

بررسی روش‌های کنترل اسکالر موتورهای القایی

در این مقاله، به بررسی روش‌های کنترل اسکالر موتور که توسط درایو قابل پیاده‌سازی است می‌پردازیم. روش‌های کنترل اسکالر موتور شامل روش‌های تغییر تعداد قطب‌ها، تغییر ولتاژ و تغییر فرکانس می‌باشد که ترکیبی از روش‌های کنترل ولتاژ و کنترل فرکانس با هدف کنترل موتور، توسط درایوهای سبک‌کار سری NE و درایوهای سنگین‌کار سری NG آگر در دسترس است.

الف) کنترل با استفاده از تغییر تعداد قطب‌ها:

این روش با تغییر تعداد قطب‌ها سرعت موتور را کنترل می‌کند. تغییرات سرعت در این روش به صورت گسسته و پله‌ای می‌باشد و همراه با اعمال تنش و فشار به موتور بوده، راندمان موتور را کاهش داده و نسبت وزن به توان موتور را نیز تضعیف می‌کند.

اساس کار این روش رابطه معروف سرعت موتور در حالت استاتیک است:

$$n_r = (1 - s)n_s = \frac{(1 - s) \times 120 \times f_s}{P}$$

در رابطه بالا P تعداد قطب‌ها را مشخص می‌کند و طبق رابطه مذکور، با تغییر تعداد قطب‌ها سرعت موتور را به صورت گسسته می‌توان تغییر داد.

این روش توسط درایو قابل اجرا نیست و تنها با تغییر ساختار مکانیکی موتور قابل پیاده‌سازی است.

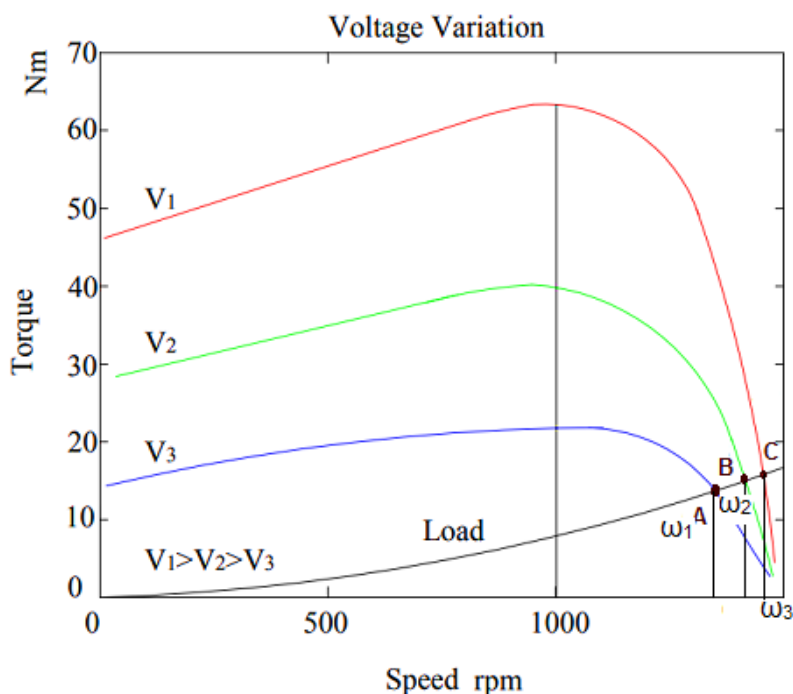
ب) کنترل موتور با استفاده از تغییرات ولتاژ:

در این روش با کنترل ولتاژ ترمینال‌های موتور، سرعت موتور کنترل می‌شود. می‌دانیم ولتاژ با گشتاور خروجی موتور رابطه‌نمایی دارد پس با کاهش یا افزایش ولتاژ، گشتاور خروجی موتور کاهش یا افزایش می‌یابد و با ثابت بودن گشتاور بار، تغییر گشتاور تولیدی موتور باعث تغییرات سرعت خواهد شد.

$$T_{mech} = \frac{1}{\omega_{syn}} \frac{V_{th}^2}{[(R_{th} + R'_2/s)^2 + (X_{th} + X'_2)^2]} \frac{R'_2}{s}$$

طبق رابطه بالا مشخص می‌شود که گشتاور خروجی موتور با مربع ولتاژ ترمینال موتور رابطه مستقیم دارد که نحوه

تغییرات گشتاور به ازای تغییرات ولتاژ مشابه منحنی زیر است:

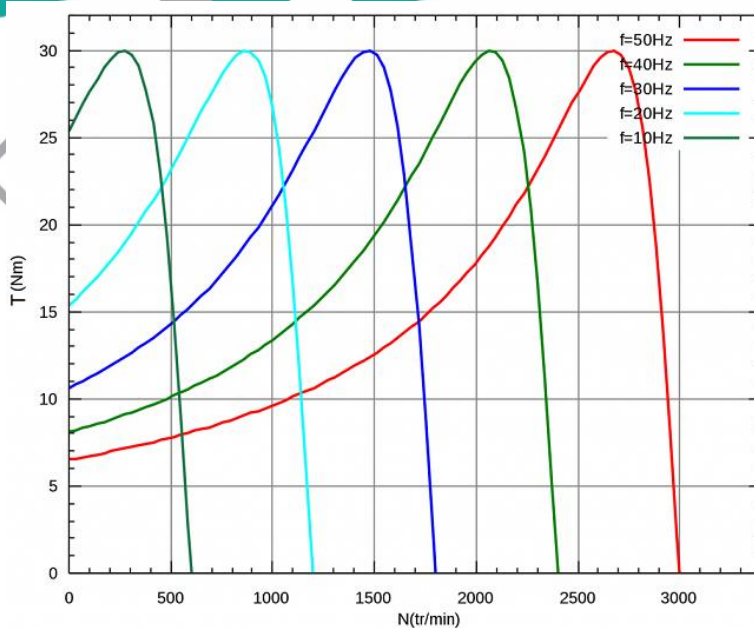


در این روش تغییرات سرعت به دلیل تغییرات گشتاور خروجی موتور اتفاق می‌افتد. این روش در کاربردهای سنگین با گشتاور بالا به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود و موتور همواره تحت فشار خواهد بود.

ج) کنترل موتور با استفاده از کنترل فرکانس تغذیه موتور:

با تغییر فرکانس تغذیه موتور، مقدار f_s در رابطه اصلی سرعت موتور تغییر می‌کند و به تبع آن مقادیر n_r و n_s تغییر خواهد کرد. این روش مشکل روش قبلی یعنی کاهش گشتاور موتور را در پی ندارد و این مزیت عمده این روش است اما باید توجه داشت مربع فرکانس با تلفات موتور رابطه مستقیم دارد و کنترل موتور با استفاده از کنترل فرکانس ممکن است باعث بالارفتن دمای موتور در فرکانس‌های بالاتر از فرکانس نامی شود که این پدیده در موتورهای با کلاس عایقی پایین مشکلات زیادی ایجاد می‌کند و در کاربردهای سنگین یا طولانی مدت احتمال سوختن این موتورها بسیار بالا می‌رود.

می‌دانیم اشباع مغناطیسی هسته به صورت همسو شدن حوزه‌های مغناطیسی هسته در یک جهت خاص تعریف می‌شود. هنگام اعمال جریان با کاهش فرکانس حوزه‌های مغناطیسی که پیش از این به صورت تصادفی جهت‌گیری شده بودند، زمان کافی برای همراستایی را پیدا می‌کنند در نتیجه هسته به اشباع خواهد رسید. با به اشباع رسیدن هسته، راندمان موتور به شدت کاهش می‌یابد زیرا شار متقابل تولیدی توسط لغزش روتور، براساس قانون لنز و با تغییرات شار استاتور حاصل می‌شود و در این حالت میزان تغییرات بسیار اندک است در نتیجه برای تامین شار مورد نیاز، موتور جریان بسیار زیادی خواهد کشید که باعث آسیب دیدن آن می‌شود. در این حالت باید با کاهش ولتاژ، جریان کشیده شده توسط موتور را کاهش دهیم.



به مجموع روش‌های بالا، روش‌های اسکالر کنترل موتورهای الکتریکی گفته می‌شود.

با استفاده از درایوهای سبک کار NE شرکت اگر الکترونیک، کنترل بهینه V/f در دسترس قرار می‌گیرد. یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از ترکیب روش‌های کنترل ولتاژ و کنترل فرکانس، استفاده از مزیت‌های هر دو روش و بهبود معایب هر روش با استفاده از مزیت‌های روش دیگر است.

به عنوان مثال در صورت استفاده از روش کنترل ولتاژ، در سرعت‌های پایین ولتاژ ترمینال‌های موتور به شدت کاهش می‌یابد که این موضوع باعث کاهش شدید گشتاور شده و در سرعت‌های پایین موتور راه‌اندازی نمی‌شود؛ اما با کاهش

فرکانس پایانه موتور متناسب با سرعت، گشتاور موتور در سرعت‌های پایین حفظ می‌شود و موتور توان راه‌اندازی مناسبی دارد. طبق این توضیحات ولتاژ پایانه‌های موتور متصل به درایو از مقدار خاصی کمتر نمی‌شود به عبارت دیگر در سرعت‌های پایین ولتاژ ثابت نگاه داشته شده و تنها با استفاده از کنترل فرکانس، موتور کنترل می‌شود.

روش کنترل V/f به صورت حلقه باز می‌تواند راه‌اندازی شود و به کار رود و در اکثر موارد نیز شرکت‌های سازنده درایو این روش را در محصولاتشان به صورت حلقه باز ارائه می‌کنند؛ از طرف دیگر محاسبات مربوط به شارهای ناشی و متقابل و ... (که برای هر موتور به صورت منحصر به فرد می‌باشند) در این روش انجام نمی‌شوند در نتیجه خروجی درایو محدود به یک موتور نمی‌شود و چند موتور به صورت موازی می‌توانند به درایو متصل شوند، البته با در نظر گرفتن موارد فنی و ایمنی.

از جمله نقاط ضعف روش V/f این است که تمرکزی روی پارامترهای منحصر به فرد موتور ندارد که این موضوع باعث کاهش راندمان این روش می‌شود؛ به عبارت دیگر این روش بهینه‌ترین و بهترین روش کنترل موتور نیست اما در عین حال مزایای بسیاری دارد.

همانطور که پیش‌تر عنوان شد این روش غالباً به صورت حلقه باز پیاده‌سازی می‌شود در نتیجه دقت این روش چندان بالا نیست و همین‌طور این روش تغییرات روی سرعت و گشتاور توسط عوامل بیرونی را به سرعت نمی‌تواند متوجه شود و زمان رسیدن به پاسخ و بالازدگی در پاسخ خروجی هنگام اعمال تغییرات، بیشتر از سایر الگوریتم‌های مبتنی بر کنترل برداری میدان موتور است.

این روش پاسخ‌گوی نیاز بسیاری از سیستم‌های به کار رفته در صنایع است و دقت و توان کافی برای بسیاری از کاربردها را دارد اما با پیشرفت تکنولوژی امروزه الگوریتم‌های کنترلی بسیار سریعتر، کاملتر و البته پیچیده‌تری به صنعت راه یافته‌اند که قابلیت‌های بسیاری با دقت بالا در اختیار کاربر قرار می‌دهند.

راه‌اندازی و تنظیم این روش توسط درایو پیچیدگی خاصی ندارد و کاربری آن آسان است و از طرف دیگر به انکودر نیز نیازی ندارد. به دلیل عدم وابستگی به پارامترهای منحصر به فرد موتور، این روش برای راه‌اندازی موتورهای ناشناخته نیز مناسب است البته به شرط آن که گشتاور بار مناسب باشد. این روش به فرآیند تنظیم خودکار پارامترها نیازی ندارد.

از جمله کاربردهای این روش کنترلی می‌توان به فن‌های شعاعی، فن‌های محوری، انواع دمنده‌ها، پنکه سقفی‌های صنعتی و شیردوشی، انواع مه‌پاش، پمپ‌های اسکرو مربوط به مواد با ویسکوزیته پایین، پمپ‌های دنده‌ای، پمپ‌های تیغه‌ای، کانوایرها با بار سبک و سایر کاربردهای موتور با گشتاور بار راه‌اندازی پایین و دقت نه چندان بالا را می‌توان نام برد. البته لازم به ذکر است در کاربردهای پمپ، ساختار سیستم بسیار حائز اهمیت است و نمی‌توان تنها بر پایه نوع پمپ برای نوع درایو آن تصمیم‌گیری کرد.

با تشکر از حسن توجه شما
واحد پشتیبانی شرکت آگر الکترونیک
۰۲۱-۴۹۷۳۶۰۰۰ داخلی ۳۱۱
بهنام احمدنژاد