

## کنترل کننده های مدرن دور موتور SANSANTERNO ITALYA کنترل کننده های مد

کنترل کننده های دور موتورهای الکتریکی هر چند که ادوات پیچیده ای هستند ولی چون در ساختمان آنها از مدارات الکترونیک قدرت استاتیک استفاده می شود و فاقد قطعات متحرک می باشند، از عمر مفید بالایی برخوردار هستند. مزیت دیگر کنترل کننده های دور موتور توانائی آنها در عودت دادن انرژی مصرفی در ترمزهای مکانیکی و یا مقاومت های الکتریکی به شبکه می باشد. در چنین شرائطی با استفاده از کنترل کننده های دور مدرن می توان از اتلاف این نوع انرژی جلوگیری نمود. بطوریکه در برخی کاربردها قیمت انرژی بازیافت شده از این طریق، در کمتر از یکسال معادل هزینه سرمایه گذاری سیستم بازیافت انرژی می شود.

کنترل کننده های دور موتور انواع مختلفی دارند. آنها قادرند انواع موتورهای AC و DC را کنترل کنند. قیمت کنترلرها وابسته به نوع تکنولوژی بکار رفته در ساختمان آنها میباشد.

1- روش تثبیت نسبت ولتاژ به فرکانس (یا کنترل V/F ثابت): ساده ترین روش کنترل موتورهای AC روش تثبیت نسبت ولتاژ به فرکانس میباشد. اینک این روش، بطور گسترده در کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار میگیرد. این نوع کنترلرها از نوع اسکالر بوده و بصورت حلقه باز با پایداری خوب عمل میکنند. مزیت این روش سادگی سیستمهای کنترلی آن است. در مقابل این نوع کنترلرها برای کاربردهای با پاسخ سریع مناسب نمی باشند.

2- روش کنترل برداری: روباتها و ماشینهای ابزار نمونه هائی از کاربردهای با دینامیک بالا هستند. در این کاربردها روشهای کنترلی برداری استفاده میشود. در روشهای کنترلی برداری با تفکیک مولفه های جریان استاتور به دو مولفه تورک ساز و فلو ساز، و کنترل آنها با استفاده از رگولاتورهای PI ترتیبی داده میشود که موتور AC

نظیر موتور DC کنترل شود. و بدین ترتیب تمام مزایای موتور DC از جمله پاسخ گشتاور سریع آنها در موتورهای AC نیز در دسترس خواهد بود.

3- روش کنترل مستقیم گشتاور ( Direct Torque Control ) پاسخ گشتاور در روشهای برداری حدود 10 –

20ms در روشهای کنترل مستقیم گشتاور ( Direct Torque Control ) این زمان حدود 5ms است

هنگامی که استفاده از مبدل‌های الکترونیک قدرت در اواخر دهه 1970 معمول گردید، توجه بسیاری از مهندسين شرکت‌های برق در مورد توانایی پذیرش اعوجاج هارمونیکي توسط سیستم‌های قدرت را برانگیخت . پیش‌بینی‌های مایوس‌کننده‌ای از سرنوشت سیستم‌های قدرت در صورت اجازه استفاده از این تجهیزات انجام گرفت. در حالی که بعضی از این نگرانی‌ها احتمالاً بیش از حد قلمداد گردیدند، ولی بررسی مفهوم کیفیت برق مدیون این افراد به دلیل پیگیری آنها در مورد این مسئله می‌باشد.

بروز هارمونیک در سیستم‌های برق اولین پیامد عناصر غیرخطی در شبکه است. به خاطر گسترش فزاینده استفاده از عناصر غیرخطی در سیستم‌های برق، مانند راه‌اندازها (درایورهای تنظیم سرعت) و مبدل‌های الکترونیکي قدرت، مقدار هارمونیک شکل موج جریان و ولتاژ به طور چشمگیری افزایش یافته است و بنابراین اهمیت موضوع کاملاً مشخص است.

بررسی مسائل هارمونیک‌ها منجر به تحقیقاتی گردید که نتایج آن نقطه‌نظرات متعددی در مورد کیفیت برق بود. به نظر برخی از محققین، اعوجاج هارمونیکي هنوز مهمترین مسئله کیفیت برق می‌باشد. مسائل هارمونیکي با بسیاری از قوانین معمولی طراحی سیستم‌های قدرت و عملکرد آن تحت فرکانس اصلی مغایر است. بنابراین مهندس برق با پدیده‌های ناآشنایی روبرو می‌شود که نیاز به ابزار پیچیده و تجهیزات پیشرفته برای حل مشکلات و تجزیه و تحلیل آنها دارد. گرچه تحلیل مسائل هارمونیکي می‌تواند دشوار باشد، ولی خوشبختانه همه سیستم قدرت دارای مشکل هارمونیکي نیست و فقط

درصد کمی از فیدرهای مربوط به سیستم‌های توزیع تحت تأثیر عوامل ناشی از هارمونیک‌ها قرار می‌گیرند. مشترکین برق در صورت وجود هارمونیک‌ها مشکلات زیادتری از شرکت‌های برق را تحمل می‌کنند. مشترکین صنعتی که از محرکه‌های موتور با قابلیت تنظیم سرعت، کوره‌های قوس الکتریکی،

کوره‌های القایی، یکسوکنده‌ها، اینورترها، دستگاه‌های جوش و نظایر آن استفاده می‌کنند، نسبت به مسائل ناشی از اعوجاج هارمونیکی ضربه‌پذیرتر از بقیهٔ مشترکین می‌باشند.

اعوجاج هارمونیکی یک پدیده جدید در سیستم‌های قدرت به شمار نمی‌رود. نگرانی ناشی از اعوجاج در بسیاری از دوره‌ها در سیستم‌های قدرت الکتریکی جریان متناوب وجود داشته و دنبال شده است. جستجوی منابع و مطالب تکنیکی دهه‌های قبل نشان می‌دهد که مقالات مختلفی در رابطه با این موضوع انتشار یافته است. اولین منابع هارمونیکی شناخته‌شده، ترانسفورماتورها بودند و اولین مشکل نیز در سیستم‌های تلفن پدید آمد. استفاده گروهی از لامپ‌های قوس الکتریک به دلیل مؤلفه‌های هارمونیکی توجهات خاصی را برانگیخت ولی این مسائل به اندازه اهمیت مسئله مبدل‌های الکترونیک قدرت در سال‌های اخیر نبوده است.

خوشبختانه در طی این سال‌ها پژوهشگران متوجه شده‌اند که اگر سیستم انتقال به نحو مناسبی طراحی گردد، به نحوی که بتواند مقدار توان مورد نیاز بارها را به راحتی تأمین نماید، احتمال ایجاد مشکل ناشی از هارمونیک‌ها برای سیستم قدرت بسیار کم خواهد بود، گرچه این هارمونیک‌ها می‌توانند موجب مسائلی در سیستم‌های مخابراتی شوند. اغلب در سیستم‌های قدرت مشکلات زمانی بروز می‌کنند که خازن‌های موجود در سیستم باعث ایجاد تشدید در یک فرکانس هارمونیکی گردند. در این شرایط اغتشاشات و اعوجاجات، بسیار بیش از مقادیر معمول می‌گردند. امکان ایجاد این مشکلات در مورد مراکز کوچک مصرف وجود دارد ولی شرایط بدتر در سیستم‌های صنعتی به دلیل درجه زیادی از تشدید رخ می‌دهد

وقتی تجهیزات بتوانند در سرعت کاهش یافته کار کنند چند گزینه قابل انتخاب است.

مثال‌های ذیل نمونه‌هایی برای همه صنایع هستند

### AC فرکانس متغیر (با تنظیم فرکانس)

وقتی پمپ‌های گریز از مرکز، فن‌ها و دمنده‌ها در سرعت ثابت کار می‌کنند و خروجی با استفاده از والوها و مسدودکننده‌ها کنترل می‌شود موتور صرفنظر از مقدار خروجی در نزدیکی بار کامل کار می‌کند که باعث می‌شود انرژی زیادی توسط این مسدودکننده‌ها و والوها تلف شود. اگر این تجهیزات بتوانند همواره در سرعت مورد نیاز کار کنند مقدار زیادی انرژی صرفه‌جویی می‌شود. درایوهای تنظیم سرعت باعث می‌شوند تجهیزات با توجه به نیاز سیستم در حالت بهینه عمل کنند.

کنترلرهای AC تنظیم فرکانس (فرکانس متغیر) وسایل پیچیده‌ای بوده و گرانقیمت هستند. باین حال می‌توانند به راحتی به موتورهای القایی AC استاندارد اضافه شوند. با هزینه تجهیزات کمتر و هزینه‌های الکتریکی بیشتر (با کاهش هزینه تجهیزات و افزایش هزینه‌های الکتریکی) کاربرد این وسایل در اغلب موارد اقتصادی می‌شود. بسیاری از انواع پمپ‌ها، فن‌ها، میکسچرها، نقاله‌ها، خشک‌کننده‌ها، خردکننده‌ها (سنگ‌شکن‌ها) آسیاب‌ها، صافی‌ها و برخی انواع کمپرسورها، دمنده‌ها و همزن‌ها در سرعت‌های مختلف با وسایل تنظیم سرعت کار می‌کنند.

تجهیزات مجهز به تنظیم سرعت کم‌تر از نصف تجهیزات مجهز به مسدودکننده انرژی مصرف می‌کنند.

در عمل باید برای محاسبه دقیق صرفه‌جویی حاصل براساس کیلووات بازده موتور هم در نظر گرفته شود. بازده موتور تا زیر 50 درصد ظرفیت نامی افت می‌کند.

### DC حالت جامد (نیمه‌هادی)

می‌توان با تنظیم سرعت با استفاده از درایوهای DC صرفه‌جویی‌های مشابهی را انجام داد. هزینه اولیه نسبت به درایوهای AC تنظیم فرکانس بیشتر است به خصوص وقتی مستقیماً بتوان از کنترلرهای الکتریکی در موتور AC استفاده کرد. تعمیر و نگهداری

کموتاتور و زغال نیز هزینه زیادی در درایوهای DC دربردارد. همچنین سیستم‌های DC نسبت به هوای خورنده و کثیف (مملو از ذرات) که در یک محیط صنعتی معمول است حساس‌ترند.

بنابراین درایوهای AC معمولاً ترجیح داده می‌شوند مگر در مواردی که شرایط عملیاتی برخی از مشخصه‌های سیستم‌های DC از قبیل تنظیم سرعت خیلی دقیق، معکوس کردن سریع جهت، یا گشتاور ثابت در رنج سرعت نامی مورد نیاز باشد. از این درایوها در ماشین‌های حدیده (drawing machines)، پوشش‌دهنده‌ها (لعب‌دهنده‌ها) (coaters) ماشین‌های تورق (laminators)، دستگاه‌های سیم‌پیچی (winders) و سایر تجهیزات استفاده می‌شود.

سایر تکنیک‌های تغییر سرعت موتور عبارت است از درایوهای لغزش (slip) الکترومکانیکی، درایوهای سیال. و موتورهای القایی (موتورهای با روتور سیم‌پیچی‌شده). این درایوها با تغییر درجه لغزش بین درایو و عنصر در حال حرکت سرعت را کنترل می‌کنند. چون قسمتی از انرژی مکانیکی که تبدیل به بار نمی‌شود به حرارت تبدیل می‌گردد این درایوها دارای بازده کمی بوده و معمولاً به‌خاطر مشخصه‌های خود در کاربردهای خاصی به کار برده می‌شوند. مثلاً ممکن است از درایوهای سیال در سنگ‌شکن‌ها (خردکننده‌ها) استفاده شوند چون دارای ظرفیت توان بالا، انتقال گشتاور آسان، توانایی مقاومت در برابر بارهای شوک، قابلیت مقاومت در سیکل‌های سکون (ازکارافتادگی)، ماهیت ایمنی آن و قابلیت تحمل هوای ساینده را دارند.

چون درایوهای AC و DC سرعت چرخنده اصلی را تغییر می‌دهند برای صرفه‌جویی در انرژی ترجیح داده می‌شوند.

درایوهای تنظیم سرعت مکانیکی ساده‌ترین و ارزانه‌ترین وسایل تغییر سرعت هستند. این نوع چرخ‌های قابل تنظیم می‌توانند در امتداد محور باز و بسته شوند و در نتیجه میزان تماس چرخ را با تسمه تنظیم کنند.

مزیت عمده درایوهای مکانیکی سادگی آنها، سهولت تعمیر و نگهداری و هزینه پایین آنها است. یک سرویس تعمیر و نگهداری درحد متوسط و کنترل سرعت با دقت کم (معمولاً 5درصد) از خصوصیات این درایوها است.

درایوهای تسمه‌ای برای گشتاورهای کم تا متوسط (100اسب بخار) در دسترس هستند. بازده درایوهای تسمه‌ای 95 درصد است و نسبت کاهش سرعت تا 10 به 1 می‌رسد.

از درایوهای زنجیری فلزی در گشتاور زیاد استفاده می‌شود. این درایوها مشابه درایوهای تسمه‌ای هستند فقط به جای تسمه‌های لاستیکی از تسمه‌های فلزی استفاده شده است.

وقتی فقط با یک کاهش سرعت به نتیجه رضایت بخش برسیم گزینه ارزاتری را می‌توانیم انتخاب کنیم. اگرچه سرعت‌های متغیر این مزیت را دارند که در وضعیت‌های مختلف می‌توان سرعت بهینه را به کار برد، در مواقعی که رنج تغییر سرعت محدود است و زمانی که موتور باید در سرعت پایین‌تری کار کند نسبت به زمان کل کار موتور کم است احتمالاً یک کاهنده تک‌سرعتی از نظر هزینه و اثربخشی به صرفه‌تر است.

درایوهای تسمه‌ای: در این درایوها یک (یک‌بار) کاهش سرعت با کمترین هزینه همراه است چون به راحتی می‌توان چرخ‌ها را عوض کرد. از آنجاکه با نصب دوباره چرخ‌های قدیمی براحتی می‌توان تغییرات را بازگرداند از این روش وقتی استفاده می‌شود که کاهش خروجی برای یک دوره معین موردنیاز است. مثلاً وقتی سطح تولید برای یک زمان نامشخص کاهش یافته ولی ممکن است در آینده نیاز باشد که به ظرفیت اولیه برگردیم

کاهش دور توسط چرخ‌دنده: حالت‌های مشابه‌ای را توسط تغییر چرخ‌دنده می‌توان به کار برد.

تعویض موتور: در مواردی که یک بار کاهش سرعت مورد نیاز است یک موتور با سرعت کم تر را نیز می توان جایگزین نمود.

موتور دوسرعه یک راه حل اقتصادی میانه در مقایسه با استفاده از درایوهای چندسرعه و سرعت ثابت است.

همانطور که در مثال های قبلی بیان شد چون توان مصرفی با مکعب (توان سوم) سرعت متناسب است، صرفه جویی در انرژی اهمیت زیادی دارد. در عمل یک افزایش جزئی به خاطر تلفات اصطکاک رخ می دهد. از این روش و استفاده از روش های کنترلی دیگر می توان خروجی را در یک رنج محدود کنترل کرد.

دوسرعت را می توان از یک سیم پیچ به دست آورد ولی سرعت پایینی باید نصف سرعت بالایی باشد. مثلاً سرعت های موتور به این شکل است 1800/900 ، 1200/600 ، 3600/1800

وقتی به نسبت های دیگری از سرعت نیاز است استفاده از یک استاتور دو سیم پیچ ضروری است. از موتورهای قفسی چندسرعه (multispeed squirrel cage motors) نیز که دارای سه یا چهار سرعت همزمان هستند می توان استفاده نمود.

قیمت موتورهای دوسرعه تقریباً دو برابر موتورهای تکسرعه است. اگر یک موتور بتواند در دوره های زمانی محسوسی با سرعت کم تر کار کند صرفه جویی حاصله سرمایه گذاری اضافی را توجیه می کند. در موتورهای چندسرعه استارترهای گرانبه ای مورد نیاز است چون اندازه محافظ های اضافه بار در سرعت های مختلف متفاوت است

درایو یا کنورتور فرکانس و یا کنترلکننده دور موتور برای تنظیم دور الکتروموتورهای (AC موتورها) سه فاز (استفاده می‌گردد). درایوها قادرند دور موتور را از صفر تا

چندین برابر دور نامی موتور و بطور پیوسته تغییر دهند .

تنظیم دور در الکتروموتورها علاوه بر منعطف نمودن پروسه‌های صنعتی ، در کاربردهای زیادی منجر به صرفه جوئی انرژی هم می‌گردد. علاوه بر آندرایوها جریان راه اندازی کشیده شده از شبکه را به میزان زیادی کاهش می‌دهند. بطوریکه این جریان خیلی کمتر از جریان اسمی موتور است.

درایوها می‌توانند موتور را بطور نرم و کاملاً کنترل شده استارت و استپ نمایند. زمان استارت و استپ رامیتوان بدقت تنظیم نمود. این زمانها می‌توانند کسری از ثانیه و یا صدها دقیقه باشد. توانائی درایو در استارت و استپ نرم موجب کاهش قابل ملاحظه تنشهای مکانیکی درکوپلینگها و سایر ادوات دوار می‌گردد

درایوهای مدرن امروزی بر اساس تکنولوژی مدولار ساخته میشوند. این امر هم درقسمتهای سخت افزاری و هم در قسمتهای نرم افزاری درایو رعایت میشود. ساختار مدولار قابلیت بر آورده سازی بسیاری از نیازهای مشتری را دارد. اغلب این درایوها از تکنولوژی کنترل برداری بهره می‌گیرند. این روش کنترل امکان کنترل موتور را با دقت و دینامیک زیاد فراهم می‌آورد. بطوریکه این درایوها اینک قادرند درست نظیر درایوهای DC رفتار نمایند. آنها را میتوان در کاربردهای کنترل سرعت و یا کنترل گشتاور بسهولة مورد استفاده قرارداد. بطوریکه سادگی و استحکام موتورهای القائی درکنار ایندرایوها مجموعه ای مطمئن و کارا از آنها می‌سازد . هر چند که این درایوها از تکنولوژی الکترونیک قدرت پیچیده استفاده میکنند اما بدلیل استاتیک بودنشان هزینههای نگهداشت زیادی به صنعت تحمیل نمی کنند.

درایوهای مدرن قادرند بطور اتوماتیک فلو ی مغناطیسی در موتور را در سطح بهینه انگهدارند. این ویژگی در جاهائی که بار موتور کم است منجر به صرفه جوئی انرژی خواهدشد.

درایو مدرن santerno در کاربردهای فیدبک و سرو نیز بسهولت بکار گرفته میشوند. ساختار مدولار آنها بگونه ای است که میتوان متناسب با کاربرد از کارتهای اختیاریاستفاده نمود. این کارتها امکان تطبیق درایو با کاربرد مشتری را فراهم می آورند. درکنار این مقدورات سخت افزاری باید به برنامه های نرم افزاری متعددی نیز اشاره نمود، که معمولات توسط سازندگان درایو برای نیازهای مختلف صنعتی ارائه میشود. استفاده ازاین برنامه های کاربردی بسیار ساده بوده و کاربر میتواند برنامه دلخواه خود راانتخاب و در داخل درایو قراردهد. درایوهای امروزی میتوانند بسیاری از فیلد باسهایموجود را پشتیبانی کنند. امروزه پروفی باس به عنوان یک فیلدباس باز ( Open )، در بسیاری از کاربردهای صنعتی متداول شده است. سازندگان درایو با استفاده از پروفایل Profi Drive بسهولت سازگاری خود را با پروفی باس برقرار میسازند.

درایوها علاوه بر ماموریتهای اصلی خود قابلیتهای بشمار دیگری نیز دارند که ازجمله میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

• حفاظت کامل الکتروموتور در مقابل اضافه جریان و نوسانات ولتاژ

•انعطاف پذیری در کنترل پروسه

•سازگاری با نیازهای کاربردی موتور

• بدون نویزهای زائد

• ابعادی فوقلعاده کوچک.

• 30%حد اقل انرژی سیوینگ درایو santerno

سیستم نرم افزاری درایوهای ساخت شرکت santerno از دو لایه تشکیل شده است. لایه اول نرم افزار سیستم و لایه دوم جهت توسعه نرم افزارهای کاربردی کاربر اختصاص یافته است. با کمک این لایه کاربر میتواند با کمک ابزار گرافیکی و با استفاده از زبانهای رایج برنامه نویسی برنامه های کاربردی خود را توسعه دهد. وکن تنها به همین اکتفا نکرده و با آماده نمودن صدها برنامه کاربردی به کاربر کمک میکند بهسولت برنامه کاربردی مورد نظر را در درایو نصب نموده و از آنها استفاده نماید. بعنوان نمونه میتوان به نرم افزارهای کاربردی زیر اشاره نمود:

santerno مصداقی از درایوهای مدرن

کنترل کننده های دور موتور ساخت شرکت santerno نمونه کاملی از درایوهای مدرن امروزی است [3]. درایوهای santerno دارای ساختاری کاملا مدولار بوده و به کاربر اجازه میدهد با استفاده از نرم افزار قدرتمند داخلی، که بر اساس استاندارد IEC 611131-3 کار میکند، برنامه های خود را توسعه دهد. بدین ترتیب این درایو قادر است در کاربردهای زیادینقش یک PLC را نیز بازی کرده و به کاربر اجازه میدهد بهسولت برای کاربردهای خود راهحل ارائه دهد. علاوه بر این قابلیت، شرکت santerno در اقدامی بی سابقه با طراحی و توسعه صدها برنامه کاربردی مختلف برای کاربردهای صنعتی، بهره برداری از درایوهای خود را کاملا منعطف نموده است. اینها بخشی از ویژگیهای منحصر بفردی است که درایوهای santerno را تبدیل به نمادی از درایو حرفه ای برای هزاره جدید نموده است. توصیه میکنیم برای آشنائی بیشتر با این درایوهای قدرتمند با شرکت مهندسی ثامن تماس بگیرید.

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 بالائی 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 صرفه جوئی انرژی میباشد [10].

درایوهای ولتاژ متوسط (Medium Voltage Drives) از تکنولوژی ساخت پیچیده ای برخوردارند. اینها معمولا ترکیبی از الکترونیک قدرت، کنترل، میکرو کامپیوترها، ترانسفورماتورها و فیلترها میباشند. پر واضح است که ارزیابی این اجزا و انتخاب درایو نهائی امری دشوار و نیازمند زمان و بسیج کارشناسان متخصص خواهد بود. با اینحال چهارچوب ساده زیر میتواند خریداران درایو را در ارزیابی و انتخاب درایو مورد نظرشان یاری دهد. در این چهارچوب پیچیدگیهای داخلی درایو مورد توجه قرار نمیگیرد. بلکه سعی میشود از آثار جانبی درایو عملکرد آن مورد ارزیابی قرارگیرد. براین اساس مسائل جانبی درایو را طبقه بندی نموده و ملاکهای برای ارزیابی آنها تعیین میکنیم.

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 منطقه ای را بدنبال داشته باشد.

