

استفاده از برگرداننده ولتاژ دینامیکی در شبکه های قدرت و کاربرد آن در صنایع نفت ، گاز و پتروشیمی

(بخش دوم)

رضا حاجیها - کارشناس ارشد برق

دانشگاه صنعتی شریف

واحد شارژ DC

به هنگام وقوع اغتشاش در شبکه و عملکرد DVR انرژی موجود در واحد ذخیره انرژی به شبکه تزریق میشود برای آماده کردن DVR جهت مقابله با اغتشاشات بعدی باید انرژی از دست رفته را به آن برگرداند . این کار توسط واحد شارژ DC انجام میشود این واحد انرژی لازم برای این منظور را از خود شبکه گرفته و پس از یکسو سازی و تنظیم ولتاژ جهت شارژ بانگ خازنی یا باتری های بکار رفته شده مورد استفاده قرار میگیرد.

ترانسفورماتور تزریق ولتاژ

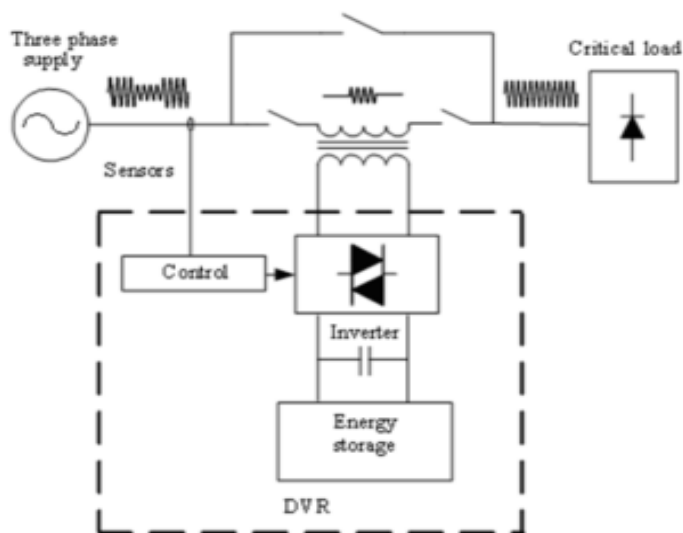
برای تزریق ولتاژهای تولید شده توسط DVR به شبکه از ترانسفورماتور تزریق استفاده میشود . نسبت تبدیل این ترانسفورماتور با توجه به دامنه ولتاژ تولید شده توسط DVR و نیز مقدار ولتاژ مورد نیاز برای اصلاح ولتاژ تعیین میشود. قدرت این ترانسفورماتور با توجه به حداکثر افت ولتاژی که سیستم اصلاح ولتاژ برای آن طراحی شده و نیز جریان خط تعیین میشود . نکته ای که در طراحی این ترانسفورماتور باید لحاظ شود این است که چون ترانسفورماتور تزریق ولتاژ بطور دائم در شبکه باقی میماند. (حتی در وضعیت کارکرد عادی شبکه)

اولاً باید تلفات آن تا حد امکان کم باشد (زیرا در دراندمان کلی DVR موثر میباشد) ، ثانياً راکتانس نشستی آن کوچک باشد تا در خلال کار عادی شبکه ، افت ولتاژ زیادی تولید نکند.
در شکل (۵-۶) ساختمان یک DVR و عملکرد آن به هنگام وقوع کمبود ولتاژ نشان داده شده است.

فیلتر هارمونیکی

ولتاژ خروجی مبدل منبع ولتاژ یک موج مدوله شده پهنای پالسی میباشد این ولتاژ را میتوان به یک نمونه اول با فرکانس قدرت و هارمونیکهایش تجزیه کرد.

اگر از روش SPWM برای الگوی کلید زنی استفاده شود پالسهای گیت در هر نیم سیکل قدرت برابر P میباشد. آنگاه هارمونیکهای با فرکانس کمتر از (2P-1) در ولتاژ خروجی ظاهر نخواهند شد. بنابراین با افزایش تعداد پالسهای گیت در هر سیکل یا بعبارت دیگر با افزایش فرکانس کلید زنی سوئیچ های قدرت هارمونیکهای مرتبه پائین بیشتری حذف خواهند شد البته باید توجه داشت که با این کار ممکن است دامنه های هارمونیکهای مرتبه بالاتر افزایش یابد که با توجه به اینکه فرکانس این هارمونیکها بسیار بالا است میتوان آنها را براحتی فیلتر کرد.



شکل ۵-۶- نمایی ساده از ساختمان DVR و اصلاح یک کمبود ولتاژ

نکته دیگری که باید به آن توجه داشت این است که با افزایش فرکانس کلید زنی ، تلفات کلید زنی سوئیچها نیز افزایش میابد. که این امر منجر به کاهش راندمان کل سیستم میشود. به هر حال با توجه به ملاحظات اقتصادی مربوط به کاهش هزینه های ساخت فیلترهای فرکانس بالا و افزایش تلفات کلید زنی مربوط به این فرکانس های بالا ، و نیز محدودیت ذاتی فرکانس کلید زنی مربوط به سوئیچهای قدرت ، و همچنین اثری که افزایش فرکانس کلید زنی بر بهبود عملکرد دینامیکی سیستم دارد، مقدار بهینه برای فرکانس کلید زنی انتخاب خواهد شد.

نکته آخر اینکه عملکرد فیلتر تاثیر به سزایی در سرعت پاسخ DVR به اغتشاشات موجود در ولتاژ دارد که این نکته نیز میبایست به هنگام طراحی فیلتر لحاظ گردد تا عملکرد فیلتر به سرعت پاسخ سیستم لطمه ای وارد نکند.

کلیدهای مکانیکی

علت استفاده از کلیدهای مکانیکی ایجاد جدا سازی سیستم DVR از شبکه میباشد این عمل بخصوص به هنگام وقوع خطای اتصال کوتاه در طرف بار خروجی میباشد تا از عبور جریانهای اتصال کوتاه که چندین برابر جریان نامی شبکه هستند از داخل DVR جلوگیری شده و مانع از وارد آمدن خسارت به سیستم شود.

سیستمهای حفاظتی و کنترلی

این قسمت از سیستم بزرگترین نقش در سرعت پاسخ سیستم به اغتشاشات کیفیت توان را بر عهده دارد سیستم کنترل باید در هر لحظه با نمونه برداری از کمیت های شبکه مانند ولتاژهای ورودی و خروجی و نیز جریان بار و مقایسه این کمیتها با مقادیر مرجع در صورت بروز هر گونه اغتشاش که خارج از تلووانس مجاز آن باشد با ارسال فرمانهای کنترلی مناسب DVR را فعال کرده تا با تزریق ولتاژهای با دامنه و فاز کنترل شده به

جبران اغتشاش ایجاد شده در طرف ورودی پرداخته و در خروجی همراه ولتاژ سینوسی سالم و در محدوده تعیین شده را تحویل بار دهد.

سیستم حفاظتی نیز نقش حفاظت سیستم در برابر خطاهائی که ممکن است در شبکه رخ دهد و ایمنی سیستم اصلاح ولتاژ را به خطر اندازد را بر عهده دارد.

اصول عملکرد DVR

برای تشریح عملکرد یک DVR می توان دو حالت کاری در نظر گرفت : حالت فعال و حالت انتظار در حالت فعال همانطور که قبلاً" گفته شد با نمونه برداری از ولتاژهای ورودی و خروجی و مقایسه آنها با مقدار مرجع , ولتاژی با چنان دامنه و فاز تولید میشود که وقتی این ولتاژ توسط ترانسفورماتور تزریق , به ولتاژ باس اضافه شد , در خروجی یک ولتاژ سینوسی عاری از اغتشاش داشته باشیم.

مدار معادل DVR که شامل مبدل منبع ولتاژ و ترانسفورماتور تزریق میباشد , در حالت فعال نشان داده شده است .

که در آن V_B ولتاژ باس , V_L ولتاژ بار , I_L جریان بار , V_G ولتاژ تولید شده توسط مبدل از دید شبکه , X_m راکتانس مغناطیس کنندگی ترانسفورماتور از دید طرف ثانویه (طرف شبکه) و $\frac{X_L}{2}$ راکتانسهای نشتی طرف اولیه و ثانویه از دید شبکه میباشد.

همانطور که ملاحظه میشود , جریان بار از داخل مبدل نیز عبور میکند و DVR ضمن تولید ولتاژ V_G و افزودن آن بر ولتاژ شبکه , توانهای اکتیو و راکتیو متناسب با ولتاژهای تولید شده و جریان بار به شبکه تحویل میدهد.

در حالتی که شبکه بدون اختلال بوده و DVR در حالت غیر فعال (حالت انتظار) به سر میبرد , هیچ ولتاژی توسط مبدل تولید نمیشود.

مدار معادل DVR در این حالت نشان داده شده است. فرمانهای گیت در این حالت به شکلی هستند که سیم پیچی اولیه ترانسفورماتور تزریق را اتصال کوتاه میکنند.

در نتیجه ، در مدار معادل DVR از دید شبکه ، فقط یک راکتانس نشتی ترانسفورماتور ، که بصورت سری با خط قرار میگیرد وجود خواهد داشت .

در هنگام طراحی سعی میشود که مقدار این راکتانس نشتی ، کوچک قرار گرفته شود تا افت ولتاژ چندانی را در خلال کار عادی سیستم بدنبال نداشته باشد. با توجه به عبور جریان بار از سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور تزریق اتصال کوتاه شدن اولیه آن توسط بازوهای مبدل ، جریان بار با احتساب نسبت تبدیل ترانسفورماتور ، از سوئیچهای قدرتی که اولیه را اتصال کوتاه کرده اند نیز خواهند گذاشت.

در نتیجه اتلاف توان را در سوئیچ ها خواهیم داشت که البته در صورت استفاده از عناصری با تلفات حالت هدایت کم نظیر IGCT این تلفات در مقابل قدرت نامی دستگاه ، بسیار اندک بوده و سیستم از راندمان خوبی برخوردار خواهد بود.

عامل دیگری که باعث ایجاد تلفات در حالت غیر فعال بودن DVR میشود ، تلفات مسی ناشی از عبور جریان از سیم پیچهای ترانسفورماتور میباشد.

حالت دیگری که ممکن است برای سیستم اصلاح ولتاژی که در شبکه توزیع نصب شده است اتفاق بیفتد وقوع اتصال کوتاه در طرف بار میباشد.

این خطاها باعث عبور جریان بسیار زیاد از DVR میشود که باید با اتخاذ تکنیکهای حفاظتی موثر ، از بروز خسارات و آسیب دیدگی به دستگاه جلوگیری شود.

برای حفاظت در برابر اتصال کوناه طرف بار در این سیستم ، از یک بخش بنام “ عنصر اتصال کوتاه “ و نیز یکسری کلیدهای مکانیکی و همچنین یک مسیر بای پاس برای عبور جریانهای اتصال کوتاه در نظر گرفته شده است.

طرز کار سیستم به این شکل است که در صورت وقوع اتصال کوتاه در طرف بار ، این جریان توسط سیستم کنترل آشکار شده است و به دنبال آن به تریستورهای بخش اتصال کوتاه فرمان وصل داده میشود .

با این کار جریان اتصال کوتاه که در اولیه ترانسفورماتور تزریق نیز جریان دارد مسیر خود را از این تریستورها بسته و بدین ترتیب ، از عبور جریان اتصال کوتاه از مبدل جلوگیری میکند.

همزمان با این کار ، کلیدهای بای پاس مکانیکی بسته شده و جریان اتصال کوتاه به جای عبور از ثانویه ترانسفورماتور ، از مسیر بای پاس عبور میکند و DVR از مدار خارج میکند.

بعنوان مثال دستگاهی مطابق با مشخصات قدرت نامی 4MVA ، ولتاژ ۲۱ کیلو ولت، زمان بر طرف شدن اغتشاش 150 ms ، ظرفیت انرژی 600 KJ ، و حداکثر افت ولتاژ ۵۰ درصدی برای افت تکفاز و حداکثر ۳۸ در صد برای افت ولتاژ سه فاز در نظر گرفته میشود.

نتیجه گیری

عوامل زیادی سبب شده اند تا بحث کیفیت توان در سالهای اخیر مورد توجه جدی کارشناسان سیستمهای قدرت ، مؤسسات برق و مصرف کنندگان برق قرار گیرد. عواملی نظیر حساسیت تجهیزات الکتریکی کنونی نسبت به اختلافات کیفیت توان در مقایسه با گذشته (تجهیزاتی نظیر دستگاههای مدرن پزشکی ، کنترل کننده های پروسسوری ، سیستمهای پردازش اطلاعات ، کارخانجات تولید، پالایشگاهها، نیروگاهها و ادوات نیمه هادی و) و نیز اهمیت روزافزون بهبود راندمان کلی سیستم قدرت که باعث رشد مداوم استفاده از تجهیزات پر بازده ای نظیر محرکه های با قابلیت تنظیم سرعت که از طرفی به اختلالات کیفیت توان حساس بوده و از طرف دیگر خود باعث برخی از مشکلات کیفیت توان (نظیر افزایش اثرات سوء انواع اغتشاشات کیفیت توان) نظیر پدیده های گذرای ضربه ای و نوسانی ، کاهش یا افزایش موقت ولتاژ ، اعوجاج شکل موج ، فلیکر یا تغییرات ولتاژ فرکانس قدرت) روی تجهیزات مصرف کننده ، موجب

عملکرد نادرست دستگاهها و یا حتی از کارافتادن آنها میشود که ضرر و خسارات جانبی (مخصوصاً" در بخش پزشکی) و مالی زیادی را به همراه دارد .

چرا که روند تولید در بخشهای صنعتی بطور ناگهانی متوقف شده و راه اندازی مجدد آن مستلزم هزینه های اضافی و نیز از دست رفتن زمان میباشد. استفاده از ادوات FACTS همانطور که در بخشهای دیگر سیستم قدرت (نظیر مدیریت پخش بار و پایداری سیستم قدرت) بخوبی قابلیتهای مفید و استثنائی خود را نشان داده است ، در بحث کیفیت توان نیز بسیار مؤثر و کارآمد میباشد خصوصاً" اینکه ظهور تکنولوژیهای جدید در بخش الکترونیک صنعتی ، تحولی شگرف را در بخش ادوات FACTS ایجاد کرده است.

دستگاههایی نظیر (برگرداننده دینامیکی ولتاژ DVR) ، (منبع تغذیه بدون وقفه یا DUPS) ، (اصلاح کننده جامع کیفیت توان یا UPQC) ، (جبران کننده سنکرون استاتیکی یا DSTATCOM) ادواتی هستند که با استفاده از تکنولوژی FACTS پا به عرصه ظهور گذاشته اند و می توانند در بهبود کیفیت توان در شبکه های توزیع به کار روند.