



**دانشکده مهندسی**

**گروه برق**

**پایان نامه کارشناسی**

**گرایش: قدرت**

**عنوان: ژنراتور سنکرون سه فاز و بررسی اثر بار های متقارن و نامتقارن بر آن**

**(شبیه سازی)**

**استاد راهنما: دکتر منصور اوجاقی**

**میشم رجایی ۸۸۴۴۲۱۳۰**

**وحید آهنی ۸۸۴۴۲۱۰۹**

**تیر ۹۲**

## فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه.....	۱
۱.۱ اثراتورهای سنکرون.....	۲
۱.۲ ساختمان ژنراتور سنکرون.....	۲
۱.۳ سرعت چرخش ژنراتور سنکرون.....	۴
۱.۴ پریود زیر گذرا ( Sub transient ) :.....	۵
۱.۵ پریود گذرا ( Transient ) :.....	۵
۱.۶ پریود دائمی ( Permanent ) :.....	۵
۱.۷ ولتاژ داخلی القا شده:.....	۸
فصل دوم: آزمایش های ژنراتور سنکرون.....	۱۳
۲.۱ مقادیر نامی ماشین سنکرون :.....	۱۴
۲.۲ * محاسبه $RaRa=Vdc/۲*Idc$ : بنابراین $Ra=۱۹.۳$ .....	۱۵
فصل سوم: شبیه سازی ژنراتور سنکرون و بررسی اثر بارهای متقارن و نامتقارن بر آن.....	۱۸
۳.۱ ژنراتور سنکرون با بار متقارن:.....	۱۹
۳.۲ هدف شبیه سازی:.....	۱۹
۳.۳ ایجاد مدار:.....	۱۹
۳.۴ نتایج خروجی:.....	۲۳
۳.۵ بررسی نامتقارنی بار بر روی ژنراتور سنکرون:.....	۲۷

هدف شبیه سازی: ..... ۲۷

نتایج خروجی: ..... ۳۰

ضمائم: ..... ۳۳

برنامه نویسی ژنراتور سنکرون: ..... ۳۳

کد برنامه: ..... ۳۳

نمونه اجرا شده: ..... ۴۴

مراجع: ..... ۵۰



دانشگاه زنجان

چکیده:

ژنراتور های سنکرون در صنعت کاربرد فراوانی دارند لذا بررسی عملکرد آن ها و رابط مربوط به توان و گشتاور و هم چنین شبیه سازی آن ها تحت بارهای متقارن و نامتقارن حائز اهمیت است.

در این پروژه سعی شده است ابتدا ژنراتور سنکرون و ساختمان آن به طور مختصر مورد آشنایی قرار گیرد. سپس توسط یک آزمایش عملی پارامترهای مربوط به یک ژنراتور خاص در آزمایشگاه با توجه به نتایج عملی حساب شود، پس از آن این ژنراتور توسط نرم افزار MATLAB تحت بارهای متقارن و نامتقارن تست می شود. هدف از شبیه سازی این است که رفتار ولتاژ ژنراتور برای بارهای مختلف مشخص شود و اثر سوء بار های نامتقارن در ژنراتور بهدست آید. در قسمت پایانی روابط مربوط به سرعت، توان اکتیو و راکتیو، گشتاور و درصد تنظیم ولتاژ در قالب یک برنامه در محیط m-file متلب آورده شده است که با دادن پارامتر های نامی ژنراتور (قطب برجسته یا قطب صاف) کمیت های فاز و خط آن محاسبه شده و منحنی های قابلیت بی باری، جریان اتصال کوتاه و توان ترسیم می شود. کاربرد این برنامه به دست آوردن تمام کمیات لازم برای ژنراتور سنکرون با سرعت بالا است. در این برنامه صحت نتایج به دست آمده در آزمایشگاه میز بررسی شده و نمونه ای اجرا شده آورده شده است. توضیح این که شبیه سازی و برنامه در انتهای پروژه ضمیمه شده است.

## فصل اول:

### مقدمه

# کتابخانه نام کارشناسی



## ژنراتورهای سنکرون

ژنراتورهای سنکرون یا آلترناتورها ماشین های سنکرونی هستند که برای تبدیل توان مکانیکی به

توان الکتریکی ac به کار می روند .

## ساختمان ژنراتور سنکرون

در ژنراتور سنکرون یک جریان dc به سیم پیچی روتور اعمال می شود که میدان مغناطیسی

روتور را تولید می کند . روتور ژنراتور نیز توسط یک محرک اولیه به گردش در می آید و به این ترتیب

یک میدان مغناطیسی دوار درون ماشین ایجاد می شود . این میدان مغناطیسی دوار در سیم پیچی های

استاتور ژنراتور یک مجموعه ولتاژ سه فاز القا می کند .

سیم پیچی میدان و سیم پیچی آرمیچر دو اصطلاحی متداول هستند که برای توصیف سیم

پیچی های ماشین به کار می روند به طور کلی اصطلاح سیم پیچی به سیم پیچی های اطلاق می شود

که میدان مغناطیسی اصلی ماشین را تولید می کند . و اصطلاح سیم پیچی آرمیچر به سیم پیچی های

اطلاق می شود که ولتاژ اصلی در آن القا می شود . در ماشین های سنکرون سیم پیچی میدان بر روتور

قرار داند پس عبارتهای سیم پیچی روتور و سیم پیچی میدان را می توان به جای هم به کار برد .

عبارتهای سیم پیچی استاتور و سیم پیچی آرمیچر نیز وضعیت مشابهی دارند .

روتور ژنراتور سنکرون اساساً یک الکترومغناطیس بزرگ است . قطب های مغناطیس روتور می

توانند ساختمان برجسته یا صاف داشته باشند . قطب برجسته قطب مغناطیسی است که نسبت به سطوح

روتور برآمدگی دارد . از سوی دیگر قطب صاف قطب مغناطیسی است که با سطوح روتور هم سطح

باشند . روتورهای قطب صاف معمولاً برای ماشین های دو یا چهار قطبی و روتورهای قطب برجسته

معمولاً برای ماشین های چهار قطبی یا بیشتر به کار می روند . چون روتور در معرض میدان های

مغناطیسی متغیر قرار دارد آن را از لایه های نازک می سازند تا تلفات جریان گردابی کاهش یابد .

یک جریان dc باید به مدار میدان روتور اعمال شود . چون روتور در حال دوران است برای دادن

توان dc به سیم پیچی های میدان آن آرایش خاصی لازم است برای فراهم کردن این توان dc دو روش

متداول وجود دارد .

فراهم کردن توان dc خارجی با استفاده از حلقه های لغزان و چاروبک ها

-فراهم کردن توان dc از یک منبع تغذیه dc خاصی که مستقیماً بر روی محور ژنراتور سنکرون

نصب شده است .

حلقه های لغزان فلزی هستند که محور ماشین را کاملاً احاطه کرده اند اما نسبت به آن عایق شده اند . هر کدام از سرهای سیم پیچی روتور به یکی از دو حلقه های لغزان روی محور ماشین سنکرون متصل می شود و بر روی هر حلقه لغزان یک جاروبک سوار است اگر سر مثبت یک منبع ولتاژ dc به یک جاروبک و سر منفی آن به جاروبک دیگر متصل شود آن ولتاژ dc در همه زمانها به سیم پیچی میدان اعمال خواهد شد و مقدار آن به موقعیت زاویه ای و سرعت روتور ربطی نخواهد داشت .

هنگامی که برای تامین توان dc سیم پیچی میدان ماشین سنکرون حلقه های لغزان و جاروبکها به کار می روند چند مشکل ایجاد می شود مواقت و نگهداری ماشین باید پیش از پیش صورت گیرد زیرا جاروبکها را باید از نظر فرسودگی به طور منظم کنترل کرد . به علاوه در ماشین های که جریان میدان بزرگتری دارند افت ولتاژ جاروبکها می تواند یک عامل افت توان مهم باشد با وجود این مسائل حلق های لغزان و جاروبک ها در تمام ماشین های سنکرون کوچک به کار می روند چون هیچ روش ارزان قیمت دیگری برای تامین جریان dc میدان وجود ندارد .

در ژنراتورها و موتورهای بزرگتر برای تامین جریان dc میدان ماشین تحریک های بدون جاروبک به کار می روند . تحریک بدون جاروبک یک ژنراتور ac کوچک است که مدار میدان آن در استاتور و مدار آرمیچر آن بر محور روتور سوار شده است . خروجی سه فاز تحریک توسط یک مدار یک سو کننده سه فاز که آن نیز روی محور روتور سوار شده است یکسو شده به مدار میدان dc اصلی داده می شود با کنترل جریان کوچک dc میدان ژنراتور تحریک ( که در استاتور قرار دارد ) می توان جریان میدان ماشین اصلی را بدون استفاده از حلقه های لغزان و جاروبکها تنظیم کرد . برای اینکه تحریک ژنراتور کاملاً مستقل از منبع تغذیه خارجی باشد معمولاً یک تحریک راهنما به سیستم اضافه می کنند . تحریک راهنما یک ژنراتور ac کوچک با مغناطیس دائم است . مغناطیس دائم روی محور روتور و سیم پیچی سه فاز در استاتور قرار دارند . این ژنراتور توان مدار تحریک را فراهم می کند و تحریک نیز به نوبه خود مدار ماشین اصلی را کنترل می کند اگر یک تحریک راهنما روی محور ژنراتور وجود داشته باشد برای به کار انداختن ژنراتور منبع الکتریکی خارجی لازم نخواهد بود .

در بسیاری از ژنراتور سنکرون دارای تحریک بدون جاروبک حلقه های لغزان و جاروبکها تعبیه شده است تا در مواقع اضطراری یک منبع جریان dc کمکی برای میدان در دسترس باشد .

### سرعت چرخش ژنراتور سنکرون

ژنراتور سنکرون طبق تعریف سنکرون همزمان اند به این معنی که فرکانس الکتریکی تولید شده با سرعت چرخش مکانیکی ژنراتور همزمان است . روتور سنکرون یک الکترومغناطیس است که به آن جریان dc اعمال می شود . میدان مغناطیسی روتور همراه با چرخش روتور می چرخد پس بین سرعت چرخش و میدان مغناطیسی ماشین و فرکانس الکتریکی استاتور رابطه ای به صورت زیر وجود دارد :

$$f_e = n \cdot p / ۱۲۰$$

فرکانس الکتریکی بر حسب هرتز fe

= سرعت چرخش میدان دوار (سرعت سنکرون) r/min

P= تعداد قطب ها

چون روتور با همان سرعت میدان مغناطیسی می چرخد این معادله سرعت چرخش روتور را به فرکانس الکتریکی حاصل مربوط می کند .

سرعت چرخش لازم برای یک فرکانس معین را همیشه می توان با استفاده از معادله بالا بدست

آورد.

مدار معادل ژنراتور سنکرون

ولتاژ ea داخلی تولید شده در یک فاز ژنراتور سنکرون است اما این ولتاژ ea معمولاً ولتاژی نیست

که در پایانه های ژنراتور ظاهر می شود تنها زمان ولتاژ داخلی EA برابر ولتاژ خروجی V یک فاز است

که جریانی از آرمیچر ماشین نگذرد . چرا ولتاژ خروجی خروجی یک فاز EA ، V برابر نیست و چه

رابطه ای بین این دو وجود دارد ؟ پاسخ به این سوالات مدل ژنراتور سنکرون می دهد .

راکتانسها پدیده هایی فیزیکی نیستند بلکه یک کمیت ریاضی می باشد که به منظور مدل کردن

رفتار الکتریکی ژنراتور در حالت عملکرد نرمال و همچنین در زمان خطا استفاده می شوند. اما ثابت زمانی

، پریود هر رفتاری را در طول خطا تعیین می کند.

عملکرد ژنراتور را در حالت خطا به ۳ حوزه زیر تقسیم می کنند :



زیر گذرا

گذرا

دایم

### پریود زیر گذرا ( Sub transient ) :

این پریود در زمانهای اولیه خطا قرار دارد که دارای جریان و گشتاور خیلی زیادی هستیم و رفتار ژنراتور در این پریود تابع سیم پیچی دمپر می باشد. معمولاً خریداران، راکتانس زیر گذرای بالایی را طلب می کنند تا جریان و گشتاور را در این محدوده کم نمایند.

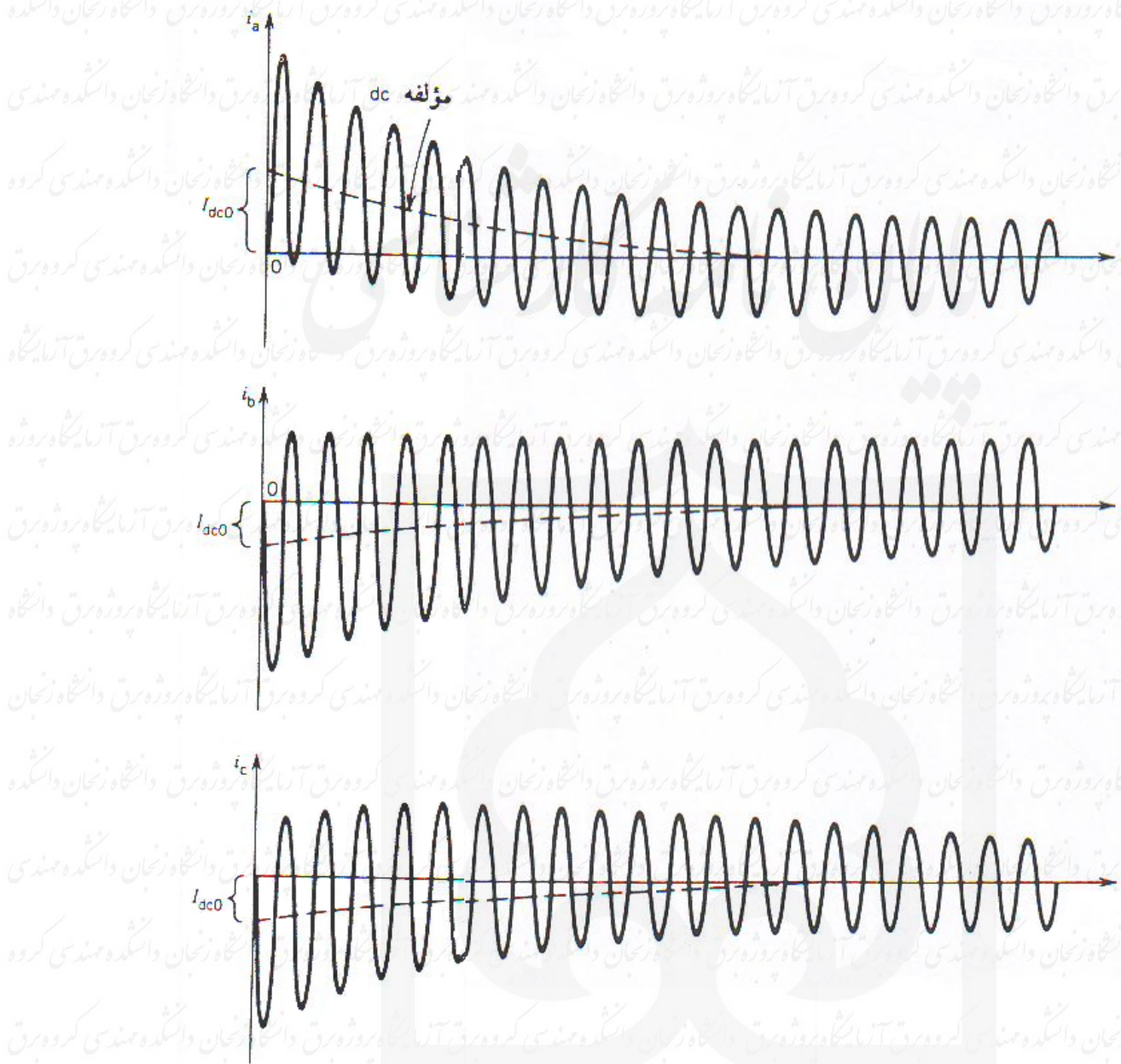
### پریود گذرا ( Transient ) :

حالتهای میانی خطا بوده که جریان و گشتاور هنوز زیاد می باشد در این حالت رفتار ژنراتور تحت تاثیر قطبها می باشد. معمولاً خریدار تقاضای راکتانس پایینی می کند تا سیستم حفاظتی خود را حساس نموده و پایداری دینامیکی را نیز زیادتر کند.

### پریود دایمی ( Permanent ) :

پس از عبور از رژیم گذرا به رژیم حالت دایمی می رسیم. در این حالت جریان و گشتاور به مقدار ثابتی دست می یابند. در این حالت عملکرد ژنراتور تابع سیم پیچ استاتور و فاصله هوایی است. معمولاً مشتری مقدار این راکتانس را تعیین می کند.

شکل زیر تغییرات جریان اتصال کوتاه را بر حسب زمان ، برای یک ژنراتور نمایش می دهد. شکل موج جریان های استاتور در شرایط اتصال کوتاه مطابق شکل است .



جریان های اتصال کوتاه سه فاز یک ژنراتور سنکرون بی بار

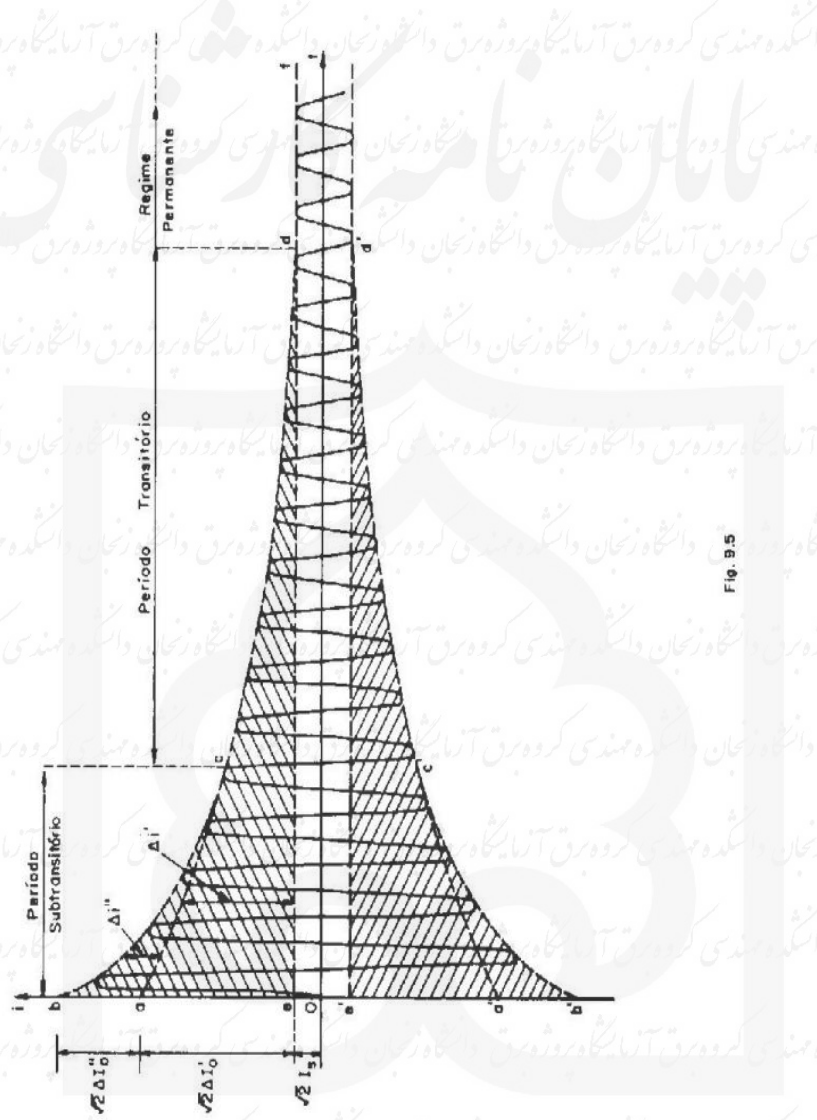


Fig. 9.5

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

