رتور قفسه سنجابی مضاعف (دوبل)

اگر بخواهیم گشتاور راه انداز زیاد و جریان راه انداز کم باشد، می توان از رتورهای قفس سنجابی مضاعف استفاده کرد.

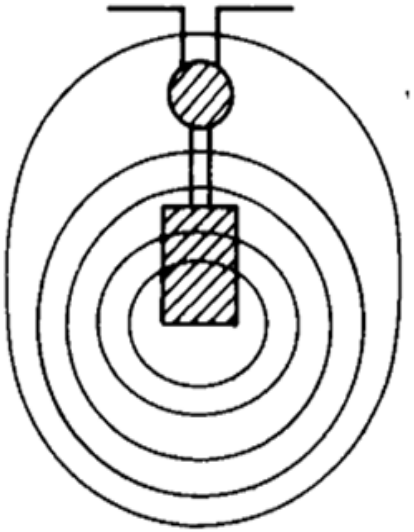
رتورهای قفس سنجابی مضاعف (دوبل) از دو قفس تشکیل شده اند

۱– قفس بیرونی یا قفس خارجی یا قفس فوقانی

۲– قفس درونی یا قفس داخلی یا قفس تحتانی

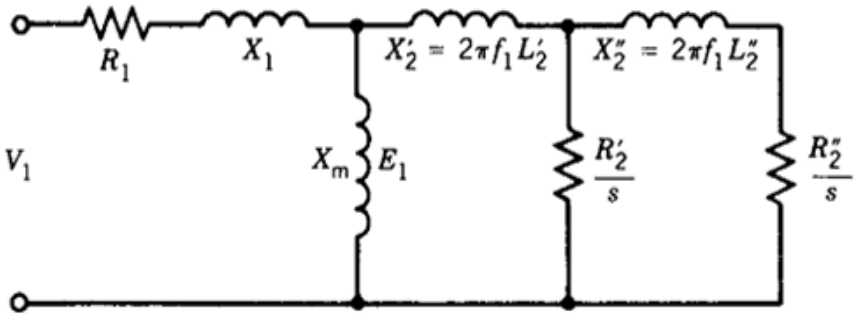
میله های هر دو قفس از دو انتها بوسیله حلقه های انتهایی اتصال کوتاه شده اند. لازم به تذکر است که:

- سطح مقطع قفس بیرونی از سطح مقطع قفس درونی کمتر است.
- مقاومت ویژه ماده قفس بیرونی از مقاومت ویژه ماده قفس درونی بیشتر است.
- با توجه به بندهای قبلی مقاومت قفس بیرونی از مقاومت قفس درونی بیشتر است.
- با باریک کردن شیار بین دو قفس، راکتانس نشتی قفس درونی نسبت به قفس بیرونی بیشتر می شود.



شمای میله های این دو قفس را در یک شیار

- در لحظه راه اندازی بخش اعظم جریان رتور از قفس بیرونی می گذرد، لذا مقاومت موثر رتور افزایش می یابد.
- در شرایط کار عادی که فرکانس رتور کم است، راکتانس قابل صرف نظر کردن است و جریان از هر دو قفس موازی می گذرد. در حقیقت مقاومت رتور برابر مقاومت معادل دو قفس موازی است.
- لذا با یک سیستم با مقاومت متغیر روبرو هستیم. باید گفت در موتورهای قفس سنجابی با میله های عمیق یا قفس سنجابی مضاعف، مقاومت موثر و راکتانس نشتی رتور با فرنکانس تغییر می کند.



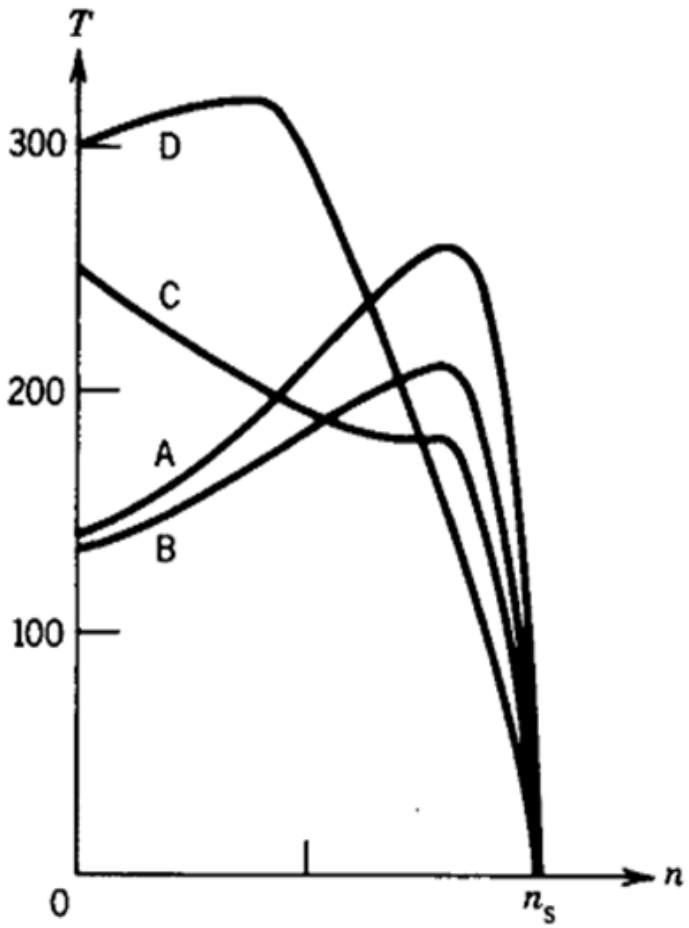
مدار معادل موتور القایی قفس سنجابی مضاعف

- L'_2 : اندوکتانس نشتی هر فاز قفس بیرونی
- L''_2: اندوکتانس نشتی هر فاز قفس درونی
- R'_2: مقاومت هر فاز قفس خارجی
- R''_2: مقاومت هر فاز قفس داخلی

موتورهای قفس سنجابی با میله های عمیق یا قفس سنجابی مضاعف (دوبل) را می توان طوری طراحی نمود که در شرایط راه اندازی و کار عادی عملکرد خوبی داشته باشند. این امتیاز از تغییر مقاومت رتور ناشی می شود. البته این تغییر مقاومت همانند رتورهای سیم بندی شده قابل انعطاف نمی باشد. باید دانست اگر شرایط راه اندازی خیلی حاد باشد بهتر است از رتور سیم بندی شده استفاده شود.

طبقه بندی موتورهای القایی قفس سنجابی

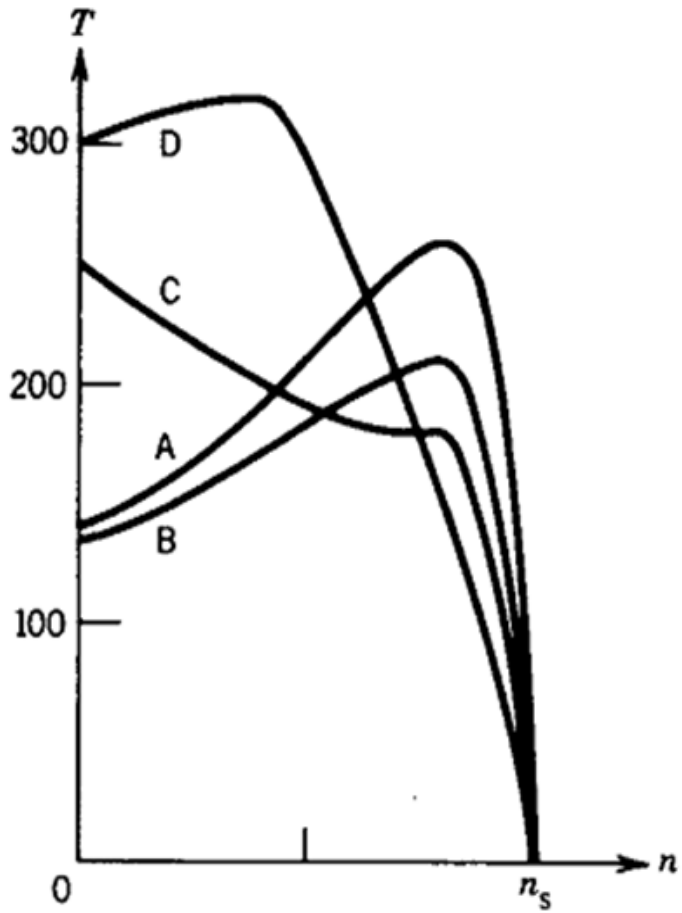
- معمولا در صنعت با بارهای مکانیکی گوناگون روبرو هستیم. برای ایجاد محیطی مناسب برای راه اندازی و کار عادی این بارهای مکانیکی، انواع طرحهای مختلف از موتورهای قفس سنجابی به بازار عرضه شده است.
- سازندگان طبق استاندارد NEMA ، موتورهای قفس سنجابی را در چهار کلاس A ، B ، C ، D می سازند.



مشخصه گشتاور سرعت در این چهار کلاس

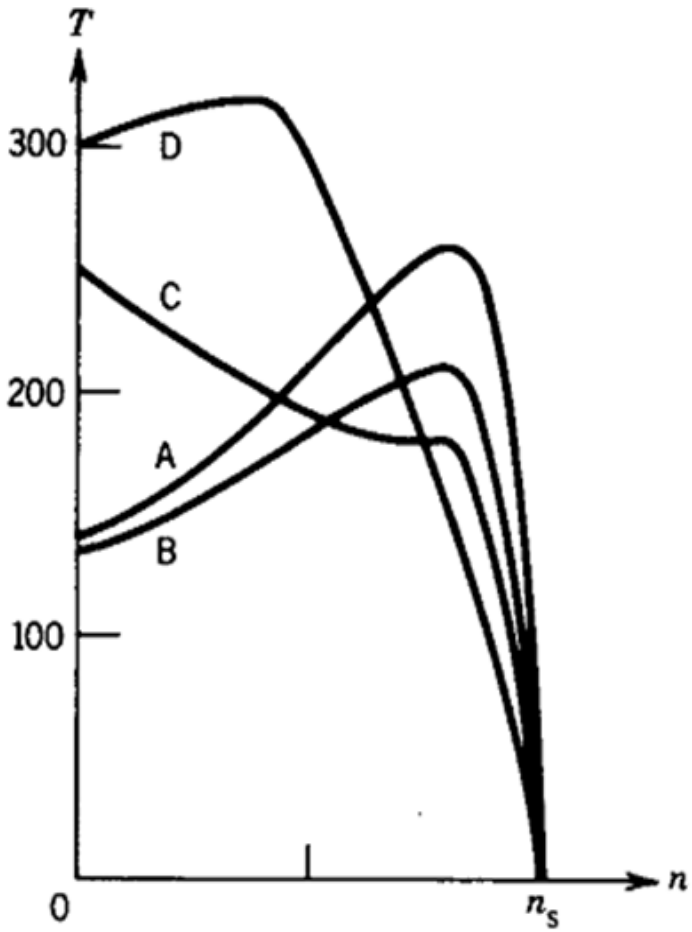
تفاوت عمده در طراحی موتورهای قفس سنجابی در این چهار کلاس همان نحوه تغییر مقاومت مدار رتور است.

موتور های کلاس A



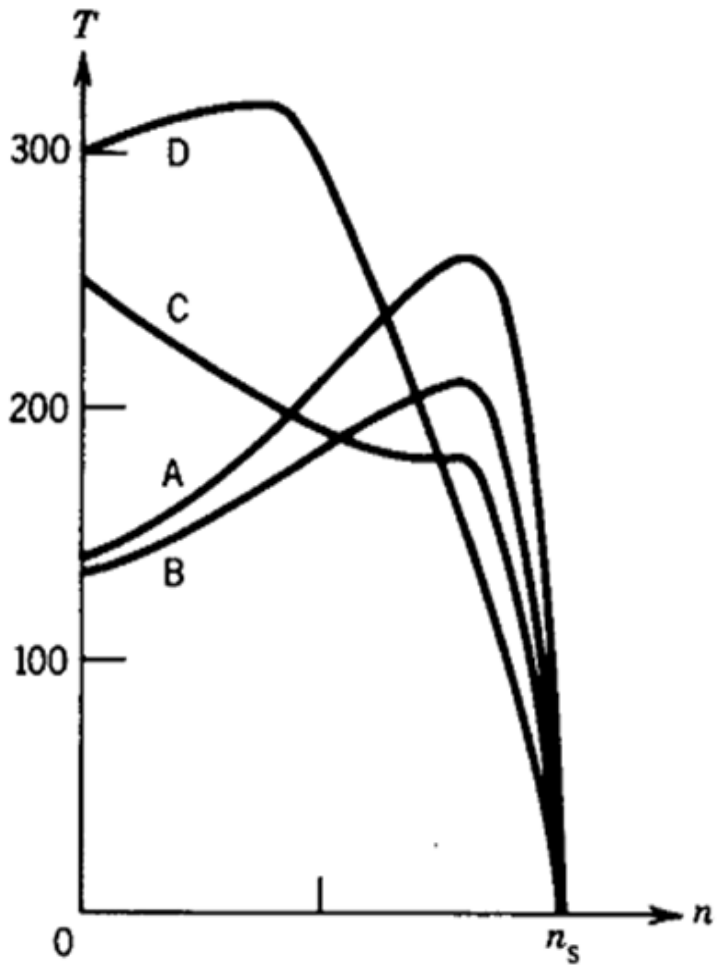
- گشتاور راه اندازی آنها عادی است.
- جریان راه اندازی آنها زیاد است.
- در شرایط کار عادی لغزش کم است.
- مقاومت رتور کم است و در لغزش کم ($0.005 < s < 0.015$) بازده نسبتا خوب است.
- از این موتورها در شرایطی که گشتاور راه انداز کم نیاز دارد استفاده می شود. این گونه بارها سریعا شتاب می گیرند و مساله حرارتی پیش نمی آید.
- در ماشین های بزرگ کلاس A ماشین را تحت ولتاژ کمتر از ولتاژ اسمی راه اندازی می کنند.

موتورهای کلاس B



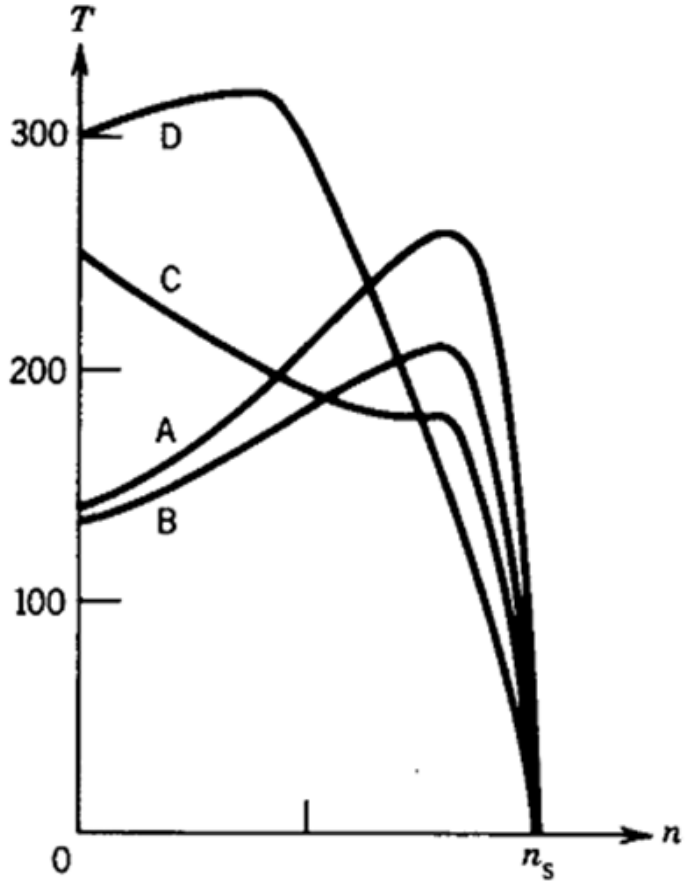
- گشتاور راه اندازی این موتورها شبیه موتورهای کلاس A است.
- جریان راه اندازی در این موتورها، ۷۵ درصد موتورهای کلاس A است.
- علت کاهش جریان راه اندازی نحوه طراحی میله های عمیق یا قفس مضاعف با راکتانس های نشتی زیاد است. باید دانست که راکتانس نشتی زیاد گشتاور ماکزیمم (بیشینه یا T_{max}) را کاهش می دهد. لغزش و بازده در شرایط اسمی در اینگونه موتورها تقریبا مشابه کلاس A است. موتورهای کلاس B کاربرد وسیعی در صنعت دارند.

موتور های کلاس C



- گشتاور راه اندازی این موتورها زیاد است.
- جریان راه اندازی این موتورها نسبتا کم است.
- در این موتورها از رتور قفس سنجابی مضاعف استفاده می شود و مقاومت رتور بیش از کلاس B است. در شرایط اسمی لغزش این گونه موتورها بیش از کلاسهای A , B بوده و بازده نسبت به کلاسهای A , B کمتر است.

موتور های کلاس D



- گشتاور راه اندازی این موتورها زیاد است.
- جریان راه اندازی این موتورها کم است.
- در شرایط کار عادی لغزش نسبتا بزرگ است.
- در این موتورها میله های رتور قفس سنجابی مسی نبوده بلکه برنزی است.
- در این موتورها گشتاور ماکزیمم (بیشینه یا T_{max}) در لغزش ۵۰ درصد حاصل می شود.
- لغزش اسمی این موتورها بین ۸ تا ۱۵ درصد بوده و لذا بازده ماشین کم است.
- در این موتورها، تلفات اهمی رتور نسبتا زیاد است، لذا موتورها حجیم و گران هستند.

کنترل سرعت موتور القایی

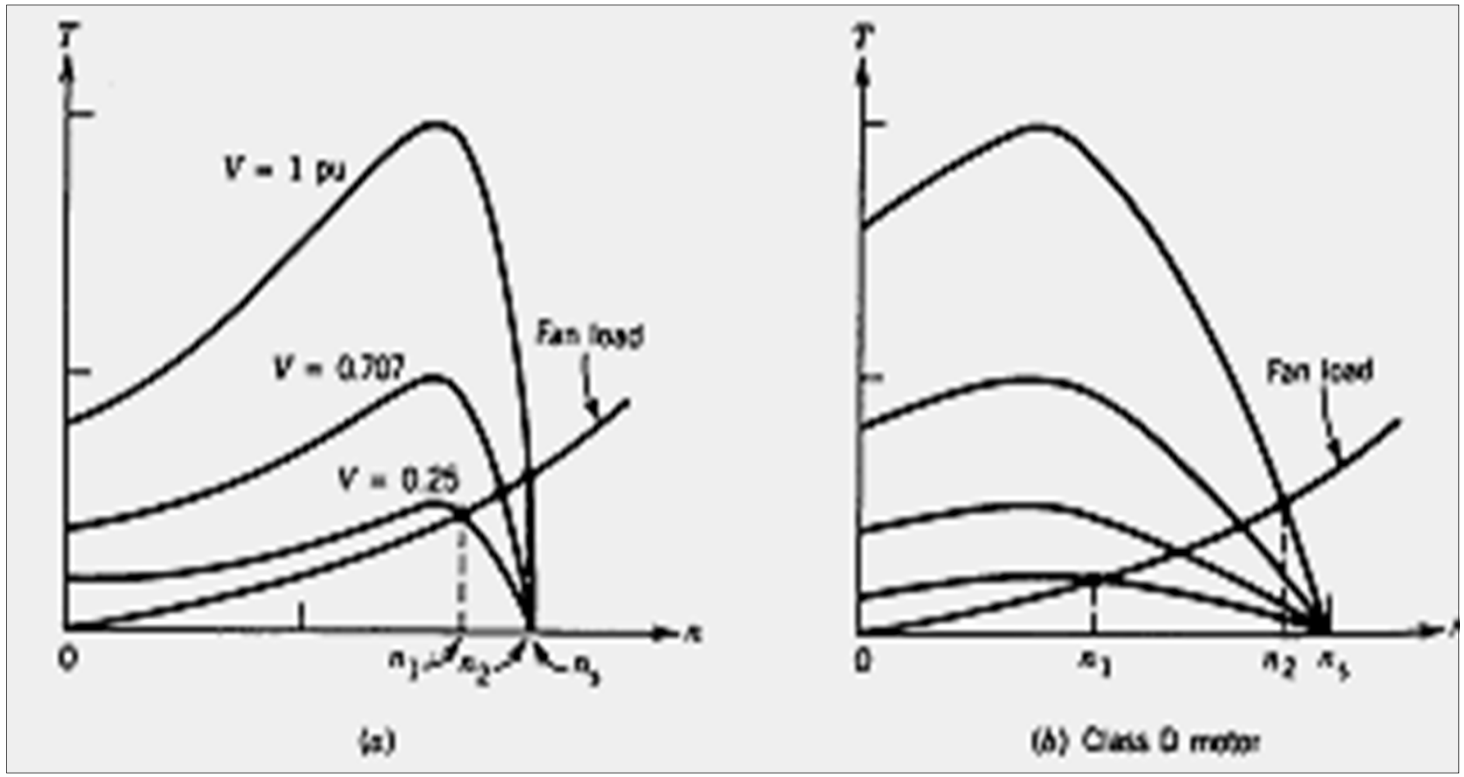
- اگرموتور القایی به فرکانس و ولتاژ ثابتی وصل شود در حوالی سرعت سنکرون خواهد چرخید واگر گشتاور در بار تغییر کند ,سرعت به میزان خیلی کم تغییر خواهد کرد. در حالیکه در صنعت به محدوده ی وسیعی از تغییر سرعت نیازمندیم وروشهای مختلف آن :
- تغییر قطبها
- تغییر ولتاژ
- کنترل فرکانس
- کنترل مقاومت رتور

کنترل سرعت موتور القایی: تغییر قطبها

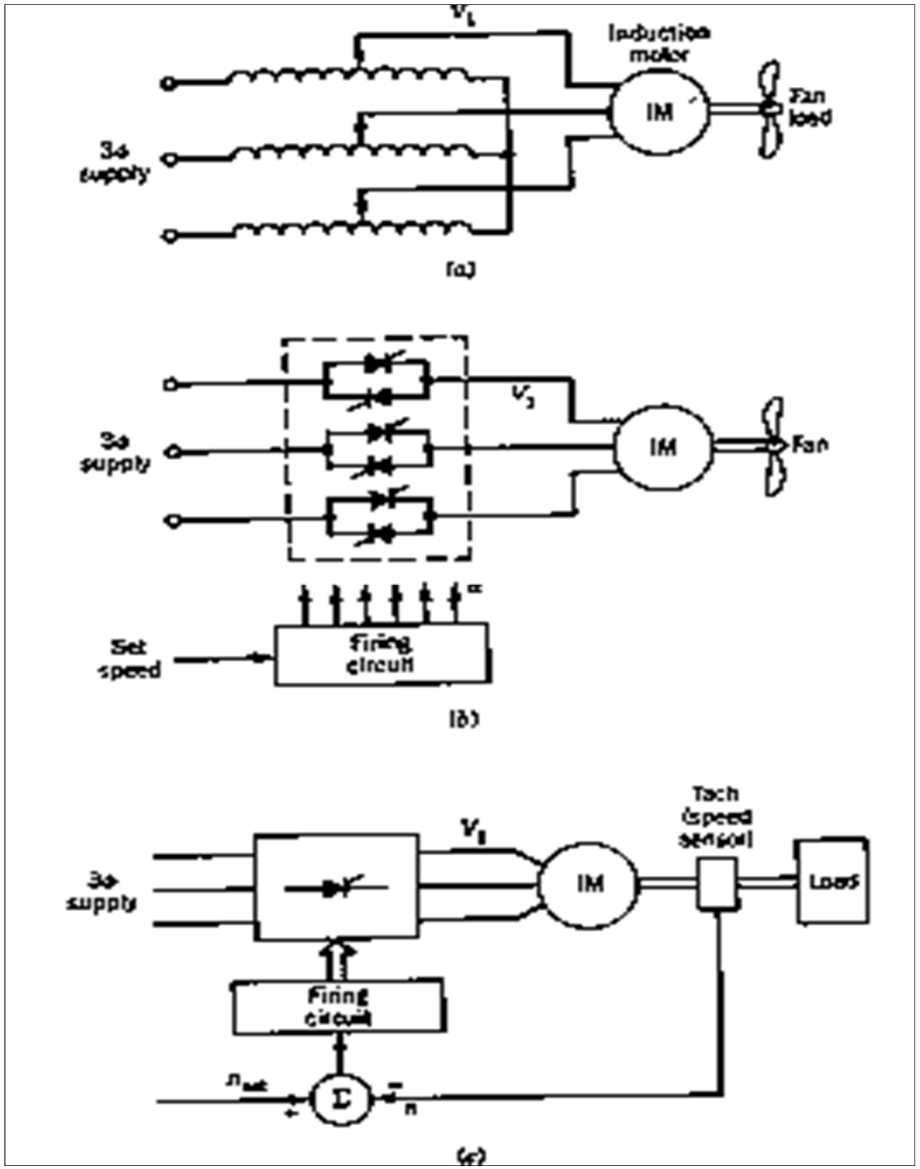
- طبق را بطه $n_S = \frac{120f}{p}$ سرعت میدان دوار (وسرعت رتور) با تعداد قطبها رابطه عکس دارد. معمولا" تغییر تعداد قطبها از نسبت 2به 1 تبعیت می کند پس با دو سرعت سنکرون مواجه خواهیم شد.البته راندمان موتورهای دو سرعت (بادو سیم پیچی کاملا" مستقل) پایین است چرا؟
- نکته: *اتصال دالاندر حالت خاصی از تغییر قطبها جهت کنترل سرعت است .*

کنترل سرعت موتور القایی: تغییر ولتاژ

- گشتاور موتور القایی با مجذور ولتاژ متناسب است با کم و زیاد کردن ولتاژ ورودی موتور مشخصه گشتاور-سرعت پایین و بالا حرکت کرده سرعتهای مختلفی بدست می آید: شکلهای زیر کنترل سرعت پنکه با این روش رانشان می دهند .



کنترل سرعت موتور القایی: تغییر ولتاژ



برای تغییر ولتاژ روشهای زیر عملی است:

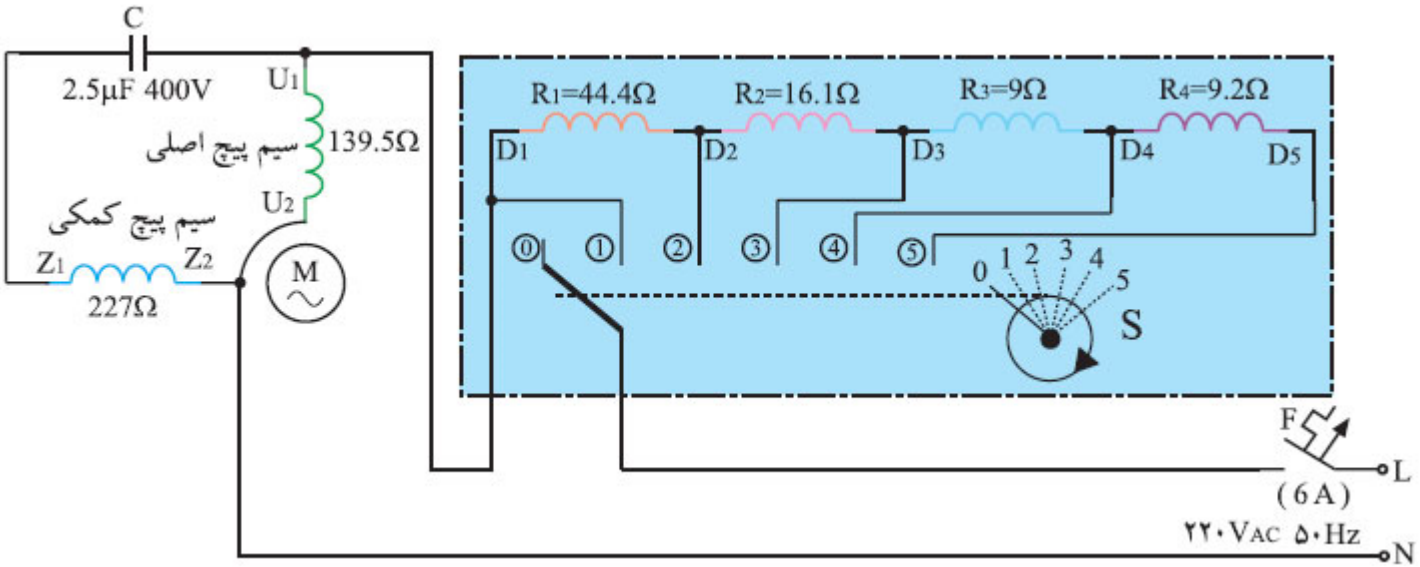
1 . استفاده از اتوترانس که خروجی آن سینوسی کامل است مطابق شکل(a)

2. استفاده از کنترل کننده ها تریستوری حلقه باز با خروجی غیر سینوسی مطابق شکل (b) که در موتورهای بزرگ برای حذف هارمونیکهای بالای جریان, بین موتورها و کنترل کننده صافی و فیلتر قرار می دهند.

3. استفاده از کنترل کننده های تریستوری حلقه بسته که تفاضل بین سرعت مرجع n_{set} و سرعت واقعی n باعث تغییر زاویه آتش تریستورها می شود. شکل(c)

کنترل سرعت موتور القایی: تغییر ولتاژ

مدار الکتریکی پنکه سقفی با سلف چند سر و کلید چند حالته

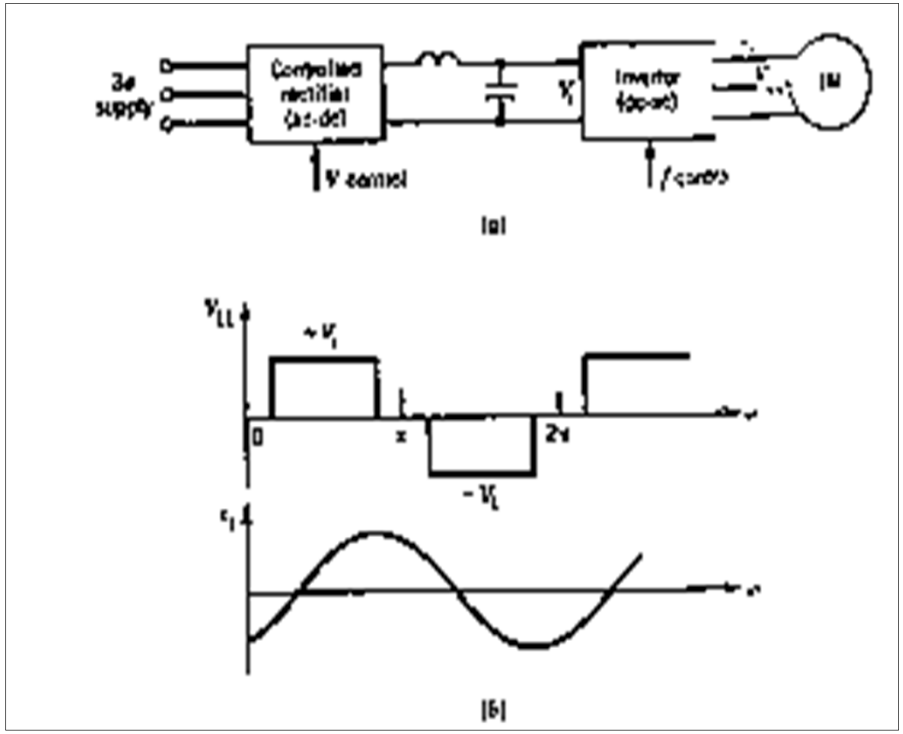


در مدار شکل بالا با وصل فیوز مینیاتوری F و قرار دادن کلید S در وضعیت (1)، ولتاژ نامی به موتور تک فاز با خازن دائم کار پنکه می رسد و پنکه با سرعت زیاد می چرخد. در وضعیت های (2) تا (5) کلید S سیم پیچ های کاهش سرعت ((D3-D4، (D2-D3)، (D1-D2) و ((D4-D5 به ترتیب با موتور پنکه سری می کند و سرعت پنکه را کاهش می دهد. وقتی کلید در وضعیت 5 قرار دارد، پنکه با کمترین سرعت می چرخد چون تمام سیم پیچ سلف با موتور سری می شود، جریان موتور به حداقل می رسد.

http://www.stephelp.ir/

کنترل سرعت موتور القایی: کنترل فرکانس

- طبق رابطه $n_S = \frac{120\,f}{p}$ سرعت موتور با فرکانس منبع تغذیه رابطه مستقیم دارد. جهت تغییر فرکانس به یکسوساز واینورتر نیازمندیم به این صورت که ابتدا یکسوساز برق AC به کمک نیمه هادیها به برق DC تبدیل کرد . پس اینورتر برق DC را به کمک کلید الکترونیک قدرت بر برق AC با فرکانس دلخواه تغییر می دهد.



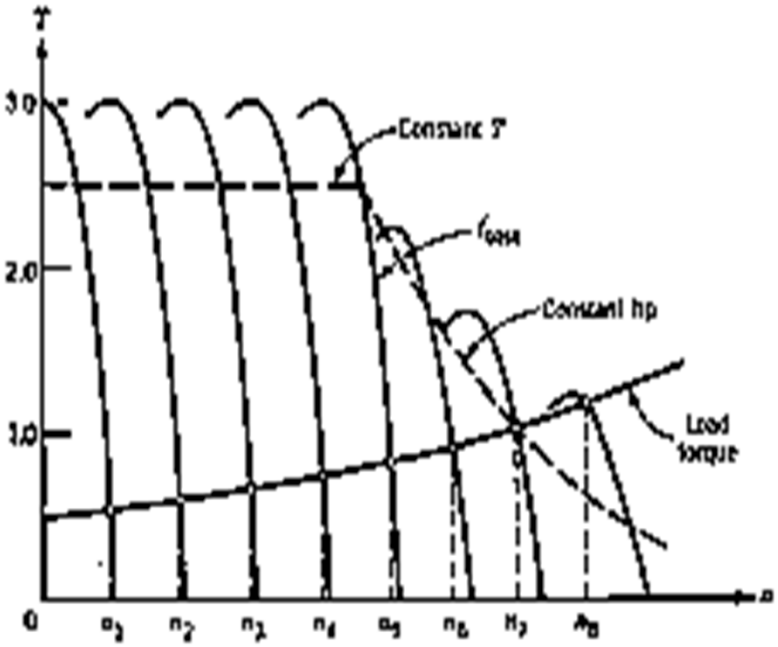
کنترل همزمان ولتاژ و فرکانس :

طبق رابطه تقریبی $F_p = \frac{V}{f}$ تغییر فقط برروی فرکانس منبع, اثرات نامطلوبی برروی میدان دوار دارد.لذا برای ثابت نگه داشتن شار و میدان دوار قطبها , از کنترل همزمان ولتاژ و فرکانس استفاده می کنند و این روش را $\frac{V}{f}$ ثابت می گویند.

کنترل سرعت موتور القایی:کنترل فرکانس

- در شکل مشخصه گشتاور و سرعت موتورهای القایی سه فاز در فرکانسهای متغیر نشان داده شده است.

در فرکانس مبنای f_{base} , ولتاژ پایانه موتور حداکثر مقداری است که توسط اینورتر حاصل می شود در فرکانسهای زیر f_{base} شار فاصله هوایی, با تغییر V نسبت به I ثابت نگه داشته می شود پس در ناحیه زیر فرکانس f_{base} گشتاور ماکزیمم ثابت نگه داشته می شود . در فرکانسهای بیش از f_{base} دیگر V را نمی توان متناوسب با فرکانس افزایش داد لذا شار شکاف هوایی کاهش یافته و گشتاور ماکزیمم نیز کاهش می یابد



در حالت کلی :

از فرکانس صفر تا f_{base} *ناحیه گشتاور ثابت است*

از فرکانس f_{base} *به بالا ناحیه توان ثابت می باشد.*

- بدین ترتیب 8 سرعت مختلف در نزدیک سرعتهای سنکرون مربوطه بدست می آید .

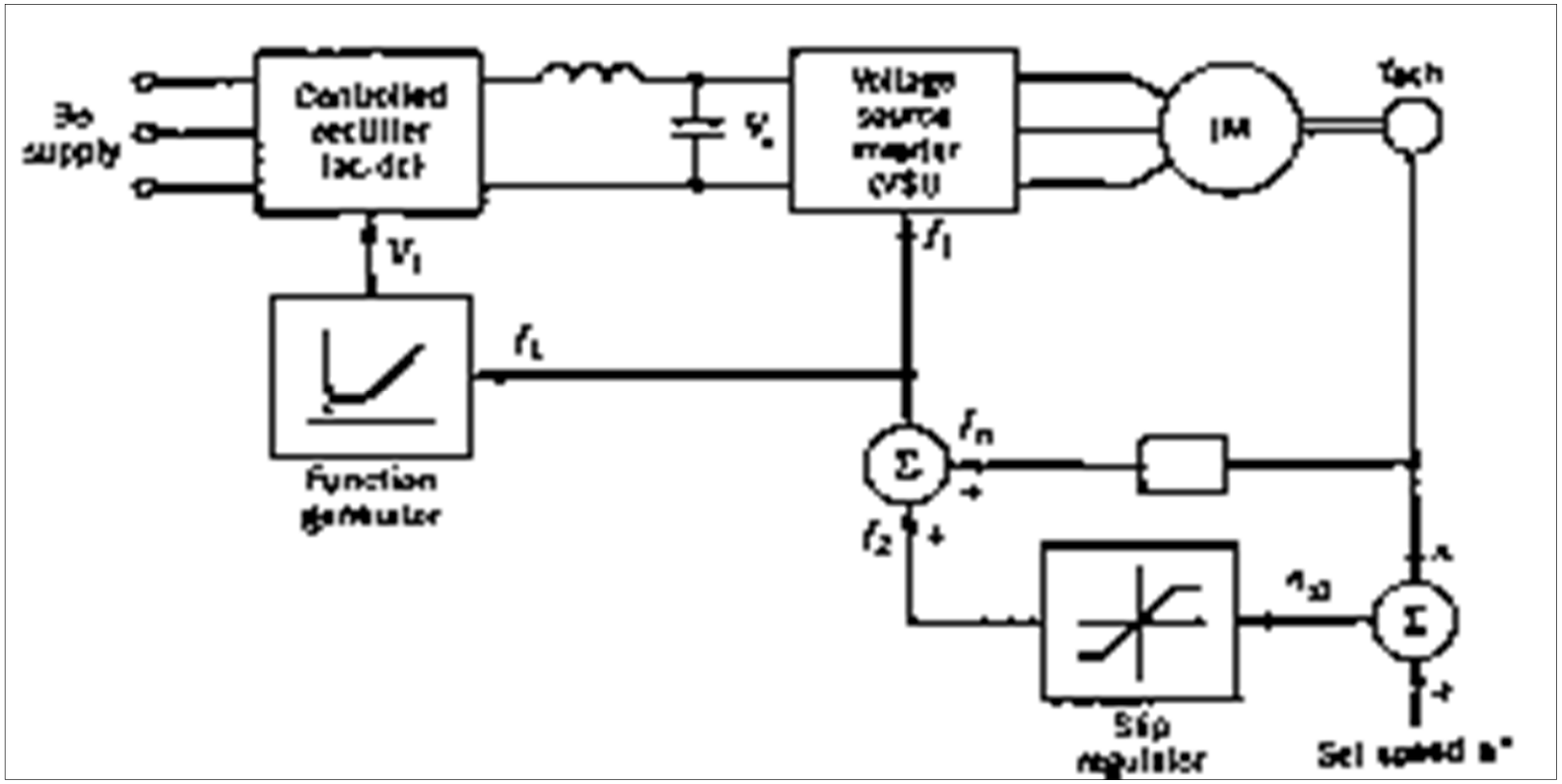
کنترل سرعت موتور القایی:کنترل فرکانس

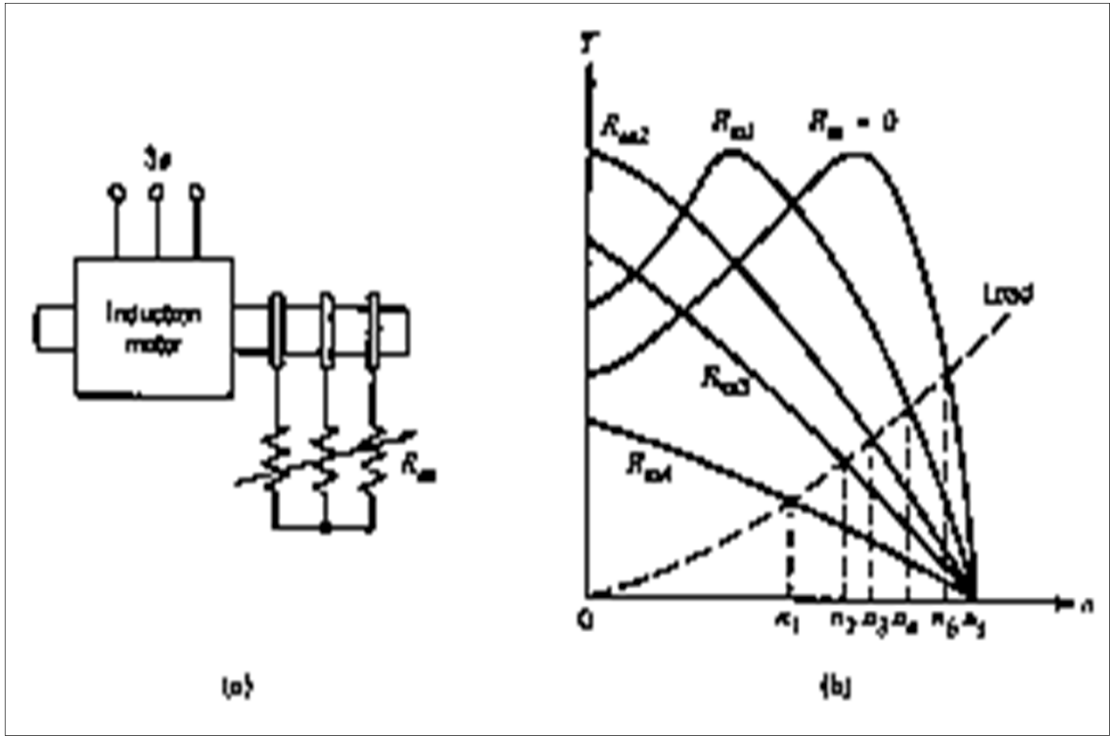
- سیستم کنترل حلقه بسته:

- در سیستمهای حلقه بسته فید بک وجود دارد . شکل(صفحه بعد) این مسئله را نشان می دهد که در این شکل تنظیم « فرکانس لغزش» و عملکرد در $\frac{V}{f}$ ثابت, بررسی می شود . که در ابتدا اختلاف سرعت موتور و سرعت مرجع (سرعت لغزش) را ایجاد می کند اگر فرکانس لغزش در حوالی فرکانس پرتگاهی (فرکانس مربوط به گشتاور ماکزیمم) باشد توسط یک تنظیم کننده لغزش محدود کرده و فرکانس لغزش را مجبور می کنیم کمتر از فرکانس پرتگاهی شود حال فرکانس لغزش با فرکانس سرعت رتور f_n جمع شده تا فرکانس استاتور را ایجاد کند . در بلوک دیاگرام یک ژنراتور تابع وجود دارد که کاری می کند که ولتاژ ایجاد شده توسط یکسوساز کنترل شده , برای عملکرد موتور در $\frac{V}{f}$ ثابت مناسب باشد.

کنترل سرعت موتور القایی:کنترل فرکانس

- سیستم کنترل حلقه بسته:



کنترل سرعت موتور القایی:کنترل مقاومت رتور

- با افزودن مقامت متغیر (رئوستا) به مدار سیم بندی رتور موتورهای القایی , می توان سرعت را کنترل کرد .
- طبق شکل اگر مقامت اهمی مدار رتور زیاد گردد با توجه به مشخصه بار , سرعت موتور کم می شود و گشتاور راه اندازی نیز زیاد می شود و البته جریان راه اندازی نیز کاهش می یابد که مطلوب است .