



نحوه سیم بندی استاتور آلترناتور

ابتدا به تعریف مختصری از استاتور و نقش آن در آلترناتور می پردازیم.

دینام یا آلترناتور قطعه ای الکترومکانیکی است که نیروی مکانیکی را به نیروی الکتریکی تبدیل میکند. دینام در حقیقت یک ماشین مولد نیروی الکتریسته است که کاربردهای گوناگون صنعتی دارد. در تمامی دینام ها عبور خطوط میدان مغناطیسی آهنرباهای دائمی یا الکتریکی از سیم پیچ ها باعث به حرکت درآمدن الکترون در سیم پیچ و تولید جریان الکتریسیه می شود. آلترناتور از اجزای مختلفی تشکیل شده است که استاتور به عنوان یکی از اجزای مهم و کلیدی در دینام می باشد که به توضیح مختصری از آن می پردازیم.

استاتور:

استاتور یا بالشتک یکی از قطعات اصلی دینام یا آلترناتور است که از هسته و سیم پیچ تشکیل شده است. هسته استاتور دارای چندین لایه می باشد که از حلقه های شیار دار نازک آهنی همراه با عایق مخصوص ساخته شده است. معمولاً تعدادی از حلقه های آهنی مخصوص استاتور که دارای لایه بسیار نازکی از عایق مخصوص هستند به وسیله پرچ یا خار مخصوص روی هم سوار شده و هسته اصلی استاتور یا بالشتک دینام را تشکیل میدهند.

استاتور دینام دارای سیم پیچی مرکب است که متشکل از چندین دسته یا حلقه سیم پیچ می باشد که لابلای شیارهای مخصوص هسته استاتور قرار میگیرند. تعداد دسته های سیم پیچ، قطر و نوع سیم و تعداد دور سیم پیچی در هر دسته یا حلقه از سیم پیچی استاتور در دینامهای مختلف بسیار متفاوت و تعیین کننده است. دسته های سیم پیچ معمولاً در سه یا چهار نقطه به هم متصل میشوند که به آن سر بندی میگویند. تعداد نقاط اتصال دسته های سیم پیچ یا همان خروجی استاتور در بعضی از مدل ها ممکن است بیشتر از چهار نقطه نیز باشد که به نوع طراحی کارخانه سازنده وابسته است.

استاتور در محیط خارجی دینام قرار میگیرد و با چرخش روتور یا همان آرمیچر در مرکز استاتور، عبور خطوط مغناطیسی آرمیچر از بین سیم پیچ های استاتور باعث به حرکت در آمدن الکترون در سیم پیچ ها و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط اتصال سیم پیچها که خروجی استاتور هستند میشود. جریان الکتریکی تولید شده در



کارخانه پارت الکترو سینا

استاتور که به شکل اختلاف فاز بین اتصالات خروجی استاتور وجود دارد متناوب است که فرکانس آن به دور آرمیچر بستگی دارد، برای شارژ باطری اتومبیل و مصرف مدارات الکتریکی و الکترونیکی اتومبیل جریان DC یا مستقیم با ولتاژ ثابت مورد نیاز است، از این رو خروجی استاتور وارد بخش یکسو کننده و تثبیت کننده دینام میشود .

در این قسمت میخواهیم به نحوه قرار گرفتن سیم ها یا به عبارتی سیم بندی استاتور بپردازیم. در ابتدا ضروری است چند تعریف و فرمول اساسی در این مورد بیان شود.

1) گام قطبی: تعداد شیارهایی که بین مراکز دو قطبها متوالی قرار می گیرد را گام قطبی می گویند و آن را با Y_p نشان می دهند

تعداد شیارهای استاتور $Z =$

$$2P = Z/m \quad (1)$$

تعداد قطبها $2P =$, تعداد فازها $m =$

گام قطبی از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$Y_p = Z/2P \quad (2)$$

2: گام سیم بندی یا گام کلاف:

تعداد شیارهایی که بین دو بازوی یک کلاف از سیم پیچی قرار می گیرد گام کلاف یا گام سیم بندی می نامند. که آن را با Y_z نشان می دهند.

اگر $Y_p = Y_z$ باشد گام سیم بندی را کامل می گویند.

اگر گام، کسری کوچکتر از گام قطبی شود یعنی $Y_z > Y_p$ ، گام سیم پیچی را گام کسری می نامند. کسری گام سیم پیچی حداکثر $1/3$ گام قطبی و حداقل یک شیار خواهد بود.



کارخانه پارت الکترو سینا

گام سیم بندی از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$Y_p = Y_z - \text{گام کسری} \quad (3)$$

3: زاویه الکتریکی هر شیار: زاویه الکتریکی هر شیار بیان کننده این است که هر شیار با شیار ماقبل خود چند درجه اختلاف فاز دارد، و آنرا با α_{ez} نشان می دهند و از روابط زیر محاسبه می شود:

$$\alpha_{ez} = 180/Y_p = 180/Z/2p \quad (4)$$

$$\alpha_{ez} = 360 * p/Z \quad (5)$$

4: زاویه مکانیکی هر شیار: زاویه مکانیکی هر شیار از رابطه $\alpha_{em} = 360/Z$ بدست می آید.

• حال به بررسی نحوه سیم بندی استاتور موجود می پردازیم ابتدا داده های مسأله:

استاتور ۳ فاز موجود است پس:

$$M=3, Z=36$$

$$2p=36/3=12$$

طبق فرمول (۱) داریم:

پس استاتور ما دارای ۱۲ قطب به صورت ۶ قطب N و ۶ قطب S می باشد.

طبق رابطه (2) گام قطب به صورت زیر محاسبه میشود:

$$Y_p = 36/12=3$$

با توجه به فرمول (5) زاویه الکتریکی برابر است با:



کارخانه پارت الکترو سینا

$$\alpha_{ez} = 360 * 6 / 36 = 60$$

$$q = Z / 2p * m = 36 / 36 = 1$$

تعداد شیارهایی که در هر فاز زیر پوشش یک قطب هستند:

محاسبات شروع فازها:

$$R = 1$$

$$S = 1 + 120 / 60 = 3$$

$$T = 1 + 240 / 60 = 5$$

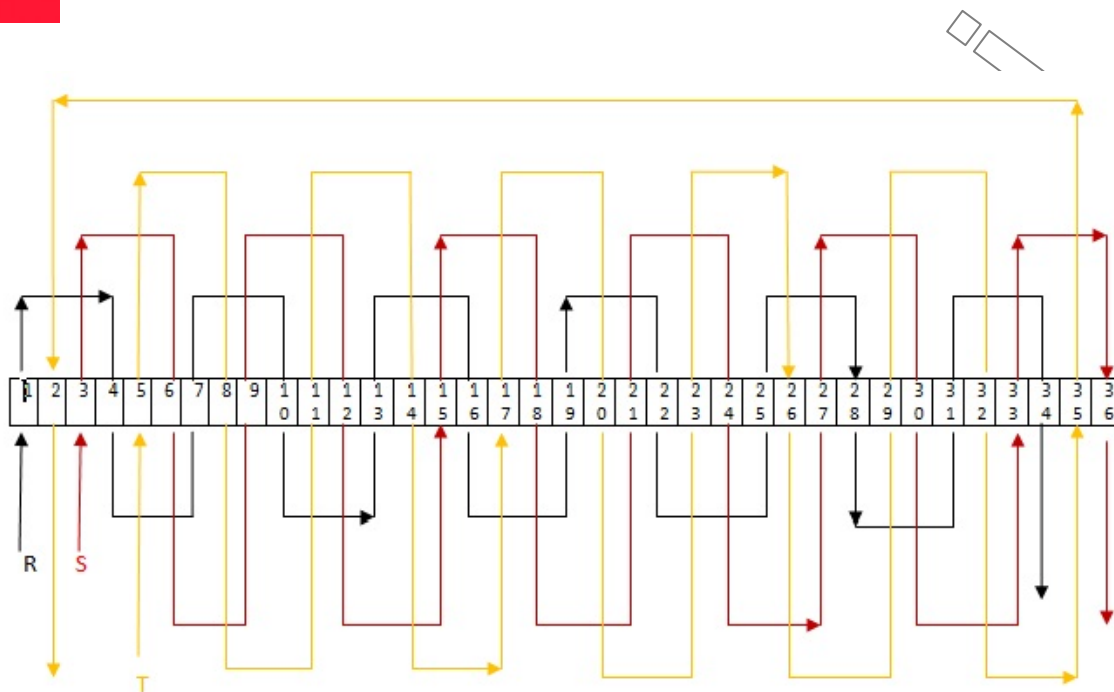
رسم جدول محاسبات:

R	S	T	قطب
1	3	5	N
4	6	8	S
7	9	11	N
10	12	14	S
13	15	17	N
16	18	20	S
19	21	23	N
22	24	26	S
25	27	29	N
28	30	32	S
31	33	35	N
34	36	2	S

در شکل زیر محل قرار گیری سیم های استاتور به شکلی بسیار ساده نشان داده شده است:



کارخانه پارت الکترو سینا



با توجه به اینکه تمام روتورها و استاتورهای موجود دارای ۳۶ شیار و ۳ فاز می باشند نحوه قرار گرفتن سیم ها داخل شیارهای استاتور به طور کلی طبق شکل و روابط بالا می باشد. اما اینکه در هر شیار چه تعداد سیم و با چه قطری استفاده میشود به ابعاد استاتور از جمله قطر استاتور بستگی دارد یعنی با افزایش قطر و سطح مقطع استاتور با توجه به جریان خروجی مورد انتظار، می توان تعداد و قطر سیم مورد انتظار را تعیین کرد که این کار به عهده کارخانجات سازنده می باشد. به طور مثال برای پراید انژکتوری سیمها به صورت (۳-۴) درون شیارهای استاتور قرار میگیرند. به منظور بالا بردن جریان خروجی استاتور معمولا طول و قطر سیم را میتوان افزایش داد که باعث افزایش مس مصرفی و بالا رفتن هزینه میشود که میتوان با انتخاب مناسب طول و قطر؛ ضریب اطمینان را هم با کمترین هزینه افزایش داد.

اگر فرض کنیم که ولتاژ القایی در هر فاز استاتور به صورت زیر باشد:

$$E_S = 4.44.f.\Phi T_S K_{WS} \quad (6)$$



کارخانه پارت الکترو سینا

E_S = ولتاژ القا شده در هر فاز سیم پیچ استاتور

F = فرکانس؛ ϕ = شار هر قطب، T_S = تعداد دور سیم پیچی، K_{WS} = ضریب سیم پیچی استاتور

جریان هر فاز استاتور به صورت زیر بدست می آید :

$$I_S = \frac{P * 1000}{3V * \cos \theta \eta} \quad (7)$$

سطح مقطع هادی استاتور برابر است با:

$$A_S = \frac{I_S}{s} \text{ mm}^2 \quad (8)$$

طول تقریبی دور متوسط برای یک سیم پیچی تک لایه را می توان از فرم ول زیر تعیین نمود:

$$L = 2L + 2/3\tau \quad (9)$$

هنگامی که تعداد هادیها در هر شیار و نیز سطح مقطع هادی مشخص باشند، با در نظر گرفتن مقداری برای ضریب اشغال شیار، مساحت تقریبی شیار را می توان بدست آورد که میتوان مقدار ضریب اشغال شیار را برابر ۰,۴ در نظر گرفت.

$$A_{SS} = \frac{Z_{SS}}{0.4} A_S \quad (10)$$

تلفات هسته و جریان مغناطیس کنندگی مستقیماً با چگالی شار دندانه تغییر می کنند . بنابراین، چگالی شار

زیاد در دندانه ها مطلوب نمی باشد . حداقل پهنای دندانه استاتور، بر حسب متر برابر است با:



کارخانه پارت الکترو سینا

$$W_{ts} = \frac{P\phi / S_s}{1/7L} \quad (11)$$

چگالی شار متوسط در هسته استاتور نباید ۱,۵ تسلا تجاوز نماید . با توجه به آنکه نیمی از شار قطب از هسته عبور می کند، حداقل عمق هسته، برحسب متر برابر است با :

$$= \frac{\phi/2}{1/5L} \quad (12)$$

d_{cs}

قطر بیرونی استاتور D_0 برحسب متر برابر است با:

$$D_0 = D + 2d_{ss} + d_{cs} \quad (13)$$

d_{ss} : عمق شیار استاتور

همانطور که از روابط بالا استنتاج میشود و قبلا نیز اشاره شد ابعاد هسته استاتور نقش تعیین کننده ای در میزان شار، جریان تولیدی و مقدار سیم به کار رفته خواهد داشت که همه این موارد توسط کارخانه های سازنده طبق آزمایش های متعدد حاصل میشود و به سادگی قابل محاسبه نخواهد بود از این رو تعداد سیم های هر شیار با توجه به محاسبات به آزمایشات متعدد و طبق مشخصات فیزیکی استاتور تعیین میگردد.