

به نام خدا

پروژه پایانی درس ذخیره سازی انرژی

عنوان پروژه: طراحی، ساینینگ، شبیه سازی و تحلیل سامانه ذخیره سازی انرژی یک خودروی برقی با استفاده از نرم افزار Simcenter AMESim

هدف پروژه

هدف این پروژه آشنایی عملی با محاسبات دینامیک خودرو، ساینینگ باتری، سیستم مدیریت باتری، سیستم مدیریت حرارتی باتری، سیکل تبرید و شبیه سازی خودروهای برقی در محیط Simcenter AMESim است. دانشجو باید ابتدا یک خودروی برقی را از نظر نیاز انرژی طراحی نموده، سپس مدل ارائه شده در مقاله را در AMESim بازسازی و در نهایت عملکرد آن را در شرایط مختلف بهره برداری تحلیل نماید.

انجام پروژه به صورت دو نفره مجاز است، مشروط بر آنکه حجم و کیفیت کار متناسب با تعداد اعضای گروه باشد. در ویدیوی ارائه، تمامی اعضای گروه باید به طور فعال در ارائه مشارکت داشته باشند، به گونه ای که میزان مشارکت و تسلط علمی هر یک از اعضا قابل ارزیابی و احراز باشد.

مدارک قابل تحویل

- فایل پروژه AMESim
- گزارش فنی: گزارش پروژه باید شامل این موارد باشد: محاسبات ساینینگ باتری و برد خودرو، معرفی مقاله و تحلیل آن، ساخت مدل در AMESim، نتایج شبیه سازی، مقایسه نتایج با مقاله، تحلیل سناریوهای اجرا شده، نتیجه گیری و پیشنهادهای مهندسی (در تحلیل نتایج علاوه بر تکیه بر روابط ریاضی، به دلایل و پدیده های فیزیکی هم اشاره کنید).
- ویدیوی ارائه: حتما باید یک ویدیوی حدودا ۳۰ تا ۴۰ دقیقه ای از ارائه که خودتان گزارشتان را ارائه می کنید تحویل دهید. در بیان مطالب در ارائه ویدیویی همه افراد گروه باید مشارکت کنند.

شرایط ویدئو:

- وب کم باید روشن و چهره دانشجو باید به طور کامل و پیوسته در تصویر مشخص باشد؛
- محیط ضبط باید به گونه ای باشد که عدم استفاده از منابع و ابزارهای غیرمجاز قابل احراز باشد؛
- ویدئو باید دارای کیفیت مناسب و در عین حال **حجم متعارف** باشد. ویدئو باید در googleDrive بارگذاری و لینک آن ارسال گردد. از اجازه دسترسی فایل بارگذاری شده برای دانلود اطمینان حاصل کنید.
- حتما در ویدیو فایل آمسیم باز شده و تمام امکانات مورد استفاده و ملاحظات نرم افزار از جمله کتابخانه ها و چهار بخش Submodel، Sketch، Parameters و Simulation و نمودارها و ... کامل توضیح داده شوند.

مشخصات خودرو

در این پروژه از مشخصات خودروی Tesla Model 3 Long Range به عنوان خودروی مرجع استفاده شود.

پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار
جرم خودرو	۱۸۴۰ کیلوگرم	ضریب مقاومت غلتشی	۰/۰۱
ظرفیت نامی باتری	۷۵ کیلووات ساعت	شعاع دینامیکی چرخ	۰/۳۴ متر
ولتاژ نامی پک	۳۵۵ ولت	اندازه لاستیک	235/45R18
ظرفیت قابل استفاده باتری	۷۲ کیلووات ساعت	بیشینه توان موتور	۲۵۸ کیلووات
شیمی سلول	NMC	راندمان موتور	۹۵ درصد
ضریب درگ	۰,۲۳	راندمان انتقال قدرت	۹۷ درصد
سطح مؤثر روبه جریان	۲,۲۲ متر مربع	سرعت بیشینه	۲۰۱ کیلومتر بر ساعت

شرح پروژه

۱- ساینینگ اولیه باتری و تحلیل دینامیک خودرو

با استفاده از مشخصات فوق و روابط دینامیک خودرو، نیروهای مقاومت غلتشی، مقاومت آیرودینامیکی، مقاومت ناشی از شیب جاده و نیروی اینرسی در هنگام شتاب گیری را محاسبه نمایید. سپس توان مورد نیاز خودرو در شرایط مختلف رانندگی را تعیین کرده و بر اساس سیکل رانندگی WLTP، ظرفیت مناسب باتری، ولتاژ نامی پک، تعداد سلول‌های سری و موازی، تعداد ماژول‌ها، انرژی قابل استفاده، جرم تقریبی پک باتری و برد قابل پیمایش خودرو را محاسبه کنید.

در ادامه، مدل خودرو و پک باتری طراحی شده را در نرم افزار AMESim پیاده سازی کرده و نتایج شبیه سازی را با محاسبات تحلیلی مقایسه نمایید. در صورت وجود اختلاف، دلایل آن را تحلیل کنید.

در پایان این بخش، مشخصات پک باتری طراحی شده شامل ظرفیت انرژی، ظرفیت آمپر ساعته، ولتاژ نامی، تعداد سلول‌ها، جرم تقریبی پک و برد خودرو را با مشخصات واقعی خودروی Tesla Model 3 Long Range مقایسه کرده و درصد اختلاف هر پارامتر را محاسبه و تحلیل نمایید. در صورت وجود اختلاف قابل توجه، عوامل مؤثر مانند فرضیات مدل، راندمان‌ها، شرایط سیکل رانندگی و انتخاب شیمی سلول را بررسی کنید.

۲- بر اساس مقاله:

Modeling and Parameter Optimization of Battery Liquid Cooling Thermal Management System for Electric Vehicles (IFAC PapersOnLine, 2024)

موارد زیر را استخراج نمایید.

- ساختار سامانه مدیریت حرارتی باتری
- اجزای سیکل تبرید
- مشخصات باتری
- فرضیات مدل
- شرایط شبیه‌سازی
- پارامترهای اصلی مدل

۳- بازسازی مدل در AMESim

با استفاده از کتابخانه‌های Battery، Refrigeration، Thermal، Vehicle Dynamics و Signal & Control مدل ارائه شده در مقاله را بازسازی نمایید.

دانشجو مجاز است در صورت نیاز، برای تکمیل اطلاعات مربوط به مدل خودرو، سامانه مدیریت باتری یا پارامترهای مدل، علاوه بر مقاله اصلی از سایر مقالات و مستندات معتبر استفاده کند. در این صورت لازم است منابع مورد استفاده به‌طور کامل در گزارش ذکر شوند.

۴- اعتبارسنجی مدل

حداقل سه نتیجه اصلی مقاله شامل دمای باتری، وضعیت شارژ، توان کمپرسور، فشار سیکل تبرید یا سایر نتایج مهم را در AMESim بازتولید کرده و با نتایج مقاله مقایسه نمایید.

۵- توسعه مدل و تحلیل عملکرد

پس از اعتبارسنجی مدل، موارد زیر انجام شود.

- اجرای خودرو در یکی از سیکل‌های رانندگی استاندارد مانند WLTC، UDDS، NEDC یا FTP-75 و بررسی تغییرات دمای باتری، وضعیت شارژ، توان مصرفی و برد خودرو.
- بررسی اثر شیب جاده و باد مخالف یا موافق بر مصرف انرژی، توان مورد نیاز و برد خودرو.
- بررسی عملکرد ترمز بازیاب و میزان انرژی بازیابی شده در سیکل رانندگی انتخابی.
- توسعه یک منطق ساده برای سامانه مدیریت باتری به گونه‌ای که بر اساس دما، ولتاژ و وضعیت شارژ، عملکرد سامانه خنک‌کاری، محدودیت توان موتور و ترمز بازیاب کنترل شود.
- وابستگی مقاومت داخلی سلول به دما در مدل لحاظ شده و اثر آن بر تولید حرارت، افت ولتاژ و عملکرد سامانه مدیریت باتری بررسی گردد.
- فرض کنید ظرفیت اولیه سلول‌های باتری به صورت تصادفی تا سه درصد با ظرفیت نامی اختلاف دارد. بررسی کنید سامانه مدیریت باتری و سامانه مدیریت حرارتی تا چه حد قادر به حفظ عملکرد مناسب پک باتری هستند.
- عملکرد خودرو، سامانه مدیریت باتری و سامانه مدیریت حرارتی را در یک مسیر واقعی مانند جاده چالوس شبیه‌سازی و تحلیل نمایید.

- عملکرد پک باتری را با استفاده از دو شیمی مختلف سلول، NMC و LMFP، از نظر دمای باتری، وضعیت شارژ، جرم تقریبی پک، برد خودرو و مصرف انرژی مقایسه نمایید.
- هزینه تقریبی پک باتری، چگالی انرژی و عمر نسبی آن را برآورد کرده و با یک خودروی برقی تجاری مشابه مقایسه نمایید.
- پیشنهادهای مهندسی برای افزایش ایمنی پک باتری در برابر فرار حرارتی، ارتعاش و تصادف ارائه نمایید.
- به صورت تحلیلی بیان کنید در صورت استفاده از سلول‌های سدیم‌یونی یا نیکل-هیدرید فلز به جای سلول‌های لیتیوم‌یونی، چه تغییراتی در برد خودرو، جرم، هزینه، سامانه مدیریت باتری و سامانه مدیریت حرارتی ایجاد خواهد شد.

بخش اختیاری

دانشجویانی که علاوه بر موارد فوق، یک مدل ساده از سامانه متعادل‌سازی سلول‌ها یا مدار یکسان‌سازی شارژ را در AMESim یا MATLAB پیاده‌سازی و تحلیل نمایند، نمره تشویقی دریافت خواهند کرد.