

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

با پیشرفت تکنولوژی، استفاده از وسایل تکنولوژی، تجهیزات کامپیوتری و سیستم های اتوماتیک در مراکز صنعتی، مسکونی، بیمارستان و ... روز به روز گسترده تر و بیش تر شده است. این سیستم ها به اغتشاشات ولتاژ بسیار حساس بوده و اگر اغتشاشات ولتاژ بیش تر از آستانه تحمل آنها باشد، می توان سبب آسیب جدی اقتصادی و فنی شود در یک مرکز صنعتی تولید با سیستم اتوماسیون که در آن بخش های مختلف پروسه تولید به هم وابسته هستند، توقف یکی از تجهیزات می تواند باعث متوقف شدن کل پروسه تولید شود باید توجه داشت که توقف پروسه تولید بسیار بیشتر از زمان اتفاق افتاد اغتشاشات ولتاژ خواهد بود .

نتایج تحقیقات مختلف توسط موسسات مختلف برای ارزیابی خسارات ناشی از اغتشاشات ولتاژ بیانگر اهمیت بسیار زیاد موضوع بوده و دلیل اصلی تحقیقات گسترده برای کاهش اغتشاشات ولتاژ باشد. اغتشاشات ولتاژ به طور عمده شامل کم بود ولتاژ، بیش بود ولتاژ، هارمونیک ولتاژ، نوسان (فیلکر) ولتاژ و نامعادلی ولتاژ در سیستم های سه فاز می باشد. در سالهای اخیر، برای کاهش اغتشاشات ولتاژ ادوات مبتنی بر الکترونیک قدرت موسوم به ادوات custom power معرفی شده اند بازیاب دینامیکی ولتاژ (DVR) یکی از موثرترین و رایج ترین ادوات custom power می باشد که برای کاهش اغتشاشات ولتاژ معرفی شده است DVR. وسیله ای است که بصورت سری در مدار قرار گرفته و با تزریق ولتاژ سری به شبکه، می تواند اغتشاشات ولتاژ را جبران نماید DVR . های مرسوم از یک اینورتر منبع ولتاژ (VSI) که از یک المان ذخیره کننده انرژی و لینک dc تغذیه می شود، یک ترانسفورماتور ترزریق و فیلتر پایین گذر تشکیل می شود . یکی از مهمترین مسائلی که در مورد DVR ها وجود دارد چگونگی تامین و توان و ولتاژ لازم برای جبران سازی می باشد. در DVR های مرسوم معمولا دو رویکرد وجود دارد . یکی از این یک سو کننده متصل به خود شبکه استفاده می شود. در این روش توان مورد نیاز از طریق یک سو از خازن لینک dc ذخیره شده و

برای جبران اغتشاشات ولتاژ بکار می رود. در رویکرد دوم، انرژی در یک المان ذخیره کننده انرژی جانبی غیراز خازن لینک (dc مانند super-capacitor - flywheel smes...) ذخیره می شود و در موقع اغتشاش ولتاژ، برای جبران سازی بکار می رود.

معایب

خازن لینک dc که در ساختار DVR های مرسوم استفاده می شود، خازن های بزرگی برای کاهش ریپل ولتاژ می باشند که در نتیجه دارای هزینه و اندازه بزرگی می باشند. علاوه بر آن، المان های ذخیره کننده انرژی استفاده شده بسیار گران قیمت بوده و از تکنولوژی بسیار بالایی برخوردار هستند که دسترس پذیری آن را محدود می کند. مشکل دیگری که در رابطه با DVR های مرسوم مبتنی بر المان های ذخیره کننده انرژی وجود دارد این است که با توجه به محدودیت در ظرفیت ذخیره سازی المان های ذخیره کننده انرژی امکان جبران اغتشاشات ولتاژ طولانی مدت وجود ندارد.

افزایش دینامیکی ولتاژ

پارامترهای کیفیت توان در یک سیستم قدرت عبارتند از: کاهش دینامیکی ولتاژ، افزایش دینامیکی ولتاژ، عدم تعادل ولتاژ، هارمونیکها، شکاف ولتاژ و مولفه DC و افزایش مقدار موثر یا جریان بین $1/8-1/1$ پریودت در فرکانس برای مدت زمان $0/5$ سیکل تا یک دقیقه به عنوان افزایش دینامیکی ولتاژ تعریف شده است و علل ایجاد آن اولاً شرایط خطا در سیستم قدرت است که باعث افزایش موقتی ولتاژ در خطوط بدون خطا می شود و ثانیاً قطع بارهای پرمصرف و یا وصل یک بانک خازنی است. از دلایل اصلی ایجاد افزایش دینامیکی ولتاژ در سیستم قدرت است. تجهیزاتی نظیر DVRها- ادوات FACT و محدودکننده های جریان خطا، بارهای سیستم را در مقابل اثرات سوء افزایش دینامیکی ولتاژ حفاظت می کنند.

افزایش دینامیکی ولتاژ اغلب نسبت به کاهش دینامیکی ولتاژ مخرب تر است. شرایط افزایش دینامیکی ولتاژ باعث شکست عایقی در تجهیزات بار و تولیدکننده توان می شود. این تاثیرات به صورت تدریجی و تجمعی است و اگر زمان آن بیشتر از سه سیکل باشد تاثیرات آن در روشنایی لامپ قابل ملاحظه است. احتمال وقوع افزایش دینامیکی ولتاژ بسیار کمتر از کاهش دینامیکی ولتاژ است معمولاً همراه ایجاد خطا در سیستم به وجود می آید. افزایش دینامیکی ولتاژ در اثر خطای تکفاز در سیستم توزیع سه فاز رخ می دهد که باعث افزایش موقت ولتاژ در فازهای سالم می شود. این مورد به ویژه در سیستم های زمین نشده یا سیستم های مثلث نمود دارد که یک تغییر اتفاقی در مرجع زمین باعث افزایش ولتاژ در فازهای سالم می شود. در یک سیستم زمین نشده ولتاژهای فاز به زمین در فازهای سالم برابر $1/\sqrt{3}$ پریونت در حالت خطا خواهد بود.

افت ولتاژ

در بین مشکلات کیفیت توان افت ولتاژ در زمره شایع ترین نارسایی ها (با حدود ۸۵٪ رخداد) قرار دارد؛ که طبق تعریف استاندارد IEEE-1159-1995 به کاهش ناگهانی مقدار موثر ولتاژ به میزان ۱۰٪ تا ۹۰٪ و در مدت زمان بین نیم سیکل تا یک دقیقه اطلاق می شود.

این پدیده عموماً بر اثر عواملی نظیر:

راه اندازی موتورهای بزرگ و برق دار کردن بارهای بزرگی که جریان راه اندازی بالایی دارند.

جریان هجومی ترانسفورماتورها

بروز انواع اتصال کوتاه در سیستم توزیع رخ می دهد.

که از جمله اثرات سوء آن می-توان به موارد زیر اشاره نمود :

خاموش شدن لامپ-های خلاء طی ۹۰٪ کمبود ولتاژ

ایجاد خطا در کموتاسیون اینورتر درایوهای قدرت

عملکرد نادرست وسایل تنظیم کننده

تغییر سرعت و یا توقف موتورها

خطا در محاسبات کامپیوتری و یا وسایل اندازه-گیری

افزایش ریپل در منبع تغذیه dc کنترل کننده-های اتوماتیک

صدور فرمان قطع اشتباه در رله های ac و کنتاکتورها

افزایش تلفات حرارتی در موتورهای القایی

مشخصات افت ولتاژ

افت ولتاژ معمولاً با مشخصاتی بیان می-شود که مهمترین آنها دامنه افت ولتاژ (و یا دامنه باقیمانده)، مدت

زمان افت، شیفیت فاز و افت ولتاژ نامتعادل می باشد.

دامنه افت ولتاژ

جهت محاسبه و نشان-دادن تغییرات دامنه افت ولتاژ، روش-های متعددی وجود دارد که عبارتند از:

محاسبه مقدار موثر ولتاژ در هر سیکل یا نیم سیکل

نشان-دادن مقدار پیک ولتاژ در هر لحظه

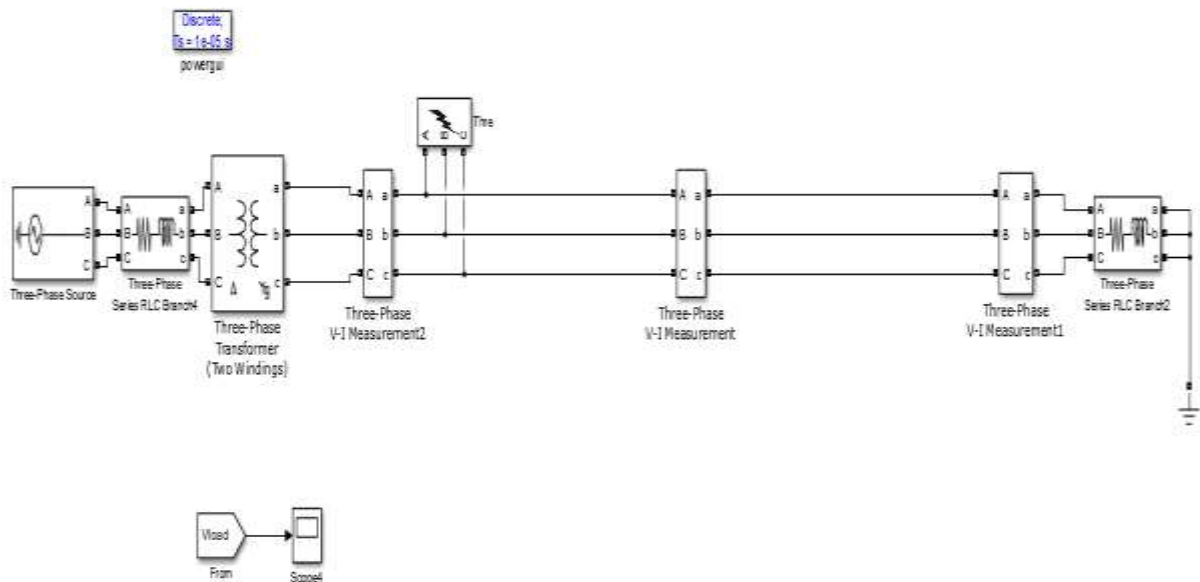
نشان-دادن مقدار دامنه هارمونیک اصلی در هر لحظه

۲. شیفت فاز حاصل از ولتاژ

در اثر افت ولتاژ نه-تنها دامنه بلکه فاز ولتاژ نیز دچار دگرگونی می-شود زیرا ولتاژ هر شین یک مقدار مختلط می باشد که در اثر اتصال کوتاه بک نقطه شبکه و تغییر ولتاژ، سایر نقاط شبکه دچار تغییر در فاز و دامنه می شود.

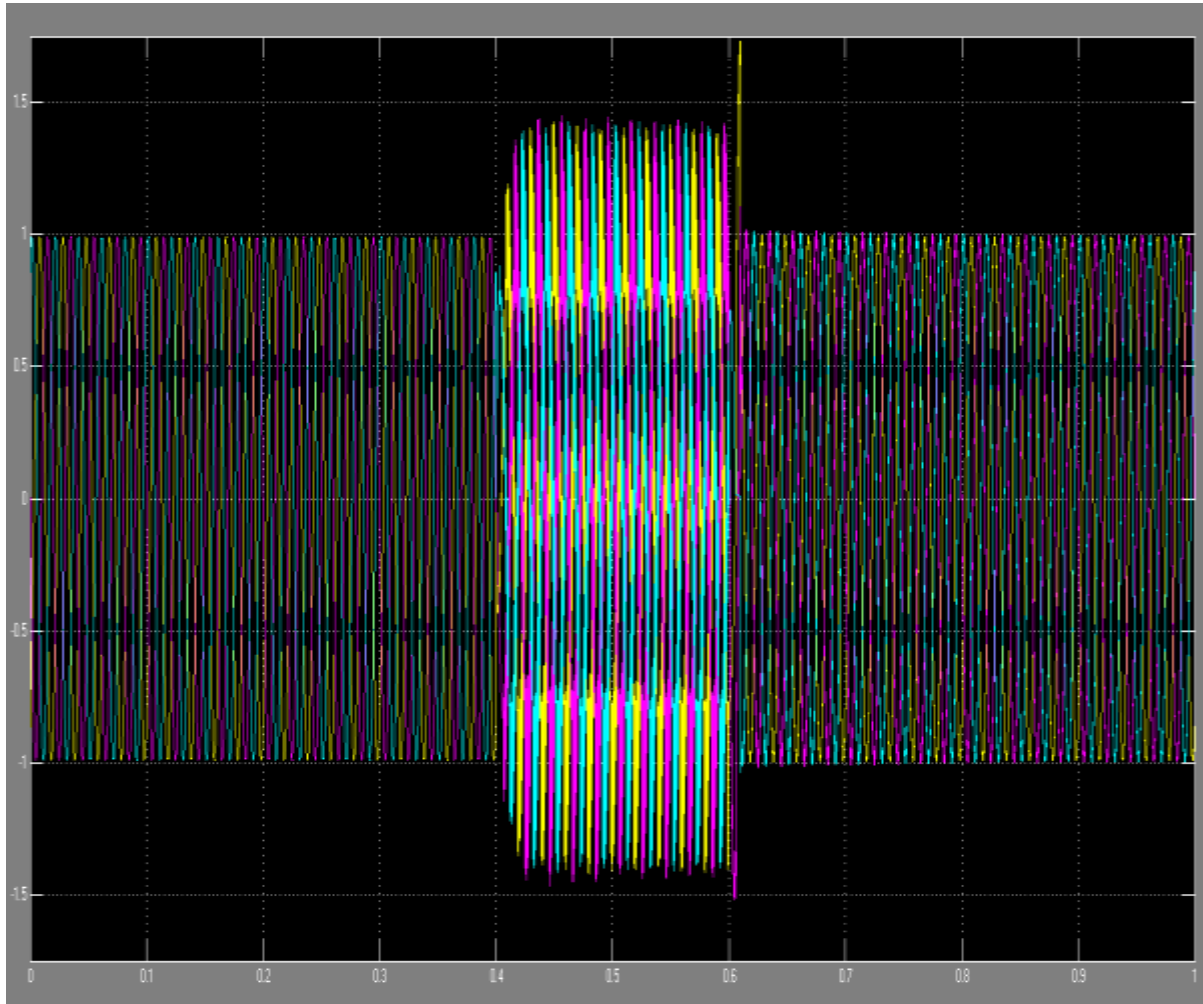
شبیه سازی بازیاب دینامیکی ولتاژ برای حالت افزایش ولتاژ (Swells)

در صورتی که DVR در مدار نباشد :



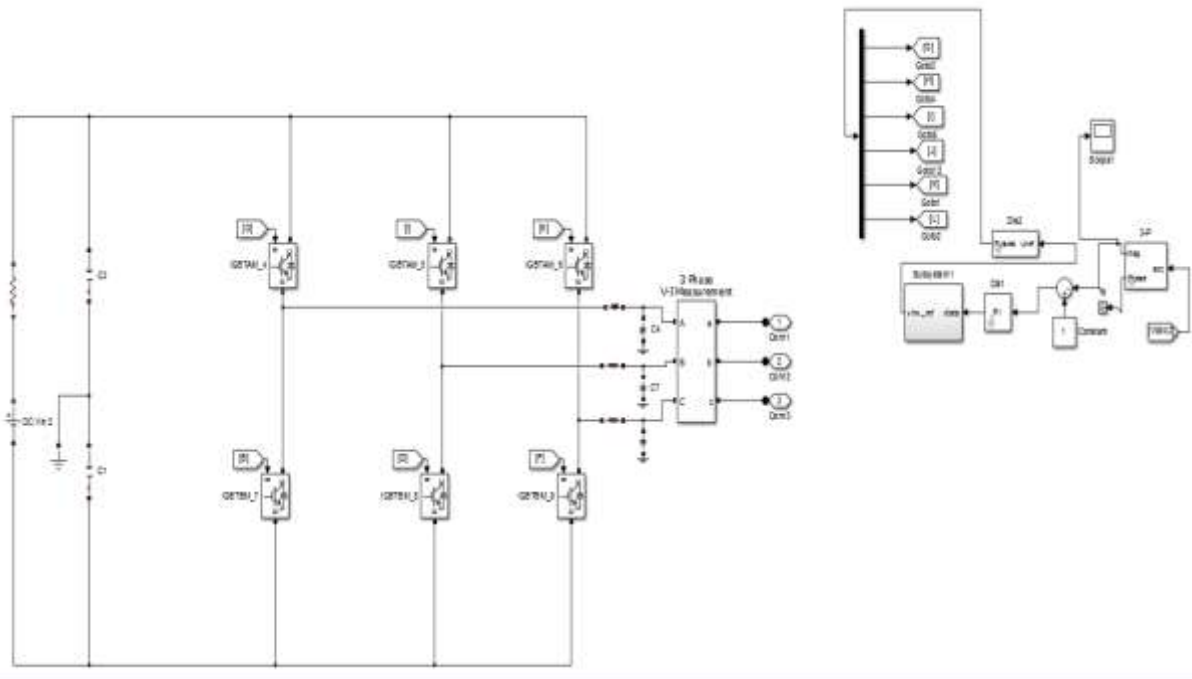
در این حالت به علت وجود بارهای مقاومتی با سلف زیاد افزایش ولتاژ در انتهای خط اتفاق می افتد ، در این حالت DVR باید این افزایش ولتاژ را جبران کند .

شکل موج افزایش ولتاژ در این حالت :

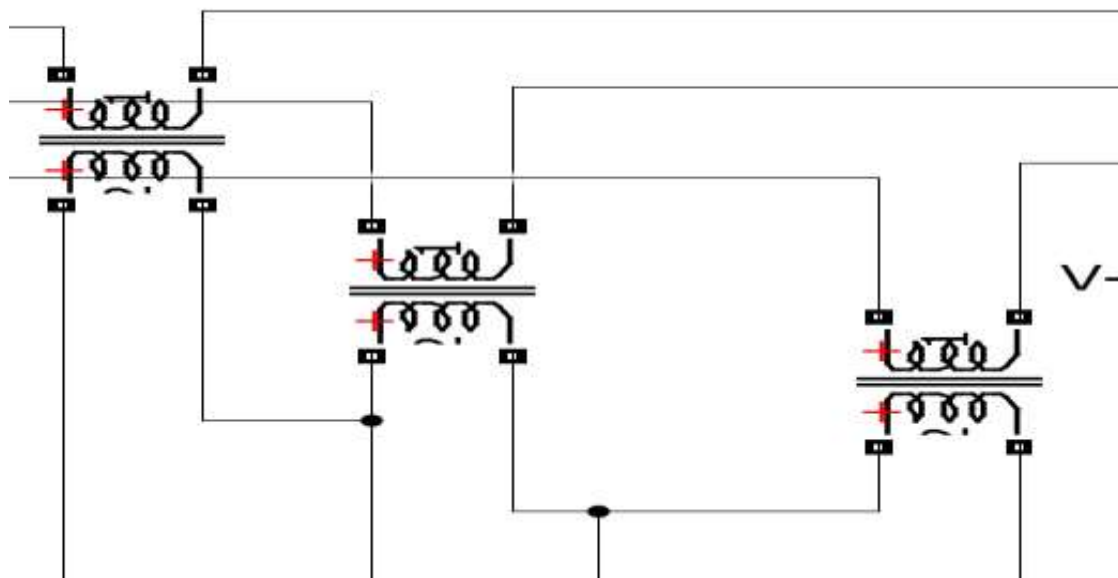


همانطور که مشاهده می‌نمایید در لحظه ۰,۴ تا ۰,۶ ثانیه افزایش ولتاژی به اندازه ۰,۴ پریونیت اتفاق می‌افتد. در این حالت خطای سه فاز به زمین در زمان ۰,۴ تا ۰,۶ اتفاق افتاده است. اصلی‌ترین بخش DVR مبدل VSI است که عملکرد تبدیل ولتاژ DC به یک ولتاژ AC با دامنه، فاز و فرکانس مورد نظر است. در عمل، خروجی مبدل غیر سینوسی بوده و دارای هارمونیک‌های مشخصی است که بکارگیری مبدل‌های چند سطحی با آرایشهای زنجیره‌ای و اعمال تکنیکهای پیشرفته PWM و نصب فیلترهای LC مناسب در سمت بار یا بین مبدل و ترانس می‌توان آنها را حذف کرد.

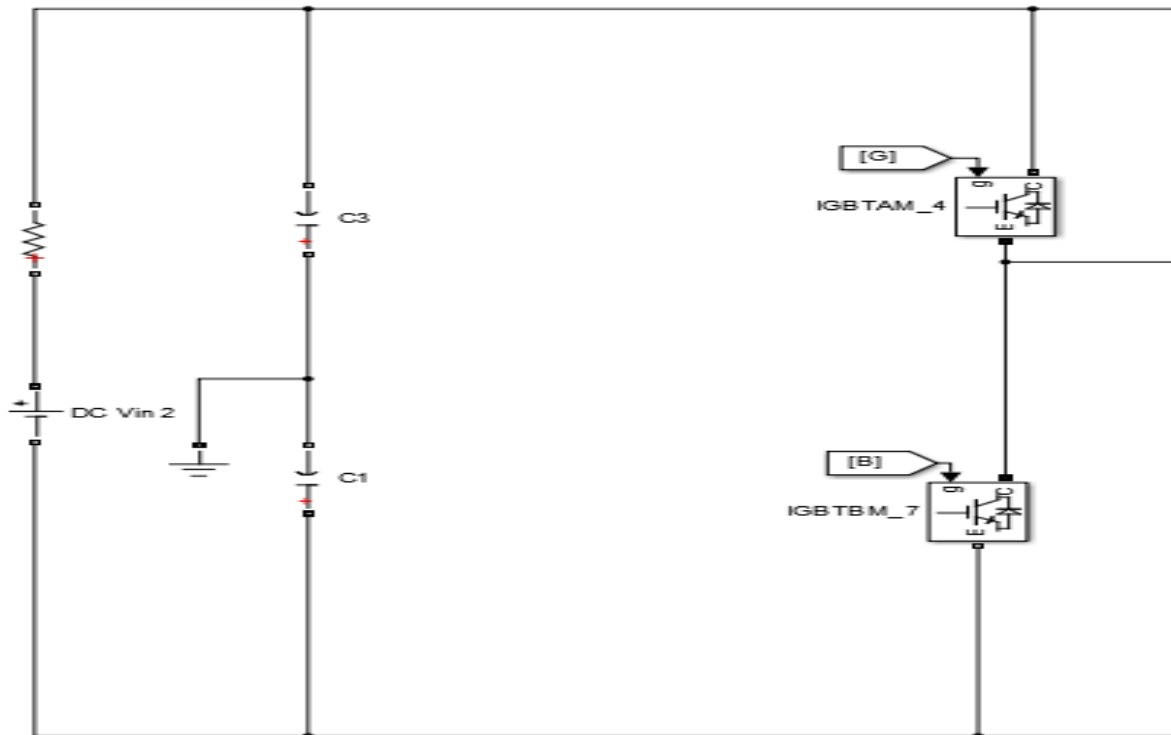
شکل مبدل VSI استفاده شده :



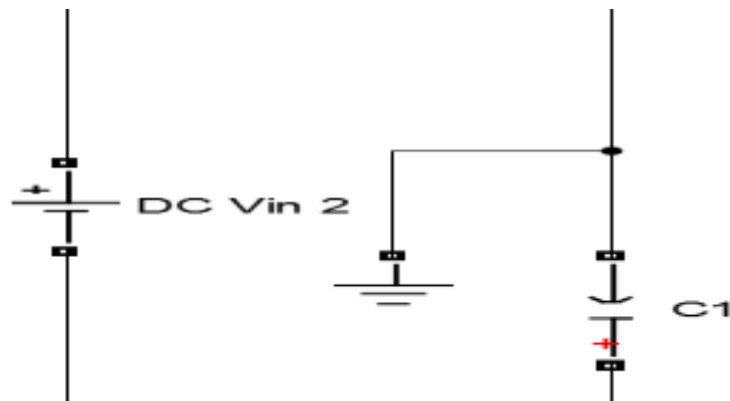
ترانسفورماتور سری وظیفه ایزولاسیون DVR از شبکه و تقویت ولتاژ خروجی مبدل و تزریق آن به شبکه را به عهده دارد .



دو خازن DC نیز بین مبدل و سیستم ذخیره انرژی منظور شده که ولتاژ دو سر آن با تزریق انرژی ثابت نگه داشته می شود .



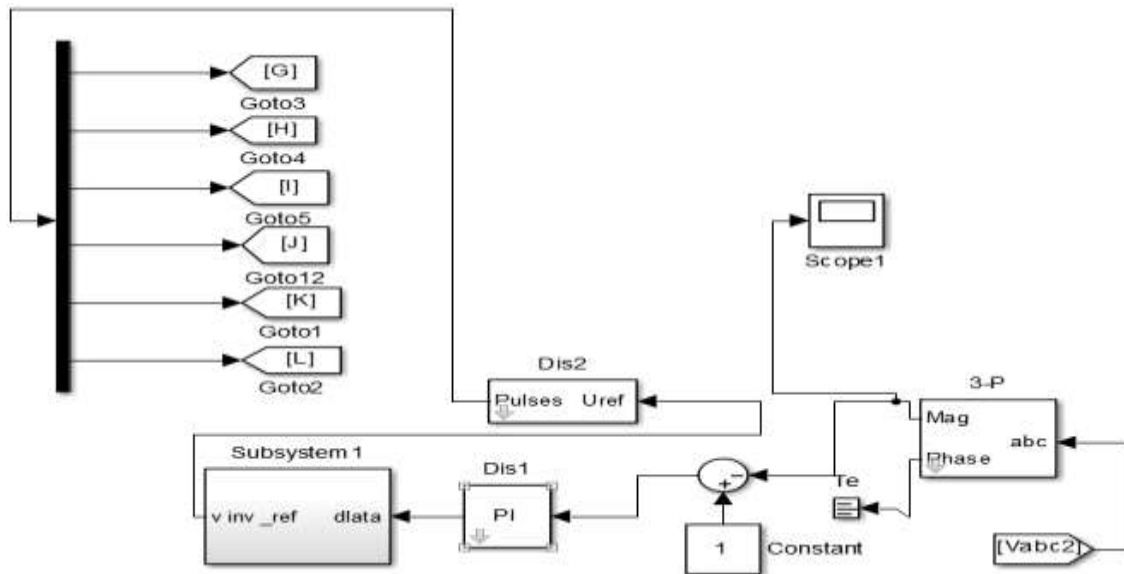
برای مقابله با افزایش ولتاژهای طولانی مدت (بیشتر از ۵۰ میلی ثانیه) وجود منبع ذخیره انرژی برای تزریق توان اکتیو به خط، ضروریست. سیستم های ذخیره انرژی مغناطیسی ابر رسانا، ابر خازنها، خازن های معمولی، انواع باتریها و سیستم چرخ طیار می تواند به طور مستقیم یا از طریق چاپر، به شاخه DC مبدل متصل شوند. در انتخاب آنها به فاکتورهای هزینه، تکنولوژی و سرعت پاسخ دهی در تحویل انرژی توجه می شود.



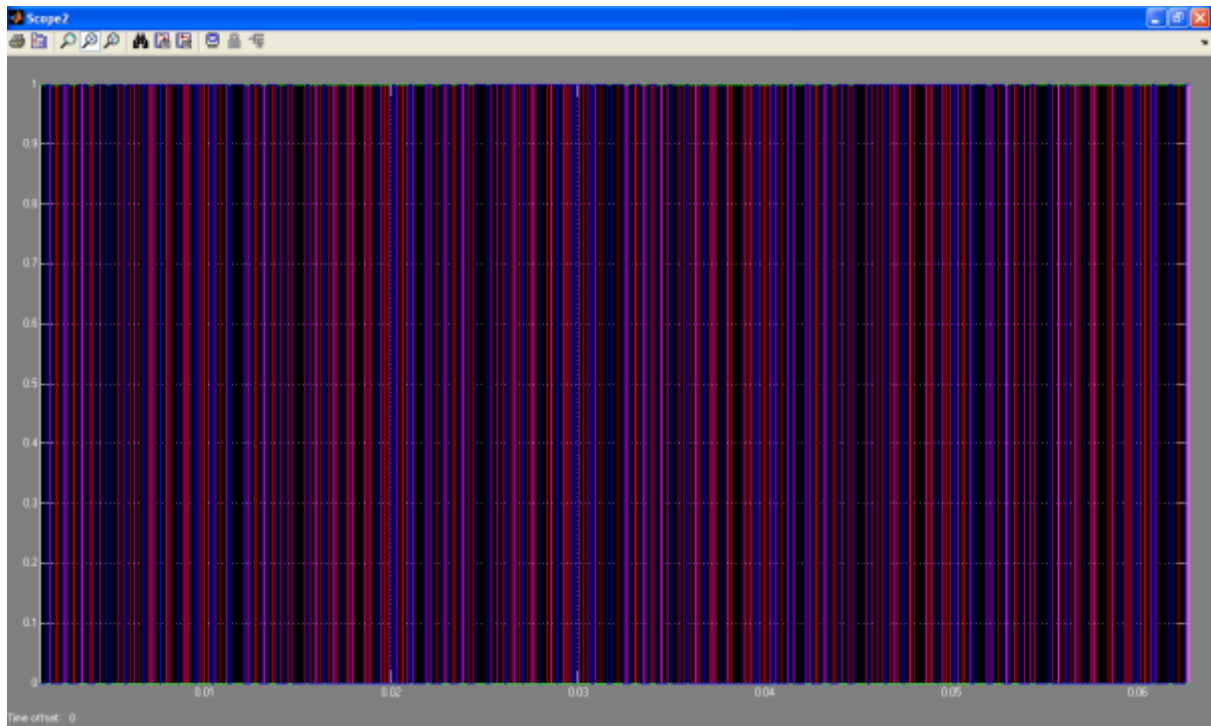
عملکرد جبرانسازی DVR :

هنگامی که بحث تثبیت ولتاژ در یک سطح معین پیش می آید ، معمولا خازنها و جبران گر های استاتیکی SVC مطرح می شوند که آنها از طریق اصلاح و تغییر امپدانس موثر سیستم ، ولتاژ آنرا کنترل می کند .اما برای حذف اثرات مخرب افت ولتاژ های ناشی از بروز فالت در سیستم های انتقال و توزیع ، تزریق ولتاژ مستقل از جریان بار همراه با تحویل توان راکتیو در حد اقل زمان ، مورد نیاز است ؛ این مساله باعث متمایز شدن نقش DVR در سیستم های توزیع ، مخصوصا برای بار های حساس می شود . کارکرد اصلی DVR در مورد افت ولتاژ های موقتی ، اضافه ولتاژ های موقتی ، وقفه های گذرا و بهبود نوسانات و نا متعادلی ولتاژ می باشد . ایده اصلی DVR ، تزریق ولتاژ دینامیکی کنترل شده است که به وسیله یک مبدل و یک ترانس تقویت کننده سری با فیدر توزیع ، تولید می شود و این بدان معنی است که هر اختلاف ولتاژی که بوسیله اغتشاشات گذرا در فیدر توزیع رخ دهد ، بوسیله تجهیزات اندازه گیری تشخیص داده شده و بوسیله سیستم کنترلی و مدولاسیون PWM زوایای آتش سوئیچهای الکترونیکی تعیین و با سوئیچینگ اینورتر ، مقدار ولتاژ لازم تولید و از طریق ترانس به فیدر تزریق می شود .

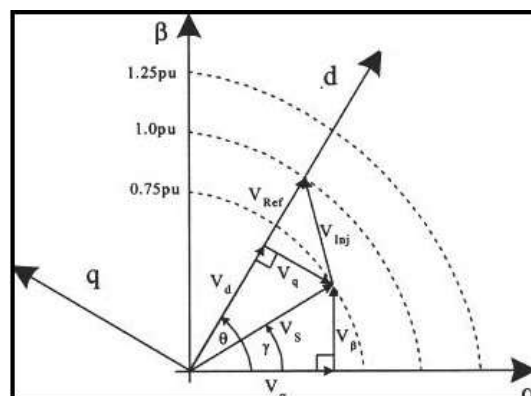
سیستم PWM برای این DVR



سیگنال PWM برای کنترل سیستم

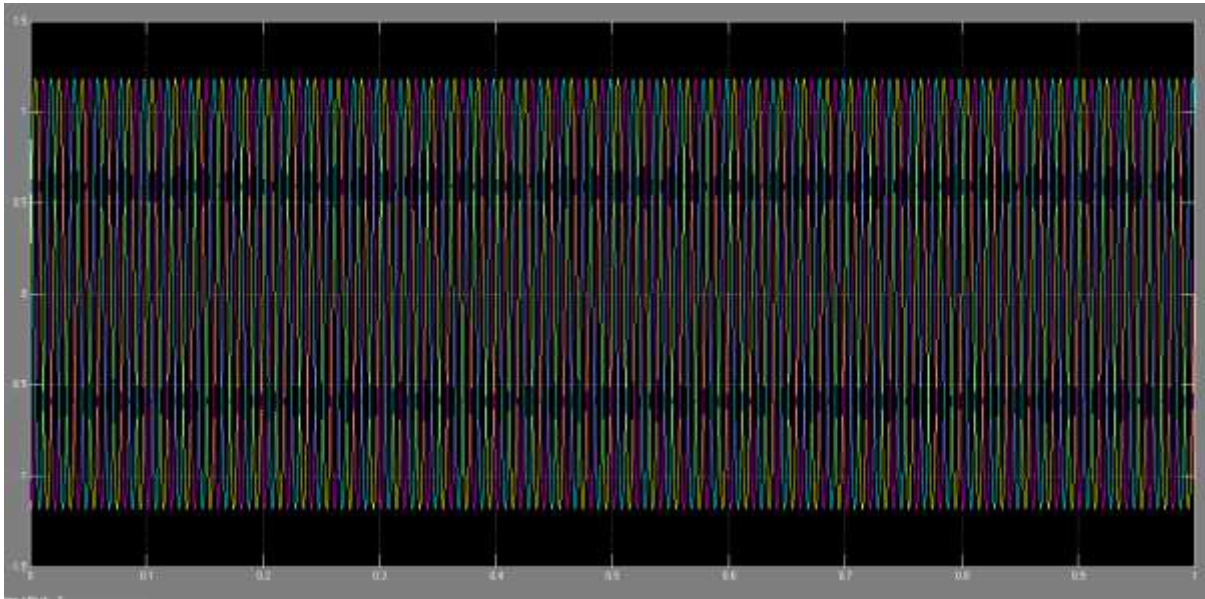


ولتاژ های تزریقی در هر فاز ، می تواند مستقلا از نظر دامنه و زاویه کنترل شود .طراحب باید به گونه ای باشد که مبدل بتواند هر دامنه ولتاژ (در رنج نامی جبرانگر و محدو دیتهای مدولاسیون) با هر زاویه فاز مورد نظر را (با کنترل و شیفت فازی موج حامل PWM) تولید کند .به علت متغیر بودن دامنه و فاز ولتاژ تزریقی ، کنترل مبادله توان اکتیو و راکتیو بین DVR و سیستم در محدوده های وسیله ، قابل انجام است .



توان راکتیو مبادله شده بین DVR و سیستم توسط خود DVR و بدون نصب هر گونه منبع راکتیو پسیو ، تولید می شود .پس بدین منظور به راکتور و خازن نیاز نخواهیم داشت . توان اکتیو مبادله شده با سیستم ، توسط شاخه DC و بوسیله یک منبع انرژی خارجی با یک سیستم ذخیره انرژی ، تامین می شود .مقدار توان اکتیو لازم برای جبران افت ولتاژ ، بستگی به مقدار و ضریب توان با ، دوره زمانی و دامنه افت ولتاژ و مقدار پرش فازی آن می باشد .

و بدین صورت شکل موج ولتاژ بهبود یافته :



که به مقدار قابل توجهی بهبود یافته و کاهش ولتاژ جبران شده است .