

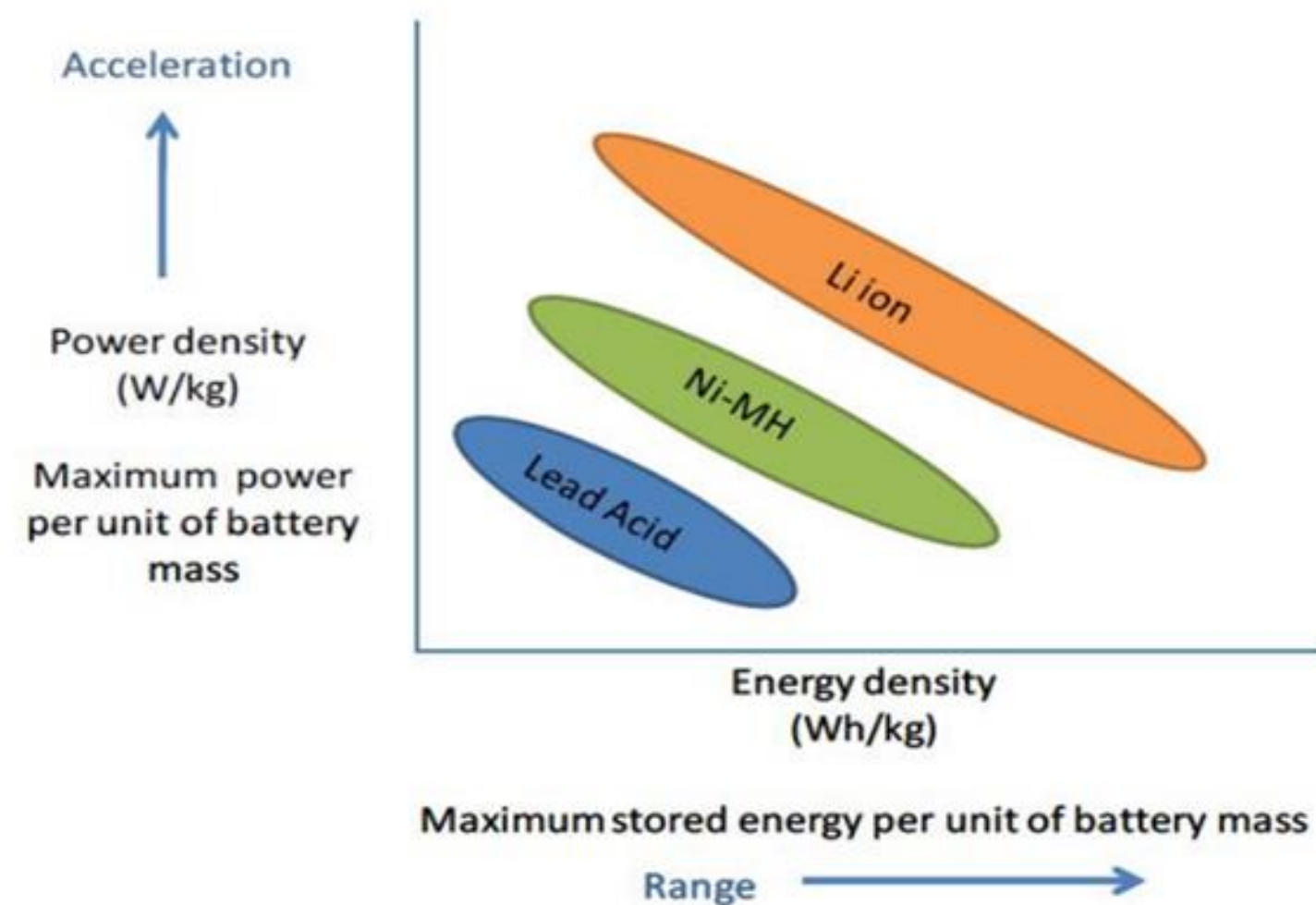
ردیابی حداکثر بازده پیل‌های سوختی در قطار هیبرید مبتنی بر پیل سوختی

امین کبیری، سید محمد موسوی گزافرودی

۱- کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، a_kabiri@rail.iust.ac.ir

۲- دانشیار، عضو هیات علمی، دانشگاه علم و صنعت ایران، sm_mousavi@iust.ac.ir

این نوع باتری‌ها به عنوان منابع انرژی برای دستگاه‌های ارتباطی، مانند رایانه‌های شخصی و همچنین به عنوان ذخیره‌ساز قدرت و تثبیت بار در سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است.



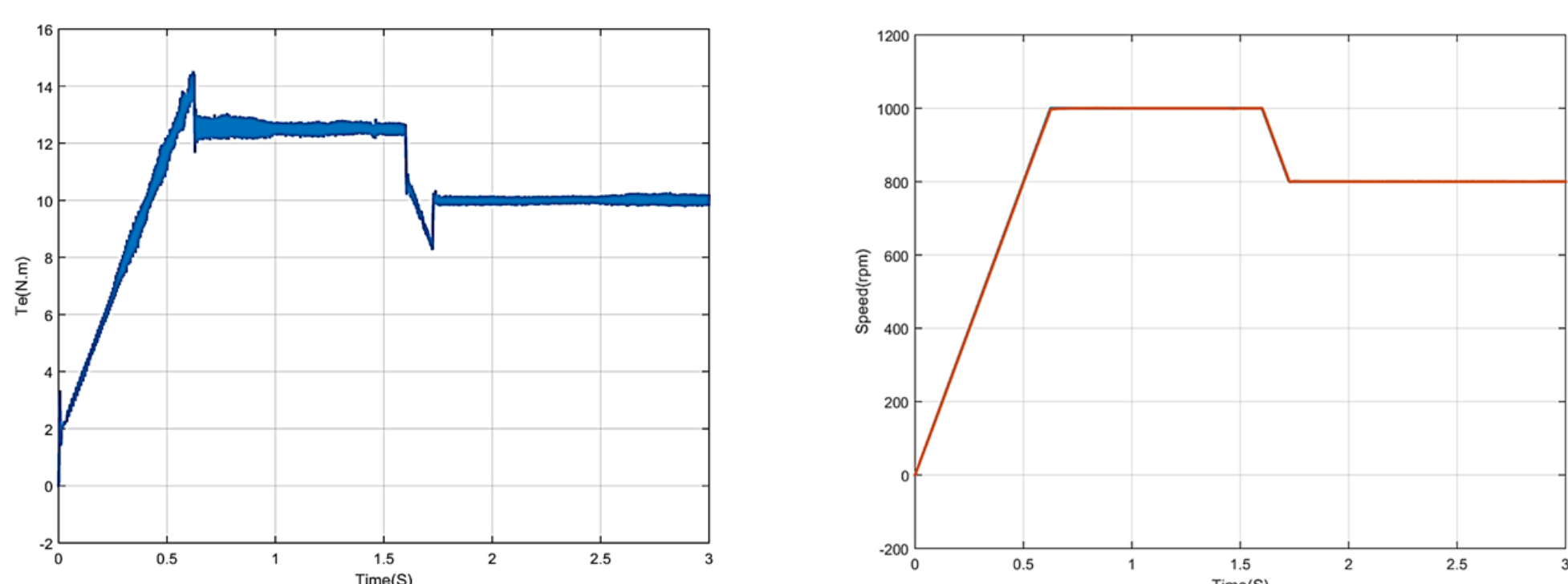
شکل ۱. چگالی توان و انرژی بر اساس نوع باتری [3]

ردیابی حداکثر توان پیل سوختی

پیل سوختی شامل دو بخش کنترل میزان سوخت ورودی (هیدروژن) و کنترل جریان خروجی پیل سوختی می‌باشد. کنترل جریان پیل سوختی با استفاده از الگوریتم اغتشاش و مشاهده انجام می‌شود. با استفاده از این الگوریتم سیکل کاری مبدل افزایشده به گونه‌ای تنظیم می‌شود که جریان مبدل که همان جریان خروجی پیل سوختی می‌باشد، همواره در مقدار بهینه تنظیم شود که در آن مقدار جریان بهینه، پیل سوختی دارای حداکثر بازده می‌باشد. از الگوریتم اغتشاش و مشاهده برای ردیابی حداکثر توان پیل سوختی در این سیستم استفاده شده است. جهت شبیه‌سازی قطار برقی از موتور القایی که سرعت آن با استفاده از روش برداری کنترل می‌شود، استفاده شده است. همچنین الگوریتم اغتشاش و مشاهده سیکل کاری مبدل افزایشده را تنظیم می‌کند؛ تا جریان پیل سوختی یا همان جریان ورودی مبدل همواره در مقدار بهینه قرار گیرد. ضمناً در این مقاله یک استراتژی جدید مدیریت انرژی پیشنهاد شد، و با دو استراتژی مرجع مقایسه شد. مصرف هیدروژن و میزان تخریب باتری معیارهای مورد استفاده برای تنظیم و ارزیابی استراتژی‌ها بودند.

نتیجه‌گیری

همانطور که در شکل‌های ۲ و ۳ دیده می‌شود؛ علی‌رغم تغییرات گشتاور با زمان که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، سرعت موتور، سرعت مرجع را به خوبی دنبال کرده است که این پدیده باعث می‌شود مانند حالت‌های قبل حداکثر توان پیل سوختی ردیابی شود.



شکل ۲. سرعت مرجع و سرعت موتور
شکل ۳. گشتاور قطار برقی بعنوان بار

مراجع

[1] Balat, M. Potential importance of hydrogen as a future solution to environmental and transportation problems. *Int. J. Hydrogen Energy*, 33, 4013–4029, 2008. / [2] Dincer, I.; Acar, C. Review and evaluation of hydrogen production methods for better sustainability. *Int. J. Hydrogen Energy*, 40, 11094–11111, 2015. [3] Hwang, J.-J. Effect of hydrogen delivery schemes on fuel cell efficiency. *J. Power Sources*, 239, 54–63, 2013.

چکیده

پیل‌های سوختی بعنوان یکی از حامیان دوستدار محیط زیست در منابع انرژی امروزه به کانون تحقیقات در سراسر جهان، به ویژه در زمینه حمل و نقل الکتریکی تبدیل شده است. تغییرات سریع توان باعث ایجاد شرایطی می‌شود که موجب آسیب دیدن پیل سوختی می‌شود. در این مقاله، ابتدا ساختار کنترلی به سیستم شامل پیل سوختی - مبدل افزایشده - بار اعمال شد. در ادامه باتری و قطار برقی را به سیستم اضافه نمودیم و در همه حالت‌ها پیل سوختی با اعمال کنترل‌کننده پیشنهادی به ازای بارهای مختلف با تقریب خوبی در حداکثر بازده قرار گرفت. در ادامه عملکرد کنترل‌کننده در شرایط مختلف بررسی شد. در انتها نیز الگوریتم اغتشاش و مشاهده برای ردیابی حداکثر توان پیل سوختی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که استراتژی مورد بررسی، عملکرد مشابهی با استراتژی کاهش مصرف معادل در هنگام اولویت‌بندی مدیریت انرژی در این وسایل حمل و نقل را دارد.

کلمات کلیدی: ردیابی، بازده، پیل سوختی، قطار، هیبرید.

مقدمه

وسایل حمل و نقل هیبریدی، از جمله قطارهای هیبریدی، وسایلی هستند که از دو یا چند منبع توان در سیستم حرکتی خود استفاده می‌کنند. در قطارهای هیبرید پیل سوختی معمولاً ترکیب پیل سوختی و باتری در ساختار منابع توان در نظر گرفته می‌شود. از دیدگاه راهبرد کنترلی، سیستم هیبرید یک رویداد گسسته با دینامیک پیوسته است. هدف اساسی در این راهبردها، بهینه‌سازی مصرف سوخت است. عموماً در ساختارهای ترکیبی مبتنی بر پیل سوختی، طراحی یک سیستم مدیریت انرژی که سهم توان سیستم پیل سوختی و منابع انرژی کمکی را مشخص کند، فن مهمی است. در سال‌های اخیر، روش‌های کنترلی متنوعی به منظور مدیریت انرژی در حمل و نقل هیبریدی طراحی و استفاده شده است. مزایای استفاده از باتری‌ها در حمل و نقل مبتنی بر پیل سوختی بدین شرح است: راه‌اندازی سریع وسایل حمل و نقل هیبرید پیل سوختی از جمله قطار هیبرید پیل سوختی، قابلیت پیمایش با باتری در مواقع اتمام سوخت، پاسخ سریع در برابر تغییرات لحظه‌ای بار و چگالی توان بالا و بهبود پاسخ دینامیکی.

ساختار پیل سوختی و باتری

۱- پیل سوختی: هدف از ساخت پیل سوختی تولید جریان به گونه‌ای است که با جریان خروجی از پیل، مثلاً بتوان یک موتور الکتریکی را راه‌اندازی کرد. به دلیل ماهیت عملکردی الکتریسیته، جریان تولیدی در پیل سوختی در نهایت به آن باز می‌گردد تا یک مدار را کامل کند. در واقع، این واکنش‌های شیمیایی هستند که جریان را تولید می‌کنند و اصل عملکرد پیل سوختی را شکل می‌دهند. انواع مختلفی پیل سوختی وجود دارد که تا حدی متفاوت از یکدیگر عمل می‌کنند، اما به طور کلی، اتم‌های هیدروژن به آند پیل وارد و در آنجا در یک واکنش شیمیایی یونیزه شده و دارای بار مثبت می‌شوند. جریان الکترون‌های جدا شده از هیدروژن، جریان داخل سیم را شکل می‌دهد. اگر جریان متناوب (AC) نیاز باشد، جریان مستقیم خروجی از پیل وارد اینورتر می‌شود تا به جریان متناوب مطلوب تبدیل شود.

۲- باتری: باتری لیتیم-یون یک باتری قابل شارژ می‌باشد که در آن یون‌های لیتیم بین کاتد و آند حرکت می‌کند.