

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

(بخش اول)

رضاحاجبها

کارشناس ارشد برق

دانشگاه صنعتی شریف

مقدمه

اختلالات کیفیت توان مختلفی در شبکه های توزیع وجود دارد که باعث ایجاد مزاحمت و اشکال و یا حتی توقف کامل عملیات و فرایندهای مصرف کنندگان گردد. بخش های مختلفی نظیر شبکه های بازرگانی ، مراکز صنعتی ، مراکز پردازش اطلاعات ، مراکز تحقیقاتی ، نیروگاهها ، صنایع فولاد ، بخش ارتباطات ، بخشهای مسکونی و پالایشگاههای مربوط به صنایع (نفت، گاز و پتروشیمی) نیز نسبت به این ، اختلالات حساس میباشند. مهمترین عوامل این اختلالات شامل پدیده های طبیعی نظیر صاعقه و نیز اتفاقات و عملیاتی که در شبکه رخ میدهند مانند خطاهای اتصال کوتاه و کلید زنی بانکهای خازنی میباشند. تجهیزات مصرف کنندگان نظیر بارهای غیر خطی ادوات الکترونیکی ، کوره های الکتریکی ، جوش نقطه ای و راه اندازی موتورهای سنگین از عوامل مخل کیفیت توان میباشند. بررسی های آماری نشان میدهند که کاهش لحظه ای ولتاژ و قطع کامل تغذیه از عمده ترین مسائل کیفیت توان میباشد که در شبکه های توزیع وجود دارند.

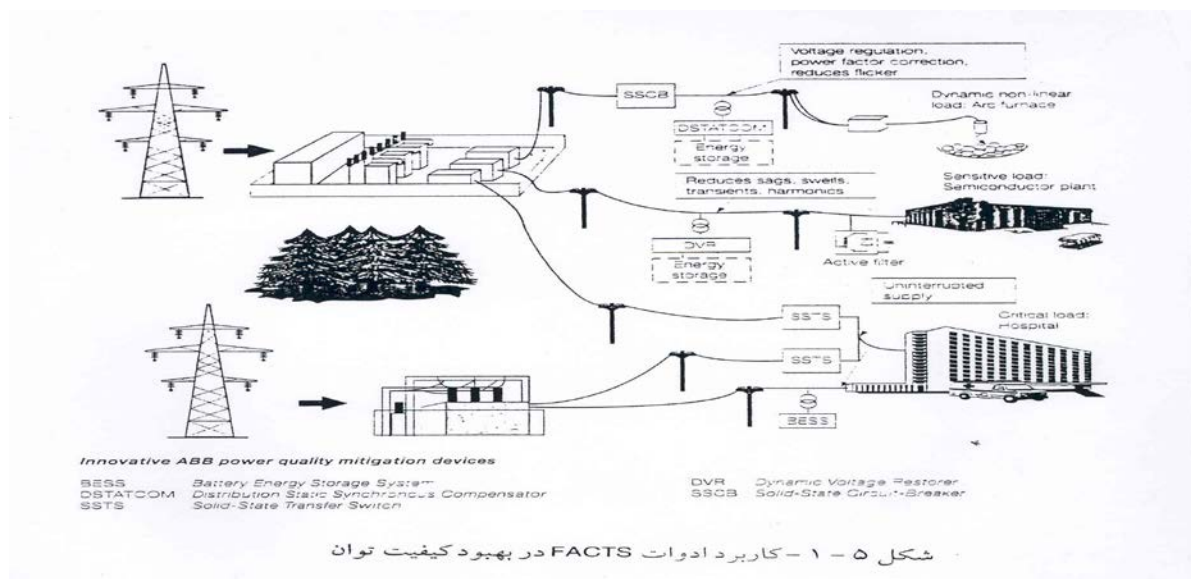
دو راه کلی برای کاهش مشکلات کیفیت توان وجود دارد:

یک مورد وابسته به وضعیت بار است یعنی اجازه دهیم تجهیزاتی که حساسیت آنها نسبت به اغتشاش کم می باشد در مدار باقی بماند. راه دیگر، نصب تجهیزات و دستگاههایی در شبکه است که باعث تضعیف و یا حذف کامل اغتشاشات کیفیت توان شوند.

در مداری که با یک نوع بار خاص سرو کار داشته باشیم انتخاب تجهیزات مناسب بهبود کیفیت توان کار مشکلی نیست، اما در سیستمهای بزرگ که تعداد زیادی بارهای مختلف وجود دارد، باید با خصوصیات و احتیاجات بارهای مختلف آشنایی داشته باشیم و نیز اثراتی که در نتیجه حضور تجهیزات بهبود کیفیت توان در شبکه حاصل میشود را مد نظر قرار دهیم.

روشهای قدیمی بهبود کیفیت توان (نظیر استفاده از بانکهای خازنی)، بیشتر برای بهبود مشخصات حالت دائم سیستم (نظیر ولتاژ حالت دائم) بکار میرفتند اما روش های جدید که در آنها از عناصر الکترونیک صنعتی استفاده میشود، اغلب در جاهایی بکار میروند که در آنها نیاز به پاسخ سریع در قبال اغتشاشات کیفیت توان وجود داشته باشد.

شکل (۵-۱) یک نمونه از کاربرد ادوات نسل جدید FACTS را برای بهبود کیفیت توان در شبکه توزیع نشان میدهد.



برگرداننده ولتاژ دینامیکی

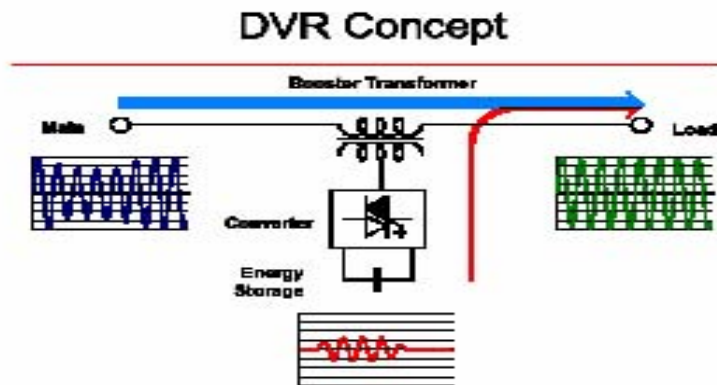
مراکزی نظیر کارخانجات تولید نیمه هادی دارای تجهیزات حساسی هستند که میتوانند در اثر کاهش لحظه ای ولتاژ ناشی از بروز خطاها در شبکه ها دچار اختلال یا ایجاد وقفه در فرایند تولید شوند. برای جلوگیری از چنین پیامدهایی باید سیستمی نصب گردد که بتواند در مدت کمتر از یک سیکل به اغتشاشی که در شبکه رخ داده است پاسخ دهد و در خروجی ولتاژی سالم و بدون هر گونه اغتشاش تحویل دهد.

اغتشاش دیگری که معمولاً در شبکه رخ میدهد نامتعادلی ولتاژ است. نامتعادلی شامل عدم تساوی مقادیر مؤثر ولتاژ فازها و نیز عدم تقارن زاویه ای بین فازها میباشد.

نامتعادلی ولتاژ در اثر خطاهای اتصال کوتاه در شبکه (مخصوصاً اتصال کوتاه تک فاز به زمین که از شیوع بیشتری برخوردار است) و نیز بر اثر جریانهای نامتعادل در شبکه که ناشی از بارهای نامتعادل هستند و همینطور بر اثر نامتقارنی تجهیزات شبکه ایجاد میشوند. می دانیم که اکثر محرکه ها در کارخانجات صنعتی و پالایشگاههای مرتبط در زمینه صنایع نفت، گاز و پتروشیمی از نوع موتورهای القایی سه فاز میباشدند. ولتاژ سه فاز نامتعادل باعث کاهش گشتاور تولیدی توسط این ماشین ها میشود که میتواند باعث اختلال در عملکرد بارهای متصل به این موتورها گردد و به فرایند تولید لطمه وارد آورد.

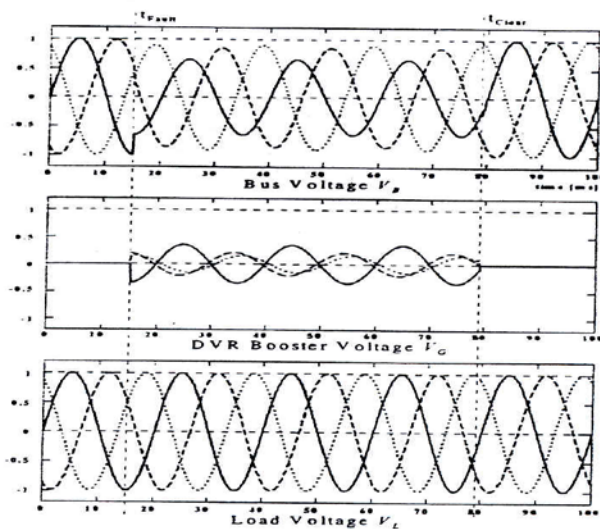
ولتاژهای نامتعادل همچنین میتوانند باعث ایجاد گشتاورهای نوسانی در ماشین ها و به دنبال آن لرزش و ارتعاش موتورها شوند و نیز افزایش جریان در فازهای سالم را به دنبال دارند که باعث بالا رفتن دما در ماشین شده که کاهش عمر مفید موتورها را به دنبال دارد. حتی ممکن است باعث به کار افتادن سیستمهای حفاظتی اضافه بار شود که موتور را از شبکه جدا کرده باعث ایجاد وقفه در فرایند تولید شود. دستگاہی که برای جبران سازی این اختلالات در شبکه های توزیع به کار میرود برگرداننده ولتاژ دینامیکی نام دارد. ایده اصلی که در DVR بکار میرود تزریق ولتاژ دینامیکی کنترل شده بصورت سری با خط میباشد و دامنه و فاز این ولتاژ طوری کنترل میشود که علیرغم وجود اغتشاش در ولتاژ ورودی در خروجی سیستم یک دستگاہ ولتاژ سه فاز

مقارن با دامنه ای که از پیش تعیین شده داشته باشد. شکل (۲-۵) یک نمای کلی از DVR و عملکرد آن بر روی ولتاژ یک فاز در حین بروز یک کمبود ولتاژ در ولتاژ سیستم را نشان میدهد.



شکل ۲-۵ عملکرد در خلال یک کمبود ولتاژ

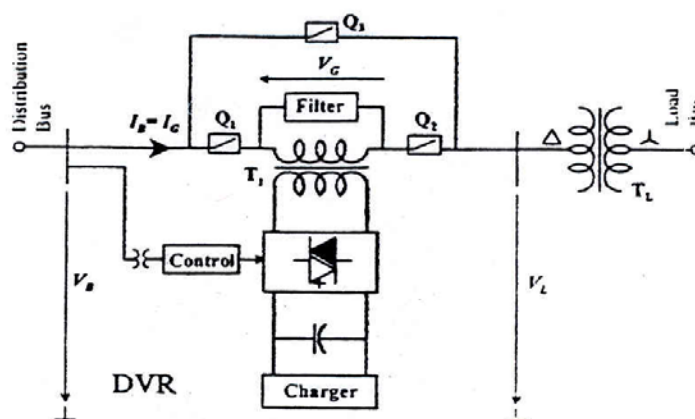
در شکل (۳-۵) ولتاژ سه فاز نامتقارن باس توزیع ولتاژهای تزریق شده توسط DVR و ولتاژ سه فاز متقارن خروجی نشان داده شده است.



شکل ۳-۵ - شکل موج ولتاژهای سه فاز قبل و بعد از DVR

ساختمان DVR

همانطور که قبلاً ذکر شده DVR با تزریق یک ولتاژ اضافه عمل اصلاح ولتاژ را انجام میدهد. برای تولید و تزریق چنین ولتاژی به اجزایی که در شکل (۴-۵) نشان داده شده نیاز میباشد.



ساختمان کلی DVR و اجزای آن

شکل (۴-۵) ساختمان کلی DVR و اجزای آن

حال به شرح هر کدام از این اجزاء می پردازیم:

مبدل منبع ولتاژ

وظیفه مبدل منبع ولتاژ تولید ولتاژ سینوسی با فرکانس قدرت و دامنه و فازی که سیستم کنترل آن را تعیین میکند از یک ولتاژ dc میباشد. از آنجایی که به کنترل ولتاژ فازها بطور جداگانه نیاز میباشد باید از سه واحد مبدل منبع ولتاژ تکفاز استفاده شود. الگوی کلید زنی مبدلها بصورت PWM میباشد و فرکانس هارمونیکهای ولتاژ خروجی را نوع الگوی کلید زنی و فرکانس کلید زنی سوئیچ ها تعیین میکند. دامنه مؤلفه اول ولتاژ خروجی توسط شاخص مدولاسیون تعیین میشود.

سوئیچ هایی که در بازوهای مبدل بکار میروند باید دارای قابلیت روشن و خاموش شدن با فرمان گیت باشند. در فرکانس های کم میتوان از GTO برای این منظور استفاده نمود . اما ار آنجایی که در قدرتهای بالا فرکانس کلید زنی GTO نسبتاً پائین بوده (معمولاً کمتر از ۵۰۰ هرتز) و از طرفی عملکرد دینامیکی سریع DVR نیازمند به فرکانس کلید زنی بالایی دارد لذا برای این منظور از عنصر جدیدی بنام IGCT (Integrated Gate Commutated Thyristor) (تایریستور کموتاسیون شونده با گیت مجتمع) استفاده میشود.



**4.5kV 4kA
IGCT**

IGCT : دارای تلفات هدایت اندک شبیه تریستورها بوده و از طرفی قابلیت های کلید زنی بسیار خوب IGBT را دارا میباشد مواردی از خصوصیات IGCT عبارتند از :

IGCT : دارای تلفات هدایت اندک شبیه تریستورها بوده و از طرفی قابلیت های کلید زنی بسیار خوب IGBT را دارا میباشد مواردی از خصوصیات IGCT عبارتند از :

قدرت بالا, افت ولتاژ حالت هدایت اندک , ولتاژ شکست زیاد , تلفات کلید زنی اندک , خاموش شدن بدون نیاز به شبکه اسنابر و سرعت کلیدزنی بالا.

منبع ذخیره انرژی نظیر بانکهای خازنی

همانطور که مطرح گردید مبدل منبع ولتاژ یک ولتاژ dc را به ولتاژ ac تبدیل میکند در DVR این ولتاژ dc میتواند توسط بانکهای خازنی و یا توسط باتریهای dc تامین شود و در مورد افت ولتاژهای لحظه ای که زمان و مقدار افت ولتاژ اندک باشد میتوان از یک بانک خازنی برای تامین انرژی مورد نیاز استفاده کرد. اگر جریانهای لحظه ای خط را با $i_T(t)$, $i_S(t)$, $i_R(t)$ نشان میدهیم و ولتاژهای لحظه ای تولید شده توسط DVR را با $\Delta U_T(t)$, $\Delta U_S(t)$, $\Delta U_R(t)$ نمایش میدهیم و ΔU_m , I_m , $\cos \theta_1$, T_{cor} به ترتیب زمان اصلاح ولتاژ (و یا ماکزیمم زمان اغتشاش), ضریب قدرت, جریان ماکزیمم و ولتاژ اضافه شده باشند, آنگاه انرژی که لازم است توسط واحد ذخیره انرژی در مدت زمان وقوع اغتشاش تامین شود و از رابطه زیر محاسبه میگردد:

$$E_{DC} = \int_{t_0}^{t_0+T_{cor}} [\Delta U_R(t) \cdot i_R(t) + \Delta U_S(t) \cdot i_S(t) + \Delta U_T(t) \cdot i_T(t)] dt$$

اما در مورد افت ولتاژهای با دامنه و زمان تداوم زیاد باید از باتریهای dc استفاده شود به هر حال چون اصلاح ولتاژ از طریق تزریق ولتاژ به شبکه مستلزم تزریق توانهای اکتیو و راکتیو به شبکه میباشد منبع مورد استفاده باید قادر به تامین انرژی مورد نیاز باشد.

مدت زمان وقوع اغتشاش از رابطه زیر محاسبه میگردد:

$$E_{DC} \leq 3 \cdot \Delta U_m \cdot I_m \cdot \cos \phi_1 \cdot T_{COR}$$

که در آن لحظه T_0 لحظه وقوع اغتشاش میباشد.

برای مثال در مورد یک بار با قدرت 4MVA و ضریب 0,85, در صورت بروز کمبود ولتاژ سه فاز ۳۸ درصدی به مدت ۱۵۰ میلی ثانیه خواهیم داشت:

$$E_{DC} \leq 3 \cdot \Delta U_m \cdot I_m \cdot \cos \phi_1 \cdot T_{COR} = 193.8 \text{ (Kj)}$$

"ادامه مطالب در بخش دوم مقاله"