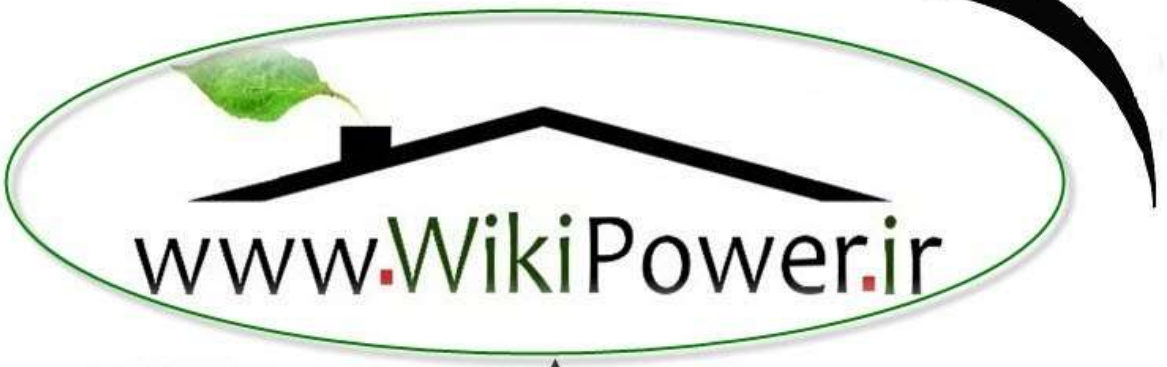
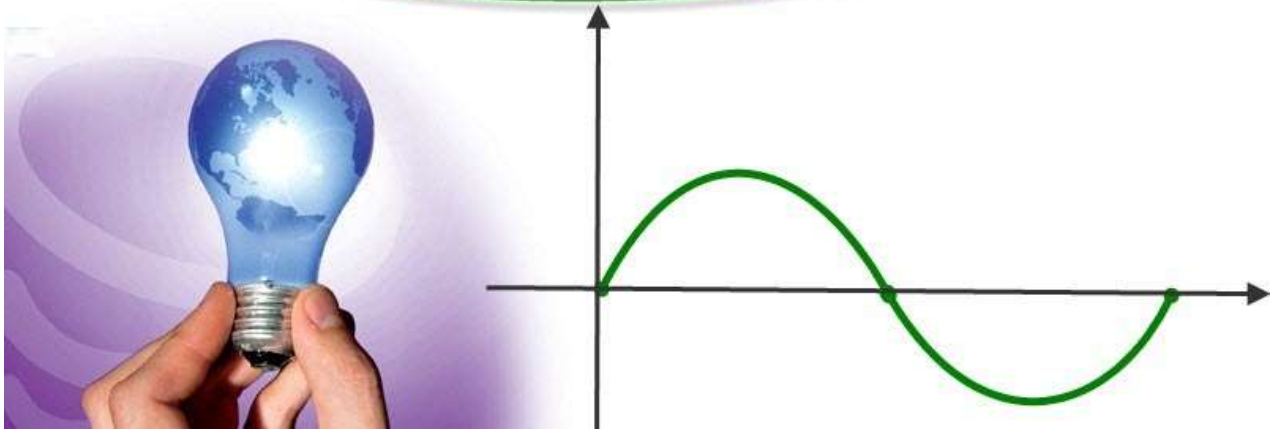
برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم





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

موضوع :

خازن گذاری و کنترل توان راکتیو در سیستم های توزیع

فرستنده: بهزاد نظیمی

WikiPower.ir

برای خرید فایل word این پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۳)

پشتیبانی : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

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

فصل ۱- مفاهیم اساسی ۸

۱-۱- ساختار مکانیکی و الکتریکی خازن ۸

۱-۲- ظرفیت خازن و انرژی ذخیره شده در خازن ۹

۱-۳- تفاوت دی الکتریک ۱۰

۱-۴- خازن قدرت ۱۰

۱-۵- توان ۱۲

۱-۶- مثلث توان ۱۵

فصل ۲- منابع مصرف کننده ی توان راکتیو سلفی در شبکه ۱۷

۲-۱- موتورها ۱۷

۲-۲- ترانسفورماتورها ۱۸

۲-۳- توان مصرفی در خطوط هوایی ۱۹

۲-۴- توان راکتیو مشترکین (صنایع، خانگی) ۱۹

۲-۵- لزوم افزایش ضریب توان ۲۱

۲-۶- اصلاح ضریب توان ۲۳

۲-۷- ضریب توان اقتصادی ۲۵

فصل ۳- خازن های موازی ۲۶

۳-۱- اثرات خازن های موازی در سیستم های قدرت : ۲۶

۳-۲- نصب خازن ۲۸

۳-۳- جنبه های اقتصادی خازن موازی ۲۹

۳-۴- ظرفیت آزاد شده ۳۰

۳-۵- تلفات ۳۰

۳-۶- مزایای ولتاژ ۳۱

۳-۷- مجموعه های خازنی پست ۳۱

۳-۸- استفاده از خازن در فشار قوی ۳۳

۳-۹- کاربرد خازن های موازی در تغذیه کننده های فشار متوسط ۳۴

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

۳-۱۰- استفاده از خازن های موازی در شبکه های فشار ضعیف ۳۵
۳-۱۱- فیوزگذاری خازن ۳۶
۳-۱۲- نوع اتصال به شبکه ۳۷
۳-۱۳- حفاظت از مجموعه های خازن موازی ۳۸
۳-۱۳-۱- حفاظت در مقابل امواج ضربه ای: ۳۸
۳-۱۳-۲- حفاظت اضافه جریان : ۳۹
۳-۱۳-۳- حفاظت واحدهای جدا : ۳۹
۳-۱۳-۴- حفاظت اضافه ولتاژ : ۴۰
۳-۱۴- تأثیرات هارمونیکی خازن های موازی ۴۰
۳-۱۵- توجیه اقتصادی برای نصب خازن های موازی ۴۲

فصل ۴- توابع هدف ۴۵
۴-۱- آزاد سازی ظرفیت ۴۵
۴-۲- کاهش تلفات ۴۵
۴-۳- جایابی بهینه خازن های موازی در شبکه های توزیع ۴۶
۴-۴- یک روش ریاضی برای جایابی بهینه خازن ها ۴۶
۴-۵- کاهش تلفات توان در اثر نصب خازن ۴۷
۴-۶- حل بهینه بانک خازنی ۵۰
۴-۷- کاهش تلفات انرژی در اثر نصب خازن ۵۱

فصل ۵- بررسی چند مقاله از IEEE ۵۴
۵-۱- جاگذاری خازن در سیستم های توزیع شعاعی برای کاهش تلفات M.H.Haque ۵۴
۵-۲- مقدمه ۵۴
۵-۳- زمینه ۵۶
۵-۴- روش پیشنهادی ۵۶
۵-۵- می نیمم کردن تلفات با خازن تکی ۵۷
۵-۶- می نیمم سازی با خازن های چندگانه ۵۸

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

۵-۷- الگوریتم ۶۰
۵-۸- نتایج شبیه سازی ۶۱
۵-۸-۱- سیستم ۱۵ باس ۶۲
۵-۸-۲- سیستم ۳۳ باس ۶۲
۵-۸-۳- نتیجه گیری ۶۳
۵-۹- برنامه ریزی توان راکتیو بهینه برای سیستم های توزیع با بارهای غیر خطی ۶۴
۵-۹-۱- تابع هدف ۶۴
۵-۱۰- محدودیت ها ۶۶
۵-۱۱- طراحی فیلتر ۶۶
۵-۱۲- شبیه سازی کامپیوتری ۶۷
۵-۱۳- نتیجه گیری ها : ۶۸

WikiPower.ir

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

مقدمه :

بهینه سازی برنامه ریزی خازن های موازی برای سیستم های توزیع به طور مؤثری با روش های کاهش تلفات سیستم و بهبود کیفیت سرویس برق برای یک زمان طولانی انجام شده است. آن شامل تعیین محلها و اندازه های خازن های نصب شونده در سیستم های توزیعی می باشد به طوری که اهداف کاهش تلفات سیستم، تثبیت ولتاژ و آزادسازی ظرفیت سیستم قابل اجرا باشد. تا حالا، بیشتر جاگذاری های خازن های شنت بهینه، تنها فرکانس اصلی را در نظر می گرفته اند [۲-۱] با این وجود، با استفاده ی روزافزون از قطعات الکترونیک قدرت در صنعت، harmonic dstrotion ولتاژ به یک مسأله ی جدی از نقطه نظر تلفات توان تبدیل می شود و عملکرد نامناسب دستگاه های محافظ قابل تعریف است.

از آنجایی که خازن نصب شده ممکن است با اندکتانس سیستم تداخل نماید و رزنانس هارمونیک شدیدی ایجاد کرده و جریان هارمونیک را افزایش دهد. در نظر گرفتن harmonic distoration در طول برنامه ریزی توان راکتیو سیستم های توزیع ضروی است فیلترهای هارمونیک مناسب توان راکتیو را در فرکانس اصلی فراهم می کند و از وارد شدن جریان هارمونیک به داخل سیستم قدرت با ایجاد کمترین مسیر امپدانس در فرکانس مشخص جلوگیری می کند. در حال حاضر، بیشتر روش های طراحی فیلتر تنها، باس منفرد را برای جبران سازی در نظر می گیرند و همینطور یک منبع هارمونیک، در سیستم [۳]

با وجود این، برای سیستم قدرت عملی با منابع مختلف هارمونیک، تحلیل پخش بار هارمونیکی با در نظر گرفتن کل شبکه برای پیدا کردن رزنانس هارمونیک محتمل در سیستم انجام می شود.

جبران سازی توان راکتیو

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

پیشگفتار :

خازن های اصلاح ضریب توان برای مهندسین برق اسم آشنایی است و اهمیت این عناصر در سیستم های توزیع بر هیچ کس پوشیده نیست. این عناصر در سیستم های توزیع نقش کلیدی دارند. در سیستم های توزیع به خاطر ولتاژ پایین تر جریان O عبوری از خطوط بالا است و این امر باعث می شود که XI^2 بالا باشد، که به همراه توان مصرفی حقیقی، اندازه ی توان ظاهری را بالاتر برده، لازم می دارد که از تجهیزاتی با قدرت بالاتر استفاده کنیم، I توان راکتیو القایی که بیشتر از خاصیت سلفی عناصر می باشد به وفور در سیستم هایی توزیع و قدرت یافت می شود که از عوامل تولید کننده ی آنی می توان به موتورهایی القایی مورد استفاده در صنعت، تراش ها، خطوط انتقال و میره اشاره کرد. برای کم کردن اثر توان القایی در نتیجه اندازه می توان ظاهری، از وسایل گوناگون مانند موتورهای سنکرون و خازن های اصلاح ضریب توان می توان استفاده نمود، که مورد اول بیشتر در صنایع به منظور کم کردن هزینه توان راکتیو استفاده می شد، که به خاطر هزینه تعمیر و نگهداری بالا، در حال حاضر بیشتر از خازن های سوئیچینگ استفاده می شود. اما مورد دوم که بحث اصلی ما در این پایان نامه می باشد به خاطر هزینه تعمیر و نگهداری کم و عمر بالا بیشتر در سیستم های توزیع استفاده می شود. که می تواند به صورت واحد، گروهی، ثابت و یا قابل سوئیچ به کار گرفته شود. از دیگر پارامترهای مهم مربوط به این خازن می توان به مقدار بهینه این خازن ها و مکانی که بیشترین جبران سازی را ایجاد می کند اشاره کرد، که در حد توان در این پایان نامه بررسی شده است.

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

فصل ۱- مفاهیم اساسی[۱]

۱-۱- ساختار مکانیکی و الکتریکی خازن[۲]

هرگاه اختلاف پتانسیلی بین دو صفحه ی هادی که در فاصله ی کمی از هم قرار گرفته اند، اعمال شود انرژی الکترواستاتیکی در سیستم موجود ذخیره می گردد که صفحات فلزی به عنوان الکترود و فضای بین آنها دی الکتریک[۳] نامیده می شود. اندازه ی توانایی عایق یا دی الکتریک در ذخیره سازی انرژی الکتروستاتیکی ثابت دی الکتریک یا پرمابیلیته نامیده می شود. ثابت دی الکتریک تمام عایق ها معمولاً نسبت به هوا سنجیده می شود که ضریبی از دی الکتریک هوا می باشد. ثابت دی الکتریک هوا برابر ۸.۸۵ $\times 10^{-12}$ است که آن را با علامت ε_0 می شناسیم و واحد آن نیز فاراد بر متر است (F/m) و ثابت نسبی دی الکتریک تمام عایقها که ضریبی از ثابت هوا هستند را با ε_r نمایش می دهیم که این مقدار برای هوا یک است. در جدول ۱-۱ اندازه ای ε_r برای بعضی عایق ها آورده شده است.

ε_r	ماده	
1	هوا	Air
3000	سرامیک	Ceramic
7	شیشه	Glass
2.12	روغن معدنی	Castor oil
5.16	میکا	Mica
2.9	پلی استر	Polystyrene

جدول (۱-۱) ثابت دی الکتریک نسبی برخی مواد

1- Basic Concept
2- Mechanical and Electrical of capacitor
3- Dielectric

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

۱-۲- ظرفیت خازن و انرژی ذخیره شده در خازن

میزان باری که یک خازن می تواند در خود ذخیره کند توسط فاکتوری به نام C نمایش داده می شود. این فاکتور برابر با ظرفیتی است بین صفحات یک خازن که ولتاژ یک ولت روی آن قرار گرفته و باریک کولمب را ذخیره کرده است.

$$C = \frac{Q}{V} \qquad (۱-۱)$$

واحد این فاکتور فاراد (F) می باشد با توجه به اینکه فاراد واحد بسیار بزرگی است لذا از اجزاء آن مانند میکروفاراد، نانوفاراد و پیکوفاراد استفاده می گردد.

در یک خازن ظرفیت از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$\varepsilon_o \varepsilon_r [F/m], d[m], A[m^2] \qquad (۱-۲)$$

$$C = \varepsilon_o \varepsilon_r \frac{A}{d}(F)$$

در سری و موازی کردن خازن ها ظرفیت معادل هرکدام از روابط زیر به دست می آید.

خازن های سری $C_{eq} = \dfrac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_n}}$ (۱-۳)

خازن های موازی $c_{eq} = c_1 + c_2 + \ldots + c_n$ (۱-۴)

و انرژی ذخیره شده در میان صفحات خازن از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$J = \frac{1}{2} c v^2 \qquad (۱-۵)$$

همانطوری که از روابط بالا می توان فهمید با موازی کردن خازن ها ظرفیت معادل افزایش پیدا می کند و به ازای یک ولتاژ مشخص مقدار انرژی ذخیره شده در خازن افزایش پیدا می کند و نیز براساس معادله ای ۱-۱ برای افزایش Q در یک ولتاژ مشخص باید مقدار C افزایش یابد.

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

۱-۳- تفاوت دی الکتریک[1]

اگر عایق دی الکتریک خازن خلاء باشد هیچگونه تلفاتی در خازن وجود ندارد. تحت این شرایط همواره مولفه ی جریان ۹۰ درجه جلوتر از ولتاژ است اما با هر عایق دیگر تلفات به وجود می آید. در خازن های واقعی، اختلاف فاز جریان و ولتاژ به اندازه ی زاویه کوچک δ، کم تر از ۹۰ درجه بوده، خازن دارای مقداری تلفات حرارتی نیز می شود. در نتیجه می توان مدار معادل یک خازن واقعی را به صورت یک خازن ایده آل موازی با مقاومت در نظر گرفت.

البته این مدل سازی را می توان با المان های سری شامل یک خازن ایده آل و یک مقاومت نیز مدل سازی نمود. برای مدار معادل سری ضریب تلفات عایقی از رابطه ی زیر محاسبه می شود.

$$\tan\delta = \frac{V_R}{V_C} = \frac{RI}{I/\omega c} = RC\omega$$

در عمل برای اندازه گیری ضریب تلفات عایقی $\tan\ \delta$ از مدار معادل سری و از پل شرینگ استفاده می شود. با افزایش ضریب تلفات عایقی که به واسطه ی افزایش مقدار R مدل شده صورت می گیرد، تلفات خازن افزایش پیدا می کند و این امر در بانک های خازنی بزرگ باید در نظر گرفته شود.

۱-۴- خازن قدرت[2]

در نگاه اول به نظر می رسد که خازن وسیله ی ساده ای است در حالی که در عمل خازن قدرت وسیله ای پیچیده و کاملاً فنی است که در آن از مواد دی الکتریک بسیار نازک که با فرآیندی کاملاً تخصصی ساخته می شود، استفاده شده است.

پس از قرار گرفتن کاغذ کرافت[3] دور این کویلها، کل مجموعه در داخل بدنه ی استوانه ای شکل آلومینیومی قرار گرفته و فضای خالی با گرانول پر می گردد و نهایتاً سه سر سیم خروجی بر روی ترمینال

1- Dielectric Losses

2- Power capacitor

3- Kraft

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

ها لحیم می شود. مجموعه ی حاصل شده یک عنصر خازنی نامیده می شود. از این عناصر خازنی در مراکز صنعتی برای اصلاح ضریب توان[1] استفاده می شود. برای استفاده خازن در سیستم های قدرت[2] و توزیع[3]، عناصر خازنی برای رسیدن به سطح ولتاژ مطلوبی که بتوان در سیستم قدرت و توزیع استفاده کرد، سری می شوند و برای رسیدن به ظرفیت های بالاتر خازن ها را موازی می کنند.

مجموعه ای از خازن های قدرت را در داخل ظرفی فولادی که برای رسیدن به ولتاژ و ظرفیت مورد نظر سری و موازی شده اند، قرار می دهند این مجموعه واحد خازنی نامیده می شود. در حال حاضر از نظر فنی امکان ساخت واحدهای خازنی برای شبکه ی kv ۲۰ بطوری که یک واحد خازن بتواند ولتاژ مربوطه را تحمل کند، است. فقط برای به دست آوردن راکتیو لازم در هر فاز بایستی موازی شوند. پس از قطع برق خازن ها به دو روش تخلیه داخلی و خارجی تخلیه می شوند که بستگی به تکنولوژی ساخت آنها دارد و طبق استاندارد حداقل زمان لازم برای وصل مجدد ۵ دقیقه می باشد.

دلایل مهندسی ناشی از تلفات الکتریکی، خازن در مقادیر کوچک ساخته می شود در حال حاضر واحدهای خازنی تا kvar ۹۰۰ ساخته می شوند که این واحدهای خازنی را برای بدست آوردن کیلو وات بالاتر می توان به صورت گروهی به کار برد.

خازن ها دارای تلفات انرژی هستند محدودیت عمده برای ساخت واحدهای خازنی بزرگ همین تلفات است زیرا با بزرگ شدن مقدار واحد خازنی سطح خارجی آن متناسب با مقدار خازن افزایش نمی یابد و در نتیجه انتقال گرما به بیرون کاهش می یابد. تلفات در خازن ها برحسب W/kvar سنجیده می شود و در ارزیابی خازن نقش مهمی دارد تلفات نمونه برای خازن ها از w/kvar ۰/۵- W/kvar ۰/۲ متغیر است.

تلفات که بستگی به نوع عایق به کار رفته در ساختمان آن دارد با گذشت زمان و با تغییرات شیمیایی و فیزیکی عایق افزایش پیدا می کند استاندارد وزارت نیرو در ایران توصیه می کند برای تلفات کمتر از

1- Power Factor

2- Power system

3- Distribution system

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

خازن های بادی الکتریک فیلم پلاستیکی یا OPP[1] و انباشته با یکی از روغن های MIPB استفاده گردد.

خازن های موازی در ولتاژهای 11kv، 20kv ,33kv در ایران استفاده می شود و در سه اندازه ی 100kvar, 150kvar, 200kvar می باشند که براساس استاندارد IEC-70 VDE0560, IEC-70A, و BS-1650 و شرایط آب و هوایی انتخاب گردیده اند.

۱-۵- توان

توان جذب شده توسط هر عنصر الکتریکی در هر لحظه برحسب وات، برابر است با حاصلضرب افت ولتاژ لحظه ای در دو سر بار برحسب ولت و جریان لحظه ای وارده به بار برحسب آمپر، این مقادیر لحظه ای هستند پس حاصلضرب جریان و ولتاژ در هر لحظه می تواند مقادیر متفاوتی داشته باشد.

اگر ولتاژ و جریان عنصر مورد نظر برابر باشد با :

$$v(t) = V_{max} a\omega t$$
$$i(t) - I_{max}\cos(\omega t - \theta)$$

در این صورت توان لحظه ای برابر است با :

$$p(t) = v(t), i(t) = V_{max} I_{max} \cos\omega tl(\omega t - \theta) \qquad (۱-۷)$$

زاویه ی θ در این معادلات برای جریان پس افتی از ولتاژ مثبت و برای جریان پیش افقی از ولتاژ منفی است مقدار مثبت P بیان کننده ی آهنگی است که در آن انرژی توسط قسمتی از سیستم که ولتاژ و جریان آن مشخص شده، جذب می شود.

چنانچه v (t) ، i (t) هم فاز باشند که این در مواردی که بار اهمی است اتفاق می افتد در این صورت توان لحظه ای همواره مثبت است و چنانچه جریان و ولتاژ به اندازه ی ۹۰ درجه با هم اختلاف داشته باشند. همانطوری که در یک عنصر ایده آل سلفی یا خازنی اتفاق می افتد، در این صورت توان لحظه ای دارای نیم سیکل های مثبت و منفی برابر بوده و مقدار میانگین آن همیشه صفر است.

1- Oriented polypropylyone Filme

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

با استفاده از تساوی مثلثاتی زیر معادله ی ۷-۱ به صورت زیر خلاصه می شود:

$$\cos\alpha\cos\beta=\frac{1}{2}[\cos(\alpha-\beta+l(\alpha+\beta)$$

$$P(t)=\frac{V_{\max}I_{\max}}{2}\cos(1+\cos 2\omega t)+\frac{V_{\max}I_{\max}}{2}\sin\theta\sin 2\omega t \qquad (۱-۸)$$

بررسی معادله ی فوق نشان می دهد که جمله ای شامل cosθ همواره مثبت است و دارای مقدار میانگین $P=\frac{V_{\max}I_{\max}}{2}\cos\theta$ است یا اگر از مقادیر موثر rms استفاده کنیم.

$$P=|V||I|\cos\theta|=|I|^2\ R \qquad (۱-۹)$$

P کمیتی است که کلمه توان به آن اطلاق می شود. P به توان حقیقی[1] یا توان موثر[2] نیز مشهور است. واحد اساسی توان لحظه ای p (t) و توان حقیقی P وات است ولی معمولاً از مقادیر کیلو وات و مگاوات برای P استفاده می شود. کسینوس زاویه ای فاز θ بین ولتاژ و جریان، ضریب توان نامیده می شود. ضریب توان مدار القایی را پس افتی و ضریب توان مدار خازنی را پیش افقی گویند. ضریب توان پس افتی یا پیش افتی نشان می دهد که جریان نسبت به ولتاژ به چه میزان پس فاز یا پیش فاز دارد.

جمله ی دوم معادله ۸-۱ جمله ای شامل sinθ به صورت متناوب مثبت و منفی است که دارای مقدار میانگین صفر است به این قسمت در توان لحظه ای P (t) توان لحظه ای واکنشی گفته می شود و بیانگر عبور انرژی به تناوب به سمت بار و از بار به بیرون است. مقدار حداکثر این توان را که با Q مشخص می شود، توان واکنشی می گویند در تشریح عملکرد سیستم های الکتریکی اعم از سیستم های قدرت و سیستم های توزیع نقش مهمی را ایفا می کند.

مقدار این توان برابر است با :

$$Q=\frac{1}{2}V_{\max}I_{\max}\sin\theta=|V|I|\sin\theta=|I|^2\ X \qquad (۱-۱۰)$$

جذر مجذور مربعات P, Q برابر است با :

[1] - Real Power
[2] - Active Power

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

$$\sqrt{P^2+Q^2} = |V||I| \qquad (۱-۱۱)$$

هرچند Q, P دارای واحدهای یکسانی هستند، ولی متداول است که واحد Q را با وار (var) نمایش دهند.

معادلات ۱-۹ و ۱-۱۰ روش دیگری را برای محاسبه ی ضریب توان در اختیار می گذارد زیرا مشاهده می شود. $Q/P = \tan\theta$ بنابراین ضریب توان برابر است با :

$$\cos\theta = \cos(\tan^{-1}\frac{Q}{P})$$

یا از معادلات ۱-۹ و ۱-۱۱

$$\cos\theta = \frac{P}{\sqrt{p^2+Q^2}}$$

چنانچه معادله ی ۱-۷ تعریف کننده ی توان لحظه ای p (t)، توان در مداری با خاصیت خازنی غالب باشد در این صورت θ منفی شده و sin θ و Q را منفی می کند و اگر مدار القایی و ظرفیتی با هم موازی باشند، در این صورت توان لحظه ای واکنشی مدار RL با توان لحظه ای واکنشی مدار RC , ۱۸۰ درجه اختلاف فاز خواهد داشت و می توان Q خازنی و Q سلفی را به صورت عددی جمع کرد و Q حاصل را محاسبه کرد Q جذبی توسط مدار RL مثبت و Q جذبی توسط مدار خازنی منفی است.

مهندسین سیستم قدرت معمولاً خازن را تولید کننده ی توان واکنشی مثبت در نظر می گیرند تا جذب کننده ی توان واکنشی منفی. این به نظر صحیح است برای اینکه از تحلیل مدارهای الکتریکی بیاد داریم که اگر توان مصرفی عنصری مثبت باشد P = VI + می توان گفت که این عنصر از منبع توان جذب می کند مانند عنصر مقاومت حال اگر توان مصرفی عنصری منفی باشد، یعنی داشته باشیم P=VI – می توان گفت این عنصر توان منفی جذب می کند یا به اصطلاح معمول تر، توان مثبت وارد شبکه می کند. همانند عنصر منبع ولتاژ که توان مصرفی اش منفی است. به همین دلیل خازن که Q های منفی جذب می کند هنگامی که موازی با بار القایی قرار می گیرد مقدار Q ی مورد نیاز بار القایی را تأمین می کند و مقدار Q ی را که سیستم باید تأمین کند، کاهش می دهد و این شبیه آن است که خازن را به عنوان

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

وسیله ای در نظر بگیریم که جریان پس افتی تحویل می دهد. تا اینکه به عنوان وسیله ای که جریان پیش افتی می گیرد.

برای مثال خازن قابل تنظیم که موازی با بار القایی باشد را می توان طوری تنظیم کرد که جریان پیش افتی خازن دقیقاً برابر با اندازه ی مولفه ای از جریان بار القایی شود که ۹۰ درجه از ولتاژ عقب تر است به همین دلیل مهندسین قدرت راحت تر است که خازن را به عنوان تأمین کننده ی توان واکنشی به بار القایی در نظر بگیرند.

۱-۶- مثلث توان

چنانچه عبارات فازوری ولتاژ و جریان معلوم باشند، در این صورت محاسبه ی توان حقیقی و واکنشی براحتی به فرم مختلف انجام گیرد اگر داشته باشیم $I = |I| \angle \beta, V = |V| L\alpha$ در این صورت خواهیم داشت.

$$S = VI^* = |V||I|\cos(\alpha-\beta) + j|V||I|\sin(\alpha-\beta) = P + jQ \qquad (۱-۱۲)$$

این کمیت توان مختلط نامیده می شود که در آن $\alpha - \beta = \theta$ می باشد.

معادله ی ۱-۱۲ روشی ترسیمی برای به دست آوردن Q,P و زاویه ی فاز کل برای چندین بار موازی را پیشنهاد می کند که می توان یک مثلث برای بار القائی کشید. البته در بعضی از مراجع ولتاژ به عنوان مبنا در محور افقی در نظر گرفته شده که باعث گردیده این مثلث رو به پائین باشد. هرچند مفهوم هر دو یکی است و در این میان مسئله ی مهم اختلاف علامت توان اکتیو و راکتیو می باشد. قطر این مثلث ها توان ظاهری نامیده می شود که نقش مهمی را در سیستم های قدرت و توزیع ایفا می کند.

۱-۷) مفهوم فیزیکی توان اکتیو و راکتیو

مفهوم فیزیکی توان اکتیو P به راحتی قابل درک است کل انرژی جذب شده توسط بار در مدت زمان T در یک سیکل، معادل PT وات ثانیه (Ws) می باشد. در مدت زمان n سیکل، انرژی جذب شده P (n) T وات ثانیه است که تمام آن توسط جزء مقاومتی بار جذب می شود. دستگاه اندازه گیر کیلو وات ساعت

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

برای محاسبه انرژی جذب شده توسط بار در مدت زمان $(t_2 - t_1)$ به وسیله انتگرال گیری توان اکتیو روی بازده ی زمانی $(t_2 - t_1)$ طراحی می گردد.

درک مفهوم فیزیکی توان راکتیو Q ساده نیست. Q ماکزیمم مقدار توان لحظه ای جذب شده توسط قسمت راکتیو بار است. توان راکتیو لحظه ای که توسط دومین جمله ای P (t) در معادله ی ۸-۱ آورده شده متناوباً مثبت و منفی می شود و این نشانگر جاری شدن انرژی از و به سوی المان راکتیو به صورت تناوبی است. بسته به اینکه علامت $\theta = (\alpha - \beta)$ مثبت باشد یا منفی. به روش دیگر توان راکتیو آن جز از توان است که انرژی مصرف می کند ولی کار انجام نمی دهد.

WikiPower.ir

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

فصل ۲- منابع مصرف کننده ی توان راکتیو سلفی در شبکه

اغلب دستگاه ها و مصرف کنندگان الکتریکی برای انجام کار مفید نیازمند مقداری توان راکتیو سلفی برای مهیا کردن شرایط لازم برای انجام کار هستند از مهمترین منابع مصرف کننده ی توان راکتیو سلفی می توان به موتورها، ترانسفورماتورها، خطوط هوایی و کابل ها، مشترکین (صنایع، خانگی) دستگاه های مورد استفاده در صنایع از جمله، کوره های القایی، کوره های قوس الکتریکی، سیستم های جوشکاری AC , DC مصرف کنندگان با تجهیزاتی که دارای مشخصه ی غیرخطی هستند، مبدل های AC/AC , DC/AC, AC/DC و چاپرها و بسیاری دیگر از مصرف کننده ها. برای نمونه تعدادی از این مصرف کننده های توان راکتیو سلفی را به طور اختصار بررسی می کنیم.

۲-۱- موتورها

موتورهای الکتریکی A.C برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی، نیازمند تولید شار مغناطیسی در فاصله ی هوایی موتور هستند. ایجاد شار در فاصله ی هوایی نیازمند کشیدن جریان از شبکه است. این جریان توسط کلاف های سیم پیچی شده ی موتور که درصد کمی از امپدانس آن اهمی و بقیه ی آن سلفی است تأمین می شود. این جریان پس افتی، موتور را یک مصرف کننده ی توان راکتیو سلفی می سازد که با افزایش بار مکانیکی جریان موتور افزایش یافته و راکتیو مصرفی نیز افزایش می یابد. معمولاً موتورها را بزرگتر از بار مورد لزوم انتخاب می کنند بنابراین هیچگاه به بار نامی خود نمی رسند و این باعث می شود که با P.F [1] پائین تر در مصارف استفاده شود و P.F کمتر یعنی $\cos\theta$ کمتر و $\sin\theta$ ای بیشتر و در نتیجه طبق معادله ی (1-10) Q, سلفی مصرفی بالاتر.

[1] - Power Factor

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

۲-۲- ترانسفورماتورها

جریان بی باری[1] یا همان جریان مغناطیس کنندگی هر ترانسفورماتوری دارای دو مولفه می باشد یکی از مولفه ها هم فاز با ولتاژ اعمالی به ترانسفورماتور است و به همین دلیل با R_C مدل سازی می شود و نمایانگر تلفات هسته می باشد، مولفه ی دیگر که عمود بر ولتاژ اعمالی است و ۹۰ درجه عقب تر از آن با X_m مدل می شود و معمولاً مؤلفه ی اهمی جریان مغناطیس کنندگی کمتر از ۱۰ درصد مولفه ی سلفی است و می توان کل جریان مغناطیس کنندگی را سلفی در نظر گرفت. و با این فرض که به واقعیت نزدیک است می توان راکتیو مصرفی را در ترانسفورماتورهای هوایی و زمینی ۲۰ kv و ولتاژهای بالاتر را به صورت زیر محاسبه کرد.

$$\text{Mvar (ترانسفوماتور)} = \frac{1}{100} \times \text{Mvar}$$

جریان بی باری برای ترانس های هوایی 2.5 درصد و برای ترانس های زمینی ۱/۷ درصد می باشد طبق یک آمار در کل تهران توان راکتیو بی باری بالغ بر 230 Mvar می باشد که به صورت ثابت از شبکه دریافت می شود.

امپدانس- درصد هر ترانسفورماتور که در بار نامی مشخص می شود، سازندگان ترانسفورماتور بر روی پلاک آن درج می کنند و در سیستم های قدرت و توزیع از قسمت اهمی این امپدانس صرفنظر می شود. و در دیاگرام های تک خطی نیز فقط به صورت یک سلف، سری با عناصر دیگر شبکه شبیه سازی می شود با استفاده از امپدانس- درصد داده شده می توان امپدانس سری ترانسفورماتور را به دست آورد.

V : ولتاژ بین فازها به کیلو ولت

S : ظرفیت ترانس (توان ظاهری) به مگاولت آمپر

X : اندوکتانس سری توانی برحسب اهم

$$X = \%Z \frac{V^2}{S}$$

[1] - No Load Current

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

با توجه به تعداد زیاد ترانسفورماتورها در شبکه و جریان های بالای کشیده از آنها، توان راکتیو مصرفی این مجموعه حجم بالایی را شامل می شود طبق یک آمار توان راکتیو کل ترانسفورماتورها در هنگام بارداری در کل تهران حدود ۸۲۱ Mvar است.

۲-۳- توان مصرفی در خطوط هوایی

همانطور که می دانیم خطوط انتقال در شبکه به صورت های مختلف مدل می شود که بستگی به طول این خطوط دارد. به هر صورت که مدل بندی شود دارای امپدانس سری که شامل سلف و مقاومت است می باشد که مقادیر این دو بستگی به طول و نوع سیم متغیر است. قسمت سلفی این امپدانس باعث مصرف توان راکتیو سلفی می شود که با توجه به متغیر بودن X و تغییرات ولتاژ نمی توان به دقت عامل های دیگر به دست آورد، ولی اگر مقدار فیدرها و نوع سیم و توان عبوری از خطوط را به طور متوسط محاسبه کنیم می توان متوسط این توان را از رابطه ی زیر محاسبه کرد.

$$\text{Mvar} = \text{تعداد فیدرها} \times X\ (\Omega/\text{km}) \times \text{طول فیدر} \times \frac{S^2}{V^2}$$

S : متوسط بار هر فیدر

به طور کلی طبق یک آمار برای خطوط برق تهران بار راکتیو مصرفی ۳۳۰ Mvar است که جمع کل توان ترانس های راکتیو بی باری و بارداری ترانسفورماتورها و خطوط ۱۳۸۰ Mvar می باشد و با توجه به اینکه از این مقدار حدود ۶۲۴ Mvar توسط خاصیت خازنی خطوط جبران می شود مقدار توان راکتیو ۷۵۶ Mvar از شبکه دریافت می شود که باید جبران شود.

۲-۴- توان راکتیو مشترکین (صنایع، خانگی)

مشترکین دیماندی (مشترکین که دارای کنتور مصرف توان راکتیو هستند مانند صنایع) دارای مصرف توان راکتیو بالایی از مشترکین عادی هستند. همانطور که گفته شد موتورهای الکتریکی توان راکتیو سلفی مصرف می کنند، این نوع مشترکین با توجه به نوع استفاده شان از انرژی الکتریکی که بیشتر برای محرک های الکتریکی کوره ها و غیره می باشد متحمل هزینه های توان راکتیو نیز می باشند به همین

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

منظور برای کم کردن این هزینه با استفاده از خازن گذاری مقداری از هزینه های پرداختی را کاهش می دهند. از طرف وزارت نیرو اگر P.F کمتر از ۸۵ درصد باشد بهای برق (شامل بهای دیماند، بهای انرژی و حداقل بهای فوق برحسب مورد) با ضریبی که نمونه آن در جدول زیر آمده است افزایش می یابد.

ضریب زیان	P.F	ضریب زیان	P.F
0.42	0.6	0.00	0.85
0.55	0.55	0.01	0.84
0.7	0.5	0.06	0.83
0.89	0.45	0.13	0.75
1.13	0.40	0.21	0.70
		0.31	0.65

همچنین در جدول زیر نمونه از صنایع مختلف با ضریب توان های آنها آورده شده است که باید در هنگام بهره برداری تصحیح گردد.

نوع صنعت	P.F	نوع صنعت	P.F
صنایع نساجی	0.65-0.75	کارخانه ی فولاد	0.6-0.85
صنایع شیمیایی	0.75-0.85	معادن زغال سنگ	0.65-0.80
فروشگاه های ماشین	0.4-0.65	سردخانه ها	0.7-0.8
جوشکاری	0.35-0.4	آجرسازی	0.6-0.75
کوره های الکتریکی	0.7-0.9	کارخانه ذوب فلزات	0.5-0.7
کوره های القایی بدون هسته	0.15-0.16	کارخانه ی مواد پلاستیک	0.6-0.75
کارگاه های سیمان	0.78-0.8	معادن سنگ	0.5-0.7
چاپخانه ها	0.55-0.7		

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

موتورهای تریستوری	0.3-0.75		
کارگاه های پارچه بافی	0.35-0.6		

و مقدار توان راکتیو مصرفی مشترکین غیر دیماندی از جمله مصارف خانگی را چون دارای کنتور توان راکتیو نمی باشند نمی توان به صورت دقیق اندازه گرفت در زیر ضریب توان را برای بعضی از وسایل مورد استفاده در مصارف خانگی آورده شده است.

مصرف کننده	P.F	مصرف کننده	P.F
یخچال	0.5-0.61	دمنده ی یک شوفاژ	0.63-0.67
فریزر	0.58-0.61	سوخت رسان دیگ	0.6-0.73
ماشین لباس شویی	0.6	فن زیر شیروانی	0.57-0.72
ماشین ظرفشویی	0.6	پمپ سیرکولاسیون آبگرم	0.65
واقع زباله ی خانگی	0.6	پمپ دفع لجن	0.65
مشکل گازوئیل یا نفت	0.56-0.65	پمپ چاه نیمه عمیق	0.65-0.69

WikiPower.ir

۲-۵- لزوم افزایش ضریب توان

در این قسمت می خواهیم به دلایل بالا بردن ضریب توان در شبکه و صنایع بپردازیم. در بخش توان دیدیم که توان ظاهری از رابطه های زیر به دست می آید :

$$S = VI = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

وقتی در دستگاه های الکتریکی از توانی که بر روی پلاک مشخصات درج شده است صحبت می شود منظور توان ظاهری می باشد. وسایل الکتریکی به دلیل مسائل عایقی در سطح ولتاژی که سازنده بر روی

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

پلاک درجه کرده به کار می روند، در حالی که جریان در یک محدوده ی مشخص تغییر می کند و بستگی به مقدار بار دارد. برای نمونه در یک ترانسفورماتور ولتاژ کار، مقدار ثابتی است ولی جریان بسته به مقدار بار تغییر می کند و تغییر جریان باعث می شود که توان ظاهری تغییر کند، به منظور تأثیر ضریب توان و جریان در مقدار توان ظاهری یک نمونه را بررسی می کنیم.

برای مثال یک موتور الکتریکی که در ۴۰۰ v کار می کند دارای P.F = ۰/۶۵ و توان P = ۱۰ kw می باشد، همانطور که می دانیم توان یک موتور سه فاز از رابطه ی $P = \sqrt{3}V_L I_L \cos\theta$ به دست می آید از این رابطه می توان جریان را محاسبه کرد که مقدار آن ۲۲/۵A خواهد بود.

حال به هر دلیلی بتوانیم ضریب قدرت را به P.F = ۰/۹ برسانیم آنگاه جریان کشیده شده ی موتور I = ۱۶A خواهد شد و این باعث کم شدن توان ظاهری می شود و یا افزایش P.F = cosθ باعث کاهش sinθ و در نتیجه کمتر شدن Q مصرفی شده و S را کاهش می دهد.

توان ظاهری یک شبکه مشخص کننده ی میزان بار پذیری آن شبکه است. ژنراتورها، ترانسفورماتورها، کلیدهای قدرت، فیوزها و مقاطع سیم ها و کابلها می بایستی برای توان ظاهری شبکه انتخاب شوند. بالا رفتن جریان باعث می شود که تلفات حرارتی بیشتر شود. فیوزها و کلیدهای قدرت بایستی بتوانند این افزایش جریان را تحمل کنند و در صورت زیاد بودن آن به اجبار بایستی دستگاه های با ظرفیت بالاتر انتخاب نمود که هزینه های تولید و مصرف را افزایش می دهد.

مسئله ی دیگر این است که در صورت کاهش P.F که به نوبه ی خود باعث افزایش جریان و توان ظاهری می شود بایستی تمام تجهیزات از نقطه ی تولید تا فیدر انتهایی (نقطه ی مصرف) مانند ژنراتورها، ترانس های افزاینده، خطوط قدرت، ترانس های کاهنده، کلیدهای قدرت و غیره برای S افزایش یافته طراحی شوند و این به معنی افزایش افزایش هزینه ی تولید می باشد.

طبق جدول زیر اثر کاهش P.F در یک توان حقیقی ثابت، بر روی توان ظاهری را می توان به سادگی مشاهده کرد.

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

P (k) W	P.F	Q (kvar)	S (kv) a
100	1.00	0	100
100	0.90	48.43	11.11
100	0.80	75	125
100	0.70	102	142.86
100	0.60	133.33	166.67

طبق جدول، ضریب توان ۰/۸۰ باعث افزایش ۲۵ درصد توان ظاهری می شود و در این ضریب توان ۷۵ kvar خازن برای حذف ۷۵ کیلو وار مولفه ی پس افتی لازم است.

۲-۶- اصلاح ضریب توان[1]

در بخش قبل دیدیم که پایین بودن ضریب توان باعث افزایش توان ظاهری و در نتیجه کاهش ظرفیت پذیری شبکه می شود. همانطوری که از بخش توان بیاد داریم توان واکنشی و توان اکتیو در مقابل همدیگر عمل می کنند یعنی از لحاظ برداری ۱۸۰ درجه با هم تفاوت دارند و به راحتی می توان به صورت اسکالر از همدیگر کم کرد و فهمیدیم خازن که جریان پیش فاز از شبکه می کشد را می توان به عنصری که جریان پس فاز به شبکه تزریق می کند در نظر گرفت.

حال اگر بخواهیم این ضریب توان را به ۰/۹۵ برسانیم در این صورت طبق مثلث توانها خواهیم داشت :

$$\tan(\cos^{-1}0.95)=\frac{Q'}{100}$$

Q' مقدار توان واکنشی است که بعد از اضافه شدن خازن باقی می ماند.

$$Q'=33\,k\,\text{var}$$

البته مقدار Q' از روش های مختلفی همانطور که در مثلث توان نیز مشخص است می توان محاسبه کرد.

برای نمونه می توان ابتدا مقدار S را برای P.F = ۰/۹۵ محاسبه کرد. $\cos\theta\frac{P}{S}$ و سپس مقدار Q' را از

[1] - Power Factor Correction

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

رابطه ی $Q'\sqrt{s^2-p^2}$ به دست آورده شده در هر صورت Q' مقدار توان واکنشی است که سیستم بعد از اضافه شدن خازن احتیاج دارد و برای به دست آوردن Q_c ی اضافه شده بایستی این مقدار را از مقدار Q کل قبل از اضافه شدن خازن کم کنیم.

Q = Q – Q' این مراحل از روی مثلث توان به سادگی قابل فهم است.

همانطوری که از روی مثلث توان هم دیده می شود، مقدار S بعد از اضافه کردن خازن ۲۶ درصد کاهش یافته است در عمل برای اصلاح ضریب توان از جداول موجود استفاده می شود که این جداول نیز از روی مثلث توان به دست آمده است. اگر زاویه ضریب توان بار φ_1 باشد، اگر بخواهیم این زاویه به φ_2 برسد مقدار توان راکتیو لازم، همانطوری که از مثلث توان مشخص است از این روابط به دست می آید.

$$\tan\varphi_1=\frac{Q}{P} \quad , \quad \tan\varphi_2=\frac{Q'}{P}$$
$$Q_c=Q-Q'=P(\tan\varphi_1-\tan\varphi_2)$$
$$\tan\varphi_1-\tan\varphi_2=k$$

مقدار k را می توان از جدول آورده شده در استاندارد ANSI/IEEE , Std 141. 1988 با داشتن φ_1,φ_2 به دست آورد و یا به روش مشابه اگر بخواهیم از ضریب توان $\cos\varphi_1$ به ضریب توان $\cos\varphi_2$ برسیم می توان با استفاده از جدول زیر ضریب k را به دست آورد. برای مثال اگر توان اکتیو مصرف کننده ای kw ۴۰ با ضریب توان $\cos\varphi_1$ = ۰/۸۰ باشد، می خواهیم به طریقی اصلاح شود که به ضریب توان ۰/۹۶ = $\cos\varphi_2$ برسد در این صورت طبق جدول خواهیم داشت.

(۰/۴۶ عدد برخورد دو ضریب توان است) $Q_c=40(kw)\times 0.46=36.8\ k\,\text{var}$

Q_c مقدار توان راکتیو خازنی است که لازم است اضافه شود تا به ضریب توان ۰/۹۶ برسد. نمونه ی کامل تری از این جدول در ضمیمه آورده شده است.

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

۲-۷- ضریب توان اقتصادی[1]

P.F = ۰/۹۵ ضریب توان اقتصادی نامیده می شود و آن ضریب توانی است که در آن، منابع اقتصادی ناشی از افزودن خازن های موازی، درست با هزینه های خازن ها برابر باشد هرچند این ضریب توان رفته، رفته به سمت یک افزایش یافته است. در این بین لزوم استفاده از خازن اصلاح ضریب توان را بررسی اقتصادی تعیین می کند. برای این کار بایستی شناخت کافی از بارهای ایستگاه مورد نظر و فیدرهای مختلف به دست آورد.

مقادیر PF, KVA, KW در بارهای کم و متوسط و کامل، نوع بارها و تغییرات روزانه، ماهانه، فصلی و حتی k/w kvar به خصوص برای فصل های تابستان و زمستان لازم است و بارهایی که در آینده قرار است اضافه شوند باید مشخص شود. باید توجه داشت که برای یک مقدار معین بهبود در نزدیکی ضریب توان یک kvar بیشتری لازم است یعنی منحنی اصلاح ضریب توان در نزدیکی یک به اشباع می رسد.

P.F	Kvar	افزایش Kvar
0.75	0	0
0.80	15	15
0.85	28	13
0.90	42	14
0.95	60	18
1.00	100	40

همانطوری که از جدول مشخص است برای بالا بردن ۵ درصد ضریب توان از ۰/۹۵ به ۱/۰۰ به ۴۰ kvar نیاز است در حالی که برای افزایش همین مقدار ضریب توان از ۰/۸۵ به ۰/۹۰ به ۱۴ Kvar توان نیاز است بنابراین رساندن ضریب توان به مقدار یک اقتصادی نیست و مقدار بهینه ای وجود دارد.

[1] - Economic Power Factor

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

فصل ۳- خازن های موازی

۳-۱- اثرات خازن های موازی در سیستم های قدرت :

خازن های موازی که به صورت واحدهای یگانه یا گروهی از واحدها مورد استفاده قرار می گیرند وظیفه ی تأمین کیلو وار پیش فاز در نقطه ی اتصال آن به سیستم را به عهده دارند یک خازن موازی همان اثر موتور و مولد سنکرون فوق تحریک را دارد و به صورت فراوان در سیستم های توزیع به کار می رود این نوع خازن ها با تأمین جریان و توان واکنشی مولفه ی ناهمفاز جریان مورد نیاز بار القایی را جبران می کنند.

از طرف دیگر این خازن ها با کشیدن جریان پیش افتی قسمتی و یا همه مولفه ی پس افتی جریان بار القایی را در نقطه ی نصب خنثی می کنند و با این کار مشخصه ی آن را اصلاح می کنند. در حالت کلی نصب خازن موازی در نزدیکی بار به صورت های زیر اثرگذار است.

۱- مولفه ی پس فاز مدار را کاهش می دهد

۲- سطح ولتاژ را در نقطه ی اتصال بار به مدار افزایش می دهد.

۳- چنانچه واحد خازنی به طور مناسب کلید زنی شود تنظیم ولتاژ را بهبود می بخشد.

۴- به دلیل کاهش جریان، تلفات قدرت RI^2 کاهش می یابد.

۵- به دلیل کاهش جریان تلفات I^2x کاهش می یابد.

۶- ضریب قدرت مولدهای منبع را افزایش می دهد.

۷- بارگذاری KVA بر روی مولدهای منبع و مدارها را به منظور جلوگیری از بروز شرایط اضافه بار، با امکان افزایش رشد بار کاهش می یابد.

۸- بارگذاری (کیلو وات) اضافی بر روی مولدها افزایش می یابد.

۹- میزان نیاز مصرف کیلو ولت آمپر در جایی که توان خریداری می شود را کاهش می دهد.

۱۰- سرمایه گذاری تجهیزات سیستم کاهش می یابد.

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

با به کارگیری خازن موازی برای فیدر، می توان جریان را کم کرد و ضریب توان مدار را افزایش داد، همانطوری که از شکل پیداست مولفه ی جریان های سلفی و خازنی در مقابل همدیگر عمل می کنند و این باعث کاهش مولفه ی جریان برآیند می شود و در نتیجه افت ولتاژ بین ابتدای خط و بار نیز کاهش می یابد.

ولی خازن های موازی اثری بر جریان یا ضریب توان مدار بعد از نقطه ی نصب خود ندارد. در تک خطی یا خط و نمودار فاز برداری ولتاژ آن را پیش از افزودن خازن موازی و پس از افزودن خازن نشان می دهد.

افت ولتاژ در فیدرها یا خطوط کوتاه را می توان به طور تقریبی با رابطه ی زیر بیان نمود.

$$VD = RI_r + XI_r$$

اگر یک خازن به طور موازی در انتهای خط دوسر بار قرار گیرد افت ولتاژ به طور ناگهانی کاهش یافته یا ولتاژ صعود می کند افت ولتاژ جدید تقریباً برابر است:

$$VD = RI_r + XI_r = XI_r$$

I_c جریان کشیده شده به وسیله ی خازن است.

پس اگر I_c به اندازه ی کافی بزرگتر باشد هر دو افت RI_r ، XI_r را می توان خنثی نمود. این عبارت همچنین نشان می دهد که اگر افت ولتاژ را در بار کامل با خازن های دائمی جبران شود در بارهای سبک I_x, I_r کوچکتر می شوند و خط وارد حالت فوق جبران می شود در بازارهای سبک افزایش ولتاژ ممکن است بسیار بزرگتر از میزان طبیعی بوده و موجب بروز شرایط ناخواسته و نامحدود گردد. یک راه حل استفاده از کلیدزنی دستی و خودکار برای اضافه کردن یا برداشتن گروهی از خازن ها به طور دلخواه است.

مورد دیگر همانطوری که قبل از این نیز اشاره شد هزینه ی بالای اصلاح ضریب قدرت در نزدیکی یک است. برای یک بار با ضریب توان ۷۰٪ و ۴۰ کیلو وار خازن به ازای هر ۱۰۰ کیلو ولت آمپر یا ظرفیت مدار، تلفات I^2x, I^2r ۵۹ درصد مقدار اولیه شان است در حالی که این مقدار در ضریب توان نزدیک واحد کمتر می باشد که نتیجه می گیریم اصلاح ضریب قدرت در نزدیکی واحد اقتصادی نیست.

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

یک فرمول تقریبی که اغلب هنگام استفاده از خازن ها برای تغذیه کننده یا خط شعاعی مفید است عبارت است از :

$$\text{درصد افزایش ولتاژ} = \frac{(k\,\text{var})(d)(X)}{(10kv)^2}$$

در جایی که کیلووار برابر کیلووار در یک مجموعه خازنی سه فاز، d فاصله برحسب مایل از شینه تا محل نصب مجموعه خازن، X مقاومت القایی تغذیه کننده برحسب اهم در یک مایل و kv ولتاژ خط به خط سیستم برحسب کیلو ولت است. معادله ی بالا درصد افزایش ولتاژ در نتیجه ی استفاده از خازن، از شینه تا خازن را ارائه می دهد که می بایست با افت ولتاژ ناشی از بار جمع گردد تا میزان افت یا افزایش ولتاژ خالص به دست آید این معادله از آن جا که تأثیر خازن را به تنهایی نشان می دهد مفید است.

۳-۲- نصب خازن

به طور کلی، خازن های فیدرها به صورت گروهی با فیوزگذاری جمعی در بالای دکل نصب می شوند. شرکت های برق رسانی، معمولاً بیش از چهار گروه خازنی (هم اندازه) روی یک فیدر نصب نمی کنند. چرا که کاربرد فیوزها، اندازه ی گروهی را که می توان به کاربرد را محدود می کند.

خازن های ثابت برای بی باری انتخاب شده و همیشه در مدار هستند و خازن های کلید دار را می توان همزمان با افزایش توان واکنشی از بی باری تا بار کامل به صورت یک بلوک یا در چند مرحله کلیدزنی کرده و وارد مدار کرد در عمل تعداد مراحل کلیدزنی به علت هزینه ی زیاد کلیدهای قدرت توجیه اقتصادی ندارد و می توان از سکسیونر استفاده کرد تا امکان کنترل روزانه، هفتگی و فصلی بیشتر شود.

اشکال عمده ی خازن های ثابت مورد استفاده در فیدرها این است که با قطع برق حداقل تا زمان تخلیه خازن، باس ها برق دار هستند و این موضوع از لحاظ ایمنی مشکل ساز است. طبق استاندارد حداقل زمان لازم برای تخلیه ی خازن ۵ دقیقه می باشد که مکانیزم تخلیه ی خازن های قدرت معمولاً به صورت داخلی است.

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

برای گزینش کردن نوع خازن برای نصب که شامل خازن های ثابت و متغیر می باشد، بررسی جامع سیستم ضرورت دارد. بارهای واکنشی پس افتی سیستم را می توان با برنامه های پخش بار به دست آورد و نتایج آن را می توان با یک منحنی نمایش داد. این منحنی به منحنی زمانی توان واکنشی معروف است. با نگاه کردن به منحنی زمانی می توان اندازه ی خازن های ثابت و متغیر را به دست آورد. برای نمونه اندازه ی خازن های ثابت لازم ۶۰۰ kvar است. بقیه کیلووار تقاضای بار را ژنراتور یا خازن های کلیددار به عهده می گیرند همانطوری که گفته شد تأمین توان راکتیو از ژنراتور توجیه اقتصادی ندارد و ممکن است پایداری سیستم را دچار مشکل کند بنابراین از خازن ها استفاده می شود.

کنترل مجموعه ی خازن ها مسئله ی مهمی است. ممکن است به صورت ثابت باشند یا اینکه در بعضی از ساعت های شبانه روز وارد شبکه شوند.

این مدار به SVC معروف است و به خصوص برای کاهش نوسانات شدید که توسط کوره ها تولید می شود مفید است. L برای جلوگیری از رزنانس با شبکه و همچنین کم کردن افزایش جریان تریستور می باشد. تریستورها برای عبور جریان دو طرفه و توسط هوا و یا مایع خنک می شوند. توسط سیستم کنترل و نمونه برداری از باس اصلی مقدار خازن مورد نیاز برای جبران سازی وارد شبکه می شود این نوع جبران کننده، از جبران کننده های فعال می باشد و از مشخصات آن سرعت واکنش خیلی سریع و تنظیم توان راکتیو پیوسته می باشد چنانچه در شبکه، سرعت تغییرات توان آهسته باشد در این حالت کاربرد SVC نسبت به خازن های شنت مقرون به صرفه نیست.

۳-۳- جنبه های اقتصادی خازن موازی

زمانی که از خازن در سیستم های قدرت استفاده می شود بایستی کوشش نمود تا مزایای اقتصادی نصب خازن تعیین شود. مقدار بهینه کیلووار خازن، همیشه مقداری است که در آن بهره ی اقتصادی حاصل از اضافه کردن آخرین کیلووار، دقیقاً با هزینه کیلووار برابر باشد. به طور معمول تعیین هزینه کل نصب یک کیلووار خازن آسان می باشد. مسئله مهم، تعیین ارزش اقتصادی دقیق خازن می باشد. یک تجزیه و

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

تحلیل اقتصادی عمومی بر روی مبانی یک سیستم گسترده مسئله ی بسیار پیچیده ای است البته ظهور رایانه ها این را تا حدودی ممکن ساخته است.

در مقابل این امکان وجود دارد که کلیه مزایای اقتصادی ممکن خازن را فهرست کرد تا استفاده کننده بنابر وضعیت خاص خود این عوامل را بررسی کند.

۳-۴- ظرفیت آزاد شده

درصد بالایی از خازن های مورد استفاده به این دلیل نصب شده اند که مزایای اقتصادی آن ها چندین برابر قیمت خازن ها است به طور مثال اگر احداث یک خط فوق توزیع ۱۰۰۰۰۰ دلاری را بتوان با اضافه کردن خازن به ارزش ۵۰۰۰ دلار به مدت یک سال به تعویق انداخت این یک کاربرد آشکار است. در سیستم قدرت مکان های بسیاری برای صرفه جویی از این نوع وجود دارد.

به طور کلی اگر مطالعات نشان دهد که حداکثر بار پیش بینی شده در سال آتی برای تغذیه کننده، مبدل (بار یا پست) و یا خط فوق توزیع تحت بارگذاری کمی بیشتر از حداکثر بار دلخواه قرار می گیرد، در این حالت نصب خازن در سیستم را باید بررسی کرد. گاهی اوقات اضافه بار ممکن است به صورت حرارتی یا محدودیت ولتاژ باشد و خازن هریک از حالت ها را بهبود می بخشد. حالاتی نیز وجود دارد که در آن نصب خازن به جهت کاهش تلفات کیلووات سیستم، نصب یک واحد مولد را به تعویق می اندازد.

وضعیت هایی که در بالا مورد بحث قرار گرفت در ارتباط تنگاتنگ با مزیت اقتصادی ظرفیت آزاد شده توسط خازن می باشد.

۳-۵- تلفات

یکی از مهمترین مزایای اقتصادی خازن ها کاهش تلفات است. همان گونه که به طور معمول بیان می شود خازن ها هر دو تلفات I^2x, I^2r سیستم قدرت را کاهش می دهند. V.J.Farmer نشان داده است که کاهش تلفات فقط تابعی از جریان غیرحقیقی است و نیازی به استفاده از مولفه ی حقیقی جریان در محاسبات نیست. کاهش در تلفات I^2R در یک مدار به واسطه ی اضافه کردن خازن برابر است با :

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

$$LR_R = 2I_cI_xR - I_c^2R$$

و کاهش در تلفات I^2x برابر است با :

$$LR_x = 2I_cI_xX - I_c^2X$$

I_c عبارت است از جریان خازن، I_x جریان غیر حقیقی در مدار قبل از این که خازن اضافه شود R مقاومت اهمی مدار و X مقاومت القایی مدار می باشد.

۳-۶- مزایای ولتاژ

خازن ها دارای دو مزیت از نظر ولتاژ هستند. خازن های مرحله ای (کلیدزنی) می توانند به سیستم اضافه گردیده و یا جایگزین :

۱- تنظیم کننده ی ولتاژ تغذیه کننده

۲- تنظیم کننده های ولتاژ شینه پست

۳- مبدل های مجهز به مکانیسم تغییر ولتاژ زیر بار، شوند و خازن های ثابت می توانند متوسط سطوح ولتاژ یک سیستم را افزایش دهند. با افزایش متوسط سطح ولتاژ، توسط خازن های ثابت، هزینه های تنظیم ولتاژ کاهش می یابد یک خازن ثابت، تنظیم کننده ی ولتاژ نیست و نمی توان آن را به طور مستقیم با تنظیم کننده ها مقایسه نمود افزایش متوسط سطوح ولتاژ یک خازن ثابت می تواند درآمد حاصل از بارها را افزایش دهد. این مطلب به ویژه در مورد تغذیه کننده های مناطق مسکونی صدق می کند.

۳-۷- مجموعه های خازنی پست

خازن های موازی اغلب در مجموعه های بزرگ یا گروه های مجموعه ای با ظرفیت کل ۶۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ کیلو وار نصب می شوند مجموعه های منفرد بر روی یک وسیله ی کلیدزنی انفرادی ممکن است بین ۲۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ کیلووار باشد. به منظور دریافت حداکثر مزایای اقتصادی از خازن ها، می بایست تا حد امکان نزدیک به بار آنها را نصب نمود. عموماً به این معنی که تأسیسات خازنی بایستی بر

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

روی تغذیه کننده بار نصب شود، زمانی که خازن ها در پست نصب می شوند به طور معمول وضعیت خاصی حاکم است که ممکن است با یک یا چند عامل زیر در ارتباط باشد:

۱- یک بار بزرگ مستقیماً از پست تغذیه می شود.

۲- به واسطه ی ولتاژ بیش از حد بارهای سبک، نصب خازن های ثابت بیشتر بر روی تغذیه کننده امکان پذیر نباشد.

۳- قراردادن خازن های مرحله ای بیشتر بر روی تغذیه کننده ها در مجموعه های کوچک غیرممکن و یا غیراقتصادی باشد.

۴- ملاحظات سیستم در یک ناحیه نیاز به خازن بیشتری نسبت به تغذیه کننده هایی که به طور اقتصادی مورد استفاده قرار می دهند، داشته باشند.

۵- ملاحظات سیستمی در یک ناحیه معین تحت کنترل دیسپاچر نیاز به مجموعه بزرگی از خازن داشته باشد.

عوامل بالا نشان می دهند که چرا بیشتر خازن های پست به صورت مجموعه های مرحله ای هستند، مجموعه های خازنی بسیار بزرگ به ندرت در فقط یک مرحله کلیدزنی می شوند، تغییر ولتاژ در نتیجه اضافه یا حذف خازن ها ممکن است بیش از اندازه باشد.

عیب جریان لحظه ای (فرکانس معمولی و بالا) روی کلید قطع کننده ما را ملزم می سازد که از کلیدهای قطع کننده با ظرفیت قطع کامل استفاده نماییم بنابراین استفاده از کلیدهای غیرخودکار صرفه جویی اقتصادی را به دنبال ندارد. ممکن است از راکتورها همان طور که برای کاهش ولتاژ بی باری استفاده می شود برای کاهش جریان لحظه ای و جریان اتصالی کلیدهای قطع کننده مجموعه خازنی استفاده شود.

زمانی که مجموعه های بزرگ خازن در پست ها نصب می شوند نگه داری آتی کلید قطع کننده اغلب می تواند با آینده نگری در جایابی فیزیکی مجموعه های خازنی کاهش یابد. این موضوع مخصوصاً در جایی که خازن های مجموعه ای موازی وصل می شوند صدق می کند.

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

افزایش های کوچک در مقاومت غیرحقیقی مابین مجموعه ها ممکن است تعمیرات آتی کلید قطع کننده را به وسیله ی کاهش دامنه و فرکانس جریان های هجومی کلیدزنی کاهش دهد. سیم های رابط بین مجموعه های خازن می بایستی طولانی و حتی الامکان با فاصله از یکدیگر در نظر گرفته شوند.

در صورت استفاده از کابل، تک رشته ای نسبت به کابل سه رشته ای برتری دارد. زمانی که از یک شینه ی جداگانه برای خازن مورد استفاده قرار می گیرد، مقطع شینه نبایستی از مقدار مورد نیاز جهت عبور جریان بزرگ تر باشد، فواصل هادی شینه می بایستی به اندازه کافی بزرگ باشد در حال حاضر برای دستیابی به مقاومت اهمی و القایی فرکانس بالا از لوله های آهنی جهت شینه های خازن استفاده می شود.

مجموعه های خازنی پست ممکن است هریک از انواع انباشته ای، تجهیزات سازه ی، بیرونی یا مجموعه های با محفظه فلزی محصور شده باشد عموماً در مجموعه های خازنی پست، از فیوزهای جدا بر روی خازن ها استفاده می شود. تعداد واحدهای موازی در یک گروه یا جریان عیب موجود ممکن است چنان باشد که فیوزهای گروه نتوانند خازنی را در مقابل حالت سوراخ شدن در هنگام بروز عیب داخلی حفاظت کند.

مجموعه های خازنی بزرگ مستقر در پست عموماً کلیدزنی می شوند، مجموعه های خازن اغلب به وسیله ی ابزار کنترل از دور نظارت می گردند اگر مجموعه به طور خودکار کنترل شود، اغلب کنترل ولتاژ یا زمان مورد استفاده قرار می گیرد.

واسطه های دیگر مانند Vars، آمپر ضریب قدرت حرارت یا ترکیباتی از اینها را نیز می توان مورد استفاده قرار داد.

۳-۸- استفاده از خازن در فشار قوی

خازن را تقریباً تحت هر ولتاژ می توان به کار برد، با موازی کردن می توان به کیلووار مورد نظر با متوالی کردن خازن ها می توان به ولتاژ مورد نظر دست یافت. بنا به دلایل اقتصادی خازن ها بایستی در محدوده

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

ی ولتاژ مجاز مورد بهره برداری قرار گیرند. از آن جا که کیلووار خروجی با مجذور ولتاژ تغییر می کند، استفاده از خازن در زیر ولتاژ مجاز آن فایده چندانی نخواهد داشت به عنوان مثال یک خازن ۷۲۰۰ ولتی به قدرت ۵۰ کیلووار می توان در یک سیستم ۴۱۶۰ ولتی در یک مجموعه با اتصال ستاره مورد استفاده قرار گیرد. ولتاژ دوسر خازن ۲۴۰۰ ولت خواهد بود و کیلووار خروجی برابر خواهد بود با :

$(50)\ (2400)^2 / (7200)^2 = 5.55$ k var

دیده می شود که استفاده از خازن ۵۰ کیلوواری در اینجا فایده چندانی دربر نداشته و از نظر اقتصادی به صرفه نیست اگرچه خازن های ۲۴۰۰ ولتی نیز می توانستند در یک سیستم ۱۲۴۷۰ ولت با استفاده ۱۰۰٪ از ظرفیت مورد استفاده قرار گیرند. برای این منظور می بایست در یک مجموعه با اتصال ستاره قرار گرفته و در هر فاز ۳ عدد خازن ۲۴۰۰ ولتی با هم سری شوند. همچنین لازم است خازن ها از یکدیگر و از زمین عایق شوند.

۳-۹- کاربرد خازن های موازی در تغذیه کننده های فشار متوسط

امروزه درصد بالایی از خازن های موازی بر روی تغذیه کننده های فشار متوسط نصب هستند، زیرا حداکثر بهره زمانی حاصل می شود که خازن ها تا حد امکان به بار نزدیک باشند. بیشترین کاربرد خازن در تغذیه کننده های فشار متوسط، در بازوهای منصوب بر روی پایه ها می باشد. این نوع نصب در محدوده ی ۴۵ تا ۱۲۰۰ کیلووار بر روی هر پایه قرار دارد به طور معمول اقتصادی ترین اندازه و موقعیت مکانی خازن ها بر روی یک فیدر خاص، در ابتدا با در نظر گرفتن کاهش تلفات تعیین می گردد. برای یک مدار شعاعی ساده با بارهای متصل در انتهای مدار، محاسبات کاهش تلفات کاملاً ساده است. Higel, Samson یک قاعده ی عمومی را تعمیم داده اند که تاحدی کاربرد دارد. ایشان اظهار می دارند که یک تقریب خوب در جهت اندازه و موقعیت مکانی بهینه، برای یک تغذیه کننده با توزیع بار یکنواخت، خازنی به اندازه ی $\frac{2}{3}$ کل باری که در نقطه ای به فاصله ی $\frac{2}{3}$ کل فاصله از منبع تا انتهای تغذیه کننده بر روی تغذیه کننده نصب شده، می باشد.

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

این قاعده مناسب بوده و به ویژه برای تغذیه کننده ها، در جایی که ضریب بار غیرحقیقی بالاست، به عبارتی بالای ۰/۸ مفید می باشد. نتیجه حاصل از بررسی ها نشان می دهد برای خازن های ثابت نصب شده بر روی تغذیه کننده های با توزیع بار یکنواخت، حداکثر کاهش تلفات با مجموعه خازنی، مساوی $\frac{2}{3}$ متوسط کیلووار بار مستقر در نقطه ای به فاصله $\frac{2}{3}$ طول تغذیه کننده از منبع تغذیه رخ می دهد. و برای خازن های مرحله ای همزمان با توجه به تنظیم ولتاژ بایستی در $\frac{2}{3}$ انتهای طول تغذیه کننده از منبع تولید قرار گیرد.

۳-۱۰- استفاده از خازن های موازی در شبکه های فشار ضعیف

خازن های موازی که در محل بار قرار می گیرند. حداکثر برتری را برای شبکه ی برق فراهم می آورند. در مقایسه با خازن های نزدیک به منبع تولید، خازن های نصب شده در محل بار، حداکثر کاهش در تلفات I^2X, I^2R را فراهم می آورند. ظرفیت سیستم را در اکثر مبدل ها و مدارها آزاد کرده و موجب حداکثر افزایش ولتاژ برای یک میزان کیلووار داده شده می شوند. اگرچه از نظر اقتصادی، نصب خازن درست در محل بار، همیشه بهترین راه حل نیست. زیرا خازن های با ولتاژ بالاتر (۲۴ تا ۸ کیلو ولت) به ازای هر کیلووار ارزان تر از خازن های فشار ضعیف (۲۴۰ تا ۶۰۰ ولت) می باشد. همچنین ممکن است همانند مناطق مسکونی، بار تحت ولتاژ مصرف با پله های کوچک توزیع شده باشد. به همین لحاظ لازم است خازن های کوچکتر و گران تری مورد استفاده قرار گیرند. این عوامل در توزیع فشار ضعیف موجب افزایش هزینه به ازاء هر کیلووار خازن می گردد. به همین دلیل بیشتر خازن های سیستم توزیع، خازن های فشار متوسط نصب شده بر روی تغذیه کننده ها هستند در جایی که خازن ها بایستی در مدار قرار گیرند، جنبه های اقتصادی، توسعه بیشتر خازن های فشار متوسط را مطلوب می سازد.

خازن های فشار ضعیف اغلب کلیدزنی نمی شوند. زیرا عموماً اقتصادی تر آن است که خازن های فشار متوسط کلیدزنی شده و خازن های فشار ضعیف به طور ثابت در مدار مورد استفاده قرار گیرند. اگر قرار

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

است سیستم در برابر عیوب خازن های فشار ضعیف حفاظت شود می بایست خازن ها را به همراه فیوز نصب نمود. عیب با خازن های بدون فیوز ممکن است موجب قطعی در سیستم گردد.

خازن های فشار ضعیف اغلب در شبکه های فشار ضعیف زمینی مورد استفاده قرار می گیرند. هزینه بالای شبکه، کاربرد خازن ها را در بعضی موارد قابل توجه می سازد.

طرح های خازنی وجود دارند که مخصوصاً برای استفاده از خازن در شبکه های فشار ضعیف طراحی شده اند.

واحدهای خازنی منفرد در اندازه های $\frac{1}{3}$ ۱۳ کیلووار و ۲۱۶ ولت می باشند و قفسه های ۴۰ و ۸۰ و ۱۲۰ کیلوواری موجود هستند و این قفسه ها برای مجموعه های بزرگتر با هم ترکیب می شوند.

خازن های قدرت به طور طبیعی برای دمای محیط ۴۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد و بسته به آرایش فضای موجود و تهویه طراحی می شوند محفظه ی خازن فشار ضعیف طوری طراحی می شود که در مقابل خوردگی کاملاً مقاوم بوده و حتی اگر گاهی اوقات در آب آلوده به مواد اسیدی یا آب دریا غوطه ور شود، به طور رضایت بخشی به کار خود ادامه دهد.

در بیشتر موارد توجیه جنبه های اقتصادی بودن خازن های فشار ضعیف کاملاً ساده است. بعضی از استفاده کنندگان تصحیح آن را تا بیش از ۹۰٪ اقتصادی می دانند.

۳-۱۱- فیوزگذاری خازن

بیشتر مجموعه های خازنی تغذیه کننده فشار متوسط و بعضی از مجموعه های کوچک تر پست با فیوزهای گروهی حفاظت می شوند. برای مجموعه های کوچکتر آشکارسازی واحدهای معیوب به اندازه ی واحدهای بزرگ مشکل نیست و زمانی که فیوزهای گروهی حفاظت کافی را در مقابل ترکیدن محفظه فراهم می آورند، اغلب مورد استفاده قرار می گیرند. زمانی که یک خازن عیب داخلی پیدا می کند، واکنش قوس ایجاد شده و مدار تشکیل دهنده ی خازن موجب تولید گاز و فشار در داخل محفظه خازن می گردد. فیوز جدا یا گروهی، قبل از این که فشار داخل محفظه به حد خطرناکی برسد، می بایست قطع

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

نماید. سازنده خازن به طور معمول فیوزهای جدا را پیشنهاد می کند. در صورت استعمال نیازی به رعایت هماهنگی از سوی کاربر نخواهد بود. اگرچه به طور معمول کاربران فیوزها را به صورت گروهی به کار می برند در این حالت دانستن منحنی های ترکیدن محفظه ی خازن مورد نیاز است.

۳-۱۲- نوع اتصال به شبکه

یک مجموعه خازن سه فاز برای تغذیه کننده توزیع ممکن است به صورت مثلث، ستاره با صفر زمین نشده یا با صفر زمین شده اتصال یابد. انتخاب بهترین اتصال ممکن است به نوع سیستم (زمین شده یا زمین نشده) ملاحظات فیوزگذاری، موقعیت مکانی مجموعه خازنی در سیستم، و تداخل رادیویی بستگی داشته باشد.

مجموعه های مثلث یا ستاره زمین نشده زمانی که یک یا دو تا از هادی های طرف منبع مجموعه باز می شوند، همیشه امکان معکوس شدن نقطه ی صفر یا شرایط تشدید را فراهم می آورند. بیشتر شرکتها از اتصال مجموعه های خازنی با اتصال مثلث یا ستاره زمین نشده در طرف بار و وسایل تک قطبی مانند فیوزها، یا دستگاه های وصل مجدد و جدا کننده ها پرهیز می کنند. مجموعه های خازنی با اتصال ستاره زمین شده به طور معمول فقط در سیستم چهار سیمه مورد استفاده قرار می گیرد.

خازن ها مسیرهای با مقاومت ظاهری کوچکی برای جریان های هارمونیک بوده و ممکن است اجازه دهند این جریان ها در تغذیه کننده ها جاری شوند که در این صورت با خطوط تلفنی تداخل به وجود می آید. در اکثر شبکه های برق به طور معمول هارمونیک دوم باعث تداخل رادیویی می شود از آن جا که خازن های با اتصال ستاره زمین شده تنها نوع اتصالی هستند که اجازه می دهند هارمونیک های سوم جریان یابند، بدین جهت در اکثر سیستم های قدرت به ندرت تداخل رادیویی به وجود می آید. هنگامی که تداخل روی دهد جابجایی مجموعه خازنی اغلب باعث می شود که مشکل رفع گردد. در غیر این صورت می بایست اتصال زمین مجموعه را قطع و یا به مجموعه نوعی صافی اضافه نمود.

می توان به صورت خلاصه تجارب معمول در مورد مجموعه های خازنی را به صورت زیر بیان نمود.

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

۱- برای سیستم های مثلث یا زمین نشده به طور معمول مجموعه های با اتصال مثلث مورد استفاده قرار می گیرد.

۲- برای سیستم های زمین شده و سیستم های چهار سیمه، در بیشتر جاها مجموعه های با اتصال ستاره زمین شده مورد استفاده قرار می گیرد.

مجموعه های خازنی در پست ها به طور معمول با اتصال ستاره در سیستم های مثلث همیشه با اتصال ستاره زمین نشده هستند و در سیستم های چهار سیمه می توانند هم به صورت زمین شده و هم به صورت زمین نشده باشند.

۳-۱۳- حفاظت از مجموعه های خازن موازی

برای حفاظت از مجموعه های خازن موازی بزرگ باید چندین عامل را به حساب آورد.

۱- حفاظت در مقابل موج های ضربه

۲- حفاظت از سیستم قدرت، در شینه خازن یا عیوب سیم های رابط

۳- حفاظت در واحدهای خازن جدا در مقابل صدمات ناشی از عیوب شدید واحدهای مجاور

۴- حفاظت واحدهای باقی مانده در مقابل اضافه ولتاژ زمانی که یک یا چند واحد در یک گروه موازی از مدار خارج می شوند.

۳-۱۳-۱- حفاظت در مقابل امواج ضربه ای:

مجموعه های خازنی بایستی در مقابل صاعقه و اضافه ولتاژهای دیگر محافظت شوند. عایق مابین عناصر داخلی و محفظه ی خازن ممکن است در اثر ولتاژهای ضربه ای صدمه ببینند. در مجموعه های مثلث و ستاره زمین نشده، پیشنهاد می شود به منظور حفاظت خازن در مقابل تخلیه جوی برق گیر نصب شود. در مجموعه های ستاره زمین شده در یک سیستم کاملاً زمین شده یک مجموعه خازن بزرگ در مقابل ولتاژهای ضربه ای در محدوده ی وسیعی به طور خودکفا محافظت می شود. در یک سیستم ستاره زمین

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

شده، نیاز کمتری به نصب برق گیر می باشد پیشنهاد می شود در مجموعه های بزرگ برق گیرها در طرف منبع کلید قطع کننده ی مجموعه نصب گردد.

۳-۱۳-۲- حفاظت اضافه جریان :

عیب های شینه های خازن یا اتصالات مربوطه می بایست به منظور حفاظت بقیه سیستم در مقابل تخریب، برطرف گردد. رله گذاری عادی اضافه جریان به این منظور مورد استفاده قرار می گیرد. مبدل های جریان نصب شده در مجموعه خازنی، می بایست در ثانویه خود دارای حفاظت موج ضربه ای به منظور جلوگیری از آسیب دیدن رله مبدل جریان در طول مدت شرایط جریان گذرا باشند. در طول عملیات کلیدزنی یا در آستانه ی پیدایش عیب، مجموعه خازنی دارای جریان گذاری فرکانس بالایی است که از آن می گذرد، این جریان های گذرا به خصوص زمانی که مجموعه خازنی موازی کلیدزنی می شوند، ممکن است بالا باشند. جریان های گذرا ممکن است در ثانویه مبدل های جریان، ولتاژهای بالا القا کنند. این موضوع ایجاب می کند که در ثانویه مبدل های جریان حفاظت موج ضربه ای مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۱۳-۳- حفاظت واحدهای جدا :

زمانی که در یک واحد خازنی عیب داخلی ظاهر می شود، امکان ترکیدن شدید محفظه وجود دارد، مگر آن که واحد معیوب سریعاً از مدار خارج شود. در تأسیسات خازنی بزرگ تر پیشنهاد می شود از فیوزهای جدا برای حفاظت واحدهای خازنی استفاده شود.

این فیوزها واحد معیوب را قبل از انفجار محفظه از مدار خارج نموده و نیز اجازه می دهند واحدهای سالم در مدار باقی مانده و مورد بهره برداری قرار گیرند. بدون استفاده از فیوزهای جدا تعیین واحدهای خازنی معیوب ممکن است بسیار مشکل باشد.

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

۳-۱۳-۴- حفاظت اضافه ولتاژ :

به استثنای دوره های زمانی بسیار کوتاه ولتاژ دوسر خازن ها نباید از ۱۱۰٪ ولتاژ مجاز تجاوز کند. اگرخازن ها در معرض اضافه ولتاژ قرار گیرند گسترش عیب به سرعت افزایش پیدا می کند. برای حفاظت در مقابل ولتاژ در یک گروه موازی، چندین روش وجود دارد.

طرح های رله گذاری بسیاری وجود دارد که می توانند برای حفاظت گروه های خازن موازی در برابر اضافه ولتاژ مورد استفاده قرار گیرند. چنین به نظر می رسد که سه طرح ارائه شده در این جا زمانی که تمام عوامل در نظر گرفته می شوند شایستگی قابل ملاحظه ای داشته و طرح های مطلوب تری هستند.

به دلیل محدودیت های فیوز، اغلب تبدیل مجموعه های خازنی بزرگ به ستاره ی دوبل مطلوب است. از آن جا که مجموعه های ستاره ی دوبل بهتر از ستاره ی جدا حفاظت می شوند و نیز به طور معمول گرانتر از مجموعه های بزرگ نیستند طرح حفاظت دوبل پیشنهاد می شود.

هیچ طرحی در زمینه حفاظت در برابر اضافه ولتاژ، حفاظت مثبت علیه اضافه ولتاژ را در کلیه موارد فراهم نمی آورد. نظریه اساسی کلیه طرح ها براساس تشخیص عدم توازن ولتاژ یا جریان می باشد. مقداری عدم توازن ذاتی در مجموعه های خازنی وجود دارد و رله گذاری بایستی بالاتر از حداکثر عدم توازن ذاتی تنظیم گردد. عدم توازن ذاتی اساساً ناشی از جریان های هارمونیک و ولتاژها، تغییر ظرفیت خازنی خازن ها می باشد که در حدود ۱۵٪ + می باشد.

۳-۱۴- تأثیرات هارمونیکی خازن های موازی

خازن ها تحت هیچ شرایطی ولتاژهای هارمونی تولید نمی کنند. اگرچه از آنجا که مقاومت ظاهری خازن با فرکانس نسبت عکس دارد، یک خازن موازی مقاومت ظاهری کوچکی را در فرکانس بالاتر نسبت به مقاومت ظاهری عادی در فرکانس عادی ارائه می دهد. بنابراین ممکن است خازن با فراهم آوردن مسیر کم مقاومت، موجب جاری شدن جریان های هارمونیکی در مدار گردد.

ولتاژهای هارمونیک در صورت حضور، بیشتر توسط مبدل های فوق تحریک، یکسو کننده ها و یا مولدها تولید می شوند. جریان های هارمونیک که در قسمتی از سیستم جاری می شوند، ممکن است موجب

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

اختلال رادیویی در شبکه تلفنی شود. جریان های هارمونیک بیش از حد نیز ممکن است موجب اضافه بار شدن خازن گردد، زیرا جریان مؤثر عبوری از یک خازن را افزایش می دهد.

در سیستم های قدرت امروزی تداخل رادیویی مربوط به مناطقی است که در آن جا خطوط تلفن بدون روکش در مسیری با طول زیاد به طور موازی با خطوط انتقال قدرت عبور می نمایند. ولتاژهای هارمونیک توسط جریان های هارمونیک جاری در سیستم قدرت و از طریق کوپلینگ القائی مابین خطوط انتقال و خطوط تلفن به وجود می آید. به همین خاطر مؤلفه های متقارن هارمونیک از اهمیت برخوردار هستند. اگر خطوط انتقال و تلفن در یک طول کامل جابجایی فاز به طور موازی با هم عبور نمایند، هارمونیک های مولفه های مثبت و منفی در موارد بسیاری چندان از اهمیت برخوردار نیستند. زیرا مولفه های مثبت و منفی در سه فاز خط انتقال با صفر جمع می شوند.

ولتاژ خالص القایی ناشی از این مولفه ها بستگی به اختلاف فاصله مابین هادی های جدای سه فاز و خط تلفن دارد. اثر نهایی به طور معمول بسیار کوچک است. هارمونیک های مولفه ی صفر به طور معمول بیشترین مشکل را به وجود می آورند. آنها در تمام هادی های سه فاز، هم فاز بوده و ولتاهای القاء شده آن ها در خط تلفن به طور جبری جمع می شود.

هارمونیک های مولفه ی مثبت همگی از درجه ی (6n+1) است که n هر عدد صحیحی می تواند باشد مولفه ی منفی از درجه ی (6n-1) و مولفه ی صفر (6n-3) می باشند. هارمونیک های هفتم، سیزدهم، نوزدهم، بیست و پنجم، مولفه ی منفی هستند. هارمونیک های سوم، نهم، پانزدهم، و بیست یک و هفتم هارمونیک های مولفه ی صفر هستند.

در یک سیستم سه فاز متقارن هارمونیک زوج وجود ندارد. برای تولید هارمونیک های زوج، یک وسیله یکسو کننده جریان می بایست موجود باشد بنابراین این هارمونیک ها به طور معمول به بارهای درگیر با یکسو کننده ها، مانند فعالیت های آبکاری، بارهای کششی مثل تراموا‌های جریان مستقیم یا جوشکاری می باشند.

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

هارمونیک های مولفه ی صفر فقط در صورتی که خازن ها به شکل ستاره اتصال یافته و صفر آن نیز زمین شده باشد، جریان می یابند. این یک دلیل برای استفاده از خازن های با اتصال ستاره ی زمین نشده و مثلث می باشد.

قرار داشتن خط انتقال نیرو در فرکانس هارمونیک، باعث ایجاد جریان های هارمونیک بزرگ از طریق مجموعه ی خازنی می باشد، تغییر موضع خازن ها ممکن است مشکل را برطرف کند یا کاهش دهد.

مجموعه های خازنی که دارای امپدانس ظاهری کمتری هستند و موجب جاری شدن جریان هارمونیک می شوند گاهی اوقات سودمند است در بعضی مواقع از یک مجموعه خازنی در کنار بارهای درگیر یکسو کننده ها استفاده می کنند تا جریان هارمونیکی در تجهیزات دیگر جاری نشود در حقیقت این نوع مجموعه ی خازنی صافی است ولی چون برای فرکانس خاصی طراحی نمی شود صافی نیروی خشن نامیده می شود.

۳-۱۵- توجیه اقتصادی برای نصب خازن های موازی

وقتی که خازن های موازی در سیستم قدرت استفاده می شود لازم است منافع اقتصادی در نصب خازن با هزینه های مربوط به خازن مقایسه گردد فواید کامل از به کار بردن خازن وقتی حاصل می شود که فواید حاصل با هم و همزمان در نظر گرفته شوند. این فواید باید با هزینه خازن ها و وسایل دیگر به کار گرفته (سیستم کنترل خازن ها و مکانیسم وارد و خارج کردن آنها در شبکه) مقایسه گردد.

موضوع نصب خازن های موازی در خطوط توزیع انرژی (در پست های تغذیه شده از پست اصلی) به وسیله ی تعداد زیادی از محققان مطالعه شده است lee, Grainger یک روش به نام برابری مسافت ها برای محاسبه ی اندازه و محل قرار گرفتن تعداد مشخصی از خازن های موازی در طول خطوط توزیعی شعاعی به دست آورند. آنها بعدها روش خود را با در نظر گرفتن افزایش ولتاژ در اثر نصب خازن موازی در طول خط تکمیل نمودند. برای افزایش سود حاصل از نصب خازن ها، آنها در مطالعه ی بعدی روش خود را با در نظر گرفتن خازن های قابل قطع و وصل تعمیم دادند. هرچند روش های مختلف برای محاسبه ی

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

جایابی و اندازه ی بهینه خازن های مورد استفاده در طول فیدر با روش های مختلفی بررسی شده است ولی این روش ها هریک دارای حداقل یکی از نواقص زیر هستند :

- وقتی که خازن در یک پست فرعی در طول خط توزیع نصب می شود، سود حاصل از ظرفیت آزاد شده در پست اصلی اکثراً بیشتر از سود حاصل از کم شدن تلفات انرژی از خطوط است. تقریباً در تمام مطالعات این موضوع در نظر گرفته نشده است.

- در اکثر تحقیقات یاد شده مقدار خازن ها ثابت فرض شده است و محاسبه ی تعداد بهینه ی خازن ها انجام نشده است.

- در تعدادی از مقالات یاد شده خطوط توزیع با انشعابات در نظر گرفته نشده است.

- از آنجایی که در تحقیقات یاد شده، تعداد زیادی معادلات به کار می روند که باید حل شوند، با افزایش اندازه شبکه تعداد معادلات زیاد و مسأله خیلی پیچیده می شود.

- افزایش ولتاژ در ساعات بار کم در اکثر بررسی های انجام شده در نظر گرفته نشده است.

برای محاسبه ی مقدار و محل بهینه خازن های موازی در شبکه توزیع لازم است مزایای حاصل از نصب خازن با هزینه های مربوط به خازن مقایسه شوند قبل از این که روشی برای محاسبات فوق پیشنهاد کنیم مزایای نصب خازن در شبکه را بررسی خواهیم کرد.

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

WikiPower.ir

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

فصل ۴- توابع هدف

۴-۱- آزاد سازی ظرفیت

در اثر نصب خازن در یک پست توان راکتیو انتقالی از پست توزیع به محل بار کاهش می یابد و مقداری از ظرفیت فیدرها آزاد می شود آزادسازی ظرفیت فقط مربوط به فیدرنیست و شامل کلیه ی المان های سیستم بین خازن و منبع، شامل پست توزیع، فیدرهای توزیع، پست های انتقال، خطوط انتقال، ترانسفورماتورهای توزیع و انتقال تا ژنراتور می شود. آزاد شدن ظرفیت در سیستم قدرت باعث تأخیر در نصب و توسعه ی سیستم می گردد و سود قابل توجهی نیز به همراه خواهد داشت. برای مثال اگر صرف هزینه ی معادل ۱/۶٪ برای خازن در یک شبکه ی نمونه باعث به تأخیر افتادن توسعه ی شبکه برای یک سال شود، می توان به اهمیت نصب خازن در شبکه پی برد.

۴-۲- کاهش تلفات

یکی از مهمترین مزایای نصب خازن در شبکه کاهش تلفات است. با نصب خازن در یک پست، جریان عبوری از فیدرها، پست، ترانسفورماتورها و کلیه ی المان های قبل از محل نصب خازن تا ژنراتور کاهش می یابد اگر فیدر شکل قبل را در نظر بگیریم، کاهش تلفات توان بعد از نصب خازن در فیدر از رابطه ی زیر بدست می آید :

$$LR = R(2I_cI_L(RLF)I_c - I_c^2)$$

که در آن I_L جریان بار، I_c جریان خازن و RLF ضریب بار راکتیو است.

بعد از کاهش تلفات توان سه سود دیگر حاصل می شود که مربوط به کاهش تلفات بار حداکثر (تقاضا)، صرفه جویی در انرژی به خاطر کاهش انرژی تلفاتی و کاهش حداکثر بار راکتیو است.

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

۴-۳- جایابی بهینه خازن های موازی در شبکه های توزیع

برای مشخص نمودن محل نصب خازن در پست های توزیع باید به طریقی عمل کنیم که منافع حاصل حداکثر شود. روش های مختلفی برای جایابی بهینه خازن در شبکه ی توزیع ارائه شده است. در روش های مختلف محل بهینه سازی با توجه به ساده سازی های متفاوت و یکنواخت فرض نمودن بار فیدر، تعداد محدود محل نصب خازن، تقسیم بندی شبکه به زیر شبکه ها و.... انجام شده است. البته با توجه به گستردگی و تنوع شبکه های توزیع شاید نتوان روشی یافت که کلیه پارامترها را به حساب آورد و کلیه مزایای حاصل از نصب خازن را در تابع هدف منظور کرد، بدین جهت هر روش دارای مزایا و معایبی است.

۴-۴- یک روش ریاضی برای جایابی بهینه خازن ها

روش های مختلفی برای جایابی بهینه خازن در شبکه ارائه شده است. روش های ارائه شده هرکدام مزایا و معایبی دارند. با توجه به گستردگی شبکه های توزیع انرژی، روش های پیچیده ممکن است کاربرد عملی نداشته باشند. اگرچه استفاده از روش های تقریبی نیز جواب های نادرست و غیر بهینه را خواهد داد. برای پیدا کردن محل و تعداد خازن در این روش از فرض های ساده کننده (نظیر یکنواخت فرض نمودن توزیع بار روی فیدر، مشخص کردن تعداد محل های نصب خازن از قبل و...) استفاده شده است. در این مطالعه مقدار بار ثابت فرض شده است و از تغییرات تلفات حقیقی در اثر افزایش ولتاژ به واسطه ی نصب خازن صرفنظر شده است. فرض کنید I^2R تلفات حاصل از جریان پس فاز I جریان عبوری از مقاومت R باشد می توان نشان داد که :

$$I^2R=(I\cos\varphi)^2R+(I\sin\varphi)^2R \qquad (۴-۱)$$

پس از نصب خازن با جریان Ic جریان عبوری از خط I_1 تولید تلفات I^2R را می کند که از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$I_1^2R=(I\cos\varphi)^2R+(I\sin\varphi-Ic)^2R$$

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

در نتیجه کاهش تلفات در اثر نصب خازن برابر است با :

$$DP_{LS} = I^2R - I_1^2R \qquad (۴-۲)$$

با قرار دادن از روابط بالا در رابطه ی فوق خواهیم داشت.

$$DP_{LS} = 2(I\sin\varphi)I_cR - I_c^2R \qquad (۴-۳)$$

فرض کنید طول فیدر واحد باشد. پروفیل جریان خط در هر نقطه روی فیدر، تابع فاصله ی آن نقطه از شروع فیدر است. بنابراین دیفرانسیل تلفات I^2R برای یک جزء دیفرانسیلی کوچک در فاصله ی x به صورت زیر نوشته می شود.

دو نقطه ی ابتدایی و انتهای پروفیل جریان $P_1(0,I_1),\ P_2(1,I_2)$

تابع پروفیل جریان $i = I_1 - (I_1 - I_2)\ X$

$$dp_{LS} = 3\left[I_1 - (I_1 - I_2)X\right]^2 Rdx$$

در نتیجه کل تلفات I^2R در فیدر از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$P_{LS} = \int_{x=0}^{1} dp_{LS} = 3\int_{x=0}^{1}\left[I^1 - (I_1 - I_2)X\right]^2 Rdx = \left(I_1^2 + I_1I_2 + I_2^2\right]R \qquad (۴-۴)$$

که در آن P_{LS} کل تلفات فیدر قبل از اضافه کردن خازن، I_1 جریان راکتیو در ابتدای فیدر، I_2 جریان راکتیو در انتهای فیدر، R مقاومت فیدر و X فاصله از ابتدای فیدر برحسب پریونیت است.

۴-۵- کاهش تلفات توان در اثر نصب خازن

حالت اول) یک بانک خازنی : وارد کردن یک بانک خازنی روی فیدر باعث شکست در پروفیل توان راکتیو در طول فیدر می شود، بنابراین تلفات در اثر اضافه کردن یک بانک خازنی از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$P'_{LS} = \int_{x=0}^{x1}\left[I_1 - (I_1 - I_2)X - I_c\right]^2 Rdx + 3\int_{x=x1}^{1}\left[I_1 - (I_1 - I_2)\ X\right]^2 Rdx$$

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

و پس از انتگرال گیری خواهیم داشت.

$$P'_{LS} = (I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2)R + 3x_1\left[(X_1 - 2)I_1 I_c - x_1 I_2 I_c + I_c^2\right]R$$

در نتیجه کاهش تلفات در اثر نصب یک بانک خازنی برحسب پریونیت برابر است با :

$$\Delta P_{LS} = \frac{P_{LS} - P'_{LS}}{P_{LS}}$$

با جایگزینی روابط بالا در رابطه ای آخر خواهیم داشت :

$$\Delta P_{LS} = \frac{-3X_1\left[(X_1 - 2)I_1 I_c - X_1 I_2 I_c + I_c^2\right]R}{(I_c^2 + I_1 I_2 + I_2^2)R}$$

با تقسیم رابطه ای فوق بر I_1 و مرتب کردن عبارت خواهیم داشت :

$$\Delta P_{LS} = \frac{3X_1}{1 + (\frac{1_2}{I_1}) + (\frac{I_2}{I_1})^2}\left[(2 - X_1)(\frac{I_c}{I_1}) + X_1(\frac{I_2}{I_1})(\frac{I_c}{I_1}) - (\frac{I_c}{I_1})^2\right]$$

اگر c به صورت نسبت قدرت خازن نصب شده به کل توان راکتیو بار تعریف شود یعنی :

ظرفیت خازن نصب شده ÷ کل توان راکتیو بار = c

خواهیم داشت $C = \frac{I_c}{I_1}$

و اگر λ نسبت جریان راکتیو در انتهای خط به توان راکتیو در ابتدای خط به صورت زیر تعریف شود.

$$\lambda = \frac{I_2}{I_1}$$

با جایگزینی مقادیر λ, C در رابطه کاهش نسبی تلفات خواهیم داشت:

$$DP_{LS} = \frac{3X_1}{1 + \lambda + \lambda^2}\left[(2 - X_1)C + X_1\lambda_c - C^2\right]$$

با فاکتورگیری از C خواهیم داشت.

$$\Delta P_{LS} = \frac{3CX_1}{1 + \lambda + \lambda^2}\left[(2 - X_1) + X_1\lambda - C\right]$$

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

اگر α به صورت زیر تعریف شود خواهیم داشت.

$$\alpha = \frac{1}{1+\lambda+\lambda^2}$$

برای کاهش تلفات داریم :

$$\Delta P_{LS} = 3\alpha C X_1 \left[(2 - X_1) + \lambda X_1 + C\right]$$

بانک خازنی : فرض کنید که از دو بانک خازنی باندازه های مساوی برای نصب روی فیدر استفاده می شود. با استفاده از همان روش حالت اول تلفات با نصب دو خازن روی فیدر مطابق زیر محاسبه می شود:

$$P'_{LS} = 3\int_{x=0}^{x1} \left[I_1 - (I_1 - I_2)X - 2I_c\right]^2 R d_x + 3\int_{x=x1}^{x_2} (I_1 - (I_1 - I_2)X - I_c]^2 R dx$$
$$+ 3\int_{x=x_2}^{1} [I_1 - (I_1 - I_2)X]^2 R dx$$

مانند حالت قبل مقدار کاهش تلفات از روابط زیر به دست می آید :

$$\Delta P_{LS} = 2\alpha C X_1 \left[(2 - x_1) + \lambda X_1 - 3C\right] + 3\alpha C X_2 \left[(2 - x_2) + \lambda X_2 - C\right]$$

و با مرتب سازی خواهیم نوشت:

$$\Delta P_{LS} = 3\alpha C \left[X_1(2 - X_1) + \lambda X_1 - 3C\right] + X_2 \left[(2 - X_2) + \lambda X_2 - C\right]$$

حالت سوم) سه بانک خازنی : فرض کنید سه بانک خازنی مساوی در طول فیدر نصب شود مقدار کاهش تلفات پریونیت در این حالت از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$\Delta P_{LS} = 3\alpha C \{X_1\left[(2 - X_1) + \lambda X_1 + 5C\right] +$$
$$+ X_2\left[(2 - X_2) + \lambda X_2 - 3C\right] + X_3\left[(2 - X_3) + \lambda X_3 - C)\right]$$

حالت چهارم) n بانک خازنی : با توجه به حالت های قبل مقدار کاهش تلفات در اثر نصب n بانک خازنی مساوی روی فیدر از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$\Delta P_{LS} = 3\alpha C \sum_{i=1}^{n} X_i \left[(2 - X_i) + \lambda X_i - (2i - 1)C\right]$$

که در آن Xi فاصله بانک خازن n ام و از منبع و n تعداد بانک های خازنی است.

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

۴-۶- حل بهینه بانک خازنی

محل بهینه i امین بانک خازنی با گرفتن مشتق مرتبه ی اول از معادله ی بالا نسبت به X_i و مساوی صفر قراردادن آن به دست می آید :

$$X_i\,opt = \frac{1}{1-\lambda} - \frac{(2i-1)C}{2(1-\lambda)}$$

که $X_i opt$ محل بهنیه ی i امین خازن در طول فیدر است. با جایگزینی رابطه ی فوق در رابطه کلی کاهش تلفات، مقدار کاهش تلفات بهینه به صورت زیر به دست می آید.

$$\Delta P_{LS} opt = 3\alpha C \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{1}{1-\lambda} - \frac{(2i-1)C}{1-\lambda} + \frac{i^2c^2}{1-\lambda} - \frac{c2}{4(1-\lambda)} - \frac{ic^2}{1-\lambda}\right]$$

معادله ی فوق یک مجموعه ی جبری نامحدود است و به وسیله روابط زیر ساده می شود:

$$\sum_{i=1}^{n}(2i-1) = n^2$$

$$\sum_{i=1}^{n}(i) = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$\sum_{i=1}^{n}(i2) = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{1-\lambda} = \frac{n}{1-\lambda}$$

بنابراین رابطه ی کاهش تلفات بهینه به صورت زیر ساده می شود.

$$\Delta P_{LS} opt = 3\alpha C[\frac{n}{1-\lambda} - \frac{n^2C}{1-\lambda} + \frac{nC^2c(n+1)(2n+1)}{6} - \frac{nC^2}{4(i-\lambda)} - \frac{nC^2(n+1)}{2(1-\lambda)}]$$

یا :

$$\Delta P_{LS} opt = \frac{3\alpha C}{1-\lambda}[n - Cn^2 + \frac{C^2n\,(4n^2-1)}{12}]$$

WikiPower.ir

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

نسبت جبران سازی خازن در هر محل با مشتق گیری از روابط بالا نسبت به C و مساوی صفر قرار دادن آن به دست می آید.

$$C = \frac{2}{2n+1}$$

معادله ی بالا به قانون $\frac{2}{2n+1}$ موسوم است. به عنوان مثال برای $n=1$ مقدار خازن 2/3 کل توان راکتیو بار است که در محل X_1 که از رابطه ی بالا به دست می آید قرار داده می شود:

$$x_1 = \frac{2}{3(1-\lambda)}$$

مقدار حداکثر کاهش تلفات از رابطه ی زیر به دست می آید :

$$\Delta P_{LS} opt = \frac{8\alpha}{9(1-\lambda)}$$

برای یک فیدر با بار گسترده یکنواخت، مقدار جریان راکتیو در انتهای فیدر برابر صفر است $(I_2 = 0)$ در نتیجه :

$$\lambda = 0, \alpha = 1 \qquad \Delta\rho_{1s} opt = \frac{8}{9} p.u$$

مقدار بهینه ی x_1 :

$$x_1 = \frac{2}{3} p.u$$

و مقدار بهینه ی C از رابطه زیر به دست می آید :

$$C = \frac{2}{3} p.u$$

۴-۷- کاهش تلفات انرژی در اثر نصب خازن

مقدار کاهش تلفات انرژی در یک خط سه فاز با ترکیبی از بارهای مجتمع و گسترده یکنواخت در اثر نصب خازن از رابطه ی زیر به دست می آید.

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

$$\Delta EL = 3\alpha C\sum_{i=1}^{n} ni[(2-x_i)F'_{LD}+x_i\lambda F'_{LD}-(2i-1)C]T$$

که در آن F'_{LD} ضریب بار راکتیو، T مدت زمان کل که در آن خازن های موازی نصب شده اند و ΔEL مقدار کاهش تلفات انرژی برحسب پریونیت است.

نحل بهینه ی خازن های ثابت برای کاهش حداکثر تلفات انرژی با مشتق گیری از روابط بالا نسبت به x_i و مساوی قرار دادن آن به دست می آید، در نتیجه خواهیم داشت :

$$\frac{\partial(\Delta EL)}{\partial x_i} = 3C\alpha[2F'_{LD}(\lambda-1)x_i + 2F'_{LD}-(2i-1)C]$$

$$\frac{\partial^2(\Delta EL)}{\partial x_i} = -2F'_{LD}(1-\lambda) < 0$$

اگر رابطه ی بالا را مساوی صفر قرار دهیم. محل بهینه ی خازن برای کاهش حداکثر تلفات انرژی به صورت زیر به دست می آید.

$$\text{xiopt} = \frac{1}{1-\lambda} - \frac{(2i-1)C}{2(1-\lambda)F'Ld}$$

به همین طریق مقدار ظرفیت بهینه خازن به صورت زیر به دست می آید.

$$C_T = \frac{2n}{2n+1}F'_{LD}$$

از معادله ی بالا مشاهده می شود که اگر تعداد کل خازن ها به سمت بی نهایت میل کند مقدار بهینه ی کل خازن ها برابر ضریب بار راکتیو خواهد شد، اگر فقط یک بانک خازنی به کار برده شود، مقدار بهینه ی ظرفیت خازن برای کاهش حداکثر انرژی تلفاتی برابر است با :

$$C_T = \frac{2}{3}F'_{LD}$$

معادله ی بالا رابطه معروف دو سوم برای خازن های ثابت را نشان می دهد. با ساده سازی روابط بالا مقدار بهینه ی کاهش تلفات انرژی به دست می آید :

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

$$\Delta ELopt = \frac{3\alpha C}{1-\lambda}[nF'_{LD} - Cn^2 + \frac{Cn^2(4n^2-1)}{12F'_{LD}}]T$$

$$\frac{3\alpha nc}{1-\lambda}[F'_{LD} - cn + \frac{C^2n^2(4n^2-1)}{12n^2F'_{LD}}]T$$

$$\frac{3\alpha C_T}{1-\lambda}[F'_{LD} - C_t + \frac{C_2 + (4n^2-1)}{12n^2F'_{LD}}]T$$

که CT کل جبران سازی راکتیو Cn است.

WikiPower.ir

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

فصل ۵- بررسی چند مقاله از IEEE

در این فصل به بررسی دو مقاله از مقالات IEEE خواهیم پرداخت، که روشی را برای یافتن مقدار و مکان بهینه خازن در یک شبکه توزیع شعاعی ارائه می دهد.

۵-۱- جاگذاری خازن در سیستم های توزیع شعاعی برای کاهش تلفات M.H.Haque[1]

کاهش تلفات I^2R در سیستم های توزیع برای بهبود بازده انرژی تحویلی ضروری است. تلفات I^2R برپایه ی مولفه های اکتیو و راکتیو جریان های شاخه به دو قسمت قابل تفکیک است. تلفات I^2R می تواند به دو قسمت برپایه ی جریان راکتیو و اکتیو تقسیم شود. این مقاله روشی را برای مینیمم کردن تلفات مربوط به مولفه ی راکتیو جریان های شاخه از طریق جاگذاری خازن موازی ارائه می دهد. این روش ابتدا توالی گره ها را برای جبران سازی توسط خازن تعیین می کند. سپس اندازه ی بهینه ی خازن در گره های جبران شده از طریق بهینه سازی معادله ی کاهش تلفات با توجه به جریان های خازن تعیین می شود. در مورد عملکرد روش پیشنهادی در دو سیستم توزیع که دارای ۱۵ و ۳۳ باس می باشند بررسی به عمل آمده و مشخص شد که کاهش تلفات معنی داری با جاگذاری بهینه ی خازن ها در سیستم قابل انجام است.

۵-۲- مقدمه

یک سیستم توزیع مصرف کننده ها را به یک سیستم انتقال ولتاژ بالا متصل می کند. به خاطر ولتاژ کمتر و بنابراین جریان بالاتر، تلفات I^2R در یک سیستم توزیع در مقایسه با یک سیستم انتقال ولتاژ بالا به طور معنی داری زیادتر است.

فشار حاصل از بهبود بازده کل انرژی تحویلی تجهیزات قدرت را مجبور به کاهش تلفات، مخصوصاً در مرحله ی توزیع می کند تلفات I^2R در سیستم های توزیع با پیکربندی دوباره ی شبکه [۴-۱] قابل

[1] - The author is with the school of Electrical and Electronic Engineering Nanyang Technological University, Singapore

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

کاهش است. این فرآیند مسیر جاری شدن انرژی را از منبع به بارها عوض می کند. همچنین تلفات توسط اضافه کردن خازن های شنت به بخش تغذیه ی تقاضای توان راکتیو کاهش می یابد [۸-۵] خازن های شنت نه تنها تلفات را کاهش می دهند، بلکه سبب بهبود منحنی ولتاژ و ضریب قدرت و پایداری سیستم می شود. عموماً یک سیستم توزیع تنها در یک نقطه تغذیه می شود و ساختمان شبکه اصولاً به صورت شعاعی است. برای چنین سیستمی همه ی تقاضاهای توان اکتیو و تلفات باید توسط منبع در باس اصلی تأمین گردد.

بنابراین اضافه کردن خازن های شنت می تواند توان راکتیو تولید کند، در این صورت تأمین همه ی توان راکتیو و تلفات توسط منبع لازم نیست. بنابراین شرایطی برای کاهش تلفات متناظر با قدرت راکتیو جاری در شاخه ها وجود دارد.

روش های مختلفی برای کاهش تلفات از طریق جاگذاری خازن ها در سیستم های توزیع در طول سال های گذشته گزارش شده است. قدیمی ترین روش ها [۱۰ و ۹] از فرضیات غیرواقعی بار یکنواخت توزیع شده، فیدرهای بدون شاخه های جانبی، اندازه ی یکنواخت فیدر و غیره استفاده می کند. مرجع [۱۱] روندی را برای بهینه کردن صرفه جویی مالی خالص متناظر با کاهش تلفات و انرژی توسط جاگذاری خازن های ثابت و کلیدزنی توسعه داده است.

روش ابتکاری Heuristic [۱۲] همچنین توسط بعضی محققین برای پیدا کردن اندازه و محل بهینه ی خازن ها اعمال می شود.

مرجع [۱۳] از الگوریتم ژنتیک برای حل مسئله ی جاگذاری خازن استفاده کرده است. این مقاله روشی برای مینیمم کردن تلفات متناظر با مولفه ی راکتیو جریان های شاخه ها با جایگذاری خازن های بهینه در مکان مناسب پیشنهاد می کند. این روش ابتدا محل بهینه ی خازن ها را در یک روش ترتیبی پیدا می کند. به محض اینکه محل خازن ها تعیین گردید، اندازه ی بهینه ی خازن در هر محل انتخابی از طریق بهینه کردن معادله ی کاهش تلفات به دست می آید. روش ارائه شده بر روی دو سیستم توزیع مختلف امتحان و نتایج بسیار دلگرم کننده ای به دست آمد.

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

۵-۳- زمینه

تلفات کل $(P_{Lt})I^2R$ در یک سیستم توزیع که دارای n شاخه است توسط رابطه ی زیر ارائه می شود.

$$P_{Lt} = \sum_{i=1}^{n} I_i^2 R_i \qquad (۱)$$

که در آن R_i, I_i به ترتیب بزرگی جریان و مقاومت شاخه ی i ام هستند. جریان شاخه از حل معادله ی پخش بار به دست می آید. الگوریتم پخش بار توضیح داده شده در [۱۴] برای این منظور به کار برده می شود. جریان شاخه دو مولفه دارد :

اکتیو (I_a) و راکتیو (I_r) تلفات متناظر با مولفه های اکتیو و راکتیو جریان می تواند به صورت زیر نوشته شود.

$$P_{La} = \sum_{i=1}^{n} I_{ai}^2 R_i \qquad (۲)$$

$$P_{Lr} = \sum_{i=1}^{n} I_{ri}^2 R_i \qquad (۳)$$

توجه کنید که برای شبکه ی شعاعی تغذیه شده از یکسو تلفات P_{La} متناظر با مولفه ی اکتیو جریان های شاخه قابل مینیمم شدن نیستند. زیرا همه توان اکتیو باید توسط منبع در باس اصلی تأمین شود. در حالی که تلفات P_{Lr} متناظر با مولفه ی راکتیو جریان های شاخه می تواند توسط قسمت تغذیه انرژی راکتیو در مصرف کننده مینیمم شود.

۵-۴- روش پیشنهادی

روش پیشنهادی ابتدا ترتیب گره ها را برای جبران سازی مشخص می کند. این ترتیب با اعمال تکراری روش مینیمم سازی تلفات توسط خازن های دارای محل مشخص تعیین می شود. به محض مشخص شدن ترتیب گره ها برای جبران سازی، اندازه ی بهینه ی خازن متناظر در گره های جبران سازی شده به طور همزمان با می نیمم کردن معادله ی کاهش تلفات با توجه به جریان های خازن قابل تعیین است.

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

روند مینیمم سازی تلفات از طریق جایگذاری خازن های تکی و چندگانه در بخش های بعدی توضیح داده می شود.

۵-۵- می نیمم کردن تلفات با خازن تکی

یک شبکه ی شعاعی تغذیه شده از یک طرف دارای n شاخه را در نظر بگیرید. فرض کنید خازن C در باس m قرار داده شود و α مجموعه ی شاخه های متصل بین منبع و باس های خازن باشد. جریان شاخه های دیگر $(\notin \alpha)$از خازن تأثیر نمی پذیرد. بنابراین جریان راکتیو جدید I_{ri}^{new} برای شاخه ی i ام به صورت زیر است :

$$I_{ri}^{new} = I_{ri} + D_i I_c \qquad (۴)$$

$D_i = 1$ اگر $i \in \alpha$

= 0 در غیر اینصورت ؛

که در آن I_{ri} جریان راکتیو شاخه ای i ام در سیستم اصلی از حل معادله ی پخش بار به دست می آید. تلفات P_{Lr}^{com} متناظر با مولفه ی راکتیو جریان های شاخه در سیستم جبران شده (وقتی که خازن متصل است) به صورت زیر نوشته می شود:

$$P_{Lr}^{com} = \sum_{i=1}^{n} (I_{ri} + D_i I_c)^2 R_i \qquad (۵)$$

کاهش تلفات S اختلاف معادله ی ۳ و ۵ بوده و به صورت زیر می باشد :

$$S = P_{Lr} - P_{Lr}^{com} \qquad (۶)$$

$$= -\sum_{i=1}^{n} (2 D_i I_{ri} I_c + D_i I_c^2) R_i$$

جریان خازن I_c که ماکسیمم کاهش تلفات را تأمین می کند از رابطه ی زیر به دست می آید.

$$\frac{\partial S}{\partial I_C} = -2 \sum_{i=1}^{n} (D_i I_{ri} + D_i I_c) R_i = 0 \qquad (۷)$$

بنابراین جریان خازن برای کاهش تلفات حداکثر عبارت است از :

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

$$I_c = -\frac{\sum_{i=1}^{n} D_i I_{ri} R_i}{\sum_{i=1}^{n} D_i R_i} = -\frac{\sum_{i\in\alpha} I_{ri} R_i}{\sum_{i\in\alpha} R_i} \qquad (۸)$$

اندازه ی خازن متناظر برابر است با :

$$Q_C = V_m I_c \qquad (۹)$$

که در آن V_m اندازه ی ولتاژ خازن در باس m می باشد. پروسه ی بالا برای همه ی باس ها، جهت به دست آوردن بالاترین کاهش تلفات ممکن برای یک خازن با محل مشخصی قابل تکرار است. هنگامی که باس مورد نظر مشخص و جبران شد، روش بالا برای تعیین باس های بعدی جبران شونده برای کاهش تلفات قابل استفاده است.

این کار فقط محل قرار داده شدن خازن ها را مهیا می سازد. اندازه ی خازن که از معادله ی (۹) به دست می آید یک مقدار بهینه ی محلی است و ممکن نیست وقتی بیش از یک خازن در سیستم جایگذاری می شود استفاده گردد. اندازه ی خازن های بهینه ی محل های چندگانه به طور همزمان تعیین می شود و روند یافتن اندازه ی بهینه در بخش ذیل توضیح داده می شود.

WikiPower.ir

۵-۶- می نیمم سازی با خازن های چندگانه

مفهوم می نیمم سازی تلفات با خازن های تکی قابل تعمیم به خازن های چندگانه است. در نظر بگیرید که :

k = تعداد باس های خازنی

I_c = بردار k بعدی شامل جریان های خازن

αj = مجموعه ی شاخه ها از باس منبع تا باس خازن j ام (j = 1,2,..., k)

D = ماتریس nxk

داریه های D به صورت زیر در نظر گرفته می شوند :

$i \in \alpha j$ اگر Dij = 1

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

در غیر این صورت 0 =

در شکل ۱، اگر سه خازن (k=3) در باس های ۱۰ و ۱۲ و ۱۴ قرار داده شوند، مجموعه ی شاخه α ها و ماتریس D^T به صورت زیر قابل نوشتن است.

$$\alpha_1=[1,5,6] \qquad \alpha_2=[1,2,10,11] \qquad \alpha_3=[1,2,3,13]$$

$$D^T=\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

هنگامی که خازن ها در سیستم قرار داده می شوند، مولفه ی راکتیو جدید جریان های شاخه به صورت زیر می باشد.

$$[I_r^{new}]=[I_r]+[D][I_c] \qquad (۱۰)$$

تلفات P_{Lr}^{com} متناظر با جریان های راکتیو جدید در سیستم جبران سازی شده هست.

$$P_{Lr}^{com}=\sum_{j=1}^{n}\left(I_{ri}+\sum_{j=1}^{n}D_{ij}I_{cj}\right)^2 R_i \qquad (۱۱)$$

کاهش تلفات S با جایگذاری خازن ها، اختلاف بین معادلات ۳ و ۱۱ بوده و به صورت زیر نوشته می شود.

$$S=-\sum_{i=1}^{n}[2I_{ri}\sum_{j=1}^{k}D_{ij}I_{cj}+\left(\sum_{j=1}^{k}D_{ij}I_{cj}\right)^2]R_i \qquad (۱۲)$$

جریان های خازن بهینه برای کاهش ماکزیمم تلفات از حل معادلات زیر به دست می آید.

$$\frac{\partial S}{\partial I_{c1}}=0 \qquad (۱۳)$$

$$\frac{\partial S}{\partial I_{c2}}=0$$

....

... .

$$\frac{\partial S}{\partial I_{ck}}=0 \qquad (۱۴)$$

$$[A][I_c]=[B]$$

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

بعد از انجام یکسری عملیات ریاضی، معادله ی ۱۳ می تواند به صورت مجموعه ای از معادلات جبری خطی به شرح زیر بیان شود.

که در آن A یک ماتریس مربع K×K و B یک بردار k بعدی است. درایه های B, A به صورت زیر می باشد.

$$A_{jj} = \sum_{i\in\alpha} R_i \qquad (۱۵)$$

$$A_{im} = \sum_{i\in(\alpha\ j\Omega\alpha\ m)} Ri \qquad (۱۶)$$

$$B_j = \sum_{i\in\alpha\ j} I_{ri} R_i \qquad (۱۷)$$

تنها مقاومت های شاخه و جریان های راکتیو در سیستم اصلی برای پیدا کردن درایه های B,A مورد نیاز است. جریان های خازن برای حداکثر کاهش تلفات از معادله (۱۴) به دست می آید.

$$[I_c] = [A]^{-1}[B] \qquad (۱۸)$$

با به دست آمدن جریان های خازن، اندازه های بهینه ی خازن به صورت زیر نوشته می شود:

$$[Q_c] = [V_c][I_c]$$

که در آن Vc بردار بزرگی ولتاژ باس های خازن می باشد.

کاهش تلفات در سیستم جبران سازی شده توسط معادله ی (۱۲) که در آن برای مقدار Ic از معادله ی (۱۸) استفاده می شود قابل تخمین است.

۵-۷- الگوریتم

گام های محاسباتی دخیل در پیدا کردن اندازه و محل بهینه ی خازن برای می نیمم کردن تلفات در سیستم توزیع شعاعی در زیر خلاصه می شود:

۱- برنامه ی پخش بار را اجرا کنید و جریان های شاخه ها را به دست آورید. باسی را انتخاب کنید و کاهش تلفات حداکثر و اندازه ی خازن متناظر را به ترتیب از معادله ی ۶ و ۹ پیدا کنید. این مرحله را

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

برای همه ی باس های سیستم به جز باس منبع تکرار کنید. باسی را پیدا کنید که بیشترین کاهش تلفات را بدست می دهد، تعیین نمایید.

۲- باس را جبران سازی کنید تا حداکثر کاهش تلفات متناظر با خازن به دست آمده از معادله ی ۹ حاصل شود.

۳- مراحل ۱ و ۲ را تکرار کنید، تا باس خازن بعدی و بنابراین ترتیب باس های جبران سازی شونده به دست آید، تا وقتی که معلوم شود با جایگذاری خازن های بیشتر کاهش تلفات عمده ای حاصل نمی شود.

۴- پس از تعیین ترتیب باس ها، اندازه های خازن بهینه و کاهش تلفات متناظر را به ترتیب از معادله ی ۹ و ۱۲ تعیین نمایید. توجه کنید که بار سیستم متغیر با زمان است و منحنی تداوم بار سیستم با یک سری تابع های خطی تکه ای در مدتی که بار ثابت فرض می شود قابل تقریب است [۱۳ و ۱۶]. الگوریتم بالا اندازه های خازن بهینه و محل آنها را برای سطح بار داده شده به دست می دهد. تعیین کاهش تلفات کل برای پریود کل منحنی تداوم بار نیاز به اعمال الگوریتم فوق به هریک از ترازهای بار است. این کار ممکن است اندازه های مختلفی برای خازن پیشنهاد نماید و در بعضی حالات در مکان های مختلف. مسأله ای اختلاف اندازه و محل خازن می تواند با استفاده از ترکیب خازن های ثابت و کلیدزنی مرتفع گردد [۱۱]

۵-۸- نتایج شبیه سازی

این روش پیشنهادی برای کاهش تلفات از طریق جایگذاری خازن بر روی دو سیستم توزیع شامل ۱۵ و ۳۳ باس آزمایش شده است. نتایج به دست آمده در این سیستم ها به طور خلاصه در بخش های بعدی توضیح داده می شود.

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

۵-۸-۱- سیستم ۱۵ باس

بنابراین یک کاهش ۲۷/۷ kw انجام شده بود که با تخمین روش پیشنهادی برابر بود. هم چنین خازن های موازی منحنی ولتاژ را بهبود می بخشند و در اثر ولتاژ بالاتر مولفه ی اکتیو جریان شاخه ی la نیز (و بنابراین P_{La}) برای مدل بار ثابت به آرامی کاهش پیدا می کند. P_{La} سیستم از ۳۰/۴ kw به ۲۸/۹ کاهش پیدا می کند. بنابراین یک کاهش فوق العاده ی ۱/۵ kw نیز در اثر کاهش I_a حاصل می شود.

۵-۸-۲- سیستم ۳۳ باس

زمانی که باس ۲۹ اولین باس جبران سازی شده توسط خازن ۱۲۴۵ Kvar می باشد کاهشی برابر با kw ۶۲/۰ حاصل خواهد شد. با این وجود نتایج پخش بار (در سیستم اصلی و سیستم جبران شده) نشان داد که تلفات ناشی از I_r از ۷۵/۴ kw به ۱۴/۱ kw کاهش یافته است. بنابراین کاهش واقعی ناشی از خازن در باس ۲۹ برابر ۶۱/۳ kw است که خیلی نزدیک به مقادیر تخمینی ۶۲/۰ kw روش پیشنهادی است. در مرحله ی بعدی معلوم شد که خازن دوم ۳۸۵ Kvar در باس ۱۲ کاهش تلفات بیشتر ۷/۹ kw را فراهم می سازد. هم چنین، خازن سوم ۴۹۵ Kvar در باس ۲۳ کاهش اضافی ۳/۱ kw فراهم می آورد. بنابراین ترتیب باس های جبران سازی شونده ۲۹ و ۱۲ و ۲۳ است. هنگامی که فقط دو باس اول (۲۹ و ۱۲) جبران سازی می شوند. مشخص می شود که خازن ۱۴۷۵ Kvar کل (۱۰۷۹ Kvar در باس ۲۹ و ۳۹۶ Kvar در باس ۱۲) سبب کاهش ۶۹/۵ Kw تلفات می شود. یعنی تلفات ناشی از I_r بیشتر از ۹۰٪ کاهش پیدا می کند. وقتی که هر سه باس (۲۹ و ۱۲ و ۲۳) در نظر گرفته می شوند، مشخص می شود که خازن ۱۹۲۶ Kvar کل (۱۰۳۵ Kvar در باس ۲۹، ۳۷۰ Kvar در باس ۱۲ و ۵۲۱ kvar در باس ۲۳) کاهش تلفاتی برابر ۷۲/۸ kw به دست می دهد. یعنی خازن اضافی ۶-۴۵۱ kvar یک کاهش فوق العاده ی ۳/۳ kw فراهم می کند. بنابراین برای این سیستم، جبران سازی در دو باس ممکن است اقتصادی تر از سه باس باشد.

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

در عمل اندازه ی خازن باید به چند مقدار تقسیم شود. با توجه به این مسأله، زمانی که باس های ۲۹ و ۱۲ به ترتیب با ۱۰۰۰ kvar (به جای ۱۰۷۹ kvar) و ۴۰۰ kvar (به جای ۳۹۶ kvar) جبران سازی شوند نتیجه ی پخش بار نشان می دهد که کاهش ۶۸/۳ kw به جای ۶۹/۵ kw حاصل می شود. قابل ذکر است که ظرفیت اضافی ۱۱/۲ kw توسط خازن قابل آزاد شدن است به خاطر بهبود منحنی ولتاژ و بنابراین کاهش I_a.

بنابراین یک ظرفیت کل ۷۹/۵ kw با قرار دادن خازن ۱۴۰۰ kvar در باس های ۲۹ و ۱۲ قابل حصول است.

۵-۸-۳- نتیجه گیری

روش ساده ی می نیمم سازی تلفات متناظر با مؤلفه ی راکتیو جریان های شاخه توسط جایگذاری خازن در سیستم توزیع شعاعی در این مقاله پیشنهاد شده است. این روش ابتدا ترتیب باس های جبران شونده را از طریق پیدا کردن بالاترین کاهش تلفات با استفاده از خازن تکی تعیین می کند. سپس اندازه ی بهینه ی خازن های چندگانه با می نیمم سازی معادله ی کاهش تلفات با توجه به جریان های خازن تعیین می شود. این شامل حل مجموعه معادلات جبری خطی است.

اجرای عملی روش جایگذاری خازن احتیاج به آنالیز توجیه اقتصادی دارد که به نوبه ی خود بستگی به هزینه ی بانک خازن و انرژی آزاد شده دارد.

روش ارائه شده بر روی دو سیستم توزیع که شامل ۱۵ و ۳۳ باس بودند آزمایش شد. در سیستم ۱۵ باسه مشخص شد که با جایگذاری خازن های بهینه در باس ۳ و ۶ تلفات متناظر با جریان شاخه ای راکتیو از ۳۱/۴ kw به ۳/۷ kw کاهش می یابد. در سیستم ۳۳ باسه مشخص شد که خازن ۱۴۰۰ kwar کل در دو مکان مختلف (باس ۲۹ و ۱۲) تلفات ناشی از جریان های شاخه ای راکتیو را بیش از ۹۰٪ کاهش می دهد. در این سیستم یک ظرفیت ۵/۷ kw در بانک خازن ۱۰۰ kwar قابل آزادسازی است.

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

۵-۹- برنامه ریزی توان راکتیو بهینه برای سیستم های توزیع با بارهای غیر خطی

چکیده :

هدف این مقاله بدست آوردن یک الگوریتم منظم برای تصمیم گیری در مورد مکان و اندازه ی بهینه ی خازن های موازی و فیلترها برای سیستم های توزیع با پیچش هارمونیک می باشد. در این مقاله مسأله ی جبران سازی توان راکتیو، ابتدائاً به صورت برنامه ی غیرخطی می نیمم سازی تلفات توان حقیقی، تلفات انرژی و هزینه ی خازن تحت محدودیت ولتاژ فرموله می شود. مسأله ی برنامه ریزی غیرخطی با استفاده از نرم افزار MINOS برای تعیین مکان ها و اندازه های بهینه خازن های موازی حل می شود. سپس پخش بار هارمونیک برای حل ضریب واپیچش هارمونیک ولتاژ کل (HDF) اعمال می شود و طراحی فیلتر برای حل همزمان harmonic distortion و جبران سازی توان راکتیو انجام می شود. برای نمایش اجرا و تأثیر روش پیشنهادی، یک فیدر توزیع نمونه برای شبیه سازی کامپیوتری انتخاب شده است.

۵-۹-۱- تابع هدف

برنامه ریزی خازن بهینه، می نیمم کردن تلفات توان حقیقی و تلفات انرژی با در نظر گرفتن هزینه ی خازن می باشد. تابع هدف F با معادله ی (۱) به صورت زیر تعریف می شود:

$$F = K_P \sum_{n=1}^{n_{max}} P_{loss}^n + K_e \sum_{n=1}^{n_{max}} E_{loss}^n + K_c \sum_{i=1}^{N} Q_i \qquad (۱)$$

kp : هزینه ی سالانه ی تلفات توان p. u ($/k.w yr)

ke : هزینه ی تلفات انرژی p.u ($ / kwh)

kc : هزینه ی سالانه خازن ها p.u ($/kvar.ye)

P_{loss} : تلفات توان حقیقی معرفی شده با شار جریان هارمونیک مرتبه n ام در طول یک پریود بار

E_{loss}^n : تلفات انرژی معرفی شده با شار جریان هارمونیک مرتبه n ام در طول پریود مورد مطالعه

Qi : ظرفیت کل خازن موازی در باس i

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

N : تعداد کل باس

برای سیستم توزیع، تلفات توان مختلط به صورت تابعی از جریان تزریقی باس حل می شود. [۴] و تلفات توان مختلط برای هر مرتبه ی هارمونیک توسط خازن های جبران ساز کاهش پیدا می کند.

$$[\bar{s}]=[\bar{I}^*]^T[\bar{Z}][\bar{I}] \quad (۲)$$

$$[S^n]=[(I^n-I_c^n)^*]^T[z^n][(I^n-I_c^n)] \quad (۳)$$

$$I_i^n = I_i\cos\theta_{Ii}^n + jI_i\sin\theta_{Ii}^n \quad (۴)$$

$$I_{ic}^n = \frac{V_i^n}{V_{Ri}^2}(-\sin\theta_{vi}^n + j\cos\theta_{vi}^n)Q_i \quad (۵)$$

$$Z_{ij}^n = R_{ij} + jX_{ij}^n \quad (۶)$$

$[Z]$: که در آن ماتریس امپدانس سیستم

θ_{Ii}^n : زاویه ی جریان تزریقی هارمونیک مرتبه n ام در باس i

θ_{vi}^n : زاویه ی ولتاژ باس هارمونیک مرتبه n ام در باس i

V_{Ri} : ولتاژ مجاز خازن در باس i

سپس تلفات توان حقیقی از حل معادله ی (۷) به دست می آید :

$$P_{loss}^n = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} I_i^n I_j^n R_{ij}\cos(\theta_{Ii}^n-\theta_{Ij}^n)$$

$$-2n\sum_{i=1}^{N}\frac{V_i}{V_{Ri}^2}\left(\sum_{j=1}^{N}R_{ij}I_j^n\sin(\theta_{Ij}^n-\theta_{Vi}^n)\right)Q_i \quad (۷)$$

$$+h^2\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}\frac{ViVj}{V_{Ri}^2V_{Rj}^2}R_{ij}\cos(\theta_{Vi}^n-\theta_{Vj}^n)Q_iQ_j$$

سپس تلفات انرژی به صورت مجموع تلفات توان حقیقی در طول کل پریود زمانی با در نظر گرفتن منحنی بار روزانه عملی فیدر نمونه حل می شود :

$$E_{loss}^n = \int_0^T P_{loss}^n(t)\,dt \quad (۸)$$

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

۵-۱۰- محدودیت ها

در طول می نیمم سازی تابع هدف معادله ی (۱)، محدودیت های عملیاتی سیستم از قبیل harmonic distortion و تشدید ولتاژ (voltage violation) باید وارد محاسبات شود. در این مقاله، محدودیت ولتاژ تحلیل اصلی ولتاژ محسوب می شود. سپس ولتاژ harmonic distortion در صورت نیاز با فیلتر هارمونیک حل می شود.

تغییر ولتاژ باس در اثر تزریق جریان خازن های جبران کننده با حل معادله ی (۹) و [۵] به دست می آیند :

$$\Delta V_i = \sum_{k=1}^{N} Z_{ik}\Delta I_{ck} = \sum_{k=1}^{N} Z_{ik}\left(\frac{jQ_k}{V_k^c}\right) \qquad (۹)$$

سپس ولتاژ باس به صورت V_i^e اصلاح می شود.

$$V_i^c = V_i^u + \Delta V_i$$

$$= V_i^u + \sum_{k=1}^{N}\left(\frac{Z_{ik}}{V_k^c}\right)Q_k \qquad (۱۰)$$

که در آن V_{ci}^u ولتاژ باس قبل از جبران سازی موازی می باشد. بنابراین محدودیت ولتاژ به صورت تابعی از خازن های موازی بیان می شود و مسأله ی جایگذاری خازن کل به صورت معادله ی (۱۱) حل می شود.

$$\text{Min. : F} = K_P\sum_{n=1}^{nax}P_{loss}^n + K_e\sum_{n=1}^{nax}E_{loss}^n + K_c\sum_{i=1}^{N}Q_i$$

$$V\min_i - V_i^u \le \sum_{j=1}^{N}\left(\frac{Z_{ij}}{V_j^c}\right)Q_j \le V\max_i - V_i^u \qquad (۱۱)$$

s.t.

۵-۱۱- طراحی فیلتر

بعد از حل جبران سازی توان راکتیو مورد نیاز و تعیین مکان های متناظر که خازن ها باید در آنجا نصب شوند، خازن موازی باید برای باس هایی که harmonic distortion غیرمجاز دارند با فیلترهای

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

مناسب جایگزین شوند. در این مطالعه، توان راکتیو تولیدی توسط فیلتر باید همان باشد که توسط خازن موازی قبلی تأمین می شود.

برای فیلتر تکی درجه t ام، ولتاژ اصلی عبوری خازن به صورت زیر محاسبه می شود:

$$V^1 = \frac{X_C}{Z_{filter}} \times V_{bus}$$

$$= \frac{t^2}{t^2 - 1} \times V_{bus} \qquad (۱۲)$$

که در آن Z_{filter}, X_c به ترتیب امپدانس خازن و فیلتر در فرکانس اصلی می باشند. میزان مجاز ولتاژ خازن فیلتر از معادله ی (۱۳) به دست می آید :

$$V_c = V_{bus} \times \frac{t^2}{t^2 - 1} + \sum_{n=2}^{n_{max}} V^n \qquad (۱۳)$$

بسته به وجود اندکتانس سری، توان راکتیو خالص تولید شده با فیلتر هارمونیک مرتبه t ام از معادله ی (۱۴) به دست می آید :

$$Q_{filter} = \frac{V_{bus}^2}{Z_{filter}}$$

$$= Q_{cap} \times \left(\frac{V_{bus}}{V_c}\right)^2 \times \frac{t^2}{t^2 - 1} \qquad (۱۴)$$

WikiPower.ir

۵-۱۲- شبیه سازی کامپیوتری

در این مقاله یک فیدر توزیع نمونه ای ۱۱/۴ kv برای شبیه سازی کامپیوتری انتخاب گردیده است. اطلاعات باس و اطلاعات شاخه، در ضمیمه آمده است. محدودیت های ولتاژ عبارتند از : ۰/۰۹۵ p.u = V_{min} و ۱/۰۵ p.u = V_{max} حد harmonic distortion برابر است با ٪۳ = HDF_{max}

پارامترهای تابع هدف عبارتند از :

kp=$ ۱۶۸/ kw.yr و ۰/۰۵ kwh = k_c $,ke ۴ فیدر نمونه ناحیه ی تجاری را با منحنی بار روزانه ی نشان داده شده است

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

مقادیر جریان هارمونیک در هر باس $I_{1/n}$ فرض می شود، که در آن I_1 جریان بار اصلی و n مرتبه ی هارمونیک است.

به منظور بهبود منحنی ولتاژ ابتدا جایگذاری خازن بهینه انجام می شود. برای این مطالعه مکان خازن موازی بهینه در باس ۴ و ۶ و ۷ و ۱۲ و ۱۳ و اندازه های متناظر خازن ها ۳۰۰ و ۳۰۰ و ۱۵۰ و ۱۵۰ و ۱۵۰ kwar به دست آمدند.

هرچند ولتاژ سیستم بهبود می یابد، اما ضریب harmonic distortion هنوز بزرگتر از حد مجاز است. بعلاوه تلفات سیستم و هزینه های متناظر فیدر آزمایش به طور معنی داری با جبران سازی قدرت راکتیو مطابق آنچه در جدول ۲ نشان داده می شود کاهش می یابند. معلوم می شود که تلفات سیستم و هزینه های کل فیدر نمونه با اعمال روش پیشنهادی حداقل می شود. صرفه جویی بالغ بر ۶۸۸۵ $ / year با کاربرد روش جبران سازی توان راکتیو حاصل می شود. برای حل harmonic distortion دو فیلتر تک کوکی sigle- tuned در باس ۱۲ مطابق جدول ۳ با فرکانس های tuning در مرتبه هارمونیک ۴/۸ و ۶/۷ نصب می شوند تا قابلیت افزایش هارمونیک توسط فیلترها را از بین ببرد. توان راکتیو مؤثر کل تولید شده با هر دو فیلتر در فرکانس اصلی برابر با ۱۵۰ kvar است، و این به معنی آن است که همان میزان جبران سازی قدرت راکتیو به دست می آید. از جدول ۱ (حالت III) جبران سازی به دست می آید. معلوم می شود که harmonic distortion به حد مجاز آن کاهش پیدا می کند.

۵-۱۳- نتیجه گیری ها :

این مقاله یک روند منظم توسعه داده است برای تعیین جبران سازی توان راکتیو توسط خازن های موازی و فیلترها برای سیستم های توزیع با بارهای غیرخطی. نرم افزار MINOS برای حل برنامه ریزی غیرخطی جهت پیدا کردن محل و اندازه های بهینه جبران سازی توان راکتیو به کار برده می شود. پخش بار هارمونیک برای محاسبه ی harmonic distortion سیستم و تلفان توان به کار می شود. فیلترهای هارمونیک مناسب برای پیدا کردن فرکانس کوک (tuning frequence) ولتاژ و جریان مجاز اندوکتانس و خازن برای باس های دارای harmonic distortion غیرمجاز به کار برده می شود.

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

برطبق شبیه سازی کامپیوتری فیدر نمونه، نتیجه می شود که جبران سازی قدرت راکتوی باید با فیلترهای هارمونیک برای حذف harmonic distortion هم چنین برای تأمین جبران سازی توان توان راکتیو ترکیب نشود.

برای خرید فایل word این پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۳)
پشتیبانی : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶