

بسم الله الرحمن الرحيم

ماشین‌های الکتریکی

(جلد پنجم)

ماشین‌های سنکرون

تألیف

دکتر مهرداد عابدی

استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

۱۳۸۸

تقدیم به استاد ارجمند

جناب آقای دکتر محمدقلی محمدی

استاد دانشکده فنی دانشگاه تهران و بنیان‌گذار فن فشار قوی در ایران

که بیش از نیم قرن در امر تربیت نیروی متخصص و شکوفایی صنعت برق

کشور از هیچ کوششی دریغ ننمود.

فرهیخته‌ای که هرگز شیفته مادیات نشد و همواره برای امقاق مق و مردم

سالاری کوشید.

فصل ۱۶: آشنایی با ماشین‌های سنکرون سه فاز	۱
۱-۱۶: مقدمه	۳
۲-۱۶: ساختار ماشین‌های سنکرون سه فاز (3ϕ)	۶
۳-۱۶: مروری بر سیم‌پیچ 3ϕ در استاتور	۲۳
۴-۱۶: محورهای d و q در ماشین‌های سنکرون	۵۲
۵-۱۶: نیروی محرکه الکتریکی (emf)	۵۶
۶-۱۶: مدل ژنراتور سنکرون ایده‌آل با سیم‌پیچ 3ϕ متمرکز	۸۵
۷-۱۶: ارزیابی emf در فازهای استاتور با سیم‌پیچ توزیعی 3ϕ از نوع گام کامل	۹۴
۸-۱۶: ارزیابی emf در فازهای استاتور با سیم‌پیچ توزیعی 3ϕ از نوع گام کوتاه	۱۰۶
۹-۱۶: جمع‌بندی مطالب در مورد مدل ژنراتور سنکرون ایده‌آل	۱۱۴
۱۰-۱۶: مسائل حل شده	۱۲۲
۱۱-۱۶: مسائل	۱۳۵
فصل ۱۷: مدل‌سازی ژنراتورهای سنکرون سه فاز با رتور استوانه‌ای	۱۳۹
۱-۱۷: مقدمه	۱۴۱
۲-۱۷: میدان‌های دوار	۱۴۲
۳-۱۷: مدل ژنراتور سنکرون سه فاز با رتور استوانه‌ای	۱۶۰
۴-۱۷: مقادیر نامی	۱۹۹
۵-۱۷: نمودار پخش توان	۲۱۵
۶-۱۷: اندازه‌گیری تلفات در ژنراتورهای سنکرون با رتور استوانه‌ای	۲۲۴
۷-۱۷: سیستم پریونیت	۲۴۲
۸-۱۷: اندازه‌گیری پارامترهای ژنراتور سنکرون	۲۵۵

- ۱۷-۹: تنظیم سرعت سنکرون در ژنراتورهای سنکرون با رتور استوانه‌ای ----- ۲۸۲
- ۱۷-۱۰: مسائل حل شده ----- ۲۹۴
- ۱۷-۱۱: مسائل ----- ۳۱۴

- فصل ۱۸: بهره‌برداری از ژنراتورهای سنکرون با رتور استوانه‌ای ----- ۳۱۹
- ۱۸-۱: مقدمه ----- ۳۲۱
- ۱۸-۲: مشخصه‌های مهم برای ژنراتور سنکرون با رتور استوانه‌ای در وضعیت ایزوله ----- ۳۲۴
- ۱۸-۳: درصد تنظیم ولتاژ ----- ۳۴۷
- ۱۸-۴: ارزیابی عملکرد ژنراتور سنکرون با رتور استوانه‌ای متصل به شبکه بی‌نهایت ----- ۳۵۰
- ۱۸-۵: ارزیابی توان راکتیو در ژنراتورهای سنکرون با رتور استوانه‌ای متصل به شبکه بی‌نهایت ----- ۳۷۰
- ۱۸-۶: مسائل حل شده ----- ۳۸۶
- ۱۸-۷: مسائل ----- ۳۹۸

- فصل ۱۹: ژنراتورهای سنکرون سه فاز با رتور برجسته (مدل‌سازی و بهره‌برداری) ----- ۴۰۳
- ۱۹-۱: مقدمه ----- ۴۰۵
- ۱۹-۲: میدان‌های دوار ----- ۴۰۶
- ۱۹-۳: مدل‌سازی ژنراتورهای سنکرون با رتور برجسته ----- ۴۰۹
- ۱۹-۴: ارزیابی توان در ژنراتورهای سنکرون با رتور برجسته ----- ۴۴۵
- ۱۹-۵: نحوه اندازه‌گیری X_d و X_q ----- ۴۵۲
- ۱۹-۶: مسائل حل شده ----- ۴۶۴
- ۱۹-۷: مسائل ----- ۴۸۱

- فصل ۲۰: موتورهای سنکرون سه فاز (مدل‌سازی و بهره‌برداری) ----- ۴۸۹
- ۲۰-۱: مقدمه ----- ۴۹۱
- ۲۰-۲: مروری بر ساختار موتورهای سنکرون ----- ۴۹۲

۴۹۵	-----	۳-۲۰: مدل‌سازی موتورهای سنکرون
۵۱۴	-----	۴-۲۰: نمودار پخش توان در موتورهای سنکرون
۵۱۹	-----	۵-۲۰: گشتاور در موتورهای سنکرون
۵۲۱	-----	۶-۲۰: مشخصه توان-زاویه
۵۲۹	-----	۷-۲۰: مشخصه گشتاور-زاویه
۵۴۶	-----	۸-۲۰: منحنی V برای موتورهای سنکرون با رتور استوانه‌ای
۵۵۶	-----	۹-۲۰: خازن سنکرون
۵۶۰	-----	۱۰-۲۰: فرآیند راه‌اندازی در موتورهای سنکرون (MSP)
۵۶۸	-----	۱۱-۲۰: مسائل حل شده
۵۷۶	-----	۱۲-۲۰: مسائل

ضمیمه آ: مباحث ویژه در بهره‌برداری از ماشین‌های سنکرون ----- ۵۸۳

آ-۱: مقدمه ----- ۵۸۳

آ-۲: ژنراتورهای سنکرون موازی ----- ۵۸۳

آ-۳: منحنی توانایی در ژنراتورهای سنکرون با رتور استوانه‌ای و متصل به شبکه بی‌نهایت ----- ۵۹۸

پیشگفتار

خدای متعال را شاکرم که به من عمر و توانایی اعطا فرمود تا بتوانم جلد پنجم از مجموعه ماشین‌های الکتریکی را که در اثر تجربه سی و چند ساله در امر تدریس حاصل گشته را به رشته تحریر درآورم. قبل از انتشار این کتاب که به ماشین‌های سنکرون سه فاز مربوط می‌شود چهار جلد دیگر از این مجموعه در اختیار علاقمندان قرار گرفته است. در جلد اول به مباحث الکترومغناطیسی کاربردی و در جلد چهارم به ماشین‌های الکتریکی dc پرداخته شده است. لذا این دو جلد به طور کامل سیلابس درس ماشین‌های الکتریکی I در کلیه گرایش‌های مهندسی برق و مهندسی پزشکی را پوشش می‌دهد. جلد دوم از این مجموعه به ترانسفورماتورها اختصاص دارد و جلد سوم نیز موتورهای القایی سه فاز (آسنکرون) را در بر می‌گیرد. لذا این دو جلد نیز به طور کامل سیلابس درس ماشین‌های الکتریکی II را در کلیه گرایش‌های مهندسی برق و مهندسی پزشکی پوشش می‌دهد. اکنون که به فضل الهی جلد پنجم این مجموعه تحت عنوان ماشین‌های سنکرون سه فاز در اختیار علاقمندان قرار می‌گیرد، مباحث مربوط به درس ماشین‌های الکتریکی III در گرایش قدرت پوشش داده می‌شود. لازم به ذکر است که از این مجموعه فقط جلد ششم باقی است که مباحث مربوط به ماشین‌های مخصوص را برای گرایش قدرت مطرح می‌سازد که انشاءالله و به یاری پروردگار در آینده در اختیار علاقمندان قرار می‌گیرد. در نگارش کتاب حاضر همانند چهار جلد قبلی سعی شده که مطالب به صورت خودآموز تهیه گردد تا دانشجویان عزیز در سراسر کشور سرافراز ایران بتوانند بخوبی از آن

استفاده کنند. به همین منظور همانند چهار جلد قبلی مطالب مهم و نکات کلیدی به صورت برجسته در متن کتاب حاضر نیز تبلور پیدا کرده است. در این کتاب عمدتاً به مباحثی در رابطه با ماشین‌های سنکرون سه فاز پرداخته‌ایم که به عملکرد این گونه ماشین‌ها در شرایط متعادل و مانا مربوط می‌شود. ارزیابی رفتار این گونه ماشین‌ها در شرایط گذرا و دینامیک چندان مورد توجه نبوده و انشاءالله دانشجویان عزیز این مطالب ارزنده را در دوره کارشناسی ارشد قدرت فرا می‌گیرند. واضح است نگارش کتب تألیفی خالی از اشکال نبوده و از همکاران گرامی و خوانندگان عزیز استدعا دارد لغزش‌ها و کاستی‌ها را به بنده گوشزد نمایند. باید گفت که مراجع مورد استفاده در این کتاب مانند مراجعی است که در جلد اول به آن اشاره شد. در اینجا جا دارد از سرکار خانم مهندس طاهره سیده‌نا مربی دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر به خاطر همکاری و کوشش ارزنده در ویرایش کتاب حاضر سپاسگزاری نمایم.

مهرداد عابدی

استاد دانشکده مهندسی برق

دانشگاه صنعتی امیرکبیر