روش های راه‌اندازی موتورهای AC

ترجمه و تنظیم: هادی ابراهیم‌آزاد

کلمات کلیدی:
موتور AC
روش‌های راه‌اندازی
کاهش جریان راه‌اندازی

کاهش فشار الکتریکی و مکانیکی ناشی از راه‌اندازی موتور

جریان راه‌اندازی موتورهای AC می‌تواند به ۳ الی ۷ برابر جریان نامی برسد. این بدان علت است که مقدار بسیار زیادی انرژی جهت مغناطیس شوندگی موتور برای غلبه بر نیروی اینرسی سامانه در حالت سکون مورد احتیاج است.

جریان کشیده شده از شبکه می‌تواند باعث مشکلاتی از قبیل افت ولتاژ، افزایش ناپایداری و در بعضی موارد خاموشی خارج از کنترل سامانه گردد.

جریان بالای راه‌اندازی همچنین می‌تواند باعث تحمیل فشار بالای مکانیکی بر روی شفت‌ها و سیم‌پیچی روتور شود و نیز می‌تواند بر روی تجهیزات متصل به موتور و فونداسیون مجموعه اثر گذارد.

روش‌های متعددی برای راه‌اندازی وجود دارد که تمامی آنها بر کاهش این فشارها متمرکز شده‌اند.

بار، موتور و شبکه تغذیه بیشترین موضوعات مورد توجه در روش‌های راه اندازی می‌باشند.

هنگامی که تجهیزات راه‌اندازی و قطعات حفاظتی را محاسبه می‌کنید باید موارد ذیل را مد نظر داشته باشید:

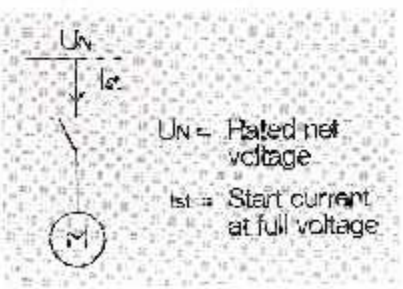
۱- افت ولتاژ در شبکه تغذیه در هنگام راه‌اندازی موتور

۲- گشتاور مورد نیاز بار در هنگام راه‌اندازی

۳- زمان مورد احتیاج برای راه‌اندازی کامل

راه اندازی مستقیم[1] (D.O.L)

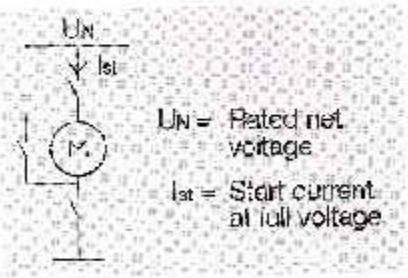
راه‌اندازی مستقیم مناسب برای سامانه‌های برخوردار از منابع تغذیه پایدار و کوپلینگ مکانیکی مناسب می‌باشد. این روش ساده‌ترین، ارزان‌ترین و متداول‌ترین روش راه‌اندازی است. تجهیزات راه‌اندازی موتورهای کوچک که به صورت متناوب روشن و خاموش نمی‌شوند ساده بوده و اغلب شامل کلیدهای قطع‌کننده حفاظت دستی می‌باشند. موتورهای بزرگ‌تر و موتورهایی که به روشن و خاموش شدن‌های متناوب احتیاج دارند یا دارای نوعی سامانه کنترل هستند معمولاً از روش راه‌اندازی مستقیم استفاده می‌کنند مجموعه راه‌اندازی در این روش از یک کنتاکتور به علاوه حفاظت بار



بیش از حد همچون رله حرارتی تشکیل شده است.

راه‌اندازی ستاره - مثلث

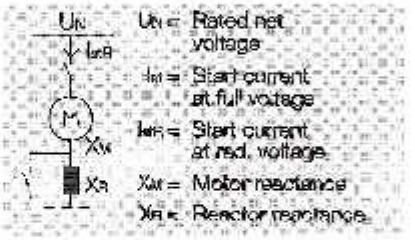
بسیاری از موتورهای فشار ضعیف می‌توانند با هر دو ولتاژ ۴۰۰V در حالت مثلث یا با ولتاژ ۶۹۰V در حالت ستاره کار کنند. این امکان انطباق پذیری همچنین می‌تواند در راه اندازی موتور در ولتاژ پائین تر مورد استفاده قرار گیرد. اتصال ستاره - مثلث جریان راه‌اندازی پایینی فقط برابر با ۱/۳ جریان راه‌اندازی در روش راه‌اندازی مستقیم را داراست. هرچندکه این روش گشتاور راه‌اندازی را به مقدار ٪۲۵ کاهش می‌دهد. موتور با حالت اتصال ستاره شروع به کار و تا حداکثر زمان ممکن شتاب گیری می‌کند، سپس به حالت اتصال مثلث سوئیچ می‌کند. این روش می‌تواند فقط برای موتورهای القایی با امکان اتصال در حالت مثلث به منبع تغذیه، مورد استفاده قرار گیرد.



روش سلفی[2]

با اتصال سری یک سیم پیچ با هسته آهنی (یا راکتور) به موتور در طول راه‌اندازی، جریان

محدود می‌گردد. البته این به معنی یک کاهش ذاتی درجه دوم در گشتاور راه‌اندازی می‌باشد. برتری این روش در هزینه پایین آن در مقایسه با



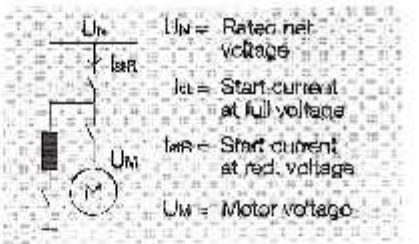
$$I_{stR} = \left(\frac{U_N}{X_M + X_R} \right)$$

$$T_{stR} = \left(\frac{I_{stR}}{I_{st}} \right)^2 T_{st}$$

دیگر روش‌ها است.

روش اتوترانسفورماتور

اثر روش اتو ترانسفورماتور همانند روش سلفی است و در آن از یک ترانس برای محدود کردن ولتاژ و کاهش جریان و در نتیجه گشتاور استفاده می‌شود، اما این کاهش گشتاور بسیارکمتر از روش راه‌اندازی سلفی است، اما



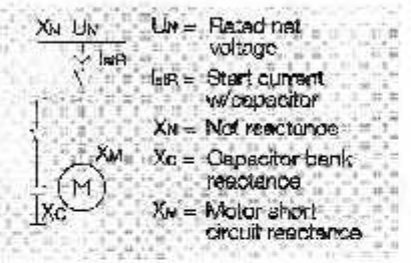
$$I_{stR} = \left(\frac{U_M}{U_N} \right)^2 I_{st}$$

$$T_{stR} = \left(\frac{I_{stR}}{I_{st}} \right) T_{st}$$

بسیار گران‌تر از آن می‌باشد.

روش خازنی

در این روش توان لازم برای مغناطیس کنندگی کافی در هنگام راه‌اندازی در بانک خازنی ذخیره می‌شود بدین ترتیب، راه‌اندازی موتور با گشتاور راه‌اندازی کامل بدون آسیب رساندن به شبکه انجام شود. بانک خازنی باید بعد از کامل شدن راه‌اندازی از مدار خارج گردد. اشکال این روش در هزینه بسیار بالای آن و نیز



$$T_{stR} = \frac{\dfrac{X_C X_M}{X_C + X_M}}{X_N + \dfrac{X_C X_M}{X_C + X_M}} T_{st}$$

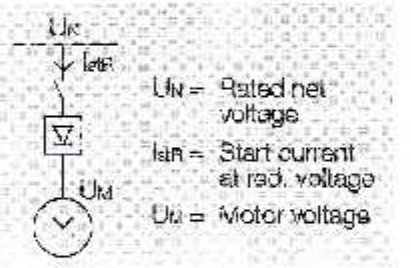
$$I_{stR} = \frac{U_N}{\sqrt{3}\left(X_N + \dfrac{X_C X_M}{X_C + X_M} \right)}$$

فضای زیاد برای بانک خازنی می‌باشد.

روش راه اندازنرم

راه اندازهای نرم بر پایه هادی ها استوار هستند، که به وسیله مدار قدرت و مدار فرمان، در ابتدا ولتاژ موتور را کاهش می‌دهند، این مورد باعث کمتر شدن گشتاور موتور نیز می‌گردد، در طول راه‌اندازی، راه‌انداز نرم به صورت تصاعدی ولتاژ موتور را افزایش می‌دهد که باعث افزایش قدرت موتور به مقدار کافی برای تسریع در سرعت گیری تا مقدار نامی می‌گردد بدون آن که حداکثر گشتاور و جریان به وقوع بپیوندد. راه‌اندازهای نرم همچنین در متوقف کردن موتورها نیز کاربرد دارند.

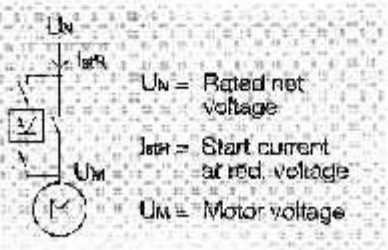
راه اندازهای نرم از کانورترهای فرکانسی اقتصادی‌تر هستند اما مانند آنها باعث تزریق هارمونیک‌های جریان در شبکه می‌شوند.



عملکرد دیگر سامانه‌ها را با اختلال همراه می‌سازند.

روش کانورترهای فرکانسی

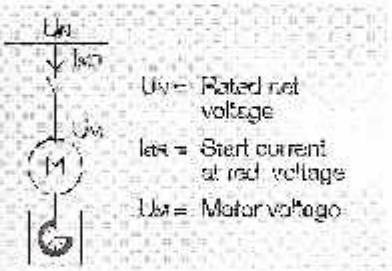
هرچند یک کانورتر فرکانسی برای تغذیه دائمی موتورها طراحی شده است اما می‌توان از آن فقط برای راه‌اندازی استفاده کرد. کانورتر فرکانسی قادر است جریان راه‌اندازی را کم سازد زیرا موتور می‌تواند گشتاور نامی در جریان نامی را از صفر تا سرعت کامل ایجاد کند. به علت کاهش مستمر قیمت کانورترهای فرکانسی، آنها جایگزین مواردی که پیش‌تر در آنها از راه‌اندازهای نرم استفاده می‌شده است، گشته‌اند. با این حال در بیشتر موارد، قیمت کانورترهای فرکانسی از راه‌اندازهای نرم بیشتر است و همانند آنها به شبکه هارمونیک تزریق



می‌کنند.

روش رئوستا (مقاومت متغیر)

راه اندازی با رئوستا را می توان فقط برای موتورهای روتور سیم پیچی شده (Slip Ring) مورد استفاده قرار داد. بر روی این موتورها، مقاومت مدار روتور با مقاومت خارجی افزایش داده می‌شود. این روش معمولاً برای مواردی که شبکه تغذیه ضعیف باشد و یا احتیاج به گشتاور راه‌اندازی و اینرسی لحظه‌ای بالا باشد، کاربرد دارد. با سوئیچ کردن پله ی مقاومت‌های اضافه شده، معمولاً ۴ تا ۷ پله، گشتاور افزایش می‌یابد.



پانوشت:

1- Direct-on-Line

2- Reactor