AutoLibrary

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده فنی مهندسی گلپایگان

شبیه‌سازی باتری در حلقه خودرو هیبرید

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی

محمد یارمحمدی

استاد راهنما

دکتر مصطفی نصیری

۱۴۰۲

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده فنی مهندسی گلپایگان

شبیه‌سازی باتری در حلقه خودرو هیبرید

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی

محمد یارمحمدی

استاد راهنما

دکتر مصطفی نصیری

۱۴۰۲

AutoLibrary

AutoLibrary

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده فنی مهندسی گلپایگان

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی مکانیک – طراحی کاربردی

آقای محمد یارمحمدی

تحت عنوان

شبیه‌سازی باتری در حلقه خودرو هیبرید

در تاریخ ..... توسط کمیته‌ی تخصصی زیر موردبررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر نام و نام خانوادگی
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر نام و نام خانوادگی
۳- استاد داور	دکتر نام و نام خانوادگی
۴- استاد داور	دکتر نام و نام خانوادگی
مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر نام و نام خانوادگی

AutoLibrary

AutoLibrary

پس از مدت‌ها و طی کردن مراحل بسیار با حضور استاد عزیزم، با استفاده از راهنمایی‌ها و دغدغه‌های بسیار آن‌ها و همچنین کمک‌های والدینم این راه را برای من به‌روشنی تبدیل کرده‌اند و امیدوارم بتوانم تمام محبت‌های آن‌ها را جبران کنم. اکنون با احترام بسیار سپاسگزاری از استاد و همه افرادی که به من برای به سرانجام رساندن پایان‌نامه کمک کرده‌اند وظیفه خود می‌دانم. این پایان‌نامه را تقدیم به استاد و والدین عزیزم می‌کنم و امیدوارم که بتوانم به درک زیبایی آن‌ها پی ببرم.

AutoLibrary

AutoLibrary

کلیه حقوق مالکیت مادی و معنوی مربوط به این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان و پدیدآورندگان است. این حقوق توسط دانشگاه صنعتی اصفهان و بر اساس خط‌مشی مالکیت فکری این دانشگاه، ارزش‌گذاری و سهم‌بندی خواهد شد.
هرگونه بهره‌برداری از محتوا، نتایج یا اقدام برای تجاری‌سازی دستاوردهای این پایان‌نامه تنها با مجوز کتبی دانشگاه صنعتی اصفهان امکان‌پذیر است.

AutoLibrary

AutoLibrary

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته‌ای که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام برسم.

AutoLibrary

AutoLibrary

چکیده

شبیه‌سازی خودرو هیبریدی از طریق نرم‌افزار Amesim برای تست یک خودرو هیبرید واقعی به‌صورت شبیه‌ساز انجام خواهد گرفت. در این پایان‌نامه، از شبیه‌سازی خودرو هیبرید برای ارزیابی عملکرد بهتر خودرو و خرابی کمتر استفاده‌شده است. یکی از بزرگ‌ترین معایب خودروهای هیبریدی باتری این خودروها هستند که باتری این خودرو باعث آتش‌سوزی، خالی کردن سریع باتری و داغ کردن سریع باتری که باعث خرابی موتور الکتریکی و سایر اجزای خودرو می‌شود. در این شبیه‌سازی، یک نوع خودرو هیبریدی در نرم‌افزار مدل‌سازی شد و مقدار فشار، نیرو و ولتاژی که به موتور الکتریکی از طرف باتری خودرو هیبریدی و همچنین مقدار نیروهای خروجی از باتری که به سایر اجزای خودرو وارد می‌شود را محاسبه گردید. این نتایج از طریق نرم‌افزار Amesim که خروجی‌ها را به‌صورت نمودار در اختیار ما قرار خواهد داد که می‌توان از طریق نمودار، نتایج را موردبررسی و مقایسه قرار گرفت. مهم‌ترین مزایای این نرم‌افزار از هزینه ساخت و اتفاقات بعد از ساخت جلوگیری خواهد کرد که باعث بهتر روند خودروسازی خواهد شد.

کلمات کلیدی: خودرو هیبریدی، شبیه‌سازی، باتری، نرم‌افزار Amesim، ولتاژ، مدل‌سازی.

AutoLibrary

AutoLibrary

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... یازده
فهرست شکل‌ها ..... چهارده
فهرست جدول‌ها ..... هفده
فهرست علائم و نمادها ..... هیجده
فصل اول: مقدمه ۱
۱-۱ پیشگفتار ۱
۱-۲ انواع خودروهای هیبرید ۱
۱-۳ استراتژی‌های کنترلی در خودروهای هیبرید برقی ۳
۱-۴ باتری خودروهای هیبرید ۵
۱-۵ ساختار باتری‌های هیبریدی ۵
۱-۶ انواع باتری‌های لیتیومی ۵
۱-۶-۱ باتری لیتیومی ۵
۱-۶-۲ باتری نیکل هیبرید فلز ۶
۱-۶-۳ باتری‌های سرب اسیدی ۶
۱-۶-۴ باتری‌های دیگر خودرو هیبرید ۶
۱-۶-۵ ابر خازن‌های هیبریدی ۷
۱-۷ عمر باتری خودرو هیبریدی ۷
۱-۸ عمر مفید باتری خودرو هیبرید ۷
۱-۸ عوامل مؤثر در عمر باتری خودروهای هیبریدی ۸
۱-۸-۱ تعداد دفعات شارژ و دشارژ باتری ۸
۱-۸-۲ هوای خیلی سرد یا گرم ۸
۱-۸-۳ داشتن گارانتی معتبر ۸
۱-۸-۴ شارژ مناسب ۸
۱-۸-۵ رانندگی منظم ۸
۱-۸-۶ باتری استفاده‌شده یا دست‌دوم ۹
۱-۸-۷ فن کمکی ۹
۱-۸-۸ نرم‌افزار ۹
۱-۹ مدل‌سازی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی ۹
۱-۸-۱ مدل‌سازی ۹
۱-۸-۲ شبیه‌سازی ۱۰
۱-۸-۳ بهینه‌سازی ۱۰
۱-۹ تفاوت شبیه‌سازی و مدل‌سازی ۱۰
۱-۱۰ هدف پایان‌نامه ۱۱

AutoLibrary

AutoLibrary

فصل دوم: مروری بر کارهای انجام‌شده ۱۵
۲-۱ مقدمه ۱۲
۲-۲ مروری بر پیشینه پژوهش ۱۲
۲-۳ جایگاه پژوهش حاضر ۲۳
فصل سوم: مدل‌سازی ۳۰
۳-۱ مقدمه ۲۴
۳-۲ شناخت نرم‌افزار Amesim ۲۴
۳-۳ نمونه مدل‌سازی در حلقه ۲۶
۳-۴ مدل‌سازی خودرو سوختی ۲۷
۳-۵ مدل‌سازی خودرو هیبریدی (مدل اصلی) ۲۷
۳-۶ اجزای اصلی خودرو در نرم‌افزار امیسیم ۲۹
۳-۶-۱ بلوک موتور سوختی ۲۹
۳-۶-۲ بلوک موتور الکتریکی ۳۱
۳-۶-۳ بلوک گیربکس خودرو هیبرید ۳۲
۳-۶-۴ بلوک باتری خودرو هیبریدی ۳۲
۳-۶-۵ بلوک راننده حالت گیربکس اتوماتیک ۳۳
۳-۶-۶ بلوک خودرو هیبرید با بار متغیر ۳۴
۳-۶-۷ بلوک ECU کنترل موتور سوختی ۳۵
۳-۶-۸ بلوک بار چرخشی ۳۶
۳-۶-۹ بلوک کنترل الکتریکی باتری ۳۶
۳-۶-۱۰ بلوک کنترل گیربکس اتوماتیک خودرو ۳۷
۳-۶-۱۱ بلوک کنترل خودرو هیبرید در نوع موازی ۳۷
۳-۷ جمع‌بندی ۳۹
فصل چهارم: ارائه و تحلیل نتایج ۴۹
۴-۱ مقدمه ۴۰
۴-۲ بررسی اثر پارامترها در شبیه‌سازی مدل‌های مختلف ۴۰
۴-۳ نتایج شبیه‌سازی باتری در حلقه ۴۱
۴-۳-۱ شبیه‌سازی در زمان ۱۰ ثانیه ۴۱
۴-۳-۲ شبیه‌سازی در زمان ۲۰۰۰۰ ثانیه ۴۳
۴-۳-۳ نتیجه شبیه‌سازی در حلقه ۴۵
۴-۴ نتایج شبیه‌سازی مدل خودرو هیبرید گیربکس دنده‌ای ۴۵
۴-۴-۱ شبیه‌سازی در زمان ۱۰ ثانیه ۴۵
۴-۴-۲ شبیه‌سازی در زمان ۶۶۰ ثانیه ۵۰
۴-۴-۳ نتیجه شبیه‌سازی در خودرو هیبرید گیربکس دنده‌ای ۵۴
۴-۵ نتایج شبیه‌سازی مدل خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک ۵۴
۴-۵-۱ شبیه‌سازی در زمان ۱۰ ثانیه ۵۴
۴-۵-۲ شبیه‌سازی در زمان ۶۶۰ ثانیه ۵۹
۴-۵-۳ نتیجه شبیه‌سازی در خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک ۶۴

AutoLibrary

AutoLibrary

۴-۶ نتایج شبیه‌سازی مدل خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک بر اساس کاتالوگ ۶۴
۴-۶-۱ شبیه‌سازی در زمان ۶۶۰ ثانیه ۶۴
۴-۶-۲ نتیجه شبیه‌سازی در خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک بر اساس کاتالوگ ۶۹
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهاد ۸۰
۵-۱ جمع‌بندی ۷۰
۵-۲ پیشنهادها ۷۰
مراجع ۷۱

AutoLibrary

AutoLibrary

فهرست شکل‌ها

عنوان — صفحه

شکل ۱- ۱- نشانگر مخزن سوخت و منبع برق خانگی در خودرو هیبرید [۱]..... ۳
شکل ۱- ۲- اجزای اصلی خودرو هیبرید [۲]..... ۳
شکل ۱- ۳- معرفی خودرو هیبرید به‌صورت موازی و سری [۲]..... ۴
شکل ۱- ۴- ساختار درونی باتری لیتیومی [۳]..... ۶

شکل ۲- ۱- نمونه شبیه‌ساز سخت‌افزار در حلقه..... ۱۳
شکل ۲- ۲- شبیه‌ساز سخت‌افزار در حلقه شبکه تا اجرا..... ۱۴
شکل ۲- ۳- نمونه شبیه‌سازی خودرو هیبرید در سیمولنیک متلب..... ۱۴
شکل ۲- ۴- نمونه شبیه‌سازی خودرو هیبرید..... ۱۵
شکل ۲- ۵- مدل شبیه‌سازی اتوبوس هیبریدی پیل سوختی و باتری..... ۱۸
شکل ۲- ۶- مدل شبیه‌سازی اتوبوس برقی..... ۱۹
شکل ۲- ۷- طرحی از یک مدل خودروی الکتریکی..... ۲۱
شکل ۲- ۸- نشان‌دهنده دیفرانسیل..... ۲۱

شکل ۳- ۱- چهار بخش اصلی نرم‌افزار امیسیم..... ۲۵
شکل ۳- ۲- سیلندر طراحی‌شده موتورسیکلت..... ۲۵
شکل ۳- ۳- نمونه مدل‌سازی در حلقه..... ۲۶
شکل ۳- ۴- مدل‌سازی خودرو سوختی..... ۲۷
شکل ۳- ۵- نمونه مثال خودرو هیبرید با گیربکس دنده‌ای..... ۲۸
شکل ۳- ۶- نمونه طراحی‌شده خودرو هیبرید با گیربکس اتوماتیک..... ۲۹
شکل ۳- ۷- موتور سوختی خودرو هیبرید..... ۳۰
شکل ۳- ۸- موتور الکتریکی خودرو هیبرید..... ۳۱
شکل ۳- ۹- گیربکس اتوماتیک خودرو هیبرید..... ۳۲
شکل ۳- ۱۰- باتری خودرو هیبریدی..... ۳۳
شکل ۳- ۱۱- راننده با گیربکس اتوماتیک..... ۳۴
شکل ۳- ۱۲- خودرو هیبریدی با بار متغیر..... ۳۵
شکل ۳- ۱۳- موتور سوختی ECU..... ۳۶
شکل ۳- ۱۴- بار چرخشی موتور سوختی..... ۳۶
شکل ۳- ۱۵- کنترل‌های الکتریکی باتری..... ۳۷
شکل ۳- ۱۶- کنترل گیربکس اتوماتیک خودرو..... ۳۷
شکل ۳- ۱۷- کنترل خودرو هیبرید در نوع موازی..... ۳۸

شکل ۴- ۱- نمودار مقاومت اهمی..... ۴۱

AutoLibrary

AutoLibrary

شکل ۴- ۲- نمودار افت ولتاژ مقاومت اهمی ۴۲
شکل ۴- ۳- نمودار از دست دادن مقاومت اهمی ۴۲
شکل ۴- ۴- نمودار مقاومت اهمی ۴۳
شکل ۴- ۵- نمودار افت ولتاژ مقاومت اهمی ۴۴
شکل ۴- ۶- نمودار از دست دادن مقاومت اهمی ۴۴
شکل ۴- ۷- نمودار کلی از دست دادن مقاومت اهمی ۴۵
شکل ۴- ۸- خروجی عدد شبیه‌سازی در باتری خودرو هیبرید دنده‌ای در ۱۰ ثانیه ۴۶
شکل ۴- ۹- نمودار ولتاژ باتری خودرو ۴۷
شکل ۴- ۱۰- نمودار ولتاژ مدارباز باتری خودرو ۴۷
شکل ۴- ۱۱- نمودار عمق تخلیه باتری خودرو ۴۸
شکل ۴- ۱۲- نمودار موقعیت خودرو ۴۸
شکل ۴- ۱۳- نمودار سرعت چرخشی خودرو ۴۹
شکل ۴- ۱۴- نمودار برق موتور الکتریکی خودرو ۴۹
شکل ۴- ۱۵- خروجی عدد شبیه‌سازی در باتری خودرو هیبرید دنده‌ای در ۶۶۰ ثانیه ۵۰
شکل ۴- ۱۶- نمودار ولتاژ باتری خودرو ۵۱
شکل ۴- ۱۷- نمودار ولتاژ مدارباز باتری خودرو ۵۱
شکل ۴- ۱۸- نمودار عمق تخلیه باتری خودرو ۵۲
شکل ۴- ۱۹- نمودار موقعیت خودرو ۵۲
شکل ۴- ۲۰- نمودار سرعت چرخشی خودرو ۵۳
شکل ۴- ۲۱- نمودار برق موتور الکتریکی خودرو ۵۳
شکل ۴- ۲۲- خروجی عدد شبیه‌سازی در باتری خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک در ۱۰ ثانیه ۵۵
شکل ۴- ۲۳- نمودار ولتاژ باتری خودرو ۵۶
شکل ۴- ۲۴- نمودار ولتاژ مدارباز باتری خودرو ۵۶
شکل ۴- ۲۵- نمودار عمق تخلیه باتری خودرو ۵۷
شکل ۴- ۲۶- نمودار سرعت چرخشی خودرو ۵۷
شکل ۴- ۲۷- نمودار برق موتور الکتریکی خودرو ۵۸
شکل ۴- ۲۸- نمودار موقعیت خودرو ۵۸
شکل ۴- ۲۹- خروجی عدد شبیه‌سازی در باتری خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک در ۶۶۰ ثانیه ۶۰
شکل ۴- ۳۰- نمودار ولتاژ باتری خودرو ۶۱
شکل ۴- ۳۱- نمودار ولتاژ مدارباز باتری خودرو ۶۱
شکل ۴- ۳۲- نمودار عمق تخلیه باتری خودرو ۶۲
شکل ۴- ۳۳- نمودار سرعت چرخشی خودرو ۶۲
شکل ۴- ۳۴- نمودار برق موتور الکتریکی خودرو ۶۳
شکل ۴- ۳۵- نمودار موقعیت خودرو ۶۳
شکل ۴- ۳۶- نمودار فشار هوای محیط ۶۵

AutoLibrary

AutoLibrary

شکل ۴- ۳۷- نمودار سرعت خودرو..... ۶۵
شکل ۴- ۳۸- نمودار سرعت موتور سوختی..... ۶۶
شکل ۴- ۳۹- نمودار ورودی ولتاژ به باتری..... ۶۶
شکل ۴- ۴۰- نمودار ورودی ولتاژ به موتور الکتریکی..... ۶۷
شکل ۴- ۴۱- نمودار گشتاور موتور الکتریکی..... ۶۷
شکل ۴- ۴۲- نمودار سرعت چرخشی موتور الکتریکی..... ۶۸
شکل ۴- ۴۳- نمودار برق موتور الکتریکی..... ۶۸
شکل ۴- ۴۴- نمودار موقعیت خودرو..... ۶۹

AutoLibrary

AutoLibrary

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه
جدول ۳- ۱- بلوک‌های اجزای خودرو ۳۸
جدول ۴- ۱- نمونه کاتالوگ تویوتا پریوس هیبرید [۲۴] ٦٤

AutoLibrary

AutoLibrary

فهرست علائم و نمادها

نمادهای لاتین

C_p	ظرفیت گرمایی ویژه، $J/kg.K$
D	قطر لوله، m
d	قطر ذره، nm
L	طول لوله، m
M	وزن مولکولی
$\dot{m}$	دبی جرمی، kg/s
N	عدد آووگادرو
Nu	عدد ناسلت
P	فشار، Pa
Pe	عدد پکلت

علائم یونانی

α	ضریب پخش حرارت، m^2/s
β	کسری از حجم سیال که با ذره جابه‌جا می‌شود
μ	ویسکوزیته دینامیکی، $Pa.s$

زیرنویس

av	متوسط
b	بالک

AutoLibrary

AutoLibrary

فصل اول

مقدمه

۱-۱ پیشگفتار

آلودگی شهرهای بزرگ، سال‌هاست که به یک مسئله حاد تبدیل‌شده است. تحقیقات کارشناسی نشان می‌دهد که علت اصلی آلودگی شهرها خودروهایی با موتور احتراقی داخلی هستند. خودروهای احتراقی معایب فراوانی دارند که می‌توان به مواردی چون وابستگی به یک نوع انرژی خاص مانند نفت، تولید گازهای گلخانه‌ای، تولید گازهای سمی و تولید آلودگی صوتی، راندمان پایین سیستم و درنتیجه اتلاف انرژی اشاره نمود. باتوجه‌به موارد فوق خودروهای برقی از دهه ۱۸۹۰ مطرح شد و تا دهه ۱۹۳۰ پرطرفدار بوده‌اند. با پیشرفت خودروهای احتراقی، خودروهای برقی کم‌کم فراموشی سپرده شدند تا اینکه در سال ۱۹۶۰ به بعد مجدداً با توجه به مشکلات خودروهای احتراقی، محققین به فکر چاره افتادند و تحقیقات مختلفی را در مورد خودروهای برقی آغاز نموده‌اند. خودروهای هیبرید برقی نوع تعمیم‌یافته خودروهای برقی خالص می‌باشند که معایب خودروهای برقی خالص تا حدودی در آن‌ها برطرف گردیده است. در حقیقت این خودروها حد واسطی بین خودروهای متداول با موتور احتراقی و خودروهای برقی خالص می‌باشند. استفاده از موتور الکتریکی باراندمان بالا، امکان بازیابی انرژی و قابلیت جابجایی نقطه کار موتور احتراقی به نواحی باراندمان بهینه، کاهش آلودگی و افزایش راندمان کلی این خودروها را فراهم ساخته است.

۱-۲ انواع خودروهای هیبرید

به‌طورکلی یک خودروی هیبرید از یک سیستم ذخیره‌ساز انرژی، یک واحد تولید قدرت و یک سیستم انتقال تشکیل‌شده است. موتورهای احتراقی داخل جرقه زن، موتورهای تزریق مستقیم احتراقی، توربین‌های

AutoLibrary

AutoLibrary

گازی و پیل سوختی می‌توانند به‌عنوان واحد تولید قدرت ایفای نقش کنند که با ترکیب مختلف آن‌ها و استفاده از یک موتور الکتریکی می‌توان نیروی محرکه رانشی خودرو را فراهم نمود.

برای واحد ذخیره انرژی می‌توان فلای ویل، خازن‌ها، باتری‌ها را مدنظر داشت؛ اما در میان این انتخاب‌ها باتری‌ها بیشترین کاربرد رادارند. سیستم انتقال متشکل از ادوات مکانیکی جعبه‌دنده، چرخ‌دنده‌ها، دیفرانسیل، کلاچ و... است. باتوجه‌به ساختار کنترلی و روش اتصال اجزاء به یکدیگر خودروهای هیبرید به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- خودروهای هیبرید سری[1]

۲- خودروهای هیبرید موازی[2]

۳- خودروهای هیبرید ترکیبی (سری – موازی)[3]

در خودروهای سری موتور الکتریکی محرک اصلی رانشی است. درواقع مجموعه باتری‌ها، موتور الکتریکی با توان نسبتاً بالا را تغذیه می‌کنند. در شرایطی که حالت شارژ باتری از کمترین مقدار مجاز کاهش پیدا کند در این موقع موتور احتراقی شروع بکار کرده و با چرخاندن ژنراتور باعث شارژ شدن باتری‌ها می‌شود. طبیعی است که این عمل باعث افزایش محدوده رانشی خودرو می‌گردد.

در نوع موازی، خودرو علاوه بر محرکه رانشی الکتریکی (موتور الکتریکی) از موتور احتراقی نیز سود می‌برد. در این نوع، موتور الکتریکی در حالتی که خودرو در مد احتراقی تنها کار می‌کند در نقش یک ژنراتور باعث شارژ شدن باتری‌ها خواهد شد.

بسته به نوع استراتژی کنترلی ممکن است در ابتدای امر، موتور الکتریکی شروع بکار نموده (در سرعت‌های پائین) و بعد موتور احتراقی وارد سیستم خواهد شد (در سرعت‌های بالا).

خودروهای هیبرید ترکیبی درواقع ترکیبی از دو سیستم سری - موازی است. مؤلفه‌های سیستم رانشی در خودروهای هیبرید ترکیبی عبارت‌اند از:

۱) دو منبع تولید توان، یک موتور احتراقی به همراه یک موتور ترکشن جهت ایجاد نیروی محرکه و بازیابی انرژی.

۲) سیستم انتقال متغیر پیوسته،CVT

۳) یک کلاچ الکترومغناطیسی برای سیستم انتقال توزیع

۴) یک موتور الکتریکی کوچک برای تولید انرژی الکتریکی و استارت موتور احتراقی

۵) باتری‌ها

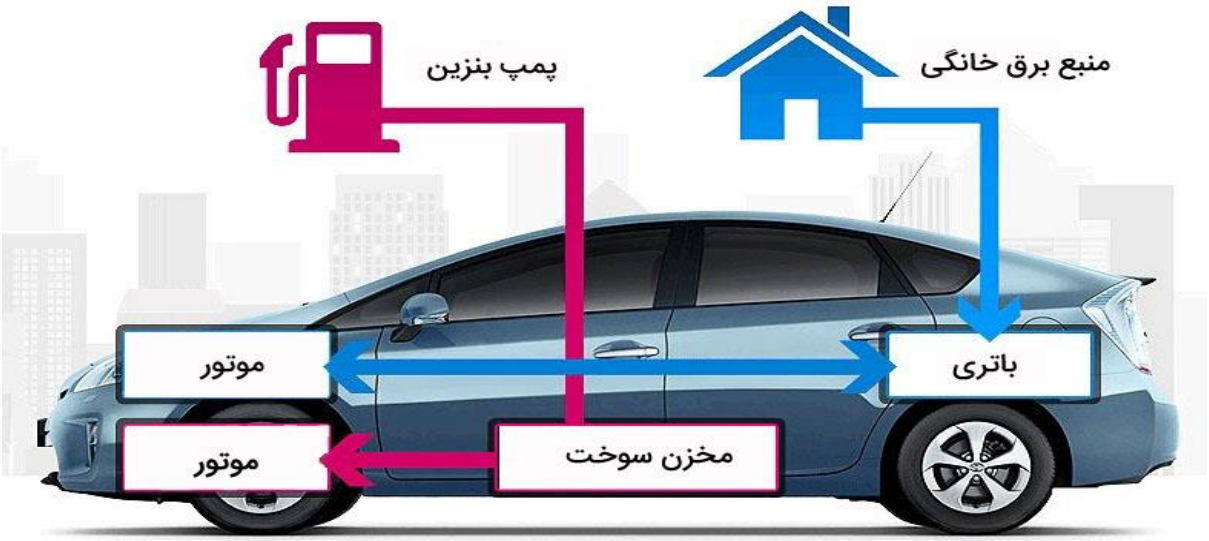
نحوه ارتباط اجزاء این سیستم در حالت‌های مختلف حرکتی، توسط واحدهای کنترل‌کننده صورت می‌پذیرد. دو نکته‌ای که می‌بایست در مورد خودروهای برقی هیبرید موردتوجه قرار گیرد یکی مسئله بازیابی انرژی درروند کاهش سرعت و ترمز توسط موتور الکتریکی است که می‌تواند به‌نوعی باعث بهبود در مصرف انرژی شود و نکته دوم عدم آلایندگی به خاطر عدم مصرف سوخت در شرایط توقف است این حالت که ناشی از مسئله ترافیک شهری است باعث شده که خودرو به‌صورت الکتریکی کار کند و درنتیجه باعث کاهش آلودگی شود.

---

[1]. Series Hybrid
[2]. Parallel Hybrid
[3]. Series-Parallel Hybrid

AutoLibrary

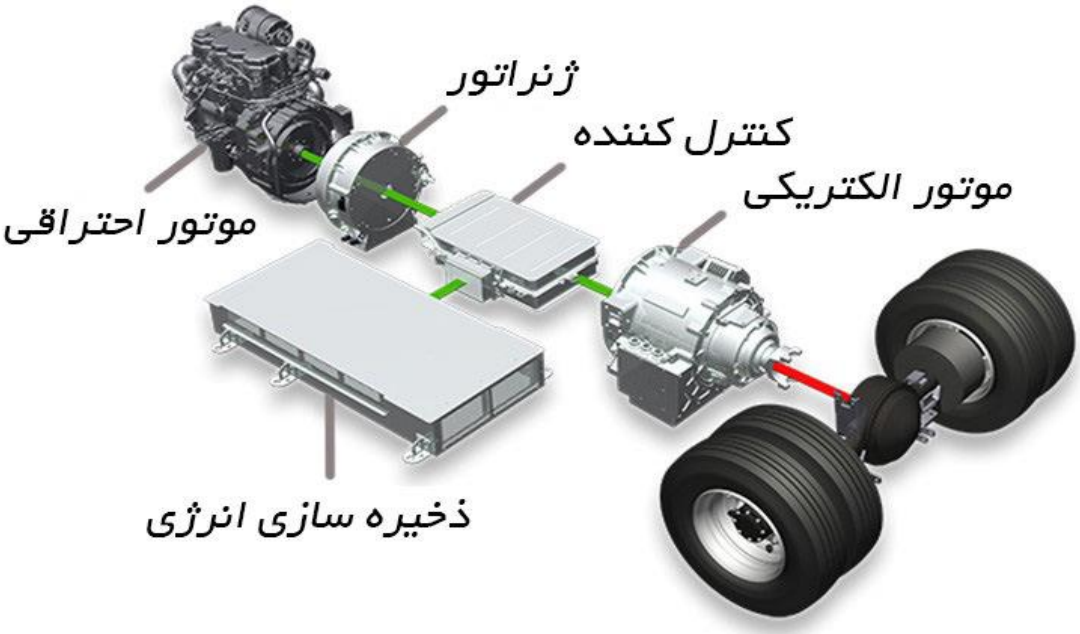
AutoLibrary



شکل ۱- ۱- نشانگر مخزن سوخت و منبع برق خانگی در خودرو هیبرید [۱]

۱-۳ استراتژی‌های کنترلی در خودروهای هیبرید برقی

تاکنون استراتژی‌های کنترلی مختلفی برای مدیریت بهینه انرژی در خودروهای هیبرید برقی ارائه‌شده است. استراتژی‌های کنترلی یا مدیریت انرژی برای خودروهای هیبرید برقی اساساً برای برآورده کردن چندین هدف هم‌زمان بکار می‌روند. نخستین هدف معمولاً مینیمم کردن مصرف سوخت است و همچنین تلاش برای کاهش آلودگی و برآورده کردن قابلیت رانشی خودرو از اهداف اصلی است.

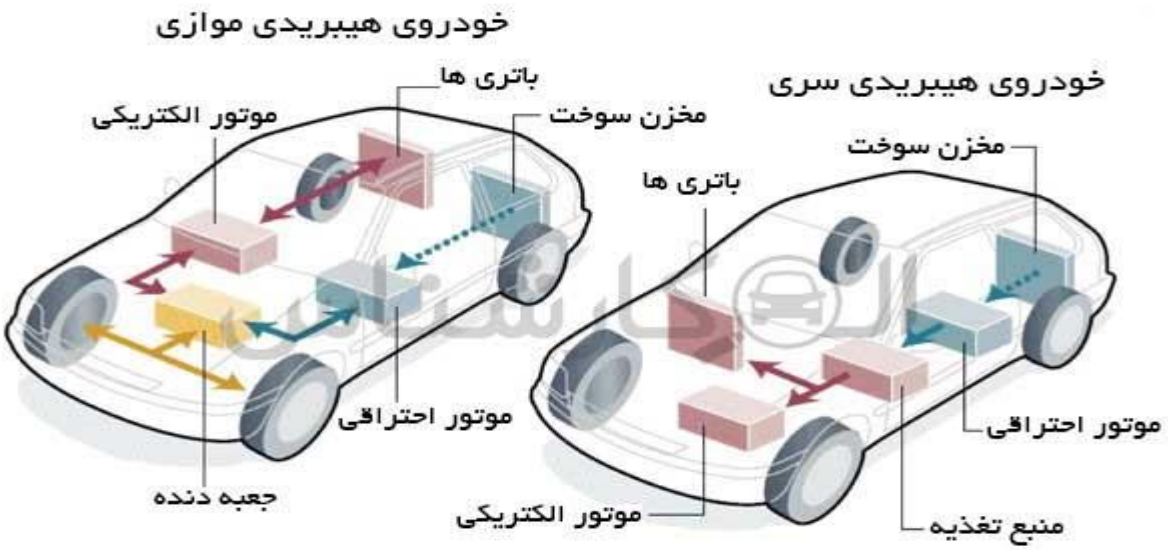


شکل ۱- ۲- اجزای اصلی خودرو هیبرید [۲]

AutoLibrary

AutoLibrary

یکی از مشخصه‌های مهم استراتژی کنترل، این است که اهداف کنترلی بیشتر به‌صورت انتگرالی هستند (مصرف سوخت و آلودگی در هر مایل مسیر) یا به‌صورت شبه محلی در زمان هستند (قابلیت رانشی در هر بازه زمانی). درحالی‌که عملکردهای کنترلی به‌صورت محلی در زمان هستند. علاوه بر این اهداف کنترلی اغلب تحت قیدهای انتگرالی، نظیر نگه‌داشتن حالت باتری‌های در محدوده مطلوب، هستند. طبیعت کلی همه اهداف و قید می‌تواند منجر به تکنیک‌های بهینه‌سازی کلی گردد؛ زیرا که آینده در یک شرایط حرکت واقعی نامشخص هست. برای این منظور بعضی از روش‌های وجود دارد که بر اساس نتایج حاصل از بهینه کلی روی یک سیکل از پیش تعیین‌شده، استراتژی کنترل را بنا می‌نهند. ولی این روش‌ها به‌طور مستقیم منجر به پیاده‌سازی عملی نمی‌شوند، زیرا مسئله اصلی با معیار بهینه‌سازی کلی این است که کل برنامه رانشی باید از پیش تعیین‌شده باشد و در حالت استراتژی کنترل زمان واقعی به‌آسانی پیاده‌سازی نمی‌شود. باتوجه‌به پیچیدگی سیستم محرکه رانشی خودرو هیبرید برقی به بررسی یک استراتژی کنترل سلسله‌مراتبی برای خودرو هیبرید برقی پرداخته‌شده است.



شکل ۱- ۳- معرفی خودرو هیبرید به‌صورت موازی و سری [۲]

باتوجه‌به پیچیدگی خودرو هیبرید برقی تاکنون روش‌ها و الگوریتم‌های کنترلی متفاوتی برای کنترل آن بکار رفته است. در دسته‌بندی کلی می‌توان استراتژی‌های کنترلی در خودروهای هیبرید برقی به پنج دسته تقسیم کرد:

- استراتژی کنترلی تجربی

این روش بر پایه نتایج به‌دست‌آمده از اطلاعات تجربی، آزمایشگاهی و بر اساس مدل‌های استاتیکی سیستم است. در این روش مدهای عملکرد سیستم خودرو هیبرید قابل‌شناسایی بوده و می‌توان به‌آسانی این روش را در عمل پیاده‌سازی کرد.

- استراتژی کنترل مبتنی بر بهینه‌سازی استاتیکی

AutoLibrary

AutoLibrary

در این روش از فرض‌های استاتیکی و شبه استاتیکی برای مدل‌سازی استفاده و بـا اسـتفاده از نقشه‌های بازده موتور احتراقی و سایر زیر سیستم‌های نیرو محرک رانشی خودرو، استراتژی کنترل بنـا می‌شود.

- استراتژی کنترلی مبتنی بر کنترل بهینه

این روش مبتنی بر طبیعت دینامیکی و شبه استاتیکی زیر سیستم‌ها بوده و بر پایه روش‌های برنامه‌ریزی دینامیکی و تئوری کنترل بهینه استوار است.

- استراتژی کنترل مبتنی بر کنترل دینامیکی

این روش‌ها بر پایه معادلات حالت سیستم دینامیکی خودرو هیبرید برقی بنانهاده شده است و از روش‌های تئوری لیاپانوف[1]، کنترل تطبیقی و... برای تحلیل پایداری سیستم استفاده می‌شود.

- استراتژی کنترل مبتنی بر روش‌های هوشمند

مانند الگوریتم ژنتیک، کنترل فازی، شبکه عصبی و... استفاده شود.

۱-۴ باتری خودروهای هیبرید

در یک خودرو هیبریدی دو موتور وجود دارد یک موتور الکتریکی و یک موتور معمولی، درحالی‌که موتور معمولی جهت کار با سوختی؛ مانند دیزل و یا بنزین طراحی‌شده است و موتور الکتریکی آن صرفاً با یک باتری هیبریدی رانده می‌شود.

۱-۵ ساختار باتری‌های هیبریدی

اصولاً باتری خودروهای هیبریدی یا از نیکل متال هیبرید و یا از لیتیوم یون تشکیل‌شده است. هر دو مدل این باتری توانایی خوبی در نگهداری شارژ و انتقال نیرو در خودروهای هیبریدی از خود نشان داده‌اند. باتری‌های خودرو هیبریدی تقریباً شبیه به دیگر باتری‌های قابل شارژ است؛ اما تنها تفاوتی که دارد یک باتری خودرو هیبریدی باید بتواند توانایی حرکت دادن یک خودرو را با پنج ظرفیت داشته باشد. باتری‌های هیبریدی دارای دوتیغه هستند تیغه‌ای منفی و تیغه‌ای مثبت، تیغه‌ی منفی از جنس آلیاژ کلسیم و تیغه مثبت از جنس آلیاژ آنتیموان ساخته‌شده است. باتری‌های هیبریدی مقابل تنش‌های مکانیکی مقاومت بالایی دارند.

۱-۶ انواع باتری‌های لیتیومی

۱-۶-۱ باتری لیتیومی

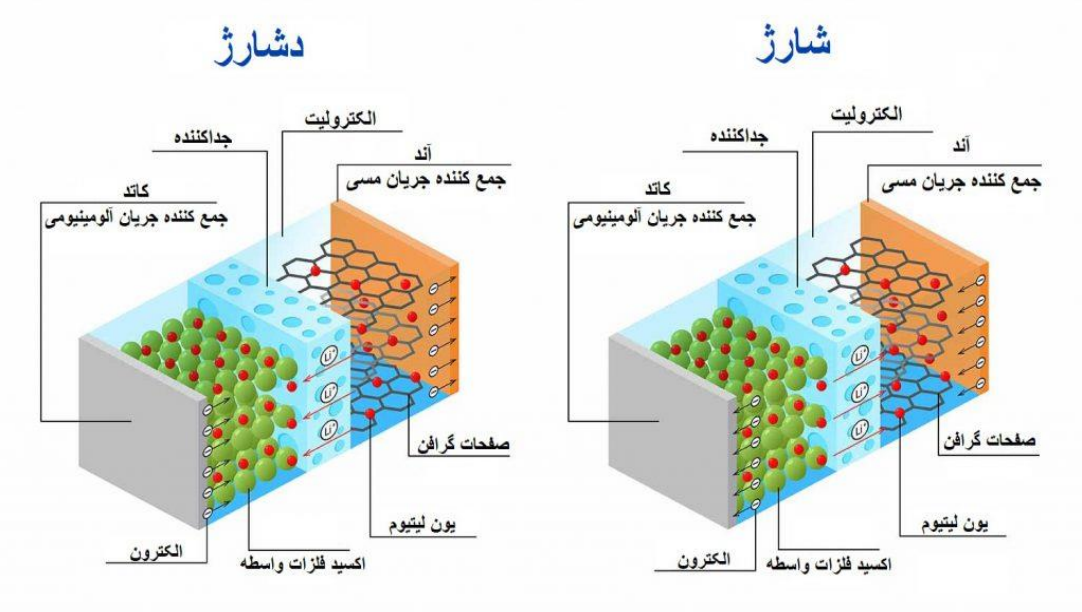
باتری‌های لیتیومی، اولین و مشهورترین باتری‌های لیتیوم، اولین و مشهورترین نوع باتری‌ها در سراسر دنیاست. اسم این نوع از باتری‌ها را در تلفن‌های همراه، لپ‌تاپ‌ها و خیلی دیگر از وسایل مورداستفاده در زندگی روزمره خودداریم. باتری لیتیوم یون همچنین در خودروهای هیبریدی نیز استفاده می‌شود. این نوع از باتری‌ها قابل شارژ است و در هنگام شارژ جای الکترود مثبت و منفی جابه‌جاشده و عمل شارژ انجام می‌شود. باتری‌های

[1]. Alexandar Lyapanov

AutoLibrary

AutoLibrary

لیتیوم، اولین و مشهورترین نوع باتری‌ها در سراسر دنیاست. این نوع از باتری‌ها در اکثر خودروهای هیبریدی و تمامی وسایل نقلیه الکتریکی کاربرد دارد.



شکل ۱- ۴- ساختار درونی باتری لیتیومی [۳]

۱-۶-۲ باتری نیکل هیبرید فلز

این نوع از باتری‌ها شباهت بسیار زیادی با باتری‌های نیکل و کادمیم دارند. این باتری‌ها در مقایسه با باتری‌های نیکل و کادمیم ظرفیت بیشتری دارند و می‌توانند مقدار بیشتری انرژی را در خود ذخیره کنند. این باتری‌ها نسبت به باتری‌های سرب اسید، دارای طول عمر بیشتر هستند و اکثر در خودروهای تمام الکتریکی کاربرد دارند.

۱-۶-۳ باتری‌های سرب اسیدی

باتری‌های سرب اسید به دلیل داشتن قدرت بالا، هزینه کم، سلامت و ایمنی گزینه مناسبی برای تولید خودروهای هیبریدی هستند. البته از ذخیره کم انرژی نسبت به وزن این باتری‌ها صرف‌نظر نکنید. عملکرد این باتری‌ها در دمای پایین بسیار ضعیف بوده و دوره عمر کوتاهی نیز دارند که باعث عدم استفاده از آن‌ها می‌شود.

۱-۶-۴ باتری‌های دیگر خودرو هیبرید

انواع مختلفی از باتری‌ها وجود دارد که در ساخت خودروها می‌توانستند مورداستفاده قرار بگیرند؛ اما هیچ‌یک از آن‌ها به دلایل مختلف مورداستفاده قرار نگرفتند. باتری‌های کبالت اکسید برای مثال به دلیل حرارت بیش‌ازحد و هزینه تولید بسیار بالا در صنعت خودروسازی مورداستفاده قرار نگرفته است؛ ولی در عوض از توانایی ذخیره انرژی این باتری‌ها نباید صرف‌نظر کرد. در مقابل این نوع باتری‌ها، باتری‌های آهن فسفات حضور دارند که در مورد هزینه ساخت از باتری‌های کبالت اکسید به‌صرفه‌تر هستند و حتی بیشترین پایداری رادارند؛

AutoLibrary

AutoLibrary

ولی این باتری‌ها به دلیل کار در ولتاژهای پایین، برای صنعت ماشین‌سازی مقرون‌به‌صرفه نیستند و نمی‌توان از آن‌ها برای تأمین انرژی خودروها استفاده کرد. باتری‌های دیگری که درحال‌توسعه است باتری لیتیوم هوا است، این باتری‌ها با شیوه اکسیدشده لیتیوم در آند و کاهش اکسیژن در کاتد کار می‌کنند و امکان ذخیره انرژی بسیار زیادی دارند؛ ولی فعلاً در نمونه‌های اولیه به سر می‌برد و در حال گسترش است.

۱-۶-۵ ابر خازن‌های هیبریدی

ابر خازن‌ها یا خازن‌های الکتریکی دولایه، خازن‌هایی هستند که از دو صفحه فلزی تشکیل‌شده‌اند که با دی‌الکتریک‌های مختلفی چون کربن پرشده‌اند. وجود این دی‌الکتریک‌ها و متخلخل‌ها باعث ایجاد مساحت بیشتری برای ذخیره انرژی می‌شود و فرایند ذخیره متوسط مایع قطبی شده بین الکترود و یک الکترولیت صورت می‌گیرد. این خازن‌ها نسبت به خازن‌های معمولی از ظرفیت بالاتری برخوردار است؛ ولی ولتاژ شکست آن‌ها بسیار پایین است. این خازن‌ها می‌توانند انرژی اضافی را در هنگام شتاب گرفتن خودرو هیبریدی فراهم کند و سیستم ترمز خودرو را بهبود ببخشد.

۱-۷ عمر باتری خودرو هیبریدی

طول عمر باتری‌های خودروهای هیبریدی معمولاً متفاوت است و هر کمپانی تولیدکننده این‌گونه خودروها می‌کوشند که باتری‌های با طول عمر بیشتر و شارژ دهی بیشتر ارائه دهند. معمولاً طول عمر هر مجموعه باتری خودرو هیبریدی بین ۸ تا ۱۰ سال است که توانایی طی مسافت به میزان ۱۲۰ هزارتا ۱۶۰ هزار کیلومتر را دارا است. پس با این حساب باتوجه‌به این مورد که از زمان ورود این خودروها به خیابان‌ها مدت زیادی نمی‌گذرد، نباید چندان نگران هزینه تعویض باتری خودرو هیبریدی خود باشیم. اتومبیل‌های هیبریدی در یک دهه گذشته محبوبیت زیادی پیداکرده‌اند و پیش‌بینی‌شده در سال‌های آینده این استقبال ادامه داشته باشد.

۱-۸ عمر مفید باتری خودرو هیبرید

درحالی‌که صد هزار مایل ممکن است خیلی زیاد به نظر نرسد، ازآنجاکه اکثر رانندگان قصد دارند خودروهای خود را برای همیشه نگه‌دارند، برای رسیدن به آن نقطه عطف درواقع مدت‌زمان طولانی باید طی شود. برای رسیدن به این حدنصاب، یک ماشین به‌طور متوسط باید ۲۰،۰۰۰ مایل (۳۲۱۰۰۰ کیلومتر) در سال به مدت ۵ سال استفاده شود، بااین‌حال میانگین مسافت پیموده شده سالانه برای اکثر رانندگان نزدیک به ۱۰۰۰۰ مایل (۱۶۱۰۰۰۰ کیلومتر) در سال است؛ بنابراین چنین چیزی اتفاق بیافتد، بسته به اینکه به زمان و چگونگی رانندگی کردن با ماشین باید یک باتری ماشین هیبریدی حدود ۸ تا ۱۰ سال دوام بیاورد. دلیل اینکه باتری‌های ماشین هیبریدی عمر طولانی دارند، برخلاف باتری‌های تلفن همراه و لپ‌تاپ، به دلیل اندازه‌ی آن‌ها نیستند و در اندازه‌های بزرگ‌تری هستند. باتری اتومبیل هیبریدی معمولاً تنها ۸۰٪ شارژ می‌شود وقتی‌که نشان می‌دهد کامل است، زمانی که این باتری‌ها تا ۲۰ درصد شارژ دارند خالی نشان می‌دهند. این کمبود شارژ باتری هیبریدی درواقع عمر آن را طولانی می‌کند، برخلاف تلفن‌ها و لپ‌تاپ‌های وفادار ما که دوست داریم همه آن‌ها را بیش‌ازحد شارژ کنیم.

AutoLibrary

AutoLibrary

۱-۸ عوامل مؤثر در عمر باتری خودروهای هیبریدی

۱-۸-۱ تعداد دفعات شارژ و دشارژ باتری

اگرچه باتری‌های هیبریدی قابل شارژ هستند، اما آن‌ها برای همیشه کار نمی‌کنند. زمانی فرامی‌رسد که این باتری‌ها مانند هر باتری قابل شارژ دیگر، شارژ خود را به شکل کامل از دست می‌دهند یا دچار تخلیه شارژ تدریجی می‌شوند. این بدان معناست که هرچه شارژ مجدد باتری بیشتر باشد، با تمام شدن شارژ آن این مسئله زودتر اتفاق می‌افتد؛ بنابراین در اصل، شما باید زمان رانندگی خود را تا حد ممکن محدود کنید تا عمر باتری طولانی شود. به‌این‌ترتیب، لازم نیست آن را دوباره شارژ کنید.

۱-۸-۲ هوای خیلی سرد یا گرم

درحالی‌که اکثر اتومبیل‌های هیبریدی دارای کنترل دمای باتری مؤثر هستند، هوای بسیار سرد یا بسیار گرم می‌تواند طول عمر باتری هیبریدی را کاهش دهد. بسیاری از دارندگان خودروهای هیبریدی با کاهش ۳۰ درصدی دامنه در روزهای بسیار سرد زمستان روبرو هستند. البته این مسئله هنوز به اثبات نرسیده است که هوای بسیار گرم نیز می‌تواند به باتری‌های هیبریدی آسیب برساند. اگرچه دامنه رانندگی معمولاً در ماه‌های گرم سال بهتر است، مشکلاتی می‌تواند برای باتری در اثر هوای گرم رخ دهد اما تا آمدن زمستان قابل‌توجه نیست.

۱-۸-۳ داشتن گارانتی معتبر

اگر هنگام خرید وسیله نقلیه خود بر روی باتری ماشین هیبریدی گارانتی وجود داشته باشد، احتمالاً این‌یک باتری باکیفیت است که برای مدت طولانی دوام خواهد داشت. هرچه گارانتی طولانی‌تر باشد، شاخص باتری با ماندگاری بهتر خواهد بود.

۱-۸-۴ شارژ مناسب

بسیاری از مردم این موضوع را درک نمی‌کنند که اگر همیشه باتری خود را به‌صورت دائم ۱۰۰٪ شارژ کنید، با شروع مصرف، باطری سریع‌تر تخلیه می‌شود و اگر راننده‌ای هستید که اجازه می‌دهد قبل از شارژ مجدد، میزان باتری آن‌ها به کمتر از ۲۰٪ برسد، این باعث می‌شود باتری نیز خراب شود. تولیدکنندگان باتری توصیه می‌کنند سطح شارژ باتری رابین ۲۰ تا ۸۰ درصد نگه‌دارید.

۱-۸-۵ رانندگی منظم

اگر شما جزو آن دسته از رانندگان هستید که عادت دارید در هر فرصتی پیاده شده یا پدال را تحت‌فشار قرار دهید می‌توانید باتری ماشین هیبریدی خود را خیلی سریع خراب کنید. تحقیقات نشان داده که رانندگی محافظه‌کارانه باعث طول عمر باتری هیبریدی می‌شود.

AutoLibrary

AutoLibrary

۱-۸-۶ باتری استفاده‌شده یا دست‌دوم

در صورت خرید خودروی هیبریدی دست‌دوم یا تعویض باتری فعلی خود با یک باتری استفاده‌شده، بسیار مراقب باشید. طول عمر متوسط برای باتری استفاده‌شده احتمالاً در مقایسه با طول عمر باتری جدید بیشتر از نصف کاهش می‌یابد. از این گذشته، شما نمی‌دانید باتری استفاده‌شده از کجا آمده است یا قبل از فروش به شما چه مقدار استفاده‌شده است. بنابراین، قبل از خرید باتری استفاده‌شده این نکته را در نظر داشته باشید.

۱-۸-۷ فن کمکی

باتری هنگامی‌که بیش‌ازحد گرم نشود طولانی‌تر می‌شود. سیستم فن‌های کمکی باتری‌های هیبریدی را خنک نگه می‌دارد. فن خنک‌کننده مایعی که برای باتری‌های هیبرید استفاده می‌شود را خنک نگه می‌دارد؛ بنابراین باتری‌ها هم از این خنکی رضایت بیشتر و عمر بیشتری دارند.

۱-۸-۸ نرم‌افزار

اتومبیل‌های هیبریدی مجهز به عملکردی هستند که مانع از مصرف بیشتر باتری در هنگام برخورد با شارژ در ۸۰٪ از ظرفیت کامل آن می‌شوند که شبیه آن را در سیستم مدیریت باتری که درگوشی‌های هوشمند وجود دارد را دیده‌اید. همین ویژگی نشان می‌دهد که باتری در هنگام خاموش شدن شارژ تقریباً ۲۰٪ خالی است. این‌یک تخمین تقریبی است زیرا خودروسازان اطلاعات دقیقی را بیان نکرده‌اند. بنابراین، خودروسازان با استفاده کم از انرژی خود از عمر طولانی باتری‌های هیبریدی تضمین می‌دهند.

۱-۹ مدل‌سازی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی

مدل‌سازی[۱]، شبیه‌سازی[۲] و بهینه‌سازی[۳] از کاربردهای مرتبط با سیستم‌های کامپیوتری هستند که امروزه در علوم و مهندسی نقش مهمی دارند که به مهندسان کمک می‌کنند تا هزینه و زمان مصرف‌شده برای تحقیق را کاهش دهند. از طرف دیگر سهولت آموزش نیز از مزایای دیگر این سه ابزار برای افراد عادی هست.

۱-۸-۱ مدل‌سازی

مدل‌سازی یک مدل را ایجاد می‌کند که نشان‌دهنده یکشی یا سیستم با تمام یا زیرمجموعه‌ای از خواص آن است. یک مدل ممکن است دقیقاً همانند سیستم اصلی باشد یا حتی به‌صورت تقریبی آن را تقریب بزند. به‌عنوان‌مثال، یک مدل کامپیوتری از یک کشتی ممکن است تجسم سه‌بعدی، کشتی را فراهم کند تا کاربر بتواند چرخش و زوم نماید تا به‌صورت واضح ابعاد کشتی را به دست آورد. به‌عنوان‌مثال دیگر، یک مدل ریاضی چیزی متفاوت از یک مدل سه‌بعدی است. یک مدل ریاضی یک سیستم با معادلات را توصیف می‌نماید. مدل‌سازی می‌تواند هزینه یک فرایند را کاهش دهد و پیشرفت آن را سریع‌تر نماید. به‌عنوان‌مثال، هنگامی‌که

[1] Modeling
[2] Simulation
[3] Optimization

AutoLibrary

AutoLibrary

شما نیاز به ساخت یک کشتی دارید، می‌توانید چند مدل از آن را ایجاد کرده و بهترین راه‌حل را بیابید. این در مدل‌سازی به‌هیچ‌وجه امکان‌پذیر نیست؛ زیرا شما نمی‌توانید چندین کشتی را بسازید و واقعیت را انتخاب کنید؛ بنابراین طراحان حاضر می‌توانند طراحی خود را بهینه‌سازی کنند.

۱-۸-۲ شبیه‌سازی

شبیه‌سازی یک روش مطالعه و تحلیل رفتار یک دنیای واقعی یا یک سیستم تخیلی با تقلید از یک برنامه کامپیوتری است. یک شبیه‌سازی بر روی یک مدل ریاضی است که سیستم را توصیف می‌کند. در یک شبیه‌سازی، یک یا چند متغیر، تغییر کرده و تغییرات در متغیرهای دیگر مشاهده می‌شود. شبیه‌سازی‌ها کاربران را قادر به‌پیش بینی رفتار سیستم دنیای واقعی می‌کند. به‌عنوان‌مثال، رفتار یک کشتی را می‌توان با استفاده از یک مدل ریاضی شبیه‌سازی‌شده به دست آورد. سپس کاربران می‌توانند متغیرهایی مانند سرعت، وزن و ثبات کشتی را تغییر دهند. شبیه‌سازی نیز برای آموزش افراد برای فعالیت‌های خاص و واکنش به موقعیت‌های غیرمنتظره استفاده می‌شود. شبیه‌سازهای خودرو و پرواز، رانندگان و خلبانان آموزش نمونه‌هایی از این شبیه-سازی‌ها هستند. شبیه‌سازی‌ها به طراحان کمک می‌کنند تا سیستم‌های خود را با تغییرات لازم و به دست آوردن نتایج خوب بهینه‌سازی کنند. آن‌ها می‌توانند در هنگام تغییر خواص در محیط مجازی تلاش کنند تا پول و زمان بتوانند ذخیره شوند. کاربران می‌توانند شبیه‌سازی را سریع‌تر یا سریع‌تر از دنیای واقعی اجرا کنند و این ممکن است برای کشف جزئیات بیشتر کمک کند.

۱-۸-۳ بهینه‌سازی

تقلید یک‌چیز واقعی یا وضعیت اجتماعی یا یک فرایند است و معمولاً متضمن وانمانی دادن شماری از ویژگی‌ها یا رفتارهای کلیدی در یک سامانه فیزیکی یا انتزاعی است.

۱-۹ تفاوت شبیه‌سازی و مدل‌سازی

هر دو مدل‌سازی و شبیه‌سازی کامپیوتر برنامه‌های کامپیوتری هستند که یک سیستم دنیای واقعی یا خیالی را نشان می‌دهند. هر دو مدل‌سازی و شبیه‌سازی کامپیوتر به طراحان کمک می‌کند تا زمان و پول صرفه‌جویی کنند. یک شبیه‌سازی در حال تغییر یک یا چند متغیر از یک مدل و مشاهده تغییرات حاصل‌شده است. اگرچه یک مدل همیشه سعی در ارائه سیستم واقعی دارد، شبیه‌سازی است سعی کند نتایج را با انجام تغییرات غیرممکن در دنیای واقعی دنبال کند. مدل را می‌توان به‌عنوان یک استاتیک در نظر گرفت و یک شبیه‌سازی می‌تواند به‌عنوان پویا در نظر گرفته شود؛ زیرا متغیرهای شبیه‌سازی همیشه تغییر می‌کنند. مدل‌سازی به معادلات ریاضی می‌پردازد، تکثیر رفتار یا پاسخ یک سیستم یا فرایند دنیای واقعی به سناریوهای مختلف ورودی، ما نمی‌توانیم یک سیستم تست در مقیاس بزرگ واقعی را آزمایش کنیم تا پاسخ آن را برای ورودی‌ها و اختلالات مختلف ببینیم. این را می‌توان در یک مدل انجام داد شبیه‌سازی، روش تست رفتار مدل با سناریوهای مختلف با استفاده از یک کامپیوتر دیجیتال است؛ بنابراین، شبیه‌سازی یک‌بار پس از تکمیل مدل‌سازی انجام می‌شود.

AutoLibrary

AutoLibrary

۱-۱۰ هدف پایان‌نامه

در این پایان‌نامه، مدل‌سازی و شبیه‌سازی در خودروهای هیبرید از طریق نرم‌افزاری Amesim صورت می‌گیرد. به این صورت که مقدار فشار ولتاژ و جریان به یک باتری در خودرو هیبرید در واقعیت وارد می‌شود را با یک خودرو هیبرید که از طریق نرم‌افزار Amesim مدل‌سازی شده شبیه‌سازی روی آن انجام می‌گیرد را مورد مقایسه با خودرو هیبرید واقعی قرار خواهد گرفت. این نرم‌افزار ایجاد کمترین هزینه‌های سنگین ساخت خواهد شد و همچنین ایجاد مقایسه و بررسی اطلاعات دقیق قبل از ایجاد اتفاق مثال آتش‌سوزی باتری و ازکارافتادن موتور در حین رانندگی بعد از ساخت خودرو خواهد بود که می‌توان بهینه‌سازی در خودروهای هیبریدی مثال کیفیت بهتر ساخت، عملکرد بهتر خودرو، ساخت بهتر، سریع‌تر و ایجاد اشکال کمتر در حین ساخت خودرو که طریق این نرم‌افزار در تمامی خودروها ایجاد کرد.

AutoLibrary

AutoLibrary

فصل دوم
مروری بر کارهای انجام‌شده

۲-۱ مقدمه

در سال‌های اخیر مطالعاتی زیادی بر روی سیستم مدل‌سازی و شبیه‌سازی خودرو هیبریدی صورت گرفته است. برای بهینه‌سازی و کیفیت بهتر توان خودرو هیبریدی ازجمله سیستم باتری، موتور ماشین و کمتر کردن‌های هزینه‌های ماشین از چندین روش‌های مختلف مدل‌سازی و شبیه‌سازی استفاده‌شده که در چندین مقاله به آن‌ها پرداخته‌شده است.

۲-۲ مروری بر پیشینه پژوهش

اسفندیاری و همکاران [۴] در مقاله خود به بررسی استفاده از باتری‌های لیتیومی در خودروهای هیبریدی، به دلیل ظرفیت انرژی و توان بالای آن پرداخته‌اند. در این مطالعه، عمر باتری‌های لیتیومی در شرایط محیط و سیستم مدیریت باتری در خودروهای هیبرید پرداخته‌شده است. در مواقعی که درخواست توان از باتری زیاد است تغییرات در ولتاژ باتری از ناحیه ایمن فراتر رفته، انتظار می‌رود که این رفتار باعث تشدید افزایش عمر باتری و مقاومت داخلی باتری خواهد شد. ولتاژ از حد مجاز بالا برود توسط یک سیستم مدیریت باتری[1] محافظت می‌شود و فرمان قطع جریان به کنتاکتور قدرت که در مسیر جریان قرار دارد صادر خواهد شد. حذف ناگهانی باتری در حین رانندگی، بسیار خطرناک است و باید به نحوی شارژ و تخلیه باتری کنترل شود که شارژ و باتری

[1]. Battery Management System (BMS)

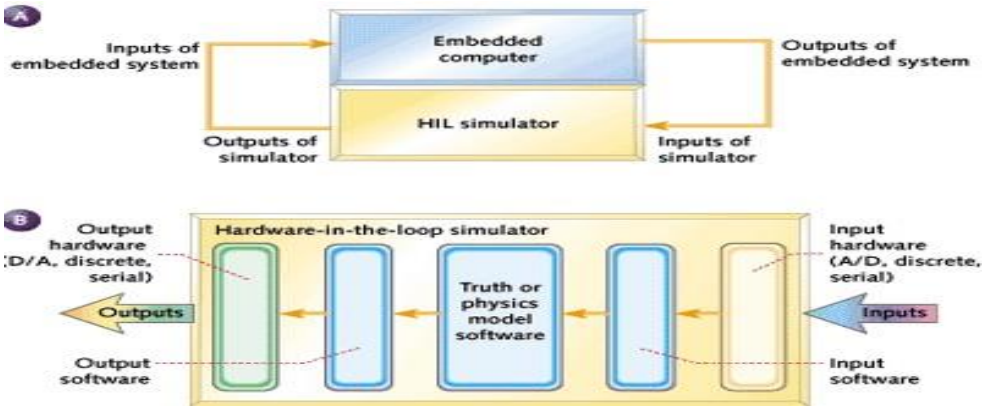
AutoLibrary

AutoLibrary

خودرو از طریق سطح توان[1] خودرو کنترل می‌شود تا به اجزا مرتبط مجموعه باتری خودرو، آسیب نرسد که نتایج حاصل‌شده نشان‌دهنده بهبود و عملکرد باتری است.

تارا و همکاران [۵] در این مقاله به توسعه شبیه‌سازی سخت‌افزار در حلقه، در وسیله‌های نقلیه می‌پرداختند که وسیله‌های نقلیه، مدل باتری بیشترین چالش تحمل می‌کنند. در این پژوهش به‌جای یک مدل ریاضی از باتری واقعی و از مدل شبیه‌سازی استفاده‌شده است. در این مدل‌سازی، از شبیه‌سازی عددی که کمترین هزینه درروش مدل‌سازی است استفاده‌شده. در این مطالعه شبیه‌سازی عددی برای مطالعات سیستمی و برای مراحل اولیه طراحی به‌کاررفته است، چراکه کامپیوترهای سرعت‌بالا و بسته‌های نرم‌افزاری کم‌هزینه‌تری نسبت به سخت‌افزار وجود دارند. نتایج به‌دست‌آمده بستگی به جزئیات و صحت مدل‌ها دارند. پلتفرم سخت‌افزار روش مدل‌سازی است که بسیار گران است. در مقاله فوق، روش مدل‌سازی سخت‌افزار در حلقه یک روش مدل‌سازی شبیه‌ساز کامپیوتری با سخت‌افزار واقعی است که نتیجه‌گیری در تست سخت‌افزار در حلقه وسیله نقلیه هیبریدی به‌صورت ریاضی و باتری به‌صورت واقعی است که می‌تواند با کمترین هزینه می‌توان یک وسیله هیبریدی را مورد مقایسه انجام داد.

هادی زاده و همکاران [۶] در این مطالعه ماشین‌های الکتریکی از مهم‌ترین عناصر موجود در سیستم‌های انرژی الکتریکی هستند. جهت طراحی و ساخت بهینه ماشین‌های الکتریکی، از شبیه‌سازی‌های بلادرنگ به‌صورت سخت‌افزار در حلقه استفاده کردند. از مهم‌ترین شاخص‌های شبیه‌سازی بلادرنگ[2] امکان جایگزینی اجزای به‌جای اجزای اصلی یک سیستم واقعی و بررسی رفتار سیستم است. به‌طور مثال در یک سیستم قدرت راه‌اندازی موتور الکتریکی از درایوها و کنترل‌ها استفاده‌شده است. در این شبیه‌سازی می‌توانیم مستقیم بر روی موتور پارامترها عوض کرد که نسبت به شبیه‌سازی برون‌خطی باید همه را پارامترهای سیستم عوض کرد مزیت دارد. زمان محاسبه در این نوع شبیه‌ساز بسیار سریع و کامل است، نسبت به روش شبیه‌ساز برون‌خطی سرعت بالاتری دارند روش آرایه دروازه برنامه پذیر در محل[3] سرعت و دقت بالاتری برای اغتشاشات با فرکانس بالا دارد.

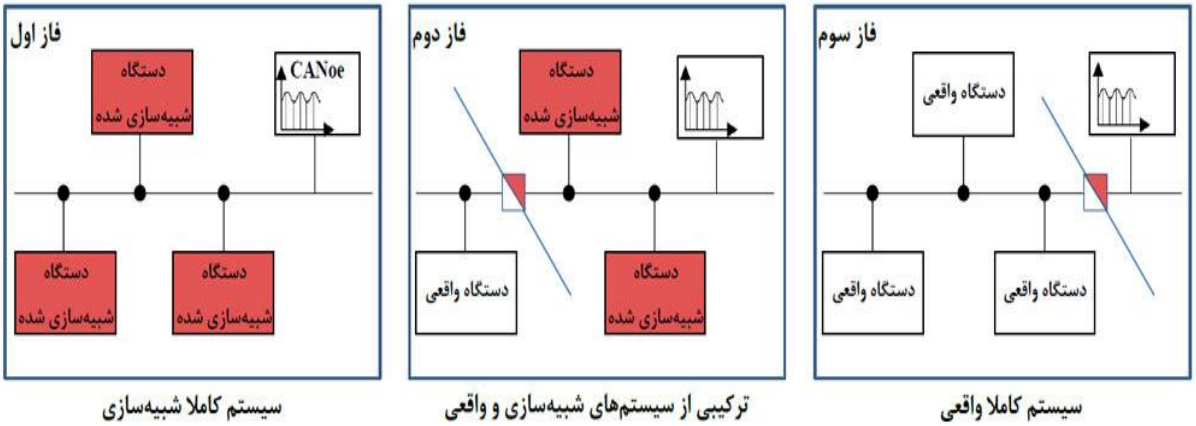


شکل ۲- ۱- نمونه شبیه‌ساز سخت‌افزار در حلقه

[1]. State of Power (SOP)
[2]. Real-Time Simulation
[3]. Field-Programmable Gate Array (FPGA)

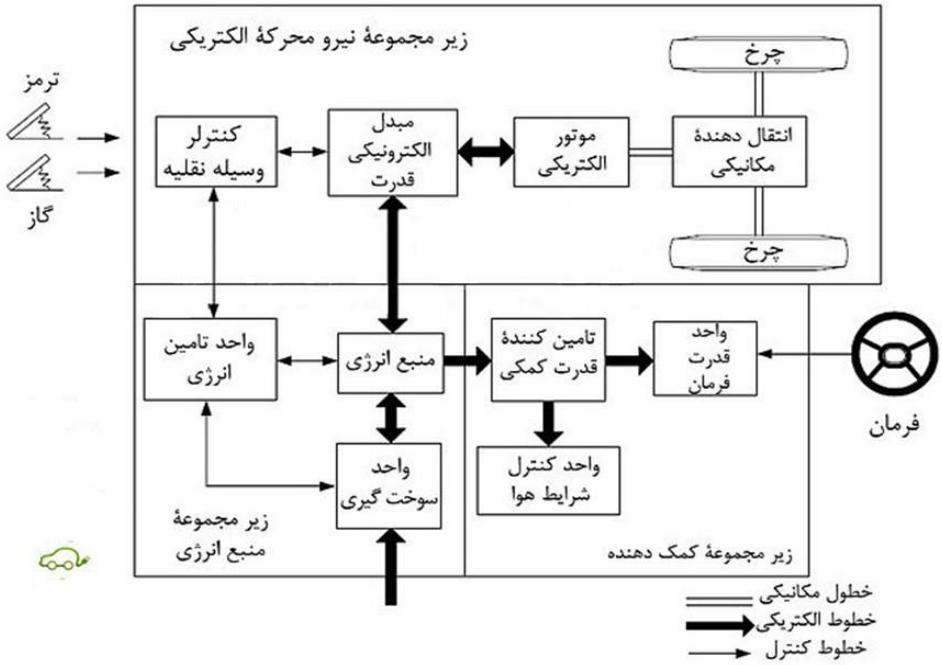
AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۲- ۲- شبیه‌ساز سخت‌افزار در حلقه شبکه تا اجرا

اسفندیاری و همکاران [۷] به کنترل مدیریت خودروهای هیبرید پرداخته‌اند. کنترل خودروهای هیبریدی پیچیده است، شبیه‌سازی سخت‌افزار در حلقه، روش مطمئن برای کنترل توزیع توان، برای خودروها انجام خواهد گرفت. در این مطالعه، کنترل مرکزی که یکی از اجزای مهم خودرو است، با ایجاد کارکرد بهینه، هماهنگی و کنترل اجزا خودرو که از طریق شبیه‌سازی در حلقه برای تمامی اجزای خودرو مورد کنترل و بررسی قرارگرفته است. این شبیه‌ساز در محیط نرم‌افزار لب‌ویو[1] شبیه‌سازی بلادرنگ، انجام می‌گیرد و از طریق این بستر تست با کمترین هزینه و در کوتاه‌ترین زمان مورد ارزیابی و راستی آزمایی قرارگرفته شده است. در شکل (۲-۳) و (۲-۴) نشان‌دهنده از شماتیک خودرو هیبرید هست.

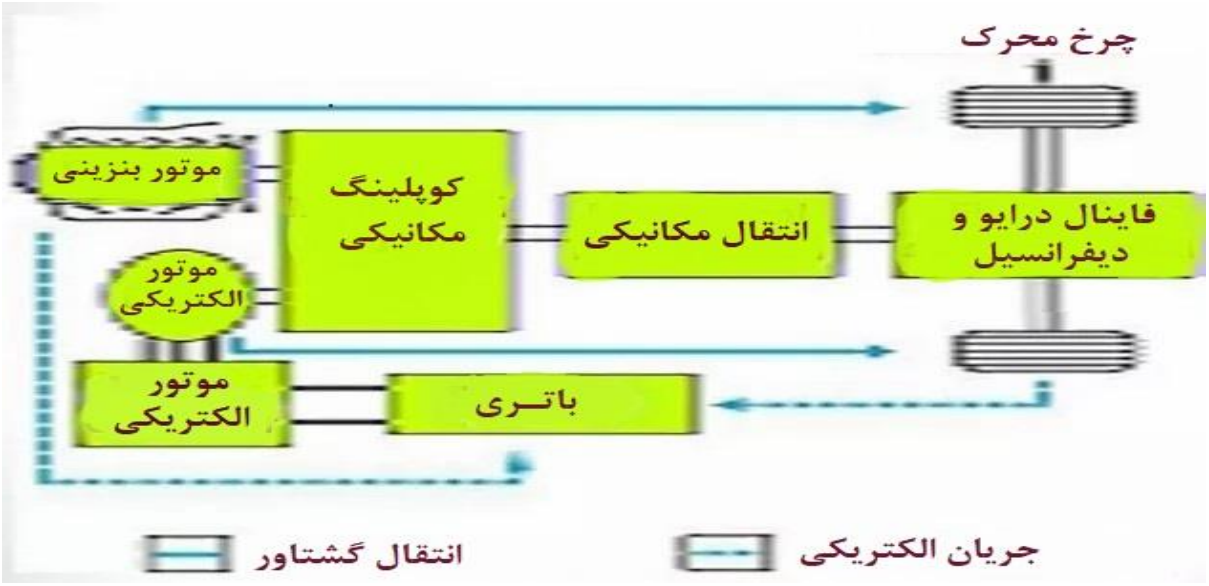


شکل ۲- ۳- نمونه شبیه‌سازی خودرو هیبرید در سیمولنیک متلب

[1]. LabView

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۲- ۴- نمونه شبیه‌سازی خودرو هیبرید

یک و همکاران [۸] به تخمین وضعیت شارژ با فیلتر کالمن توسعه‌یافته تطبیقی و الگوریتم گرادیان تصادفی توسعه‌یافته برای باتری‌های لیتیوم یون با استفاده از تخمین حالت برای شناسایی پارامترهای مدل و سپس تخمین مجدد حالت با استفاده از پارامترهای شناسایی‌شده، دو مرحله شناسایی پارامتر و تخمین حالت در یک الگوریتم حلقه بسته ادغام‌شده و با استفاده از گرادیان تصادفی توسعه‌یافته پیاده‌سازی، الگوریتم و فیلتر کالمن توسعه‌یافته تطبیقی پرداختند. نتایج تجربی نشان می‌دهد که الگوریتم تخمین وضعیت شارژ باتری پیشنهادی ازنظر دقت تخمین و استحکام تحت شرایط مختلف آزمایش عملکرد خوبی دارد؛ بنابراین برای تخمین وضعیت شارژ آنلاین باتری‌های لیتیوم یون مناسب‌تر است.

ونگ و همکاران [۹] در به برآورد وضعیت شارژ[1] باتری‌های لیتیوم یون حلقه بسته مبتنی بر یک شبکه عصبی پیچیده عمیق[2] پرداختند. برای بهبود استحکام تخمین وضعیت شارژ تحت اندازه‌گیری باکیفیت پایین شبکه عصبی پیچیده از معادلات اندازه‌گیری فیلتر کالمن[3] برای تحقق تخمین حلقه بسته استفاده کردند. نتایج ارزیابی نشان داد که ریشه میانگین مربعات خطا[4] را می‌توان با تنظیم دقیق پارامترهای چندلایه آخر کمتر از ۲/۴۷ درصد به دست آورد.

کهن و همکاران [۱۰] به برآورد وضعیت شارژ و اصلاح ظرفیت باتری‌های لیتیومی بر اساس الگوریتم فیوژن با استفاده از روش حداقل مربعات وزنی بازگشتی تطبیقی[5] پرداختند. الگوریتم فیوژن ارائه‌شده در این مقاله می‌تواند به‌طور مؤثر دقت مدل‌ها و تخمین وضعیت شارژ باتری‌های لیتیوم یون را بهبود بخشد. نتایج

---

1. State of Charge (SoC)
2. Deep Convolutional Neural Networks (DCNN)
3. Kalman filter
4. Root Mean Square Errors (RMSEs)
5. Adaptive Recursive Weighted Least Square (ARWLS)

AutoLibrary

AutoLibrary

به‌دست‌آمده نشان می‌دهد الگوریتم فیوژن کالمن با وزن بازگشتی تطبیقی با حداقل مربعات تطبیقی محو فیلتر توسعه‌یافته[1] دارای دقت و سازگاری بالاتری بود که می‌تواند با محیط نویز متغیر سازگار شود.

انصاری و همکاران [۱۱] به روشی جدیدی به‌منظور بهینه کردن استراتژی کنترل در خودروهای هیبرید موازی ارائه‌شده است پرداخته‌اند. در این مطالعه به پیشنهاد یک تابع هدف جدید و به‌منظور مدیریت مؤثر تقسیم توان بین موتورهای احتراقی و الکتریکی، میزان مصرف سوخت بهینه‌شده و همچنین میزان آلایندگی‌ها نیز با در نظر گرفتن توابع جریمه به حداقل ممکن رسیده است بیان کرده‌اند؛ که با استفاده از نرم‌افزار ADVISOR، به‌عنوان یکی از نرم‌افزارهای متداول درزمینهٔ شبیه‌سازی خودروهای هیبریدی و همچنین معادلات غیرخطی حاکم بر این خودروها که می‌توان یک خودروی هیبرید موازی در چرخه رانندگی شهری آمریکا را شبیه‌سازی نموده و جهت بهینه کردن استراتژی کنترل از یک الگوریتم توسعه‌یافته بر اساس روش بهینه‌سازی ازدحام ذرات PSO استفاده‌شده است. در الگوریتم PSO پیشنهادی از ضرایب انقباض و اعمال اثر آینه‌ای سرعت، جهت افزایش کارایی روش استفاده می‌گردد؛ که با محدودیت‌های جدیدی که برای الگوریتم PSO پیشنهاد گردیده، نتایج حاصله بهبودیافته است. همچنین نتایج شبیه‌سازی با نتایج به‌دست‌آمده از الگوریتم‌های ارائه‌شده در مقالات اخیر مقایسه گردیده است؛ که این مقایسه نیز کارایی و دقت الگوریتم پیشنهادی را در بهینه‌سازی پارامترهای کنترل که منجر به کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌های خروجی از خودرو شده است، نشان می‌دهد.

شاهی و همکاران [۱۲] در این مطالعه به استراتژی کنترلی در خودروهای هیبرید الکتریکی که تعیین‌کننده میزان مصرف انرژی توسط هر یک از موتورهای الکتریکی و احتراقی جهت تأمین توان موردنیاز خودرو در هر موقعیت هست پرداخته‌اند. یکی از نرم‌افزارهای متداول برای شبیه‌سازی رفتار و میزان مصرف سوخت خودروهای هیبریدی نرم‌افزار ADVISOR هست؛ که در این تحقیق با استفاده از معادلات غیرخطی حاکم بر این نرم‌افزار و برنامه‌نویسی جانبی سعی شده تا عملکرد یک کنترل‌کننده با استراتژی کمک الکتریکی بهینه گردد. معیار بهینه‌سازی پارامترهای سیستم کنترلی، کمینه کردن مصرف سوخت خودرو ضمن نگهداری آلاینده‌ها در زیر سطح استاندارد یورو ۳ و حفظ مشخصات حرکتی خودرو هست. در این مقاله به‌منظور شبیه‌سازی یک خودروی هیبرید موازی در دو سیکل (حرکتی تهران) و (حرکتی آمریکا) (FTP) انجام شد است و پارامترهای کنترل‌کننده به کمک الگوریتم ژنتیک در حضور قیود حاکم به‌صورت بهینه انتخاب‌شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که بهینه‌سازی پارامترهای کنترل‌کننده در هر سیکل حرکتی موجب کاهش مصرف سوخت ضمن ارضای قید استاندارد آلایندگی یورو ۳ و دیگر قیدهای حرکتی می‌شود. ضمناً با توجه به مشخصات و خصوصیات هر سیکل حرکتی، اعداد مختلفی به‌عنوان مقادیر بهینه استخراج‌شده‌اند که نشان از وابسته بودن پارامترهای کنترل‌کننده به سیکل حرکتی هست.

الیاسی و همکاران [۱۳] در مطالعه خود به یک ساختار جدید کنترلی مبتنی بر نقشه‌های شناخت فازی (FCM) به‌منظور مدیریت مصرف انرژی در خودروهای برقی هیبرید پلاگین ارائه‌شده است پرداخته‌اند. در این کنترل‌کننده نظارتی به‌گونه‌ای طراحی‌شده است تا علاوه بر تأمین توان درخواستی راننده، سطح شارژ باتری (SOC) را در محدودهٔ قابل قبولی نگه‌داشته و هم‌زمان میزان مصرف سوخت در واحد کیلومتر نیز کاهش می‌دهد. ازآنجایی‌که در این روش نیاز به داشتن مدل دقیقی از سیستم وجود ندارد، حجم محاسبات در تعیین

[1]. Adaptive Recursive Weighted Least Square-Adaptive Fading Extended Kalman Filter (ARWLS-AFEKF)

AutoLibrary

AutoLibrary

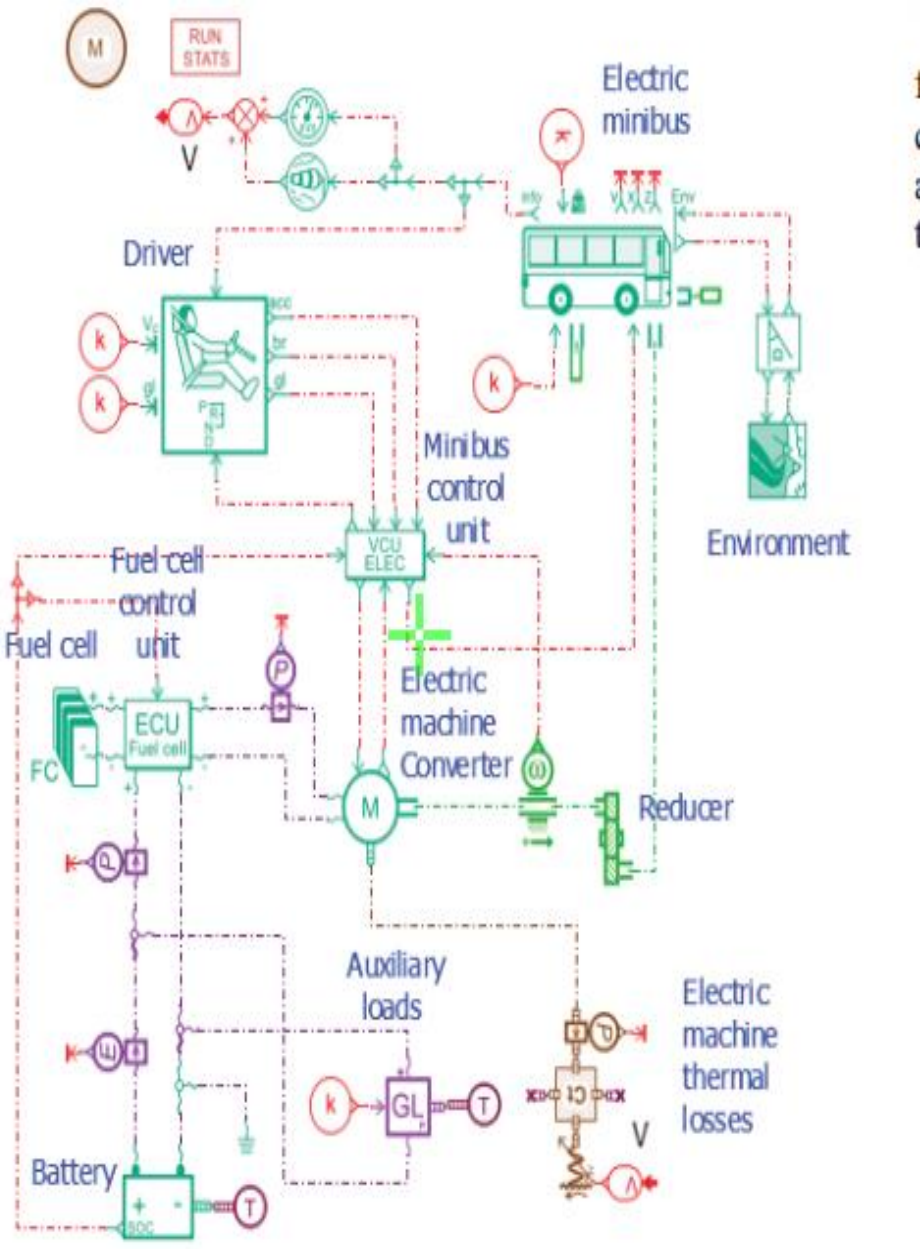
قانون کنترلی کمتر شده و پیاده‌سازی آن نسبت به روش‌های کلاسیک، پیچیدگی کمتری دارد. خودروی برقی هیبرید پلاگین در نظر گرفته‌شده در این مقاله، از نوع سری موازی است. به‌منظور ارزیابی نتایج حاصل از به‌کارگیری ساختار کنترلی پیشنهادی، برای شبیه‌سازی، سه سیکل استاندارد رانندگی و یک سیکل رانندگی شهری تهران بزرگ در نظر گرفته‌شده است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که روش کنترلی پیشنهادی، ضمن تأمین توان درخواستی، میزان مصرف سوخت را نسبت به کنترل‌کنندهٔ فازی مرسوم کاهش داده و سطح شارژ باتری را در حد قابل قبولی نگه می‌دارد.

شهبازی و همکاران [۱۴] به بهینه‌سازی شارژ خودروهای برقی در شبکه توزیع با استفاده الگوریتم ازدحام ذرات چندهدفه برای هماهنگ کردن شارژ خودروهای برقی با رفتاری دینامیکی در شبکه توزیع متعادل به‌منظور بهبود شاخص‌های شبکه‌های هوشمند پرداختند. شبیه‌سازی‌های روش پیشنهادی روی شبکه توزیع در محیط متلب دادند. نتایج نشان داد که روش پیشنهادی چه مقدار می‌تواند آلودگی، تلفات و هزینه سیستم را کاهش دهد و الگوریتم پیشنهادی نسبت به روش‌های دیگر عملکرد بهتری دارد.

هوسار و همکاران [۱۵] در این پژوهش به سیستم کنترل شبیه‌سازی اتوبوس هیبریدی که توسط دو موتور پیل سوختی (موتور بنزینی) و برقی (موتور الکتریکی) توسط نرم‌افزار Amesim انجام خواهد گرفت پرداخته‌اند که می‌توان از طریق این نرم‌افزار، مدل‌های وسیله نقلیه اتوبوس مانند (موتور الکتریکی) و (موتور بنزینی) را در نرم‌افزار سوار کرد و همچنین می‌توان مقدار مصرف سوخت، مصرف باتری، مقدار شتاب، سرعت و... در این نرم‌افزار موردبررسی قرارداد و در شکل‌های (۲-۷) و (۲-۸) مدل شبیه‌سازی اتوبوس هیبریدی و برقی ارائه‌شده است.

AutoLibrary

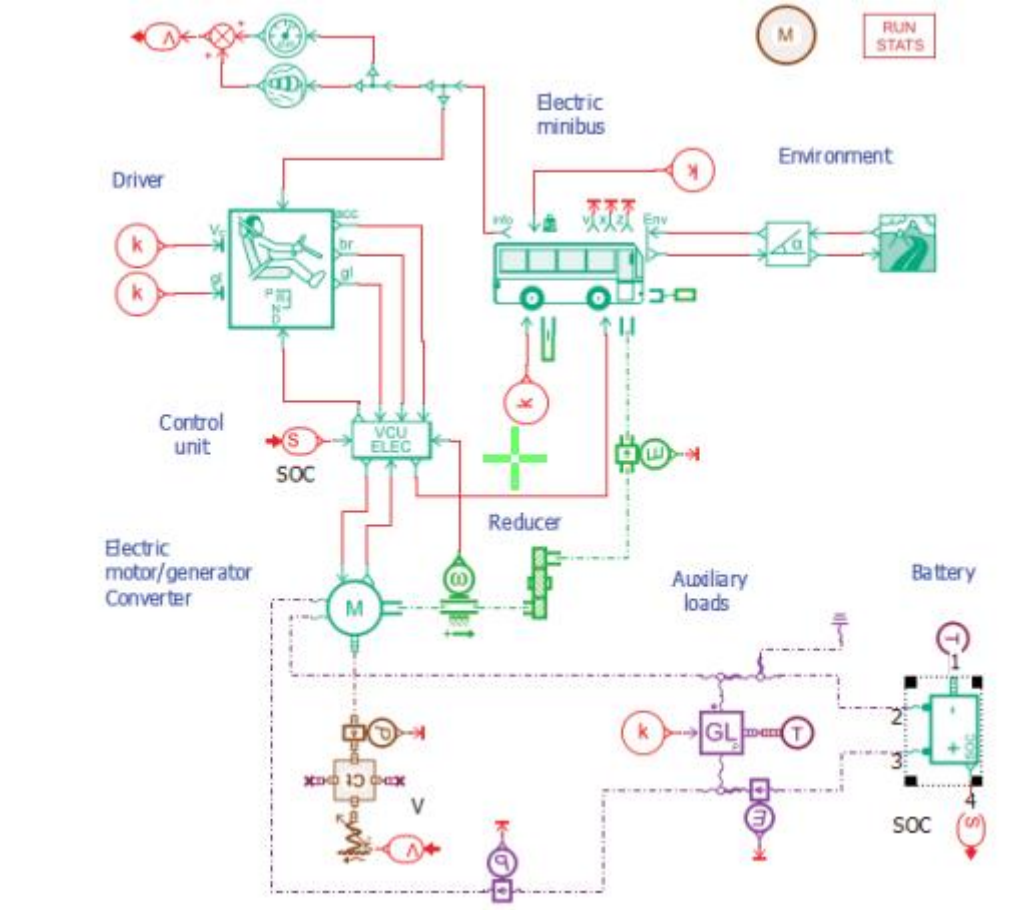
AutoLibrary



شکل ۲- ۵- مدل شبیه‌سازی اتوبوس هیبریدی پیل سوختی و باتری

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۲- ۶- مدل شبیه‌سازی اتوبوس برقی

سینگ و همکاران [۱۶] در پژوهشی به بررسی اجرای سخت‌افزار در حلقه برآورد وضعیت شارژ تطبیقی مبتنی بر سیستم استنتاج عصبی فازی سازگار باتری لیتیوم‌یون برای کاربردهای خودروهای هیبریدی پرداختند که در این مقاله یک روش مؤثر برای تخمین وضعیت شارژ یک باتری یون لیتیوم ارائه‌شده است. پارامتر وضعیت شارژ بسیار مهم است؛ زیرا عملکرد و سلامت باتری را نشان می‌دهد. مدار معادل تخمین وضعیت شارژ باتری ارائه‌شده در متلب با افزودن جفت‌های RC-3 به‌صورت سری با مقاومت داخلی آن اصلاح‌شده است. مقادیر جفت‌های RC با حل مدل مدار بر اساس دینامیک شارژ و دشارژ باتری به‌صورت ریاضی محاسبه‌شده است. مقادیر این پارامترها نیز با استفاده از تابع Lsqnonlin بهینه‌شده است. وضعیت شارژ باتری با استفاده از ترکیب روش‌های شمارش کولن و ولتاژ مدارباز برای به حداقل رساندن خطا محاسبه‌شده است. وضعیت شارژ به‌دست‌آمده با استفاده از الگوریتم‌های مبتنی بر سیستم استنتاج عصبی فازی سازگار برای خطاها تصحیح می‌شود. اثر دما نیز برای مدل‌سازی باتری و در تخمین وضعیت شارژ در نظر گرفته‌شده است. این وضعیت شارژ به‌دست‌آمده برای ۳ مدل، یعنی بدون RC، با جفت RC و سپس تنظیم‌شده با بهینه‌سازی مبتنی بر سیستم استنتاج عصبی فازی سازگار باهم مقایسه شده‌اند. روش محاسبه پارامتر اتخاذشده در اینجا منجر به یک مدل کارآمد و دقیق شده که وضعیت شارژ صحیح باتری را پیگیری می‌کند. سیستم کامل در زمان واقعی با استفاده از راه‌اندازی آزمایشگاهی سخت‌افزاری در حلقه تأیید می‌شود.

AutoLibrary

AutoLibrary

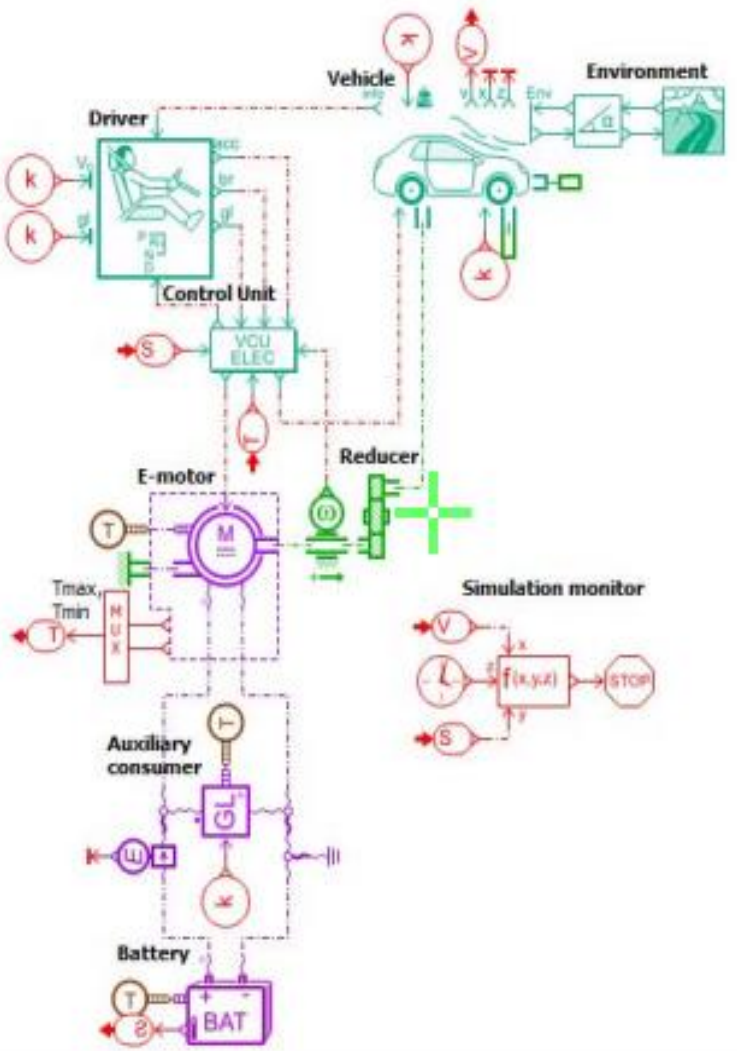
دای و همکاران [۱۷] در پژوهشی به اعتبارسنجی سلول سیستم مدیریت باتری با شبیه‌سازی سخت‌افزاری سلول‌های باتری لیتیوم یون برای خودروهای الکتریکی پرداختند و چنین بیان کردند که سیستم مدیریت باتری نقش مهمی در توسعه وسایل نقلیه الکتریکی هیبریدی، خودروهای هیبریدی پلاگین و خودروهای الکتریکی باتری دارد. سلول سیستم مدیریت باتری بخش سطح پایین سیستم مدیریت باتری است که به‌طورکلی مستقیماً از تک‌تک سلول‌ها مراقبت می‌کند و عملکردهایی ازجمله تشخیص ولتاژ و متعادل کردن سلول را دارد. در این مقاله، یک سیستم شبیه‌سازی سلول باتری قابل تنظیم برای پیاده‌سازی شبیه‌سازی سخت‌افزار در حلقه سلول سیستم مدیریت باتری توسعه داده‌شده است. دینامیک سلول باتری با یک مدل مدار معادل قابل تنظیم با پارامتر متشکل از سه مقاومت، دو خازن و یک منبع ولتاژ کنترل‌شده با وضعیت شارژ شبیه‌سازی‌شده است. سیستم سخت‌افزار در حلقه دینامیک سلول باتری را شبیه‌سازی می‌کند تا عملکرد نظارت بر ولتاژ را تأیید کند. با خروجی‌های دوجهته و تقویت‌شده، سیستم می‌تواند عملکرد ماژول متعادل‌کننده سلول فعال و غیرفعال را نیز ارزیابی کند. در همین حال، سلول‌های شبیه‌سازی‌شده را می‌توان به‌صورت سری به هم متصل کرد و می‌توان آن‌ها را برای شبیه‌سازی برخی از خطاها، به‌عنوان‌مثال، شارژ بیش‌ازحد و تخلیه بیش‌ازحد نیز تطبیق داد. موارد آزمایش اولیه با استفاده از نمونه اولیه سلول سیستم مدیریت باتری برای سلول‌های باتری مبتنی بر $LiMnO_2$ عملکرد خوبی از سیستم را نشان می‌دهد. سیستم اعتبارسنجی عملکرد سلول سیستم مدیریت باتری را قبل از نهایی شدن طراحی استاندارد می‌کند و درنتیجه توسعه سیستم مدیریت باتری را تسریع می‌بخشد و هزینه‌های توسعه را کاهش می‌دهد.

ژو و همکاران [۱۸] به برآورد دقیق وضعیت شارژ، وضعیت سلامت و پیش‌بینی عمر مفید باقی‌مانده باتری‌های لیتیوم یونی پرداختند. این مقاله تکنیک‌ها، مدل‌ها و الگوریتم‌های مورداستفاده در تخمین وضعیت باتری لیتیوم یون و پیش‌بینی عمر مفید باقی‌مانده در سال‌های اخیر را خلاصه کرده و مقایسه‌ای از روش‌های مختلف را ارائه می‌کند. نتایج نشان داد قابلیت کاربرد مهندسی روش‌های برآورد وضعیت شارژ موجود ضعیف است. تخمین وضعیت شارژ در طول کارکرد باتری برای یک روش تجربی دشوار است و استفاده از روش مبتنی بر مدل محدود است؛ زیرا به‌شدت به‌دقت مدل باتری متکی است. افزایش تخمین حالت و روش‌های پیش‌بینی عمر مفید باقی‌مانده با الگوریتم‌های مشترک باعث تعمیم نقاط ضعف و بهبود ظرفیت الگوریتم می‌شود.

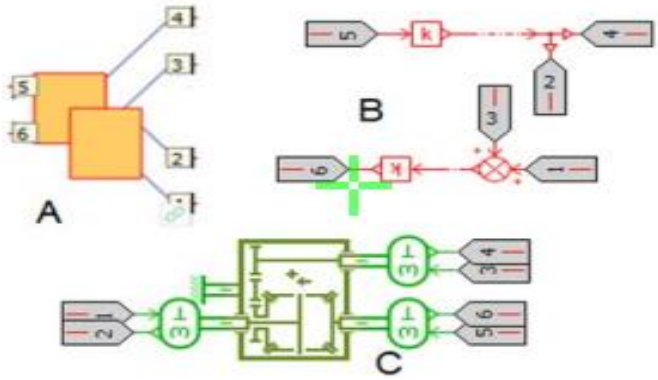
هوسار و همکاران [۱۹] در مطالعه خود به بررسی شبیه‌سازی که یک گام کلیدی برای توسعه وسیله نقلیه جدید است پرداخته‌اند. در این مطالعه به ابزارهای مانند نمایش ماکروسکوپی انرژی EMR، برای بهبود و سرعت بخشیدن به توسعه مدل‌های خودروهای الکتریکی و هیبریدی توسعه‌یافته‌اند بیان کرده‌اند. در این مقاله مقایسه‌ای بین دو نمایش عملکردی و ساختاری که نتایج شبیه‌سازی را بررسی کرد و می‌توان شبیه‌سازی یک ابزار کلیدی برای توسعه نوآوری خودروهای برقی در ساختار کلاسیک تشکیل‌شده است دانست. در شکل (۲-۹) و (۲-۱۰) نشان‌دهنده مدل شبیه‌سازی خودرو الکتریکی است.

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۲- ۷- طرحی از یک مدل خودروی الکتریکی



شکل ۲- ۸- نشان‌دهنده دیفرانسیل

AutoLibrary

AutoLibrary

گوچا و همکاران [۲۰] در پژوهشی به بررسی شبیه‌سازی سخت‌افزار در حلقه در هر واحد از یک سیستم انرژی هیبریدی پیل سوختی باتری پرداختند و چنین بیان کردند که امروزه سیستم‌های انرژی هیبریدی کاربرد زیادی هم برای وسایل نقلیه و هم برای مقاصد ثابت دارند. طراحی، توسعه و آزمایش این سیستم‌ها به دلیل تعداد بالای عناصر درگیر، پیچیدگی و هزینه، ساده نیست. سخت‌افزار در حلقه یک رویکرد مناسب برای شبیه‌سازی سیستم هیبریدی است؛ زیرا عناصر فیزیکی و شبیه‌سازی‌شده را باهم ترکیب می‌کند. بااین‌حال، اندازه شبیه‌سازی ممکن است بسته به کاربرد، از وات تا مگاوات متفاوت باشد. اگر به‌جای انجام شبیه‌سازی در مقادیر مطلق، در مقادیر در واحد p.u انجام شود، میز تست مستقل از رتبه‌بندی توان کاربردی خواهد بود. ازاین‌رو، یک p.u میز آزمایش برای شبیه‌سازی یک سیستم انرژی هیبریدی پیشنهادشده است. برای اثبات سودمندی و کاربرد شبیه‌سازی ارائه‌شده، یک وسیله نقلیه الکتریکی هیبریدی سلول سوختی خاص در زمان واقعی شبیه‌سازی‌شده است. نتایج نشان می‌دهد که p.u پیشنهادی شبیه‌سازی برای شبیه‌سازی سیستم‌های پرقدرت مناسب است.

منتظری و همکاران [۲۱] در مقاله خود به خودروهای هیبریدی که از دو منبع تأمین نیرو یعنی موتورهای الکتریکی و احتراقی برای تأمین انرژی موردنیاز خود استفاده می‌کنند پرداخته‌اند و چنین بیان کرده‌اند که انتقال انرژی در خودروهای هیبریدی از طریق پیکربندی‌های مختلفی انجام می‌شود که شامل سری، موازی و سری موازی هست. در این میان استراتژی کنترلی تعیین‌کننده این موضوع است که هرکدام از موتورهای الکتریکی و احتراقی چه سهمی از تأمین نیرو موردنیاز خودرو رادارند؛ بنابراین به‌درستی پیاده شدن استراتژی کنترلی بر روی کنترلر از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از روش‌های کسب اطمینان از صحت پیاده‌سازی کنترلر، تست سخت‌افزار در حلقه هست. در این مقاله، شبیه‌سازی خودرو هیبرید الکتریکی به‌منظور تست سخت‌افزار در حلقه ارائه‌شده است. در تهیه این مدل فرض شده است که لغزشی بین تایرها و زمین اتفاق نمی‌افتد و همچنین استراتژی تعویض دنده صرفاً با توجه به‌سرعت خودرو انجام می‌گیرد. استراتژی کنترلی که در تهیه این مدل استفاده می‌شود استراتژی کنترلی کمک الکتریکی هست. همان‌گونه که از نام این استراتژی کنترلی مشخص است وظیفه اصلی تأمین توان در این استراتژی بر عهده موتور احتراقی قرار دارد و موتور الکتریکی به‌عنوان کمک در کنار موتور احتراقی قرار می‌گیرد و نتایج به‌دست‌آمده از شبیه‌سازی با نتایج نرم‌افزار ادوایزر تطابق خوبی دارد.

حسن‌زاده و همکاران [۲۲] در مقاله خود به مدیریت انرژی آفلاین در خودروهای هیبرید الکتریکی با ساختار موازی پیشنهادشده است پرداخته‌اند. داشتن یک سیستم مدیریت انرژی مناسب برای تقسیم گشتاور موردنیاز بین موتورهای الکتریکی و درون‌سوز برای این خودروها ضروری است. باتری خودروهای هیبرید الکتریکی یکی از اساسی‌ترین اجزای این خودروها است؛ که در این پژوهش به‌سلامت باتری که تأثیر زیادی بر عملکرد کلی خودرودارند و میزان شارژ و دمای بالای باتری مهم‌ترین عوامل تشدید فرسودگی آن می‌باشند بیان کرده‌اند. در اکثر مطالعات در بحث مدیریت انرژی، حالت شارژ باتری مهم‌ترین متغیر آن و معمولاً تنها متغیر دینامیک سیستم است و دمای باتری برای سادگی ثابت در نظر گرفته می‌شود. در این مقاله ابتدا با استفاده از برنامه‌ریزی پویا و بدون در نظر گرفتن تغییرات دمای باتری، مدیریت انرژی یک خودروی هیبرید الکتریکی موازی انجام می‌شود. سپس با مدل‌سازی سیستم خنک‌کننده باتری خودرو، مدل خودرو به‌منظور مشاهده تغییرات دما بهبود داده‌شده و نشان داده می‌شود که ثابت در نظر گرفتن دمای باتری غیرعملی است. سپس با افزودن دمای باتری به‌عنوان متغیر حالت دوم به مسئله بهینه‌سازی، روشی برای مدیریت انرژی خودروهای

AutoLibrary

AutoLibrary

هیبرید الکتریکی با کنترل محدوده تغییرات دمای باتری به همراه کنترل تغییرات حالت شارژ پیشنهاد می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی بر روی مدل خودروی موردمطالعه نشان می‌دهند که درروش پیشنهادی شارژ و دمای باتری به‌صورت هم‌زمان کنترل‌شده و به‌این‌ترتیب درروش مدیریت انرژی پیشنهادی از افزایش کنترل نشده دمای باتری جلوگیری می‌شود و سرعت فرسودگی آن کاهش می‌یابد.

مولایی منش و همکاران [۲۳] در این پژوهش به دو چالش بزرگ دنیای امروز که آلودگی هوای شهرها و نگرانی از روبه پایان نهادن سوخت‌های فسیلی است که بشر را ناگزیر به جایگزین کردن منابع تجدید ناپذیر سوخت با منابع تجدید پذیر انرژی می‌کند پرداخته‌اند. در هر دو زمینه، صنعت خودرو نقش قابل‌توجهی دارند. جهت غلبه بر چالش‌های مذکور، طی دهه اخیر توسعه خودروهای الکتریکی در دستور کار صنعت خودرو بوده است. در این خودروها باتری‌های قابل شارژ لیتیوم یون نقشی اساسی ایفا می‌کنند. کارایی، ایمنی و عمر این باتری‌ها بسیار متأثر از دمای عملکردی آن‌ها است. در این مطالعه به کمک داده‌های تجربی یک سلول باتری لیتیوم یون منشوری با استفاده از نرم‌افزار ANSYS FLUENT به‌صورت یک مدل دو پتانسیلی شبیه‌سازی می‌گردد و تغییرات زمانی ولتاژ و دمای ماکزیمم سلول به همراه توزیع دما طی چهار نرخ دشارژ ثابت C3،C7، C2 و C9 نرخ دشارژ C1 معادل نرخ جریانی است که کل بار الکتریکی باتری را طی یک ساعت تخلیه می‌نماید و نیز طی پروفیل دشارژ متغیر با زمان‌تست تنش دینامیکی تست ویژه باتری خودروی هیبریدی در بازه‌های مختلف ارائه و موردبررسی قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی بیانگر آن است که دماهای بالایی نظیر ۴۵ درجه سانتی‌گراد نیز در طی تست تنش دینامیکی تجربه می‌شود. چنین دمایی علاوه بر اینکه می‌تواند منجر به فرسودگی سریع باتری شود، می‌تواند مخاطره آفرین نیز باشد.

۲-۳ جایگاه پژوهش حاضر

برای رسیدن به یک شبیه‌ساز و مدل‌سازی خودرو هیبریدی لازم است درک درستی از تأثیر پارامترهای مختلف در شبیه‌سازی خودرو هیبرید موردبررسی وجود داشته باشد. در این پایان‌نامه با استفاده از نرم‌افزار امیسیم، به بررسی شبیه‌سازی خودرو هیبرید در بابت مقدار فشار جریان و ولتاژ باتری که به موتور وارد می‌کند پرداخته می‌شود. در بررسی پژوهش‌های پیشین گذشته در مورد نحوه عملکرد باتری خودرو هیبرید و همچنین کنترل نحوه باتری از طریق نرم‌افزارهای متفاوت به‌ویژه متلب موردبررسی و پژوهش قرارگرفته است. در این شبیه‌سازی و مدل‌سازی بیشتر بحث کمتر کردن هزینه‌ها در صنعت وزندگی روزمره خواهد بود

AutoLibrary

AutoLibrary

فصل سوم
مدل‌سازی

۳-۱ مقدمه

در این پژوهش، مدل‌سازی و شبیه‌سازی خودرو هیبریدی از طریق نرم‌افزار Amesim صورت انجام گرفت. مدل‌سازی و شبیه‌سازی به این صورت در این نرم‌افزار انجام می‌شود که در قدم اول مدل‌سازی اجزای اصلی خودرو صورت می‌گیرد و بعد از مدل‌سازی خودرو، پارامترهای به اجزای اصلی خودرو وارد می‌شود و در قدم آخر شبیه‌سازی مدل انجام خواهد گرفت و خروجی‌های در اختیار ما قرار خواهد داد و خروجی‌های به‌دست‌آمده در این نرم‌افزار را می‌توان با واقعیت عمل انجام‌گرفته مورد مقایسه و بررسی کرد. این نرم‌افزار باعث کاهش هزینه‌های ساخت و خرابی‌های ازجمله خودروها و دستگاه خواهد شد و باعث ایجاد روند بهتر کار با کمترین هزینه خواهد بود.

۳-۲ شناخت نرم‌افزار Amesim

نرم‌افزار امیسیم ساخت شرکت زیمنس آلمان است. این نرم‌افزار یک نرم‌افزار تحلیلی از اتفاقات بعد از ساخت خواهد بود. نرم‌افزار امیسیم از چهار بخش تشکیل‌شده است:

۱) طرح یا مدل (SKETCH[1])
۲) زیر مدل یا قید بندی (SUBMOODEL[2])
۳) پارامترها (PARAMETER[3])

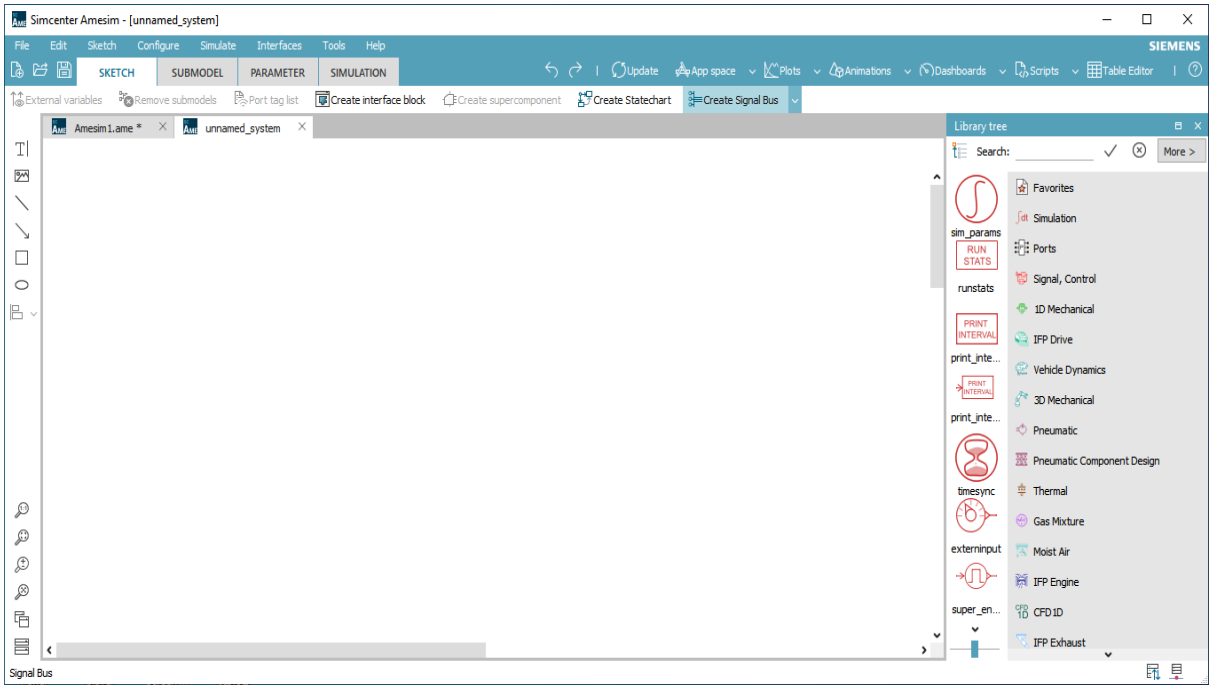
[1]. SKETCH MODE
[2]. MODE SUBMOODEL
[3]. PARAMETER MODE

AutoLibrary

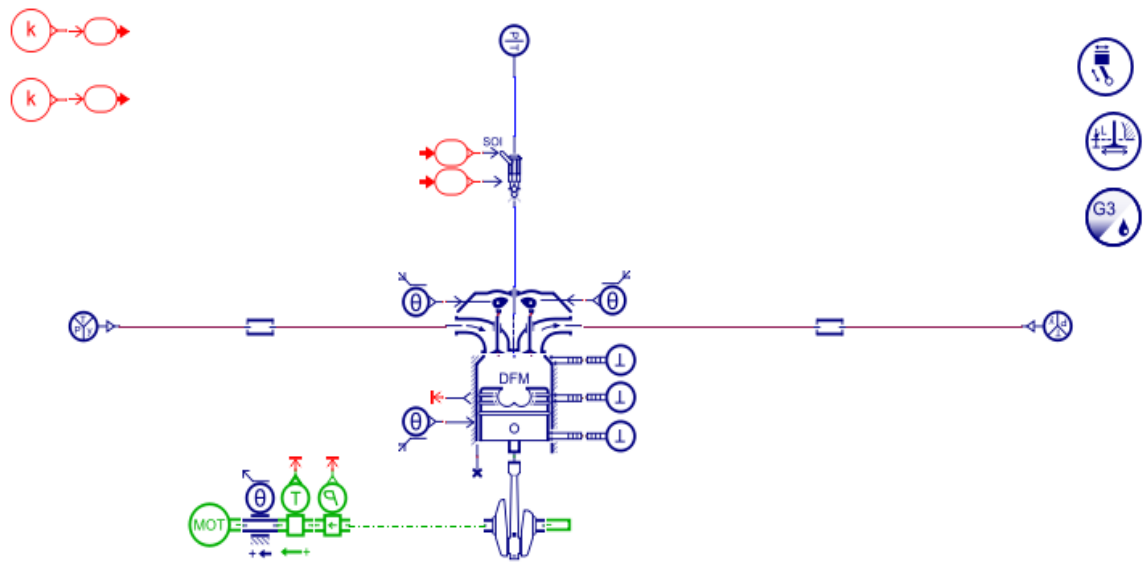
AutoLibrary

۴) شبیه‌سازی یا مرحله راندگیری (SIMULATION[1])

در شکل ۳-۱ این چهار بخش به‌صورت تصویری آمده است.



شکل ۳- ۱- چهار بخش اصلی نرم‌افزار امیسیم



شکل ۳- ۲- سیلندر طراحی‌شده موتورسیکلت

[1]. SIMULATION MODE

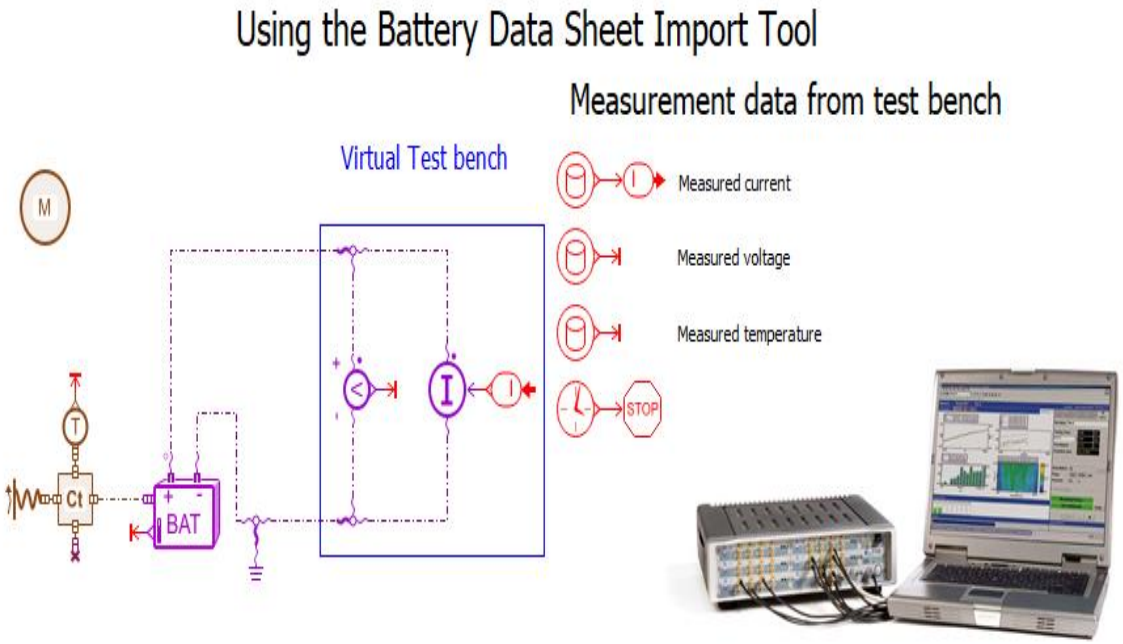
AutoLibrary

AutoLibrary

در نرم‌افزار امیسیم یک قسمت Library tree در بخش اول وجود دارد که اجزای اصلی دستگاه یا خودرو از طریق این قسمت انتخاب خواهد شد. در شکل ۳-۲ یک سیلندر طراحی‌شده موتورسیکلت که در بخش شبیه‌سازی وجود دارد و مرحله راندگیری روی آن صورت گرفته‌شده است که می‌توان خروجی‌های آن را به دست آورد.

۳-۳ نمونه مدل‌سازی در حلقه

در شکل ۳-۳ یک نمونه شبیه‌سازی در حلقه که باتری واقعی متصل است. این نوع شبیه‌سازی آزمایشی برای خودروهای برقی و خودروهای هیبریدی است. در این روش یک باتری واقعی به سیستم (لپ‌تاپ و کامپیوتر) که از طریق نرم‌افزار اتصال پیدا می‌کند و از نرم‌افزار به‌راحتی می‌توان خروجی‌های آن را گرفت و مورد مقایسه قرارداد که می‌توان از طریق این روش از اتفاقات بعد از ساخت جلوگیری کرد. این روش از هزینه‌های سنگین و خرابی‌های بعد از ساخت به‌شدت جلوگیری می‌کند. در این آزمایش می‌توان مقدار فشار وارده از طرف باتری به موتور و همچنین فشارهای وارده از موتور به باتری به‌راحتی شناسایی کرد آن‌ها را برطرف کرد و از خرابی‌های دستگاه و ماشین‌ها جلوگیری کرد. یکی از مشکل‌های بزرگ خودروهای هیبریدی باتری این خودرو است که باعث آتش‌سوزی و صدمات زیاد در این خودرو شده است و باعث هزینه‌های ناشی به موتور و باتری این خودروها شده. این آزمایش به‌راحتی می‌توان کنترل هزینه و از خرابی جلوگیری کرد.



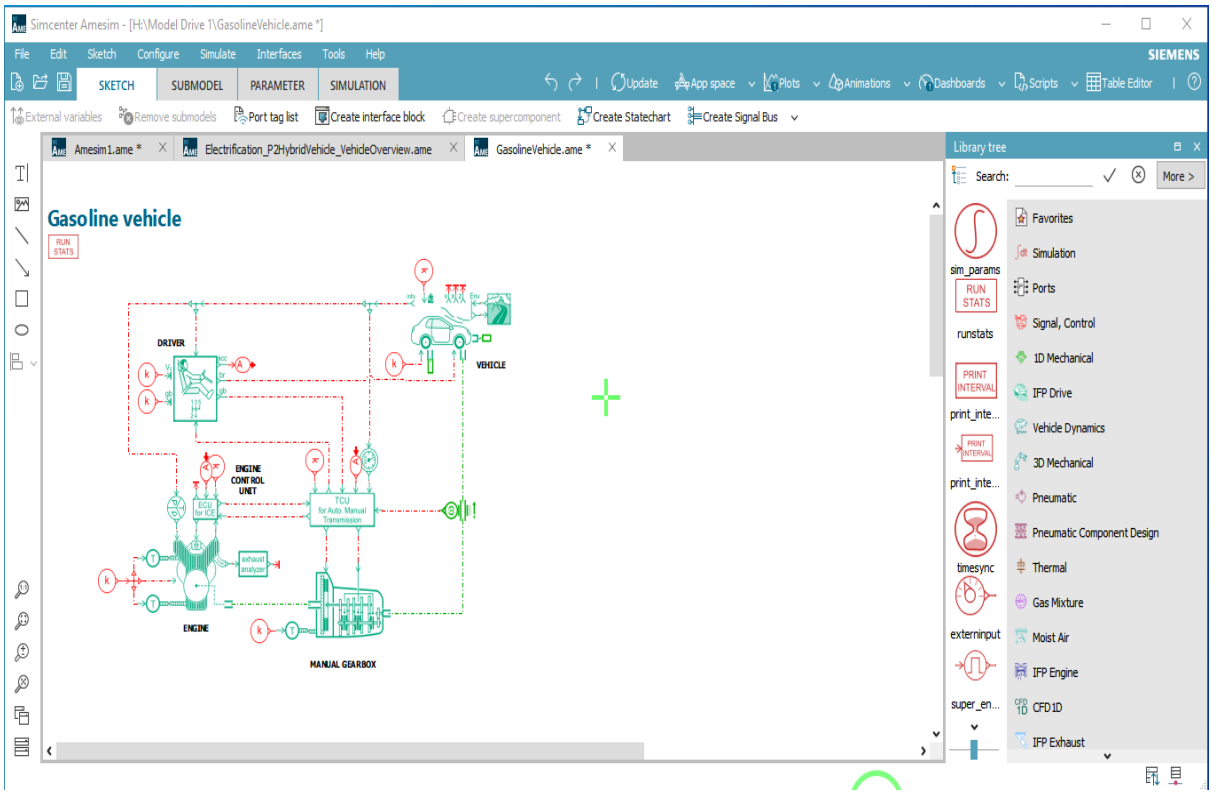
شکل ۳- ۳- نمونه مدل‌سازی در حلقه

AutoLibrary

AutoLibrary

۳-۴ مدل‌سازی خودرو سوختی

مدل خودرو سوختی طراحی‌شده در شکل ۳-۴، در نرم‌افزار Amesim به این صورت هست؛ که از چندین اجزای اصلی تشکیل‌شده‌اند که به‌صورت بلوک تعریف خواهند شد؛ مانند بلوک گیربکس، بلوک موتور، بلوک سنسورها و بلوک وسیله نقلیه متغیر و... که همه بلوک در جای اصلی خود قرارگرفته و از طریق خط یا LINE به هم متصل می‌شوند مانند شکل زیر که مرحله طراحی و مدل‌سازی همه در مرحله SKETCH انجام خواهد گرفت. در مرحله بعدی SUBMODEL مرحله که خطوط و بلوک‌ها به‌درستی وصل شده باشند، مانند که موتور حتماً یک انتقال به گیربکس داشته باشد اگر مرحله دوم صحیح باشد وارد مرحله سوم یا PARAMETER خواهد شد که در این بخش مقدار انرژی موتور، تعداد سیلندر موتور، شرایط آب‌وهوا، مقدار سرعت، حداکثر گشتاور و... که می‌توان از طریق بخش وارد اجزای اصلی خودرو کرد و خودرو در محیط و سیستم‌های مختلف می‌توان مورد مقایسه قرارداد و در مرحله آخر که مرحله راندگیری و شبیه‌سازی مدل خودرو سوختی خواهد بود، در این مرحله مدل‌سازی و پارامترهای به‌درستی واردشده و وارد مرحله آخر شده راندگیری انجام می‌گیرد و شبیه‌سازی کامل می‌گردد و نمودارهای به‌دست‌آمده موردبررسی و مقایسه قرار خواهند گرفت.



شکل ۳- ۴- مدل‌سازی خودرو سوختی

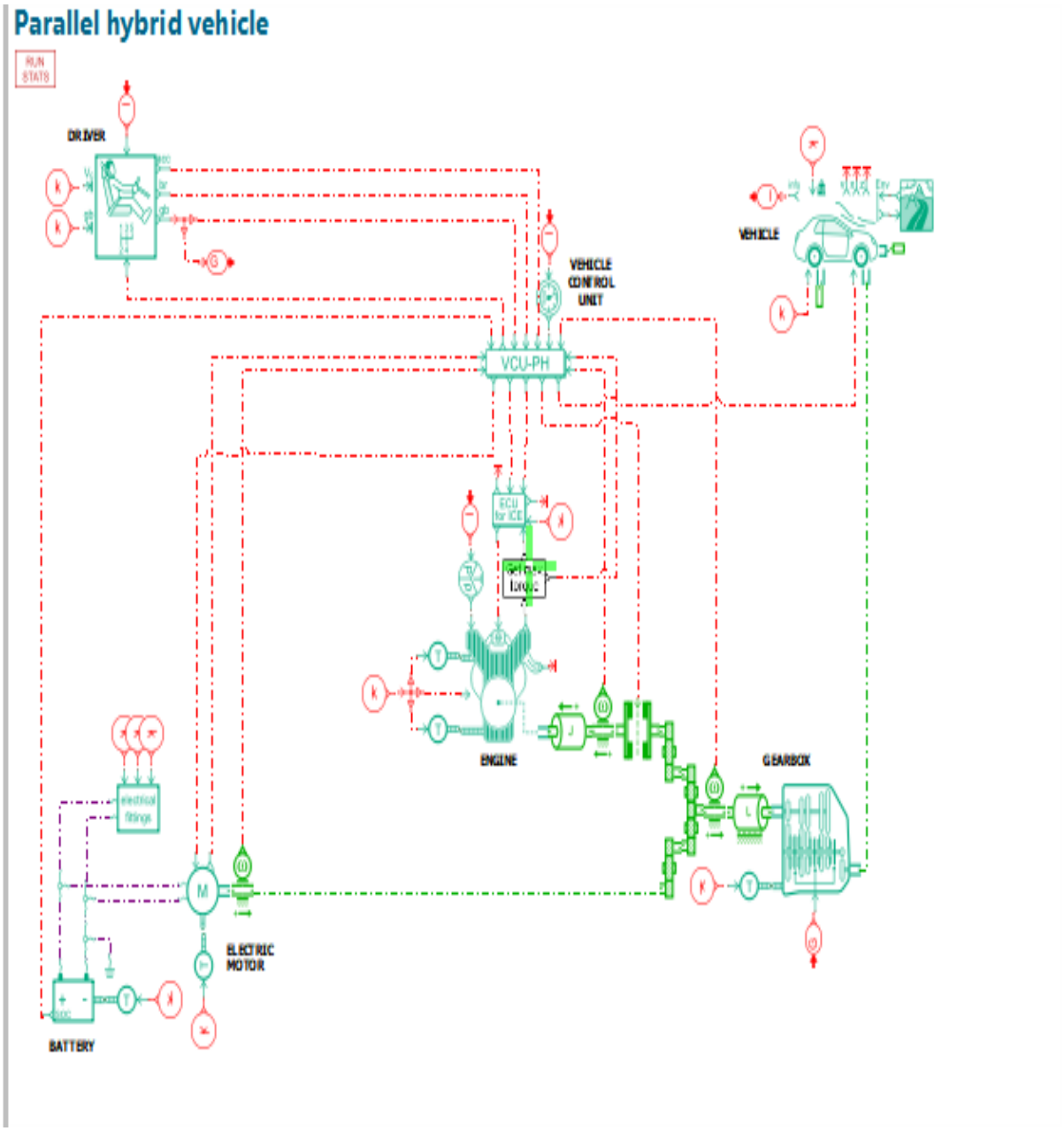
۳-۵ مدل‌سازی خودرو هیبریدی (مدل اصلی)

مدل خودرو هیبرید طراحی‌شده در نرم‌افزار Amesim که مدل پژوهشی این پایان‌نامه است. این مدل دارای اجزای اصلی یا بلوک‌های مانند بلوک موتور الکتریکی، بلوک موتور سوختی، بلوک گیربکس اتوماتیک و

AutoLibrary

AutoLibrary

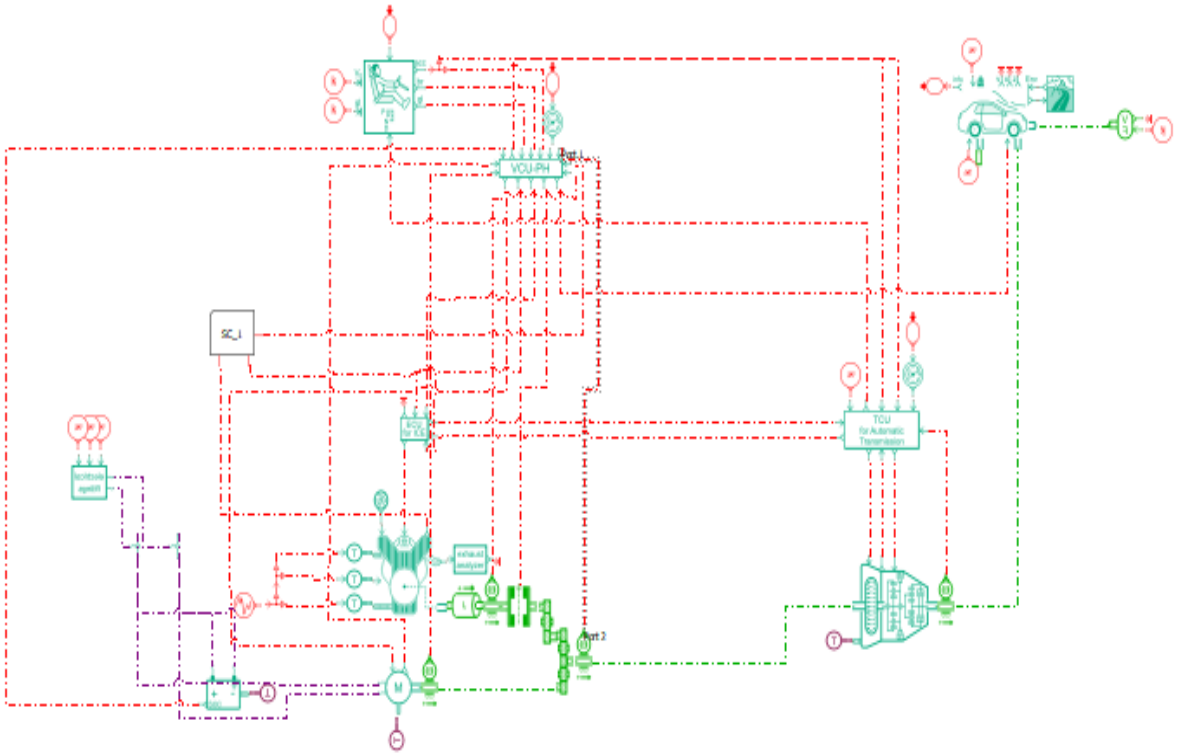
دنده‌ای، بلوک آنالیزور موتور سوختی، الکتریکی و گیربکس و... است که همه این بلوک‌ها با وصل شدن به یکدیگر باعث طراحی مدل موردنظر می‌گردد.



شکل ۳- ۵- نمونه مثال خودرو هیبرید با گیربکس دنده‌ای

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۳- ۶- نمونه طراحی‌شده خودرو هیبرید با گیربکس اتوماتیک

در شکل ۳-۵ و ۳-۶ دو نمونه طراحی‌شده خودرو هیبرید که با این تفاوت در شکل ۳-۵ از گیربکس و دنده‌ای استفاده‌شده و در شکل ۳-۶ از گیربکس اتوماتیک استفاده‌شده است. در دو تصویر عملکرد یکی هست تنها تغیر در گیربکس خودرو هست.

۳-۶ اجزای اصلی خودرو در نرم‌افزار امیسیم

۳-۶-۱ بلوک موتور سوختی

در شکل ۳-۷ موتور سوختی خودرو هیبریدی هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود.

معادله فشارهای مؤثر متوسط (BMEP[1]، FMEP[2]) و گشتاورها بر اساس موتور چهارزمانه:

در معادله ۳-۱ و ۳-۳ BMEP میانگین فشار مؤثر ترمز بر اساس Tout[3] گشتاور خروجی موتور و v^4 حجم حرکت موتور هست. در معادله ۳-۲ و ۳-۴ FMEP اصطکاک فشار متوسط ترمز بر اساس Tfric[1] گشتاور اصطکاک موتور و حجم حرکت موتور خواهد بود که بر اساس واحد bar می‌باشند و محاسبه می‌شوند.

---

1. Brake Mean Effective Pressure
2. Friction mean effective pressure
3. engine output torque
4. engine swept volume

AutoLibrary

AutoLibrary

$$BMEP=4\cdot\pi\cdot Tout\cdot\frac{0.01}{v} \quad (۱-۳)$$

$$FMEP=4\cdot\pi\cdot Tfric\cdot\frac{0.01}{v} \quad (۲-۳)$$

معادله فشارهای مؤثر متوسط BMEP، FMEP و گشتاورها بر اساس موتور دو زمانه:

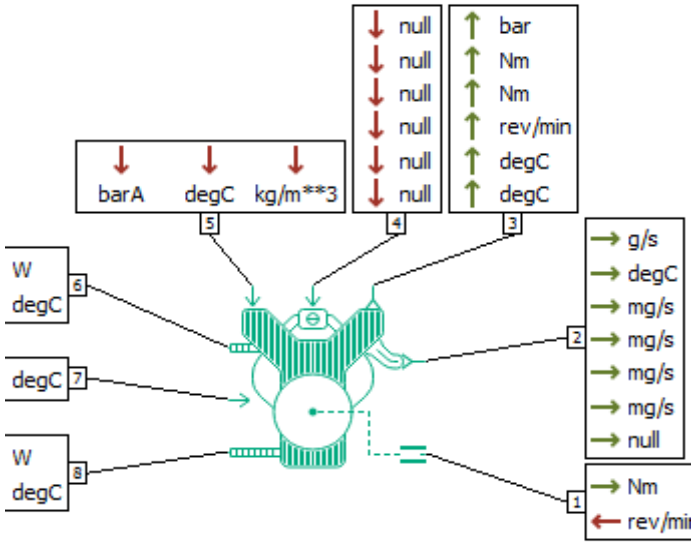
$$BMEP=2\cdot\pi\cdot Tout\cdot\frac{0.01}{v} \quad (۳-۳)$$

$$FMEP=2\cdot\pi\cdot Tfric\cdot\frac{0.01}{v} \quad (۴-۳)$$

معادله cons[۲] مصرف واقعی سوخت:

در معادله ۳-۵ بیانگر consfile[۳] مقدار سوختی که kstart[۴] هنگام استارت خودرو و همچنین expfcons[۵] اثر دمایی محیط بر مصرف سوخت تأثیر می‌گذارد محاسبه می‌گردد.

$$cons=consfile\cdot(1+kstart)\cdot expfcons \quad (۵-۳)$$



شکل ۳- ۷- موتور سوختی خودرو هیبرید

[1]. engine friction torque
[2]. real fuel consumption
[3]. value read in fuel file
[4]. overconsumption during engine star
[5]. cold temperature effect

AutoLibrary

AutoLibrary

۳-۶-۲ بلوک موتور الکتریکی

در شکل ۳-۸ موتور الکتریکی خودرو هیبریدی هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود.

معادله Tm گشتاور موتور الکتریکی[1]:

معادله ۳-۶ نشان‌دهنده Tlim مقدار گشتاور و tr·s زمان تعریف‌شده بر اساس Nm محاسبه می‌گردد.

$$Tm=1\div(1+tr\cdot s)\cdot Tlim \qquad (۳-۶)$$

معادله توان قدرت موتور الکتریکی:

معادله ۳-۷ بر اساس Pmec[2] توان مکانیکی بر اساس Tm گشتاور و سرعت چرخشی ω محاسبه می‌گردد. در معادله ۳-۸ Plost[3] توان مصرفی مکانیکی بر اساس توان مکانیکی و بازدهی محاسبه می‌شود.

$$Pmec=Tm\cdot\omega \qquad (۳-۷)$$

$$Plost=(1-\eta)\cdot|Pmec| \qquad (۳-۸)$$

رابطه بین دو معادله توان مکانیکی و توان مصرفی مکانیکی بر اساس Pelec[4] توان الکتریکی:

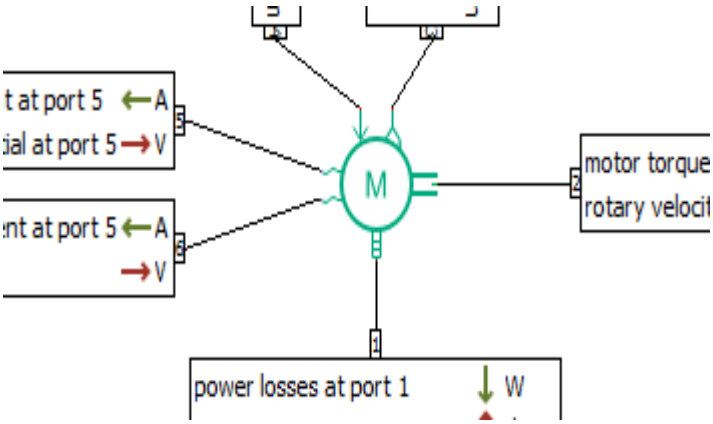
$$Pelec=Pmec+Plost \qquad (۳-۹)$$

معادله حالت موتور:

$$\eta=\frac{Pmec}{Pelec} \qquad (۳-۱۰)$$

حالت ژنراتور:

$$\eta=\frac{Pelec}{Pmec} \qquad (۳-۱۱)$$



شکل ۳- ۸- موتور الکتریکی خودرو هیبرید

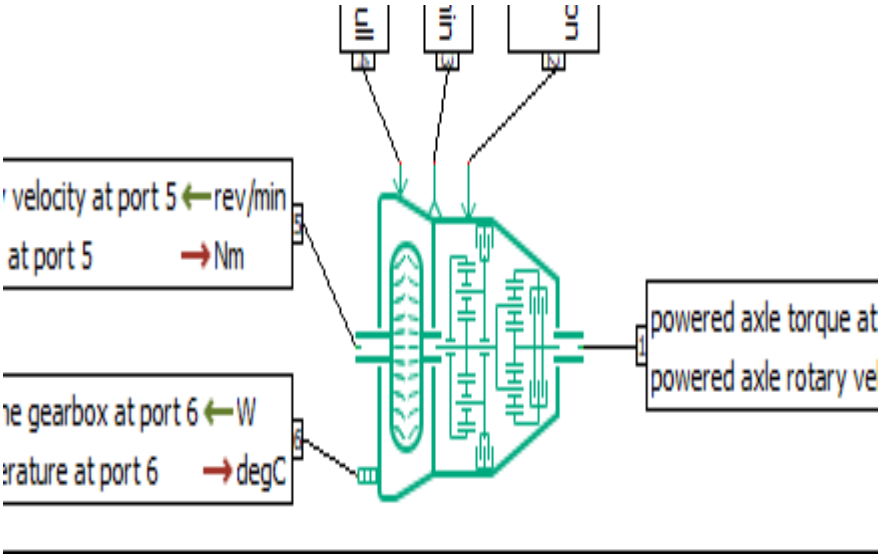
[1]. Electric motor torque
[2]. Mechanical power
[3]. Mechanical power consumption
[4]. Electric Power

AutoLibrary

AutoLibrary

۳-۶-۳ بلوک گیربکس خودرو هیبرید

در شکل ۳-۹ گیربکس اتوماتیک خودرو هیبریدی هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود.



شکل ۳- ۹- گیربکس اتوماتیک خودرو هیبرید

۳-۶-۴ بلوک باتری خودرو هیبریدی

در شکل ۳-۱۰ باتری خودرو هیبریدی هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود.

معادله v ولتاژ ثابت:

در معادله ۱۲ V ولتاژ برابر است با fixedvoltage[1] ولتاژ ثابت یا به عبارتی ولتاژ برابر است fixedcellvoltage[2] ولتاژ سلول‌های ثابت با Scell[3] تعداد سلول‌های سری بر اساس v ولتاژ محاسبه می‌گردد.

$$V3=fixedvoltage \quad \text{Or} \quad V3=fixedcellvoltage \cdot Scell \qquad (۱۲)$$

معادله Vtarget[4] ولتاژ متغیر:

در معادله ۳-۱۳ Vtarget ولتاژ متغیر بر اساس OCVbat[5] ولتاژ مدارباز کل باتری با Rbat[6] مقاومت داخلی کل باتری I3[7] جریان باتری محاسبه می‌گردد، یا به عبارتی Vtarget ولتاژ متغیر بر اساس Scell تعداد

[1]. Fixed Battery Voltage
[2]. Fixed Cell Voltage
[3]. Number of Cells in Series
[4] .Voltage is Variable
[5]. Open Circuit Voltage Battery
[6]. Internal Resistance Battery
[7]. Battery Current

AutoLibrary

AutoLibrary

سلول‌های سری با OCVcell[۱] ولتاژ مدارباز سلول Rcell[۲] مقاومت داخلی سلول Icell[۳] جریان سلول محاسبه می‌شود.

$$Vtarget=OCVbat-Rbat\cdot I3 \quad (۱۳-۳)$$

Or

$$Vtarget=Scell\cdot(OCVcell-Rcell\cdot Icell)$$

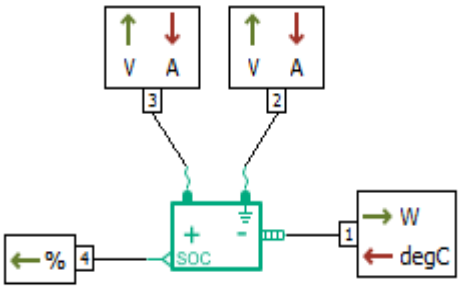
$$Icell=\frac{I_3}{Pcell} \quad (۱۴-۳)$$

توان خروجی باتری:

$$P=Rbat\cdot I32 \quad (۱۵-۳)$$

Or

$$P=Rcell\cdot Icell2\cdot Scell\cdot Pcell$$



شکل ۳- ۱۰- باتری خودرو هیبریدی

۳-۶-۵ بلوک راننده حالت گیربکس اتوماتیک

در شکل ۳-۱۱ راننده در حالت گیربکس اتوماتیک خودرو هیبریدی هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود.

معادله مقدار گاز و ترمز:

معادله ۳-۱۶ بیانگر accel[۴] شتاب لازم خودرو، masseq[۵] جرم معادل خودرو و Fstab[۶] نیرو برای سرعت ثابت خودرو که محاسبه می‌گردد. معادله ۳-۱۷ بیانگر Power مقدار توان خودرو برابر است با Ftot مقدار نیرو و Vv[۷] سرعت واقعی خودرو محاسبه می‌گردد.

---

1. Open Circuit Voltage Cell
2. Internal Resistance Cell
3. Cell Current
4. Necessary Acceleration
5. Equivalent Mass
6. Force for Constant Vehicle Speed
7. Actual Vehicle Velocity

AutoLibrary

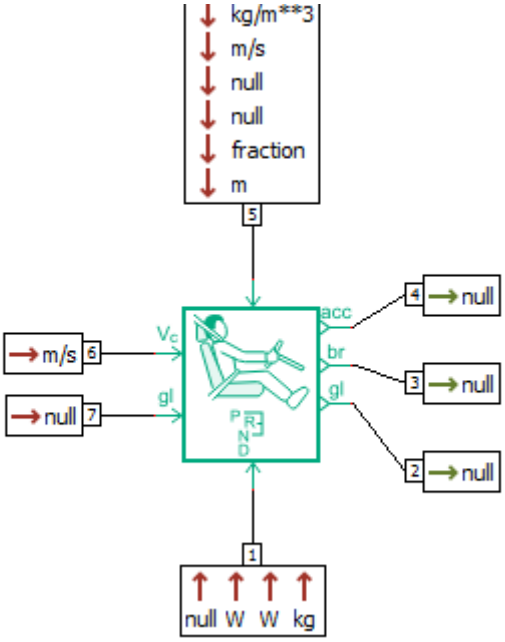
AutoLibrary

معادله ۳-۱۸ command[1] کنترل مدل خودرو، pgain[2] سود متناسب err[3] خطای بین سرعت خودرو و سرعت کنترل خودرو، سود جدایی‌ناپذیر و انتگرال خطای بین سرعت خودرو و سرعت کنترل خودرو محاسبه می‌گردد.

$$Ftot=accel\cdot masseq+Fstab \quad (۳-۱۶)$$

$$Power=Ftot\cdot Vv \quad (۳-۱۷)$$

$$Out=command+pgain\cdot err+igain\cdot\int err \quad (۳-۱۸)$$



شکل ۳- ۱۱- راننده با گیربکس اتوماتیک

۳-۶-۶ بلوک خودرو هیبرید با بار متغیر

در شکل ۳-۱۲ راننده در حالت خودرو هیبریدی با بار متغیر هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود. در این بلوک فشار وارد بر خودرو و سرعت وارد به محیط حساب بر اساس این نرم‌افزار شبیه‌سازی‌شده.

معادله Fcl[4] نیروی مقاومت خودرو:

معادله ۳-۱۹ بر اساس mass[5] مجموع جرم وسیله نقلیه با g گرانش زمین و همچنین زوایا و شیب‌های جاده محاسبه انجام گردد.

$$Fcl=mass\cdot g\cdot\sin(\arctan(\frac{\alpha}{100})) \quad (۳-۱۹)$$

معادله Faero[6] کششی آئرودینامیکی خودرو:

1. Command Computed by Model Based Controller
2. Proportional Gain
3. Error Between Vehicle Velocity and Control Velocity
4. Vehicle resistance force
5. is the total mass of the vehicle
6. Aerodynamic traction of the car

AutoLibrary

AutoLibrary

معادله ۳-۲۰ بر اساس pair[1] چگالی هوا، S[2] منطقه عبور خودرو، Cx[3] ضریب نفوذ هوا، v[4] سرعت خطی خودرو و vwind[5] سرعت باد ورودی به‌طرف خودرو محاسبه می‌گردد.

$$Faero=1\div2\cdot\rho air\cdot S\cdot Cx\cdot(v+vwind)2 \qquad (۲۰-۳)$$

معادله Froll[6] نیروی اصطکاکی غلتشی خودرو:

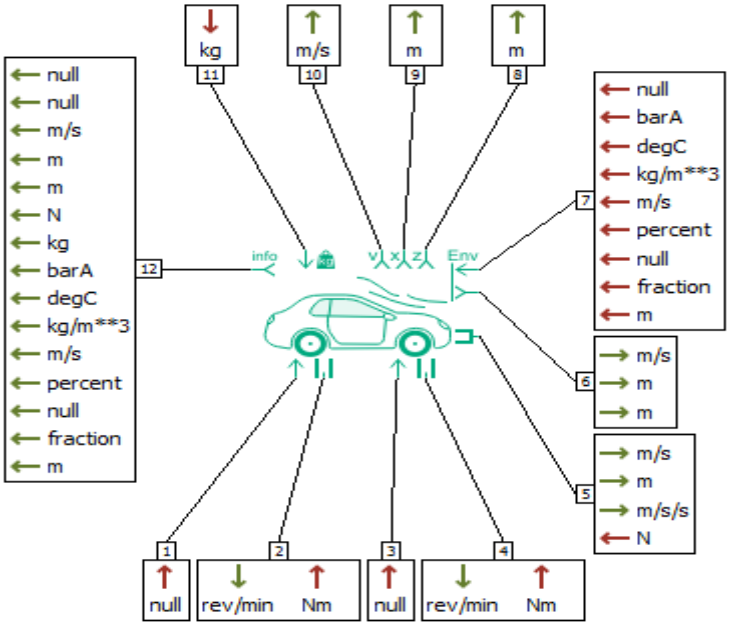
معادله ۳-۲۱ بر اساس mass مجموع جرم وسیله نقلیه با g گرانش زمین، f نیرو، k اصطکاک v سرعت خودرو wind باد ورودی سمت خودرو v2 سرعت خودرو به توان ۲ و به زوایا محاسبه می‌گردد.

$$Froll=mass\cdot g\cdot(f+k\cdot v+wind\cdot v2)\cdot cosarctan(\frac{\alpha}{100}) \qquad (۲۱-۳)$$

معادله Fres[7] کلی نیروی مقاومت خودرو:

معادله ۳-۲۲ بر اساس Fcl نیرو مقاومت خودرو با Faero کششی آئرودینامیکی خودرو Froll نیروی اصطکاکی غلتشی خودرو gain افزایش نیروی غلتشی هست که محاسبه می‌گردد.

$$Fres=Fcl+Faero+Froll\cdot gain \qquad (۲۲-۳)$$



شکل ۳- ۱۲- خودرو هیبریدی با بار متغیر

۳-۶-۷ بلوک ECU کنترل موتور سوختی

در شکل ۳-۱۳ ECU[1] کنترل موتور سوختی است. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود.

---

1. is the air density
2. is the vehicle active area
3. is the air penetration coefficient
4. is the vehicle linear velocity
5. is the input wind velocity
6. Rolling friction force of the car
7. Vehicle resistance force

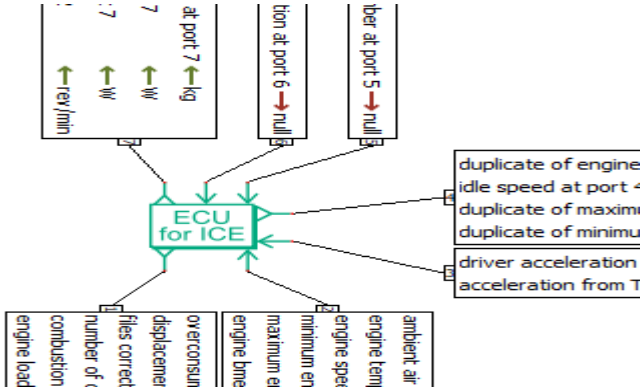
AutoLibrary

AutoLibrary

معادله ECU کنترل موتور سوختی:

معادله ۳-۲۳ بر اساس سیگنال‌های کنترل خودرو هست.

$$effload=load \quad (۲۳-۳)$$



شکل ۳- ۱۳- موتور سوختی ECU

۳-۶-۸ بلوک بار چرخشی

در شکل ۳-۱۴ بار چرخشی موتور سوختی هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود.

معادله J.accel[۲] بار چرخشی:

معادله ۳-۲۴ بر اساس torq1[۳] گشتاور چسبندگی با torq2[۴] گشتاور اصطکاک، Tvisc[۵] ضریب اصطکاک ویسکوزیته Twind[۶] ضریب باد هست که محاسبه می‌گردد.

$$J.accel = torq1 - torq2 - Tvisc - Twind \quad (۲۴-۳)$$

شکل ۳- ۱۴- بار چرخشی موتور سوختی

۳-۶-۹ بلوک کنترل الکتریکی باتری

در شکل ۳-۱۵ کنترل‌های الکتریکی باتری هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود.

---

1. Engine control unit
2. speed and rotation angle
3. the stiction torque
4. the Coulomb friction torque
5. the coefficient of viscous friction
6. the coefficient of windage

AutoLibrary

AutoLibrary

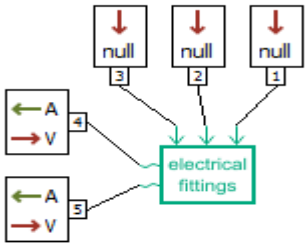
معادله powi توان مصرفی الکتریکی خودرو:

معادله‌های ۳-۲۵ الی ۳-۲۷ بر اساس Pcons[1] و effi[2] کنترل ورودی و خروجی‌های ولتاژ جریان باتری محاسبه می‌شوند.

$$\text{If ctrli}>0\text{: powi}=(\frac{\text{Pconsi}}{\text{effi}}) \quad (۲۵-۳)$$

$$\text{If ctrli}\leq 0\text{: powi}=0 \quad (۲۶-۳)$$

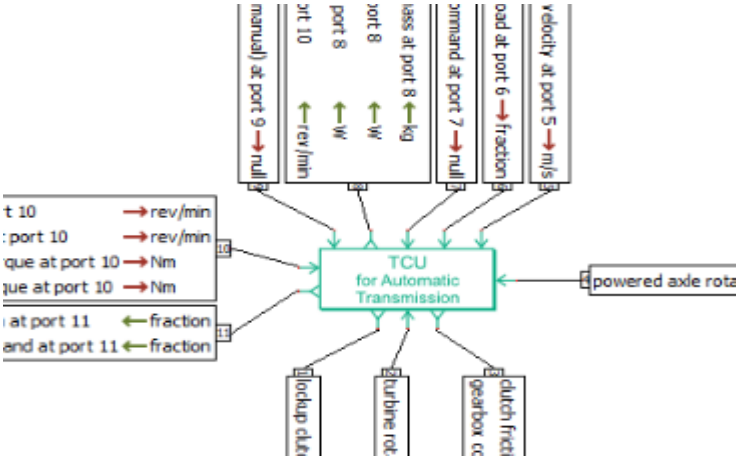
$$\text{Ii}=-\text{powi}\div(\text{V4}-\text{V5}) \quad (۲۷-۳)$$



شکل ۳- ۱۵- کنترل‌های الکتریکی باتری

۳-۶-۱۰ بلوک کنترل گیربکس اتوماتیک خودرو

در شکل ۳-۱۶ کنترل گیربکس اتوماتیک خودرو هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج و ورود می‌شود.



شکل ۳- ۱۶- کنترل گیربکس اتوماتیک خودرو

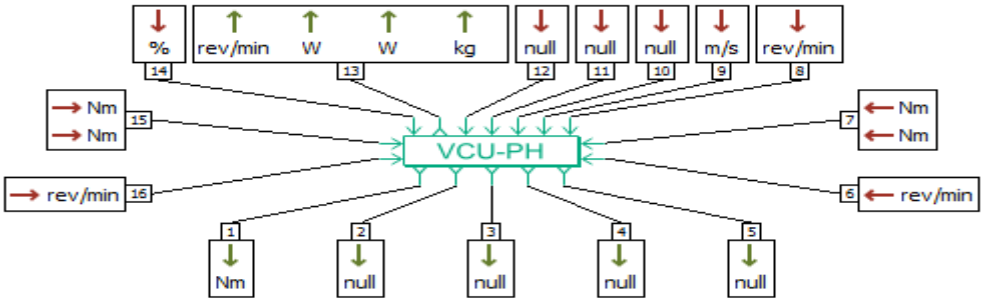
۳-۶-۱۱ بلوک کنترل خودرو هیبرید در نوع موازی

در شکل ۳-۱۷ کنترل خودرو هیبرید در نوع موازی هست. در شکل زیر چند خروجی و چند ورودی وجود دارد که هرکدام از این ورودی بر اساس مقدار انرژی و مقدار نیروی که خروج ورود می‌شود.

[1]. Power Consumption
[2]. Conversion Efficiency

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۳- ۱۷- کنترل خودرو هیبرید در نوع موازی

جدول ۳- ۱- بلوک‌های اجزای خودرو

۱	بلوک استخراج‌کننده خودرو		۸	بلوک کنترل فشار، دما، چگالی	
۲	بلوک منبع طبیعی و محیط قرارگرفته خودرو		۹	بلوک آنالیزور اگزوز	exhaust analyzer
۳	بلوک متغیرها		۱۰	بلوک کوپلینگ	
۴	بلوک سیگنال ثابت	k	۱۱	بلوک انتقال سرعت	
۵	بلوک فرستنده		۱۲	بلوک سیگنال متغیر	1
۶	بلوک سنسور سرعت	ω	۱۳	بلوک تبدیل‌کننده سیگنال به دما	T
۷	بلوک منبع دمای ثابت		۱۴	بلوک ماکسیمم و مینیمم نیرو	SC_1

AutoLibrary

AutoLibrary

۳-۷ جمع‌بندی

در این فصل مفهوم روش مدل‌سازی از طریق نرم‌افزار Amesim یک روش کارآمد و ساده‌تر برای به دست آوردن نتایج و خروجی‌ها است. در این روش برای به دست آوردن مقدار نیرو یا فشار که به ماشین وارد خواهد شد، یا برای به دست آوردن مقدار ولتاژی که به باتری ماشین وارد می‌شود لازم نیست از معادلات سخت و دشوار استفاده کرد، در این روش با استفاده از روش مدل‌سازی با داشتن مقدار نیرو یا ولتاژ (بر اساس کاتالوگ وسیله یا خودرو) به بلوک‌های اجزای خودرو در نرم‌افزار وارد کرده مقدار خروجی را آسان و راحت‌تر نسبت به روش‌های دیگر معادلاتی یا نرم‌افزارهای مثل متلب که پیچیده یا وقت‌گیر هستند در اختیار خواهد گذاشت.

AutoLibrary

AutoLibrary

فصل چهارم
نتایج

۴-۱ مقدمه

در فصل قبل، به مدل‌سازی‌های باتری در حلقه، خودرو سوختی و هیبریدی پرداخته شد؛ اما در این فصل، با استفاده از نرم‌افزار Amesim می‌توان به بررسی‌های نتایج که بر روی مدل‌سازی‌ها صورت گرفته پرداخته می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده مورد مقایسه انجام خواهد گرفت و می‌توان نتایج را با اتفاقات که قرار آینده رخ دهد موردبررسی قرار خواهد داد.

۴-۲ بررسی اثر پارامترها در شبیه‌سازی مدل‌های مختلف

در این فصل، برای رسیدن به یک شبیه‌سازی پایدار و دقیق، لازم است درک درستی از تأثیر پارامترهای مختلف در شبیه‌سازی موردبررسی وجود داشته باشد. در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Amesim، به بررسی مدل‌سازی‌های خودرو هیبریدی پرداخته می‌شود.

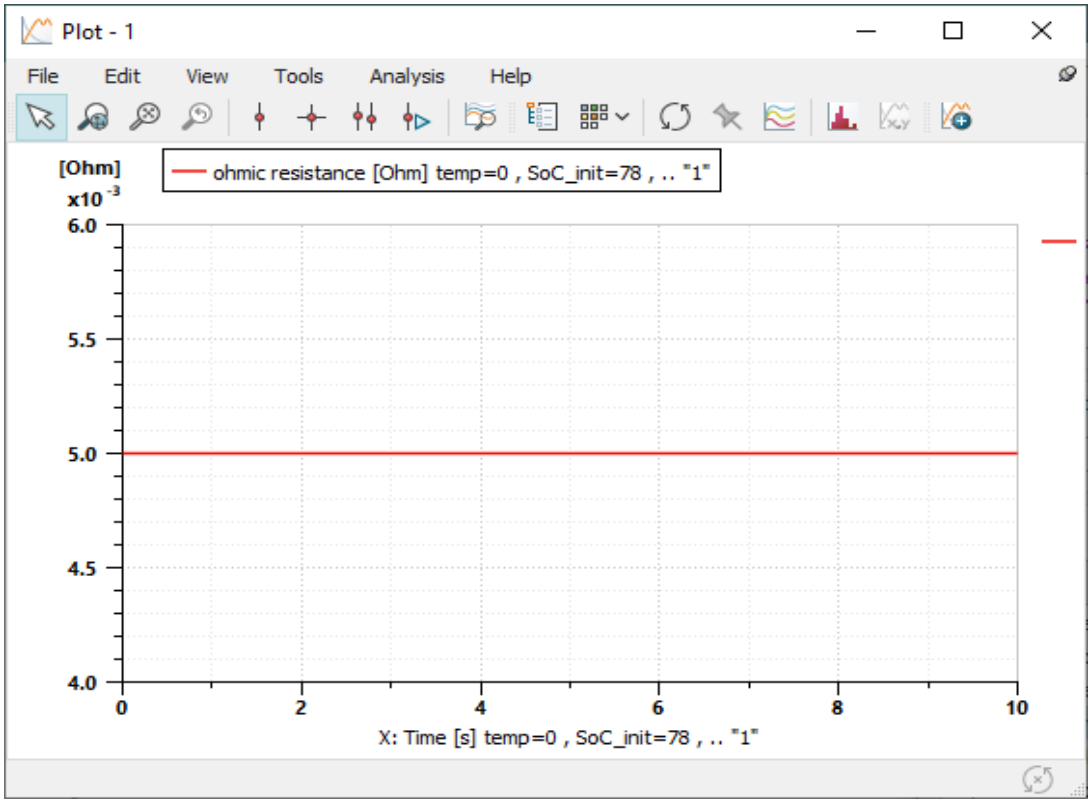
AutoLibrary

AutoLibrary

۴-۳ نتایج شبیه‌سازی باتری در حلقه

۴-۳-۱ شبیه‌سازی در زمان ۱۰ ثانیه

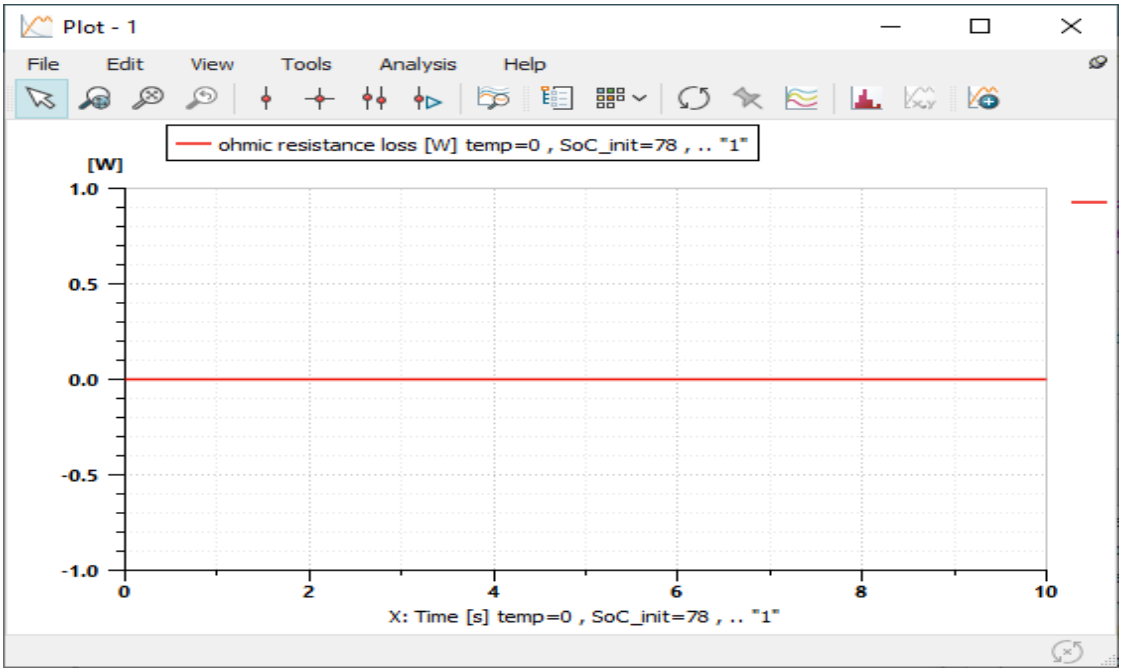
مرحله شبیه‌سازی در شکل‌های ۴-۱ الی ۴-۳ در زمان ۱۰ ثانیه انجام‌گرفته شده است. شکل‌های ۴-۱ الی ۴-۳ در این نمودارها بیانگر اتفاقاتی که در مدت‌زمان ۱۰ ثانیه در واقعیت رخ می‌دهد را نشان می‌دهد که در مدت‌زمان ۱۰ ثانیه نمودارها ثابت اتفاقی رخ نمی‌دهد. نمودارها به‌صورت (x) و (y) نشان داده می‌شوند.



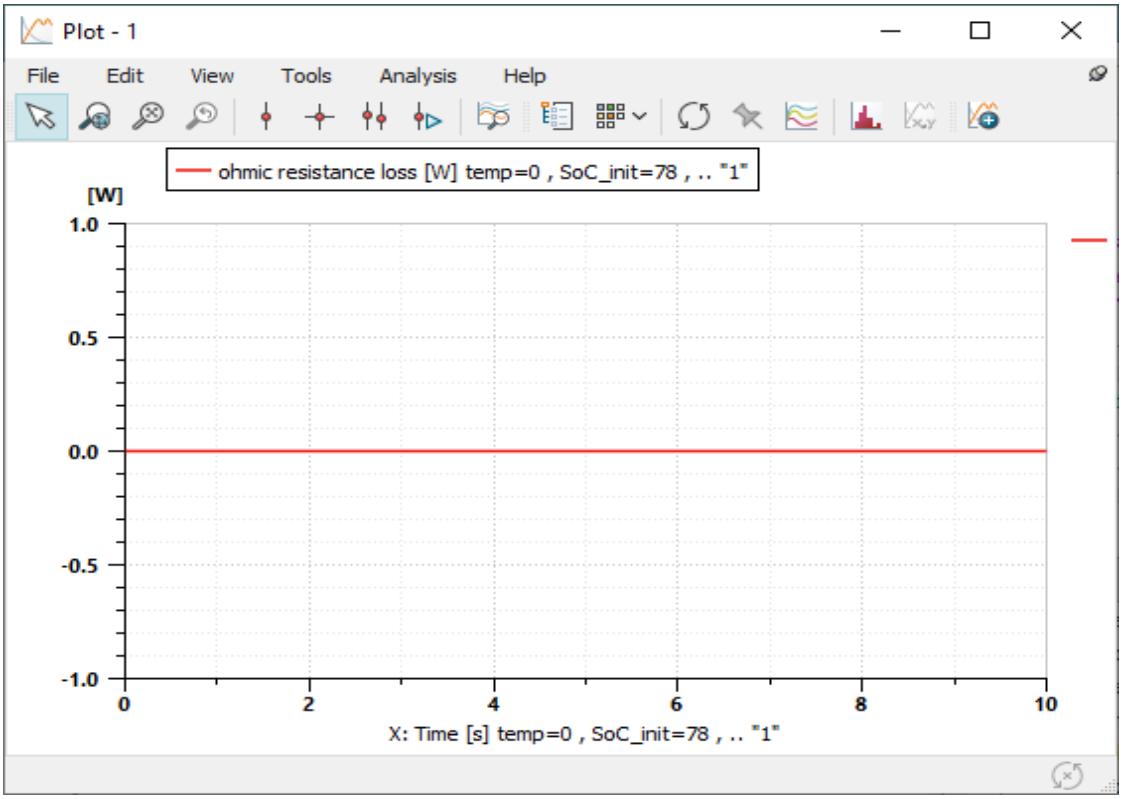
شکل ۴- ۱- نمودار مقاومت اهمی

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۴- ۲- نمودار افت ولتاژ مقاومت اهمی



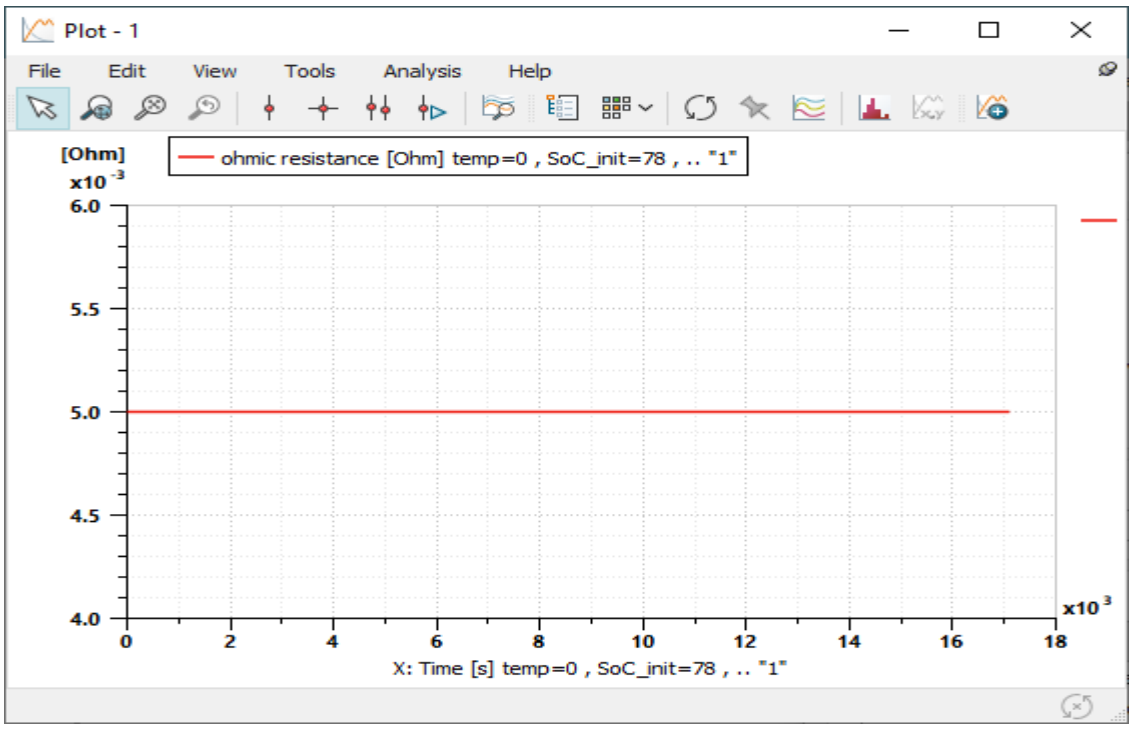
شکل ۴- ۳- نمودار از دست دادن مقاومت اهمی

AutoLibrary

AutoLibrary

۴-۳-۲ شبیه‌سازی در زمان ۲۰۰۰۰ ثانیه

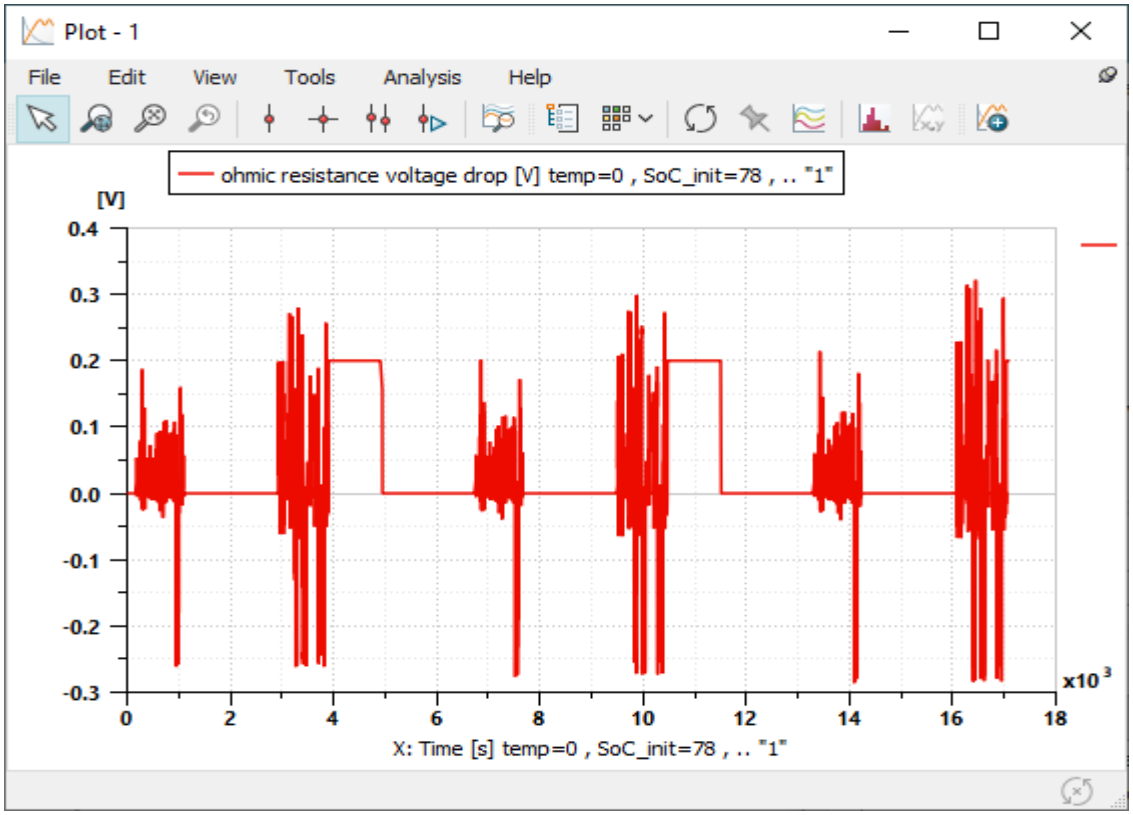
مرحله شبیه‌سازی در شکل‌های ۴-۴ الی ۴-۷ در زمان ۲۰۰۰۰ ثانیه انجام‌گرفته شده است. در شکل ۴-۴ در زمان‌های ۲۰۰۰۰ و ۱۰ ثانیه تغییری ایجاد نکرده و نمودار مقاومت اهمی به‌صورت ثابت بوده، ولی در شکل‌های ۴-۵ و ۴-۶ زمان تأثیر مؤثری در (افت ولتاژ مقاومت اهمی) و همچنین از (دست دادن مقاومت اهمی) دارد که باعث متفاوت بودن نمودار در زمان ۱۰ ثانیه هست که تأثیر زمان درروند کار باعث ایجاد نمودارهای متفاوتی می‌شود. شکل ۴-۷ دارای نموداری که به‌صورت واضح حداقل و حداکثر فشار (از دست دادن مقاومت اهمی) که بارنگ‌های مختلف نشان می‌دهد و می‌توان در شکل‌های زیر نمودارها موردبررسی قرارداد.



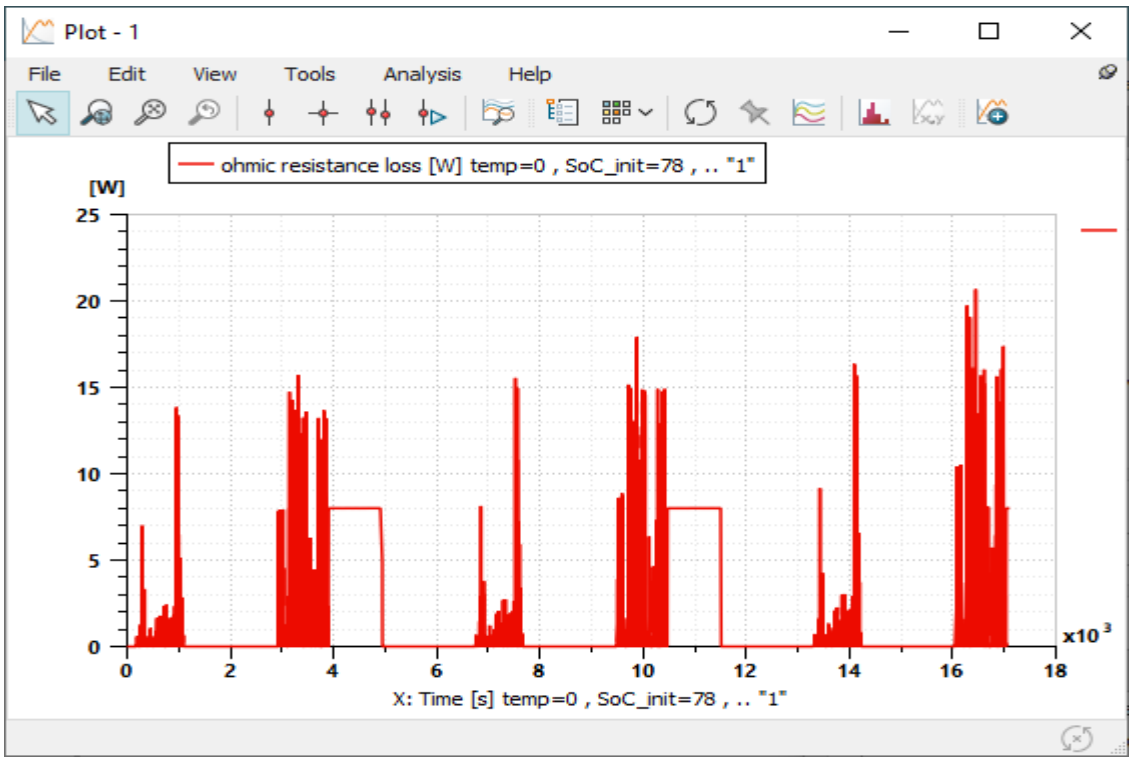
شکل ۴- ۴- نمودار مقاومت اهمی

AutoLibrary

AutoLibrary



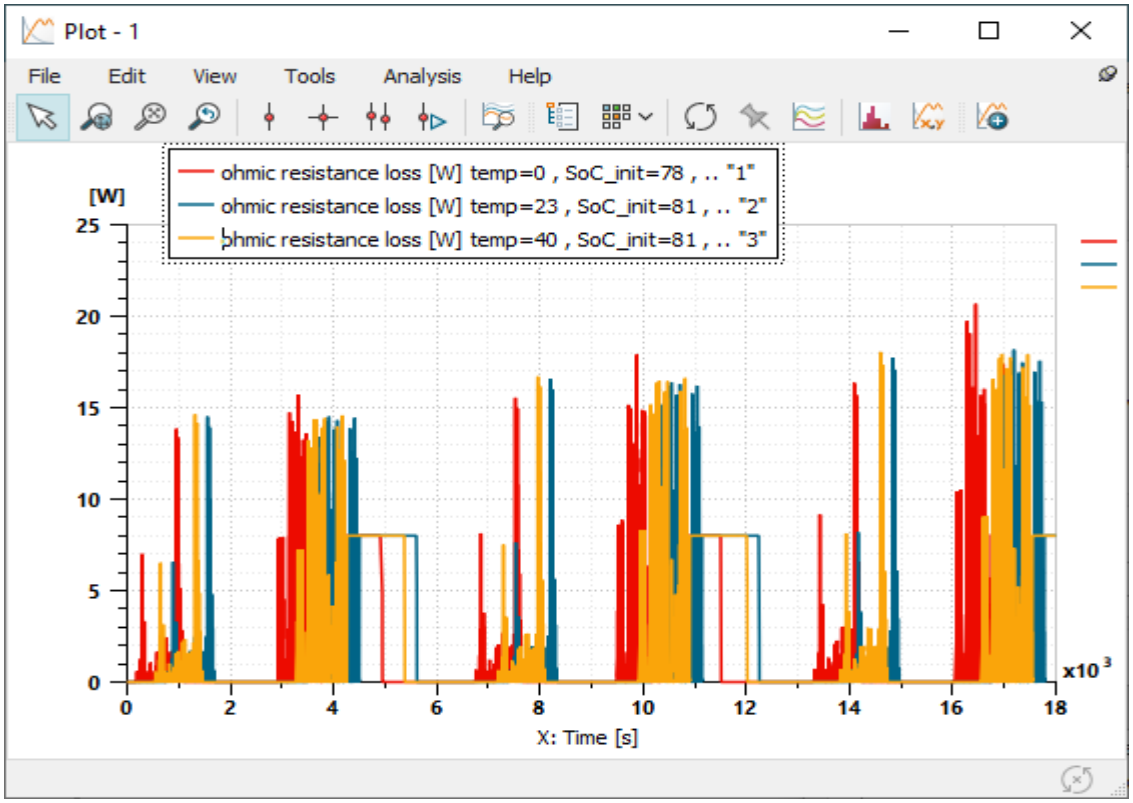
شکل ۴- ۵- نمودار افت ولتاژ مقاومت اهمی



شکل ۴- ۶- نمودار از دست دادن مقاومت اهمی

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۴- ۷- نمودار کلی از دست دادن مقاومت اهمی

۴-۳-۳ نتیجه شبیه‌سازی در حلقه

در اینجا مدل شبیه‌سازی در حلقه در دو مرحله شبیه‌سازی انجام گرفت شده است که در زمان‌های ۱۰ ثانیه و ۲۰۰۰۰ ثانیه که خروجی‌های متفاوت به را اساس زمان گذاری دارند که هرکدام موردبررسی قرارگرفته‌اند. هرچه زمان RAN[1] شبیه‌سازی بیشتر باشد مقدار مقاومت و فشار بیشتر خواهد شد و هرچه زمان کمتر باشد تأثیر کمتر و متفاوتی نسبتی به زمان بیشتر دارد.

۴-۴ نتایج شبیه‌سازی مدل خودرو هیبرید گیربکس دنده‌ای

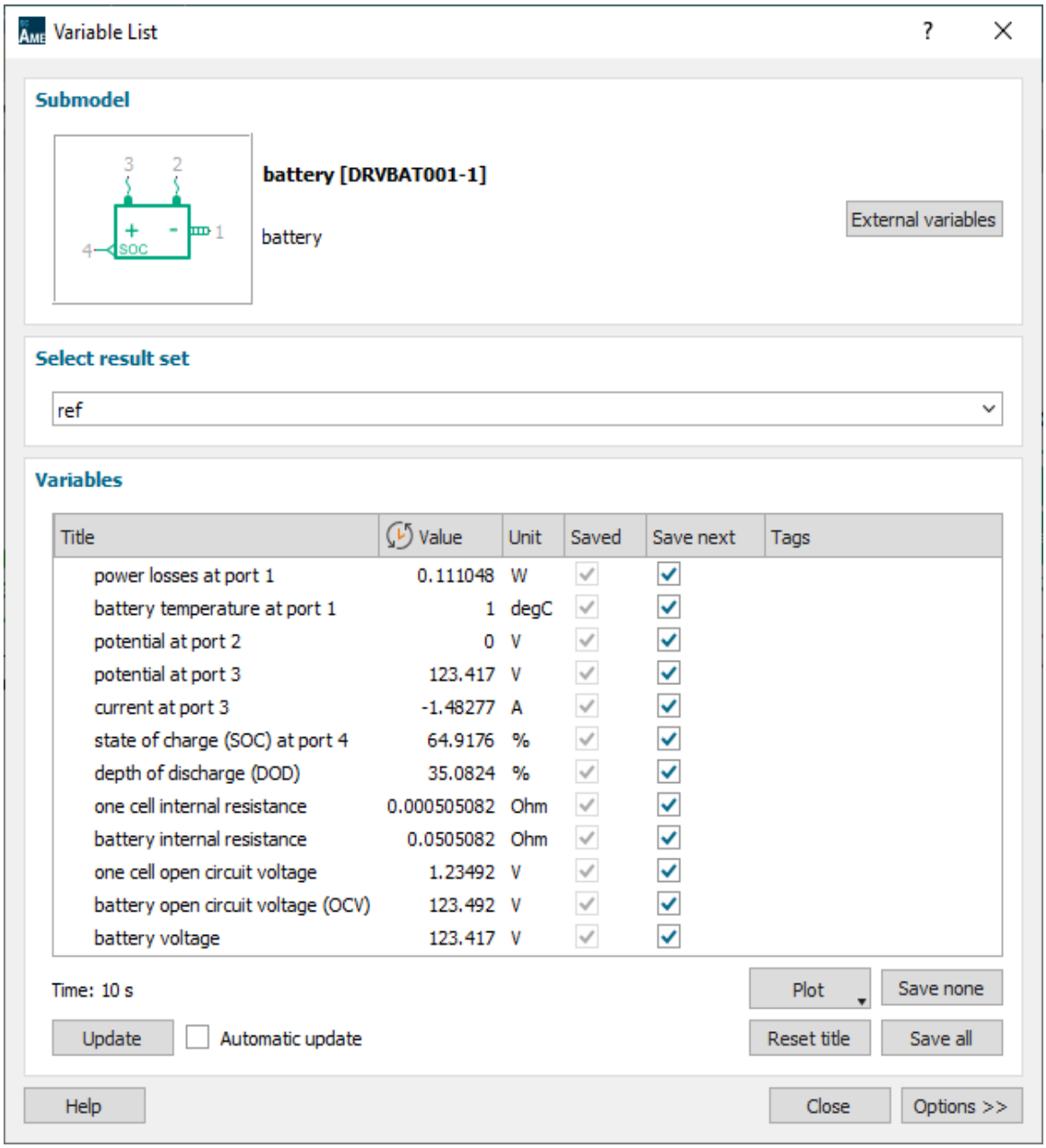
۴-۴-۱ شبیه‌سازی در زمان ۱۰ ثانیه

مرحله شبیه‌سازی در شکل‌های ۴-۸تا ۴-۱۴ در زمان ۱۰ ثانیه انجام‌گرفته شده است. شکل ۴-۸ نشان‌دهنده مقدار خروجی اعداد در بلوک باتری خودرو برحسب زمان به‌دست‌آمده‌اند. شکل‌های ۴-۹ الی ۴-۱۱ نمودارهای (ولتاژ باتری خودرو)، (ولتاژ مدارباز باتری خودرو) و (عمق تخلیه باتری) به‌صورت متفاوت هست، ولی شکل‌های ۴-۱۲ الی ۴- ۱۴ نمودارهای (موقعیت خودرو)، (سرعت چرخشی خودرو) و (برق موتور الکتریکی خودرو) به‌صورت ثابت هست و می‌توان در شکل‌های زیر نمودارها موردبررسی قرارداد.

[1]. Ran Monitor

AutoLibrary

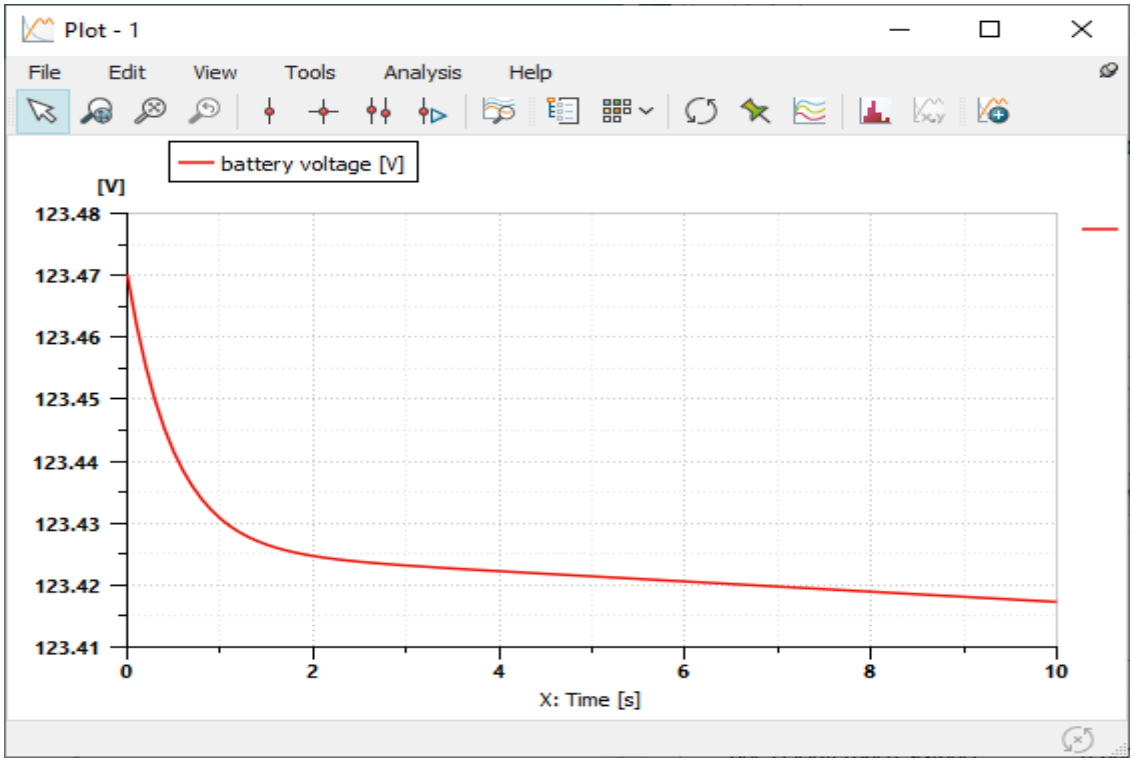
AutoLibrary



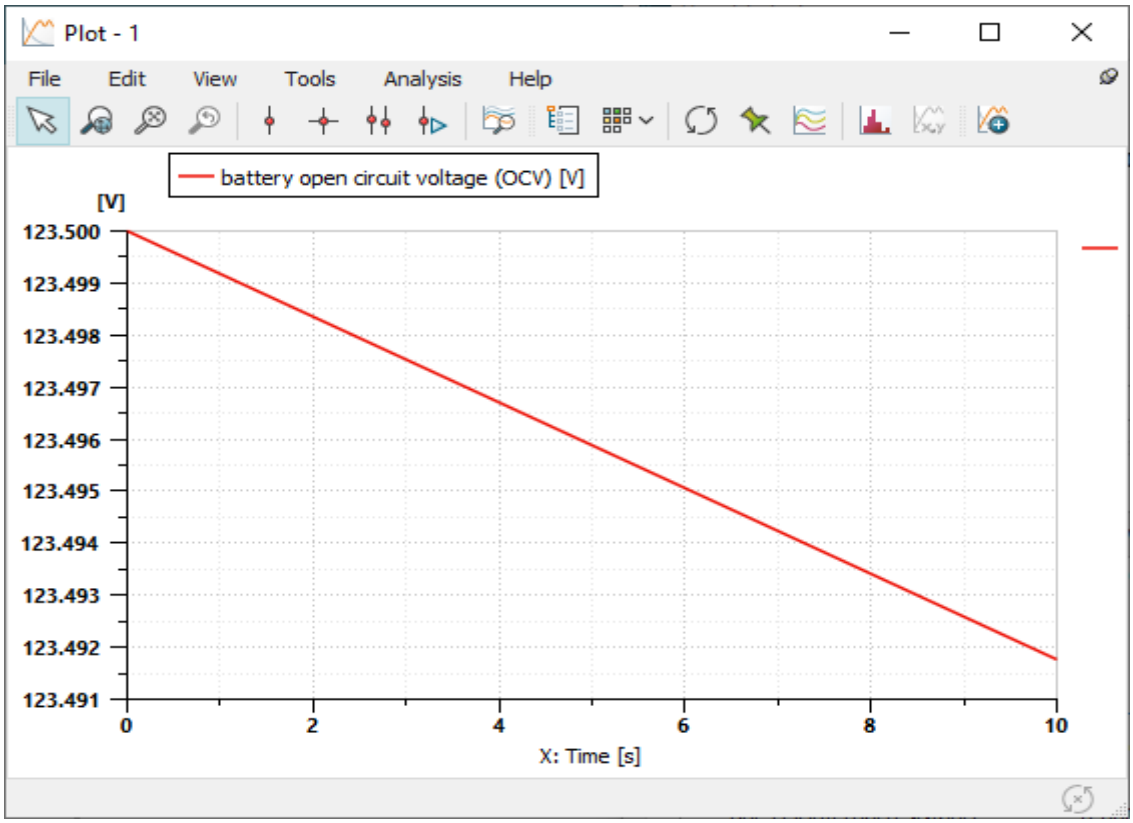
شکل ۴- ۸- خروجی عدد شبیه‌سازی در باتری خودرو هیبرید دنده‌ای در ۱۰ ثانیه

AutoLibrary

AutoLibrary



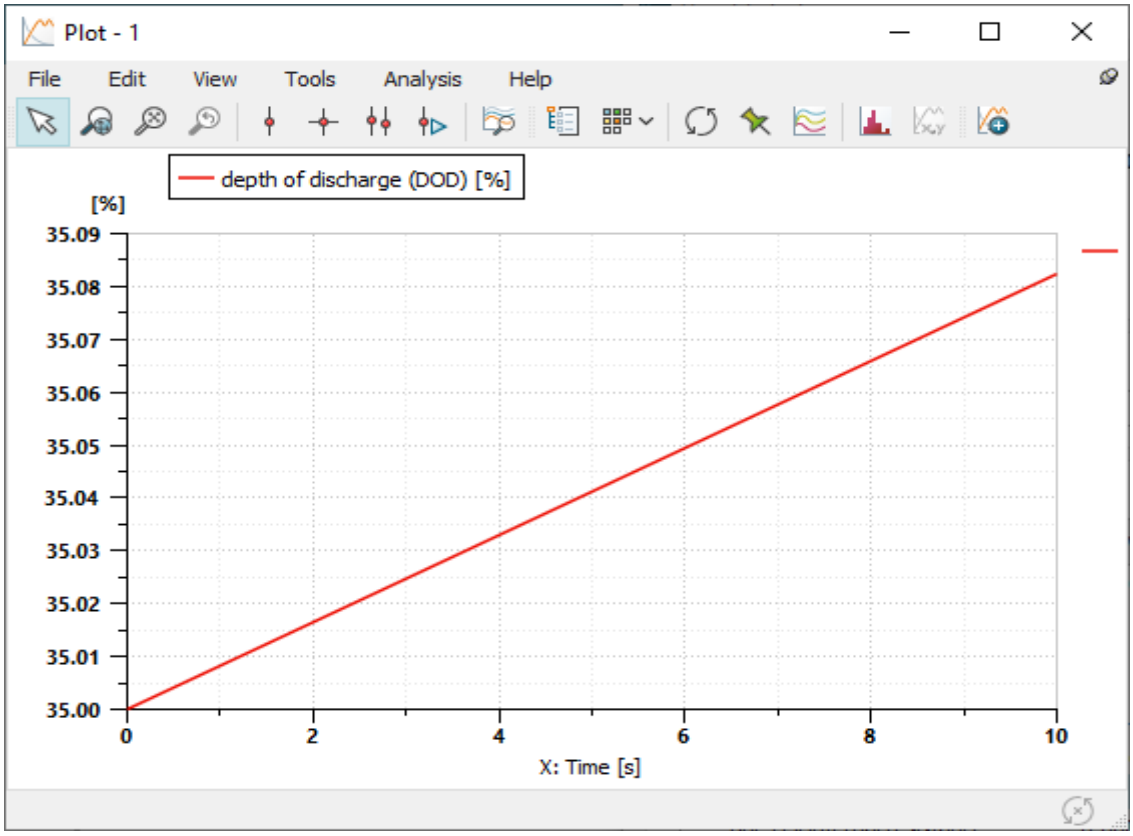
شکل ۴- ۹- نمودار ولتاژ باتری خودرو



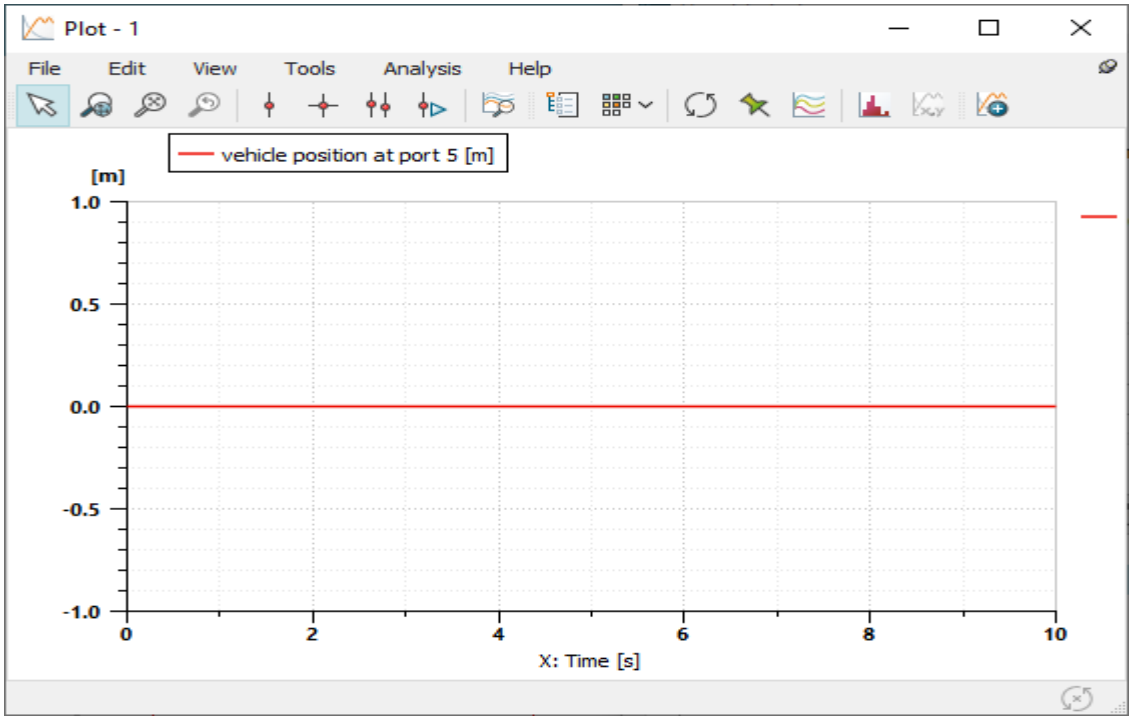
شکل ۴- ۱۰- نمودار ولتاژ مدارباز باتری خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary



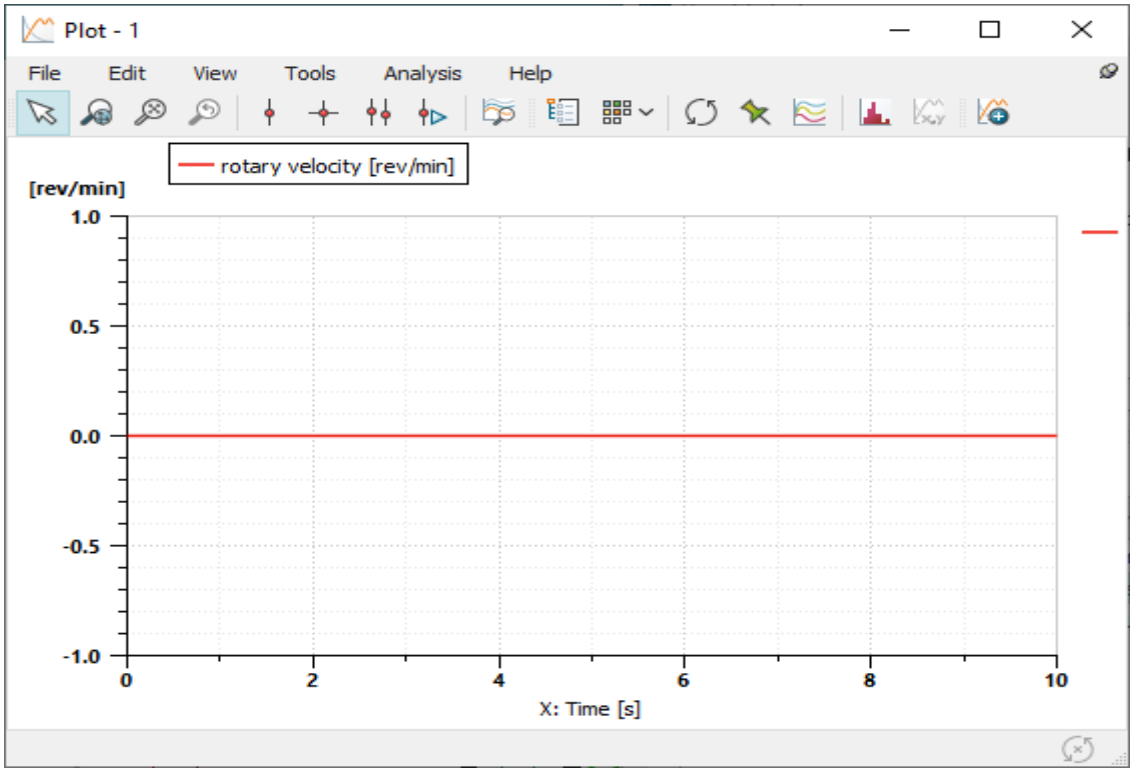
شکل ۴- ۱۱- نمودار عمق تخلیه باتری خودرو



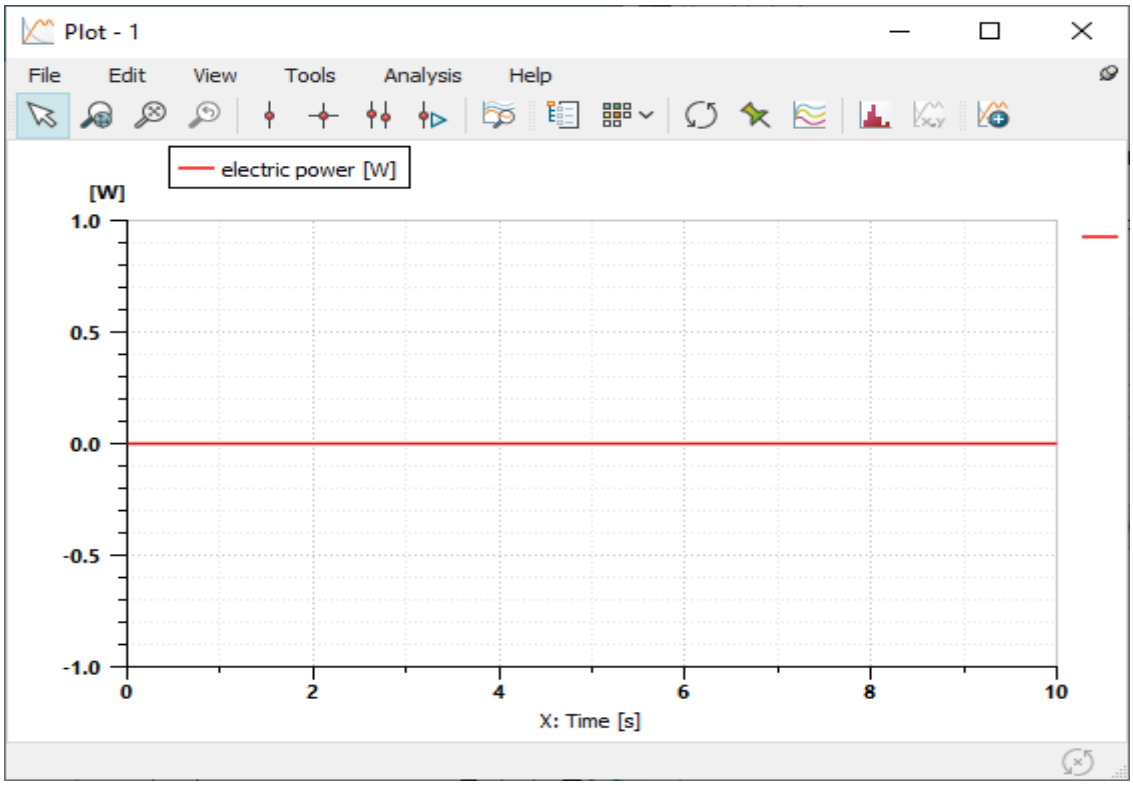
شکل ۴- ۱۲- نمودار موقعیت خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۴- ۱۳- نمودار سرعت چرخشی خودرو



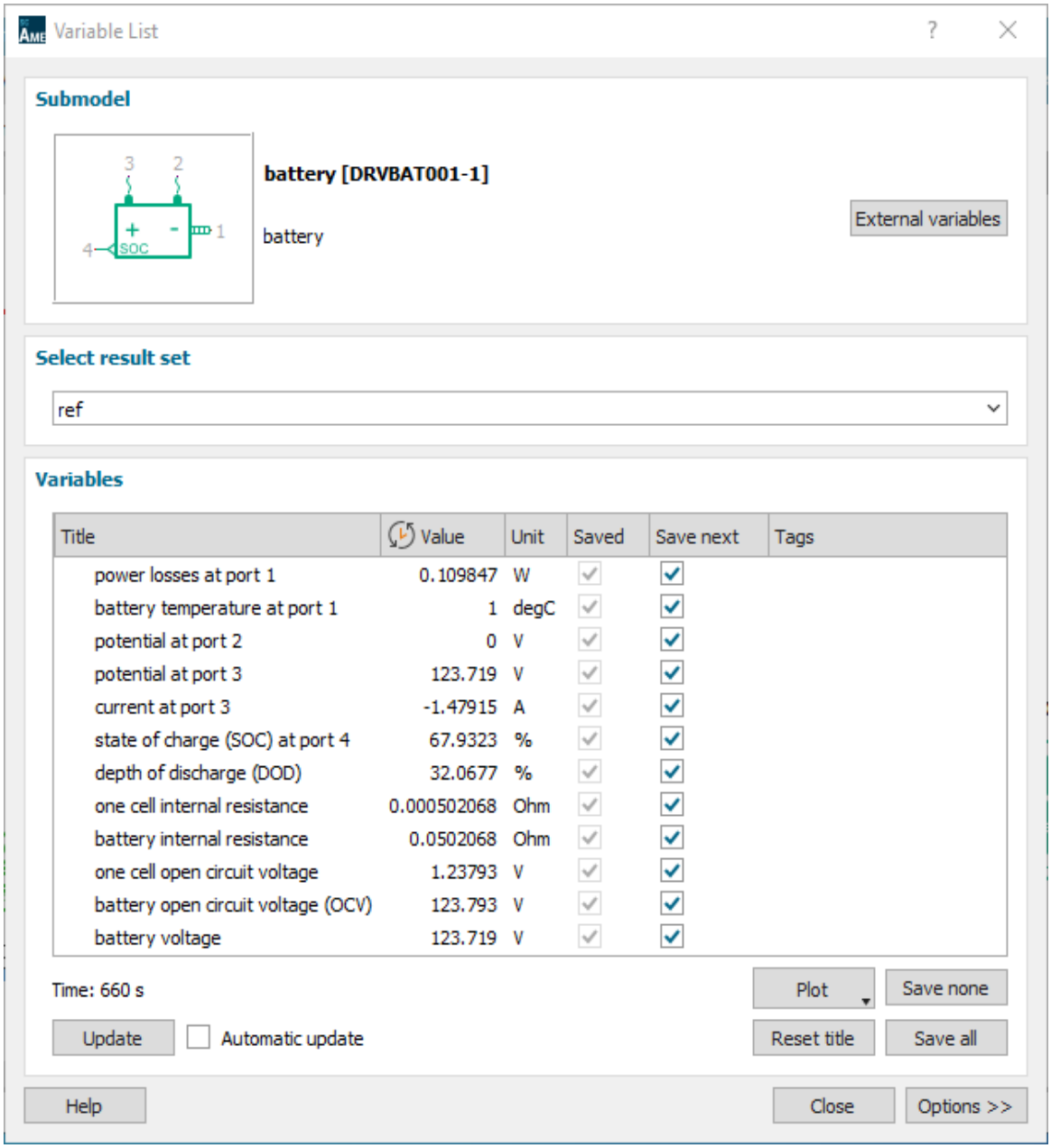
شکل ۴- ۱۴- نمودار برق موتور الکتریکی خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary

۴-۴-۲ شبیه‌سازی در زمان ۶۶۰ ثانیه

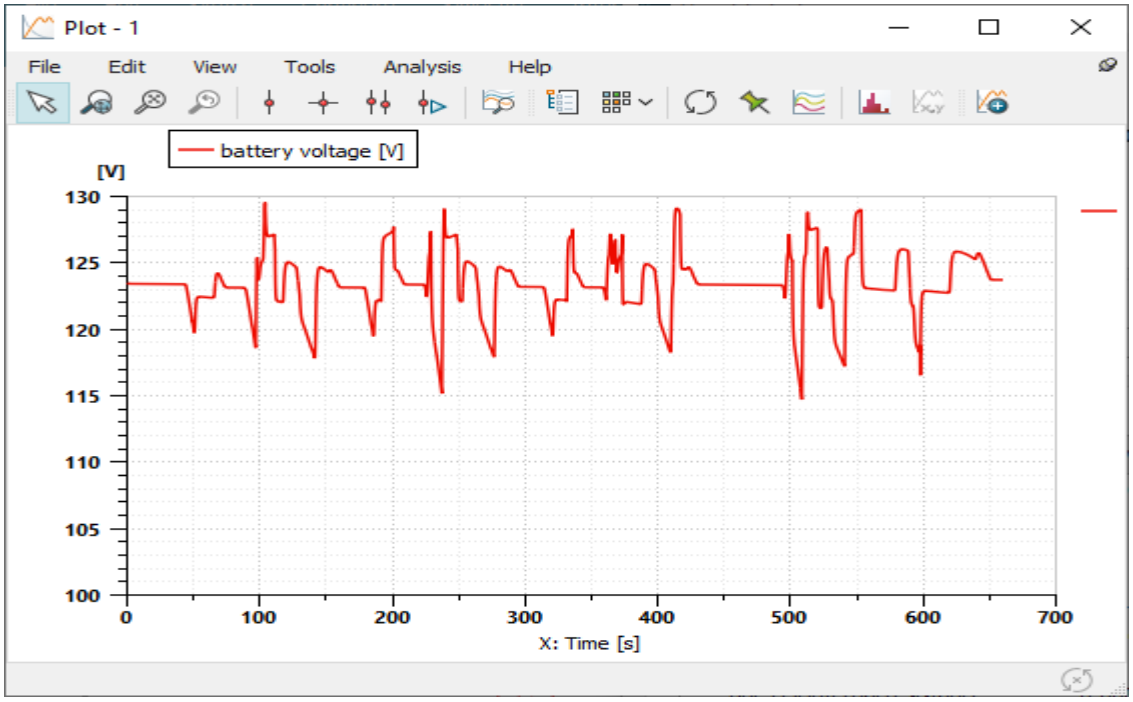
مرحله شبیه‌سازی در شکل‌های ۴-۱۵ الی ۴-۲۱ در زمان ۶۶۰ ثانیه انجام‌گرفته شده است. شکل ۴-۱۵ نشان‌دهنده مقدار خروجی اعداد در بلوک باتری خودرو برحسب زمان به‌دست‌آمده‌اند که نسبت به زمان ۱۰ ثانیه متفاوت هست. شکل‌های ۴-۱۶ الی ۴- ۲۱ تمامیِ نمودارهای (ولتاژ باتری خودرو)، (ولتاژ مدارباز باتری خودرو)، (عمق تخلیه باتری خودرو) (موقعیت خودرو)، (سرعت چرخشی خودرو) و (برق موتور الکتریکی خودرو) به‌صورت متفاوت هست و می‌توان در شکل‌های زیر نمودارها موردبررسی قرارداد.



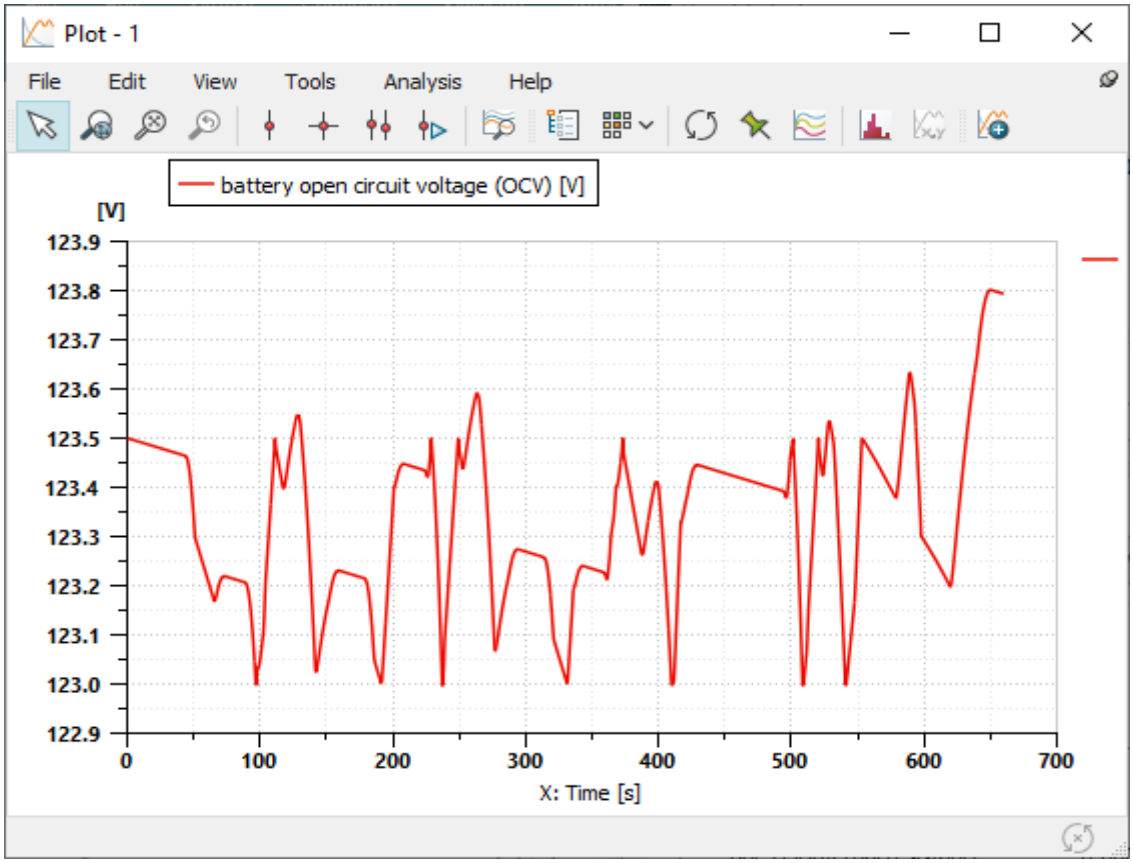
شکل ۴- ۱۵- خروجی عدد شبیه‌سازی در باتری خودرو هیبرید دنده‌ای در ۶۶۰ ثانیه

AutoLibrary

AutoLibrary



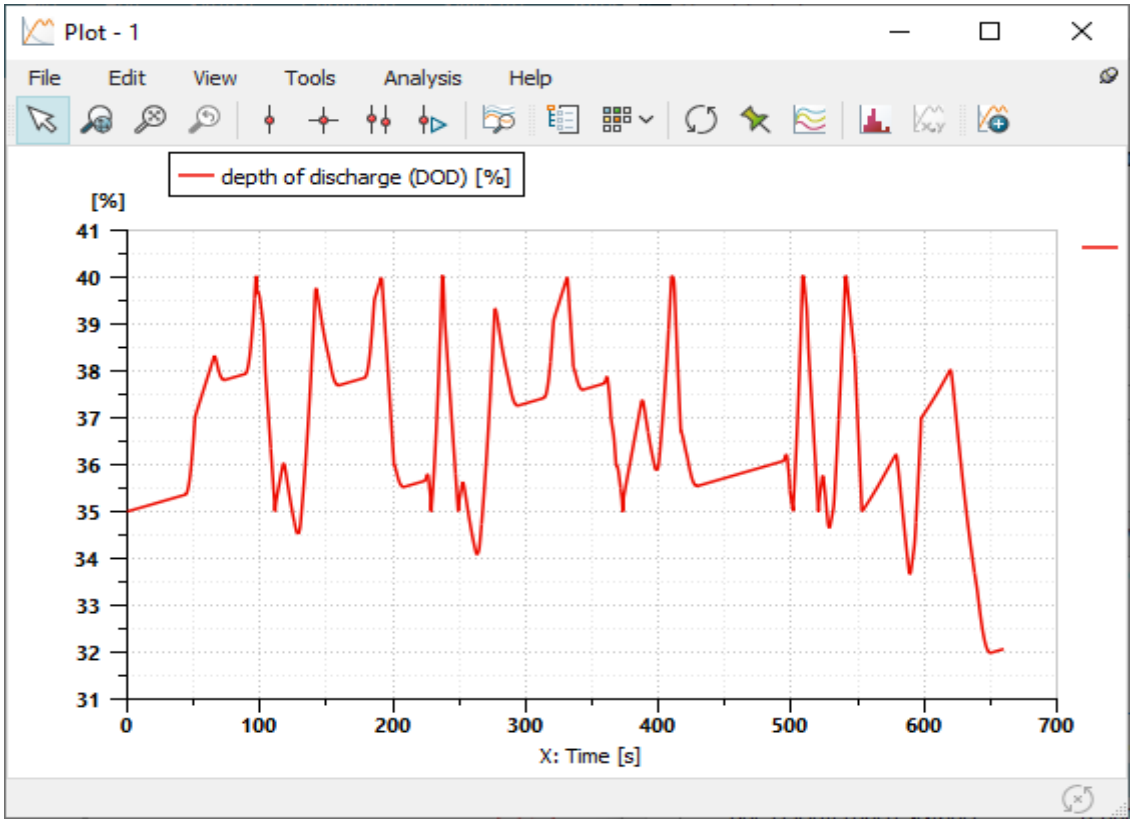
شکل ۴- ۱۶- نمودار ولتاژ باتری خودرو



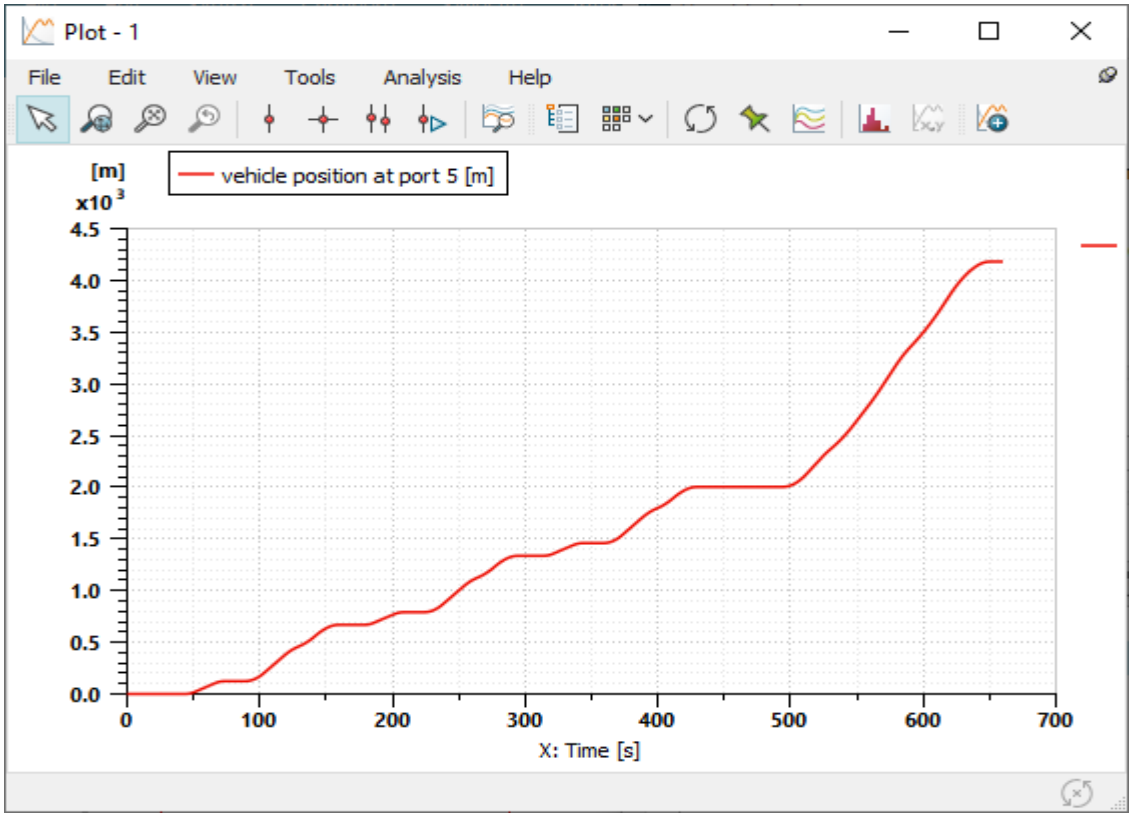
شکل ۴- ۱۷- نمودار ولتاژ مدارباز باتری خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary



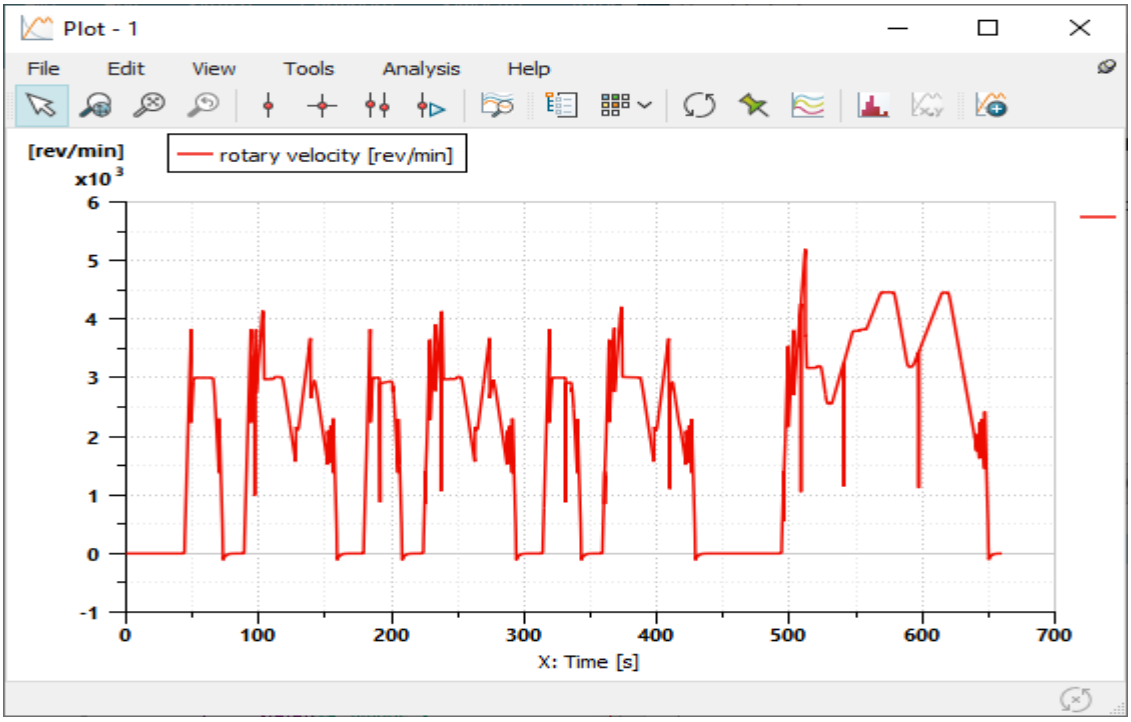
شکل ۴- ۱۸- نمودار عمق تخلیه باتری خودرو



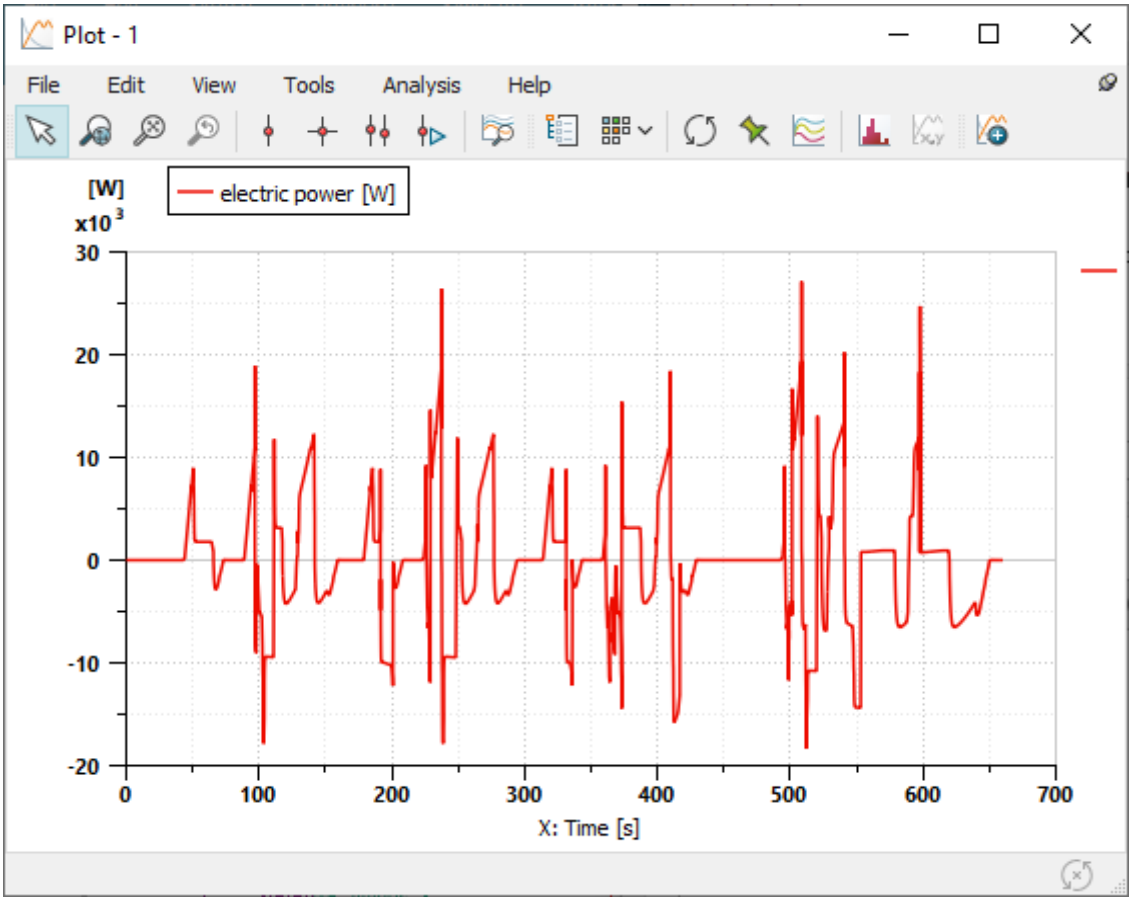
شکل ۴- ۱۹- نمودار موقعیت خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۴- ۲۰- نمودار سرعت چرخشی خودرو



شکل ۴- ۲۱- نمودار برق موتور الکتریکی خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary

۴-۴-۳ نتیجه شبیه‌سازی در خودرو هیبرید گیربکس دنده‌ای

در اینجا مدل شبیه‌سازی در خودرو هیبرید گیربکس دنده‌ای در دو مرحله شبیه‌سازی انجام گرفت شده است که در زمان‌های ۱۰ ثانیه و ۶۶۰ ثانیه که خروجی‌های متفاوت به را اساس زمان گذاری دارند که هرکدام موردبررسی قرارگرفته‌اند. هرچه زمان RAN شبیه‌سازی بیشتر باشد مقدار مقاومت، فشار، تنش و کرنش بر اجسام (خودرو) بیشتر خواهد شد و هرچه زمان کمتر باشد تأثیر کمتر و متفاوتی نسبتی به زمان بیشتر دارد.

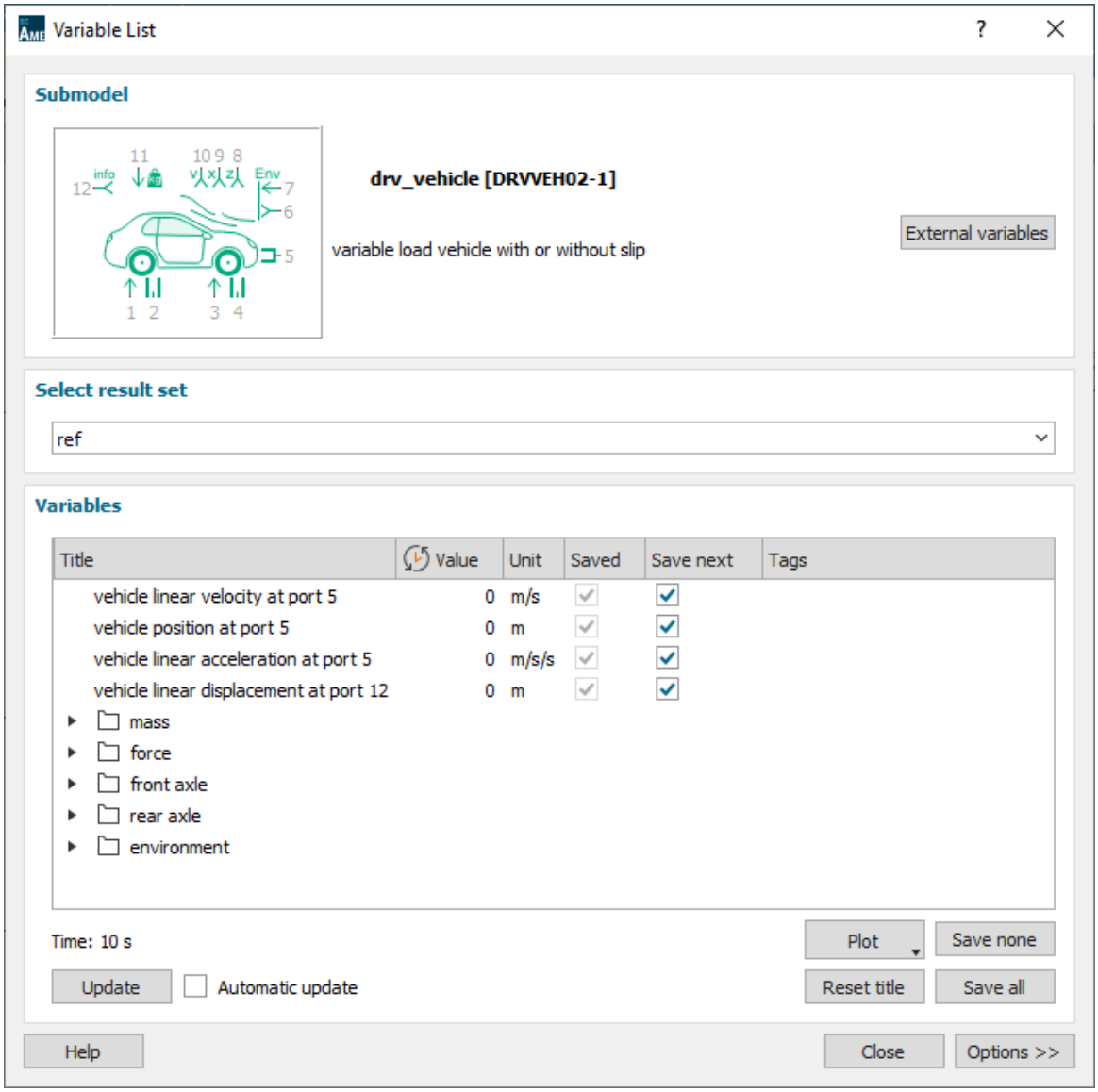
۴-۵ نتایج شبیه‌سازی مدل خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک

۴-۵-۱ شبیه‌سازی در زمان ۱۰ ثانیه

مرحله شبیه‌سازی در شکل‌های ۴-۲۲ الی ۴-۲۸ در زمان ۱۰ ثانیه انجام‌گرفته شده است. شکل ۴-۲۲ نشان‌دهنده مقدار خروجی اعداد در بلوک بدنه خودرو هیبریدی برحسب زمان به‌دست‌آمده‌اند. در شکل ۴-۲۲ که در زمان ۱۰ ثانیه شبیه‌سازی انجام‌گرفته شده نشان‌دهنده این است که هیچ تأثیری درروند حرکت ماشین قرار نداده است. شکل‌های ۴-۲۳ الی ۴- ۲۸ تمامیِ نمودارهای (ولتاژ باتری خودرو)، (ولتاژ مدارباز باتری خودرو)، (عمق تخلیه باتری خودرو) (موقعیت خودرو) و (برق موتور الکتریکی خودرو) به‌صورت ثابت بوده است، به‌غیراز شکل ۴-۲۶ (سرعت چرخشی خودرو) که نمودار آن متفاوت هست و می‌توان در شکل‌های زیر نمودارها موردبررسی قرارداد.

AutoLibrary

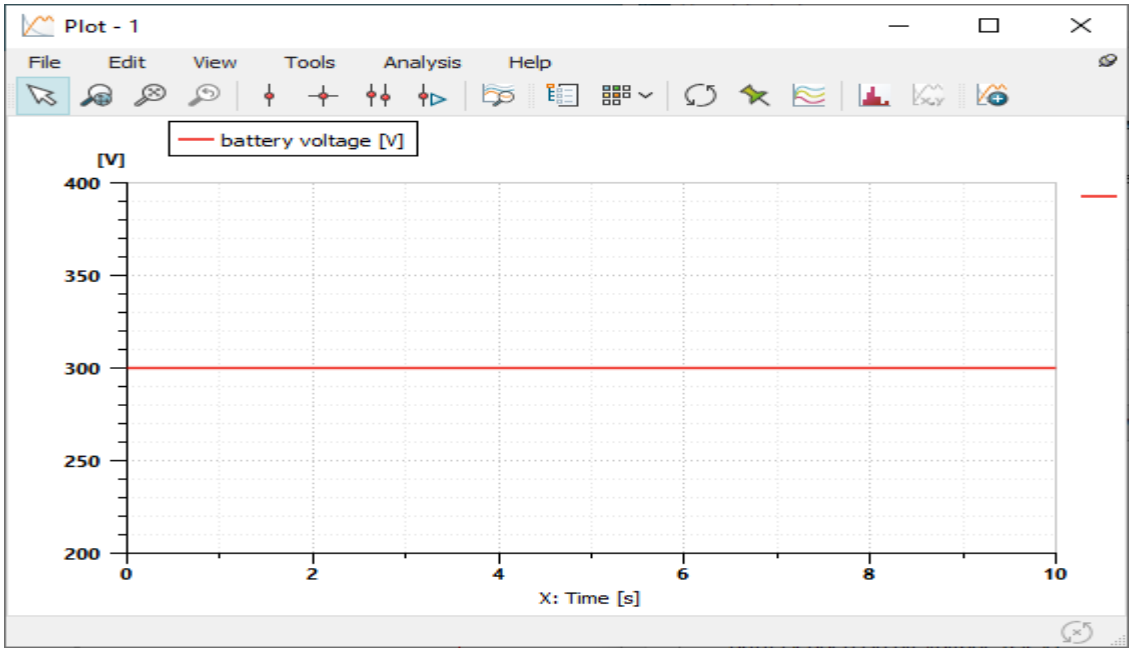
AutoLibrary



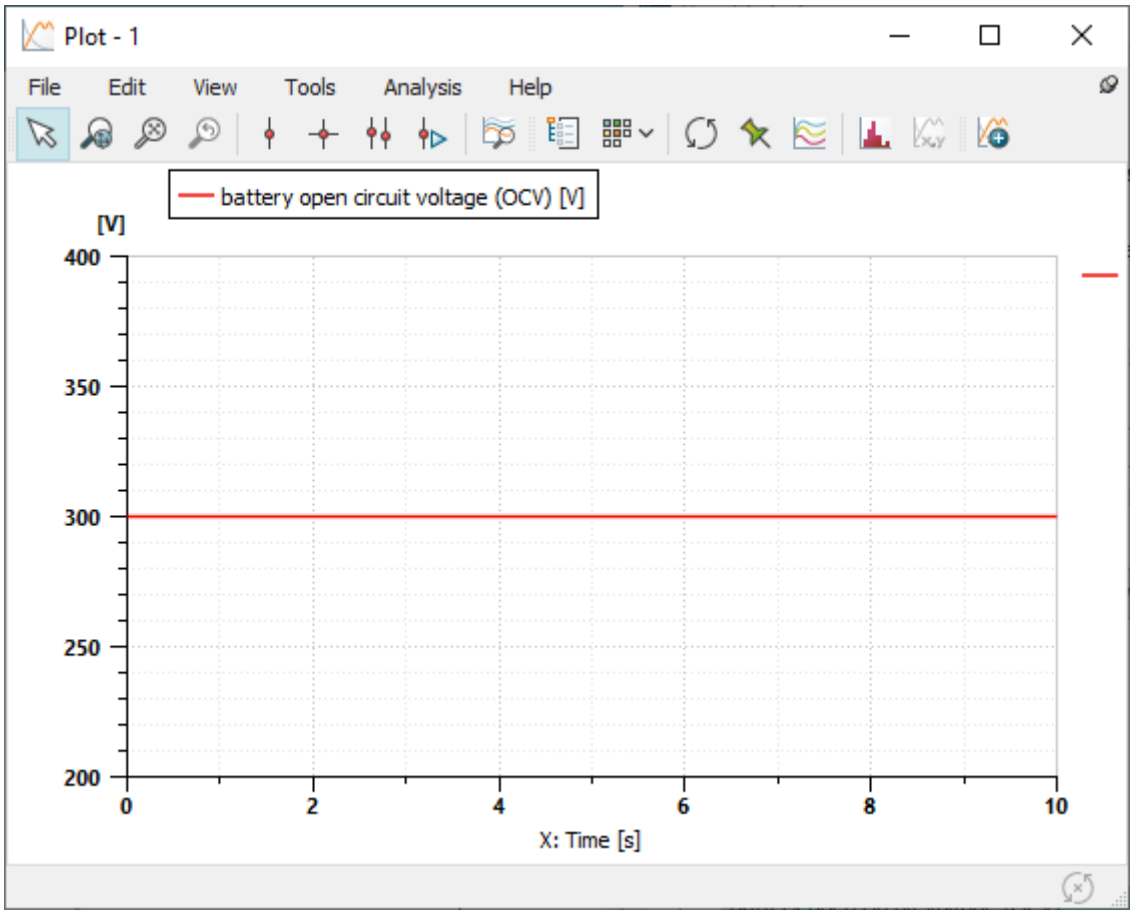
شکل ۴- ۲۲- خروجی عدد شبیه‌سازی در باتری خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک در ۱۰ ثانیه

AutoLibrary

AutoLibrary



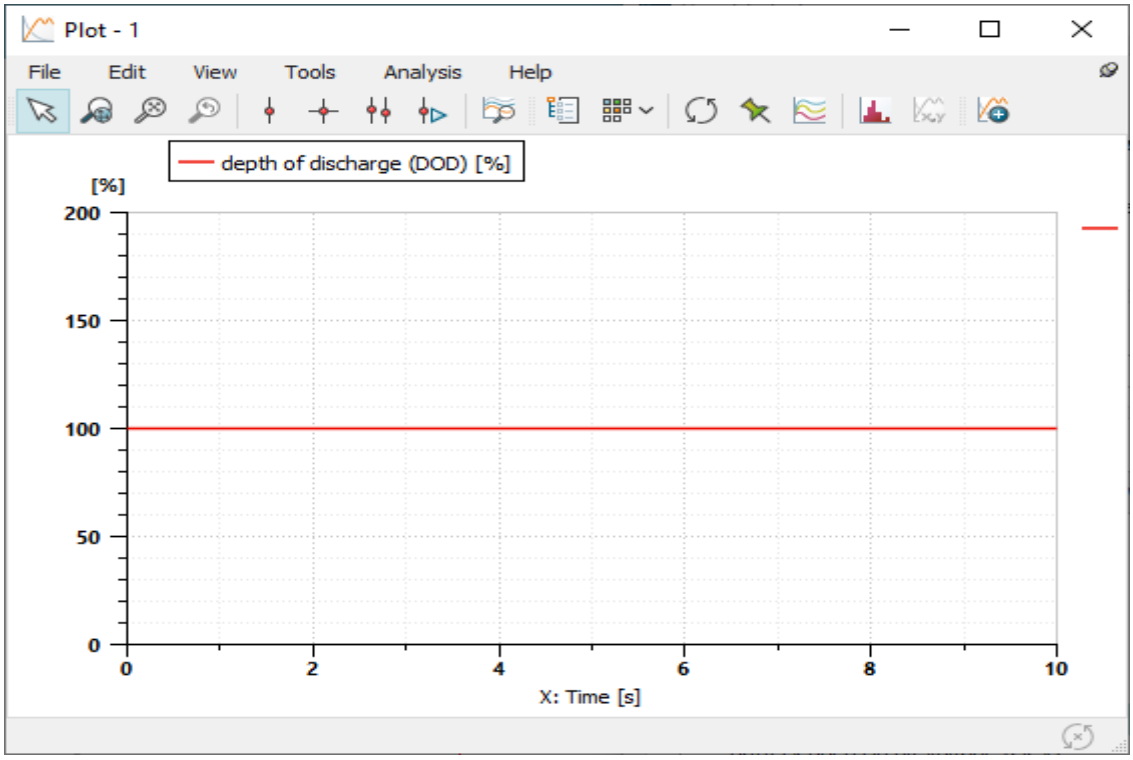
شکل ۴- ۲۳- نمودار ولتاژ باتری خودرو



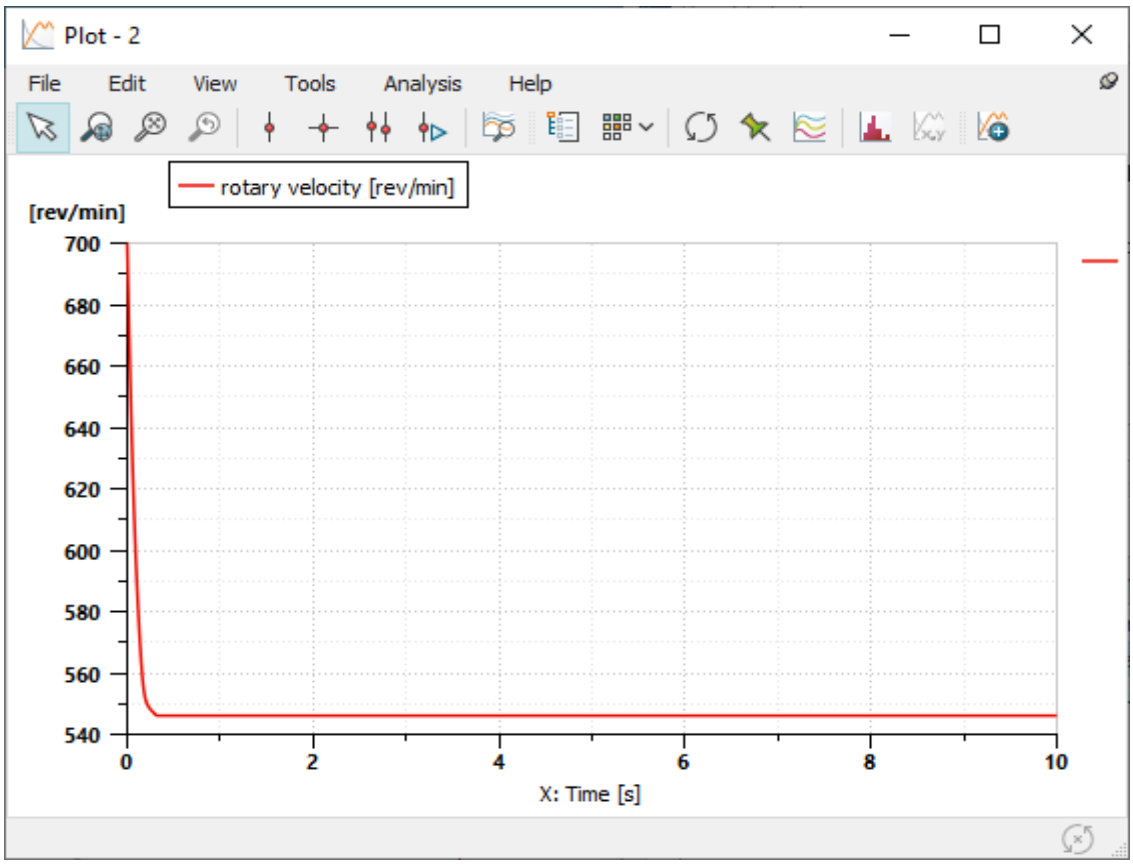
شکل ۴- ۲۴- نمودار ولتاژ مدارباز باتری خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary



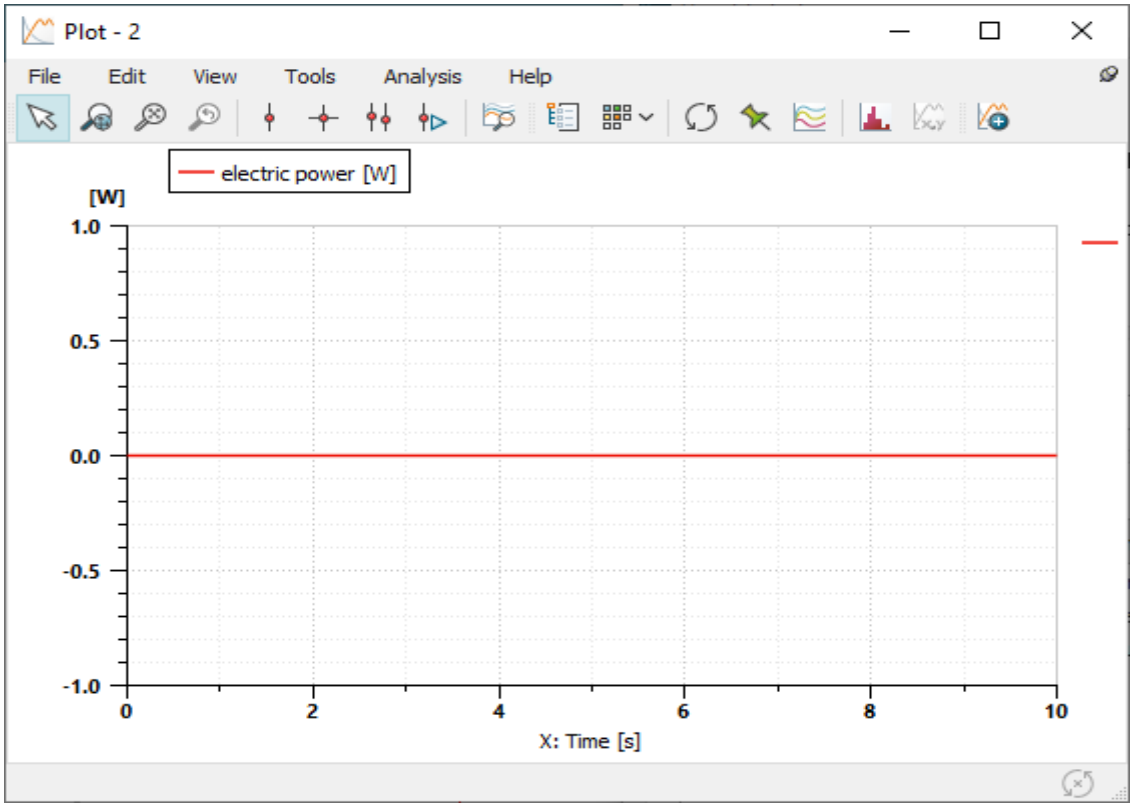
شکل ۴- ۲۵- نمودار عمق تخلیه باتری خودرو



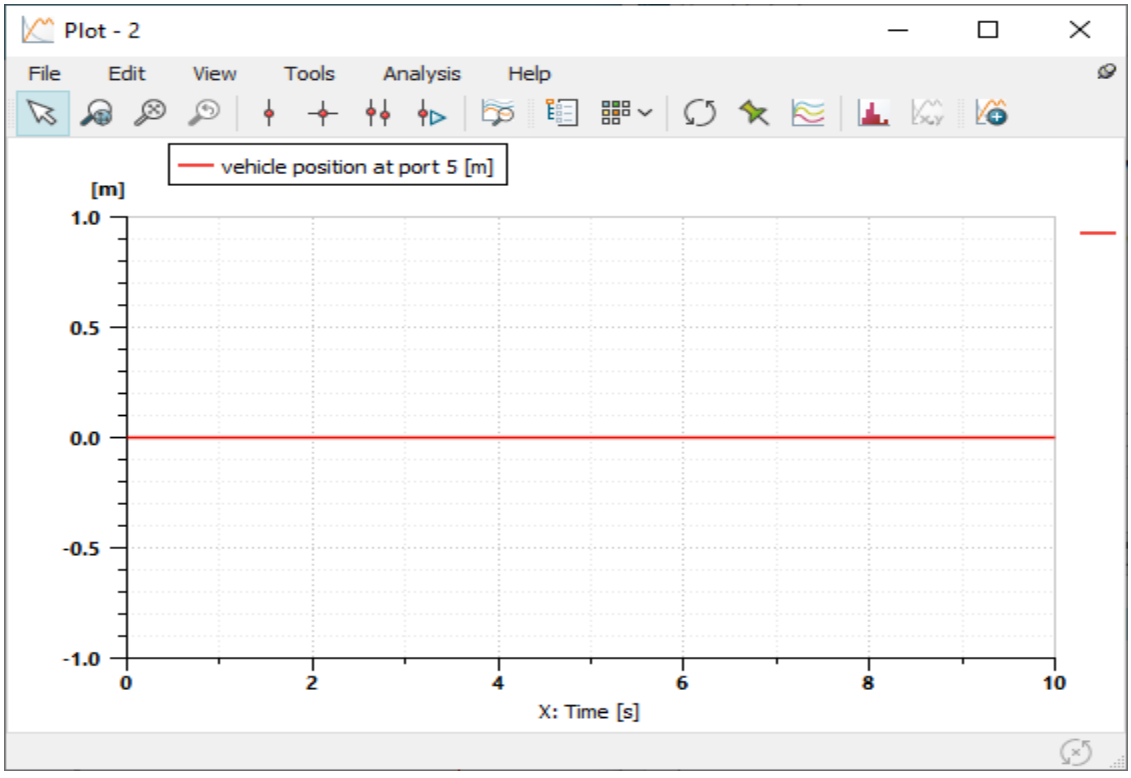
شکل ۴- ۲۶- نمودار سرعت چرخشی خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۴- ۲۷- نمودار برق موتور الکتریکی خودرو



شکل ۴- ۲۸- نمودار موقعیت خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary

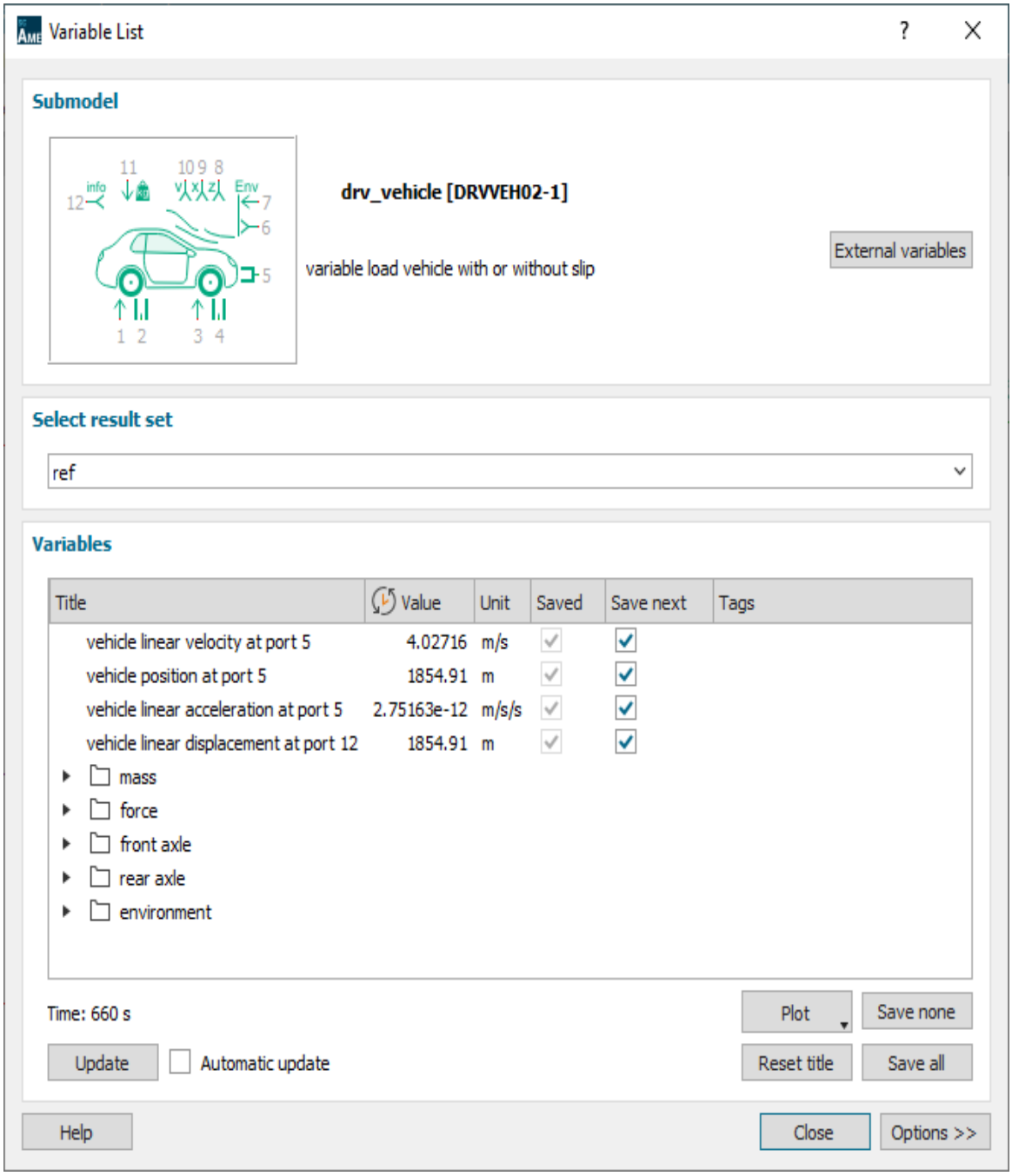
۴-۵-۲ شبیه‌سازی در زمان ۶۶۰ ثانیه

مرحله شبیه‌سازی در شکل‌های ۴-۲۹ الی ۴-۳۵ در زمان ۶۶۰ ثانیه انجام‌گرفته شده است. شکل ۴-۲۹ نشان‌دهنده مقدار خروجی اعداد در بلوک بدنه خودرو هیبریدی برحسب زمان به‌دست‌آمده‌اند. در شکل ۴-۲۹ که در زمان ۶۶۰ ثانیه شبیه‌سازی انجام‌گرفته شده نشان‌دهنده این است که تأثیر مثبتی درروند حرکت ماشین قرار داده است، نسبت در زمان ۱۰ ثانیه اعداد و ارقام متفاوتی در اختیار ما قرارداد است. شکل‌های ۴-۳۰ الی ۴- ۳۲ نمودارهای (ولتاژ باتری خودرو)، (ولتاژ مدارباز باتری خودرو) و (عمق تخلیه باتری خودرو) هیچ تغیری در نمودار ایجاد نشده است.

در شکل‌های ۴-۳۳ الی ۴-۳۵ نمودارهای (موقعیت خودرو)، (برق موتور الکتریکی خودرو) و (سرعت چرخشی خودرو) نمودارها به‌صورت متفاوت هست و می‌توان در شکل‌های زیر نمودارها موردبررسی قرارداد.

AutoLibrary

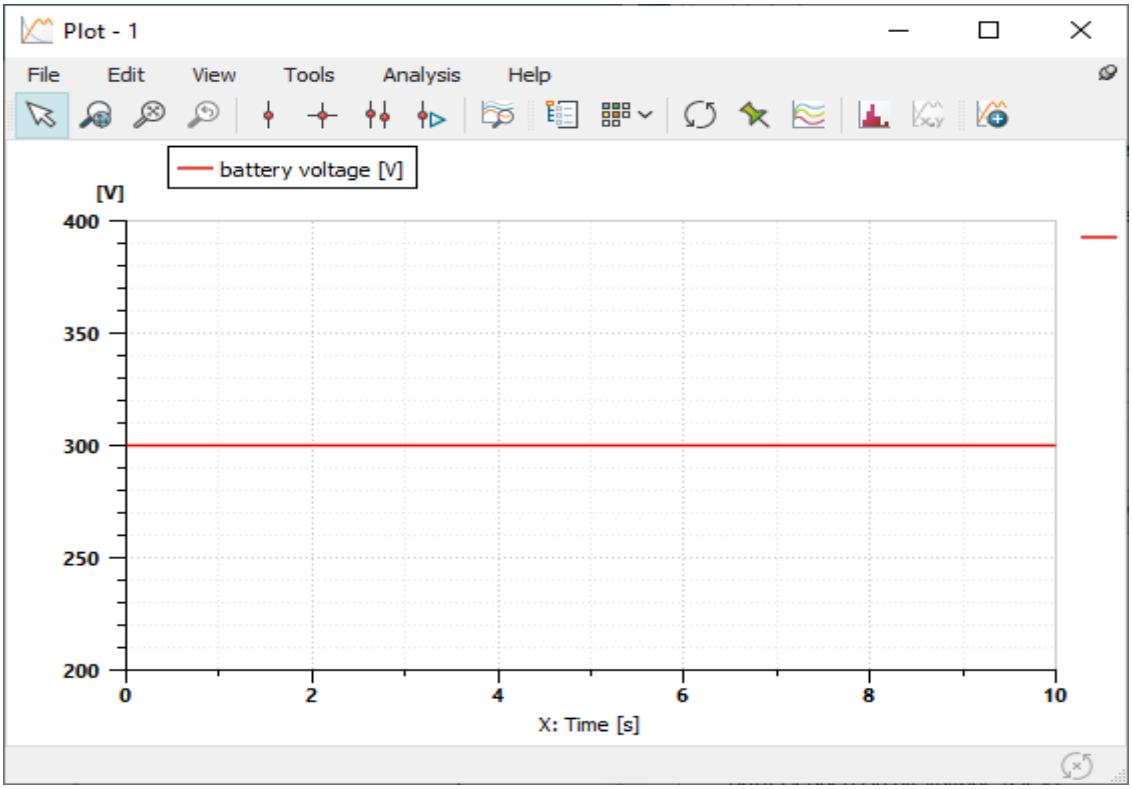
AutoLibrary



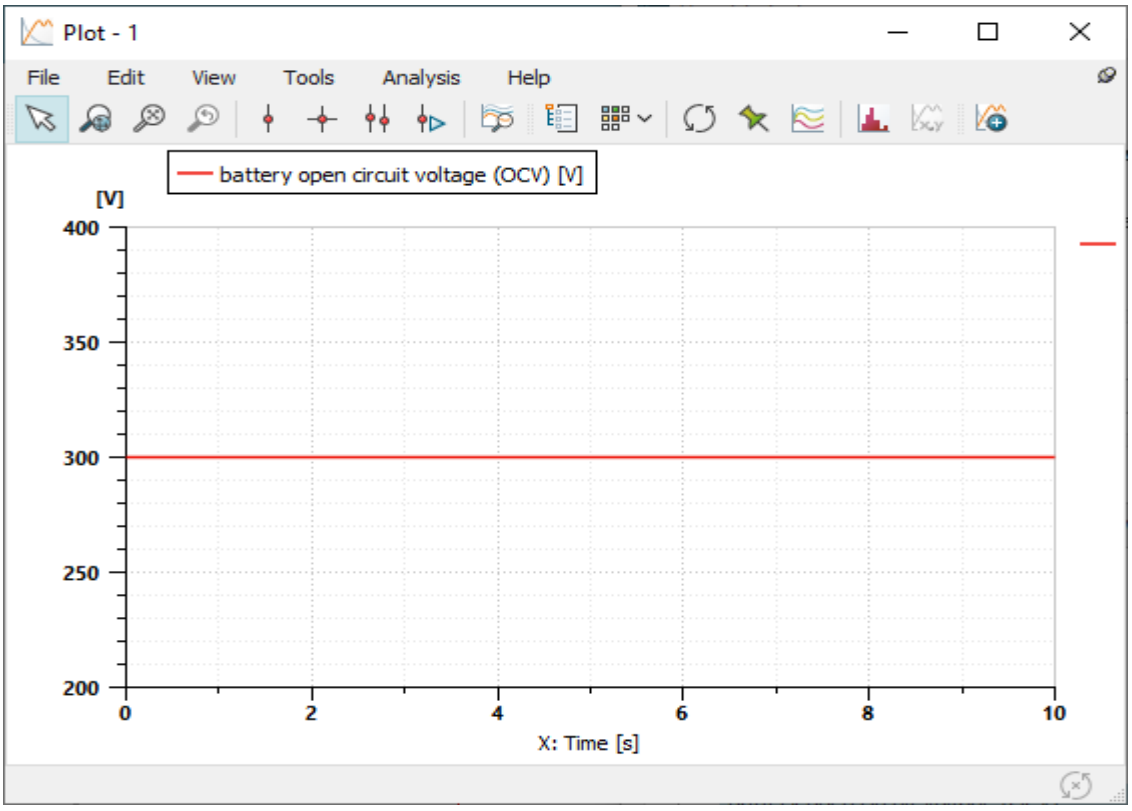
شکل ۴- ۲۹- خروجی عدد شبیه‌سازی در باتری خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک در ۶۶۰ ثانیه

AutoLibrary

AutoLibrary



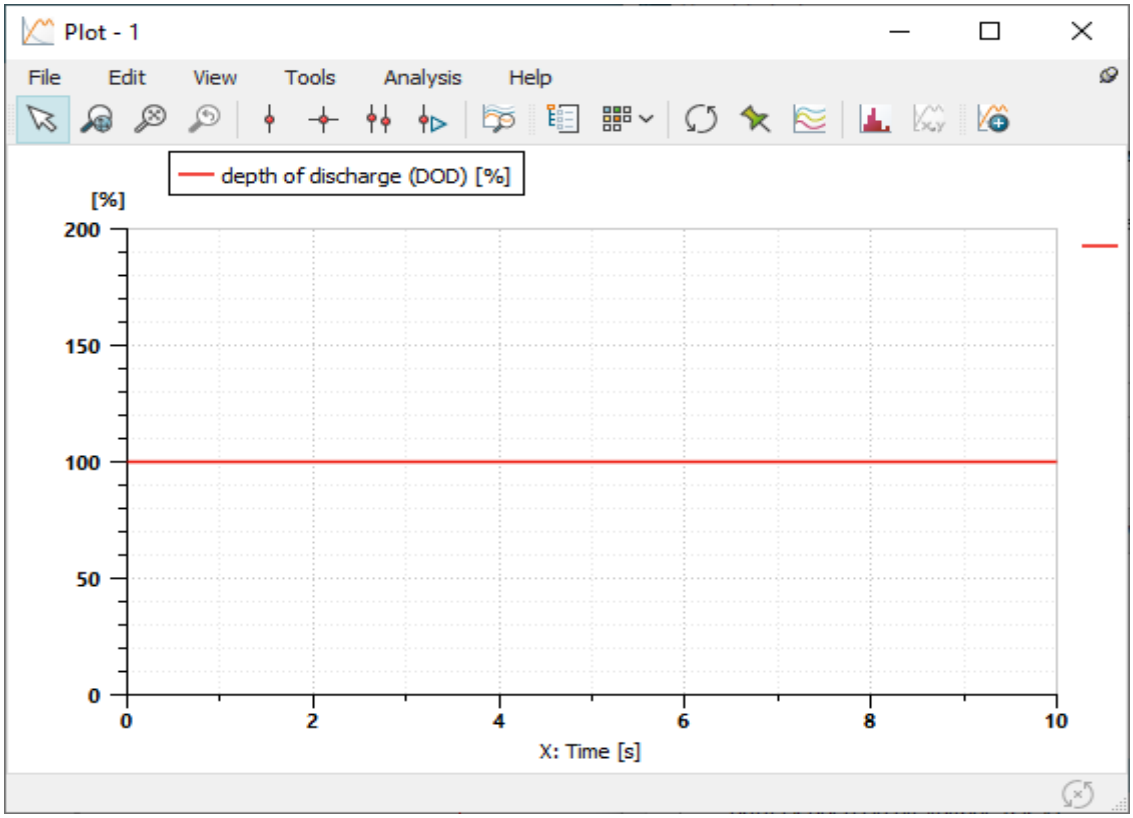
شکل ۴- ۳۰- نمودار ولتاژ باتری خودرو



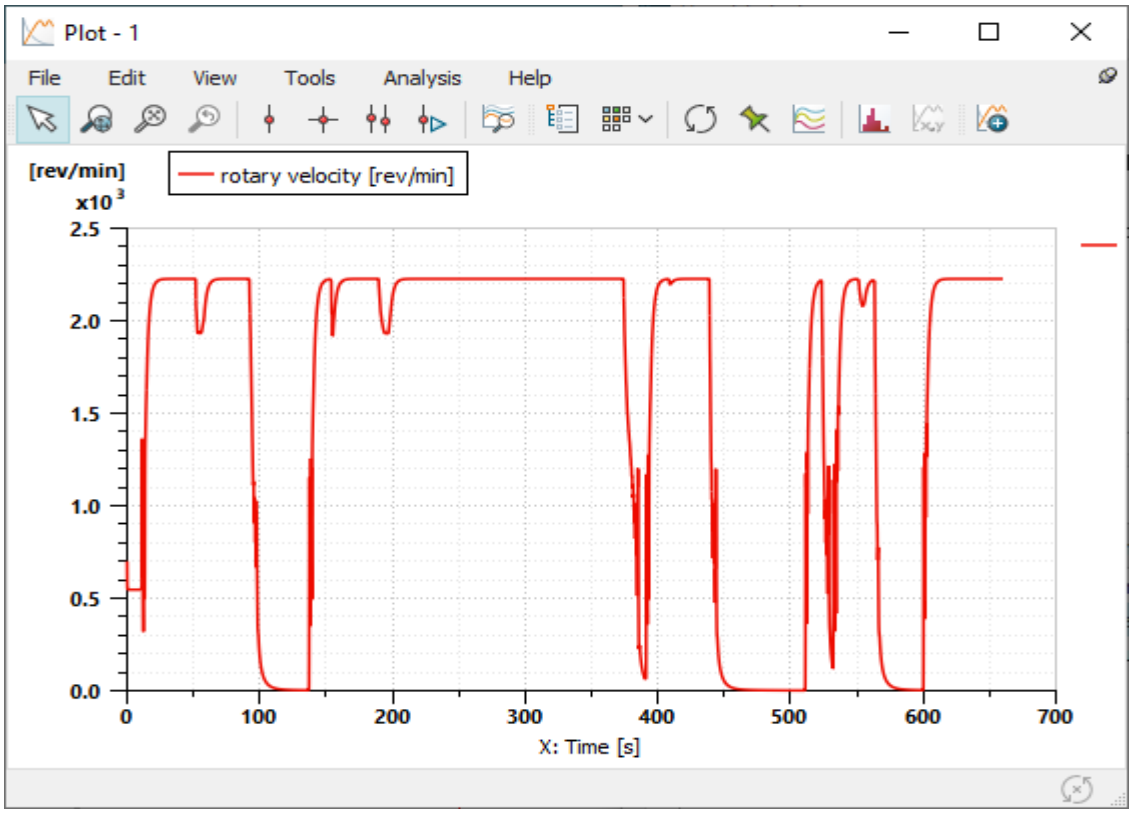
شکل ۴- ۳۱- نمودار ولتاژ مدارباز باتری خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary



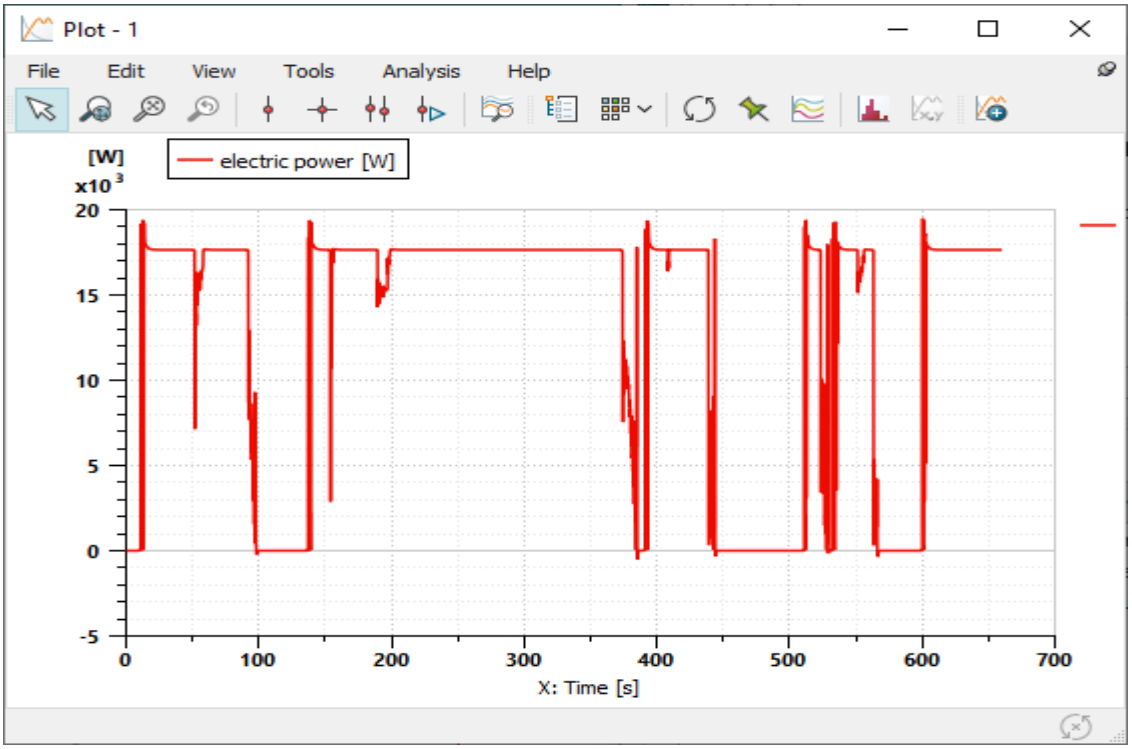
شکل ۴- ۳۲- نمودار عمق تخلیه باتری خودرو



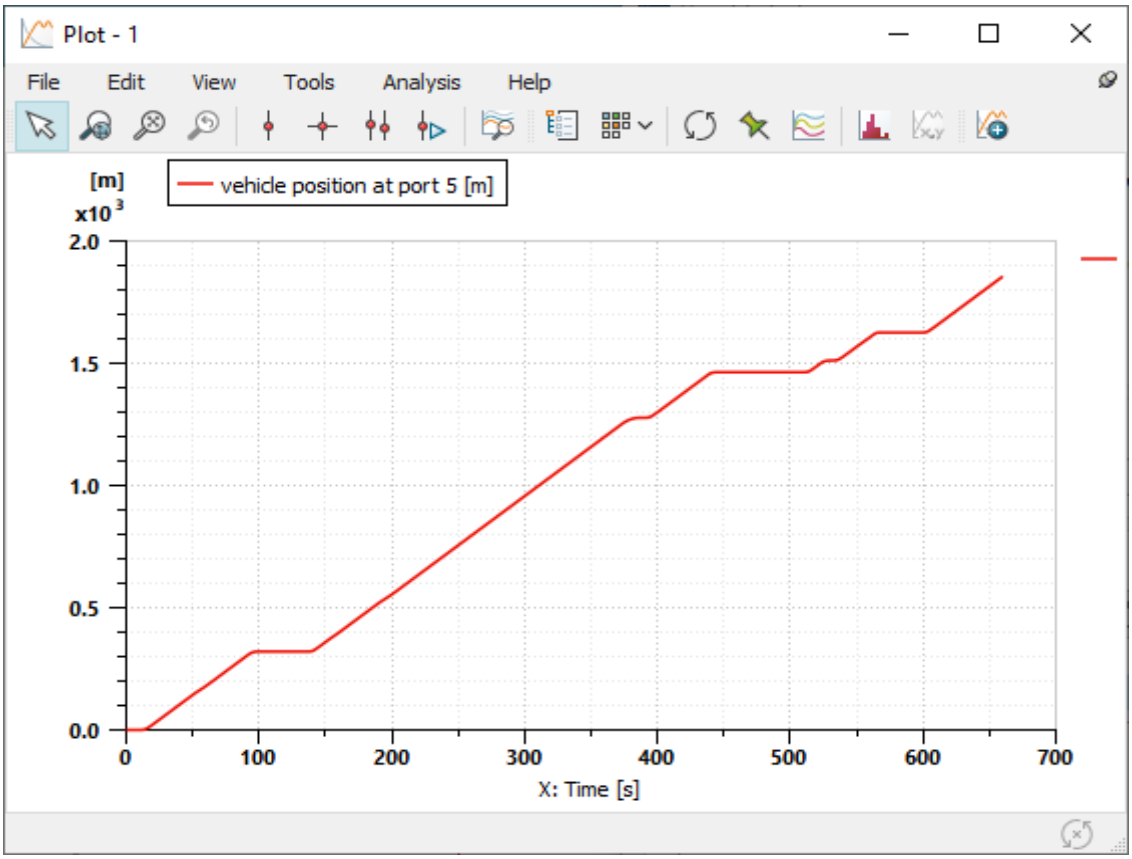
شکل ۴- ۳۳- نمودار سرعت چرخشی خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۴- ۳۴- نمودار برق موتور الکتریکی خودرو



شکل ۴- ۳۵- نمودار موقعیت خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary

۴-۵-۳ نتیجه شبیه‌سازی در خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک

در اینجا مدل شبیه‌سازی در خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک در دو مرحله شبیه‌سازی انجام گرفت شده است که در زمان‌های ۱۰ ثانیه و ۶۶۰ ثانیه که خروجی‌های متفاوت به را اساس زمان گذاری دارند که هرکدام موردبررسی قرارگرفته‌اند. هرچه زمان RAN شبیه‌سازی بیشتر باشد مقدار مقاومت، فشار، تنش و کرنش بر اجسام (خودرو) بیشتر خواهد شد و هرچه زمان کمتر باشد تأثیر کمتر و متفاوتی نسبتی به زمان بیشتر دارد. همان‌طور که در شکل‌های ۴-۲۲ و ۴-۲۹ اعداد و ارقام مشخص بود، زمان تأثیر مؤثری درروند انجام عملیات در نرم‌افزار Amesim دارد.

۴-۶ نتایج شبیه‌سازی مدل خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک بر اساس کاتالوگ

در این بخش مهم‌ترین و کاربردی‌ترین کار نرم‌افزار اینجا به اجرا خواهد درآمد که بر اساس کاتالوگ نمونه خودرو انتخاب‌شده (خودرو تویوتا پریوس هیبرید) جلو خواهد رفت و مورد مقایسه و بررسی قرار خواهد گرفت.

جدول ۴- ۱- نمونه کاتالوگ تویوتا پریوس هیبرید [۲۴]

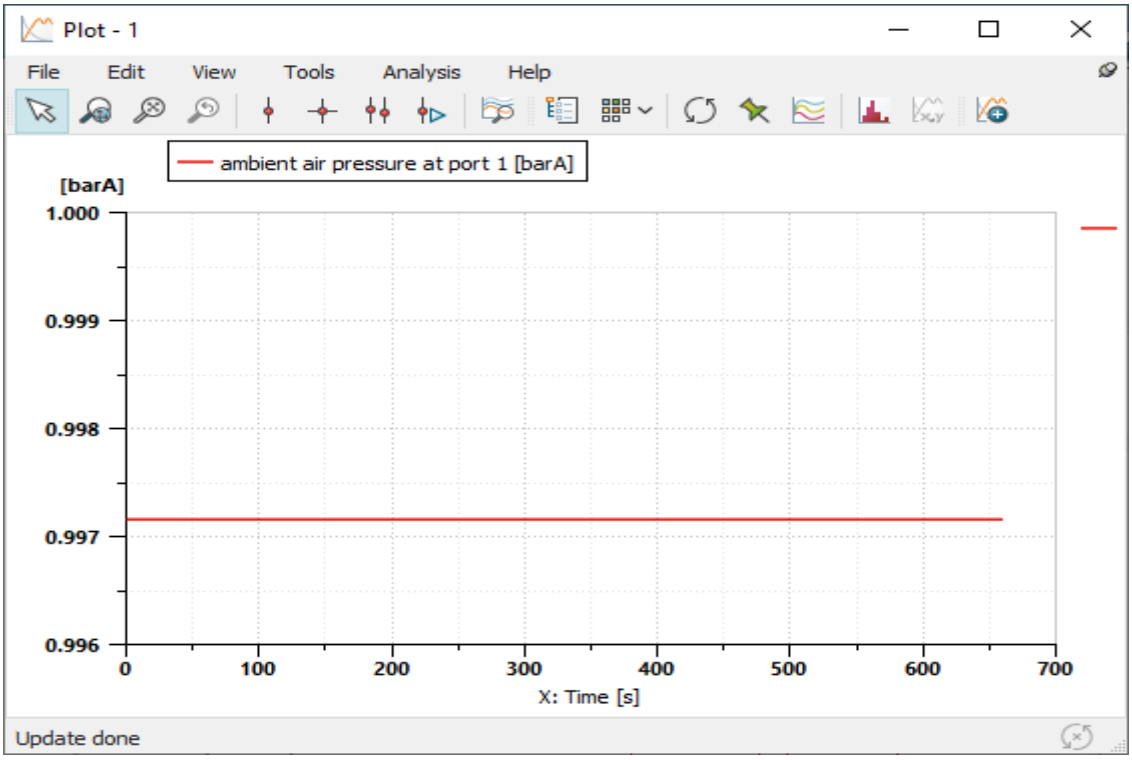
Characteristics	Unit	NWH 10 (1997-2001)	NWH 11 (2000-2003)	XW20 (2003-2009)	XW30 (2009 – 2014)
Engine	-	1.5 L 1NZ-FXE	1.5 L 1NZ-FXE VVT-i	1.5 L 1NZ-FXE VVT-i	1.8 L 2ZR-FXE VVT-i
Power	kW	43	52	57	73
Torque	N.m	102	110	115	142
Electric motor	V	288	273.6	500	650
Power	kW	30	33	50	60
Torque	N.m	305	350	400	207
Hibrid power	kW	-	-	82	100
EPA City	L/100km	-	5.6	4.9	4.6
EPA Highway	L/100km	-	5.7	5.2	4.9
CO2 emmision	g/km	-	135	120	111

۴-۶-۱ شبیه‌سازی در زمان ۶۶۰ ثانیه

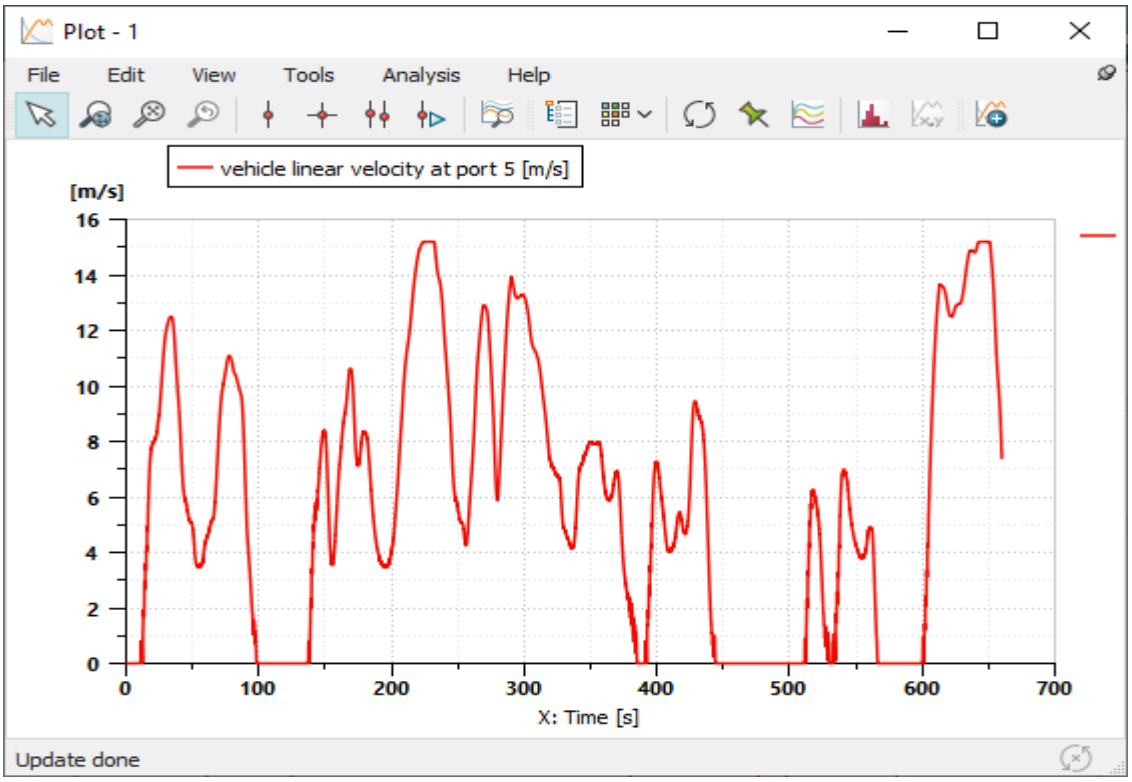
مرحله شبیه‌سازی در شکل‌های ۴-۳۶ الی ۴-۴۴ در زمان ۶۶۰ ثانیه انجام‌گرفته شده است. جدول ۴-۱ نشان‌دهنده پارامترهای خودرو هیبریدی می‌باشند که در نرم‌افزار Amesim پارامترها را وارد کرده که باعث متفاوت بودن نتایج نمودارها خواهد شد. در شکل‌های ۴-۳۶ و ۴-۴۰ (نمودار فشار محیط) (ورودی ولتاژ به موتور الکتریکی) که در زمان ۶۶۰ ثانیه شبیه‌سازی انجام‌گرفته شده تأثیر مثبت یا منفی درروند کار نداشته‌اند. ولی در ما بقیه شکل‌های سرعت خودرو، سرعت موتور سوختی، ورودی ولتاژ به باتری، گشتاور موتور الکتریکی، سرعت چرخشی موتور الکتریکی، برق موتور الکتریکی و موقعیت خودرو تأثیرات مثبت و منفی درروند حرکت ماشین قرار داده است که به‌صورت نمودار در شکل‌های ۶-۳۶ الی ۴-۴۴ مورد بررسی قرار گرفته است.

AutoLibrary

AutoLibrary



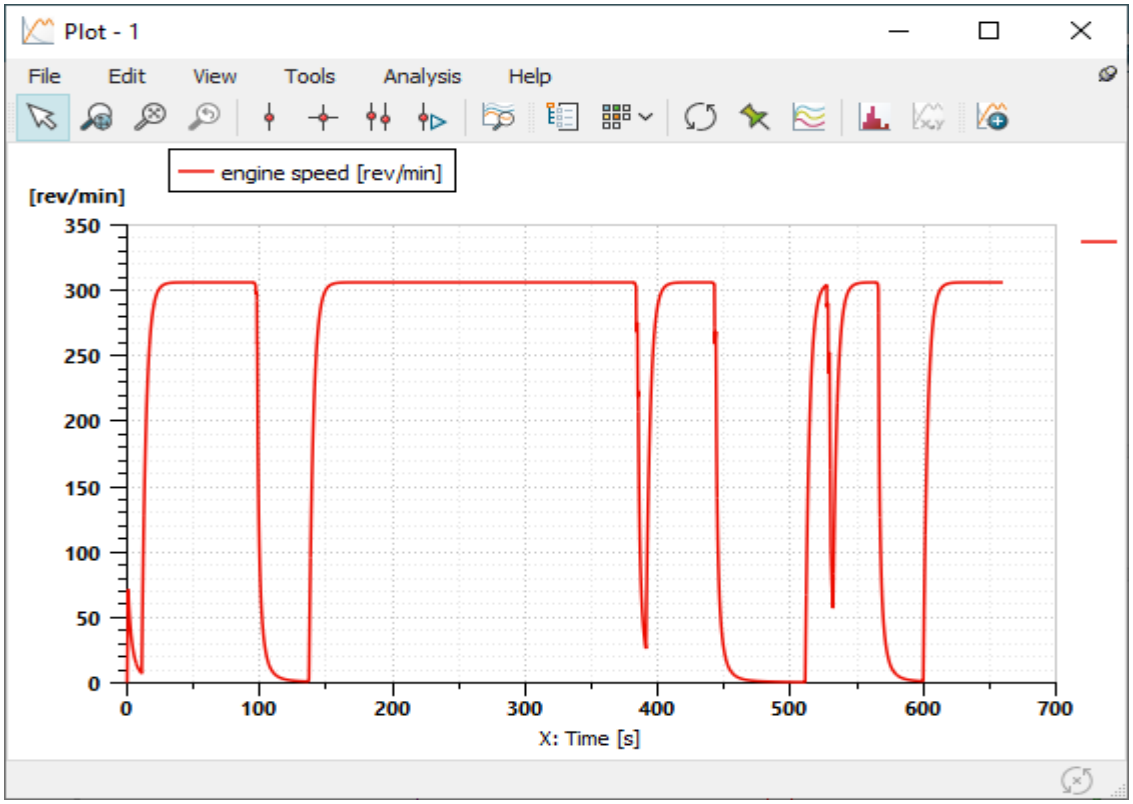
شکل ۴- ۳۶- نمودار فشار هوای محیط



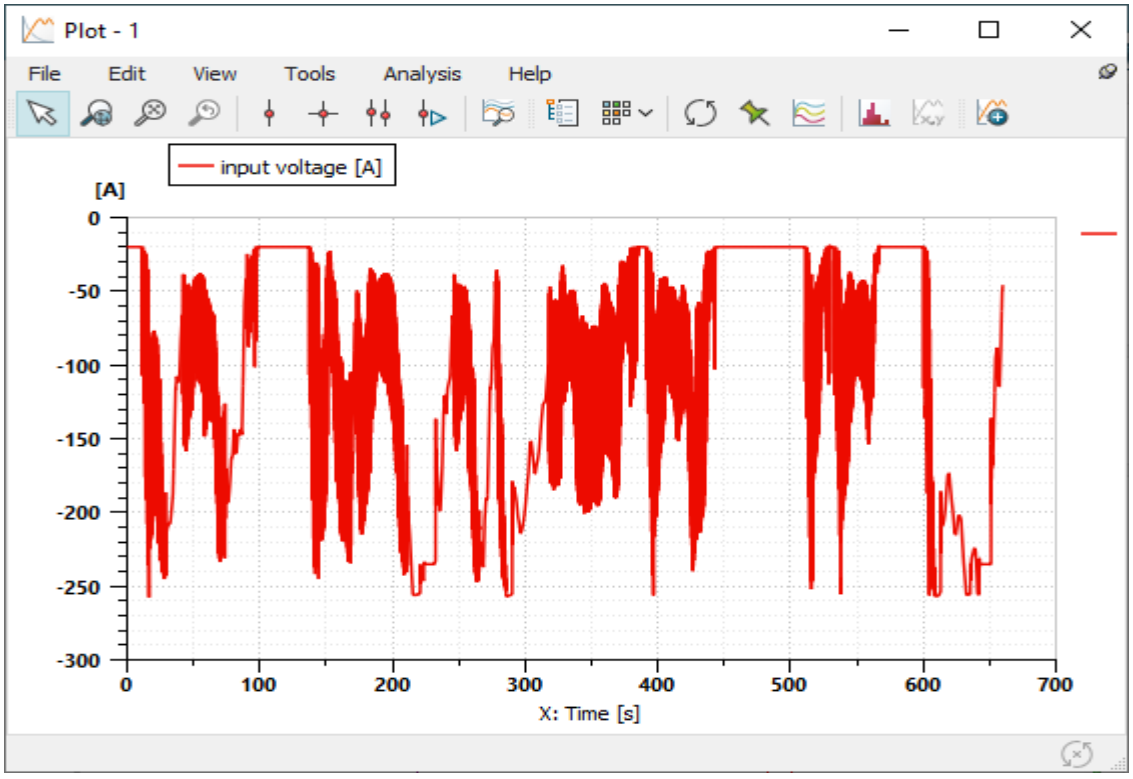
شکل ۴- ۳۷- نمودار سرعت خودرو

AutoLibrary

AutoLibrary



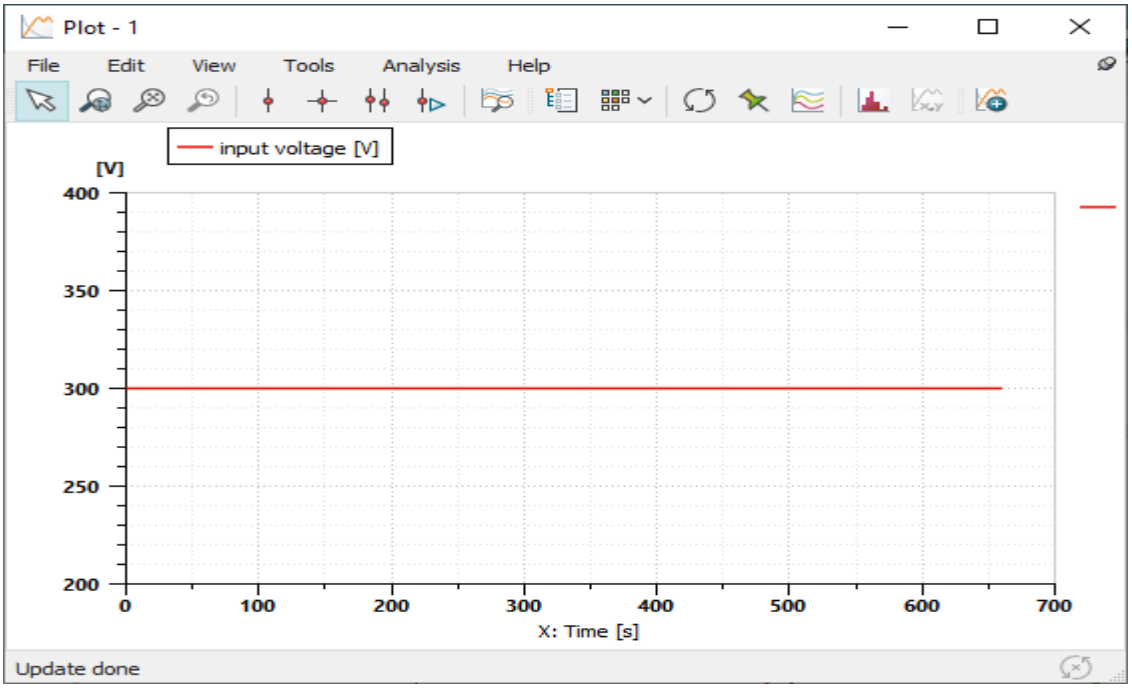
شکل ۴- ۳۸- نمودار سرعت موتور سوختی



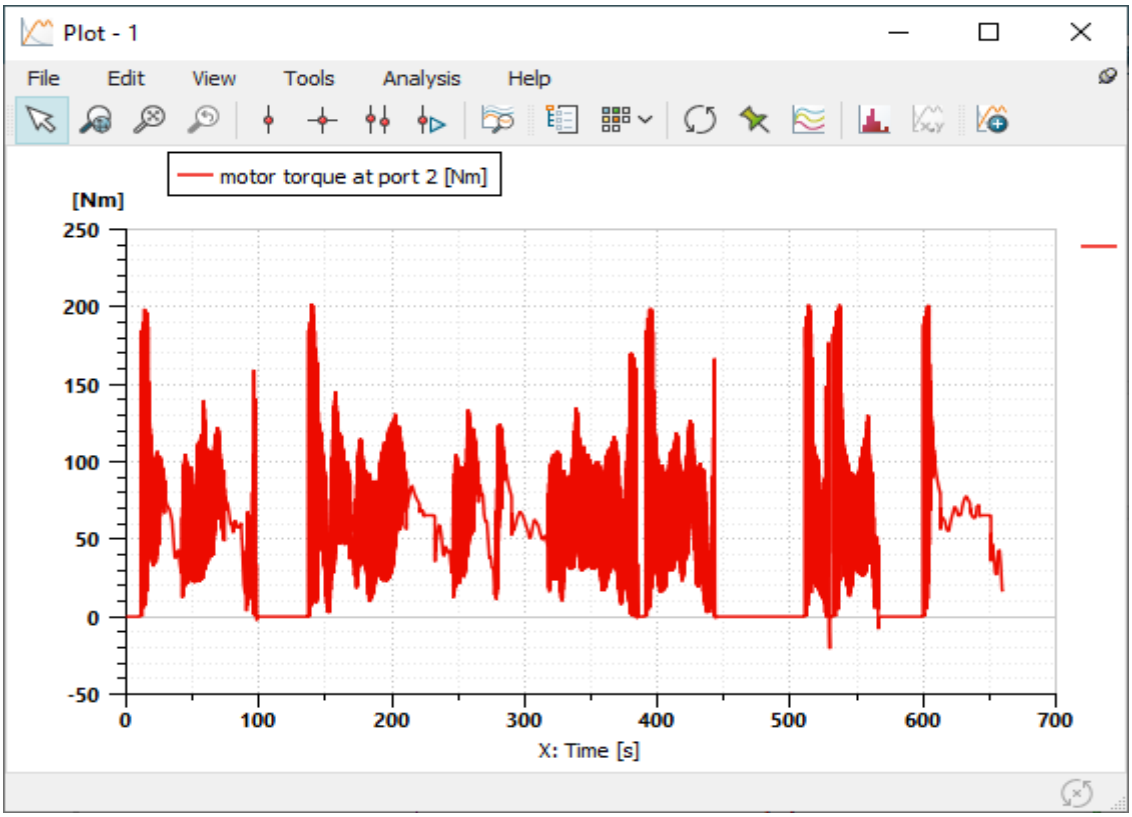
شکل ۴- ۳۹- نمودار ورودی ولتاژ به باتری

AutoLibrary

AutoLibrary



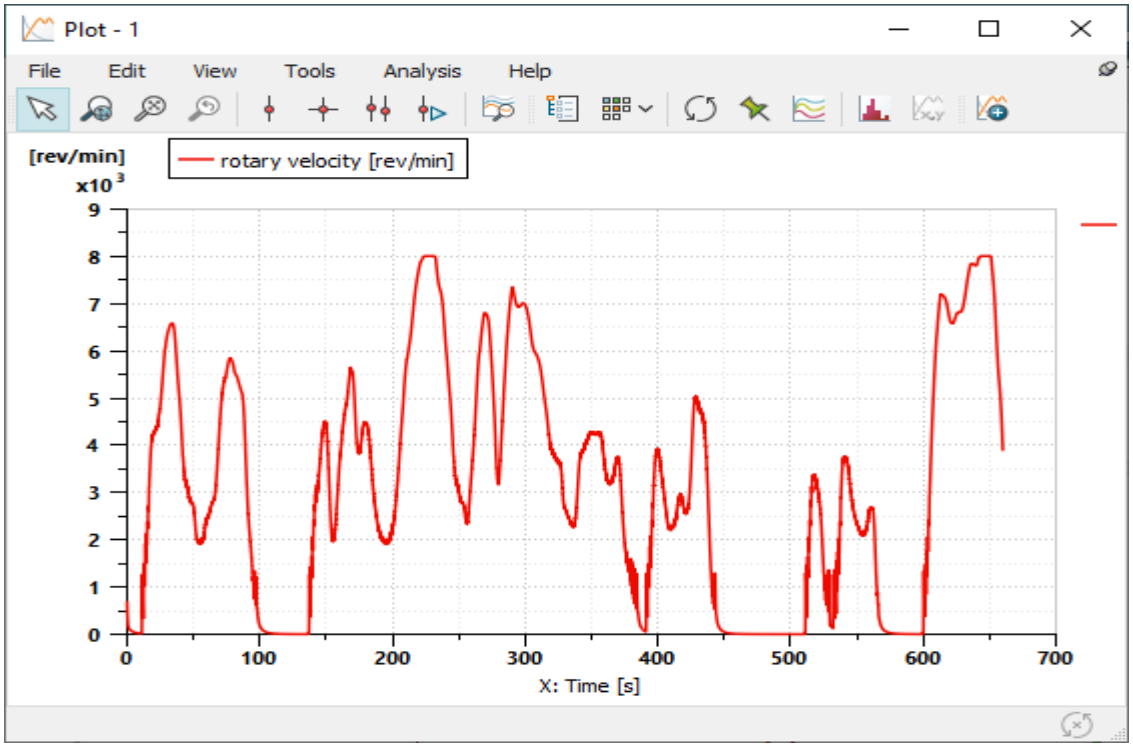
شکل ۴- ۴۰- نمودار ورودی ولتاژ به موتور الکتریکی



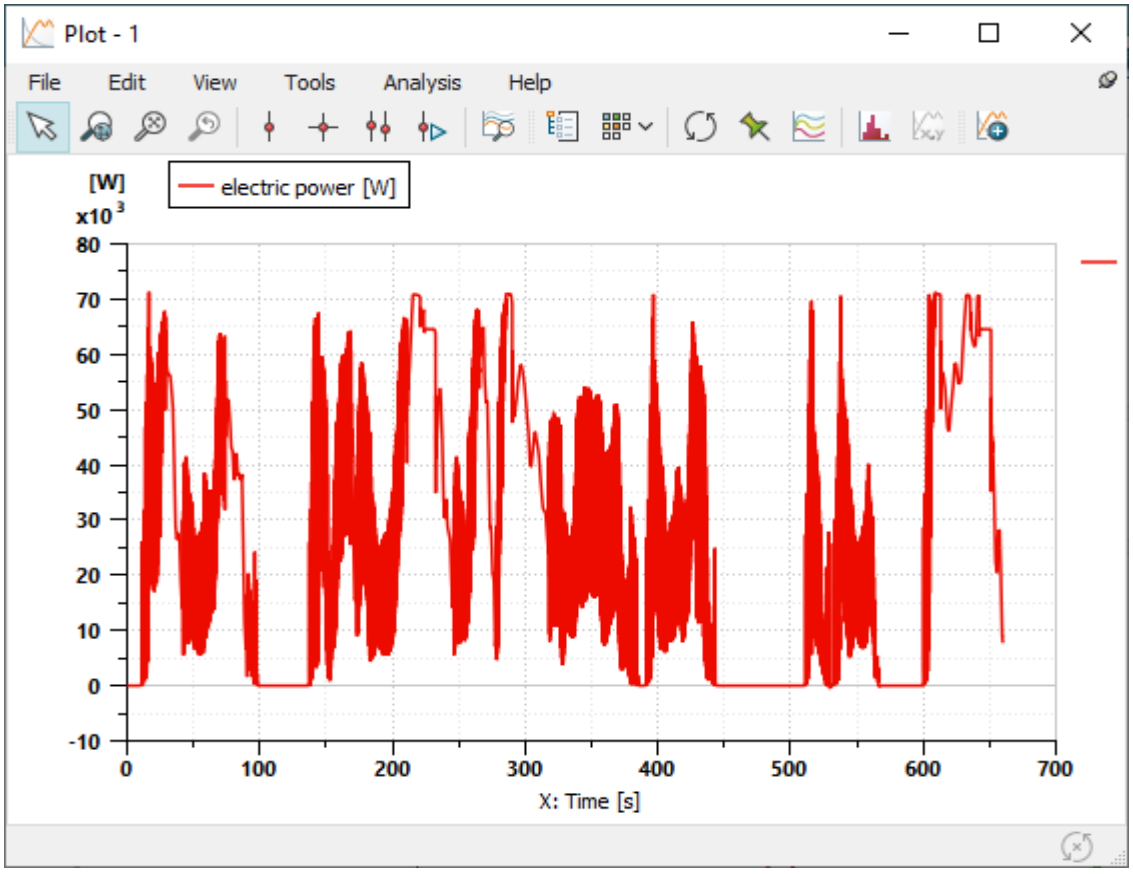
شکل ۴- ۴۱- نمودار گشتاور موتور الکتریکی

AutoLibrary

AutoLibrary



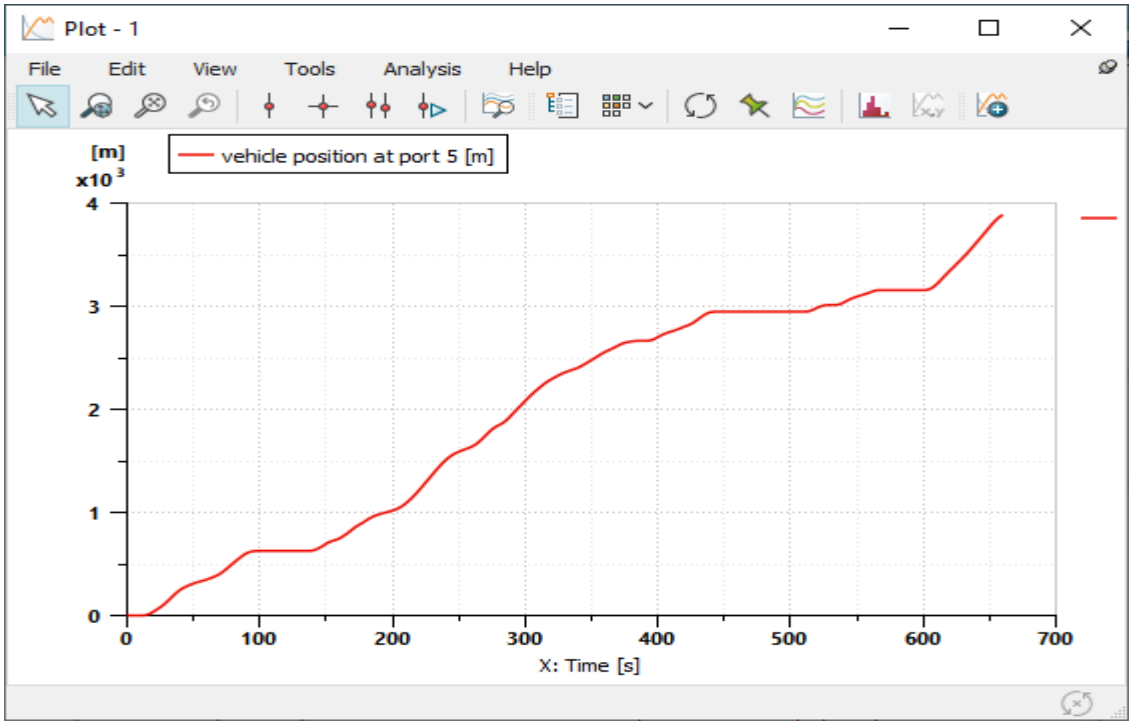
شکل ۴- ۴۲- نمودار سرعت چرخشی موتور الکتریکی



شکل ۴- ۴۳- نمودار برق موتور الکتریکی

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۴- ۴۴- نمودار موقعیت خودرو

۴-۶-۲ نتیجه شبیه‌سازی در خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک بر اساس کاتالوگ

در اینجا مدل شبیه‌سازی در خودرو هیبرید گیربکس اتوماتیک بر اساس کاتالوگ خودرو تویوتا پریوس هیبرید جلو رفته و در زمان ۶۶۰ ثانیه شبیه‌سازی انجام گرفت شده است. در این مدل شبیه‌سازی فقط بر اساس زمان جلو نرفته پارامترها در این مدل تأثیر زیاد و فراوانی داشته. در این مدل از شبیه‌سازی که بر اساس کاتالوگ RAN شبیه‌سازی صورت گرفته که ما را به درک و ساخت بهتر دستگاه و خودرو نزدیک‌تر خواهد کرد و باعث بهتر روند ساخت‌وساز دستگاه‌ها و خودروها کرده است.

AutoLibrary

AutoLibrary

فصل پنجم
نتیجه‌گیری و پیشنهاد

۵-۱ جمع‌بندی

شبیه‌سازی خودرو هیبریدی با نرم‌افزار امیسیم درواقع بیانگر تست یک سیستم واقعی در میان شبیه‌سازی بقیه اجزای آن سیستم است. در این شبیه‌سازی باتوجه‌به اینکه یک سیستم واقعی با رفتار پیوسته در کنار شبیه‌سازی کامپیوتری با رفتار گسسته قرار می‌گیرد به آن شبیه‌سازی خودرو هیبرید گفته می‌شود. در این شبیه‌سازی باتوجه‌به اینکه سیستم خودرو هیبریدی است، دارای مزایایی ازجمله صرفه‌جویی در وقت و هزینه، امکان تکرارپذیری، غیر مخرب بودن، ایمنی و امکان تست در شرایط مختلف محیطی است. این روش شبیه‌سازی با نرم‌افزار امیسیم می‌توان برای صنعت‌های مختلف ازجمله خودروسازی، هوا و فضا، سیستم و دستگاه هیدرولیکی و پنوماتیکی، دستگاه‌های پزشکی و دستگاه‌های سنگین و سبک که با این روش می‌توان شبیه‌سازی کرد قبل از اجرای ساخت و خروجی‌های آن‌ها را گرفت و از اتفاقات بعد از ساخت جلوگیری کرد. این روش یک روش بسیار مطمئن برای اجرای بهتر خدمات و خراب‌های بسیار کمتر بعد از ساخت خواهد بود.

۵-۲ پیشنهادها

۱- شبیه‌سازی خودروهای ایرانی قبل از ساخت
۲- شبیه‌سازی خودرو هیبریدی با پنل خورشیدی (مصرف انرژی کمتر)

AutoLibrary

AutoLibrary

مراجع

[۱] پتیفورد، ر.، کتاب خودروهای هیبریدی و برقی، نشر آیین تربیت، ۱۳۹۷.

[۲] صوفی وند، م.ر. توکلی، م.، معرفی و دانلود PDF کتاب آشنایی با خودرو هیبریدی، آریا دانش، ۱۳۹۹.

[۳] سلطانی، ب.، باتری‌های لیتیوم یونی چگونه کار می‌کند؟، وب‌سایت باتری مارکت، ۱۴۰۰.

[۴] اسفندیاری، م.ج. اصفهانیان، و. حایری یزدی، م.ر. مسیح طهرانی، م. نهضتی، ح.، "طراحی و صحه‌گذاری روشی نامبتنی بر مدل برای حفظ عملکرد ایمن باتری در خودروی برقی به‌وسیله شبیه‌سازی سخت‌افزار - در - حلقه"، نشریه مهندسی مکانیک ایران، ۲۰(۳)، ص‌ص ۱۹۹-۱۸۵، تهران ۱۳۹۷.

[5] Tara, E., S. Filizadeh, and E. Dirks, Battery-in-the-loop simulation of a planetary-gear-based hybrid electric vehicle. IEEE transactions on vehicular technology, 62(2), pp. 573-581, 2013.

[6] Hadizadeh, A., et al., A matrix-inversion technique for FPGA-based real-time EMT simulation of power converters. IEEE transactions on industrial electronics, 66(2), pp. 1224-1234, 2018.

[۷] اسفندیاری، م.ج. اصفهانیان، و. حائری یزدی، م.ر. نهضتی، ح. صالحی، ا.، "طراحی و پیاده‌سازی یک شبیه‌ساز مدل در حلقه برای صحه‌گذاری نرم‌افزار کنترل خودرو در یک اتوبوس هیبرید الکتریکی سری"، مهندسی مکانیک مدرس، ۱۴(۱۲)، ص‌ص ۲۲-۱۳، تهران، ۱۳۹۸.

[8]. Ye, Y., et al., State-of-charge estimation with adaptive extended Kalman filter and extended stochastic gradient algorithm for lithium-ion batteries. Journal of Energy Storage, 47, pp. 103611, 2020.

[9] Wang, Q., et al., Deep convolutional neural network based closed-loop SOC estimation for lithium-ion batteries in hierarchical scenarios. Energy, 263, pp. 125718, 2023.

[11] Chen, H., et al., ARWLS-AFEKE: SOC estimation and capacity correction of lithium batteries based on a fusion algorithm. Processes, 11(3), pp. 800, 2023.

[۱۲] انصاری، م.ر. همت، ا.، بهینه‌سازی و کنترل خودروهای هیبریدی با در نظر گرفتن جرایم مربوط به آلایندگی و بر اساس الگوریتم PSO. مدل‌سازی در مهندسی، دوره ۱۷، شماره ۵۷، ص‌ص ۲۳۹-۲۲۷، ۱۳۹۸.

[۱۳] شیخ علیشاهی ص.ا. آقاسی زاده شعرباف، س. میرزایی، م. خوشبختی سرای، ر.، "بهینه‌سازی کنترل‌کننده‌ی خودروی هیبرید الکتریکی با در نظر گرفتن استاندارد آلایندگی یورو ۳"، سامانه‌های غیرخطی در مهندسی برق، ۱ (۲)، ص‌ص ۴۴-۳۴، ۱۳۹۲.

[۱۴] الیاسی، ح. قریشی، م.، ساختار کنترلی جدید برای مدیریت انرژی در خودروی برقی هیبرید پلاگین مبتنی بر نقشه‌های شناختی فازی، مهندسی و مدیریت انرژی، ۹(۳)، ص‌ص ۲۵-۱۴، ۱۳۹۸.

[۱۵] شهبازی، غ. آقایی، س. جنگ، ح. شهبازی، م. ظاهری عبده وند، م.، " بهینه‌سازی شارژ خودروهای برقی در شبکه توزیع با استفاده از الگوریتم pso"، نهمین کنگره ملی تازه‌های مهندسی برق و کامپیوتر ایران، تهران ۱۴۰۱.

[16] Husar C, Grovu M, Irimia C, Ruba M, Ciornei S, Nemes R. Simulation of a Fuel Cell Hybrid Electric Minibus under Simcenter Amesim. In2020 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE), pp. 248-252, 2020.

AutoLibrary

AutoLibrary

[17] Singh KV, Bansal HO, Singh D. Hardware-in-the-loop implementation of ANFIS based adaptive SoC estimation of lithium-ion battery for hybrid vehicle applications. Journal of Energy Storage, 27, pp. 101124, 2020.

[18] Dai, H., et al., Cell-BMS validation with a hardware-in-the-loop simulation of lithium-ion battery cells for electric vehicles. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 52, pp. 174-184, 2013.

[19] Zhao, J., et al., Review of State Estimation and Remaining Useful Life Prediction Methods for Lithium–Ion Batteries. Sustainability, 15(6), pp. 5014, 2023.

[20] Husar C, Grovu M, Irimia C, Desreveaux A, Bouscayrol A, Ponchant M, Magnin P. Comparison of Energetic Macroscopic Representation and structural representation on EV simulation under Simcenter Amesim. In2019 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), pp. 1-6, 2019.

[21] Gauchia, L. and J. Sanz, A per-unit hardware-in-the-loop simulation of a fuel cell/battery hybrid energy system. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 57(4), pp. 1186-1194, 2019.

[22] Montazeri, Morteza and Abianeh, Sepehr, simulation of electric hybrid vehicle for the purpose of testing hardware in the loop, the 14th Conference on Manufacturing and Production Engineering15, 2016.

[۲۳] حسن‌زاده، م. رحمانی، ز.، بهبود مدیریت انرژی در خودروی هیبرید الکتریکی موازی به روش برنامه‌ریزی پویا با استفاده از مدل الکتریکی-گرمایی باتری، مجله کنترل، ۱۳(۴)، ص‌ص ۱۴-۱، ۱۳۹۸.

[۲۴] مولایی منش، غ. موسوی خوش‌دل،س.م. نعمتی، ا.ب.، بررسی توزیع دما طی تست تنش دینامیکی بر روی سطح باتری لیتیوم- یون بکار گرفته‌شده در یک خودروی هیبرید الکتریکی، نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر، ۵۲(۶)، ص‌ص ۱۵۱۱-۱۴۹۷، ۱۳۸۹.

[25] Florin, F.I., Toyota Prius–A Successful Pioneering in Hybrid Vehicle World, 2015.

AutoLibrary

AutoLibrary

Simulation of the Battery in the Hybrid Car

Mohammad Yarmohammadi
name@me.iut.ac.ir

Date of Submission: 2022/01/20

Department of Mechanical Engineering

Isfahan University of Technology, Isfahan 84156-83111, Iran

Degree: M.Sc. Language: Persian

Supervisor: Dr. Mustafa Nasiri, m.nasiri@iut.ac.ir

Abstract

In this thesis, hybrid car simulation will be done through Amisim software. It will be used to evaluate better car performance and breakdown. One of the biggest battery hybrid cars are these cars, which burn fuel, quickly drain and overheat the battery, which causes damage to the electric motor and other car components. which will make car batteries work better through Amicim software. In this simulation, a type of hybrid car modeling will be done in the software, and the amount of pressure, power and voltage that is applied to the electric motor from the battery of the hybrid car, as well as the amount of output power from the battery that enters the other components of the car. through Amisim software, which will provide us with the outputs in the form of graphs, which can be used to examine and compare the results. And one of the most important advantages of this software will prevent the cost of construction and events after construction, which will improve the process of car manufacturingg.

Key words: Hybrid Car, Simulation, Battery, AMISIM Software, Voltage, Modell.

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

Isfahan University of Technology

Golpayegan College of Engineering

Simulation of the Battery in the Hybrid Car Loop

A Thesis

Submitted in partial fulfillment of the requirements

for the degree of Master of Science

By

Mohammad Yarmohammadi

Evaluated and Approved by the Thesis Committee, on January, 20, 2014

1- Superviser Name, Prof. (Supervisor)

2- Advisor Name, Prof. (Advisor)

3- Examiner Name, Prof. (Examiner)

4- Examiner Name, Assoc. Prof. (Examiner)

Department Graduate Coordinator (First_name Last_name)

AutoLibrary