اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری
مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی
۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵

مروری بر پرکاربردترین ماشین های الکتریکی و رویکردهای کنترلی در سیستم های تبدیل انرژی بادی

مجتبی ابراهیمی[۱]، دکتر حامد گرگین پور *[۲]، دکتر ولی اله غفاری[۳]
۱- دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی برق-کنترل دانشگاه خلیج فارس
۲- دانشیار گروه مهندسی برق دانشگاه خلیج فارس
۳- استاد گروه مهندسی برق دانشگاه خلیج فارس
h_gorgin@pgu.ac.ir

شماره مقاله EFAB015831141

چکیده

چکیده: با توجه به نگرانی‌های فزاینده در مورد بحران انرژی، گرمایش جهانی و کاهش ذخایر سوخت‌های فسیلی، انرژی بادی به‌عنوان یکی از فناوری‌های دارای رشد سریع در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر مطرح شده است. ماشین‌های الکتریکی و سیستم کنترل به‌عنوان دو بخش مهم از سیستم‌های تبدیل انرژی بادی نقشی حیاتی در تولید توان کارآمد و پایدار ایفا می‌کنند. در سال‌های اخیر توسعه ماشین‌های پیشرفته و رویکردهای کنترلی متنوعی به‌منظور افزایش راندمان، قابلیت اطمینان و کاهش آسیب‌پذیری این سیستم‌ها در برابر خطاهای داخلی و خارجی مورد توجه گسترده قرار گرفته است. این مقاله مروری به بررسی پرکاربردترین ماشین‌های الکتریکی در سیستم‌های تبدیل انرژی بادی و تحلیل ویژگی‌های آن‌ها از منظرهای مختلف می‌پردازد. همچنین رویکردهای کنترلی رایج در این سیستم‌ها معرفی و مقایسه شده‌اند. در نهایت، چالش‌های موجود و روندهای نوظهور در زمینه بهبود عملکرد این ماشین‌ها و رویکردهای کنترلی مورد بحث قرار گرفته و به فرصت‌های پژوهشی آینده پرداخته می‌شود.

کلید واژه‌ها: ماشین‌های الکتریکی، رویکردهای کنترلی، سیستم‌های تبدیل انرژی بادی، مغناطیس دائم.

مقدمه

مقدمه:

فناوری انرژی بادی در دو دهه گذشته با گسترش مرزهای بهره‌وری و قابلیت اطمینان در تأمین انرژی، رشد قابل توجهی را تجربه کرده است [۴-۱]. با توجه به نگرانی‌های جهانی در خصوص گرمایش زمین و کاهش منابع سوخت‌های فسیلی، سیستم‌های تبدیل انرژی بادی به عنوان یکی از فناوری‌های تولید برق پیشرو از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی مطرح شده و حتی از سایر منابع انرژی تجدیدپذیر مانند خورشیدی، برق‌آبی و امواج اقیانوسی پیشی گرفته است. این سیستم‌ها ذاتاً پیچیده، دارای دینامیک غیرخطی، عدم قطعیت‌های پارامتری و اختلالات خارجی هستند. از این رو انتظار می‌رود توان الکتریکی تولید شده از باد که ماهیتی متناوب و تصادفی دارد را به حداکثر رسانده و هزینه‌های عملیاتی را به حداقل برسانند [۵].

متن اصلی

ماشین‌های الکتریکی پرکاربرد:

سیستم‌های تولید برق بادی از نیروی باد برای به حرکت درآوردن روتور یک ژنراتور الکتریکی بهره می‌گیرند. پره‌های توربین به صورت آیرودینامیکی حرکت نیروی باد را جذب کرده و آن را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند؛ سپس ژنراتور الکتریکی انرژی مکانیکی چرخشی را به توان الکتریکی تبدیل می‌نماید. بنابراین ماشین‌های الکتریکی نقشی کلیدی در سیستم‌های تبدیل انرژی بادی برای تبدیل توان ایفا می‌کنند.

رویکردهای کنترلی رایج:

با در نظر گرفتن تغییرات غیرقابل پیش‌بینی در سرعت و جهت باد، داشتن یک سیستم کنترل برای توربین بادی که قادر به سازگاری با نوسانات ناگهانی باشد ضروری است. همانطور که استفاده از نیروی باد در شبکه برق فراگیرتر می‌شود؛ چالش‌های جدیدی از لحاظ قابلیت اطمینان و پایداری شبکه به وجود می‌آید. این امر فرصت‌های جدیدی را برای توسعه رویکردهای کنترلی ایجاد می‌کند.

نتیجه گیری

نتیجه گیری:

این مقاله مروری جامع بر مطالعات پیشرفته در حوزه ماشین‌های الکتریکی و رویکردهای کنترلی پرکاربرد در سیستم‌های تبدیل انرژی بادی ارائه می‌دهد. با بررسی مطالعات انجام شده می‌توان دریافت که ماشین‌های سنکرون مغناطیس دائم در مقایسه با سایر ماشین‌های الکتریکی رایج در تولید برق بادی به عنوان گزینه‌ای بسیار امیدوارکننده مطرح می‌شوند. در نتیجه، این نوع از ماشین‌های پیشرفته مانند ماشین ورنیر با تأکید بر الزامات کلیدی مورد بحث و مقایسه قرار گرفته‌اند. از سوی دیگر، طبق منابع مطالعاتی مختلف صرف نظر از عملکرد شناخته شده رویکردهای کنترلی مرسوم در کاربردهای عملی، این رویکردها همچنان در ارائه عملکرد مطلوب در کنترل سیستم‌های تبدیل انرژی بادی نقاط ضعفی را نشان می‌دهند؛ اگرچه دستیابی به عملکرد کنترلی مطلوب تنها به ساختار کنترل‌کننده وابسته نیست؛ اما تنظیم صحیح پارامترهای کنترل‌کننده و مدل‌سازی مناسب و واقع‌بینانه سیستم نیز نقش مهمی در اعتبارسنجی عملکرد طرح‌های کنترلی ایفا می‌کنند.

منابع

منابع:

1. Tiwari R, Babu NR. Recent developments of control strategies for wind energy conversion system. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016 Dec;66:268–85.
2. Jiang Z. Installation of offshore wind turbines: A technical review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2021 Apr;139:110576.
3. Micallef D, Rezaeiha A. Floating offshore wind turbine aerodynamics: Trends and future challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2021 Dec;152:111696.
4. Pape M, Kazerani M. An Offshore Wind Farm With DC Collection System Featuring Differential Power Processing. IEEE Trans Energy Convers. 2020 Mar;35(1):222–36.
5. Yang Z, Chai Y. A survey of fault diagnosis for onshore grid-connected converter in wind energy conversion systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016 Dec;66:345–59.