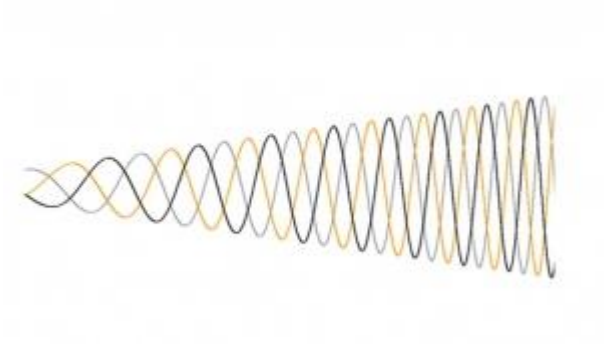
کنترل موتور با اینورتر

کنترل موتور با اینورتر به روش V/F و وکتور می باشد که در این مقاله به بررسی هر کدام می پردازیم و مزایا و معایب هر کدام را بررسی می کنیم.همچنین به معرفی مدهای کنترلی اینورتر ورتکس می پردازیم.

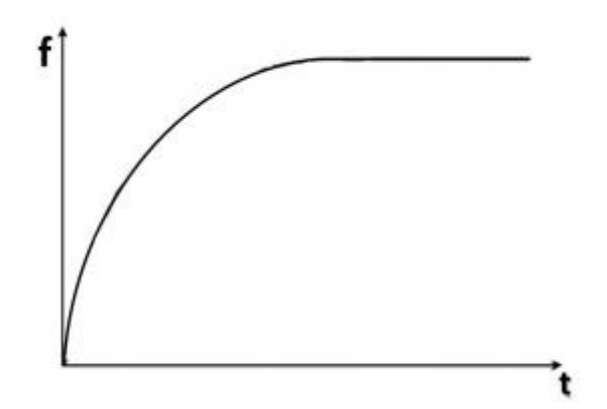
کنترل موتور با اینورتر به روش V/F

کنترل) V/Fکنترل فرکانس) یک تکنیک کنترلی از سرو موتور AC است ، که برای ثابت نگه داشتن ولتاژ / فرکانس در کل رنج سرعت کار، با کنترل بزرگی و فرکانس ولتاژ منبع تغذیه را کنترل می کند.

نسبت V / Hz براساس مقادیر (ولتاژ و فرکانس) موتور AC کنترل شده و محاسبه می شود. با ثابت نگه داشتن مقدار نسبت V / Hz ، می توانیم یک شار مغناطیسی نسبتاً ثابت در شکاف موتور حفظ کنیم. اگر نسبت ولتاژ/هرتز افزایش یابد ، موتور بیش از حد متوقف می شود و برعکس اگر این نسبت کاهش یابد موتور در حالت غیر منتظره ای قرار می گیرد.



شکل۱: تغییر ولتاژقدرت موتور در حین کنترل V/F

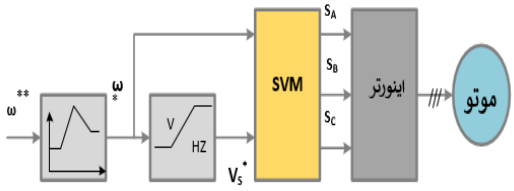


نمودار ۱: نمودار فرکانس منبع تغذیه موتور الکتریکی و زمان کنترلV/F

در سرعت کم ، لازم است افت ولتاژ در برابر مقاومت استاتور جبران شود، بنابراین ، نسبت ولتاژ/ هرتز درسرعت پایین، بالاتر از مقدار نامی تنظیم شده است. از روش کنترلV/F بیشتر برای کنترل موتورهای القایی استفاده می شود.

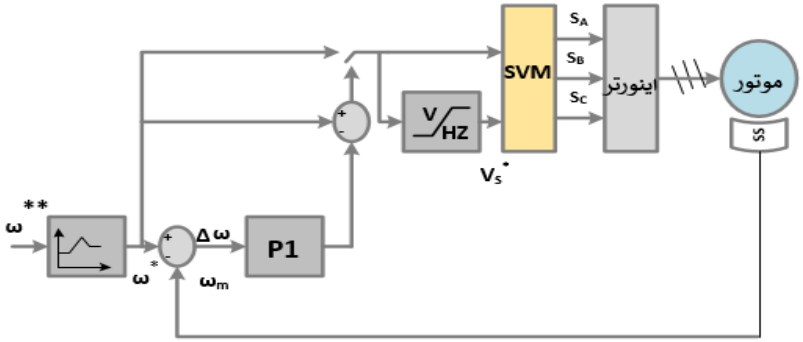
اعمال کنترل V/F

در روش کنترل V/F، با تنظیم ولتاژ و فرکانس استاتور ، سرعت موتور القایی کنترل می شود ، به طوری که میدان مغناطیسی موجود در شکاف در مقدار دلخواه حفظ می شود. برای ثابت نگه داشتن میدان مغناطیسی ،باید نسبت V / Hz با سرعتهای مختلف ثابت باشد.



شکل ۲:کنترل موتور با اینورتر به روشV/Fبدون سنسور سرعت

با افزایش سرعت ، ولتاژ استاتور نیز باید به همان نسبت افزایش یابد. اما سرعت همزمان (فرکانس) موتور القایی برابر با سرعت چرخش (فرکانس) شافت نیست و لغزش موتور القایی به بار بستگی دارد. بنابراین ، کنترلر با کنترل V/F و بدون فیدبک نمی تواند سرعت را در صورت وجود بار دقیق کنترل کند. برای حل این مشکل و جبران خسارت سنسور سرعت را می توان به سیستم کنترل اضافه کرد .



شکل ۳:کنترل موتور با اینورتربه روش V/F با سنسور سرعت

کنترلV/Fموتورهای AC جایگزین مناسبی برای کاربردهایی است که بار متغیر وجود ندارد و دینامیک خوبی (فن ، پمپ) لازم نیست. کنترلV/F نیازی به سنسور موقعیت روتور ندارد و می توان سرعت روتور را از فرکانس ولتاژ تغذیه تخمین زد. هنگامی که از کنترل V/F استفاده می شود ، پردازنده سیگنال دیجیتال با کارایی بالا لازم نیست ، همانطور که در مورد کنترل وکتور وجود دارد.

مضرات کنترلV/F

با روش کنترل موتور با اینورتر به روش V/F ، جریانهای استاتور مستقیماً کنترل نمی شوند.

PMSM با کنترل V/F به راحتی می تواند غیر قابل کنترل شود (از حالت سنکرون خارج شود) بخصوص هنگامی که گشتاور بار از مقدار گشتاور درایو بالاتر رود. روش V/F برای کنترل PMSM با سرعت کم برای برنامه های کاربردی که نیاز به پویایی بالایی دارند مناسب نیست .

روش کنترل V/Fنسبتاً ساده برای پیاده سازی است ، اما چندین اشکال اساسی دارد.

اشکالات روش کنترل V/F

اگر سنسور سرعت نصب نشده باشد ، نمی توان سرعت چرخش شافت موتور القایی را کنترل کرد ، زیرا این امر به بار بستگی دارد (وجود سنسور سرعت این مشکل را حل می کند) ، و در مورد موتور سنکرون ، وقتی بار تغییر کرده است ، می تواند کنترل کامل را از دست بدهد.

گشتاور قابل کنترل نیست. البته این کار را می توان با کمک سنسور گشتاور حل کرد اما هزینه نصب آن بسیار زیاد است و به احتمال زیاد بالاتر از خود درایو برقی خواهد بود.

شما نمی توانید همزمان گشتاور و سرعت را کنترل کنید.

کنترل V/F برای بیشتر کارهایی که در آن از یک درایو برقی با طیف وسیعی از کنترل سرعت موتور تا ۱:۱۰ استفاده می شود ، کافی است.

در صورت نیاز به کارایی بهتر ، از قابلیت کنترل بر روی رنج وسیع سرعت و توانایی کنترل گشتاور موتور ، از کنترل وکتوراستفاده می شود.

که در ادامه به بررسی روش کنترل وکتور خواهیم پرداخت.

کنترل موتور با اینورتر به روش وکتور

کنترل وکتور روش کنترل موتورهای الکتریکی سرو AC است که امکان تنظیم سرعت چرخش و گشتاور به طور مستقل و عملی بر روی شافت موتور را فراهم می کند.

کنترل کننده های گشتاور خطی

o کنترل گرایش میدانی

o کنترل مستقیم گشتاور با مدولاسیون ولتاژ وکتور

کنترل کننده گشتاور غیرخطی

o کنترل مستقیم گشتاور

o کنترل مستقیم خود

ایده اصلی کنترل وکتور نه تنها کنترل بزرگی و فرکانس ولتاژ منبع تغذیه بلکه فاز نیز می باشد. به عبارت دیگر ، بزرگی و زاویه وکتور فضا کنترل می شود . کنترل وکتور در مقایسه با اسکالر عملکرد بالاتری دارد. کنترل وکتور تقریباً تمام معایب کنترل اسکالر را از بین می برد.

مزایای کنترل وکتور:

دقت بالای کنترل سرعت؛

شروع نرم و چرخش صاف موتور در دور کامل سرعت؛

پاسخ سریع به تغییر بار: در صورت تغییر بار ، عملاً تغییری در سرعت وجود ندارد.

افزایش دامنه کنترل و دقت تنظیم؛

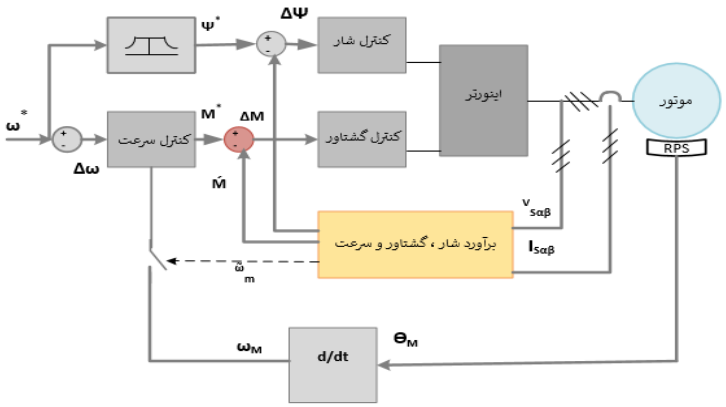
تلفات مربوط به گرمایش و مغناطیس کاهش می یابد ، راندمان موتور الکتریکی افزایش می یابد.

مضرات کنترل وکتور شامل موارد زیر است:

نیاز به تنظیم پارامترهای حرکتی؛

نوسانات سرعت زیاد در بار ثابت؛

پیچیدگی محاسباتی بزرگ.



شکل ۴: بلوک دیاگرام کنترل وکتور

نمودار بلوک دیاگرام کنترل وکتور یک سیستم کنترل سرعت با کارایی بالا برای سرو موتور AC ، در شکل بالا نشان داده شده است. مدار بر اساس حلقه های کنترل شار و گشتاور تخمین زده می شود که می تواند به روش های مختلفی اجرا شود. همزمان ، حلقه کنترل سرعت خارجی تا حد زیادی یکپارچه است و سیگنال های کنترلی را برای تنظیم کننده گشتاور * Mو *Ψشار از (طریق واحد برنامه شار) ایجاد می کند. سرعت موتور را می توان با یک سنسور مکانیکی (سرعت / موقعیت) اندازه گیری کرد یا با استفاده از یک برآوردگر برنامه بدست آورد که به شما امکان می دهد کنترل حسگر را پیاده سازی کنید.

طبقه بندی روشهای کنترل وکتور

روشهای کنترل گشتاور موجود را می توان به روشهای مختلفی طبقه بندی کرد.

بیشتر اوقات ، روش های کنترل گشتاور به گروه های زیر تقسیم می شوند:

تنظیم کننده های خطی (PI، PID)

تنظیم کننده های غیرخطی (هیسترزیس).

روش کنترل			دامنه کنترل سرعت	خطا سرعت	زمان گشتاور	شروع گشتاور	مقدار	توضیحات
اسکالر			1:10	5-10	غیر قابل دسترس	کم	خیلی کم	در هنگام تغییر بار و رنج محدودی از کنترل سرعت ، واکنش کندی دارد اما اجرای آن بسیار آسان است.
وکتور	خطی	کنترل میدان	$>200^2:1$	0	1-2>	زیاد	زیاد	به شما امکان می دهد پارامترهای اصلی موتور - گشتاور و سرعت را به راحتی و سریع کنترل کنید .این روش به اطلاعاتی در مورد موقعیت روتور نیاز دارد.
		DTC با ولتاژ SVM	$>200^2:1$	0	1-2>	زیاد	زیاد	روشی ترکیبی که برای ترکیب فواید FOCو DTCطراحی شده است.
	غیر خطی	جدول سوئیچینگ کنترل مستقیم گشتاور	$>200^2:1$	0	1>	زیاد	زیاد	پویایی بالایی دارد و یک طرح ساده دارد ، اما یک ویژگی بارز کار آن جریان زیاد و موجهای گشتاور است.
		کنترل مستقیم	$>200^2:1$	0	1-2>	زیاد	زیاد	این فرکانس تعویض اینورتر پایین تر از روش های دیگر است و به منظور کاهش تلفات در هنگام کنترل موتورهای پرقدرت طراحی شده است.

جدول ۱: روش های کنترل گشتاور

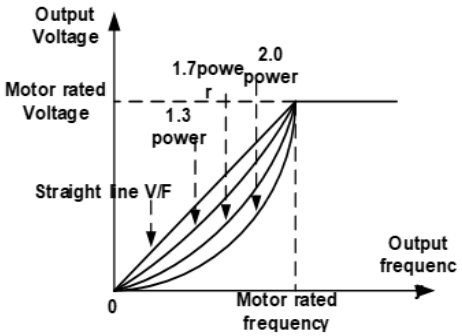
معرفی مدهای کنترلی اینورتر ورتکس

اینورتر ورتکس دارای سه مد مختلف کنترلی V/F، وکتور و وکتور با حلقه بسته است که به کمک این سه مد کاری تمامی کاربردهای مختلف توسط اینورتر ورتکس پوشش داده می شود.

مد کاری V/f برای کاربردهای عمومی استفاده می شود بیشتری کاربردهایی که نیاز به گشتاور راه اندازی بالا و یا دقت در کنترل سرعت ندارند از مد کاری v/f استفاده می کنند. تنظیمات این مد در زیر قابل مشاهده است.

مد کاری V/F اتوماتیک اینورتر ورتکس

مد کاری v/f در اینورتر ورتکس به دو مدل انتخاب نقطه ای و اتوماتیک تقسیم بندی می شود به طوریکه با انتخاب مد کاری در حالت اتوماتیک اینورتر به صورت خودکار منحنی لازم برای اعمال همزمان ولتاژ و فرکانس را تنظیم می کند که در شکل زیر قابل مشاهده است.



نمودار۲: مد اتوماتیک V/F اینورتر ورتکس

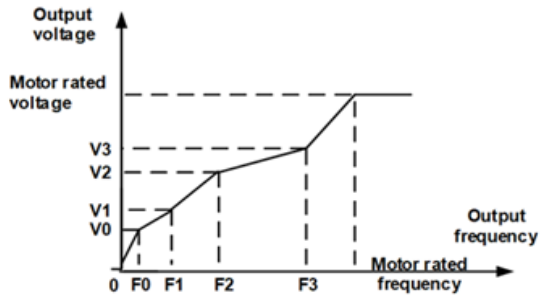
در اینورترهای ورتکس گروه ۱۲ برای تنظیمات مد کاری v/f است به کمک پارامتر P12.00 شما می توانید نوع

منحنی اتوماتیک اعمالی به اینورتر را انتخاب کنید برای کاربردهایی که از مد v/f استفاده می شود و نیاز به گشتاور راه اندازی بیشتری نیاز باشد می توانید با تغییر نوع منحنی های اعمالی ولتاژ اعمالی به موتور را در نقطه ای که نیاز به گشتاور بیشتر است افزایش داد به طور مثال برای افزایش گشتاور راه اندازی می توانید ولتاژ اعمالی به اینورتر در نقطه راه اندازی را افزایش داد البته برای تنظیم دقیق تر از نوع تنظیم نقطه ای می توانید استفاده کنید. علاوه بر افزایش گشتاور با تغییر منحنی می توان به کمک پارامتر P12.09 می توان بصورت اتوماتیک به افزایش گشتاور کمک کرد به طوریکه اینورتر به وسیله مقدار مشخص شده در پارامتر P12.09 بطور اتوماتیک ولتاژاعمالی به اینورتر را افزایش می دهد.

شایان ذکر است در صورت تنظیم پارامتر P12.00 بر روی عدد ۵ می توان از قابلیت جداسازی کامل ولتاژ و فرکانس استفاده کرد به طوریکه منبع تعیین فرکانس پارامتر P01.00 و منبع تعیین ولتاژ پارامتر P12.20 است از این قابلیت می توانید برای سایت منبع ولتاژ فرکانس متغیر استفاده کرد البته باید در نظر داشت زمانیکه از اینورتر بعنوان منبع فرکانس متغیر استفاده می شود بدلیل وجود فرکانس کریر بر روی شکل موج خروجی حتما نیاز به استفاده از فیلترهای هارمونیکی در خروجی برای نزدیک کردن هرچه بیشتر شکل موج خروجی به شکل موج سینوسی است.

مد کاری V/F نقطه ای

همانطور که در قسمت قبل اشاره شد در زمانیکه نیاز به گشتاور راه اندازی بالا باشد می توانید در کنترل مد V/F از روش کنترل نقطه ای استفاده کنید. در این روش مقدار ولتاژ و فرکانس اعمالی در چند نقطه به کمک پارامترهای گروه ۱۲ مشخص می گردد.



نمودار ۳:مد V/F نقطه ای اینورتر ورتکس

دو پارامتر ولتاژ نامی و فرکانس نامی اینورتر از طریق پارامترهای گروه ۱۱ که مربوط به اطلاعات موتور است وارد می شود.