www.wikipower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

www.wikipower.ir

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

طراحی جبران کننده های توان راکتیو برای شبکه قدرت

براساس برآورد بار و طرح های توسعه شبکه

WikiPower.ir

برای خرید فایل word این پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۲۵۶)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقدمه:

اغلب اجزاء سیستم توان الکتریکی مصرف می کنند.حتی اکثر مصرف کننده ها که بار سیستم محسوب می شوند توان راکتیو مصرف می کنند. بنابراین شبکه باید قابلیت تامین این توان راکتیو را داشته باشد و اگر بحث انتقال توان راکتیو به عللی امکان پذیر نبود باید این توان راکتیو در محل تولید شود.

این امر در مورد توان اکتیو هم صادق است اما قیود ومحدودیت های مربوط به انتقال آن به مراتب کمتر از توان راکتیو است.

نقش عمده توان راکتیو در شبکه کنترل ولتاژ روی نقاط کلیدی است.

ولتاژ باید به اندازه ای بالا باشد که بتواند بارها را تحمل کند واز طرفی نباید از حد شکست عایقی فراتر رود .عمل کنترل ولتاژها در نقاط کلیدی ، طی سالیان گذشته و از دیرباز و در سطح وسیع وسیله تولید یا مصرف توان راکتیو در نقاط کلیدی صورت میگیرد.

فشار روز افزون در جهت بهره برداری حداکثر ممکن از سیستم های انتقال لزوم این عمل کنترلی را بیش از پیش آشکار می سازد .

در سالهای دور به منظور رشد شبکه قدرت و برای حمایت ولتاژ و بهبود توانایی انتقال توان ، از کندانسور سنکرون استفاده می شد. توسعه سریع اقتصادی بودن خازن های موازی منجر به جایگزین شدن آنها به جای کندانسور سنکرون در سیستم انتقال گردید.

عملاً مشاهده شد وظائف کندانسور سنکرون را می توان از کلید زنی خازن های موازی باهزینه بسیار کمتر به دست آورد. بخشی از توان راکتیو در عناصرسری شبکه – مثلاً در راکتانس خطوط و ترانسفورماتور –

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مصرف می شود . از این رو ، یکی از روش های مستقیم افزایش توان انتقالی در سیستم انتقال و کاهش افت ولتاژ در سیستم توزیع ، جبران بخشی از راکتانس اندوکتیو سری به وسیله خازن های سری است .

البته عموماً این مسئله را از دیدگاه کاهش راکتانس مورد

عنایت قرار می دهند.

در جبرانسازی با خازن های سری به مسائلی بر می خوریم که آنها را برای استفاده درسیستم های توزیع نامناسب می کند ، لیکن بهترین شیوه افزایش ظرفیت توان انتقالی در موارد متعدد است

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول

کلیات

۱ ـ۱: ضرورت جبران سازی

در یک سیستم ایده آل،هر بار مصرفی طوری طراحی می شود که به جای آنکه در یک محدوده وسیعی از ولتاژ غیر قابل پیش بینی رفتار وعملکرد مناسبی داشته باشددر یک ولتاژ معین تغذیه بهترین عملکرد را داشته باشد.

در این فصل بصورت مختصربعضی ازمشخصه های سیستمهای قدرت وبارهایش که منجر به خراب کردن کیفیت تغذیه می شوند،با تاکید به آنهایی که با عمل جبرانسازی-یعنی با تامین یا جذب کردن مقدار مناسب توان راکتیو قابل تصحیح می باشند،شناسایی می گردند.

WikiPower.ir

۱ ـ۲: اهداف در جبران بار

جبران بار عبات است از مدیریت توان راکتیوکه به منظور بهبود بخشیدن به کیفیت تغذیه در سیستمهای قدرتacانجام می گیرد.اصطلاح جبران بار در جایی استعمال می شودکه مدیریت توان راکتیوبرای یک بار تنها انجام می گیردوبوسیله جبران کننده معمولاًدر محلی که در تملک مصرف کننده قراردارددر نزدیکی بار مصرفی نصب می شود.پاره ای از اهداف وروشهای بکار گرفته شده در جبران باربا آنچه که در جبران شبکه های وسیع تغذیه مورد نظر است بطورقابل ملاحظه ای تفاوت دارد.در جبران باراهداف اصلی سه گانه زیر مورد نظر است:

۱ -اصلاح ضریب توان

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲ -بهبود تنظیم ولتاژ

۳ -متعادل کردن بار

اصلاح ضریب توان به این معناست که توان راکتیو مورد نیاز بار به جای آنکه از نیروگاه دور تامین گردد در محل نزدیک بار تولید گردد.اغلب بارهای صنعتی دارای ضریب توان پس فاز هستندیعنی توان راکتیو جذب می نمایند.بنابراین جریان بارمقدارش از آنچه که برای تامین توان واقعی ضروری است بیشتر خواهد بود.تنها توان واقعی است که سر انجام در تبدیل انرژی مفید خواهد بودوجریان اضافی نشان دهنده،اتلاف است که مشتری نه تنها بایستی بهاء هزینه اضافی کابلی که آن را انتقال می دهد بپردازد بلکه تلفات ژولی اضافی ایجاد شده در کابل تغذیه را نیز می پردازد.

-تنظیم ولتاژدر حضور بارهایی که توان راکتیومصرفی آنها تغییر می کندیک موضوع مهم و در مواردی یک مساله بحران خواهد بود.توان راکتیو مصرفی کلیه بارها تغییر می کند،گرچه مقدار ومیزان تغییرات آنهاکاملاًمتفاوت است.این تغییرات توان راکتیودر تمامی مواردمنجر به تغییرات ولتاژدر نقطه تغذیه می گردد و این تغییرات ولتاژ بر عملکرد مفید و موثرکلیه وسایل متصل به نقطه تغذیه مداخله نموده ومنجر به امکان تداخل در بارهای مصرف کننده های مختلف می گردد.

بدیهی ترین روش بهبود ولتاژ((قوی تر کردن)) سیستم قدرت به کمک افزایش اندازه و تعدادواحدهای تولید کننده برق وباهرچه متراکم کردن شبکه های به هم پیوسته می باشد.این روش عموماً غیر اقتصادی بوده ومنجر به افزایش سطح اتصال کوتاه و مقادیر نامی کلیدها می شود.راه عملی تر و با صرفه تر این است که اندازه این سیستم قدرت برحسب ماکزیمم تقاضای توان واقعی طراحی شودوتوان راکتیو بوسیله جبران کننده هایی که دارای قابلیت انعطاف بیش از مولدها بوده ودر تغییرسطح اتصال کوتاه دخالت ندارند فراهم گردد.

مساله سومی که در جبران بار مد نظر است متعادل کردن بار است.اکثر سیستمهای قدرت ac سه فاز بوده وبرای عملکرد متعادل طراحی می شوند.عملکرد نا متعادل منجربه ایجاد مولفه های جریان

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

توالی صفرو منفی می گردد.اینگونه مولفه های جریان اثرا نا مطلوبی چون ایجاد تلفات در موتورها و مولدها،گشتاور نوسانی در ماشینهای ac افزایش ریپل در یکسو کننده ها،عملکرد غلط انواع تجهیزات،اشباع ترانسفورماتورها و جریان اضافی سیم زمین را به دنبال خواهد داشت.انواع خاصی از وسایل(منجمله برخی از جبران کننده ها)در عملکرد متعادل هارمونیک سوم راکاهش می دهند.درشرایط کارنامتعادل این هارمونی نیز در سیستم قدرت ظاهرمی شود.هارمونیک ها معمولاًبوسیله فیلترحذف می گردند.

۱ ۳: مشخصات یک جبران کننده بار

پارامترها وفاکتورهایی که بایستی در تعریف یک جبران کننده باردر نظر گرفت در لیست زیر بطور اجمال آمده است ومنظور ارائه لیست کامل نیست بلکه هدف ارایه یک ایده از نوع عملی جبران کننده ودر نظر گرفتن ملاحظات مهم است:

۱ -حداکثر توان راکتیوپیوسته مورد لزوم که بایستی جذب یا تولید گردد.

۲ -مقدار نامی اضافه بار و مدت زمان آن.

۳ -ولتاژ نامی و حدود ولتاژکه مقدار نامی توان راکتیو نبایستی از آن حدود تجاوز نماید.

۴ -فرکانس و تغییرات آن.

۵ -دقت لازم در تغییر ولتاژ.

۶ -زمان پاسخ جبران کننده در مقابل یک اغتشاش معین.

۷ -نیازمندیهای کنترل ویژه.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۸ -حفاظت جبران کننده وهماهنگی آن با حفاظت سیستم ودر نظر گرفتن محدودیت توان راکتیودر صورت لزوم.

۹ -حداکثر اعوجاج ناشی از هارمونیک بادر نظر گرفتن جبران کننده.

۱۰ - اقدامات مربوط به انرژی دار کردن واقدامات احتیاطی.

۱۱ - نگهداری ، قطعات یدکی،پیش بینی برای توسعه،وآرایش جدید سیستم در آینده.

۱۲ - عوامل محیطی،سطح نویز،نصب تاسیسات در محیط باز یا بسته،درجه حرارت،رطوبت،آلودگی هوا،باد و زلزله،نشتی در ترانسفورماتورها،خازنها،سیستمهای خنک کننده.

۱۳ - رفتار وعملکرددرمعرض ولتاژتغذیه نامتعادل ویا بارهای نا متعادل.

۱۴ - نیازمندیهای کابل کشی و طرح بندی وآرایش اجزاء قابل دسترسی بودن،محصور بودن،زمین کردن.

۱۵ - قابلیت اعتمادوخارج از سرویس بودن اجزاء.

در مورد جبران کوره های الکتریکی بایستی نسبت بهبود یا نسبت کاهش چشمک زدن به عنوان معیاری برای سنجش رفتار و عملکرد جبران کننده مشخص شود.

WikiPower.ir

۱ ۴: بایاس کردن توان راکتیو

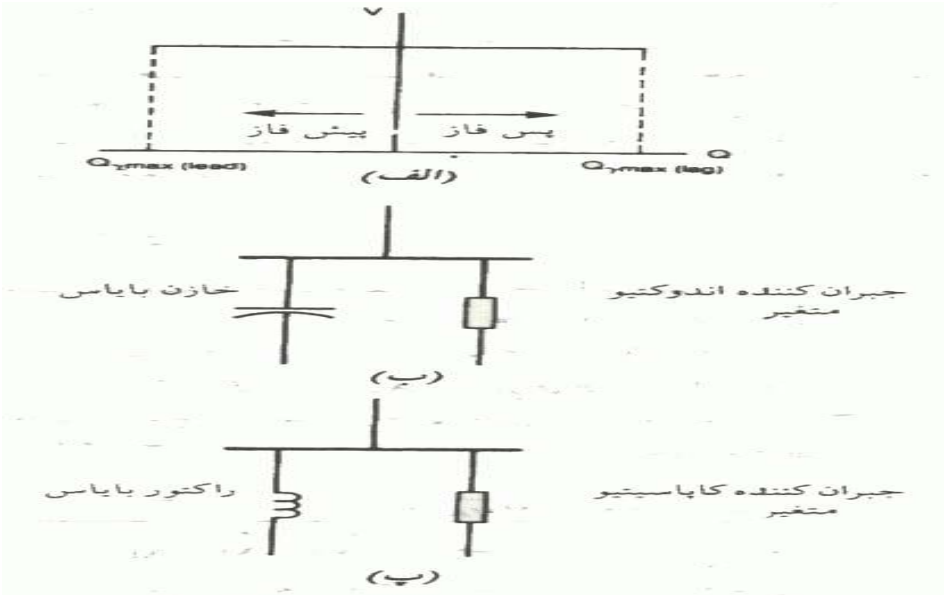
اگرتوان راکتیو قادر باشد از پیش فاز تا پس فاز تغییر نماید آنگاه بایستی مشخصه تنظیم شده V-Q جبران کننده مطابق شکل۱-الف در هر دو ربع مختصات امتداد یابد.یک مشخصه جبران کننده اندوکتیورا می توان بوسیله یک خازن موازی ثابت مطابق شکل ۱-پ بایاس کرد.و به همین صورت جبران کننده کاپاسیتیورا می توان با راکتور موازی ثابت به سمت ربع پس فاز مطابق شکل ۱-پ بایاس کرد.اگر چنانچه خازن موازی شکل ۱-ب بقدر کافی بزرگ باشد آنگاه جبران کننده اکتیو می تواند بایاس گرددطوریکه مشخصه آن کاملاًدر سمت ربع پس فاز پیش فاز قرار گیرد.وقتی جبران کننده اندوکتیو باخازن موازی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ثابت ترکیب می شود،جبران کننده قادر خواهد بودهم ولتاژ را تثبیت نمایدوهم ضریب توان میانگین باراندوکتیو را به واحد برساند.

حال به نظر میرسد که متمایز نمودن جبران کننده اندوکتیواز جبران کننده کاپاسیتیوقدری مصنوعی است. اما از نقطه نظر کاربردعملی حائز اهمیت است ز.یرا به استثناءکندانسورهای سنکرون تمامی جبران کننده های واقعی با کنترل جریان در بانک خازن یا راکتور کار می کنند.بعنوان مثال جبران کننده راکتورقابل اشباع بوسیله خازنهای موازی به سمت ربع پیش فازباياس می شود.یک راکتانس موازی ثابت از یک جبران کننده متغیرکه دارای توان راکتیونامی یکسان است ارزانتر است.ودرمواردی از نظر اقتصادی بهتر است که اندازه جبران کننده طوری باشدکه فقط باتغییرات توان راکتیوبار منطبق باشد،وبرای بدست آوردن ضریب توان میانگین مورد نظر آن راباراکتانس ثابت موازی بایاس نمود.برای نتایج دقیق تر،محاسبات دقیق ترمعادلات تنظیم ولتاژبصورت زیرضروریست.همچنین می توان به جای توان راکتیو،عملیات را بر حسب جریان انجام داد.

$$\Delta V = \frac{R_S \rho_l + X_S Ql}{V} + J\frac{X_S \rho_l - R_S Q_l}{V} \qquad (۱-۱)$$



شکل ۱- مشخصه تقریبی ولتاژتوان راکتیو جبران کنندهایده آل

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ب) جبران کننده اندوکتیومتغیربابایاس خازنی

پ)جبران کننده کاپاسیتیومتغیربابایاس القایی

همچنین با اضافه کردن یک جبران کننده به موازات بار می توان $|E|=|V|$ را در شکل صفحه بعد ایجاد کرد.یعنی تنظیم ولتاژ را به صفر رساندویا اینکه با وجود بار مقدار ولتاژتغذیه را در مقدار E ثابت نگه داشت.در نتیجه با توجه به شکل مقدار توان راکتیو Q_lدر معادله (2-1) با مقدار $Q_S = Q_l + Q_\delta$ جایگزین می شودو Q_δ در مقداری تنظیم می شودکه با چرخش ΔV ، $|E|=|V|$ گردد.از معادله بالا داریم:

$$|E|^2 = \left[V + \frac{R_S\rho_l + X_S Q_S}{V}\right]^2 + \left[\frac{X_S\rho_l - R_S Q_S}{V}\right]^2$$

(۳-۱)

مقدار مطلوب Q_l با حل این معادله برای Q_S وقتی که $|E|=V$ و $Q_\gamma = Q_S - Q_l$ باشدبدست می آیدکه با نتیجه گیری مهم زیر منجر می شود:

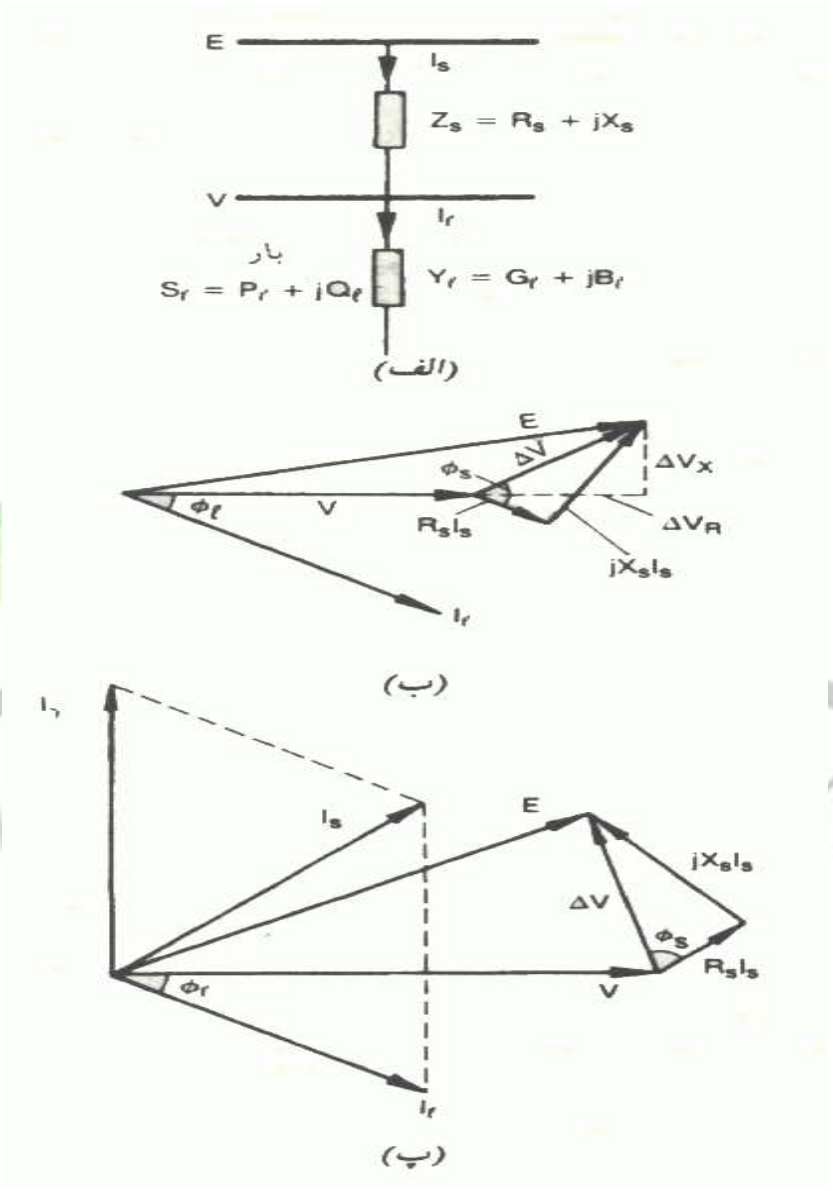
((یک جبران کننده راکتیو خالص قادر خواهد بود که تغییرات ولتاژ تغذیه را که در اثر توان واقعی و راکتیو بار بوجود می آید حذف نماید.))

در صورتیکه توان راکتیو یک جبران کننده بتواند بطور پیوسته در یک رنج کافی (در جهت پس فاز و پیش فاز)ودر یک میزان تغییرات کافی کنترل شود،جبران کنده می تواند بعنوان رگولاتور ولتا ژ ایده ال عمل نماید.

بایستی توجه داشت که فقط مقدار ولتاژ کنترل میشودوفاز آن بطور پیوسته با جریان بار تغییر می کند.پس یک نتیجه گیری مهم دیگر اینست که :

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

((جبران کننده راکتیو خالص نمی تواند در یک زمان هم ولتاژ را ثابت نگه دارد و هم ضریب توان را اصلاح نماید.))



الف) مدارمعادل بار دو سیستم تغذیه

ب) دیاگرام فازور

پ) دیاگرام فازور (جبران برای ولتاژ ثابت)

۱ ۵جبران کننده بار بصورت رگولاتور ولتاژ

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مشخصه کنترلی نشان داده شده در شکلهای ۳ –الف و ۳- ب را می توان بصورت زیر بوسیله سه عدد مشخص کرد:

۱ -ولتاژنقطه زانوی V_k

۲ -مقدار ماکزیمم یا نامی توان راکتیو $Q_{\gamma\max}$

۳ -ضریب بهره K_γ

ضریب بهره به صورت تغییر توان راکتیو Q_γ تقسیم بر تغییر ولتاژ تعریف می شود:

$$K_\gamma = \frac{dQ_\gamma}{dV}$$ بنابراین(۱-۴)

اگر مشخصه کنترلی خطی باشد آنگاه برای $Q_\gamma \langle Q_{\gamma\max}$ ، مشخصه به کمک معادله زیر نشان داده می شود:

$$V = V_k + \frac{Q\gamma}{K\gamma}$$ (۱-۵)

در شکلهای بالاضریب $K\gamma$ بی نهایت است و جبران کننده دقیقاً مقدار صحیح توان راکتیو را جذب یا تولید می کند تا مقدار ولتاژ نقطه تغذیه را در برابر تغییرات بار ثابت نگه دارد. حال با در نظر گرفتن مقدار معینی برای ضریب بهره $K\gamma$ خواص تنظیم کنندگی ولتاژجبرن کننده را وقتیکه در سیستم با اتصال کوتاه معین S_{cr} کار می کند تعیین می کنیم.

ولی سوال اصلی این است که چگونه مقدار ولتاژنقطه تغذیه با بار تغییر می کند(مخصوصاً با توان راکتیو بار)؟

با توجه به مطالب بالا ،جبران کننده ایده آل در عملکرد تنظیم کنندگی ولتاژخود دارای ضریب بهره معین K_γ است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در عمل مقادیرخیلی زیاد $K\gamma$ به ندرت وجود دارد،زیرا مقادیر زیادپایداری سیستم رادر نقطه کار جبران کننده ضعیف می نمایدودر برخی از انواع معین جبران کننده هاطراحی آن با ضریب بهره زیاد،ذاتاً گرانقیمت است.بنابراین بررسی رفتار جبران کننده با $K\gamma$ معین حائز اهمیت است.

بررسی را بر پایه هر فازیا تک فاز وبا فرض متعادل بودن شرایط ادامه میدهیم.فرض می شودکه نسبت $\frac{X_S}{R_S}$ سیستم تغذیه بزرگ باشدواز تغییرات توان بارصرفنظرگردد.تعادل توان راکتیوبوسیله رابطه زیر بیان می شود:

$$Q\ell + Q\gamma = Q_S \qquad (۶-۱)$$

مشخصه ولتاژسیستم یا خط بار بوسیله معادله زیربدست می آید:

$$V = E\left[1 - \frac{Q_S}{S_{CC}}\right] \qquad (۷-۱)$$

(به شکل ۴- الف مراجعه شود) .گرادیان خط بارنشان دهنده حساسیت ذاتی ولتاژسیستم تغذیه نسبت به تغییرات توان راکتیو Q_S است.بنابراین:

$$\frac{dV}{dQ_S} = -\frac{E}{S_{SC}} \qquad (۸-۱)$$

سطح اتصال کوتاه بالا منجر به کاهش حساسیت ولتاژگردیده و خط بار را مسطح می نمایدودر نتیجه گفته می شود که سیستم محکم است.

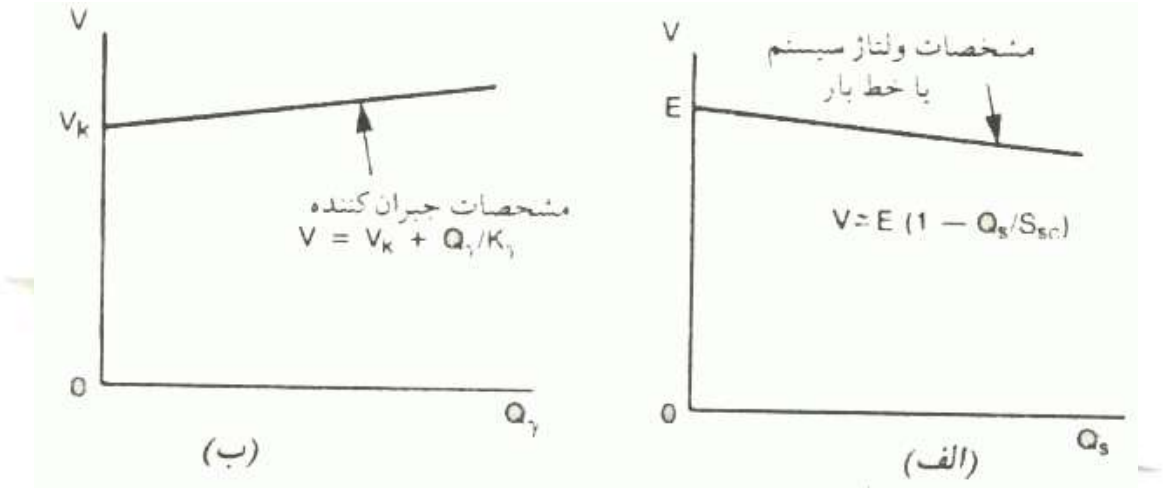
در حالت جبران نشده $\begin{matrix} Q\gamma = 0 \\ Q_S = Q\ell \end{matrix}$، طوریکه حساسیت ولتاژنسبت به توان راکتیوبار $Q\ell$ برابر حساسیت ذاتی یعنی $-\frac{E}{S_{SC}}$ می باشد.در حضور جبران کنده از معادلات (7-1) و (6-1)

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

داریم:

چون $Q\gamma$ تابعی از V است،حسایت تغییر خواهد کرد.

$$V \cong E\left[1-\frac{Q\ell+Q\gamma}{S_{SC}}\right] \qquad (۸-۱)$$



WikiPower.ir

شکل ۴-الف : مشخصه تقریبی ولتاژ-توان راکتیو

ب) مشخصه ولتاژتوان جبران کننده ایده آل

توان راکتیو جبران کننده $Q\ell$ بوسیله تفاوت ولتاژ V-VK مطابق معادله ۵ بدست می آید.(به شکل ۴- ب مراجعه شود.) طوریکه :

$$Q\gamma = K_\gamma (V - V_K) \qquad (۱۰-۱)$$

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

قبلاً ملاحظه کردیم که ضریب بهره بالای $K\gamma$ یک مشخصه $\frac{V}{Q}$ مسطح را ایجاب می کند.یعنی یک مشخصه ولتاژ ثابت محکم بدست می آید.بر حسب پریونیت یک ضریب بهره مثلاً 40Pu به این معناست که برای یک تغییر در ولتاژ V یا $(V-V_K)$ برابر ۱/۴۰ یا 0.025Pu توان راکتیو جبران کننده از مقدار ۰ تا ۱ تغییر می کند.در ذیل آسانتر است که از پریونیت استفاده نماییم که در ان توان راکتیو مبنا $Q_{\gamma\max}$ وولتاژ مبنا E خواهد بود.

اثر جبران کنده با جایگزینی مقدار $Q\gamma$ از معادله (1-9) مشخص می گردد با این صورت که :

$$V=E\left[\frac{1+K_\gamma V_K/S_{SC}}{1+K\gamma E/S_{SC}}-\frac{Q\ell/S_{SC}}{1+K\gamma E/S_{SC}}\right] \qquad (۱۱-۱)$$

این معادله نشان می دهد که چگونه ولتاژنقطه تغذیه نسبت به توان راکتیو بار $Q\ell$ با وجود جبران کننده وبا شرایط $Q\gamma\langle Q_{\gamma\max}$ تغییر می کند.گرچه تقریبی است اما پارامترهای مهم ، یعنی توان راکتیو بار مشخصه V_K ، $K\gamma$ جبران کننده ، و مشخصه E و S_{SC} سیستم را مستقیماً نشان میدهد.

اگر بار جبران نشده باشد داریم $K\gamma=Q\gamma=0$ ومعادله (11-1) به معادله ۵ تقلیل می یابد.

از معادله (11-1) واضح است که جبران کننده دارای دو اثر است :

((جبران کننده ولتاژنقطه تغذیه در حالت بی باری را تغییر می دهدوحساسیت ولتاژنقطه تغذیه نسبت به توان راکتیو بار را تغییر می دهد.))

اگر ضریب بهره جبران کننده $K\gamma$ مثبت باشد،آنگاه حساسیت ولتاژ به معادله زیر تقلیل می یابد:

$$\frac{dV}{dQ\ell}=-\frac{E/S_{SC}}{1+K\gamma E/S} \qquad (12\text{-}1)$$

حال اگر از رابطه ۱۱ با فرض $V_K=E$ در حالت بی باری معادله زیر را بنویسیم:

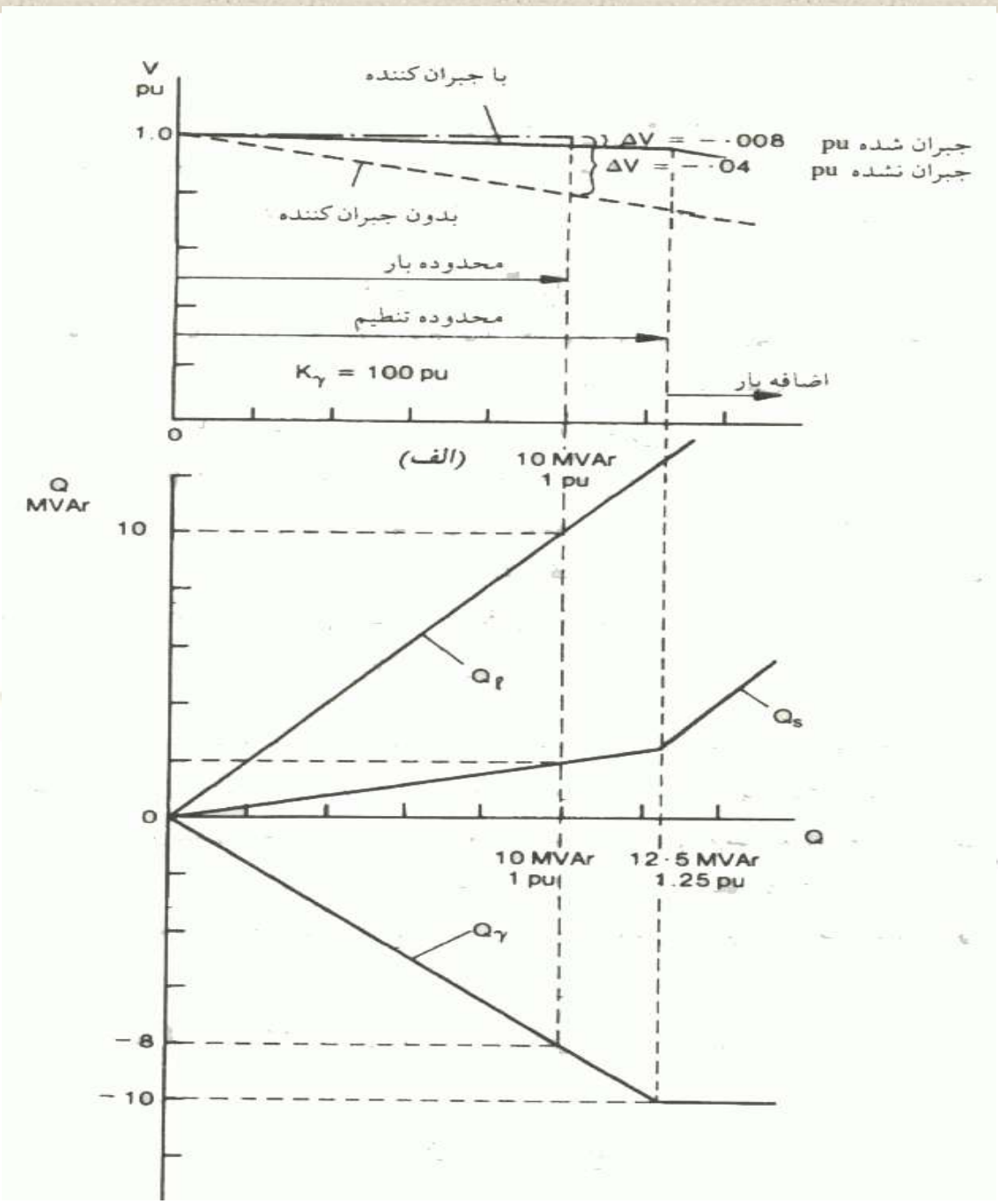
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\frac{1}{K_S} = -\frac{E}{S_{SC}}$$

آنگاه K_S نشان دهنده ضریب بهره سیستم است که برابر است با میزان توان راکتیوی که بایستی از سیستم جذب شود تا اینکه ولتاژ سیستم به اندازه واحد تنزل یابد.بنابراین K_S سیستم با $K\gamma$ جبران کننده شباهت داردونقشی که جبران کننده در تعیین حساسیت کلی ولتاژنقطه تغذیه نسبت به توان راکتیو بار دارد، تابعی از نسبت $K\gamma / K_S$ می باشد مشروط بر اینکه $Q\gamma \langle Q_{\gamma \max}$ باشد. رابطه بین مشخصه ها با فرض اینکه $S_{SC} = 250MVA$ و $Q_{\gamma \max} = 10MVA$ یعنی جبران کننده کاپاسیتیو در شکل ۵ نشان داده شده است. بدلیل اینکه ضریب بهره جبران کننده مقدار معینی است جبران توان راکتیو کامل نیست و Q_S از مقدار ۰ تا ۲ تغییر می کند. هنگامیکه توان راکتیو بار با توان راکتیو نامی جبران کننده برابر است، جبران کننده هنوز 2MVA را در اختیار دارد، بطوریکه محدوده تنظیم در این مثال به سمت محدوده اضافه بار با توان راکتیو بار 12.5MVA توسعه می یابد.

WikiPower.ir

www.wikipower.ir
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



الف) –مشخصه ولتاژ—توان سیستم جبران شده

ب) – دیاگرام تعادل توان راکتیو

فصل دوم

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تئوری کنترل توان راکتیودر سیستمهای

انتقال الکتریکی در حالت ماندگار

۲-۱: نیازمندیهای اساسی در انتقال توان ac

انتقال مقدار عظیم توان الکتریکی ac وقتی امکان پذیر است که نیازمندیهای اساسی زیر بر آورده گردد:

۱ -ماشین سنکرون بزرگ بایستی در وضعیت سنکرون باقی بمانند.

یکی از محدودیت های بهره برداری از خطوط انتقال این است که در یک خط با طول معین با افزایش توان انتقالی ، پایداری آن کاهش می یابد(بدون بروز اغتشاش فاحش) در سطح معینی از سطح انتقالی سیستم ناگهان نا پایدار می شود .ماشینهای سنکرون در دوانتهای خطا از سنکرون خارج می شوند که این سطح توان انتقالی به حد پایداری ماندگار موسوم است.زیرا ماکزیمم توانی است که می تواند در حالت ماندگار انتقال یابد .(البته از نظر تئوری).

۲ -ولتاژ بایستی نزدیک مقادیر نامی آنها نگه داشته شود.

دومین نیاز مندی اساسی شبکه انتقال ac نگه داری سطوح صحیح ولتاژ است.سیستمهای قدرت جدید ولتاژهای غیر عادی را حتی برای مدت زمان کوتاه هم تحمل نمی کنند.کاهش ولتاژ عموماًدر اثر بار زیاد ویاقطع تولید ایجاد می شودمنجر به رفتار عملکرد نا مطلوب بار مخصوصاًموتورهای القایی می شود. اضافه ولتاژ بدلیل ریسک جرقه زدن و شکست عایق یک شرایط خطرناکی است.اضافه ولتاژ منشا متعددی دارد .کاهش بار در قسمتهای معینی از سیکل بار روزانه سبب افزایش ولتاژ تدریجی می شود.اگر این اضافه ولتاژ کنترل نگردد، سبب کاهش عمر مفید عایقها می گردد،حتی اگر چناچه به سطح شکست عایق نرسیده باشد.اضافه ولتاژ ناگهانی از قطع بار یا تجهیزات دیگر سیستم ناشی می شود . در حالیکه اضافه ولتاژ سریع و تند از عمل کلید زنی اتصال کوتاه و رعدوبرق ناشی می شود.در سیستم انتقال طولانی اگر چنانچه از جبران کننده استفاده نشده باشداثر فرانتی مقدار توان انتقالی و فاصله انتقال را محدود می کند.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۲ : خطوط انتقال جبران نشده

الف – پارامترهای الکتریکی

یک خط انتقال با ۴ پارامتر پخش شده مشخص می گردد :

مقاومت سریr و اندوکتانس سری l و کنداکتانس موازی g و کاپاسیتانس c .

تمامی ۴ پارامتر توابعی از طرح خط یعنی اندازه هادی،نوع،فاصله هادی ها،ارتفاع آنها از زمین،فرکانس و درجه حرارت هستند.در مشخصه رفتار خط اندوکتانس سری وکاپاسیتانس موازی غلبه دارند.در این رفتارمقاومت سری آنچنان تاثیری نداردودر مشخص کردن تلفات اهمیت پیدا می کند.در این مبحث از کنداکتانس موازی همصرفنظر شده است ومقادیر نامی توالی مثبت در نظر گرفته شده اند.

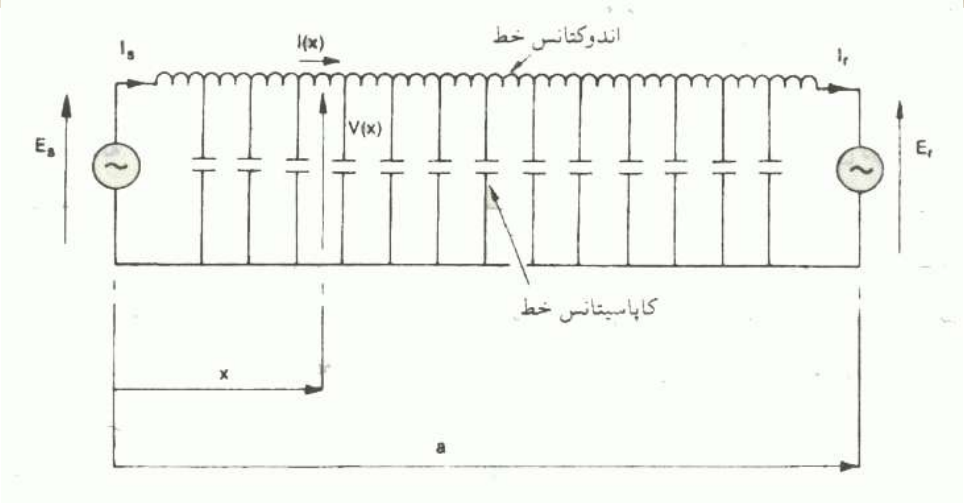
شکل ۱ مدار معادل یک فاز خط انتقالی که ماشینهای سنکرون مشابه در ابتدا و انتهای آن متصل شده است را نشان می دهد.به چنین خطی که دارای معادله اساسی :

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \Gamma^2 v \quad \text{و} \quad (۱-۲)$$

$$\Gamma^2 = (r + j\omega\ell)(g + j\omega c) \quad (2\text{-}2)$$

می باشد ،خط متقارن گفته می شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



-- نمایش خط انتقال طویل به کمک اجزاء متمرکز

WikiPower.ir

۲-۳ : خط مدار باز جبران نشده

پروفایل ولتاژ و جریان:

یک خط بدون تلفات که انتهایش باز واز ابتدا توسط ژنراتور انرژی دار می شود بوسیله معادله زیر تعریف می شود :

$$V(x) = V_r COS\beta(\alpha - x) + JZ_0 I_r \sin(\alpha - x) \qquad (۳-۲)$$

که با $I_r = 0$ خواهیم داشت :

$$V(x) = V_r \cos\beta(\alpha - x) \qquad (4\text{-}2)$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$I(x) = j\left[\frac{V_r}{Z_0}\right]\sin\beta(\alpha - x) \qquad (5\text{-}2)$$

ولتاژ وجریان در ابتدای خط از این معادلات با x=0 بدست می آید:

$$E_s = V_r \cos\theta \qquad (6\text{-}2)$$

که و V_r همفاز هستند وبا این حقیقت که توان انتقالی صفر است سازگار می باشد.

پروفایل ولتاژ خط که بوسیله معادله (4-2) بیان شد را می توان بر

حسب E_s به شکل بهتری نوشت :

$$V(x) = E_S \frac{\cos\beta(\alpha - x)}{\cos\theta}$$

بطریق مشابه پروفایل جریان از رابطه زیر بدست می آید.

$$I(x) = j\frac{E_S}{Z_0}\frac{\sin\beta(\alpha - x)}{\cos\theta} \qquad (8\text{-}2)$$

در عمل افزایش ولتاژمدار با بزرگتر از مقداریست که از معادله 6-2 که در آن ولتاژ در ابتدای خط ثابت فرض شده است.با باز شدن ناگهانی انتهای خط ولتاژ در ابتدای خط بلافاصله به مقدار ولتاژ مدار باز ژنراتور ابتدای خط افزایش می یابد یعنی ولتاژترمینال تقریباًبه اندازه افت ولتاژ در راکتانس اتصال کوتاه که بواسطه عبور جریان قبل از مدار باز بوجود می آمد افزایش پیدا می کند.این موضوع علیرغم اهمیت عملی آن بیشتر مورد بررسی قرار نخواهد گرفت ولی توجه می دهیم که بطور نمونه مطلوبست که در بدترین شرایط یعنی وقتیکه تمام خطوط موازی در مدار هستند کمترین ژنراتورها در مدار هستند،تحریک ژنراتورها هنوز عمل کاهش ولتاژ را انجام نداده اند.بایستی افزایش ولتاژدر ابتدای خط تا ۲۵٪ ودر انتهای خط تا ۴۰٪ محدود شود.

مقدار I_s در شکل برابر ۴۲.۹٪ جریان مربوط به بار طبیعی خط است.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۴ : خط جبران نشده در حالت بار داری

اثر طول خط ،توان بار وضریب توان بر ولتاژ وتوان راکتیو:

خط شعاعی با ولتاژثابت در ابتدای خط،یک بار با $P+jQ$ واقع در انتهای خط انتقال جریان زیر را می کشد :

$$I_r = \frac{P - jQ}{V_r} \qquad (9\text{-}2)$$

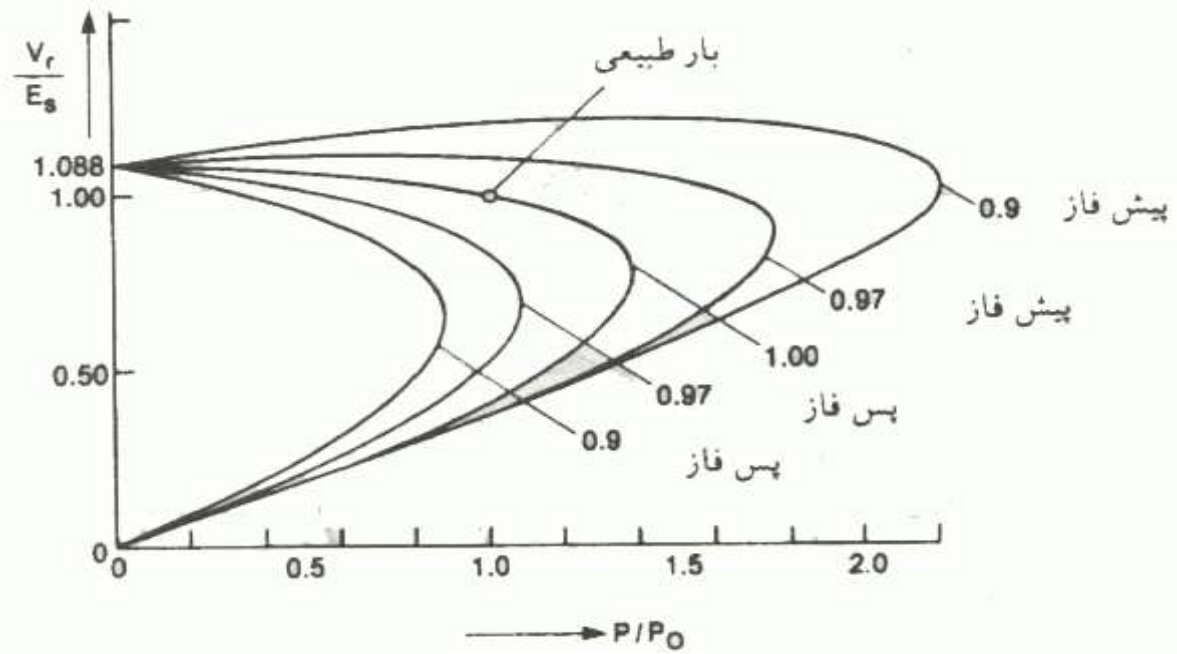
اگر خط بدون تلفات در نظر گرفته شود ولتاژابتدای خط وانتهای خط نیز بوسیله رابطه زیر به هم ارتباط داده می شوند :

$$E_S = V_r \cos\theta + jZ_0 \sin\theta \frac{P - jQ}{V_r} \qquad (10\text{-}2)$$

چند خاصیت مهم انتقال ac از شکل بوضوح استنباط می شود برای هر ضریب توان بار یک حداکثر توان انتقالی وجود دارد.برای هر مقدار P کمتر از ماکزیمم دو جواب برای V_r وجود دارد.(یعنی دو ریشه معادله(2-10) . عملکرد نرمال سیستم قدرت همیشه در مقدار بالایی ولتاژاست که در محدوده حول 1 pu قرار دارد.

وقتی P=Q=0 معادله 2-10 به معادله 2-6 که مربوط به شرایط مدار باز است تقلیل می یابد.همچنین از شکل بوضوح بر می آید که پروفایل ولتاژ مسطح در ضریب واحد وقتی که $P = P_0$ است بدست می آید،یعنی $V_r = E_S$ است.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



--- مقدار ولتاژ انتهای خط ،در یک خط شعاعی ۲۰۰ مایل بدون تلفات،بصورت تابعی از توان بار وضریب توان

ضریب توان بار یک تاثیر شدیدی بر روی ولتاژ انتهای خط دارد.بارهای با ضریب قدرت پس فاز ،با ضریب قدرت واحد یا با ضریب قدرت پیش فاز بالا،تمایل دارند که با افزایش P ولتاژ V_r را کاهش دهند.در بارهای با ضریب قدرت پیش فاز (به استثناء آنهاییکه نزدیک به ۱ هستند) ولتاژ V_r افزایش می یابدتا وقتیکه P به مقدار خیلی بالاتر برسد.بارهای با ضریب قدرت پیش فاز توان راکتیو تولید می کنند که تکمیل کننده توان راکتیو بارگیری خط است وولتاژ خط را تقویت می نمایند.

۲-۵ :نیازمندی توان راکتیو

نیازمندی توان راکتیو خط بوسیله ولتاژ وسطح انتقالی مشخص می شود.اهمیت دارد که بدانیم این نیاز مندیها چیست.زیرا اینها هستند که مقادیر نامی توان راکتیو ماشینهای سنکرون ترمینال و همچنین وسایل جبران کننده راتعیین می کنند.باید توجه داشت که ضریب توان ترمینال منتجه تمام مدارهایی

است که به آن طرف خط متصل گردیده اند.بعنوان مثال اگر بار القایی در ابتدای خط متصل شود به ژنراتور سنکرون در جذب توان راکتیو بارگیری خط کمک می نماید.بطور کلی ،بدون حضور وسایل جبران کننده ،ماشینهای سنکرون بایستی تفاوت بین توان راکتیو خط وبار محلی را تولید ویا جذب نمایند.

در نقطه میانی خط $P_m + jQ_m = V_m I_m^* = P$ که P توان انتقالی است.توجه اینکه $Q_m = 0$ یعنی بعد از نقطه میانی توان راکتیو عبور نمی کند.توان واقعی و راکتیو که بایستی در ابتدای خط فراهم شود برابر است با

$P_s + jQ_s = E_s I_s^*$ عبارت Q_s را می توان بصورت زیر منظم کرد با استفاده از رابطه :

$$P_0 = \frac{V_0^2}{Z} \quad \text{و} \quad P_m = V_m I_m \quad \text{داریم :}$$

$$Q_s = P_0 \frac{\sin\theta}{2}\left[\left(\frac{P}{P_0}\right)^2\left(\frac{V_0}{V_m}\right)^2 - \left(\frac{V_m}{V_0}\right)^2\right] \qquad (11\text{-}2)$$

این معادله نشان می دهد که چگونه ولتاژ نقطه میانی خط متقارن با توان راکتیو مورد لزوم رابطه دارد. از روی تقارن میتوان گفت که معادله 2-11 به هر دو انتهای خط اعمال می شود وهر طرف نیمی از خط کل را تغذیه می کند.با توجه به علامت قراردادی توان راکتیو میتوان نوشت $Q_s = -Q_r$ جاییکه $P = P_0$ باشد یعنی در بار طبیعی باشد،اگر $V_m = 1pu$ معادله ۱۱-۲ نتیجه می دهد که $Q_s = 0$ نتیجه ای که برای مان آشناست.

در حالت بی باری یعنی p=0 اگر ولتاژ ترمینال تنظیم شوند طوریکه $E_s = E_r = V_0 = 1pu$ وسپس $I_m = 0$ باشد :

$$Q_s = -P_0 tg\frac{\theta}{2} \qquad (12\text{-}2)$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

که این معادله با معادله $P=0$ و نشان میدهد که توان رامیتوان ابتدای خط همان توان بارگیری نصف خط است.اگر ولتاژهای ترمینال بطور پیوسته تنظیم شوند طوریکه ولتاژ نقطه میانی $V_m = V_0 = 1pu$ در تمام سطوح توان انتقالی باشدآنگاه

از معادله 2-11 داریم :

$$Q_s = P_0 \frac{\sin\theta}{2}\left[(\frac{P}{P_0})^2 - 1\right] = -Q_r \qquad (۱۳-۲)$$

بعلاوه بازای $V_m = V_0$ می توان نشان داد :

$$E_s = V_m\sqrt{1-\sin^2\frac{\theta}{2}}\left[1-(P/P_0)^2\right] = E_r \qquad (۱۴-۲)$$

این دو معادله رفتار کلی خط متقارن را نشان می دهد.اگر $P\langle P_0$ ولتاژ نقطه میانی بزرگتر از ولتاژ ترمینال است.

اگر $P\rangle P_0$ عکس این مطلب صادق است و برای $P = P_0$ پروفایل ولتاژ مسطح مثبت است.نشان دهنده این است که در دو انتهای خط توان راکتیو جذب می شود.وقتی $P\rangle P_0$ نشان دهنده کمبود توان راکتیو جذب است.توان راکتیو اضافی ویا توان راکتیو کمبود خط را می توان بوسیله جبران کننده ها تصحیح کرد که در فصل بعدی توضیح داده خواهد شد.

بواسطه وجود اغتشاشات دایمی کوچک در توان انتقالی در هر سیستم واقعی و همچنین اغتشاشات فاحش اتفاقی که در اثر خط و یا عمل کلیدزنی بوجود می آید عملاً خط جبران نشده قادر نخواهد بود خیلی نزدیک به حدپایداری مانگار خودش کار کند.یک مارجین (فاصله اطمینان) لازم است و بر اساس تجربه یک قانون کلی است که زاویه بار در خط جبران نشده نبایستی بیش از ۳۰ درجه تجاوز نماید که در این زاویه خط نصف توان ماکزیمم را انتقال می دهد. مقادیر کوچک توان می تواند بطور پایدار از خطوط طولانی تر انتقال داده شود، اما وقتی از جبران کننده استفاده نمی شود حداکثر طول مجاز خط

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

هنوز بوسیله مقدار ولتاژ بی باری V_m با مقادیر نامی توان راکتیو ماشینهای سنکرون (که در حالت بی باری جذب و یا در تمام بار تولید می کنند) محدود می گردد.

عبارت دیگری برای نیازمندی توان راکتیو :

همانطوریکه در بخش قبل معادله 2-11 برای توان راکتیو مورد نیاز در ابتدا وانتهای خط با V_m بدست آمد می توان یک فرمول دیگر برای توان راکتیو در انتهای خط بدست آورد که :

$$Q_r = \frac{V_r(V_s\cos\delta - V_r\cos\theta)}{Z_0\sin\theta} \qquad (۱۵-۲)$$

یک روش مشابهی را می توان بکار برد تا فرمول زیر را برای توان راکتیو در ابتدای خط بدست آورد .

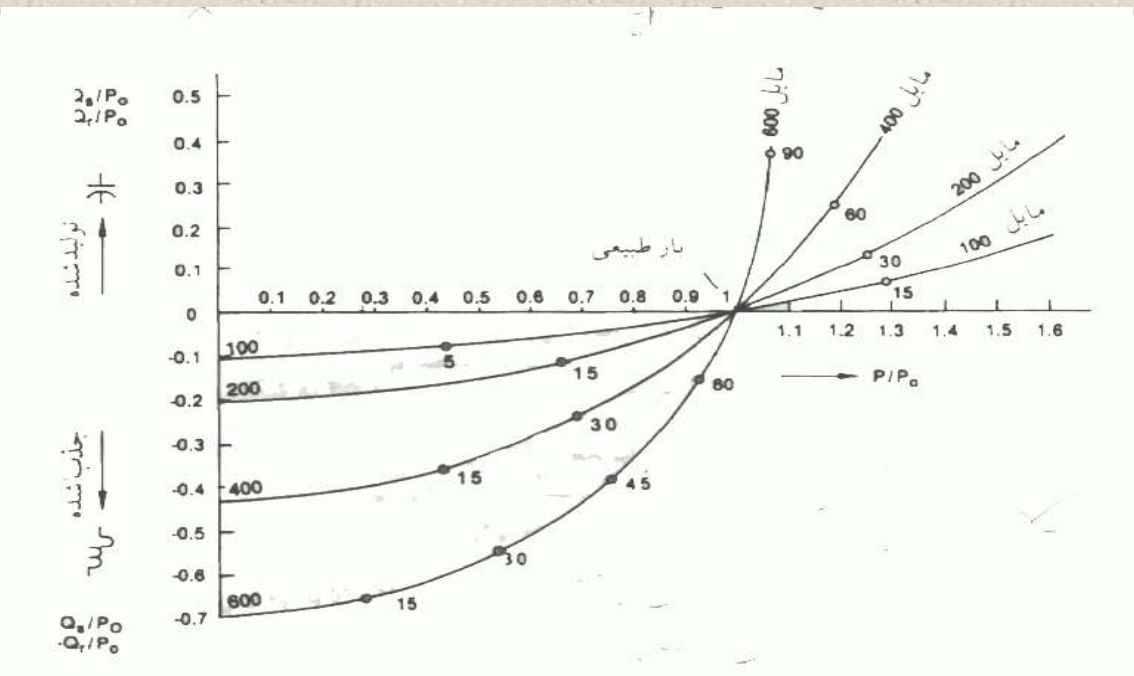
$$Q_s = \frac{V_s(V_r\cos\delta - V_s\cos\theta)}{Z_0\sin\theta} \qquad (۱۶-۲)$$

این عبارت برای وقتیکه خط متقارن نباشد یعنی $V_S \neq V_r$ باشد قابل قبول است اگر $V_s = V_r$ خط متقارن بوده و داریم :

$$Q_s = \frac{{V_S}^2(V_r\cos\delta - \cos\theta)}{Z_0\sin\theta} = -Q_r \qquad (۱۷-۲)$$

که اگر $P\langle P_0$ و $V_s = 1pu$ و δ کوچکتر از θ و $\cos\delta\rangle\cos\theta$ ، Q_s منفی است در حالیکه Q_r مثبت است.این مطلب بیانگراینست که توان راکتیو در ابتدای خط و انتهای خط هر دو جذب می شوند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



نیازمندی توان راکتیو در ترمینالهای خط متقارن بصورت تابعی از توان انتقالی و طول خط

۲-۶ : خطوط انتقال جبران شده

۲-۶-۱ : انواع جبران سازی Z_0 - مجازی ، θ - مجازی

در این مبحث جبرانسازی به معنای تغییر مشخصات الکتریکی خط به منظور افزایش ظرفیت توان انتقالی و بر آورده کردن نیازمندیهای انتقال که در بخش قبلی بیان شد می باشد. با این هدف کلی یک سیستم جبران کننده ایده آل اعمال زیر را انجام خواهد داد :

۱ -در ایجاد یک پروفایل ولتاژ مسطح در تمامی سطوح انتقال توان مساعدت می نماید.

۲ -با افزایش حد اکثر توان انتقال پایداری را بهبود می بخشد.

یک روش مقرون به صرفه در جوابگویی به نیاز توان راکتیو در سیستم انتقال را فراهم می کند.

عددیکه برای ارزیابی میزان تاثیر سیستم جبران کننده بکار می رود عبارت است ازحاصلضرب طول خط در ماکزیمم توان انتقالی .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- یک پروفایل ولتاژ مسطح حاصل می شود اگر چنانچه امپدانس ضربه ای موثر خط تغییر داده شود طوریکه مقدار مجازی Z_0' را دارا گردد که $P_0' = \frac{V_0^2}{Z_0'} = P$ (۲-۱۸) که در آن P توان واقعی است که بایستی انتقال یابد و V_0 ولتاژ نامی خط است.جبران کننده ایده آل بایستی توانایی تغییرات سریع داشته باشد.جبران کننده ای که نقش تغییر Z_0 یا P_0 را دارد به جبران امپدانس ضربه ای یا جبران Z_0 موسوم است. کنترل کردن امپدانس ضربه ای مجازی به منظور انتقال توان مشخص به این معنا نیست که اطمینان حاصل نماییم که در انتقال توان در فاصله های طولانی تر ،پایداری حفظ گردد.در عمل در غیاب جبران کننده در فواصل خیلی کوتاهتر پایداری یک فاکتور محدود کننده می باشد.

هر دو پارامتر اساسی خط یعنی Z_0 و θ از طریق تاثیر بر روی زاویه انتقال δ بر پایداری تاثیر می گذارند. وقتی خطی از طریقی جبران می شود که معادله ۲-۱۸ را برقرار نماید تا پروفایل ولتاژ مسطح بدست آید.برای نیل به این مقصود دو روش جبران بکار گرفته شده است . یکی کاربرد خازنهای سری و کاهش X_ℓ و در نتیجه کاهش θ است.زیرا در فرکانس پایه $\theta = \sqrt{\frac{X_\ell}{X_c}}$ می باشد.این روش به جبران طول الکتریکی خط یا جبران θ موسوم است. روش دیگر این است که خط را به بخشهای کوچکتر تقسیم می کنیم که تقریباًهر بخش از بخشهای دیگر مستقل باشد.(به جز آنکه همگی توان مشترکی را انتقال می دهند).این روش به جبران با تقسیم بندی خط موسوم است.این کار با اتصال دادن جبران کننده ها ولتاژ ثابت در فواصل مختلف خط انجام می شود.

۲-۷ :جبران کننده های اکتیو و پاسیو

مفید است که جبران کننده های پاسیو از جبران کننده های اکتیو تمیز داده شوند.جبران کننده های پاسیو شامل خازنها و راکتورهای موازی، خازنهای سری می باشند.این وسایل جبران کننده ممکن است بطور دائم در مدار قرار گیرند و یا به مدار سوئیچ شوند.اما عموماً قادر به تغییرات پیوسته

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نخواهند بود.اینها با تغییر دادن کاپاسیتانس و اندوکتانس طبیعی کار می کنندو کارشان اساساً استاتیک است.قطع نظر از عمل سوئیچینگ ، غیر قابل کنترل می باشند.

جبران کننده های پاسیو فقط برای جبران امپدانس ضربه ای ، و جبران طول خط بکاربرده می شوند.بعنوان مثال راکتورهای موازی برای جبران اثرات خازن پخش شده خط،مخصوصاً برای محدود کردن ،افزایش ولتاژ ناشی از بی باری یا بار کم بکاربرده می شوند.امپدانس ضربه ای مجازی را افزایش و بار طبیعی مجازی را کاهش می دهند.از خازنهای موازی برای افزایش خاصیت کاپاسیتانس خط در شرایط بار زیاد استفاده می شود.اینها با تولید توان راکتیو موجب افزایش ولتاژ می گردند.امپدانس مجازی ضربه ای را کاهش وبار مجازی را افزایش می دهند.از خازنهای سری درجبران طول خط استفاده می شود.

- جبران کنده های اکتیو معمولاً جبران کننده های موازی هستند که دارای این خصیصه هستند که قادرند ولتاژ را در ترمینال خودشان ثابت نگه دارند.این عمل را با تولید ویا جذب مقدار صحیح مورد نیاز توان راکتیو به منظور جبران تغییرات ولتاژ در نقطه اتصال انجام می دهند.آنها معمولاً قادرند تغییرات سریع و پیوسته را فراهم آورند.کنترل آنها ممکن است ذاتی نظیر جبران کننده قابل اشباع و یا بوسیله یک سیستم نظیر کندانسورسنکرون وجبران کننده های تایریستور انجام گیرد.در کاربرد جبران توان راکتیو تا حد امکان بایستی ملاحظات اقتصادی را رعایت کرد.در بعضی موارد واردکردن تغییرات در سیستم طراحی شده موجود به منظور مدیریت توان راکتیو در مقایسه با نصب وسایل جبران کننده روشی ارزانتر می باشد.بعنوان مثال با وارد کردن سیگنالهای فیدبک در رگولاتور ولتاژ اتوماتیک ماشینهای سنکرون می توانند پایداری سیستم و توان انتقالی را افزایش داد.مثال دیگر اینکه خازنها و راکتورهای موازی می توانند پس از یک پریود تغییرتکاملی در پاترن (الگوی) بار سیستم دوبار جایابی شوند.

کاربردهای دیگر جبران کننده ها در سیستم انتقال شامل مدیریت توان راکتیو عبوری از خطوط به منظور کاهش تلفات،مستهلک کردن نوسانات،فراهم کردن توان راکتیو مورد نیاز مبدلهای DC می

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

باشد.در زمینه توسعه وسایل جبران تلاش و فعالیت بر روی کنترلر استاتیک توان راکتیو یا جبران کننده استاتیک متمرکز است تا بازده و قابلیت اعتمادو مشخصه های پاسخ آن را بهبود بخشند.در زمینه تحلیلی توجه به توسعه بهینه جبران کننده ها ،امتیازات کاربرد طرحهای جبران موازی و سری (در خطوط طویل) نسبت به یکدیگر ومدل کردن جبران کننده ها بر روی کامپیوتر دیجیتال معطوف می باشد.

۲-۸ : جبران سازی ثابت پخش شده یکنواخت :

معمولاً جبران کننده ها در دو انتهای خط و یا در فواصل معین در طول خط نصب می شوند. فرمولهای بدست آمده بطور تقریب در اغلب موارد برای سیستمهای عملی با جبران متمرکز بدلیل اینکه فاصله بین جبران کننده ها با هم عواملی که با حداکثر طول خط جبران نشده را محدود می نماید ، محدود می گردد قابل قبول است . Z_0 خط جبران نشده را می توان به شکل زیر نوشت :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{j\omega\ell}{j\omega c}} = \sqrt{x_\ell x_c} \qquad (۱۹-۲)$$

اگر $L_{YSH}(H/mi)$ را بعنوان اندوکتانس جبران موازی پخش شده یکنواخت در نظر بگیریم ، مقدار موثر ادمیتانس کاپاسیتیو موازی در هر مایل برابر خواهد شد با :

$$(j\omega c)' = j\omega c(1-K_{sh}) \qquad (۲۰-۲)$$

که در آن K_{sh} درجه جبران کنندگی موازی است :

$$K_{sh} = \frac{1}{\omega^2 L_{sh} C} = \frac{X_c}{X_{ysh}} = \frac{b_{ysh}}{b_c} \qquad (۲۱-۲)$$

به روش مشابه می توان اثر خازن سری پخش شده یکنواخت C_{Ysh} را نشان داد که در این صورت داریم :

$$Z_0' = Z_0\sqrt{1-K_{se}} \qquad (۲۲-۲)$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

که در آن K_{se} درجه جبران کنندگی سری است و از رابطه زیر بدست می آید.

$$K_{se}=\frac{1}{\omega^2/C_{ysh}}=\frac{X_{yse}}{X_1}=\frac{b_1}{b_{yse}} \qquad (۲۳-۲)$$

با ترکیب اثر جبران موازی و سری داریم :

$$Z_0{}'=Z_0\sqrt{\frac{1-K_{se}}{1-K_{sh}}} \qquad (۲۴-۲)$$

تمامی معادلات معتبر خواهد بود اگر $\frac{V_0{}^2}{Z_0{}'}$ را داشته باشیم :

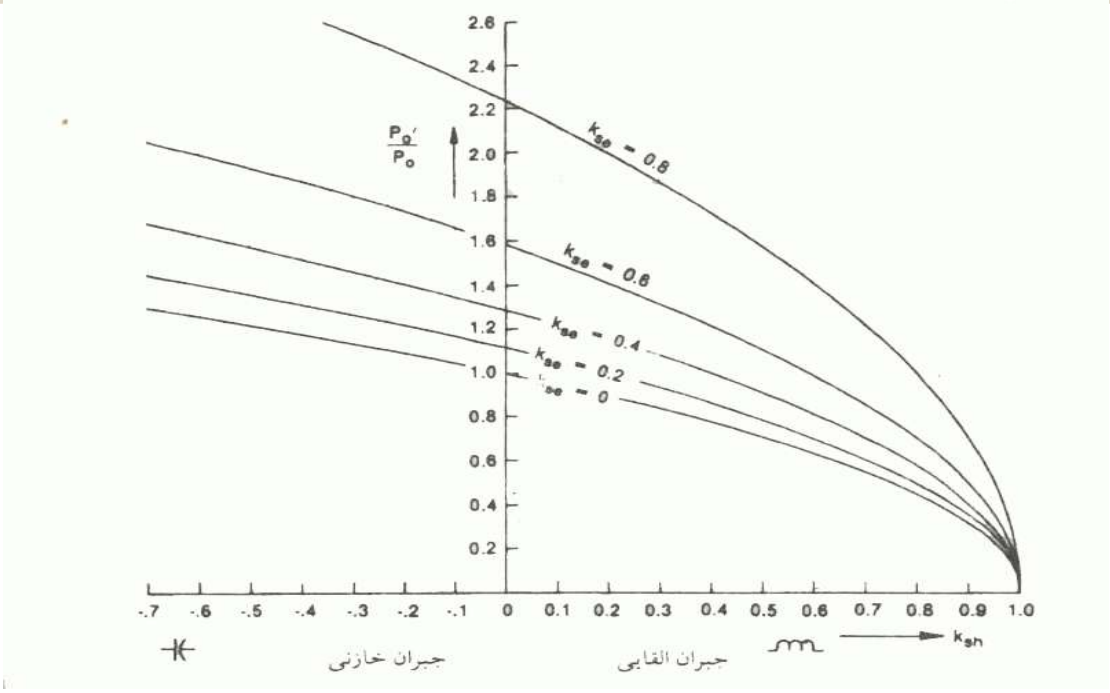
$$P_0{}'=P_0\sqrt{\frac{1-K_{sh}}{1-K_{se}}} \qquad (۲۵-۲)$$

$$\theta'=\theta\sqrt{(1-K_{sh})(1-K_{se})} \qquad (۲۶-۲)$$

طول الکتریکی

WikiPower.ir

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



بار طبیعی مجازی بصورت تابعی از K_{se} و K_{sh}

برای هر مقدار ثابت جبران سری،جبران موازی خازنی اضافی موجب افزایش θ' و P_0' و کاهش Z_0' می گردد.و حال انکه جبران موازی القایی اثر معکوس دارد.جبران موازی القایی ٪۱۰۰ θ' و P_0' را به صفر تقلیل و Z_0' را به بی نهایت افزایش می دهد واین یک پروفایل ولتاژ مسطح را در بار صفر ایجاد نموده وبکارگرفتن راکتورهای موازی به منظور حذف اثر فرانتی را توصیه می نماید.در شرایط بار زیاد،پروفایل ولتاژ مسطح ،با بکار گرفتن خازنهای موازی به جای راکتور حاصل می شود.بعنوان مثال ،اگر بخواهیم توان $\frac{1}{2}P_0$ را انتقال داده ولتاژ مسطح داشته باشیم و اگر جبران موازی نداشته باشیم به $30\%pu$ مطابق شکل صفحه قبل جبران سری پخش شده نیازمندیم یعنی $K_{se}=0.3$. در واقع بواسطه ماهیت متمرکز خازنهای سری،برای کنترل ولتاژ منا سب نخواهد بود.موارد استعمال طبیعی آنها در تثبیت ولتاژ یا کاهش طول خط مجازی θ' است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

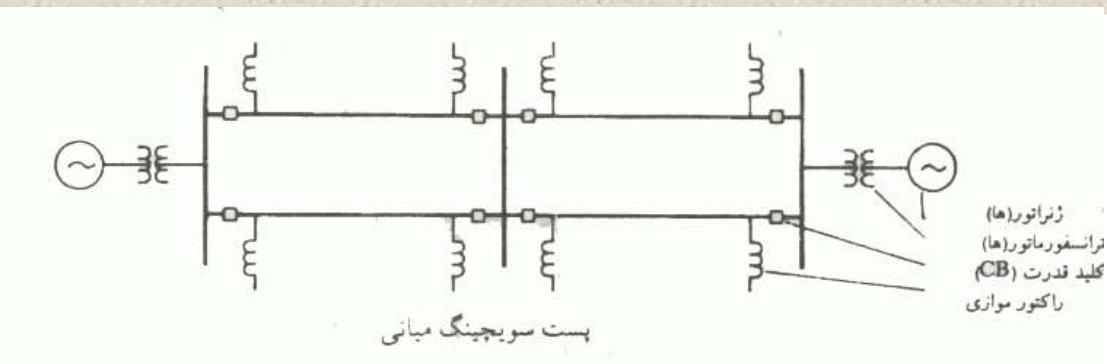
در غیاب جبران موازی القایی $(K_{sh}=0)$ توان راکتیو بارگیری تولید شده توسط خط جبران شده سری در حالت بی باری،تقریباً با توان راکتیو بارگیری خط کاملاً جبران نشده با طول یکسان ،برابر است.اگر خط آنقدر طویل است که در وهله اول جبران سری را ایجاب می نماید در اینصورت در شرایط بی باری نیاز است که در ترمینال ماشینهای سنکرون توان راکتیو اضافی جذب گردد.بعلاوه عملکرد تحریک ماشینهای سنکرون در بارهای زیاد پایداری را که خازنها قصد افزایش آن را داشته اند را کاهش می دهد.این مساله را می توان با اعمال جبران القایی موازی اضافی مرتفع کرد.

۲-۹: جبران موازی پاسیو :

جبران کننده با راکتور موازی ، امپدانس ضربه ای مجازی را افزایش و بار طبیعی مجازی را ،یعنی باری که در ان پروفایل ولتاژ مسطح است در حالت بی باری(مدار باز).

در عمل راکتورهای موازی نمی توانند بطور یکنواخت در طول خط پخش شوند. آنها در ابتدا و انتهای خط و در نقطه میانی خط-معمولاً در پست های سوئیچینگ میانی- متصل می گردند.یک ترتیب قرار گرفتن آنها برای یک خط دو مداره در شکل زیر نشان داده شده است.در یک خط شعاعی طویل پست های کلید زنی در فواصل بین ۲۵۰-۵۰ مایل قرار می گیرند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

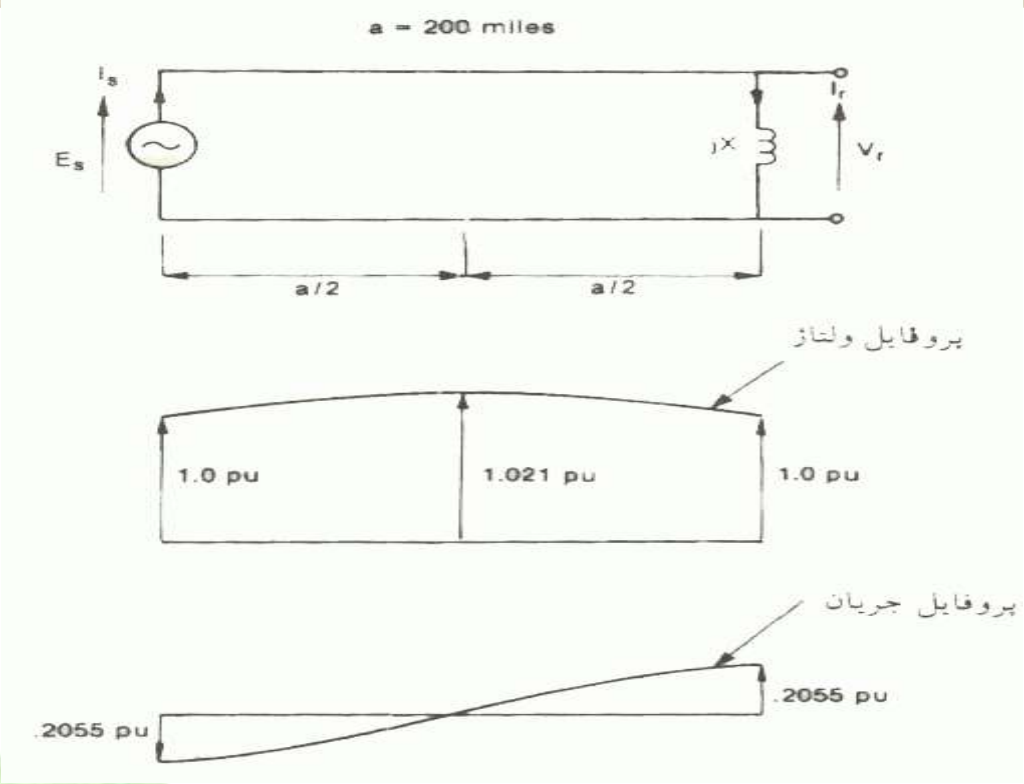


((نحوه قرار گرفتن راکتورها بر روی خط انتقال ac طویل ولتاژ بالا)).

خازنهای موازی معمولاً به مدار سوئیچ می شوند.در صورت وقوع قطع ناگهانی بار یا باز شدن خط بایستی آنها را به سرعت از مدار قطع نمود تا از افزایش بیشتر ولتاژ ممانعت نموده و احتمال وقوع فرورزونانس – در جاییکه ترانسفورماتورها در مدار قرار دارند- کاهش داده شود.مقادیر و محاسبه مقادیر نامی بهینه خازنها و راکتورهای موازی و نقاط اتصال آنها عموماًبه کمک مطالعات پخش بار ،بادرنظر گرفتن تمامی پیکر بندی ممکن سیستم انجام می گیرد.برای اینکه ولتاژ ابتدا وانتهای خط برابر باشند x بایستی از رابطه زیر بدست آید.

$$X = Z_0 \frac{\sin\theta}{1-\cos\theta} \qquad (27\text{-}۲)$$

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



پروفایل ولتاژوجریان در یک خط جبران شده موازی در حالت بدون بار.

WikiPower.ir

با استفاده از معادله $V_r = jXI_r$ و نیز با توجه به اینکه در شکل پروفایل ولتاژ نسبت به نقطه میانی تقارن دارد که در نیمه سمت چپ خط جریان بارگیری منفی است.در نقطه میانی صفر و در نیمه سمت راست مثبت است. ماکزیمم ولتاژ در نقطه میانی خط رخ داده و بدست می آید :

$$V_m = V_r\left[\cos\theta/2 + \frac{z_0}{X}\sin\theta/2\right] = \frac{E_S}{\cos\theta/2} \qquad (۲۸-۲)$$

معادله (۲-۲۸)نشان می دهد که خط همراه با راکتورموازی در حالت بی باری مشابه دو خط مدار باز جداگانه که پشت به پشت در نقطه میانی به هم متصل شده باشند رفتار می کنید.افزایش ولتاژ مدار باز هزینه خط از طریق معادله ۱۸-۲ بدست می آید.

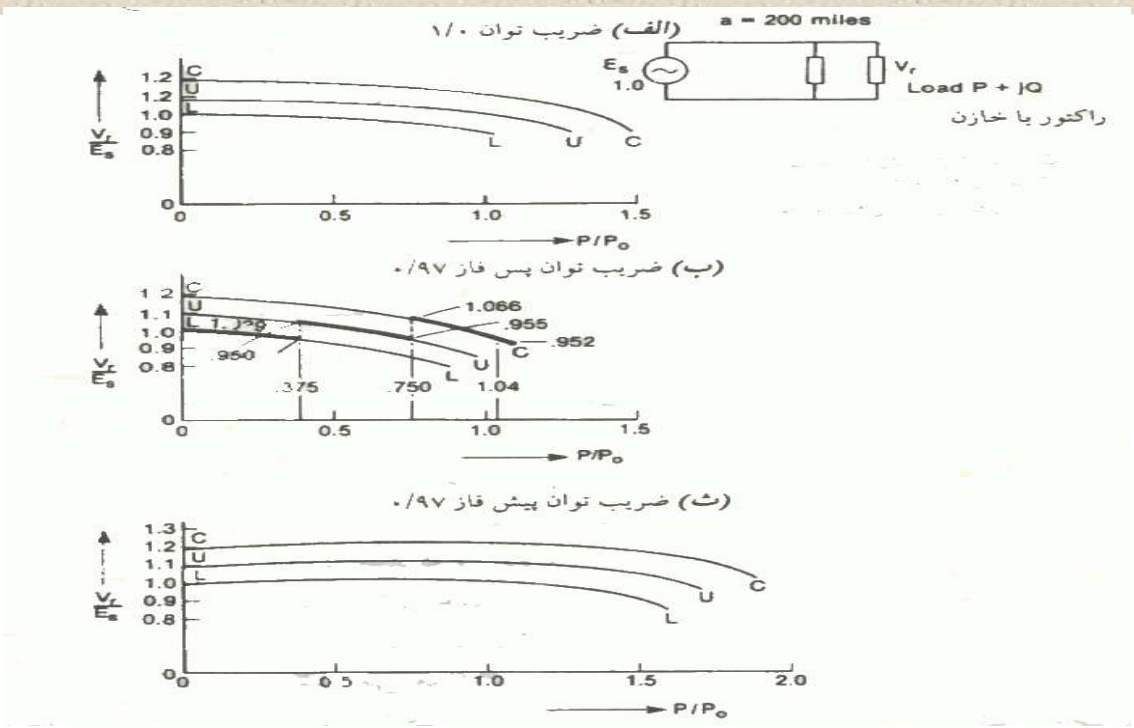
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۱۰ : کنترل ولتاژ بوسیله سوئیچ کردن جبران کننده موازی

دیاگرام تنظیم ولتاژ برای خط برای سه ضریب توان متفاوت در شکل رسم شده است.منحنی هایی که با U مشخص شده است مربوط به خط جبران نشده وآنهایی که با L مشخص شده اندمربوط به وقتی است که راکتور موازی مورد بحث قبل به خط متصل می گردد و آنهاییکه با C مشخص شده اندمربوط به وقتی است که بجای راکتور موازی خازن با همان راکتانس به مدار متصل می گردد.این حقیقت که منحنی L در هر حالت پایین تر از منحنی U قرار دارد بازگو کننده این واقعیت است که در خط جبران نشده توان راکتیو بارگیری خط (شارژخط) تا حدودی ولتاژ خط را در شرایط بارداری حمایت می کند.در صورتیکه راکتور موازی بطور دائم در مدار قرار داشته باشد این امتیاز از آن سلب می گردد. شکل زیر اصولی را نشان می دهد که بر اساس می توان ولتاژانتهای خط را در هنگام تغییر بار با سوئیچ کردن خازن وراکتور تا حدودی ثابت نگه داشت.

در این مثال فرض می شود که ضریب توان بار ۹۷٪ پس فاز باشد.در بار صفر ،راکتور موازی به مدار متصل می گرددودر نتیجه ولتاژ مدار باز خط جبران نشده را از 1.088 به 1pu کاهش می دهد. راکتور تا وقتیکه توان انتقالی به 0.375pu می رسد در مدار باقی می ماند ودر این سطح توان و ولتاژ انتهای خط به مقدار 0.95 کاهش می یابد. از این پس راکتور از مدار جداشده ومدار در فاصله $P = 0.375pu$ و $P = 0.75P_0$ جبران نمی شود.در سطح توان انتقالی اخیر ولتاژ به مقدار 0.955 کاهش می یابد.وقتیکه $P = 0.75P_0$ است خازن به مدار سوئیچ می شود و در نتیجه ولتاژ را تا فرارسیدن سطح توان انتقالی 1.04P به مقدار بالاتر از 0.95PU نگاه می دارد. در عمل سوئیچ کردن راکتورها و یا خازنها با کنترل تپ چنجر ترانسفورماتور وسایر وسایل تنظیم ولتاژ هماهنگ می گرددتا اینکه ولتاژ در محدوده کوچکتری از آنچه در شکل نشان داده شده است نگاه داشته شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



---- کنترل ولتاژبوسیله سوییچ کردن جبران کننده موازی

۲-۱۱ : جبران سری

WikiPower.ir

۲-۱۱-۱ : اهداف کلی و محدودیت های عملی :

همانطوریکه قبلا ذکر شد، مفهوم اصلی جبران سری این است که بخشی از راکتانس خط بوسیله خازن سری حذف می گرد.حداکثر توان انتقالی افزایش، در یک سطح معینی از توان انتقالی زاویه انتقال کاهش وبار طبیعی مجازی افزایش پیدا می کند.البته راکتانس خط بطور موثر کاهش یافته ودر نتیجه مقدار کمتری از توان راکتیو بار گیری خط را جذب نموده وبنابراین نوعی جبران موازی القایی را ایجاب می نماید.خازنهای سری بوسیله کاهش راکتانس القایی واقع بین ابتدا وانتهای یک خط دارای کاربرد طبقه بندی اصلی دو گانه زیر است :

۱ -برای افزایش توان انتقالی خط(با هر طولی) می تواند بکار برده می شود.در تقسیم بار بین دو یا چند خط موازی گاهی خازن سری برای افزایش توان انتقالی در یکی از خطوط موازی به

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

خصوص در جاییکه خط ولتاژ بالا ،دربالای خط ولتاژ پایین در یک مسیر مشترک قراردارند استفاده می شود.

۲ -برای انتقال توان پایدار از خطوط طویل —که بدون عمل جبران این انتقال میسر نیست- بکار برده می شود.در خطوط طویل همچنین برای محدود کردن ولتاژ،کاربرد جبران کننده اندوکتیو موازی ضروری است.محل قرار گرفتن خازن بر اساس عوامل اقتصادی ومیزان شدت جریانهای اتصال کوتاه (که تابع محل قرار گرفتن خازن هستند) مشخص می گردد.مقدار نامی ولتاژ بوسیله میزان شدت جریانهای اتصال کوتاه که در بدترین حالت منتظره از خازن ها و وسایل بای پس عبور می کنند تعیین می گردند.شدت اتصال کوتاه نه تنها به مقدار بلکه به مدت اتصال کوتاه نیز بستگی دارد.

واضح است که در عمل ممکن نیست که خازن را در واحدهای کوچک در طول خط توزیع کرد.در عمل خازنها را بطور متمرکز در نقاط محدود(بطور نمونه یک یادو) در طول خط قرار می دهند. همانطوریکه در مثال خواهیم دید این مساله به ایجاد پروفایل ولتاژ غیر مسطح منجر می گردد.

WikiPower.ir

مثال هایی از خط جبران شده سری:

مثال زیر مکانیزم جبران سری را در حالت ماندگار نشان می دهد.به منظور نشان دادن اهمیت راکتورهای موازی،مثال با حضور وغیاب آنها حل می گردد.

خازن سری واقع در نقطه میانی خط بدون حضور راکتورهای موازی :

در این مثال خط 400mil را درنظر گرفته ایم ،وطول الکتریکی را برابر $\theta = \beta a = 0.8108rad$ و $X_1 = 0.8108$ و $B_c = 0.8108pu$. جبران خازنی سری طوری انتخاب شده است که ۵۰٪ راکتانس خط را جبران می نماید.بنابراین $X_{cy} = 0.4054$. (در ولتاژ 500kv با $Z_0 = 250\Omega$ و بدون حضور راکتورهای موازی $X = \infty$ و $\mu_x = \mu_x' = 1$ و ولتاژ ترمینالها ثابت هستند.)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از آنجاییکه از خازن سری جریانی عبور نمی کند این ولتاژ همچنین در طرفین آن ظاهر میشود.مشخصه

توان انتقالی از رابطه زیر بدست می آید :

$$P = \frac{\sin\delta}{\sin 0.8108 - \frac{1}{2} \times 0.4054(1+\cos 0.8108)} = 2.6144\sin\delta$$

اگر عمل جبران صورت نمی گرفت $P_{\max} = 1.3796pu$ و با توجه به معادله

$$P = \frac{E_s E_r}{Z_0 \sin\theta}\sin\delta$$

توان راکتیو مورد نیاز ترمینال بصورت زیر محاسبه می شود :

$$Q_s = -Q_r = \left[0.2079\frac{P^2}{V_m{}^2} - 0.3624V_m^2\right]P_0$$

WikiPower.ir

ولتاژ در هر طرف خازن $V_1 = V_2$ بوسیله رابطه زیر بدست می آید :

$$V_1 = \left[V_m - j0.2027\,P/V_m\right]$$

و ولتاژ دو سر خازن سری بوسیله رابطه زیر بدست می آید :

$$V_{cy} = -jI_m X_{CY} = -j0.4054\,P/V_m$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول شماره ۱ تغییرات این پارامترها را وقتیکه توان انتقالی از صفر تا 2pu افزایش می یابد نشان می دهد.همچنین تغییرات زاویه انتقال را نشان می دهد.برای یک سطح توان انتقال معین زاویه انتقال بدون جبران کننده تقریباً دو برابر وقتی است که از خازن سری استفاده شده است.زاویه انتقال کاهش یافته اما ولتاژد طرف خازن سری نسبتاً زیاد است وبعلاوه در دو انتهای خط توان راکتیو زیادی حتی در بار طبیعی P_0 جذب می شود.این مطلب می تواند در این ارتباط باشد که عموماً ولتاژدر طول خط در مقدار بالای است وهمچنین خازن سری خود توان راکتیو تولید می کند.

خازن سری واقع در نقطه میانی خط همراه با راکتورهای موازی :

مساله ولتاز بالای خط و جذب توان راکتیو در دوانتهای خط را می توان با استفاده از راکتورهای موازی اصلاح کرد.مقدار مورد نیاز X برای هر طرف خازن سری بوسیله معادلات $X = Z_0 \frac{\sin \theta/2}{1-\cos(\theta/2)}$ بصورت $X = 4.8656 Z_0$ بدست می آید. و $P = 2.6084 \sin\delta$. حداکثر توان قابل انتقال با وجود راکتورهای موازی چندان تغییر نمی کند.ولتاژ نقطه میانی V_m نیز بصورت زیر محاسبه می گردد:

$$V_m = 1 - \cos \delta/2$$

که نشان می دهد در شرایط بی باری $(\delta = 0)$ پروفایل ولتاژ مسطح است.

$$Q_s = -Q_r = P_0 \left[0.1841 \frac{P^2}{V_m^{\,2}} - 0.20557 V_m^2 \right]$$

و ولتاژ خازن برابر است با :

$$V_{cy} = -j0.4054 \frac{P}{V_m}$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

با مقایسه جدول شماره ۱ مشاهده می گردد که توان راکتیو جذب شده در ترمینالها بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافته و در مقدار بالای P ضریب توان ترمینالها پس فاز بوده که برای پایداری گذرا –به دلیل افزایش ولتاژهای داخلی ژنراتور- مفید خواهد بود. در محاسبات ژنراتورها نقش جبران کنندگی موازی را ایفا نموده ودر شرایط بی باری هر یک دقیقاً مقدار توان راکتیوی را که راکتور مرکزی جذب می نماید جذب می کنند.

۲-۱۲ :جبران توان راکتیو ورفتار دینامیکی سیستمهای انتقال

در این قسمت تاکید بر نقش کنترلی جبران کننده های مختلف نظیر خازنهای سری و موازی ،راکتورموازی علی الخصوص جبران کننده های راکتیو استاتیک است.گرچه اینها تنها وسایل کنترل ولتاژ ونوسانات توان نیستند بلکه به دلیل هزینه بالای تجهیزات خطوط وضرورت انتقال حداکثر توان از کمترین تعداد خطوط ،اینها اهمیت فراوانی می یابند.

۲-۱۲-۱ : ضرورت جبران راکتیو قابل تنظیم :

۱-نیاز به خط پایداری ماشینهای سنکرون :

خواهیم دید که کنترل ولتاژ بوسیله توان راکتیو در خلال اغتشاش که منجر به تغییرات سریع در زاویه روتور ماشینهای سنکرون می گردد.اثر مثبتی در پایداری سیستم دارد.پایداری گذرا وپایداری دینامیکی سیستم هر دو تقویت می گردند.حتی این امکان وجود دارد که در هنگام وقوع خطا ویا سایر اغتشاشات فاحش با استفاده از جبران کننده ها ولتاژها را برای چندین ثانیه از محدوده مقادیر نامی ماندگارشان خارج ساخت و به این ترتیب پایداری سیستم را باز هم افزایش داد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-ضروروت کنترل ولتاژ ونگهداری آن در محدوده قابل قبول :

حول مقدار مطلوب ماندگار به منظور فراهم آوردن کیفیت سرویس به بارهای مصرفی – به دنبال وقوع تغییرات ناگهانی در بار ویا پیکربندی شبکه بواسطه عمل کلید زنی ،لازم است در فاصله زمانی کوتاه چند سیکل فرکانس پایه عمل تصحیح ولتاژ انجام گیرد.برای سایر تغییرات ولتاژ تصحیح ولتاژدر فاصله چند ثانیه کفایت می کند.این تغییرات ولتاژ حتی اگر موقتی باشداگر چنانچه کنترل نگرددمنجر به قطع ویا وارد آمدن خسارت به موسسه ویا وسایل مصرف کنندگان می گردد.

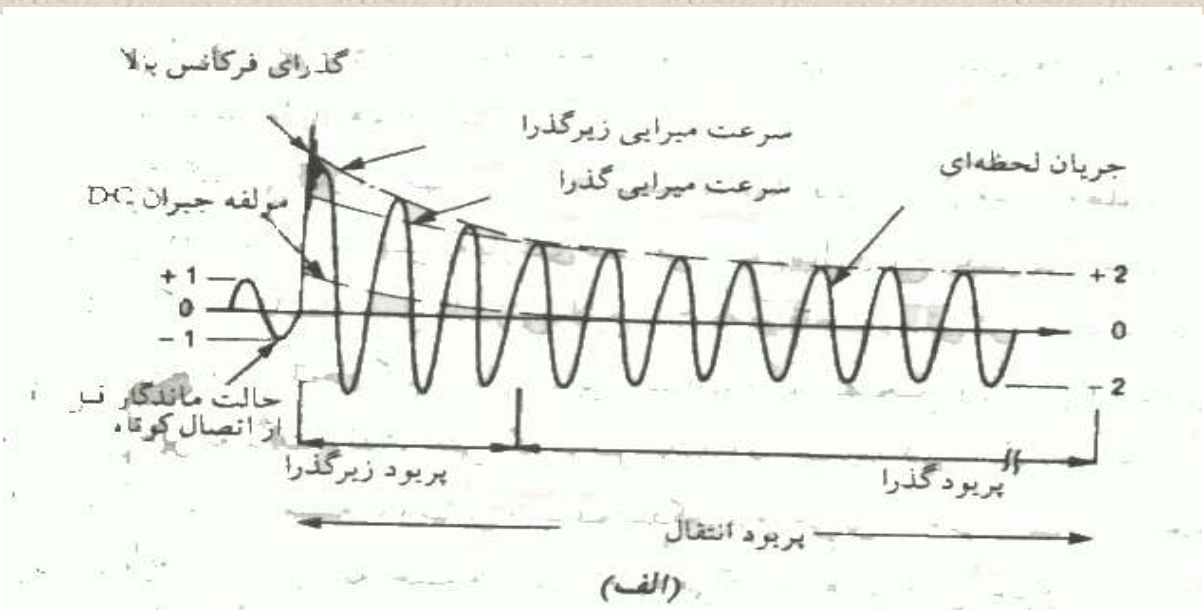
۳- نیاز به تنظیم پروفایل ولتاژ

در شبکه به منظور جلوگیری از عبور توان راکتیو غیر ضروری از خطوط انتقال انرژی به این منظور با استفاده از جبران توان راکتیو می توان تلفات انتقال را به حداقل می رساند.در حالیکه جبران توان راکتیو بایستی تنظیم شود،یا متناوباًتغییر نمایدتا اینکه تلفات در حداقل قرار گیرد،این تنظیم می تواند ندرتاً در چند دقیقه انجام گیرد تا تغییرمطلوب را ایجاد نماید.

۲-۱۲-۲ : چهار پریود زمانی

بطور کلی هر اغتشاشی که منجر به تغییرات قابل توجه در ولتا ژگرددرا می توان بر حسب ۴ پریودیا۴ مرحله از آغاز اغتشاش تا پایان، وقتیکه سیستم به پایداری جدیدی رسیده است بررسی نمود. ۴ پریود را می توان به کمک شکل که بوسیله یک اتصال کوتاه خط ،اغتشاش شروع شده است تعریف نمود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



----- مشخصه پریودهای زمانی : پریودهای گذرا وزیرگذرا

چند سیکل پس از اغتشاش نظیر خطا،پریود زیر گذرا نامیده می شود.در خلال این فاصله زمانی یک کاهش سریع اولیه در مولفه های ac وdc جریان خطا وجود دارد. پریود گذرا از نظرمتوالی در مرحله دوم است.

در این پروژه منظور از پریودگذراپریودی است که بتوان فرض کرد در آن تغییرات قابل ملاحظه ای درزاویه رتور ماشینهای سنکرون رخ نمیدهد. تعداد زیادی از اغتشاشات که در سیستمهای قدرت رخ می دهند طوریست که منجر به تغییرات قابل ملاحظه در سرعت یا زاویه روتور ماشینهای سنکرون نمی گردند.می توان از تغییرات زاویه روتور روتورماشینهای سنکرون ناشی از اغتشاشات فاحش هم صرفنظر کرددر صورتیکه اغتشاش خیلی دور از ژنراتور باشدهنگامیکه نوسان زاویه روتور در نقطه مورد نظر قابل ملاحظه است تقسیم بندی فرعی یا تقسیم بندی شکل زیر مورد استفاده قرار می گیرد.

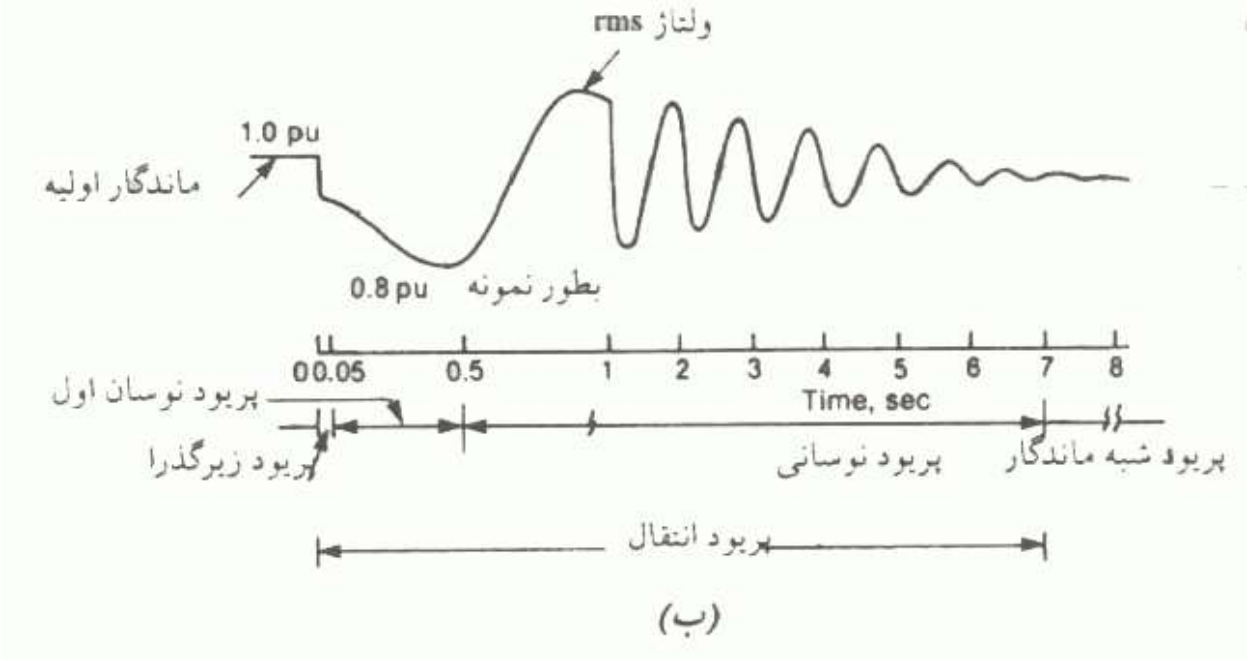
پریود نوسان اول اشاره دارد به فاصله زمانی اولین نوسان زاویه روتوریا نوسان توان سنکرون کننده که پس از اغتشاشات فاحش نظیر اتصال کوتاه پیش می آید.در این پریود همچنین ماشینهای سنکرون گاهی تقریباً با فلوی پیوسته ثابت (ولتاژ داخلی ثابت) پشت راکتانس گذرای ماشین مشخص می شوند.این پریود اغلب یک پریود بحرانی است که در خلال آن پایداری گذرا حفظ و یا از بین میرود. پریود نوسانی پریودیست که متعاقب نوسان اول می آید.در خلال این پریود تغییرات دوره ای قابل ملاحظه ای در ولتاژ

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

، جریان و توان راکتیو رخ می دهد. نوسانات توان سنکرون کننده که در اثر نوسانات زاویه روتور ماشین سنکرون بوجود آمده است به مدت ۲۰-۳ ثانیه پس از اتصال کوتاه شدید ادامه می یابد.

پریود شبه ماندگار آخرین پریودیست که هنگامی که توان سنکرون کننده ونوسانات زاویه روتور از بین میروند،فرا می رسد.

در اغلب مواردیکه در این پروژه مورد مطالعه قرار گرفته است از پریود زیر گذرا صرفنظر کرده وفرض کرده ایم که پس از وقوع اغتشاش بلافاصله پریود گذرا شروع شده است.



((پریودهای نوسان اول ونوسانی هنگامیکه نوسانات زاویه انتقال قابل ملاحظه است بکاربرده می شود.))

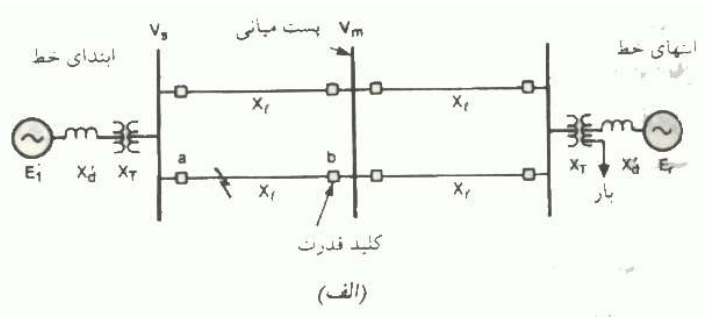
۲-۱۳ : جبران سازی دینامیک سیستم

جبران موازی پاسیو

خازنهای موازی ویا راکتورهای موازی می توانند در هر یک از باسهای شکل ۱ قرار گیرند.بعنوان مثال ،خازنهای موازی ممکن است به منظور جلوگیری از کاهش ولتاژ در شرایط پیک بار به شبکه متصل

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

گردند. در شرایط بار کم راکتورهای موازی به منظور حذف بخشی از توان راکتیو خازنی خط ودر نتیجه جلوگیری از افزایش ولتاژ به شبکه متصل می شوند.وجود خازن وراکتور همچنین در موقع وقوع اغتشاش بر رفتار دینامیکی سیستم اثر می گذارد.

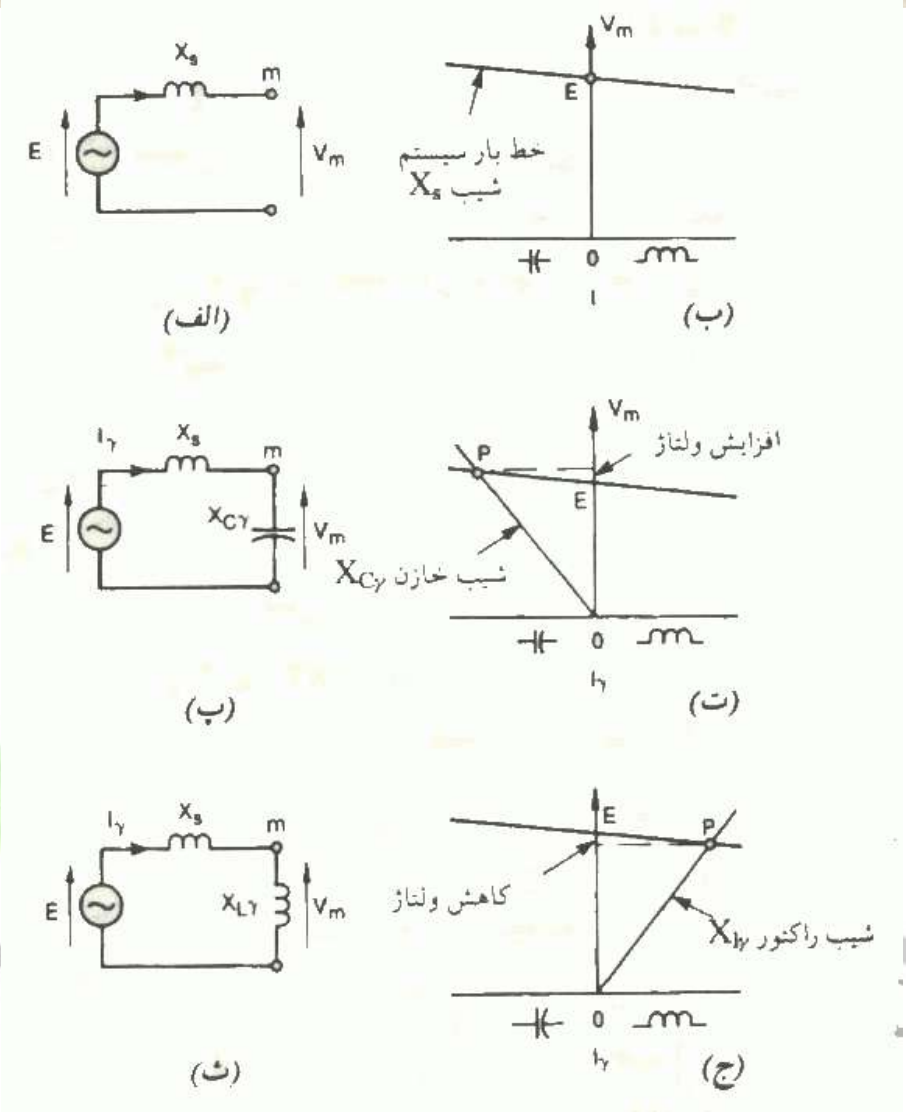


الف- پریود گذرا :

سیستم شکل ۱ را از باس m نگاه کرده ومدار معادل تونن آن را مطابق شکل زیر نشان می دهیم : بطور کلی خازنها وراکتورها بر مقدار تغییرات ولتاژ وجهت آن (افزایش یا کاهش) تاثیر می گذارند.

راکتورهای ثابت ،ولتاژ حالت ماندگار را مخصوصاًدر پریود پیک بار کاهش می دهند. بنابراین ظرفیت توان انتقالی خط را در حالت ماندگار کاهش می دهند. معمولاً در خلال پریود پیک بار راکتورها از شبکه جدا نمی شوندزیرا با سیستم کنترلی سنتی وکلید قدرت قادر نخواهیم بود که آنها را آنچنان سریع دوباره وارد مدارکنیم که در وقوع ناگهانی قطع بار اضافه ولتاز را محدود می نمایند.خازنهای ثابت مسایل متفاوت دیگری را پیش می آورند.از آنجاییکه توان راکتیو تولید شده توسط آنها در موقع کاهش ولتاز با مجذور ولتاژ کاهش می یابد.بنابراین تکیه زیادبر خازنهای ثابت در حمایت ولتاژ وبهبود پایداری گذرا اقتصادی نخواهد بود.همچنین با وجود بانک وسیع خازن امکان اضافه ولتاژ به هنگام قطع بار وجود دارد.بنابراین اندازه بانک خازنی از جهت اینکه بتوان آنها را در چنین شرایطی خیلی سریع از مدار خارج کرد که خود مستلزم سیستم کنترل و کلیدهای گردان قیمت و پیشرفته است محدود می گردد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



مدارهای معادل خطوط بار ونقاط کار:الف) تونن سیستم شکل ۱ .ب) خط بار سیستم از دید باس m .پ) خازنهای موازی در باس m .ت) نقطه کار p با حضور خازنهای موازی .ث) راکتور موازی در باس m .ج) نقطه کار p با حضور راکتور موازی.

ب- : پریود اولین نوسان :

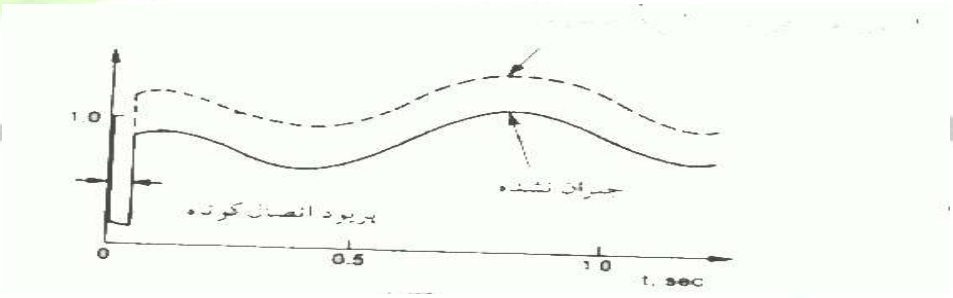
پریود اولین نوسان حدود نیم ثانیه طول میکشد.خازنها و راکتورهای موازی اثرات محدودی بر روی تغییرات ولتاژ در خلال اولین نوسان دارند مگر اینکه در لحظات مورد لزوم به مدار وصل یا قطع گردند.به منظور جبران فرورفتگی عمیق ولتاژ در خلال پریود اولین نوسان بایستی خازنهای موازی که هنوز انرژی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دار نشده اند را در زمان اتصال کوتاه ویا بلافاصله پس از آن به مدار نمائیم. از آنجاییکه کلیدهای قدرت مدرن و رله ها دارای زمان عمل ۳ تا ۷ سیکل هستند کلیدهایی که خازنها را متصل می کنند بایستی در چنین فاصله زمانی کار کنند.وسایل سوییچ کننده سنتی معمولاًدر فاصله ۶ تا ۳۰ سیکل کار کنند وسوییچ های کندتر نمی توانند تاثیری برروی فرورفتگی ولتاژ در اولین نوسان از مدار قطع گردد تا از افزایش ولتاژ مستمر در خلال نوسانات بعدی جلوگیری شود.

ج – پریود نوسانی :

مشابه پریود اولین نوسانی جبران موازی تاثیر محدودی بر ولتاژ،توان ونوسانات زاویه ماشین در خلال پریود نوسانی دارد. برای اینکه عمل جبران بر میرایی نوسانات ولتاژ،توان وزاویه ماشین تاثیر داشته باشد راکتورهای موازی وخازنهای موازی بایستی بطور مکرر در زمانهای معین وارد مدار شده ویا از قطع مدار شوند تا اینکه بطور پیوسته و موثر راکتانس انتقالی بین ماشینهای سنکرون را افزایش یا کاهش دهند.



--- اثر خازن موازی ثابت بر روی پاسخ بعد از اتصال کوتاه

فصل سوم

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

انواع جبران کننده های توان راکتیو

مقدمه:

توان راکتیو یکی از مهمترین عواملی است که در طراحی وبهره برداری از سیستم های قدرت ac منظور میگردد علاوه بر بار ها اغلب عناصر یک شبکه مصرف کننده توان راکتیو هستند. بنابراین باید توان راکتیو در بعضی نقاط سیستم تولید و به محل های مورد نظر منتقل شود.

قدرت راکتیو تولید شده توسط ژنراتور به تحریک ان بستگی داشته وبا تغییر نیرو محرکه ژنراتور می توان میزان قدرت راکتیو تولیدی و یا مصرفی آنرا تنظیم نمود.در یک سیستم بهم پیوسته نیز با انجام پخش بار در وضعیت های مختلف می توان دید که تزریق قدرت راکتیو به یک شین ولتاژ همه شین ها را بالا می برد و بیش از همه روی ولتاژ همان شین تاثیر می گذارد. لیکن تاثیر زیادی بر زاویه ولتاژ شین ها وفرکانس سیستم ندارد. بنابراین قدرت راکتیو و ولتاژ در یک کانال کنترل می شوند که ان را کانال کنترل QV (قدرت راکتیو-ولتاژ یا مگاوار- ولتاژ) می نامیم.

وسائلی را که برای کنترل توان راکتیو ولتاژ به کار می روند " جبران کننده " می نامیم.همنطوریکه ملاحظه میشود توازن قدرت راکتیو در یک سیستم تظمینی برثابت بودن ولتاژ , وکنترل قدرت راکتیو بمنزله کنترل ولتاژ می باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۱: کنترل توان راکتیو و ولتاژ

بطور کلی کنترل توان راکتیو و ولتاژ از چهار روش اصلی زیر انجام می شود:

۱ - با تزریق توان راکتیو به سیستم توسط جبران کننده هائی که به صورت موازی متصل میشوند (مانند خازن- راکتور- کندانسور سنکرون وجبران کننده های استاتیک)

۲ - با جابجا کردن قدرت راکتیو در سیستم توسط ترانسفورماتورهای متغیر.

۳ - از طریق کم کردن راکتانس القائی خطوط انتقال با نصب خازن سری.

۴ - از طریق ادوات Fact.

۳-۲: خازن های سری و موازی

WikiPower.ir

پیش از این گفتیم که احداث خطوط انتقال انرژی از نقطه حریم و هزینه به طور فزاینده ای مشکل است . این مشکلات به انضمام اهمیت منابع انرژی هیدرولیکی موجود در نقاط دور از مراکز بار ، موسسات تولید کننده برق را بر آن داشت که تا حد امکان سعی کنند حداکثر بازده را از خطوط انتقال موجود استحصال کنند .

بانک های خازنی سری و موازی ابزاری هستند که در بهبود بازده سیس تم و افزایش توانایی انتقال توان خطوط نقش مفیدی ایفا می کنند .

خازن های موازی توان راکتیو را تولید نموده و سعی می کنند مقدار توان راکتیو عبوری از شبکه را کاهش دهند .خازن های موازی معمولاً نزدیک به بار در یک شبکه نصب می گردند . تا در کاهش تلفات سیستم و کنترل ولتاژ بیشتر موثر باشند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اما از خازن های سری برای کاهش راکتانس اندوکتیو خط استفاده می شود .

خازن های سری بر خلاف خازن های موازی دور از مراکز بار نصب می شوند ، مثلاً در نقاط میانی یک خط انتقال و فواید عمده ای دارند که از آن جمله است:

۱) بهبود پایداری ماندگار سیستم

۲) بهبود پایداری گذرای سیستم

۳) تقسیم بهتر بار بر روی خطوط موازی

۴) کاهش افت ولتاژ در نواحی بار و در حین اغتشاشات شدید

۵) کاهش تلفات سیستم انتقال

۶) تنظیم بهتر بارگیری خطوط

۷) جبران طول خط های انتقال بلند

در خازن های سری اولین بار در سال ۱۹۲۸ در لیست مرکزی Power & Lightاز توابع Ballston Spa ایالت نیویورک ایالات متحده امریکا نصب گردید .

این خازن های سری یک بانک خازنی 1.25 MVAR شامل واحد های خازنی 10KVAR بود که در مدار 33KV به منظور کنترل تقسیم بار بین مدارهای موازی به کار گرفته شد.

از آن پس این خازن ها به پیشرفت خود ادامه دادند و در سال 1980 به تاسیسات خازنی موفقی تا ولتاژ خط 550KVو مقدار نامی بانک خازنی800 MVAR مبدل شدند همچنین مقدار نامی واحدهای خازنی افزایش یافت.

گرچه اساسا خازن های سری و موازی از نظر ساختمان با هم تفاوت چندانی ندارند ، اما در طراحی واحدهای خازنی که در کاربردهای سری استفاده می شوند لازم است که در مقدار نامی آنها محتاطانه عمل کرد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

به نظر می رسد در سال های اخیر با پیشرفت چشمگیری که در صنایع نیمه هادی همچنین عایقها و به ویژه عایقهای گازی نظیرSF 6 وبه وجود آمده است بسیاری از محدودیتهای تولید خازن های مناسب از پیش رو برداشته شده است.

بانکهای خازنی سری مربوط به هر فاز در یک یا چند قسمت مجزا ساخته می شوند و هر یک همراه با اجزاء متعدد دیگر بر روی سکویی که نسبت به زمین عایق گردیده است نصب می شوند ؛ هر چند ممکن است خازن های کوچک رده توزیع بر روی زمین نیز نصب شوند. در شکل 3-1، تجهیزات یک خازن سری EHV نمایش داده شده است که دارای مقدار نامی تقریبی 215 MVAR می باشد.و در شکل 3-2 نمونه ای از یک خازن موازی نمایش داده شده .

شکل 3-1: خازن سری خط 500kv و 215 MVAR

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل 2-3 : خازن موازی 4x40 Mvar, 22 kV

WikiPower.ir

۳-۳:طراحی تجهیزات

۳-۳-۱: واحدهای خازن

در طراحی خازن مساله اقتصادی هنوز ایجاب میکند که خازنهای سری و موازی مقدار نامی توان راکتیو مورد لزوم را از طریق ترکیب سری – موازی خازنها مجزا بدست آورد. گرچه خازن سری و موازی اساساً از نظر ساختمان با هم تفاوت چندانی ندارند اما در طراحی واحدهای خازنی که در کاربردهای سری استفاده میشود، لازم است که در مقدار نامی آن – نسبت به خازن موازی – محتاطانه عمل کرد. از سال ۱۹۱۴ که اولین خازنهای قدرت تولید شد تاکنون بهبودهای متعددی در

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ساختمان آن انجام گرفته است. پس از معرفی کاغذ سخت و جایگزینی آن با لایه کتانی در سال ۱۹۳۰ و جایگزینی روغن با آسکارل مقدار نامی هر خازن مجزا به میزان 15KVAV ممکن گردید. در سال ۱۹۶۵ جنرال الکتریک با استفاده از سیستم عایق آسکارل / پلی پروپلین واحد 150KVAV را طراحی کرد. جایگزینی آسکارل با مایعات Non – PCB که در سال ۱۹۷۶ انجام گرفت چندان اثری بر روی اندازه و مقدار نامی واحد خازنی نگذاشت. واحدهایی که در آنها دی الکتریک تماماً از پروپلین تشکیل شده است علاوه بر بهبودی که در اندازه و مقدار نامی حاصل گردیده و در کاهش دادن تلفات احتمال انفجار محفظه دارای مزیت آشکاری هستند.

۳-۳-۲: آرایش فیزیکی

بانکهای سری هر فاز در یک یا چند قسمت مجزاً ساخته شده و هریک اجزاء متعدد دیگر بر روی سکویی که از زمین عایق گردیده است نصب میشوند. بانکهای کوچک رده توزیع ممکن است بر روی زمین نصب شوند. اما تجهیزات بزرگتر رده انتقال تماماً بر روی سکو نصب می گردند. تا قبل از زمین لرزه فوریه ۱۹۷۱ که منجر به خسارت قابل ملاحظه ای به پست sylmor لوس آنجلس گردید، تجهیزات خازن سری معمولا به تحمل استاتیکی بیش از 0.2g نیاز نداشتند ولی هم اکنون در مناطق زلزله خیز به شدت مورد توجه قرار گرفته است که شامل پاسخ حرکت زمین و تحلیل دینامیکی با شتاب مبنا ۰/۵ است. بنابراین طراح در بنای ساختمان بایستی فرکانس و میرایی را نیز در نظر بگیرد. همچنین باید نیازمندیهای شتاب قائم را نیز به آن افزود معمولا ۸۰-۷۰٪ مقدار افقی برای آن منظور میشود. در نظر گرفتن چنین مشخصات بیشتری، بطور قابل ملاحظه ای هزینه بنا را افزایش میدهد.

۳-۴: وسایل حفاظتی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از آنجائیکه بطور تقریب هزینه متناسب با مجذور جریان افزایش می یابد، به لحاظ اقتصادی نمیتوان تجهیزات خازن سری را طوری طراحی کرد که تمامی ولتاژهای غیرعادی ناشی از جریانهای فوق العاده خط و اتصال کوتاه را تحمل نماید. بنابراین تجهیزات طوری طراحی میشوند که بتوانند ولتاژهای غیرعادی معینی که در خلال پاره ای از اغتشاشات سیستم تولید میشوند بخصوص وقتیکه لازم است در آن زمان خازنهای سری عمل کنند (مثلا وقتیکه لازم پایداری گذرا را حفظ نمایند) – را تحمل نمایند . گرچه استانداردهای صنعتی برای خازنهای سری *وجود دارد. اما کاربرها آنچنان متفاوت است که طراح بایستی در هر مورد پس از مطالعه کامل بر روی تحلیل گر گذرا یا کامپیوتر آنها را برای کاربر معین مطابقت دهد.

تجهیزات خازن سری طوری طراحی میشوند که هنگامیکه ولتاژ از سطح طراحی شده افزایش می یابد قسمتهایی از آنها بطور خودکار و لحظه ای بای پس (کنار گذر) می گردند. این مشابه چیزی است که در موقع قطع اتصال کوتاه خط انجام میگیرد. به سبک سنتی این کار بوسیله جرقه یاتریگر کردن فاصله الکترودهای موازی با خازن انجام می گرفته است. پس از رفع اتصال کوتاه مدارهای کنترل، وارد کردن مجدد خازن به مدار، را آغاز میکنند. برای تجهیزاتی که در قسمتهای غیر اتصالی قرار دارند این بدان معناست که وسایل حفاظتی بایستی جریان را قطع نموده و ترکیبی از ولتاژهای ناشی از وارد کردن مجدد بانک خازنی بای پس شده و اغتشاش سیستم الکترومکانیکی را بدون ایجاد جرقه تحمل نمایند. در مورد بانک خازنی که اساساً برای بهبود پایداری گذرا نصب گردیده رفع سریع اتصال کوتاه و وارد کردن سریع خازنها پس ازرفع اتصال کوتاه که هر دو را افزایش ظرفیت بارگیری خط ضرورت سری است. همچنین برای حالتیکه در آن اتصال کوتاه در ۵ سیکل رفع میشود تاثیر تاخیر ۵ سیکل و ۸ سیکل مجدد خازن بر روی توانایی بارگیری خط در شکل نشان داده شده است. شکل بطور نمونه، دیاگرام شماتیک یک قسمت از بانک خازن سری را نشان میدهد. در آن یک مدار تشخیص دهنده وجود دارد که جریانهای دو ردیف خازنی موازی را با هم مقایسه نموده و در نتیجه واحد خازنی از کار افتاده را تشخیص میدهد. اغلب دو سطح تحریک در یک مدار تفاضلی بکار برده

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

میشود یکی از آنها در صورت موجود بودن نامتعادلی کم زنگ خطری را به صدا در میاورد و دیگری در صورت وجود اضافه ولتاژ زیاد بر روی بقیع واحدهای خازنی کلید بای پس را می بندد. در صورت امکان برای هر کلید که میسوزد زنگ خطر به صدا در میاید و برای اضافه ولتاژ بیش از ۱۰٪ کلید بای پس بسته میشود. روش حفاظتی دیگری بکار بردن ترانسفورماتورهای ولتاژ است که در آن به جای مقایسه جریانها در دو ردیف موازی، ولتاژ دو سر خازنها در دو گروه سری با هم مقایسه میگردند.

فاصله بین الکترودهای اصلی جرقه طوری تنظیم میشود تا در سطح ولتاژ از قبل تنظیم شده جرقه بزند تا بدینوسیله خازنها در خلال اتصال کوتاه خط حفاظت گردند. بطور معمول مقادیر حفاظتی ۴-۲/۵ برابر ولتاژ کار عادیست. توالی کنترل بدین صورت است که وجود جریان در مسیر الکترودهای جرقه توسط ct مربوطه تشخیص داده میشود و بطور خودکار سیگنالی جهت بستن کلید بای پس ارسال میگردد. هنگامیکه کلید بسته میشودجریان از مسیر الکترودها منحرف گردیده و هنگامیکه جریان خط به وضع عادی بر میگردد، سیگنالی جهت بازکردن کلید بای پس ارسال شده و بنابراین خازن مجدداً وارد خط میشود. توالی کنترل بالا برای الکترودهای جرقه ای که خود بخود جرقه را رفع نمیکنند بکار برده میشود.

در الکترودهای جرقه با هوای فشرده اگر چنانچه به محض تشخیص جریان عبوری از این مسیر هوای فشرده دمیده شود، عمل وارد کردن مجدد خازنها سریعتر انجام میگیرد. از معایب این روش این است که جرقه بین الکترودها در هر نقطه صفر جریان خاموش میشود و بواسطه افزایش فشار هوا در فاصله الکترودها، مجدداً در ولتاژهای بالاتر از ولتاژ جرقه روشن میشود این جرقه مکرر در مقایسه با وارد شدن خازن با تک جرقه وظیفه سنگین تری را بر خازن اعمال میکند.

راکتیو تخلیه برای محدود کردن اندازه و فرکانس جریان عبوری از خازن در زمان جرقه زدن الکترودها، ضروریست این عمل از صدمه دیدن واحدهای خازنی و فیوزها جلوگیری میکند و به علاوه عمل الکترودهای جرقه را آسان می نماید. چنین راکتوری در شکل در مدار بای پس نشان داده شده

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

است گاهی راکتور بصورت سری با خازن قرار داده میشود که در اینصورت نیز جریان تخلیه را محدود میکند، لیکن لازم نیست که جریان اتصال کوتاه کامل فرکانس پایه را تحمل نماید. حفاظت اضافه بار معمولا به منظور حفاظت خازن و مقابل اضافه بار مداوم پایین تر از ولتاژ جرقه فراهم شده است. غالباً این کار توسط یک CT دارای چند رله جریان و رله زمانی مناسب برای تخمین زدن توانایی تحمل زمان – جریان خازن است انجام میگیرد.

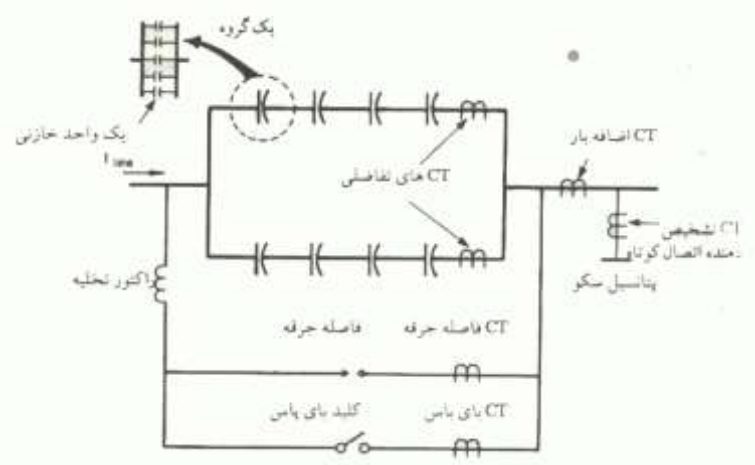
یک انتهای هر قسمت مجزای خازنی معمولا به سکو اتصال دارد. این عمل سکو را از شناوری در ولتاژهای نامشخص حفظ یکند و همچنین علاوه بر کاهش دادن BIL یک طرف کلید والکترودهای جرقه، کاربرct های با ولتاژ نامی کمتر را مجاز می نماید. یک ct تشخیص دهنده اتصال کوتاه که در محل اتصال کوتاه با سکو قرار دارد برای تشخیص خرابی عایق یا جرقه ایجاد شده بین هر نقطه تجهیزات و سکو بکار برده میشود عملکرد این مدار موجب بسته شدن کلید بای پس میگردد. عایق بین اجزاء مختلف سکو بایستی به دقت انتخاب گردد طوریکه در تمام سطوح ولتاژ گذرا، بخصوص در حداکثر ولتاژ جرقه الکترودها مقاومت نماید.

در اغلب عملیاتی که مورد بحث قرار گرفت لازم است که سیگنالی از سکو به مدارهای کنترل (زمین) اسال شود تا اینکه زنگی را به صدا در آورد یا به رله ای فرمان دهد تا کلیدهای بای پس مربوطه در فازهای دیگر را مسدود نماید تا تعادل سیستم حفظ گردد. مخابره بین سکو مدارهای کنترل معمولا از طریق ستون سیگنال، که کانال های آن می تواند میله های عایق سولنوئیدی، لوله های هوای فشرده یا فیبرهای نوری باشد انجام میگیرد. همچنین معمولا وجود یک منبع تغذیه در سکو برای عملکرد کلید بای پس و مدارهای کنترل سکو ضروریست. این منبع میتواند هوای فشرده همراه با کمپرسور واقع در سطح زمین باشد و یا باطری همراه با سیستم شارژ نصب شده بر روی سکو باشد که از طریق جریان خط بعنوان منبع تولید شارژ میشود.

در سیستمهایی که از دو خط موازی تشکیل شده اند نظیر شکل ۱- در اثر وقوع اتصال کوتاه و بای پس شدن قسمت های بانک خازن، نوسان شدید جریان ولتاژ جریانهای اضافه بار و ولتاژهای گذرا

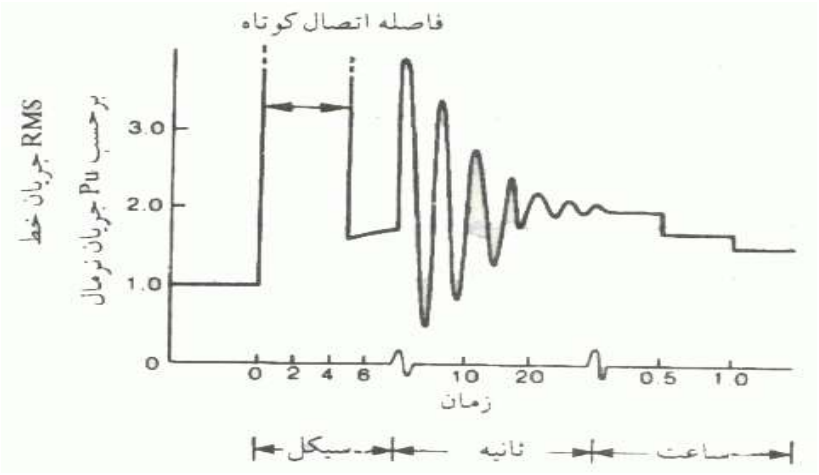
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ناشی از وارد شدن مجدد خازن میتواند رخ دهد. با رفع قسمت خط اتصال کوتاه شده، این تجهیزات بایستی جریان نوسانی کامل سیستم را، که پس از وارد شدن مجدد خازن ایجاد میشود و بیش از دو برابر جریان عادی خط است حمل نمایند.



شکل ۱ :نمایش ساده از یک سمت از خازن سری

جریان اضافه بار مداوم پس از وقوع نوسان ممکن است در حدود دو برابر جریان بار قبل از اتصال کوتاه باشد. غالباً چنین جریان اضافه باری مقدار ناشی جریان پیوسته بانک خازن را مشخص میکند. پروفایل یک جریان خط نمونه برای یک بانک خازن سری واقع در قسمتی از خط موازی در یک سیستم متشکل از دو خط موازی، در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- نمونه ای از پروفایل جریان اضافه بار در قسمتی از خط موازی

۳-۵ : روشهای وارد کردن مجدد خازن

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

همانطوریکه قبلا بحث شده تاخیر زمانیکه از لحظه رفع اتصال کوتاه تا وارد کردن مجدد خازن وجود دارد میتواند عامل بحرانی در عملکرد صحیح سیستم باشد. هر قدر این تاخیر زمانی کوتاهتر باشد، حد پایداری گذرا بیشتر خواهد بود تاخیر زمانی وارد کردن مجدد خازن به سرعت کنترل عملکرد رله، زمان بازشدن بای پس و مشخصه ولتاژ برگشت الکترودهای جرقه حفاظتی بستگی دارد.

در سیستم وارد کردن مجدد خازن با سرعت – کم معمولا از الکترودهای جرقه ای که خودبخود جرقه را رفع نمیکنند، استفاده میشود، وقتیکه جرقه رخ میدهد که کلید بای پس شروع به مسدود شدن می نماید. پس از رفع اتصال کوتاه تاخیر زمانی کافی برای غیر یونیزه کردن فاصله بین الکترودها و برقرار کردن مقاومت دی الکتریک فراهم میشود، پس از آن کلید مجدد باز میشود زمان وارد کردن مجدد خازن در سیستمها با سرعت کم معمولا یک ثانیه یا بیشتر است.

سیستم وارد کردن مجدد خازن با سرعت زیاد، سیستمی است که در آن چند سیکل پس از رفع اتصال کوتاه خازن مجدداً وارد مدار میشود این کار با استفاده از کنترل و کلیدهای سریع و فاصله الکترودهایی که بر سرعت مقاومت عایقی خود را باز می یابند نظیر فاصله خلاء یا فاصله الکترودی که خوبخود جرقه را رفع میکنند انجام میگیرد. تاخیر زمانی وارد کردن مجدد خازن در فاصله های الکترودی که خود بخود جرقه را رفع میکنند تابعی از اندازه جریان اتصال کوتاه و مدت زمان آن است زیرا این پارامتر ها بر مشخصه های بازگشتی تاثیر میگذارند. وارد کردن لحظه ای خازن بوسیله ایجاد جریان هوا در فاصله الکترود در موقع قطع جرقه و بازیافتن سریع مقاومت عایقی انجام میگیرد. فاصله الکترود پس از بازیافتن مقاومت عایقی خود سعی میکند که در خلال اتصال کوتاه در هر نقطه صفر جریان خازن را وارد مدار نماید تا اینکه ولتاژ خازن کمتر از ولتاژ تحمل فاصله الکترودها گردد از معایب این روش این است که واحدهای خازنی در معرض پالسهای مکرر ولتاژ بالا قرار می گیرند و ممکن است در حالیکه جریان هوا برقراراست،ولتاز خازن بطور خطرناکی بیش از مقدار تنظیم جرقه افزایش یابد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۶: اثرات رزونانس با خازنهای سری

یک خازن سری با اندوکتانس خط انتقال تشکیل یک مدار رزونانس –سری با فرکانس طبیعی زیر می دهد:

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{lc}} = f\sqrt{\frac{X_{cy}}{X_1}}$$

که در آن X_{cy} راکتانس خازن هر فاز و X_l راکتانس کل خط در فرکانس پایه است.از آنجاییکه درجه جبران سازی ، X_{cy}/X_l معمولاً در محدوده ۲۵٪-۷۰ است، f_c معمولاً کوچکتراز فرکانس پایه است،وما اینطور بیان می کنیم که سیستم دارای رزونانس زیر هارمونیک یا مد است.

در عمل این اجزا همانند خط دارای مشخصه های فرکانس - پاسخ پیچیده ای هستند،وبرای پیش بینی دقیق پدیده رزونانس بایستی از مدل مداری دقیق سیستم قدرت استفاده شود.

اولین اثر رزونانس زیرهارمونیک این است که در خلال هر اغتشاش،جریانهای گذرادر فرکانس رزونانس زیر هارمونیک f_c تحریک می شوند،این جریانها بر روی جریان فرکانس پایه افزوده می شوند ومعمولاً به واسطه مقاومت ژنراتورها وبارهای متصل به آن میرا می گردند. بطور کلی،هر اغتشاشی به انضمام عمل کلیدزنی تمامی مدهای طبیعی سیستم را به درجات متفاوت تحریک می کنند.عموماً تمامی جریان های گذرای ناشی از آن به طور مثبت وبه درجات متفاوت میرا می گردند.

تحت شرایط معین مد زیر هارمونیک مربوط به خازن های سری می تواند از ماشینهای گردان چند فازهacتاثیر ناپایداری بپذیرد.در بدترین حالت در صورتی که اقدامات تصحیح انجام نگیرد منجر به ناپایداری می گردد.تاثیر ناپایداری خود را به صورت مقاومت منفی در مدار معادل ماشینهای سنکرون والقایی نشان می دهد.مد زیر هارمونیک الکتریکی به ندرت ایجاد مزاحمت می کند مگر در جایی که رزونانس زیر سنکرون (SSR) بتواند رخ دهد،از آنجاییکه در جهت مخالف روتور ومیدان اصلی می چرخد،میدان زیر هارمونیک گشتاور متناوبی با فرکانس $f - f_c$ بر روتور اعمال می نماید.اگر این

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تفاضل فرکانس بریکی از رزونانس های پیچشی طبیعی سیستم محور ماشین منطبق گردد،نوسانات پیچشی تحریک می گردد.این شرایط به رزونانس زیر سنکرون موسوم است.

گرچه مقاومت منفی در ماشینهای سنکرون می تواند تاثیر ناپایداری داشته باشد،ناپایداری مد زیر سنکرون به احتمال زیاد از جابجایی های فازدر مدار خارجی ژنراتوری که محور آن در نوسان است،نتیجه می شود.نوسان منجر به تولید مدولاسیون فرکانسی از فرکانس پایه باباندهای جانبی هارمونیک وزیرهارمونیک می گردد وباندهای جانبی زیر هارمونیک ممکن است به وسیله این جابجایی های فاز ناپایدار گردند.

پی آمدهای SSR می تواند در کوتاه مدت خطرناک باشد،اگرچنانچه نوسانات ناپایدار باشند وبه قدر کافی تقویت شوند منجر به بریدن محور می گردد.اما حتی اگر نوسانات نسبتاً میرا شده باشداغتشاشی (نظیر کلید زنی ،رفع اتصال کوتاه و غیره) می توانند باعث خستگی محور گردند.این اثر تخریبی کند،((خستگی سیکل - پایین)) نامیده می شود ودر سالهای اخیر کوشش قابل ملاحظه ای در جهت فهمیدن کمی آن انجام گرفته است.

اقدامات تصحیح SSR عبارتند از :

۱ -خارج کردن بخشهایی از خط، یا بای پس کردن خازنهای سری،به کمک رله های حفاظتی که به سطوح کوچکی از جریان زیر هارمونیک حساس هستند.

۲ -نصب کردن مدارهای فیلتر زیر هارمونیک مخصوص،اینها می توانند به شکل فیلترهای مسدود سری با خط انتقال ،یا مدارهای میرا کننده موازی با خازنهای سری باشند.

۳ -بکارگرفتن کنترل تحریک(مدوله کردن جریان تحریک) در توربین - ژنراتورها طوری که در فرکانس زیرهارمونیک میرایی مثبت فراهم گردد.

۴ -بکار گرفتن جبران کننده های استاتیک ومدوله کردن ولتاژ مرجع طوری که در فرکانس زیر هارمونیک میرایی مثبت فراهم گردد.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در موارد شدید تر ترکیبی از روشهای ۲ الی ۳ همراه با فیلتر ۴ مسدودکننده موازی به منظور میرا کردن هر یک از چهار رزونانس زیر سنکرون در سیستمی که مجهز به خازنهای سری در نقاط متعددی از سیستم بوده است،به طور موفقیت آمیز به کار رفته است.

۳-۷: حفاظت از خازن سری

محاسبات انجام شده حاکی از آن است که به طور تقریبی هزینه با مجذور جریان افزایش می یابد ؛ از این رو نمی توان تجهیزات خازن سری را طوری طراحی کر د که تمامی ولتاژهای غیر عادی ناشی از جریان های فوق العاده خط و اتصال کوتاه را تحمل نماید. از طرفی یکی از کاربردهای مهم خازن های سری در چنین شرایطی خاصی است . به عنوان مثال به هنگام عبور جریان های خاص از خط ، این وظیفه یک خازن سری است که عمل کند و پایداری گذرای سیستم را حفظ کند. به همین خاطر است که تجهیزات را به گونه ای طراحی می کنند که بتوانند ولتاژهای غیر عادی معینی را که در خلال پاره ای اغتشاشات تولید می شوند ، تحمل نمایند ؛ به ویژه زمانی که لازم است در آن زمان خازن های سری عمل کنند.

اگر چه استاند اردهای صنعتی از قبیلIEC وANSIC برای خازن های سری وجود دارد اما کاربردهای خازن های سری آن قدر متفاوت است که طراح را وادار می سازد که در هر مورد پس از مطالعه کامل بر روی تحلیل حالت گذرا و شبیه سازی کامپیوتری ، آنها را برای کاربرد معین تطبیق دهد.

تجهیزات خازن سری طوری طراحی می شوند که هنگامی که ولتاژ از سطح طراحی شده افزایش می یابد ، قسمت هایی از ان به طور خودکار و لحظه ای bypass می گردند. این امر مشابه اتفاقی است که به هنگام اتصال کوتاه شدن خط روی می دهد.

در روش سنتی الکترودهای موازی با خازن ها قرار می دادند و با تریگر کردن فاصله الکترودهای موازی عمل baypas انجام می شود.

امروزه این کار توسط ادوات الکترونیک انجام می گیرد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در مورد بانک خازنی که اساساً برای بهبود پایداری گذرا نصب گردیده ، رفع سریع اتصال کوتاه و وارد کردن سریع خازن ها پس از رفع اتصال کوتاه ، هر دو در افزایش ظرفیت بارگیری خط موثرند.

۳-۸: راکتور های موازی

راکتورهای موازی در سیستم های ولتاژ بالا به منظور کاهش خاصیت خازنی بوجود آمده توسط خطوط یا کابل ها به کار می روند.بنابر این بهره برداری و کاربرد راکتور های موازی به دلایل زیر صورت می گیرد.

- پایداری سیستم از نظر خاصیت خازنی خط
- کنترل ولتاژ و نهایتا گرفتن توان راکتیو شبکه در شرایط بار کم

۳-۹ : کندانسور سنکرون

کندانسورهای سنکرون در مدت زمان بیش از ۵۰ سال نقش اصلی رادر کنترل توان راکتیو عهده دار بوده اند.کندانسور سنکرون در سطوح ولتاژانتقال وزیر انتقال برای بهبود پایداری ونگاهداری ولتاژدر محدوده مطلوب در شرایط تغیی بار ودروضعیتهای اضطراری بکاررفته است.بنا به دلایل اقتصادی کاربرد آنها در ناحیه زیر انتقال بطور وسیع بابانکهای خازنی موازی جایگزین شده است.کاربرد عمده دیگر کندانسورهای سنکرون در انتقال انرژی ولتاژ بالای dc است.که در آن کندانسورهای سنکرون علاوه بر تامین توان راکتیو مورد نیاز مبدله استحکام سیستم را وقتی که ظرفیت اتصال کوتاه سیستم ac پایین است فراهم می نمایند.

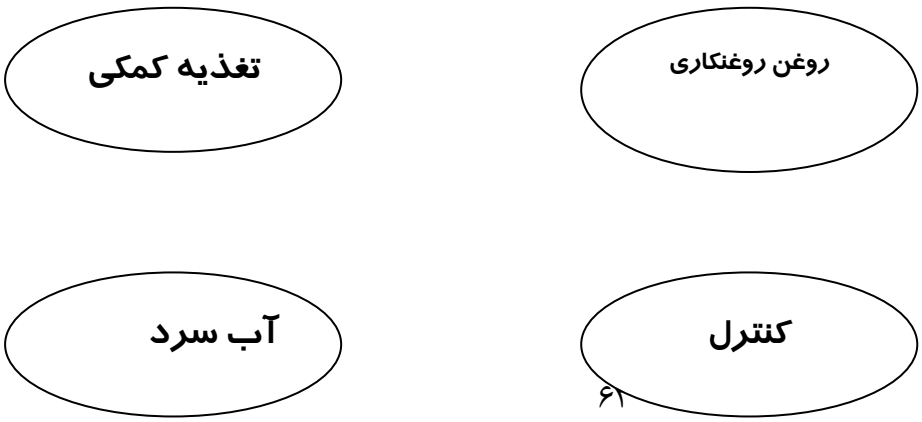
۳-۹ -۱ : جنبه های طراحی کندانسور:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کندانسور سنکرون اساسا یک ماشین سنکرون است که به آن سرعت داده وبا سیستم قدرت سنکرون می شود.پس از سنکرون شدن ماشین،جریان تحریک آن کنترل می شود تا بر حسب نیاز سیستم قدرت توان راکتیو راتولید ویاجذب نماید.اکثریت تاسیسات کندانسور سنکرون برای نصب در فضای آزاد طراحی شده اند وبرای راه اندازی ،خاموش کردن ونمایش وضعیت کار آن از کنترل های اتوماتیک استفاده شده است.از نظر تاریخی کندانسور سنکرون با سیستم خنک کننده هواوهیدروژن هر دو بطور وسیع استفاده شده است.

کندانسور سنکرون در یک محفظه گازی بدون نشتی وآب بندی شده قرار داردطوریکه آن را برای نصب در فضای باز مناسب می نماید.تمامی هادیهای ارتباطی لازم در خارج از محفظه از طریق بوش عایق مجزا انجام می گیرد.حلقه های اصطکاکی مربوط به تحریک وراه اندازی موتور در یک محفظه گازی مجزا در داخل محفظه اصلی قرار دارند.طوریکه در حالت توقف کندانسوراز آن آب بندی شده است.این عمل باعث می شود که بتوان جاروبکها رادر موقع لزوم –بدون اینکه گاز تمام کندانسور راتخلیه کرد- تعویض نمود.

شکل 2 عناصر اصلی تاسیسات کندانسوررانشان می دهد،که دربرگیرنده اتصالات سیستم وسیستمهای کمکی می باشد .عنصر کلیدی،وسیله کنترل تحریک می باشدکه تا حدودزیادی رفتار کندانسور رادرسیستم قدرت معی میکند.این عمل مشابه سیستم کنترل تحریک اغلب ژنراتورها توسط رگولاتورولتاژانجام می گیرد.یک اغتشاش بزرگ منجر به ولتاژ غیر عادی می گردد که کندانسور وکنترل تحریک آن باپاسخ خود آن راتصحیح می کنند.



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۹-۲ : عملکرد کندانسور

۱- کنترل ولتاژ سیستم قدرت

عملکرد عادی سیستم قدرت بوسیله تغییر پیوسته در میزان بار خط انتقال مشخص می شود.چنین تغییرات باری به تغییرات پیوسته مشابهی در توان راکتیو مورد نیاز سراسر سیستم انتقال می یابد.در نواحی توزیع وزیرانتقال تغییرات توان راکتیو مورد نیاز معمولا توسط بانکهای خازنی همراه با تپ چنجر ترانسفورماتور ورگولاتور ولتاژواقع بر خطوط توزیع،برآورده می شود.در انجام این نقش ،کندانسورهای سنکرون دارای مزایای تکنیکی زیر هستند :

۱ -توان راکتیوپیوسته قابل تنظیم رافراهم می کندطوریکه کنترل ولتاژ سیستم انتقال رامیسر می نماید.

۲ -جهت برآورده کردن نیازمندیهای ۱ دارای توانایی تامین توان راکتیو اندوکتیو وکاپاسیتیو می باشد.

۲- تامین توان راکتیو اضطراری

انگیزه اصلی اکثر موسسات برق در بکار گرفتن کندانسور سنکرون،کسب توانایی درکنترل ولتاژاضطراری درخلال اغتشاشات بزرگ سیستم است.چنین نیازی برای اضطرارهایی نظیر وقوع اتصال کوتاه واز دست دادن بخش وسیعی از تولیدیا انتقال،پیش می آید.دربدترین شرایط،منجربه گسستن سیستم یا تشکیل جزیره می گردد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

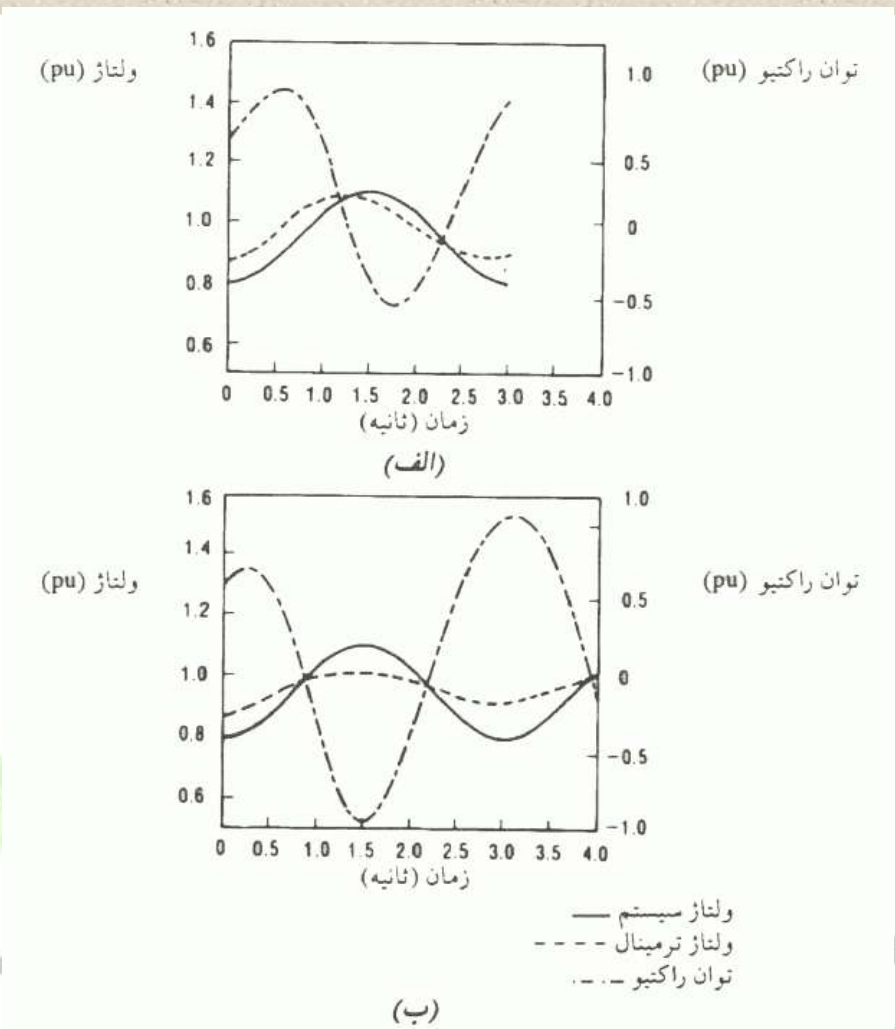
در شکل اثر سقف تحریک برروی پاسخ کندانسور در برابر کاهش ولتاژ سیستم نشان داده شده است.در بدترین شرایط سیستم خروجی کندانسور بطور اتوماتیک در حداکثرمقدار خود خواهد بودوبنابراین حفاظت سیم پیچی استاتور وسیم پیچی روتور در مقابل اضافه بار در یک رنج وسیعی از شرایط سیستم حایز اهمیت است.کاهش جریان میدان به مقداتر نامی آن تضمین کننده حفاظت سیم پیچی استاتور- که ممکن است هنوز بطور قابل ملاحظه ای در اضافه بار باشد – نمی باشد. اهمیت فراهم کردن حمایت توان راکتیو در منطقه بار و در انتهای سیستم انتقال در شکل نشان داده شده است.این شکل اهمیت حمایت توان راکتیو درانتهای خط که منجربه بهبود توانایی شبکه انتقال در انتقال توان به ناحیه ای که کمبود تولید دارد می گردد را نشان می دهد.

۳- تقلیل نوسانات گذرا

کاربرد جبران راکتیو موازی در پستهای سوئیچینگ میانی یکی از روشهای بهبود پایداری گذرای تولید دوردست است.دراین مواردکندانسورهای سنکرون وجبران کننده های سنکرون استاتیک قابل کنترل می توانند در بهبود پایداری سهیم باشند.از این رو برای اینکه بتواند در بهبود نوسانات ولتاژگذرا موثرباشد،بایستی سیستم تحریک با کنترل کمکی که سیگنالی متناسب با میزان تغییر ولتاژ رافراهم می کند،مجهز گردد.

شکل زیر تاثیر کنترل کمکی را دربهبود رفتار کندانسور – در کاهش نوسانات ولتاژ –نشان می دهد.

www.wikipower.ir
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



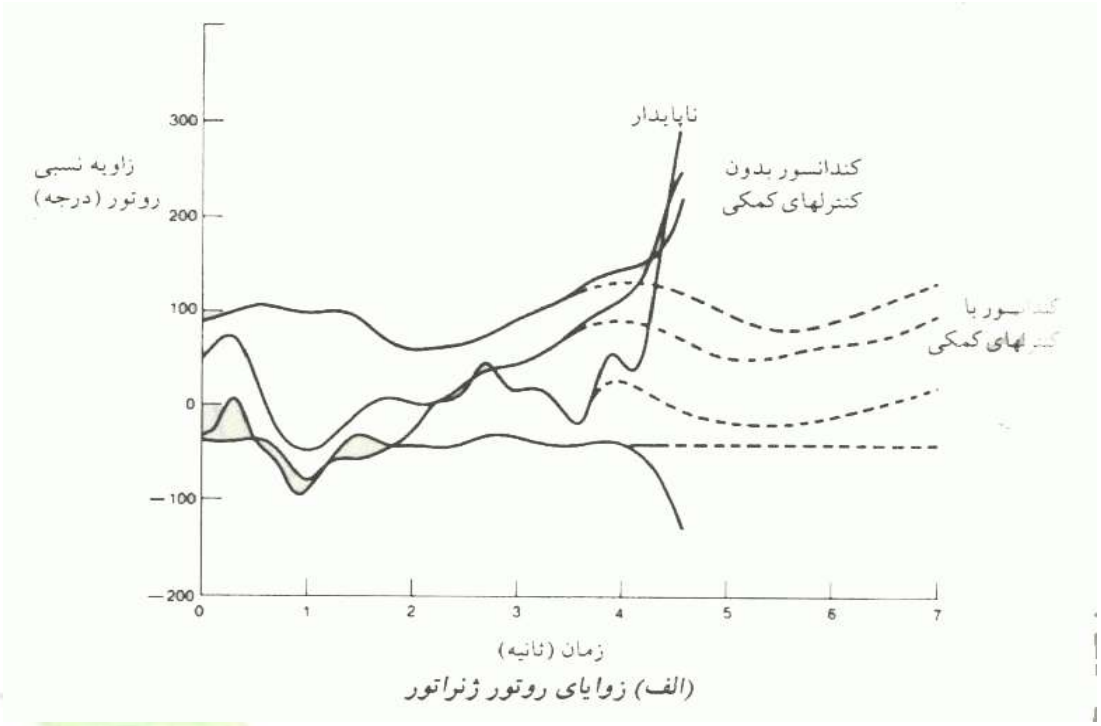
---- رفتار کندانسور سنکرون در خلال نوسانات ولتاژ سیستم

الف) بدون کنترل کمکی

ب) با کنترل کمکی

لزوم اعمال کنترل کمکی به رگولاتور ولتاژبوسیله مطالعات پایداری یک سیستم بهم پیوسته به نمایش گذاشته می شود.نمونه ای از نتایج شبیه سازی در شکل مشاهده می شود. سیستم مورد بهره برداری به وسیله واحدهای تولیدی بزرگ که از ناحیه بار دور هستند مشخص می شود.با اشغال محلی در بین ژنراتورها در خلال نوسانات گذرا،نواحی باردرمعرض تغییرات وسیع ولتا ژ قرار می گیرند.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



(الف) زوایای روتور ژنراتور

---- شکل بهبود شرایط گذرای سیستم با استفاده از کندانسور سنکرون مجهز به رگولاتور ولتاژ دارای کنترلهای کمکی

WikiPower.ir

۳-۹-۳ : روشهای راه اندازی

الف - راه اندازی با موتور

در این روش راه اندازی از یک موتور باروتور سیم پیچی شده که تعداد قطب آن یک زوج کمتر از کندانسور اصلی است،استفاده گردیده وبه کندانسور شتاب داده وپس از رساندن به سرعت نامی آن را باخط سنکرون می نماید.این روش دارای این امتیازات است که در خلال راه اندازی علاوه بر حذف تنش وارده بر سیم پیچی استاتور یا سیم پیچی تضعیف،هرگونه فرورفتگی ولتاژنیز از میان می رود.همچنین تجربه قابل ملاحظه ایدر رابطه بااین روش راه اندازی از گذشته وجود داشته که بطور وسیع برای راه اندازی کندانسورهای سنکرون وپمپ های آب استفاده گردیده است.مقدار نامی موتور درحدود 0.5 ٪ مقدارنامی کندانسور بکاررفته است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ب - راه انداز استاتیکی

اساسا نوعی راه انداز همزمان یا پشت به پشت است که در آن کندانسور بطور همزمان با معادل استاتیکی مولد راه انداز تا سرعت نامی شتاب می گیرد.راه اندازاستاتیکی خود مجموعه کاملی از معادل استاتیکی مولد راه انداز ،سیستم تحریک تنظیم کننده،سوئیچ های آن وکنترل های سنکرون کننده است.راه انداز با اجزای اصلی زیر است :

۱ -محفظه های راه انداز استاتیکی که در برگیرنده تایریستورهای قدرت ومدارهای کنترل مربوط به آن است.

۲ -راکتورهای کموتاسیون وراکتور اضافی که درمجاورت محفظه های راه انداز قرار دارند.

۳ -کلیدهای قدرت جهت تغذیه راه انداز واتصال دادن واحدیکه بایستی راه اندازی شود.

راه انداز اساسا مشابه تجهیزات مبدل HVDC است.با این تفاوت که سیستم دریافت کننده توان با فرکانس متغیر است.در خلال راه اندازی مبدل طرف خط به صورت مستقیم و یکسو کننده عمل می کنددر حالیکه مبدل طرف ماشین به صورت معکوس کننده عمل می کند.در سرعت بالاتر از یک حداقل معین کندانسور می تواند توان راکتیو کموتاسیون لازم برای عملکرد معکوس کننده از فاز به فاز ،فلوی دوار استاتور را برقرار کرد.

ج - سیستمهای کمکی

علاوه بر وسایل راه اندازی کندانسور ،سیستمهای کمکی اصلی شامل روغن کاری ،خنک سازی وکنترل هیدروژن است.توان کمکی مورد نیاز یک کندانسور که با خروجی نامی کار می کنددر حدود یک دهم یک در صد است که اغلب آن به سیستم خنک سازی آب مربوط می شود.

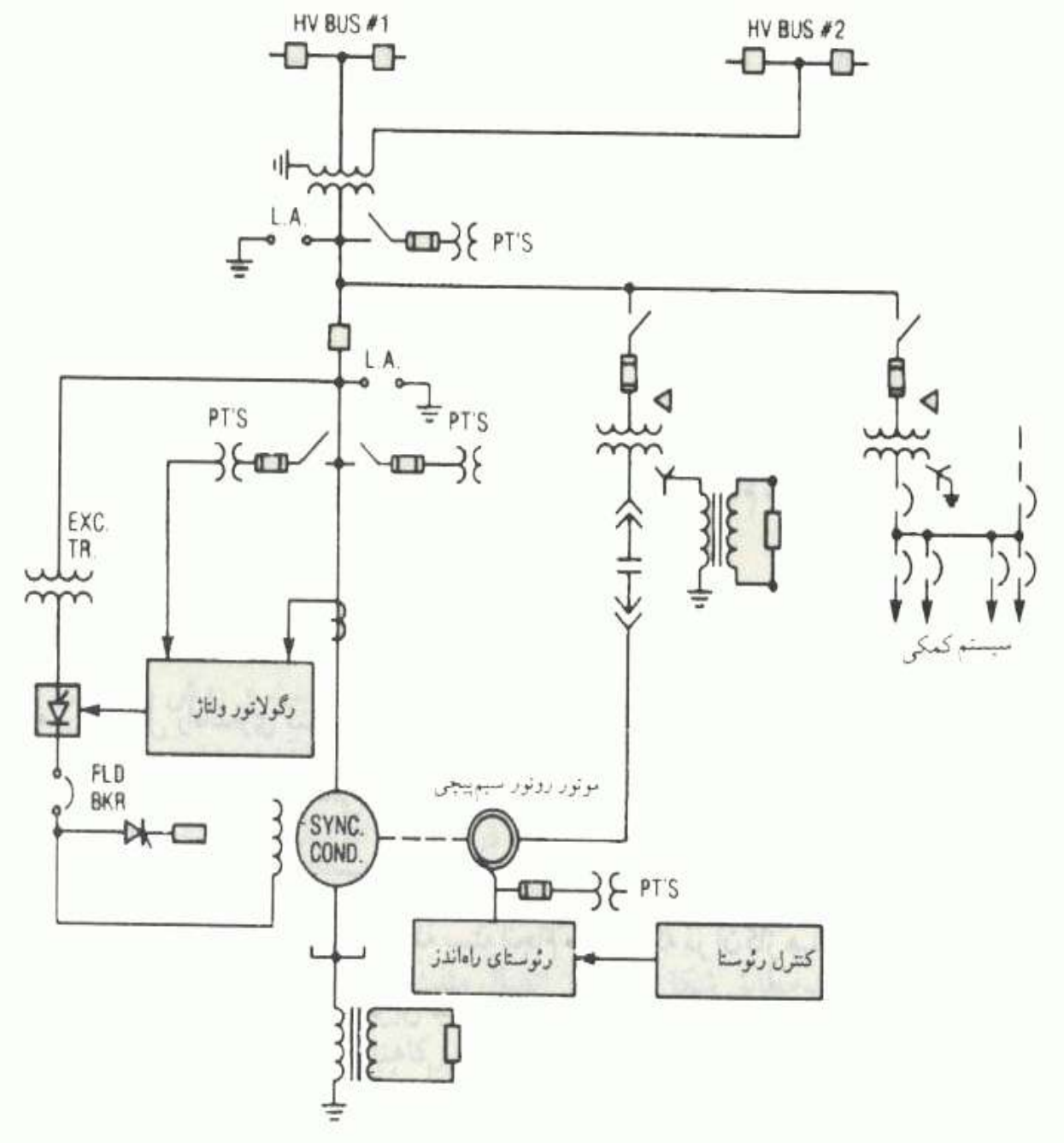
سیستم کنترل هیدروژن،به کمک رگولاتورهای فشار ،فشارادر حدنرمال نگاه می داردو از نشتی محفظه جلوگیری میکند.سیستم روغن روغنکاری معمولا در محلی در قسمت تحتانی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کندانسورقراردارد.روغن تحت جریان وفشار مناسبی به بلبرینگ داده می شود.همچنین درخلال راه اندازی روغن تحت فشار بالا نیز به بلبرینگ ها داده می شود تا یاطاقان رابالاتراز سطح تماس قرار داده واصطکاک راه اندازی وسایيدگی را کاهش دهد.یک پمپ روغن پشتیبان DC در موارد اضطراری پمپ روغن عادی ac را پشتیبانی می کند.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



---- نمونه ای از آرایش تک خطی تاسیسات کندانسورسنکرون.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل چهارم

آشنایی اجمالی با ادوات FACTS

مقدمه

فن‌آوری FACTS فرصتهای جدیدی را برای کنترل توان و افزایش ظرفیت قابل بهره‌برداری خطوط موجود و همچنین خطوط جدید و ارتقاء یافته،فراهم می کند.امکان کنترل جریان در داخل یک خط انتقال با هزینه منطقی افزایش ظرفیت خطوط موجود را به شکل خطوطی با هادی‌های بزرگتر و استفاده از یکی از ادوات کنترل کننده FACTS انتقال توان را در درون چنین خطوطی تحت شرایط عادی و پیش بینی نشده ممکن می سازد.

۴-۱: انواع اصلی کنترل کننده های FACTS

بطور کلی ، کنترل کننده های FACTS را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

۱ - کنترل کننده های سری

۲ - کنترل کننده های موازی

۳ - کنترل کننده های ترکیبی سری–موازی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۱-۱: کنترل کننده های سری

کنترل کننده‌های سری می توان یک امپدانس متغیر باشد مثل خازن،رآکتور و غیره ... ، یا یک منبع متغیر فرکانس اصلی یا زیر سنکرون و فرکانس‌های هارمونیکی مبنی بر الکترونیک قدرت باشد،که نیاز مورد نظر را برآورده نماید.در اصل همه کنترل کننده‌های سری ولتاژ را بصورت سری به خط تزریق می کنند.حتی یک امپدانس متغیر ضرب در جریان داخل آن،نماینده یک ولتاژ سری است که در خط تزریق شده است.تا زمانیکه ولتاژ بر جریان خط عمود است،کنترل کننده سری فقط مقادیری توان رآکتیو تامین یا مصرف می‌کند. هر اختلاف فاز دیگری،جابجایی توان واقعی را نیز درگیر خواهد نمود.در ادامه به بررسی چند نمونه از ادوات FACTS که در گروه کنترل کننده‌های سری قرار می گیرند،می پردازیم.

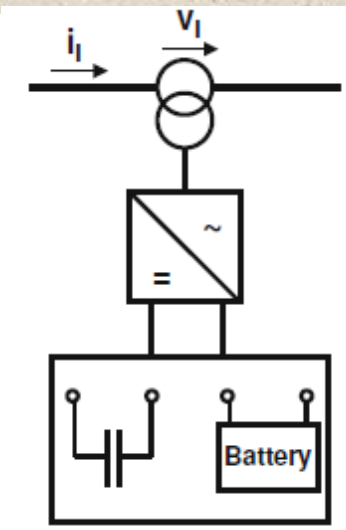
۴-۱-۱-۱: جبران‌ساز سنکرون استاتیکی بصورت سری (SSSC)

یک مولد سنکرون استاتیکی که بدون منبع انرژی الکتریکی خارجی،به عنوان جبران‌ساز سری کار می‌کند و ولتاژ خروجی آن هم دارای ۹۰ درجه اختلاف فاز با جریان خط بوده و هم قابل کنترل بطور مستقل از جریان خط است و به منظور افزایش یا کاهش کل افت ولتاژ رآکتیو در طول خط و در نتیجه کنترل توان الکتریکی انتقال یافته به کار می رود.

SSSC می تواند شامل ذخیره انرژی در حد مقدار گذرا با وسایل جذب کننده انرژی باشد تا عملکرد دینامیکی سیستم قدرت را با جبران‌سازی توان حقیقی اضافی بصورت موقت افزایش دهد و کل افت ولتاژ حقیقی را در طول خط بصورت لحظه‌ای افزایش یا کاهش دهد.

SSSC مشابه STATCOM می باشد با این تفاوت که ولتاژ AC خروجی بصورت سری با خط است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



۴-۱-۱-۲: کنترل کننده‌های انتقال توان میان خط (IPFC)

IPFC کنترل کننده جدیدی است که در همین اواخر معرفی شده است ، لذا IEEE هنوز تعریفی برای آن ارائه نکرده است. یک تعریف احتمالی عبارت خواهد بود از : ترکیبی از دو یا چند جبران‌ساز سنکرون استاتیکی سری که با واسطه یک رابط DC با هم جفت شده‌اند تا انتقال یکسویه توان حقیقی را بین ترمینالهای SSSCها تسهیل کنند. و کنترل آنها به منظور جبران‌سازی مستقل توان راکتیو است تا انتقال توان حقیقی در هر خط ، تنظیم شده و توزیع مطلوب انتقال توان راکتیو در میان خطوط حفظ شود.

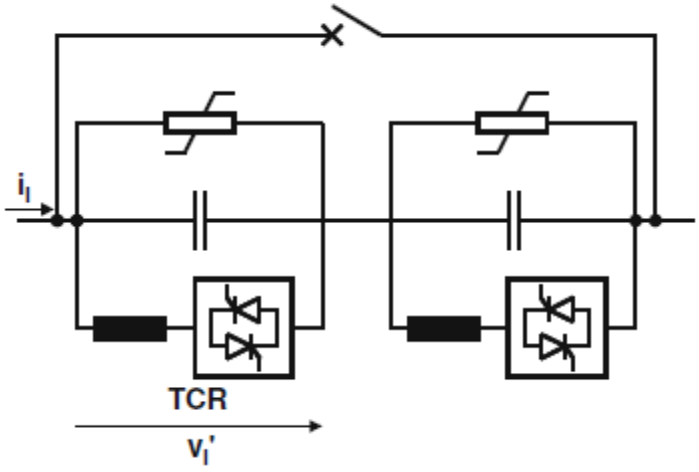
ساختار IPFC هم می تواند شامل یک STATCOM باشد که با رابطه DC مشترک IPFC ها جفت شده تا جبران سازی توان راکتیو موازی را انجام دهد و کمبود کل توان حقیقی مجموعه SSSC ها را تامین یا جذب نماید.

۴-۱-۱-۳ : خازن سری با کنترل تریستوری (TCSC)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یک جبران ساز راکتانس خازنی،که شامل یک بانک خازن سری است و با یک رآکتور کنترل شونده با

تریستور موازی شده تا راکتانس خازنی سری با تغییرات یکنواخت فراهم آید.



۴-۱-۱-۴ : خازن سری قابل کلیدزنی با تریستور (TSSSC)

یک جبران‌ساز راکتانس خازنی که شامل یک بانک خازن سری است و با یک رآکتور کنترل شونده با

تریستور موازی شده تا راکتانس خازنی سری با تغییرات یکنواخت فراهم آید.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۱-۱-۵ : خازن سری قابل کلیدزنی با تریستور (TSSC)

یک جبران‌ساز راکتانس خازنی که شامل یک بانک خازن سری است و با یک رآکتور قابل کلیدزنی با تریستور موازی شده تا کنترل مرحله‌ای برای راکتانس خازن سری فراهم آید.

۴-۱-۱-۶ : رآکتور سری قابل کلیدزنی با تریستور (TSSR)

یک جبران‌ساز راکتانس القایی که از موازی شدن یک رآکتور سری با رآکتور قابل کنترل و کلیدزنی با تریستور تشکیل شده،تا کنترل مرحله ای راکتانس القایی سری فراهم آید. که مکمل TCSR است،اما با کلیدهای تریستوری بطور کامل باز یا بسته‌ای که جهت دست یافتن به ترکیبی مرحله ای از اندوکتانس سری بکار می روند.

۴-۱-۱-۷ : رآکتور با کنترل تریستوری (TCSR)

یک جبران‌ساز راکتانس القایی که شامل یک رآکتور سری است و با یک رآکتور کنترل شونده با تریستور موازی شده تا راکتانس القایی سری با تغییرات یکنواخت فراهم آید.

۴-۱-۲: کنترل کننده های موازی

کنترل کننده‌های موازی می تواند امپدانس متغیر،منبع تغییر یا ترکیبی از آنها باشد در اصل همه کنترل کننده‌های موازی در نقطه اتصال خود جریان به سیستم تزریق می کنند.حتی یک امپدانس متغیر که به ولتاژ خط متصل شده باشد موجب انتقال جریان متغیر شده و لذا نماینده تزریق جریان به داخل خط است.تا زمانی که جریان تزریق شده و ولتاژ خط عمود باشند،کنترل کننده موازی فقط مقادیری توان راکتیو تامین یا مصرف می کند.هر اختلاف فاز دیگری، جابجایی توان واقعی را نیز درگیر خواهد کرد.در

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ادامه باز هم به بررسی بیشتر انواع ادوات FACTS که درگروه کنترل کننده های موازی قرار می گیرند می پردازیم.

۴-۱-۲-۱ : جبران‌کننده سنکرون استاتیکی (STATCOM)

یک مولد سنکرون استاتیکی که به عنوان جبران‌ساز توان راکتیو موازی،کار می کند و جریان خازنی یا القایی خروجی آن را می توان مستقل از ولتاژ AC سیستم کنترل کرد. STATCOM یکی از کنترل کننده‌های کلیدی FACTS است. مبنای آن می تواند بر کنورتور منبع ولتاژی یا منبع جریانی باشد.در کنورتورهای منبع ولتاژی،ولتاژ AC خروجی،طوری کنترل می‌شود که درست برای انتقال جریان راکتیو مورد نیاز کفایت نماید. برای هر ولتاژ شینهAC،ولتاژ خازن DC بصورت خودکار به اندازه مورد نیاز،جهت عمل کردن به عنوان منبع ولتاژ کنورتور،تنظیم می‌شود. می‌توان STATCOM را به صورتی طراحی کرد که به عنوان یک فیلتر فعال،هارمونیک‌های سیستم را نیز جذب نماید.

WikiPower.ir

۴-۱-۲-۲ : مولد سنکرون استاتیکی (SSG)

یک کنورتور استاتیکی خود تغییر برای کلیدزنی توان،که از یک منبع مناسب انرژی الکتریکی تغذیه می‌شود و برای تولید مجموعه‌ای از ولتاژهای خروجی قابل تنظیم به کار می رود و می‌تواند برای تبادل توان‌های حقیقی و راکتیوی که مستقلاً قابل کنترل هستند،با یک سیستم قدرت AC جفت شود. روشن است که SSG ترکیبی از STATCOM و هر منبع انرژی،برای تامین یا جذب توان است.

۴-۱-۲-۳ : جبران ساز توان راکتیو استاتیکی (SVC)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یک مولد یا جذب کننده استاتیکی توان راکتیو که بصورت موازی متصل شده و خروجی آن برای مبادله جریان خازنی یا القایی تنظیم می شود،بطوریکه پارامترهای مشخصی در سیستم قدرت(نوعاً ولتاژ شینه)را حفظ یا کنترل نماید.عملکرد SVC بر مبنای تریستورهای فاقد قابلیت قطع دریچه است و شامل تجهیزات جداگانه‌ای برای تقدم یا تاخر فاز توان راکتیو است.برخی SVC را گزینه ارزانتری از STATCOM می دانند هرچند اگر ملاک مقایسه براساس عملکرد مورد نیاز باشد و نه فقط مقدار MVA ، وضعیت به این صورت نخواهد بود.

۴-۱-۲-۴ : رآکتور قابل کنترل با تریستور (TCR)

یک القاگر قابل کنترل با تریستور که بصورت موازی بسته شده و راکتانس موثر آن،با کنترل هدایت جزیی دریچه تریستور، بصورت پیوسته تغییر می کند. TCR زیر مجموعه ای از SVC است که در آن زمان هدایت و به این ترتیب جریان در یک رآکتور موازی،با یک کلید AC مبتنی بر تریستور که زاویه آتش آن قابل کنترل است،کنترل می شود.

WikiPower.ir

۴-۱-۲-۵ : رآکتور قابل کلید زنی با تریستور (TSR)

یک القاگر قابل کلیدزنی با تریستور که بصورت موازی بسته شده و مقدار راکتانس موثر آن،با عملکرد دریچه تریستور در حالت‌های هدایت صفر یا کامل،بصورت پله ای تغییر می کند. TSR یک زیر مجموعه دیگر از SVC است. TSR از چندین القاگر تشکیل شده است که بصورت موازی بسته شده‌اند و با کلیدهای تریستوری فاقد کنترل زاویه آتش به مدار وارد و یا از آن خارج می شوند تا پله های تغییرات مورد نیاز در توان راکتیو اخذ شده از سیستم بدست آید. استفاده از کلیدهای تریستوری فاقدکنترل زاویه آتش منجر به هزینه و تلفات کمتر می شود،اما کنترل بصورت پیوسته نمی باشد.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۱-۲-۶ : خازن قابل کلیدزنی با تریستور (TSC)

یک خازن قابل کلیدزنی با تریستور که بصورت موازی بسته شده و راکتانس موثر آن با عملکرد دریچه تریستور در حالت‌های هدایت صفر یا کامل،بصورت پله‌ای تغییر می کند. TSC هم یک زیر مجموعه SVC است. که در آن کلیدهای AC مبتنی بر تریستور برای وارد کردن و خارج کردن واحدهای خازن موازی بکار می‌روند تا پله‌های تغییرات مورد نیاز در توان راکتیو تحویل شده با سیستم بدست آید. برخلاف رآکتورهای موازی خازن‌های موازی را نمی‌توان با کنترل زاویه آتش متغیر بصورت پیوسته کلیدزنی کرد.

۴-۱-۲-۷ : مولد یا جذب کننده توان راکتیو (SVG)

یک دستگاه یا سیستم الکتریکی– استاتیکی که قادر به کشیدن جریان القایی و یا خازنی کنترل شده از سیستم قدرت الکتریکی است و به این ترتیب توان راکتیو تولید یا جذب می کند.این دستگاه عموماً متشکل از رآکتورهای قابل کنترل با تریستور و یا خازن‌های قابل کلیدزنی با تریستور که بصورت موازی متصل شده‌اند،می باشد.

۴-۱-۲-۸ : سیستم توان راکتیو استاتیکی (SVS)

ترکیبی از جبران‌سازهای توان راکتیو با کلیدزنی‌های مختلف استاتیکی و مکانیکی،که خروجی آنها با یکدیگر هماهنگ شده است.

۴-۱-۲-۹ : ترمز مقاومتی با کنترل تریستوری (TCBR)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یک مقاومت قابل کلیدزنی با تریستور که بصورت موازی بسته شده و به منظور کمک به متعادل کردن یک سیستم قدرت یا حداقل کردن شتاب‌گیری توان ژنراتور در زمان اخلال،کنترل می شود.

TCBR عبارتست از کلیدزنی سیکل به سیکل یک مقاومت به وسیله یک کلید AC مبتنی بر تریستور که دارای کنترل زاویه آتش است. برای هزینه کمتر،TCBR را می توان با تریستور کلیدزنی کرد.یعنی بدون کنترل زاویه آتش. به هر حال با کنترل آتش که می‌تواند بصورت نیم سیکل به نیم سیلک باشد،می توان بصورت انتخابی نوسانات کم فرکانس را میرا نمود.

۴-۱-۳ : کنترل‌کننده ترکیبی سری–موازی

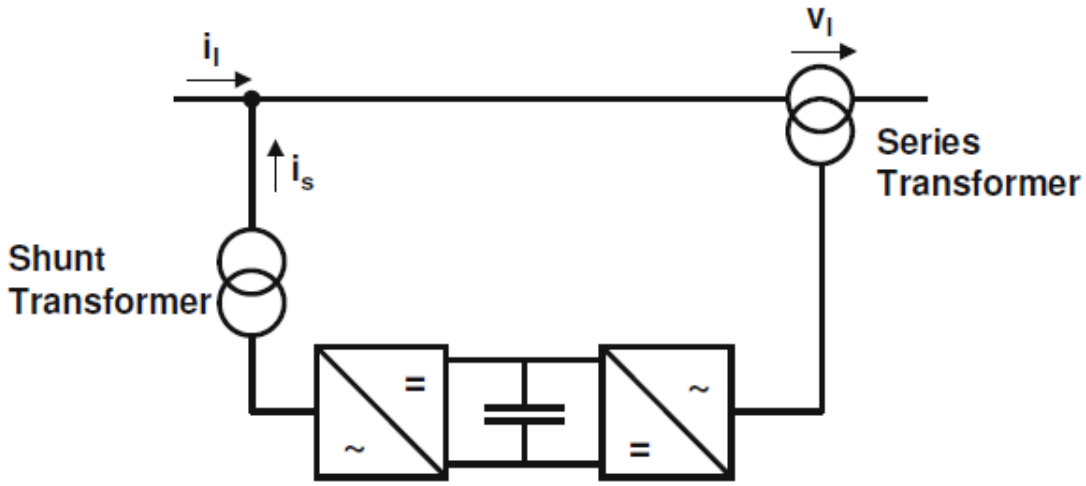
این وسیله می تواند ترکیبی از کنترل کننده‌های سری و موازی جداگانه باشد که به صورت هماهنگ شده کنترل می‌شوند یا یک کنترل‌کننده یکپارچه شده انتقال توان با اجزاء موازی و سری در اصل کنترل کننده‌های ترکیبی شده سری و موازی،جریان را با بخش موازی کننده و ولتاژ سری شده با خط را در بخش سری کنترل کننده،به سیستم تزریق می کنند.هرگاه کنترل کننده‌های سری و موازی یکپارچه شوند،تبادل توان واقعی می تواند بین کنترل کننده‌های سری و موازی از طریق خط رابط توان انجام شود.

۴-۱-۳-۱ : کنترل کننده یکپارچه انتقال توان (UPFC)

ترکیبی از جبران‌ساز سنکرون استاتیکی (STAT COM) و جبران ساز سری استاتیکی (SSSC) که از طریق یک رابط DC به هم جفت شده‌اند تا اجازه انتقال دوسویه توان حقیقی را بین ترمینال‌های خروجی سری SSSC و ترمینال‌های خروجی موازیSTATCOM بدهند و کنترل آنها به منظور جبران‌سازی سری هم زمان توان حقیقی و راکتیو خط،بدون منبع خارجی انرژی الکتریکی،صورت می گیرد. UPFC با تزریق ولتاژ سری بدون محدودیت زاویه،قادر به کنترل همزمان یا انتخابی ولتاژ خط انتقال،امپدانس،زاویه

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

و یا بطور جایگزین کنترل انتقال توان حقیقی و راکتیو در خط می باشد.همچنین UPFC می تواند جبران‌سازی توان راکتیو را بصورت موازی با قابلیت کنترل مستقل فراهم نماید.



۴-۱-۳-۲ : محدودکننده ولتاژ با کنترل تریستوری (TCVL)

یک واریستور اکسید فلزی (mov) که به منظور محدودسازی ولتاژ روی ترمینال‌های آن در زمان شرایط گذرا استفاده می‌شود.کلید تریستوری را می توان بصورت سری با یک برقگیر بدون رخنه قرار داد.یا بخشی از برقگیر بدون‌رخنه را می‌توان با کلید تریستوری میان‌بر کرد تا سطح محدودکنندگی ولتاژ،بصورت دینامیکی کاهش یابد.بطور کلی، mov باید بطور چشمگیری قدرتمندتر از برقگیر بدون‌رخنه باشد تا TCVL بتواند اضافه ولتاژهای دینامیکی را که در صورت سرکوب نشدن می توانند تا چند ده سیکل طول بشکند، موقوف کند.

۴-۱-۳-۳ : تنظیم کننده ولتاژ با کنترل تریستوری (TCVR)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یک ترانسفورماتور قابل کنترل با تریستور که می تواند ولتاژ هم فاز متغیر،با کنترل مداوم را تامین نماید. بنابر دلایل عملی،این وسیله می تواند یک ترانسفورماتور معمولی با تپ‌چنجر قابل کنترل با تریستور باشد، یا ترانسفورماتوری معمولی با یک کنورتور ولتاژ AC به AC که قابل کنترل با تریستور است و برای تزریق ولتاژ AC از هر فاز بصورت سری به همان خط استفاده می شود.چنین کنترل‌کننده نسبتاً کم قیمتی می‌تواند برای کنترل انتقال توان راکتیو بین دو سیستم AC بسیار موثر باشد.

۴-۱-۳-۴ : جبران‌سازهای استاتیکی توان راکتیوSVC و STATCOM

جبران‌ساز استاتیکی توان راکتیو (SVC) و جبران‌ساز استاتیکی سنکرون(STATCOM)مولدهای استاتیکی توان راکتیو هستند که در آنها خروجی بصورتی تغییر کرده است که پارامترهای مشخصی در سیستم‌های قدرت الکتریکی،حفظ یا کنترل گردد. در بخش‌های قبل بحث شد که یک مولد استاتیکی توان راکتیو ممکن است از نوع امپدانس راکتیو کنترل شده–با بهره‌گیری از راکتورها و خازن‌های کنترل و سوئیچ شده با تریستور یا از نوع منبع ولتاژی با استفاده از کنورتور قدرت قابل سوئیچ شدن و یا از نوع مختلط که ترکیبی از این اجزاء را استفاده می کند،باشد.هدف اولیه کاربرد جبران‌ساز استاتیکی در یک سیستم قدرت، افزایش قابلیت انتقال توان در یک شبکه انتقال مفروض،از نیروگاه تا بار است.از آنجا که جبران‌سازهای استاتیکی نمی‌توانند توان حقیقی تولید یا جذب کنند،انتقال توان سیستم بصورت غیر مستقیم از کنترل ولتاژ تاثیر می پذیرد.این مطلب بدین معنی است که توان راکتیو خروجی جبران‌ساز برای کنترل ولتاژ،در ترمینال‌های معین شبکه انتقال تغییر داده می شود،تا انتقال توان مطلوب در اعوجاج و شرایط اضطراری احتمالی سیستم حفظ شود.

۴-۲ : مقایسه میان STAT COM و SVC

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

با توجه به اینکه در مطالب گفت شده در ابتدای این فصل سعی شده است که دیدی اجمالی بر انواع مختلف ادوات FACTS ایجاد شود در ادامه به بررسی و تحلیل بیشتر موارد خاصی از این ادوات می‌پردازیم که از آن جمله به مقایسه‌ای مختصر میان SVC و STATCOM اشاره خواهیم نمود.در محدوده‌ی عملکرد خطی،مشخصه V- I و قابلیت عملیاتی جبران‌سازی SVC, STATCOM مشابه هستند. به هر حال اصول اساسی عملکرد STATCOM که با مولد توان راکتیو مبتنی بر کنورتور به صورت منبع ولتاژ سنکرون موازی بسته شده عمل می کند،با عملکرد SVC ،که با رآکتورهای کنترل شده با تریستور و خازن های سوئیچ شده با تریستور بصورت یک ادمیتانس راکتیو کنترل شده و موازی بسته شده عمل می‌کند،از نظر بنیادی متفاوت می باشد. این تفاوت عملکرد بنیادی امتیاز STATCOM در مشخصات عملیاتی برتر،کارکرد بهتر و انعطاف‌پذیری کاربردی بیشتر،در مقابل آنچه که با SVC قابل حصول است،به حساب می آید.

توانایی STATCOM در حفظ جریان خروجی کامل خازنی در ولتاژهای کم سیستم نیز،آن را ثمربخش‌تر از SVC در اصلاح پایداری گذرا می نماید.

زمان پاسخ قابل حصول و عرض باند حلقه بسته تنظیم ولتاژ STATCOM نیز به میزان چشمگیری بهتر از مشخصه های SVC است. در کاربردهایی که نیاز به جبران سازی توان اکتیو دارند،روشن است که STATCOM،برخلاف SVC می تواند واسطه مناسب ذخیره‌سازی انرژی با سیستم AC،به منظور تبادل توان حقیقی باشد.یعنی اینکه STATCOM قادر است توان حقیقی کنترل شده را از یک منبع انرژی از طرف ترمینال DC خود کشیده و آن‌را بصورت توان AC به سیستم تحویل دهد.همچنین می تواند جذب انرژی از سیستم AC را به منظور شارژ نگه‌داشتن دستگاه ذخیره ساز،کنترل نماید.

مشخصه تلفات کلی در برابر خروجی راکتیو و نیز تلفات حقیقی عملکرد در STATCOM وSVC که از رآکتورهای قابل کنترل با تریستور و خازن‌های سویچ شونده با تریستور استفاده می کند،قابل مقایسه هستند.هر دو نوع جبران‌ساز ،در برابر توان خروجی صفر و محدوده آن،تلفات نسبتاً کمی دارند.تلفات در هر دو حالت به طور متوسط با افزایش توان رآکتیو خروجی افزایش می یابد و به حدود یک درصد در

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقدار نامی خروجی می رسد.سهم تلفات نیمه‌هادی‌های قدرت و اجزا وابسته در تلفات کلی جبران‌ساز،برای STATCOM بیشتر ازSVC است. علت آن است که دستگاه‌های نیمه‌هادی قدرت که امروزه در دسترس هستند ، تلفات هدایت بالاتری نسبت به تریستورهای متداول دارند. همچنین تلفات کلیدزنی با قطع اجباری جریان ، مستلزم تلفات بیشتری نسبت به جابجایی طبیعی است.

از دیدگاه نصب فیزیکی،چون STATCOM نه تنها توان راکتیو خروجی را کنترل می کند،بلکه آن‌را در درون خود تولید می کند.به خازنی بزرگ و بانک‌های رآکتور به همراه کلیه افزار مربوطه، حفاظت‌هایی که در SVC های کنترل شده با تریستورهای متداول بکار می روند احتیاج ندارد. نتیجه این امر کاهش چشمگیر در ابعاد کلی و نیز نیروی انسانی و هزینه‌ها می باشد.

۴-۳ : خازن سری کنترل شده با تریستور GTO (GCSC)

یک خازن سری کنترل شده با تریستور GTO که بصورت ابتدایی توسط «کارادی» و د یگران در ۱۹۹۲ میلادی پیشنهاد شد. این طرح شامل یک خازن سری به صورت موازی با یک والو(با کلید)تریستور GTO (یا مشابه)است که قابلیت قطع و وصل با فرمان را داراست.

طرح این جبران‌ساز از این نظر جالب است که ترکیب کاملی از TCR است که به خوبی تثبیت شده و دارای قابلیت منحصر به فرد ، تغییر مستقیم ولتاژ خازن از طریق کنترل زاویه تاخیر است.این تکنیک دارای برخی شایستگی‌های عملیاتی است و می‌تواند در بعضی از طرح‌های جبران‌ساز سری در آینده به کار گرفته شود،به خصوص هنگامی که تریستورهای GTO بزرگتر در دسترس قرار گیرند.

هدف طرح GCSC ، کنترل ولتاژ متناوب روی خازن است. در کاربرد عملی GCSC می تواند با برای کنترل ولتاژ جبران سازی یا برای کنترل راکتانس جبران سازی مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۴ : خازن سری سوئیچ شده با تریستور (TSSC)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شامل تعدادی خازن سری است که هر کدام با یک والو دارای مقدار نامی مناسب،موازی شده و این والوهای میان‌بر کننده نیز از رشته‌ای از تریستورهای موازی که بصورت معکوس نسبت به هم بسته شده‌اند تشکیل شده است. مشابه ساختار مداری GCSC با عملکرد مرحله‌ای است.اما عملکرد آن،به دلیل محدودیت‌هایی که کلیدزنی والوهای دارای تریستور متداول اعمال می کند،متفاوت است.

اساس عملکرد TSSC ساده است ؛ درجه جبران‌سازی سری با روشی پله‌ای،با افزایش یا کاهش تعداد خازن‌های سری که در مدار قرار می گیرند،کنترل می شود.هر خازن با قطع والو تریستوری مربوطه دارد و با وصل آن،میان‌بر شده و از مدار خارج می شود. والو تریستور بصورت «طبیعی» جابجایی انجام می دهد.یعنی اینکه وقتی جریان صفر می شود ، والو قطع می گردد. بنابراین،خازن فقط در زمان صفر شدن جریان خط می‌تواند توسط والو تریستور وارد مدار شود.از آنجا که وارد شدن خازن در جریان خط صفر انجام می شود، نیم‌سیکل کامل جریان خط ، خازن را از صفر تا حداکثر شارژ می کند و نیم سیکل بعدی با پلاریته مخالف جریان خط،آن‌را از حداکثر تا صفر تخلیه خواهد کرد.وارد شدن خازن در جریان خط صفر،که در اثر محدودیت‌های کلید زنی والو تریستور صورت گرفته،منجر به یک ولتاژ DC اضافی می شود که برابر دامنه ولتاژ AC خازن است. به منظور به حداقل رساندن جریان ضربه در والو و حالت‌های گذرای مربوطه در مدار،والو تریستور بایستی برای میان‌بر کردن،فقط هنگامی که ولتاژ خازن صفر است وصل شود.با ولتاژ DC اضافی،این الزام می‌تواند موجب تاخیری تا یک نیم‌سیکل کامل شود،که ایجاد کننده محدودیت نظری برای زمان پاسخ قابل وصول TSSC است.

۴-۵ : خازن سری کنترل شده با تریستور (TCSC)

طرح اصلی خازن سری کنترل شده با تریستور،که در سال ۱۹۸۶ بوسیله «ویتایاتیل» و دیگران،به عنوان روش «تنظیم سریع امپدانس شبکه» پیشنهاد شد. این طرح شامل خازن جبران‌ساز سری است که با

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

راکتور کنترل شده با تریستور موازی شده است.در اجرای عملی TCSC ،چندین جبران‌ساز از این نوع می توانند بصورت سری به هم متصل شوند تا ولتاژ نامی و مشخصات عملکردی مطلوب بدست آید.

این آرایش از نظر ساختار ، مشابه TSSC است و اگر امپدانس راکتور آن به اندازه کافی از امپدانس خازن کوچکتر باشد می تواند مثل TSSC بصورت قطع و وصل عمل کند. به هر حال نظریه اصلی در پشت طرح TCSC ، بوجود آوردن یک خازن با تغییرات یکنواخت ، از طریق حذف بخشی از ظرفیت خازنی موثر ، به وسیله TCR است.

WikiPower.ir

www.wikipower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل پنجم

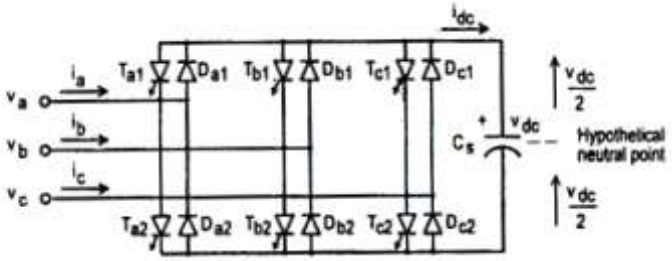
بررسی انواع کاربردی ادوات FACTS

مقدمه

با توجه به مطالب فصل گذشته که بر پایه بررسی کلی در مورد انواع ادوات FACTS بوده است و سعی شده که تمامی انواع را در آن ذکر شود،در فصل جاری قصد داریم با توجه به این مطلب که بعضی از این ادوات دارای کاربردی عملی‌تر بوده وبیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد و آن نیز صرفا به دلیل فاکتورهای مناسب آنها از لحاظ مسائل اقتصادی نصب و نگهداری ، تلفات توان کمتر، نوع و مقدار توان تزریقی و... می باشد به بررسی دقیقتر تعدادی از انواع ذکر شده در فصل گذشته بپردازیم.

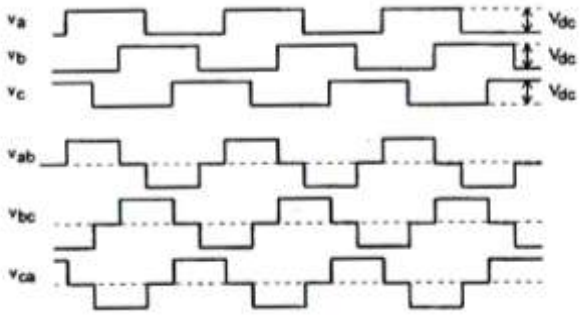
در این فصل نیز به مقایسه چند نوع از این ادوات و بیان مزایا و معایب آنها نیز پرداخته می شود.

۵-۱ : منبع ولتاژ سنکرون برپایه سوئیچینگ مبدل



الف. مبدل ۶ پالسه ابتدای

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



ب. موج های ولتاژ خروجی

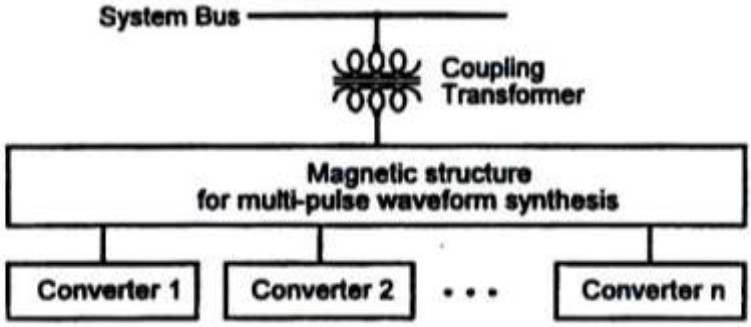
شکل(5-1)

یک مبدل منبع ولتاژی شش پالسه ابتدائی در شکل (5-1) آورده شده است و شامل تنش کلیه نیمه هادی با کموتاسیون خودی (معمولاً تایرستور خاموش شونده بوسیله گیت) می باشد که هر کدام با یک دیود بطور معکوس موازی شده است. (باید دانست که در مبدل های فشار قوی هر کلید برای داشتن ظرفیت ولتاژی مورد نیاز دارای تعدادی نیمه‌هادی سری است) در صورتی که یک منبع ولتاژ DC (که ممکن است خازن شارژ شده‌ای باشد) به مبدل وصل شود، مبدل می تواند مطابق شکل (ب 5-1) مجموعه‌ی متعادلی از شکل موج‌های نیمه مربعی تولید کند. این کار با اتصال منبع DC از طریق کلیدهای کانورتور با ترتیب خاص به سه ترمینال خروجی انجام می شود چندین مبدل ابتدائی را می‌توان به یک منبع ولتاژ DC وصل کرد و هر کدام مجموعه‌ای از سه شکل موج شبه مربعی تولید می کند. با تغییر متوالی فاز مناسب می‌توان چنین شکل موج‌هایی تولید کرد. با جمع این شکل موج ها بوسیله ی یک مدار مغناطیسی (ترانسفورماتور) شکل موج ولتاژی با چندین پالس بدست می آید.

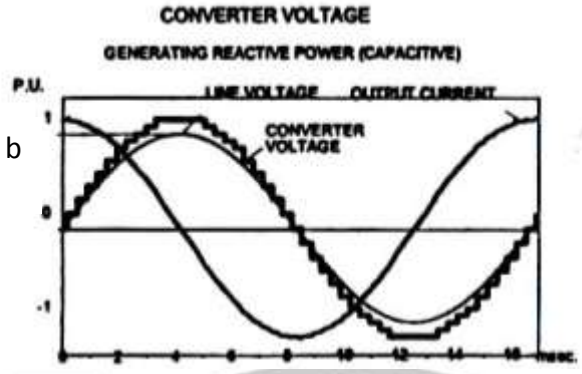
با بکارگیری تعداد مبدل‌های لازم، می توان شکل موج خروجی را به شکل موج سینوسی تبدیل کرد.ساختار یک مبدل چند پالسه در شکل (الف 5-2) نشان داده شده است. دراین شکل،شکل موج‌های جریان و ولتاژ خروجی (۴۸ پالس) با استفاده از هشت مبدل شش پالسه اصلی نشان داده شده است.

(شکل موج جریان به ازاء ۱۲٪ راکتانس ترانسفورماتور تزویج کننده در زمانی‌که مبدل توان راکتیو خازنی تولید می کند رسم شده است).

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



(الف) ساختار کلی مبدل چند پالسه



(ب) شکل موج های خروجی با ۴۸پالس (n=8)

شکل (5-2)

WikiPower.ir

همانطور که ملاحظه می شود با این تعداد پالس (در کاربردهای فشار قوی حدوداً همین تعداد پالس بکار برده می‌شود) جریان خروجی عملاً سینوسی است. یعنی در عمل می توان از مبدل بجای منبع ولتاژ سینوسی استفاده کرد با تغییر دامنه ولتاژ سه فاز خروجی می توان تبادل توان رآکتیو بین مبدل و سیستم AC را کنترل کرد. اگر دامنه ولتاژ خروجی بیش از ولتاژ سیستم AC شود جریان از طریق راکتانس از مبدل به سیستم AC می رود یعنی مبدل برای سیستم توان راکتیو (خازنی) تولید می کند.اگر دامنه ی ولتاژ خروجی کمترازولتاژ سیستم AC شود جریان راکتیو از سیستم AC به مبدل می رود و مبدل توان راکتیو جذب می‌کند .اگر ولتاژ خروجی مبدل برابر ولتاژ سیستم AC باشد تبادل توان راکتیو برابر صفر است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بطور مشابه می توان تبادل توان راکتیو مبدل و سیستم AC را با تغییر زاویه ولتاژ مبدل نسبت به ولتاژ AC کنترل کرد. اگر زاویه ولتاژ خروجی مبدل نسبت به ولتاژ سیستم AC پیش فاز باشد، توان اکتیو از مبدل به سیستم AC انتقال می یابد.(علت این است که به دلیل پیش فاز بودن زاویه ولتاژ مبدل نسبت به ولتاژ سیستم AC یک مولفه جریان حقیقی از راکتانس واسط که با ولتاژ سیستم AC در فاز متقابل است عبور

می کند) برعکس اگر ولتاژ خروجی مبدل نسبت به ولتاژ سیستم AC پس فاز باشد از سیستم AC توان اکتیو جذب می کند (حال مولفه حقیقی جریان گذرنده از راکتور وسط با ولتاژ سیستم AC هم فاز است). با توجه به رابطه بین توان خروجی مبدل می توان چگونگی تولید توان راکتیو را بدون توجه به عملکرد پیچیده‌ی کلیدها توجیه کرد.نکته اصلی این است که پروسه عبور انرژی از مبدل (که فقط از چند سری کلید تشکیل شده است) مستقیم بوده و بنابراین واضح است که توان لحظه ای خالص در ترمینالهای ورودی DC باید همیشه برابر توان لحظه‌ای خالص در ترمینالهای خروجی AC باشد (از تلفات کلیدهای نیمه‌هادی صرفنظر شود). زمانیکه خروجی مبدل فقط توان راکتیو است، توان اکتیو ورودی که توسط منبع DC تامین می شود باید صفر باشد علاوه بر این طبق تعریف، در فرکانس صفر توان راکتیو صفر است در نتیجه منبع DC نقشی در تولید توان رآکتیو خروجی ندارد. بعبارت دیگر مبدل به سادگی سه ترمینال خروجی را به نحوی به هم وصل می کند که جریان‌های رآکتیو خروجی آزادانه بین آنها عبور می کند.از دید

ترمینال‌های سیستم AC مبدل تبادل توان بین فازها را برقرار می سازد.

هرچند توان رآکتیو در اثر عملکرد کلیدها بصورت درونی تولید می شود اما باز لازم است که خازن DC نسبتاً کوچک در ترمینالهای ورودی مبدل نصب می شود.این کار در اصل برای مساوی بودن توان‌های لحظه‌ای ورودی و خروجی است.شکل موج ولتاژ خروجی مبدل سینوسی کامل نسبت (شکل ب ۵-۲) مبدل چند پالسه از طریق راکتانس واسط یک جریان نسبتاً سینوسی از سیستم AC می کشد و بنابراین توان لحظه‌ای سه فاز خالص (VA) در ترمینال‌های خروجی اندکی کم و زیاد می شود. در نتیجه برای

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

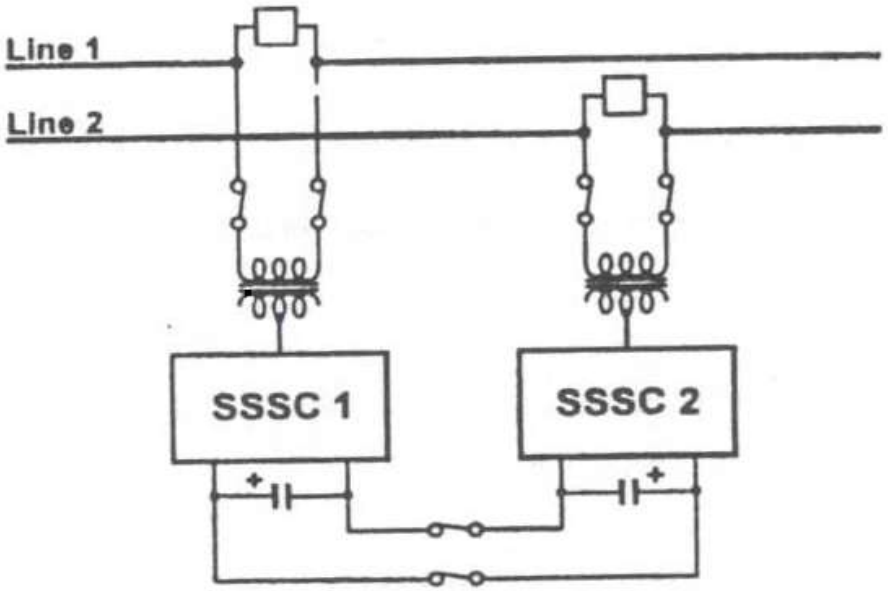
تساوی توان های لحظه‌ای ورودی و خروجی،مبدل باید جریان ریپل‌دار معتبری را از خازن DC بکشد تا ولتاژ ترمینال ورودی ثابت بماند

.

۲-۵ : کنترل کننده توان عبوری بین خطی (IPFC)

هدف از ابداع این کنترل‌کننده،عبور توان در یک سیستم قدرت با چندین خط است که دو یا چند خط آن از یک SSSC برای جبران سری استفاده می کنند. با استفاده از IPFC و جبران قابل کنترل مستقل هر خط عبور توان اکتیو بین خطوط جبران شده امکان پذیر می شود در نتیجه می توان توان اکتیو و رآکتیو عبوری بین خطوط را یکنواخت کرد بار خطوط دارای اضافه بار را به خطوط دیگر انتقال داد ، افت ولتاژ مقاومتی خط و توان رآکتیو متناظر آن را جبران کرد و اغتشاش‌های دینامیکی (پایداری دینامیکی و میرایی نوسانات توان) را بی‌اثر نمود.بطورکلیIPFC درکنترل انتقال توان یک پست‌که‌دارای چندین خط است بسیار موثر است.

در شکل 5-3 یک IPFC ابتدایی که از دو SSSC بر پایه‌ی مبدل تشکیل گردید و برای انتقال توان اکتیو، پشت به پشت به هم وصل شده اند نشان داده شده است. هر SSSC از طریق ترانسفورماتور خود به خط انتقال جداگانه‌ای متصل است و می تواند جبران سری مورد نیاز خط را بطور مستقل تامین کند.



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (5-3) . یک IPFC ابتدایی که از دو SSSC متصل به هم تشکیل شده است

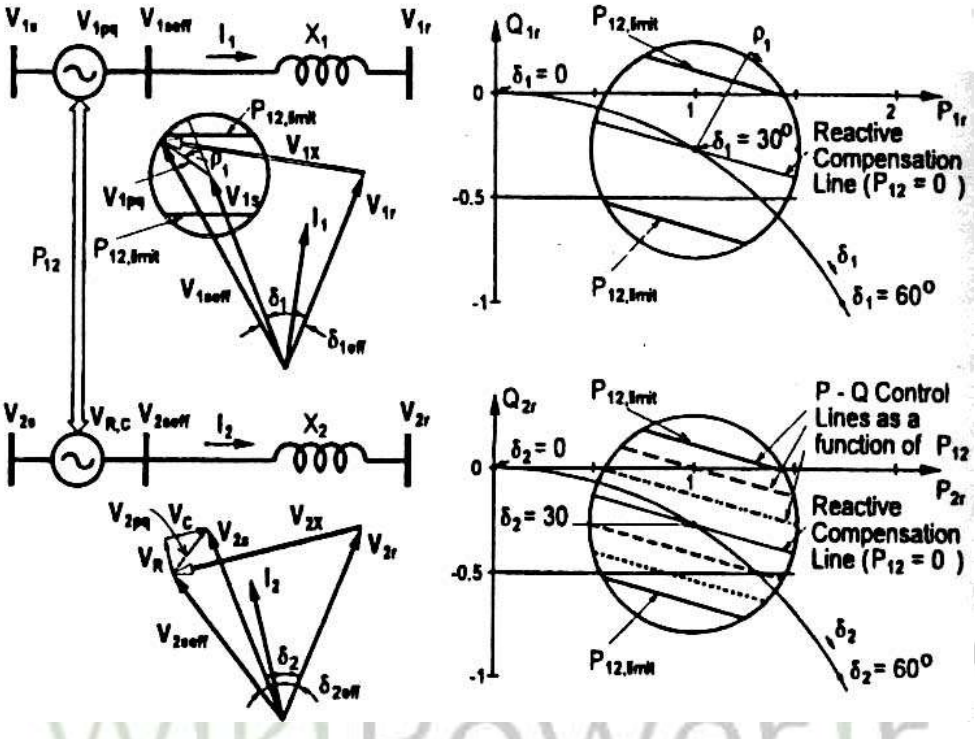
مبدل هر SSSC ولتاژ خروجی متناوب قابل کنترلی تولید می کند (در فرکانس پایه سیستم قدرت) این ولتاژ با ولتاژ خط انتقالی که کنترل آن بر عهده مبدل است سنکرون می گردد. دامنه و زاویه فاز دو ولتاژ خروجی نسبت به ولتاژ شین انتخابی (مثلاً شین ابتدای خط) و جریان خط خودشان کنترل می شود. ولتاژهای تزریقی معمولاً دارای یک مولفه عمودی و یک مولفه هم فاز با جریان خط مربوطه می باشند مولفه عمودی جبران سری خطوط را فراهم کرده و مولفه هم فاز توان اکتیو جذب شده از یک خط و تولید شده برای خط دیگر را تعیین می کند. از آنجاییکه هر مبدل در تولید و جذب توان راکتیو خودکفاست ، دو مولفه عمودی ولتاژها را می‌توان مستقلاً با توجه به جبران راکتیو لازم برای خط متناظر کنترل کرد (در محدوده ظرفیتی مبدل) توان اکتیوی که در ترمینال‌های AC مبدل مبادله می‌شود باید توسط ترمینال‌های DC آن تولید یا جذب شود در نتیجه مولفه هم فاز ولتاژ خروجی هر کدام از دو مبدل باید به نحوی کنترل شود که تعادل توان اکتیو در ترمینال‌های DC مشترک آنها برقرار شود بعبارت دیگر باید مقدار اکتیو لازم برای جبران هر یک از دو خط بوسیله خط دیگر تامین (یا جذب) شود.

عملکرد IPFC در شکل (5-۴) با کمک یک سیستم دارای دو خط تشریح شده است. فرض کنید که می‌خواهیم در خط ۱ با کنترل مستقل توان اکتیو و راکتیو از نظر انتقال توان بهینه‌سازی انجام دهیم.همچنین فرض کنید که خط ۲ ظرفیت تامین توان اکتیو مورد نیاز برای بهینه سازی خط ۱ را دارا باشد(برای تجسم بهتر فرض می شود که خط ۱ و ۲ یکسان هستند. البته در عمل معمولاً متفاوت هستند).

در شکل (الف 5-۴) شین ابتدایی خط ۱ را تامین می کند (خط با اندوکتانس X_1 نشان داده می شود) منبع ولتاژ قابل کنترل AC ، بیانگر خروجی مبدل شماره ۱ ، IPFC است. برای اینکه توان مورد نظر از خط عبور کند مبدل ۱ ولتاژ جبرانی V_{1pq} را تزریق می کند (دامنه V_{1pq} و فاز آن P هر دو قابل کنترل هستند) تا دامنه و زاویه جریان خط (I_1) عوض شود و در نتیجه توان اکتیو و راکتیو (P_1 ، Q_1) مورد نظر از خط عبور کند دیاگرام فازوری متناظر مکانیزم کنترل جریان خط را نشان می دهد. فازور ولتاژ V_{1pq} به

www.wikipower.ir
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فازور ولتاژ ابتدای خط افزوده شده و فازور ولتاژ موثر ابتدای خط یعنی V_1Seff بدست می آید. $V_{1Seff} = V_{1S} + V_{1pq}$. تفاضل $V_{1Seff} - V_{13}$ برابر است با فازور ولتاژی (V_{1X}) که باید در دو سر امپدانس خط قرار گیرد تا جریان مورد نیاز I_1 برقرار شد.



شکل (ب) شکل (الف)

شکل(5-۴) : دیاگرام فازوری و منحنی Q_r بر حسب P

در نتیجه عبور توان مورد نیاز حاصل شود. مطابق دیاگرام فازوری، از دید خط ۱ IPFC دارای قابلیت کنترل توان اکتیو خط P_1 و توان راکتیو خط Q_1 بطور مستقل از هم می باشد (مشابه UPFC) تزریق دو بعدی ولتاژ بصورت سری موجب تبادل توان راکتیو Q_{1pq} و توان اکتیو P_{1pq} بین خط ۱ و مبدل شماره IPFC می گردد.

Q_{1pq} توان راکتیو تبادل شده ، بوسیله خود مبدل ۱تامین می گردد اما توان اکتیو P_{1pq} باید توسط ترمینالهای DC آن تامین شود. برای تامین این توان کنترل IPFC موجب می شود که مبدل ۲ توان اکتیو $P_{2pq} = p_{1pq} = (\pm)p_{12}$ را از خط ۲ به ۱ انتقال دهد. به عبارت دیگر ، مبدل ۲ به نحوی کنترل می

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شود که شین DC مشترک را تامین کرده و بطور پیوسته رابطه‌ی $V_{2pq}I_2\cos\psi_{2pq} = -V_{1pq}I_1\cos\psi_{1pq}$ (در این رابطه ψ_{pq1} و ψ_{pq2} زوایای بین ولتاژهای تزریقی و جریان های خطوط متناظر است یعنی به ترتیب بین V_{pq1} و I_1 و بین V_{qp2} و I_2) را ارضا کند این امر به معنای آن است که تبادل توان اکتیو خط ۲ از پیش تعیین شده بوده و در نتیجه تنها می‌توان جبران سری آن را تغییر داده و بدین‌وسیله توان عبوری از خط را کنترل کرد (مانند جبران سری قابل کنترل بوسیله SSSC و TCSC) به عبارت دیگر یک IPFC با دو مبدل ، برای خط ۱ در حکم UPFC بوده و جبران سری دو بعدی بوجود می آورد. و برای خط ۲ در حکم SSSC می باشد. عملکرد مبدل ۲ با دیاگرام فازروی متناظر خط ۲ در شکل (۴-۳) قابل توضیع است. ولتاژ تزریقی مبدل ۲ نسبت به جریان خط ۲ کنترل می گردد تا توان اکتیو مورد نیاز خط ۱ و جبران سری مورد نیاز خط ۲ تامین شود. از این رو VR ، مولفه هم فاز(یاخلاف فاز)با فازور جریان تزریق می گردد تا توان اکتیو مورد نیاز خط ۱ یعنی $P_{12} = V_R I_2 (= V_{2pq} I_2 \cos\psi_{2pq})$ حاصل شود. V_q مولفه عمودی ولتاژ که مستقل از VR است تزریق می شود تا جبران سری مورد نیاز خط ۲ فراهم گردد.جمع این دو مولفه برابر فازور ولتاژ تزریق شده توسط مبدل ۲ است ($V_{2pq} = V_2 + V_q$) که در حد نامی مبدل ۲ باید،باشد.

عملکرد IPFC را می توان توسط دو نمودار P-Q شکل (ب 5-۳) نشان داد فرض می شود که ظرفیت دو مبدل ۰/۲۵pu ، ولتاژهای ابتدا و انتهای خط ۱/۰pu ، امپدانس‌های هر دو خط ۰/۵pu و زاویه انتقال هر دو خط 30° باشد در این صورت هر دو خط در حالت بدون جبران $V_{1pq} = V_{2pq} = 0$ ، توان ۱/۰ pu انتقال می دهند. طبق شکل تبادل توان اکتیو بین دو مبدل برابر با مقداری خواهد بود که مثلاً انتقال توان در خط ۱ در ضریب توان واحد انجام گیرد.

برای خط ۱ از دید جبران سری،نمودار P-Q مشابه نمودار P-Q مربوط به UPFC است. دقت کنید که با در نظر گرفتن حد انتقال توان،خط ۱ می تواند در محدوده کنترلی IPFC ، توان اکتیو را در ضریب توان ۱ از خود عبور دهد(یعنی هیچ توان راکتیوی عبور نمی کند)در خط ۲ به دلیل محدودیتی که توان اکتیو مورد نیاز خط ۱ بر ولتاژ تزریقی اعمال می کند،کنترل توان راکتیو مستقلاً امکانپذیر نیست.خطوط

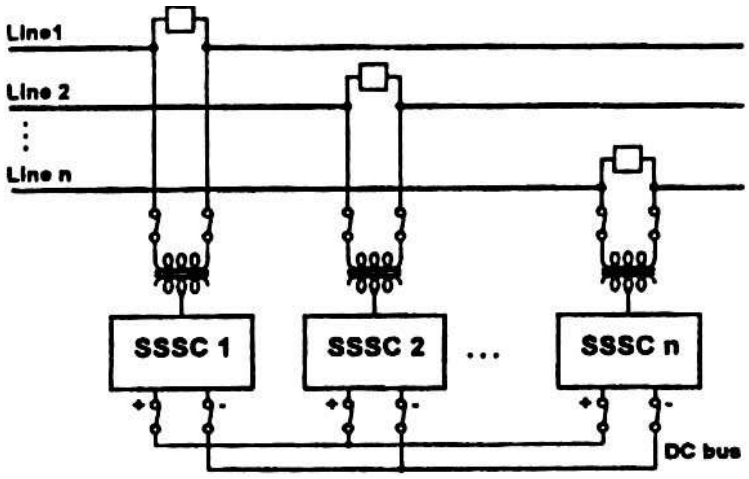
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مستقیم جبران سری در ناحیه کنترلی خط ۲ بیانگر محدوده کنترلی ممکن توان اکتیو P_{2R} است با این فرض که P_{12} به خط ۱ داده می شود (یا از آن جذب می شود) مشاهده می شود که اگر مقدار توان اکتیوی که با خط ۱ تبادل می‌شود ، بر محدوده کنترل توان اکتیو متناظر با جبران سری خط ۲ تاثیر عمده‌ای ندارد.

به همین دلیل در عمل می‌توان،توان اکتیو عبوری از خط ۲ را کاملاً کنترل کرد و در واقع مانند این است که مبدل ۲ بصورت جداگانه برای جبران سری بکار رفته است(یعنی مانند یک SSSC عمل می‌کند).اگر توان اکتیو مورد نیاز خط ۱ زیاد باشد،خط ۲ باید دارای ظرفیت کافی برای توان راکتیو اضافی ناشی از انتقال توان اکتیو به خط ۱ باشد.

IPFC نه تنها توان اکتیو، بلکه توان راکتیو عبوری از خطوط سیستم‌های انتقالی چند خطی را نیز متعادل می کند. IPFC راه حل اقتصادی بسیار مناسبی برای موارد زیر است.

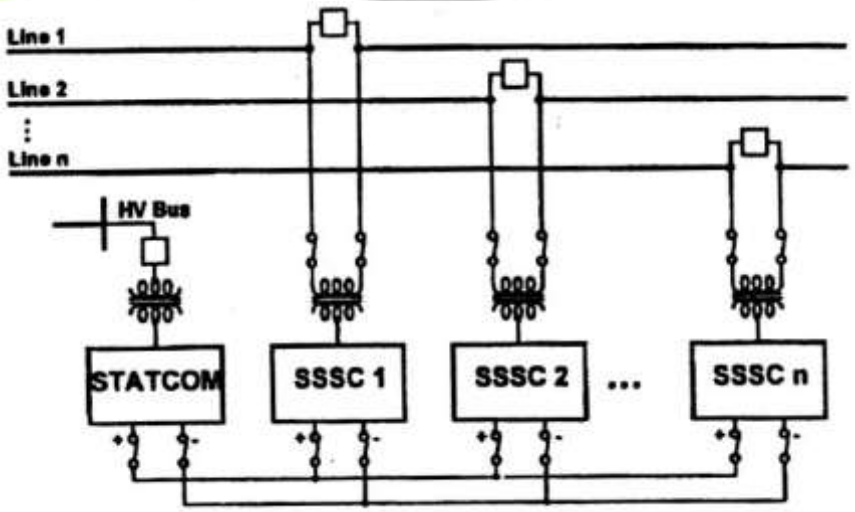
زمانیکه در یک سیستم انتقال که دارای چندین خط است و توانهای عبوری با ظرفیت خطوط متناسب نیست یا از خط بخصوصی توان مورد نظر عبور نمی کند یا بدلیل عبور توان راکتیو زیاد،توان اکتیو مورد نظر از خطوط عبور نمی کند



شکل(۵-5) . IPFC چندین خط شامل n عدد SSSC و یک لینک DC مشترک

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

با توجه به بحث‌های فوق واضح است که طبق شکل (۵-5) می‌توان IPFC را برای چندین (n) خط بکار برد. منطق IPFC این است که خطوط قوی یا خطوط با بار کم باید خطوط ضعیف یا خطوطی که دارای اضافه بار هستند را تقویت کرده تا بهره‌برداری از سیستم انتقال به نحو بهینه انجام گیرد. اگر IPFC برای چندین خط بکار رود باید مجموع توان اکتیو تبادل شده بوسیله تمام مبدل های معادل صفر باشد. هر مبدل منفرد می تواند تا حدی که ظرفیتش اجازه می دهد با خطوط دیگر تبادل توان داشته باشد. به این ترتیب IPFC در تعدادی از خطوط جبران دو بعدی انجام داده و در حکم UPFC است و برای خطوط دیگر در حکم SSSC می باشد با افزودن یک مبدل موازی آرایش (5-6) حاصل شده و بدین ترتیب می‌توان این محدودیت را که باید مجموع توانهای اکتیو تبادل شده صفر باشد از بین برد. زمانیکه برای جبران خطوط ضعیف ، توان اکتیوی که باید از خطوط قوی جذب شود زیادتری از حد مجاز بوده یا اینکه در تب برای تقویت ولتاژ نیاز به جبران موازی توان راکتیو باشد آرایش مذکور بسیار موثر خواهد بود.[۲]



شکل(5-6).شمای کلیIPFC که از n عددSSSC ویکSTATCOM تشکیل شده است .

۵-۳ : جبرانگر سنکرون استاتیکی سری (SSSC)

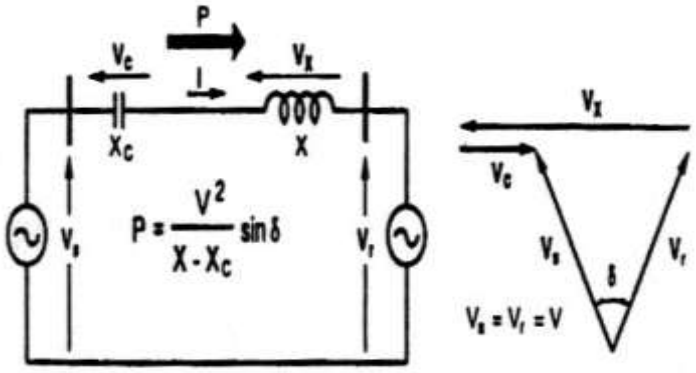
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

استفاده از منبع ولتاژ حالت جامد سنکرون برای جبران سازی سری به این دلیل است که مشخصه امپدانس برحسب فرکانس خازن های سری عادی نقشی در جبران سازی خط ندارد (بر خلاف کاربردهای فیلتری).

مطابق شکل (5-7) کار خازن سری این است که در فرکانس اصلی سیستم AC ، ولتاژ مناسبی تولید کرده تا ولتاژ امپدانس سلفی خط و در نتیجه جریان خط و توان انتقالی افزایش می‌یابد (این مسئله از نظر الکتریکی دارای همان تاثیر کاهش اندوکتانس سری خط است).از اینرو اگر یک منبع ولتاژ AC فرکانس اصلی سیستم بطور سری در خط قرار داده شود که دارای رابطه متعامد(پس فاز)با خط بوده و دامنه آن متناسب با دامنه جریان خط باشد همان عمل جبران‌سازی خازن سری در فرکانس اصلی سیستم حاصل می‌شود.از نظر ریاضی این منبع ولتاژ بصورت زیر عمل می کند.

$$V_c = jkXI \qquad (1\text{-}5)$$

در این رابطه V_C دامنه فاز و ولتاژ جبرانی ، I فازور جریان خط ، X امپدانس سری راکتیو خط ، K درجه جبران سازی سری و $j=\sqrt{-1}$ است $KX = X_c$ در حکم یک خازن سری مجازی است که همان ولتاژ جبرانی را که خازن واقعی تولید می کند بدست می دهد . امّا برخلاف خازن سری واقعی SVS می‌تواند در صورت تغیر جریان خط ، ولتاژ جبرانی را ثابت نگه دارد یا اینکه دامنه ولتاژ جبرانی تزریقی را مستقل از دامنه جریان خط کنترل کند .



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (5-7). جبران رایج خط توسط خازن سری عادی

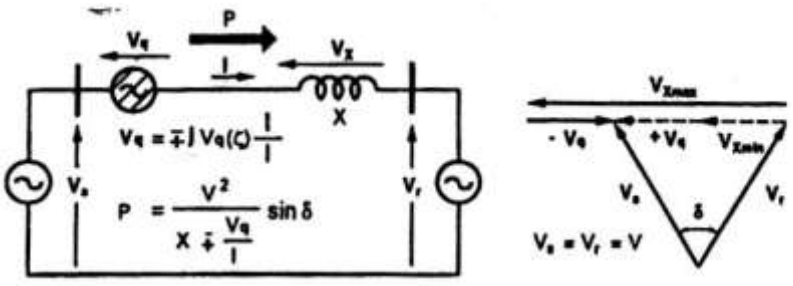
در جبران رایج عادی،ولتاژ خروجی به اندازه ۹۰° از جریان خط عقبتر است می توان ولتاژ خروجی SVS را با عمل کنترلی ساده ای معکوس کرد بطوریکه به اندازه ۹۰° جلوتر از جریان خط باشد.در این حالت، ولتاژ تزریقی،ولتاژ امپدانس سلفی خط را کاهش داده و در نتیجه جبران سری همان اثر افزایش امپدانس راکتیو خط را دارد.

با توجه به موارد فوق عبارت کلی زیر برای Vq ولتاژ تزریقی بدست می آید :

$$V_q = \pm jV_q(\delta)\frac{I}{I} \qquad (2\text{-}5)$$

$V_q(\delta)$دامنه ولتاژ جبرانی تزریقی شده $\left(0 \langle V_q(\delta) \langle V_{q\max}\right)$, δ پارامتر کنترل است با توجه به معادله شماره(۱) شمای جبرانگر راکتیو سری مطابق شکل (5-8) می باشد و جبرانگر سنکرون استاتیکی سری (SSSC) نام دارد.

رابطه P-S یک سیستم دوماشینه که در آن برای جبران‌سازی از SSSC استفاده شده است مطابق زیر می‌باشد:

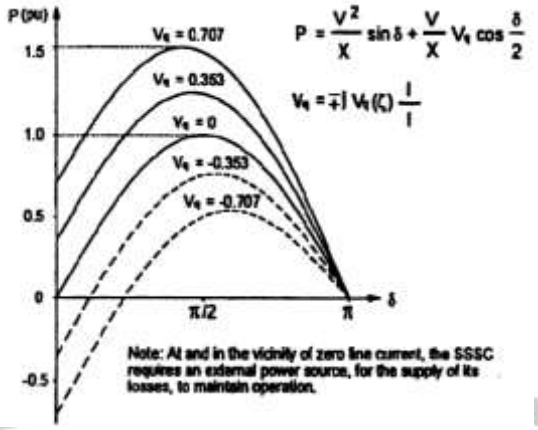


شکل(5-8) منبع ولتاژ سنکرون به کار رفته به عنوان جبرانگر سنکرون استاتیکی سری

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$P=\frac{V^2}{X}\sin\delta+\frac{V}{X}V_q\cos\frac{\delta}{2} \qquad (3\text{-}5)$$

نمودار P-δبازاء Vqهای مختلف در شکل (5-9) رسم شده است مقایسه این منحنی‌های شکل (5-۷-1) مربوط به خازن سری بوضوح آشکار می سازد که خازن سری توان انتقالی را به اندازه درصد ثابتی از توان انتقالی خط جبران نشده در δ معلوم افزایش می دهد اما SSSC توان انتقالی را به اندازه درصد ثابتی از حداکثر توان قابل انتقال خط جبران نشده در محدوده مهم $0\le\delta\le\pi/2$ (مستقل از δ) افزایش می دهد.



شکل (5-9) نمودار P برحسب δ به صورت تابعی از ولتاژ جبران سازی V_q

از نقطه نظر عملی،کنترل عبور توان در حالت ماندگار با بهبود پایداری در صورتیکه ظرفیت هر دو یکسان باشد SSSC مزیت آشکاری نسبت به خازن سری کنترل شده دارد.

با توجه به اینکه جبرانگر SSSC بصورت یکسان برای جبران سازی موازی و سری و همچنین کنترل زاویه انتقال پیشنهاد شد. در یک جریان خط معین ، ولتاژ روی خازن سری ولتاژ دارای پلاریته مخالف ، به روی راکتانس سری،خط را وادار به افزایشی به اندازه مقدار ولتاژ خازن می کند.

بنابراین،جبران‌سازی خازنی سری با افزایش ولتاژ روی امپدانس خط انتقال کار می کند ، که این امر به نوبه خود جریان خط مربوطه و توان انتقال یافته را افزایش می دهد. در همان حال که تصور جبران سازی خازنی سری به عنوان عاملی برای کاهش امپدانس خط مفید است ، در واقع عاملی برای افزایش ولتاژ روی امپدانس خط مفروض است. بنابراین نتیجه می شود که همان انتقال توان حالت ماندگار را می

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

توان ایجاد کرد به شرط آنکه جبران سازی سری ، توسط یک منبع ولتاژ AC سنکرون تامین شود که خروجی آن دقیقاً با ولتاژ خازن سری تطابق داشته باشد.

SSSC می تواند ولتاژ جبران سازی خازنی یا القایی را مستقل از جریان خط ، تا حد مشخص جریان نامی خود،ایجاد کند.بنابراین،SSSC در حالت جبران سازی ولتاژ می تواند حداکثر مقدار ولتاژ جبران سازی یا القایی را با وجود جریان متغیر خط بصورت تئوری در تمام محدوده عملیاتی صفر تا max حفظ کند.

برخلاف خازن سری،که در مدار انتقال بصورت یک امپدانس راکتیو عمل می کند و به همین دلیل هم فقط قادر به مبادله توان راکتیو است،SSSC می‌تواند هر دو توان راکتیو و اکتیو را،به سادگی با کنترل وضعیت زاویه‌ای ولتاژ تزریق شده نسبت به جریان خط ، با سیستم AC مبادله کند.

SSSC یک جبران‌ساز سری نوع منبع ولتاژی است و TSSC و GCSC جبران‌سازهای سری نوع امپدانس متغیر هستند.اگرچه هر دو نوع جبران ساز می توانند کنترل سیلان توان را بصورت بسیار موثری تامین کنند،مشخصه عملیاتی آنها و ویژگیهای جبران‌سازی هر یک متفاوت بوده یا می‌تواند متفاوت باشد.

۱- SSSC قادر به تولید داخلی یک ولتاژ جبران سازی قابل کنترل،در محدوده مشابه خازنی والقایی ، مستقل از مقدار جریان خط است. ولتاژ جبران سازی GCSC , TSSC در یک محدوده معین کنترلی ، متناسب با جریان خط است. TCSC می تواند حداکثر ولتاژ جبران‌سازی را با وجود کاهش جریان خط ، در یک محدوده کنترلی که توسط قابلیت ازدیاد جریان،راکتور کنترل شده با تریستور،تعیین می شود،حفظ کند.

۲- SSSC دارای این قابلیت ذاتی است که با واسطه یک منبع توان DC بیرونی ، جبران سازی مقاومت خط را بوسیله تزریق توان حقیقی ، و نیز جبران سازی راکتانس خط را به وسیله تزریق توان راکتیو به منظور بالا نگه داشتن مقدار موثر نسبت X و R مستقل از درجه جبران‌سازی سری ، انجام دهد. جبران سازهای سری نوع امپدانس متغیر نمی توانند توان راکتیو با خط انتقال مبادله کنند و فقط قادر به جبران سازی راکتیو هستند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳- SSSC به همراه یک ذخیره انرژی ، میزان موثر بودن کاهندگی نوسانات توان را ، هم از طریق تنظیم جبران سازی سری راکتیو برای افزایش یا کاهش توان انتقال یافته ، و هم از طریق تزریق هم زمان امپدانس حقیقی متناوب مثبت و منفی برای جذب و تامین حقیقی از خط ، هماهنگ با ماشینی که دچار نوسان شده ، افزایش می دهد.

۴- جبران‌سازهای نوع امپدانس متغیر : TSSC ، TCSC و GCSC ، مستقیماً به خط انتقال کوپله می‌شوند و بنابراین در یک منطقه ولتاژ فشار قوی نصب می کردند. سیستم خنک کننده و کنترل آنها بر روی زمین قرار داشته و نیاز به عایق‌بندی ولتاژ فشار قوی و واسطه‌های کنترل‌کننده دارند. SSSC نیاز به یک ترانسفورماتور کوپله کننده با مقدار نامی ۰/۵PU در کل محدوده جبران سازی سری توان راکتیو و یک خازن ذخیره DC دارد. به هر حال این دستگاه در یک ساختمان و هم پتانسیل با زمین نصب می شود و با ولتاژ نسبتاً کمی کار می کند.بنابراین،این تاسیسات برای سیستم خنک کننده و روابط کنترل،نیاز به عایق‌بندی در ولتاژ نسبتاً کمتری دارد.

۵- جبران‌سازهای نوع منبع ولتاژی و انواع امپدانس متغیر،مشخصه تلفات متفاوتی نیز دارند در جبران‌سازی صفر ، جریان خط در همه جبران‌سازها از درون والوهای نیمه‌هادی عبور خواهد کرد و تلفات ، متناسب با تلفات والو به علاوه تلفات راکتور یا ترانسفورماتور خواهد بود. در مقدار نامی جریان خط این تلفات حدود ۰/۵ درصد مقدار نامی توان راکتیو در TSSC , TCSC بوده و حدود ۰/۷ تا ۰/۹ درصد در SSSC , GCSC خواهد بود. در خروجی خازنی کنترل نشده کامل ، تلفات GCSC , TCSC , TSSC ، مستقل از جریان خط و بسیار کم خواهد بود،زیرا والوهای نیمه‌هادی،غیر هادی خواهند بود. با ولتاژ جبران‌سازی کنترل شده،تلفات متناسب با جریان خط نبوده،اما تابعی از آن هستند. تلفات مذکور برای TSSC می‌توانند به حداکثر مقدار حدود ۰/۳ درصد،در TCSC به حدود ۰/۴ درصد و در GCSC به حدود ۰/۶ درصد برسند.در این حالت کاری،تلفات SSSC متناسب با جریان خط بوده و حداکثر به حدود ۰/۹ درصد در جریان خط کامل خواهد رسید.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۴ : جبرانگر سنکرون استاتیکی (STATCOM)

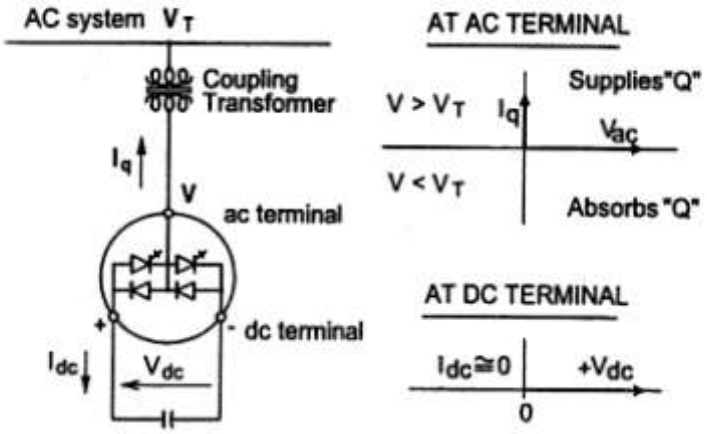
اگر از SVS فقط برای جبران موازی توان راکتیو استفاده شود (مانند یک جبرانگر استاتیکی معمولی) می‌توان منبع انرژی DC را مطابق شکل(الف-5-10) با یک خازن DC نسبتاً کوچک جایگزین کرد (ظرفیت خازن به ریپل جریان ورودی که توسط مبدل کشیده می شود بستگی دارد) در این صورت در حالت ماندگار تبادل توان بین SVS و سیستم AC مطابق شکل (ب- 5-10) فقط راکتیو خواهد بود.

هنگامی که SVS برای تولید توان راکتیو بکار می‌رود مبدل می‌تواند خازن را در سطح ولتاژ مورد نیاز شارژ نگه‌دارد.اگر ولتاژهای خروجی مبدل نسبت به ولتاژهای سیستم پس فاز باشد(با زاویه کوچک)این کار انجام می‌گیرد.

در این مدت مبدل کمی توان اکتیو از سیستم AC جذب می کند که این توان صرف نگهداشتن ولتاژ خازن در مقدار لازم و جبران تلفات درونی مبدل می گردد. به همین صورت می توان ولتاژ خازن را افزایش و یا کاهش داده و بدینوسیله دامنه ولتاژ خروجی مبدل را تغییر داده و بدینوسیله جذب و تولید توان راکتیو را کنترل کرد. خازن علاوه بر اعمال فوق الذکر، وظیفه ایجاد تعادل انرژی بین ورودی و خروجی را در خلال تغییرات دینامیکی توان راکتیو خروجی به عهده دارد.

SVS که به صورت جبرانگر راکتیو موازی عمل می کند، دارای رفتار شبیه جبرانگر سنکرون چرخان ایده‌آل است و به همین دلیل این ترکیب جبرانگر سنکرون استاتیکی نامیده می شود. (در متون قدیمی‌تر از عبارت جبرانگبر سنکرون استاتیکی پیشرفته یا ASVC استفاده شده است) مشخصه STATCOM بر مشخص‌های SVC برتری دارد.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

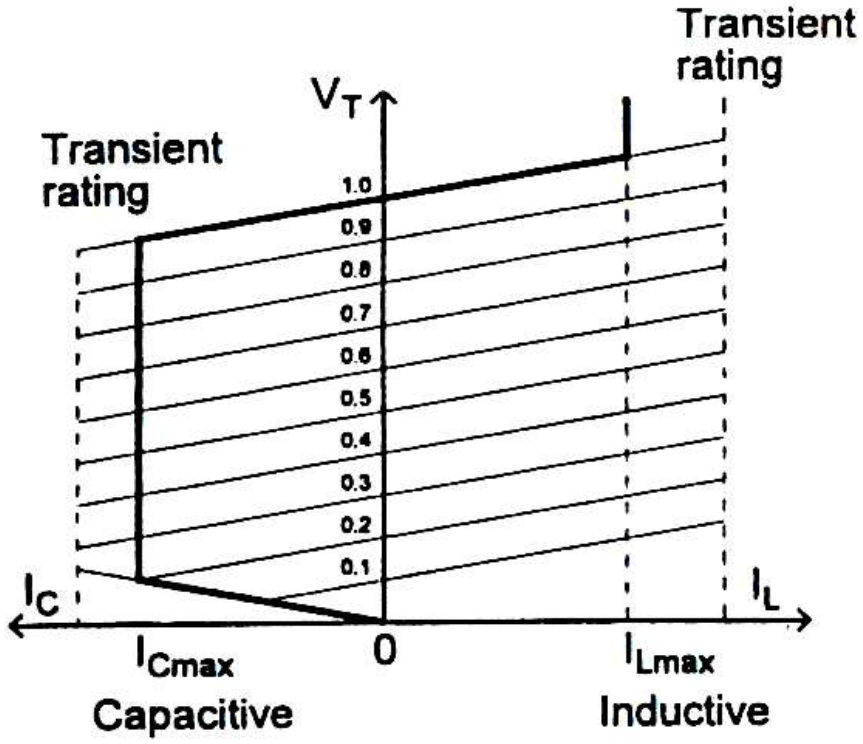


شکل (ب) شکل (الف)

شکل(5-10).الف- منبع ولتاژ سنکرون به کار رفته به عنوان STATCOM وب-دیاگرام متناظر تبادل توان درحالت ماندگار

مشخصه V-I مربوط به STATCOM در شکل (5-11) رسم شده است همانطور که گفته شد STATCOM می‌تواند جبران‌سازی را هم به صورت خازنی و هم بصورت سلفی انجام دهد. علاوه بر این می‌تواند در هر ولتاژ سیستم AC حتی ولتاژ صفر،جریان خازنی خروجی خود را در مقدار نامی نگه دارد اما در SVC با کاهش ولتاژ سیستم جریان خروجی آن کاهش می یابد این کاهش به حداکثر ادمیتانس خازنی معادل آن بستگی دارد.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (5-11) . مشخصه V-I متعلق به STATCOM

همانطور که در شکل (5-11)نشان داده شده است STATCOM موجب افزایش ظرفیت گذرا در هر دو ناحیه‌ی سلفی و خازنی می گردد (در SVCهای عادی امکان افزایش تولید توان راکتیو وجود ندارد. زیرا حداکثر جریان خازنی که می‌تواند بکشد به اندازه‌ی خازن و دامنه‌ی ولتاژ سیستم بستگی دارد) ظرفیت گذاری نامی STATCOM به مشخصات نیمه‌هادی‌های مورد استفاده و درجه حرارت نقطه کار آنها بستگی دارد توانایی STATCOM در تولید جریان نامی خروجی بصورت خازنی در حالتی که ولتاژ سیستم افت کرده است موجب بهبود قابل ملاحظه‌ای در پایه گذرا(اولین نوسان) می گردد.

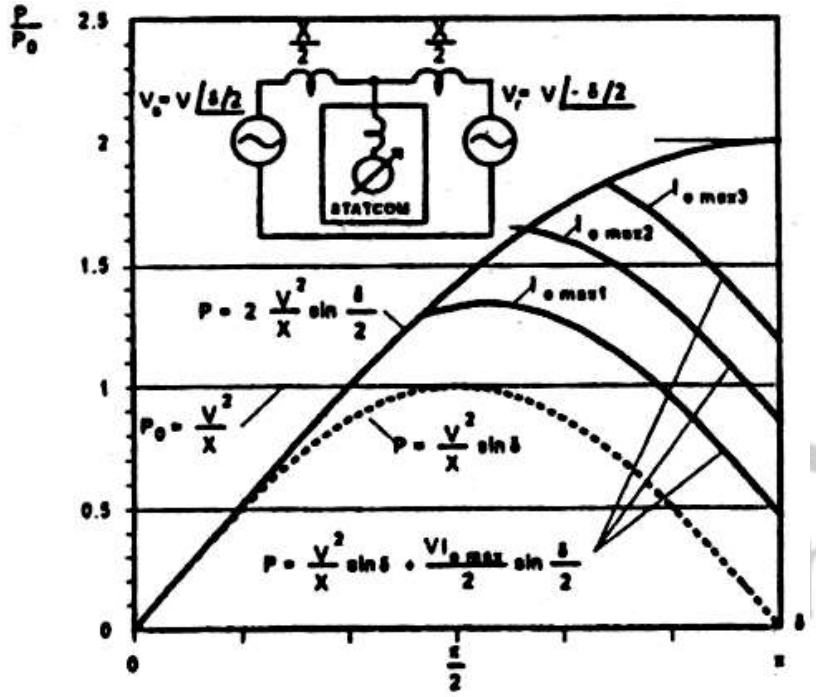
تاثیر STATCOM در افزایش توان قابل انتقال در شکل (5-12) نشان داده می شود در این شکل نمودار P توان انتقالی برحسب δ زاویه انتقال در جریان خازنی خروجی ماکزیمم ($S_{c\max}$) مختلف رسم شده است همان طور که انتظار می رفت، تا قبل از اینکه جریان خروجی STATCOM برابر $I_{C\max}$ شود ،

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

رفتار STATCOM (شکلSVC) مانندیک جبرانگر موازی ایده‌آل نقطه میانی خط بوده ورابطه $P-\delta$ آن

از رابطه زیرتبعیت کند.

$$P = 2\frac{V^2}{X}\sin\frac{\delta}{2} \qquad (۴\text{-}5)$$



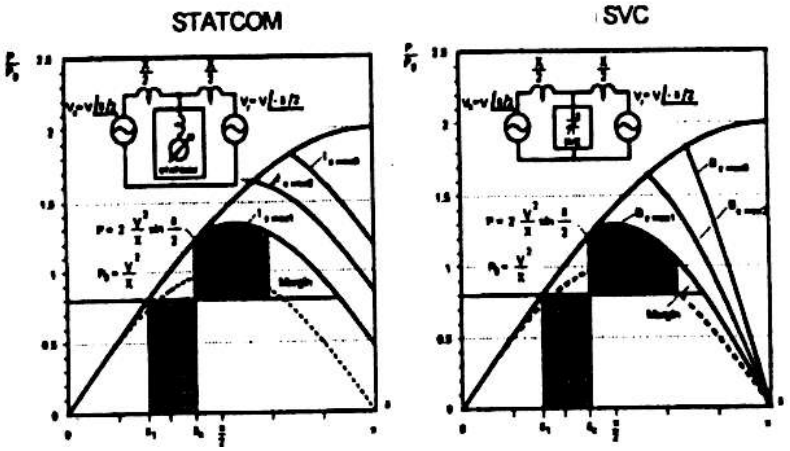
شکل (5-12). افزایش توان قابل انتقال با به کارگیری STATCOM در نقطه میانی خط

پس از رسیدن به I_{Cmox} $STATCOM$ همچنان این حداکثر جریان خروجی خازنی را تامین کرده(بجای ادمیتانس خازنی ثابت SVC) و مستقل از افزایش δودر نتیجه تغییرات ولتاژ می باشد.به همین دلیل کاهش توان انتقالی در محدوده $\pi/2 \langle \delta \langle \pi$ مانند SVC ناگهانی نبوده و در نتیجه $\int Pds$ که معرف بهبود حاشیه پایداری است بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می یابد.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

افزایش حاشیه پایداری STATCOM نسبت به SVC عادی با همان ظرفیت با بکارگیری معیار سطوح معادل مشخص می گردد در شکل(الف و ب - ۱۳-۳) یک STATCOM و SVC با ظرفیت‌های مساوی بعنوان جبرانگر در نقطه میانی یک سیستم دو ماشینه قرار داده شده است. معنی شکلها این است که در جبران سازی موازی STATCOM در مقایسه با SVC توان قابل انتقال را بیشتر افزایش می دهد (جبرانگرها در نقطه میانی قرار داده می شوند) یا به بیان دیگر برای داشتن حاشیه پایداری معلوم می توان ظرفیت STATCOM را کوچکتر از ظرفیت SVC انتخاب کرد هرچند اساس تئوری جبرانگرهای موازی بر پایه سوئیچینگ مبدل در ابتدای دهه ۷۰ بوجود آمد اما توسعه عملی سخت افزاری به دلیل فقدان نیمه‌هادی فشار قوی مناسب تا اواسط دهه ۸۰ توسعه آنها به تاخیر افتاد. ظهور توانایی‌های Facts در آمریکا و قابلیت‌های دیگر در ژاپن به توسعه آنها در دهه ۹۰ شتاب داد. در حال حاضر سه STATCOM در آمریکا و ژاپن برای جبران خطوط انتقال وجود دارد. تعدادی دیگری نیز در کوره‌های قوسی و برای بهبود کیفیت برق در محل‌های دیگر بکار رفته اند.تعداد دیگری از این تجهیزات در مرحله نصب یا طراحی می باشند.

WikiPower.ir



شکل (ب) شکل (الف)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (5-13) . الف- بهبود پایداری گذرا با استفاده از STATCOM در نقطه میانی

ب- استفاده از SVC با همان ظرفیت در نقطه میانی

۵-۵ : آشنایی با UPFC

با توجه به گسترش روز افزون شبکه های برق استفاده بهینه از شبکه‌های موجود و افزایش پایداری دینامیکی آنها یکی از مهمترین مسائل سالهای اخیر می باشد . ادوات FACTS بدلیل انعطاف پذیری که در شبکه های قدرت می‌توانند ایجاد کنند یکی از وسایلی هستند که با ایجاد اصلاحات لازم در خطوط انتقال قادر به کاهش فاصله بین حد بار گذاری حرارتی خطوط وحد پایداری می باشند یکی از این وسایل کنترل توان یکپارچه UPFC می باشد که می تواند پارامترهایی نظیر ولتاژ ترمینال و زاویه بار را اصلاح نماید وظیفه اصلی این وسیله کنترل مستقل توان اکتیو و توان راکتیو عبوری از خط انتقال توسط ولتاژ تنظیم شده سری با خط می باشد. UPFC همچنین می تواند برای میرا کردن نوسانات فرکانس کم با اضافه کردن سیکنال کمکی مناسب به یکی از کنترل کننده های آن بکار رود.

UPFC به عنوان ابزاری در کنترل توان حقیقی وراکتیو در نظر گرفته می‌شود،زیرا توانایی کنترل همزمان مستقل هر سه پارامتر تاثیر گذاری بر انتقال وشارش توان را دارد .پارامترهای قابل کنترل UPFC عبارتند از :

۱ - اندازه فازور ولتاژ تزریقی

۲ - زاویه فاز ولتاژ تزریقی

۳ - اندازه فازور جریان راکتیو

می‌توان بانصب UPFC در خطوط پربار شبکه بطوریکه تاحد ممکن به ژنراتور باثابت لختی پایین نزدیک باشد تاثیر بیشتری در بهبودی پایداری گذرا خواهد داشت.

۵-۵-۱ : تاثیر UPFC بر منحنی بار پذیری

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یکی از مشخصات مهم خط انتقال میزان توان قابل انتقال آن است که غالبا توسط منحنی بارپذیری نمایش داده می شود.درسالهای اخیر روند بازآرایی شبکه های برق و ایجاد بازارهای انرژی الکتریکی میزان توان قابل انتقال ازیک خط را به عنوان ارزش اقتصادی برای شرکت برق مطرح نموده است.شرکت‌های برق برای دسترسی آزاد به انرژی الکتریکی نیاز به افزایش ظرفیت انتقال شبکه خود دارند.یک راه افزایش ظرفیت انتقال نصب خطوط انتقال جدید با تقویت خطوط موجود است .نصب خطوط جدید درحال حاضر با موانع جدی روبرو است و راه دیگر افزایش ظرفیت انتقال استفاده ازخطوط موجود درظرفیتهای بالاتراست می‌توان سه عامل محدود کننده را برای ظرفیت یک خط برشمرد :

۱- محدودیت حرارتی ۲- محدودیت ولتاژ ۳- محدودیت بهره برداری

برای تعیین حداکثر توان قابل انتقال از یک خط بایدهمه محدودیت‌های فوق را لحاظ کرد.البته در منحنی بارپذیری ازمیان محدودیت‌های بهره‌برداری غالبا تنهاپایداری حالت دائمی درنظر گرفته می‌شود.چون عوامل دیگروابسته به شبکه هستند وبرای هرشبکه نیازبه بررسی موردی‌دارند.یکی‌ازراه‌های‌غلبه‌براین محدودیت‌های استفاده از ادوات FACTS است.این ادوات قادر به افزایش قابل توجه بارپذیری یک خط هستند.ازبین ادوات FACTS کنترل کننده UPFC دارای بیشترین تاثیر بر بارپذیری خط است.

۲-۵-۵ : معرفی UPFC

UPFC شامل یک مبدل منبع ولتاژ AC/DC موازی و یک مبدل منبع ولتاژ AC/DC سری است که توسط یک خازن DC به هم مرتبط شده‌اند.مبدل سری با تزریق ولتاژ در خط نقش اصلی UPFC را بر عهده دارد و توان اکتیو و راکتیو عبوری از خط را تنظیم می کند.وظیفه اصلی مبدل موازی تامین توان حقیقی مورد نیازبرای جبران توانی است که مبدل سری با شبکه مبادله می کند. مبدل موازی همچنین می‌تواند با تزریق مستقل توان راکتیو به شبکه ولتاژ باس محلی راتنظیم کند. در این بین خازن DC به عنوان یک واسط, تبادل توان حقیقی بین دو مبدل را امکان‌پذیر می کند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نصب UPFC باعث افزایش ماکزیمم توان می شودوهمچنین حد زاویه پایداری سیستم را افزایش‌می‌دهد. میزان افزایش توان قابل انتقال به محل نصب UPFCنیز بستگی دارد.یکی از قابلیت‌های UPFCامکان نصب آن در هر نقطه از خط است. بنابراین پس از تعیین محل مناسب نصب UPFCدر شبکه می توان بررسی کرد که بهترین محل نصب کدام نقطه از خط است. بیشترین تاثیر UPFCبر منحنی بارپذیری وقتی است که در حدود فاصله ۴۰٪ از ابتدای خط نصب شود. با نزدیک شدن به انتهای خط بارپذیری خط نسبت به ابتدای خط کاهش می یابد که میزان کاهش در خطوط کوتاه بیشتر است.

یکی از محدودیت‌های عمده UPFCعدم امکان تزریق توان حقیقی به شبکه است.افزودن این قابلیت به UPFCباعث بهبود قابل توجهی در عملکرد حالت دائمی آن می شود

افزودن ذخیره کننده انرژی تاثیر بسیار کوچکی بر بارپذیری خط دارد که نباید این نکته را فراموش کرد که افزودن ذخیره کننده انرژی باعث بهبود عملکرد آن از نظر پایدارسازی سیستم می‌شود.دو عامل دیگری که بر منحنی بارپذیری خط تاثیر دارند معیار حاشیه پایداری و افت ولتاژ مجاز سیستم است.نصب UPFC درشبکه به مقدار قابل توجهی پایداری سیستم را بهبود می دهدوبنابراین می‌توان معیارحاشیه پایداری سیستم را کاهش داد. نصب UPFCدرفاصله ۷۰٪ از ابتدای خط در یک شبکه نمونه می‌تواند ماکزیمم توان برای پایداری ولتاژ را حدود ۴۵٪ افزایش دهد.کاهش حاشیه پایداری می‌تواندتاثیرمنفی‌بربارپذیری‌خط داشته باشد وباعث افزایش‌آن شود.که این تاثیر بیشتربرای خطوط بلند قابل توجه است وبرای خطوط کوتاه تقریبا بدون تاثیر است.

معیار حد افت ولتاژ اگر تا حدود ۶٪ افزایش یابد می‌تواند بر بارپذیری تاثیر گذار باشد و بیش از آن تاثیر بر بارپذیری نخواهد داشت.

رشد تقاضای مصرف انرژی به همراه روند خصوصی‌سازی و بازآرایی شبکه‌های‌برق ، فشارشدیدی بر شرکت‌های‌برق واردنموده‌وآنهارابا کمبود ظرفیت انتقال مواجه کرده است.یکی‌ازجالب‌ترین کنترل کننده‌هایی که برای غلبه بر کمبود ظرفیت انتقال معرفی گردیده UPFCاست.محدودیت عمده آن عدم

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

امکان تزریق توان حقیقی به شبکه است اضافه کردن این قابلیت به UPFCباعث‌بهبود قابل توجهی درعملکرد دینامیک و حالت دائمی آن می شود .

سیستم‌های ذخیره کننده انرژی متعددی وجود دارند که می‌توان آنها را برای اضافه نمودن این قابلیت با UPFCترکیب کرد.بااضافه کردن سیستم ذخیره کننده انرژی به UPFCپنج پارامتر کنترلی برای کنترل سیستم UPFC/ESS خواهیم داشت که چهار پارامتر آن را می توان مستقلاً کنترل نمود و پارامتر پنجم را باید برای برقراری رابطه تعادل توان‌محاسبه‌نمود.ماکزیمم‌ظرفیت ذخیره کننده انرژی قابل‌استفاده‌درسیستم UPFC/ESS دارای محدودیت است ودرانتخاب اندازه ذخیره کننده انرژی باید به آن توجه شود.سیستم UPFC/ESS در حالت دائمی می‌تواند،توان را در ناحیه وسیعی از صحفه توان مختلط کنترل کند.

می دانیم کنترل کننده یکپارچه توان UPFCرا می‌توان ازجامعترین ادوات FACTS به شمار آورد که قادر به کنترل همزمان توان اکتیو وراکتیو عبوری ازخط‌وهمچنین تنظیم ولتاژ باس شبکه دچارمحدودیت می‌باشد. UPFC تنها قادر است از طریق چرخش توان بین مبدل‌های خود اقدام به تبادل توان با شبکه کند.البته در حالت دینامیک وگذرا UPFC امکان تزریق میزان محدودی توان به شبکه را دارد که از توان ذخیره شده در خازن DC فراهم می‌شود.برای غلبه براین محدودیت می‌توان از ترکیب UPFCبا سیستم‌های‌ذخیره کننده انرژی استفاده کرد.یکی ازجالبترین‌این‌سیستمها ابررسانا(SMES)است که تاثیرقابل توجهی در بهبود عملکرد دینامیک و حالت دائمی آن دارد

۶-۵ : آشنایی با SMES

استفاده از سیستم‌های ذخیره کننده مغناطیسی انرژی نیرومند در شبکه قدرت از اهمیت خاصی برخوردار است.باتوجه به قابلیت ذخیره سازی بسیار زیاد انرژی سیم پیچ‌های ابر رسانا در میدان اطراف خود را امکان تحمل جریان های بالا به علت مقاومت تقریبا صفر آنها و همچنین پیشرفتهای شایان توجه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اخیر در ساخت سیستم‌های ابر رسانای دمای پایین و دمای بالا،امیدتازه‌ای در استفاده ازآنها درشبکه‌های قدرت به منظورهای گوناگون پیدا شده است.

با یک بررسی اجمالی می توان دید که عدم وجود یک سیستم ذخیره کننده انرژی هنگام ناپایداری شبکه قدرت و در نتیجه قطعی برق آن تا چه حد می تواند هزینه‌بردار و مخرب باشد.ذخیره کننده‌های مغناطیسی انرژی با استفاده از ابررسانا(SMES)دارای مزایایی چون؛تعدیل منحنی پیک‌بار،حفاظت از ژنراتورها و نگهداری وپایداری شبکه درهنگام وقوع خطا در نقاط مختلف شبکه استفاده به عنوان سیستم برق اضطراری با توان بالا،تثبیت ولتاژ و فرکانس در شبکه و...که باعث شده تا کار تحقیقات بر روی سیستم های SMES با شدت و سرعت بیشتری توسط کشورهای پیشرفته و شرکتهای بزرگ تولید و انتقال برق در دنیا دنبال شود.اصولا یک سیستم قدرت درساعات مختلف شبانه‌روز دارای مصارف مختلفی است بنابراین میزان تولید انرژی باید متناسب با نیاز مصرف کننده تغییر کند.همچنین دریک شبکه وسیع ، مشکل تثبیت ولتاژ ، تاثیرات هارمونیک‌ها،نامتعادل شدن ناگهانی شبکه در هنگام بروز خطا و درنتیجه از سرویس خارج شدن کل‌شبکه وجود دارد.با توجه به اینکه عیوب فوق‌الذکر تاثیرات بسیارنا مطلوبی بر ژنراتور نیروگاه و تاسیسات شبکه داشته و بسیار پر هزینه و مضرند،یک سیستم SMES قوی با طراحی صحیح و جایگذاری دقیق در شبکه می‌تواند بطور موثر باعث کاهش هزینه جاری و تعمیر و نگهداری کل شبکه شود.

۵-۶-۱ : نحوه کار سیستم SMES

سیم‌پیچ ابررسانا توسط یک یکسوساز ACبهDC که درمنبع تغذیه‌سیم‌پیچ ابررسانا قراردارد شارژ می‌شود. شارژکننده سیم‌پیچ به منظور غلبه بر تلفات اهمی آن قسمت ازمدارکه دردمای محیط قرار دارد، ولتاژکوچکی در دو سر سیم‌پیچ ایجاد می کند.این مساله باعث می‌شود که جریان ثابتی در سیم پیچ ابر رسانا جاری شود. درحالت آماده به کار یعنی زمانیکه هیچ تبادل توانی با سیم پیچ انجام نمی شود جریان ذخیره شده سیم پیچ توسط یک سوئیچ که دو سر سیم پیچ را اتصال کوتاه می کند دوباره به خود سیم پیچ ابررسانا بازگردانده شده و حالت گردشی پیدا می کند .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در نتیجه انرژی سیم‌پیچ ابررسانا حفظ می شود.در بعضی از مدلهای SMES این سوئیچ به داخل مخزن حاوی سیم‌پیچ انتقال پیدا کرده که با طرق مختلف از بیرون مخزن به آن فرمان داده می شود. بدون قرار دادن این سوئیچ اتصال کوتاه کننده میزان تلفات سیم‌پیچ در حالت آماده بکارزیاد خواهد بود. مانند قبل منبع سیم پیچ به منظور جبران تلفات اهمی قسمتی از مدار که در گرمای محیط قرار دارد ولتاژ کوچک را در دوسر سیم‌پیچ ابر رسانا تولید می کند.اگرسیستم کنترل کننده حس کند که ولتاژ خط سیستم قدرت بخاطر تضعیف ویا خطای اتفاق افتاده در شبکه کاهش پیدا کرده،کلید اتصال‌کوتاه کننده ظرف مدت ۲۰۰ تا ۵۰۰ میکرو ثانیه قطع خواهد شد.به دنبال این امر ابتدا جریان سیم پیچ ابر رسانا به یک بانک خازنی قوی منتقل شده و سطح ولتاژ آن را بالا می‌برد.سپس سوئیچ دوباره بسته می شود.بانک خازنی یک اینورتر۱۲پالسه را که تامین کننده توان AC مورد نیاز بار است تغذیه می کند.

بار مورد نظر باعث کاهش توان و افت ولتاژ بانک خازنی می شود تا حدی که این ولتاژ به یک حداقل می‌رسد دراین حالت مجددا کلید اتصال کوتاه باز شده و بانک خازنی شارژ می شود.این فرایند آن قدر ادامه می‌یابدتا افت ولتاژ خط‌تامین شده و ولتاژ خط به حالت عادی بازگردد و یا اینکه انرژی ذخیره شده در سیم‌پیچ ابررسانا پایان یابد.ابعاد و ظرفیت سیستم طوری طراحی می شود که انرژی ذخیره شده در سیم‌پیچ بتواند تا باز گرداندن ولتاژ خط تغذیه کننده به حالت عادی تداوم پیدا کرده و کافی باشد.سیستم به نحوی طراحی‌شده‌که می تواند قدرت چندین مگاوات را برای جبران‌سازی توان از دست رفته در اثر خطا در مدتی کمتر از ۲۳ میلی ثانیه به خط تزریق کند.

بدین‌ترتیب‌هیچ گونه افت ولتاژ یا قطعی انرژی از طرف بار مشاهده نمی شود.شارژ شدن دوباره سیم پیچ ابررسانا طی چند دقیقه انجام می شود و تعداد شارژ دشارژ می تواند بارها تکرار شود .

همچنین برای برآوردن بعضی از نیازهای امکان شارژ سریع در حد چند ثانیه نیز امکان پذیر است. البته باید شبکه قدرت ،قادر به تامین این میزان توان بوده و شارژ سریع سیم‌پیچ ابررسانا باعث افت ناگهانی در ولتاژ شبکه نشود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از خصوصیات سیستم این است که در زمان افت ولتاژ خط، حداکثر ظرف مدت ۰/۵ میلی ثانیه این ولتاژ باید تامین شود.

۵-۶-۲ : مقایسه SMES با دیگر ذخیره کننده های انرژی

تاکنون به غیر از SMES ها،UPSهای گوناگونی با استفاده از باتری،خازن،چرخ‌گردان ودیگرفن‌آوریهای ذخیره‌سازی انرژی ساخته شده است.هرکدام از این‌فن‌آوریها از نظرویژگیهایی مانند میزان انرژی قابل ذخیره بازده سیکل شارژ و شارژ سیستم،تاثیرات محیطی،قابلیت اطمینان،سادگی استفاده و سرعت آماده بکار شدن ، امکان استفاده درشبکه به عنوان بار راکتیو، یا تثبیت کننده فرکانس و پایدار کننده شبکه و تعدیل منحنی پیک‌بار و مدت زمانی که می‌توانند قسمت اعظمی از انرژی را در خود نگه دارند،با یکدیگر متفاوتند.

بعضی درتعداد مراتب شارژ و دشارژ،بعضی درسادگی وراحتی استفاده وبعضی درقیمت بر بقیه ارجحیت دارند. مسلم است که در سطوح انتقال توان مساله میزان توان قابل ذخیره که معمولا در حد چندمگاوات است در درجه اهمیت بیشتری قرار دارد.خوشبختانه سیستم SMES دارای تمام خصوصیات مذکور بوده و به‌راحتی می‌تواند درهنگام وقوع خطا میزان انرژی زیادی را در اختیار شبکه قرار دهد، درحالیکه سیستم‌های چرخ‌گردان وباتریها فاقد این خصوصیت‌اند.

همچنین SMES درمقایسه با دیگر وسایل ذخیره کنند.انرژی دارای بازده سیکل شارژ و دشارژ بهتری است که به بیش از ۹۵ درصد می رسد.مدت زمان نگهداری انرژی در SMESمی‌تواند زیاد باشد در حالی که سیستم‌های چرخ‌گردان وخازنهای فاقد این خصوصیات هستند.تعداد دفعات شارژ و دشارژ در SMES نامحدود بوده که به معنی طولانی بودن عمر آن است عمر یک SMES به بیش از ۳۰ سال می‌رسد که این مدت از عمر بهترین سیستم‌های دارای چرخ‌گردان و باتری بیشتر است.حجم و وزن اشغال شده برای

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ذخیره میزان زیادی از انرژی در سیستم‌های SMESازکلیه سیستم‌هایی که تاکنون پیشنهادشده به مراتب‌کمتر است.

یکی ازمشکلات SMES قیمت زیاد آن است و از دیگر مشکلات آن می‌توان به میدان مغناطیسی قوی اطراف آن اشاره کرد که احتیاج به لایه‌های محافظ مغناطیسی تا فاصله ۵ متری سلول SMES دارد،ولی این میدان در حدی نیست که برای سلامتی انسان مضر باشد.

۵-۷ : آشنایی با UPQC

با گسترش سریع کاربردهای گوناگون بارهای غیرخطی و حساس در شبکه‌های توزیع مسئله کیفیت توان روزبه‌روز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود.این بارها باکشیدن جریان غیر سینوسی از شبکه باعث کاهش کیفیت توان در شبکه‌های توزیع می شوند از طرفی اعوجاج‌های ولتاژ و هارمونیک‌های ولتاژ در سیستم تفاوت بسیار جدی‌اندو اکثر بارهای حساس،جهت عملکرد مناسب به منابع ولتاژ سینوسی نیاز دارند.با توجه به این موضوع استفاده از بهسازهای کیفیت توان ضروری به نظر می رسد.تجهیزات پیشرفته‌ای برای بهسازی کیفیت توان در شبکه‌های توزیع پیشنهاد شده‌اند.این تجهیزات با عنوان تجهیزات custom power مطرح‌اند که به سه گروه تقسیم می شوند:

۱- ادوات قطع و وصل کلید های الکترونیک قدرت

۲- ادوات کنترل پذیر گسسته

۳- ادوات کنترل پذیر پیوسته

ادوات‌موازی باتزریق جریان به شبکه درنقطه PCCبرای بهسازی جریان‌کشیده توسط باراستفاده می‌شوند. ادوات سری با اضافه کردن یک ولتاژ با زاویه فاز معین پس فاز و یا پیش فاز به خط قرار گرفته بین بار و منبع ،انواع اغتشاشات ولتاژ را حذف می کند.

بنابراین ادوات موازی و سری بطور جداگانه به ترتیب بهسازی جریان و ولتاژ را انجام می‌دهند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای بهسازی همزمان از ترکیب بند استفاده می‌شود این جبرانساز فعال را بهساز یکپارچه کیفیت توان UPQC می نامند.

۵-۷-۱ : ساختار و وظایف UPQC

UPQC از دو مبدل ولتاژ(VSC)سری و موازی تشکیل شده است.قسمت سری توسط یک خازن به قسمت موازی لینک می‌شود.قسمت سری با سه ترانسفورماتورتکفاز به شبکه‌توزیع وصل‌می شود در حالیکه در اتصال قسمت موازی از یک ترانسفورماتور سه فاز استفاده می گردد. برای حذف نوسانات کلید زنی از یک فیلتر پسیو درجه اول یا دوم در سر مبدل ها استفاده می‌شود.وظایف پایه‌ای قسمت موازیUPQC جهت بهبود کیفیت توان و قابلیت اطمینان در باس توزیع اولیه ویا ثانویه:

۱ - بهسازی نامتعادلی و هارمونیک های جریان بار

۲ - جبرانسازی توان راکینو بار و تصحیح ضریب قدرت

۳ - تغذیه مقدار انرژی مورد نیاز قسمت سری UPQC و تنظیم ولتاژ باس DC

در مجموع وظیفه اصلی قسمت موازی UPQC بهسازی جریان بار است.

وظایف پایه‌ای‌قسمت‌سریUPQC جهت‌بهبود کیفیت توان وقابلیت اطمینان درباس‌توزیع اولیه‌ویا ثانویه:

۱ - جبران‌سازی توالی صفر ولتاژ باس توزیع

۲ - جبران‌سازی توالی منفی ولتاژ باس توزیع

۳ - ایجاد مقاومت دربرابر جریانهای تشدیدی بین بار و شبکه

۴ - بهبود پایداری و میرایی نوسانات در سیستم‌های توزیع

۵ - جبران‌سازی کمبود و پیشبرد ولتاژ باس PCC

۶ - بهسازی نوسانات ولتاژ (فلیکر)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

درمجموع وظیفه اصلی قسمت سری UPQC بهسازی ولتاژ دو سر بار است.

در کنترل قسمت موازیUPQCروش جدید اصلاح یافته ای برای جبران‌سازی همزمان قدرت رآکتیو و آلودگی‌های موجود در جریان بار پیشنهاد می شود که توسط آن امکان بهسازی عدم تعادل و حذف مولفه توالی صفر بوجود می آید.از طرفی تنظیم ولتاژ باس DC با نمونه‌گیری از ولتاژ و جریان خازن لینک DC عنصر یکپارچه به سادگی میسر می گردد.

بهسازی ولتاژ نحوه عمل بدین صورت است که با کاهش ولتاژ باس PCC شبکه، ولتاژ تزریقی توسط شاخه سری UPQC جهت بازیابی ولتاژ بار در رساندن آن به حالت نرمان تولید می شود. UPQC با تولید این ولتاژ قسمتی از توان مصرفی بار را تغذیه می کند.این توان از خازن باس DC اخذ شده ودر نتیجه باعث کاهش ولتاژ باس DC می گردد.در این حالت سیستم کنترل قسمت موازی UPQC با تولید توان،مبدل شاخه موازیUPQCرا مجبور می کند تا با افزایش جریان خط،توان مورد نیاز جهت بهسازی ولتاژ را از شبکه بگیرد و نوسانات ولتاژ باس DC را جبران نماید.

UPQC می‌تواند بطور همزمان با الگوریتم کنترلی ارائه شده هر گونه آلودگی‌در بار و ولتاژ را بهسازی بنماید،ضمن‌اینکه ضرورتی به کاربرد فیلترها در مدار کنترلی وجود نداردودر نتیجه سرعت عملکرد مدار نیز افزایش می یابد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل ششم

هماهنگی ومدیریت توان راکتیو

مقدمه

در سالهای اخیرتوجه فرآینده ای به بهبود عملکرد سیستم قدرت ازطریق کاهش مصرف موادسوختی وبهره برداری از وسایل وتجهیزات موجود ودرنتیجه اجتناب از خریدتجهیزات جدید معطوف گشته است.یکی از روشهای که این موضوع رامورد توجه قرارمی دهد مدیریت توان راکتیو است.

بطورطبیعی دونوع عبورتوان راکتیو در سیستم قدرت وجود دارد:

۱ -توان راکتیوی که توسط بارها مصرف می شود.

۲ -توان راکتیوی که درداخل شبکه مصرف می شود.

اجزایی که توان راکتیو مصرف می کنند شامل ژنراتورهاوکندانسورهای سنکرون که بازاویه پیش فاز کار می کنند،راکتورهای موازی ،اندوکتانس خطوط وترانسفورماتورها،جبران کننده های راکتیو استاتیک وبار ها می باشند.ژنراتورها وکندانسورها با عملکرد پس فاز ،خازنهای استاتیک،جبران کننده های استاتیک وکاپاسیتانس کابلها وخطوط تولیدکننده توان راکتیو می باشند.

مدیریت توان راکتیو را می توان به صورت کنترل ولتاژژنراتورها،تنظیم تپ ترانسفورماتورها،جبران سازی وبانکهای راکتوروخازنی موازی قابل سوئیچ تعریف کردبه گونه ای که بهترین کنترل ولتاژ وکمترین تلفات سیستم رافراهم نماید.

مدیریت توان راکتیو از دیدگاه موسسات تولیدکننده برق در شرایط ماندگار و دینامیک سیستم می تواند به طبقه بندی زیر تقسیم گردد:"

۱ -طرح ریزی توان راکتیو

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲ -طرح ریزی بهره برداری سیستم

۳ -کنترل وپخش توان راکتیو

از اقدامات موسسات این است که ولتاژرادرنقاط کلیدی سیستم مورد نظاره قرار دهند.این اطلاعات به انضمام تحلیل غیر فعال سیستم منجربه فراهم شدن خطوط راهنمایی برای اپراتورها می گردد تابتوانند ولتاژوپخش توان راکتیو راکنترل نمایند.

بطور کلی مدیریت توان راکتیو بواسطه فقدان موارد زیر دچار اشکال شده است :

۱ -دانش ودرک صنعت

۲ -در دسترس بودن برنامه کامپیوتری

۳ -داده های زمان- واقعی

۴ -انگیزه های اقتصادی

اما در حال حاضر بواسطه قیمت سوخت ومشکلات مالی احداث تاسیسات جدید،توجه بیشتری به مدیریت توان راکتیو معطوف گشته است.

مهمترین ابزاری که در پخش توان راکتیو به کار برده می شودیک برنامه پخش توان بهینه است.

پخش اقتصادی توان در طرح ریزی بهره برداری سیستم عبارت از توانایی مینیمم کردن تلفات کلی سیستم قدرت به کمک تنظیم پارامترهای سیستم قدرت خواهد بودمشروط بر اینکه در داخل محدودیت های تجهیزات سیستم باقی بمانیم.در پخش اقتصادی توان راکتیو فرض می شود که پخش اقتصادی توان واقعی صورت پذیرفته استودر خلال فرایند بهینه سازی ثابت خواهد ماند.توجه اینکه توان واقعی باس مادر بواسطه کاهش تلفات کل سیستم کاهش می یابد.

کاربرد استراژی پخش اقتصادی توان راکتیو برای بهبود عملکرد سیستم قدرت فواید مشخصی راعاید موسسه تولید کننده برق می کند.تعدادی از این فواید عبارتند از :

الف) کاهش هزینه بواسطه کاهش تلفات سیستم

ب)بهبود پروفایل ولتاژ

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ج)کناترل بهترولتاژ

د)بهبود ایمنی سیستم

ه) بهبود ظرفیت توان انتقالی مبادله شده

و) بهبود بهره برداری سیستم

استراتژی پخش توان راکتیو بصورت بهینه ،خطوط راهنمایی رادر زمینه پخش توان، سطح رزروکنترل ولتاژدر اختیار اپراتور قرارمی دهند.این فرایند می تواند به طور اتوماتیک انجام گیردوبا روشهای پخش توان که در حال حاضر در مراکز دیسپاچینگ به کار می رود همراه گردد.

فصل هفتم

شبیه سازی وطراحی جبران کننده های توان راکتیو برای شبکه قدرت براساس برآورد بار و طرح های توسعه شبکه

دراین پروژه تعیین نیازمندی های توان راکتیو و طراحی جبران راکتیو شبکه در دو مرحله توسعه آن می باشد.طراحی به گونه ای انجام می شود که سیستم در حالت پایدار باقی می ماند.

در مرحله اول طراحی سه نیروگاه وجود دارند که بار های مصرفی را تامین می کنند،در مرحله دوم طراحی با تامین اعتبارات لازم و تلاش دست اندر کاران،مرحله دوم توسعه شبکه تحقق یافته و واحد جدیدی به باس ۷ اضافه می شود. در این مرحله بار محلی نیز افزایش یافته .

شرایط واطلاعات لازم برای کارکرد سیستم:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

الف-شبکه دارای دو سطح ولتاژ ۴۰۰kv,۲۰ kv می باشد.در شرایط عادی،حد مجاز تغییرات ولتاژ ٪ ۵-

و٪۵+ می باشد.

ب-آرایش شبکه و اطلاعات تولید و بار در شکل ۱ نشان داده شده است.جدول ۱ نیز اطلاعات

ترانسفورماتورها شامل ولتاژ نامی همان تراسفورماتور و توان نامی در هر توسعه را نشان می دهد.

پارامتر های خطوط انتقال موجود و یا احتمالی طرح توسعه بر مبنای ۱۰۰MVA و۴۰۰KV عبارتند از:

R=0.0001716 pu/km

X=0.000863 pu/km

B=0.00138 pu/km

WikiPower.ir

اطلاعات ترانس ها:

NAME	Reactance	Rated Capacity(MVA)		Valtage(kv)
		Stage#1	Stage#2	
T1	0.145	260	450	400/20
T2	0.21	450	450	400/20
T3	0.21	450	450	400/20
T4	0.078	600	600	400/۶۳

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

T5	0.288	-	450	400/20

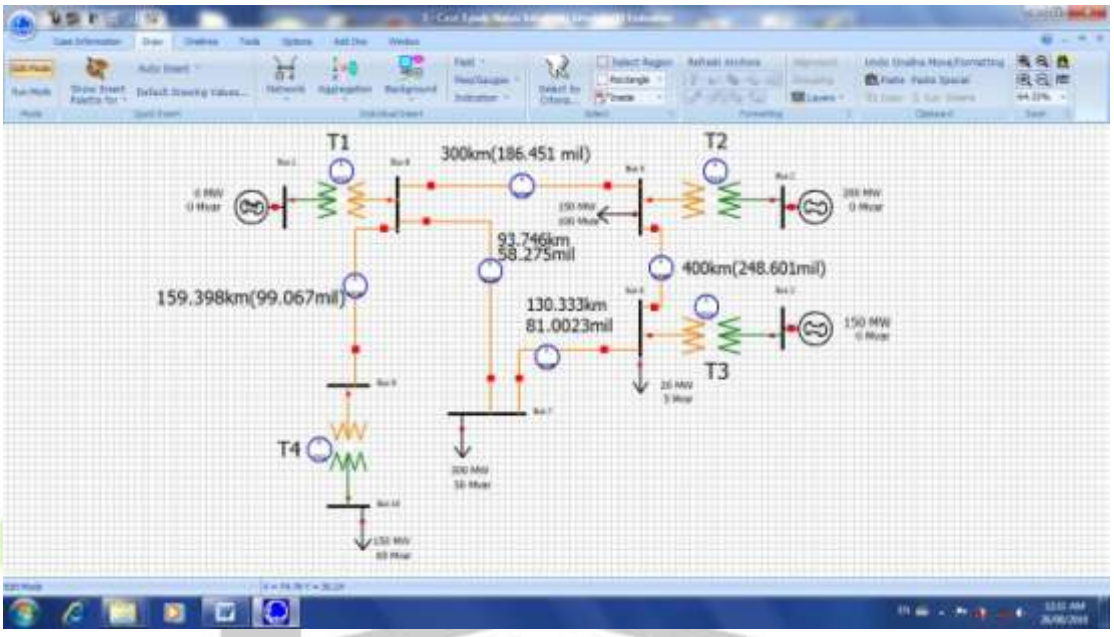
اطلاعات تولید و مصرف در دو مرحله توسعه بر حسب مگاوات:

Load & generation	Stage # 1		Stage # 2	
	MW	MVR	MW	MVR
L1	150	100	200	135
L2	20	5	150	100
L3	300	50	350	150
L4	150	65	200	125
G1	Slack			
G2	200		200	
G3	150		300	
G4	-		250	

جدول شماره(۱)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل شماره(۱)



WikiPower.ir

محاسبه امپدانس ترانس ها :

$$X_{pu}^{new} = X_{pu}^{old}(\frac{S_b^{new}}{S_b^{old}})(\frac{V_b^{old}}{V_b^{new}})^2$$

$$T1 \rightarrow X_{pu}^{new} = 0.145(\frac{100}{260})(\frac{400}{400})^2 = 0.056$$

$$T2 \rightarrow X_{pu}^{new} = 0.21(\frac{100}{260})(\frac{400}{400})^2 = 0.047$$

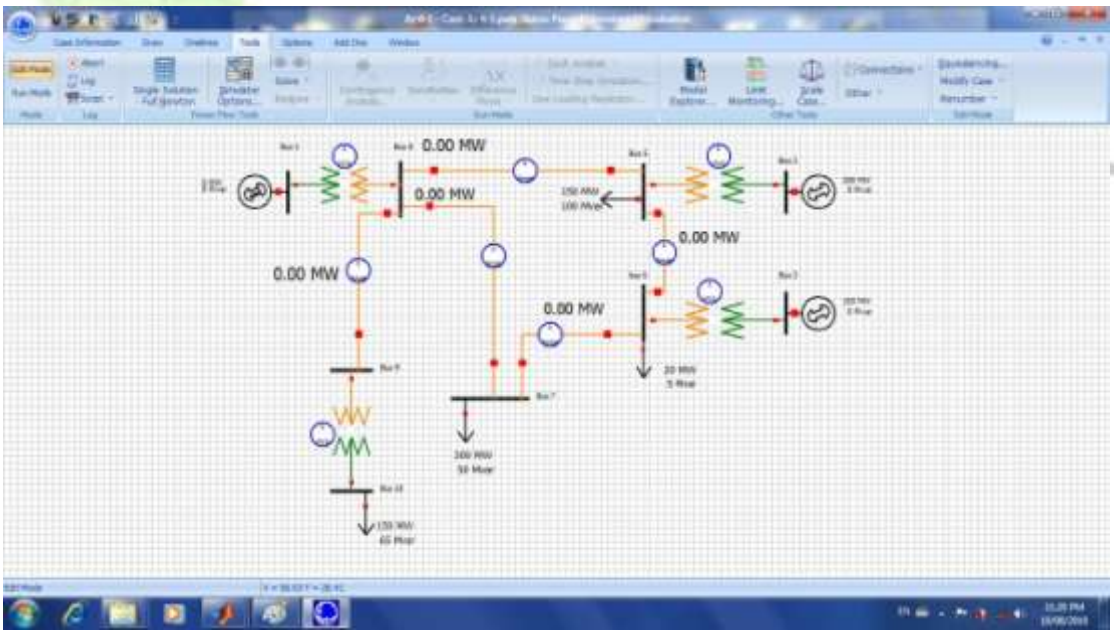
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$T3 \rightarrow X_{pu}^{new} = 0.21(\frac{100}{260})(\frac{400}{400})^2 = 0.047$$

$$T4 \rightarrow X_{pu}^{new} = 0.078(\frac{100}{600})(\frac{400}{400})^2 = 0.013$$

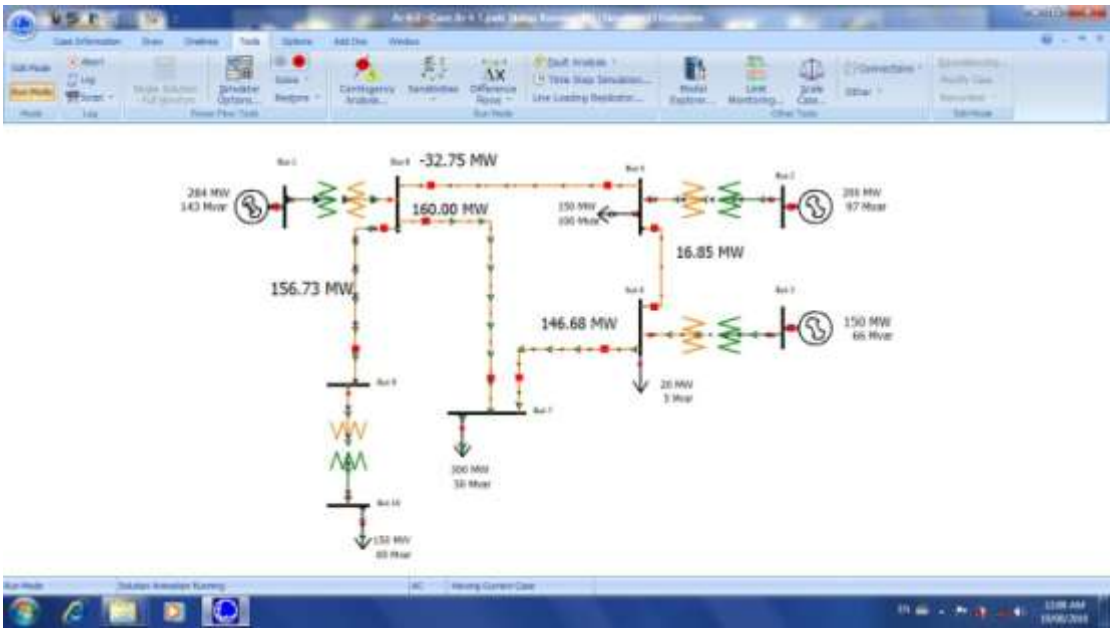
$$T5 \rightarrow X_{pu}^{new} = 0.288(\frac{100}{450})(\frac{400}{400})^2 = 0.064$$

شکل شبکه بعداز جاگذاری مقادیر داده شده:



سپس شبکه را RUN می کنیم.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



اطلاعات باس ها:

WikiPower.ir

Bus Records

Number	Name	Area	Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
11	Bus 1			20	1	20	0			283.97	142.92
22	Bus 1			20	1.001	20	-0.96			200	96.61
33	Bus 1			20	1.001	20	-4.87			150	65.92

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Bus			0.95	383.6				
55	1		400	922	87	-6.59	150	100
bus			0.97	388.6				
66	1		400	159	35	-9.03	20	5
Bus			0.91	364.9				
77	1		400	227	08	-15.13	300	50
Bus			0.93	373.4				
88	1		400	361	43	-9.81		
Bus			0.82	329.4				
99	1		400	369	74	-18.57		
Bus			0.81	51.21				
1010	1		63	295	6	-20.24	150	65

باتوجه به مقادیر به دست آمده از پخش بار،به محاسبات توان راکتیو می پردازیم:

WikiPower.ir

$V_b = 400kv$ $S_b = 100MVA$

$Rpu = 0.0001716\,pu/km$

$Xpu = 0.000863\,pu/km$

$Bpu = 1.38*10^{-3}\,pu/km$

$Z_b = \frac{V_b^2}{S_b} = \frac{400^2}{100} = 1600$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$R = Rpu * Z_b = 0.0001716 * 1600 = 0.27456\, pu / km$$

$$X = Xpu * Z_b = 0.000863 = 1.3808\, pu / km$$

$$B = Bpu * Y_b = Bpu * \frac{1}{Zb} = 1.38 * 10^{-3} * \frac{1}{1600} = 8.682 * 10^{-6}\, pu / km$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{Z_b}{Y}} = \sqrt{\frac{R + jX}{jB}} = \sqrt{\frac{0.27456 + j1.3808}{j0.000000862}} = 564.371\underline{|-5.625}$$

$$\Gamma = \alpha + j\beta \rightarrow \sqrt{Z_b * Y} = \sqrt{0.27456\underline{|78.75} * 8.62 * 10^{-6}\underline{|90}} \rightarrow$$

$$0.000486\underline{|84.375} \rightarrow 0.0000476 + j0.000484$$

$$\beta = 0.000484 rad / km \rightarrow \frac{0.000484 * 180}{\pi} = 0.0277\, \deg / km$$

$$P_0 = \frac{V_b^2}{Z_c} = \frac{400^2}{564.371} = 283.5MW$$

WikiPower.ir

Stage #1

$$P_{8-5} = -32.75MW$$

$$\theta_{8-5} = 0.0277 * 300km = 8.31$$

$$P_{a-b} = \frac{P_0}{\sin\theta} * \sin\delta \rightarrow$$

$$\sin\delta = \frac{P_{a-b} * \sin\theta}{P_0} \rightarrow \frac{-32.75 * \sin 8.31}{283.5} = -0.00044$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\delta = \sin^{-1}\delta \rightarrow\rightarrow 0.2512$$

$$Q_{8-5} = \frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta - \cos\theta) \rightarrow$$

$$Q_{8-5} = \frac{283.5}{\sin 8.31}(\cos 0.2512 - \cos 8.31) = 87.372MVR$$

.....

$$P_{5-6} = 16.85MW$$

$$\theta_{5-6} = 0.0277 * 400km = 11.08$$

WikiPower.ir

$$P_{a-b} = \frac{P_0}{\sin\theta} * \sin\delta \rightarrow$$

$$\sin\delta = \frac{P_{a-b} * \sin\theta}{P_0} \rightarrow \frac{16.85 * \sin 11.08}{283.5} = 0.0114$$

$$\delta = \sin^{-1}\delta \rightarrow\rightarrow 0.654$$

$$Q_{5-6} = \frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta - \cos\theta) \rightarrow$$

$$Q_{5-6} = \frac{283.5}{\sin 11.08}(\cos 0.654 - \cos 11.08) = 37.40MVR$$

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

.....

$$P_{6-7} = 146.68MW$$

$$\theta_{6-7} = 0.0277 * 130.33km = 3.61$$

$$P_{a-b} = \frac{P_0}{\sin\theta} * \sin\delta \rightarrow$$

$$\sin\delta = \frac{P_{a-b} * \sin\theta}{P_0} \rightarrow \frac{146.68 * \sin 3.61}{283.5} = 0.0086$$

$$\delta = \sin^{-1}\delta \rightarrow\rightarrow 0.49$$

$$Q_{6-7} = \frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta - \cos\theta) \rightarrow$$

$$Q_{6-7} = \frac{283.5}{\sin 3.61}(\cos 0.49 - \cos 3.61) = 33.40MVR$$

.....

$$P_{7-8} = 160MW$$

$$\theta_{7-8} = 0.0277 * 93.764km = 2.59$$

$$P_{a-b} = \frac{P_0}{\sin\theta} * \sin\delta \rightarrow$$

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\sin\delta = \frac{P_{a-b} * \sin\theta}{P_0} \rightarrow \frac{160 * \sin 2.59}{283.5} = 0.0067$$

$$\delta = \sin^{-1}\delta \rightarrow\rightarrow 0.383$$

$$Q_{7-8} = \frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta - \cos\theta) \rightarrow$$

$$Q_{7-8} = \frac{283.5}{\sin 2.59}(\cos 0.49 - \cos 2.59) = 23.874 MVR$$

.....

$$P_{8-9} = 208.79 MW$$

$$\theta_{8-9} = 0.0277 * 159.398 km = 4.41$$

$$P_{a-b} = \frac{P_0}{\sin\theta} * \sin\delta \rightarrow$$

WikiPower.ir

$$\sin\delta = \frac{P_{a-b} * \sin\theta}{P_0} \rightarrow \frac{208.79 * \sin 4.41}{283.5} = 0.0149$$

$$\delta = \sin^{-1}\delta \rightarrow\rightarrow 0.851$$

$$Q_{8-9} = \frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta - \cos\theta) \rightarrow$$

$$Q_{8-9} = \frac{283.5}{\sin 4.41}(\cos 0.851 - \cos 4.41) = 60.0124 MVR$$

.....

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بنابراین باتوجه به اطلاعات باس ها،میزان توان راکتیو شین ها را مشخص میکنیم

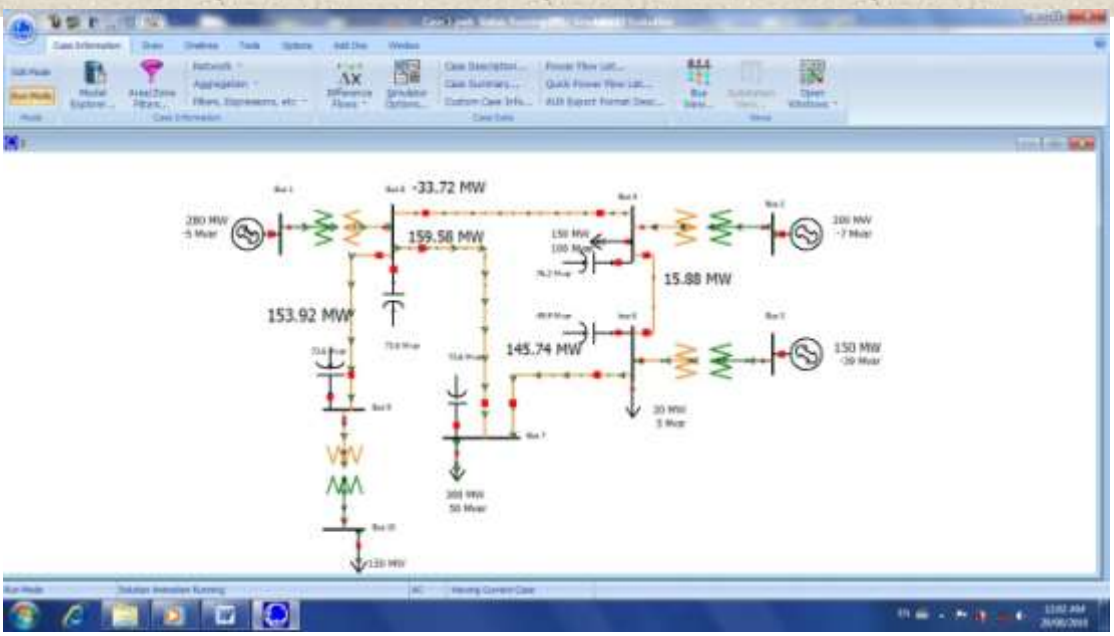
در ضمن پله های بانک خازنی را ۲۵MVR در نظر می گیریم.

Bus 5	bus6	bus7	bus8	bus 9
43.676	18.7	16.73	43.686	60.0124
18.7	16.7	11.973	11 .973	
--------	--------	--------	---------	----------
62.286	35.4	28.637	55.623	60.0124
.....	.....	.....	.....	.....
~	~	~	~	~
↓	↓	↓	↓	↓
75MVA	50MVA	50MVA	50MVR	75MVR

WikiPower.ir

مقادیر بدست امده را وارد کرده و شبکه راrunمی کنیم:

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



اطلاعات باس ها پس از اعمال محاسبات توان راکتیو:

WikiPower.ir

Bus Records

Number	Name	Area	Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
11	Bus 1			20	1	20	0			279.7 9	-4.9
22	Bus 1			20	1	20	-0.27			200	-7.09
33	Bus 1			20	1	20	-3.77			150	-39.38

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Bus			1.00	403.0				
55	1		400	773	91	-5.62	150	100
bus			1.02	408.3				
66	1		400	094	78	-7.73	20	5
Bus			0.99	399.5				
77	1		400	884	38	-13.38	300	50
Bus			1.01	405.9				
88	1		400	491	65	-8.88		
Bus			0.99	396.2				
99	1		400	074	96	-16.32		
Bus			0.98	61.86				
1010	1		63	194	2	-17.47	150	65

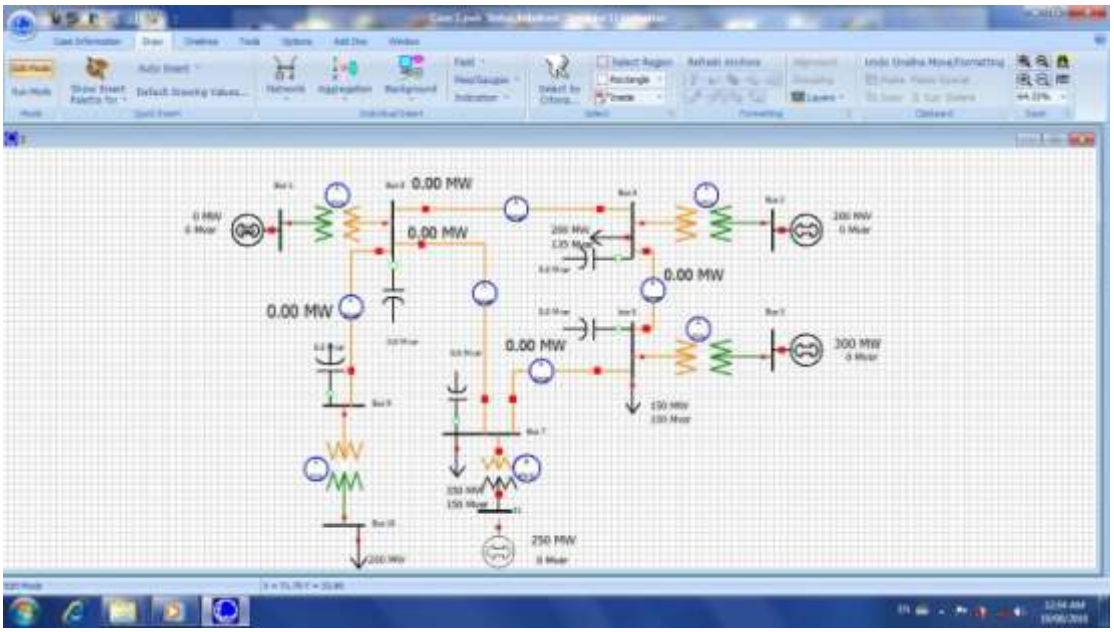
WikiPower.ir

در مرحله دوم طراحی با تامین اعتبارات لازم و تلاش دست اندر کاران،مرحله دوم توسعه شبکه تحقق یافته و واحد جدیدی به باس ۷ اضافه می شود. که دارای توان ۲۵۰MW می باشد. در این مرحله بار محلی نیز افزایش یافته .

بنابراین با توجه به جدول شماره ۱ مقدیر جدید را در شبکه اضافه کرده و با پخش بار در شبکه مقدار توان انتقالی خطوط را بدست می آوریم وبا توجه به اطلاعات باس ها، محاسبات توان راکتیو را انجام می دهیم.

www.wikipower.ir

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



اطلاعات مربوط به باس ها در مرحله دوم توسعه:

WikiPower.ir

Bus Records

Number	Name	Area	Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
11	Bus	1		20	1	20	0			162.5	238.84
22	Bus	1		20	1	20	2.25			200	171.78
33	Bus	1		20	1	20	9.01			300	174.36
411		1		138	1	138	5.05			250	202.85
5	Bus	1		400	0.92	369.6	-3.59	200	135		

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

5			406	23				
bus			0.92	371.5				
66	1	400	882	28	0.27	150	100	
Bus			0.88	353.9				
77	1	400	476	05	-5.37	350	150	
Bus			0.87	348.4				
88	1	400	104	17	-6			
Bus			0.60	241.0				
99	1	400	265	58	-20.97			
Bus			0.57	36.23				
1010	1	63	511	2	-24.95	184.7	115.44	

WikiPower.ir

Stage # 2

$$P_{8-5} = -25.63MW$$

$$\theta_{8-5} = 0.0277 * 300km = 8.31$$

$$P_{a-b} = \frac{P_0}{\sin\theta} * \sin\delta \rightarrow$$

$$\sin\delta = \frac{P_{a-b} * \sin\theta}{P_0} \rightarrow \frac{-25.63 * \sin 8.31}{283.5} = -0.0034$$

$$\delta = \sin^{-1}\delta \rightarrow\rightarrow -0.196$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$Q_{8-5}=\frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta-\cos\theta)\rightarrow$$

$$Q_{8-5}=\frac{283.5}{\sin 8.31}(\cos 0.196-\cos 8.31)=78.40MVR$$

.....

$$P_{5-6}=26.49MW$$

$$\theta_{5-6}=0.0277*400km=11.08$$

$$P_{a-b}=\frac{P_0}{\sin\theta}*\sin\delta\rightarrow$$

$$\sin\delta=\frac{P_{a-b}*\sin\theta}{P_0}\rightarrow\frac{26.49*\sin 11.08}{283.5}=0.0047$$

$$\delta=\sin^{-1}\delta\rightarrow\rightarrow 0.27$$

$$Q_{5-6}=\frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta-\cos\theta)\rightarrow$$

$$Q_{5-6}=\frac{283.5}{\sin 11.08}(\cos 0.27-\cos 11.08)=104.673MVR$$

$$P_{6-7}=123.51MW$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\theta_{6-7} = 0.0277 * 130.33km = 3.61$$

$$P_{a-b} = \frac{P_0}{\sin\theta} * \sin\delta \rightarrow$$

$$\sin\delta = \frac{P_{a-b} * \sin\theta}{P_0} \rightarrow \frac{123.51 * \sin 3.61}{283.5} = 0.0072$$

$$\delta = \sin^{-1}\delta \rightarrow\rightarrow 0.412$$

$$Q_{6-7} = \frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta - \cos\theta) \rightarrow$$

$$Q_{6-7} = \frac{283.5}{\sin 3.61}(\cos 0.412 - \cos 3.61) = 33.584MVR$$

.....

WikiPower.ir

$$P_{7-8} = 20.80MW$$

$$\theta_{7-8} = 0.0277 * 93.764km = 2.59$$

$$P_{a-b} = \frac{P_0}{\sin\theta} * \sin\delta \rightarrow$$

$$\sin\delta = \frac{P_{a-b} * \sin\theta}{P_0} \rightarrow \frac{20.80 * \sin 2.59}{283.5} = 0.0008704$$

$$\delta = \sin^{-1}\delta \rightarrow\rightarrow 0.0499$$

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$Q_{7-8} = \frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta - \cos\theta) \rightarrow$$

$$Q_{7-8} = \frac{283.5}{\sin 2.59}(\cos 0.0499 - \cos 2.59) = 80.40MVR$$

$$P_{8-9} = 208.79MW$$

$$\theta_{8-9} = 0.0277 * 159.398km = 4.41$$

$$P_{a-b} = \frac{P_0}{\sin\theta} * \sin\delta \rightarrow$$

$$\sin\delta = \frac{P_{a-b} * \sin\theta}{P_0} \rightarrow \frac{208.79 * \sin 4.41}{283.5} = 0.0149$$

$$\delta = \sin^{-1}\delta \rightarrow\rightarrow 0.851$$

$$Q_{8-9} = \frac{P_0}{\sin\theta}(\cos\delta - \cos\theta) \rightarrow$$

$$Q_{8-9} = \frac{283.5}{\sin 4.41}(\cos 0.851 - \cos 4.41) = 140.24MVR$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

.....

بنابراین باتوجه به اطلاعات باس ها،میزان توان راکتیو شین ها را مشخص میکنیم

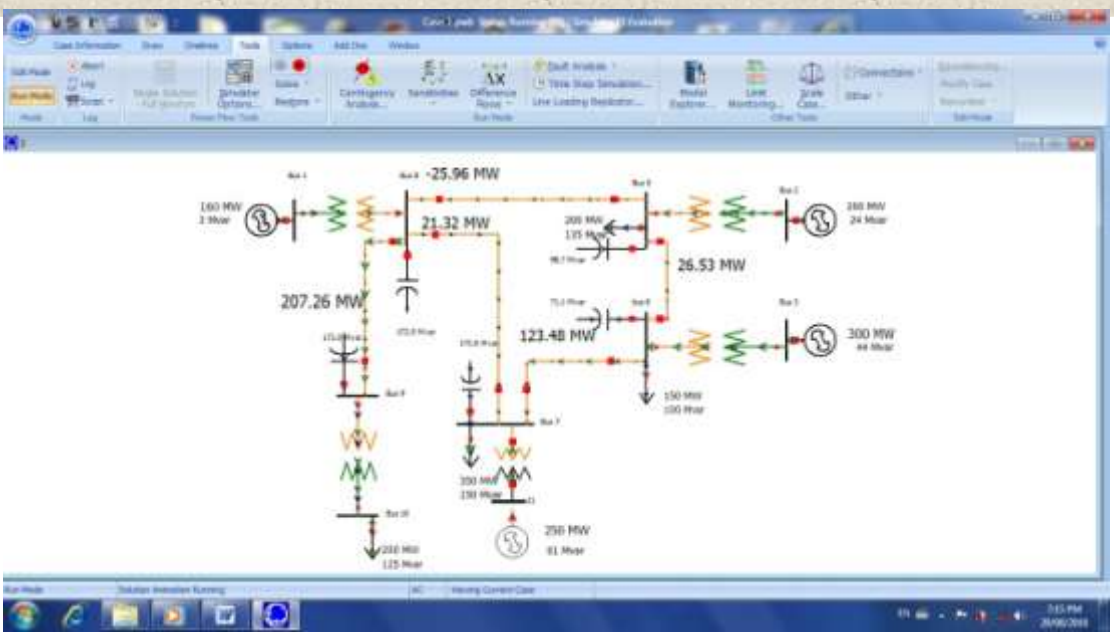
در ضمن پله های بانک خازنی را ۲۵MVR در نظر می گیریم.

Bus 5	bus6	bus7	bus8	bus 9
39.2	52.33	16.79	39.2	140.2
52.33	16.79	40.2	40.2	29.4
--------	--------	--------	---------	----------
91.53	69.12	57	79.4	169.6
.....	.....	.....	.....	.....
~	~	~	~	~
↓	↓	↓	↓	↓
100MVA	75MVA	50MVA	50MVR	175MVR

WikiPower.ir

مقادیر بدست امده را وارد کرده و شبکه راrunمی کنیم:

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



اطلاعات باس ها پس از اعمال محاسبات توان راکتیو:

Bus Records

Number	Name	Area	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar
	Bus								160.4	
11	1		20	1	20	0			2	3.11
	Bus									
22	1		20	1	20	2.9			200	23.6
	Bus									
33	1		20	1	20	9.14			300	44.07
411	1		20	1	20	5.29			250	61.39
	Bus			0.99	397.3					
55	1		400	337	47	-2.53	200	135		
	bus			0.98	395.7					
66	1		400	939	55	0.95	150	100		

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Bus			0.97	389.5				
77	1		400	394	77	-4.17	350	150
Bus			1.00	400.9				
88	1		400	229	18	-5.14		
Bus			0.99	396.5				
99	1		400	148	92	-15.51		
Bus			0.97	61.39				
1010	1		63	445	1	-17.05	200	125

WikiPower.ir

نتیجه گیری

در این پروژه طراحی کنترل کننده های توان راکتیو برای شبکه قدرت نمونه ی بر اساس برآورد بار وطرح های توسعه شبکه مورد برسی قرار گرفت.

که بیشترین نتیجه حاصله تخمین میزان توان راکتیو بر اساس برآورد بار و طرح های توسعه در این شبکه نمونه بود.

برآورد بار در شبکه های قدرت براساس سیاست های دولت،شرایط منطقه ای و اهداث کارخانجات از جمله ذوب آهن و ..... میباشد.در این پروژه سعی برآن بود تا آینده نگری در مورد توان راکتیو صورت پذیرد، تا میزان توان راکتیو مصرفی سالهای آینده مشخص با شد.

در این شبکه نمونه در طرح اول توسعه میزان توان راکتیو لازم به مقدار زیر بود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Bus 5	bus6	bus7	bus8	bus 9	
	۷۵	۵۰	۵۰	۵۰	۷۵

ودر طرح دوم توسعه

Bus 5	bus6	bus7	bus8	bus 9	
	۱۰۰	۷۵	۵۰	۵۰	۱۷۵

همان طور که مشخص است میزان توان راکتیو لازم در طرح دوم توسعه، فقط در باسهای ۹،۶،۵ میباشد. که با شبیه سازی ، پیش بینی و دانستن این موضوع مشکلات زیادی که در آینده پیش خواهدآمد قابل حل خواهد بود.

WikiPower.ir

منابع و مراجع

۱ -تی،جی. ای میلر (ترجمه دکتر قاضی،رضا) ، کنترل در سیستمهای الکتریکی ، ۱۳۷۱

۲ -تجربه ایران ترانسفو در طراحی و ساخت راکتور شنت ،مؤسسه تحقیقات ترانسفورماتور ایران

۳ - برسی سیستمهای قدرت ، دکتر احد کاظمی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴ -گزارش کار آزمایشگاه سیستمهای قدرت ، مهندس علی اسلامی

۵ -راهنمای خازن گذاری در شبکه های توزیع ،مرکز تحقیقات نیرو (متن)

۶ -سایت های علمی در مورد کنترل توان راکتیو

WikiPower.ir