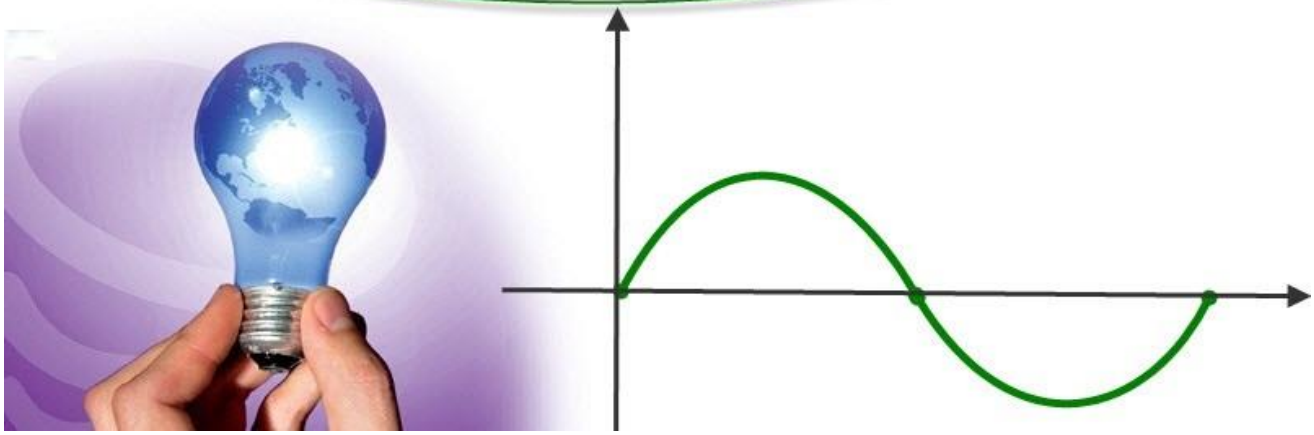
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



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

موضوع پروژه:

بارهای خاص و تاثیر آنها بر روی شبکه توزیع

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۳۳۱)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

مقدمه

مصرف‌کنندگان همیشه انتظار دارند که از تغذیه الکتریکی با کیفیت خوب استفاده کنند. بنابراین برای فراهم آوردن این شرایط باید به بارهایی که باعث ایجاد اختلال در ولتاژ تغذیه می شوند، توجه کرد. زیرا این نوع اغتشاشات روی عملکرد تجهیزات مصرف‌کنندگان و تجهیزات اداره برق اثر می‌گذارد.

نمونه‌های معمول این نوع بارها عبارتند از: کوره‌های قوس تولید فولاد، ابزار جوش، کوره‌های القائی، آسیاب‌های دوار و فن‌های معادن و وسایل کشنده برقی که تغییرات شدید جریان ناشی از تغییرات بار آنها باعث نوسانات ولتاژ در نقطه اتصال مصرف‌کننده‌ها به شبکه می‌شود.

با وجود اینکه بارهای بزرگ صنعتی توجه خاص خود را می‌طلبند ولی در عین حال جمع تعداد زیادی از بارهای کوچک که عموما در مصارف خانگی و تجاری به کار می‌روند و به تنهایی مشکلی برای خطوط تغذیه ایجاد نمی‌کنند، با هم باعث کاهش کیفیت تغذیه می‌گردد.

ما در این پروژه سعی کرده‌ایم تا به معرفی گوشه‌ای از این بارهای خاص نامبرده شده در بالا پرداخته و در صورت لزوم راهکارهایی برای جبران اثرات نامطلوب آنها روی شبکه‌های برق ارائه دهیم.

فصل اول :کوره های القایی و نقش آنها بر روی شبکه، فصل دوم: اصول کار موتورهای خطی و تاثیرات آن بر روی شبکه ، فصل سوم : عملکرد موتورهای القایی و تاثیر آنها بر شبکه، فصل چهارم: نقش تراسفورماتورها در شبکه توزیع، فصل پنجم : کنترل پیشرفته سیستم های جوشکاری و نقش آن بر شبکه ، فصل ششم: مبدل ها و تاثیر آنها بر شبکه توزیع، فصل هفتم : نوسانات ولتاژ در شبکه های توزیع.

لازم به ذکر است که فصل هفتم می تواند به عنوان نتیجه گیری هر فصل باشد.

فصل اول

کوره‌های القائی

امروزه کوره‌های القایی به صورت گسترده‌ای در صنایع سنگین و سبک استفاده می‌شوند و کوره‌های سوخت فسیلی به سرعت جای خود را به کوره‌های القایی می‌دهند. کورهای القایی دارای مزایای متعددی نسبت به سایر کوره‌ها می‌باشند که مهمترین مزیت آنها بازده بالا، سرعت خروجی بالا و تمیزی آنها می‌باشد.

کوره‌های القایی باعث آلودگی محیط و یا آلیاژ تهیه شده نمی‌گردد و نگهداری و بهره‌برداری از آنها نسبت به کوره‌های سوخت فسیلی ارزانتر می‌باشد.

اساس کار کوره‌های القایی بر اساس تلفات اهمی جریان القا شده در قطعه کار می‌باشد. بر این اساس مجموعه بار و کویل کوره‌های القایی به خروجی یک اینورتر منبع ولتاژی یا منبع جریانی متصل می‌گردد. برای اصلاح ضریب قدرت خروجی اینورتر از یک خازن به صورت سری یا موازی با بار کوره القایی قرار می‌گیرد استفاده می شود. شمای این دو نوع ساختار در شکل(۱) نشان داده شده است. در حالتی که از ساختار سری استفاده شده است فرکانس کلیدزنی اینورتر می‌تواند بالا یا پایین فرکانس رزونانس سلف و خازن انتخاب گردد. در حالتی که فرکانس کلیدزنی زیر فرکانس رزونانس انتخاب گردد بار به صورت خازنی و در حالتی که فرکانس کلیدزنی بالای فرکانس رزونانس انتخاب گردد بار به صورت سلفی می‌باشد.

با توجه به کاربرد کوره‌های القایی در صنایع مختلف از جمله صنایع حساس و نیاز به کنترل توان در این نوع صنایع، یکی از مباحث مهم در بحث کوره‌های القایی نحوه کنترل توان در این کوره‌ها می‌باشد. تاکنون روشهای مختلفی برای کنترل کوره‌های القایی مطرح شده است.

دقیق‌ترین و سریع‌ترین روشهای کنترل توان در کوره‌های القایی مربوط به کوره‌های القایی با اینورتر منبع ولتاژی می‌باشد. هنگامی که در ساخت کوره القایی از اینورتر منبع ولتاژ استفاده شود، بار می‌تواند به صورت سری یا هایبرید (مدار نوسان موازی به همراه سلف سری) باشد. (۱-۴)

در این حالت یکسوسازی می‌تواند به صورت دیودی استفاده شود. این مسئله باعث کاهش اندازه یکسوساز و ارزان شدن مجموعه کوره می‌شود(۱). در این حالت کنترل توان از طریق اینورتر انجام می‌شود. کنترل از طریق اینورتر انجام می‌شود. کنترل از طریق اینورتر می‌تواند به روشهای مختلفی انجام شود. ما به کنترل توان از طریق تغییر فرکانس کلیدزنی اشاره می‌کنیم. این روش کنترل نسبت به روشهای دیگر کنترل توان در کوره القایی دارای مزایا و معایبی می‌باشد که در بخش‌های بعدی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در بخش(۲) توان انتقالی و تلفات کلیدزنی و بازده این روش نشان داده شده است.

WikiPower.ir

در ساخت کوره‌های القایی از تکنیک‌های استفاده شده است که نیاز به PLL را از بین برده است و متعاقب آن نیازی به استفاده از ترانس جریان که به دلیل اضافه کردن یک امپدانس سری در مدار مشکل‌ساز می‌باشد، در خروجی اینورتر نمی‌باشد.

همچنین این دستگاه طراحی شده، پایداری و سرعت عکس‌العمل خوبی در برابر با تغییرات بار در کوره القایی دارا می‌باشد.

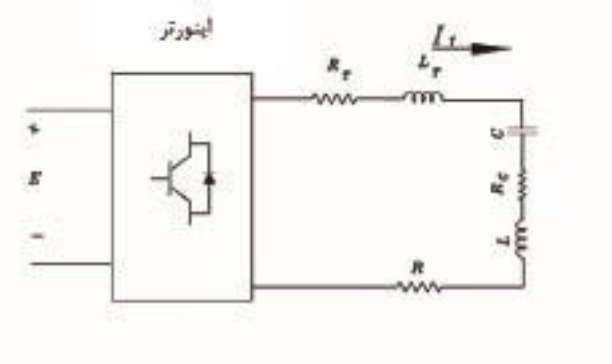
کنترل توان از طریق تغییر در فرکانس کلیدزنی

رو شهای متعددی برای کنترل توان در کوره‌های القایی موجود می‌با شد که از آن جمله می‌توان به روش های تغییر فرکانس، تغییر فاز، تغییر چگالی پالس و تغییر در تعداد پالس کلیدها نام برد. البته روش های دیگری نیز وجود دارد ولی برای توان های بالا ۱۰کیلووات، روش های نام برده مناسب‌تر می‌با شند. در روش کنترل توان از طریق کنترل فرکانس از تغییر فرکانس کلیدزنی در اینورتر برای کنترل توان خروجی ا ستفاده می شود. این مسئله باعث دور شدن نقطه کار از فرکانس رزونانس می‌گردد که دور شدن فرکانس کلیدزنی از فرکانس رزونانس به معنی کاهش توان انتقالی به بار می‌باشد. دورشدن فرکانس کلیدزنی از فرکانس رزونانس می‌تواند با افزایش فرکانس کلیدزنی از فرکانس رزونانس یا با کاهش آن از فرکانس رزونانس حا صل گردد. دور شدن فرکانس کلیدزنی از فرکانس رزونانس باعث کاهش بازده مدار و افزایش در تلفات سویچ‌ها و نویزهای تولید شده در محیط (Electro magnetic interference) EMI می‌گردد.

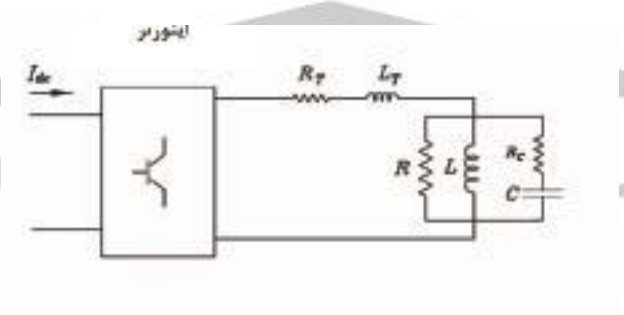
اگر فرکانس کلیدزنی زیر فرکانس رزونانس انتخاب شود برای کاهش توان باید فرکانس را کاهش داد و این مطلب باعث افزایش ابعاد فیلتر به کار رفته در سیستم کوره می‌گردد.

همچنین در یک محیط اگر دو اینورتر با فرکانس‌های کلیدزنی مختلف کار کنند نویزهای صوتی تولید شده بسیار آزاردهنده می‌باشد.

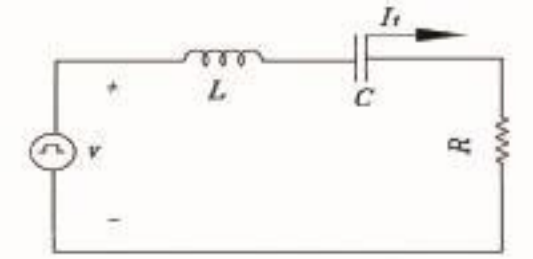
در حالتی که ضریب میرایی دارای مقدار کمی با شد می‌توان فرض کرد که جریان بار به طور کامل سینوسی است، اگر سیستم را به طور کامل ایده‌آل فرض کنیم مدل کوره به صورت شکل (۲) می‌شود. در شکل (۲) L شامل سلف بار و سلف نشتی ترانس تطبیق‌دهنده امپدانس (درصورت استفاده) می‌باشد. در این مدل ساده شده از مقاومت مسی ترانس، شاخه موازی ترانس و مقاومت خازن‌ها و سیم‌ها صرفنظر شده است.



شکل (۱- الف) مدل کوره القایی با اتصال سری بار و خازن اصلاح ضریب قدرت



شکل(۱- ب) مدل کوره القایی با اتصال موازی بار و خازن اصلاح ضریب قدرت



شکل(۲-۱) مدل ساده شده سیستم کوره

با توجه به مدل بیان شده در شکل (۲) داریم:

تبدیل فوریه ولتاژ خروجی اینورتر به صورت رابطه (۱-۱) می‌باشد.

$$u = u_1\sqrt{2}\sin(wt) + u_3\sqrt{2}\sin(3wt) + \ldots + u_n\sqrt{2}\sin(nwt) + \ldots \quad (۱-۱)$$

که

$$u_1 = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}VDC$$

$$u_n = \frac{u_1}{n} \quad (۱-۲)$$

همانگونه که در قبل بیان شد اگر ضریب میرایی دارای مقدار نزدیک به صفر باشد می‌توان جریان را به طور کامل سینوسی فرض کرد. مولفه اول جریان به صورت رابطه (۱-۳) به دست می‌آید.

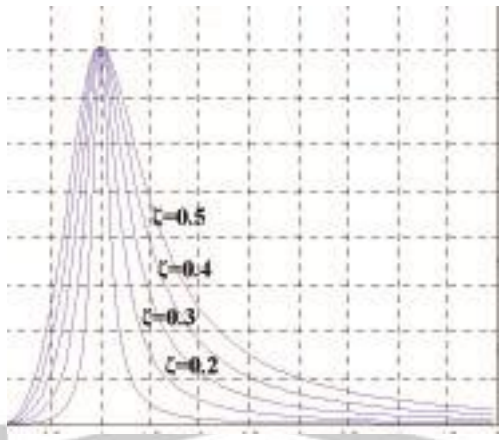
$$I_1 = \frac{u_1}{\sqrt{R^2+(Lw-\frac{1}{CW})^2}} \quad (۱-۳)$$

بنابراین برای توان انتقالی به بار داریم:

$$P = R\times I_1^2 = R\frac{\frac{8}{\pi^2}V^2DC}{R^2+(Lw-\frac{1}{CW})^2} \quad (۱-۴)$$

همانگونه که از رابطه (۴-۱) مشاهده می‌شود توان انتقالی به بار وابسته به فرکانس کلیدزنی اینورتر می‌باشد و با تغییر فرکانس کلیدزنی اینورتر توان انتقالی به بار تغییر می‌کند.

در شکل(۳-۱) کنترل توان توسط تغییر فرکانس برای ضریب میرایی مختلف نشان داده شده است که W_0 فرکانس نوسان طبیعی مدار می‌باشد.



شکل (۳-۱) تغییرات توان در بار تغییرW/W0نسبت به ζ های مختلف

در شکل(۳-۱)، P_0 به صورت رابطه (۵-۱) می‌باشد:

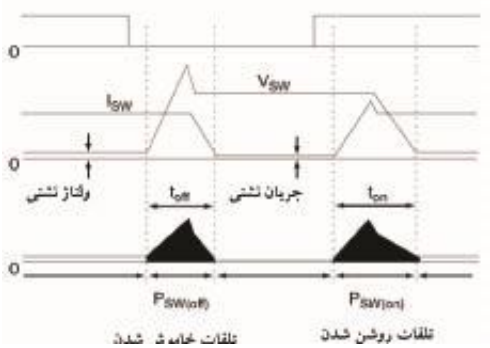
$$P_0 = \frac{V_{DC}^2}{R} \qquad (۵-۱)$$

همانگونه که از شکل (۳-۱) مشاهده می‌شود با تغییر فرکانس توان انتقالی به بار کاهش می‌یابد. البته نزدیک شدن بیش از حد به فرکانس رزونانس باعث می‌شود که ولتاژ شدیدی بر روی بار و خازن بیفتد.

کنترل توان با روش کنترل فرکانس ساده می‌باشد. ولی دارای باند محدودی برای عملکرد اینورتر در سویچزنی نرم ZVS (zero Voltage switching) یا ZCS (zero carrent switching) می‌با شد. این مطلب به این معنی می‌باشد که برای تغییر توان در رِنج زیاد تلفات مبدل افزایش می‌یابد و بازده سیستم کوره کاهش می‌یابد. برای دستیابی به کلیدزنی نرم (ZVS) باید فرکانس کلیدزنی بیشتر از فرکانس رزونانس انتخاب شود. همچنین برای حصول ZCS باید فرکانس کلیدزنی در زیر فرکانس رزونانس با شد. البته باید به این نکنه توجه دا شت که هنگامی که فرکانس کلیدزنی زیر فرکانس رزونانس قرار دارد دیود باید در جریان مخالف صفر خاموش شود و زمان ریکاوری دیود فرکانس کلیدزنی را محدود می‌کند. به همین دلیل فرکانس کلیدزنی در زیر فرکانس رزونانس، در مواردی که فرکانس کلیدزنی پایین است (زیر ۱۰ کیلو هرتز) مورد استفاده قرار می‌گیرد و در مواقعی که فرکانس کلیدزنی بالا است باید فرکانس کلیدزنی بیشتر از فرکانس رزونانس انتخاب شود.

مزیت بزرگ کنترل توان به روش تغییر فرکانس کلیدزنی، سادگی و ارزانی آن می‌باشد.

ولی همانگونه که در قبل بیان شد با دور شدن فرکانس کلیدزنی از فرکانس رزونانس بازده سیستم کوره به دلیل افزایش تلفات، کاهش پیدا می‌کند. تلفات سیستم شامل تلفات کلیدزنی، تلفات ترانس تطبیق امپدانسی، تلفات خازن و تلفات هدایتی سیستم‌ها و کلیدها می‌باشد.



شکل (۴-۱) تلفات موجود در کلیدزنی

با توجه به اینکه شـکل جریان و ولتاژ کلیدهای اینورتر در هنگام خاموش و روشـن به طور تقریبی شبیه به شکل (۴-۱) می‌باشد، انرژی تلف شده در کلیدها در هنگام خاموش و روشن کردن آنها با استفاده از رابطه (۶-۱) به دست می‌آید.

$$E_{sw} = E_{sw_{on}} + E_{sw_{off}} \quad (۱-۶)$$

$$E_{sw_{on}} = \frac{1}{2} V_{sw} I_{sw} + t_{on} \quad (۱-۷)$$

$$E_{sw_{off}} = \frac{1}{2} V_{sw} I_{sw} + t_{off} \quad (۱-۸)$$

WikiPower.ir

اگر از جریان وارد شده به شاخه موازی مدل (تلفات هسته ترانس تطبیق امپدانس) صرف‌نظر کنیم داریم:

برای فرکانس بالای فرکانس رزونانس:

$$\eta = \frac{R I_{1rms}^{1^2}}{\mathrm{Re}q\, I_{1rms}^{1^2} + \frac{2Ws}{\pi\sqrt{2}} V_{DC} I_{1rms}^{1} |\sin(\varphi)|(t_{off})} \quad (۱-۹)$$

که در رابطه فوق:

$$\sin(\varphi)=\frac{L_{eq}W-\frac{1}{cw}}{\sqrt{\mathrm{Re}\,q^2+\left(L_{eq}W-\frac{1}{CW}\right)^2}} \qquad (۱-۱۰)$$

و t_{on} و t_{off} به ترتیب زمان روشـــن و خاموش شـــدن کلیدهای به کار رفته در اینورتر و I_1^1 مولفه اول جریان خروجی اینورتر می‌با شد. R_{eg} شامل مجموع مقاومت بار و ترانس تطبیق امپدانس، با تک خازنی و کلیدهای به کار رفته در اینورتر می‌باشد که R برابر است با:

$$R_w=K\left[\mu_r P A_w+\frac{K_r \pi dc\delta c}{2}\right] \qquad (۱-۱۱)$$

که

$$K=\left[2\pi f\mu_0\frac{N_c^2}{Lc}\right] \qquad (۱-۱۲)$$

WikiPower.ir

که در رابطه فوق dc قطر کویل، δc عمق نفوذ جریان در داخل سیستم کویل می‌باشد. K_r و P نیز ضرایب ثابت می‌باشند. با انتقال امپدانس بار به سمت ولتاژ بالای ترانس داریم:

$$R=n^2 Rw \qquad (۱-۱۴)$$

$$L=n^2 Lc$$

در رابطه فوق R_w و L_c مقاومت قطعه کار و سلف بار و n نسبت تبدیل ترانسفورماتور می‌باشد. البته باید به این نکته توجه داشت که R_w مجموع مقاومت قطعه کار و کویل کوره می‌باشد که تنها توان انتقالی

به قطعه کار مفید می‌با شد و بی شتر توانی که در مقاومت کویل به گرما تبدیل می شود تو سط آب داخل سیستم کویل جذب می‌شود. همچنین R_w به صورت متوسط بر اساس تغییر دما در نظر گرفته شده است.

در شـــکل‌های (۵-۱) تغییرات بازده مبدل، تلفات کلیدزنی، تلفات هدایت و توان تحویلی به بار بر اساس فرکانس کلیدزنی نشان داده شده است. مشخصات مدار شبیه سازی شده به صورت زیر می‌باشد. لازم به ذکر است که در این مثال از شاخه موازی ترانس صرف نظر شده است.

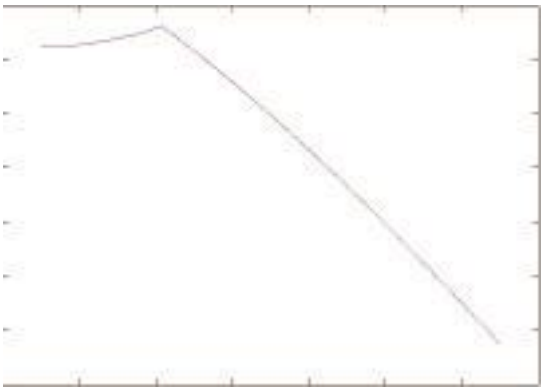
$$R = 4\Omega$$
$$R_T = 0/2\Omega$$
$$n^2 L = 0/0004H$$
$$C = 0/64\mu f$$
$$t_{on} = 150ns$$
$$t_{off} = 150ns$$

WikiPower.ir

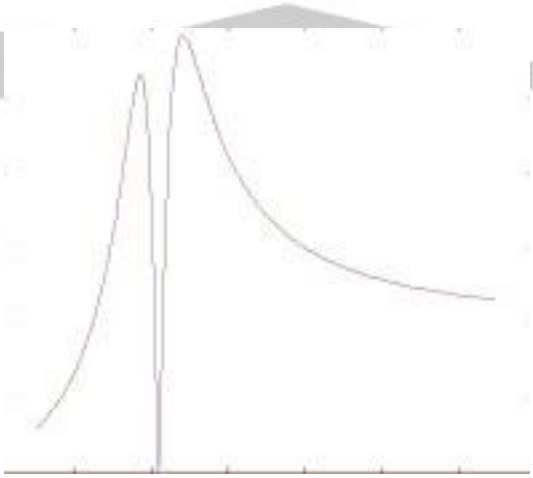
در هر یک از مودها (سلفی یا خازنی) که با شیم تنها یکی از تلفات خاموش شدن یا رو شن شدن کلیدها را به عنوان تلفات کلیدزنی داریم.

$$V_{DC} = 513v$$
$$R_{SW} = 0\Omega$$
$$R_C = 0/5\Omega$$

که R_c و R_w مقاومت بانک خازنی در خروجی اینورتر و مقاومت کلید در حالت روشن بودن می‌باشند:



شکل(۵-۱) تغییرات بازده مبدل بر اساس فرکانس کلیدزنی (W)



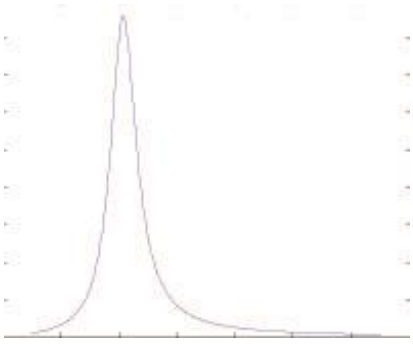
شکل (۶-۱) تغییرات تلفات کلیدزنی (وات) بر اساس فرکانس کلیدزنی (W)

همان گونه که از شکل (۵-۱) بر می‌آید بازده در فرکانس رزونانس بیشترین مقدار را دارا می‌باشد و با دور شدن فرکانس کلیدزنی از فرکانس رزونانس بازده سیستم کاهش یافته است.

البته باید به این نکته توجه داشت که با دور شدن فرکانس کلیدزنی از فرکانس رزونانس، میزان کاهش بازده برای فرکانس‌های زیر فرکانس رزونانس کمتر از میزان کاهش بازده برای فرکانس‌های بالای فرکانس رزونانس می‌باشد.

کوره القایی ساخته شده:

کوره القایی ساخته شده به توان ۱۰کیلو وات می‌باشد که در ساخت آن از اینورتر منبع ولتاژ استفاده شده است و بار و خازن بهبود ضریب قدرت به صورت سری با یکدیگر قرار گرفته‌اند. البته بار که شامل قطعه کار و کویل می‌با شد در ثانویه یک ترانس تطبیق امپدانس با ه سته فریت قرار گرفته ا ست. کنترل توان در این کوره از طریق اینورتر با استفاده از روش تغییر در فرکانس کلیدزنی انجام می‌شود.



شکل (۷-۱) تغییرات توان انتقالی به بار بر اساس فرکانس کلیدزنی (W)

نحوه کار دستگاه به این صورت است که هنگام روشن کردن سیستم کوره، اینورتر به صورت اتوماتیک فرکانس رزونانس مدار را پیدا می‌کند و بر روی آن قفل می‌کند. با تغییر بار دستگاه، فرکانس رزونانس عوض می‌شود ولی اینورتر طراحی شده در ساخت این کوره با سرعت بسیار خوب تغییرات فرکانس رزونانس را دنبال می‌کند و بر روی فرکانس جدید قفل می‌کند. لازم به ذکر است که از این دستگاه می‌توان به‌عنوان اندازه‌گیر اندوکتانس و یا کاپاسیتانس نیز استفاده شود.

با توجه به این مطلب که در نقطه رزونانس، جریان کشیده شده از اینورتر دارای بیشترین مقدار خود می‌باشد، در این دستگاه هنگام روشن شدن با تغییر فرکانس کلیدزنی در محدوده‌ای که توسط کاربر تعیین می‌گردد، فرکانسی که در آن بیشترین جریان از شاخه DC کشیده شده است را مشخص و در حافظه دستگاه ذخیره می‌کند. پس از اتمام جستجو، دستگاه فرکانس کلیدزنی را برابر با فرکانسی قرار می‌دهد که در آن فرکانس بیشترین جریان از شاخه dc گذشته است. پس از پیدا کردن نقطه رزونانس دستگاه همچنان فعال می‌باشد و با تغییر فرکانس، رزونانس که در اثر تغییر بار حاصل می‌گردد، فرکانس کلیدزنی را در فرکانس رزونانس جدید قرار می‌دهد. البته در این دستگاه اپراتور می‌تواند فرکانس کلیدزنی را برابر با ضریبی از فرکانس رزونانس قرار دهد. برای مثال اپراتور می‌تواند فرکانس کلیدزنی را برابر با ۱/۱ برابر فرکانس رزونانس قرار دهد. اندازه‌گیری جریان در این دستگاه توسط یک سنسور اثرهال و در قسمت DC انجام می‌شود. اندازه‌گیری جریان در شاخه DC نیاز به استفاده از ترانس جریان در خروجی اینورتر را

برطرف می سازد که این مسئله مزیت بزرگ این دستگاه به شمار می‌رود. استفاده از ترانس تطبیق‌دهنده امپدانس به دلیل امپدانسی که به صورت سری در مدار اضافه می‌کند باعث یک رزونانس جدید در مدار می‌گردد که مشکل‌ساز می‌باشد.

WikiPower.ir

www.wikipower.ir

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

فصل دوم

عملکرد موتورهای القایی سه فاز

یک موتور القایی درای یک سیم‌پیچی متعادل سه فاز بر روی استاتور است. رتور یک موتور القایی از نوع رتور سیم‌بندی شده شامل یک سیم‌پیچ متعادل سه فاز با تعداد قطبهای یکسان با استاتور است. رتور یک موتور قفس سنجابی هادی‌هایی دارد مه توسط حلقه‌های انتهایی اتصال کوتاه شده‌اند.در اثر پدیده القاء ولتاژی در رتور با تعداد فاز و قطب یکسان با سیم‌بندیهای استاتور بوجود می‌آید.

زمانی که سیم‌بندی استاتور با یک منبع سه فاز با فرکانس ω (رادیان بر ثانیه) تغذیه می شود، میدان گردانی با سرعت سنکرون ω_{ms} (رایان بر ثانیه) ایجاد می‌شود که

(۲-۱) تعداد قطب ها=p و

$$\omega_{ms} = \frac{2}{p}\omega = \frac{4\pi f}{p} rad/\sec$$

اگر سرعت رتور ω_m (رادیان بر ثانیه) باشد، در این صورت سرعتی نسبی بین میدان گردان استاتور و رتور عبارتست از :

$$\omega_{sl} = \omega_{ms} - \omega_m = s\omega_{ms} \qquad (۲-۲)$$

که ω_{sl} سرعت لغزش نامیده می‌شود. لغزش s از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$s = \frac{\omega_{ms} - \omega_m}{\omega_{ms}} \qquad (۲-۳)$$

بنابراین

$$\omega_m = (1-s)\omega_{ms} \qquad (۲-۴)$$

به علت وجود سرعت نسبی بین میدان گردان استاتور و رتور یک ولتاژ سه فاز متعادل در سیم‌بندیهای رتور القاء می‌شود که فرکانس آن متناسب با سرعت لغزش موتور است. بنابراین،

rad/sce (۲-۵)

$$\omega_r = \frac{\omega_{sl}}{\omega_{ms}}(\omega) = s\omega$$

که ω_r فرکانس رتور بر حسب رادیان بر ثانیه است. برای ω_m کوچکتر از ω_{ms} سرعت نسبی مثبت است. در نتیجه توالی ولتاژ رتور همانند توالی ولتاژ استاتور است. عبور جریان سه فاز در رتور باعث ایجاد میدانی گردانی می‌شود که نسبت به رتور با سرعت لغزش ω_{sl} و هم جهت با گردش رتور دوران می‌کند. در نتیجه سرعت میدان گردان رتور به استاتور (مرجع ساکن) با سرعت میدان گردان استاتور را بر خواهد شد. لذا گشتاور حالت ماندگار ایجاد شده که مقدار آن عبارت زیر بدست می‌آید.

$$T=-\frac{\pi}{2}\left(\frac{P}{2}\right)^2 \Phi_{ma} F_{mr} \sin\delta_r \qquad (۲-۶)$$

که Φ_{ma} شار فاصله هوایی در قطب بر حسب وبر f_{mr} حداکثر MMF رتور بر حسب آمپر دور و δ_r زاویه گشتاور یا اختلاف فاز میان MMF رتور و MMF فاصله هوایی برای سرعتهای ω_m کوچکتر از ω_{ms} میدان‌های رتور و استاتور نسبت به هم ساکن باقی می‌مانند و گشتاور حالت دائمی ایجاد می شود. برای $\omega_m = \omega_{ms}$ سرعت نسبی بین میدان استاتور و رتور صفر می شود. در نتیجه ولتاژی در رتور القاء نمی‌شود و گشتاور خروجی صفر است.

برای $\omega_m \rangle \omega_{ms}$ سرعت نسبی میدان رتور و استاتور عکس می شود. در نتیجه جهت ولتاژها و جریانهای القایی رتور نیز عکس می‌شوند و توالی فاز آنها با استاتور نیز مخالف خواهد شد. جریان سه فاز القایی رتور میدان گردانی در جهت عکس حرکت رتور با سرعت ω_{sl} ایجاد می‌کند. بنابراین در اینجا نیز سرعت میدان رتور نسبت به میدان استاتور صفر می‌شود و در نتیجه گشتاور حالت دائمی ایجاد می‌شود. از

آنجایی که جهت جریان رتور معکوس شده علامت گشتاور منفی می‌شود و ماشین در حالت ژنراتوری قرار می‌گیرد. از حالت ژنراتوری برای ایجاد شرایط ترمز ژنراتوری استفاده می‌شود.

موتورهای القائی با رتور سیم‌بندی شده

یکی از ویژگی‌های موتورهای القائی رتور سیم‌بندی شده است به موتورهای قفس سنجابی آن است که به مصالحه بین مشخصات حالت راه‌اندازی و کار دائم، نیازی ندارد. سیم‌بندی رتور با مقاومت کوچک طراحی می‌گردد و بطوریکه در حالت دائم راندمان مناسب و لغزش کوچکی ایجاد می‌شود. مشخصه راه‌اندازی با اضافه نمودن مقاومت در مدار رتور اصلاح می‌شوند.

در شرایطی که به گشتاور راه‌اندازی بزرگ نیاز با شد، مقاومت خارجی رتور چنان تعیین می‌کند تا بیشترین گشتاور در راه‌اندازی ایجاد گردد. این عمل کاهش جریان راه‌اندازی را نیز به دنبال دارد و به محض آنکه رتور سرعت گرفت مقاومت خارجی موتور کاهش می‌یابد. بطوریکه موتور در مرحله راه‌اندازی با بیشترین گشتاور شتاب‌گیری می‌کند. از آنجایی که قسمت اعظم تلفات رتور در مقاومت خارجی ایجاد می‌شود، افزایش دمای رتور در شرایط راه‌اندازی کم است. انتخاب مقاومت مناسب رتور، باعث می‌شود که از بیشترین ظرفیت گشتاور استفاده شود، بنابراین در کاربردهایی که به راه‌اندازی و شرایط ترمزی پی در پی نیاز باشد(با گشتاور بالا) از موتور رتور سیم‌بندی شده استفاده می‌شود.

بخاطر در دسترس بودن سیم‌بندی رتور، قابلیت انعطاف و کنترل پذیری موتورهای رتور سیم‌بندی شده بیش از موتورهای قفس سنجابی ا ست. زیرا هم امکان تغییر مقاومت رتور و هم تزریق ولتاژ به رتور وجود دارد. ولی در مقابل ضعفهایی نسبت به موتور قفس سنجابی دارد. از جمله می‌توان به قیمت بالا،

نیاز به نگهداری و تعمیر مکرر جاروبک و حلقه‌های لغزان رتور و کاهش استحکام رتور اشاره نمود.. لذا همانند موتورهای قفس سنجابی کار برد وسیعی ندارد.

راه‌اندازی

زمانیکه موتورهای القایی بطور مستقیم به ولتاژ خط متصل شود، جریان راه‌اندازی بزرگی را می‌کشد. در شرایطی که امپدانس داخلی منبع تغذیه بزرگ و یا ظرفیت جریان خروجی آن محدود باشد، راه‌اندازی موتور موجب افت ولتاژ خط می‌شود. در نتیجه سایر بارهای متصل به آن منبع تغذیه دچار اشکال می‌گردند. لذا لازم است با استفاده از روشهایی، جریان راه‌اندازی محدود شود. رفتار موتورهای قفس سنجابی در شرایط راه‌اندازی با توجه به نوع آن (کلاس موتور) متفاوت می‌باشد. راه‌اندازی موتورهای رتور سیم‌پیچی شده با افزایش مقاومت خارجی رتور انجام می‌شود و جریان راه‌اندازی نیز محدود می‌شود. روش‌های دیگری هم وجود دارد که هم در مورد موتورهای قفس سنجابی و هم در مورد رتور سیم‌بندی شده کار برد دارند. بطور مثال می‌توان از کاهش ولتاژ تغذیه، تغییر فرکانس ا ستاتور و یا افزایش امپدانس استاتور نام برد. در موتورهای رتور سیم‌بندی شده همچنین از تزریق ولتاژ در مدار رتور نیز به منظور کاهش جریان راه‌اندازی می‌توان استفاده نمود. از این روشها بجز روش افزایش امپدانس استاتور در کنترل سرعت موتورها نیز استفاده می‌شود که در قسمتهای بعدی این فصل مورد بحث قرار می‌گیرند.

از روشهای متعارف کاهش جریان راه‌اندازی، کاهش ولتاژ تغذیه است که توسط کلید ستاره – مثلث و یا اتوترانس انجام می شود. روش ستاره – مثلث در موتورهای قابل ا ستفاده ا ست که در شرایط عادی ب صورت مثلث مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. با تغییر سیم‌بندی از مثلث به ستاره ولتاژ و جریان راه‌اندازی با ضریب $\frac{1}{\sqrt{3}}$ و گشتاور راه‌اندازی با ضریب $\frac{1}{3}$ تقلیل می‌یابند. در راه‌اندازی با اتو ترانس با نسبت تبدیل a_T، جریان راه‌اندازی و گشتاور راه‌اندازی به ترتیب با ضرایب a_T و a^2_T تقلیل می‌یابند. در هر دو روش در تغییر وضعیت از حالت راه‌اندازی به حالت دائم اگر از کلید استفاده شود، امکان بروز

جریان‌های گذرا با دامنه بالا وجود دارد. قطع کلید از منبع تغذیه باعث می‌شود که جریان استاتور صفر شود و میدان گردان ا ستاتور حذف شود. بوا سطه ثابت زمانی بزرگ رتور جریان در رتور ادامه می‌یابد، و میدان رتور باعث القای ولتاژ بر روی سیم‌بندی استاتور می‌گردد. فاز ولتاژ القائی در استاتور بستگی به وضعیت میدان رتور دارد و مستقل از فاز ولتاژ شبکه می‌باشد. در لحظه وصل مجدد موتور به شبکه‌ای با ولتاژ جدید ممکن ا ست فاز ولتاژ القائی نا شی از میدان رتور و شبکه در فاز مقابل قرار گیرند و در نتیجه جریان هجومی شدیدی ایجاد گردد.

موتورهای بزرگ معمولا با ۲ سیم‌بندی در استاتور طراحی می‌شوند. بطوریکه در حالت عادی معمولا هر دو سیم‌بندی بطور موازی در مدار قرار می‌گیرند و در طی مرحله راه‌اندازی فقط یکی از سیم‌بندی‌ها در مدار قرار می‌گیرد. این امر باعث افزایش امپدانس معادل موتور شده و در نتیجه جریان راه‌اندازی محدود می‌شود. این روش بنام روش راه‌اندازی با سیم‌بندی کسری نامیده می‌شود.

کنترل سرعت

در این بخش اصول روشهای کنترل سرعت محرکه‌های الکتریکی که در آنها از مبدل‌های نیمه‌هادی کنترل شده استفاده می‌شود مورد بررسی قرار می‌گیرد. روشهای مرسوم عبارتند از :

کنترل با منبع ولتاژ متغیر فرکانس ثابت

۱- کنترل با منبع ولتاژ فرکانس متغیر

۲- کنترل مقاومت رتور

۳- کنترل از روش تزریق ولتاژ در مدار رتور

روشهای ۱ و۲ در مورد موتورهای قفس سنجابی و رتور سیم‌بندی شده و روشهای ۳ و ۴ فقط در موتورهای رتور سیم‌بندی شده قابل استفاده هستند.

کنترل سرعت با منبع ولتاژ متغیر و فرکانس ثابت

با افزایش لغزش، قدرت حاصله کاهش و تلفات مسی رتور افزایش می‌یابند.. در نتیجه راندمان موتور در سرعتهای کم، کاهش زیادی خواهد داشت.

کنترل سرعت با تغییر فرکانس

بر اساس معادله (۵-۲)،سرعت سنکرون مستقیما با فرکانس تغذیه متناسب است. لذا با تغییر فرکانس تغذیه به سرعت موتور به کمتر و بیش از سرعت نامی تغییر می‌نماید.

ولتاژ القایی E متنا سب با حا صلضرب فرکانس و شار فا صله هوایی ا ست. اگر از افت ولتاژ ا ستاتور صرف نظر شود می توان ولتاژ ورودی موتور را متنا سب با حا صل ضرب شار و فرکانس در نظر گرفت. اگر فرکانس بدون هیچ تغییری در ولتاژ تغذیه کاهش یابد شار فاصله هوایی افزایش می‌یابد.

موتورهای القایی به گونه‌ای طراحی می شوند که در نزدیکی ناحیه زانوی منحنی ا شباع مغناطیسی قرار گیرند. بنابراین افزایش شار باعث می‌گردد که موتور با اشباع مواجه شود که در نتیجه، منجر به افزایش نویز صوتی می‌گردد. همانطور که افزایش شار باعث بروز مشکلات ناشی از اشباع می‌گردد، کاهش شار نیز مناسب نمی‌باشد زیرا ظرفیت گشتاور موتور تقلیل می‌یابد. لذا تغییر فرکانس با تغییر ولتاژ تغذیه همراه است به گونه‌ای که شار در موتور ثابت باقی بماند. افزایش فرکانس به بیش از فرکانس اصلی در ولتاژ ثابت انجام می‌شود. این امر بواسطه محدودیتها ی ناشی از تحمل عایقی استاتور بوجود می‌آید.

متغیر a را به صورت زیر تعریف می‌کنیم

$$a = \frac{f}{f_{rated}} \qquad (۲-۸).$$

که در رابطه فوق f فرکانس کار و f_{rated} فرکانس نامی است.a فرکانس پریونیت نیر نامیده می‌شود.

مدارهای کنترل‌کننده ولتاژ AC

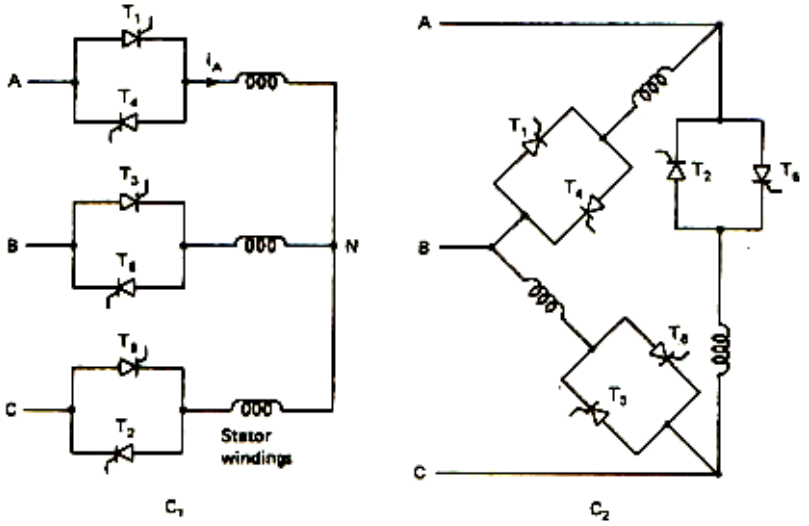
در موتورهای کوچک هر زوج تریستوری موازی را می‌توان با یک تریاک جایگزین نمود. آرایش C_1 در حالتی که استاتور بصورت مثلث است نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. با یک اتصال مثلث جریان چرخشی هارمونیک سوم، تلفات موتور را افزایش می‌دهد. در آرایش C_1، هر زوج تریستوری جریان خط شبکه را عبور می‌دهند. در حالی که در آرایش C_2 هر زوج تریستوری فقط جریان فاز را عبور می‌دهند. بنابراین جریان نامی تریستور در آرایش C_2 با ضریب $[1/\sqrt{3}]$ نسبت به آرایش C_1 کاهش می‌یابد در شرایط عادی کار مبدل، حداکثر ولتاژی که به تریستورها اعمال می‌شود در آرایش C_1 به اندازه $[\sqrt{3}/2]$ مرتبه کوچکتر از آرایش C_2 است (۲). ولی در شرایط غیرعادی حداکثر ولتاژ یکسان است، (یعنی برابر با حداکثر ولتاژ خط). چنین شرایط غیر طبیعی بسادگی می‌تواند ایجاد شود، برای مثال در شرایطی که تریستورهای یک فاز در اثر خرابی قطعه و یا فرمان آتش غلط هادی شوند و جریان بقیه فازها تمایل به قطع شدن داشته باشند. چون امکان وقوع اینگونه خطاها همواره وجود دارد بایستی ولتاژ نامی تریستورها از حداکثر ولتاژ خط بیشتر باشد. بنابراین طرح کنترل کننده

C_2 هزینه کمتری نسبت به C_1 دارد. با اینحال مدار C_2 فقط درمواردی بکار گرفته می‌شود که ماشین دارای اتصال مثلث بوده و سرهای سیم‌بندیهای ماشین در دسترس باشند. این وضعیت در بسیاری از کاربردهای موتورهای القایی وجود ندارد.

با جایگزینی یکی از تریستورهای هر جفت موازی با یک دیود می‌توان یک کنترل‌کننده ac ارزانتر بدست آورد. در این طرح هارمونیکهای زوج نیز ایجاد می‌شوند. در آرایش C_1، هارمونیک دوم بر هارمونیک پنجم غالب است ولی در آرایش C_2 هارمونیک دوم بر هارمونیک سوم غالب است. حضور هارمونیک دوم با فرکانس پائین، تلفات موتور را بخصوص در سرعتهای پائین به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد.

در آرایشهای نامتقارن یک یا دو زوج تریستوری حذف می شوند و فازهای متناظر آنها مستقیماً به منبع وصل می‌شوند. این مداردهی نامتقارن سبب کار نامتقارن موتور القایی و افزایش هارمونیکها

می‌شوند. ظرفیت گشتاور، که در سرعتهای پائین کم است، بشدت کاهش می‌یابد به همین منظور دلیل از این مدارهای نامتقارن استفاده نمی‌شود.



شکل(۱-۲) مدارهای کنترل‌کننده‌های ولتاژ ac سه فاز

تریســـتورهای مدار کنترل کننده شـــکل -۱ به ترتیب شـــماره آنها و با اختلاف فاز ۶۰ درجه بطور متوالی آتش می‌شوند. درمدار C_1 زاویه آتش α از لحظه‌ای که ولتاژ فازی V_{AN} صفر است و در مدار C_2 زاویه آتش α از لحظه‌ای که ولتاژ خط V_{AB} صفر است اندازه‌گیری می‌شوند. زاویه زیر را تعریف می‌کنیم:

$$\phi = \tan^{-1}\left[\frac{X_{in}}{R_{in}}\right] \qquad (۲-۸)$$

که $R_{in} + jX_{in}$ امپدانس ورودی موتور ا لقایی است.

برای زاویه‌ی آتش $\alpha \le \phi$ ، ولتاژ تغذیه موتور ثابت و تقریبا برابر با ولتاژ تغذیه اســـت. لذا جریان و ولتاژ موتور هر دو ســینوســی کامل هســتند. برای مقادیر بزرگتر a،جریان موتور بصـورت غیر پیوسـته در می‌آید و ولتاژ موتور با افزایش a ، کاهش می یابد. جریان و ولتاژ موتور در مدارهای C_2, C_1 به ترتیب در $a = 150^\circ$ و $a = 180^\circ$ صفر می‌شوند. بدلیل هدایت غیر پیوسته و وابستگی R_{in} و X_{in} به لغزش موتور s، تجزیه و تحلیل موتور القائی که با کنترل کننده ولتاژ ac تغذیه می‌شـوند پیچیده اسـت. مشـخصـه‌های سرعت –گشتاور نیز بطور قابل ملاحظه‌ای از مشخصه‌های سرعت-گشتاور مربوط به تغذیه موتور با ولتاژ سینوسی متغیر اختلاف دارد.

شکل موجها ی جریان و ولتاژ موتور به زاویه آتش بستگی دارند.

موج جریان برای مدار C_1 وبا $a = 60^\circ$ را نشان می‌دهد. تاخیر از لحظه صفر شدن تا زمان آتش تریستور بعدی در همان فاز، زاویه توقف $(holdoff)y$ نامیده می‌شود.

محرکه‌های بارهای پنکه‌ای یا پمپ‌ها و جرثقیل‌ها

دو کار برد مهم موتورهای القائی که با کنترل‌کننده‌های ولتاژ ac تغذیه می‌شوند محرکه بار پنکه‌ای یا پمپ و محرکه جرثقیل هستند.

محرکه‌های بارهای پنکه‌ای و پمپ‌ها

در این محرکه‌ها، گشتاور با مجذور سرعت و قدرت با توان سوم سرعت تغییر می‌کنند. حجم سیالی که توسط پمپ یا پنکه انتقال داده می شود، در یک فشار ثابت، متناسب با قدرت موتور است، و بنابراین متناسب با توان سوم سرعت است. برای مثال، یک کاهش ۵۳/۶ درصدی در سرعت نسبت به سرعت بار کامل، مقدار حجم سیال جاری شده را به ۱۰ درصد کاهش می‌دهد. لذا در اکثر محرکه‌ها ی پمپها و پنکه‌ها، محدوده تغییرات سرعت خیلی باریک است. چون گشتاور متناسب با مجذور سرعت کاهش می‌یابد و کنترل سرعت هم فقط در محدوده کوچکی لازم است، موتورهای القائی قفس سنجابی کلاس D که لغزش بار کامل آنها بین ۰/۱ تا ۰/۲ است و با کنترل کننده‌های ac کار می‌کنند، برای چنین کار بردهایی مناسب هستند. گشتاور موتور بصورت زیر بدست می‌آید.

(۲-۹)

$$T = \frac{3}{\omega_{ms}} I_r'^2 \frac{R_r'}{s}$$

همچنین

(۲-۱۰)

$$T_1 = C\omega_m^2 = C(1-s)\omega_{ms}^2$$

WikiPower.ir

که C یک ضریب ثابت است.

اگر از گشتاورهای اصطکاک، تفاوت مقاوم هوا و تلفات هسته صرفنظر شود،

(۲-۱۱)

$$T = T_1$$

با جایگزینی از معادلات و مرتب سازی جملات نتیجه زیر حاصل می‌شود.

(۲-۱۲)

$$I_r^1 = K\left[\frac{(1-s)\sqrt{s}}{\sqrt{R_r^1}}\right]$$

$$K = \sqrt{(C\omega_{ms}^3)/3} \qquad (۲-۱۳)$$

اگر ازشاخه مغناطیس کننده مدار معادل صرفنظر شود، $I_s = I_r^1$ و معادله بصورت زیر در می‌آید

(۲-۱۴)

$$I_s = K\left[\frac{(1-s)\sqrt{s}}{\sqrt{R_r^1}}\right]$$

معادله (۲-۷) نشـان می‌دهد که برای یک مقدار مشـخص لغزش، جریان موتور یا جذر مقاومت رتور بطور معکوس متناسـب اسـت. اگر جریان بار کامل اسـتاتور و لغزش متناظر با آن به ترتیب با I_{rated} و S_{rated} نشان داده شوند، نتیجه می‌شود که

(۲-۱۵)

$$I_{dt} = K\left[\frac{(1-s_{dt})\sqrt{s_{dt}}}{\sqrt{R_r^1}}\right]$$

با تقسیم معادله (۲-۱۴) به معادله (۲-۱۵)،

(۲-۱۶)

$$\frac{I_s}{I_{rated}} = \frac{(1-s)\sqrt{2}}{(1-s_{rated})\sqrt{s_{rated}}}$$

لغزشی که در آن I_s به مقدار حداکثر خود می‌رسد با مشتق گیری I_s نسبت به لغزش و مساوری صفر قرار دادن (dI_s/ds) از معادله (۲-۱۶) بدست می‌آید که نتیجه می‌دهد که

(۲-۱۷)

$$s_m = \frac{1}{3}$$

جایگزینی از معادله (۲-۱۷) در معادله (۲-۱۶) نتیجه زیر را بدنبال دارد.

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

(۲-۱۸)

$$\frac{I_{max}}{I_{st}} = \frac{2}{3\sqrt{3}(1-s_{st})\sqrt{s_{st}}}$$

که I_{max}، حداکثر مقدار I_s است. این مقدار از جریان نامی موتور بیشتر است.

معادله بالا بیان می‌کند که حداکثر جریان برای موتورهای با لغزش نامی بزرگتر، کمتر است. نسبت حداکثر جریان به جریان نامی موتور برای لغزش‌های نامی بین ۰/۱ تا ۰/۲ به ترتیب معادل ۱/۳۵ تا ۱/۰۷ است. بنابراین اگر موتوری بکار گرفته شود که توان نامی آن با توان مورد نیاز بار یکسان باشد، برای سرعتهای کمتر از سرعت نامی، موتور دچار اضافه‌بار خواهد شد.

در شرایطی که محدوده سرعت موتور از سرعت سنکرون تا حدود $\frac{2}{3}$ سرعت سنکرون (یا $s=\frac{1}{3}$) و یا کمتر از آن لازم باشد، آنگاه موتوری با جریان نامی معادل I_{max} بایستی انتخاب شود. با انجام چنین کاری، جریان موتور در بار کامل از جریان نامی کمتر خواهد بود. لذا موتور در ظرفیت کمتر از مقدار نامی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. میزان افت ظرفیت موتور تقریباً معادل نسبت جریان نامی به حداکثر جریان است. بنابراین در لغزش‌های بار کامل بین ۰/۱ تا ۰/۲ افت ظرفیت موتور به ترتیب معادل ۰/۷۴ تا ۰/۹۳ خواهد بود. بجز مواردی که در آنها از روش خنک‌سازی اجباری استفاده می‌شود، میزان خنک‌سازی موتور در لغزش $s=\frac{1}{3}$ نسبت به سرعت بار نامی کم خواهد بود. بنابراین افت واقعی ظرفیت موتور بیشتر خواهد بود. از اینرو با توجه به مشکل افت ظرفیت موتور، موتورهای با لغزش نامی بزرگتر ترجیح داده می‌شوند. ولی در مقابل راندمان در بار نامی دچار آسیب می‌شود. لذا لغزش بار نامی با در نظر گرفتن چنین شرایطی انتخاب می‌شود. بطور کلی لغزش بین ۰/۱ تا ۰/۲ انتخاب می‌شود.

در بحثهای قبلی، اثرات هارمونیکهای تولید شده بوسیله کنترل‌کننده‌های ولتاژ ac در نظر گرفته نشده است. همزمان با کاهش ولتاژ تغذیه، به جهت کاهش سرعت موتور، هارمونیکهای جریان استاتور و رتور افزایش می‌یابند. مقدار هارمونیکهای جریان موتور تقریباً به مقدار راکتانسهای موتور بستگی دارند.

بنابراین جریان هارمونیکی در $s=\frac{1}{3}$ با افزایش در لغزش بار کامل تغییر قابل ملاحظه‌ای نخواهد داشت. هنگامیکه گرمای اضافی موتور ناشی از هارمونیکها در نظر گرفته شود، افت ظرفیت موتور از آن چیزی که هم اکنون به آن اشاره شد بیشتر خواهدگردید.

در محرکه‌های پنکه یا پمپ، حالت ترمزی لازم نیست چونکه سیال به اندازه کافی گشتاور ترمزی ایجاد می‌کند. در مواردی که به دبی ثابتی از سیال نیاز است از سیستم کنترل حلقه بسته استفاده می‌شود تا با تغییر فشار سیال بعد از پمپ مقدار دبی ثابت باقی بماند.

محرکه جرثقیل‌ها

در محرکه‌های مربوط به جرثقیل‌ها و بالابرها، عملکرد موتوری و ترمزی در هر دو جهت لازم است. تغییر وضعیت موتور از حالت موتوری به ترمزی و برعکس بایستی بطور ملایم انجام شود. بنابراین موتور با یک کنترل کننده چهاربعی همانند شکل ۶-۳ الف تغذیه می‌شود. برای داشتن محدوده وسیعی از تغییرات سرعت و تغییر وضعیت ملایم، از کنترل حلقه بسته سرعت همراه با حلقه کنترل داخلی جریان استفاده می‌شود.

با استفاده از یک موتور قفس سنجابی کلاس D که با یک کنترل‌کننده ولتاژ ac تغذیه می‌شود، گشتاور ترمزی مناسب و گشتاور موتوری بزرگ در سرعتهای پائین بدست می‌آید. ولی بهره‌برداری طولانی در این شرایط امکان پذیر نیست چونکه اضافه جریانی موتور زیاد است. لذا از یک موتور القایی رتور سیم‌پیچی شده با مقاومتهای متغیر در رتور استفاده می شود. با داشتن یک مقاومت رتور به اندازه کافی بزرگ، یک گشتاور بزرگ با جریان رتور کاهش یافته حاصل می‌شود. بدلیل کاهش در جریان گرمای موتور بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. مقاومت متغیر ممکن است شامل چندین قسمت باشد که با استفاده از کنتاکتور وارد مدار و یا از آن خارج می‌شوند. به روشی دیگر، ممکن است از یک مقاومت کنترل شده توسط یک برشگر استفاده شود. با استفاده از ترکیب کنترل کننده ولتاژ ac و مقاومت متغیر رتور،

مشخصه‌های موتوری به شکلی در می‌آیند که با ملزومات گشتاور و سرعت در حالات موتوری و ترمزی سازگار می‌شوند.

WikiPower.ir

حداقل نمودن تلفات

در بخش قبل توضیح داده شد که صرفه‌جویی قابل توجه در تلفات موتور در بارهای سبک با کاهش ولتاژ تغذیه امکان‌پذیر است. در چنین کاربردهایی، کنترل ولتاژ برای کاهش تلفات است نه برای کنترل سرعت. صرفه‌جویی در انرژی به سه عامل بستگی دارد: بارگذاری موتور، دامنه ولتاژ اعمال شده، و کیفیت ساختمانی موتور. صرفه‌جویی در انرژی در حالت موتورهای تکفاز بیش از موتورهای سه فاز است. مهمترین عامل موثر بر صرفه‌جویی انرژی نحوه بارگیری از موتور است. هرچه بار سبک‌تر باشد، صرفه‌جویی انرژی بیشتر است. دوره کاری یک موتور بصورت نسبت مدت زمان بار کامل به مجموع زمانهای بی‌باری و بار کامل تعریف می‌شود. در کاربردهای با دوره کاری کوتاه صرفه‌جویی در انرژی بیشتر است. کاربردهای فراوانی وجود دارند که در آنها دوره کاری کوتاه است نظیر برشکاری فلزات، ماشین‌های ابزار، ماشین‌های ابزار، ماشین‌های خیاطی، سوراخکاری قطعات و غیره. در چنین کاربردهایی، موتور با یک ولتاژ ثابت تغذیه می‌شود، چونکه کنترل سرعت ضروری نیست. صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در انرژی در مواردی که از یک ولتاژ متغیر استفاده شود حاصل می‌شود.

صرفه‌جویی در انرژی به منبع تغذیه نیز بستگی دارد. موتوری که در نزدیکی یک پست توزیع کار می‌کند نسبت به موتوری که در انتهای خط توزیع کار می‌کند ولتاژ بزرگتری خواهد داشت. بنابراین، کاهش ولتاژ صرفه‌جویی بزرگتری را فراهم می‌آورد. یک موتور با طراحی نادرست جریان مغناطیسی بیشتری می‌کشد و تلفات هسته بزرگتری خواهد داشت (که این امر می‌تواند ناشی از فاصله هوایی بزرگتر و کیفیت نامرغوب ورقه‌ها باشد). برای یک موتور با طراحی خوب، کار در ولتاژ کاهش یافته در شرایط بارهای سبک منجر به صرفه‌جویی بیشتر در انرژی خواهد شد.

تغییرات در ولتاژ موتور فقط با قرار گرفتن یک کنترل کننده ولتاژ ac بین منبع و موتور امکان‌پذیر است. تلفات کنترل‌کننده ولتاژ ac و تلفات اضافی موتور ناشی از هارمونیکهای ولتاژ باعث کاهش صرفه‌جویی انرژی می‌شود. در بیشتر کاربردها، صرفه‌جویی خالص در انرژی با هزینه اضافی مربوط به یک

کنترل‌کننده ولتاژ ac برابری نمی‌کند. با اینحال، اگر از کنترل‌کننده ولتاژ ac برای راه‌اندازی موتور استفاده شود، آنگاه از همان کنترل‌کننده می‌توان برای کاهش تلفات نیز استفاده نمود.

اقدامات مورد نیاز برای بهبود عملکرد سیستمهای مرتبط با الکتروموتورها

یک موتور معمولا با اجزا و سیستمهای دیگر در ارتباط است. برای بهبود عملکرد الکتروموتورها لازم است سیستمهای مرتبط با موتور نیز در نظر گرفته شود. این سیستمها شامل شبکه برق، کنترل کننده‌های موتور، الکتروموتور و سیستم انتقال نیرو میگردد.

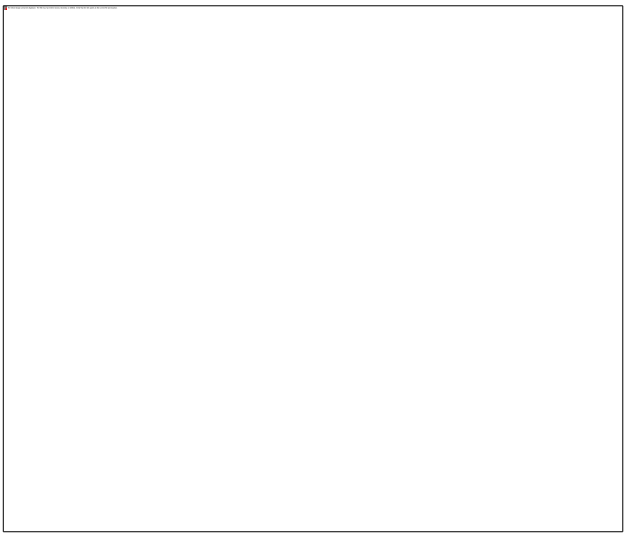
کیفیت توان Power Quality

مسائل کیفیت توان شبکه شامل کلیه اختلالات شبکه برق مثل عدم تقارن در ولتاژ، افت ولتاژ، چشمک زدن، اسپایک، سیستم ارت بد، هارمونیکها و نظایر آن می‌شود [۵]. از آنجا که کیفیت توان تاثیر زیادی در اتلاف انرژی دارد، لازم است یک مهندس مجرب وضعیت شبکه برق تاسیسات را زیر نظر داشته باشد.

تثبیت ولتاژ شبکه

تا آنجا که ممکن است باید ولتاژ اعمالی به موتور نزدیک به ولتاژ کار موتور باشد. گرچه تغییرات ۱۰٪ در ولتاژ موتور مجاز است اما از نقطه نظر اتلاف انرژی میزان انحراف از ولتاژ نامی موتور باید کمتر از ۵٪ باشد. تغییر ولتاژ موتور موجب افت ضریب قدرت، عمر مفید موتور و راندمان میگردد

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



شکل(۱-۲): بررسی تاثیر تغییرات ولتاژ اعمالی به موتور روی تورک، جریان راه‌اندازی، جریان بار کامل، راندمان و ضریب قدرت

اگر ولتاژ موتور بیش از ۵٪ کاهش پیدا کند، راندمان بین ۲ تا ۴ درصـــد افت پیدا کرده و دمای موتور حدود ۱۵ درجه افزایش می‌یابد و این افزایش دما عمر عایق موتور را کاهش خواهد داد. در شکل(۲-۲) عمر موتور در دماهای کار مختلف و با کلاسهای عایقی مختلف نشان داده شده است.

شکل (۲-۲): بررسی تاثیر دمای کلافهای موتور روی عمر مفید آن برای موتورهای با کلاس عایقی مختلف

عدم تقارن فاز

عدم تقارن فاز باید کمتر از ۱٪ باشد. عدم تقارن فاز بصورت زیر توسط NEMA تعریف شده است:

$$100\% \times \left(\frac{\text{متوسط ولتاژ سه فاز} - \text{حداکثر انحراف ولتاژ از مقدار ولتاژ}}{\text{متوسط متوسط ولتاژ سه فاز}} \right)$$

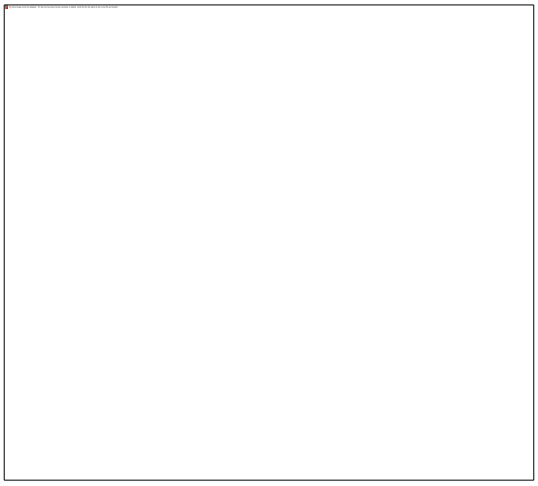
برای مثال اگر ولتاژهای فاز بترتیب ۴۶۲ و ۴۶۳ و ۴۵۵ ولت باشد. متوسط ولتاژ سه فاز برابر با ۴۶۰ ولت می‌شود و در صد عدم تقارن بصورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$\frac{460-455}{460} \times 100\% = 1.1\%$$

ضریب قدرت

ضریب قدرت پایین موجب افزایش جریان کابلها و ترانسفورماتورها و افت ولتاژ شده و بدین ترتیب باعث کاهش ظرفیت سیستم تغذیه می‌شود .ضریب قدرت پائین ناشی از بار کم در شفت موتور است. در شکل (۳-۲) منحنیهای ضریب قدرت برای بارهای مختلف و رنجهای توانی متفاوت موتورها آمده است. به وضوح مشاهده می‌شود با کاهش بار موتور ضریب قدرت تغییرات قابل توجهی می‌کند.

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



شکل (۳-۲): تغییرات ضریب قدرت متناسب با بار موتور

مسائلی که درایوهای دور متغیر بوجود می‌آورند:

هر چند که درایوها مزایای زیادی دراند ولی در انتخاب و بکارگیری آنها باید دقت کافی به عمل آید. خصوصا اگر درایوهای مورد بحث توانهای بالایی داشته و تولید کارخانه به عملکرد آنها کاملا مرتبط باشد. در واقع تحقیقات نشان داده است که نگرانی از ضریب اطمینان درایو بعنوان یکی از موانع اصلی در عدم رغبت صنایع به استفاده از آنها در صرفه‌جویی انرژی می‌باشد[10].

درایو های ولتاژ متوسط (Medium Voltage Drives) از تکنولوژی ساخت پیچیده‌ای برخوردارند. اینها معمولا ترکیبی از الکترونیک قدرت، کنترل، میکروکامپیوترها، ترانسفورماتورها و فیلترها می‌باشند. پر واضح است که ارزیابی این اجزا و انتخاب درایو نهایی امری دشوار و نیازمند زمان و بسیج کارشناسان متخصص خواهد بود. با این حال چهارچوب ساده زیر می‌تواند خریداران درایو را در ارزیابی و انتخاب درایو مورد نظرشان یاری دهد. در این چارچوب پیچیدگیهای داخلی درایو مورد توجه قرار

نمیگیرد. بلکه سعی می‌شود از آثار جانبی درایو عملکرد آن مورد ارزیابی قرارگیرد. بر این اساس مطابق شکل(۴-۲) مسائل جانبی درایو را طبقه بندی نموده و ملاکهایی برای ارزیابی آنها تعیین می‌کنیم.

WikiPower.ir

شکل(۴-۲): چهارچوب پیشنهادی برای ارزیابی درایوهای ولتاژ متوسط با توجه به آثار جانبی آنها

ملاک اول تضمین می‌کند که شبکه برق کارخانه تحت تاثیر عملکرد درایو قرار نگیرد. این موضوع وقتی اهمیت بیشتر پیدا می‌کند که توان درایوهای مورد بحث زیاد بالا باشد. اعوجاجهای ناشی از عملکرد درایو روی شبکه می‌تواند عملکرد سایر دستگاههای حساس کنترلی را مختل سازد، تداخل در خطوط مخابراتی کارخانه ایجاد نماید، و یا توان راکتیو از شبکه کشیده شود. و واکنش سازمانهای برق منطقه‌ای

را بدنبال دا شته با شد. خلا صه‌ای از رو شهای مختلف جهت کاهش هارمونیکهای نا شی از عملکرد بارهای غیر خطی و از جمله درایو در جدول(۱) آمده است.

جدول(۱): روشهای کاهش هارمونیکهای ناشی از عملکرد کنترل کننده‌های دور موتور

		میزان تاثیر روی THID	تاثیر روی هارمونیکها	ملاحظات	سازگاری با IEEE519
راکتور AC یا DC		29%-45%	مرتبه پائین	- کمترین قیمت - راکتورهای AC حالات گذرای ورودی را محدود میکنند - مسئله افت ولتاژ روی چک	خیر
ترانسفورماتور ایزوله		45%		- کم قیمت	خیر
فیلترهای غیر فعال	Trap Tuned	20%	مورد نظر	- قیمت متوسط - کاستن از آستانه تحریک سیستم	

	Broadband Low pass	5%	مورد نظر	- خیلی گران - کاستن از آستانه تحریک سیستم - کاهش پایداری سیستم	بله بصورت محدود

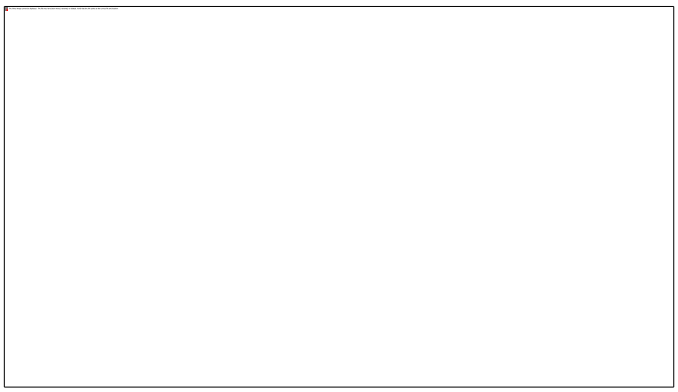
WikiPower.ir

ادامه جدول(۱): روشهای کاهش هارمونیکهای ناشی از عملکرد کنترل کننده‌های دور موتور

دیوایس اکتیو	VFD با ورودی اکتیو		مرتبه پائین	- گران - ضرب قدرت را بهبود میدهد - از IGBT استاندارد استفاده می‌کند	بله
	فیلتر اکتیو		مرتبه پائین	- گران - MTBF کم - افزایش هارمونیکهای مرتبه بالا - ضرب قدرت را بهبود میدهد	بله
سیستمهای چند پالسه: 12,18,24	12 پالسه	24%		- قیمت متوسط - حساس به عدم تقارن جریان	خیر
	18 پالسه	5%>		- بالاترین MTBF - گذرا مقاوم در برابر شرایط - حساس به عدم تقارن جریان	بله

توصیه می‌شود استانداردهای IEEE519 در درایوهای ولتاژ متوسط یا Medium Voltage Drives رعایت شود. بطور خلاصه این استاندارد ملزم می‌کند که توتال هارمونیک ولتاژ در شبکه کمتر از ۵٪ و توتال هارمونیک جریان کمتر از ۳٪ باشد. همچنین لازم است ضریب قدرت درایو در تمام رنج تغییرات دور بالای ۹۵٪ باشد.

ملاک دوم تضمین می‌کند که برق خروجی از درایو تنشهای ولتاژ و جریان اضافی به موتور تحمیل نخواهد کرد. تنشهای ولتاژ می‌تواند عایق موتور را تحت فشار قرار دهد. از سوی دیگر جریانهای هارمونیکی می‌توانند باعث نوسانات گشتاور در موتور و بار بشوند. اعوجاج در ولتاژ و جریان موتور می‌تواند باعث القای جریانهای مخرب در بیرینگهای موتور شده و فرسایش سریع آن را بدنبال داشته باشد. مضافا اینکه جریانهای هارمونیکی در موتور منجر به ایجاد حرارت ا ضافی در موتور خواهد شد. در شکل(۵-۲) شکل موجهای ولتاژ خروجی یک درایو نمونه را میتوانید مشاهده کنید. در شکل موج بالا ولتاژ خروجی در ترمینالهای درایو، و شکل موج پائین ولتاژ ورودی در ترمینالهای موتور را مشاهده میکنید. دامنه اسپایکهای ولتاژ حدود ۱۵۰۰ ولت است. این اسپایکها می‌توانند عایق موتور را تحت فشار قرار دهند.



شکل(۵-۲): شکل موج خروجی از یک درایو و اسپایکهای ناشی از عملکرد سوئیچهای قدرت و خازنهای پراکندگی سیستم:

شکل موج بالا شکل موج خروجی درایو. شکل موج پائین شکل موج ورودی موتور

یک معیار خوب برای کیفیت توان خروجی درایو را می‌توان محدودیت طول کابل موتور به درایو قرار داد. اغلب سازندگان درایو محدودیت‌های زیادی در طول کابل درایو به موتور اعمال می‌کنند. آنها میگویند اگر طول کابل مثلا از ۱۰۰ متر بیشتر باشد لازم است از فیلتر برای سازگاری درایو به موتور استفاده گردد. از این رو برای حصول اطمینان از کیفیت توان خروجی درایو به سه معیار زیر توجه میکنیم:

- طول کابل خروجی از درایو به موتور نباید از سوی سازنده درایو محدود گردد.
- حتی‌الامکان در خروجی درایو ضرورتی برای استفاده از فیلتر نباشد.
- درایو باید سازگار با هر نوع موتور ا ستاندارد موجود بوده و نیازی به کار مهند سی جهت تطبیق درایو به موتور نباشد.

WikiPower.ir

ملاک سوم تضمین می‌کند که درایو حداقل تاثیر را روی بار و کوپلینگها داشته باشد. نوسانات گشتاور باعث استهلاک سریعتر بار و کوپلینگها می‌شود. اینها آستانه تحریک سیستم را نیز پائین می‌آورند. ضمنا درایو باید بتواند گشتاور مورد نیاز بار را در تمام سرعتها تامین نماید. توصیه می‌شود میزان نوسانات گشتاور یا Torque Pulsation در خروجی درایو کمتر از 0.5% در رنج تغییرات دور باشد.

ملاک چهارم تضمین می‌کند که درایو با هزینه کمتر کار خود را انجام بدهد و خود عاملی برای وقفه در تولید نگردد. همچنین درایو فانکشنهای ساده‌ای داشته و بسهولت قابل سرویس باشد. و از پشتیبانی فنی مطمئن و سریع برخوردار باشد.

ملاک پنجم می تواند از این لحاظ مورد توجه قرار گیرد که احتمال آن را بدهیم که مشـــتریان دیگری که از درایو مشابه استفاده میکنند، در انتخاب و بکار گیری درایوهایشان بررسی‌های کافی کرده‌اند.

درایوهای ولتاژ متوسط Perfect Harmony

در سـال ۱۹۹۴ شـرکت ASIRobicon با معرفی درایوهای ولتاژ متوسـط Perfect Harmony مشـکلات بر شـمرده در بالا را حل نمود. با معرفی درایوهای Perfect Harmony نگرانیهای صـنایع از مسـائل این نوع درایوها، نظیر هارمونیکها، ضـریب اطمینان و کیفیت توان بتدریج بر طرف شـد. بطوریکه اینک بیش از ۳۰۰۰ دستگاه از این نوع درایوها در صنایع و کاربردهای کلیدی بکار گرفته شده است. در جدول (۲) خلاصه‌ای از ویژگیهای منحصربه‌فرد این درایوها آمده است.

جدول(۲): برخی از مشخصات پیشرفته درایوهای Perfect Harmony

WikiPower.ir

فصل سوم

نقش ترانسفورماتورها در شبکه توزیع

امروزه کاهش تلفات انرژی الکتریکی به‌ویژه در شبکه توزیع که دارای تلفات بیشتری است یکی از مسائل پراهمیت در شبکه برق است. با توجه به اینکه ترانسفورماتورها یکی از مهمترین تجهیزات در سیستم‌های قدرت الکتریکی هستند به‌کارگیری ورقه‌های مغناطیسی با مشخصه‌های تلفات هیسترزیس و تلفات گردابی کمتر یکی از عوامل مهم در کاهش تلفات هسته به شمار می‌روند که استفاده از ورقه‌های مغناطیسی با ذرات دارای جهت یافتگی بالا (Hi-B) و همچنین استفاده از آلیاژهای آمورفوس با تلفات هسته بسیار کم (که اخیرا در ساخت ترانسفورماتورهای توزیع در چند کشور به‌کار گرفته شده‌اند) مورد بررسی قرار گرفته است.

حالت کار بی‌باری ترانسفورماتور

در یک ترانسفورماتور که مدار ثانویه آن باز باشد یعنی $I_2=0$ اگر اولیه را تحت یک ولتاژ متناوب تغذیه نماییم در اثر این ولتاژ جریان بی باری I_0 از مدار عبور می‌نماید که می‌تواند عقربه یک واتمتر متصله به مدار را به حرکت درآورد. می‌توان گفت چون ترانسفورماتور به مصرف‌کننده خارجی وصل نیست پس تمام قدرت اکتیوی که واتمتر نشان می‌دهد در خود ترانس تلف شده و این تلفات عبارتند از تلفات هیسترزیس، فوکو هسته و مقدار ناچیزی تلفات ژولی سیم‌پیچ اولیه. ذیلا به شرح مختصر هر یک از مولفه‌های بی‌باری می‌پردازیم.

الف- تلفات آهنی هسته ترانسفورماتور

تلفات آهنی هسته شامل تلفات هیسترزیس وفوکوی هسته می‌باشد. همانطور که می‌دانیم اگر از سیم‌پیچی که بدور یک هسته‌هادی پیچیده شده جریان متغیری نسبت به زمان عبور کند فلوی

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

مغناطیسی متغیر ایجاد می شود. این فلوی متغیر در سطح مقطع هسته فلزی نیروی محرکه القاء می‌کند (قانون فاراده) که این نیروی محرکه باعث ایجاد جریان‌هایی در نقاط مختلف مقطع هسته می‌شود (جریان فوکو). اما این جریان یک جریان مزاحم است زیرا اولا در اثر عبور این جریان از داخل هسته به‌علت وجود مقاومت الکتریکی حرارت ایجاد می‌شود که حرارت ایجاد شده باعث گرم شدن هسته و ایجاد تلفات می‌گردد. ثانیا فلوی حاصل ا ز جریان فوکو باعث تضعیف فلو در وسط هسته آهن و تقویت آن در کناره‌ها می‌گردد و توزیع فلو در سطح مقطع هسته غیر یکنواخت خواهد شد که برای محدود نمودن جریان فوکو باید قطر هسته حتی‌الامکان کوچک اختیار شود. در مورد تلفات هیسترزیس باید گفت که بطور کلی وجود چند درصد کربن در آهن باعث افزایش سطح هیسترزیس شده و در نتیجه تلفات مربوط به آهن نیز افزایش می‌یابد. در صورتی که افزودن سیلیسیم به آهن باعث کاهش این سطح می‌گردد. بدین منظور در ساختمان ترانس‌ها از ورقه‌های سیلیسیم‌دار ا ستفاده می شود که در بخش بعدی در این خصوص بحث خواهد شد.

برای محاسبه تلفات فوکو و هیسترزیس از روابط زیر استفاده می‌نماییم:

WikiPower.ir

$$p_f = \sigma_f \left(\frac{f}{100}\right)^2 B^2 \quad w/kg$$

$$p_H = \sigma_H \left(\frac{f}{100}\right)^2 B^2 \quad w/kg$$

B آندوکسیون ماکزیمم بر حسب وبر بر مترمربع یا تسلا می‌باشد.

در روابط فوق ضرایب σ_f و σ_H رامی توان ا ز جدول (۱) بدست آورد.

ب- تلفات مسی سیم‌پیچ اولیه $P_{Cm}= R_1 I_0^2$

از تلفات مسی سیم‌پیچ اولیه در حالت بی‌باری می‌توان صرفنظر نمود. زیرا حتی در ترانسهای کم‌قدرت که جریان بی‌باری و مقاومت R_1 آنها نسبتا زیاد است این تلفات معمولا از ۲ تا ۳ در صد مجموع تلفات بی‌باری تجاوز نمی‌نماید.

ج- تلفات اضافی بی‌باری (Pad)

این تلفات در اثر تغییرات ساختمانی ورق ها هنگام ماشین کاری و همچنین توزیع نامنظم اندوکسیون مغناطیسی در درزها و پیچ‌های اتصال و بست‌ها و مخزن ترانس در ولتاژ بالا بوجود می‌آید که محاسبه دقیق آن ممکن نیست و از جداول استفاده می‌شود.

تلفات اکتیو ترانسفورماتورهای توزیع در حالت بی‌باری:

تلفات اکتیو بی‌باری ترانسفورماتورهایی که در شبکه برق ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌صورت جدول (۱) است.

WikiPower.ir

جدول ۱

قدرت ترانسفورماتور	نسبت تبدیل	سازنده	تلفات بی‌باری
۵۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۲۱۰ W
۱۰۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۳۲۰ W
۱۲۵ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۴۰۰ W

۱۶۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۴۸۰ W
۲۰۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۵۵۰ W
۲۵۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۶۵۰ W
۳۱۵ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۷۷۰ W
۴۰۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۹۲۰ W
۵۰۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۱۱۰۰ W
۶۳۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۱۴۰۰ W
۸۰۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۱۶۲۰ W
۱۰۰۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۱۷۸۰ W
۱۲۵۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۲۲۰۰ W
۱۶۰۰ KVA	۲۰ KV /۴۰۰ V	ایران ترانسفو	۲۶۰۰ W
۱۵ MVA	۶۳ KV /۲۰ KV	ایران ترانسفو	۱۵ KW
۳۰ MVA	۶۳ KV /۲۰ KV	ایران ترانسفو	۲۶ KW
۱۵ MVA	۶۳ KV /۲۰ KV	آلمان شرقی	۱۱/۶ KW
۳۰ MVA	۶۳ KV /۲۰ KV	آلمان شرقی	۲۰ KW
۱۸۰ MVA	۲۳۰ KV /۶۳ KV	TIBB	۱۳۰ KW
------	۴۰۰ KV /۲۳۰ V	------	به ازای هر MVA رقم ۰/۶ کیلووات

محاسبه تلفات بی‌باری ترانسفورماتورهای موجود در شبکه برق کشور

برای پی بردن به میزان بالای تلفات بی‌باری ترانس‌ها به‌عنوان نمونه به محاسبه تلفات بی‌باری این ترانسها می‌پردازیم:

الف- تلفات ترانس‌های هوایی 20kv/400v:

چون تعداد کل ترانس‌های هوایی در شهر و روستاهای ایران مجموعا حدود ۱۶۴۱۸۳ دستگاه به ظرفیت ۲۴۴۳۷۰۰۰ kvA می‌باشد، بنابراین ظرفیت متوسط برابر می‌گردد با:

$$\frac{24437000}{164183}=148.840$$

ظرفیت معادل ترانسها بین ۱۲۵ kvA و ۱۶۰ kvA قرار دارد، بنابراین مطابق با جدول ۲ خواهیم داشت:

تلفات ترانسفورماتور معادل:

$$\frac{400+480}{2}=440 \quad W$$

تلفات به ازای هر کیلوولت آمپر:

$$\frac{440}{148.840}=2.95 \quad W/KVA$$

کل تلفات ترانسفورماتورهای هوایی:

$$2.95\times 24437000=72.140 \quad MW$$

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

ب- تلفات ترانس‌های زمینی 20kv/400v

تعداد کل این ترانس‌ها حدود ۱۸۹۲۵ دستگاه به ظرفیت دستگاه به ظرفیت ۱۳۷۶۶۰۰۰ بوده بنابراین ظرفیت معادل برابر می‌گردد با:

$$\frac{13766000}{18925} = 727.39 \quad KVA$$

ظرفیت معادل ترانس‌ها بین ۶۳۰ kvA و ۸۰۰ kvA قرار دارد. بنابراین مطابق با جدول ۲ خواهیم داشت:

تلفات ترانسفورماتور معادل:

$$\frac{1400+1620}{2} = 1510 \quad W$$

WikiPower.ir

تلفات به ازای هر کیلوولت آمپر:

$$\frac{1510}{727.39} = 2.07$$

کل تلفات ترانسفورماتورهای زمینی توزیع:

$$2.07 \times 13766000 = 28.577 \quad MW$$

ج- تلفات ترانسفورماتورهای ۶۳/۶ KV، ۶۳/۱۰ KV، ۶۳/۱۱ KV و ۶۳/۲۰ KV:

با توجه به تنوع این نوع ترانسفورماتورها در صنعت برق ایران برای هر مگاولت آمپر میزان تلفات بی‌باری این ترانس‌ها مقدار ۰/۸ KW در نظر می‌گیریم. تعداد کل این ترانس‌ها در شبکه ایران ۱۱۵۵

دســتگاه و مجموع ظرفیت آنها برابر MVA ۲۳۶۸۷/۳ می‌باشــد. بنابراین تلفات کل طبق روش فوق برابر است با:

$$23687.3 \times 0.8 = 18.950 \qquad MW$$

د- تلفات ترانسفورماتورهای KV ۲۳۰/۶، ۲۳۰/۲۳ KV، ۲۳۰/۲۰ KV، ۲۳۰/۱۱ KV،۲۳۰/۱۳۲ KV:

تعداد این نوع ترانســفورماتورها ۲۹۵ دســتگاه و به ظرفیت برابر MVA۲۹۶۱۱ می‌باشــد. تلفات به ازای هر مگاولت آمپر معادل ^{kw}۰/۷۵بوده بنابراین تلفات کل برابر است با:

$$29611 \times 0.75 = 22.21 \qquad MW$$

ذ- تلفات ترانســفورماتورهای KV ۱۳۲۶۳، ۲۳۰/۲۳KV، ۱۳۲/۲۰ KV، ۱۳۲/۱۱ KV و ۱۳۲/۶ KV: تعداد کل این ترانس‌ها برابر ۳۵۰ د ستگاه با ظرفیت MVA ۹۴۹۰/۸ می‌با شد و با در نظر گرفتن تلفات به ازای هر مگاولت آمپر برابر ^{kw}۰/۸خواهیم داشت:

$$9490.8 \times 0.8 = 7.593 \qquad MW$$

ر- تلفات ترانسفورماتورهای KV ۴۰۰/۲۳۰، ۴۰۰/۱۳۲ KV و ۴۰۰/۶۳ KV:

تعداد این ترانس‌ها برابر ۵۴ دســتگاه با مجموع ظرفیت MVA ۱۵۰۳۰ و تلفات کل هر مگاولت آمپر ^{kw}۰/۶ می‌باشد، بنابراین تلفات کل برابر می‌گردد با:

$$15030 \times 0.6 = 9.2 \qquad MW$$

تلفات بی‌باری ترانسفورماتورهای موجود در شبکه برق ایران در سال ۷۵:

$$72.240 + 28.577 + 18.950 + 22.21 + 7.593 + 9.2 = 158.77 \qquad MW$$

در صورتیکه $COS\varphi = 0/8$ در نظر گرفته شود، قدرت تلف شده MVA ۱۹۸/۴۶ می‌گردد که در حدود قدرت یک نیروگاه با دو واحد MVA ۱۰۰ می باشد. البته این میزان فقط تلفات اکتیو ترانسفورماتورها بوده و باید تلفات راکتیو به آن اضافه شود که در اینجا از محاسبه آن صرفنظر می‌گردد.

با توجه به میزان بالای تلفات بی باری ترانس ها ذیلا به شرح روش های کاهش تلفات مذکور می‌پردازیم.

الف- استفاده از ورقه‌های مغناطیسی با کریستال‌های جهت داده شده در ساخت هسته ترانس:

ورقه‌های مغناطیسی با سیلیسیم و با کریستال‌های جهت داده شده قبل از سال ۱۹۳۹ در آمریکا تهیه شده و امروزه به‌طور عمومی در ساختمان ترانس های قدرت به کار برده می‌شود. مطالعات آزمایشگاهی نشان می‌دهد که کریستال‌های آهنی از نوع مکعبی بهترین خاصیت مغناطیسی را دارا هستند. ورقه‌های با کریستال‌های جهت داده شده به‌وسیله آهن بسیار خالص نسبت به ورقه‌های معمولی تهیه می شوند که در آنها خصوصا اندازه کربن از ۰/۰۴ در صد به ۰/۰۰۵ در صد تنزل یافته و شامل ۳ تا ۳/۵ درصد سیلیسیم می‌باشند و به‌طور سرد نورد شده و دارای سطحی کاملا صاف و یکنواخت هستند و با ضخامت کمتر از mm ۰/۳۵ تولید می شوند. لازم به توضیح است که اضافه نمودن سیلیسیم برای کاهش تلفات هیسترزیس و افزایش مقاومت مخصوص ورقه‌ها می‌باشد از طرفی چون تلفات فوکو با

مقاومت مخصوص نسبت عکس دارد لذا بالا رفتن مقاومت مخصوص موجب کاهش تلفات حاصل از جریان‌های فوکو می‌گردد.

ب- کاربرد مواد دارای دارای ذرات با جهت‌یافتگی بالا (Hi-B) در ساخت ورقه‌های هسته:

در سال ۱۹۷۶شرکت ژاپنی Nippon Steel نوع جدیدی از مواد Goss را با نام Mo-H یا Hi-B ارائه کرد. خواص مغناطیسی این مواد به نحوی بود که تولید ترانس‌ها را با تلفات هسته، جریان تحریک و نویز کمتر، راندمان بالاتر، ظرفیت بیشتر و طراحی فشرده‌تر ممکن می ساخت. اختلاف عمده مواد جدید Hi-B با مواد مصرفی متداول در ساخت هسته، پوشش سطحی یا عایقی این ورقه‌هاست. پوشش سطحی این مواد شامل یک لایه نازک شیشه‌ای و یک پوشش فسفات است. بهبود جهت گیری ذرات و نیز اثر پوشش سطحی فوق باعث شده است تا در خواص مغناطیسی این مواد تغییرات زیر حاصل گردد:

ب- ۱- منحنی اشباع یا مغناطیس شوندگی این مواد نسبت به مواد مصرفی دیگر بهبود قابل ملاحظه‌ای یافته است.

ب- ۲- وقتی مواد Goss به صورت هسته ساخته می شوند تنش‌هایی توسط وزن آنها و نگهدارنده‌ها به آنها اعمال می‌شود. تنش کششی لاستیک اثر مطلوبی روی خواص مغناطیسی دارد درحالیکه تنش فشاری اثر نامطلوبی دارد. در واقع بخاطر اثر پوششی مذکور است که تاثیر تنش فشاری روی ورق‌های Hi-B کمتر از ورقه‌های دیگر است.

ب-۳- ورقه‌های Hi-B حساسیت کمتری به عملیاتی که در حین ساخت هسته روی آنها صورت می‌گیرد نظیر برش‌های مختلف، سوراخکاری، خم‌شدگی و دیگر انواع تنش‌ها دارند. پس از عرضه ورقه‌هایHi-B به سازندگان ترانسفورماتور نتایج بدست آمده از یک دسته ترانسفورماتور ساخته شده از رده قدرت KVA ۱۰که با هسته پیچشی تهیه شده بود تا ترانسفورماتورهای با ظرفیت بسیار بالا که با هسته چیده شده تهیه شده بود حاکی از کاهش ۵تا ۲۰درصدی در تلفات هسته و ۱۰تا ۵۰ درصدی در توان ظاهری تحریک و۲dB تا ۷dB در نویز آنها بوده است.

ج- کاربرد آلیاژ آمورفوس در ساخت ورقه‌های هسته ترانس:

آلیاژهای فلزی آمورفوس که در مدار مغناطیسی ترانس‌ها بکار می‌رود می‌توانند تلفاتی را که ارتباط با هسته آهنی دارند کاهش داده و باعث صرفه‌جویی اقتصادی گردند. معمولا تلفات هسته ترانس با هسته آلیاژ آمورفوس بین ۶۰٪ تا ۷۰٪ کمتر از تلفات هسته ترانس با هسته ساخته شده ا ز بهترین سیلیکون-آهن‌ها است و اگر آنها را با ترانس‌های قدیمی‌تر جایگزین کنیم ۸۰٪ کاهش تلفات را در پی خواهد داشت. از این مواد فعلا برای ساخت هسته ترانس‌های توزیع استفاده می‌شود و ساخت هسته ترانس‌های قدرت از آنها به‌خاطر مشکلات اجرایی حین ساخت عملی نیست بطوریکه بزرگترین ترانس ساخته شده با هسته آلیاژ آمورفوس دارای قدرت KVA ۲۵۰۰ می‌باشد.

ج- ۱- مشخصات مواد آلیاژ آمورفوس

این مواد به‌صورت نوارهای بسیار نازک و با ضخامت نوعاً ۰/۰۲۵ و حد اشباع مغناطیسی ۱/۴ تسلا، تلفات هسته‌ای به اندازه یک‌سوم تلفات هسته ورقه‌های سیلیکون- آهن دارند. هسته‌های ساخته شده از آلیاژهای آمورفوس به دو دلیل دارای تلفات جریان گردابی کمتری می‌باشـــد. اول آنکه مقاومت الکتریکی این ورقه‌ها حدوداً ۳ برابر قدرت الکتریکی ورقه‌های ســیلیکون آهن اســت. دیگر آنکه جریان گردابی برای مواد نازکتر کمتر اســت و ورقه‌های آلیاژ آمورفوس با ضــخامت تقریبی یک‌هفتم تا یک‌دوازدهم ورقه‌های ســیلیکون آهن تاثیر بســزایی در کاهش جر یان گردابی را دار ند. آلیاژ های آمورفوس از نفوذ پذیری مغناطی سی (پرمابیلیته) بالایی برخوردارند و نیز حد ا شباع کمی دارند. دمای کوری نقطه‌ای ا ست که در آن دما مواد فرومغناطی سی خواص مغناطی سی خود را از د ست می‌دهند. این دما در مواد آلیاژ آمورفوس مقدار زیادی است. همچنین این مواد از انعطاف‌پذیری خوبی بدون کاهش سختی برخوردار بوده و مقاومت این مواد در برابر خوردگی بیشتر از مقاومت مواد کریستالیزه شده می‌باشد. از جهت افزایش درجه حرارت،

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

این هسته‌ها بخاطر کم بودن ذاتی تلفات هسته در آنها افزایش درجه حرارت بسیار کمی از خودشان نشان می‌دهند.

ج-۲- مقایسه فنی هسته‌های ساخته شده از مواد آمورفوس و سیلیکون – آهن

جداول ۳ و ۲ مشخصات فنی دو ترانسفورماتور ساخته شده به قدرت‌های نامی KVA ۲۰۰ و KVA ۱۰۰ که به صورت هسته Wound و هسته Core type (نوع ستونی) ساخته شده را نشان می‌دهد.

با مقایسه مقادیر مندرج در جداول ۲ و ۳ مشاهده می‌شود که تلفات بی‌باری در ترانس‌های با هسته آمورفوس نسبت به ترانس‌های با هسته سیلیکون – آهن تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارد.

WikiPower.ir

جدول ۲

ترانسفورماتور با هسته فولاد سیلیسیم‌دار KVA ۱۰۰	ترانسفورماتور با هسته آمورفوس KVA ۱۰۰	RATLNG (KVA)
۱/۲۳	۱/۳	دانسیته مغناطیسی (تسلا)
۲۵۱	۲۲۲	وزن هسته (کیلوگرم)
۱۶۲۵	۱۶۲۵	تلفات بار (وات)
۱۷۵	۹۱	تلفات بی‌باری (وات)

جدول ۳

ترانسفورماتور سه فاز ۲۰۰ کیلوولت آمپر		
هسته سیلیکون – آهن	هسته آمورفوس	
۲۰۰	۲۱۰	وزن مس (کیلوگرم)
۳۶۰	۴۰۰	وزن هسته (کیلوگرم)
۳۰۰	۹۸	تلفات بی‌باری (وات)
۳۵۸۰	۳۶۰۰	تلفات بار (وات)
۱/۳۵	۱/۳	دانسیته مغناطیسی(تسلا)

با توجه به اینکه صنعت ترانسفورماتور سازی در جهان در جهت کاهش تلفات، بویژه تلفات هسته به پیش می‌رود، عمده موفقیت‌های حاصله در ساخت ترانسفورماتورهای با تلفات کم در بکارگیری مواد با تلفات کم در هسته بوده است. بعنوان مثال سیلیکون –آهن جدید حدود ۴۰٪ نسبت به سیلکیون-آهن های معمولی کاهش تلفات دارند. همچنین آلیاژهای آمورفوس که گامی مهم در راه کاهش تلفات نسبت به سیلیکون –آهن معمولی در بالا بردن راندمان سیستم توزیع می‌توانند نقش عمده‌ای را ایفاء نمایند. ساخت ترانسفورماتورهای آمورفوس در کشور با مشکلاتی مواجه است بزرگترین مشکل آن تهیه مواد و بعد تهیه هسته از این مواد است. تولید این مواد احتیاج به تکنولوژی پیچیده‌ای دارد و به این لحاظ در داخل کشور در آینده نزدیک امکان پذیر به نظر نمی‌رسد درحالیکه در مورد مواد سیلیکون –آهن علاوه بر آنکه اکثر کشورهای جهان این مواد را تولید می‌کنند امکان تولید آنها در داخل نیز میسر است لذا مجموعا بنظر می‌رسد فعلا در کشور ما تولید و یا لااقل بکارگیری مواد سیلیکون –آهن با تلفات کم نسبت به مواد آمورفوس از درجه اهمیت بالاتری برخوردار است ضمن آنکه تحقیق برای ساخت مواد آمورفوس و ترانسفورماتور با هسته ساخته شده از آنها بعنوان یک امر زیر بنایی باید در دستور کار قرار گیرد همچنین اصلاح فرایند تولید و برطرف کردن ایرادات وارده چه در مرحله طراحی و چه در مرحله ساخت هسته ترانسفورماتور می‌تواند باعث کاهش تلفات ناشی از ساخت و در نتیجه کاهش تلفات بی‌باری گردد.

ساخت ترانسفورماتورهای با تلفات کمتر عمدتا افزایش هزینه ساخت را در پی دارد. ولی با توجه به ارزش اقتصادی تلفات در طول عمر ترانسفورماتور این امر در حالت کلی اقتصادی است که در مجموع باعث کاهش قیمت نهایی ترانسفورماتور می‌گردد.

نکته مهم دیگر لزوم انتخاب ترانسفورماتور متناسب با پیک بار موجود در محل وبا رعایت میزان ذخیره لازم موارد مانور شبکه فشار ضعیف با قدرت و جلوگیری از نصب ترانسفورماتورهای با قدرت زیادتر از حد لازم توسط شرکتهای برق منطقه‌ای است.

با توجه به نکات فوق می‌توان پیشنهادهای ذیل را به ترتیب اهمیت جهت کاهش تلفات ترانسفورماتورهای موجود در شبکه برق خلاصه نمود:

۱- استفاده از ورق‌های Hi-B در ساخت هسته.

۲- بررسی و پژوهش در مورد ساخت موارد مغناطیسی آمورفوس در داخل کشور و استفاده از آن در تولید ترانسفورماتور.

۳- اصلاح و بهینه‌سازی فرآیند تولید ترانسفورماتور جهت کاهش تلفات ناشی از نحوه ساخت.

۴- طراحی هسته ترانسفورماتور با سطح مقطع بیشتر جهت داشتن چگالی فوران کمتر و در نتیجه کاهش تلفات بی باری ترانسفورماتور و انتخاب نقطه کار بهینه با توجه به ارزش کل تلفات در طول مدت بهره‌برداری.

۵- انتخاب ظرفیت مناسب جهت ترانسفورماتورها و عدم اسراف در این مورد.

WikiPower.ir

فصل چهارم

کنترل پیشرفته سیستم‌های جوشکاری GMAW با استفاده از شبکه‌های عصبی تطبیقی

GMAW(Gas Metal Arc Welding) به معنای جوشکاری قوس فلزی تحت پوشش گاز محافظ می‌باشد. این ابزار اولین بار در سال ۱۹۲۰ به دنیا ی صنعت معرفی شد و از سال ۱۹۴۸ به طور رسمی وارد بازار جوشکاری شد. در ابتدا ازGMAW برای جوشکاری آلومینیوم تحت پوشش گاز محافظ خنثی استفاده می‌شد و به همین دلیل به آن (MIG(Metal Inert Gas به معنای جوشکاری تحت پوشش گاز خنثی نیز اطلاق می‌شود.

پیشرفت‌های بعدی این فرآیند شامل انتقال فلز به صورت اتصال کوتاه (GMAW-S) بوده است که در آن به وسیله انرژی حرارتی پایین، امکان کاربرد در شرایط مکانی نامناسب فراهم می‌شود.

این فرآیند دارای تجهیزات اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک است و قابلیت جوشکاری اغلب فلزات را دارا می‌باشد، نیاز به پاک کردن رسوبات آن در حد صفر است در ضمن تاب برداشتن فلز در این فرایند کاهش یافته و نیازی به پرداختکاری فلز را از بین می‌برد.

امروزه در صنعت در فرآیند GMAW الکترود مصرفی که تحت پوشش گاز محافظ قرار دارد به صورت اتوماتیـــــک تغذیه می‌شود و عواملی مانند خصوصیات الکتریکی قوس و سرعت رسوب به صورت اتوماتیک و تنها سرعت انتقـال هدایت و تنظیم مکان گان به صورت دستی انجام می‌گیرد.

به طور کلی کنترل کلیه فرآیند توسط ابزارهای زیـر انجام می‌گیرد:

۱- گان و کابل‌ها

۲- واحد تغذیه سیم جوش

۳- منبع تغذیه

- گان و کابل‌ها:

ورود گاز به منطقه قوس، هدایت الکترود مصرفی به مجرای اتـصال و اعمـال نیـروی الکتریکـی بـه مجرای اتصال و تنظیم اتوماتیک طول قوس از وظایف گان و کابل ها می‌باشد و با فشار دادن سوییچ گان،گـاز، برق و سیم جوش به طور همزمان وارد عمل می‌شوند.

- واحد تغذیه سیم جوش:

الکترود را در طول گان به سمت قطعه کار هدایت می‌کند و بـه صـورت نیمـه اتوماتیـک- سرعت ثابت و دارای کنترل‌کننده‌هایی برای تنظیم اتوماتیک نوسانات ولتاژ می‌باشند.

- منبع تغذیه:

رساندن نیروی الکتریکی به الکترود و قطعه کار برای ایجاد قوس از وظایف ایـــن قـــسمت بـــوده و انـــــواع اصلی منابع تغذیه جریان مستقیم شامل موتور ژنراتور (چرخشی) و ترانسفورماتور - رکتیفایر (استاتیک) می‌باشد.

این فرایند دارای چهار حالت اصلی انتقال می‌باشد:

انتقال اسپری محوری. انتقال قطره ای. انتقـال پالـسی. انتقـال اتصال کوتاه.

- انتقال اسپری محوری:

در این حالت فلز به شکل قطراتی هم اندازه یا کوچکتر از قطر الکترود، در یک مسیر مستقیم از الکترود به سمت حوضچه جوش هدایت می‌شوند و قوس آن بسیار یکنواخت و پایدار است.

ایـــن انتقـــال در ســـطح جریان مینیمم در الکترودها با قطرهای مختلف ایجاد می‌شود که به این سطح جریان، «جریان انتقال گویند.

- انتقال قطره‌ای:

در این حالت فلز به شکل قطراتی با اندازه‌های متفاوت، در حالـت نـامـنظم و تـصادفی در طـول قوس انتقال می‌یابد و این امر باعث پاشش و درز جوش به نسبت نـاهمـواری می‌شـود.

در ضـــمن بـــا اســـتفاده از پوشش $2CO$ و تنظیم شرایط جوشکاری و قرار دادن الکترود در زیر حوضچه جوش مذاب می‌توان مقـدار جرقـه و پاشش را کاهش داد.

- انتقال پالسی:

در برخی منابع تغذیه، شکل موج و فرکانس به دقت کنترل می‌شوند و جریـان تولیـدی ایـن منـابع شامل جریان زمینه و جریان پالسی می‌باشد.

در طول جریان پالسی، یک یا چند قطـره سـیم جـوش مـذاب شـکل گرفته و منتقل می‌شود.

فرکانس و دامنه جریان پالسی، سطح انرژی قوس و نرخ ذوب سیم جوش را کنترل می‌کنـد.

با کاهش انرژی متوسط قوس و نرخ ذوب سیم جوش، وضعیت ایده آل انتقال فلز به شیوه پالسی مهیا می‌شود.

- انتقال اتصال کوتاه:

در این حالت انتقال با انرژی کم و حرارت ورودی ضعیف صورت می‌گیرد و هنگامی که الکترود با حوضچه مذاب روی قطعه کار در تماس است تمام فلز انتقال پیدا می‌کند و نفوذ در جوش بسیار کم عمق می‌باشد و برای جوشکاری قطعات نازک مناسب است.

برای شبیه سازی این پروسه مدل ریاضی همراه با مدارهای الکتریکی و بحث‌های دینامیکی و نرخ ذوب ماشین جوش، سیم‌ها، الکترودها و قوس الکتریکی مطرح می‌شوند. ساختار اصلی کنترلر GMAW شامل کنترلر طول قوس کنترلر انتقال فلز و کنترل حلقه درونی جریان جوش توسط کنترلر PI می‌باشد.

برای کنترل طول قوس کنترلرغیر خطی با فیدبک خطی در نظر گرفته شده است.

برای کنترل انتقال فلز سایز یکسان قطره برای مقداردهی اولیه پالس مورد نیاز می‌باشد که به وسیله محاسبه مقدار الکترود ذوبی بین جریان پالس در طی عملیات جوش بدست می‌آید علاوه بر دو کنترلر طول قوس و انتقال فلز الگوریتم کاهش طول قوس نیز برای تنظیم قوس و کاهش گرمای ورودی به قطعه کار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این مقاله ما به بررسی و طراحی کنترلر طول قوس می‌پردازیم و نشان می‌دهیم که با استفاده از شبکه‌های عصبی تطبیقی می‌توان طول قوس را در سطح ثابتی تنظیم کرد.

WikiPower.ir

کنترل سیستم‌هایGMAW :

در این مقاله هدف اصلی ما توسعه ی شمای کنترلی پیشرفته برای دست یابی به جوش با کیفیت بهتر است. برای این منظور یک مدل ریاضی برای توصیف فرآیند معرفی می‌کنیم و سپس سیستم کنترلی مناسب پیشنهاد می‌کنیم.

بررسی کلی سیستم:

ما در اینجا به طور اختصاصی به بررسی ماشین‌های جوش Migatronic's FLEX ۴۰۰ می پردازیم.

این ماشین‌ها از انواع ماشین‌های دیجیتال می‌باشند بنابر این نیاز به نرخی برای نمونه برداری Ts به عنوان مثال Khz۵۰ داریم.

در این سیستم کنترلی PWM محاسبه شده به Inverter فرستاده می‌شود.

برای ارائه مدل الکتریکی پارامترهای زیر را تعریف می‌کنیم.

Uc : ولتاژ کنترلی Inverter.

Lm : اندوکتانس سیم پیچ محافظ Inverter (اندوکتانس ماشین).

Ut : ولتاژ ترمینال ماشین.

Lw : اندوکتانس کلی سیم‌ها.

Rw : مقاومت کلی سیم‌ها.

Ve : سرعت عقب گرد الکترود.

Vm : سرعت الکترود.

WikiPower.ir

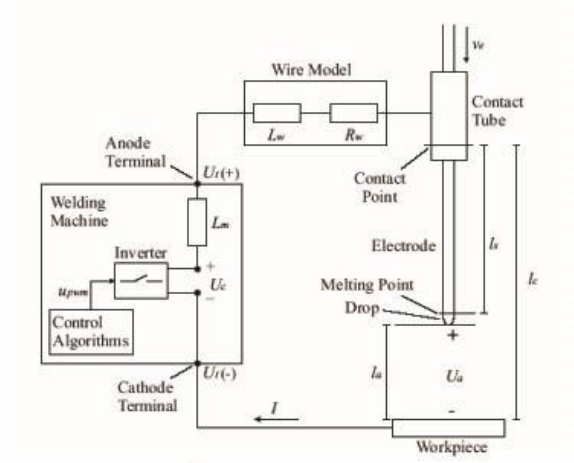
با در نظر گرفتن Uc به عنوان ورودی Lm مقدار کوچکی خواهد شد که می‌توان از آن صرف نظر کرد.

همچنین برای مدل سیم‌ها دو پارامتر Rw و Lw در نظر گرفته می‌شود و در مدل الکترود افت ولتاژ روی آن بوسیله ی Re لحاظ می‌گردد.

Ls به عنوان طول الکترود می‌باشد.

شکل (۱-۴) بیانگر توصیف سیستم GMAW می باشد.

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



شکل(۱-۴) توصیف سیستم GMAW

دو پارامتر Utm: ولتاژ ترمینال اندازه گیری شده و Iwm : جریان جوشکاری اندازه گیری شده را به عنوان خروجی فرآیند می‌توان در نظر گرفت. Lar : طول قوس مرجع و la : طول قوس حقیقی می‌باشد که بطور مستقیم قابل اندازه گیری نیست.

WikiPower.ir

کنترلر پیشنهادی

یکی از اهداف مهم در جوشکاری GMAW ثابت نگه داشتن و کوچک کردن طول قوس می‌باشد. بنابراین ما طول قوس مرجع را ۸mm و ورودی را یک پالس ژنراتور (A) ۱۰۰ با فرکانس ۵۰ Hz و یک مقدار dc ۰/۰۰۸ در نظر گرفته و به شبیه سازی سیستم غیرخطی پرداخته‌ایم.

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

لازم به ذکر است که ورودی پالس ژنراتور به عنوان U که در معادلات دینامیکی غیرخطی آورده شد، در نظر گرفته و با توجه به روابط خطی به دست آمده از سیستم ورودی مطلوب v که خطی می‌باشد را به دست آورده‌ایم.

V را به عنوان ورودی اصلی شبکه عصبی در نظر گرفته و خروجی مورد نظر را از گین مربوطه به دست آورده و سپس از شبیه سازی به نتایج زیر رسیده‌ایم:

مدل ۱ : اگر گین خروجی را ۰/۰۰۰۳ و وزن‌ها را به ۹۰ ± انتخاب کنیم :

la (max) = ۸/۲۳۴ mm ←(حالت ماندگار s. s) Mp = ۸/۷۶۸ mm

la (min) = ۷/۷۳۶ mm t_r=۱۷۹ us

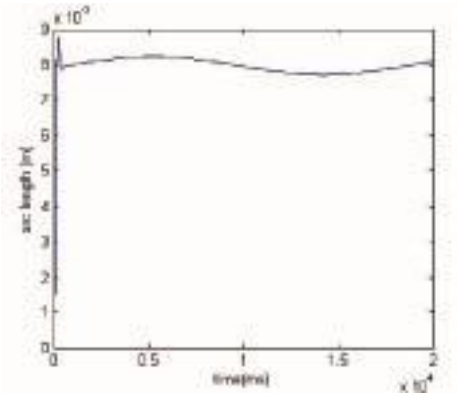
مدل۲:

با افزایش گین خروجی به ۰/۰۰۰۳۵ و قرار دادن وزن‌ها به اندازه ۸۰ ± o.s ،کاهش یافته و t_r افزایش می‌یابد.

la (max) = ۸/۲۸۶ mm ←(حالت ماندگار s. s) Mp = ۸/۵۸۹ mm

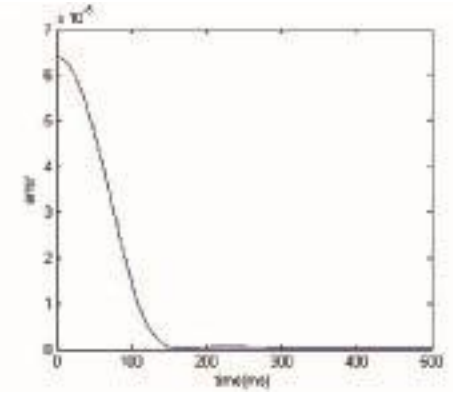
la (min) = ۷/۶۸۳ mm t_r=۱۸۳ us

نتایج شبیه‌سازی در اشکال زیر آمده است:



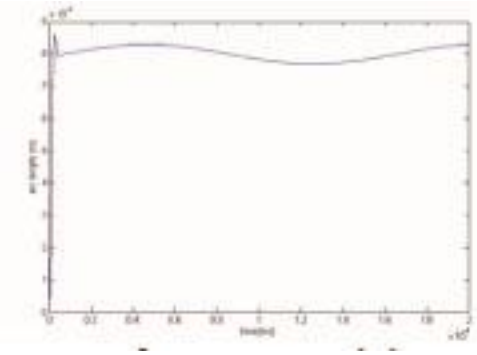
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل(۲-۴): طول قوس در مدل ۱



شکل (۳-۴) انرژی خطا برای مدل ۱

WikiPower.ir



شکل(۴-۴) طول قوس در مدل۲

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

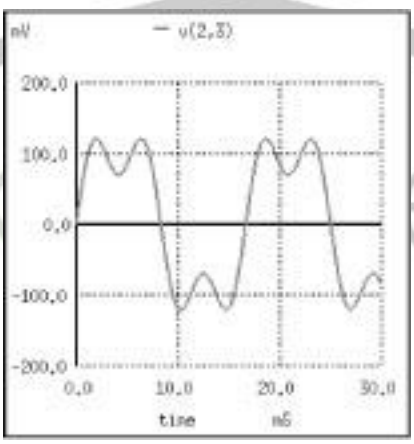
شکل(۵-۴) انرژی خطا برای مدل۲

WikiPower.ir

فصل پنجم

مبدل‌ها

بروز هارمونیک در سیستمهای برق اولین پیامد عناصر غیر خطی در شبکه است. به دلیل گسترش فزاینده استفاده از عناصر غیر خطی در سیستمهای برق، مانند راه‌اندازها (درایورهای سرعت)و مبدل‌های الکترونیکی قدرت مقدار هارمونیک شکل موج جریان و ولتاژ به طور چشمگیری افزایش یافته و در نتیجه اهمیت موضوع کاملا مشخص است.



Wikipower.ir

برسی مسائل هارمونیک منجر به تحقیقاتی شود که نتایج آن نقطه نظرات متعددی در مورد کیفیت برق بود. به نظر برخی از محققان، اعوجاج هارمونیکی هنوز مهمترین مسئله کیفیت برق می‌باشد.

مسائل هارمونیکی با بسیاری از قوانین معمولی طراحی سیستمهای قدرت و عملکرد آن تحت فرکانس اصلی مغایرت دارد. بنابر این مهندسی برق با پدیدهای ناآشنایی روبرو میشود که نیاز به ابزار پیچیده و تجهیزات پیشرفته برای حل مشکلات و تجزیه و تحلیل آنها دارد.

گر چه تحلیل مسائل هارمونیکی می‌تواند دشوار باشد، ولی خوشبختانه همه سیستمهای قدرت مشکل هارمونیکی ندارند و فقط درصد کمی از فیدرها مربوط به سیستمهای توزیع تحت تاثیر عوامل ناشی از هارمونیک‌ها قرار میگیرند. مصرف کننده‌های برق درصورت وجود هارمونیک‌ها مشکلات زیادتری از تولید کننده‌های برق را تحمیل می‌کند.

بارهای صنعتی که از محرکه‌های موتور با قابلیت تنظیم سرعت، کورهای قوس الکتریکی، کوره‌های القایی، یکسو کننده‌ها، اینورتورها، فرستنده‌های تلویزیونی، و نظایر آنها استفاده می‌کنند، نسبت به مسائل ناشی از اعوجاج هارمونیکی ضربه پذیر تر از بقیه مصرف کننده‌ها هستند.

اعوجاج هارمونیکی پدیده جدیدی در سیستم‌های قدرت به شمار نمی‌رود. نگرانی ناشی از اعوجاج از دوره‌ها در سیستم‌های قدرت الکتریکی جریان متناوب وجود داشته و دنبال شده است.

اولین منابع هارمونیکی شناخته شده ترانسفورماتورها بودند و نخستین مشکل نیز در سیستم‌های تلفن پدید آمد. استفاده گروهی از لامپ‌های قوس الکتریک به دلیل مولفه‌های هارمونیکی توجهات خاصی را برانگیخت ولی این مسائل به اندازه امروز مسئله مبدل‌های الکترونیک قدرت در سال‌های اخیر نبوده است.

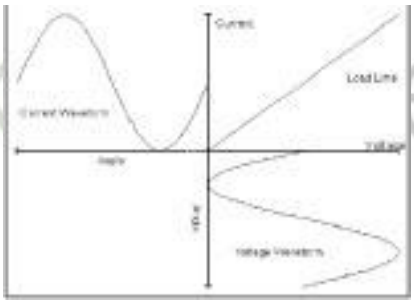
در طی این سال‌ها پژوهشگران متوجه شده اند که اگر سیستم انتقال به نحوی که بتواند مقدار توان مورد نیاز بارها را به راحتی تامین کند، احتمال ایجاد مشکل ناشی از هارمونیک‌ها برای سیستم قدرت بسیار کم خواهد بود ؛گر چه این هارمونیک‌ها میتوانند موجب مسائلی در سیستم‌های مخابراتی شوند.

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

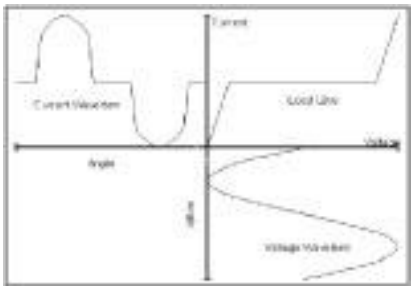
اغلب در سیستم‌های قدرت مشکلات زمانی بروز میکند که خازن‌های موجود در سیستم باعث ایجاد تشدید در یک فرکانس هارمونیکی شوند. در این شرایط اغتشاشات و اعوجاجها، بسیار بیش از مقادیر معمول میگردد. امکان ایجاد این م شکلات در مورد مراکز کوچک م صرف وجود دارد، ولی در مورد شرایط بدتر در سیستم‌های صنعتی به دلیل درجه زیادی از تشدید رخ میدهد.

مفهوم اعوجاج هارمونیکی:

اعوجاج هارمونیکی در سیستم‌های قدرت ناشی از عناصر غیر خطی است. عناصر غیر خطی عنصری است که جریان آن متناسب با ولتاژ اعمالی نیست. افزایش چند درصدی ولتاژ ممکن است باعث شود که جریان دو برابر شود و نیز موج جریان شکل دیگری به خود بگیرد. این مورد ساده ای از منبع تولید اعوجاج در سیستم قدرت است.



بار غیرخطی



www.wikipower.ir

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

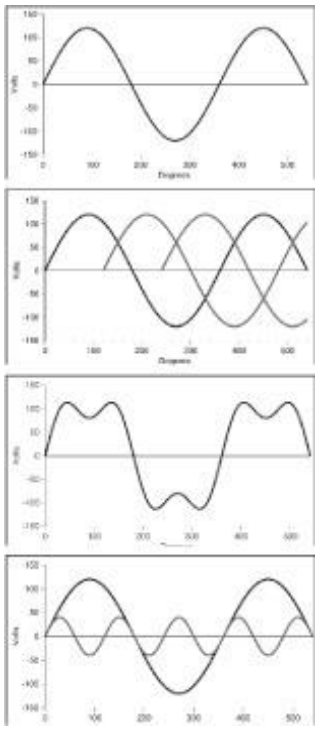
بار خطی

هر شکل موج اعوجایی پریودیک را میتوان به صورت جمع موجهای سینوسی بیان کرد، یعنی وقتی که شکل موج را می‌توان به صورت جمع امواج سینو سی خالص که در آن فرکانس هر موج سینوسی خالص که در آن فرکانس هر موج سینوسی، مضرب صحیحی از فرکانس اصلی موج اعوجاجی است نمایش داد.

این موجهای سینوسی را که فرکانس آنها ضریب صحیحی از فرکانس اصلی هستند، هارمونیک‌های مولفه اصلی میگویند. جمع این موجهای سینوسی به سری فوریه معروف است.

موج با فرکانس اصلی هارمونیک مرتبه اول و بقیه دوم، سوم و... می‌باشند. جهت مقایسه امواج اعوجاج یافته با موجهای سینو سی خالص شاخص‌های مختلفی را تعریف کرده اند این شاخص‌ها شامل ضریب هارمونیک (HF)، ضریب اعوجاج کلی (THD)، ضریب اعوجاج (DF)، ضریب دامنه (MF)، ضریب انحراف ولتاژ (WDF)، ضریب نفوذ تلقی(TIF)، ضریب پیک (CF)، هارمونیک کمترین مرتبه (LOH) می‌باشد.

WikiPower.ir



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

Harmonic Frequency:

3rd harmonic 3*60=180 H

5rd harmonic 5*60=300 HZ

7th harmonic 7*60=420 HZ

.

.

49th harmonic 49*60=2940 HZ

.

.

etc

WikiPower.ir

منابع تولید هارمونیک:

پیدایش عنا صر نیمه‌هادی و المان‌های غیر خطی نظیر دیود، تریـ ستور و... و ا ستفاده فراوان از آنها در شبکه‌های قدرت، عامل جدیدی برای ایجاد هارمونیک در سیستم‌های قدرت به وجود آورد. کاربرد این عناصر را می‌توان در تجهیزات و سیستم‌های قدرت زیر دید:

- کوره‌های قوس الکتریکی و القایی

- یکسو کننده‌ها و مبدل‌های الکترونیک قدرت
- تجهیزات مورد استفاده در کنترل کننده‌های سرعت ماشین‌های الکتریکی (VSD)
- کاربرد SVC به عنوان ابزار مهمی در کنترل توان راکتیو
- بارهای غیر خطی شامل دستگاه‌های جوشکاری
- جریان مغناطیسی ترانسفورماتور

از سوی دیگر عوامل زیر را می‌توان به عنوان تولید کننده هارمونیک در نظر گرفت:

- تولید شکل موج غیر سینوسی توسط ماشین‌های سنکرون ناشی از وجود شیارها و عدم توزیع یکنواخت سیم پیچی‌های استاتور
- توزیع غیر سینوسی فوران مغناطیسی در ماشین‌های سنکرون

همچنین صنایع زیر را میتوان از جمله عوامل تولید هارمونیک در شبکه‌های الکتریکی به حساب آورد:

- صنایع شامل مجتمع‌های شیمیایی و پتروشیمی و نیز صنایع ذوب آلومینیوم که از یکسو کننده‌های پر قدرت برای تولید برق DC مورد نیاز انجام فرآیندهای شیمیایی و ذوب آلومینیوم استفاده می‌کنند
- در سازمان صدا و سیما مصرف‌کننده‌های دیجیتال از قبیل فرستنده‌های تلویزیونی و رادیویی
- سیستم‌های هوا رسانی
- مبدل‌های الکترونیک قدرت که باعث می‌شود سطوح زیادی از هارمونیک به سیستم توزیع تزریق شود.
- بارهای غیر خطی مانند کوره‌های الکتریکی که در صنایع ذوب آهن استفاده می‌شود، از عوامل تولید هارمونیک در مقیاس بزرگ می‌باشند

اثرات نامطلوب هارمونیک:

تجهیزاتی که در معرض آثار نامطلوب هارمونیک قرار دارند عبارتند از: مبدل‌های کنترل کننده، سرعت موتورهای ac و dc موسوم به (ASD) به خازنهای موازی اصلاح کننده ولتاژ و یا ضریب قدرت، کلیدهای قدرت (CB) و فیوزها، هادیهای انتقال انرژی، وسایل الکتریکی(وسایل نیمه‌هادی)، و سایل رو شنایی، و سایل اندازی گیری، رله‌های حفاظتی، ما شین‌های الکتریکی، تراز سفورماتورهای قدرت و خطوط مخابراتی، اثرات هارمونیک‌ها بر روی این وسایل و تجهیزات متفاوت است لیکن می‌توان آنها را در سه دسته کلی شامل اثرات گرمایی، اثرات عایقی و اثرات ناشی از عملکرد نامطلوب تجهیزات الکتریکی تقسیم بندی کرد.

علی رغم تلاش‌هایی که در زمینه طراحی بهتر منابع هارمونیک را انجام گرفته است تا اینکه هارمونیک کمتری وارد شبکه نمایند. لیکن هنوز برخی از بارهای غیر خطی بهتر در اندازه‌های کوچک و بزرگ وجود دارند که باعث تزریق هارمونیک در شبکه می‌گردند. همچنین در شرایط گذرا نظیر وقوع اتصال کوتاه و عملیات کلید زنی جریانها از شکل سینوسی خارج می‌شوند و باعث به وجود آمدن هارمونیک در شبکه می‌گردند. بنابراین بایستی اقداماتی در جهت کنترل آنها صورت گیرد. در نتیجه استفاده از وسایل نظیر فیلتر اجتناب‌ناپذیر است.

برای کنترل هارمونیک ها می‌توان از فیلترای پیو و اکتیو کمک گرفت. در کاربرد عملی فیلترهای پیو با محدودیتهای مختلفی نظیر تلرانس سلف و خازنها، تغییر ظرفیت خازنها در اثر درجه حرارت و در نتیجه عدم انطباق فرکانس تشدید با فرکانسهای هارمونیک، مواجه هستیم. در فیلترهای اکتیو این گونه نقایص و محدودیتها مرتفع گردیده و در نتیجه کار بر آنها جهت حذف و یا کاهش هارمونیک در شبکه مورد توجه قرار گرفته است.

فیلتر اکتیو قدرت:

روشـــهایی که از دیر باز جهت حذف هارمونیک‌ها مورد اســـتفاده قرار میگرفته اســـت مبتنی بر فیلترهای پیو بوده ا ست. این فیلترها از مدارهای ت شدید سری ت شکیل می شوند که با بار ب صورت موازی قرار می‌گیرند و هر یک بر روی فرکانس تنظیم می‌شـــوند و هارمونیکهای بار بجای عبور از منبع، مسیر خود را از طریق این فیلترها انتخاب می‌کنند.

با توجه به تنوع هارمونیک ها، تعداد آنها افزایش می یابد که افزایش هزینه، افزایش تلفات و همچنین امکان تشدید در مجموعه هر بار، فیلتر و خط انتقال را بدنبال دارد. فیلترهای اکتیو عاری از نقایص فوق هستند و کاربرد آنها در دهه اخیر بیشتر مد نظر قرار گرفته است.

ا ساس کار فیلتر اکتیو به این صورت ا ست که ابتدا بایـ ستی سی ستم شنا سایی کننده آن، مولفه های زاید(هارمونیکی) جریان بار که یک جریان غیر خطی و محتوی مولفه های هارمونیکی ا ست، شنا سایی نماید. آنگاه سیستم انیورتر فیلتر همراه با مدارهای کنترلی مربوطه بایستی مبادرت به تولید مولفه‌های زاید جریان نماید و آنرا به شبکه تزریق کند تا به این طریق مولفه‌های زاید از خط و منبع حذف گردد.

در بخش شنا سایی روش‌های مختلفی مطرح میگردد که در آنها اثر هر کدام از مولفه‌های زاید جریان بار، بر روی مولفه‌های مختلف توان مورد برســـی قرار گرفته و از طریق مولفه‌های هارمونیکی شناسایی می‌شوند. این روش مبتنی بر شناسایی هارمونیک با استفاده از تئوری توان راکتیو لحظه ای ا ست. د سته دوم روشهایی ا ست که صرفنظر از مفاهیم توان و اینکه هر مولفه زاید از جریان منجر به چه مولفه ای از توان خواهد شـــد به جریان بار به دید یک ســـیگنال نگاه می‌کند و برای جدا ســـازی مولفه زاید، به ا ستفاده از یک فیلتر بـ سیار تیز مولفه ا صلی از جریان بار جدا می شود در نتیجه سایر مولفه‌ها، بصورت مولفه‌های زاید شناسایی می‌شوند.

در مورد انتخاب نوع فیلتر (دیجیتال یا آنالوگ)، مشخصه فرکانس آن (پایین گذر یا میان گذر)، بر سی لازم انجام گرفته ا ست و ن شان داده شده ا ست که کاربرد فیلتر میان گذر بر فیلتر پایین گذر

رجحان دارد. همچنین در این بر سی نشان داده شده ا ست که فیلتر دیجیتالی IIR جهت فیلتر اکتیو مناسب است. باید خاطر نشان کرد که در روش بالا در شرایط غیر سینوس بودن ولتاژها قادر به شنا سایی کامل هارمونیک‌ها نمی‌با شد. از این رو روش جدیدی در شنا سایی هارمونیک با ا ستفاده از فیلتر دیجیتالی پیشنهاد می‌شود. موضوع دیگری که در فیلترهای اکتیو حائز اهمیت است آرایش فیلتر یعنی ترکیب و نحوه قرار گرفتن آن در مدار است. موضوع مهم دیگر در ارتباط با فیلترهای اکتیو، انتخاب نوع اینورتر است.

مزایای فنی و اقتصادی کاهش هارمونیک‌ها:

اگر چه بحث تف ضیلی در مورد خ سارات هارمونیک‌ها پیچیده ا ست ولی می‌توان در یک جمع بندی اجمالی مزایای کاهش هارمونیک‌ها را به شرح زیر بیان کرد:

- کاهش تلفات تجهیزات الکتریکی و شبکه برق رسانی
- آزاد سازی ظرفیت تجهیزات شبکه مانند موتورهای الکتریکی و ترانسفورماتورها
- افزایش طول عمر تجهیزات به دلیل کاهش تلفات و کاهش درجه حرارت
- کاهش احتمال رزونانس موازی و سری در شبکه
- افزایش راندمان موتورهای الکتریکی و مبدل‌های الکترونیکی و منابع تغذیه سوئیچینگ
- کاهش خطای عملکرد رله‌ها، تجهیزات کنترلی و حفاظتی شبکه ناشی از تاثیر هارمونیک‌ها
- کاهش خطای قرائت دستگاه‌های اندازه گیری و کنتورها و در نتیجه کاهش طراحی تجهیزات حفاظتی و کنترل شبکه
- عملکرد بهتر تجهیزات شبکه و مشترکان از جمله ماشین‌های الکتریکی به دلیل کاهش اثر گشتاورهای مخالف به واسطه برخی از هارمونیک‌ها
- بهبود رضایت مصرف کننده‌ها به دلیل بهبود کیفیت توان

فصل ششم

اصول موتورهای خطی و شبیه‌سازی موتورهای خطی سنکرون با مغناطیس دائم (PMLSM)

موتورهای خطی مدل‌های الکترومکانیکی هستند که در آنها نیرو حرکت خطی به طور مستقیم و بدون نیاز به هیچ گونه وا سطه و مبدل مکانیکی ایجاد می شود. این موتورها نسل جدیدی از ما شین‌های الکتریکی هستند که در چند سال اخیر مورد توجه طراحان ما شین‌آلات صنعتی و صاحبان صنایع قرار گرفته‌اند. موتورهای خطی دارای عملکرد خوبی بر حسب سرعت، شتاب، نیرو و موقعیت‌یابی دقیق هستند. به منظور شناخت مشخصات فنی و نحوه عملکرد موتورهای خطی لازم است اصول اولیه و روابط انسانی حاکم براین نوع ماشین‌های خاص مورد مطالعه قرار بگیرد. حرکت اکثر سیستم‌های اتوماسیون و ما شین‌آلات صنعتی به صورت خطی انجام می شود و به همین خاطر در این سیستم‌ها محرکهای تولید نیرو و حرکت خطی مورد نیاز هستند. برای تولید حرکت خطی در این سیستم‌ها اغلب از موتورهای الکتریکی دوار استفاده شده است که به واسطه مبدل‌های مکانیکی، حرکت دورانی آنها به حرکت خطی با م شخ صات مورد نیاز تبدیل می شود. وجود این مبدل‌های مکانیکی سبب بروز م شکلات زیادی در حین نگهداری و تعمیرات سیستم می‌شود.

موتورهای خطی نسل جدیدی از ماشین‌های الکتریکی هستند که در آنها نیرو و حرکت خطی بدون هیچ وا سطه مکانیکی و م ستقیما تو سط میدان الکترومغناطیـ سی تولید می شود. موتورهای خطی جایگزین مناسبی برای موتورهای دواری هستند که به واسطه مبدل‌های مکانیکی، تولید نیرو و حرکت خطی می کنند. اغلب کشورهای صنعتی پس از انجام مطالعات وسیعی که روی موتورهای خطی و چگونگی استفاده از آنها در اتوماسیون صنایع داشته‌اند هم‌اکنون در بسیاری از زمینه‌های کاربردی و صنعتی از شکلها و مدلهای مختلف این نوع موتورها استفاده می‌کنند. موتورهای خطی در کاربردهایی مانند نصب سریع قطعات، بالا و پایین بردن وسایل و قطعات ماشین‌آلات، صنایع چاپ و بسته‌بندی، صنایع غذایی، خطوط مونتاژ کارخانجات، زمینه‌های مختلف رباتیک و به طور کلی در مواردی که سرعت پاسخ‌دهی سریع و موقعیت‌یابی دقیق مورد نیاز است بسیار مناسب هستند.

همانند موتورهای دوار، موتورهای خطی نیز در انواع مختلفی طراحی و ساخته می شوند. موتورهای خطی القایی، موتورهای خطی سنکرون، موتورهای خطی پله‌ای و سرو موتورهای خطی که هر کدام همتای خطی نوع دوار شان ه ستند ساخته شده‌اند و ب سته به نیاز و کاربرد از آنها ا ستفاده می شود. در موتورهای دوار خروجی مکانیکی ماشین با صورت سرعت دورانی (برحسب رادیان بر ثانیه) و گشتاور (برحسب- نیوتن‌متر) بیان می‌شود. با توجه به اینکه موتورهای خطی دارای حرکت خطی هستند لذا خروجی مکانیکی آنها به صورت سرعت خطی (برحسب متر بر ثانیه) و نیرو (برحسب نیوتن) بیان می‌شود.

در این مقاله رفتار دینامیکی موتور خطی سنکرون با مغناطیس دائم در حین راه‌اندازی و رسیدن به سرعت پایدار و نیز پاسخ دینامیکی آن طی مراحل مختلف بارگذاری و بارداری شبیه سازی و به د ست آمده‌اند.

اصول کار و ساختار موتورهای خطی سنکرون

اصول اساسی حاکم بر هر نوع موتور خطی، همانند اصول اساسی حاکم بر همتای دوار آن است. تفاوت این دو نوع ماشین در خروجی مکانیکی آنها است. روابط و معادلات حاکم بر هر نوع موتور خطی را می‌توانیم با انجام تبدیلاتی از روابط و معادلات حاکم بر همتای دوارشان به دست آوریم. چنانچه در یک فرآیند فرضی، یک موتور دوار سنکرون با مغناطیس دائم را در طول محور دوران آن برش داده و روی سطح گسترده نماییم یک موتور خطی سنکرون با مغناطیس دائم (PMLSM) ساخته می‌شود که در آن به جای گشتاور و حرکت دورانی، نیرو و حرکت خطی تولید می‌شود. شکل زیر این فرآیند رانشان می‌دهد.

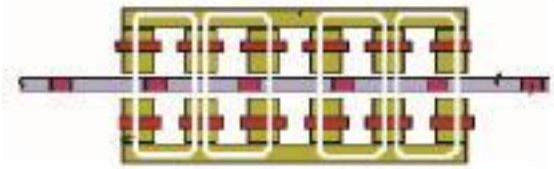
WikiPower.ir

شکل (۱-۶): اصول موتور خطی

مشابه انواع ماشین‌های الکتریکی، موتورهای خطی نیز از دو قسمت اصلی ساکن و متحرک تشکیل شده‌اند. قسمت متحرک موتورهای خطی، اسلایدر و قسمت ساکن آنها استاتور نامیده می‌شود. در موتورهای خطی سنکرون با مغناطیس دائم، میدان مغناطیسی اصلی توسط آهن‌ربای دائم که روی اسلایدر آن وبا قطب‌های متوالی قرار گرفته‌اند تولید می شود. استاتور این موتورها شامل یک سیم‌پیچی سه فاز متعادل است که روی یک هسته مغناطیسی مورق پیچیده می‌شود. بسته به نوع کاربرد، استاتور به صورت یکطرفه یا دوطرفه ساخته می‌شود. در شکل (۲-۶) موتور خطی سنکرون با استاتور دوطرفه و در شکل (۳-۶) موتور خطی سنکرون با استاتور دوطرفه نشان داده شده است:

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

شکل (۲-۶): PMLSM با استاتور یک‌طرفه



شکل (۳-۶):PMLSM با استاتور دوطرفه

در موتورهای خطی با اســتاتور دوطرفه نیرو از دو طرف و به طور یکســان بر ســطح اســلایدر وارد می‌شود و در نتیجه حرکت یکنواخت‌تر و دقیق‌تری توسط آنها تولید می‌شود.

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

سرعت حرکت موتورهای خطی سنکرون در محدوده نیروی نامی مقدار ثابتی است (موتورهای سنکرون دوار در محدوده گشتاور نامی، سرعت ثابتی دارند) و به همین خاطر این موتورها برای کاربردهایی که سرعت و حرکت خطی دقیق مورد نیاز است مناسب هستند. به عنوان مثال می‌توان به برشگرهای لیزری، کاراندازهای خطی در رباتیک، سیستم‌های کنترلی هوشمند و ماشین‌های بینایی اشاره کرد.

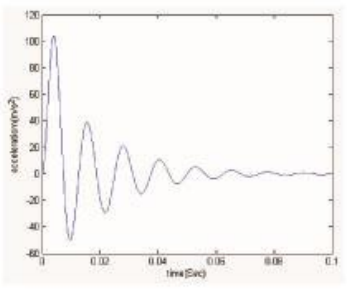
نتایج شبیه‌سازی

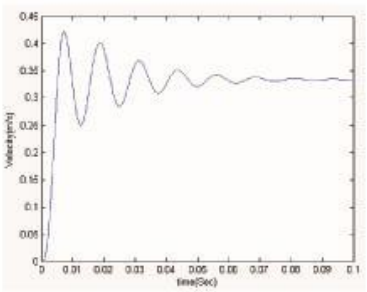
. در این بخش با شبیه سازی این معادلات پاسخ‌های دینامیکی این ماشین، سرعت و شتاب خطی ا سلایدر و نیروی الکترومغناطیسی طی مراحل مختلف راه‌اندازی، بارگذاری و باربرداری به دست خواهند آمد. مقادیر پارامترهای مورد استفاده در شبیه‌سازی، در جدول ضمیمه آورده شده است.

WikiPower.ir

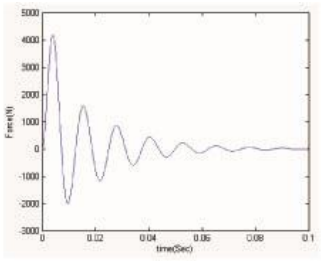
مشخصات دینامیکی PMLSM در راه‌اندازی:

در راه‌اندازی یک سیستم دینامیکی همواره پاسخ‌های سیستم با عبور از یک حالت گذرا به حالت پایدار می‌رسند. در مورد موتور خطی مورد مطالعه با مشخصات مندرج در جدول ضمیمه سرعت خطی اسلایدر در حالت پایدار $\frac{1}{3} m/s$ است. در شکل‌های (۵) مشخصات دینامیکی این ماشین در حالت راه‌اندازی بدون بار نشان داده شده است:





(ب) (الف)



(ج)

شکل (۵): مشخصه‌های دینامیکیPMLSM در حالت راه‌اندازی بدون بار

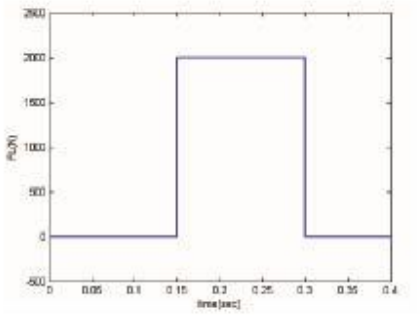
الف) سرعت ب) شتاب ج) نیرو

WikiPower.ir

با توجه به شکل (۵-الف) دیده می‌شود سرعت اسلایدر در حالت پایدار به $\frac{1}{3}m/s$ می‌رسد که پس از آن موتور با شتاب صفر و سرعت ثابت به حرکت ادامه می‌دهد.

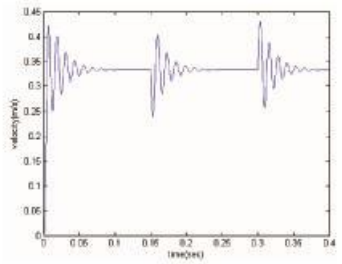
مشخصات دینامیکی PMLSM طی مراحل بارگذاری و باربرداری

به منظور مشاهده رفتار دینامیکی موتور خطی مورد مطالعه در پاسخ به بارگذاری و باربرداری باری با مشخصه زمانی شکل (۶-۶) به موتور اعمال می‌شود:

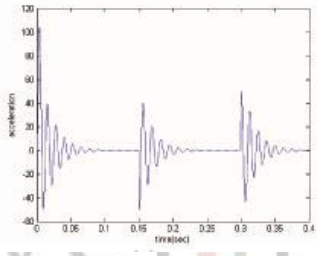


شکل (۶-۶): مشخصه بار اعمال شده به PMLSM

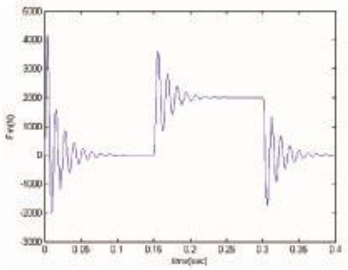
در شکل‌های زیر پاسخ دینامیکی ماشین به مشخصه بار اعمال شده نشان داده شده است:



(الف)



(ب)



(ج)

شکل(۷-۶): مشخصات PMLSM طی مراحل مختلف بارگزاری و باربرداری

در شکل (۷- الف) دیده می‌شود که سرعت موتور در هر شرایط تغییر بار، در حالت پایدار به سرعت حالت بی‌باری می‌رسد (از مشخصه‌های موتور سنکرون) و با توجه به شکل (۷- ج) ملاحظه می شود که نیروی الکترومغناطیسی تولید شده توسط PMLSM مشخصه بار را دنبال می‌کند.

ضمیمه:

مقادیر پارامترهای مورد استفاده در شبیه‌سازی انجام شده به صورت جدول زیر می‌باشد:

volt age	Induct ance q	Induct ance d	resist ance	P M flux	m ass	P ole
V(r ۱۲۰ ms)	۰,۰۰۸۵	۰,۰۰۸۵	۲,۸۷۵	۰, ۱۷۵	۴ ۰	۲

WikiPower.ir

فصل هفتم

در سالهای اولیه اختراع برق و استفاده از این انرژی برای روشنایی، مردم کم و بیش با پدیده سوسو زدن نور لامپ‌ها برخورد می‌کردند ولی توجه چندانی به آن نداشـــتند. با پیشـــرفت تکنولوژی و اختراع دستگاهها و تجهیزات مختلف برقی مسئله فوق باعث نارضایتی مردم شد. لذا مسئله بررسی نوسانات ولتاژ و چگونگی جبران آنها و بهبود کیفیت ولتاژ مورد توجه مهندسـین قدرت قرار گرفت. در ابتدا فقط کیفیت ولتاژ بارهای بزرگ صـــنعتی مورد توجه بود ولی به علت آن که در حد مصـــرف‌کنندگان خانگی و عمومی بارهایی که به کیفیت ولتاژ منبع تغذیه خود بسیار حساس هستند نظیر کامپیوترها و یا تجهیزات کنترل پرو سس و ابزار دقیق، گ سترش پیدا کردند، بر سی نو سانات ولتاژ در شبکه‌های توزیع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار گ شت. یکی از شرایط ا سا سی برای یک شبکه توزیع، تنظیم ولتاژ در محدوده مجاز ا ست که جهت کارکرد صحیح وسایل الکتریکی بسیار مهم است. در طراحی و آنالیز شبکه توزیع معمولا به مسئله افت ولتاژ مجاز توجه می‌شـــود. میزان افت ولتاژ به جریان بار، ضـــریب قدرت بار و جنس و ســـطح مقطع‌هادی‌ها، طول خطوط و امپدانس ترانس‌های توزیع و... بســـتگی دارد. اســـاس تنظیم ولتاژ بر مبنای فراهم آوردن یک ولتاژ مجاز برای تمامی مشترکین در شرایط باری مختلف می‌باشد به طوری که بتوان با راه حل‌های ساده و اقتصادی ولتاژ مصرف کننده‌ها را در مواقع کم باری و پیک بار در حد مجاز نگه داشت.

امروزه برای طراحی شبکه‌های توزیع بخ صوص در مناطق صنعتی لازم ا ست به و ضعیت شبکه و نوسانات ولتاژ در حالت‌های گذرا نیز توجه گردد.

نوسانات ولتاژ در شبکه‌های توزیع در حالت‌های گذرا ناشی از دو عامل کلی است:

۱- نوسانات ولتاژ ناشی از راه‌اندازی تجهیزات خاص موجود در کارخانجات، کارگاهها و یا منازل (نظیر موتورها و کوره‌های القایی) که باعث سوسو زدن لامپ (lamp flhcker) می‌شود.

۲- نوسانات ولتاژ ناشی از اشکالات و خطاهای گذرا در شبکه

تشریح پدیده فلیکر:

در اصطلاح به سوسوزدن نور لامپ‌های الکتریکی به علت کم و زیاد شدن (نوسان) ولتاژ فیکر گویند و اغلب اوقات کلمات فلیکر، فلیکر ولتاژ (Voltage flicker)، لامپ فلیکر (Lamp flicker)همگی جهت توصیف یک اثر به کار برده می‌شوند.

در اینجا سئوالی مطرح است: علت نوسانات ولتاژ در شبکه‌های توزیع چیست؟

وقتی بارهای مختلف توسط مشترکین برق به مدار وارد یا از آن خارج می‌شوند تغییر ولتاژی در شبکه توزیع خواهیم داشت اما اولا این تغییرات معمولا کوچک و بسیار آرام می‌باشند و بنابراین قابل توجه نیستند در ثانی توسط تنظیم کننده‌های مناسب می‌توان این تغییرات را جبران نمود. اما تجهیزات و وسایل برقی نظیر موتورهای بزرگ، دستگاههای جوش و کوره‌ها که به صورت تکی و یا جمعی وارد شبکه می‌شوند باعث ایجاد نوساناتی در ولتاژ می‌شوند چون با ورود آنها به شبکه جریان مصرفی تغییرات سریع می‌کند که این خود سبب ایجاد نوسان در ولتاژ مصرف‌کنندگان مجاور می‌شود. اثر نوسانات ولتاژ را می‌توان در کم و زیاد شدن و سوسو زدن نور لامپ‌های رشته‌ای ملاحظه کرد و همانطور که در ابتدا گفته شد به این پدیده فلیکر گویند.

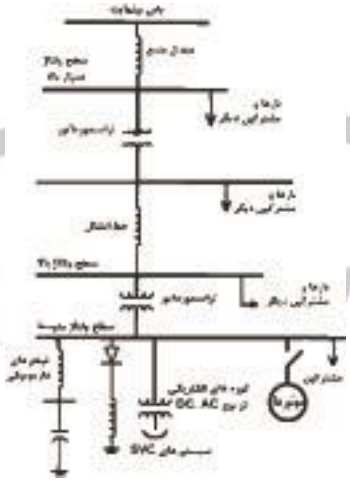
نوسانات ولتاژ را به خاطر اثر مشهودی که روی لامپ‌های روشنایی دارد «فلیکر ولتاژ» (Voltage flicker) و یا «لامپ فلیکر» (Lamp flicker) هم می‌نامند.

در یک شبکه توزیع، مشترکی می‌تواند باعث ایجاد نوسان ولتاژ و مشترک دیگر در نقطه دیگر اثر آن را ببینند. اغلب شکایت‌ها معمولا از سوسو زدن نور لامپ‌ها می‌باشد و با وجود طرحهای جدید در سیستمهای توزیع کم و بیش شکایت‌های فوق به گوش مسئولان شبکه می‌رسد.

در هر حال اگر سیستم‌های توزیع به نحو مناسبی طراحی نشده باشد امکان وجود داشتن اثرات متقابل بین منابع، بارهای صنعتی و بارهای تجارتی و عمومی شبکه قدرت وجود دارد که منجر به فلیکر ولتاژ می‌شود. البته شرکت‌های برق معمولا محدودیت‌هایی را برای یک مشترک خاص نظیر یک بار صنعتی بزرگ که اثرات شدیدی روی کیفیت ولتاژ شبکه می‌گذارد در نظر می‌گیرند.

در شکل (۱-۲) دیاگرام تک‌خطی از یک سیستم قدرت با دو نمونه بار معمول ایجادکننده فلیکر ولتاژ یعنی موتورهای الکتریکی بزرگ و کوره‌های الکتریکی نشان داده شده است. مشترکین شرکت برق به هر شینه از دیاگرام شکل (۱-۲) می‌توانند متصل باشند.

اگر در شینه‌ای که بار موتوری و کوره الکتریکی به آن وصل است فلیکر ولتاژ بیشتر از مقدار مجاز باشد ممکن است تعدادی از مشترکین موجود در شینه‌های مختلف شبکه با درجه‌های مختلف از این پدیده متاثر شوند.



شکل (۱-۷) دیاگرام تک‌خطی یک سیستم نمونه

نکته‌ای در مورد دیاگرام شکل (۱-۷) قابل ذکر است: هر چه از نظر الکتریکی از بار مسبب فلیکر ولتاژ به سمت منبع اصلی شبکه حرکت شود اثر فلیکر ولتاژ کاهش می‌یابد به طور مثال فلیکر ولتاژ در

ولتاژ بسیار بالا (Extra high Voltage) به طور طبیعی از مقدار مجاز بسیار کمتر است. تاثیر کلی بارهای عامل فلیکر ولتاژ بستگی به فاکتورهایی نظیر دامنه، زاویه فاز و میزان تغییرات جریان مصرفی و چگونگی تغییرات آن به صورت دوره‌های منظم یا دوره‌های تصادفی و احتمالی دارد.

پدیده فیلکر را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم‌بندی نمود:

دوره‌ای (Cyclic Flicker) و غیردوره‌ای (Non Cyclic Flicker).

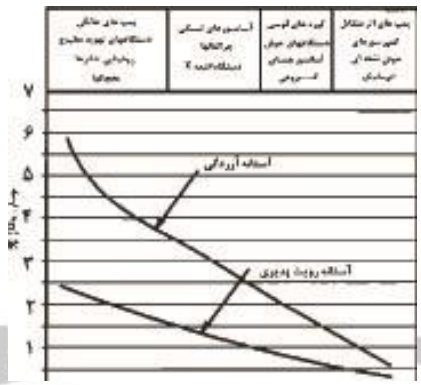
فلیکر دوره ای، نوسانات ولتاژ پریودیکی ناشی از عملکرد یک کمپرسور Reciprocating (Compressor) یا یک کوره الکتریکی است. فلیکر غیردوره‌ای، نوسانات ولتاژ گاه و بیگاه ناشی از راه‌اندازی یک موتور الکتریکی بزرگ یا شروع به کار یک دستگاه جوش است.

حدود مجاز و شاخص‌های فلیکر:

فلیکر ولتاژ را در شبکه قدرت از تغیر ولتاژ موثر و فرکانسی که تغییرات در آن اتفاق می‌افتد محاسبه می‌کنند. در سالهای جاری آزمایشها و روشهای زیاد و جدیدی برای تعیین دامنه و فرکانس فلیکر مشهود بر روی شبکه قدرت انجام شده است.

با انجام یک سری از آزمایشها و سنجش حساسیت نور خروجی لامپها به تغییرات ولتاژ مشخص گردید که حساسیت آنها به نوسان ولتاژ در یک محدوده نسبتا وسیعی قرار دارد که می‌توان یک آستانه تشخیص یا مرز رویت‌پذیری (Threshold of visibility) را برای آن به دست آورد. همچنین می‌توان یک مرز بالایی همجهت حداکثر اثر مجاز فلیکر بدست آورد و آن را ماکزیمم تحمل بینایی از لحاظ فیزیولوژی در برابر اثر فلیکر است که به آستانه آزردگی (Threshold of irritation) نیز نامیده می‌شود.

در شکل (۲-۷) مشخصه حساسیت فلیکر ولتاژ نشان داده شده است



WikiPower.ir

شکل (۲-۷) مشخصه حساسیت فلیکر ولتاژ

در قسمت بالای منحنی بعضی از بارهای نمونه‌ای که در آن محدوده باعث ایجاد فلیکر می‌گردند نشان داده شده است.

همانگونه که از شکل (۲-۷) مشخص است با افزایش فرکانس و در حد چند نوسان در ثانیه تفاوت کوچکی مابین فیلکر قابل تشخیص (حد پایینی) و فلیکر مضر (حد بالایی) به‌وجود می‌آید. بنابراین بارهایی که نوسان ولتاژی در این رنج فرکانس دارند (مثل کمپرسورها یا دستگاه‌های جوش اتوماتیک) ممکن است فلیکر مضری را باعث شوند.

بررسی محدوده‌های فلیکر ولتاژ در شرکتها:

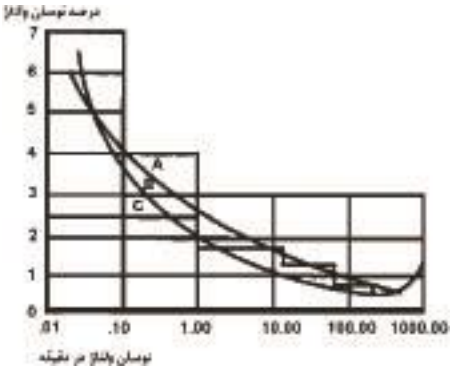
در سال ۱۹۷۹میلادی طبق آماری که از ۹۶ شرکت مختلف گرفته شده مشخص گردید که تعدادی از آنها به م سئله رعایت محدوده‌های مجاز فلیکر ولتاژ توجه دا شته‌اند. از این برر سی م شخص گردید که سه منحنی مربوط به محدوده‌های فلیکر ولتاژ بطور عام در این شرکتها استفاده می‌شود. منحنی‌های فوق عبارتند از:

۱- منحنی G.E. (General Electric)

۲- منحنی وستینگهاوس(Westinghouse)

۳- منحنی ادیسون (Consolidated Edison)

سه منحنی فوق را یک جا در شکل (۳-۲) ملاحضه می‌کنید. منحنی GE ترکیبی از نتایج آزمایشهای انجام شده به‌وسیله شرکتهای GE و چند موسسه دیگر در سال ۱۹۳۰ است. منحنی Con (Ed) که به‌وسیله موسسه Con Ed تهیه شده است بسیار محدودتر از منحنی GE استفاده می شود. منحنی وستینگهاوس حاصل یک بررسی در سال ۱۹۵۹ از ۹۸ شرکت بوده است (۳-۲) و از لحاظ استفاده موسسات و شرکتها ما بین دو منحنی دیگر است. در هر صورت در طراحی شبکه‌های قدرت باید مسئله فلیکر را با توجه محدودیتهای آن مورد توجه قرار داد البته طراحی بر اساس حد مینیمم تشخیص فلیکر ممکن است غیراقتصادی باشد. لذا جهت تعیین مقدار مناسب برای فلیکر ولتاژ باید به مسائل اقتصادی نیز توجه کرد.



(شکل ۳-۷)منحنی فلیکر ولتاژ

عوامل ایجادکننده فلیکر ولتاژ:

هر پدیده‌ای که باعث تغییرات مقدار موثر (rms) ولتاژ منبع تغذیه شود به‌عنوان عامل ایجادکننده فلیکر شناخته می‌شود. سوئیچ کردن بارهای مختلف باعث به‌وجود آمدن پدیده فوق گردد زیرا جریان هجومی در لحظه راه‌اندازی (سوئیچ کردن) از جریان حالت دائمی بیشتر می‌باشد.

راه‌اندازی موتورها یکی از منابع معمول و اصلی ایجاد فلیکر در شبکه‌های توزیع می‌باشد. ترکیب جریان هجومی بالا و ضریب قدرت پایین در طی زمان راه‌اندازی می‌تواند باعث ایجاد فلیکر ولتاژ شود.

این د سته‌بندی کلی از موتورها شامل انواع فنها، پمپ‌ها، کمپر سورها، د ستگاه‌های تهویه مطبوع، یخچالها، آسانسورها و غیره می‌باشد.

همچنین بارهایی که به صورت متناوب کار می‌کنند مانند دستگاههای جوش قوسی یا نقطه‌ای، کوره های قوسی یا القایی باعث تغییرات ناگهان در ولتاژ تغذیه شده و در نتیجه باعث ایجاد فلیکر می‌گردند. از منابع دیگر ایجادکننده فلیکر می‌توان از سوئیچ کردن خازنهای تصحیح ضریب قدرت در شبکه توزیع نام برد.

روشهای جبران و تصحیح فلیکر:

قبل از اینکه به روشهای جبران و تصحیح پدیده فلیکر پرداخته شود لازم است به چند نکته در مورد وضعیت سیستم و بارهای عامل فلیکر اشاره گردد.

الف- بارهای متصل به سیستمهای ضعیف (Weak System) در مقایسه با همان بارها که به سیستم بهم‌پیوسته (Stiff System) وصل شده است فلیکر قابل توجه‌تری را ایجاد می‌کند.

ب- مقدار فلیکر در نزدیکی منابع ایجادکننده آنها بیشترین مقدار می‌باشد. مشترکینی که از همان ترانس که منبع فلیکر به آن وصل شده تغذیه کنند اثرپذیری بیشتری از سایر مشترکینی دارند. که از ترانسهای مجزایی استفاده می‌کنند.

ج- دامنه تغییرات ولتاژ ایجاد شده در اولیه به‌طور قابل توجهی کمتر از آنچه در ثانویه مشاهده می‌شود، می‌باشد.

اکنون روشهای ممکن برای کاهش فلیکر غیرقابل قبول به مقدار مجاز بررسی می‌شود. لازم به ذکر است که برای هر نوع بار عامل فلیکر، می‌توان یکی از روشهای ارائه شده را با توجه به کیفیت عملکرد و جنبه اقتصادی آن روش استفاده نمود.

راه‌اندازهای موتوری / وسایل قابل تنظیم سرعت:

راه‌اندازی موتورها مهمترین عامل ایجاد فلیکر ولتاژ در شبکه‌های توزیع است. جریان راه‌اندازی اغلب موتورها چندین برابر جریان بار کامل موتور است تا کوپل راه‌اندازی کافی جهت راه انداختن موتورها ایجاد شود. توان بزرگ راه‌اندازی و ضریب قدرت پایین باعث اختلال شدید در ولتاژ شین متصل به موتور می‌شود. یک راه‌انداز موتور (Motor starter) با کم کردن ولتاژ متصل به موتور در لحظه راه‌اندازی توان اولیه را کاهش داده و در نتیجه اختلال ولتاژ کم خواهد شد.

از راه‌اندازهای اولیه موتور می‌توان به راه‌اندازهای ستاره- مثلث اشاره کرد. پیشرفت عناصر نیمه‌هادی قدرت و استفاده از راه‌اندازهای موتورها باعث شد که راه‌اندازهای ستاره – مثلث در مرحله پایین‌تری نسبت به آنها قرار گیرند.

از این قبیل راه‌اندازها می‌توان به محرک تنظیم‌کننده سرعت (Adjustable Speed Drive) یا (ASD) اشاره کرد. ASD با محدود کردن جریان راه‌اندازی موتور، اختلال ولتاژ را در دوره راه‌اندازی کم می‌کند. مثلا برای موتورهای القایی این عمل با تبدیل منبع AC به DC با یک یکسوکننده و سپس تبدیل DC به AC با یک ولتاژ و فرکانس قابل تنظیم به‌وسیله یک مبدل (Inverter) عملی می‌باشد. البته کاربرد ASD باعث ایجاد هارمونیکهای می شود که سبب افزایش حرارت سیم‌پیچ‌های موتور می‌گردد. به این دلیل و سایر دلایل، برای کاربردهای خاص، یک ASD باید دقیقا با موتور تطبیق داده شود.(۵).

خازنهای موازی:

اتصال دائم خازنهای موازی باعث کم شدن اثر پدیده فلیکر نمی شود حتی ممکن ا ست و ضعیت را کمی بدتر هم بکند اما خازنهای موازی که با بار سوئیچ می شوند می‌توانند باعث کاهش افت ولتاژ شوند. اما اولا سوئیچ کردن مکانیکی خازنها در مواقعی که قطع و و صلهای مداوم در زمانهای کوچک لازم با شد مناسب نیست ثانیا قطع و وصل آنها خود باعث اضافه ولتاژ و اختلالات ولتاژ می‌شود..

خازنهای سری:

استفاده از خازنهای سری در مدار تغذیه یک بار عامل ایجاد فلیکر، باعث کاهش فلیکر ولتاژ می‌شود. خازن سری باعث حذف قسمتی از راکتانس سلفی مسیر تغذیه می‌شود در نتیجه امپدانس سری مدار تغذیه کاهش می‌یابد و افت ولتاژ در مسیر تغذیه کم می‌گردد. اندازه ظرفیت بانکهای خازنی باید به نحوی انتخاب شود که مقدار فلیکر در محدوده قابل قبول قرار گیرد. همچنین باید به مسئله تشدید در مدار توجه شود البته در اغلب مواقع ا ستفاده از خازن سری برای بارهای عامل فلیکر که قدرتشان نسبت

به کل بار فیدر کوچک ا ست موفقیت‌آمیز می‌با شد. همچنین در صورتی که مقدار جبران‌کننده سری در مقایسه با راکتانس خط کوچک باشد (کمتر از ۵۰٪ امپدانس شبکه) وقوع هرگونه اتفاقی غیرمحتمل می‌باشد.

خازنهای سری را با ظرفیت هر واحد و ولتاژ کار آن انتخاب می‌کنند

کاندنسرهای سنکرون (Synchronous Condensers):

کاندنسرهای سنکرون با کاهش امپدانس دیده شده در سر بار می‌توانند باعث کاهش فلیکر ولتاژ بشوند. مقدار تصحیح بستگی با اندازه راکتانس‌های زیرگذرا و گذاری کاندنسر سنکرون دارد.

از لحاظ عملی استفاده از کاندنسرهای سنکرون برای تصحیح فلیکر ناشی از بارهای کوچک شبکه‌های توزیع اقتصادی نمی‌باشد.

تغییر دادن سیستم (System changes):

با تغیر دادن شکل سیستم می‌توان بارهایی را که عامل ایجاد نوسان ولتاژ هستند از دیگر مشترکان جدا نمود. بعضی از روشهای تغیر سیستم عبارتند از: ساختن خطوط جدید، اضافه کردن ترانسفورماتور، تغییردادن ولتاژ خط تغذیه، جابجایی بارها، افزایش سطح مقطع فیدر و... این روشها به‌طور موثری نوسان ولتاژ را کاهش می‌دهند اما روشهای نسبتا گرانی هستند و اغلب از لحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نمی‌باشد..

جبران‌کننده‌های توان راکتیو استاتیکی (SVC: Static var Compensation)

یک SVC مطابق با اصطلاح فنی به‌کار رفته در CIGRE یک تولیدکننده توان راکتیو موازی است که خروجی آن به نحوی تغیر می‌کند تا پارامتر مشخصی را در سیستم قدرت ثابت نگه دارد.

در جبران‌کننده های عملی، تولید و کنترل توان راکتیو خروجی یک SVC انحصارا به‌وسیله کلیدهای تریستوری متصل به بانک‌های خازنی یا سلفی انجام می‌شود.

زمان پاسخ SVC حدودا ۲ تا ۳ سیکل است در نتیجه آنها را برای کاربردهای کنترل سریع و مداوم توان راکتیو مناسب می‌سازد.

روشهای اشاره شده در قبل نظیر خازنهای موازی و یا سری در کنترل نوسانات ولتاژ سریع و متناوب جوابگو نمی‌باشند و برای جبران اینگونه نوسانات نیاز به جبران‌کننده‌ای سریع مانندSVC می‌باشد. تا چندی قبل عموما SVC در سیستم‌های انتقال قدرت و برای بارهای بزرگ صنعتی استفاده می‌گردید و در شبکه‌های توزیع و برای بارهای با قدرت پایین به دلیل مسائل اقتصادی و ابعاد بزرگ آنها استفاده نمی‌گردید.

در شبکه‌های انتقال از SVC به‌علت داشتن پاسخ سریع، قابلیت اطمینان بالا، قیمت عملیاتی پایین و انعطاف پذیری بالا جهت کنترل توان راکتیو برای بهبود رگولاسیون ولتاژ و پایداری دینامیکی، کاهش نامتقارنی ولتاژ یا جریان و کاهش فلیکر استفاده می‌گردد و قدرت آنها در حدود ۱۵MVAR می‌باشد.

با ملاحظه پا سخ سریع SVC در شبکه‌های قدرت به نظر ر سید که بتوان از آنها برای حل م سئله نو سانات ولتاژ در شبکه‌های توزیع ا ستفاده نمود اما ملاحظات اقت صادی از بکار بردن آنها در شبکه‌های توزیع که عموما شامل تجهیزات با قدرتهای پایین و اندازه‌های فیزیکی کوچک ا ست جلوگیری می‌کرد اما اخیرا SVC هایی با قدرت 1 MVAR تا 7/2MVAR و با ا ندازه های فیزیکی کو چک و فشرده (Compact) در اختیار مشترکان جهت استفاده در شبکه‌های توزیع قرار گرفته است.

یک SVC فشرده با توجه به کاربرد آن می‌تواند TSC یا TSR باشد. اما برای کاربرد شبکه‌های توزیع در جایی که ازSVC به منظور تامین توان راکتیو استفاده می‌شود، احتیاجی به جذب توان راکتیو نی ست و باید توان راکتیو تولید نمود لذا در بی شتر حالتها نوع TSC که امکان کنترل پله‌ای از توان راکتیو

را در اختیار مشترکین قرار می‌دهد و هارمونیکی تولید نمی‌کند برای استفاده در شبکه‌های توزیع کفایت می‌کند.

با توجه به نوع کاربرد، SVC فشرده می‌تواند به‌صورت تک فاز یا سه فاز برای کنترل توان راکتیو استفاده شود. در بیشتر کاربردها کنترل بر روی سه فاز انجام می‌شود اما در صنعت برای بارهای تک فاز نظیر دستگاههای جوش کنترل تک فاز استفاده می‌گردد. در این حالت برای هر فاز یک کنترلر جداگانه‌ای احتیاج است. یکSVC فشرده می‌تواند به ولتاژ، جریان یا ضریب قدرت به‌عنوان متغیر کنترل پاسخ بدهد. به منظور حداقل کردن حالت‌گذاری ناشی از وصل واحدهای TSC، خازنها در مواقعی سوئیچ می‌شوند که ولتاژ AC لحظه‌ای مساوی با ولتاژ DC خازن باشد

شبیه‌سازی دینامیکی راه‌اندازی گروهی از موتورهای القایی در یک فیدر فشار متوسط:

بخش عمده‌ای از موتورهای الکتریکی مورد استفاده توسط مشترکین در صنعت، مصارف عمومی و تجاری موتورهای القایی در انواع مختلف (سه فاز و تک فاز) آن می‌باشد. مزایای این دسته از موتورها نسبت به سایر دسته‌ها عبارتند از: داشتن ساختمانی ساده و محکم، هزینه ساخت و بهره‌برداری کم، قابلیت اعتماد و ضریب بهره بالا.

استفاده از موتورهای القایی سه فاز و تک فاز به مقیاس وسیع می‌تواند بار سنگینی را بر شبکه‌های فوق توزیع و به توزیع به ویژه در لحظات راه‌اندازی وارد آورد اهم مسایلی که به خاطر راه‌اندازی موتورهای القایی پدید می‌آید به قرار زیر است:

۱- سقوط ولتاژ در شبکه توزیع یا پیدایش پدیده فلیکر.

۲- برقراری جریان هجومی شدید در شبکه‌های توزیع.

۳- پایین آمدن ضریب توان پس فاز در گره‌های مختلف شبکه توزیع.

از طرفی شـــبکه‌های توزیع نیز بر رفتار مانا و گذرای موتورهای القایی اثر می‌گذارند. به‌عنوان مثال می‌توان گفت که امپدانس تغذیه‌کننده‌ها ولو آنکه متعادل نیز باشـــند در هنگام راه‌اندازی افت ولتاژی قابل توجه در پایانه موتورها پدید آورده و کوپل راه‌اندازی و زمان راه‌اندازی را افزایش می‌دهند. در نهایت این امر موجب بزرگتر شدن لغزش در شرایط کار عادی موتور شده که کم شدن بازده موتور را به دنبال خواهد دا شت. با توجه به نکات فوق در طراحی شبکه‌های توزیع م سئله راه‌اندازی موتورها جهت ارزیابی پروفیل ولتاژ در طول تغذیه‌کننده توزیع یا به عبارت دیگر بررسی مسئله فلیکر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شبکه‌های توزیع به‌خاطر مسائل زیر عمدتا در شرایط نامتقارن مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

۱- نامتعادل بودن بارهای استاتیکی.

۲- نابرابر بودن موتورهای تک فاز موجود در هر فاز.

۳- خطوط فشار متوسط جابجا نشده (Untransposed).

می‌توان پروفیل ولتاژ شـــینه‌های مختلف یک فیدر شـــبکه توزیع شـــعاعی نامتقارن را در طول زمان راه‌اندازی یک یا گروهی از موتورهای القایی تک فاز یا ســـه فاز که با ولتاژ تغذیه نامتعادل و به صـــورت متناوب راه‌اندازی می شوند بد ست آورد و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. شبکه مورد مطالعه در این مقاله به صورت شکل (۴) می‌باشد.

M موتور تک فاز القایی فاز جداگانه.

M2 موتور تک فاز القایی با خازن راه‌انداز.

M3 موتور تک فاز القایی دو خازنه.

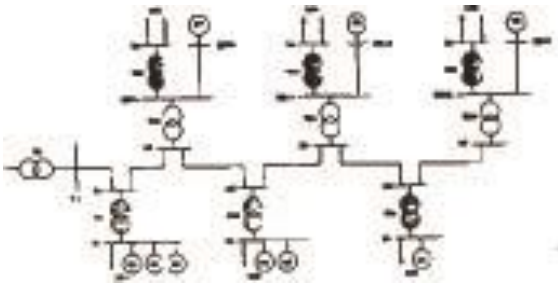
M4 موتور تک فاز القایی با خازن دائم.

M5 M6 موتور سه فاز القایی معمولی.

M7 M9 موتور سه فاز القایی قفسه‌ای با شیار عمق.

M8 موتور سه فاز القایی دو قفسه‌ای.

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



(شکل ۴-۷)

WikiPower.ir

مشخصات کلی موتورهای موجود در شبکه فوق به صورت جدول (۱) می‌باشد.

نام موتور	قدرت	تعداد موتور	زمان راه‌اندازی (S)
m1	۰/۵۵kw	۲۰	۰/۴
m2	۰/۵۵kw	۲۰	۰/۷
m3	۰/۵۵kw	۲۰	۱/۰

m4	۵۰ hp	۳	۰/۱
m5	۰/۵۵kw	۱۰	۰/۲
m6	۵۰ hp	۳	۰/۵
m7	۲۵۳۰kva	۱	۰/۰
m8	۲۰۰kva	۱	۰/۳
m9	۲۵۳۰kva	۱	۰/۶

در جدول (۱) منظور از موتورهای القایی سه فاز معمولی، موتورهای روتور سیم‌پیچی شده و یا موتورهایی که مقاومت روتور آنها ثابت است، می‌باشد. اما در موتورهای القایی با روتور قفسه‌ای دوبل یا قفسه‌ای با شیار عمیق، مقاومت روتور با تغیر فرکانس جریان در آن به شدت تغیر می‌کند. نتایج حاصل از اجرای برنامه در شبکه فوق به صورت شکلهای (۵) و(۶) می‌باشد.

در شکل (۵) ولتاژ شینه‌های (MD22 و MD42 وMD62) و شینه ثانویه ترانس (MD61)TM6 آمده است. همانطور که ملاحظه می‌شود در لحظه راه‌اندازی موتورها ولتاژ شینه‌های مربوطه به شدت کاهش یافته و پس از چند ثانیه به مقدار حالت دائمی خود می‌رسد.

همچنین در شکل (۶) ولتاژ شینه‌های (D6,M5,D5,D3) آمده است.

همانطور که مشخص است اثر راه‌اندازی موتورهای سه فاز m7، m8 وm9 بر روی شینه‌های D3 وD5 و همچنین در اولیه ترانس TD5(m5) زیاد نمی‌باشد. که به دلیل آن مجزا بودن ترانس تغذیه بارهای استاتیکی شینه‌های D1، D3 وD5 از ترانس تغذیه شینه‌های موتورهای فوق می‌باشد.

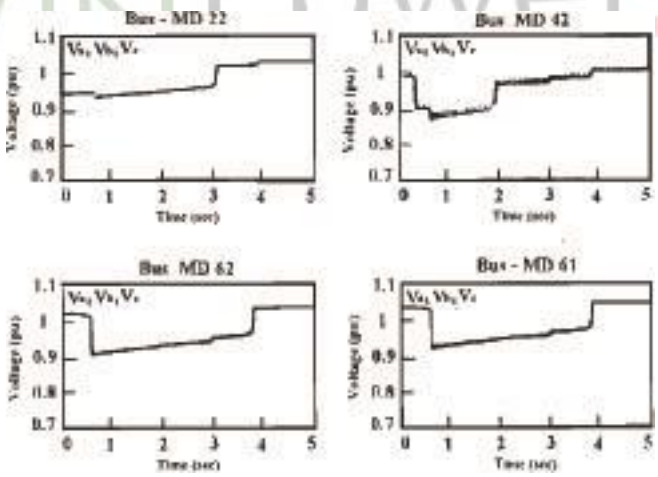
اما اثر راه‌اندازی مثلا موتور m9 برروی شینه (D6) بسیار محسوس است که دلیل آن تغذیه مشترک موتور (m6) و بارهای متصل به شینه (D6) از طریق یک ترانسفورماتور (۲۰/۰/۴KV) می‌باشد.

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

این موضوع باعث می شود که بارهای استاتیکی موجود در شینه (D6) تغییرات ولتاژ شدیدی را متحمل شوند که ممکن است سبب اختلال در کار آنها گردد.

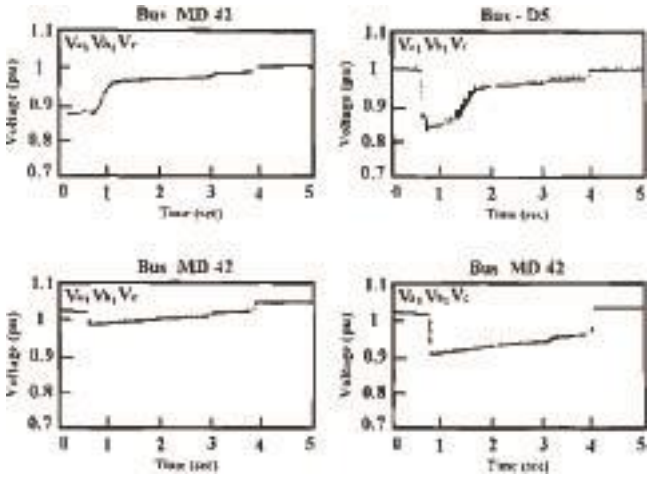
دوره راه‌اندازی موتور(m8) در حالتی که فقط این موتور در شبکه باشد، ۱/۵ ثانیه می‌باشد. درحالی که در شـــرایط موجود، زمان فوق به ۱/۸ ثانیه افزایش یافته اســـت. البته نامتعادل بودن ولتاژ تغذیه موتورهای سه فاز در افزایش زمان راه‌اندازی آنها نیز تاثیر زیادی دارد.

WikiPower.ir



(شکل ۵-۷)

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



WikiPower.ir

(شکل ۶-۷)

منابع و مأخذ:

[۱]r.c.seebald and d.f.buch."flicker limitation on of electric utilities" LEEE trasactionon power apparatus and systems, pp. 2627-2631,sept 1985 .

.[۲]electric utility engineering reference book distribution systems, Westinghouse electric gorp east Pittsburgh. pa,1965 .

.[۳]m.t.bishop.a.v.Do, and S.R.mendis,"Voltage flicker measurement and Analysis sestem.vol.NO.2.April 1994.

.[۴]D.jamali and E.sharifi and M.Abedi."Voltage prolil in rodial Diseribution fceder.Due to 31 Induction Motor starting" 9 Th international.Psc.St.Petersburg.july 1994.

.[۵]E.sharifi and M.Abedi and D.jalali."the Effect of medium Voltage class Double Cage industrion motors Starting on Voltage protile of industrial.radial Feeders" 3 Th Iranian conference on electrical engineering ICEE-95.

.[۶]Frankline, A-C Frankline , DP, The j&p Transformer book.

.[۷]Mittle, V.N.-Design of electrical Machnines (DC and AC.(

.[۸]JESPER Sandberg Thomson,"Advanced control methods for Optimization of Arc Welding" Aalberg University Fredrik Bajers Vej,Denmark.9 june 2004.

.[۹]Gerorge saikalis, Fengl in, "A Neural Network Controller by Adaptive Interaction" American Control Conference Arlington, VA june 25-29,2001.

.[۱۰]Lyttle,K.A."GMAW,A versatile process on the move" , Welding journal 63 (3.(

.[۱۱]Cary , howard B.Modern welding technology.Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall,Inc.

.[۱۲]Lincoln Electric Company. The procedure handbook of welding.12th Ed. Cleveland, Ohio: Lincoh Electric company.

.[۱۳]Krouse , poul C "Analysis of Electric Machinery" 1997.

.[۱۴]jang-hwan,jong-woo choi and seung-ki sui " High Procition Control of Linear Permanent Magnet synchronous Motor for Surface Mount Device Placement Sestem."

.[۱۵]Seok-MYEONG JANG , Member IEEE , Sung-Ho Lee, andln-Ki Yoon " Design Critria for DETECT Force Reduction of Permanent Mmagnet LinerSynchronous Motors Wwith Halbach Array."

.[۱۶]www.cda.org.

.[۱۷]Technical Consultant Computer Power & Consulting Corporation January 25,1999.

.[۱۸]Treating Harmonics In Electrical Distribution sestems Preseted by : Victor A. Ramos JR.

[۱۹]. حمزه بهمنی "اصـــول و کاربرد موتورهای خطی و نظریه موتورهای خطی ســـنکرون" پایان‌نامه کارشناسی. دانشگاه بیرجند دیماه ۱۳۸۲.

[۲۰]. حمزه بهمنی "اصـــول موتور های خطی و کاربرد های آن در اتو ماســـیون صـــنایع" کار گاه آموزشی.هفتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق.دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی.

[۲۱]. آرشیو دفتر فنی شرکت ایران ترانسفو-کارخانه ری.

[۲۲]. فهرست بهای ترانسفورماتورهای شرکت ایران ترانسفو سال ۷۶.

[۲۳]. مشکوه الدینی.م. توری ترانسفورماتور،انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق.

[۲۴]. آمار تفضیلی صنعت برق ایران در سال ۷۵.

[۲۵]. تولیت حمید-قاضی رضا-رفیعی سید محمد رضا "برسی،طراحی و ساخت فیلتر فعال جهت حذف هارمونیکها" گزارش پروژه تحقیقاتی،کمیته تحقیقات برق خراسان ۱۳۷۵

[۲۶]. رفیعی سید محمدرضا-تولیت حمید-قاضی رضا "روش جدید در شناسایی هارمونیک‌ها با استفاده از فیلترهای دیجیتالی" سومین کنفرانس مهندسی برق ایران- دانشگاه علم و صنعت ایران ۱۳۷۴

WikiPower.ir