

ماشین‌های الکتریکی مخصوص

نویسندگان:

دکتر جعفر سلطانی

استاد تمام دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر حسین ابوترابی زارچی

استادیار دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر شاهرخ شجاعیان

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی‌شهر (اصفهان)

نیاز دانش

سرشناسه	: سلطانی، جعفر، 1330-
عنوان و نام پدیدآور	: ماشین‌های الکتریکی مخصوص / نویسندگان جعفر سلطانی، حسین ابوترابی زارچی، شاهرخ شجاعیان.
مشخصات نشر	: تهران: نیاز دانش، 1391
مشخصات ظاهری	: 256 ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-6481-16-6
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
موضوع	: ماشین‌آلات برقی
موضوع	: ماشین‌آلات برقی - - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
شناسه افزوده	: ابوترابی زارچی، حسین، 1357
شناسه افزوده	: شجاعیان، شاهرخ، 1354
رده‌بندی کنگره	: 1391 م 2 / 8 س / TK 2181
رده‌بندی دیویی	: 621/31042
شماره کتابشناسی ملی	: 3036938



نام کتاب	: ماشین‌های الکتریکی مخصوص
پدیدآورندگان	: دکتر جعفر سلطانی - دکتر حسین ابوترابی زارچی - دکتر شاهرخ شجاعیان
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	: حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس
طراح جلد	: کیانا آرین
ناشر	: نیاز دانش
صفحه‌آرا	: قلم‌نگار - معمّری
لیتوگرافی / چاپ	: گنجینه
نوبت چاپ	: اول - 1392
شمارگان	: 1000
قیمت	: 105000 ریال

شابک: 978-600-6481-16-6	ISBN:978-600-6481-16-6
-------------------------	------------------------

آدرس انتشارات: تهران - خیابان انقلاب - خیابان فخر رازی - خیابان شهدای ژاندارمری - ساختمان ایرانیان - واحد 16
 تلفن: 66484304

مرکز پخش: تهران - میدان انقلاب - خیابان منیری جاوید - بن‌بست مبین - شماره 6 - انتشارات نص
 66465674 - 66412385 - 66405372 - 0912-7073935

فروشگاه: میدان انقلاب - ضلع جنوب شرقی - پلاک 25 - کانون کتاب ایرانیان - انتشارات نص - 66405372

مشاوره جهت نشر: 2106709 - 0912

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به ناشر می‌باشد.

پیشگفتار

کتاب حاضر حاصل تجربهٔ قریب به سه دهه تدریس درس ماشین‌های الکتریکی مخصوص در دانشگاه‌های مختلف می‌باشد. مطالبی که در این کتاب آورده شده در مقایسه با سایر کتاب‌های موجود در بازار از نوآوری‌های ویژه‌ای در ارائه برخوردار است به‌نحوی که برخی برای نخستین بار در قالب یک کتاب مطرح می‌شوند. از دیگر خصوصیات این اثر می‌توان به درج تعدادی مثال و مسئله در هر فصل اشاره نمود. مطالب کتاب علاوه بر تدریس در درس مربوطه می‌تواند دست‌مایه‌ی تعریف پایان‌نامه‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد نیز قرار گیرد. ترتیب مطالب ارائه شده در این کتاب به فرم زیر است:

در فصل اول، اصول فیزیکی ایجاد گشتاور و انواع میدان‌های مغناطیسی در ماشین‌های الکتریکی دوار ارائه و مفهوم بردار فضایی تشریح می‌گردد.

در فصل دوم، مشخصات ساختاری و عملکرد کیفی و تحلیلی موتور القایی تک‌فاز مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس مدار معادل و نحوهٔ به دست آوردن پارامترهای آن و همچنین روش‌های راه‌اندازی یک موتور القایی تک‌فاز ارائه می‌شود.

فصل سوم، به مطالعهٔ موتورهای القایی دو فاز و استخراج مدار معادلی آن در حالات مختلف از لحاظ نحوهٔ سیم‌پیچی و تغذیه اختصاص یافته است.

فصل چهارم، به توصیف موتورهای القایی خطی می‌پردازد و در فصل پنجم سیستم‌های سلسله‌معرفی می‌شوند. وظیفهٔ این سیستم‌ها، مساوی نگه داشتن سرعت موتورهایی است که فاصلهٔ زیادی از هم دارند. همچنین سلسله‌های با قدرت کم که سینکرو نامیده می‌شوند در سیستم‌های کنترل برای انتقال موقعیت و وضعیت محور و همچنین برای تثبیت همزمانی بین دو یا چند محور به کار می‌روند.

در فصل ششم، انواع موتورهای سنکرون اعم از رلوکتانسی، زیرسنکرون و هسیتریس مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به‌علاوه، انواع ماشین‌های سنکرون مغناطیس دائم با آرایش‌های مختلف آهن‌ربا در دو نوع سطحی و داخلی معرفی می‌گردد. فصل هفتم تشریح اصول عملکرد ماشین‌های کموتاتوردار تک‌فاز به‌طور خاص موتور سری تک‌فاز می‌پردازد که در وسایل خانگی به‌صورت تجاری استفاده می‌شود.

در فصل هشتم سرو موتورها و تاکوها تشریح می‌گردند و در نهایت فصل نهم به انواع موتورهای پله‌ای و رلوکتانس متغیر از جمله موتور رلوکتانسی سوئیچ شونده می‌پردازد.

شایان ذکر است که به مقتضای اهداف دورهٔ کارشناسی مهندسی برق، در این کتاب صرفاً به حالات ماندگار ماشین‌های الکتریکی توجه شده است ولی تلاش بر آن بوده که جزئیات لازم، از دیدگاه فیزیکی به‌خوبی تشریح شوند تا دانشجویان و سایر خوانندگان کتاب بتوانند درکی اساسی و عمیق از رفتار این ماشین‌ها حاصل نمایند.

نویسندگان مدعی نیستند که کتاب حاضر فاقد اشکالات و کاستی‌هاست. لذا از اساتید محترم، دانشجویان عزیز و پژوهشگران در این شاخه استدعا می‌گردد رهنمودهای خود را در جهت تکمیل و غنا بخشیدن به مطالب کتاب در چاپ‌های بعدی، از طریق ناشر و یا پست الکترونیکی abbotorabiA@ferdowsi.um.ac.ir ارائه فرمایند. به‌خصوص تذکرات این عزیزان در مورد اشتباهات نگارشی و ساختار ارائهٔ مطالب بسیار ارزشمند خواهد بود.

با احترام – گروه نویسندگان

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	3
فصل اول: انواع گشتاور الکتریکی و میدان مغناطیسی در ماشین‌های الکتریکی	11
1-1-1- مقدمه	11
2-1-1- اصول فیزیکی تولید گشتاور الکتریکی	11
1-2-1- گشتاور الکترومغناطیسی (تداخلی)	12
2-2-1- گشتاور رلوکتانسی	14
3-2-1- گشتاور هیستریزیسی	14
1-3-2-1- حلقه هیستریزیسی	14
2-3-2-1- چگونگی ایجاد گشتاور هیستریزیسی	15
3-1-1- انواع میدان‌های مغناطیسی	16
1-3-1-1- میدان مغناطیسی ساکن ثابت	16
2-3-1-2- میدان مغناطیسی ساکن متغیر (ضربانی)	16
3-3-1-3- میدان مغناطیسی گردان ثابت (میدان دوار با دامنه ثابت)	17
4-1-1- نمایش کمیت‌های الکترومغناطیسی با بردار فضایی	21
1-4-1-1- مفهوم فازور زمانی	21
2-4-1-2- مفهوم بردار فضایی (مکانی)	21
3-4-1-3- بررسی ماشین‌های دو فاز به کمک بردارهای فضایی	25
تمرین‌های فصل	29
فصل دوم: موتورهای القایی تک فاز	31
1-2-1- مقدمه	31
2-2-1- تعریف ماشین کسر-اسب بخار	31
3-2-1- انواع موتورهای تک‌فاز	32
4-2-1- موتور القایی تک‌فاز	32
1-4-2-1- مشخصات ساختاری	33
2-4-2-2- عملکرد موتور القایی تک‌فاز	34
1-2-4-2- توصیف کیفی	34
2-2-4-2- تحلیل رفتار موتور به کمک تئوری میدان گردان	35
3-2-4-2- ضربان گشتاور	40
5-2-1- مدار معادل موتور القایی تک‌فاز	40
6-2-1- اندازه‌گیری پارامترهای مدار معادل	49

49.....	1-6-2 آزمایش رتور قفل شده
51.....	2-6-2 آزمایش بی باری
54.....	7-2- مدار معادل تقریبی
56.....	8-2- مقایسه بین موتورهای القایی تک فاز و سه فاز
56.....	9-2- روش های راه اندازی موتور القایی تک فاز
57.....	1-9-2 راه اندازی فاز شکسته
57.....	1-1-9-2 موتور فاز شکسته مقاومتی
59.....	2-1-9-2 موتور فاز شکسته خازنی
60.....	3-1-9-2 موتورهای با خازن دائم و راه انداز
61.....	4-1-9-2 موتورهای با خازن دائمی
62.....	2-9-2 راه اندازی قطب چاکدار
63.....	3-9-2- راه اندازی ریپالسینونی (دفعی)
64.....	4-9-2- راه اندازی رلوکتانسی
65.....	10-2- مقایسه ماشین های القایی تک فاز و کاربرد هر یک
68.....	11-2- طراحی سیم پیچی راه انداز
68.....	1-11-2- ماکزیمم نمودن گشتاور راه اندازی با R_a مناسب در موتور فاز شکسته مقاومتی
68.....	2-11-2- ماکزیمم نمودن گشتاور راه اندازی با انتخاب مناسب X_c در موتور القایی تک فاز
69.....	با خازن راه انداز
69.....	3-11-2 ماکزیمم کردن نسبت گشتاور راه اندازی به جریان راه اندازی با انتخاب مناسب خازن
70.....	در موتور القایی تک فاز خازن
73.....	تمرین های فصل
79.....	فصل سوم/ موتورهای القایی دو فاز نامتعادل با تغذیه نامتقارن
79.....	1-3- مقدمه
79.....	2-3- موتور القایی دو فاز متعادل متقارن
80.....	3-3- موتور القایی دو فاز متعادل نامتقارن
80.....	1-3-3- مؤلفه های مستقیم و معکوس یک شبکه دو فاز
83.....	4-3- موتورهای دو فاز نامتعادل
85.....	1-4-3- محاسبات مربوط به استخراج مدار معادل
88.....	2-4-3- بررسی حالات خاص
88.....	1-2-4-3- موتور دو فاز متعادل با تغذیه دو فاز متقارن
89.....	2-2-4-3- موتور دو فاز متعادل با تغذیه نامتقارن
89.....	3-2-4-3- موتور تکفاز
91.....	4-2-4-3- موتور تک فاز با خازن دائم

94.....	5-3- تعیین گشتاور راهاندازی:.....
98.....	6-3- ماکزیمم کردن گشتاور راهاندازی در صورتی که $Z_c = a^2 Z_m$ باشد:.....
101.....	7-3- نحوه کار ماشین‌های سه‌فاز با ولتاژ تک‌فاز (اتصالات اشتاین متر Steinmetz).....
101.....	3-7-1- آرایش ستاره‌ای اشتاین متر.....
102.....	تمرین‌های فصل.....
107.....	فصل چهارم/موتورهای القایی خطی.....
107.....	1-4- مقدمه.....
111.....	تمرین‌های فصل.....
113.....	فصل پنجم: سینکروها.....
113.....	1-5- مقدمه.....
113.....	5-2- سلسین سه فاز (قدرت).....
117.....	5-2-1- محاسبه گشتاور در محور الکتریکی متعادل.....
120.....	5-3-3- سینکروها.....
121.....	5-3-1- خصوصیات ساختاری.....
123.....	5-3-2- روابط ولتاژ.....
125.....	5-3-3- کاربردها.....
128.....	تمرین‌های فصل.....
131.....	فصل ششم: موتورهای سنکرون مخصوص.....
131.....	1-6- مقدمه.....
132.....	6-2- موتورهای رلوکتانسی تک‌فاز.....
133.....	6-2-1- اصول کار موتور رلوکتانسی تک‌فاز.....
138.....	6-3- موتورهای زیر سنکرون رلوکتانسی.....
139.....	6-4- موتورهای رلوکتانسی سه فاز.....
144.....	6-4-1- مقایسه موتور سنکرون رلوکتانسی با سایر موتورها.....
146.....	6-4-2- فرایند راهاندازی موتور رلوکتانسی سه فاز با راهانداز القایی.....
149.....	6-5- موتورهای هیستریزیس.....
149.....	6-5-1- اصول کار.....
150.....	6-5-2- ساختمان موتور هیستریزیس.....
150.....	6-5-3- اصول عملکرد موتور هیستریزیس.....
154.....	6-6- ماشین‌های سنکرون مغناطیس دائم.....
158.....	6-6-1- ماشین سنکرون مغناطیس دائم با شار شعاعی.....
161.....	6-6-2- ماشین‌های سنکرون مغناطیس دائم با شار محوری.....
162.....	6-6-3- مقایسه ماشین‌های سنکرون شار محوری و شار شعاعی.....

163	4-6-6- مقایسه موتورهای PMSM و BLDC
163	1-4-6-6 تفاوت‌های ماشین‌های PMSM و BLDC
166	7-6- موتورهای DC بدون جاروبک (BLDC)
167	1-7-6-1- موتور DC بدون جاروبک سه فاز سه پالس (یا نیم‌موج)
168	2-7-6-2- اصول کار موتور DC بدون جاروبک
170	3-7-6-3- کاربردهای موتور BLDC
171	تمرین‌های فصل
173	فصل هفتم: ماشین‌های AC کموتاتوردار – موتور تک‌فاز سری
173	1-7-1- مقدمه
173	2-7-2- انواع ولتاژهای القاء شده در سیم پیچ‌های کموتاتور
174	1-2-7-1- ولتاژهای القاء شده توسط میدان ضربانی
179	2-2-7-2- ولتاژهای القایی تولید شده توسط میدان دوآر
184	3-7-3- بررسی گشتاور در موتور کموتاتوردار تک‌فاز
186	4-7-4- پدیده کموتاسیون
187	1-4-7-1- ماشین‌های کموتاتوردار تک فاز
189	2-4-7-2- روش‌های بهبود کموتاسیون
190	3-4-7-3- تداخل رادیویی
190	5-7-5- موتورهای سری تک‌فاز
196	1-5-7-1- موتورهای سری AC جبران شده
200	2-5-7-2- راه اندازی موتورهای سری
201	3-5-7-3- کنترل دور موتورهای سری
206	تمرین‌های فصل
209	فصل هشتم / سروها و تاکوها
209	1-8-1- سروموتور یا موتور کنترل
209	1-1-8-1- سروموتورهای DC
210	2-1-8-2- سروموتورهای AC
213	3-1-8-3- یک مثال از کاربرد سروموتور
214	4-1-8-4- تحلیل، تابع تبدیل و بلوک دیاگرام
220	2-8-2- تاکوژنراتور
221	1-2-8-1- تاکوژنراتورهای DC
221	2-2-8-2- تاکوژنراتورهای AC القایی
225	تمرین‌های فصل

227	فصل نهم : موتورهای پله‌ای و رلوکتانس متغیر.....
227	1-9 مقدمه.....
227	2-9 موتورهای پله‌ای.....
228	3-9 اصول عملکرد.....
229	1-3-9 موتورهای پله‌ای رلوکتانس متغیر (VRSM).....
233	2-3-9 موتورهای پله‌ای مغناطیس دائم.....
236	3-3-9 موتورهای پله‌ای هایبرید.....
238	4-3-9 مشخصه‌های موتورهای پله‌ای.....
238	1-4-3-9 مشخصه گشتاور-جابجایی.....
241	2-4-3-9 مشخصه گشتاور-نرخ پالس.....
244	5-3-9 مدارات درایو موتورهای پله‌ای.....
244	1-5-3-9 مدار درایو تک قطبی برای موتور پله‌ای رلوکتانس متغیر (VRSM).....
245	2-5-3-9 مدار درایو دوقطبی برای موتورهای پله‌ای PM و هایبرید.....
245	6-3-9 ظرفیت توانی و کاربردها.....
246	4-9 موتورهای رلوکتانس متغیر.....
247	1-4-9 خصوصیات ساختاری.....
248	2-4-9 اصول عملکرد.....
249	3-4-9 تولید گشتاور.....
251	4-4-9 مودهای کاری.....
253	5-4-9 مدارات درایو اینورتر برای موتورهای VR.....
255	6-4-9 کاربردها.....
255	تمرین‌های فصل.....
257	منابع و مراجع:.....

