

فصل دوم: یکسوساز و فیلتر ورودی

مقدمه:

دو نوع سیستم انتقال قدرت داریم:

220V,50Hz-1

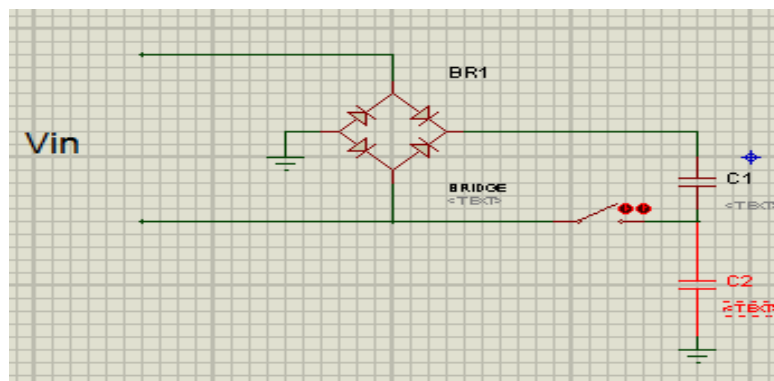
110V,60Hz-2

همانگونه که در فصل گذشته و به هنگام معرفی بلوک دیاگرام کامل یک منبع تغذیه سویچینگ اشاره شد در این دسته از منابع، انرژی الکتریکی مرتباً از برق شهر دریافت شده و به صورت ولتاژ DC در خازن هایی که به همین منظور در بخش ورودی تعبیه شده اند، ذخیره می شود سپس با استفاده از یک ترانس سویچینگ قدرت، توان از این خازن ها دریافت و به خروجی منتقل می شود. عمل سویچینگ ترانس در فرکانس های زیاد صورت می گیرد که این امر موجب نویز هدایتی و تشعشعی فراوان می شود، بنابراین همواره باید بخش یکسو ساز ورودی در منابع سویچینگ، با فیلتر های حذف نویز مناسب همراه باشد به علاوه به جهت کارایی بهتر و امنیت بیشتر در مدار، لازم است تا بخش ورودی شامل چندین مدار حفاظتی دیگر از قبیل حفاظت در برابر اضافه ولتاژ، اضافه جریان ورودی و ... باشد همچنین باید بتواند با دو سیستم انتقال قدرت موجود و پذیرفته شده جهانی به راحتی کار کند.

تبدیل ولتاژ AC برق شهر به DC در ابتدا کار آسانی به نظر می رسد، اما در توان های نسبتاً زیاد استفاده از مدار های معمولی یکسوساز جریان های لحظه ای شدیدی را در ورودی ایجاد می کند که می تواند به عناصر مدار آسیب جدی بزند به همین دلیل در ادامه با مدارهای یکسو ساز توان متوسط و توان زیاد (بالا) و انواع روش های حفاظتی در آنها و فیلتر های حذف نویز مورد استفاده آشنا خواهیم شد.

*یکسو ساز ورودی :

این بخش برای تبدیل ولتاژ متناوب ورودی به مقدار DC به کار می رود برای به کار گیری منبع تغذیه در دو سیستم انتقال قدرت رایج (110 و 220 ولت) باید بخشی در واحد یکسوساز ورودی تعبیه کنیم به گونه ای که منبع تغذیه قادر باشد در هر دو سیستم انتقال قدرت کار کند که در عمل از مدار DELON مطابق شکل زیر استفاده می شود.



1. مدار دلون

با توجه به شکل بالا اگر ورودی 220 ولت باشد کلید K باید باز باشد و برای ورودی 110 ولت کلید K بسته است.

این مدار به گونه ای طراحی شده است که به ازای ورودی 220 یا 110 ولت ولتاژ خروجی، مقداری ثابت و تقریباً برابر با 311 ولت خواهد شد یعنی به عبارت دیگر تغییرات ولتاژ ورودی به واحد مبدل تغذیه سوییچینگ منتقل نمی گردد و در هر صورت ولتاژ ورودی مبدل حدود 311 ولت باقی خواهد ماند

طرز کار مدار :

1- اگر ولتاژ ورودی 220 ولت موثر باشد کلید K باز است و مطابق شکل قبل یک پل دیودی کامل داریم که ولتاژ دو سر هر یک از خازن ها برابر 156 ولت ($110\sqrt{2}$) خواهد شد در این حالت 4 دیود نقش پل دیودی را ایفا می کنند.

2- برای ولتاژ ورودی 110 ولت موثر کلید K باید بسته شود بنابراین مطابق شکل قبل در این حالت در نیم سیکل مثبت ورودی دیود D1 هدایت خواهد کرد و ولتاژ دو سر خازن C1 برابر با 156 ولت خواهد شد و در نیم سیکل منفی D4 هدایت می کند و خازن C2 این بار تا 156 ولت شارژ می شود ، بنابراین خروجی مجدداً 311 ولت خواهد بود در این حالت تنها دو دیود D1, D4 عمل یکسوسازی را انجام می دهند و بنابراین در این حالت دیود ها به صورت یکسوساز نیم موج عمل می کنند.

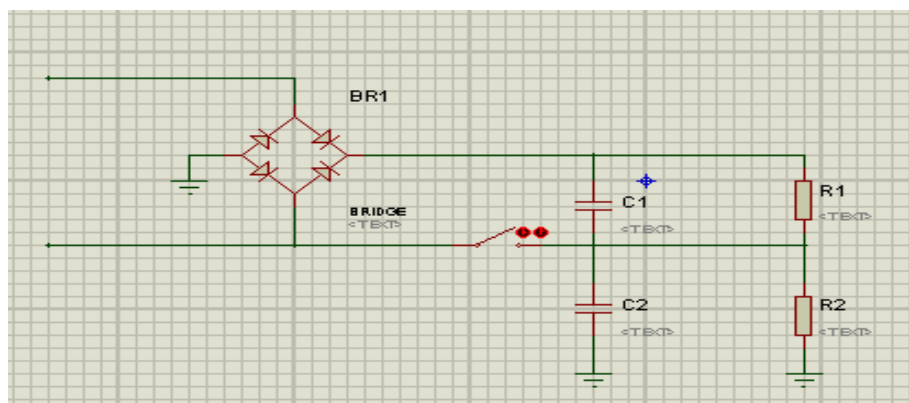
امروزه برای کاهش احتمال خطا و امنیت بیشتر بخش ورودی را به گونه ای طراحی می کنند که عمل تشخیص ولتاژ ورودی، به صورت خودکار انجام گیرد برای این منظور از یک کلید کنترل شده با ولتاژ استفاده می شود واضح است که این کلید باید توانایی عبور جریان متناوب را داشته باشد لذا استفاده از

یک ترایاک به همراه مدار تحریک آن مناسب به نظر می رسد در عمل معمولا از مدار AVS08(AVSXX) استفاده می شود

ملاحظه ایی که باید در نظر گرفت این است که افت ولتاژ دو سر ترایاک، هنگام روشن بودن معمولا 1.5 ولت و یا کمی بیشتر بسته به میزان جریان عبوری از آن می باشد بنابراین اگر فرض کنیم که جریان عبوری از آن حدود یک آمپر باشد توان مصرف شده در ترایاک حدود 1.5 تا 2 وات خواهد شد اگر توان بیشتری از منبع تغذیه در یافت شود به تبع آن جریان ورودی نیز افزایش می یابد که به همین دلیل در منابع با توان بالا باید از گرماگیر برای ترایاک استفاده کرد.

*مشکلات واحد یکسو ساز ورودی و روش های رفع آن :

از آن جایی که خازن های ورودی نقش ذخیره کننده انرژی را به عهده دارند با قطع ورودی از سیستم برق شهر ، انرژی زیادی در خازن ها ذخیره است و با توجه به این که ولتاژ دو سر آن ها به کندی افت می کند بنابراین بعد از افت ولتاژ خازن ها تا مقدار معینی دیگر به واحد کنترل اجازه کار داده نمی شود در این صورت خازن ها مسیری برای دشارژ ندارند در نتیجه طبق شکل بعد مقاومت های $R1, R2$ را به طور موازی با خازن های $C1, C2$ قرار می دهند تا پس از گذشت زمان مشخصی با قطع کامل واحد کنترل خازن ها تخلیه کامل شوند در این صورت امنیت لازم برای تعمیر کار یا هر سرویس دیگر در منبع تغذیه مهیا می شود.



2. مدار دلون با مقاومت

مشکل دیگری که با آن مواجه هستیم جریان لحظه ایی شدید عبوری از مدار به هنگام روشن کردن منبع تغذیه است مقدار این جریان یورش با توجه به تخلیه بودن خازن ها و فاز ولتاژ ممکن است بسیار زیاد باشد که می تواند باعث صدمه دیدن دیود های بخش ورودی ویا حتی باعث قطع شدن فیوز های حفاظتی شود برای رفع این مشکل غالبا از یکی از روش های زیر استفاده می شود:

1. استفاده از NTC

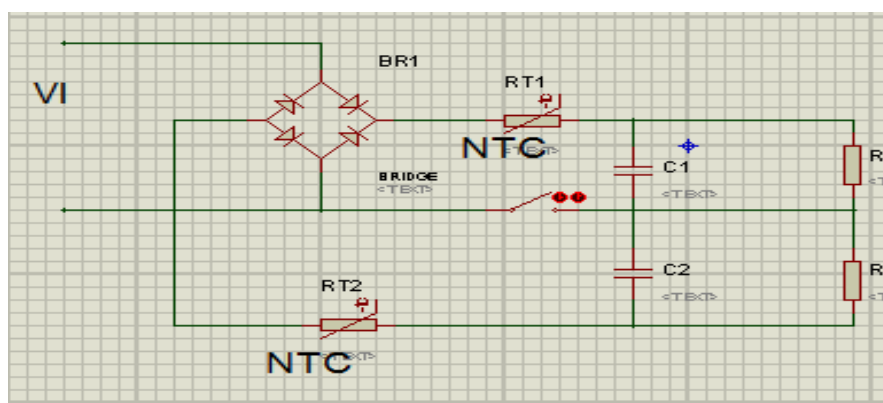
2. استفاده از مقاومت ورله

3. استفاده از مقاومت و تراپاک

4. استفاده از تریستور نوری (تحقیق شود)

الف) استفاده از NTC:

NTC عنصری است که با افزایش دما مقاومتش کاهش می یابد، به دلیل همین ویژگی از آن استفاده می کنیم زیرا در لحظه اول که جریان هنوز وارد خازنها نشده است، NTC در دمای اتاق قرار دارد که مقاومت آن در حدود 8 اهم است ، بنابراین جریان اولیه حد اکثر تا 20 آمپر محدود خواهد شد و زمانی که مدار به شرایط عادی خود می رسد عبور جریان باعث افزایش دمای NTC شده و مقاومت آن کاهش می یابد و به حدود 0.1 اهم میرسد که منجر به تلفات اندکی خواهد شد واضح است که اگر مقاومت ثابت در این روش به جای NTC استفاده گردد در شرایط کار عادی منجر به تلفات زیادی می شود. معمولا در عمل از دو عدد NTC مطابق شکل زیر استفاده می گردد:

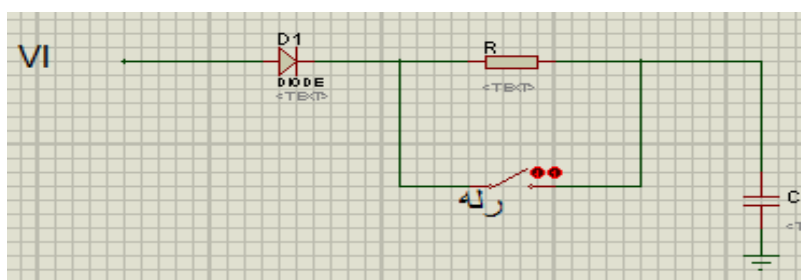


3. مدار دلون با مقاومت NTC

NTC را بعد از دیود قرار می دهند تا در صورت اتصال کوتاه دیود های ورودی NTC ها نسوزند ، برای جریان های بالا (2آمپر و بالا تر) توان تلفاتی در NTC قابل ملاحظه می شود که موجب کاهش راند مان منبع می گردد ضمن آن که ساخت چنین NTC ایی که بتواند چنین توان بالایی را تحمل کند بسیار پر دردرس خواهد شد.

ب. استفاده از مقاومت و رله :

عموما این روش به عنوان یک روش کم هزینه در توان های بالا استفاده می شود. مطابق شکل زیر در لحظات اولیه کنتاکتهای رله باز است و مقاومت $R1$ جریان یورش اولیه را محدود می کند پس از گذشت مدت زمان معینی با آماده شدن مدار برای کار در شرایط عادی که واحد کنترل با نمونه برداری از ولتاژ خازنها، آن را تشخیص می دهد واحد کنترل فرمانی به رله ارسال می کند و با راه اندازی رله ، دو سر مقاومت $R1$ اتصال کوتاه می شوند. مقایسه این روش با روش قبلی تایید می کند که چون در این حالت اتصال کوتاه واقعی رخ می دهد و تلفات روی کلید بسیار ناچیز است، این روش برای توانهای بالا مناسب تر است.

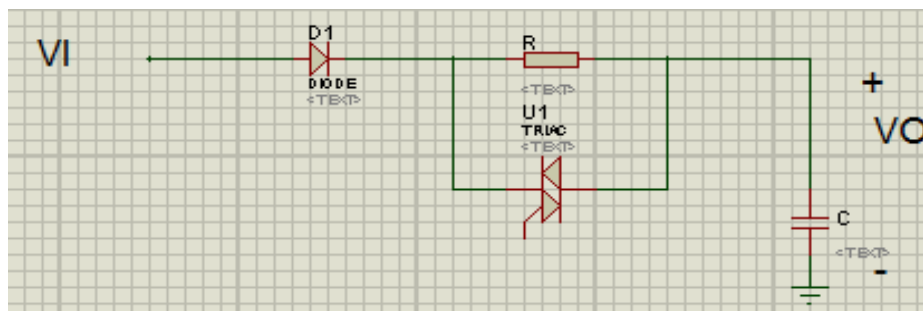


4. دلون با رله

مشکلات استفاده از روش مقاومت و رله :

1. در این روش برای راه اندازی رله نیازمند یک منبع تغذیه دیگر می باشیم زیرا تا زمانی که رله وصل نشود امکان انتقال انرژی از ترانس سویچینگ وجود ندارد از این رو منبع تغذیه فعال نخواهد بود.
 2. مقاومت های کربنی جریان لحظه ای زیادی را تحمل می کنند و می سوزند. از آن جا که با وصل بودن رله، مدار به کار عادی خود ادامه خواهد داد لذا این سوختن مقاومت تا راه اندازی بعدی مشخص نمی شود.
 3. استفاده از رله به دلیل این که این عنصر مکانیکی با استحلاک زیاد است و قطع و وصل آن با جرقه همراه است در برخی مواقع مانند ایستگاه های تقلیل فشار گاز مناسب نیست.
- ج. استفاده از مقاومت و ترایاک:

از این روش می توان به عنوان روش کم هزینه برای توان های بالا نام برد، که برخی از مشکلات مربوط به استفاده از رله در روش قبلی را حل می کند اصول کار این روش در شکل زیر نشان داده شده است. عملکرد این مدار مشابه مدار قبلی است با این تفاوت که فرمان اتصال کوتاه به گیت ترایاک داده می شود. مزیت این مدار نسبت به حالت قبلی این است که در این حالت نیاز به منبع تغذیه کمکی نمی باشد.

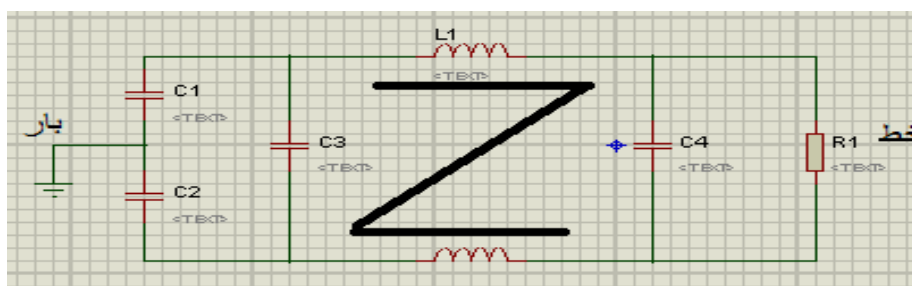


5. مدار دلون با ترایاک

در این طرح پس از راه اندازی کامل ترانس سویچینگ از طریق یک سیم پیچ کمکی پالس روشنی به گیت ترایاک اعمال می شود از این رو از ترکیب مقاومت و ترایاک در توان های کمتری نسبت به حالت مقاومت و رله می توان استفاده کرد چرا که اضافه کردن یک سیم پیچ به ترانس سویچینگ قدرت کار ساده ای نیست.

*بررسی بخش فیلتر های ورودی RFI.EMI :

رایج ترین روش حذف نویز در بخش ورودی منبع تغذیه سویچینگ استفاده از یک فیلتر LC برای حذف نویز می باشد معمولا سلف تزویج شده به طور سری با هر خط AC در حالی که خازن ها مابین خطوط و مابین هر خط و زمین قرار می گیرند که مقادیر نوعی سلف و خازن به شرح زیر است:



7. فیلتر ورودی

به هنگام انتخاب اجزا اطمینان از این که فرکانس تشدید فیلتر ورودی بسیار کوچکتر از فرکانس کار مدار باشد مهم است. مقاومت R مابین خطوط AC مقاومت تخلیه ی خازن های X می باشد که طبق رابطه، برابر است با: $R=1/2.21C$

که در آن $C=C3X+C4X$ می باشد

در ساختار فیلتر های LC از سلف های تزویج شده به منظور حذف نویز استفاده می شود .

مبدل های قدرت سویچینگ

در این فصل به بررسی انواع مبدل های قدرت سویچینگ می پردازیم.

مطابق بلوک دیاگرام فصل اول بعد از ورودی و واحد یکسوساز ، واحد مبدل قدرت وجود دارد از مبدل های قدرت انواع گوناگون و پیچیده ایی وجود دارد مبدل های قدرت به طور کلی به 3 دسته تقسیم می شوند:

1.فلای بک (FLY BUCK) یا بوست باک (BOOST BUCK)

2.باک (BUCK)

3.باک درایو (BUCK DRIVE)

ساختار مبدل های FLY BUCK به گونه ایی است که ولتاژ خروجی می تواند بیشتر و یا کمتر از ولتاژ ورودی باشد یعنی می تواند هم افزایشده باشد و هم کاهشده.

اما مبدل های BUCK, BUCK DRIVE معمولا به صورت کاهشده عمل می کنند.

*برخی از رایج ترین مبدل ها به شرح زیر هستند:

1.فلای باک (FLY BUCK)

2.فوروارد (FORWARD)

3.پوش پوش

4.نیم پل

5.تمام پل

6.بلوکی

7.مد جریان

8.چک

9.شپرت تیلور

10.تشدید یا رزناسی

11. وارد

نوع FORWARD، نیم پل، تمام پل و پوش پوش جز مبدل های BUCK DRIVE هستند.

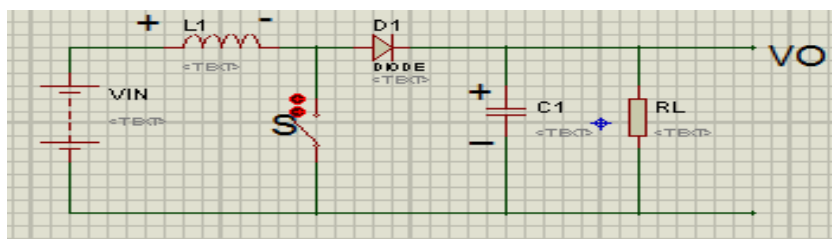
توضیح کلی:

امروزه تاکید بیشتر سیستم های سویچینگ عملکرد مد جریانی است، در حالی که به جز مبدل های شپرت تیلور و رزناسی، ساختار ابتدایی بقیه مبدل ها به صورت مد ولتاژ است، حلقه فیدبک مبدل های ولتاژی دارای تاخیر است چون ابتدا باید ولتاژ خروجی تولید شده و بعد از نمونه برداری با ولتاژ مرجع مقایسه شود و سپس عرض پالس (PWM) تغییر کند تا ولتاژ مورد نظر را تولید کند. بدیهی است که این حلقه دارای تاخیر زیادی است در نتیجه سیستم نمی تواند به تغییرات آنی بار پاسخ دهد و یا اصطلاحاً زیر بار می ماند. در این مد (مد ولتاژی) اگر تغییرات بار آنی داشته باشیم باید به نحوی این تغییرات را برای مبدل آرام تر کنیم به عبارت دیگر به صورت آهسته جریان را افزایش دهیم برای رفع این مشکل بیشتر از سیستم های سویچینگ از مد جریانی استفاده می شود. در سیستم های با مد جریانی در لحظه تغییر بار می توان به صورت آنی جریان را اصلاح نمود و سرعت پاسخ سیستم را بهبود بخشید. یک سیستم دیگر به عنوان سیستم ترکیبی معرفی می شود که در ابتدا سیستم مد جریانی، تغییرات را احساس می کند و جریان مناسب را تولید می کند سپس به علت این که ممکن است در مد جریانی نوسانات ناخاسته ایی داشته باشیم، مد ولتاژی وارد عمل می شود یعنی هر دو فید بک ولتاژ و جریان را با هم خواهیم داشت. بنابراین برای سرعت پاسخ دهی مناسب بهتر است از سیستم های FLY BUCK, FORWARD، نیم پل و تمام پل در مد جریانی ولتاژی یعنی همان مد مرکب استفاده نماییم.

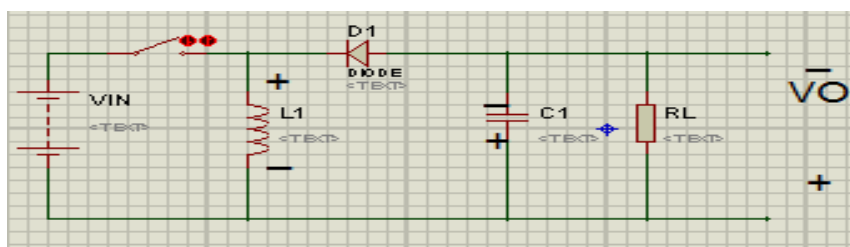
البته ممکن است با مد ولتاژی نیز بتوان پاسخ مناسبی از سیستم گرفت ولی باعث پیچیده تر شدن سیستم می شود پیچیدگی بیشتر مشکلاتی از قبیل پایداری، گرانی سیستم، کاهش سرعت خط تولید و مشکلات تعمیرات را خواهد داشت امروزه حرکت به سمت مبدل های جریانی و یا مبدل های جریانی ولتاژی آغاز شده است.

*مبدل های غیر ایزوله FLY BUCK :

از ساختار های می باشد که تقریبا در اکثر قریب به اتفاق تمامی مبدل های سویچینگ کم قدرت مورد استفاده می شود. از مزایای ویژه آن، سادگی ساختار و حجم کم است.



1. بوست

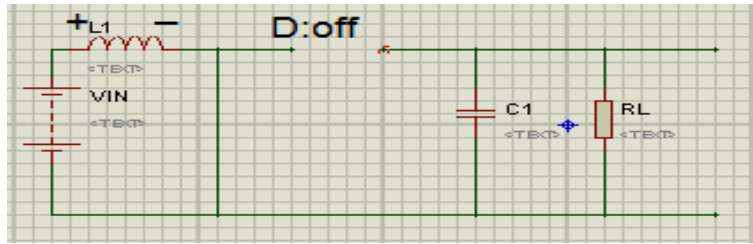


2. بوست باک

مبدل شکل الف به مبدل BOOST و مبدل شکل ب به مبدل BOOST BUCK مشهور است. بسته به این که ولتاژ خروجی مثبت یا منفی مورد نظر باشد می توان یکی از دو نمونه قبل را استفاده کرد در شکل ب قطبیت ولتاژ خروجی بر خلاف قطبیت ولتاژ ورودی و در شکل الف قطبیت ولتاژ خروجی هم جهت ولتاژ ورودی است در هر دو حالت کلید ها با فرکانس خاصی باز بسته می شوند و این روند تا برقراری ولتاژ ثابت خروجی ادامه می یابد با بسته شدن کلید عمل هدایت دیود انجام نمی گیرد یعنی در لحظه اتصال کلید هیچ انتقال انرژی به بار خروجی نخواهیم داشت و در واقع هیچ انرژی به خروجی نمی رسد.

طرز کار مبدل BOOST :

در هر دو شکل قبل برای مدت زمان مشخصی (Ton) کلید S بسته و در طول زمان Toff باز است و این عمل به تناوب تکرار می شود. بدیهی است که در زمان بسته بودن کلید S با فرض $V_o(0)=0$ سلف ها با قطبیت VL شارژ می شوند به دلیل این که در لحظات اولیه $V_o=0$ است دیود ها در گرایش معکوس خواهند بود و نمی توانند هدایت کنند در نتیجه در لحظه که کلید S بسته است هیچ انتقال انرژی به خروجی نخواهیم داشت. $(V_o(0)=0)$



مدار در حالتی که دیود خاموش است

ولی در همین بازه انتقال انرژی از منبع به سلف مدار وجود دارد بدیهی است که انرژی به صورت میدان مغناطیسی در سلف ذخیره می شود.

با فرض آن که هیچ انرژی در سلف ها ذخیره نشده باشد داریم:

$$V_L = L \frac{di}{dt} \gg \frac{di}{dt} = \frac{V_L}{L} = cte \gg i(t) = \left(\frac{V_{in}}{L}\right)t$$

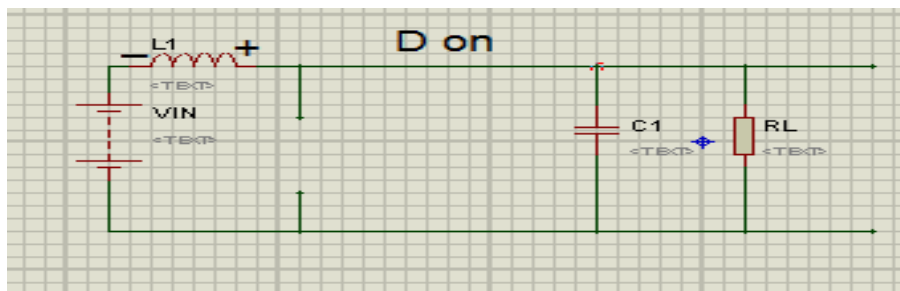
رابطه فوق بیان می کند که جریان سلف به صورت خطی با زمان افزایش می یابد که این امر یک اتفاق

ایده ال است و در عمل این گونه نیست.

در هر لحظه مثلا t_1 مقدار انرژی ذخیره شده در سلف برابر است با:

$$W(t) = \frac{L i(t)^2}{2}$$

هرچه بازه زمان T_{on} بیشتر باشد (حالت ایده ال) جریان سلف و در نتیجه انرژی ذخیره شده در آن بیشتر خواهد شد ولی بعد از گذشت T_{on} کلید S قطع می شود و اگر دیود ها هدایت نکنند طبق قانون لنز به دلیل این که جریان i_L نمی تواند به صورت ناگهانی صفر شود، ولتاژ القایی زیادی با قطبیت $-V_L$ در دو سر سلف القا شده که باعث می شود دیود در گرایش مستقیم قرار گرفته و هدایت کند دیود تا زمانی هدایت می کند که انرژی در سلف وجود داشته باشد و گرنه در صورت قطع بودن دیود جریان سلف ناگهانی صفر می شود که طبق گفته قبلی باعث القا ولتاژ بسیار زیاد $-V_L$ در دو سر سلف می شود که مجددا باعث هدایت دیود می شود.



با فرض نبودن RL خازن C شارژ می شود و کلیه انرژی سلف در خازن ذخیره می شود در انتهای سیکل انرژی خازن از رابطه زیر بدست می آید

$$W_L(\text{ton}) = W_C(\text{ton}) \Rightarrow (L I(t)^2)/2 = (C V_C(t)^2)/2$$

از این طریق VO محاسبه می شود توجه داریم که از نظر تئوری می توانیم با افزایش T on ، VO را بزرگتر نماییم زیرا:

$$I_L \propto T_{on} \Rightarrow V_C \propto T_{on} \Rightarrow T_{on} \uparrow \Rightarrow V_C \uparrow$$

$$V_C \propto I_L$$

بنابراین از لحاظ تئوری بدون محدودیت با افزایش T ON به ولتاژهای بالاتر از VIN می توان دست یافت به همین دلیل این مبدل ها را مبدل های بوست فزاینده می گویند.

با استدلال مشابه می توان گفت با کاهش T ON به ولتاژ خروجی کمتری دست یافت به عبارت دیگر می توان گفت که با افزایش T ON انرژی ذخیره شده در سلف بیشتر شده و به همان نسبت انرژی خازن بیشتر شده و در نتیجه ولتاژ خازن افزایش می یابد.

روابط بدست آمده در بالا تنها برای سیکل اول که ولتاژ خازن صفر است، صادق است. البته چون انرژی سلف به طور کامل انتقال می یابد در ابتدا تمامی سیکل ها IL صفر خواهد بود. در سیکل N ام مشابه توضیحات داده شده جریان سلف در لحظه (n-1) T تا (n-1)T+T ON از صفر شروع به افزایش می کند در لحظه

(n-1)T+T ON با توجه به این که خازن ولتاژ اولیه دارد. با استدلال مشابه قبل دیود ، تا زمانی که کلیه انرژی سلف در خازن تخلیه شود هدایت می کند.

$$W_{(i+1)c} = W_{ic} + W_L$$

در رابطه فوق Wic انرژی خازن در سیکل i ام می باشد.

$$(C V_{(i+1)}^2)/2 = (L I(T_{on})^2)/2 + (C V_{ic}^2)/2$$

که در رابطه فوق جریان سلف در لحظه I t+T ON و vic ولتاژ خازن در سیکل i ام می باشد.

در حالت کلی می توان گفت که ولتاژ خازن در سیکل های متفاوت رابطه زیر را دارد:

$$\dots > V_{3C} > V_{2C} > V_C$$

اگر سلف و خازن ایده ال باشند هیچ مرزی برای افزایش VO وجود ندارد و VO را به قدری می توان بالا برد که یکی از عناصر مدار آسیب ببیند پس نتیجه می گیریم که هرگز نباید مبدل fly buck بدون بار بماند و این امر بزرگترین عیب این مبدل است در نتیجه به اندازه ایی بار به سیستم اضافه می کنیم که همان میزان انرژی که در زمان قطع کلید در خازن انرژی ذخیره شده در سیکل قبلی را از دست داده و به این ترتیب ولتاژ خروجی بر روی یک مقدار از پیش تعیین شده ثابت می ماند.

طرز کار مدار شکل ب :

مشابه مدار شکل الف می باشد یعنی در لحظه وصل کلید سلف با قطبیت VI شارژ شده و دیود قطع می باشد و در لحظه قطع کلید طبق قانون لنز ولتاژی بر خلاف جهت VI در سلف القا شده که باعث روشن شدن دیود و هدایت آن می گردد و این مدار نیز مشابه مدار شکل الف حتما باید به بار متصل باشد.

حال این سوال مطرح می شود که از لحاظ عملی ton را تا چه مقداری می توان افزایش داد؟

در عمل برای افزایش ton با محدودیت های زیر مواجه هستیم:

1- برای کوچک شدن ابعاد سلف با توجه به ظرفیت آن، معمولا از هسته آهنی استفاده می شود بر این اساس جریان در سلف نمی تواند تا زمان بی نهایت خطی بماند چون هسته سلف اشباع می شود.

2- به علت مقاومت های مدار مانند مقاومت داخلی منبع مقاومت خازن مقاومت اتصالات و... یک مدار RL تشکیل می شود که جریان مدار تابع نمایی از زمان خواهد بود. بنابراین باید ton خیلی کوچک تر از ثابت زمانی باشد و گرنه علاوه بر پیچدگی روابط بیشتر انرژی تحویل داده شده به مدار در بازه ton بر روی مقاومت های مدار تلف می شود به جای آن که در سلف ذخیره شود.

*نقاط ضعف مبدل fly buck :

1- اگر بار در خروجی نداشته باشیم ولتاژ خروجی آن قدر بالا می رود که در نهایت بر اثر صدمه دیدن عناصر مدار ، سیستم از کار می افتد پس حتما باید در خروجی یک بار داشته باشیم.

2- به دلیل اشباع شدن سلف و افزایش تلفات انرژی برای افزایش ton محدودیت داریم یعنی به هر مقدار دلخواه نمی توانیم خروجی را افزایش دهیم.

3-بزرگترین مشکل این مدار یکسان بودن زمین بخش ورودی و خروجی است و به عبارت دیگر غیر ایزوله بودن یا **offline** بودن خروجی نسبت به ورودی است برای ایزوله کردن ورودی از خروجی راههای مختلفی وجود دارد (یکی از این روش ها استفاده از چک است)

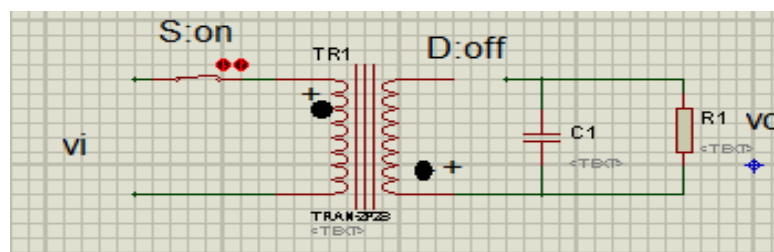
*انواع روش های ایزوله کردن مبدل **FLY BUCK**:

1-استفاده از ترانس در ورودی :

عیب این روش این است که برای انتقال توان های زیاد ابعاد ترانس بزرگ می شود و این امر با ابعاد کوچک یک منبع سوئیچینگ در تضاد است بنا براین عملا از این روش استفاده نمی شود.

2-ایزوله کردن سلف :

مدار شکل زیر را در نظر بگیرید فرض کنید که در ابتدا هیچ انرژی اولیه در مدار ذخیره نشده باشد و کلیه عناصر ایده ال باشند در لحظه ای که کلید S بسته می شود جریان در سلف اولیه جاری شده و قطبیت آن مثبت v_1 می گردد. در نتیجه با توجه به سرهای نقطه دار قطبیت سیم پیچ دوم v_2 می گردد و دیود D_2 خاموش می ماند.

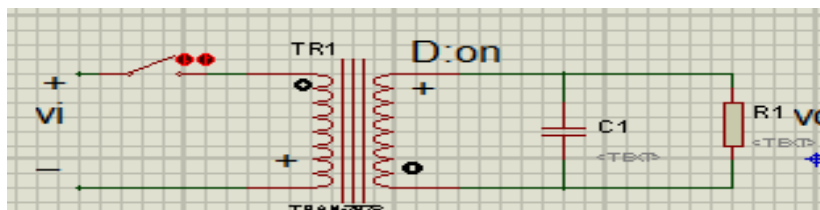


در نتیجه انرژی به خروجی منتقل نمی شود و فقط در سیم پیچ اولیه انرژی به صورت جریان در سلف ذخیره میشود.

به این سلف های تزویج شده ترانس نمی گویند چرا که فقط در یک نیم سیکل کار می کنند به طوری که در نیم سیکل اول فقط انرژی را ذخیره می کنند و از ولتاژ خروجی آن استفاده نمی کنیم ولی در نیم سیکل منفی از ولتاژ خروجی استفاده می شود ولی در ترانس در هر دو نیم سیکل از ورودی سیگنال داریم.

سلف های تزویج در این حالت عملکرد ترانس ندارند و رابطه انتقال جریان در ترانس ایده ال برای آن ها صادق نیست به همین دلیل نمی توان به این وسیله ترانس گفت و باید آن را چک بنامیم. اگر چک را ایده ال فرض کنیم جریان در اولیه آن به صورت خطی افزایش می یابد و انرژی به صورت مغناطیسی در داخل

هسته آن ذخیره می شود. پس از قطع شدن کلید جریان سیم پیچ اولیه باید ناگهان صفر شود در نتیجه طبق قانون لنز ولتاژ القایی شدیدی در جهت مخالف $V1$ باید ایجاد شود و با توجه به سر های نقطه دار در سیم پیچ دوم ولتاژی با قطبیت $+V2$ ایجاد می شود.



در این وضعیت دیود D هدایت می کند یعنی در لحظه t_{on} جریان اولیه آنی صفر شده و جریان ثانویه که از روابط زیر بدست می آید در مدار جاری می شود. بر این اساس بعد از لحظه t_{on} و در بازه زمانی t_{off} انرژی ذخیره شده در داخل هسته با استدلالی مشابه قبل تماما به خازن C انتقال می یابد.

انرژی در لحظه t_{on} منفی (لحظه قبل از قطع کلید) و در لحظه t_{on} مثبت (درست بعد از قطع کلید) به ترتیب از روابط زیر بدست می آید:

$$W1=W2$$

$$W1=(L1i1^2)/2 \rightarrow i2=\sqrt{l1/l2} i1$$

$$W2=(L2i2^2)/2$$

*مبدل های fly back دارای سه مد کاری هستند که عبارتند از:

1- پیوسته

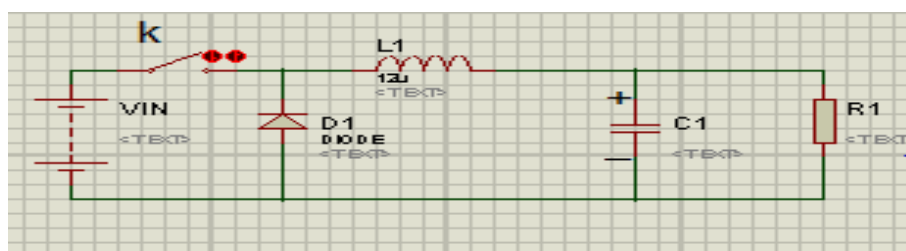
2- حدی

3- ناپیوسته

تحقیق شود.

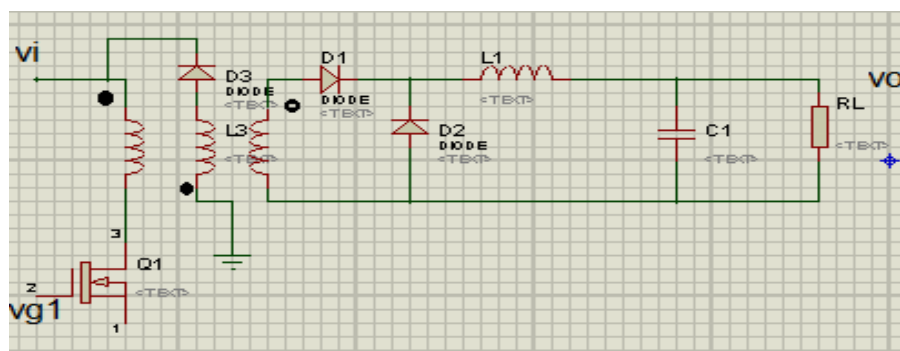
*مبدل forward غیرایزوله:

ساختار این مبدل در شکل زیر آمده است وقتی کلید k بسته می شود جریان i به طور مستقیم از سلف عبور می کند و ضمن تولید ولتاژ خروجی انرژی در سلف ذخیره می شود در طی این مدت دیود D به دلیل گرانش معکوس قطع می باشد. وقتی کلید K باز می شود میدان مغناطیسی ذخیره شده در سلف باعث تغییر قطبیت ولتاژ دو سر آن و گرانش مستقیم شدن دیود D می گردد که در نتیجه جریان در مدار ادامه می یابد. به خاطر عمل سوئیچینگ جریان خروجی پیوسته باقی می ماند در حالی که جریان ورودی به صورت غیر پیوسته می باشد از آنجاییکه در هر دو حالت قطع و وصل کلید K انرژی به خازن انتقال می یابد انتظار می رود مبدل $forward$ نسبت به مبدل $fly\ buck$ قدرت بیشتری را انتقال دهد.



*مبدل forward ایزوله:

شاید در نگاه اول مبدل $forward$ ایزوله شبیه مبدل $forward$ غیر ایزوله باشد اما در واقع ساختار این دو مبدل و نحوه عملکرد آن ها تفاوت های اساسی دارد چون ترانس در این حالت واقعا به عنوان انتقال دهنده انرژی عمل می کند در خروجی مدار نیاز به یک سلف جهت ذخیره انرژی می باشد. در این حالت توجه شود که هر دو سیم پیچ دارای قطبیت مشابه هستند لذا به هنگام روشنی ترانزیستور دیود خروجی $D1$ هدایت می کند به این ترتیب در طی این زمان انرژی علاوه بر این که به بار می رسد در سلف نیز ذخیره می شود وقتی ترانزیستور قطع می گردد به دلیل معکوس شدن قطبیت سیم پیچ های ترانس، دیود $D1$ قطع و به دلیل جریان سلف، دیود $D2$ هدایت خواهد کرد و بدین ترتیب انرژی از سلف به بار خروجی می رسد.

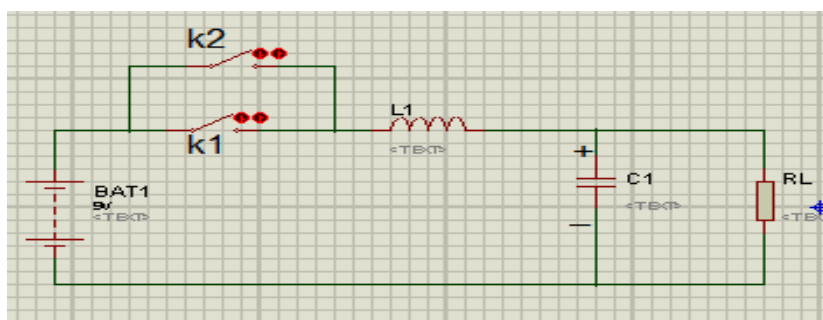


علت اضافه کردن سیم پیچ سوم به همره دیود به منظور مغناطیس زدایی است در واقع وقتی ترانزیستور خاموش است انرژی DC موجود در ترانس می خواهد به خط DC شبکه یا VIN برگردد که توسط این سیم پیچ و دیود می توان از آن جلوگیری کرد.

* مبدل پوش پوش غیر ایزوله :

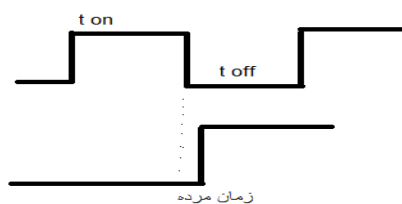
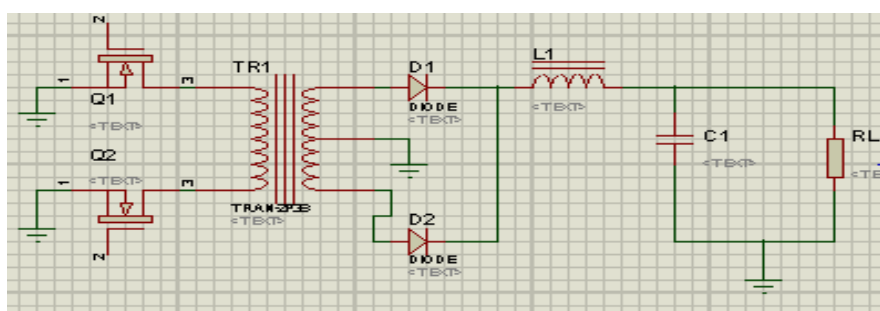
از آن جایی که هر نیمه از مبدل در هر نیم سیکل سویچینگ توان به بار تحویل می دهد به همین دلیل نام پوش پوش برای این مبدل از نام پوش پول صحیح تر است.

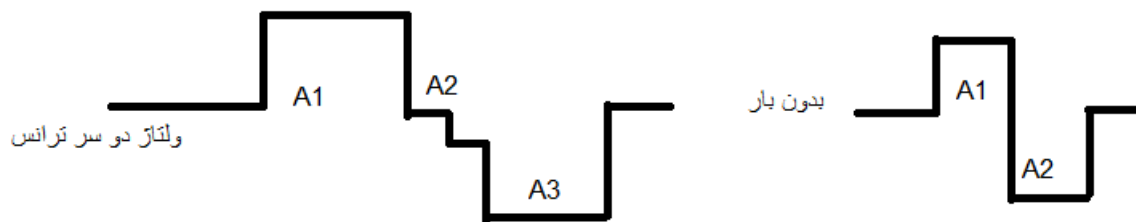
شکل زیر ساختار مبدل پوش پوش غیر ایزوله را نشان می دهد که در واقع شامل دو مبدل forward است که به صورت موازی و با قطع و وصل کلید های $k1, k2$ که در کنار یکدیگرند کار می کنند. بنابراین چنین ساختاری نسبت به مبدل forward توان انتقال بیشتری دارد. توجه شود که در مدتی که کلید $k1$ وصل است کلید $k2$ قطع می باشد و بر عکس.



* مبدل پوش پوش ایزوله :

مدار این مبدل به صورت زیر است:





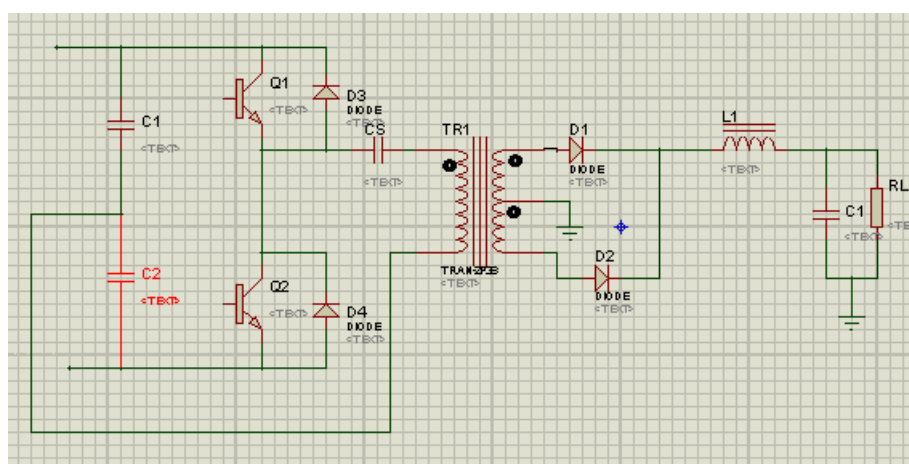
مبدل پوش پوش ایزوله در واقع از دو مبدل فرورارد که در فاز متقابل کار می کنند، تشکیل شده است. ترانزیستور هایی که در این مبدل برای سویچینگ استفاده می شوند دارای زمان مرده است (برای BJT در رنج میکرو ثانیه و برای MOSFET در رنج نانو ثانیه).

زمان مرده به این معنا است که بلافاصله پس از خاموش شدن یک ترانزیستور ترانزیستور دیگر روشن نمی شود بلکه در این بین اختلاف زمانی وجود دارد که این اختلاف زمانی را زمان مرده می گویند.

مشکل اصلی مبدل پوش پوش عدم تقارن عناصر می باشد به گونه ای که کوچکترین عدم تقارن باعث درست عمل نکردن مدار و احیانا سوختن ترانزیستور های قدرت سویچینگ می شود.

*مبدل نیم پل:

در مبدل نیم پل با قرار دادن یک خازن CS سری با ترانس ورودی هرگونه عدم تقارن به صورت ولتاژ DC در دو سر خازن قرار می گیرد و لذا طبعا در هیچ حالتی ترانس مولفه DC نخواهد داشت و برخلاف پوش پوش عدم تقارن تصحیح می شود.



*ویژگی های خازن سری:

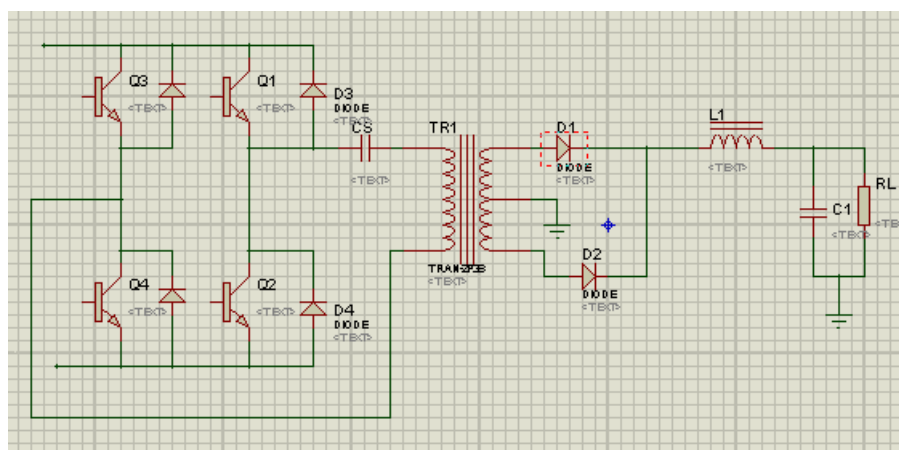
خازن سری باید بدون قطب باشد . در خازن های بدون قطب چون عایق نمی تواند از انواع الکترولیتی انتخاب شود لذا ال خازن ها قابلیت نفوذ الکتريکی کمی دارند و به همین دلیل نسبتا حجیم اند . مثلا خازن بدون قطب حتی می تواند حجمی حدود 100 برابر خازن الکترولیتی هم ظرفیت و هم ولتاژ خود دارا باشد.

حجم بزرگ که پیامد ظرفیت بزرگ است باعث می شود که همراه با خازن ، مقاومت سری بزرگی ایجاد شود که طبعا تلفات در آن باعث تولید حرارت زیاد شده و گاهی اوقات حتی می تواند موجب انفجار شود.

بنابراین لازم است که از خازن با ظرفیت کمتری استفاده شود تا مقاومت داخلی کم تری داشته باشد بعد می توان به موازی کردن آن ها هم ظرفیت خازن را افزایش داد و هم به مقاومت معادل کمتری دست یافت.

*مبدل تمام پل:

فرق مبدل تمام پل با نیم پل در این است که در تمام پل هر بار ، کل ولتاژ ورودی به ترانس اعمال می شود حال آن که در مبدل نیم پل هر بار نصف ولتاژ ورودی به ترانس وصل می شود.



براساس تجربه عملی معمولا فرکانس تشدید مدار RLC حدود 1/4 فرکانس سویچینگ انتخاب می شود تا تشدید نداشته باشیم. (FR=1/4Fs) .

مثال)مبدل نیم پل با فرکانس سویچینگ Fs=20KHZ و ولتاژ DC خروجی 16 ولت DC و ولتاژ AC ورودی 230 ولت و سلف خروجی L=20 میکرو هانری در نظر بگیرید . خازن CS لازم از دید فرکانس (یعنی عدم وجود تشدید با سلف خروجی) چه مقدار خواهد بود.

حل:بدیهی است که داریم

$$CS=1/W^2*L=1/(2\pi fr)^2*L=1/4\pi^2*fr^2*L \gg fr=1/4 fs$$

$$C_s = 1 / (4 * \pi^2 * (0.25 * 2 * 10^4)^2 * (220\sqrt{2}/2 * 16)^2 * 20 * 10^{-6}) = 0.5 \mu f$$

اما فرکانس تشدید تنها عامل محدود کننده خازن سری نیست بلکه ضربان نیز می تواند مقدار آن را محدود کند . همانگونه که می دانیم در سیکل مثبت ورودی خازن CS که با اولیه ترانس به طور سری قرار دارد شارژ خواهد شد و در سیکل منفی با عبور جریان در جهت عکس تخلیه می شود تا مانع از ورودی DC به اولیه ترانس شود. اما با تغییر ولتاژ خازن شکل موج دو سر ترانس نیز تغییر می کند و چون این شکل موج دیگر مربعی نخواهد بود به دلیل ایجاد هارمونی دچار مشکل خواهیم شد. تغییرات ولتاژ دو سر ترانس بین 10 تا 20 درصد مقدار ولتاژ DC ورودی بسته به ویژگی های تبدیلی که می خواهیم تا حدودی قابل قبول است. برای محاسبه میزان تغییرات ولتاژ دوسر خازن می توان نوشت:

$$\Delta Q = I \Delta T = C \Delta V_c$$

$$\Delta V = I \Delta T / C, \quad \Delta T = \delta_{\max} T / 2 = \delta_{\max} / 2f \quad \gg \quad \Delta V_c < (10\% - 20\%) V_{IN}$$

مثال 2) فرض کنید مبدل مثال قبل دارای توان خروجی $P_{out} = 200w$ و زمان روشنی $\delta = 0.8$ باشد و ولتاژ ورودی 20 درصد ترانس داشته باشد، ΔV_c را حساب کنید.

$$P_{out} = 200w$$

$$\delta = 0.8, \quad \eta = 0.8$$

$$V_{in} = (220 / \sqrt{2}) / 2$$

$$I_C = P_{OUT} / \delta \eta V_{in}, \quad I_C = C dv / dt$$

$$\Delta T = \delta / 2fs$$

$$\Delta v_c < (10\% - 20\%) v_{in}$$

$$\Delta T = 0.8 / 2 * 20k = 20 * 10^{-6}$$

$$I_C = 3 * 200 / 2 * V_I = 1.92A = C dv / dt$$

$$Dv = i_c dt / c = 1.92 * 20 * 10^{-6} / 0.53 * 10^{-6} = 75$$

$$Dv_c = 20\% v_i = 32$$

$75 \ll 32$ شرط برقراری نسبت دو مقدار dvc

پس مقدار dvc را 30 می گیریم در واقع برای آن که دو مقدار بدست آمده برای dvc یکسان شود باید C را بزرگتر بگیریم لذا باید مقدار کوچکتر را برای dvc انتخاب می کنیم.

$$C=1.92*20*10^{-6}/30=1.28*10^{-6}$$

این مقدار خازن بزرگ است و به صورت عملی وجود ندارد پس باید مبدل تمام موج به جای نیم پل استفاده کنیم.