



## طراحی و ساخت یک نمونه جعبه‌دنده مغناطیسی هم‌مرکز با نسبت دندۀ قابل تنظیم پیوسته

رسول لطفی<sup>۱</sup>, علی جباری<sup>۲</sup>, حسن مراد زاده<sup>۳</sup>, علی‌اصغر قدیمی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مکانیک - مکاترونیک، دانشگاه اراک

۲- استادیار، مکانیک-ساخت و تولید، دانشگاه اراک

۳- استادیار، برق- الکترونیک، دانشگاه اراک

۴- دانشیار، برق- قدرت، دانشگاه اراک

ایمیل نویسنده مسئول: rasullotfi87@gmail.com

متحرک ارایه نمودند و با اضافه نمودن یک استاتور با سیم بندی سه فاز توانسته بودند به انواع نسبت دندۀ متغیر دست یابند. آتلاه و همکاران<sup>[۵]</sup> نیز مدلی بر همین اساس و بر مبنای کار قبلی خود<sup>[۶]</sup> با کاربری در تربیben بادی ارایه نمودند که استاتور کنترلی آن از انواع بدون جاروبک<sup>۳</sup> بوده و قابلیت بازیافت نیرو را نیز داشته البته برای کارکرد در حالت موتوری از نیروی حاصله از ژنراتور استفاده نموده است و این مهم از جمله قابلیت‌های کارکرد بدون وقفه آن بوده است. نیو و همکاران<sup>[۷]</sup> در طراحی جدید مدولاتورها را با هدف ایجاد گشتاور بالا و کاربری در خودروهای سیکل ترکیبی حذف نمودند، همچنین بهوسیله یک سیم بندی دولایه مجزا گشتاور بیشتری را اعمال نمودند. در پژوهش پدماتان و همکاران<sup>[۸]</sup> روتور کنترلی آهن‌ربا دار حذف شده و همچنین چینش آهن‌ربای روتور داخلی به صورت حال بک قرار گرفته است، سیم بندی دولایه‌ای سه فاز نیز وظیفه کنترل ضریب دندۀ را بر عهده دارد. در پژوهش نیو و همکاران<sup>[۷]</sup> مدولاتور حذف شده و دو استاتور با سیم بندی سه فاز در مرکز و در پوسته به جهت ایجاد گشتاور بالا ایجاد شده است. این سیستم در دو حالت ژنراتوری و موتوری کارکرده و به این وسیله می‌تواند ضرایب گستردگی را ایجاد نماید. در پژوهش‌های لیو و همکاران<sup>[۹]</sup> [۱۰] ابتدا نوع شار شعاعی را ارایه نمودند که در آن مدولاتور محرک و روتور کنترلی متحرک بوده و همچنین روتور داخلی ثابت و توسط یک استاتور با سیم بندی دولایه سه فاز کنترل شده است و در طراحی بعدی خود این نوع شار محور را ارایه نمودند، از جمله دستاوردهای آن‌ها کاهش ریبل و گشتاور بالا بوده است. چن و همکاران<sup>[۱۱]</sup> در پژوهش خود مدولاتور را ثابت نموده و سیم بندی را به در میانه مدولاتورها ارایه نمودند، از نتایج حاصله ۱۶ نسبت دندۀ مختلف و انعطاف بالا طرح بوده است. موریموتو و همکاران<sup>[۱۲]</sup> تمرکز خود را بر روی کنترل طرحی بدون روتور کنترلی گذاشتند و بهوسیله کنترل‌گر PI توانستند بازدهی را دو برابر نمایند. وانگ و همکاران<sup>[۱۳]</sup> در تکامل طرح قبلی یک مدل کنترل‌گر دولایه PI را ارایه نمودند تا سرعت کنترلی بهتری را به دست آورند. در پژوهش پرچار و پدماتان<sup>[۱۴]</sup> طراحی هم‌مرکزی را بر مبنای چینش حال بک همه آهن‌ربایها ارایه نمودند که ریبل کمتری نسبت به همه طراحی‌ها داشته است. مائو و نیو<sup>[۱۵]</sup> نیز طراحی جدیدی را بر مبنای تمرکز بر روی گشتاور بالا ارایه نمودند، در این طراحی از دو سیم بندی در مرکز و پوسته و دو روتور کنترلی استفاده شده است توانسته‌اند در زمان کوتاهی به گشتاور خروجی

### چکیده

در سال‌های اخیر رشد مقالات در حوضه کوپل مغناطیسی و چرخدنده‌های مغناطیسی فزونی یافته است و از سال ۲۰۱۱ تا به امروز مقالاتی در حوزه جعبه‌دنده‌های مغناطیسی با ضریب دندۀ پیوسته<sup>۱</sup> ارایه گشته است همچنین کاربری پاک، ایمن و با بهره‌وری بالا، لزوم بررسی این جعبه‌دنده‌ها را فزونی بخشیده است.

در این مقاله ابتدا یک نمونه جعبه‌دنده مغناطیسی هم‌مرکز با نسبت دندۀ اولیه در حالت کارکرد روتور کنترلی ثابت با نسبت بک‌به‌هفت طراحی شده است. همچنین این جعبه‌دنده مغناطیسی هم‌مرکز به گونه‌ای طراحی شده است تا بتواند در هر دو حالت روتور خارجی و مدولاتور کار کند ولی برای این پژوهش نوع مدولاتور متحرک و روتور کنترلی انتخاب شده است، برای کنترل روتور کنترلی یک موتور ژنراتور سه فاز بدون جاروبک طراحی شده است. سپس این جعبه‌دنده بهوسیله استاتور بدون جاروبک کنترل شده است.

برای اعمال گشتاور حداکثری از چینش آهن‌ربا ها بر روی سطح استفاده شده است.

نتایج حاصله حاکی از آن است این سیستم می‌تواند مانند یک جعبه‌دنده مکانیکی ضریب متغیر گشتاور بالا عمل نماید.

**واژه‌های کلیدی:** کوپل مغناطیسی، نرمافزار المان محدود، جعبه-

دنده مغناطیسی، ضریب دندۀ پیوسته

### مقدمه

اولین جرقه‌های ظهور چرخدنده‌های متغیر با ظهور انواع چرخدنده‌های مغناطیسی سیاره‌ای، هارمونیک و هم‌مرکز شکل‌گرفته است<sup>[۱]</sup>. اگرچه مدل ارایه شده در پژوهش آتاور رحمان و همکاران<sup>[۲]</sup> که مدلی بر اساس نوع مکانیکی، اولین نوع جعبه‌دنده مغناطیسی-مکانیکی بود. در پژوهش‌های بعدازآن انواع هم‌مرکز انتخاب شده و تمرکز بر روی آن‌ها بیشتر بوده است. همان‌گونه که شاه و همکاران<sup>[۳]</sup> این جعبه‌دنده را بر مبنای انواع هم‌مرکز گسترش داده و بر اساس نوع مدولاتور ثابت توانستند تعداد مدولاتور<sup>۲</sup> بهینه را پیدا کنند. در همین زمان وانگ و همکاران<sup>[۴]</sup> در پژوهش خود مدل کاملی را بر اساس نوع هر سه روتور

<sup>1</sup> Magnetic gear -continuously variable transmission

<sup>2</sup> Pole pieces rotor



گشتاور حد تحمل روتور خارجی و  $T_r$  گشتاور حد تحمل مدولاتور منظور شده است.

$$\omega_i + G\omega_o - (1+G)\omega_r = 0 \quad (2)$$

$$T_i + T_o + T_r = 0 \quad (3)$$

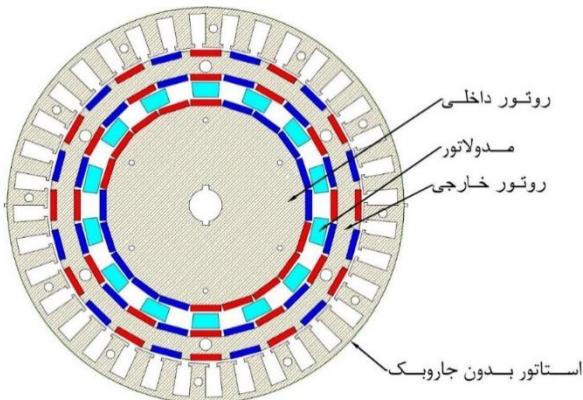
این چرخ‌نده توسعه یک موتور-ژنراتور ۳۶ دندانه که با توجه مشخصات آورده شده در جدول ۲ طراحی شده است روتور کنترلی را کنترل نموده و با توجه به حالت‌های موتوری (دادن گشتاور) و ژنراتوری (دریافت) گشتاور مقدار گشتاور روتور خروجی را و به طبع آن سیستم را تغییر داده تا به نسبت دندنه‌های متغیر برسد.

جدول ۲- مشخصات ابعادی موتور-ژنراتور کنترلی

ردیف	شرح	واحد	مقدار
۱	جفت قطب روتور	عدد	۱۲
۲	تعداد شیار سیم پیچی	عدد	۳۶
۳	تعداد فاز	عدد	۳
۴	مساحت هر شیار سیم پیچ	میلی متر مربع	۵۰
۵	پاشنه هر شیار سیم پیچ	میلی متر	۱
۶	شعاع رو تور موتور بدون جاروبک	میلی متر	۵۱/۱
۷	شعاع داخلی استاتور	میلی متر	۵۲
۸	شعاع خارجی استاتور	میلی متر	۶۵
۹	تعداد طبقات سیم پیچی	عدد	۲

شمای کلی طرح در شکل ۱ قابل مشاهده است. رویکرد این طراحی بر اساس نمونه قابل ساخت و دوری از سفارشی‌سازی بوده است، همان‌گونه که در پژوهش لطفی و همکاران<sup>[۱۹]</sup> این مهم سبب افزایش گشتاور دندانه‌ای<sup>۸</sup> شده که موجب بالا رفتن حد تحمل خواهد شد. همچنین در این راستا شکل ابعادی نیز تغییر نموده و مانند آهنرباها بلوکهای در نظر گرفته شده است.

در مورد طرح ارایه شده باید توجه شود که طراحی، لزوماً به جهت مطالعه دقیق‌تر و قابل احساس‌تر انتخاب شده است، همچنین به جهت طراحی ۱۲ قطبی روتور کنترلی (روتور سرعت بالا) موتور-ژنراتور بدون جاروبک ۳۶ دندانه سه فاز انتخاب شده است.



<sup>8</sup> Cogging torque

مدنظر رسیده و همچنین ریپل را تا حد امکان کاهش دهنده. زهاو و همکاران<sup>[۱۶]</sup> در طراحی جدید و با ترکیب سیم بندی جریان متناوب و جریان مستقیم مدل جدیدی برای کنترل را ارایه نموده‌اند. مجیدی و میلی منفرد<sup>[۱۷]</sup> نیز در پژوهش خود طرحی را ارایه نمودند که روتور کنترلی حذف شده است و وظیفه کنترل بر مبنای سیم بندی شش فاز بوده است.

#### بیان مسئله، نوآوری و ذکر اهداف

کاربردهایی مانند خودروهای سیکل ترکیبی و توربین‌های بادی به دفعات گفته شده است. لزوم توجه به نیازهای کشور در بخش توربین‌های بادی، انرژی‌های نو، خودروهای سیکل ترکیبی و الکتریکی اهمیت این پژوهش را پررنگ نموده است.

در این پژوهش یک طرح بر مبنای چرخ‌نده مغناطیسی هم‌مرکز با امکان کنترل بهوسیله یک موتور-ژنراتور بدون جاروبک طراحی و ساخته شده است. مشخصات ابعادی چرخ‌نده هم‌مرکز این طرح در جدول ۱ آورده شده است. در این چرخ‌نده تعداد مدولاتورها<sup>۴</sup>  $N_s$ ، تعداد جفت قطب آهنربای داخلی<sup>۵</sup>  $P_i$  و تعداد جفت قطب‌های آهنربای خارجی<sup>۶</sup>  $P_o$  از فرمول (۱) حاصل شده است.<sup>[۱۸]</sup>

$$N_s = P_i + P_o \quad (1)$$

جدول ۱- مشخصات ابعادی چرخ‌نده مغناطیسی هم‌محور

ردیف	شرح	واحد	مقدار
۱	جفت قطب روتور سرعت بالا	عدد	۲
۲	جفت قطب استاتور سرعت پایین	عدد	۱۲
۳	مدولاتور	عدد	۱۴
۴	حداقل فاصله هوایی	میلی متر	۰/۵
۵	شعاع شفت	میلی متر	۵/۵
۶	شعاع نشیمن آهنربای روتور سرعت بالا	میلی متر	۳۳
۷	شعاع خارجی روتور سرعت بالا با آهنربا	میلی متر	۳۵
۸	شعاع داخلی مدولاتور	میلی متر	۳۵/۵
۹	شعاع خارجی مدولاتور	میلی متر	۴۰/۵
۱۰	شعاع داخلی روتور سرعت پایین	میلی متر	۴۱
۱۱	شعاع خارجی روتور سرعت پایین	میلی متر	۵۱/۱

این چرخ‌نده در حالت کارکرد ضریب دنده متغیر بر اساس فرمول (۲) می‌تواند ضرایب مشخصی را ارایه نماید. و همچنین با توجه به فرمول (۳) نسبت گشتاور در هر حالت با توجه به جمع جبری هر سه مؤلفه در حال گردش صفر خواهد بود. در این فرمول‌ها  $G$  نسبت دندنه،  $\omega_r$  سرعت زاویه‌ای روتور داخلی،  $\omega_o$  سرعت زاویه‌ای روتور خارجی،  $\omega_i$  سرعت زاویه‌ای مدولاتور است. همچنین  $T_i$  گشتاور حد تحمل<sup>۷</sup> روتور داخلی،  $T_o$

<sup>4</sup> Pole-pieces

<sup>5</sup> Pole per inner rotor

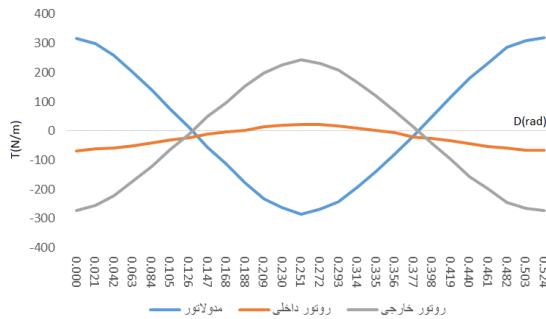
<sup>6</sup> Pole per outer rotor

<sup>7</sup> گشتاوری که بعد از آن لغزش رخ داده و دیگر کوپل نخواهد بود

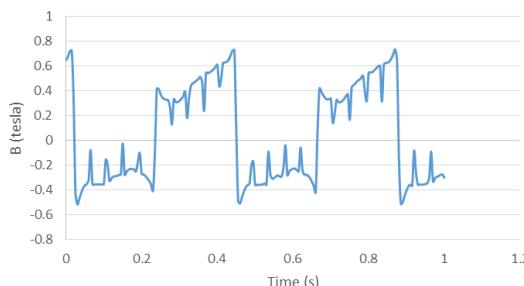


در این محیط یک با در بین روتور داخلی و مدولاتور و یک بار در بین روتور خارجی و مدولاتور یک سنسور اثر حال قرارگرفته است و نتایج آن به ترتیب در شکل ۵ و شکل ۶ آورده شده است.

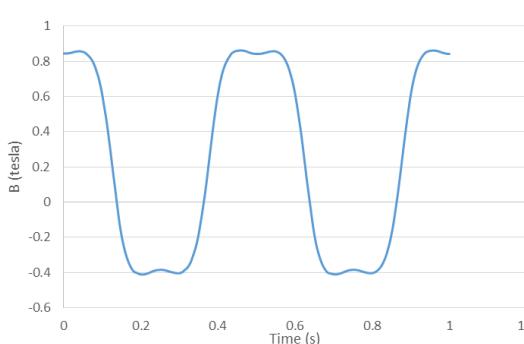
موتور بدون جاروبک در محیط RMxprt بررسی شده و گشتاور خروجی بر حسب دور موتور در شکل ۷ آورده شده است همچنین بازده بر حسب دور موتور بر دقیقه در شکل ۸ آورده شده است و درنهایت ولتاژ سویچ زنی در حالت موتوری برای دو فاز در شکل ۹ حاصل شده است.



شکل ۴- تغییرات گشتاور اجزای چرخ‌نده مغناطیسی نسبت به تغییر زاویه



شکل ۵- تغییرات چگالی شار بین روتور داخلی و روتور خارجی



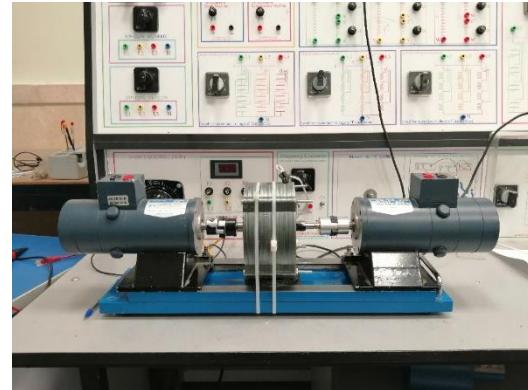
شکل ۶- چگالی شار مغناطیسی واقع در فاصله هوایی روتور خارجی و مدولاتور

شکل ۱- نمای کلی جعبه‌دنده مغناطیسی ضربی متغیر

#### روش تحقیق

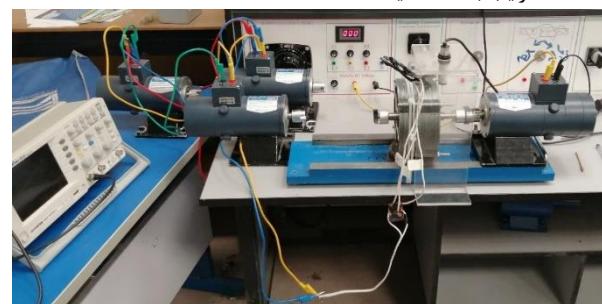
به جهت بررسی و مطالعه عددی این جعبه‌دنده مغناطیسی از نرم‌افزار المان محدود Ansys Maxwell 16 استفاده شده است. البته به علت ضعف این نرم‌افزار در دو محیط جداگانه مقادیر چرخ‌نده و موتور-ژنراتور موربررسی قرارگرفته است.

نمونه ساخته شده نیز در جهت آزمایش یکبار مانند شکل ۲ به صورت کوپل شده و در سرعت‌های مختلف آزمایش شده است تا صحت موتور-ژنراتور موربررسی قرار گیرد، در این آزمون دو فاز از سه فاز موtor بدون جاروبک به دستگاه اوسیلوسکوپ وصل شده و ولتاژ خروجی مدار باز ثبت شده است.



شکل ۲- ساختار آزمون سرعت خروجی جعبه‌دنده تحت بار

برای آزمودن در حالت ضربی پیوسته همانند شکل ۳ سیستم به صورت مصرف‌کننده وارد مدار شده است تا تحت بارهای مختلف و سرعت‌های مختلف ضرایب به دست آید.



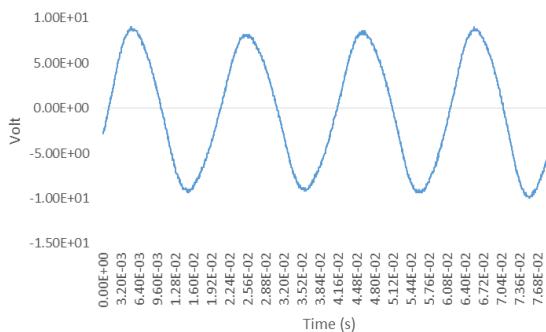
شکل ۳- شرایط آزمون ضربی پیوسته

#### ارائه نتایج و بحث

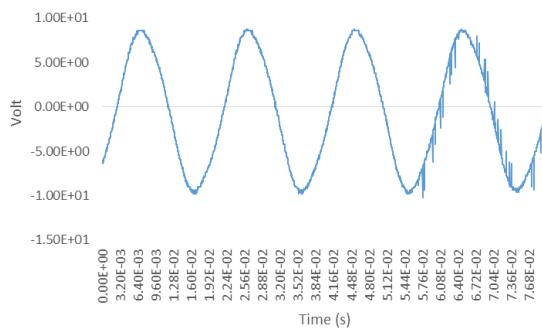
این چرخ‌نده یک مرحله روتور داخلی به همراه مدولاتور با سرعت ۱۰ دور بر دقیقه و در محیط مغناطیسی حرکتی شبیه‌سازی شده است و سپس روتور خارجی به همراه مدولاتور با همین سرعت که این مهم یکی از نواقص نرم‌افزار هست و ماحصل گشتاور خروجی هر سه روتور در شکل ۴ آورده شده است. و با توجه به فرمول (۳) در هر لحظه خروجی گشتاور با جمع هر سه برابر با صفر خواهد بود.



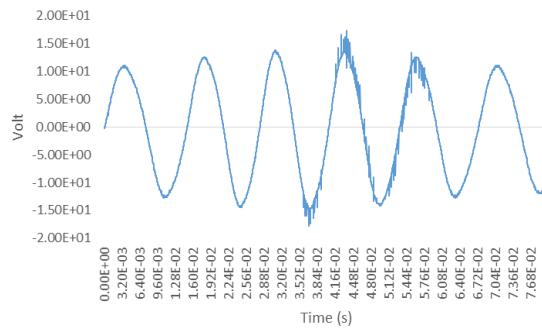
تهران - تا ۵ دی ۱۳۹۸



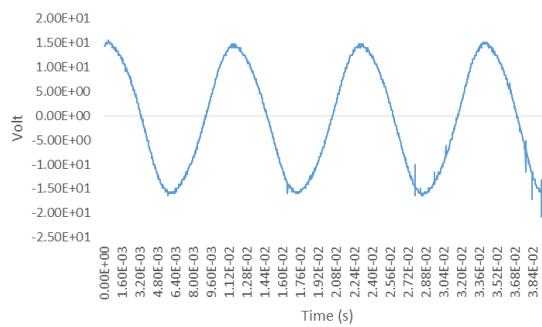
شکل ۱۱- ولتاژ خروجی در حالت کوبل گشتاور ۱۴۱ دور بر دقیقه



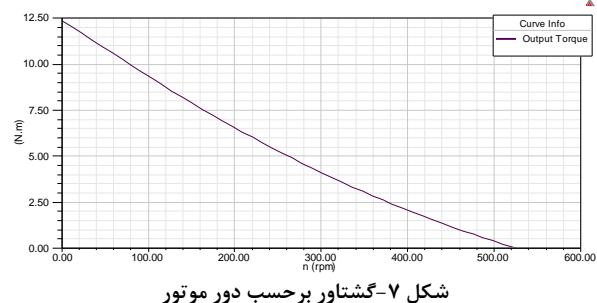
شکل ۱۲- ولتاژ خروجی در حالت کوبل گشتاور ۲۵۵ دور بر دقیقه



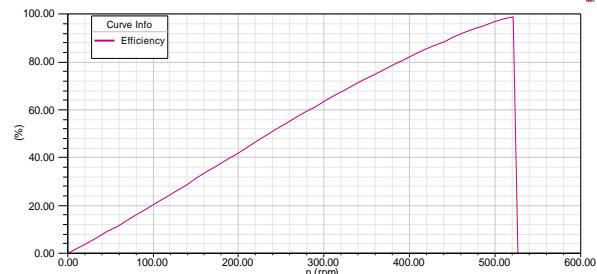
شکل ۱۳- ولتاژ خروجی در حالت کوبل گشتاور ۳۶۰ دور بر دقیقه



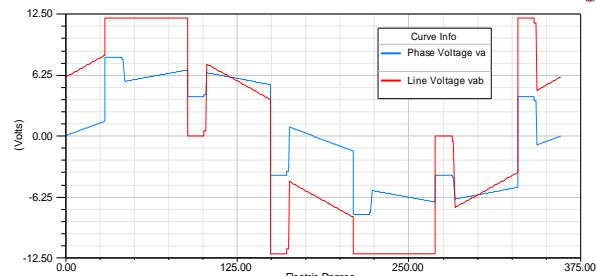
شکل ۱۴- ولتاژ خروجی در حالت کوبل گشتاور ۴۵۶ دور بر دقیقه



شکل ۷- گشتاور بر حسب دور موتور

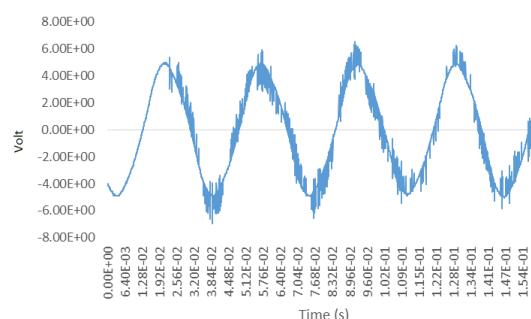


شکل ۸- بازدید بر حست دور موتور



شکل ۹- ولتاژ سیم بندی پندي تحت بار برای يک فاز

در آزمون کوبل و تحت بار نتایج حاصله در شکل های ۱۰ الی ۱۵ آورده شده است. این آزمون تحت سرعت های مختلفی برای مطالعه دقیق این جعبه دنده انتخاب شده است و لزوماً کاربری خاصی مد نظر نبوده است، در این آزمون سرعت های ۷۰، ۱۴۱، ۲۵۵، ۳۶۰، ۴۵۶ و ۵۳۱ دور بر دقیقه نمونه برداری شده است.



شکل ۱۰- ولتاژ خروجی در حالت کوبل گشتاور ۷۰ دور بر دقیقه



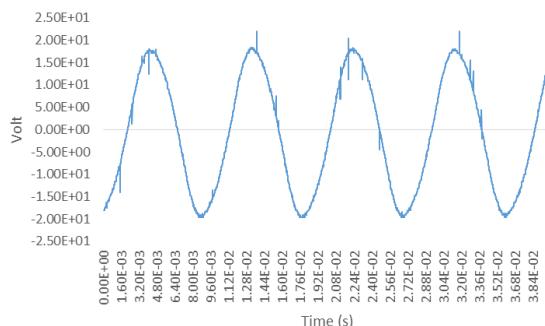
### نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج حاصله دقت موتور بدون جاروبک واضح است البتہ شدت و اندازه آن برای دست‌بایی به مقادیر متفاوت نسبت دنده کم بوده است. همچنین به علت کوپل مغناطیسی بالا در دورهای پایین تا حدود ۶۰۰ دور بر دقیقه کوپل کاملاً پابرجا بوده و این نویددهنده افزایش گشتاور دنده‌ای است.

تغییرات چگالی شار نیز نشان داده است تغییر ابعادی مدولاتور به نمونه تخت ریپل را کاهش داده است و از طرفی نسبت به نمونه قبلی آزمایش شده گشتاور تحمل با همان حجم مشخص آهن‌ربا بالا رفته است. نتایج بخش آزمون ضریب متغیر نیز نشان داده است این سیستم بعد از سرعت ۶۰۰ دور بر دقیقه آماده لغزش شده و در این حالت نسبت دنده متغیر حاصل شده است. هر چند رفتار سیستم نیازمند مطالعه بیشتر است.

### مراجع

- [1] P. Tlali, R. Wang, and S. Gerber, "Magnetic gear technologies: A review," in *2014 International Conference on Electrical Machines (ICEM)*, 2014: IEEE, pp. 544-550.
- [2] M. A. Rahman and A. Mohiuddin, "Electromagnetic Actuated CVT system for vehicle ", in *2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2009: IEEE, pp. 674-680 .
- [3] L. Shah, A. Cruden, and B. Williams, "A variable speed magnetic gear box using contra-rotating input shafts," *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 47, no. 2, pp. 431-438, 2010.
- [4] J. Wang, K. Atallah, and S. Carvley, "A magnetic continuously variable transmission device," *IEEE Transactions on magnetics*, vol. 47, no. 10, pp. 2815-2818, 2011.
- [5] K. Atallah, J. Wang, S. D. Calverley, and S. Duggan, "Design and operation of a magnetic continuously variable transmission," *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 48, no. 4, pp. 1288-1295, 2012.
- [6] K. Atallah and D. Howe, "A novel high-performance magnetic gear," *IEEE Transactions on magnetics*, vol. 37, no. 4, pp. 2844-2846, 2001.
- [7] S. Niu, S. Ho, and W. Fu, "A novel double-stator double-rotor brushless electrical continuously variable transmission system," *IEEE transactions on magnetics*, vol. 49, no. 7, pp. 3909-3912, 2013.
- [8] P. Padmanathan and J. Z. Bird, "A continuously variable magnetic gear," in *2013 International Electric Machines & Drives Conference*, 2013: IEEE, pp. 367-373 .
- [9] Y. Liu, S. Ho, and W. Fu, "Novel electrical continuously variable transmission system and its numerical model," *IEEE transactions on magnetics*, vol. 50, no. 2, pp. 757-760, 2014.
- [10] Y. Liu, S. Niu, S. L. Ho, and W. N. Fu, "A new hybrid-excited electric continuous variable transmission system," *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 50, no. 11 ,pp. 1-4, 2014.



شکل ۱۵- ولتاژ خروجی در حالت کوپل گشتاور ۵۳۱ دور بر دقیقه

نتایج حاصل از آزمون ضریب پیوسته و مصرف کننده‌ها در جدول ۳ آورده شده است. و ضرایب حاصله نیز در بخش‌های مشخص شده در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۳- مقادیر آزمایش شده جعبه‌دنده مغناطیسی ضریب متغیر در

دورهای مختلف ورودی در حالت ژنراتوری

ردیف	سه		دو		یک		حالات بدون	
	مصرف کننده	بار	بار					
۱	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۷	۱۴۷	۱۴۷	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳
۲	۲۲۸	۲۲۸	۲۴۳	۲۴۳	۲۴۳	۲۵۱	۲۵۱	۲۵۱
۳	۳۳۲	۳۳۲	۳۳۷	۳۳۷	۳۳۷	۳۴۴	۳۴۴	۳۴۴
۴	۴۴۰	۴۴۰	۴۴۷	۴۴۷	۴۴۷	۴۵۳	۴۵۳	۴۵۳
۵	۵۳۱	۵۳۱	۵۳۹	۵۳۹	۵۳۹	۵۴۶	۵۴۶	۵۴۶
۶	۶۴۷	۶۷۴	۶۵	۶۵	۶۲۵	۶۶	۶۶	۶۷۲
۷	۷۵	۷۵	۴۶	۴۶	۷۵	۴۸	۱۰۳	۷۵
۸	۸۲	۸۵	۷۶	۷۶	۸۵	۱۰۱	۲۰۷	۸۵
۹	۹۰	۹۳	۸۳	۸۳	۹۷	۹۴	۹۴	۹۵

جدول ۴- مقادیر نسبت دنده متغیر در سه حالت مصرف

ردیف	سرعت ورودی	نسبت دنده در حالت یک	نسبت دنده در حالت دو	نسبت دنده در حالت سه
۱	۶۸۳	۲/۹۷۶	۳/۷۸۷	۴/۵۸۵
۲	۷۵۱	۴/۸۴۵	۴/۵۲۴	۵/۰۰۶
۳	۸۵۳	۴/۱۱۵	۴/۰۱۱	۵/۰۵۹
۴	۹۵۰	۴/۷۳۵	۴/۸۰۲	۴/۶۴۰



- [11] M. Chen, K. T. Chau, and C. Liu, "Design of a new non-rare-earth magnetic variable gear for hybrid vehicular propulsion system," *IET Electrical Systems in Transportation*, vol. 6, no. 3, pp. 153-162, 2016.
- [12] E. Morimoto, N. Niguchi ,and K. Hirata, "Control method for a magnetic-CVT motor," in *2016 XXII International Conference on Electrical Machines (ICEM)*, 2016: IEEE, pp. 996-1000 .
- [13] Y. Wang, S. Niu, and W. Fu, "Electrical-continuously variable transmission system based on doubly fed flux-bidirectional modulation," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 64, no. 4, pp. 2722-2731, 2016.
- [14] J. Pritchard, P. Padmanathan, and J. Z. Bird, "Designing a continuously variable magnetic gear," in *8th IET International Conference on Power Electronics, Machines and Drives (PEMD 2016)*, 2016: IET, pp. 1-6 .
- [15] Y. Mao and S. Niu, "A novel hybrid-excited flux-modulated memory machine for electrical continuously variable transmission system," in *2017 7th International Conference on Power Electronics Systems and Applications-Smart Mobility, Power Transfer & Security (PESA)*, 2017: IEEE, pp. 1-5 .
- [16] H. Zhao, C. Liu, Z. Song, and S. Liu, "A Consequent-Pole PM Magnetic-Geared Double-Rotor Machine With Flux-Weakening Ability for Hybrid Electric Vehicle Application," *IEEE Transactions on Magnetics*, 2019.
- [۱۷] س. ب. مجیدی و ج. میلی منفرد, "طراحی و ساخت گیربکس مغناطیسی با قابلیت نسبت دور پیوسته " رساله دکتری, دانشکده مهندسی برق و الکترونیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر, دانشگاه صنعتی امیرکبیر, ۱۳۹۰ .
- [18] K. Chau, *Electric vehicle machines and drives: design, analysis and application*. John Wiley & Sons, 2015.
- [۱۹] ر. لطفی, ع. جباری, ح. مرادزاده, و ع. ا. قدیمی, "بررسی یک نمونه گیربکس مغناطیسی هم محور در نمونه ایده آل و نمونه قابل ساخت به کمک نرم افزار المان محدود", ارایه شده در بیست و هفتمین کنفرانس سالانه بین المللی انجمن مهندسان مکانیک ایران, ۱۳۹۸ .



Institute of Manufacturing  
UK  
(IManf)

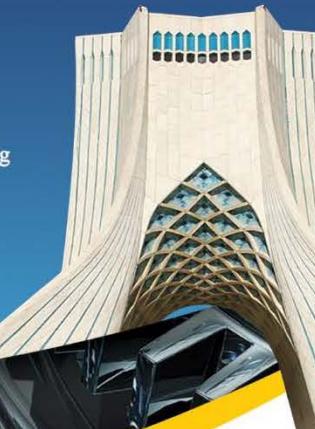
# ICME 2019

شانزدهمین همایش ملی و پنجمین کنفرانس بین المللی  
مهندسی ساخت و تولید

۱۳۹۸ - ۵ دی  
تهران - دانشگاه تربیت مدرس



Society of Manufacturing  
Engineers of Iran  
(SMEIR)



## کوایی ارائه مقاله

بدینویل کوایی می شود که مقاله با عنوان:

((طراحی و ساخت یک نمونه جعبه دنده مغناطیسی هم مرکز با نسبت دنده قابل تنظیم پیوسته))

توسط نویزگان:

((رسول لطفی، علی جباری، حسن مرادزاده، علی اصغر قدیمی))

دستازدهی هایی ملی و بین المللی کنفرانس بین المللی هندسی ساخت و تولید (ICME2019) که در تاریخ ۲۸-۲۹ دی ماه ۱۳۹۸ در تهران و توسط انجمن هندسی ساخت و تولید ایران برگزار شد، ارائه شده است. کیته

علمی هایی از حضور این عزیزان قدردانی نموده و آرزوی توفيق روزافرون برای آنها دارد.

دکتر غلامحسین یافت

دیپلمایش



دکتر یوسف جعجع

دیر علی

۱۱