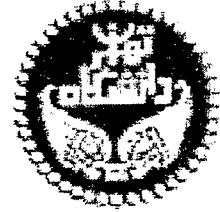


۹۲/۱۵۷ ✓



دانشگاه تهران

دانشکده فنی
گروه مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

تخمین پارامترهای شارژ، تخلیه و وضعیت سلامت باتری با
استفاده از روشهای شناسایی و تخمین غیر خطی

نگارش:

امین رضائی پیش رباط

استاد راهنما:

آقای دکتر فرزاد رجایی سلماسی

استاد مشاور:

آقای دکتر بابک نجاراعرابی

کتابخانه تخصصی مهندسی برق

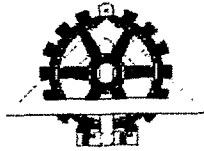
۱۳۸۷ / ۱۱ / ۱۸

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته

مهندسی برق-گرایش کنترل

شهریور ماه ۱۳۸۶

۹۳۱۰۷



به نام خدا
دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیأت داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقا/خانم امین رضائی پیش رباط در رشته مهندسی برق و کامپیوتر، گرایش: کنترل با عنوان: "تخمین پارامترهای شارژ تخلیه و وضعیت سلامت باتری با استفاده از روشهای شناسایی و تخمین غیر خطی"



در تاریخ ۱۳۸۶/۰۷/۱۵ نمره نهایی پایان نامه:

۱۷/۵	به عدد
هفتده و پنج	به حروف

 و درجه

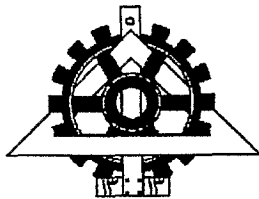
بسیار خوب

 ارزیابی نمود.

امضاء	دانشگاه یا موسسه	مرتبه دانشگاهی	نام و نام خانوادگی	مشخصات هیأت داوران
	تهران	استادیار	دکتر فرزاد رجایی سلماسی	۱-استاد راهنما استاد راهنمای دوم (حسب مورد)
	تهران	دانشیار	دکتر بابک نجاراعرابی	۲-استاد مشاور
	تربیت مدرس	دانشیار	دکتر حمیدرضا مومنی	۳-استاد مدعو خارجی (یا استاد مشاور دوم)
	تهران	استادیار	دکتر بهزاد آسایی	۴-استاد مدعو داخلی
	تهران	استادیار	دکتر اشکان رحیمی کیان	۵-داور و نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده



تذکره: این برگه پس از تکمیل توسط هیأت داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق گرایش کنترل

عنوان :

تخمین پارامترهای شارژ ، تخلیه و وضعیت سلامت باتری با استفاده از روشهای شناسایی و تخمین غیر خطی

نگارش :

امین رضائی پیش رباط

این پایان نامه در تاریخ ۱۳۸۶/۷/۱۵ در مقابل هیأت داوران دفاع گردید و مورد تصویب قرار گرفت.

دکتر جواد فیض

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی پردیس دانشکده‌های فنی:

دکتر پرویز جبه‌نوار نجار اعرابی

رییس دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر:

دکتر سعید نادر اصفهانی

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر:

دکتر فرزاد رجایی سلماسی

استاد راهنما:

دکتر بابک نجار اعرابی

استاد مشاور:

دکتر حمیدرضا مومنی

عضو هیأت داوران:

دکتر بهزاد آسایی

عضو هیأت داوران:

دکتر اشکان رحیمی کیان

عضو هیأت داوران:



تعهد نامه اصالت اثر

نام و نام خانوادگی: امین رضائی پیش رباط

عنوان پایان نامه: تخمین پارامترهای شارژ ، تخلیه و وضعیت سلامت باتری با استفاده از روشهای شناسایی و تخمین غیر خطی

استاد راهنما: دکتر فرزاد رجایی سلماسی

استاد مشاور: دکتر بابک نجار اعرابی

اینجانب امین رضائی پیش رباط تائید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران می‌باشد.

امین رضائی پیش رباط



تقدیم به

روح بزرگوار پدر عزیزم

مادر فداکارم

و

همسر مهربانم

سپاسداری

استادان ارجمندی که در سراسر دوران تحصیل بنده، مرا یاری داده‌اند، راهنمایی کرده‌اند و به آموزشم پرداخته‌اند، بر من سپاسی بزرگ نهاده‌اند. از همه آن بزرگواران، به ویژه از استاد راهنمای گرامی خود در نگارش این پایان‌نامه، آقای دکتر فرزاد رجایی سلماسی سپاسگزاری می‌کنم.

از استاد مشاورم آقای دکتر بابک نجار اعرابی و اساتید محترم داور، دکتر حمیدرضا مومنی، دکتر بهزاد آسایی و دکتر اشکان رحیمی‌کیان که با همه مشغله کاری و ذهنی بر من منت گذاشتند و با خواندن پایان‌نامه بنده و یادآوری ایرادات موجود در آن مرا در تصحیح آن یاری کرده‌اند، صمیمانه قدردانی می‌کنم.

از استاد ارجمند و گرامی ام آقای دکتر محمد علی نکوئی که در تمام طول تحصیلات دانشگاهی ام همواره مدیون محبت هایشان بوده‌ام و خواهم بود، صمیمانه سپاسگزارم.

از حمایت‌ها و کمک‌های همیشگی برادرم آقای دکتر صالح رضائی و دوستان عزیزم، آقایان دکتر احمد کلهر، مهندس حمزه کرمپور، مهندس محمد مفرح بناب، مهندس داود آقاجانیپور، مهندس آرش شه‌بخش، مهندس حسین وهابی، مهندس فرزاد هاشم زاده و خانم مهندس هدی صابری در آماده‌سازی این پایان‌نامه سپاسگزارم.

از مادر و همسر عزیزم که در تمامی مراحل زندگی همواره راهنما، پشتیبان و مایه آرامش من بوده‌اند، با احترام قلبی سپاسگزاری می‌نمایم.

چکیده

در این پایان نامه به بررسی، تخمین و پیاده سازی پارامترهای شارژ و تخلیه باتری (سطح شارژ باتری، سطح سلامت باتری، سطح تخلیه شدگی باتری و عمق تخلیه باتری) در باتریهای سرب اسید که کاربرد فراوانی در خودروهای هایبرید دارند، پرداخته شده است.

دو روش جدید برای تعیین سطح شارژ باتری سرب اسید ارائه شده است. یکی از این روشها، جزء روشهای هوشمند مدیریت سیستمهای باتری است و با استفاده از الگوریتم LOLIMOT پیاده سازی شده است. در این روش ما با استفاده از داده های موجود در کاتالوگ باتری مورد نظر، شبکه LOLIMOT را آموزش داده ایم. نکته مهم این روش در نظر گرفتن پارامتر دما برای تعیین سطح شارژ باتری است. روش دوم یک روش ترکیبی از روشهای هوشمند و روشهای کلاسیک تعیین سطح شارژ باتری است که در روش کلاسیک الگوریتم کولومتری، هسته اصلی را تشکیل می دهد و با استفاده از شبکه های هوشمند دینامیک باتری را مدلسازی کرده ایم. مزیت روش دوم در نظر گرفتن سطح سلامت باتری برای بالا بردن دقت تخمین سطح شارژ باتری است. در روش ترکیبی از داده های به دست آمده از آزمایش بر روی باتری سرب اسید ۱۲ ولت، ۷/۲ آمپر ساعت استفاده شده است. برای تخمین سطح سلامت باتری، یک روش مدل مبتا ارائه شده است که در آن UKF استفاده شده و نتایج آن نیز با فیلتر کالمن توسعه یافته مقایسه شده است. با توجه به اینکه سایر پارامترهای تخلیه باتری با استفاده از یک رابطه ریاضی به SOC باتری مربوط می شوند بنابراین می توان آن پارامترها را نیز با داشتن SOC تخمین زد. همچنین روش هوشمند تعیین SOC باتری (الگوریتم LOLIMOT) به صورت سخت افزاری پیاده سازی شده است که هسته اصلی این برد الکترونیکی را یک میکروکنترلر ATmega 128 تشکیل می دهد، که یک پردازشگر بسیار قوی و با قابلیت بالا می باشد. نتایج عملی بدست آمده نیز با نتایج شبیه سازی شده مقایسه شده است.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱	مقدمه:	۱
۳	لزوم تعیین سطح شارژ و سطح سلامت باتری	۱-۱
۵	باتریها	۲-۱
۷	سازماندهی مطالب پایان نامه	۳-۱
۹	مفاهیم کلی درباره باتری	۲
۱۱	مقدمه	۱-۲
۱۲	تاریخچه باتری	۲-۲
۱۵	پارامترهای باتری	۳-۲
۱۵	ظرفیت باتری	۱-۳-۲
۱۶	سطح شارژ باتری	۲-۳-۲
۱۷	وضعیت سلامت باتری	۳-۳-۲
۱۸	تکنولوژی‌های باتری	۴-۲
۱۸	باتری‌های سرب-اسیدی	۱-۴-۲
۲۲	باتری‌های نیکلی	۲-۴-۲
۲۶	باتری‌های لیتیومی	۳-۴-۲
۲۹	نتیجه‌گیری	۵-۲
۳۱	مدل‌های موجود برای باتری‌های سرب اسید	۳
۳۳	مقدمه	۱-۳
۳۳	مدل‌های الکتروشیمیایی باتری	۲-۳
۳۴	مدل‌های ریاضی باتری	۳-۳

مدلهای الکتریکی باتری	۴-۳	۴۰
مدل‌های الکتریکی بر مبنای تونن	۱-۴-۳	۴۰
مدل‌های الکتریکی بر مبنای امپدانس	۲-۴-۳	۵۵
مدل‌های الکتریکی بر مبنای زمان عملکرد	۳-۴-۳	۵۶
نتیجه‌گیری	۵-۳	۶۱

۴ روش‌های موجود برای تعیین سطح شارژ و سطح سلامتی باتری.....۶۳

مقدمه	۱-۴	۶۵
اندازه‌گیری مستقیم [۲۸]	۱-۱-۴	۶۵
اندازه‌گیری‌های SOC از سنگینی ویژه باتری [۲۸]	۲-۱-۴	۶۶
تخمین SOC بر اساس ولتاژ [۲۸]	۳-۱-۴	۶۷
تخمین SOC بر اساس جریان [۲۸]	۴-۱-۴	۶۸
تعیین ظرفیت باتری سرب‌سید با استفاده از پارامترهای باتری	۲-۴	۶۹
تخمین سطح شارژ باتری با استفاده از فیلتر کالمن	۳-۴	۷۸
مدل باتری	۱-۳-۴	۷۸
خطی‌سازی و گسسته‌سازی مدل برای استفاده از فیلتر کالمن توسعه یافته	۲-۳-۴	۷۹
الگوریتم فیلتر کالمن توسعه یافته	۳-۳-۴	۸۱
مروری بر روشهای موجود SOC در انواع باتریها با استفاده از روش عصبی و منطق فازی	۴-۴	۸۳

مقدمه [۴۹]	۱-۴-۴	۸۳
سیستم مدیریت باتری با استفاده از شبکه عصبی	۲-۴-۴	۸۴
سیستم مدیریت باتری با استفاده از منطق فازی	۳-۴-۴	۹۰
روش تعیین وضعیت شارژ باتری سرب‌سید با کمک مدل ریاضی باتری	۵-۴	۹۱
روشهای تعیین SOH باتری ها	۶-۴	۹۵
تخمین SOH با استفاده از پدیده Coup de fouet در باتری [۷۱ و ۷۲]	۱-۶-۴	۹۵
تخمین SOH باتری با استفاده از الگوریتم فازی [۷۳]	۲-۶-۴	۹۷

۱۰۱.....	نتیجه گیری.....	۷-۴
۵ روش‌های پیشنهادی برای تعیین SOC و SOH باتریهای سرب اسید.. ۱۰۳		
۱۰۴.....	مقدمه.....	۱-۵
۱۰۴.....	تخمین سطح شارژ باتری با استفاده از LOLIMOT.....	۲-۵
۱۰۵.....	مدل فازی عصبی خطی محلی [۷۴].....	۱-۲-۵
۱۰۹.....	الگوریتم یادگیری درختی مدل خطی محلی.....	۲-۲-۵
۱۱۳.....	نتایج تخمین SOC با استفاده از LOLIMOT.....	۳-۲-۵
۱۱۵.....	مقایسه نتایج تخمین با LOLIMOT با نتایج تخمین با ANFIS.....	۴-۲-۵
۱۱۹.....	روش ترکیب الگوریتم کولومتری با روشهای هوشمند برای تعیین SOC و SOH.....	۳-۵
۱۱۹.....	الگوریتم کولومتری [۷۷].....	۱-۳-۵
۱۲۳.....	سطح سلامتی باتری (SOH) [۷۷].....	۲-۳-۵
۱۲۳.....	ترکیب اندازه‌گیری کولومتری و کنترلرهای یادگیری.....	۳-۳-۵
۱۲۵.....	پیاده سازی CMAC.....	۴-۳-۵
۱۲۸.....	نتایج بدست آمده از الگوریتم ترکیبی.....	۵-۳-۵
۱۳۰.....	تعیین SOH باتری سرب اسید با استفاده از UKF.....	۴-۵
۱۳۱.....	تبدیل [۷۹]UT.....	۱-۴-۵
۱۳۴.....	فیلتر Unscented.....	۲-۴-۵
۱۳۵.....	پیاده سازی UKF برای تخمین SOH.....	۳-۴-۵
۱۴۲.....	تخمین سایر پارامترهای مهم شارژ و تخلیه باتری.....	۵-۵
۱۴۲.....	سطح تخلیه شدگی باتری.....	۱-۵-۵
۱۴۳.....	عمق تخلیه باتری.....	۲-۵-۵
۱۴۳.....	نتیجه گیری.....	۶-۵
۶ پیاده‌سازی مدار تعیین SOC باتری و نتایج عملی .. ۱۴۵		
۱۴۶.....	مقدمه.....	۱-۶

۱۴۶.....	اجزاء مدار تعیین SOC باتری.....	۲-۶
۱۴۷.....	بخش سخت افزاری مدار تعیین SOC.....	۱-۲-۶
۱۵۱.....	نرم افزار مدار تعیین SOC باتری.....	۲-۲-۶
۱۵۲.....	نتایج عملی تعیین سطح شارژ باتری سرب اسید.....	۳-۶
۱۵۴.....	نتیجه گیری.....	۴-۶

۷ نتیجه گیری و پیشنهادها:..... ۱۵۵

فهرست منابع..... ۱۵۹

فهرست شکلهای

صفحه	عنوان
۳۸	شکل ۱-۳: تقریب مجموع بی نهایت در (۳-۱۱).....
۳۹	شکل ۲-۳: تقریب پلهای بار متغیر.....
۴۱	شکل ۳-۳: مدار معادل باتری سرباسید.....
۴۳	شکل ۴-۳: مدار معادل تونن باتری سرباسید.....
۴۴	شکل ۵-۳: مدل الکتریکی بر مبنای تونن.....
۴۵	شکل ۶-۳: مدار معادل باتری.....
۴۶	شکل ۷-۳: ظرفیت باتری (C_p).....
۴۷	شکل ۸-۳: مدار معادل ساده باتری با تبدیل لاپلاس.....
۴۷	شکل ۹-۳: مدار معادل باتری با اعمال اثرات پارازیتی.....
۴۹	شکل ۱۰-۳: پاسخ ولتاژ باتری به جریان پلهای از I به 0.....
۴۹	شکل ۱۱-۳: شبکه معادل باتری سرب-اسید.....
۵۴	شکل ۱۲-۳: بلوک دیاگرام مدل باتری.....
۵۵	شکل ۱۳-۳: مدل الکتریکی بر مبنای امپدانس [۷].....
۵۶	شکل ۱۴-۳: مدل الکتریکی بر مبنای زمان عملکرد [۷].....
۵۷	شکل ۱۵-۳: مدل زمان-پیوسته مرتبه یک باتری [۱۵].....
۵۸	شکل ۱۶-۳: کد VHDL سطح بالای مدل باتری [۱۵].....
۶۰	شکل ۱۷-۳: مدل جامع الکتریکی باتری.....
۶۱	شکل ۱۸-۳: منحنی مشخصات باتری؛ ظرفیت باتری بر حسب تعداد سیکل، دما، جریان، زمان ذخیره و ولتاژ مدار باز بر حسب SOC و پاسخ گذرا به جریان بار پلهای.....
۶۷	شکل ۱-۴: ارتباط بین ولتاژ مدار باز و ظرفیت باقیمانده.....
۶۸	شکل ۲-۴: منحنی دشارژ برای یک پیل Lithium-ion با ظرفیت بالا.....
۷۰	شکل ۳-۴: ارتباط بین ولتاژ مدار باز، وضعیت باقیمانده و چگالی مخصوص یک باتری نمونه.....
۷۱	شکل ۴-۴: ولتاژ مدار باز باتری در سه حالت مختلف SOC (۴۰٪، ۶۰٪ و ۸۰٪).....
۷۲	شکل ۵-۴: ولتاژ ترمینال باتری سرباسید.....

- شکل ۴-۶: مدار معادل باتری سرب اسید ۷۴
- شکل ۴-۷: شکل موج جریان پالسی ۷۵
- شکل ۴-۸: شکل موج ولتاژ پالسی ۷۵
- شکل ۴-۹: تغییرات مقاومت داخلی باتری با زمان ۷۶
- شکل ۴-۱۰: شکل موج SOC به روش Kouzu ۷۷
- شکل ۴-۱۱: شکل موج SOC به روش Sato ۷۷
- شکل ۴-۱۲: مدل استفاده شده برای کاربردهای دینامیکی مانند خودروهای الکتریکی و هایبرید ۷۸
- شکل ۴-۱۳: الگوریتم فیلتر کالمن ۸۲
- شکل ۴-۱۴: شبکه عصبی مصنوعی (ANN) وابسته به وضعیت شارژ باتری ۸۶
- شکل ۴-۱۵: فلوچارت تربیت شبکه عصبی مصنوعی ۸۷
- شکل ۴-۱۶: متغیرهای پایه ۸۸
- شکل ۴-۱۷: متغیرهای ورودی انتخاب شده ۸۹
- شکل ۴-۱۸: منحنی مشخصه تخلیه پالسی ۹۲
- شکل ۴-۱۹: اصول روش پیشنهادی ۹۲
- شکل ۴-۲۰: وابستگی a_0 ، a_1 و a_2 روی SOC ۹۳
- شکل ۴-۲۱: فلوچارت تعیین SOC ۹۴
- شکل ۴-۲۲: پدیده Coup de fouet ۹۷
- شکل ۴-۲۳: ظرفیت نرمالیزه شده بر حسب عمر باتری برای ۴ نوع باتری ۹۸
- شکل ۴-۲۴: انتخاب پارامترهای همبستگی ۹۹
- شکل ۴-۲۵: طبقه بندی کلاس های فازی ۱۰۰
- شکل ۴-۲۶: توابع عضویت فازی برای سه کلاس فوق ۱۰۰
- شکل ۴-۲۷: ظرفیت و توابع عضویت بر حسب عمر باتری ۱۰۱
- شکل ۵-۱: رابطه شبکه عصبی RBF، مدل فازی عصبی خطی محلی (LLNF) و مدل فازی عصبی تاکاگی سوگنو. ۱۰۹
- ۲-۵: پنج تکرار از الگوریتم درخت خطی محلی برای مسئلهای با فضای ورودی دو بعدی ۱۱۲
- شکل ۵-۳: مجموع مربعات خطاها بر حسب تعداد نرون ۱۱۳

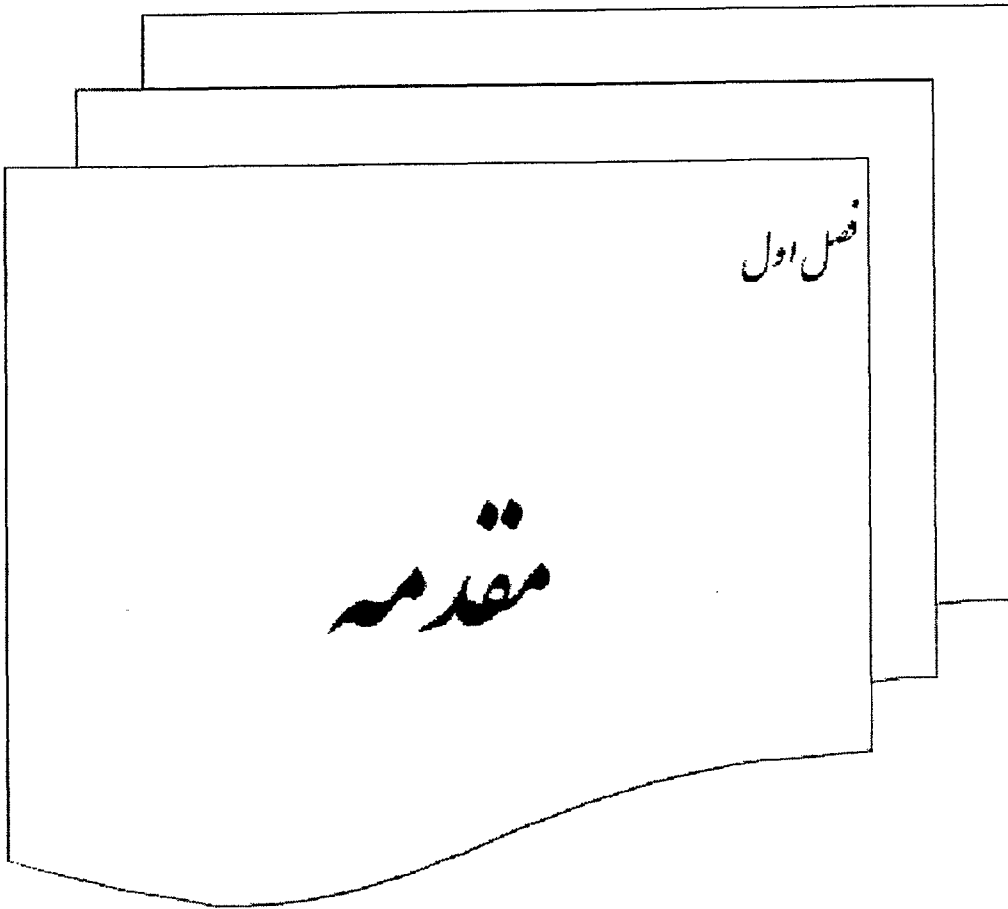
- شکل ۴-۵: خطای یادگیری و خروجی شبکه همراه با داده های تجربی..... ۱۱۴
- شکل ۵-۵: خطای یادگیری و خروجی شبکه همراه با داده های تست..... ۱۱۵
- شکل ۶-۵: شمای کلی تخمینگر سطح شارژ باتری با استفاده از LOLIMOT..... ۱۱۵
- شکل ۷-۵: نمودار خطای حاصل از آموزش شبکه ANFIS..... ۱۱۶
- شکل ۸-۵: خروجی های واقعی و تخمین زده شده توسط ANFIS..... ۱۱۶
- شکل ۹-۵: خروجی های مربوط به داده های تست در ANFIS..... ۱۱۷
- شکل ۱۰-۵: جریان دشارژ نرمالیزه شده به عنوان ورودی سیستم تخمینگر..... ۱۱۸
- شکل ۱۱-۵: SOC تخمین زده شده برای جریان دشارژ شکل ۵-۱۰ و برای دمای ۲۵ درجه سانتیگراد..... ۱۱۸
- شکل ۱۲-۵: نمودار مقدار ظرفیت دشارژ شده بر حسب زمان برای دو جریان متفاوت..... ۱۲۰
- شکل ۱۳-۵: بلوک دیاگرام سیستم یادگیری SOC پیشنهادی..... ۱۲۴
- شکل ۱۴-۵: یک بلوک دیاگرام ساده از شبکه CMAC..... ۱۲۵
- شکل ۱۵-۵: نمودار جریان دشارژ..... ۱۲۸
- شکل ۱۶-۵: تخمین SOC برای ۳ مقدار مختلف SOH..... ۱۲۹
- شکل ۱۷-۵: مقایسه شهودی روشهای ترکیبی و LOLIMOT در تخمین SOC..... ۱۲۹
- شکل ۱۸-۵: تبدیل Unscented..... ۱۳۱
- شکل ۱۹-۵: مدل RC باتری..... ۱۳۷
- شکل ۲۰-۵: ولتاژ ترمینال سلول در دشارژ با پالس جریان 0.7A..... ۱۳۸
- شکل ۲۱-۵: مقدار SOH تخمین زده شده با استفاده از UKF و EKF..... ۱۴۲
- شکل ۱-۶: بلوک دیاگرام کلی پیاده سازی مدار تعیین SOC..... ۱۴۶
- شکل ۲-۶: شکل کلی باتری سرب اسید..... ۱۴۷
- شکل ۳-۶: شمای کلی بارقابل برنامه ریزی طراحی شده..... ۱۴۸
- شکل ۴-۶: بارقابل برنامه ریزی طراحی شده..... ۱۴۹
- شکل ۵-۶: شکل کلی مدار پردازشگر و نمایش دهنده..... ۱۵۱
- شکل ۶-۶: جریان دشارژ نرمالیزه شده به عنوان ورودی سیستم تخمینگر..... ۱۵۳
- شکل ۷-۶: نتایج بدست آمده از پیاده سازی سخت افزاری الگوریتم LOLIMOT برای تعیین SOC باتری سرب اسید و مقایسه آن با نتایج شبیه سازی شده فصل پنجم..... ۱۵۳
- شکل ۸-۶: ولتاژ ترمینال باتری موقع دشارژ باتری..... ۱۵۴

فهرست جدولها

عنوان صفحه

جدول ۱-۱: مزایا و معایب باتری سرب اسید ۷

جدول ۱-۵: الگوریتم UKF ۱۳۶



۱-۱ لزوم تعیین سطح شارژ و سطح سلامت باتری

سوختهای فسیلی از جمله منابع مهم تأمین انرژی به شمار می روند. از سویی بخش قابل توجهی از تولید انرژی صرف به حرکت درآوردن وسایل نقلیه موتوری می گردد، در نتیجه با افزایش جمعیت و تولید بیشتر خودروها مسائلی از قبیل افزایش آلودگی های زیست محیطی ناشی از سوخت ناقص موتورهای احتراقی بخصوص در هنگام ترافیکهای شهری، همچنین افزایش قیمت سوخت و کاهش ذخایر سوختی در آینده سبب شده که محققان به ویژه در صنایع خودروسازی به فکر استفاده از روشهایی جهت هرچه کم کردن مصرف سوخت و افزایش راندمان کلی خودرو باشند، زیرا موتورهای احتراقی اتومبیلهای معمولی دارای راندمان بسیار پایینی هستند، به ویژه که کنترلی روی تعیین نقطه کارموتور برای بالا بردن راندمان انجام نمی گیرد.

از این روی خودروهای هایبرید پیشنهاد گردید که هم دارای موتور الکتریکی با راندمان بسیار بالا و هم دارای موتور احتراقی به نسبت کوچکتر و بهره ورتر از موتور احتراقی خودروهای معمولی است. مزیت این نوع خودروها عبارت است از کاهش چشمگیر مصرف سوخت، حفظ همان کارایی و با همان قیمت خودروهای معمولی، همچنین کاهش چشمگیر درصد آلودگی نسبت به خودروهای معمولی. خودروهای هایبرید از ساختارهای گوناگونی بهره می برند، اما یک خودرو هایبرید لزوماً " دارای یک سیستم ذخیره ساز انرژی، یک واحد تولید قدرت و یک سیستم انتقال می باشد.

استراتژی کلی بکار رفته در خودرو هایبرید برای بهینه سازی مصرف سوخت بدینگونه است که درسرعتهای پایین از موتور الکتریکی استفاده می گردد و در سرعتهای بالاتر و مواردی که نیاز به گشتاور زیاد باشد موتور احتراقی به کمک موتور الکتریکی می آید. نکته قابل توجه این است که انرژی مورد استفاده برای موتور الکتریکی در باتریها ذخیره می گردد. باتریها باید در هر لحظه کاری خودرو دارای انرژی در حدود مشخص شده باشند که توان تأمین انرژی مورد نیاز موتور الکتریکی را داشته باشند، واگر در حین کار خودرو انرژی باتری کم شود موتور احتراقی به عنوان یک مولد انرژی برای شارژباتریها به کار می رود.

در کنار خودروهای هایبرید، در ماهواره ها و همچنین در کلیه مصارفی که از سیستمهای فوتولتاییک بهره می برند، برای بهره وری بیشتر توزیع انرژی از سیستمهای هایبرید استفاده می گردد که دارای ویژگیها و ملزومات مشابه خودروهای هایبرید است. لذا مهمترین قسمت اصلی در یک سیستم هایبرید برای تحقق استراتژی کنترلی مناسب، دانستن مقدار انرژی ذخیره شده در سیستم ذخیره گاه انرژی و همچنین کنترل آن است.

در نظر نخست می توان گفت که سطح شارژ بطور ساده درصد بار الکتریکی ذخیره شده حقیقی به کل باری است که می توان در باتری ذخیره نمود. چونکه ظرفیت سلول با گذشت عمر آن بتدریج کاهش پیدا می کند و علاوه بر عمر سلول دما و سرعت دشارژ نیز در این امر موثر هستند. به عنوان مثال با نزدیک شدن به پایان عمر سلول ظرفیت واقعی آن حدود ۸۰ درصد ظرفیت مجاز آن خواهد شد و در این حالت اگر سلول کاملا هم شارژ شده باشد، SOC آن فقط ۸۰ درصد خواهد بود. اگر نیاز به یک تخمین دقیق داشته باشیم بایستی فاکتورهای کهنه شدن سلول (SOH) و محیطی را در محاسباتمان وارد کنیم.

اگر مرجع SOC را به عنوان ظرفیت سلول کاملا شارژ شده فعلی تعریف کنیم آنگاه مجبور خواهیم شد فاکتورهای تنظیم را برای ظرفیت مجاز بکار ببریم تا ظرفیت مرجع جدید را مشخص کنیم. در این حالت یک سلول کاملا شارژ شده یک SOC برابر ۱۰۰ درصد خواهد داشت در حالیکه آن فقط ۸۰ درصد ظرفیت یک سلول جدید را خواهد داشت. برای کاربرد های بالانس کردن سلول فقط کافی است که SOC هر سلول را نسبت به سلول های دیگر در رشته باتری بدانیم.

روشهای بسیاری برای بکارگیری حسگرهای سطح شارژ درون باتری های سربی - اسیدی با استفاده از ویژگی تغییر خواص الکترولیت مانند چگالی ویژه آن، رسانایی و ... بکار رفته است در حالیکه بیشتر آنها تنها می توانند یک سنسج ناحیه ای و آن هم فقط در یک باتری انجام دهند در حالیکه در سیستمهای جدید ممکن است از چندین باتری استفاده گردد که این علت، ودلایلی از قبیل هزینه زیاد یا مقدور نبودن امکان استفاده مستقیم از حسگر روشهای بیان شده را با محدودیت مواجه می سازد.

تاکنون بخش بزرگی از تحقیقات انجام شده بر روی تأمین کننده های انرژی در مورد باتری های

شیمیایی صورت گرفته است. این باتری‌ها بر حسب ساختار و مواد به کار رفته در آنها تقسیم‌بندی و تجزیه و تحلیل می‌گردند. این تقسیم‌بندی شامل مواردی نظیر راندمان، طول عمر، سهولت استفاده و قیمت محصول می‌باشد.

پس دانستن حالت شارژ باتری یکی از فاکتورهای مهم در خودروهای هایبرید برای بهینه سازی مصرف سوخت خودرو و در پی آن کاهش قابل توجه میزان آلودگی در مقایسه با خودروهای معمولی و بطور کلی برای بهره وری توزیع انرژی در سیستمهای هایبرید است. از آنجا که یک باتری تنها دارای دو پایانه هم به عنوان ورودی و هم به عنوان خروجی است و برای کنترل سیستم باتری و همچنین کنترل کلی خودروی هایبرید نیاز به دانستن حالت شارژ باتری در هر لحظه ضروری است، بنابراین نیاز به استفاده از روشهای پیشرفته است که با استفاده از جریان و ولتاژ دو پایانه باتری و استفاده از دینامیک باتری مدل شده انرژی داخلی آن را در حالت کار پیوسته باتری تخمین زد و همچنین کنترل نمود.

از طرف دیگر اگر پروفایل شارژ باتری از منحنی های خاص جریان و ولتاژ دو پایانه پیروی نکند می توان سرعت شارژ باتری، تلفات انرژی در هنگام شارژ و همچنین اثرات مخرب زیستی که از واکنشهای شیمیایی زمان شارژ ایجاد می گردد، تا حد مطلوبی بهینه کرد. در ضمن کنترل باتری به گونه ای که سطح شارژ باتری همواره در یک محدوده مشخص از قبل تعیین شده باشد باعث افزایش چشمگیر عمر باتری و سیکلهای شارژ و دشارژ آن می گردد، که دارای صرفه اقتصادی قابل توجهی برای مصرف کنندگان خودرو و به عبارتی دیگر مصرف کنندگان باتری است. زیرا شارژ و دشارژ شدن باتری بیش از حدود ویژه ای باعث صدمه زدن به مواد شیمیایی داخل آن می گردد. بنابراین باید با استفاده از تخمینگر سطح شارژ و روشهای هوشمند کنترلی حالت شارژ باتری را به صورت مطلوب کنترل کرد. بنابراین نیاز به سیستمی که بتواند وضعیت باتری را در هر لحظه نمایش دهد ضروری است.

۲-۱ باتریها

از انواع باتری‌هایی که در خودرو های برقی و هایبرید به کار گرفته شده‌اند، باتری سرب اسید بیشترین کاربرد را دارا می‌باشد. در بیش از ۹۰ درصد خودروهای برقی و هایبرید که تاکنون ساخته شده-