

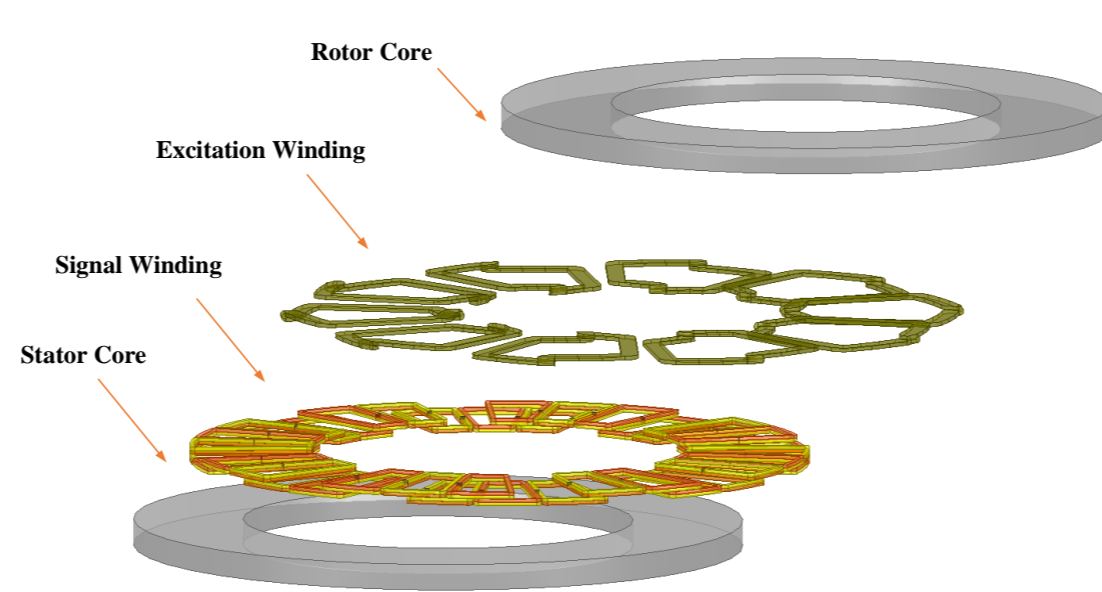
مرحله اول
استخراج معادلات حاکم بر ریزالور دیسکی بر اساس روش تابع سیم پیچی
مرحله دوم
طراحی ریزالور مورد هدف بر اساس روابط تحلیلی و تجربی و نمونه‌های شیاردار موجود و بهینه‌سازی نمونه مورد مطالعه
مرحله سوم
شبیه‌سازی 3D-TSFEM نمونه اولیه بدون شیار، نمونه بهینه دارای شیار و نمونه بهینه بدون شیار
مرحله چهارم
ساخت یک نمونه آزمایشگاهی از ریزالور دیسکی بدون شیار، تست و مقایسه نتایج با نمونه‌های غیر بهینه و دارای شیار

یکی از بخش‌های جدایی‌ناپذیر یک سیستم کنترلی پیشرفته، وجود حلقه‌های بسته کنترلی است. عملکرد صحیح این حلقه‌های کنترلی به شدت تحت تأثیر دقت سنجشگری است که اطلاعات را به صورت فیدبک در اختیار بخش کنترلی قرار می‌دهد. سنجش میزان جابجایی‌های زاویه‌ای و نیز موقعیت مطلق یک المان دوار در بسیاری از کاربردها امری ضروری است. بسته به نوع کاربری سیستمی که قصد کنترل آن وجود دارد، روش‌های مختلفی برای سنجش پارامترهای کنترلی ارائه شده است. در زمینه کنترل موقعیت و سرعت نیز دو روش بسیار مرسوم استفاده از انکودرها و ریزالورهاست. در حالی که انکودرها به صورت مکانیکی، نوری، القایی، خازنی و ... به تخمین موقعیت کمک می‌کنند، ریزالورها با استفاده از القای الکترومغناطیسی به این امر می‌پردازند ریزالورها به دلیل استحکام مکانیکی، قابلیت اطمینان زیاد و عمر زیاد به حسگرهای نوری ترجیح داده می‌شوند. یکی از چالش‌های مرتبط با ریزالورها وجود هارمونیک‌های القایی در ولتاژ خروجی است که دقت عملکرد آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. راه کار غلبه بر این چالش افزایش تعداد قطب‌های ریزالور از طریق استفاده از سیم پیچی شیار کسری متمرکز (FSCW) است. با این وجود، سیم پیچی شیار کسری با تزریق هارمونیک‌های میانی می‌تواند خطای تخمین موقعیت را افزایش دهد. در این پژوهش برای کاهش دامنه هارمونیک‌های میانی، استفاده از سیم پیچی چند لایه با زاویه جابجایی بهینه بین لایه‌ها پیشنهاد داده شده است. هر چند این روش باعث بهبود عملکرد ریزالور می‌شود، اما میزان زاویه جابجایی بین لایه‌ها توسط گام شیار محدود می‌شود و در عمل نمی‌توان به زاویه بهینه دست یافت برای رفع این ایراد ساختار بدون شیار پیشنهاد و پیاده‌سازی شد. بعد از استخراج روابط تحلیلی، بهینه‌سازی و شبیه‌سازی‌های اجزا محدود سه بعدی، نمونه آزمایشگاهی از ساختار پیشنهادی نیز ساخته و مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج بیانگر ارتقا دقت تخمین موقعیت ریزالور بدون شیار نسبت به نوع شیاردار آن است، به طوریکه نتایج ریزالور بدون شیار بهینه شده نسبت به ریزالور شیاردار بهینه شده از نقطه نظر THD و ولتاژهای خروجی حدود ۵۰ درصد و از نقطه نظر خطای تخمین موقعیت حدود ۷۱ درصد کاهش یافته است.

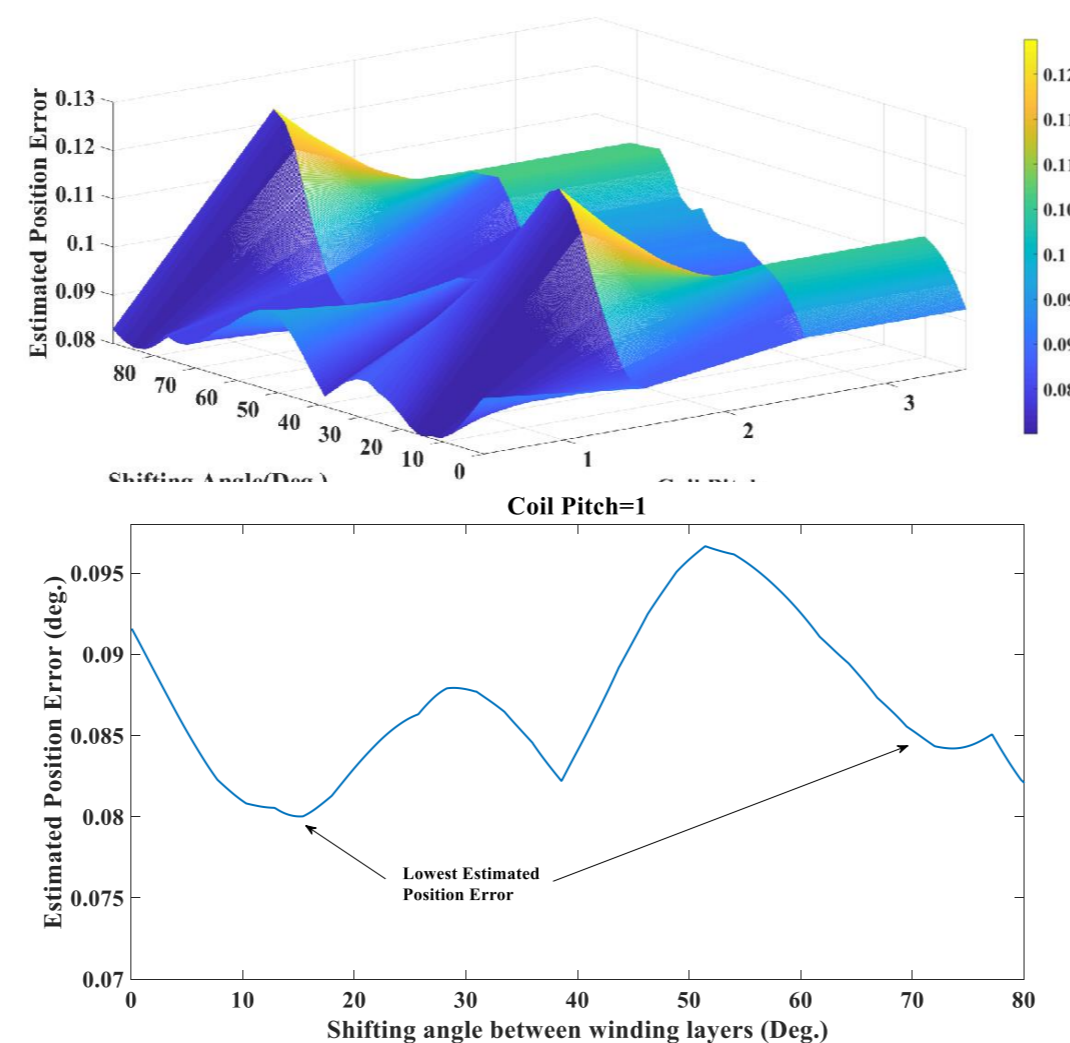
مشخصات فنی و خروجی های طرح

Parameter	unit	value
Number of coil legs: stator/rotor	-	28/20
Pole pairs	-	10
Air-gap length	mm	1
Outer/inner diameter	mm	25/16
Coil height	mm	2
Coil width	mm	1
Core thickness	mm	5
Type winding	mm	2-Layer FSCW
Rotational speed	rpm	600
Excitation voltage amplitude	V	5
Excitation frequency	kHz	4
Number of turns per phase: stator/rotor	-	35/70

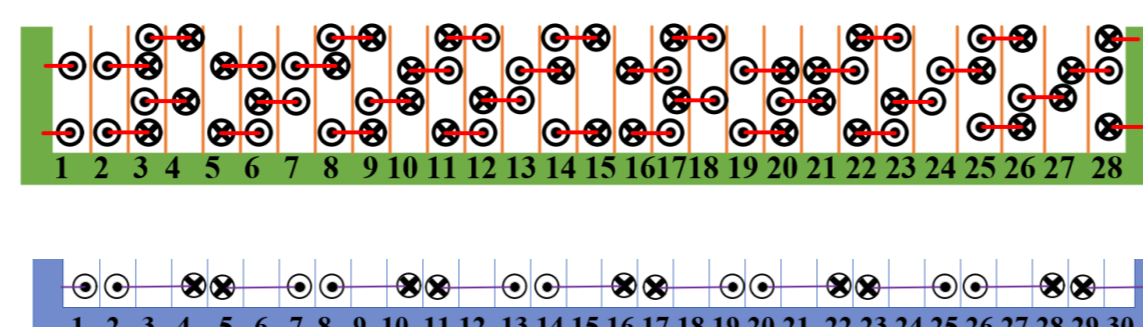
ساختار ریزالور بدون شیار دیسکی بدون شیار



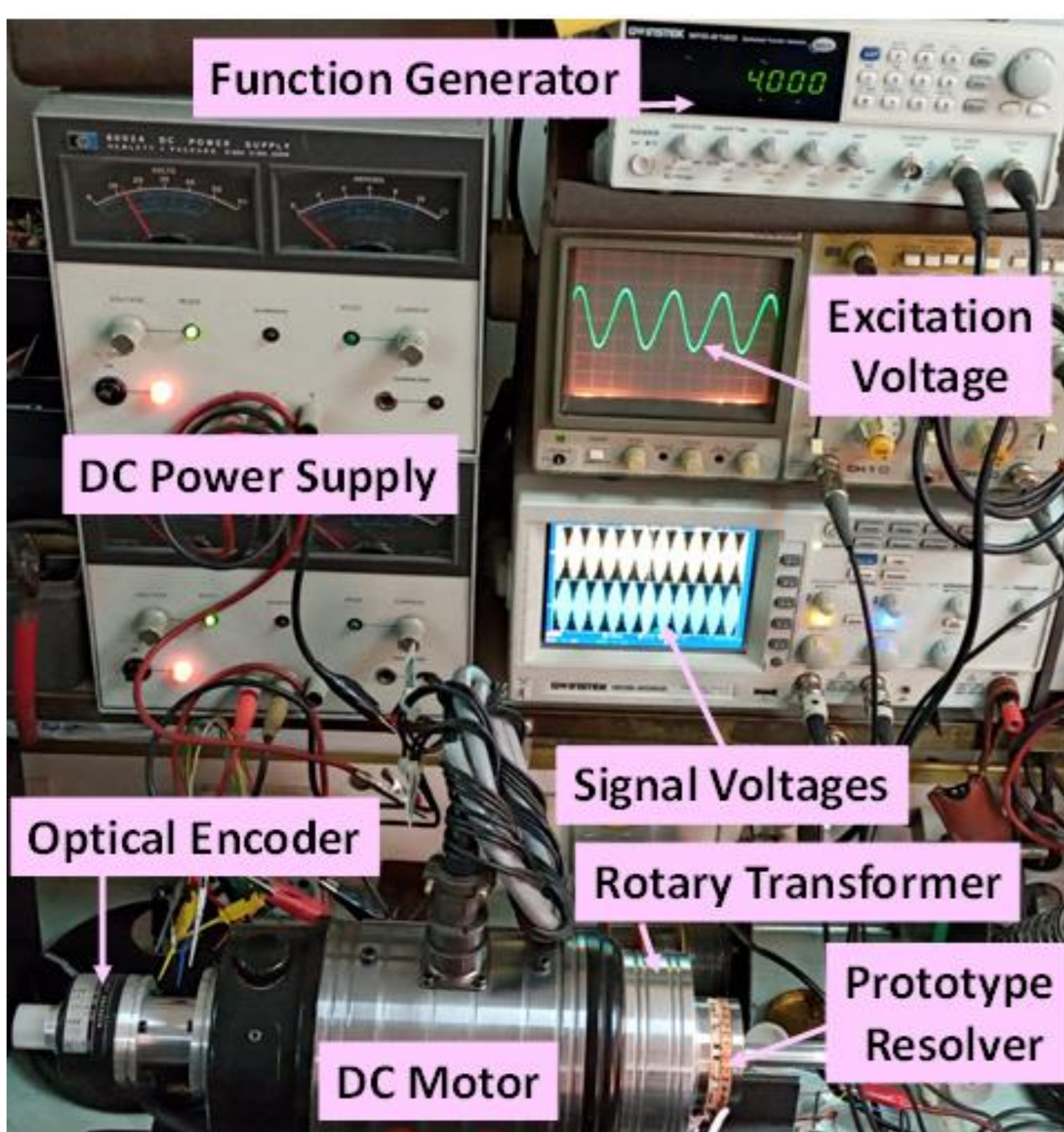
نتایج حاصل از بهینه‌سازی



سیم پیچی بهینه‌سازی شده استاتور برای ساختار بدون شیار



بخش از فرآیند ساخت نمونه سیم پیچی شده بهینه



اهداف

- کاهش خطای تخمین دیسکی از طریق اصلاح ساختار سیم پیچی و حذف شیارهای رتور و استاتور
- کاهش ابعاد، وزن و هزینه ساخت ریزالور
- ساخت یک نمونه ریزالور دیسکی بدون شیار