حل تمرین سری اول درس ماشین ۳ (تحویل یکشنبه ۲۳ فروردین)

تمرین های علامت گذاری شده را حل کنید.

مسائل

۶-۱ در یک کارخانه داریم:

موتورهای القایی = ۱۰۰۰ اسب بخار

ضریب توان متوسط ۰/۷

بازده متوسط ۰/۸۵

بار حرارتی و الکتریسیته‌ای = ۱۰۰ کیلووات

یک موتور سنکرون سه فاز نصب شده است تا ۳۰۰ اسب بخار را برای یک فرآیند جدید تامین کند. موتور سنکرون با ۹۲٪ بازده کار می‌کند. در صورتی که ضریب توان کلی کارخانه تا ۹۵٪ برسد، مقدار kVA موتور سنکرون تعیین کنید. ضریب توان موتور سنکرون را به دست آورید.

۶-۲ دو منبع سه فاز و ۶۰ هرتزی و دو ماشین سنکرون سه فاز در دسترس هستند. سرعت و تعداد مناسب قطب‌ها را برای هر ماشین تعیین کنید به شرطی که داشته باشیم:

الف: یک منبع سه فاز ۱۸۰ هرتزی

ب: یک منبع سه فاز ۵۰۰ هرتزی

۶-۳ از یک ماشین سنکرون سه فاز، ۱۹۵ مگاولت آمپری، ۱۵ کیلوولتی و ۶۰ هرتزی که دارای اتصال ستاره‌ای می‌باشد نتایج آزمایش زیر به دست آمده است:

آزمایش مدار باز:

$I_f(A)$	۱۵۰	۳۰۰	۴۵۰	۶۰۰	۷۵۰	۹۰۰	۱۲۰۰
$V_{LL}(kV)$	۳/۷۵	۷/۵	۱۱/۲	۱۳/۶	۱۵	۱۵/۸	۱۶/۵

آزمایش اتصال کوتاه:

$I_a = ۷۰۰\ A$ و $I_f = ۷۵۰\ A$

مقاومت آرمیچر ناچیز است:

الف: مشخصات مدار باز، اتصال کوتاه، خط شکاف هوایی، و خط شکاف هوایی تعمیم یافته را رسم کنید.

ب: مقادیر اشباع نشده و اشباع شده راکتانس سنکرون را به اهم و همچنین در سیستم یکایی تعیین کنید.

ج: آزمایش سنکرون ولتاژ اسمی ۱۰۰ مگاولت آمپر را تحت ضریب توان ۰/۸ پیش فاز تحویل دهد، جریان تحریک مورد نیاز را بیابید.

د: تنظیم ولتاژ ژنراتور سنکرون را برای بار بخش (ج: بیابید. تنظیم ولتاژ (VR) به صورت زیر تعریف شده است:

$$VR = \frac{V_t|_{\text{بدون بار}} - V_t|_{\text{با بار}}}{V_t|_{\text{با بار}}} \times ٪۱۰۰$$

۶-۴ از یک ماشین سنکرون سه فاز، ۲۵ کیلوولتی، ۷۵۰ مگاولت آمپری، ۶۰ هرتزی، ۳۶۰۰ دور در دقیقه‌ای با اتصال ستاره‌ای و تحت سرعت اسمی نتایج آزمایش زیر بصورت آمده است:

$V_{LL}(KV)$ خط شکاف هوایی	$I_a(A)$ آزمایش اتصال کوتاه	$V_{LL}(KV)$ آزمایش مدارباز	$I_f(A)$
۳۰	۱۰/۰۰۰	۲۵	۱۵۰۰

الف: تعداد قطب‌های ماشین سنکرون را تعیین کنید.

ب: مقادیر اشباع نشده و اشباع شده راکتانس سنکرون را بر حسب اهم و سیستم یکایی حساب کنید.

ج: آزمایش اتصال کوتاه در جریان تحریک ثابت (۱۵۰۰ آمپر) اما در سرعتهای مختلف- ۱۰۰۰ دور در دقیقه، ۲۰۰۰ دور در دقیقه، ۳۰۰۰ دور در دقیقه و ۳۶۰۰ دور در دقیقه انجام شده است. جریان اتصال کوتاه را در این سرعتها بیابید.

د: در صورتی که ماشین سنکرون MVA اسمی را به شبکه بی‌نهایتی تحت ضریب توان ۰/۹ پس فاز تحویل دهد، جریان تحریک را تعیین کنید.

۶-۵ ماشین سنکرون سه فاز مثال (۶-۲) را به شبکه سه فاز ۱۴ کیلوولتی و ۶۰ هرتزی وصل کرده و توانی معادل ۵ مگاوات راتحت ضریب توان ۰/۸۵ پیش فاز از شبکه می‌کشد (موتور سنکرون). شبکه را شبکه بی‌نهایت در نظر می‌گیریم.

الف: جریان استاتور (I_a)، ولتاژ تحریک (E_f)، جریان تحریک (I_f) را حساب کرده و نمودار فازوری را رسم کنید.

ب: جریان تحریک را دست نمی‌زنیم، اما موتور را ازشبکه بی‌نهایت جدا می‌نمائیم. قبل از آن که سرعت کاهش یابد ولتاژ پایانه ماشین را حساب کنید.

۶-۶ مسئله ۵-۶ را با فرض پس فاز بودن ضریب توان تکرار کنید.

۶-۷ یک کندانسور سنکرون سه فاز مفروض است. داریم $X_s = 1/2\ Pu$ جریان تحریک ماکزیمم به ۲/۵ برابر جریان تحریک اسمی محدود شده است. جریان تحریک اسمی در شرایط مدار باز ولتاژ پایانه اسمی را تولید می‌کند. توان راکتیو ماکزیممی را که کندانسور سنکرون می‌تواند فراهم کند تعیین کنید.

۶-۸ یک موتور سنکرون سه فاز با رتور استوانه‌ای مفروض است و دارای مشخصات زیر می‌باشد

ولت ۲۳۰۰ = ولتاژ اسمی پایانه موتور

هرتز ۶۰ = فرکانس اسمی

اسب بخار ۲۵ = توان اسمی

اتصال کوتاه (Y) = نوع اتصال سیم‌پیچ‌های استاتور

اهم در هر فاز ۱۱ = راکتانس سنکرون

هنگامی که موتور از شبکه ۱۶۵/۸ کیلووات می‌کشد، زاویه توان[1] آن ۱۵ درجه الکتریکی است. از تلفات اهمی صرف نظر کنید.

الف: ولتاژ تحریک هر فاز (E_f) را به دست آورید.

ب: جریان استاتور (I_a) را حساب کنید.

ج: ضریب توان منبع تغذیه را بیابید.

د: اگر بار مکانیکی از روی موتور برداشته شود و از کلیه تلفات چشم‌پوشی گردد.

۱- جریان استاتور وضریب توان منبع تغذیه را حساب کنید.

۲- نمودار فازوری را رسم کنید.

۳- I_f را چند درصد تغییر دهیم تا جریان استاتور می‌نیمم گردد.

۹-۶ یک ژنراتور سنکرون سه فاز، ۲ مگاولت آمپری، ۱۱ کیلوولتی و ۱۸۰۰ دور در دقیقه‌ای مفروض است.مقاومت وراکتانس سنکرون‌آن به ترتیب ۱/۵ اهم و ۱۵ اهم در هر فاز می‌باشد.

الف: جریان تحریک را طوری تنظیم می‌کنیم که در شرایط بی‌باری ولتاژ اسمی در پایانه ژنراتور ظاهر شود.

۱- ولتاژ تحریک (E_f) را حساب کنید.

۲- اگر در سرماشین اتصال کوتاه رخ دهد، جریان استاتور را بیابید.

ب: حال ژنراتور را به شبکه بی‌نهایت وصل می‌کنیم و ماشین جریان اسمی را تحت ضریب توان ۰/۸ پس فاز تحویل می‌دهد.

۱- E_f را حساب کنید

۲- I_f نسبت به فرض الف چند درصد باید افزایش یابد.

۳- حداکثر توانی را که ژنراتور می‌تواند تحویل دهد چقدر است (از R_a صرف نظر شود).

۱۰-۶ یک آلترناتور با توربین بخار سه فاز، ۱۲۰ مگاولت آمپری، ۱۲ کیلوولتی، ۶۰ هرتزی، دو قطبی تحت ضریب توان ۰/۸۵ پس فاز و دارای اتصال ستاره مفروض است. مقاومت استاتور $R_a = ۰/۰۱۵\ pu$ و راکتانس سنکرون $X_s = ۰/۸۵\ pu$ می‌باشد.

الف: سرعت سنکرونی را تعیین کنید.

ب: R_a ، X_s را به اهم بیابید.

ج: ولتاژ تحریک (E_f) را در صورتی تعیین کنید که آلترناتور در شرایط اسمی توان را به یک شبکه بی‌نهایت تحویل دهد. نمودار فاز وری را رسم نمایید.

د: در شرایط بار کامل اسمی، بازده ۹۲٪ میباشد. در این شرایط تعیین کنید:

۱- اتلاف توان در مقاومت آرمیچر را.

۲- اتلاف چرخشی را.

۳- گشتاوری را که به وسیله توربین بخاری بر شفت اعمال می‌شود بر حسب نیوتن- متر.

---

1 - *Power Angle*

۶-۱۱ یک ژنراتور سنکرون سه فاز، ۱۴ کیلوولتی، ۱۰ مگاولت آمپری، ۶۰ هرتزی، دو قطبی تحت ضریب توان ۰/۸۵ پس فاز با اتصال ستاره‌ای مفروض است. داریم اهم $X_s = ۲۰$ در هر فاز و اهم $R_s = ۲$ در هر فاز. ژنراتور به یک شبکه بی‌نهایت متصل است.

الف: ولتاژ تحریک را در شرایط اسمی بیابید. نمودار فاز وری را در این شرایط رسم کنید.

ب: زاویه گشتاور را در شرایط اسمی تعیین کنید.

ج: اگر جریان تحریک ثابت بماند، توان ماکزیممی را که ژنراتور می‌تواند تامین کند حساب کنید.

د: در شرایط (ج: جریان ژنراتور و ضریب توان را محاسبه کرده و نمودار فاز وری این شرایط را رسم کنید.

در بندهای (ج: و (د: از R_s صرف‌نظر کنید. در بندهای (الف: تا (د: به جای مقادیر pu مقادیر واقعی را بیابید.

۶-۱۲ یک ژنراتور سه فاز با رتور غیر برجسته مفروض است وداریم:

(خط - خط) ولت۲۰۸ = ولتاژ اسمی پایانه ماشین

کیلوولت آمپر ۲۰ = توان اسمی

۴ = تعداد قطب‌ها

اتصال ستاره (Y) = نوع اتصال سیم‌پیچ‌های استاتور

اهم در هر فاز۱/۵ = (راکتانس سنکرون)

ناچیز = مقاومت استاتور

ژنراتور به شبکه بی‌نهایت ۲۰۸ ولتی وصل است و از تلفات چرخشی صرف نظر می‌کنیم.

الف: جریان تحریک و توان مکانیکی ورودی را طوری تنظیم می‌کنیم تا ژنراتور ۱۰ کیلو وات را تحت ضریب توان ۰/۸ پس فاز تحویل شبکه دهد. δ , E_f را حساب کنید.

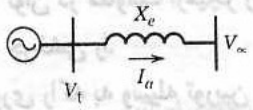
ب: توان‌مکانیکی ورودی راثابت‌نگه می‌داریم اما جریان تحریک را تغییر می‌دهیم تا ضریب توان واحد حاصل گردد. جریان تحریک چند درصد نسبت به فرض الف باید تغییر کند.

۶-۱۳ یک آلترناتور سه فاز، ۲۵ کیلوولتی، ۵۰۰ مگاولت آمپری و ۶۰ هرتزی راکتانس سنکرونی معادل $X_s = ۱/۵\ pu$ دارد. این آلترناتور از طریق تغذیه کننده‌ای که دارای راکتانس pu ۰/۲۵ می‌باشد و به شبکه بی‌نهایت ۲۵کیلوولتی وصل شده است. شکل (۶-۱۳). ولتاژ پایانه آلترناتور به وسیله تنظیم کننده ولتاژی که با جریان تحریک انطباق دارد در ۲۵کیلوولت برای هر باری ثابت شده است.

الف: نمودار فاز وری را رسم کنید.

ب:جریان و ضریب توان آلترناتور را تعیین کنید.

ج: ولتاژ تحریک آلترناتور را بیابید.



شکل م و ۶-۱۳

۶-۱۴ برای سیستم توان آلترناتور مسئله ۶-۱۳، توان ماکزیمی را که می‌تواند قبل از تلف شدن سنکرونیزم

از طریق تغذیه کننده انتقال یابد بر حسب مگاوات تعیین کنید. اگر:

الف: برای ثابت نگاه داشتن ولتاژ پایانه آلترناتور در حد ۲۵ کیلوولت یک تنظیم کننده ولتاژ به کار گرفته شود.

ب: تنظیم کننده ولتاژ استفاده نشود و جریان تحریک در مقداری که ولتاژ تحریک را ۲۵ کیلوولت می‌سازد ثابت نگاه داشته شود.

۶-۱۵ یک موتور سنکرون با اتصال Y حاوی اطلاعات زیر می‌باشد:

۲۰/۰۰۰ اسب بخار، ۱۸۰۰ دور در دقیقه، ضریب توان ۱/۰.

۶۶۰۰ ولت، ۱۳۵۰ آمپر، سه فاز دارای فرکانس ۶۰.

ولتاژ تحریک ۱۲۰، ۵/۵ آمپر.

راکتانس سنکرون $X_s = 0/95\ pu$ و مقاومت $R_a = 0/012\ pu$

الف: تعداد قطبهای موتور سنکرون را تعیین کنید.

ب: X_s و R_a را بر حسب اهم بیابید.

ج: در شرایط بار کامل اسمی

۱- گشتاور خروجی را بر حسب نیوتن- متر حساب کنید.

۲- بازده را تعیین نمایید.

۳- تلفات چرخشی را تعیین کنید.

۴- تلفات توان را در جریان تحریک حساب کنید.

۵- E_f را تعیین کنید.

۶-۱۶ یک ماشین سنکرون سه فاز، یک مگاولت آمپری، ۲۳۰۰ ولتی و ۶۰ هرتزی مفروض است. مقاومت استاتور قابل چشم‌پوشی و راکتانس سنکرون اشباع شده در ولتاژ پایانه اسمی $X_s = 1/25\ \Omega$ می‌باشد. بازده ماشین در سرعت اسمی ۰/۹۵ است. ماشین به یک شبکه بی‌نهایت متصل شده است.

الف: X_s را در سیستم یکایی تعیین کنید.

ب: ولتاژ تحریک و زاویه توان را در صورتی تعیین کنید که ماشین به عنوان یک موتور سنکرون تحت ضریب توان ۰/۸۵ پس فاز کار می‌کند و ۵۰۰ اسب بخار تحویل می‌دهد.

ج: جریان تحریک اینک حدود ۴۰٪ کاهش یافته است، با داشتن خروجی توان بند (ب: جریان استاتور و ضریب توان را بیابید. آیا موتور سنکرونیزم خود را از دست می‌دهد؟

۶-۱۷ یک ماشین سنکرون سه فاز، ۱۰ مگاولت آمپری، ۲۳۰۰ ولتی و ۶۰ هرتزی مقادیر زیر را داراست. $X_s = 0/9\ pu$ و مقاومت استاتور قابل چشم پوشی. این ماشین به یک شبکه بی‌نهایت متصل است.

اگر $V_t = 2300 \angle 0^\circ\ V$ و $E_f = 3450 \angle 120^\circ\ V$ باشد،

الف: ماشین به عنوان یک ژنراتور عمل می‌کند یا یک موتور؟

ب: انتقال توان (MW) و ضریب توان ماشین را تعیین کرده و نمودار فاز وری را رسم کنید.

۶-۱۸ یک موتور سنکرون سه فاز با رتور استوانه‌ای مفروض است و داریم: