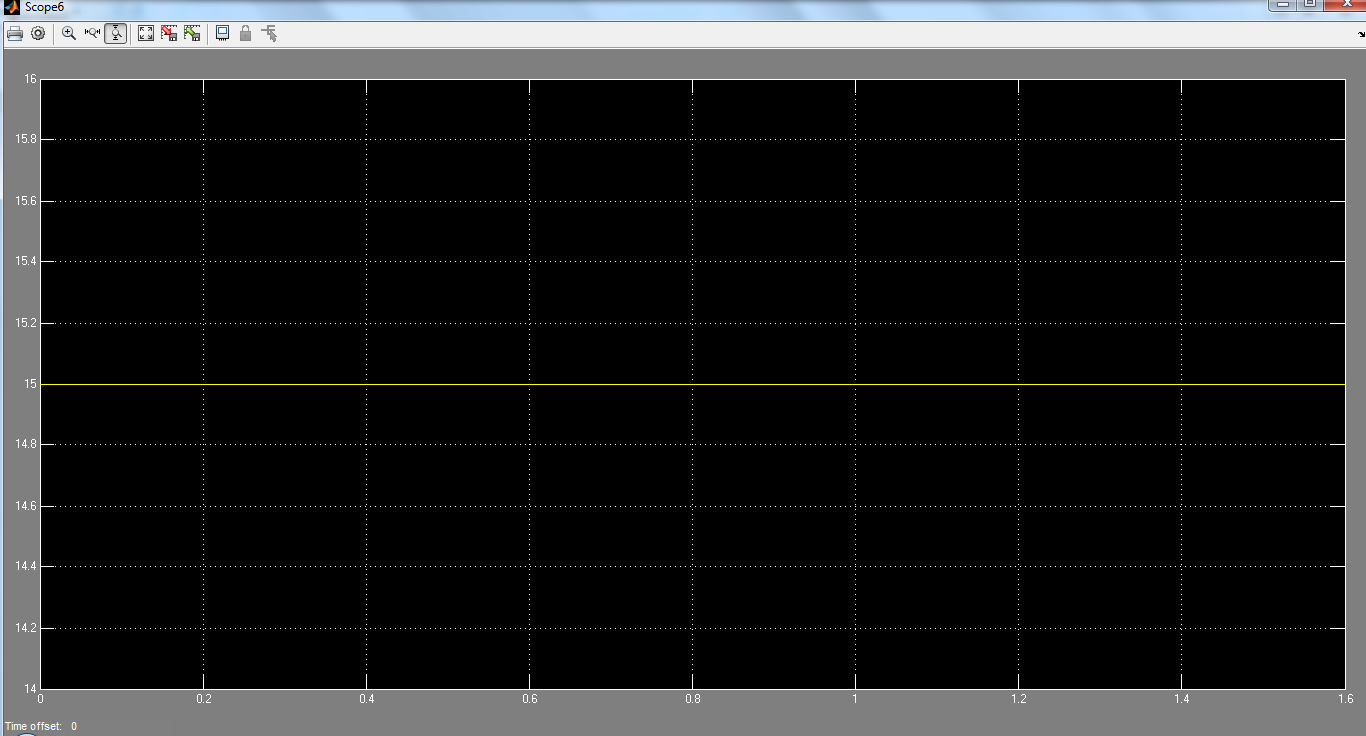
جدول پارامترها:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| المان | ولتاژ ورودی | ولتاژ خروجی | L1 | L2 | C1 | C2 | C3 | R |
| اندازه | 15 | 50 | 1.2 mH | 970 μH | 100 μH | 630 μH | 100 μH | 150 |

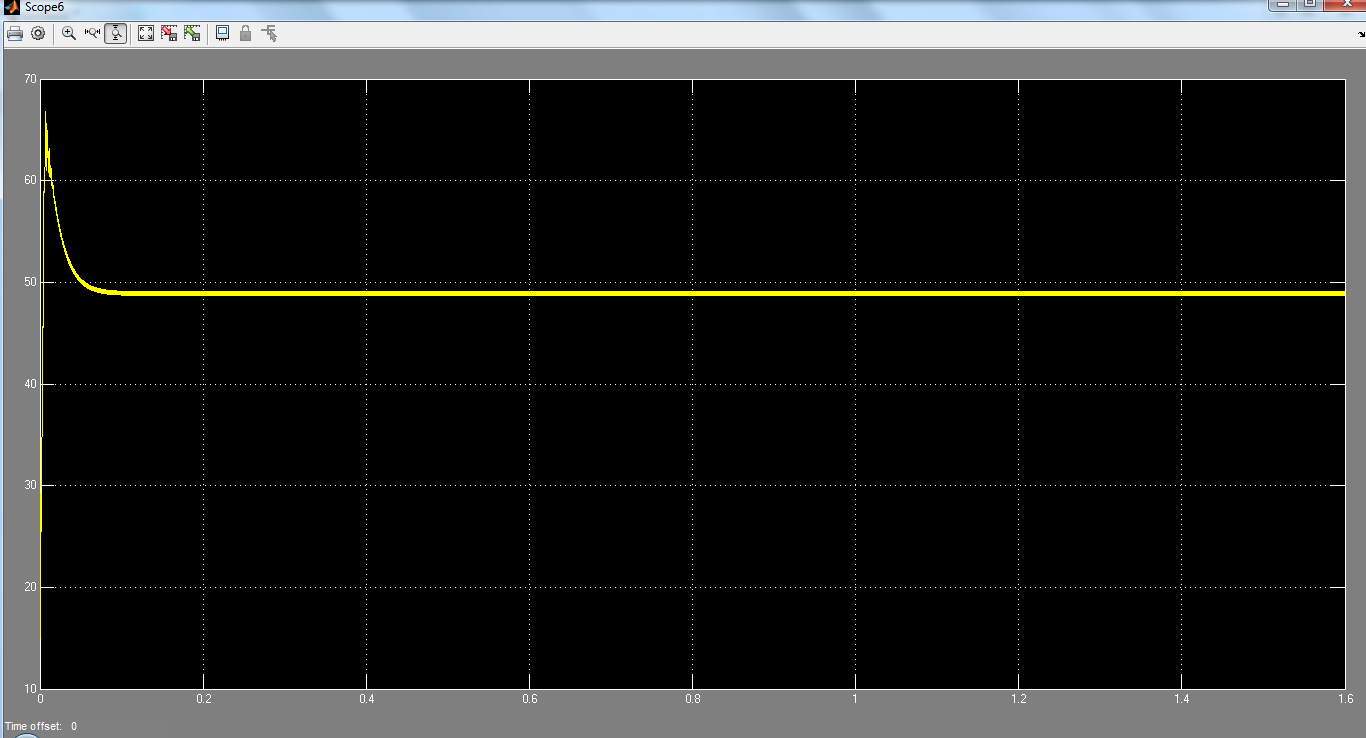
پالس ورودی به Mosfet :



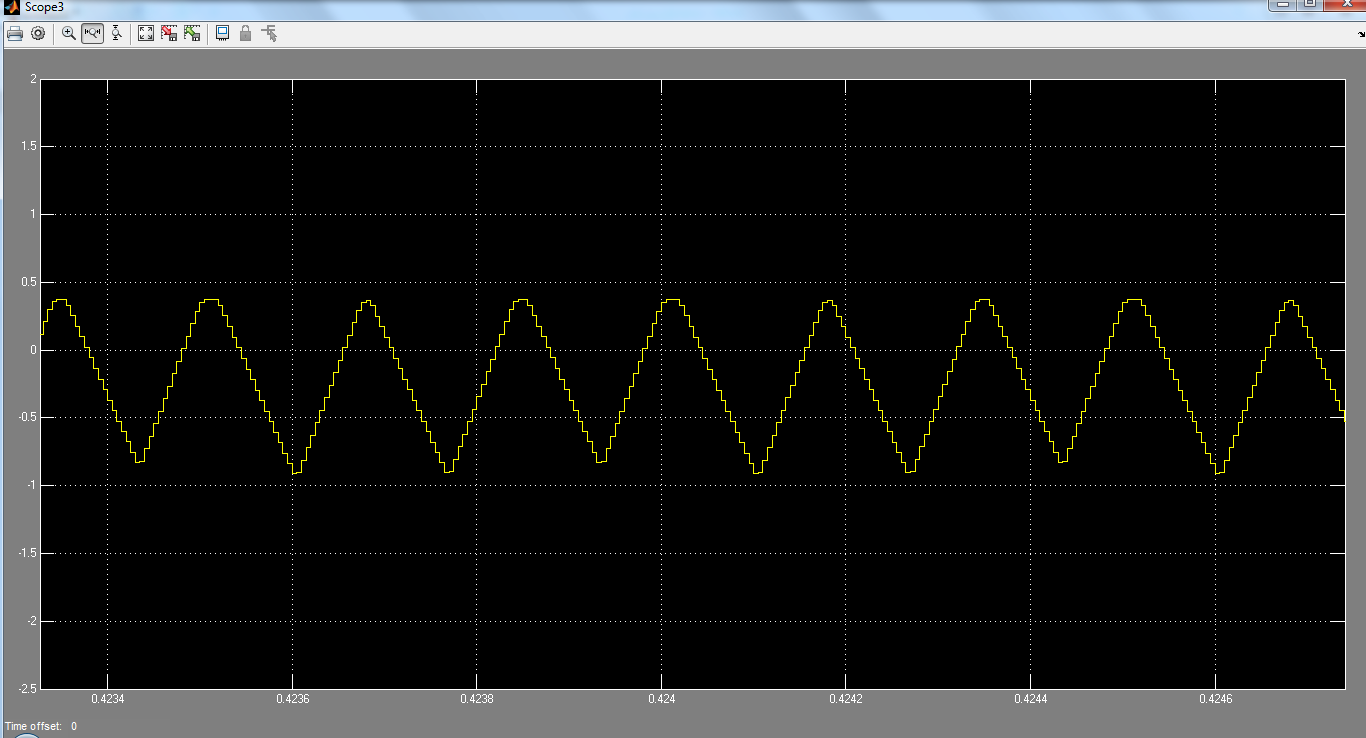
ولتاژ ورودی:



ولتاژ خروجی :



جریان L2 :



جریان L1 :

