



شرکت توانیر

فرم تشریح پروژه واگذاری

RFP33-6



عنوان پروژه:	کسب دانش فنی طراحی موتورهای سنکرون رلوکتانسی و ساخت یک نمونه 3 کیلووات
عنوان طرح:	اکتساب دانش و فناوری موتورهای رلوکتانسی
واحد اجرایی:	مرکز توسعه فناوری موتورهای الکتریکی پیشرفته

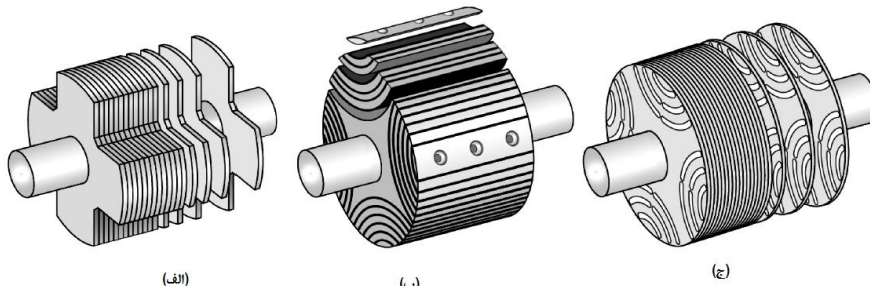
برآورد مدت زمان اجرای پروژه: حداکثر 18 ماه

تبیین و تشریح پروژه همراه با ذکر مراحل کلی:

موتورهای سنکرون رلوکتانسی ساختاری مشابه موتورهای سنکرون سه فاز دارند، با این تفاوت که سیمپیچی روتور و میدان تحریک ناشی از آن در این موتورها وجود ندارد، در نتیجه برای تولید گشتاور، ضروری است که رلوکتانس مسیر شار مغناطیسی در راستای محورهای مختلف روتور با هم متفاوت باشد. مهمترین مزیت موتورهای سنکرون رلوکتانسی نداشتن سیمپیچی در روتور آن است که این موضوع باعث کاهش 30 تا 40 درصدی تلفات این موتورها نسبت به موتورهای القایی می‌شود. سایر مزایای موتورهای سنکرون رلوکتانسی (عموما نسبت به موتورهای القایی) عبارت است از:

- کاهش دمای روتور (از این موتورها با عنوان موتور سرد نیز یاد می‌شود)
- امکان استفاده از کلاس عایقی پایین‌تر و در نتیجه کاهش هزینه تولید
- افزایش چگالی توان و گشتاور بر واحد حجم و وزن
- افزایش طول عمر یا تاقان و کاهش هزینه تعمیرات و نگهداری به دلیل کاهش دمای روتور

ساختار هندسی روتور ماشین‌های سنکرون رلوکتانسی به سه دسته قابل تقسیم است؛ دسته اول که ورقه‌های روتور در اندازه‌های مختلف مورد نیاز بریده و تغییر شکل داده شده و در راستای شعاعی روی هم قرار می‌گیرند که به آن روتور مورق شعاعی (ALA^1) می‌گویند. ساختار مورق محوری به دو دسته قابل تقسیم است؛ ساختارهای هندسی قطب برجسته (Salient pole) و ساختار هندسی ناهمگون عرضی (TLA^2). در شکل 1 این دسته‌بندی ساختارهای هندسی روتور نشان داده شده است.



شکل 1 انواع ساختارهای هندسی روتور موتور سنکرون رلوکتانسی: (الف) روتور قطب برجسته، (ب) روتور مورق شعاعی (ALA) و (ج) روتور ناهمگون عرضی (TLA)

ساختاری ناهمگون عرضی (TLA)، به دلیل این که باعث تولید گشتاور متوسط مطلوبی شده و در عین حال مناسب برای تولید انبوه موتورهای سنکرون رلوکتانسی برای کاربردهای متداول است، بیشتر از بقیه ساختارها مورد توجه قرار گرفته است. برای ایجاد اختلاف در رلوکتانس مسیرهای مختلف شار مغناطیسی در این ساختار، شکاف‌های هوایی در روتور (rotor barriers) و در راستای محورهای d و q ایجاد می‌شود.

عموما موتور سنکرون رلوکتانسی با موتور القایی مقایسه می‌شود و آن را به عنوان رقیب و یا جایگزین موتورهای القایی، به خصوص در کاربردهای دور متغیر مانند پمپ‌ها و فن‌ها، معرفی می‌شوند. در غالب این مقایسه‌ها عنوان شده است که بازده انرژی و نسبت توان به حجم موتور سنکرون رلوکتانسی بیشتر از موتورهای القایی سه‌فاز و هزینه‌های ساخت آن نیز کمتر از موتورهای القایی سه‌فاز است. همچنین موتور سنکرون رلوکتانسی به میزان قابل توجهی خنک‌تر از موتور القایی سه‌فاز است و هر چه بازه توانی موتورها بیشتر باشد، این مزایای موتور سنکرون رلوکتانسی ارزش بیشتری در مقابل موتور القایی خواهد داشت. در مقابل ضریب توان موتور سنکرون رلوکتانسی، کمتر از موتور القایی سه فاز است و قطعا نیاز به استفاده از درایو الکترونیکی با توان ظاهری بالاتری خواهد

¹ Axially Laminated Anisotropic

² Transversally Laminated Anisotropic

بود. در کاربردهایی که در اغلب موارد بار موتور کمتر از بار نامی است، موتور سنکرون رلوکتانسی گزینه مناسبی برای استفاده در آن کاربرد است؛ زیرا بازدهی انرژی آن در بازه وسیعی از سرعت، بیشتر از موتور القایی سه‌فاز است. شرکت‌های بزرگی مانند شرکت ABB و شرکت زیمنس بازه توانی وسیعی (تا 315 کیلووات) از این موتورها را به همراه درایو آنها تولید می‌نمایند.



شکل 2 موتور سنکرون رلوکتانسی

با توجه به مزایای ذکر شده برای موتور سنکرون رلوکتانسی، این پروژه با هدف به دست آوردن دانش فنی طراحی موتورهای سنکرون رلوکتانسی (بدون آهنربا) در کاربردهای معمول صنعتی (به عنوان جایگزینی برای موتورهای القایی) و ساخت یک نمونه 3 کیلووات در نظر گرفته شده است.

مشخصات محصول نهایی (خروجی مورد انتظار):

- ارایه نرم افزار طراحی الکترومغناطیسی استاتور و روتور موتور سنکرون رلوکتانسی (بدون آهنربا) با ساختار TLA (با در نظر گرفتن مسایل معمول حرارتی موتورهای الکتریکی)
- ساخت یک نمونه موتور سنکرون رلوکتانسی سه‌فاز و سیستم درایو آن با مشخصات فنی زیر:
 - ❖ توان خروجی 3 کیلووات
 - ❖ چهار قطب، با سرعت نامی 1500 دور در دقیقه و قابلیت کنترل سرعت تا سرعت نامی
 - ❖ ولتاژ خط 400 ولت (ورودی سیستم درایو)
 - ❖ کلاس بازدهی انرژی معادل IE4 (برای مجموعه موتور و درایو)
 - ❖ محدوده عملکرد دمایی: بین 20- تا 40 درجه سانتیگراد
 - ❖ تحمل اضافه بار 10 درصد برای یک دقیقه
 - ❖ ریپل گشتاور در حد موتورهای القایی سه‌فاز با توان مشابه
 - ❖ استفاده از بدنه خارجی (Frame) استاندارد موتورهای القایی سه‌فاز
 - ❖ سیستم کنترل حلقه بسته (با استفاده از یکی از روش‌های معمول سه گانه درایو موتورهای سنکرون رلوکتانسی)
 - ❖ ضریب قدرت بیش از 95 درصد
- ارایه گزارش و نتایج تحلیل‌های حرارتی نمونه موتور ساخته شده بر مبنای مدل‌سازی‌های تحلیلی و شبیه‌سازی‌های عددی
- ارایه گزارش تحلیل‌های مکانیکی ساختارهای مختلف روتور سنکرون رلوکتانسی و فرکانس‌های طبیعی موتور
- ارایه گزارش بهینه‌سازی چند منظوره موتور ساخته شده و سیستم درایو آن با توابع هدف:
 - ❖ کاهش قیمت (متناسب با منابع کشور)
 - ❖ افزایش بازده مجموعه موتور و درایو
 - ❖ کاهش ریپل گشتاور موتور