



دانشگاه صنعت آب و برق
(شهید عباسپور)

سیستمهای تحریک ژنراتور

مؤلف:

دکتر سید محمد کیا

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

۱۳۸۳

کیا، محمد، ۱۳۳۶ -

سیستمهای تحریک ژنراتور / محمد کیا. - تهران: دانشگاه صنعت آب و برق

(شهید عباسپور)، ۱۳۸۳.

۱۴۸ ص.: مصور، نمودار.

ISBN 964-8348-03-0

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

کتابنامه: ص. ۱۵۰.

۱- مولد برق - سیستمهای تحریک. الف - دانشگاه صنعت آب و برق (شهید

عباسپور). ب - عنوان.

۶۲۱/۳۱۳

س ۹ ک ۴۱۱/TK

۸۳-۱۶۱۶۰

کتابخانه ملی ایران

سیستمهای تحریک ژنراتور

مؤلف: دکتر سید محمد کیا، عضو هیأت علمی دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۵۰۰ جلد

سال انتشار: ۱۳۸۳

اجرا: واحد تخصصی مستندسازی فنی دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

امور فنی و نظارت چاپ: نشر شیوه ۶۴۶۱۵۷۷

چاپ: خورشید

صحافی: شکیب مرکز بخش:

۱- فلکه چهارم تهرانپارس - بزرگراه وفادار - بلوار شهید عباسپور - دانشگاه صنعت آب و

برق (شهید عباسپور)، تلفن: ۷۳۹۳۲۳۷۳، داخلی ۲۳۷۳، دورنگار: ۷۳۱۰۴۲۵

۲- خ انقلاب - خ اردیبهشت - بعد از لبافی نژاد - روبروی املاک مجیدیان - پلاک ۱۲۶ -

مؤسسه انتشاراتی فدک، تلفن: ۶۴۶۵۸۳۱

پیشگفتار

در سال ۱۳۵۱ به منظور افزایش مهارت فنی تکنسین‌های شاغل در صنعت برق، مرکز آموزش تخصصی برق در شمال شرق تهران فعالیت خود را آغاز کرد.

در سال ۱۳۵۹، توجه خاص شهید دکتر حسن عباسپور وزیر وقت نیرو به آموزش و تربیت نیروی انسانی، منجر به تبدیل مرکز آموزش تخصصی برق به مجتمع آموزشی و پژوهشی (شهید عباسپور) شد که علاوه بر برگزاری دوره‌های بلندمدت کاردانی و مهندسی کاربردی آب و برق در مقطع کارشناسی را نیز در برنامه خود داشت.

این مجتمع در کمتر از ده سال و با توسعه کمی و کیفی دامنه فعالیت‌های آموزشی، تجهیزات آزمایشگاهی و کارگاهی و با درخشش فارغ‌التحصیلان خود در صنعت، در سال ۱۳۷۰ مجوز تبدیل به دانشکده صنعت آب و برق و در سال ۱۳۸۳ مجوز تبدیل به دانشگاه صنعت آب و برق را از وزارت فرهنگ و آموزش عالی دریافت داشت و با پذیرش ۲۵۰ دانشجوی کارشناسی در پنج رشته مهندسی بهره‌برداری از سد و شبکه‌های آبیاری، سازه‌های آبی، آب و فاضلاب، مکانیک نیروگاه و توزیع و انتقال برق مرحله جدیدی از فعالیت خویش را پی گرفت.

با توجه به مطالب ارزشمندی که براساس تجربه طولانی اعضای هیئت علمی این دانشگاه در موضوعات تخصصی مورد نیاز صنعت آب و برق کشور جمع‌آوری شده، انتشارات دانشگاه شروع به نشر این مطالب در قالب کتاب نمود که پس از انتشار چند اثر قبلی که لیست آنها در صفحات پایانی آمده، کتاب حاضر گام دیگری در راه رشد و استقلال علمی کشور است که به جامعه دانش‌پژوهان تقدیم می‌گردد.

انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق

(شهید عباسپور)

مقدمه

با توجه به طرز کار ماشین سنکرون، مشخص می‌شود که وضعیت ژنراتور از لحاظ میزان ولتاژ خروجی و میزان قدرت راکتیو و اکتیو در حالتیکه ژنراتور جدا از شبکه و یا متصل به یک شبکه باشد و همچنین جهت مبادله قدرت به کدام طرف باشد و یا مثلاً ماشین به صورت کندانسور با شبکه در ارتباط بوده یعنی اینکه به صورت موتور پی‌بار قدرت راکتیو مبادله کند، در تمام این موارد به وسیله میزان ولتاژ تحریک و همچنین میزان قدرت یا کوپل مکانیکی به شافت ماشین، وضعیت دلخواه ایجاد می‌گردد.

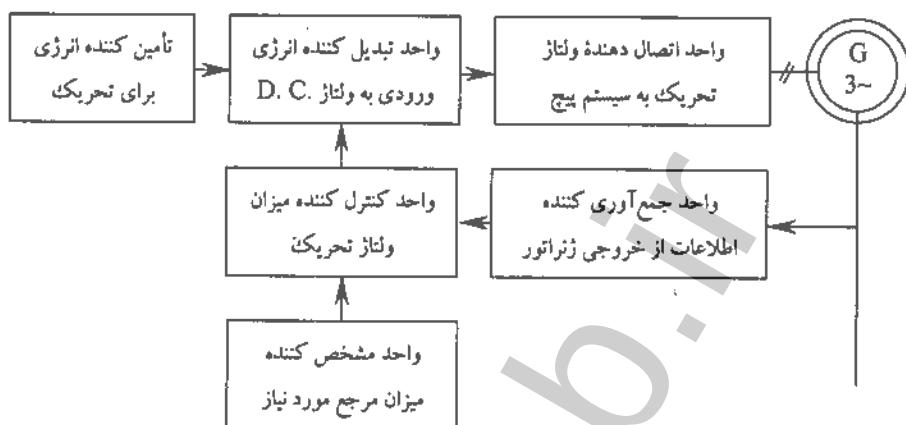
کوپل مکانیکی مورد نیاز در انواع نیروگاهها به طرق مختلف تولید می‌شود. در نیروگاههای آبی این کوپل به وسیله میزان آب ورودی به توربین تأمین می‌گردد که با باز و بسته شدن دریچه ورود آب کنترل می‌گردد.

در نیروگاههای دیزلی با تغییر سوخت ورودی به دیزل کوپل مکانیکی تغییر می‌کند. در نیروگاههای بخار با تغییر میزان فلو (جریان) و فشار بخار ورودی به توربین با کنترل دریچه ورود بخار و میزان سوخت به بویلر کوپل مکانیکی تغییر می‌کند. در نیروگاههای گازی با تغییر فشار گاز ورودی به توربین به وسیله میزان سوخت کنترل می‌گردد و به طور کلی در هر نیروگاه دیگری نیز برای تغییر کوپل باید عامل مکانیکی گرداننده شافت را کنترل نمود.

اما در مورد ولتاژ تحریک و طرق مختلف تهیه آن بخشی است که در اینجا به آن می‌پردازیم.

آنچه مسلم است اینکه برای تحریک ماشین، احتیاج به یک منبع ولتاژ مستقیم قابل کنترل داریم به میزانی که بتواند جریان سیم پیچ را تغذیه نماید و باید دقیقاً مشخص شود که انرژی لازم چگونه و به چه صورت می‌باشد و این انرژی به چه نحوی باید به ولتاژ D.C تبدیل شود. و میزان این ولتاژ چگونه کنترل و مشخص می‌گردد و همچنین این ولتاژ D.C کنترل شده چگونه باید به قسمت سیم پیچ تحریک منتقل و متصل گردد.

برحسب اینکه میزان قدرت اکتیو و راکتیو مورد نیاز چقدر است که این مقادیر به وسیله واحد مشخص کننده میزان مرجع تنظیم می‌گردد و با توجه به قدرت اکتیو و راکتیو خروجی که با اندازه‌گیری جریان و ولتاژ و اختلاف فاز خروجی به وسیله واحد جمع‌آوری کننده اطلاعات از خروجی به واحد کنترل فرستاده می‌شود. در این قسمت با تجزیه و تحلیل و عملیات بر روی این مقادیر ورودی، مقدار ولتاژ مورد نیاز برای تحریک کنترل می‌گردد.



هر کدام از این واحدها را که در مورد تحریک مشخص کردیم می‌توانند به روشهای مختلف برحسب سطوح مختلف تکنولوژی، قدرت ماشین، سرعت عمل، هزینه ساخت و نگهداری، حجم و مسائل دیگر با خصوصیات و مزایا و معایب مربوط به صورتهای مختلف طراحی و ساخته شوند.

حال به نظر می‌رسد برای مطالعه سیستم تحریک در ابتدا یک مرور کلی بر نحوه کار ماشین سنکرون و مسائل آن در اتصال با شبکه و نقش تحریک ضروری می‌باشد. به دنبال آن خلاصه‌ای از کلیات سیستمهای تحریک برای آشنائی با اجزاء مرور می‌گردد. در قسمتهای بعد تشریح بیشتری در مورد سیستمهای قدیمی تر و انواع سیستمهای جدید داده خواهد شد و بعد از اشاره‌ای به توابع کنترلی و نقش آنها در مدار تنظیم کننده مسائل الکترونیکی سیستم تحریک را تشریح خواهیم نمود.

به امید اینکه به یاری خداوند مطالب تهیه شده مفید واقع شود.

سید محمد کیا

۱۳۸۳

فهرست

فصل اول. یادآوری ساختمان و نحوه کار ماشین سنکرون

- ۱-۱- انواع طراحی ۱
- ۲-۱- معادله قدرت ۳
- ۳-۱- معادله ولتاژ ۴
- ۴-۱- مدار معادل ساده شده ۵
- ۵-۱- منحنی‌های مشخصه ۶
- ۶-۱- دیاگرام زاویه‌ای (Phasor) ۸
- ۷-۱- دیاگرام قدرت (و جریان Power chart) ۱۰

فصل دوم. وظائف سیستم تحریک

- ۱-۲- وظایف رگولاتور اتوماتیک ولتاژ ۱۵
- ۲-۲- رفتار الکتریکی در حالت کار پایدار (Steady-State) ۱۵
- ۱-۲-۲- حالت بدون بار ۱۶
- ۲-۲-۲- حالت کار مجزا (Island) ۱۶
- ۳-۲-۲- حالت کار متصل به شبکه ۱۷
- ۴-۲-۲- حالت کار چند واحد متصل بهم ۱۷
- ۳-۲- رفتارگذاری ژنراتور- شبکه ۱۹
- ۱-۳-۲- انواع اختلالات برای ژنراتور ۱۹
- ۲-۳-۲- قطع بار ۲۰
- ۳-۳-۲- انتقال بار (Load surge) ۲۱
- ۴-۳-۲- اتصال کوتاه با فاصله (Distant) ۲۲
- ۵-۳-۲- اتصال کوتاه ترمینالها ۲۳

فصل سوم. انواع سیستمهای تحریک

- ۱-۳- تحریک با ترستورهای ثابت ۲۵
- ۲-۳- دیودهای ثابت با یک ژنراتور تحریک کننده سه فاز ۲۷
- ۳-۳- دیودهای گردان با تحریک کننده سه فاز ۲۸

فصل چهارم. اصول کار و تکنولوژی مبدلها (یکسوسازها)

۳۱	۱-۴ اجزاء مبدلهای استاتیک
۳۱	۱-۱-۴ دیود
۳۲	۱-۲-۴ ترستور
۳۴	۲-۴ اصول پایه در تکنولوژی مبدلها
۳۴	۱-۲-۴ تبدیل جریان متناوب a.c. به جریان مستقیم D.C.
۳۴	۲-۲-۴ عمل کموتاسیون (جابجائی جریان از یک شاخه به شاخه دیگر)
۳۸	۳-۲-۴ مبدلهای قابل کنترل
۳۹	۴-۲-۴ کاربردی ترین مدارات مبدلها
۳۹	۴-۲-۴-۱ مدارات پل سه فاز
۴۲	۴-۲-۴-۲ مدارات پل تکفاز
۴۴	۵-۲-۴ نحوه عمل انواع مدارات

فصل پنجم. نحوه کنترل و اعمال محدودیتها به وسیله واحدهای عملیاتی در قسمت

تنظیم کننده ولتاژ Voltage Regulator

۴۵	
----	--

فصل ششم. اصول کنترل حلقه بسته

۵۵	۱-۶ کنترل حلقه باز و حلقه بسته
۵۶	۲-۶ کنترل حلقه بسته
۵۷	۳-۶ کنترل کننده
۵۹	۱-۳-۶ کنترل کننده P
۶۱	۲-۳-۶ کنترل کننده I
۶۴	۳-۳-۶ کنترل کننده PI
۶۵	۴-۳-۶ کنترل کننده PID

فصل هفتم. نحوه تغذیه و اتصال میدان تحریک به سیم پیچ روتور ژنراتور در سیستمهای مختلف

۶۹	۱-۷ سیستمهای تحریک ابتدایی
۷۵	۱-۱-۷ سیستم تحریک با ژنراتور جریان مستقیم D.C. و مقاومت متغیر در مسیر میدان (نیروگاه
۷۱	مگاواتی سد لتیان)

- ۲-۱-۷- سیستم تحریک با ماشین D.C. و تنظیم کننده آمپلی دین و آمپلی فایر مغناطیسی (نیروگاه ۱۰۱ مگاوات آمپری بخاری بعثت) ۷۵
- ۲-۷- سیستم تحریک با استفاده از یکسوساز ترستوری ۷۹
- ۱-۲-۷- سیستم تحریک واحد ۲۵ مگاوات گازی هیناچی نیروگاه ری ۸۱
- ۲-۲-۷- سیستم تحریک واحد ۳۲۰ مگاوات بخاری نیروگاه بندرعباس ۸۳
- ۳-۲-۷- سیستم تحریک واحد ۴۰۰ مگاوات بخاری نیروگاه نکا (شهید سلیمی) ۹۰
- ۴-۲-۷- سیستم تحریک واحد ۲۰۰ مگاوات آمپری بخاری شهید محمد منتظری (اصفهان) ۹۶
- ۳-۷- سیستم تحریک با ژنراتور تحریک کننده A-C و مجموعه یکسوساز دیودی ثابت نیروگاه بزرگ تبریز ۱۰۲
- ۴-۷- سیستم تحریک با ژنراتور تحریک کننده A.C. و دیودهای گردان (بدون جاروبک Brushless) ۱۰۴
- ۱-۴-۷- کلیات ساختمان و مسائل موجود در طراحی سیستم تحریک بدون جاروبک ۱۰۵
- ۱-۱-۴-۷- انواع مختلف طراحی ۱۰۶
- ۲-۱-۴-۷- یکسوساز و اجزاء آن ۱۱۰
- ۳-۱-۴-۷- نظارت بر کار یکسوساز ۱۱۲
- ۲-۴-۷- سیستم تحریک واحد ۲۷ مگاوات آمپر گازی A.E.G. نیروگاه ری ۱۱۷
- ۳-۴-۷- سیستم تحریک واحد ۳۱ مگاوات گازی ACEC نیروگاه ری ۱۲۱
- ۴-۴-۷- سیستم تحریک واحد ۱۵۰ مگاوات بخاری نیروگاه طوس ۱۲۴

فصل هشتم. سیستم‌های جدید تحریک ژنراتور در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی (کرمان)

- ۱-۸- معرفی ۱۲۹
- ۲-۸- مدار راه‌انداز توربین ۱۲۹
- ۳-۸- مدار تحریک ژنراتور نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان ۱۳۱