



سیمان هگمتان



در بیان اولام



Value and Excellence



سیمان کیلان



BEYVAND GOLESTAN CEMENT CO.



بیرقاب

موضوع مقاله: تولید توان راکتیو توسط موتور

گرد آورنده: **علی هژبری**

عنوان شغل: **مهندس شیفت برق**

محل کار: **صنایع سیمان نهاوند**

مدرک تحصیلی: **لیسانس برق گرایش قدرت**

چکیده

در صنایع سیمان موتورهای الکتریکی فراوانی استفاده می شود که اغلب این موتورها از نوع آسنکرون (القایی) قفسه سنجابی و یا روتور سیم پیچی می باشند. که این نوع موتورها عامل مصرف کننده توان راکتیو (Q) می باشند که جهت جبران این نوع توان از بانک خازنی که هزینه خرید، تعمیر و نگهداری بالایی دارند استفاده می شوند با اطلاعاتی که در این مقاله ارائه می شود می توان از نوع دیگری موتور به نام سنکرون با بار ثابت جهت جبران توان راکتیو استفاده کرد که در هزینه های مصرف برق شبکه در حدود ۳۰٪ کاهش خواهیم داشت.

واژگان کلیدی: توان راکتیو، موتور سنکرون، کاهش هزینه

مقدمه

در سالهای اخیر صرفه جویی انرژی، افزایش روز افزون قیمت انرژی و کاهش آلاینده های زیست محیطی از مباحث جدی دنیای صنعتی می باشد و بسیاری از کشورها ملزم به رعایت قوانینی در این زمینه شده اند. یکی از مهمترین تجهیزات مورد استفاده در صنایع مختلف الکتروموتورها هستند که شناخت صحیح آنها بسیار ضروری می باشد. بیش از ۶۵٪ کل انرژی در صنایع مختلف نظیر سیمان، فولاد، ذوب آهن و... توسط الکتروموتورها در سطوح مختلف ولتاژی LV, MV, HV مصرف می شود. بنابراین هر گونه اقدامی برای انتخاب صحیح و بهینه سازی مصرف انرژی در الکتروموتورها اهمیت فراوانی خواهد داشت. انتخاب الکتروموتور با اندازه مناسب، بکارگیری الکتروموتورهای با راندمان بالا، اصلاح ضریب قدرت، استفاده از درایوهای کنترل سرعت و موارد متعدد دیگر، نیازمند دانش صحیح و شناختی درست از الکتروموتورها و رفتار آنها می باشد. چنانچه گفته شد الکتروموتورها شامل دو مجموعه آسنکرون و سنکرون می باشند که موتورهای سنکرون خود تولید کننده توان راکتیو می باشند واز آنجایی که توان اکتیو و راکتیو در کنتورهای شرکت توزیع برق ملاک سنجش هزینه ها می باشد پس تولید توان راکتیو از مسایل مهم صنعتی می باشد، امروزه با استفاده از خازن توان راکتیو را جبران می نمایند در صورتی که با استفاده از موتور سنکرون می توان به جای آسنکرون در بارهای ثابت هم تولید توان راکتیو و هم کار انجام شده مکنیکی را داشته باشیم. برای بهبود و اصلاح مصرف انرژی در مراکز صنعتی می توان از نصب و جایگزینی گام به گام الکتروموتورهای معیوب به



سیمان هگمتان

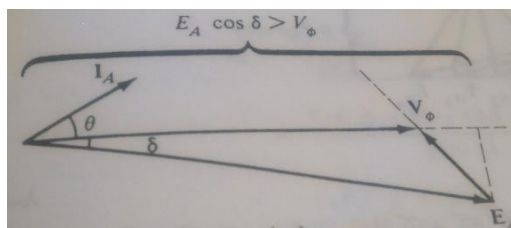
جای تعمیر یا سیم پیچی استفاده نمود یکی از ایراداتی که به موتورهای سنکرون گرفته می شود، اینست که نیاز به یک راه انداز اولیه دارند که هزینه خریداری یک موتور سنکرون از موتور آسنکرون بیشتر است.

بحث و تحلیل (مثال)

$$n_m = 120 f_e / P$$

اثر تغییرات جریان میدان بر موتور سنکرون:

افزایش جریان میدان اندازه E_A (ولتاژ داخلی) را افزایش می دهد اما بر توان حقیقی تولید شده توسط موتور تاثیری ندارد مانده شکل روبرو توان تحویلی موتور تنها هنگامی تغییر می کند که گشتاور بار محور تغییر کند چون تغییر I_f (جریان آرمیچر) بر سرعت محور n_m تاثیری ندارد و چون بار متصل به محور تغییر نکرده، توان حقیقی تولید شده تغییر نمی کند. البته V_0 (ولتاژ ورودی) نیز ثابت است چون منبع تغذیه تامین کننده، موتور آن را ثابت نگه می دارد.



پر تحریک تولید Q موتور در حالت خازنی

بنابراین فواصل متناسب با توان در نمودار فیزیوری $I_A \cos \theta$ و $E_A \sin \delta$

باید ثابت باشند وقتی جریان میدان زیاد شود، E_A باید زیاد شود، اما این کار تنها با لغزیدن در امتداد خط توان ثابت عملی است با افزایش جریان میدان، زمانی می رسد که جریان آرمیچر با V_0 (ولتاژ ورودی) هم امتداد شده، موتور شبیه یک بار مقاومتی خالص می شود. با افزایش جریان میدان، جریان آرمیچر پیش فاز شده، موتور یک بار خازنی می شود.

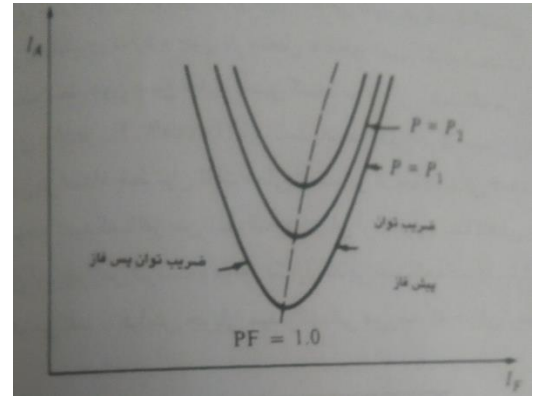
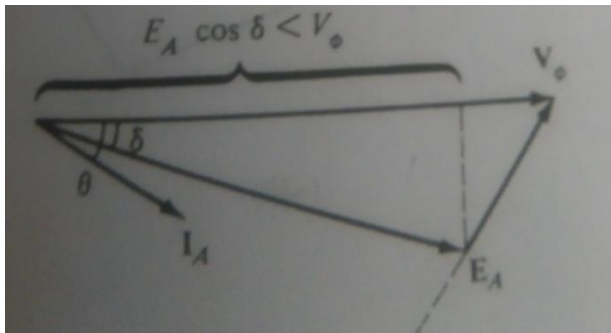




سیمان هگمتان



دریغمان آبرلام



کم تحریک، موتور در حالت مقاومتی، مصرف Q

نمودار معروف V در موتور سنکرون

با یک مثال کامل می توان بهینه بودن موتور سنکرون (پر تحریک) را به عنوان تولید کننده توان راکتیو را توجیه کرد.

مثال:

شین بی نهایت که در شکل زیر نشان داده شده است دارای ولتاژ ۳۸۰ ولت است. بار یک موتور القایی با توان ۱۰۰ کیلو وات و ضریب توان ۰/۷۸ پس فاز است، و بار دوم یک موتور القایی با توان ۲۰۰ کیلو وات و ضریب توان ۰/۸ پس فاز است. بار سوم یک موتور سنکرون است که توان حقیقی مصرفی آن ۱۵۰ کیلو وات است.

الف) اگر موتور سنکرون برای کار با ضریب توان ۰/۸۵ پس فاز تنظیم شده باشد، جریان خط انتقال در این سیستم چقدر است؟ ب) اگر موتور سنکرون برای کار با ضریب توان ۰/۸۵ پیش فاز تنظیم شده باشد، جریان خط انتقال در این سیستم چقدر است؟ ج) فرض کنید

$$P_{LL} = 3I_L^2 R_L \text{ تلفات خط انتقال با رابطه زیر بیان شود.}$$

که در آن زیر نویس LL نشان دهنده تلف خط است. تلفات انتقال دو حالت را باهم مقایسه کنید؟

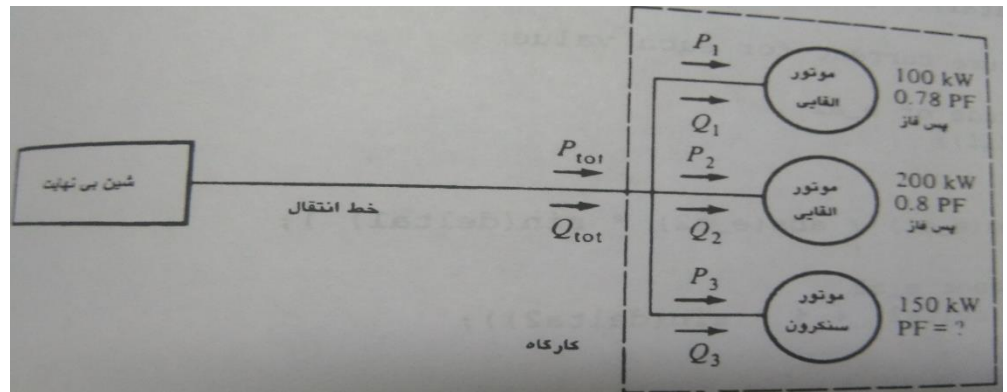




سیمان هگمتان



دربستان ابرام



الف) در حالت اول، توان حقیقی بار ۱، ۱۰۰KW

$$Q_1 = P_1 \tan \theta$$

$$= (100 \text{ kW}) \tan (\cos^{-1} 0.78)$$

$$= 100 (\tan 38.7^\circ)$$

$$= 80.2 \text{ KVAR}$$

توان حقیقی بار ۲، ۲۰۰kw

$$Q_2 = p_2 \tan \theta$$

$$= 200 \tan (\cos^{-1} 0.8)$$

$$= 200 (\tan 36.87^\circ)$$

$$= 150 \text{ KVAR}$$

توان حقیقی بار ۳، ۱۵۰kw

$$Q_3 = p_3 \tan \theta$$

$$= 150 \tan (\cos^{-1} 0.85)$$

$$= 150 (\tan 31.8^\circ)$$

$$= 93 \text{ KVAR}$$

کل توان ها:

$$P_{\text{tot}} = p_1 + p_2 + p_3$$

$$= 100 + 200 + 150 = 450$$

$$Q_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$= 80.2 + 150 + 93 = 323.3 \text{ KVAR}$$



سیمان هگمتان

ضریب توان معادل کل سیستم برابر است با:

$$PF = \cos \theta = \cos [\tan^{-1} (Q / P)]$$

$$= \cos [\tan^{-1} (323.3 / 450)] = \cos 35.7^\circ \quad PF = 0.812$$

پس فاز

سرانجام جریان خط:



سیمان هگمتان

$$I_L = P_{tot} / 1.73 V_L \cos \theta$$

$$= 450 / 1.73 (380) (0.812) = 841 \text{ A}$$

ب) توان های حقیقی و راکتیو بارهای ۱ و ۲ تغییر نکرده و توان حقیقی بار ۳ ثابت ولی راکتیو آن منفی می شود به دلیل پیش فاز شدن آن.

$$Q_3 = P_3 \tan \theta$$

$$= (150) \tan (- \cos^{-1} 0.85)$$

$$= 150 \tan (- 31.8^\circ)$$

$$= - 93 \text{ KVAR}$$

کل بار های حقیقی و راکتیو:

$$P_{tot} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$= 100 + 200 + 150 = 450 \text{ KW}$$

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$= 80.2 + 150 - 93 = 137.2 \text{ KVAR}$$

$$PF = \cos \theta = \cos [\tan^{-1} (Q / P)]$$

$$= \cos [\tan^{-1} (137.2 / 450)] = \cos 16.96^\circ = PF = 0.957$$

پیش فاز

سر انجام جریان خط:

$$I_L = P_{tot} / 1.73 V_L \cos \theta$$

$$= 450 / 1.73 (380) (0.957) = 714 \text{ A}$$

نتیجه گیری

مقایسه آمپری:

$$841 \text{ A} > 714 \text{ A}$$

ب > الف

تلفات انتقال در حالت الف)



سیمان هگمتان



سیمان هگمتان



سیمان هگمتان



سیمان هگمتان



سیمان هگمتان

$$P_{LL1} = 3 I_L^2 R_L$$

$$= 3 (841)^2 R_L = P_{LL1} = 2121843 R_L$$

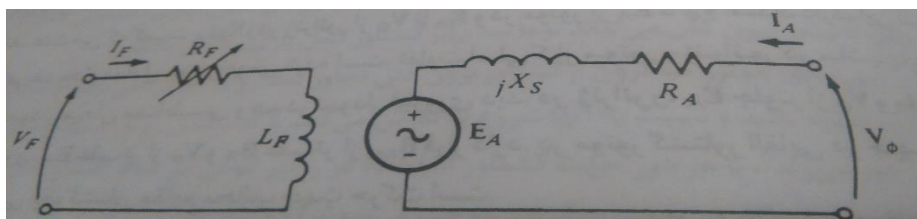
تلفات در حالت ب)

$$P_{LL2} = 3 I_L^2 R_L$$

$$= 3 (714)^2 R_L = P_{LL2} = 1529388 R_L$$

توجه کنید که در حالت دوم تلفات انتقال توان ۲۸ درصد از تلفات حالت اول کمتر است در حالی که توان تحویل داده شده به بارها در هر دو حالت یکی است.

مدار معادل موتور سنکرون:



..... مراجع

- 1 - chasten, A.N. : Electric machinery , Reston publishing , reston, Va , 1986
- 2 - Del toro, V. : Electric machins and power systems , prentice – Hall , Englewood cliffs , N . J . , 1985
- 3 – Fitzgerald , A.E. , and C . Kingsley , Jr. : Electric Machinery , McGraw – Hill book company , New York, 1952
- 4 – Fitzgorald , A.E., and c.kingsley, Jr, and S.D.umans : Electric Machinery, 5th ed. Mc Graw – Hill book company, new York , 1990
- 5 – kosow , Irving L.: control of Electric Motors, Prentice – Hall, Englenwood cliffs, N.J., 1972
- 6 – liwshitz – Garik , Michael , and clyde whipple : Altemating – current Machinery , Van Nostrand , Princeton , N.J., 1961
- 7 – Nasar .syed A . (ed): Handbook of Electric Machines , MCGraw – Hill book company , new York , 1987

- 8 – slemon, G. R. ,and A.straughen:Electric Machines , Addison – Wesley , Readind , Mass , 1980
- 9 – Vithayathil , Joseph , Power Electronics : Principles and Application . New York : Graw – Hill , 1995
- 10 – Werninck , E.H.(ed):Electric Motor Hand book , London ,MCGraw – Hill ,1978



سیمان هگمتان



دریجان آرلام

