NRI-ER-845-PLPPN07-00-L

تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی



مدیر پروژه: امین بیرامی ایناللو

واحد مجری: طرح انتقال و توسعه دانش و فناوری الکتروموتورهای القایی پربازده و درایو

انتشارات پژوهشگاه نیرو

آبان ماه ۱۴۰۰

DOI: 10.30503/nripress.2020.246


بسم الله الرحمن الرحيم

تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی

مدیر پروژه: امین بیرامی ایناللو

مرکز توسعه فناوری موتورهای الکتریکی پیشرفته

همکاران پروژه:

سیده مهسا هاشمی

رحیم محمدرحیمی

ارمغان علی عسکری

واحد مجری:

طرح انتقال و توسعه دانش و فناوری الکتروموتورهای القایی پربازده و درایو

انتشارات پژوهشگاه نیرو

آبان ماه ۱۴۰۰

کد ثبت گزارش: NRI-ER-845-PLPPN07-00-L

DOI: 10.30503/nripress.2020.246

ایران. وزارت نیرو. پژوهشگاه نیرو. طرح انتقال و توسعه دانش و فناوری الکتروموتورهای القایی پربازده و درایو

تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی/ مدیر پروژه: بیرامی ایناللو، امین. ویراستار: سیما حسینی ماکان. کارفرما: معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری- ستاد توسعه فناوری فضایی و حمل و نقل پیشرفته، ۱۴۰۰.

۲۹۳ ص.: مصور، نمودار، جدول

۱.هاشمی، سیده مهسا. محمدرحیمی، رحیم. علی‌عسکری، ارمغان. همکاران پروژه. ۲. ابراهیمی‌راد، حسن، مدیر واحد مجری. ۳. مرکز توسعه فناوری موتورهای الکتریکی پیشرفته.

انتشارات پژوهشگاه نیرو

طرح انتقال و توسعه دانش و فناوری الکتروموتورهای القایی پربازده و درایو

کلیه حقوق معنوی اثر متعلق به پدیدآورندگان، کلیه حقوق مادی متعلق به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری- ستاد توسعه فناوری فضایی و حمل و نقل پیشرفته و نشر مطالب در حدود متعارف، با ذکر منبع بلامانع است.

نشانی: تهران، شهرک غرب، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، کدپستی: ۱۴۶۸۶۱۳۱۱۳

تلفن: ۹-۸۸۰۷۹۴۰۱

نمابر: ۸۸۰۷۸۲۹۶

وبگاه: *www.nri.ac.ir*

پست الکترونیک انتشارات: *publications@nri.ac.ir*

فرم تعهدنامه اصالت اثر

متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این گزارش حاصل کار پژوهشی اینجانب امین بیرامی ایناللو، مدیر پروژه تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی و همکاران به شرح زیر است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شده است مطابق مقررات، مورد ارجاع قرار گرفته و در فهرست منابع ذکر گردیده است.

■ گزارش حاصل انجام همه مراحل پروژه است.

□ گزارش حاصل انجام ..... مرحله از ..... مرحله پروژه است.

همکاران:

۱. سیده مهسا هاشمی

۲. رحیم محمدرحیمی

۳. ارمغان علی‌عسکری

پیشگفتار

با بررسی گزارش‌های روابط عمومی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، دفتر انرژی، صنعت و معدن این مرکز در گزارشی با عنوان (آینده‌پژوهی توسعه خودروهای برقی و آثار آن بر صنایع معدنی) در تبیین چشم‌انداز خودروهای برقی در جهان، آورده است؛ در عصر کنونی، پیشران های مهمی مانند کاهش ردپای کربن و افزایش حساسیت‌های زیست‌محیطی، منجر به توسعه شتابناک خودروهای برقی شده است. فراگیری خودروهای برقی در سطح دنیا به‌قدری بوده که در سال ۲۰۱۷ میلادی با ۵۴ درصد رشد نسبت به سال قبل از آن، فروش این خودروها از مرز یک‌میلیون دستگاه عبور کرد و در همین سال، میزان فروش خودروهای برقی، حدود ۵ درصد کل بازار خودروهای سبک سواری بوده است. بر اساس پیش‌بینی مؤسسات بین‌المللی، رشد فروش خودروهای برقیِ سواری، به چهار میلیون در سال ۲۰۲۰، دوازده میلیون‌تا سال ۲۰۲۵ و نهایتاً بیست‌ویک میلیون دستگاه در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید. علاوه بر این، پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۳۰ از هر ۵ خودروی سبکِ سواری در خیابان‌ها، یک خودرو تمام برقی باشد و به‌صورت تجمعی نزدیک به سیصد و چهل میلیون خودروی برقی وارد بازار شود.

همچنین گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس تصریح می‌کند که چشم‌انداز توسعه خودروهای برقی در ایران تا حدودی مبهم است و احتمالاً صنعت ایران با یک تأخیر زمانی، الگوی یکی از کشورهای با صنعت و اقتصاد مشابه را برای توسعه خودروهای برقی پیاده خواهد کرد؛ بنابراین لزوم ایجاد ساختارهای این صنعت، ازجمله مواردی است که باعث می‌شود که آینده این صنعت روشن‌تر و دسترسی به اهداف آن سریع‌تر و قابل‌دسترس‌تر باشد.

یکی از مهم‌ترین نیازهای این صنعت، شناسایی و پایش آزمایشگاه‌های فعال در حوزه پیشرانه‌های خودرو برقی است. با شناسایی این شرکت‌ها و پایش توانایی‌های آن‌ها، نقاط قوت توانمندی داخلی کشور را روشن‌تر می‌کند و برنامه‌ریزی برای نقاط ضعف این، آزمایشگاه‌ها را برای گروه آینده‌پژوهی این صنعت آسان‌تر می‌نماید. لذا با یک برنامه‌ریزی دقیق‌تر پیشرفت هرچه بیشتر کشور قابل‌دسترس‌تر خواهد بود.

این گزارش مربوط به تمام مراحل از پروژه تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی است که پشتیبانی آن، بر عهده مرکز توسعه فناوری موتورهای الکتریکی پیشرفته و نظارت بر آن، بر عهده جناب آقای دکتر محمدرضا نیکزاد، عضو هیئت علمی دانشگاه لرستان، بوده است.

فهرست مطالب

فرست مطالب	صفحه
مقدمه	۱
۱- شناسایی آزمایشگاه‌های فعال در حوزه پیشرانه خودرو برقی و یا موتور الکتریکی	۲
مقدمه فصل اول	۳
۱ ۱ بررسی آزمایشگاه‌های فعال خارجی در حوزه پیشرانه خودرو برقی	۳
۱ ۱ ۱ آزمایشگاه AVL	۳
۱ ۱ ۲ آزمایشگاه مگ‌ترول	۵
۱ ۱ ۳ آزمایشگاه اتستو	۱۷
۱ ۱ ۴ آزمایشگاه اپلاس+آیدیادا	۲۵
۱ ۲ بررسی آزمایشگاه‌های فعال داخلی در حوزه پیشرانه خودرو برقی و موتور الکتریکی	۳۶
۱ ۲ ۱ شرکت آزمایش و تحقیقات قطعات و مجموعه‌های خودرو (ایتراک)	۳۷
۱ ۲ ۲ شرکت طراحی، تحقیق و تولید موتور ایران‌خودرو (ایپکو)	۴۴
۱ ۲ ۳ شرکت توسعه قوای محرکه دینا	۴۸
۱ ۲ ۴ شرکت نماموتور پیشران	۵۳
۱ ۲ ۵ شرکت دانش‌بنیان آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل)	۵۷
۱ ۲ ۶ شرکت الکتروژن	۷۰
۱ ۲ ۷ شرکت صنایع ماشین‌های الکتریکی جوین(جمکو)	۷۱
۱ ۲ ۸ شرکت موتوژن	۸۶
۱ ۲ ۹ شرکت توربوژنراتور شاهرود	۸۹
۱ ۲ ۱۰ شرکت کیا الکتروموتور پارت	۹۲
۱ ۲ ۱۱ شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور	۱۰۲

۱ ۲ ۱۲ شرکت سازه پویش ۱۰۶
۱ ۲ ۱۳ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۱۹
۱ ۲ ۱۴ پژوهشگاه استاندارد ۱۲۴
۱ ۲ ۱۵ مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک ۱۲۷
۱ ۲ ۱۶ آزمایشگاه شرکت اطمینان‌بخش ۱۲۹
۱ ۳ نتیجه‌گیری ۱۳۴
۲- بررسی استانداردها و آزمون‌های حوزه پیشرانه خودروبرقی ۱۴۸
۲ ۱ مقدمه ۱۴۹
۲ ۲ آزمون‌های مربوط به موتورهای AC مجهز به مبدل (استاندارد ملی ۲-۱۲۶۱۷ و بین‌المللی IEC 60349-2) ۱۴۹
۲ ۲ ۱ دسته‌بندی آزمون‌ها ۱۴۹
۲ ۲ ۲ آزمون‌های نوعی ۱۵۰
۲ ۲ ۳ آزمون‌های افزایش دما ۱۵۰
۲ ۲ ۴ آزمون اضافه بار در مدت زمان کوتاه ۱۵۱
۲ ۲ ۵ آزمون‌های استخراج مشخصه‌ها و تلورانس‌ها ۱۵۳
۲ ۲ ۶ آزمون سرعت بیش از حد ۱۵۵
۲ ۲ ۷ آزمون ارتعاش (لرزش) ۱۵۵
۲ ۲ ۸ آزمون دی‌الکتریک ۱۵۷
۲ ۲ ۹ آزمون اندازه‌گیری نویز صوتی ۱۵۸
۲ ۲ ۱۰ اندازه‌گیری تلفات ۱۶۰
۲ ۳ آزمون‌های مربوط به مبدل‌ها (استاندارد ملی ۱-۲۱۸۴۵ و بین‌المللی IEC 61287-1) ۱۶۳
۲ ۳ ۱ بررسی بصری ۱۶۴
۲ ۳ ۲ تأیید ابعاد و تلورانس ۱۶۴

۲ ۳ ۳ توزین ۱۶۵
۲ ۳ ۴ بررسی نشان‌گذاری‌ها ۱۶۵
۲ ۳ ۵ بررسی عملکرد خنک‌کننده ۱۶۵
۲ ۳ ۶ آزمون نشتی ۱۶۵
۲ ۳ ۷ آزمون درجه حفاظت ۱۶۵
۲ ۳ ۸ آزمون دی‌الکتریک ۱۶۵
۲ ۳ ۹ آزمون حفاظت مکانیکی و الکتریکی و تجهیزات اندازه‌گیری ۱۶۵
۲ ۳ ۱۰ آزمون بار سبک ۱۶۶
۲ ۳ ۱۱ آزمون کموتاسیون ۱۶۶
۲ ۳ ۱۲ اندازه‌گیری نویز آکوستیک ۱۶۶
۲ ۳ ۱۳ آزمون افزایش دما ۱۶۶
۲ ۳ ۱۴ اندازه‌گیری تلفات ۱۶۶
۲ ۳ ۱۵ آزمون اضافه ولتاژ تغذیه و انرژی گذرا ۱۶۶
۲ ۳ ۱۶ آزمون تغییر ناگهانی بار ۱۶۶
۲ ۳ ۱۷ بررسی الزامات ایمنی ۱۶۷
۲ ۳ ۱۸ آزمون تحمل ارتعاشات و شوک ۱۶۷
۲ ۳ ۱۹ آزمون‌های سازگاری الکترومغناطیسی ۱۶۷
۲ ۳ ۲۰ آزمون تغییر پله‌ای ولتاژ خط ۱۶۷
۲ ۳ ۲۱ آزمون قطع کوتاه‌مدت تغذیه ۱۶۷
۲ ۳ ۲۲ آزمون پخش‌شدن جریان ۱۶۷
۲ ۴ آزمون‌های مربوط به مجموعه موتور و سیستم پیشرانه خودروهای برقی (استانداردهای SAE J2907 و SAE J2908) ۱۶۷
۲ ۴ ۱ پیش‌آماده‌سازی جهت انجام آزمون‌ها ۱۶۸

۲ ۴ ۲ تعیین گشتاور بیشینه ۱۶۸
۲ ۴ ۳ تعیین حداکثر توان (خالص) ۱۶۸
۲ ۴ ۴ اندازه‌گیری حداکثر توان ۳۰ دقیقه‌ای ۱۶۹
۲ ۴ ۵ ارزیابی حداکثر توان سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به وسیله‌ی اندازه‌گیری مستقیم در محورها یا چرخ‌ها ۱۷۱
۲ ۵ آزمون‌های سیستم پیشرانه خودرو برقی (استاندارد بین‌المللی ISO 21782) ۱۷۳
-1- 5- 2 آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی (و نرخ تبدیل) ۱۷۴
۲ ۵ ۲ آزمون افزایش دما ۱۷۹
۲ ۵ ۳ آزمون مشخصه گشتاور ۱۸۳
۲ ۵ ۴ آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور ۱۸۵
۲ ۵ ۵ آزمون گشتاور دندانه‌ای (کاگینگ) موتور ۱۸۷
۲ ۶ نتیجه‌گیری ۱۸۹
۳- امکان‌سنجی ارتقای آزمایشگاه‌های داخلی جهت انجام تست‌های حوزه پیشرانه خودروی برقی۱۹۲
۳ ۱ مقدمه ۱۹۳
۳ ۲ پنل خبرگان پروژه «تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی» ۱۹۳
۳ ۳ جلسه اول ۱۳۹۹/۱۱/۱۳ ۱۹۵
۳ ۳ ۱ نامه‌های دعوت به جلسه ۱۹۵
۳ ۳ ۲ متن مذاکرات جلسه اول ۱۹۶
۳ ۴ جلسه دوم ۱۳۹۹/۱۲/۲۳ ۱۹۸
۳ ۴ ۱ نامه‌های دعوت به جلسه ۱۹۸
۳ ۴ ۲ متن مذاکرات جلسه دوم ۲۰۰
۳ ۵ پرسشنامه مربوط به موتور و سیستم پیشرانه ۲۰۲

۳ ۵ ۱ شرکت اطمینان‌بخش ۲۲۰
۳ ۵ ۲ شرکت ایپکو ۲۲۲
۳ ۵ ۳ شرکت جمکو ۲۲۵
۳ ۵ ۴ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۲۲۹
۳ ۵ ۵ مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک ۲۳۲
۳ ۵ ۶ شرکت نماموتور پیشران ۲۳۳
۳ ۵ ۷ پژوهشگاه استاندارد ۲۳۶
۳ ۶ پرسشنامه مربوط به اینورتر ۲۴۱
۳ ۷ نتیجه گیری ۲۴۳
۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۲۵۰
۵- پیوست ۱ ۲۶۰
۶- مراجع ۲۶۸

فهرست اشکال

فهرست اشکال **صفحه**

شکل ۱-۱: Magtrol Inc: ISO 9001 Certification ۶
شکل ۱-۲:Magtrol SA: ISO 9001 Certification ۶
شکل ۱-۳:Magtrol SA: ISO 17025 Accreditatio ۷
شکل ۱-۴: Magtrol Inc/Magtrol SA IEC 60034 Compliance ۷
شکل ۱-۵: Magtrol Inc/Magtrol SA IEC 60034 Compliance ۸
شکل ۱-۶: دینامومتر با تجهیزات جانبی شرکت مگ‌ترول ۹
شکل ۱-۷: دینامومتر سری هیسترزیس شرکت مگ‌ترول ۱۰
شکل ۱-۸: تجهیزات جانبی مدل دینامومتر سری جریان گردابی شرکت مگ‌ترول ۱۱
شکل ۱-۹: دینامومتر سری جریان گردابی شرکت مگ‌ترول ۱۱
شکل ۱-۱۰: دینامومتر سری پودر مغناطیسی شرکت مگ‌ترول ۱۳
شکل ۱-۱۱: تصویر دستگاه تست گشتاور دندانه شرکت مگ‌ترول ۱۴
شکل ۱-۱۲: تصویری از محیط نرم‌افزار شرکت مگ‌ترول ۱۶
شکل ۱-۱۳: تصویر آنالایزر توان شرکت مگ‌ترول ۱۷
شکل ۱-۱۴: نمایی از آزمایشگاه اتستو ۱۸
شکل ۱-۱۵: تصویر آزمایشگاه استقامت برای اطمینان از کیفیت شرکت اتست ۱۸
شکل ۱-۱۶: تصویر NVH drive unit شرکت اتستو ۲۱
شکل ۱-۱۷: تصویر Motor sheathing شرکت اتستو ۲۱
شکل ۱-۱۸: تصویر Mot Mount for drive and test object شرکت اتستو ۲۱
شکل ۱-۱۹: تصویر آزمایشگاه تست محیطی شرکت اتستو ۲۳
شکل ۱-۲۰: تصویر آزمایشگاه تست پیشرانه خودرو آزمایشگاه اتستو ۲۴
شکل ۱-۲۱: تصویر اول از آزمایشگاه موتور الکتریکی شرکت اپلاس+آیدیادا ۲۹
شکل ۱-۲۲: تصویر دوم از آزمایشگاه موتور الکتریکی شرکت اپلاس+آیدیادا ۲۹
شکل ۱-۲۳: تصویر سوم از آزمایشگاه موتور الکتریکی شرکت اپلاس+آیدیادا ۳۰
شکل ۱-۲۴: تصویر چهارم از آزمایشگاه موتور الکتریکی شرکت اپلاس+آیدیادا ۳۰
شکل ۱-۲۵: تصویر اول از آزمایشگاه موتور شرکت اپلاس+آیدیادا ۳۳
شکل ۱-۲۶: تصویر دوم از آزمایشگاه موتور شرکت اپلاس+آیدیادا ۳۳
شکل ۱-۲۷: تصویر اول از آزمایشگاه سیستم انتقال قدرت و هیبریدی شرکت اپلاس+آیدیادا ۳۶

شکل ۱-۲۸: تصویر دوم از آزمایشگاه سیستم انتقال قدرت و هیبریدی شرکت اپلاس+آیدیادا ۳۶
شکل ۱-۲۹: آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی ایتراک ۳۸
شکل ۱-۳۰: شماتیک دینامومتر شرکت ایتراک ۳۹
شکل ۱-۳۱: آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی ایتراک ۳۹
شکل ۱-۳۲: آزمایشگاه مهندسی موتور و قوای محرکه ایتراک ۴۰
شکل ۱-۳۳: آزمایشگاه مهندسی موتور و قوای محرکه ایتراک ۴۱
شکل ۱-۳۴: آزمایشگاه برق و الکترونیک ایتراک ۴۲
شکل ۱-۳۵: آزمایشگاه برق و الکترونیک ایتراک ۴۲
شکل ۱-۳۶: PTC و NTC ۴۳
شکل ۱-۳۷: تصویر گواهینامه‌های شرکت ایتراک ۴۴
شکل ۱-۳۸: دستگاه تکانه آزما شرکت دینا موتور ۴۸
شکل ۱-۳۹: دینامومتر هیدرولیکی شرکت دینا موتور ۴۹
شکل ۱-۴۰: آزمایشگاه دیناموتور ۴۹
شکل ۱-۴۱: دستگاه جعبه حساس شرکت دینا موتور ۵۰
شکل ۱-۴۲: دینامومتر شرکت دینا موتور ۵۰
شکل ۱-۴۳: تجهیزات آزمون دوام موتوری شرکت دینا موتور ۵۱
شکل ۱-۴۴: تجهیزات آزمون‌های وظیفه‌ای موتور شرکت دینا موتور ۵۲
شکل ۱-۴۵: تجهیزات آزمون مکانیکی مجموعه دینا موتور ۵۳
شکل ۱-۴۶: دینامومتر ۳۰ کیلووات، ۱۲۰ نیوتن‌متر شرکت نماموتور پیشران ۵۳
شکل ۱-۴۷: دینامومتر ۱۰ کیلووات، ۲۰۰ نیوتن‌متر شرکت نماموتور پیشران ۵۴
شکل ۱-۴۸: چمبر آزمون محیطی با رنج دمایی ۰ تا ۱۲۰ درجه شرکت نماموتور پیشران ۵۴
شکل ۱-۴۹: منبع تغذیه ۲۲ کیلووات شرکت نماموتور پیشران ۵۴
شکل ۱-۵۰: منبع تغذیه ۶ کیلووات شرکت نماموتور پیشران ۵۵
شکل ۱-۵۱: منبع تغذیه ۱/۲ کیلووات شرکت نماموتور پیشران ۵۵
شکل ۱-۵۲: میگر دیجیتال شرکت نماموتور پیشران ۵۵
شکل ۱-۵۳: مولتی‌متر دیجیتال شرکت نماموتور پیشران ۵۵
شکل ۱-۵۴: کلمپ جریان شرکت نماموتور پیشران ۵۶
شکل ۱-۵۵: ترمومتر دیجیتال شرکت نماموتور پیشران ۵۶
شکل ۱-۵۶: RLC متر دیجیتال شرکت نماموتور پیشران ۵۶

شکل ۱-۵۷: تاکومتر شرکت نماموتور پیشران ۵۷
شکل ۱-۵۸: اسیلوسکوپ ۱۰۰ مگاهرتز، 1GSa/s شرکت نماموتور پیشران ۵۷
شکل ۱-۵۹: دینامومتر در شرکت اپیل ۵۹
شکل ۱-۶۰: دستگاه ترکمتر در سیستم بارگیری با ژنراتور در شرکت اپیل ۶۰
شکل ۱-۶۱:اندازه گیری گشتاور خروجی موتور با استفاده از نرم افزار دستگاه گشتاور سنج در شرکت اپیل ۶۰
شکل ۱-۶۲:آزمون اندازه گیری مقاومت سیم پیچی در شرکت اپیل ۶۱
شکل ۱-۶۳: نمونه ای از دستگاه های اندازه گیری پارامترهای الکتریکی و دما در شرکت اپیل ۶۲
شکل ۱-۶۴: آزمون بارگیری الکتروموتور در شرکت اپیل ۶۲
شکل ۱-۶۵: تصویر درایو آزمایشگاه موتور در شرکت اپیل ۶۳
شکل ۱-۶۶: نمونه ای از سنسور شفت انکودر مورد استفاده در آزمایشگاه شرکت اپیل ۶۴
شکل ۱-۶۷: دستگاه اندازه گیری مقاومت عایقی در شرکت اپیل ۶۵
شکل ۱-۶۸: تجهیزات آزمون تحمل ولتاژ در شرکت اپیل ۶۵
شکل ۱-۶۹: تجهیز آزمون اندازه گیری نویز در شرکت اپیل ۶۶
شکل ۱-۷۰: تجهیز آزمون اندازه گیری ارتعاش در شرکت اپیل ۶۶
شکل ۱-۷۱: تجهیزات آزمون تلفات عایقی در شرکت اپیل ۶۷
شکل ۱-۷۲: تجهیزات آزمون تخلیه جزیی در شرکت اپیل ۶۸
شکل ۱-۷۳: نمایی از شرکت الکتروژن ۷۰
شکل ۱-۷۴: آزمون Prototype شرکت الکتروژن ۷۰
شکل ۱-۷۵: آزمون Aluminum Quality Control شرکت الکتروژن ۷۰
شکل ۱-۷۶: نمایی دیگر از آزمون Aluminum Quality Control شرکت الکتروژن ۷۱
شکل ۱-۷۷: نمایی از شرکت جمکو ۷۲
شکل ۱-۷۸: تصاویری از آزمایشگاه‌های شرکت جمکو ۷۲
شکل ۱-۷۹: گواهینامه‌های تایید صلاحیت آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۳
شکل ۱-۸۰: اتوترانس‌های کارگاه تست شرکت جمکو ۷۴
شکل ۱-۸۱: بارهای مقاومتی، سلفی و خازنی آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۵
شکل ۱-۸۲: سیستم حفاظت آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۵
شکل ۱-۸۳: سیستم اندازه‌گیری آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۶
شکل ۱-۸۴: سیستم کامپیوتری متصل به سیستم اندازه‌گیری آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۶

شکل ۱-۸۵: تجهیزات کنترلی آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۷
شکل ۱-۸۶: تست مقاومت سیم پیچی در آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۷
شکل ۱-۸۷: تست مقاومت عایقی در آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۸
شکل ۱-۸۸: تست ولتاژ پایداری در آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۸
شکل ۱-۸۹: تست بی‌باری الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۹
شکل ۱-۹۰: تست دور الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو ۷۹
شکل ۱-۹۱: تست ارتعاش الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو ۸۰
شکل ۱-۹۲: تست بار الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو ۸۱
شکل ۱-۹۳: تست افزایش دما الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو ۸۲
شکل ۱-۹۴: اندازه‌گیری نویز الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو ۸۳
شکل ۱-۹۵: الکتروموتور سه فاز در حین آزمون گردوغبار شرکت جمکو ۸۴
شکل ۱-۹۶: الکتروموتور دمونتاژ شده پس از آزمون گردوغبار در آزمایشگاه شرکت جمکو ۸۴
شکل ۱-۹۷: الکتروموتور در داخل اتاقک پاشش آب در آزمایشگاه شرکت جمکو ۸۵
شکل ۱-۹۸: تست الکتروموتورهای ضد انفجار در آزمایشگاه شرکت جمکو ۸۶
شکل ۱-۹۹: نمایی از شرکت موتوژن ۸۶
شکل ۱-۱۰۰: دستگاه اندازه‌گیری سه‌بعدی شرکت موتوژن ۸۷
شکل ۱-۱۰۱: انواع دینامومترهای شرکت موتوژن ۸۷
شکل ۱-۱۰۲: تجهیزات تست سیم لاکی آزمایشگاه موتوژن ۸۸
شکل ۱-۱۰۳: گواهینامه‌های تایید صلاحیت آزمایشگاه شرکت موتوژن ۸۹
شکل ۱-۱۰۴: تجهیزات آزمون دستگاه پرتابل شرکت توربو ژنراتور شاهرود ۹۰
شکل ۱-۱۰۵: تجهیزات آزمون سرج شرکت توربو ژنراتور شاهرود ۹۱
شکل ۱-۱۰۶: تجهیزات آزمون highpot شرکت توربو ژنراتور شاهرود ۹۲
شکل ۱-۱۰۷: تصاویری از بخش کنترل کیفیت و آزمایشگاه شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۳
شکل ۱-۱۰۸: دینامومتر شرکت کیاالکتروموتور پارت ۹۴
شکل ۱-۱۰۹: دینامومتر مدل Prima شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۵
شکل ۱-۱۱۰: دستگاه بالانسر پروانه شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۵
شکل ۱-۱۱۱: دستگاه آزمون روتور شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۶
شکل ۱-۱۱۲: دستگاه آون شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۶
شکل ۱-۱۱۳: دستگاه تست عایقی موتور شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۷

شکل ۱-۱۱۴: دستگاه تست فنر شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۷
شکل ۱-۱۱۵: دستگاه تست شعله سوزنی شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۸
شکل ۱-۱۱۶: دستگاه تست لرزش شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۸
شکل ۱-۱۱۷: کوانتومتر شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۸
شکل ۱-۱۱۸: گالوانومتر شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۹
شکل ۱-۱۱۹: میکرومتر شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۹
شکل ۱-۱۲۰: اندوکتانس متر دیجیتالی شرکت کیا الکتروموتور پارت ۹۹
شکل ۱-۱۲۱: صافی‌سنج شرکت کیا الکتروموتور پارت ۱۰۰
شکل ۱-۱۲۲: سختی سنج شرکت کیا الکتروموتور پارت ۱۰۰
شکل ۱-۱۲۳: دستگاه تست رطوبت شرکت کیا الکتروموتور پارت ۱۰۰
شکل ۱-۱۲۴: فلومتر شرکت کیا الکتروموتور پارت ۱۰۱
شکل ۱-۱۲۵: دستگاه ترک سنج شرکت کیا الکتروموتور پارت ۱۰۱
شکل ۱-۱۲۶: دستگاه تست فشار فنر موتورهای بوشی شرکت کیا الکتروموتور پارت ۱۰۱
شکل ۱-۱۲۷: دماسنج لیزری شرکت کیا الکتروموتور پارت ۱۰۲
شکل ۱-۱۲۸: ارتفاع سنج شرکت کیا الکتروموتور پارت ۱۰۲
شکل ۱-۱۲۹: تجهیزات شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور ۱۰۳
شکل ۱-۱۳۰: تجهیزات آزمون شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور ۱۰۳
شکل ۱-۱۳۱: دستگاه دینامومتر ادی کارنت شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور ۱۰۴
شکل ۱-۱۳۲: دستگاه کشنده گاز برای تست دستگاه دینامومتر ادی‌کارنت شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور ۱۰۴
شکل ۱-۱۳۳: دینامومتر ادی کارنت شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور ۱۰۵
شکل ۱-۱۳۴: دستگاه اندازه‌گیری گشتاور موتور شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور ۱۰۵
شکل ۱-۱۳۵: گشتاور سنج دینامیکی شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور ۱۰۶
شکل ۱-۱۳۶: نرم افزار SAM شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور ۱۰۶
شکل ۱-۱۳۷: نمایی از آزمایشگاه شرکت سازه پویش ۱۰۷
شکل ۱-۱۳۸: دستگاه آزمون سازگاری الکترومغناطیسی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش ۱۰۸
شکل ۱-۱۳۹: دستگاه شبیه ساز پالس گذرا در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش ۱۰۹
شکل ۱-۱۴۰: دستگاه پالس در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش ۱۰۹
شکل ۱-۱۴۱: منبع تغذیه ولتاژ DC و مربعی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۰

شکل ۱-۱۴۲: دستگاه شبیه‌ساز پالس پله‌ای در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۰
شکل ۱-۱۴۳: دستگاه آزمون تخلیه الکترواستاتیکی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۱
شکل ۱-۱۴۴: دستگاه آزمون حرارتی و شرایط محیطی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش. ۱۱۱
شکل ۱-۱۴۵: دستگاه آزمون نورسنجی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش..... ۱۱۲
شکل ۱-۱۴۶: دستگاه آزمون نورسنجی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش..... ۱۱۲
شکل ۱-۱۴۷: دستگاه آزمون ولتاژی و عملکردی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۳
شکل ۱-۱۴۸: دستگاه آزمون تست عایقی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۳
شکل ۱-۱۴۹: دستگاه آزمون مه نمکی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش..... ۱۱۴
شکل ۱-۱۵۰: دستگاه اندازه‌گیری CMM در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش..... ۱۱۴
شکل ۱-۱۵۱: دستگاه اندازه‌گیری VMM در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۵
شکل ۱-۱۵۲: دستگاه ارتفاع‌سنج دیجیتال در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش..... ۱۱۵
شکل ۱-۱۵۳: دستگاه اندازه‌گیری قطر داخلی قطعات در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش... ۱۱۶
شکل ۱-۱۵۴: دستگاه زبری سنج در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۶
شکل ۱-۱۵۵: دستگاه اندازه‌گیری سختی در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش..... ۱۱۷
شکل ۱-۱۵۶: سختی سنج ساعتی Shore A در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش..... ۱۱۷
شکل ۱-۱۵۷: ترازوی دیجیتال در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۸
شکل ۱-۱۵۸: ترانسدیوسر در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۸
شکل ۱-۱۵۹: دستگاه شوک حرارتی در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش ۱۱۹
شکل ۱-۱۶۰: تجهیز آزمون مقاومت در برابر لرزش در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۲۰
شکل ۱-۱۶۱: دینامومترهای آزمون موتورهای الکتریکی دوار در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۲۰
شکل ۱-۱۶۲: ترانس واریابل و استابلایزر جهت تامین جریان و ولتاژبرق ورودی مورد نیاز در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۲۱
شکل ۱-۱۶۳: فریزر با قابلیت تامین دمای ۱۴۰ - درجه سانتیگراد در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۲۱
شکل ۱-۱۶۴: رک کنترلر آزمون موتورهای الکتریکی دوار در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۲۲
شکل ۱-۱۶۵: تجهیز های ولتاژ آزمون موتورهای الکتریکی دوار در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۲۲
شکل ۱-۱۶۶: تجهیز آزمون ظرفیت باتری های قابل شارژ در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۲۳

شکل ۱-۱۶۷: تجهیز آزمون باتری قابل شارژ(خودرو و اسید سربی ساکن و قابل حمل) در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۲۳
شکل ۱-۱۶۸: تجهیز آزمون راه اندازی سرد باتری قابل شارژ در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز۱۲۳
شکل ۱-۱۶۹: تجهیزات آزمون باتری قابل شارژ (شارژ و دشارژ) در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۱۲۴
شکل ۱-۱۷۰: مجموعه آزمایشگاه‌های پژوهشگاه استاندارد ۱۲۵
شکل ۱-۱۷۱: تجهیزات تست بارگذاری موتور آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد ۱۲۵
شکل ۱-۱۷۲: مشخصه خروجی الکتروموتور تست‌شده در آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد ۱۲۶
شکل ۱-۱۷۳: دینامومتر پودری آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد ۱۲۶
شکل ۱-۱۷۴ : بخشی از آزمایشگاه مرکز تحقیقات صنایع افورماتیک (۱) ۱۲۸
شکل ۱-۱۷۵ : بخشی از آزمایشگاه مرکز تحقیقات صنایع افورماتیک (۲) ۱۲۸
شکل ۱-۱۷۶ : آزمایشگاه حرارت شرکت اطمینان‌بخش ۱۳۰
شکل ۱-۱۷۷ : آزمایشگاه رطوبت و برودت شرکت اطمینان‌بخش ۱۳۰
شکل ۱-۱۷۸ : اتاق آزمون ارتعاش شرکت اطمینان‌بخش ۱۳۱
شکل ۱-۱۷۹ : اتاق تست بارداری درایو LV شرکت اطمینان‌بخش ۱۳۱
شکل ۱-۱۸۰ : آزمایشگاه فشار قوی شرکت اطمینان‌بخش (۱) ۱۳۲
شکل ۱-۱۸۱ : آزمایشگاه فشار قوی شرکت اطمینان‌بخش (۲) ۱۳۲
شکل ۱-۱۸۲ : برخی گواهینامه‌های صادرشده توسط شرکت اطمینان‌بخش (۱) ۱۳۳
شکل ۱-۱۸۳ : برخی گواهینامه‌های صادرشده توسط شرکت اطمینان‌بخش (۲) ۱۳۳
شکل ۲-۱: مسیرهای توصیفی در صفحه عمودی ۱۶۰
شکل ۲-۲: مسیرهای توصیفی در صفحه افقی در ارتفاع h بالاتر از صفحه انعکاسی ۱۶۰
شکل ۲-۳ : بستر آزمون ۱۶۹
شکل ۲-۴ : پیش‌آماده‌سازی آزمون اندازه‌گیری حداکثر (خالص) توان ۱۶۹
شکل ۲-۵: نقاط کارکرد ۱۷۴
شکل ۲-۶: مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات کل و بازدهی کل برای سیستم موتور ۱۷۵
شکل ۲-۷: مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی برای موتور ۱۷۶
شکل ۲-۸: مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل اینورتر ۱۷۶
شکل ۲-۹: مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل چاپر ۱۷۶
شکل ۲-۱۰: مدار آزمون افزایش دما در سیستم موتور ۱۸۰

شکل ۲-۱۱: مدار آزمون افزایش دمای موتور ۱۸۰
شکل ۲-۱۲: مدار آزمون افزایش دمای اینورتر ۱۸۱
شکل ۲-۱۳: مدار آزمون افزایش دمای چاپر ۱۸۱
شکل ۲-۱۴: مدار آزمون مشخصه گشتاور موتور ۱۸۴
شکل ۲-۱۵: مدار آزمون مشخصه گشتاور سیستم موتور ۱۸۴
شکل ۲-۱۶: مدار آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور ۱۸۶
شکل ۲-۱۷: مدار آزمون گشتاور کاگینگ موتور ۱۸۸
شکل ۳-۱ : دعوتنامه‌های ارسالی به آزمایشگاه پژوهشگاه استاندارد و شرکت جمکو برای جلسه اول.. ۱۹۵
شکل ۳-۲ : دعوتنامه‌های ارسالی به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و شرکت موتوژن برای جلسه اول ۱۹۶
شکل ۳-۳ : دعوتنامه ارسالی به آزمایشگاه اپیل و پژوهشگاه استاندارد برای جلسه دوم ۱۹۸
شکل ۳-۴ : دعوتنامه‌های ارسالی به شرکت جمکو و جهاد دانشگاهی خواجه نصیر ۱۹۹
شکل ۳-۵ : دعوتنامه ارسالی به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و شرکت موتوژن برای جلسه دوم ۱۹۹
شکل ۳-۶ : پرسشنامه ارسالی به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی (۱) ۲۰۳
شکل ۳-۷ : پرسشنامه ارسالی به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی (۲) ۲۰۳
شکل ۳-۸ : پرسشنامه ارسالی به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی (۳) ۲۰۴
شکل ۳-۹ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل) ۲۰۵
شکل ۳-۱۰ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت اطمینان‌بخش ۲۰۶
شکل ۳-۱۱ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت الکتروژن ۲۰۷
شکل ۳-۱۲ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت ایپکو ۲۰۸
شکل ۳-۱۳ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت ایتراک ۲۰۹
شکل ۳-۱۴: نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت برنا الکترونیک ۲۱۰
شکل ۳-۱۵ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به پژوهشگاه استاندارد ۲۱۱
شکل ۳-۱۶ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت جمکو ۲۱۲
شکل ۳-۱۷ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز ۲۱۳
شکل ۳-۱۸ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت دینا موتورز ۲۱۴
شکل ۳-۱۹ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت سازه پویش ۲۱۵
شکل ۳-۲۰ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت کیا الکتروموتور پارت ۲۱۶

شکل ۳-۲۱ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک ۲۱۷
شکل ۳-۲۲ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت موتوژن ۲۱۸
شکل ۳-۲۳ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت نما موتور پیشران ۲۱۹
شکل ۳-۲۴ : نامه ارسالی شرکت اطمینان‌بخش به پژوهشگاه نیرو ۲۲۰
شکل ۳-۲۵ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه ارسالی (۱) ۲۲۱
شکل ۳-۲۶ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه ارسالی (۲) ۲۲۱
شکل ۳-۲۷ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه ارسالی (۳) ۲۲۲
شکل ۳-۲۸ : نامه ارسالی شرکت ایپکو به پژوهشگاه نیرو ۲۲۳
شکل ۳-۲۹ : پاسخ شرکت ایپکو به پرسشنامه ارسالی (۱) ۲۲۴
شکل ۳-۳۰ : پاسخ شرکت ایپکو به پرسشنامه ارسالی (۲) ۲۲۴
شکل ۳-۳۱ : پاسخ شرکت ایپکو به پرسشنامه ارسالی (۳) ۲۲۵
شکل ۳-۳۲ : نامه ارسالی شرکت جمکو به پژوهشگاه نیرو ۲۲۶
شکل ۳-۳۳ : پاسخ شرکت جمکو به پرسشنامه ارسالی (۱) ۲۲۷
شکل ۳-۳۴ : پاسخ شرکت جمکو به پرسشنامه ارسالی (۲) ۲۲۸
شکل ۳-۳۵ : پاسخ شرکت جمکو به پرسشنامه ارسالی (۳) ۲۲۸
شکل ۳-۳۶ : نامه ارسالی مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز به پژوهشگاه نیرو ۲۲۹
شکل ۳-۳۷ : پاسخ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز به پرسشنامه ارسالی (۱) ۲۳۰
شکل ۳-۳۸ : پاسخ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز به پرسشنامه ارسالی (۲) ۲۳۱
شکل ۳-۳۹ : پاسخ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز به پرسشنامه ارسالی (۳) ۲۳۲
شکل ۳-۴۰ : پاسخ مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک به نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو ۲۳۳
شکل ۳-۴۱ : نامه ارسالی شرکت نماموتور پیشران به پژوهشگاه نیرو ۲۳۴
شکل ۳-۴۲ : پاسخ شرکت نماموتور پیشران به پرسشنامه ارسالی (۱) ۲۳۵
شکل ۳-۴۳ : پاسخ شرکت نماموتور پیشران به پرسشنامه ارسالی (۲) ۲۳۵
شکل ۳-۴۴ : پاسخ شرکت نماموتور پیشران به پرسشنامه ارسالی (۳) ۲۳۶
شکل ۳-۴۵ : نامه ارسالی پژوهشگاه استاندارد به پژوهشگاه نیرو ۲۳۷
شکل ۳-۴۶ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۱) ۲۳۸
شکل ۳-۴۷ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۲) ۲۳۸
شکل ۳-۴۸ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۳) ۲۳۹
شکل ۳-۴۹ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۴) ۲۳۹

شکل ۳-۵۰ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۵) ۲۴۰
شکل ۳-۵۱ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۶) ۲۴۰
شکل ۳-۵۲ : پرسشنامه ارسالی به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در حوزه اینورتر ۲۴۱
شکل ۳-۵۳ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه اینورتر (۱) ۲۴۲
شکل ۳-۵۴ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه اینورتر (۲) ۲۴۲

فهرست جداول

فهرست جداول **صفحه**

جدول ۱-۱: مشخصات اندازه‌گیری دینامومتر سری هیسترزیس شرکت مگ‌ترول ۱۰
جدول ۱-۲: دیتای فنی دینامومتر سری جریان گردابی شرکت مگ‌ترول ۱۲
جدول ۱-۳: دیتای فنی دینامومتر سری پودر مغناطیسی شرکت مگ‌ترول ۱۳
جدول ۱-۴: مشخصات دستگاه تست گشتاور دندانه شرکت مگ‌ترول ۱۵
جدول ۱-۵: مشخصات آنالایزر توان سری ۷۵۰۰ شرکت مگ‌ترول ۱۶
جدول ۱-۶: دقت اندازه‌گیری آنالایزر توان سری ۷۵۰۰ شرکت مگ‌ترول ۱۶
جدول ۱-۷ : فهرست شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی با قابلیت انجام برخی آزمون‌های مربوط به سیستم پیشرانه خودروهای برقی ۳۷
جدول ۱-۸ : فهرست آزمایش‌های قابل انجام بر روی درایو توسط آزمایشگاه اطمینان‌بخش ۱۳۳
جدول ۲-۱: فهرست آزمون‌های معرفی‌شده در استاندارد IEC 60349-2 و استاندارد ملی ۲-۱۴۹۱۲۶۱۷
جدول ۲-۲: محدوده‌ی مجاز افزایش دمای موتور و بخش‌های مختلف آن ۱۵۱
جدول ۲-۳: افزایش درجه حرارت برای مقادیر اضافه بار در زمان کوتاه ۱۵۱
جدول ۲-۴: حدود بیشینه دامنه ارتعاش در جابجایی، سرعت و شتاب (r.m.s) برای ارتفاع محور H ۱۵۶
جدول ۲-۵: ولتاژهای آزمون دی‌الکتریک ۱۵۸
جدول ۲-۶: تصحیحات تفاوت کمتر از ۱۰dB ۱۵۹
جدول ۲-۷: خطای انواع وات‌مترهای موجود ۱۶۱
جدول ۲-۸ : دقت تضعیف‌کننده‌های بیرونی ۱۶۱
جدول ۲-۹ : کل دقت مورد نیاز برای اندازه‌گیری توان ۱۶۱
جدول ۲-۱۰ : فهرست آزمون‌های لازم برای مبدل‌ها ۱۶۴
جدول ۲-۱۱ : دقت لازم ابزار آزمایشگاهی ۱۷۰
جدول ۲-۱۲ : شرایط آزمون ۱۷۱
جدول ۲-۱۳ : پارامترهایی که باید در ابتدا و انتهای آزمون ثبت شوند ۱۷۲
جدول ۲-۱۴ : موارد گزارش‌شده حین آزمون با فرکانس ۱۰ هرتز ۱۷۲
جدول ۲-۱۵ : پارامترهای گزارش‌شده خودرو ۱۷۳
جدول ۲-۱۶: شرایط آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی ۱۷۷
جدول ۲-۱۷: شرایط آزمون افزایش دما ۱۸۲
جدول ۲-۱۸: شرایط آزمون مشخصه گشتاور ۱۸۵

جدول ۲-۱۹: شرایط آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور ۱۸۷
جدول ۲-۲۰: شرایط آزمون گشتاور کاگینگ موتور ۱۸۸
جدول ۳-۱ : اسامی پنل خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی" ۱۹۳
جدول ۳-۲ : خلاصه‌ای از وضعیت شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی جهت انجام آزمون‌های مربوط به خودروهای برقی ۲۴۳
جدول ۳-۳ : آزمون‌های غیرقابل انجام در داخل کشور ۲۴۹
جدول ۴-۱ : آزمون‌های قابل انجام در شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی ۲۵۴
جدول ۴-۲ : آزمون‌های غیرقابل انجام در داخل کشور ۲۵۹

مقدمه

در کشـــورهای مختلف دنیا و بخصـــوص کشـــورهای صـــاحب فن‌آوری حوزه خودروهای برقی، شـــرکت‌ها و آزمایشگاه‌هایی وجود دارند که انجام آزمون‌های لازم برای صحت سنجی عملکرد خودرو و پیشرانه آن بر اساس استانداردهای مرتبط را برعهده دارند. به‌طوری‌که برخی از این شرکت‌ها از طرف مراجع قانونی، نقش صحه‌گذاری و نظارت و نمونه‌برداری در فرآیند کسب گواهی‌نامه‌ها را ایفا می‌کنند.

روند رو به رشد تولید خودروهای الکتریکی در کشورهای پیشرو، حکایت از آغاز انقلاب تغییر فناوری در حمل و نقل شـــهری دارد. بنابراین دیر یا زود نیز کشـــور ما نیز مجبور به قبول فناوری جدید خواهد شـــد. از اینرو وجود ظرفیتهای آزمایشگاهی برای انجام آزمونهای کیفی قطعات آن بسیار اهمیت پیدا می کند.

بنابراین ضرورت دارد که آزمون‌های سیستم پیشرانه خودوربرقی بر اساس استانداردهای مربوطه و تجهیزات مورد نیاز جهت انجام آزمون‌ها مورد بررسی قرار گرفته شود. همچنین آزمایشگاه‌های خارجی و داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی مورد بررسی قرار گیرند و توانمندی ازمایشگاه‌های داخلی جهت انجام آزمون‌ها ارزیابی گردد.

در فصل اول گزارش به شناسایی آزمایشگاه‌های فعال در حوزه پیشرانه خودروی برقی و یا موتور الکتریکی شامل آزمایشگاه‌های خارجی و داخلی فعال در این زمینه پرداخته شده است. در فصل اول آزمون‌های قابل انجام و تجهیزات و زیر ساخت‌های آزمایشگاه‌های فعال داخلی و خارجی فعال در این حوزه بطور کامل بیان شده است. در فصل دوم گزارش امکان‌سنجی انجام تست‌ها در آزمایشگاههای داخلی شامل بررسی استانداردها و آزمون‌های حوزه پیشرانه خودروی برقی و آزمون‌های قابل انجام در داخل کشـــور تشـــریح شـــده اســـت. در فصـــل ســـوم نیز به بررســـی ارتقای آزمایشگاه‌های داخلی موجود جهت انجام تست‌ها پرداخته شده است و در فصل آخر گزارش نیز جمع‌بندی و نتیجه گیری آورده شده است.

فصل اول

شناسایی آزمایشگاه‌های فعال در حوزه پیشرانه خودرو برقی و یا موتور الکتریکی

مقدمه فصل اول

فصل پیش به بررسی آزمایشگاه‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروهای برقی می‌پردازد. ابتدا به بررسی آزمایشگاه‌های خارجی که شامل آزمایشگاه‌های ارائه‌دهنده خدمات در حوزه پیشرانه خودروهای برقی شامل الکتروموتور و درایو می‌باشند، پرداخته شده است. بخش بعدی نیز به بررسی آزمایشگاه‌های داخلی فعال در این حوزه پرداخته شده است. آزمون‌های قابل انجام و تجهیزات و زیرساخت‌های آزمایشگاه‌های فعال داخلی و خارجی فعال در حوزه خودروبرقی بطور کامل بیان شده است.

۱ ۱ بررسی آزمایشگاه‌های فعال خارجی در حوزه پیشرانه خودرو برقی

در ادامه به بررسی آزمایشگاه‌های خارجی به همراه تجهیزات و توانایی آن‌ها در انجام آزمودن‌ها می‌پردازیم.

۱ ۱ ۱ آزمایشگاه AVL

شرکت AVL با بیش از ۱۱۵۰۰ کارمند، بزرگترین شرکت مستقل توسعه، شبیه سازی و آزمایش تمام انواع سیستم‌های پیشرانه (هیبرید، موتور احتراقی، انتقال، درایو الکتریکی، باتری، سلول سوختی و فناوری‌های کنترلی)، یکپارچه‌کردن آن‌ها به صورت یک خودرو است. این شرکت در سال ۱۹۴۸ تأسیس شد. مقر اصلی این شرکت در گراتس اتریش است. شرکت AVL فناوری‌ها و خدمات پیشگام در عرصه‌ی صنعت را بر اساس بالاترین کیفیت و استانداردهای نوآوری فراهم می‌کند تا از این طریق هم ارزش افزوده داشته باشد و هم به مشتری کمک کند [۱].

نیاز به کاهش کربن دی اکسید، پیچیدگی افزاینده‌ی سیستم‌های پیشرانه‌ی جدید و نیاز به دستیابی به بیشترین سطح بازدهی ممکن، برخی چالش‌های اساسی هستند که امروزه صنایع خودرویی با آن‌ها مواجه می‌شوند و در آینده‌ی پیش رو نیز مواجه خواهند بود. بخش‌های مختلف آزمایشگاه AVL به ۵ دسته قابل تقسیم است: ۱) پشتیبانی و مدیریت، ۲) ارزیابی و کالیبراسیون، ۳) یکپارچه‌سازی و شبیه‌سازی، ۴) آزمون و اعتبارسنجی، ۵) اندازه‌گیری و کنترل. در ادامه به تشریح هر یک از این بخش‌ها پرداخته خواهد شد.

- پشتیبانی و مدیریت

مدیریت داده‌های میدانی آزمون و همچنین داده‌های کالیبراسیون، آماده‌سازی و اجرای آزمون‌ها و پردازش بیشتر نتایج در صنایع خودرویی هر روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

تغییرات سریع الزامات آزمون و اعتبارسنجی، فشاری بر آزمایشگاه‌ها وارد می‌کند تا دقت، قابلیت اطمینان و قابلیت اجرای مجدد را افزایش دهند. با این حال با تنوع افزاینده‌ی سیستم‌ها، نیاز به نیل به این هدف بیش از پیش احساس می‌شود. بنابراین بسیار مهم است که عدم بازدهی فرایندها، خطاهای موجود در داده‌ها و خطر آزمایش مجدد کاهش داده شوند.

راه‌حل آزمایشگاه AVL یک سیستم همکاری‌محور از ابزار مدیریت داده است که این چالش‌ها را در صنایع خودرویی مرتفع می‌کنند. این راه‌حل قدرتمند آزمایشگاه AVL متشکل از ماژول‌های منحصر به فردی است که از نیازهای هر فاز فرایند آزمون پشتیبانی می‌کنند. این ماژول‌های منحصر به فرد در همکاری با یکدیگر قادر به مدیریت و ردیابی بخش‌های مختلف از جمله تست‌بدها، تجهیزات آزمون و اندازه‌گیری و اجزای تحت آزمون هستند.

از آن‌جایی که مدیریت آزمایشگاه به طور کامل مستقل از نرم‌افزار یا سخت‌افزار تحت آزمون است، از تمام

سیستم‌های پیشرانه از جمله FCEV، BEV، HEV و ICEV پشتیبانی می‌کند.

- ارزیابی و کالیبراسیون

صنایع خودرویی با چالش بزرگ مجبوربودن به توسعه تعداد افزاینده‌ی متغیرهایی با پیچیدگی بیشتر در بازه‌های زمانی کوتاه و کوتاه‌تر مواجه هستند. به طور کلی همه چیز به دستیابی به چابکی، بازدهی و استحکام بیشتر در فرایند توسعه مرتبط است. اقدامات حیاتی برای غلبه بر این چالش روش‌های آزمون و ابزارهای پایدار و مبتنی بر مدل هستند.

ابزارهای پردازش و ارزیابی داده آزمایشگاه AVL امکان تحلیل هوشمند، سریع و شهودی داده‌ها را به منظور اعتبارسنجی موثر و منعطف تجهیزات تحت آزمون فراهم می‌کنند.

از سویی دیگر، توسعه‌ی سیستم‌های پیشرانه چالش‌های قابل توجهی را برای صنایع خودرویی ایجاد کرده است. ویژگی‌های اساسی خودرو – عملکرد، دینامیک، مصرف سوخت، تصاعد گاز و بحث آکوستیک – به تنظیم بهینه‌ی واحدهای کنترلی بستگی دارد. از طرفی این نوع کالیبراسیون‌ها روز به روز در حال پیچیده‌تر شدن هستند و از طرفی دیگر نتایج بهینه در بازه‌ی زمانی کوتاه‌تر مورد نیاز اند. مهندسین کالیبراسیون به منظور پوشش‌دادن محدوده‌ی وسیع وظایف روزانه‌شان به ابزارهایی کارآمد نیز دارند. آزمایشگاه AVL این ابزار را در اختیار آن‌ها می‌گذارد.

- یکپارچه‌سازی و شبیه‌سازی

ساختن یک شبکه از محیط‌های آزمون، مشتریان آزمایشگاه AVL را مجبور می‌کند اطلاعات و روش‌های پردازش داده‌ها را به اشتراک بگذارند. آزمایشگاه AVL در زمینه‌ی فراهم‌کردن پلتفرم‌های قوی یکپارچه‌سازی و شبیه‌سازی برای متصل‌کردن فرایندها و محیط‌های توسعه در یک یا حتی چند موقعیت مکانی، از نیاز مشتریان خود پشتیبانی می‌کند.

حفاظت از محیط زیست و نگرانی جهانی در این حوزه، محرک‌های اصلی توسعه‌ی صنایع خودرویی هستند. بر اساس دینامیک موجود در قانون‌گذاری مربوط به گازهای متصاعدشده و به دلیل تغییر اولویت‌های مشتریان، موضوعاتی مانند نیاز به افزایش بازدهی و توسعه سیستم‌های پیشرانه جدید به شدت حائز اهمیت هستند.

- آزمون و اعتبارسنجی

آزمایشگاه با چندین دهه تجربه، محدوده‌ی وسیعی از راه‌حل‌های مختلف را برای توسعه و آزمون سیستم‌های پیشرانه مدرن، از تست‌بد برای بهینه سازی موتورهای احتراق داخلی گرفته تا سیستم‌های آزمون برای تمام اجرای موجود در یک سیستم پیشرانه، تا تست‌بدهایی برای توسعه و آزمون یک خودروی کامل فراهم می‌کند.

از مزایای آزمایشگاه AVL در این حوزه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تجربه‌ای بسیار زیاد با سابقه نصب بیش از ۴۰۰۰ سیستم آزمون
- دقت بالای اندازه‌گیری و قابلیت تولید مجدد نتایج اندازه‌گیری‌ها
- استحکام بین سیستم‌های آزمون AVL
- گسترش آسان سیستم‌های تست‌بد موجود برای توسعه‌ی سیستم‌های پیشرانه هیبرید
- آموزش جهانی توسط کارکنان AVL به زبان محلی

- پلتفرم توسعه‌ی باز و یکپارچه که منجر به نتایج دقیق در توسعه‌ی محصول می‌شوند
- یکپارچه‌سازی XiL که بیشترین میزان انعطاف‌پذیری در آزمون را تضمین می‌کند

۱-۱-۱-۱- اندازه‌گیری و کنترل

آزمایشگاه AVL مجهز به تجهیزات مختلفی به منظور اندازه‌گیری‌های مربوط به تجهیز تحت آزمون است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

- انواع سنسورهای فشار به منظور تحلیل احتراق
- تجهیزات اندازه‌گیری مصرف
- تجهیزات اندازه‌گیری احتراق
- تجهیزات اندازه‌گیری گازهای متصاعدشده
- تجهیزات برق‌دهی
- ماژول‌های ورودی – خروجی
- سیستم‌های تهویه
- دینامومتر
- تسترها و شبیه‌سازهای الکتریکی
- محرک‌هایی برای تست‌بدهای موتور و سیستم پیشرانه
- ماشین‌های سلول آزمون
- سیستم‌های یکپارچه‌سازی

۱ ۱ ۲ آزمایشگاه مگ‌ترول[1]

بیش از شصت سال است که شرکت مگ ترول، درزمینه‌ی تست خودروهای برقی فعالیت دارد. این شرکت همچنین تجهیزات موردنیاز برای آزمون‌هایی همچون، گشتاور، سرعت، توان، بار و ... را تولید می‌کند. این شرکت دارای تاییده‌هایی به شرح ذیل هست [۲]:

- Magtrol Inc: ISO 9001 Certification
- Magtrol SA: ISO 9001 Certification
- Magtrol SA: ISO 17025 Accreditation
- Magtrol Inc/Magtrol SA IEC 60034 Compliance
-

تصاویر این تاییده‌ها به ترتیب در شکل ۱-۱، شکل ۱-۲، شکل ۱-۳، شکل ۱-۴ و شکل ۱-۵ آورده شده است.

استاندارد ISo 9001:2015 که در شکل ۱-۱ آورده شده است مربوط به طراحی، ساخت و سرویس ترمزهای هیستریس، کلاچ، دینامومتر، کنترل کننده‌ها، آنالایزر نیرو، نرم افزار تست موتور و سیستم‌های تست موتور می باشد.

1- MagTrol



شکل ۱-۱: **Magtrol Inc: ISO 9001 Certification**

استاندارد SN EN ISo 9001:2015 که در شکل ۱-۲ آورده شده است مربوط به توسعه، تولید، فروش و پشتیبانی از تولید و سیستم های اختصاص داده شده برای اندازه گیری پارامترهای مختلف فیزیکی سیستم های تست موتور - بار، نیرو، مبدل وزن - مبدل گشتاور- مبدل جابجایی- ترمز و کلاچ می باشد.



شکل ۱-۲: **Magtrol SA: ISO 9001 Certification**

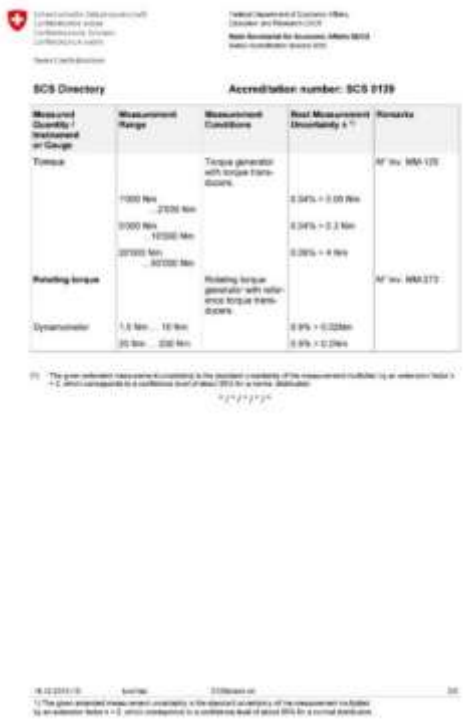
در شکل ۱-۲ نیز تاییدیه کالیبراسیون این آزمایشگاه برای تست‌های گشتاور و سرعت آورده شده است.



شکل ۱-۳: **Magtrol SA: ISO 17025 Accreditatio**



شکل ۱-۴: **Magtrol Inc/Magtrol SA IEC 60034 Compliance**



SCS Directory

Accreditation number: SCS 0139

Measured Quantity / Instrument or Gauge	Measurement Range	Measurement Conditions	Best Measurement Uncertainty k [1]	Remarks
Torque		Torque generator with torque transducers.		AF Inv. MM-120
	1000 Nm ... 2000 Nm		0.04% + 0.05 Nm	
	5000 Nm ... 10000 Nm		0.04% + 0.2 Nm	
	20000 Nm ... 50000 Nm		0.06% + 4 Nm	
Rotating torque		Rotating torque generator with reference torque transducers.		AF Inv. MM-273
Dynamometer	1.5 Nm ... 10 Nm		0.9% + 0.02Nm	
	50 Nm ... 200 Nm		0.9% + 0.2Nm	

شکل ۱-۵: **Magtrol Inc/Magtrol SA IEC 60034 Compliance**

- تجهیزات تست موجود در آزمایشگاه مگ‌ترول

در این بخش، لیست تجهیزات آزمایشگاه مگ‌ترول آورده شده است.

- دینامومتر[1]

دینامومترهای شرکت مگ‌ترول، به سه دسته زیر تقسیم‌شده است.

- دینامومتر سری هیسترزیس با قابلیت اندازه‌گیری هیسترزیس[2]
- دینامومتر سری جریان گردابی با قابلیت اندازه‌گیری جریان گردابی[3]
- دینامومتر سری پودر مغناطیسی با قابلیت اندازه‌گیری پودر مغناطیسی[4]

هرکدام از این تیپ‌ها و دسته‌ها دارای مزایا و محدودیت‌هایی می‌باشند که باعث می‌شود کاربرد آن‌ها را از یکدیگر مجزا کند.

- مشخصات دینامومتر سری هیسترزیس[5]

این آزمایشگاه دارای ۱۶ مدل استاندارد برای سری هیسترزیس با قابلیت حداکثر گشتاور از رنج ۱۸ میلی نیوتن متر تا ۵۶/۵ نیوتن متر هست.

1- Dynamometer

2- Hysteresis (HD Series)

3- Eddy-Current

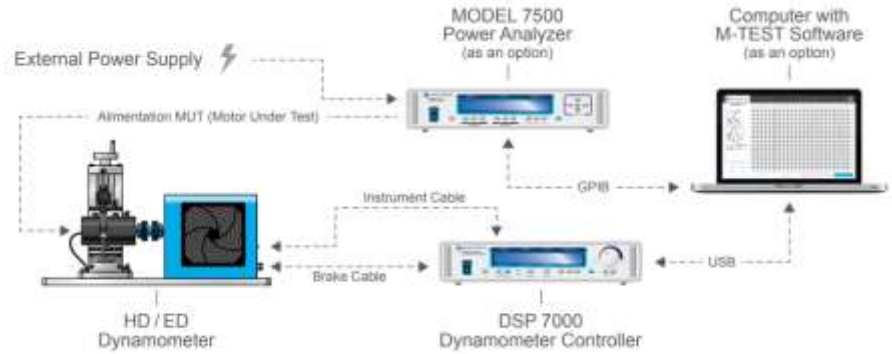
4- Magnetic Powder

5- HYSTERESIS DYNAMOMETERS

- سیستم ترمز هیسترزیس، گشتاور دقیق را با بارگیری مستقل از سرعت شفت فراهم می‌کند.
- تست موتور در حالت بی‌باری[1] و روتور قفل‌شده[2]
- سنجش گشتاور بر اساس استاندارد SI
- دقت: ۰/۲۵ -+ درصد
- حس‌گر جریان هوا[3]: برای محافظت در برابر گرمای بیش‌ازحد و خطای اپراتور
- کالیبراسیون آسان[4]

- تجهیزات جانبی موردنیاز دینامومتر سری هیسترزیس

این دینامومتر برای تحلیل دیتاها نیازمند پرو سـ سور مدل DSP7000 و همچنین نرم‌افزار تحت وب به نام M-Test هـ ست. همچنین در کنار آن با قرار دادن Power Analyzer می‌توان نتایج جریان، ولتاژ و ضریب ا صلاح توان را نیز مشاهده نمود. تصویر این دینامومتر در شکل ۱-۶ و شکل ۱-۷ آورده شده است.



شکل ۱-۶: دینامومتر با تجهیزات جانبی شرکت مگ‌ترول



1- No load
2- Locked rotor
3- Air Flow Sensor
4- Easy Calibration

شکل ۱-۷: دینامومتر سری هیسترزیس شرکت مگ‌ترول

- انواع دینامومتر سری هیسترزیس

همان‌طور که گفته شد این شرکت ۱۶ نمونه دینامومتر سری هیسترزیس را دارا هست که دیتای فنی آن‌ها در جدول ۱-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۱: مشخصات اندازه‌گیری دینامومتر سری هیسترزیس شرکت مگ‌ترول

MODELS	MAXIMUM TORQUE RANGE	MAX. POWER RATINGS 5 min	MAX. POWER RATINGS CONTINUOUS b)	MAXIMUM SPEED e) STANDARD	MAXIMUM SPEED e) HIGH SPEED
	N·m	W	W	rpm	rpm
HD-106	0.018	35	7	30000	50000
HD-100	0.08	75	20	25000	40000
HD-400	0.28	200	55		
HD-500	0.85	400	80		
HD-510		750	375		
HD-505	1.7	800	160		
HD-515		1500	900		
HD-700	3.1	700	150		35000
HD-710		1500	935		
HD-705	6.2	1400	300		
HD-715		3400	3000		
HD-800	14.0	2800	1800	12000	N/A
HD-810		3500	3000		15000
HD-805	28.0	5300	3000		N/A
HD-815		7000	6000		15000
HD-825	56.5	14000	12000	8000	10000

- مشخصات دینامومتر سری هیسترزیس[1]
  - ۱۳ نمونه دینامومتر با اندازه‌گیری گشتاور از رنج ۳۰۰ میلی نیوتن متر تا ۵۶۰ نیوتن متر
  - قدرت ترمز از ۵۰۰ وات تا ۱۴۰ کیلووات
  - گشتاور ترمز پایدار، بدون شوک
  - زمان کم اینرسی[2]
  - گشتاور باقیمانده کم[3]

1- HYSTERESIS DYNAMOMETERS

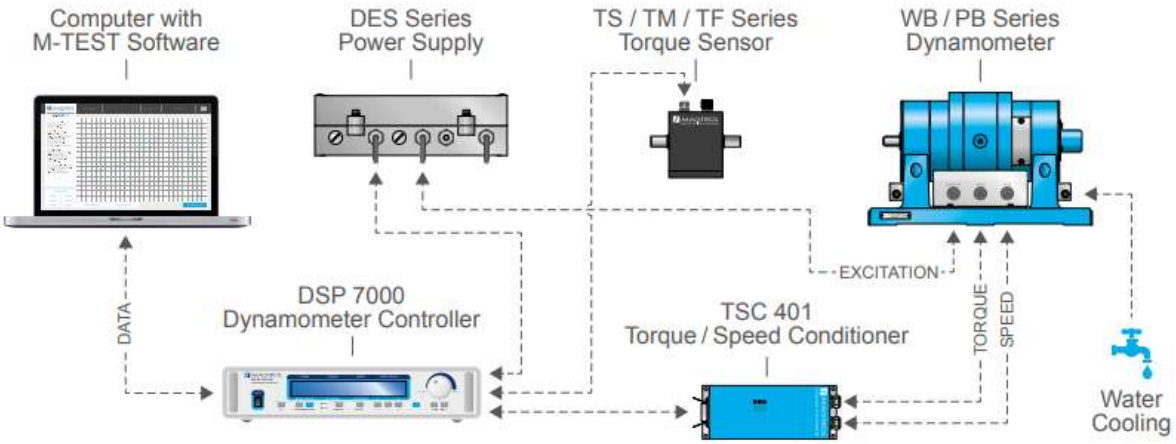
2- Low Moment of Inertia

3- Low Residual Torque

- مد عملیاتی CW / CCW
- اندازه‌گیری گشتاور ترمز یکپارچه‌شده است
- سرعت چرخش بالا
- حس‌گر سرعت نوری مجتمع

- تجهیزات جانبی موردنیاز دینامومتر سری جریان گردابی

این دینامومتر برای تحلیل دیتاها نیازمند پروسسور مدل DSP7000، نرم‌افزار تحت وب به نام M-Test هست. همچنین سایر تجهیزات موردنیاز آن در شکل ۱-۸ و شکل ۱-۹ آورده شده است.



شکل ۱-۸: تجهیزات جانبی مدل دینامومتر سری جریان گردابی شرکت مگ‌ترول



شکل ۱-۹: دینامومتر سری جریان گردابی شرکت مگ‌ترول

انواع دینامومتر سری جریان گردابی در جدول ۱-۲ آورده شده است

جدول ۱-۲: دیتای فنی دینامومتر سری جریان گردابی شرکت مگ‌ترول

MODEL	RATED TORQUE		RATED POWER	RATED SPEED	MAX. SPEED STANDARD	MAX. SPEED HIGH-SPEED (HS version)	EXCITATION CURRENT
	N·m	oz·in	kW	rpm	rpm	rpm	A
2WB2.7	0.3	42.4	0.5	15915	50000	N/A	1.0 a)
3WB2.7	0.45	63.7	0.75				1.5 a)
4WB2.7	0.6	84.9	1.0				2.0 a)
1WB43	1.5	211.2	1.5	9550	50000	65000	1.0 b)
2WB43	3.0	422.4	3.0				2.0 b)
MODEL	**RATED TORQUE**		**RATED POWER**	**RATED SPEED**	**MAX. SPEED STANDARD**	**MAX. SPEED HIGH-SPEED (HS version)**	**EXCITATION CURRENT**
	N·m	**lb·ft**	**kW**	**rpm**	**rpm**	**rpm**	**A**
1WB65	10	7.3	6	5730	30000	50000	2.5 c)
2WB65	20	14.7	12				5.0 c)
1WB115	50	36.8	15	2865	18000	22000	2.5 c)
2WB115	100	73.7	30				5.0 c)
1WB15	140	103.0	35	2390	7500	10000	4.0 d)
2WB15	280	206.0	70				7.5 d)
3WB15	420	309.0	105				10.0 d)
4WB15	560	413.0	140				12.0 d)

- مشخصات دینامومتر سری پودر مغناطیسی
  - دارای ۱۲ نمونه با رنج گشتاور از ۶۰۰ میلی نیوتن بر متر تا ۱۲۰۰ نیوتن متر
  - قدرت ترمز از ۱۵۰ وات تا ۴۸ کیلووات
  - گشتاور ترمز پایدار
  - لحظه کم اینرسی
  - مد عملیاتی در هر دو جهت چرخشی
  - اندازه‌گیری گشتاور ترمز یکپارچه‌شده است
  - حس‌گر سرعت نوری مجتمع

- انواع دینامومتر سری پودر مغناطیسی

دیتای فنی این نوع از دینامومترها در جدول ۱-۳ آورده شده است.

جدول ۱-۳: دیتای فنی دینامومتر سری پودر مغناطیسی شرکت مگ‌ترول

MODEL	RATED TORQUE		RATED POWER	RATED SPEED a)	MAX. SPEED	EXCITATION CURRENT
	N·m	oz·in	W	rpm	rpm	A
1 PB 2.7	0.6	84	150	2390	10000	0.5 b)
2 PB 2.7	1.2	169	300			1.0 b)
4 PB 2.7	2.4	339	600			2.0 b)
1 PB 43	5.0	708	500			1.0 b)
2 PB 43	10.0	1416	1000	955	4000	2.0 b)
MODEL	**RATED TORQUE**		**RATED POWER**	**RATED SPEED a)**	**MAX. SPEED**	**EXCITATION CURRENT**
	N·m	**lb·ft**	**kW**	**rpm**	**rpm**	**A**
1 PB 65	25	18.4	1.5	570	3000	2.5 c)
2 PB 65	50	36.8	3.0			5.0 c)
1 PB 115	100	73.7	5.0	480	3000	2.5 c)
2 PB 115	200	147.5	10.0			5.0 c)
1 PB 15	300	221.0	12.0	382	2000	4.0 d)
2 PB 15	600	442.0	24.0			7.5 d)
4 PB 15	1200	885.0	48.0			12.0 d)

تصویر این دینامومتر در شکل ۱-۱۰ آورده شده است.



شکل ۱-۱۰: دینامومتر سری پودر مغناطیسی شرکت مگ‌ترول

- سیستم تست گشتاور دندانه[1]

Magtrol's Cogging Test System یک سیستم آزمایشی مستقل است که برای کنترل و اندازه‌گیری گشتاور بازدارنده، گشتاور دندانه و گشتاور اصطکاکی طراحی‌شده است. تصویر این سیستم در شکل ۱-۱۱ آورده شده است.



شکل ۱-۱۱: تصویر دستگاه تست گشتاور دندانه شرکت مگ‌ترول

- ویژگی‌های دستگاه تست گشتاور دندانه
  - گشتاور بازدارندگی، گشتاور دندانه و گشتاور اصطکاکی را اندازه‌گیری می‌کند
  - شناسایی گشتاور از رنج ۱ میلی نیوتن بر متر تا ۱ نیوتن متر
  - دارای رنج‌های نامی گشتاور ۵۰/۱۰۰/۲۰۰/۵۰۰/۱۰۰۰ میلی نیوتن متر
  - دقت ۰٫۱٪ گشتاور نامی
  - تشخیص زاویه ۰٫۰۱۸ درجه (۵۰۰۰ پالس در هر دور)
  - سرعت کار ۱ تا (۸) ۱۰ دور در دقیقه
  - جهت عملکرد CW / CCW
  - رابط USB
  - نرم‌افزار خاص تست گشتاور دندانه
  - قله یابی

- مشخصات دستگاه تست گشتاور دندانه

اطلاعات فنی این نوع از دستگاه‌های تست گشتاور دندانه در جدول ۱-۴ آورده شده است.

1- CTS Cogging Test System

جدول ۱-۴: مشخصات دستگاه تست گشتاور دندانه شرکت مگ‌ترول

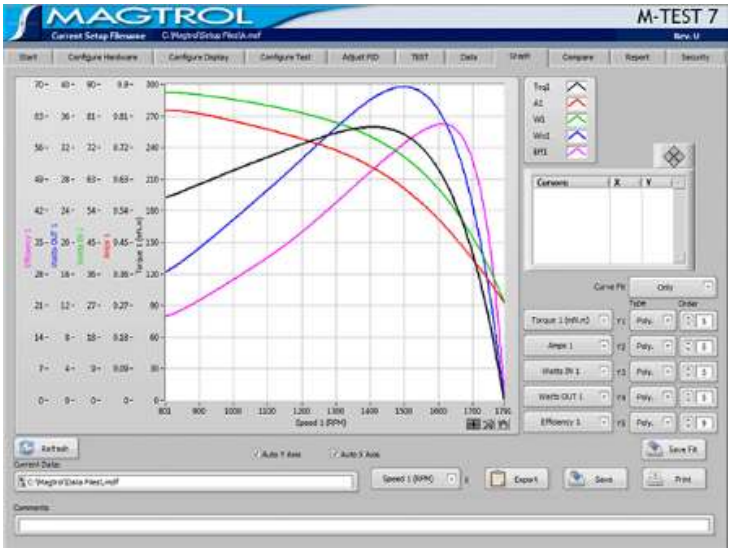
MODEL	CTS 100	CTS 101	CTS 102	CTS 103	CTS 104
Rated torque (RT) a)	50 mN·m	100 mN·m	200 mN·m	500 mN·m	1 000 mN·m
Accuracy	0.2% of RT	0.1 % of RT			
Scalability of the measuring range	Yes b)			No	
Speed range	1 to 10 rpm			1 to 8 rpm	
Angle detection	0.018° (5 000 pulses per revolution)				
Direction of rotation	Clockwise & Counter Clockwise				
Operating temperature range	+10 °C to +45 °C				
Storage temperature range	0 °C to +70 °C				
Temperature influence on zero	0.01 % / °C				
Protection class	IP 42				
Power supply	100 - 240 VAC / 50 - 60 Hz (max. 1 A)				
Connection interface	USB-B 2.0				
Connection cable	2 m cable (USB-A/ USB-B) included				

- نرم‌افزار تست موتور

Magtrol M-TEST 7 یک نرم‌افزار پیشرفته تست موتور برای دستیابی به داده است. M-TEST 7 با یک کنترل‌کننده دینامومتر قابل‌برنامه‌ریزی مورداستفاده قرار می‌گیرد و با هر دینامومتر Magtrol یا مبدل گشتاور درون‌خطی برای کمک به تعیین مشخصات عملکردی موتور مورد آزمایش کار می‌کند. حداکثر ۶۳ پارامتر با استفاده از قابلیت آزمایش و نمودار سازی توسط این نرم‌افزار محاسبه و نمایش داده می‌شود. همچنین با امکان ایجاد تغییرات در نرم‌افزار می‌توان نیازهای اضافی تست موتور را برآورده کرد.

- کنترل‌کننده قابل‌برنامه‌ریزی با سرعت‌بالا (DSP7000)

Magtrol's مدل DSP7000 با سرعت بالا قابل‌برنامه‌ریزی است. Dynamometer Controller از پیشرفته‌ترین فناوری پردازش سیگنال دیجیتال استفاده می‌کند تا توانایی تست موتور برتر را فراهم کند و با حداکثر ۵۰۰ بار خواندن در ثانیه، برای آزمایشگاه و خط تولید کاملاً مناسب است. تصویر محیط این نرم‌افزار در شکل ۱-۱۲ آورده شده است.



شکل ۱-۱۲: تصویری از محیط نرم‌افزار شرکت مگ‌ترول

- آنالایزر توان سری ۷۵۰۰

برای اندازه‌گیری توان، ضـریب اصـلاح توان، ولتاژ، جریان و فرکانس این دسـتگاه به کار می‌رود. این تجهیز در کنار نرم‌افزار M-Test و دینامومتر برای آزمودن‌ها به کار می‌رود. مشخصات این دستگاه عبارت‌اند از:

مشخصات این تجهیز در جدول ۱-۵ آورده شده است.

جدول ۱-۵: مشخصات آنالایزر توان سری ۷۵۰۰ شرکت مگ‌ترول

VOLTAGE INPUT	CURRENT INPUT		EXTERNAL SENSOR INPUT	POWER
Ranges	30 V, 150 V, 300 V, 600 V	1 A, 5 A, 10 A, 20 A	50 mV, 250 mV, 500 mV, 1 V	---
Maximum Voltage	750 V AC/DC terminal (V) to terminal (±) and 1000 V AC/DC terminal to earth ground	1000 V AC/DC terminal to earth ground	±1 V AC/DC	---
Crest Factor	1.7 @ full scale input	2.7 @ full scale input	2.4 @ full scale input	---
Impedance	2 mΩ	12 mΩ	17 KΩ	---
Display Range	5 digits with 1 mV resolution	5 digits with 1 mA resolution	5 digits with 1 µV resolution	5 digits with 1 mW resolution

دقت اندازه‌گیری این دستگاه در جدول ۱-۶ آورده شده است.

جدول ۱-۶: دقت اندازه‌گیری آنالایزر توان سری ۷۵۰۰ شرکت مگ‌ترول

DC	±(0.1% Reading + 0.2% Range)	0.4% of VA range
5 Hz - 500 Hz	±(0.1% Reading + 0.1% Range)	0.2% of VA range
500 Hz - 10 kHz	±((0.015 × F(kHz)% Reading) + 0.3% Range)	0.6% of VA range
10 kHz - 80 kHz	±((0.015 × F(kHz)% Reading) + 0.3% Range)	0.6% + (0.03% × F(kHz)% of VA range)
> 80 kHz	N/A (measurement band limited to DC–80 kHz)	

تصویر این تجهیز در شکل ۱-۱۳ آورده شده است.



شکل ۱-۱۳: تصویر آنالایزر توان شرکت مگ‌ترول

- لیست آزمون‌هایی قابل انجام در آزمایشگاه مگ‌ترول

لیست تست‌هایی که در این مجموعه، قابل انجام است، عبارت است از:

- گشتاور
- سرعت
- راندمان
- جریان
- توان
- توان ورودی
- توان خروجی
- ضریب توان
- درجه حرارت

۱ ۱ ۳ آزمایشگاه اتستو[1]

شرکت اتستو، با سی سال سابقه در زمینه تست خودروهای برقی، یکی از شرکت‌های پیشگام این صنعت می‌باشد. این مجموعه، سرویس خدمات خود را در کشورهای آلمان، چین، ژاپن ارائه می‌دهد. نمایی از این آزمایشگاه، در شکل ۱-۱۴ آورده شده است [۳].

1- Atesteo



شکل ۱-۱۴: نمایی از آزمایشگاه اتستو

- آزمایش‌های استقامت برای اطمینان از کیفیت[1]

با انجام این آزمایش می‌توانید طول عمر رانندگی را افزایش داد. این آزمون به‌منظور شناسایی و بهینه‌سازی مقاومت در برابر خستگی و سایش اجزای پیشرانه می‌باشد. برای اطمینان از نتایج، درایوهای موتور بیش از صد ساعت تحت تست قرار می‌گیرد. درنتیجه این تست‌ها، عمر مفید خودروی برقی محاسبه می‌گردد. تصویر این آزمایش در شکل ۱-۱۵ آورده شده است.



شکل ۱-۱۵: تصویر آزمایشگاه استقامت برای اطمینان از کیفیت شرکت اتست

تست‌هایی که در آزمایشگاه اتستو انجام می‌پذیرد، به شرح ذیل می‌باشد:

- تست استقامت چرخ‌دنده‌ها و یاتاقان‌ها[2]
- تست استقامت[3]
- تست سرعت‌بالا[4]
- تست دوام[5]
- تست‌های زیر گشتاور[6]

1- Endurance tests for quality assurance
2- Endurance testing of gears and bearings
3- Endurance testing
4- High speed testing
5- Durability testing
6- Tests under torque

- تست با سرعت چرخش[۱]
- تست حفره[۲]
- منحنی وهله[۳]

- آزمایشگاه تست تحرک الکترونیکی[۴]

تست‌هایی که درآزمایشگاه اتستو انجام می‌گردد به شرح ذیل می‌باشد:

- آزمایش موتورهای الکتریکی، اینورترها و اجزای الکتریکی کمکی[۵]
- تست درایو هیبریدی[۶]
- شبیه‌سازی سیستم‌های باتری[۷]

- آزمایشگاه NVH - سروصدا، لرزش، سختی[۸]

این آزمایشگاه، بر روی هدف حذف و یا به حداقل رساندن ارتعاشات شنیداری (نویز)، لرزش در خودروهای برقی کار می‌کند. این آزمایش‌ها بر روی ماشین‌های الکتریکی مغناطیسی و بر اساس استاندارد ISO3745 می‌باشد. تست‌هایی که در این آزمایشگاه انجام می‌پذیرد، به چهار دسته کلی به شرح ذیل تقسیم‌بندی می‌شود.

- آزمایش‌های متداول[۹]

لیست تست‌های این دسته به شرح ذیل می‌باشد:

- درایو شبیه‌سازی ضربان گشتاور موتور[۱۰]
- آزمایش نویز[۱۱]
- صدای پس‌زمینه <۳۵ دسی‌بل (A)[۱۲]
- شبیه‌سازی Start-Stop
- اندازه‌گیری فشار صدا و توان صدا از ۱۵۰ هرتز تا ۱۶۰۰۰ هرتز

- آزمایش‌های حلقه سخت‌افزاری[۱۳]

لیست تست‌های این دسته به شرح ذیل می‌باشد:

1- Rotational speed
2- Pitting tests
3- Wöhler curve
4- E-mobility testing – drives on the test bench
5- Testing of electric motors, inverters, and auxiliary electrical components
6- Hybrid drive testing
7- Simulation of battery systems
8- NVH testing – Noise, Vibration, Harshness
9- Conventional NVH tests
10- Engine torque pulsation simulation drive
11- Rattle and howling tests
12- Background noise <35 dB(A)
13- HiL testing (Hardware in the Loop)

- تست دینامیکی در شرایط عملیاتی[۱]
- شبیه‌سازی برای مکانیک واقعی[۲]
- شبیه‌سازی در زمان واقعی برای کنترل ماشین‌آلات[۳]
- مقدار اینرسی پایین[۴]

- آزمایش محورهای الکترونیکی و سیستم‌های محرک ترکیبی[۵]

لیست تست‌های این دسته به شرح ذیل می‌باشد:

- از موتورهای الکتریکی با گشتاور زیاد استفاده می‌شود[۶]
- سرعت تا ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه[۷]
- انتشار کم‌صدا[۸]
- شبیه‌ساز باتری برای موتورهای الکترونیکی[۹]
- کنتور اندازه‌گیری کارایی[۱۰]
- قطعات در حین کار متعادل هستند[۱۱]

- آزمون‌های اجزا[۱۲]

لیست آزمون‌های این دسته به شرح ذیل می‌باشد:

- آزمون‌های دینامیکی در سیستم انتقال قدرت (واحد دنده) یا محورهای عقب[۱۳]
- کنترل س درایو با فرکانس ۶ کیلوهرتز[۱۴]
- آزمایش موتورهای الکترونیکی و اینورترهای وسیله نقلیه[۱۵]

- تجهیزات آزمایشگاه NVH – سروصدا، لرزش، سختی[۱۶]

لیست تجهیزات این آزمایشگاه به شرح ذیل است:

- واحد درایو NVH

1- Highly dynamic tests under real operating conditions
2- Substitution of simulation models for real mechanics
3- Real-time rest bus simulation to control the machines
4- Low inertia value
5- Testing of e-axles and hybrid drive systems
6- Electric motors with high torques are used
7- Speeds of up to 20,000 rpm
8- Low noise emissions
9- Battery simulator for e-motors
10- Power meter for measuring efficiency
11- Components are balanced during operation
12- Component testing
13- Highly dynamic machines to test components such as dual-mass flywheels, transmissions (gear units), or rear axles
14- Rapid control of the drive units with 6 kHz
15- Tests of e-motors and vehicle inverters
16- NVH testing – Noise, Vibration, Harshness

تصویر آن در شکل ۱-۱۶ آورده شده است.

- غلاف موتور۱

تصویر آن در شکل ۱-۱۷ آورده شده است.

- واحد تست درایو۲

تصویر آن در شکل ۱-۱۸ آورده شده است.



شکل ۱-۱۶: تصویر **NVH drive unit** شرکت اتستو



شکل ۱-۱۷: تصویر **Motor sheathing** شرکت اتستو



شکل ۱-۱۸: تصویر **Mot Mount for drive and test object** شرکت اتستو

- آزمایشگاه تست محیطی

1- Motor sheathing
2- Mount for drive and test object

آزمون‌هایی که در این آزمایشگاه انجام می‌شود، به شرح ذیل است:

- تست دمای بالا[1]
- رفتار گرمایی[2]
- آزمون دمای متناوب[3]
- تست دمای پایین[4]
- رطوبت[5]

- لیست تجهیزات آزمایشگاه تست محیطی

لیست تجهیزات آزمایشگاه آزمون محیطی شرکت اتستو به شرح ذیل است:

- واحد کنترل شرایط آب‌وهوا برای گردش هوا:
  - دو مدار تأمین خنک‌کننده مایع جداگانه
  - جعبه کنترل درایو اقلیم با دو خروجی شفت درایو
  - کنترل دمای غیرمستقیم اتاق آزمایش
- شبیه‌ساز باتری برای درایوهای خودروهای هیبریدی
- شبیه‌ساز سیستم خنک‌کننده
- امکان درایو خارجی اجسام و اجزای آزمایش
- محفظه آزمایش ۱: با ابعاد ۱۰۰۰*۱۵۰۰*۱۵۰۰ میلی‌متر
- محفظه آزمایش ۲: ۱۱۰۰*۱۷۰۰*۱۵۵۰ میلی‌متر

- شرایط محیطی قابل تست در آزمایشگاه تست محیطی

شرایط محیطی قابل‌آزمایش در این آزمایش به شرح ذیل است.

• تهویه مطبوع

محدوده دما: 40- تا 160- درجه سانتی‌گراد

8 کیلوگرم در دقیقه به‌طور متوسط با ۲۰۰ کیلوگرم ماده آزمایش

• تهویه مایعات

محدوده دما: 35- تا 135- درجه سانتی‌گراد

• تهویه هوا

محدوده دمای نقطه شبنم: 5 تا 88- درجه سانتی‌گراد

محدوده رطوبت: رطوبت نسبی ۱۰-۹۵٪

محدوده دما: ۱۰–۹۵ درجه سانتی‌گراد

در شکل ۱-۱۹ تصویر این آزمایشگاه آورده شده است.

1- High temperature test
2- Thermal behaviour
3- Alternating temperature test
4- Low temperature test
5- Humidity



شکل ۱-۱۹: تصویر آزمایشگاه تست محیطی شرکت اتستو

- آزمایشگاه تست پیشرانه خودرو

آزمون‌هایی که در این آزمایشگاه صورت می‌پذیرد به شرح ذیل می‌باشد:

- آزمون پیشرانه با موتورهای احتراقی
- آزمون پیشرانه با محرک‌های موتور الکتریکی
- آزمون پیشرانه با سیستم‌های محرکه برقی ازجمله استفاده از باتری‌های اصلی خودرو
- آزمون سیستم‌های درایو خودروهای هیبریدی
- آزمون صوتی پیشرانه (دینامومتر آکوستیک)

- تجهیزات آزمایشگاه تست پیشرانه خودرو

تجهیزات تست آزمایشگاه تست پیشرانه خودرو به شرح ذیل است:

- سیستم اتوماسیون و کنترل در خانه توسعه‌یافته است[۱]
- سیستم تشخیص زودهنگام خسارت[۲]
- شبیه‌سازی دینامیکی مقاومت نورد[۳]
- تست‌های برنامه را مسدود کنید[۴]
- بازیابی مجدد داده‌های اندازه‌گیری وسیله نقلیه در زمان واقعی[۵]
- ورود داده‌ها در جاده‌ها یا جاده‌های کشیده[۶]
- شبیه‌سازی اتوبوس استراحت[۷]
- منبع تغذیه ولتاژ بالا جریان DC (شبیه‌سازی باتری)[۸]
- ادغام باتری اصلی خودرو[۹]

1- Automation and control system developed in house
2- System for the early detection of damage
3- Dynamic simulation of rolling resistance
4- Block programme tests
5- Retracing of vehicle measurement data in real time
6- Entry of data on a road or a stretch of road
7- Rest bus simulation
8- High-voltage DC current supply (battery simulation)
9- Integration of the original vehicle battery

- ولتاژ بالا منبع تغذیه DC [1]
- موتور بار الکتریکی[2]
- اندازه‌گیری دما، جریان حجم و فشار[3]
- اتصال محور[4]
- مکانیسم انسداد محور[5]
- اندازه‌گیری فرکانس بالا ولتاژ DC، جریان DC، ولتاژ و جریان فاز AC [6]
- اندازه‌گیری سرعت چرخش، گشتاور و زاویه روتور[7]
- کنترل سرعت[8]
- تهویه مطبوع[9]
- فیکسچر بدون لرزش (دستگاه بستن)[10]
- محفظه آزمایش دما[11]

تصویر آزمایشگاه تست پیشرانه خودرو در شکل ۱-۲۰ آورده شده است.



شکل ۱-۲۰: تصویر آزمایشگاه تست پیشرانه خودرو آزمایشگاه اتستو

1- Integration of the original vehicle battery
2- Electric load motor
3- Measurement of temperature, volume flow, and pressure
4- Axle coupling
5- Axle blocking mechanism
6- High-frequency measurement of DC voltage, DC current, AC phase voltage, and AC phase currents
7- Measurement of rotational speed, torque, and rotor angle
8- Speed control
9- Coolant conditioning
10- Vibration-free fixture (clamping device)
11- Temperature test chamber

۱ ۱ ۴ آزمایشگاه اپلاس+آیدیادا[1]

شرکت اپلاس + آیدیادا، یک شرکت جهانی در صنعت خودرو با بیش از ۳۰ سال تجربه در فعالیت‌های توسعه محصول با ارائه خدمات طراحی، مهندسی، آزمایش و همسان‌سازی و همچنین آزمایشگاه‌هایی برای تست خودروهای برقی می‌باشد. این شرکت دارای بیش از ۲۵۰۰ متخصص و دارای شعبه‌های بین‌المللی در ۲۲ کشور می‌باشد. از نقاط قوت این مجموعه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود [۴].

- گروه حرفه‌ای: این مجموعه، دارای یک گروه بین‌المللی متشکل از بیش از ۲۴۵۰ مهندس و کارشناس فنی در زمینه تولید و تست محصولات خودروی برقی می‌باشد.
- پیشـــرفته‌ترین تجهیزات آزمایش درجه‌یک: این مجموعه پیشـــرفته‌ترین تجهیزات و آزمایشـــگاه‌های مختلف در زمینه تست خودروهای برقی در کشورهای مختلف دنیا را دارا می‌باشد.
- حضور بین‌المللی: این مجموعه برای قابل‌دسترس بودن برای تمام مشتریان خود، همکاری خود را با ۲۵ کشور در جهان در زمینه نمایندگی و شعب انجام داده است. نوآوری: توسعه مداوم خدمات جدید به روشی استراتژیک، یکپارچه و کنترل‌شده

- لیست آزمایشگاه‌های اپلاس+آیدیادا

آزمایشگاه‌های این مجموعه به دسته‌های زیر تقسیم می‌شود:

- بدنه[2]
  - آزمایشگاه آئرودینامیک[3]
- برق و الکترونیک[4]
  - وسایل نقلیه خودکار[5]
  - وسایل نقلیه متصل[6]
  - امنیت سایبری[7]
  - معماری برق و الکترونیک[8]
  - توسعه و معتبر سازی معماری الکترونیک[9]
  - قابلیت اطمینان الکترونیک[10]

1- applus+idiada
2- Body
3- Aerodynamics & CFD
4- Electric and electronics
5- ADAS and Automated Vehicles
6- Connected Vehicles
7- Cybersecurity
8- Electrical & Electronics Architecture
9- Electronic architecture development and validation
10- Electronics reliability

- اعتبار سازی سیستم‌های جاسازی‌شده[1]
- مداخلات الکترومغناطیسی[2]
- ایمنی عملکردی[3]
- پنل نمایشگر[4]
- سیستم حمل‌ونقل هوشمند[5]
- پیشرانه[6]
- نرم‌افزار و نمونه‌سازی سریع[7]
- تست در حلقه وسیله نقلیه[8]
- اعتبارسنجی خودرو[9]

- پیشرانه[10]
  - آزمایشگاه موتور الکتریکی[11]
  - مهندسی موتور[12]
  - سیستم‌های انتقال قدرت هیبریدی و الکتریکی[13]
  - پروژه‌های یکپارچه‌سازی پیشرانه[14]
  - مهندسی خودرو[15]
- ایمنی فعال[16]
  - ایمنی فعال[17]
  - توسعه سیستم‌های ترمزی[18]

1- Embedded systems validation
2- EMC Testing
3- Functional Safety
4- Infotainment & HMI
5- Intelligent Transportation System (ITS)
6- Powertrain ICE
7- Software and Rapid Prototyping
8- Vehicle-in-the-loop testing
9- XiL and Vehicle Validation
10- Powertrain
11- Electric motor laboratory
12- Engine engineering
13- Hybrid and electric powertrain systems
14- Powertrain integration projects
15- Vehicle engineering
16- Active safety
17- Active safety
18- Braking systems development

- شبیه‌ساز رانندگی[1]
- سیستم کنترل شاسی الکترونیکی[2]
- توسعه لاستیک[3]
- عملکرد دینامیک خودرو[4]
- زمین اثبات مجازی[5]

- ایمنی غیرفعال[6]
  - تست ایمنی غیرفعال اجزا[7]
  - آزمایشگاه ایمنی غیرفعال[8]
  - مهندسی ایمنی غیرفعال[9]
  - ایمنی جاده[10]
- صدا، لرزش و سختی[11]
  - توسعه صدای خارجی[12]
  - آزمایشگاه NVH[13]
  - آهنگ‌های تست NVH[14]
  - توسعه خودرو NVH[15]
- تهیه و حرارت[16]
  - تهویه و حرارت مطبوع[17]
- دوام و قابلیت اطمینان[18]

1- Driving Simulator
2- Electronic chassis control systems
3- Tyre development
4- Vehicle dynamics performance
5- Virtual Proving Ground
6- Passive safety
7- Component passive safety testing
8- Full-scale passive safety testing
9- Passive safety engineering
10- Road safety
11- Noise, vibration and harshness
12- Exterior noise development
13- NVH laboratories
14- NVH testing tracks
15- NVH vehicle development
16- HVAC and thermal comfort
17- HVAC and thermal comfort
18- Durability and reliability

- تست خوردگی سریع[1]
- تست دوام خودروهای تجاری[2]
- دوام و قابلیت اطمینان خودرو[3]
- پردازش و ابزار دقیق خودرو[4]
- آزمون عملیاتی میدان[5]
- تست دوام موتور[6]
- برنامه‌های ارزیابی کیفیت[7]
- دوام ساختاری[8]
- برنامه تست سایش تایر خودرو[9]
- آزمون تست دوام در سراسر دنیا[10]

در ادامه آزمایشگاه‌هایی که مرتبط با زمینه موتور خودروهای برقی می‌باشد به عبارتی آزمایشگاه‌های معرفی‌شده در بخش پیشرانه موردبررسی قرار می‌گیرد.

- آزمایشگاه موتور الکتریکی[11]

اولین آزمایشگاه این مجموعه در بخش پیشرانه[12] خودروهای برقی، آزمایشگاه موتور الکتریکی می‌باشد. تصاویر این آزمایشگاه در شکل ۱-۲۱، شکل ۱-۲۲، شکل ۱-۲۳ و شکل ۱-۲۴ آورده شده است.

1- Accelerated corrosion test
2- Commercial vehicle durability testing
3- Complete vehicle durability and reliability
4- Data processing & instrumentation
5- Field Operational Test
6- Motorbike durability testing
7- Quality assessment programs
8- Structural durability
9- Tire wear testing programme
10- Worldwide durability test
11- Electric motor laboratory
12- Powertrain



شکل ۱-۲۱: تصویر اول از آزمایشگاه موتور الکتریکی شرکت اپلاس+آیدیادا



شکل ۱-۲۲: تصویر دوم از آزمایشگاه موتور الکتریکی شرکت اپلاس+آیدیادا



شکل ۱-۲۳: تصویر سوم از آزمایشگاه موتور الکتریکی شرکت اپلاس+آیدیادا



شکل ۱-۲۴: تصویر چهارم از آزمایشگاه موتور الکتریکی شرکت اپلاس+آیدیادا

- تست اول: تست و اعتبارسنجی موتور[۱]

این مجموعه دارای ۱۵ دستگاه برای تست همزمان چندین موتور را در شرایط واقعی عملیاتی دارا می‌باشد. از ویژگی این تست در این آزمایشگاه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- قابل‌آزمایش بودن تست‌های مقاومتی با توجه به درخواست خاص مشتری اشاره نمود[۲].
- عملکرد اتوماتیک[۳]
- عملیاتی بودن بر اساس استانداردهای OEM[۴]
- سیستم پیش تشخیص آسیب بر اساس تجزیه‌وتحلیل ارتعاش[۵]
- گواهینامه ISO17025[۶]
- تست دوم: تست اجزا[۷]

این مجموعه دارای ۳ اتاق با شرایط آب‌وهوایی مناسب و با تغذیه AC و DC برای انجام تست بر روی اجزا زیر

1- ELECTRIC MOTOR TESTING & VALIDATION
2- Endurance tests with customer-customized profiles
3- Automatized operation
4- Worldwide OEM standards
5- Damage pre-detection system based on vibration analysis
6- ISO17025 certification
7- Component testing

می‌باشد:

- روتور و استاتور موتور الکترونیکی[۱]
- الکترونیک برق: مبدل‌های DC / DC، OBC ها، شارژرهای خانگی[۲]
- لوازم جانبی HV: بخاری PTC، پمپ‌های حرارتی[۳]
- تست سوم: تست بر روی عملکرد و خصوصیات[۴]

در این تست موارد زیر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

- اندازه‌گیری گشتاور / قدرت اسمی و پیک. گواهینامه R85[۵]
- نقشه کارایی و تحلیل روند در طی پیری[۶]
- توصیف حرارتی و ارزیابی بی‌ارزش[۷]
- آزمون‌های مقاومت دی الکتریکی، مقاومت در برابر انزوا، پیوند بالقوه و جریان آرام[۸]
- آزمایش‌های الکتریکی مغناطیسی، روتور قفل‌شده، قفل پارک[۹]
- آزمایش نشت مدار خنک‌کننده و افت فشار[۱۰]
- خصوصیات ارتعاشات[۱۱]
- تست چهارم: سایر تست‌های موتور الکتریکی

در این تست موارد زیر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

- آزمایش‌های ارتعاش در شرایط آب‌وهوایی[۱۲]
- محیطی: آب، گردوغبار، گرمای مرطوب[۱۳]
- شوک‌های مکانیکی، شوک‌های حرارتی[۱۴]

- مشخصات تجهیزات آزمایشگاه موتورهای الکتریکی
- محفظه‌های آب‌وهوایی از ۴۰- درجه سانتی‌گراد تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، با ابعاد ۱,۴۰۰ *

1- e-motor rotors & stators
2- Power electronics: DC/DC converters, OBCs, home chargers…
3- HV ancillaries: PTC heaters, heat pumps…
4- Performance and characterization testing
5- Nominal & peak torque/power measurements. R85 certification
6- Efficiency map and trend analysis during ageing
7- Thermal characterization and derating evaluation
8- Dielectric strength, isolation resistance, equipotential bonding and quiescent current tests
9- Back electromagnetic force, locked rotor, park lock actuation tests
10- Cooling circuit leak and pressure drop tests
11- Vibration characterization
12- Vibration tests under climatic conditions
13- Environmental: Water, Dust, Damp heat
14- Mechanical shocks, thermal shocks…

۱,۴۰۰ * ۱,۰۰۰ میلی‌متر و تا ۱,۰۰۰ کیلوگرم.[۱]

- تهویه مطبوع خنک‌کننده باقدرت خنک‌کنندگی ۲۵ کیلووات و دمای ۲۵- با کنترل جریان و دما مستقل[۲]
- شبیه‌ساز باتری تا ۴۰۰ کیلووات، ۱۰۰۰ ولت و ۱۴۰۰ آمپر[۳]
- سیستم‌های پیش تشخیص[۴]
- حس‌گر دقت بالا برای تمام پارامترهای مکانیکی، الکتریکی و حرارتی[۵]
- پیشرفته‌ترین تجهیزات ارتباطی و کنترلی CAN[۶]
- خدمات مهندسی آزمایشگاه موتور الکتریکی[۷]

موارد زیر به‌صورت اختصاصی توسط آزمایشگاه موتور الکتریکی ارائه می‌گردد.

- شبیه‌سازی واحد درایو الکترونیکی تک‌بعدی برای به دست آوردن الگوهای فعلی[۸]
- شبیه‌سازی حرارتی تک‌بعدی و سه‌بعدی برای ارزیابی توزیع گرما بر روی دستگاه[۹]
- شبیه‌سازی سه‌بعدی ساختاری برای تعیین نیروهای وارده به موتور[۱۰]
- شبیه‌سازی الکترومغناطیسی سه‌بعدی برای محاسبه شار و پاسخ گشتاور[۱۱]
- تجزیه‌وتحلیل NVH برای تعیین پاسخ صوتی دستگاه[۱۲]

- آزمایشگاه موتور[۱۳]

دومین آزمایشگاه این مجموعه در بخش پیشرانه[۱۴] خودروهای برقی، آزمایشگاه موتور می‌باشد. تصاویر این آزمایشگاه در شکل ۱-۲۵ و شکل ۱-۲۶ آورده شده است.

1- Climatic chambers from -40ºC up to 120ºC. with 1.400 x 1.400 x 1.000mm dimensions and up to 1.000 kg.

2- Coolant conditioner of 25kW @ -20ºC cooling power with independent flow and temperature control

3- Battery simulators up to 400kW / 1000V / 1400A

4- Damage pre-detection systems

5- High precision sensor for all the mechanical, electrical and thermal parameters

6- State-of-the-art CAN communication and control equipment

7- ELECTRIC MOTOR ENGINEERING SERVICES

8- 1D Electronic drive unit simulation for obtaining current patterns (AMESIM & SIMULINK)

9- 1D & 3D Thermal simulation for the evaluation of the heat distribution over the machine (STARCCM+)

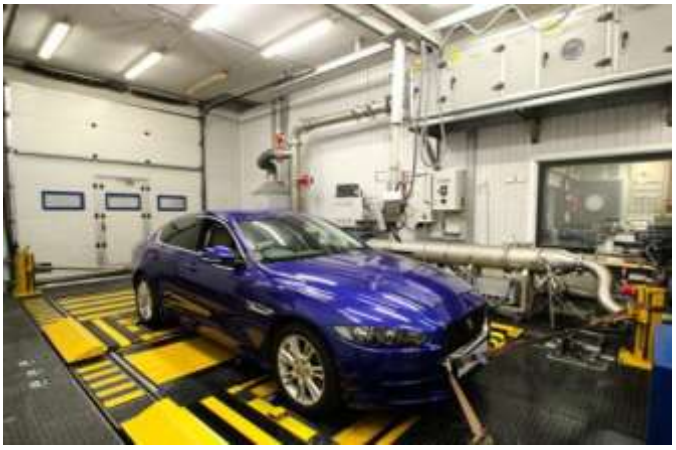
10- 3D Structural simulation to determine the forces applied to the motor (SIMCENTER 3D)

11- 3D Electromagnetic simulation to calculate the flux and the torque response (PLM MAGNET)

12- NVH analysis for the determination of the acoustical response of the machine (SIMCENTER 3D)

13- Engine engineering

14- Powertrain



شکل ۱-۲۵: تصویر اول از آزمایشگاه موتور شرکت اپلاس+آیدیادا



شکل ۱-۲۶: تصویر دوم از آزمایشگاه موتور شرکت اپلاس+آیدیادا

در ادامه تست‌های این آزمایشگاه آورده شده است.

- تست اول: کالیبراسیون عملکرد موتور
  - نقشه‌های پایه[1]
  - بهینه‌سازی نقشه‌های بارگذاری کامل[2]
  - نقشه‌های کم‌کار[3]
  - بهینه‌سازی ثابت و گذرا[4]
  - توربوشارژرهای هدررفته و VGT[5]

1- Base maps
2- Optimization of full load maps
3- Partial load, low and high idle maps
4- Stationary and transient optimization
5- Wastegated and VGT turbochargers

- کنترل لامبدا باز و بسته[1]
- تزریق اصلی، پیشبرد، مرحله‌به‌مرحله[2]
- استفاده از ابزار پیشرفته مانند فشار داخل سیلندر[3]
- اتوماسیون کالیبراسیون با INCA و CAMEO[4]

- کالیبراسیون انتشارات موتور[5]
  - کالیبراسیون برای CO، THC، CH4، NMHC، NOx، PM و دود[6]
  - بهینه‌سازی نرخ NOx برای سیستم‌های DOC و DPF[7]
  - کالیبراسیون فشار بالا و پایین EGR[8]
  - بهینه‌سازی کاتالیست خاموش[9]
  - بهینه‌سازی کاتالیست، عملکرد ۲ یا ۳ طرفه[10]
  - چرخه انتشار[11]
  - تزریق قبل، اصلی و بعد از تزریق[12]
  - استفاده از ابزار پیشرفته مانند فشار داخل سیلندر[13]
  - اتوماسیون کالیبراسیون با INCA و CAMEO[14]
- کالیبراسیون پس از تعمیر موتور[15]
  - بهینه‌سازی نرخ NO2-NOx برای سیستم‌های DPF منفعل با DOC[16]
  - بهینه‌سازی بازسازی فعال سیستم DPF فعال[17]
  - کالیبراسیون تزریق AdBlue برای سیستم‌های SCR[18]

1- Open and closed lambda control
2- Main injection, advance, phasing
3- Use of advanced tools such as in-cylinder pressure
4- Automatization of calibration with INCA and CAMEO
5- Engine emissions calibration
6- Calibration for CO, THC, CH4, NMHC, NOx, PM and smoke
7- Optimization of NOx rates for DOC and DPF systems
8- High and low pressure EGR calibration
9- Optimization of catalyst light-off
10- Optimization of catalyst, 2 or 3-way operation
11- Emissions cycle and not to exceed calibration
12- Pre, main and post injections
13- Use of advanced tools such as in-cylinder pressure
14- Automatization of calibration with INCA and CAMEO
15- Engine aftertreatment calibration
16- Optimization of NO2-NOx rates for passive DPF systems with DOC
17- Optimization of active regeneration of active DPF system
18- AdBlue injection calibration for SCR systems

- بهینه‌سازی کاتالیست خاموش[1]
- اعتبار سنجی کاتالیزورها با محتوای سوخت گوگرد بالا[2]
- چرخه انتشار و بیش‌ازحد کالیبراسیون سیستم‌های ۳-WAY، SCR و DPF نباشد[3]
- به حداقل رساندن فشار پشتی، ازجمله سیستم‌های DPF[4]
- ضریب زوال انتشار[5]
- به حداقل رساندن لغزش NH3 سیستم‌های SCR[6]
- اتوماسیون کالیبراسیون با INCA و CAMEO.[7]

- سایر خدمات مهندسی آزمایشگاه موتور
  - دوام موتور[8]
  - طراحی چرخه دوام[9]
  - دوام عملکردی برای تأیید طراحی موتور[10]
  - دوام پس از درمان، پیری[11]
  - شوک حرارتی[12]
  - بازرسی سایش موتور[13]
  - مشاوره در مورد سایش موتور[14]
- سیستم‌های انتقال قدرت هیبریدی و الکتریکی[15]

سومین آزمایشگاه این مجموعه در بخش پیشرانه[16] خودروهای برقی، آزمایشگاه انتقال هیبریدی و الکتریکی می‌باشد. تصاویر این آزمایشگاه در شکل ۱-۲۷ و شکل ۱-۲۸ آورده شده است.

1- Optimization of catalyst light-of
2- Validation of catalysts with high sulfur fuel content
3- Emissions cycle and not to exceed calibration of 3-WAY, SCR and DPF systems
4- Backpressure minimization, including DPF systems
5- Emissions deterioration factor
6- Minimization of NH3 slip of SCR systems
7- Automatization of calibration with INCA and CAMEO.
8- Engine durability
9- Durability cycle design
10- Functional durability to validate engine design
11- Aftertreatment durability, ageing
12- Thermal shock
13- Engine wear inspection
14- Consultancy on engine wear
15- Hybrid and electric powertrain system
16- Powertrain



شکل ۱-۲۷: تصویر اول از آزمایشگاه سیستم انتقال قدرت و هیبریدی شرکت اپلاس+آیدیادا



شکل ۱-۲۸: تصویر دوم از آزمایشگاه سیستم انتقال قدرت و هیبریدی شرکت اپلاس+آیدیادا

موارد زیر در این آزمایشگاه انجام می‌پذیرد.

- E-born3 توسعه وسایل نقلیه تمیز[1]
- وسیله نقلیه AWD برقی با ۴ EM برای بردار گشتاور[2]
- تست و کالیبراسیون پیشرانه الکترونیکی / HEV[3]

۱ ۲ بررسی آزمایشگاه‌های فعال داخلی در حوزه پیشرانه خودرو برقی و موتور الکتریکی

در ادامه به برر سی حوزه‌های فعال در زمینه پی شرانه خودرو برقی و موتورهای الکتریکی شامل آزمای شگاه‌های داخلی تولیدکنندگان الکتروموتورها، آزمایشـــگاه های ارائه‌دهنده خدمات به محصـــولات الکتروموتوری و درایو و

1- E-born3 clean sheet vehicle development

2- Electric AWD vehicle with 4 EMs for torque vectoring

3- E-motor / HEV powertrain testing & calibration

آزمایشگاه‌های حوزه خودرو می‌پردازیم.

آزمایشگاه مرتبط با سیستم پیشرانه خودرو برقی را می‌توان، آزمایشگاه‌های تست الکتروموتور، درایو، موتورهای احتراقی که گاها در اختیار شرکت‌های تولیدکننده نیز وجود دارد، برشمرد. هدف از بررسی آزمایشگاه‌های ارائه‌دهنده خدمات موتورهای احتراقی، بررسی امکان استفاده از تجهیزات اصلی در اختیار آنها مانند دینامومتر، جهت انجام تست‌های الکتروموتوری است.

در همین راستا، با شرکت‌ها و آزمایشگاه‌هایی که قادر هستند بخشی از آزمون‌های مربوط به سیستم پیشرانه خودروهای برقی را انجام دهند، ارتباط برقرار شد و علاوه بر استفاده از وبسایت آن‌ها برای استخراج برخی اطلاعات و تصاویر، از نمایندگان این شرکت‌ها در راستای معرفی دقیق آزمایشگاه‌های مربوطه مشاوره گرفته شد. فهرست اسامی این شرکت‌ها در جدول ۱-۷ ارائه شده است.

جدول ۱-۷ : فهرست شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی با قابلیت انجام برخی آزمون‌های مربوط به سیستم پیشرانه خودروهای برقی

ردیف	شرکت / آزمایشگاه	ردیف	شرکت / آزمایشگاه
۱	شرکت آزمایش و تحقیقات قطعات و مجموعه‌های خودرو (ایتراک)	۹	شرکت توربوژنراتور شاهرود
۲	شرکت طراحی، تحقیق و تولید موتور ایران‌خودرو (ایپکو)	۱۰	شرکت کیا الکتروموتور پارت
۳	شرکت توسعه قوای محرکه دینا	۱۱	شرکت مهندسی سازه الکترونیک نوآور
۴	شرکت نماموتور پیشران	۱۲	شرکت سازه پویش
۵	شرکت دانش‌بنیان آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل)	۱۳	مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز
۶	شرکت الکتروژن	۱۴	پژوهشگاه استاندارد
۷	شرکت صنایع ماشین‌های الکتریکی جوین (جمکو)	۱۵	مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
۸	شرکت موتوژن	۱۶	شرکت اطمینان‌بخش

۱ ۲ ۱ شرکت آزمایش و تحقیقات قطعات و مجموعه‌های خودرو (ایتراک)

شرکت ایتراک بر اساس یک تفکر راهبردی در صنعت خودروی کشور و با استناد به مصوبه صد و پنجاه‌وشش ستاد سیاست‌گذاری صنعت خودرو، در سال هزار و سیصد و هفتادوشش تأسیس گردید. به‌موازات احداث و توسعه تدریجی آزمایشگاه‌های ایتراک، با واگذاری مدیریت آزمایشگاه‌های ایران‌خودرو در سال ۱۳۸۱ و ساپکو به این شرکت در سال ۱۳۹۲، شرکت ایتراک به‌عنوان بزرگ‌ترین مرکز آزمایشگاهی صنعت خودرو در کشور و نیز یکی از بزرگ‌ترین آزمایشگاه‌های صنعت خودرو در خاورمیانه شناخته می‌شود.

کلیه آزمایشگاه‌های شرکت ایتراک دارای گواهینامه تائید صلاحیت از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بوده، به علاوه بسیاری از آزمون‌های ایتراک مورد تائید شرکت Analitica روسیه و دارای گواهینامه تائید صلاحیت مطابق با استاندارد نظام مدیریت کیفیت آزمایشگاهی ISO/IEC 17025 به شماره ثبت AAC.T. 388 است. ایتراک به‌عنوان بزرگ‌ترین آزمایشگاه کیفی صنعت خودرو در خاورمیانه و با بیشترین گسترده خدمات‌دهی تحت این نظام کیفی، محسوب می‌گردد [۵].

این شرکت آزمایشگاه‌های سوخت‌رسانی و سیالات، متالوژی، EMC، پلیمر و نساجی، ماشین‌های الکتریکی، CNG، خودرو و هومولگیشن، ویبروآکوستیک، مکانیک، کالیبراسیون و اندازه‌گیری، مکانیزم‌ها، شرایط محیطی، نور سنجی، برق و الکترونیک، مهندسی موتور و قوای متحرکه، شیمی و رنگ و فرآورده‌های نفتی را دارا است. این مجموعه دارای آزمایشگاه‌های زیر است:

۱. آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی
۲. آزمایشگاه مهندسی موتور و قوای محرکه
۳. آزمایشگاه برق و الکترونیک

- آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی ایتراک

این آزمایشگاه جهت انجام آزمون‌های مختلف مطابق استانداردهای ملی، کارخانه‌ای و بین‌المللی بر روی انواع دستگاه‌های برف‌پاک‌کن و موتورهای الکتریکی که در صنایع خودرو و همچنین سایر صنایع سبک مورداستفاده قرار می‌گیرد ایجادشده است.

لیست آزمون‌های قابل انجام در این مجموعه به شرح زیر است:

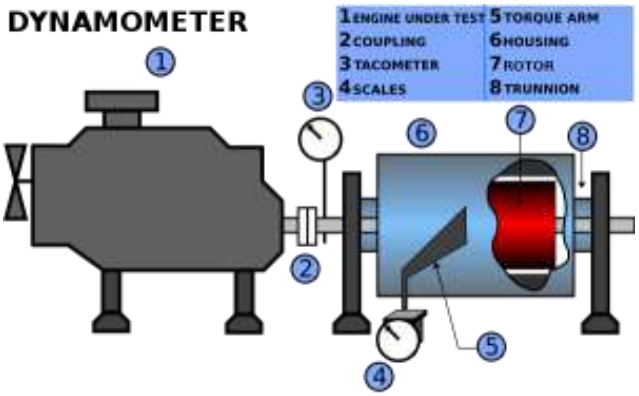
۱. آزمون تعیین منحنی مشخصه‌ی الکتروموتورها و آلترناتورها
۲. آزمون دوام الکتروموتورها، تحت بار
۳. آزمون شبیه‌سازی اثر بارگذاری مکانیزم‌ها و مجموعه‌ها روی الکتروموتورها
۴. آزمون‌های دوام و عملکرد مجموعه‌های برف‌پاک‌کن شامل تیغه و بازویی، موتور گیربکس و موتور مکانیزم



شکل ۱-۲۹: آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی ایتراک

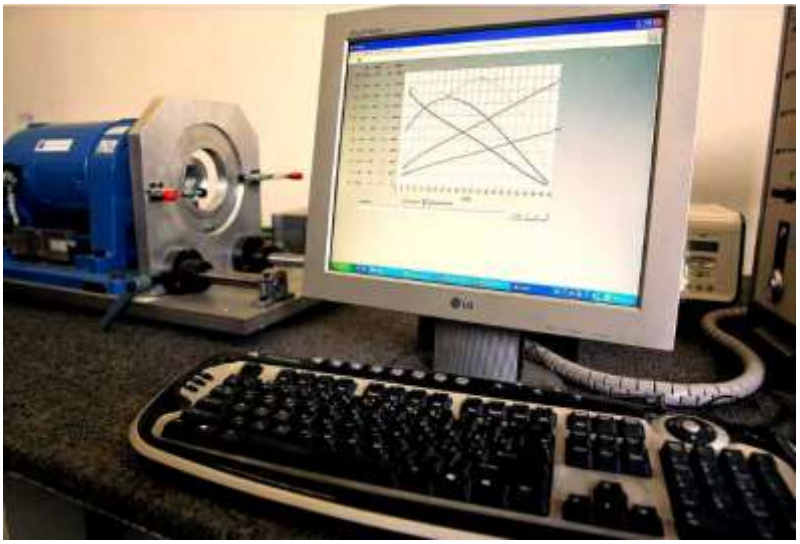
این مجموعه دارای دینامومترهای زیر است:

- دینامومتر پودری ۵۰ نیوتن متر
- دینامومتر هیسترزیسی ۳/۲۵ نیوتن متر
- دینامومتر هیسترزیسی ۸۰ نیوتن میلی‌متر
- دینامومتر هیسترزیسی ۲۸۰ نیوتن میلی‌متر



شکل ۱-۳۰: شماتیک دینامومتر شرکت ایتراک

۱ - تحلیل‌گر توان
۲ - کنترل‌کننده دینامومتر
۳ - منبع تغذیه‌ی ۵۰۰ آمپر قابل‌کنترل
۴ - نرم‌افزار کنترل عملکرد دینامومترها و موتورها باقابلیت کنترل دما در ۸ نقطه
۵ - استند آزمون دوام هرز گردها، تسمه سفت کن‌ها و آلترناتورهای خودروهای سواری

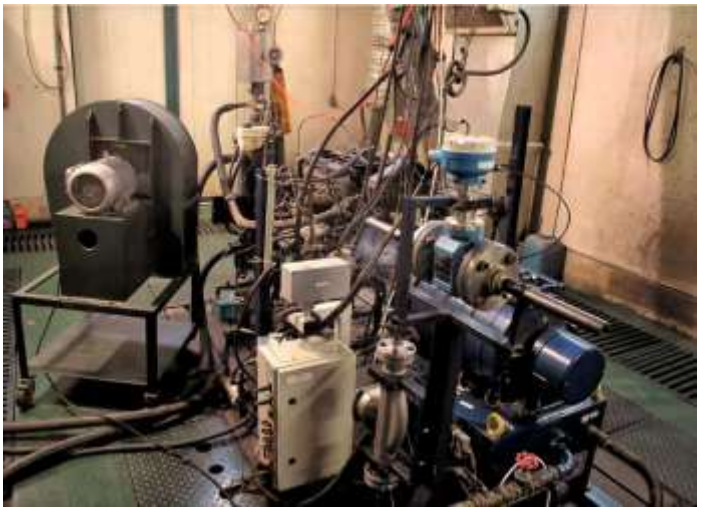


شکل ۱-۳۱: آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی ایتراک

- آزمایشگاه مهندسی موتور و قوای محرکه آزمایشگاه ایتراک

این آزمایشـــگاه با دارا بودن بیش از یک دهه تجربه در انجام آزمون بر روی موتورهای احتراق داخلی و امکانات پیشرفته آزمون بر مبنای نیاز سازندگان موتور و قطعات آن، تجهیز گردیده تا پارامترهای عملکردی و کیفی موتور را در شـــرایط حقیقی کارکرد تحت آزمون و ارزیابی قرار دهد. دارا بودن ســـامانه‌های پیشـــرفته کنترل و خودکارســـازی موجب حذف خطاهای انســـانی، کاهش زمان آزمون و افزایش دقت آزمون‌های موردنیاز گردیده اســـت. همچنین این آزمایشـــگاه مفتخر به دریافت گواهینامه ISO 17025 نیز اســـت. در یک نگاه اجمالی این آزمایشـــگاه مرجع انجام

آزمون‌های موتور در سطح کشور برابر استانداردهای جهانی است.



شکل ۱-۳۲: آزمایشگاه مهندسی موتور و قوای محرکه ایتراک

لیست آزمون‌های قابل انجام در آزمایشگاه مهندسی موتور و قوای محرکه ایتراک به شرح زیر است:

۱. آزمون دوام عمومی ۵۰۰ ساعت مطابق با استاندارد PSA
۲. آزمون ۱۱۰ ساعت سرعت بحرانی مطابق با استاندارد PSA
۳. آزمون ماکزیمم توان موتور (۱۵۰ ساعت) مطابق با استاندارد PSA
۴. آزمون‌های عملکرد موتور مطابق با استانداردهای بین‌المللی / SAE, EEC 1269
۵. آزمون‌های دوام ارتعاشی قطعات موتور
۶. آزمون Characterization تسمه تایمینگ و تسمه تجهیزات جانبی
۷. آزمون Flapping تسمه، آزمون استارت موتور در دمای ۳۰- درجه سانتی‌گراد
۸. آزمون شوک حرارتی گرم و سرد قطعات موتور در دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد
۹. اندازه‌گیری تغییر کشش پیچ سر سیلندر در حین آزمون دوام به روش آلتراسونیک
۱۰. قابلیت آزمون موتورهای دیزلی
۱۱. تأییدیه اداره استاندارد به‌عنوان آزمایشگاه مرجع اندازه‌گیری توان و گشتاور موتور مطابق با استاندارد



شکل ۱-۳۳: آزمایشگاه مهندسی موتور و قوای محرکه ایتراک

لیست تجهیزات موجود در این مجموعه به شرح زیر است:

۱ - سلول‌های انجام آزمون (۴ دوام، ۱ آسنکرون)

۲ - سیستم شوک حرارتی در دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد

۳ - ماکزیمم توان، گشـــتاور و دور قابل‌اندازه‌گیری به ترتیب ۲۴۰ کیلووات، ۶۰۰ نیوتن متر و ۱۰۰۰ دور در دقیقه

۴ - قابلیت اندازه‌گیری مصرف مخصوص سوخت موتور

۵ - اندازه‌گیری Blow-by موتور

بررسی جریان نشتی (blow-by) در موتورهای درون‌سوز و تأثیر آن بر اصطکاک رینگ‌های پیستون این آزمون شامل بررسی جریان نشتی (blow-by) در موتورهای درون‌سوز و تأثیر آن بر اصطکاک رینگ‌های پیستون است [۵].

۶ - مجهز به ۳۲ کانال اندازه‌گیری دما در نقاط مختلف موتور

۷ - مجهز به ۱۰ کانال اندازه‌گیری فشار نقاط مختلف موتور

۸ - مجهز به سیستم نرم‌افزار خودکار راه‌اندازی و کنترل آزمون

- آزمایشگاه برق و الکترونیک ایتراک

آزمایشـــگاه برق و الکترونیک ایتراک در ســـال ۱۳۷۵ فعالیت خود را به‌منظور آزمون قطعات الکتریکی و الکترونیکی خودرو آغاز نموده و موفق گردید همپای رشد و توسعه گروه صنعتی ایران‌خودرو قابلیت‌ها و توانمندی‌های خود را تو سعه داده به‌نحوی‌که در سال ۱۳۷۹ موفق به اخذ گواهینامه ا ستاندارد بین‌المللی ISO 17025 از شرکت DAP آلمان گردید و نام این آزمایشگاه را به‌عنوان اولین دارنده این استاندارد در ایران به ثبت رساند.



شکل ۱-۳۴: آزمایشگاه برق و الکترونیک ایتراک

- آزمون‌های قابل انجام آزمایشگاه برق و الکترونیک ایتراک

لیست آزمون‌های قابل انجام در آزمایشگاه برق و الکترونیک ایتراک به شرح زیر است:

۱ - بخش آزمون‌های قطعات الکتریکی
۲ - بخش آزمون‌های قطعات الکترونیکی
۳ - بخش آزمون‌های حس‌گرها و قطعات برقی مرتبط با سیستم احتراق
۴ - بخش آزمون‌های استارت و دینام خودرو
۵ - بخش آزمون‌های قطعات سیستم روشنایی خودرو
۶ - الکترونیک پیشرفته و سیستم مالتی پلکس
۷ - آزمون‌های شرایط محیطی شامل مقاومت حرارتی برودتی، رطوبتی، آزمون باران، شوک حرارتی.
۸ - آزمون‌های عملکردی قطعات برقی، آزمون‌های دوام در شرایط مختلف محیطی



شکل ۱-۳۵: آزمایشگاه برق و الکترونیک ایتراک

لیست تجهیزات موجود در این آزمایشگاه برق و الکترونیک به شرح زیر است:

۱ - تستر انواع بلندگوی خودرو
۲ - تستر استحکام دی‌الکتریک و مقاومت عایقی، سامانه‌های کنترل خودکار (PLC)

آزمون دی‌الکتریک برای بررسی درستی و پیوستگی عایق تجهیزات برقی مورداستفاده قرار می‌گیرد این آزمون

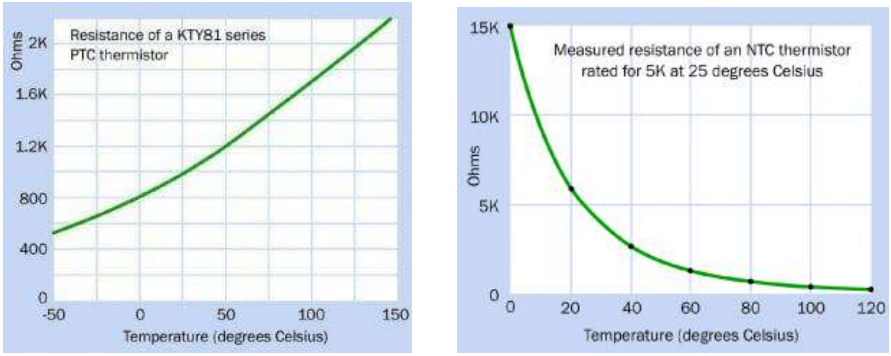
همچنین به آزمون استقامت عایقی فرکانس قدرت یا های‌پات (HiPot) معروف است.

۳ - تستر عملکرد استارت و دینام خودروهای سواری

۴ - تستر انواع حس‌گرهای دمایی (NTC و PTC)

NTC مخفف عبارت Negative Temperature Coefficient به معنی ضریب حرارتی منفی است. در این حالت مقدار مقاومت با افزایش دما کاهش می‌یابد.

PTC مخفف عبارت Positive Temperature Coefficient به معنی ضریب حرارتی مثبت است. در این نوع ترمیستور، مقدار مقاومت با افزایش دما افزایش می‌یابد.



شکل ۱-۳۶: **PTC** و **NTC**

۵ - تستر عملکرد و دوام انواع آیینه‌های برقی، تستر عملکرد و دوام انواع موتور شیشه‌بالابر

۶ - تستر عملکرد و دوام جعبه‌فیوز و فیوز

۷ - تستر شبیه‌ساز باران و کارواش، تستر عملکرد و دوام انواع کلید

۸ - چمبر شرایط محیطی، آون و شوک حرارتی

چمبر آزمون شرایط محیطی در حجم‌های ۱۲۵ تا ۸۸۰۰ لیتر با نرخ‌های مختلف برحسب درجه بر دقیقه تولید می‌شود. کاربرد این دستگاه در صنایع مختلفی مانند مخابرات، الکترونیک، نظامی و صنایع خودرو است. قطعات مختلف باید در بازه‌های مختلف دمایی آزمون شده و از صحت عملکرد آن‌ها در دما و رطوبت مختلف اطمینان حاصل شود.

۹ - بار اکتیو (CC، CR، CV، CP) و بار موتوری، منابع ولتاژ و جریان با توان بالا

- گواهینامه‌های شرکت ایتراک

در زیر تصویر چند نمونه از گواهینامه‌های این مجموعه آورده شده است.



شکل ۱-۳۷: تصویر گواهینامه‌های شرکت ایتراک

۱ ۲ ۲ شرکت طراحی، تحقیق و تولید موتور ایران‌خودرو (ایپکو)

مرکز تحقیقات موتور در سال ۱۳۷۶ تأسیس شد و درزمینهٔ توسعه‌ی قوای محرکه شامل موتور و جعبه‌دنده، از مرحله‌ی طراحی تا شروع تولید و نظارت بر آن تأسیس گردید. در سال ۱۳۸۱، (مرکز تحقیقات موتور) به (شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران‌خودرو) تغییر نام داد. با این تغییر راهبردی، بخش‌های تولید، مهندسی محصول و تضمین کیفیت شکل گرفتند. آزمایشگاه موتور و خودروی ایپکو بر اساس دانش فنی و همکاری با آزمایشگاه‌های موتور معتبر بین‌المللی قادر است تا آزمون‌های دوام، عملکرد، وظیفه‌ای، احتراقی، نگاشت موتور، سنجش آلایندگی و مصرف سوخت را به‌عنوان یکی از معتبرترین مراجع در سطح کشور انجام دهد. هم‌اکنون شرکت ایپکو به‌عنوان پیشرو در این صنعت به تحقیق، طراحی و تولید انواع موتور و جعبه‌دنده (خودرویی و غیر خودرویی) مشغول است.

آزمایشگاه خودرو ایپکو با داشتن کادری مجرب و در اختیار داشتن تجهیزات پیشرفته، به‌عنوان یکی از معتبرترین مراکز در سطح کشور برای اجرای آزمون‌های خودرو با محوریت سنجش مقدار آلایندگی محسوب می‌شود.

به دلیل انعطاف‌پذیری در برآورده کردن درخواست مشتریان، بسیاری از شرکت‌ها، مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها راغب به ارجاع آزمون‌های خود به ایپکو هستند. آزمون‌های خودرو در آزمایشگاه خودرو ایپکو شامل موارد ذیل است:

۱ - آزمون‌های سنجش آلایندگی خودروبر اساس استاندارد رایج کشور، استاندارد اروپا ECER83 تا حد EURO5
۲ - آزمون تعیین مصرف سوخت خودرو و میزان انتشار دی‌اکسید کربن
۳ - آزمون مصرف انرژی خودروهای برقی
۴ - آزمون مصرف سوخت خودروهای هیبریدی
۵ - آزمون اندازه‌گیری بازده واکنشگر شیمیایی (کاتالیست) خودرو
۶ - آزمون توان سر چرخ خودرو
۷ - آزمون نگاشت (کالیبراسیون) خودرو

مجموعه لگام ترمز خودرویی (شاسی دینامومتر)، این آزمایشگاه ساخت شرکت Froude Consine انگلستان، با مشخصات ذیل است:

Max Speed: 250 km/h
Max Power: 150 KW
Inertia Range: 467-2800 Kg

مجموعه آنالیزورهای آزمایشـــگاه خودرو ایپکو از شـــرکت HORIBA آلمان بوده و توانایی انجام آزمون‌های آلایندگی را برای خودروهایی با مصـــرف بنزینی و گاز طبیعی را دارد. نوع ســـوخت مجاز در آزمون‌های آلایندگی و مصرف سوخت این آزمایشگاه، فقط سوخت‌های بنزینی و گاز طبیعی (CNG) است و شامل سوخت دیزل نیست.

آزمایشگاه موتور ایپکو بر اساس دانش فنی و همکاری با آزمایشگاه‌های موتور بین‌المللی قادر است تا بسیاری از آزمون‌های صـــحه‌گذاری موتور را انجام دهد. این آزمون‌ها شـــامل آزمون‌های دوام، عملکرد، وظیفه‌ای، احتراقی و آزمون‌های نگاشت موتور هستند. هریک از این آزمون‌های یادشده بدین شرح است:

- آزمون‌های قطعه‌ای

به طور معمول آزمون‌های قطعه‌ای قبل از آماده شدن موتور نمونه و به‌منظور کاهش زمان و هزینه‌های تو سعه محصول و بالا بردن سطح قابلیت اطمینان طراحی اجرا می‌شوند. آزمون‌های قطعه‌ای بر اساس یک تقسیم‌بندی به سه دسته ایستایی، پالسی و دینامیکی تقسیم می‌شود. یکی از قابلیت‌های آزمایشگاه موتور انجام برخی از آزمون‌های قطعه مهم و تحلیل نتایج آن در ارتباط با شـرایط کاری واقعی اسـت. فهرسـت برخی از توانمندی‌های آزمایشـگاه در انجام آزمون‌های قطعه‌ای و همکاری با تولیدکنندگان داخلی در ارزیابی محصولات به شرح ذیل است:

۱ - آزمون شمع
۲ - آزمون سیم‌پیچ افروزش
۳ - آزمون افشانه روغن (PCJ)
۴ - آزمون انژکتور سوخت
۵ - آزمون مشخصات تسمه
۶ - آزمون ارزیابی فیلتر روغن
۷ - آزمون نمودار افت فشار رادیاتور

۸ - آزمون نمودار افت فشار رادیاتور بخاری

- آزمون‌های وظیفه‌ای

آزمون‌های وظیفه‌ای برای قطعات اصلی و سامانه‌های مختلف موتور کاربرد دارند. این آزمون‌ها، عملکرد اولیه هر سامانه را بر اساس وظیفه تعریف‌شده آن، در شرایط مختلف ارزیابی می‌کند. برای نمونه عملکرد اولیهٔ سامانه‌ی خنک کاری در آزمونی به نام (آزمون خنک کاری) سنجیده و صحه‌گذاری می‌شود. انجام آزمون‌های وظیفه‌ای با اعمال دقیق شرایط مرزی و به کمک تجهیزات پیشرفته آزمون صورت می‌گیرد. فهرست بخشی از آزمون‌های وظیفه‌ای قابل‌اجرا در آزمایشگاه موتور به شرح ذیل است:

۱ - آزمون ارزیابی سامانه خنک کاری موتور (Cooling functional test)

۲ - آزمون ارزیابی سامانه روان کاری موتور (Lubrication functional test)

۳ - آزمون ارزیابی اصطکاک موتور (Friction test)

۴ - آزمون ارزیابی سامانه تهویه گازهای محفظه لنگ موتور (Crankcase ventilation test)

۵ - آزمون‌های سایش گرم/ سرد پیستون (Hot/ cold piston scuffing test)

۶ - آزمون شیب روی موتور (Tilting test)

۷ - آزمون ارزیابی سامانه زمان‌بندی متغیر دریچه‌ها (CVVT functional tests)

۸ - آزمون ارزیابی لقی گیری روغنی دریچه‌ها (Hydraulic tappet functional tests)

- آزمون‌های دوام

در آزمون‌های دوام، توانایی و عملکرد موتور یا هر یک از سامانه‌ها برای عمر مفید آن در شرایط مختلف تحت بارهای حرارتی و مکانیکی ارزیابی می‌شـــود و بعد از اتمام آزمون، قطعات موتور مورد درجه‌بندی (Rating) قرار می‌گیرد. این آزمون‌ها، پس از آزمون‌های وظیفه‌ای انجام می‌شـــوند. برخی از آزمون‌های دوام موتوری قابل اجرا در آزمایشگاه موتور به شرح ذیل است:

۱ - آزمون ۸۰۰ ساعت استاندارد:

آزمون اصلی برای بررسی دوام مکانیکی موتور است. این آزمون دربرگیرنده استفاده زیاد از موتور در ترکیب با نظریه شکست پربسامد قطعات است.

۲ - آزمون ۲۰۰ ساعت استاندارد:

برای مشخص کردن سریع مشکلات عمده اصطکاکی، قطعات بحرانی و سایش مناسب است.

۳ - آزمون ۵۰۰ ساعت پویا:

برای توسعه قطعات و آزمودن آن‌ها در شرایط سخت‌تر در حالت‌های گذرا، مناسب است. این آزمون بر اساس نظریه شکست پربسامد طراحی‌شده است.

۴ - آزمون ۴۰۰ ساعت تغییرات دما:

این آزمون برای همه قطعات موتور، به‌ویژه قطعات نمونه یا نو اســت؛ زیرا موتور را در چرخه‌های عمر با تغییرات شدید خنک کاری قرار می‌دهد و موتور به‌شدت زیر فشار قرار می‌گیرد.

۵ - آزمون دوام رزونانسی:

هدف از این آزمون عملکرد قطعات آزمایشی یا اتصالات در زمان کارکرد در نقاط تشدید موتور است. این نقاط توسط نصب حسگرهای شتاب بر روی قطعات و تحلیل‌های فرکانسی تعیین می‌شوند. ساعت

آزمون بر اســاس جنس و کارکرد هر قطعه (حدود ۱۰ میلیون چرخه) در بســامد تشــدید خود، تعیین می‌شود.

۶ - آزمون ضربه حرارتی عمیق:

این آزمون برای صحه‌گذاری واشر سر سیلندر، سر سیلندر و قطعات مرتبط با آن‌ها است. در اثر گرم و سرد شدن ناگهانی و شدید آب موتور، بیشترین اختلاف انبساطی بین سر سیلندر و بدنه به وجود می‌آید که واشر سر سیلندر باید آن را جبران و آب‌بند کند. این آزمون بر اساس نوع موتور، طراحی و نیاز سازندگان موتور در مدت رویه‌های مختلف ازجمله ۱۷۲ ساعت و ۴۰۰ ساعت انجام می‌گیرد.

۷ - آزمون ۱۱۰ ساعت سرعت بحرانی:

این آزمون برای صحه‌گذاری سامانه‌های حرکت دریچه‌ها و لنگ لغزنده در شرایط پویا و بحرانی اجرا می‌شود.

۸ - آزمون دوام قطعات سامانه متعلقات جانبی شامل تسمه، تسمه سفت کن، هرز گرد:

این آزمون‌ها باهدف صــحه‌گذاری ســامانه‌های جانبی در شــرایط تشــدید (دورهای بحرانی) گرمایی در بدترین وضعیت مجاز طراحی‌شده‌اند. دوره‌ای بحرانی بنا به تعریف دورهایی هستند که نوسانات تسمه در این حالت بیشترین است.

۹ - آزمون دوام قطعات سامانه‌های زمان‌بندی شامل تسمه، تسمه سفت کن، هرز گرد:

هدف از این آزمون ارزیابی دوام تســمه زمان‌بندی در هنگام کارکرد موتور در شــرایط گذرای دور و بار موتور به‌ویژه دورهای بحرانی اســت. این دورها قبل از شــروع آزمون دوام، در یک پیش‌آزمون تحت عنوان آزمون مشخصات سامانه زمان‌بندی تعیین می‌شوند.

- آزمون عملکرد موتور

در آزمون عملکرد بیشــینه توانایی موتور در حالت دریچه گاز کاملاً باز در ســرعت‌های دورانی مختلف بررســی می‌شود. شاخص‌های مهم این آزمون به شرح ذیل است:

۱ - Cooling functional test

۲ - توان و گشتاور خروجی موتور (Engine power and torque)

۳ - مقدار مصرف سوخت (Fuel consumption)

۴ - گازهای نشتی محفظه لنگ (Blow-by)

۵ - مقدار هوای اضافه (Lambda)

- آزمایشگاه اندازه‌گیری دقیق مجموعه ایپکو

آزمایشگاه اندازه‌گیری ایپکو ازجمله آزمایشگاه‌هایی در سطح کشور است که توانسته است با بهره‌گیری از کارشناسان و متخصصین دوره‌دیده و باتجربه، دستگاه‌ها و امکانات آزمایشگاهی، خدمات اندازه‌گیری دقیق و صحیح را در اختیار مراکز صنعتی کشور قرار دهد. مطابق با خط‌مشی کیفیت این مجموعه، آزمایشگاه ایپکو باهدف به‌کارگیری افراد ذی‌صلاح و توانمند، به‌روزرسانی اطلاعات و تجهیزات آزمایشگاهی و آموزش مستمر کارکنان برای توسعهٔ دامنهٔ فعالیت‌ها، قدم در عرصهٔ کیفیت نهاده است و همواره سعی نموده تا از طریق ارائه‌ی خدمات آزمایشگاهی در بهترین سطح درستی، دقت و کیفیت، رضایت مشتریان را جلب نماید.

دستگاه‌ها و امکانات آزمایشگاه ابعادی به شرح ذیل است:

۱ - دستگاه اندازه‌گیری سه‌بعدی (CMM)، ساخت شرکت Wenzel آلمان (گستره اندازه‌گیری ۱۰۰۰*۱۲۰۰*۲۲۰۰ میلی‌متر)
۲ - دستگاه مرجع برای اندازه‌گیری زبری، ساخت شرکت Mitutoyo ژاپن
۳ - دستگاه اندازه‌گیری زبری ساخت شرکت Mahr آلمان
۴ - دستگاه اندازه‌گیری شفت ساخت شرکت Mahr آلمان

۱ ۲ ۳ شرکت توسعه قوای محرکه دینا[1]

شرکت توسعه قوای محرکه دینا، یک شرکت خصوصی درزمینه‌ی طراحی، تولید، تأمین موتور و قطعات موتور و تجهیزات آزمون است. فعالیت اصلی شرکت درزمینه‌ی ذیل است [۷]:

۱ - تجهیزات آزمون موتور
۲ - تجهیزات آزمون و اندازه‌گیری عمومی
۳ - خدمات فنی و مهندسی پیشرفته درزمینه‌ی آزمون موتور و قطعات آن

شرکت توسعه قوای محرکه دینا، توانمندی کامل در طراحی، ساخت و تأمین تجهیزات و سامانه‌های آزمون موتور و قطعات موتور را دارا است. شرکت دینا موتور قابلیت طراحی و تأمین اتاق آزمون موتور به همراه سخت‌افزار و تجهیزات آزمون و تأسیسات پشتیبانی آن را به‌صورت کانتینری دارا است. شرکت دینا موتور تنها تأمین‌کننده تجهیزات آزمون برای مشتریان نبوده بلکه قابلیت تعریف و انجام آزمون‌های مختلف توسعه‌ای و صحه‌گذاری از سطح ساده تا پیشرفته را در آزمایشگاه‌های خود برای مشتریان دارا است.

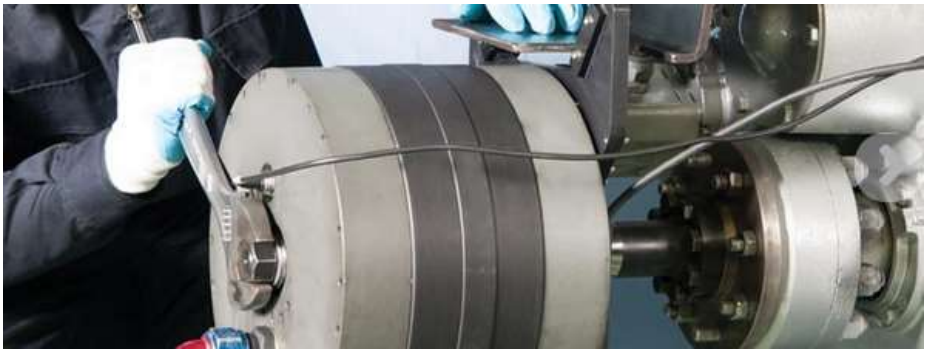
داشتن تجارب همکاری نزدیک با شرکت‌های موفق درزمینه‌ی طراحی موتور و فعالیت در طرح‌های ملی توسعه قوای محرکه از یک‌سو و تأمین تجهیزات آزمون و خدمات آزمون برای شرکت‌های تحقیقاتی و دانشگاهی، شرکت دینا موتور را تبدیل به یک شرکت دانش‌بنیان درزمینه‌ی تو سعه قوای محرکه نموده که امکان تأمین تجهیزات و خدمات در فراتر از سطح ملی را دارا است.

شرکت توسعه قوای محرکه دینا (Dina Motors) سازنده و ارائه‌دهنده تجهیزات آزمون موتور است، این فعالیت‌ها علاوه بر حوزه‌های اتومبیل‌سازی، در حوزه‌های غیر خودرویی مانند دریایی و هوایی نیز مؤثر بوده است.



شکل ۱-۳۸: دستگاه تکانه آزما شرکت دینا موتور

1- DINA MOTORS



شکل ۱-۳۹: دینامومتر هیدرولیکی شرکت دینا موتور

در اتاق آزمون موتور به همراه تجهیزات بسیار دیگری به هم متصل شده و در حال کار می‌باشند. با توجه به قیمت تجهیزات و شرایط سخت آزمون‌ها، استفاده از یک نرم‌افزار قدرتمند مرکزی به‌منظور کنترل و راهبری کل فعالیت‌ها اجتناب‌ناپذیر است. نرم‌افزار موتور آزما با استفاده از قابلیت‌های گرافیکی و کنترلی و سرعت‌بالای ارتباطی، تمامی قابلیت‌های موردنیاز کاربران آزمون موتور را مهیا می‌نماید.

ازجمله مزایای این نرم‌افزار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱ - قابلیت ارتباط با تمام تجهیزات آزمون موتور

۲ - قابلیت محیط گرافیکی قابل تنظیم

۳ - امکان تعریف و انجام آزمون‌های خودکار

۴ - قابلیت ثبت اتفاقات، پس از خاموش شدن‌های موتور

۵ - زبان برنامه‌نویسی C++ و ...

۶ - مشخصات پایگاه داده SQLSERVER



شکل ۱-۴۰: آزمایشگاه دیناموتور

- دستگاه جعبه حساس[1]

این مجموعه شامل ثبت اطلاعات حساس‌های فشار، دما، آنالوگ و دیجیتال است که در دو گروه دسته‌بندی می‌شوند:

1- Transducer Box



شکل ۱-۴۱: دستگاه جعبه حساس شرکت دینا موتور

- جعبه حساس زیمنس

این مجموعه برای ار سال اطلاعات به نرم‌افزار اتاق آزمون طراحی و ساخته شده ا ست. این مجموعه شامل یک جعبه مخصوص نصب حساس‌های دما و فشار به همراه کانکتورهای مربوطه است. در این مجموعه، کارت‌های ماژولار ثبت اطلاعات نصب‌شده و اطلاعات بر اساس پروتکل PROFINET industrial Ethernet standard ارسال می گردد. این مجموعه قابلیت ارسال اطلاعات از فاصله دور (۱۰۰ متر) را دارا است. مجموعه و کارت های ثبت اطلاعات، ساخت شرکت آلمانی زیمنس بوده و بر اساس حساس‌های موردنیاز تعداد کانال‌ها تنظیم می‌گردد [۷].

- دینامومتر ادی کارنت ۱۹۰

دستگاه اندازه‌گیری قدرت و گشتاور موتور (احتراق داخلی، الکتریکی) است که برای اندازه‌گیری قدرت و گشتاور هر موتور گردنده و یا میزان نیروی موردنیاز برای چرخش هر مکانیزمی دستگاه دینامومتر استفاده می‌گردد. دینامومتر ادی کارنت ۱۹۰ کیلووات شرکت دینا، یک دینامومتر جذبی ا ست و برای تمامی م صارف موتور خودروهای سواری کاربرد دارد و دارای مزیت‌هایی همچون کنترل دقیق سرعت و گشتاور، اینرسی پایین و دوام بالا است.



شکل ۱-۴۲: دینامومتر شرکت دینا موتور

مشخصات فنی دینامومتر نام‌برده به شرح زیر است:

۱ - طول ۶۰ سانتی‌متر
۲ - عرض ۵۵ سانتی‌متر
۳ - ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر
۴ - قطر روتور ۴۵۰ میلی‌متر
۵ - بیشینه گشتاور در ۱۵۰۰ دور بر دقیقه و ۶۰۰ نیوتن متر
۶ - بیشینه قدرت ۱۹۰ کیلووات

۷ - بیشینه سرعت ۷۵۰۰ دور بر دقیقه
۸ - برق تغذیه ۱۱۰ ولت جریان مستقیم
۹ - وزن ۴۰۰ کیلوگرم

- خدمات آزمایشگاهی مجموعه دینا

در این مجموعه سه آزمون شامل آزمون‌های دوام موتوری، آزمون وظیفه‌ای موتوری و آزمون عملکرد موتوری استاندارد انجام می‌شود که در ادامه به شرح آن‌ها پرداخته‌شده است.

- آزمون‌های دوام موتوری

آزمون‌های دوام موتوری به شرح ذیل است:

۱ - آزمون دوام Flapping تسمه زمان‌بندی و ملحقات - استاندارد PSA
۲ - آزمون ماکزیمم توان موتور (۱۵۰ ساعت) - استاندارد PSA
۳ - آزمون ۱۱۰ ساعت سرعت بحرانی - استاندارد PSA
۴ - آزمون دوام عمومی ۵۰۰ ساعت - استاندارد PSA
۵ - آزمون دوام چند راهه دود ۲۵۰ ساعت - استاندارد PSA
۶ - آزمون دوام ۴۰۰ ساعت -(خستگی کم چرخه حرارتی) - استاندارد FEV
۷ - آزمون دوام ۸۰۰ ساعت استاندارد-(خستگی پر چرخه مکانیکی) - استاندارد FEV
۸ - آزمون‌های دوام ارتعاشی قطعات موتور - استاندارد FEV



شکل ۱-۴۳: تجهیزات آزمون دوام موتوری شرکت دینا موتور

- آزمون‌های وظیفه‌ای موتوری

آزمون‌های وظیفه‌ای موتوری به شرح ذیل است:

۱ - آزمون مشخصات تسمه زمان‌بندی و تسمه ملحقات جانبی - استاندارد PSA
۲ - آزمون‌های ارزیابی ارتعاشی قطعات موتور - استاندارد FEV
۳ - آزمون حلالیت هوا در روغن - استاندارد FEV
۴ - آزمون شیب روی موتور و تعیین سطح حداقل و حداکثر روغن - استاندارد FEV
۵ - ارزیابی اثرات روغن بر مصرف سوخت موتور - استاندارد IKCO

۶ - ارزیابی رسوبات روغن در شرایط کارکرد گرم موتور - استاندارد IKCO
۷ - ارزیابی اثرات روغن بر سایش چسبنده در مکانیزم سوپاپ - استاندارد IKCO
۸ - آزمون اندازه‌گیری دمای شمع - استاندارد IKCO
۹ - آزمون گذرا گرم شدن موتور در اتاق سرد خودرو - استاندارد IKCO
۱۰ - آزمون گذرا گرم شدن موتور با دبی حداکثر گاز در اتاق سرد خودرو - استاندارد IKCO



شکل ۱-۴۴: تجهیزات آزمون‌های وظیفه‌ای موتور شرکت دینا موتور

- آزمون عملکرد موتوری[1]

آزمون عملکرد موتوری استاندارد ISIRI 6483 (خودروهای جاده‌ای -توان موتور –روش آزمون) است. هدف از این استاندارد، تعیین روش‌های آزمونی جهت اندازه‌گیری توان موتور خودرو و مقایسه آن با توان اعلام‌شده توسط سازنده است تا از صحت توان اعلام‌شده اطمینان حاصل شود.

شرکت توسعه قوای محرکه دینا دارای تجربه کامل انجام آزمون‌های تأییدیه و صحه‌گذاری قطعات و موتور است. در این زمینه علاوه بر انجام خدمات فنی و مهندسی امکان انجام آزمون‌ها را نیز دارد.

- آزمون تأییدیه مکانیکی مجموعه دینا:

۱ - آزمون اندازه‌گیری حباب در داخل روغن
۲ - آزمون اندازه‌گیری حباب در زمان شیب
۳ - انجام آزمون دوام موتورهای دریایی
۴ - انجام آزمون اندازه‌گیری دمای الکترود
۵ - آزمون اندازه‌گیری رنج حرارتی شمع
۶ - آزمون مشخصات تسمه دینام
۷ - آزمون دوام تسمه دینام
۸ - آزمون اندازه‌گیری مشخصات کویل



شکل ۱-۴۵: تجهیزات آزمون مکانیکی مجموعه دینا موتور

۱ ۲ ۴ شرکت نماموتور پیشران

نما موتور پی شران، یک شرکت دانش‌بنیان و پی شرو در ارائه طراحی و ساخت قوای محرکه برقی و سایل نقلیه ا ست. این شرکت با اتکا بر توان و تجربه گروه فنی خود از سال ۱۳۹۲ فعالیت خود را آغاز نموده و از سال ۱۳۹۷ با جذب سرمایه به‌صورت رسمی فعالیت خود را ثبات بخشیده است.

تجهیزات آزمون بسیار دقیق و حرفه‌ای فراهم‌شده در نما موتور این امکان را برای گروه‌های طراحی و تولید فراهم کرده تا تمامی مشخصات عملکردی قوای محرکه الکتریکی را در شرایط مختلف جاده‌ای و محیطی شبیه‌سازی و بررسی کند.

خدمات ارائه شده در آزمایشگاه شرکت نماموتور پیشران به شرح زیر است [۸]:

۱ - تست موتور و سیستم کنترل دور موتور جهت استخراج منحنی ها و مشخصه های الکتروموتور

۲ - تست دوام قوای محرکه تا سقف ۳۰ کیلووات

۳ - اندازه گیری توان خالص و توان حداکثر ۳۰ دقیقه رانش‌گرهای الکتریکی مطابق با استاندارد R085 re1

۴ - آزمون مشخصات اسمی و عملکردی مطابق با استاندارد ملی ایران ۱-۳۷۷۲

تجهیزات شرکت نماموتور پیشران به شرح زیر می‌باشد:

۱- دینامومتر ۳۰ کیلووات، ۱۲۰ نیوتن‌متر



شکل ۱-۴۶: دینامومتر ۳۰ کیلووات، ۱۲۰ نیوتن‌متر شرکت نماموتور پیشران

۲- دینامومتر ۱۰ کیلووات، ۲۰۰ نیوتن‌متر



شکل ۱-۴۷: دینامومتر ۱۰ کیلووات، ۲۰۰ نیوتن‌متر شرکت نماموتور پیشران

۳- چمبر آزمون محیطی با رنج دمایی ۰ تا ۱۲۰ درجه



شکل ۱-۴۸: چمبر آزمون محیطی با رنج دمایی ۰ تا ۱۲۰ درجه شرکت نماموتور پیشران

۴- منبع تغذیه ۲۲ کیلووات



شکل ۱-۴۹: منبع تغذیه ۲۲ کیلووات شرکت نماموتور پیشران

۵- منبع تغذیه ۶ کیلووات



شکل ۱-۵۰: منبع تغذیه ۶ کیلووات شرکت نماموتور پیشران

۶- منبع تغذیه ۱/۲ کیلووات



شکل ۱-۵۱: منبع تغذیه ۱/۲ کیلووات شرکت نماموتور پیشران

۷- میگر دیجیتال



شکل ۱-۵۲: میگر دیجیتال شرکت نماموتور پیشران

۸- مولتی‌متر دیجیتال



شکل ۱-۵۳: مولتی‌متر دیجیتال شرکت نماموتور پیشران

۹- کلمپ جریان



شکل ۱-۵۴: کلمپ جریان شرکت نماموتور پیشران

۱۰-ترمومتر



شکل ۱-۵۵: ترمومتر دیجیتال شرکت نماموتور پیشران

۱۱-RLC متر دیجیتال



شکل ۱-۵۶: **RLC** متر دیجیتال شرکت نماموتور پیشران

۱۲-تاکومتر



شکل ۱-۵۷: تاکومتر شرکت نماموتور پیشران

۱۳-اسیلوسکوپ ۱۰۰ مگاهرتز



شکل ۱-۵۸: اسیلوسکوپ ۱۰۰ مگاهرتز، **1GSa/s** شرکت نماموتور پیشران

تجهیزات و امکانات موجود در این آزمایشگاه به شرح زیر است:

۱ - دینامومتر ۳۰ کیلووات با حداکثر سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه

۲ - دینامومتر ۵ کیلووات با حداکثر گشتاور ۲۰۰ نیوتن متر

۳ - چمبر آزمون محیطی از دمای ۴۰- تا ۱۲۰+ درجه سانتی‌گراد

۴ - میز ارتعاش باقابلیت شبیه‌سازی ارتعاشات جاده‌ای

۵ - تجهیزات کامل آزمون‌های الکتریکی و عایقی

۱ ۲ ۵ شرکت دانش‌بنیان آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل)

شرکت دانش‌بنیان آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل) با مشارکت دانشگاه‌های معتبر صنعتی (امیرکبیر، تهران، علم و صنعت و شهید عباسپور) و جمعی از تولیدکنندگان فعال در صنایع انرژی باهدف ایجاد یک آزمایشگاه معتبر و دارای قابلیت ردیابی بین‌المللی ایجاد گردید و مورد تائید شرکت نفت، شرکت گاز، توانیر، سازمان تنظیم مقررات رادیوئی، سازمان غذا و دارو، سازمان ملی استاندارد، معاونت فناوری ریاست جمهوری و گمرکات کشور است.

لازم به ذکر ا ست اخذ گواهینامه ISO IEC 17025 بین‌المللی تو سط این شرکت دانش‌بنیان که ات صال این آزمایشگاه مرجع به (اتحادیه بین‌المللی تائید صلاحیت آزمایشگاهی)(ILAC) را میسر نمود، موجب ایجاد اعتبار

بین‌المللی برای Test Report های صادر شده توسط این مجموعه شده است. به‌نحوی‌که Notified Body معتبر اتحادیه اروپا (نظیر IMQ ایتالیا)، بر اساس گزارش‌ها آزمون و بازرسی صادرشده توسط این مجموعه، اقدام به صدور ATEX Certificate و CE Certificate می‌نمایند. تکنیکال فایل[1] مجموعه‌ای شامل گزارش آزمون‌های انجام شده بر روی تجهیز، آنالیز ریسک، اطلاعات کامل مربوط به تولیدکننده محصول و ... است که گواهینامه CE بر اساس آن صادر شده است. این مجموعه فایل به همراه گواهینامه CE در اختیار متقاضی قرار خواهد گرفت. این گواهینامه به‌عنوان یک سیستم پذیرفته‌شده جهت حصول اطمینان از کیفیت، ایمنی و الزامات زیست‌محیطی به‌سرعت در حال گسترش در کشورهای مختلف است و محصولاتی که این گواهینامه را دریافت نمایند، شانس تصاحب بازارهای داخلی و منطقه را خواهند داشت. درواقع درج نشان CE بر روی یک محصول نشان می‌دهد محصول موردنظر حداقل استانداردهای ایمنی را برآورده ساخته و دارای کیفیتی بالاتر از حداقل است. همچنین جابجایی و فروش آن را در کشورهای عضو اتحادیه اروپا (EU) و سایر کشورها میسر می‌نماید. مزایای دریافت گواهینامه CE محصول موردنظر می‌تواند به‌صورت قانونی در کشورهای عضو اتحادیه اروپا (EU) و منطقه تجاری آزاد اروپا، کشورهای حوزه خلیج‌فارس، عراق، ترکیه و ... به فروش برسد و جابجا شود. ایجاد اطمینان در مصرف‌کننده و بازار خرده‌فروشی مزیت رقابتی و تبلیغاتی نظر مثبت نهادهای قانونی شرکت در مناقصات بزرگ دولتی من‌جمله (نفت، گاز، پتروشیمی) مزایای انجام آزمون در اپیل و دریافت گواهینامه CE از NB های طرف قرارداد با این شرکت در راستای اخذ نشان CE، خوشبختانه شرکت اپیل با دریافت گواهینامه و تائید صلاحیت از NB های اروپائی، این امکان را فراهم کرده است که تولیدکنندگان گواهینامه CE اورجینال از NB معتبر اروپایی دریافت نمایند [۹].

آزمایشگاه‌های اپیل به شرح زیر است:

۱ - آزمایشگاه IP

۲ - آزمایشگاه افزایش دما و تزریق جریان ۱۰ کیلوآمپر سه فاز

۳ - آزمایشگاه EMC

۴ - آزمایشگاه Explosion proof و atex

۵ - آزمایشگاه درایو و ماشین های الکتریکی

۶ - آزمایشگاه ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

۷ - آزمایشگاه کیفیت توان

۸ - آزمایشگاه فشارقوی

۹ - آزمایشگاه کابل و یراق

۱۰ - آزمایشگاه شرایط محیطی

۱۱ - آزمایشگاه ایمنی

۱۲ - آزمایشگاه چراغ و کلیدهای مینیاتوری

- آزمایشگاه درایو و ماشین های الکتریکی اپیل:

آزمایشگاه درایو و ماشین های الکتریکی به عنوان یکی از آزمایشگاه های زیرمجموعه شرکت اپیل، از سال ۱۳۹۰ فعالیت خود را به عنوان آزمایشگاه مرجع همکار توانیر در زمینه آزمون ماشین های الکتریکی و درایو بر اساس

1- CE

اســـتانداردهای بین المللی IEC 60034 و ملی ISIRI 3772 برای ماشـــین های الکتریکی و اســـتاندراد بین المللی IEC 61800 برای درایو های الکتریکی آغاز نموده است. اهم فعالیت ها و آزمون های آزمایشگاهی قابل انجام در این مجموعه به صورت زیر است:

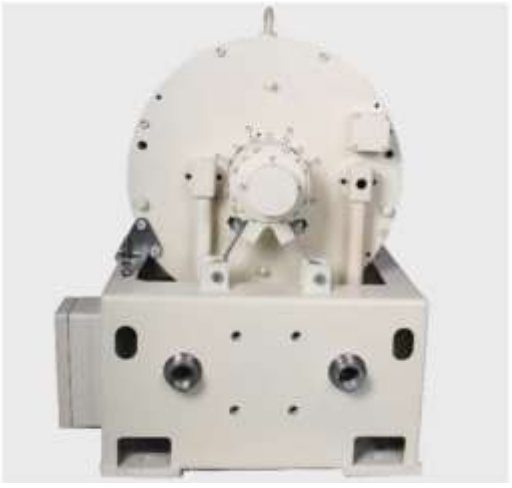
۱- انجام آزمون های کلیه الکتروموتورهای سنکرون و آسنکرون
۲- انجام آزمون های کلیه موتور های دی سی جاروبک دار و بدون جاروبک
۳- انجام آزمون های کلیه سروو موتورهای الکتریکی
۴- انجام آزمون های کلیه استپ موتورهای الکتریکی
۵- انجام آزمون های الکتروموتورهای آسانسور، جرثقیل و الکتروموتورهای گیربکس دار آبیاری کشاورزی
۶- انجام آزمون های ژنراتورهای دیزلی مورد استفاده در سیستم های آبیاری کشاورزی
۷- انجام آزمون های کلیه درایو های الکتریکی سرعت متغیر
۸- انجام آزمون های عایقی تانژانت دلتا و تخلیه جزیی ماشین های الکتریکی دوار

امکانات و تجهیزات آزمایشگاه درایو و ماشین های الکتریکی

۱- دینامومتر

این وســیله برای تعیین توان انواع الکتروموتور ها در بارهای مختلف در آزمایشــگاه مورد اســتفاده قرار می گیرد. اندازه گیری گشتاور، سرعت و توان خروجی الکتروموتورها در آزمون های تحت بار توسط این دستگاه انجام می پذیرد. کاربرد دینامومترها علاوه بر تعیین توان الکتروموتورها در بارهای مختلف، در تجهیزات پز شکی به منظور تعیین نیروی قسمت های مختلف بدن نیز می با شد. همچنین در صنایع خودرو سازی به منظور تست شا سی خودروها و موتورها مورد ا ستفاده قرار می گیرد. مبنای کار دینامومتر جذب توان با ا ستفاده از بارگذاری بر روی موتور می باشد که توان هدر رفت به صورت گرما از سیستم خارج می گردد. در واقع میزان بارگذاری انجام شده همان بار موتور اســت. تولید بارگذاری ثابت بر روی موتور بوســیله یک کنترل کننده انجام می شــود که در طی انجام آزمون، میزان باراگذاری و سرعت ثابت می ماند. مزایا :

- کنترل دقیق سرعت و گشتاور
- اینرسی پایین
- دوام بالا



شکل ۱-۵۹: دینامومتر در شرکت اپیل

۲- اندازه گیری گشتاور شفت موتور با ترکمتر

از این تجهیز برای اندازه گیری گشتاور و سرعت خروجی ماشین های الکترکی در آزمون بارداری استفاده می گردد. نحوه استفاده از تجهیز به این صورت است که دستگاه ترکمتر بین موتور و ژنراتور قرار می گیرد. اعمال بار به موتورهای تحت آزمون از طریق یک سیستم ژنراتور و بار اهمی انجام می شود. ژنراتور مورد استفاده از نوع سنکرون بوده و دارای سیستم تحریک با جاروبک و سرهای خروجی در دسترس می‌باشد. لذا، با اعمال ولتاژ DC با استفاده از یک منبع تغذیه، می‌توان ولتاژ خروجی ژنراتور را بطور پیوسته تغییر داد و مقادیر گشتاور و سرعت خروجی را بر روی نرم افزار دستگاه گشتاور سنج مشاهده نمود.



شکل ۱-۶۰: دستگاه ترکمتر در سیستم بارگیری با ژنراتور در شرکت اپیل



شکل ۱-۶۱: اندازه گیری گشتاور خروجی موتور با استفاده از نرم افزار دستگاه گشتاور سنج در شرکت اپیل

آزمون های الکتروموتور:

- آزمون مقاومت سیم پیچی

هدف:

- اندازه گیری مقاومت سرد سیم پیچ ها در دمای محیط
- محاسبه افزایش دمای سیم پیچ با روش مقاومتی

تجهیزات اندازه گیری:

۱- دستگاه اهم میتر CPC 100: برای اندازه گیری مقاومت سیم پیچ در رنج های بسیار پایین مثل میلی اهم با دقت بسیار بالا

۲- دستگاه مولتی متر (اهم متر): برای اندازه گیری مقاومت سیم پیچ الکتروموتورهای تا رنج ۷,۵ کیلووات



شکل ۱-۶۲:آزمون اندازه گیری مقاومت سیم پیچی در شرکت اپیل

- آزمون بی باری

هدف:

- تعیین تلفات بی باری و آهنی
- تعیین پارامترهای الکتریکی مدارمعادل
- اندازه گیری جریان بی باری

- اندازه گیری سرعت روتور در حالت بی باری

تجهیزات اندازه گیری:

سیستم راه اندازی آزمون (شامل منبع تغذیه، تابلوهای کنترل و قدرت، ژنراتور آزمایشگاهی، اتوترانس، ترانسفورماتور قدرت)، دستگاه اندازه گیری پاور کوالیتی، سرعت سنج

- آزمون باربداری

هدف:

- اندازه گیری بازده
- اندازه گیری افزایش دما
- اندازه گیری برچسب مصرف انرژی
- تعیین کلاس بازدهی (IE Code)

تجهیزات اندازه گیری:

سیستم راه اندازی آزمون (شامل منبع تغذیه، تابلوهای کنترل و قدرت، ژنراتور آزمایشگاهی، اتوترانس، ترانسفورماتور قدرت)، دستگاه پاور کوالیتی، دستگاه اندازه گیری دما، ترموکوپل، دوربین حرارتی





شکل ۱-۶۳: نمونه ای از دستگاه های اندازه گیری پارامترهای الکتریکی و دما در شرکت اپیل



شکل ۱-۶۴: آزمون بارگیری الکتروموتور در شرکت اپیل

- آزمون جریان اضافی اتفاقی

هدف:

- اندازه گیری جریان اضافی
- هماهنگی ماشین با تجهیزات کنترلی و حفاظتی

تجهیزات مورد استفاده:

دستگاه پاور کوالیتی، ترکمتر، نیرو سنج، سرعت سنج

- آزمون گشتاور اضافی لحظه ای :

هدف:

- اندازه گیری گشتاور اضافی
- رخ ندادن تغییرات تند سرعت

تجهیزات اندازه گیری:

پاور کوالیتی، ترکمتر، نیرو سنج، سرعت سنج

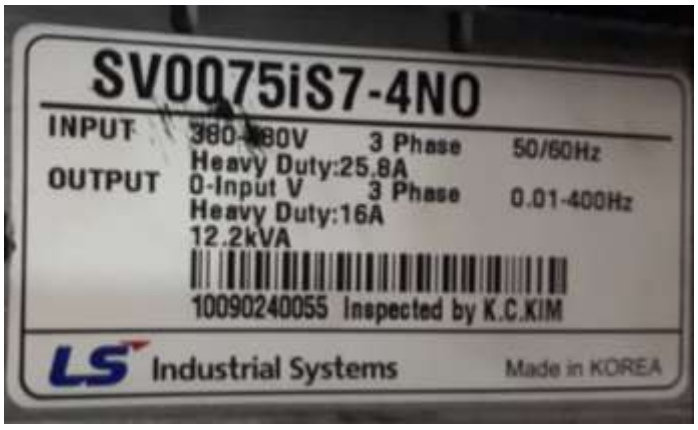
- آزمون اضافه سرعت

هدف:

- اندازه گیری ماکزیمم سرعت قابل تحمل موتور
- رخ ندادن تغییر شکل غیر طبیعی دایمی
- عملکرد صحیح الکتروموتور در حین و بعد از آزمون
- تست استحکام موتور

تجهیزات اندازه گیری:

درایو الکتریکی با قابلیت تغییر فرکانس، سرعت سنج





شکل ۱-۶۵: تصویر درایو آزمایشگاه موتور در شرکت اپیل

- آزمون سرعت کار ایمن

هدف:

- اندازه گیری سرعت ایمن الکتروموتور
- استحکام موتور و کیفیت قطعات به کار رفته در تجهیز

تجهیزات اندازه گیری:

سیستم راه اندازی آزمون (شامل منبع تغذیه، تابلوهای کنترل و قدرت، ژنراتور آزمایشگاهی، اتوترانس، ترانسفورماتور توزیع) و تجهیزات اندازه گیری و اعمال سرعت(درایو الکتریکی سرعت متغیر) به الکتروموتور، سرعت سنج

آزمون گشتاور بالا برنده:

هدف:

- اندازه گیری گشتاور بالابرنده الکتروموتورهای آسنکرون
- به دست آوردن مشخصه گشتاور- سرعت الکتروموتورهای آسنکرون

تجهیزات اندازه گیری:

سیستم راه اندازی آزمون (شامل منبع تغذیه، تابلوهای کنترل و قدرت، ژنراتور آزمایشگاهی، اتوترانس، ترانسفورماتور توزیع) و وسایل اندازه گیری گشتاور و سرعت مثل شفت انکودر، اسیلسکوپ، کامپیوتر





شکل ۱-۶۶: نمونه ای از سنسور شفت انکودر مورد استفاده در آزمایشگاه شرکت اپیل

- آزمون اعوجاج هارمونیکی:

هدف:

اندازه گیری THD

اندازه گیری پارامترهای کیفیت توان

تجهیزات اندازه گیری:

سیستم راه اندازی آزمون (شامل منبع تغذیه، تابلوهای کنترل و قدرت، ژنراتور آزمایشگاهی، اتوترانس، ترانسفورماتور توزیع)، پاورکوالیتی

- آزمون اندازه گیری مقاومت عایقی:

هدف:

- اندازه گیری مقاومت عایقی
- اندازه گیری اندیکس پولاریزاسیون
- اندازه گیری جریان نشتی

تجهیزات اندازه گیری:

دستگاه اندازه گیری مقاومت عایقی، دستگاه تست ایمنی



شکل ۱-۶۷: دستگاه اندازه گیری مقاومت عایقی در شرکت اپیل

- آزمون تحمل ولتاژ

هدف:

برسی استقامت الکتریکی عایق الکتروموتور

بررسی کیفیت عایق استفاده شده در الکتروموتور

اندازه گیری جریان نشتی

تجهیزات اندازه گیری:

دستگاه تست ایمنی، ژنراتور آزمایشگاهی، ترانسفورماتور آزمایشگاهی، اتوترانس، مقسم های مقاومتی و خازنی



شکل ۱-۶۸: تجهیزات آزمون تحمل ولتاژ در شرکت اپیل

- آزمون روتور قفل شده:

هدف:

اندازه گیری گشتاور راه اندازی

اندازه گیری توان ظاهری راه اندازی

اندازه گیری جریان راه اندازی

اندازه گیری پارامترهای مداری الکتروموتور

تجهیزات اندازه گیری:

سیستم راه اندازی آزمون (شامل منبع تغذیه، تابلوهای کنترل و قدرت، ژنراتور آزمایشگاهی، اتوترانس، ترانسفورماتور قدرت)، پاورکوالیتی، آچار قفل کننده شفت الکتروموتور، نیرو سنج، کامپیوتر

- آزمون اندازه گیری نویز

هدف:

- اندازه گیری سطح نویز الکتروموتور

تجهیزات اندازه گیری:

دستگاه نویز سنج



شکل ۱-۶۹: تجهیز آزمون اندازه گیری نویز در شرکت اپیل

- آزمون اندازه گیری ارتعاش

هدف:

- اندازه گیری ارتعاش الکترو موتور در راستای محورهای X,Y,Z
- بررسی کیفیت عملکرد تجهیزات به کاربرده شده
- بررسی عملکرد دینامیکی الکتروموتور

تجهیزات اندازه گیری:

دستگاه اندازه گیری ارتعاش سنج



شکل ۱-۷۰: تجهیز آزمون اندازه گیری ارتعاش در شرکت اپیل

آزمون ضریب تلفات عایقی (تانژانت دلتا)

هدف:

- اندازه گیری تلفات عایقی الکترو موتور
- اندازه گیری ظرفیت خازنی عایق الکتروموتور
- اندازه گیری جریان نشتی عایق الکتروموتور
- بررسی کیفیت عایقی الکتروموتور

تجهیزات اندازه گیری:

سیستم راه اندازی آزمون (شامل منبع تغذیه، تابلوهای کنترل و قدرت، ژنراتور آزمایشگاهی، اتوترانس، ترانسفورماتور قدرت آزمایشگاهی)، دستگاه اندازه گیری تلفات عایقی آمیکرون



شکل ۱-۷۱: تجهیزات آزمون تلفات عایقی در شرکت اپیل

- آزمون تخلیه جزیی

هدف:

- بررسی کیفیت عایقی الکتروموتور
- اندازه گیری سطح تخلیه های جزیی بار الکتریکی
- تعیین نقاط عیب عایق در صورت شکست عایقی

تجهیزات مورد استفاده:

سیستم راه اندازی آزمون (شامل منبع تغذیه، تابلوهای کنترل و قدرت، ژنراتور آزمایشگاهی، اتوترانس، ترانسفورماتور قدرت آزمایشگاهی)، دستگاه اندازه گیری تخلیه جزیی آمیکرون



شکل ۱-۷۲: تجهیزات آزمون تخلیه جزیی در شرکت اپیل

- **آزمایشگاه IP اپیل:**

در همه دستگاه‌های الکتریکی و الکترونیکی، کد IP[1] یک کد اطلاعات بسیار مهم است. سطح حفاظت IP درجه حفاظت است که نشان می‌دهد این محصولات به عوامل خارجی چگونه مقاوم هستند. در حوزه الکتروموتورها، آزمون IP بر اساس استاندارد بین المللی IEC 60034-5 و استاندارد ملی ISIRI 3772-5 انجام می پذیرد. هدف از انجام آزمون IP، تعیین درجه حفاظت الکتروموتورها در مقابل نفوذ آب و خاک می باشد.

آزمایشگاه ضد انفجار و اتکس اپیل:

ATEX یک دایرکتیو اروپایی است که در آن به الزامات و مقررات لازم جهت ایمنی تجهیزات الکتریکی و مکانیکی در مناطق خطرناک (مناطق مستعد انفجار) پرداخته شده است. متصدیان صنایع نفت، گاز، پترو شیمی، برق و... با پیاده‌سازی الزامات ATEX بر روی محصولاتی که در محیط‌های خطرناک انفجاری کاربرد دارند، علاوه بر اینکه می‌توانند از ایمنی محصول خود اطمینان داشته باشند با انتقال این اطمینان به مشتریان (نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها، پتروشیمی‌ها و...) می‌توانند از آن به‌عنوان یک مزیت رقابتی استفاده نمایند.

ATEX برای همه تجهیزات، سامانه‌های محافظ و وسایل خاص دیگری که در مناطق قابل‌انفجار بالقوه استفاده می‌شوند که شامل Gas (گاز) که در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، پالایش و یا Dust (گردوغبار) که در صنایع چوب، کاغذ، آرد کاربرد دارد مورداستفاده قار می‌گیرد چه این وسایل بر روی زمین نصب شوند یا در زیرزمین. مثال‌هایی از این تجهیزات عبارت‌اند از:

۱ - الکتروموتورها

۲ - گلندها

۳ - Junction Boxها

1- Ingress Protection

۴ - رکتیفایر
۵ - ژنراتورها
۶ - تابلو برق‌های ضد انفجار
۷ - چراغ‌های ضد انفجار و....

امروز شرکت‌ها با ارائه گواهی ATEX محصول ضد انفجار خود را معرفی می‌کنند. با ارائه گواهی ATEX از یک NB معتبر می‌توان نشان داد که محصول ضد انفجار طبق استاندارد ساخته شده و همچنین این اطمینان را در محیط‌های قابل‌استفاده حاصل می‌نماید که این تجهیز در شرایط مستعد انفجار منفجر نمی‌شود و حتی سبب انفجار نیز نمی‌شود؛ اما با اخذ این گواهی از خارج کشور علاوه بر هزینه‌های هنگفت و مشکلات حمل‌ونقل و تحریم این نگرانی‌ها نیز وجود دارد.

گواهی‌نامه SIL ازنظر ماهیت و مفهوم قدری با سایر گواهی‌نامه‌های معمول که در آزمایشگاه‌های کشور صادر می‌شود متفاوت است این گواهینامه اساساً مربوط به ارزیابی میزان قابلیت اطمینان موردنیاز برای فرایند و سامانه‌های ایمنی در صنعت است.

به‌عنوان‌مثال عملکرد کیسه هوای ماشین و یا ترمز آن، دریچه تخلیه فشار یک مخزن تا سامانه‌های پیچیده ایمنی در صنایع گاز، نفت و نیروگاه‌های هسته‌ای، موضوع این گواهینامه می‌باشند.

در یک سیستم ایمنی هر جز کوچک نظیر یک حس‌گر یا ترنسدیوسر داری یک احتمال خطا یا نرخ خط (لاندا) است. به‌عنوان‌مثال سازنده یک محصول بر اساس سوابق استفاده از محصول و محاسبات خود یک نرخ خطا را برای محصول خود اعلام می‌نماید و هر احتمال خطا بر اساس دو جدول ساده که در ادامه تو ضیح داده خواهد شد به ۴ سطح SIL از یک تا ۴ متناظر می‌شوند.

به‌عنوان‌مثال زیمنس یا ABB وقتی اعلام می‌نماید حس‌گر یا ترانس دیوسری به شماره مشخص داری گواهینامه ۲SIL است درواقع نرخ خطا یا قابلیت این جز را اعلام می‌نماید.

حال یک سیستم ایمنی در یک پلنت صنعتی به‌طورمعمول شامل اجزا مختلفی نظیر حس‌گر و ترانس دیوسر، کنترل‌کننده، نرم‌افزار، اپراتور انسانی و. است. حال بحث اصلی IEC 61508 این است که برای هر سیستم چه سطح SIL موردقبول است و با چه روش‌هایی می‌توان سطح SIL یک سیستم را به سطح قابل‌قبول رسانید که محاسبه این اعداد شامل محاسبات ریاضی کمی و گاها توصیفات کیفی قابلیت اطمینان است که به‌تفصیل در این استاندارد توضیح داده‌شده است.

برخلاف بسیاری از استانداردها این استاندارد در خصوص آزمون فیزیکی یک تجهیز نیست و بیشتر دستورالعمل و راهنمایی برای انجام محاسبات نرخ خطا و قابلیت اطمینان در یک سیستم متشکل از اجزا مختلف است.

صدور گواهینامه SIL برای تمام محصولاتی که در یک یا چند عملکرد ایمنی (SF) دارای نقش می‌باشند، مانند حس‌گرها، شیرهای مکانیکی، سامانه‌های اندازه‌گیری یا نرم‌افزارها و امکان‌پذیر است.دو نوع گواهینامه در تمام سطوح SIL و تحت پوشش IEC 61508 صادر می‌گردد عبارت‌اند از:

۱-گواهینامه نوعی SIL که قابلیت اطمینان یک نوع محصول را تائید می‌کند. CBها با تجزیه‌وتحلیل نمونه اولیه، درجه قابلیت اطمینان یک جز را تائید می‌کنند. پس از صدور گواهینامه، تولیدکنندگان می‌توانند به‌صورت سری از نمونه اولیه تولید کنند. گواهینامه نوعی SIL به مدت سه سال معتبر است. یک خانواده محصول را می‌توان از طریق یک نوع گواهینامه نیز تائید کرد.

۲-گواهینامه مشـــخص SIL که فقط یک جز مشـــخص‌شـــده در گواهی را پوشـــش می‌دهد. به‌طورکلی برای محصولات سفارشی یا برای محصولات مبتنی بر پروژه قابل‌استفاده است. آزمایش‌ها مستقیماً روی محصول مورد تائید انجام می شود. این‌یک گواهینامه منحصربه‌فرد است و فقط یک محصول خاص را به‌طور انحصاری پوشش می‌دهد و نمی‌تواند به سایر محصولات تسری و تعمیم داده شود.

۱ ۲ ۶ شرکت الکتروژن



شکل ۱-۷۳: نمایی از شرکت الکتروژن

شرکت الکتروموتور الکتروژن از سال ۱۳۶۷ تأ سیس شده است و امروزه به‌عنوان یکی از برترین تولیدکنندگان الکتروموتور صنعتی در خاورمیانه به شمار می‌رود. شرکت الکتروموتور الکتروژن با به‌کارگیری کادری مجرب در فضایی بالغ بر صد و پنجاه‌هزار مترمربع درزمینه‌ی تولید انواع الکتروموتور فعالیت دارد [۱۰]



شکل ۱-۷۴: آزمون **Prototype** شرکت الکتروژن



شکل ۱-۷۵: آزمون **Aluminum Quality Control** شرکت الکتروژن



شکل ۱-۷۶: نمایی دیگر از آزمون **Aluminum Quality Control** شرکت الکتروژن

- آزمون‌های مجموعه الکتروژن
  - ۱ - آزمون‌های دینا مومتری از الکتروموتور
  - ۲ - آزمون لغزش
  - ۳ - آزمون‌های حرارتی و محاسبه افزایش دما
  - ۴ - آزمون و محاسبه راندمان الکتروموتور
  - ۵ - آزمون نویز
  - ۶ - آزمون عملکردی بر روی کیس از الکتروموتور
  - ۷ - آزمون و محاسبه ضریب توان
- امکانات و تجهیزات مجموعه الکتروژن
  - ۱ - دستگاه آزمون دینامومتر هیسترزیس
  - ۲ - دستگاه آزمون دینامومتر اکتیو
  - ۳ - دستگاه آزمون ورق مغناطیسی
  - ۴ - دستگاه اهم‌تر آنلاین
  - ۵ - واتمتر
  - ۶ - تاکومتر
  - ۷ - میلی اهم‌تر دیجیتال
  - ۸ - نویز سنج
  - ۹ - ویبره متر
  - ۱۰ - ترمومتر دیجیتال
  - ۱۱ - دستگاه آزمون دی‌الکتریک

۱ ۲ ۷ شرکت صنایع ماشین‌های الکتریکی جوین(جمکو)

شرکت الکتروموتور جمکو که کار آن ساخت و تولید ماشین‌های الکتریکی است در سال ۱۳۶۹ هجری شمسی در شهر سبزوار تأسیس شد [۱۱].



شکل ۱-۷۷: نمایی از شرکت جمکو

شرکت دینام جمکو همان‌طور که از هدف آن مشخص است توانایی طراحی، ساخت و سرویس انواع الکتروموتور و ژنراتور در ایران را دارد که این فعالیت‌ها به‌و سیله برخورداری از نیروهای باتجربه و متخ صص در این امر و همچنین در اختیار گرفتن تجهیزات و ما شین‌آلات منح صربه‌فرد، ممکن شده ا ست. مح صولات شرکت جمکو به دلیل کیفیت بالای خود قابلیت رقابت با نمونه‌های خارجی باکیفیت صادرشده رادارند.

محصولات ساخته‌شده توسط شرکت جمکو عبارت‌اند از: الکتروموتور سه فاز صنعتی با توان ۱۵ کیلووات تا ۱۰ مگاوات که کاملاً مطابق با اســتانداردهای مشــخص بین‌المللی هســتند و کلیه آزمایش‌های لازم بر روی این تولیدات (الکتروموتورها و ژنراتورها) مطابق با استانداردهای معتبر جهانی و با تجهیزات پیشرفته صورت می‌گیرد.

آزمایشگاه شرکت صنایع ماشین‌های الکتریکی جوین(جمکو) در تاریخ ۱۳۸۲/۲/۱۹ موفق به دریافت پروانه تایید صلاحیت آزمایشگاه از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران گردید.



شکل ۱-۷۸: تصاویری از آزمایشگاه‌های شرکت جمکو

این آزمای شگاه مطابق با پروانه تایید صلاحیت قادر به انجام آزمای شات ما شین‌های الکتریکی دوار از رنج ۰/۱۲ کیلووات تا ۱۶۰۰ کیلووات بر اساس استاندارد ملی ۱-۳۷۷۲ و ۱-۱-۳۰-۳۷۷۲ می‌باشد.



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

گواهینامه تایید صلاحیت آزمایشگاه
Laboratory Accreditation Certificate

پیوست

دامنه کاربرد تایید صلاحیت آزمایشگاه شرکت صنایع ماشینهای الکتریکی جوین (جمکو)

ردیف	نام محصول	عنوان آزمون	آزمون محور*	محصول محور*	محدوده کاربرد	مرجع
۱	ماشین های الکتریکی دوار به استثنای ماشین های الکتریکی نصب شده‌ی بر وسایل	مقادیر اسمی و عملکردی بجز آزمون سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	✓		توان خروجی اسمی ۰/۱۲ کیلووات تا و خود ۱۶۰۰ کیلووات	ISIRI 3772-1 چاپ سوم ۱۳۹۰
۲	موتورهای الکتریکی القایی سه فاز	مقادیر و مشخصات فنی مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی	✓		توان خروجی اسمی ۰/۱۲ کیلووات تا و خود ۷۵۰ کیلووات	ISIRI 7966
۳	ماشین های الکتریکی دوار	درجات حفاظت تامین شده توسط محفظه های ماشین های الکتریکی دوار (کد IP)	✓		آزمون های مربوط به کدهای IP ۱۱-۲۱-۲۳-۴۴-۵۴	ISIRI 3772-5
۴	موتورهای الکتریکی القایی تک فاز	مقادیر و مشخصات فنی مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی	✓		توان خروجی اسمی ۰/۱۲ کیلووات تا و خود ۷۵۰ کیلووات	ISIRI 7879

۱- محصول محور: آزمایشگاه جهت انجام کلیه آزمون های مندرج در استاندارد ویژگی های محصول، تایید صلاحیت شده است.
۲- آزمون محور: آزمایشگاه جهت انجام آزمون های مندرج در جدول فوق تایید صلاحیت شده است.

علیرضا خاکی فیروز
رئیس مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

امیره پیرکاریخت
رئیس شورای تایید صلاحیت ایران

صفحه ۲ از ۲

ریاست جمهوری
سازمان ملی استاندارد ایران
اداره کل استاندارد استان خراسان رضوی

شماره گواهینامه: ۸۵۰۵/۱۰۸۵۲
تاریخ تمدید: ۱۳۹۸/۰۵/۰۴
مرتبه تمدید: اول معمر

گواهینامه تمدید آزمایشگاه همکار

صفحه ۱ از ۱

ردیف	نام محصول	محصول محور *	آزمون محور *	عنوان آزمون استخدام	محدوده کاربرد	مرجع
۱	الکتروموتور	✓		ماشین های الکتریکی دوار – مشخصات فنی مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی	(۰/۱۲ – ۱۶۰۰) کیلووات	استاندارد ملی ۷۷۷۰-۲-۰۰۱
				تجهیزات حفاظتی قابل انتخاب – قسمت ۲: مشخصات تجهیزات با ایمنی افزایشی "e"	-	استاندارد ملی ۱۰۸۵۰-۶
				ماشین های الکتریکی دوار- مقادیر اسمی و مشخصات	(۰/۱۲ – ۱۶۰۰) کیلووات	استاندارد ملی ۲۹۲۵-۱

* محصول محور: آزمایشگاه جهت انجام کلیه آزمون های مندرج در استاندارد ویژگی های محصول، تمدید شده است.
* آزمون محور: آزمایشگاه جهت انجام آزمون های مندرج در جدول فوق تمدید شده است.

علیرضا جمیع
مدیر کل

آدرس آزمایشگاه: سجزوار – کیلومتر ۲۵ جاده ایرانیان
تلفن: ۰۵۱-۴۴۴۴۴۴۴۴ نمابر: ۰۵۱-۴۴۴۴۴۴۴۴

شکل ۱-۷۹: گواهینامه‌های تایید صلاحیت آزمایشگاه شرکت جمکو

شایان‌ذکر است که این آزمایشگاه علاوه بر رنج پروانه دارای دامنه عملکرد وسیع به شرح ذیل می‌باشد که در خاورمیانه نیز منحصربه‌فرد است.

۱- آزمون کلیه الکتروموتورهای آسنکرون سه فاز فشار ضعیف از (۰/۱۲ کیلووات تا ۱۶۰۰ کیلووات) ۴۰۰ ولت
۲- آزمون کلیه الکتروموتورهای آسنکرون سه فاز فشارقوی از (۱۸۰کیلووات تا۱۶۰۰ کیلووات) ۶ کیلوولت
۳- آزمون کلیه ژنراتورهای سنکرون بدون جاروبک (۳۵ کیلووات تا ۱۲۵۰کیلووات) ۴۰۰ ولت
۴- آزمون کلیه ژنراتورهای سنکرون سه فاز تا قدرت ۱۰۰۰ کیلووات ــ ۴۰۰ ولت
۵-آزمون کلیه الکتروموتورهای DC از (۱ کیلوولت آمپر تا ۱۰۰۰ کیلوولت آمپر) تا ولتاژ ۷۵۰ ولت

هدف آزمایشگاه شرکت صنایع ماشین‌های الکتریکی جوین انجام آزمایشات دقیق مطابق با استانداردهای ملی و جهانی است که همواره بازتاب دقیقی از خواسته‌های مشتریان این آزمایشگاه می‌باشد.

راهکارهای ذیل برای نیل به اهداف کیفیت آزمایشگاه در نظر گرفته‌شده است:

۱. نیازهای مشتریان
۲. شـــناســـایی و تعیین چگونگی تخمین عدم قطعیت تجهیزات و روش‌های اندازه‌گیری به‌منظور ارتقاء سطح آزمایشات
۳. بهره‌گیری از تجهیزات آزمایشگاهی مناسب به‌منظور افزایش سطح کیفیت آزمایشات
۴. اعمال کنترل و نظارت مستمر بر انجام آزمایشات به‌منظور کسب اطمینان از کیفیت آن‌ها

۵. به‌کارگیری نیروی انسانی مجرب به‌عنوان ارزشمندترین سرمایه آزمایشگاه از طریق آموزش و ارتقاء کیفی آن‌ها

- آزمون‌های مجموعه جمکو

۱. آزمون الکتروموتورهای فشار ضعیف
۲. آزمون الکتروموتورهای فشارقوی
۳. آزمون الکتروموتورهای ضد انفجار
۴. آزمون IP
۵. آزمایشگاه مواد

هر یک از مسئولین آزمایشگاه که دارای سمت سازمانی مرتبط با نظام کیفیت می‌باشند، جهت انجام وظایف محوله دارای اختیارات بوده و اطمینان حاصل می‌نمایند که کلیه فعالیت‌ها منطبق با سیستم کیفیت آزمایشگاه انجام خواهد گرفت.

- تجهیزات آزمایشگاه شرکت جمکو

با توجه به اینکه در کارگاه‌های تست نیاز به سطوح مختلف ولتاژ و فرکانس می‌باشد این کارگاه‌ها مجهز به گروه‌های ماشین‌های DC و ژنراتور سنکرون و موتور سنکرون با قدرت‌های متفاوت می‌باشند که با کنترل سرعت ماشین‌های DC و تحریک ژنراتور سنکرون می‌توان فرکانس و ولتاژ متفاوت را جهت انجام تست‌ها تولید نمود.

- گروه موتور DC و ژنراتور سنکرون فشار ضعیف به قدرت‌های ۴۵ کیلووات و ۱۶۰ کیلووات و ۵۵۰ کیلووات
- گروه موتور DC و ژنراتور سنکرون فشارقوی به قدرت ۲۵۰۰ کیلووات
- گروه موتور DC و ژنراتور سنکرون و موتور سنکرون به قدرت ۴۰۰۰ کیلووات



شکل ۱-۸۰: اتوترانس‌های کارگاه تست شرکت جمکو

کارگاه‌های تست همچنین شامل اتوترانس‌هایی به قدرت ۱۰۰۰ کیلوولت آمپر تا ۸۰۰ کیلوولت آمپر با سطح ولتاژ ۰ – ۶۶۰ ولت می‌باشند.

ژنراتور DC و بار مقاومتی، سلفی و خازنی به قدرت‌های ۱۶۰ کیلووات جهت بارگذاری روی الکتروموتورها.



شکل ۱-۸۱: بارهای مقاومتی، سلفی و خازنی آزمایشگاه شرکت جمکو

- سیستم کنترل سرعت جهت کنترل سرعت ماشین‌های DC
- سیستم کنترل تحریک ماشین‌های DC و ماشین‌های سنکرون
- سیستم سنکرونیزم جهت اتصال موتورهای سنکرون به شبکه



شکل ۱-۸۲: سیستم حفاظت آزمایشگاه شرکت جمکو

- سیستم حفاظت شامل رله‌های جریان اضافی– ولتاژ اضافی– جریان اتصال کوتاه – قطع تحریک ماشین‌های DC – دیفرانسیل – افت ولتاژ –زیر تحریک



شکل ۱-۸۳: سیستم اندازه‌گیری آزمایشگاه شرکت جمکو

- سیستم اندازه‌گیری با رنج‌های مختلف از ۵ آمپر تا ۲۰۰۰ آمپر

- دستگاه‌های اندازه‌گیری شامل: پل اندازه‌گیری– میگر– ارتعاش سنج– نویز سنج– دور سنج– گشتاور سنج– ترمومتر دیجیتال و آنالوگ – انواع آمپرمتر، ولت‌متر و وات متر دیجیتال و آنالوگ در رنج های مختلف COS φ متر – فرکانس متر – هارمونیک سنج – فشارسنج – دستگاه تست ولتاژ پایداری (Hipot)- دستگاه تست دور به دور (Surge)



شکل ۱-۸۴: سیستم کامپیوتری متصل به سیستم اندازه‌گیری آزمایشگاه شرکت جمکو

- سیستم کامپیوتری متصل به سیستم اندازه‌گیری که تمامی نتایج اندازه‌گیری را توسط نرم‌افزار مخصوص ثبت و بعد از انجام محاسبات تحلیل داده‌ها ذخیره می‌نماید.



شکل ۱-۸۵: تجهیزات کنترلی آزمایشگاه شرکت جمکو

- تجهیزات کنترلی جهت چک کردن قطعات الکتروموتور در حین تولید شامل: دستگاه تست بلبرینگ، دستگاه بالانس (جهت بالانس کردن روتور)، صافی سنج، دستگاه تست استحکام مکانیکی پوسته، میکرومتر، کولیس، گونیا، ساعت اندازه‌گیری و صفحه صافی.

- آزمون‌های الکتروموتور شرکت جمکو

تست مقاومت سیم‌پیچی[1]

هدف:

- اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچ‌های الکتروموتور در دمای محیط
- محاسبه افزایش دما

تجهیزات اندازه‌گیری: پل اندازه‌گیری یا میلی اهم‌متر



شکل ۱-۸۶: تست مقاومت سیم پیچی در آزمایشگاه شرکت جمکو

- تست مقاومت عایقی[2]

1- Winding resistant test
2- Insulation test

هدف:

- اندازه‌گیری مقاومت عایقی بین فازها و فازها با زمین در دمای محیط و اطمینان از عدم اتصـــال کوتاه داخلی یا اتصال بدنه سیم‌پیچی.

تجهیزات اندازه‌گیری: میگر



شکل ۱-۸۷: تست مقاومت عایقی در آزمایشگاه شرکت جمکو

- تست ولتاژ پایداری[1]

هدف:

- تست استقامت الکتریکی عایق‌های بین فازها و فازها با زمین.

تجهیزات اندازه‌گیری: دستگاه تست ولتاژ پایداری.



شکل ۱-۸۸: تست ولتاژ پایداری در آزمایشگاه شرکت جمکو

- تست بی‌باری[2]

هدف:

1- Withstand Voltage Test
2- No load test

- اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی الکتروموتور تحت حالت بی‌باری.
- بررسی تلفات بی‌باری شامل آهنی و مکانیکی و جریان بی‌باری.

تجهیزات اندازه‌گیری: سیستم تست الکتروموتور شامل (تابلوهای فرمان و قدرت- الکتروموتورهای و ژنراتورهای پشتیبانی- اتو ترانس- وسایل اندازه‌گیری الکتریکی و تابلویی- سیستم کامپیوتر).



شکل ۱-۸۹: تست بی‌باری الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو

- تست دور[1]

هدف:

- اندازه‌گیری دور الکتروموتور در حالت بی‌باری.

تجهیزات اندازه‌گیری: دورسنج.



شکل ۱-۹۰: تست دور الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو

- تست ارتعاش[2]

هدف:

1- Speed test
2- Vibration test

- اندازه‌گیری ارتعاش الکتروموتور در سه راستای X و Y و Z در هفت نقطه روی درپوش جلو، عقب و بدنه
- چک کردن کیفیت تعادل دینامیکی، کیفیت مونتاژ موتور، کیفیت عملکرد قطعات

تجهیزات اندازه‌گیری: ارتعاش سنج.



شکل ۱-۹۱: تست ارتعاش الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو

- تست روتور قفل‌شده[1]

هدف:

- اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی الکتروموتور تحت حالت روتور قفل‌شده.

تجهیزات اندازه‌گیری: سیستم تست الکتروموتور شامل (تابلوهای فرمان و قدرت- الکتروموتورهای و ژنراتورهای پشتیبانی- اتو ترانس- وسایل اندازه‌گیری الکتریکی و تابلویی- سیستم کامپیوتر) – آچار قفل کننده روتور.

- تست سرعت اضافی[2]

هدف:

- تست استحکام مکانیکی الکتروموتور و کیفیت مونتاژ رتور مطابق با نیاز.

تجهیزات اندازه‌گیری: سیستم تست الکتروموتور شامل (تابلوهای فرمان و قدرت-الکتروموتورها و ژنراتورهای پشتیبانی– وسایل اندازه‌گیری الکتریکی و تابلویی – سیستم کامپیوتر)

- تست ولتاژ اضافی[3]

هدف:

- تست استقامت الکتریکی الکتروموتور تحت ولتاژ اضافی.

تجهیزات اندازه‌گیری: سیستم تست الکتروموتور شامل (تابلوهای فرمان و قدرت- الکتروموتورهای و ژنراتورهای پشتیبانی- اتو ترانس- وسایل اندازه‌گیری الکتریکی و تابلویی- سیستم کامپیوتر)

1- Short circuit test
2- Over speed test
3- Over voltage test

- تست بار [1]

هدف:

- اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی الکتروموتور تحت بار یا در صورت نیاز بار اضافی .

تجهیزات اندازه‌گیری: سیستم تست الکتروموتور شامل (تابلوهای فرمان و قدرت – الکتروموتورها و ژنراتورهای پشتیبانی- اتو ترانس – وسایل اندازه‌گیری الکتریکی و تابلویی – ژنراتور تست همراه - بار- سیستم کامپیوتر)



شکل ۱-۹۲: تست بار الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو

- تست افزایش دما[2]

هدف:

- اندازه‌گیری دمای نقاط مختلف الکتروموتور تحت تست بار

تجهیزات اندازه‌گیری: تجهیزات اندازه‌گیری الکتروموتور تحت تست بار به‌اضافه دماسنج یا ترمومتر.

توضیح: مدار این تست همان مدار تست بارداری می‌باشد و علاوه بر آن تعدادی دماسنج در نقاط مختلف الکتروموتور نصب می‌شود. در این تست الکتروموتور تا زمان ثابت شدن دمای بدنه آن زیر بار می‌باشد و در فواصل ۳۰ دقیقه‌ای دمای نقاط مختلف الکتروموتور اندازه‌گیری می‌شود.

1- Load test
2- Temperature rise test



شکل ۱-۹۳: تست افزایش دما الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو

- اندازه‌گیری نسبت ولتاژ روتور (برای موتور روتور سیم‌پیچی شده)

هدف:

- چک کردن اتصالات سیم‌پیچ‌های استاتور و روتور
- چک کردن حلقه‌های سری هر فاز
- چک کردن گام سیم‌پیچی
- چک کردن اتصالات سیم‌پیچ روتور و حلقه‌های نگه‌دارنده
- چک کردن تقارن‌های بین سیم‌پیچی‌های روتور و استاتور
- چک کردن بالانس ولتاژ سه فاز
- چک کردن ضریب ولتاژ

تجهیزات اندازه‌گیری: ولت‌متر، سیستم راه‌اندازی الکتروموتور

- اندازه‌گیری نویز

هدف:

- چک کردن میزان صدای الکتروموتور

تجهیزات اندازه‌گیری: دستگاه نویز سنج



شکل ۱-۹۴: اندازه‌گیری نویز الکتروموتور در آزمایشگاه شرکت جمکو

- اندازه‌گیری گشتاور ماند

هدف:

- اندازه‌گیری گشتاور ماند الکتروموتور و مقایسه آن با مقادیر استاندارد.

تجهیزات اندازه‌گیری: کرنومتر – دستگاه دورسنج

- اندازه‌گیری ولتاژ شفت

هدف:

- اندازه‌گیری ولتاژ ضعیفی که در شفت الکتروموتورهای بزرگ القا می‌شود.

تجهیزات اندازه‌گیری: ولت‌متر با مقاومت داخلی بالا

- تست IP[1]

هدف: آزمون درجات حفاظت تأمین‌شده توسط محفظه‌ها برای ماشین‌های الکتریکی دوار است.

- حفاظت ماشین الکتریکی در برابر اثرات زیان‌بار ناشی از نفوذ گردوغبار
- حفاظت ماشین الکتریکی در برابر اثرات زیان‌بار ناشی از نفوذ آب و مایعات

شاخص‌های به‌کاررفته برای درجه حفاظت متشکل از حروف IP به همراه دو رقم مشخصه می‌باشد مثلاً IP 56 که رقم اول، میزان نفوذ گردوغبار و رقم دوم میزان نفوذ آب به داخل الکتروموتور را نشان می‌دهد.

الزامات کلی آزمون‌ها

آزمون‌های مشخص‌شده تست IP، آزمون‌های نوعی می‌باشند. آزمون‌ها باید بر محصولات استاندارد یا مدل‌های از آن‌ها انجام‌پذیرند هنگامی‌که این امر عملی نباشد، تائید توسط آزمون یا پذیرش با بررسی نقشه‌ها باید بین سازنده و کاربر توافق شود.

آزمون‌ها برای اولین رقم مشخصه

در آزمایشگاه تست IP شرکت جمکو برای تعیین درجه اولین رقم مشخصه یعنی IP 5X و IP 6X، الکتروموتور در داخل اتاقکی به ابعاد 2*1.6*2 مترمکعب در سرعت اسمی با در نظر گرفتن تمهیدات ایمنی مورد تست قرار

1- Ingress Protection

می‌گیرد در داخل اتاقک مقدار ۲۰ کیلوگرم پودر تالکوم وجود دارد که توسط یک پمپ گردشی، پودر سیرکوله می‌گردد مدت آزمون در این فرآیند ۸ ساعت است.



شکل ۱-۹۵: الکتروموتور سه فاز در حین آزمون گردوغبار شرکت جمکو



شکل ۱-۹۶: الکتروموتور دمونتاژ شده پس از آزمون گردوغبار در آزمایشگاه شرکت جمکو

الکتروموتور دمونتاژ شده پس از آزمون گردوغبار، هیچ‌گونه نفوذ گردوغبار مشاهده نمی‌شود.

آزمون‌ها برای دومین رقم مشخصه

در آزمایشگاه تست IP شرکت جمکو برای تعیین درجه دومین رقم مشخصه یعنی IPX5 وIPX6 ، الکتروموتور در داخل اتاقک پاشش آب قرار می‌گیرد در این آزمون الکتروموتور می‌تواند به حالت خاموش و یا روشن (با در نظر گرفتن تمهیدات ایمنی) تست گردد.



شکل ۱-۹۷: الکتروموتور در داخل اتاقک پاشش آب در آزمایشگاه شرکت جمکو

نمونه‌ای از نتیجه آزمون تایپ تست شرکت جمکو در پیوست ۱ قابل ملاحظه می‌باشد.

- آزمایشگاه ضدانفجار شرکت جمکو

الکتروموتورهای ضدانفجار به دلیل شرایط ویژه محیطی مورد استفاده که امکان انباشت گازها و مواد شیمیایی و پدید آوردن آمیزه‌های قابل‌انفجار یا اشتعال با هوا وجود دارد، می‌بایست در برابر پیدایش جرقه یا تبادل جرقه با محیط پیرامونی، ایمن باشند. لذا پس از ساخت در یک محیط گازی شبیه‌سازی‌شده مورد تست و ارزیابی قرار می‌گیرند و ازآنجاکه به هنگام تست احتمال انفجار وجود دارد و این انفجار ممکن است به پرسنل و تأسیسات آسیب برساند شرکت جمکو اقدام به طراحی و ساخت محفظه پایدار در برابر انفجار نمود که دارای ویژگی‌های زیر می‌باشد:

- اولین آزمایشگاه در ایران و خاورمیانه و جزء نادر آزمایشگاه‌های ضد انفجار جهان است.
- مقاوم در برابر انفجار و قابلیت میرایی و کاهش صداء ارتعاش و شدت انفجار را دارد.
- دارا بودن سیستم قدرت فشار ضعیف و فشارقوی جهت راه‌اندازی الکتروموتور.
- ابعاد داخلی: ۴×۶×۴ مترمکعب
- قابلیت انجام تست تا بیش از ۲ مگاوات توان الکتروموتور

سیستم آنالیز گاز به روش کاملاً بومی و استفاده از کنتور حجمی گاز که قابلیت ثبت میزان گاز تزریقی برای انواع گازهای کاربردی را دارد.







شکل ۱-۹۸: تست الکتروموتورهای ضد انفجار در آزمایشگاه شرکت جمکو

۱ ۲ ۸ شرکت موتوژن

برند معروف و معتبر موتوژن تبریز یکی از خوش‌نام‌ترین برندهای الکتروموتور ایرانی به شمار می‌رود. این شرکت با بیش از ۳۵ سال سابقه تولید انواع الکتروموتور، امروزه گستره وسیعی از الکتروموتور تک فاز و الکتروموتور سه فاز را تولید می‌کند. این شرکت در سال ۱۳۵۲ بانام گلد الکتریک پا به عر صه صنعت گذا شت و در سال ۱۳۵۴ نام آن به موتوژن تغییر پیدا کرد. در طول این ســـال‌ها بیش از دو میلیون از انواع الکتروموتور تولید کرده و به بازارهای ایران، اروپا، آسیا و آفریقا فرستاده است [۱۲].



شکل ۱-۹۹: نمایی از شرکت موتوژن

- آزمایشگاه‌های شرکت موتوژن
  - ۱ - آزمایشگاه الکتروتکنیک
  - ۲ - آزمایشگاه مترولوژی
  - ۳ - آزمایشگاه متالوژی
  - ۴ - آزمایشگاه مواد و سیم لاکی
  - ۵ - آزمایشگاه نویز و ارتعاش و IP
  - ۶ - کالیبراسیون ابزارهای الکتریکی
  - ۷ - کالیبراسیون ابزارهای مکانیکی
- تجهیزات و امکانات آزمایشگاهی موتوژن

۱ - دستگاه دینامومتر برای آزمون انواع الکتروموتور تا ۵۵ کیلووات

۲ - دستگاه اندازه‌گیری سه‌بعدی برای اندازه‌گیری قطعات تا وزن ۱۰۰۰ کیلوگرم



شکل ۱-۱۰۰: دستگاه اندازه‌گیری سه‌بعدی شرکت موتوژن

۳ - دستگاه گردی سنج

۴ - دستگاه اندازه‌گیری زبری سطوح

۵ - دستگاه بزرگنمایی

۶ - دستگاه کوانتومتر

از آنجا که از این دستگاه که بر اساس تخلیه الکتریکی نشری کار می‌کند، اغلب برای شناسایی و آنالیز عناصر فلزی استفاده می‌شود، متداول‌ترین نوع آنالیز برای صنعت متالورژی است.



شکل ۱-۱۰۱: انواع دینامومترهای شرکت موتوژن

۷ - دستگاه سختی سنج

۸ - دستگاه میکروسکوپ متالوگرافی

۹ - دستگاه آزمون روتور

۱۰ - دستگاه‌های آزمون سیم لاکی

دستگاه سیم لاکی ازجمله انواع سیم و کابل‌هایی ست که به‌واسطه‌ی حجم عایق نازکی که دارد در سیم‌پیچی‌های ساده یا موتوردار به کار گرفته می‌شود.



شکل ۱-۱۰۲: تجهیزات تست سیم لاکی آزمایشگاه موتوژن

۱۱ - ارتعاش سنج و ترازسنج صوتی

۱۲ - دستگاه آزمون IP

- آزمون‌های قابل انجام توسط شرکت موتوژن

۱- آزمون حرارتی با محدوده کاربرد ۶۳۰ کیووات الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف تا ۴ قطب با روش مقاومتی

۲- آزمون گشتاور اضافی لحظه‌ای ۴۰۰۰ نیوتن متر الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف

۳- آزمون اضافه سرعت ۳۷۰۰ دور در دقیقه الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف

۴- آزمون تحمل ولتاژ ۲۰۰۰ ولت الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف

۵- آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی ۶۰ وات تا ۶۳۰ کیلووات الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف تا ۴ قطب

۶- آزمون برچسب انرژی ۱۲۰ وات تا ۶۳۰ کیلووات الکتروموتورهای القایی فشار ضعیف تغذیه شده از خط تا ۴ قطب

۷- شناسایی فلزات از طریق کوانتومتری آلیاژهای آهنی، آلومینیومی و آلیاژهای پایه مس

۸- آزمون سختی سنج برینل و راکول مواد فلزی

۹- اندازه‌گیری نیروی خراشندگی ۰/۴۹ تا ۲۰/۵ نیوتن سیم لاکی

۱۰-اندازه‌گیری زاویه برگشت فنری تا ۷۲ درجه سیم لاکی

۱۱-اندازه‌گیری درصد کشش تا ۵۰ درصد سیم لاکی

۱۲-اندازه‌گیری ولتاژ شکست ۲۰ کیلوولت سیم لاکی

۱۳-آزمون شوک حرارتی سیم لاکی

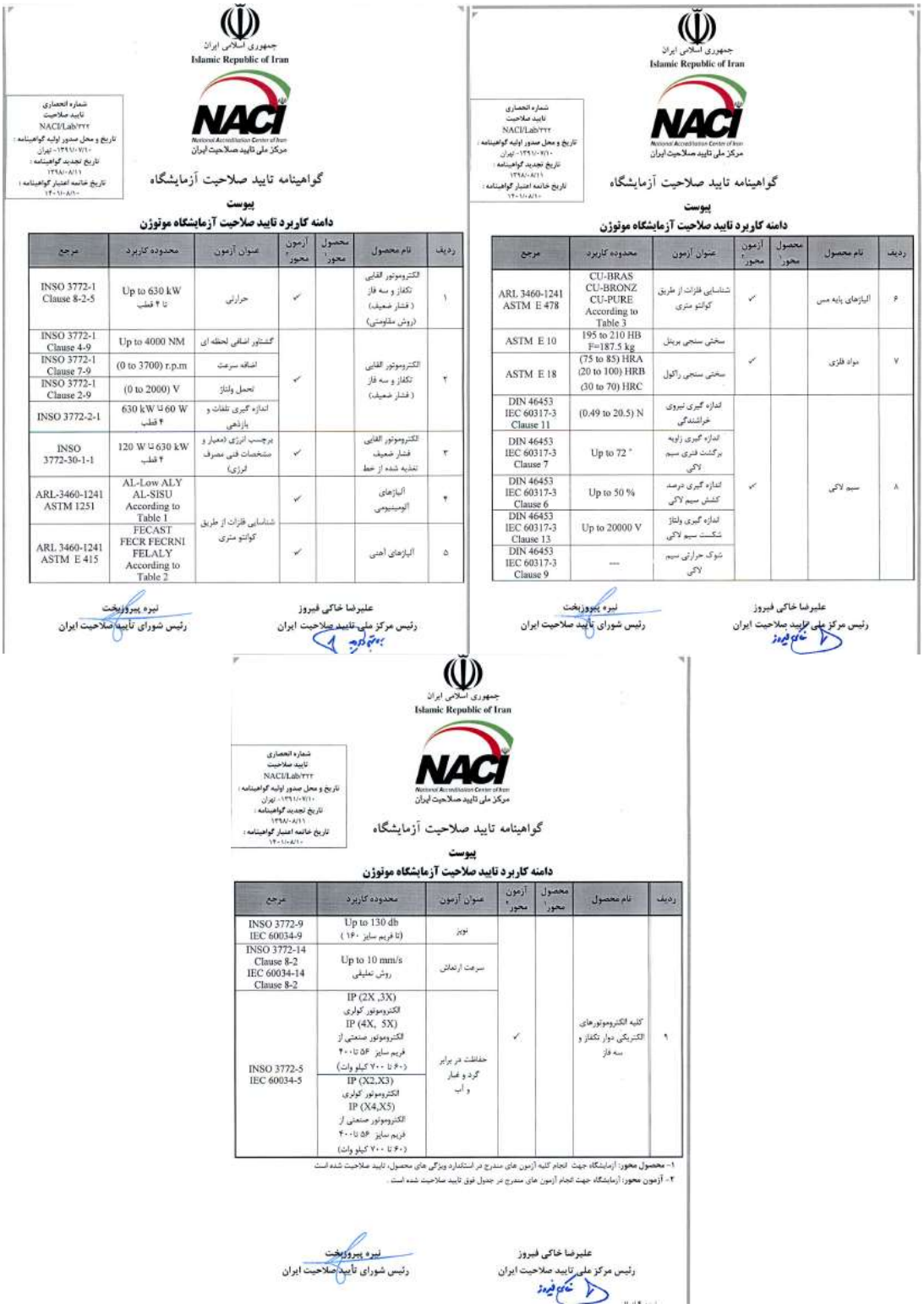
۱۴-آزمون نویز 130db تا فریم سایز ۱۶۰ الکتروموتورهای الکتریکی دوار تک‌فاز و سه‌فاز

۱۵-آزمون ارتعاش ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه با روش تعلیقی الکتروموتورهای الکتریکی دوار تک‌فاز و سه‌فاز

۱۶-آزمون حفاظت در برابر گرد و غبار و آب الکتروموتور صنعتی از فریم سایز ۵۶ تا ۴۰۰، ۶۰ تا ۷۰۰ کیلووات الکتروموتورهای الکتریکی دوار تک‌فاز و سه‌فاز

لازم به ذکر است شرکت موتوژن جهت انجام آزمون‌های فوق از تجهیزات ساخت کشورهای آلمان و سوئیس استفاده می‌کند.

- گواهینامه‌های تایید صلاحیت آزمایشگاه شرکت موتوژن



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
NACI
National Accreditation Center of Iran
مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

شماره انحصاری تایید صلاحیت NACI/Lab/۲۲۲
تاریخ و محل صدور اولیه گواهینامه: ۱۳۹۱/۰۷/۱۰ - تهران
تاریخ تجدید گواهینامه: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱
تاریخ خاتمه اعتبار گواهینامه: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰

گواهینامه تایید صلاحیت آزمایشگاه

پیوست

دامنه کاربرد تایید صلاحیت آزمایشگاه موتوژن

ردیف	نام محصول	محصول محور ۱	آزمون محور ۲	عنوان آزمون	محدوده کاربرد	مرجع
۱	الکتروموتور القایی تکفاز و سه فاز (فشار ضعیف) (روش مقاومتی)		✓	حرارتی	Up to 630 kW تا ۴ قطب	INSO 3772-1 Clause 8-2-5
۲	الکتروموتور القایی تکفاز و سه فاز (فشار ضعیف)		✓	گشتاور اضافی لحظه ای	Up to 4000 NM	INSO 3772-1 Clause 4-9
				اضافه سرعت	(0 to 3700) r.p.m	INSO 3772-1 Clause 7-9
				تحمل ولتاژ	(0 to 2000) V	INSO 3772-1 Clause 2-9
				اندازه گیری تلفات و بازدهی	630 kW تا 60 W ۴ قطب	INSO 3772-2-1
۳	الکتروموتور القایی فشار ضعیف تغذیه شده از خط		✓	برچسب انرژی (معیار و مشخصات فنی مصرف انرژی)	630 kW تا 120 W ۴ قطب	INSO 3772-30-1-1
۴	آلیاژهای آلومینیومی		✓	شناسایی فلزات از طریق کوانتو متری	AL-Low ALY AL-SISU According to Table 1	ARL-3460-1241 ASTM 1251
۵	آلیاژهای آهنی		✓		FECAST FECR FECRN1 FELALY According to Table 2	ARL 3460-1241 ASTM E 415

نیره پیروزبخت
رئیس شورای تایید صلاحیت ایران

علیرضا خاکی فیروز
رئیس مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
NACI
National Accreditation Center of Iran
مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

شماره انحصاری تایید صلاحیت NACI/Lab/۲۲۲
تاریخ و محل صدور اولیه گواهینامه: ۱۳۹۱/۰۷/۱۰ - تهران
تاریخ تجدید گواهینامه: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱
تاریخ خاتمه اعتبار گواهینامه: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰

گواهینامه تایید صلاحیت آزمایشگاه

پیوست

دامنه کاربرد تایید صلاحیت آزمایشگاه موتوژن

ردیف	نام محصول	محصول محور ۱	آزمون محور ۲	عنوان آزمون	محدوده کاربرد	مرجع
۶	آلیاژهای پایه مس		✓	شناسایی فلزات از طریق کوانتو متری	CU-BRAS CU-BRONZ CU-PURE According to Table 3	ARL 3460-1241 ASTM E 478
۷	مواد فلزی			سختی سنجی برینل	195 to 210 HB F=187.5 kg	ASTM E 10
				سختی سنجی راکول	(75 to 85) HRA (20 to 100) HRB (30 to 70) HRC	ASTM E 18
۸	سیم لاکی		✓	اندازه گیری نیروی خراشندگی	(0.49 to 20.5) N	DIN 46453 IEC 60317-3 Clause 11
				اندازه گیری زاویه برگشت فنری سیم لاکی	Up to 72 °	DIN 46453 IEC 60317-3 Clause 7
				اندازه گیری درصد کشش سیم لاکی	Up to 50 %	DIN 46453 IEC 60317-3 Clause 6
				اندازه گیری ولتاژ شکست سیم لاکی	Up to 20000 V	DIN 46453 IEC 60317-3 Clause 13
				شوک حرارتی سیم لاکی	---	DIN 46453 IEC 60317-3 Clause 9

نیره پیروزبخت
رئیس شورای تایید صلاحیت ایران

علیرضا خاکی فیروز
رئیس مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
NACI
National Accreditation Center of Iran
مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

شماره انحصاری تایید صلاحیت NACI/Lab/۲۲۲
تاریخ و محل صدور اولیه گواهینامه: ۱۳۹۱/۰۷/۱۰ - تهران
تاریخ تجدید گواهینامه: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱
تاریخ خاتمه اعتبار گواهینامه: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰

گواهینامه تایید صلاحیت آزمایشگاه

پیوست

دامنه کاربرد تایید صلاحیت آزمایشگاه موتوژن

ردیف	نام محصول	محصول محور ۱	آزمون محور ۲	عنوان آزمون	محدوده کاربرد	مرجع
۹	کلیه الکتروموتورهای الکتریکی دوار تکفاز و سه فاز		✓	نویز	Up to 130 db (تا فریم سایز ۱۶۰)	INSO 3772-9 IEC 60034-9
				سرعت ارتعاش	Up to 10 mm/s روش تعلیقی	INSO 3772-14 Clause 8-2 IEC 60034-14 Clause 8-2
				حفاظت در برابر گرد و غبار و آب	IP (2X ,3X) الکتروموتور کولری IP (4X, 5X) الکتروموتور صنعتی از فریم سایز ۵۶ تا ۲۰۰ (۶۰ تا ۷۰۰ کیلو وات)	INSO 3772-5 IEC 60034-5
					IP (X2,X3) الکتروموتور کولری IP (X4,X5) الکتروموتور صنعتی از فریم سایز ۵۶ تا ۲۰۰ (۶۰ تا ۷۰۰ کیلو وات)	

۱- **محصول محور**: آزمایشگاه جهت انجام کلیه آزمون های مندرج در استاندارد ویژگی های محصول، تایید صلاحیت شده است.
۲- **آزمون محور**: آزمایشگاه جهت انجام آزمون های مندرج در جدول فوق تایید صلاحیت شده است.

نیره پیروزبخت
رئیس شورای تایید صلاحیت ایران

علیرضا خاکی فیروز
رئیس مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

شکل ۱-۱۰۳: گواهینامه‌های تایید صلاحیت آزمایشگاه شرکت موتوژن

۱ ۲ ۹ شرکت توربوژنراتور شاهرود

شـرکت توربوژنراتور شـاهرود با تکیه‌بر تخصـص و باور نیروهای مسـتعد و بهره‌گیری از تجارب دو دهه فعالیت

مستمر کارشناسان خود درزمینه‌ی طراحی، ساخت و بازسازی انواع ماشین‌های الکتریکی فشارقوی و فشار ضعیف نقش مهمی را در انجام پروژه‌های بزرگ کشور به عهده داشته است. لذا در راستای تأمین نیازها و خواسته‌های کارفرمایان و با برخورداری از قابلیت‌های منحصربه‌فرد ازجمله کاهش مدت‌زمان سفارش ساخت و بازسازی و همچنین کیفیت قابل‌رقابت محصولات با نمونه‌های خارجی موفق شده است [۱۳].

- آزمون‌های مجموعه توربوژنراتور شاهرود

۱ - آزمون راه‌اندازی و آنالیز ارتعاشات و اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی و مکانیکی انواع الکتروموتورهای DC به‌صورت ON LOAD و NO LOAD تا توان ۱ مگاوات

۲ - آزمون و راه‌اندازی و آنالیز ارتعاشات و اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی و مکانیکی ژنراتورهای AC به‌صورت ON LOAD تا توان ۱مگاولت‌آمپر

۳ - آزمون و راه‌اندازی و آنالیز ارتعاشات و اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی و مکانیکی انواع الکتروموتورهای AC تا توان ۲۷۰ کیلووات به‌صورت ON LOAD و NO LOAD

۴ - آزمون‌های نسبت تبدیل اتصال کوتاه، تعیین گروه برداری، شکست روغن و فیلتر پرس انواع ترانسفورماتور

۵ - آزمون IP

۶ - آزمون سربندی، آزمون جوش، آزمون حوزه دوار، آزمون مقاومت عایقی، آزمون استقامت الکتریکی، اندازه‌گیری مقاومت اهمی، اندوکتانس و ظرفیت خازنی مرتبط با استاتورها

۷ - بالانس دینامیکی

۸ - اندازه‌گیری‌های ابعادی قطعات ماشین

- تجهیزات اصلی آزمایشگاه توربو ژنراتور شاهرود

۱ - دستگاه بالانس پرتابل

دستگاه پرتابل آنالیز ارتعاشات جهت بالانس در یک یا دو صفحه در قطعات دوار، به همراه دو حس‌گر جهت اندازه‌گیری همزمان سرعت ارتعاشات، حس‌گر زاویه‌ی فاز لیزری، بلوک اندازه‌گیری ارتعاشات که به همراه یک لپ تاب یا نوت بوک استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱۰۴: تجهیزات آزمون دستگاه پرتابل شرکت توربو ژنراتور شاهرود

۲ - دستگاه آنالیز ارتعاشات مکانیکی

صدا و ارتعاشات، اغلب اوقات به‌عنوان یک پدیده فیزیکی ناخواسته و مزاحم در سامانه‌های مکانیکی مطرح است.

ارتعاشات و نویز موجود در سامانه‌های مکانیکی، نه‌تنها باعث آسیب به شنوایی و اعصاب کاربران دستگاه‌ها می‌شود، بلکه در عملکرد ماشین‌ها نیز تأثیر داشته و درصورتی‌که بسیار زیاد باشد، می‌تواند باعث خرابی‌های گسترده در ماشین‌ها شود. دستگاه تکانه آزما، یک دستگاه قدرتمند با طراحی صنعتی مناسب است که مخصوص اندازه‌گیری و ثبت صدا و ارتعاشات ساخته‌شده است.

۳ - دستگاه آزمون روغن

۴ - دستگاه آزمون مقاومت عایقی

۵ - مولتی متر و آمپرمتر

۶ – دستگاه POWER FACTOR

۷ - ترانس پله‌ای

۸ - انواع رکتیفایر

۹ - پروفایلر

۱۰ - ترمومتر – تاکومتر

یکی از پارامترهای قابل‌اندازه‌گیری که در صنعت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، دمای سیستم است. برای اندازه‌گیری دما از تجهیزات مختلفی استفاده می‌شود که با توجه به نیاز، علاوه بر اندازه‌گیری میزان درجه حرارت، اغلب توانایی تولید سیگنال کنترلی و همین‌طور سوئیچ را نیز دارا می‌باشند. دماسنج یا ترمومتر یا حرارت‌سنج وسیله‌ای است که برای اندازه‌گیری حرارت و دما مورداستفاده قرار می‌گیرد.

تاکومتر (tachometer) یا دور سنج (revolution-counter) ابزاری است که برای اندازه‌گیری سرعت چرخش شفت یا دیسک یک موتور یا انواع ماشین به کار می‌رود. یک تاکومتر تعداد دور موتور (چرخش‌های کامل) در هر دقیقه را در یک نمایشگر عقربه دار آنالوگ یا دیجیتالی که قبلاً کالیبره شده، نمایش می‌دهد.

۱۱ - دستگاه آزمون سرج

دستگاه آزمون و مانیتورینگ سرج ارستر، جهت آزمون جریان زشتی سرج ارسترها و همچنین مانیتور کردن عملکرد آن‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱۰۵: تجهیزات آزمون سرج شرکت توربو ژنراتور شاهرود

۱۲ - دستگاه آزمون HIGH POT

این آزمون با اعمال یک ولتاژ بالا به مدار اصـــلی و هادی‌ها و متعلقات آن‌ها انجام می‌گیرد و طور کلی به‌منظور تشخیص قدرت عایقی بین قسمت‌های حامل جریان و غیر حامل جریان به کار می‌رود و همچنین برای بررسی شرایط عایق در اثر فشارهای وارده به‌صورت (تصادفی و ناخواسته) به‌مراتب بیشتر از مقدار ولتاژ کارکرد نرمال تابلوها، دستگاه یا تجهیزات صورت می‌پذیرد. آزمون HiPot و یا آزمون فشارقوی، درواقع یک روش اندازه‌گیری نیست بلکه پروسه‌ای است که مقاوم بودن عایق در برابر ولتاژ بالا را مشخص می‌کند.



شکل ۱-۱۰۶: تجهیزات آزمون **highpot** شرکت توربو ژنراتور شاهرود

۱ ۲ ۱۰ شرکت کیا الکتروموتور پارت

شـــرکت کیاالکتروموتورپارت به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان الکتروموتورهای صـــنعتی و لوازم‌خانگی توانسته است به‌عنوان تولیدکننده انواع الکتروموتورهای ویژه کولرهای آبی، هود آشپزخانه، گیربکس آسانسور، درب بازکن‌های خانگی و صنعتی، انواع هواکش‌های صنعتی و ساختمانی، فن‌های کوچک و بزرگ و... مطرح باشد [۱۴].

- فعالیت‌ها و آزمون‌های آزمایشگاهی مجموعه کیا الکتروموتور پارت

۱ - انجام آزمون دینامتری و عملکردی تا توان ۲۰۰ وات

۲ - آزمون کیفی روتورهای تزریق دایکست

۳ - آزمون طول عمر موتور در شرایط سخت

۴ - آزمون کیفیت مواد اولیه ورودی



شکل ۱-۱۰۷: تصاویری از بخش کنترل کیفیت و آزمایشگاه شرکت کیا الکتروموتور پارت

- امکانات و تجهیزات اصلی آزمایشگاهی مجموعه الکتروموتور پارت

۱ - دینامومتر

جهت اندازه‌گیری گشتاور، راندمان و گشتاور راه‌اندازی مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای چند مد کاری مانند سرعت ثابت، گشتاور ثابت، بار ثابت و توان ثابت می‌باشد. بصورت تک‌فاز و سه‌فاز است و حداکثر گشتاور این دینامومتر ۶ نیوتن متر و حداکثر سرعت نیز ۶۰۰۰ دور بر دقیقه است، همچنین دارای کنترلر PID نیز می‌باشد. برای خنک سازی از فن استفاده می‌کند، همچنین دارای حسگر بار و سنسور اندازه‌گیری گشتاور می‌باشد. موتور روی سازه فلزی آن بسته شده و در سه جهت چپ و راست، بالا و پایین و جلو و عقب موتور را حرکت می‌دهد.

مشخصات موتور را شامل ولتاژ، جریان، توان، راندمان، گشتاور در سرعت ثابت بطور کامل بصورت جدول نمایش می‌دهد. قابلیت تنظیم موتور در یک سرعت ثابت را دارا ست. با ا ستفاده از تلفات ادی کارنت بار القایی ایجاد می‌کند و با استفاده از سیستم القایی، بار در موتور ایجاد می‌کند و با کم و زیاد کردن بار موتور، سرعت موتور را ثابت نگه می‌دارد و مشخصات موتور را ارائه می‌دهد.

جهت تست موتور القایی از مد سرعت ثابت استفاده می‌کند و جهت تست موتور سنکرون ۱۵۰۰ دور بر دقیقه از مدل گشتاور ثابت استفاده می‌کند. زیرا اگر برای تست موتور سنکرون از مد سرعت ثابت استفاده نماید به دلیل خاصیت PID کنترلر، بار را صفر یا بیشینه نشان می‌دهد. اما در مد گشتاور ثابت میتوانیم حدکثر بار را به موتور بدهیم و نقطه شکست را بدست آوریم.



شکل ۱-۱۰۸: دینامومتر شرکت کیاالکتروموتور پارت

۲ - دینامومتر prima

این دینامومتر توانایی اندازه گیری پارامتر های ورودی و خروجی موتور تکفاز تا ۱۰۰ وات را دارا می‌باشـــد. استاتور و بدنه موتور مورد تست توسط یاتاقان‌های بادی جهت از بین بردن اصطکاک معلق نگه داشته می‌شود، سپس موتور داخلی دینامومتر بارهای مشخصی را به موتور مورد تست اعمال می‌کند.

پارامترهای مورد اندازه گیری:

- ولتاژ و جریان و توان ورودی
- ولتاژ سیم پیچی کمکی(استارت)
- ولتاژ خازن
- ضریب قدرت ورودی
- سرعت و توان و گشتاور خروجی در سرعت های مختلف
- اندازه گیری گشتاور کاکینگ در زاویه های مختلف



شکل ۱-۱۰۹: دینامومتر مدل **Prima** شرکت کیا الکتروموتور پارت

۳ - دستگاه بالانسر پروانه

د ستگاه بالان سر پروانه، بالانس دو بعدی انجام می‌دهد، زاویه نامتعادلی و شدت نامتعادلی را ن شان می‌دهد. در سه جهت حرکت می‌کند با استفاده از ایجاد نور و فرکانس قطع و وصل نور با لرزشی که نامتعادلی ایجاد می‌کند هماهنگ بوده و بر اساس آن بر روی صفحه نمایشگر عددی ظاهر می‌شود که بیان کننده زاویه نامتعادلی است و بیانگر این موضوع است که موتور در کدام نقطه نامتعادل گردیده است.



شکل ۱-۱۱۰: دستگاه بالانسر پروانه شرکت کیا الکتروموتور پارت

۴ - دستگاه آزمون روتور

این دستگاه تست تزریق روتور را انجام می‌دهد و در واقع میزان بارگذاری بر روی روتور را بررسی می‌نماید. نحوه کارکرد د ستگاه به این شکل است که در اثر چرخش روتور میدان مغناطیسی ایجاد می شود که موجب القا در میله‌ها شده و بر روی ولتاژ د ستگاه تاثیر می‌گذارد سپس ولتاژ سینسو سی بر روی د ستگاه ن شان داده می شود که تعداد

پریودهای فرکانس ولتاژ با تعداد میله‌های روتور برابر است. در صورتی که روتور قطعی داشته باشد یا تزریقش ناقص باشد یا میله‌های روتور قطع شده باشد، موج سینوسی شکسته نمایش داده خواهد شد. بر اساس اسکن شکل موج ولتاژ بر روی اسیلوسکوپ در یک دور روتور و تعداد شکستگی‌های شکل موج سیسنوسی ولتاژ، تعداد میله‌های قطع شده روتور به دست می‌آید.



شکل ۱-۱۱۱: دستگاه آزمون روتور شرکت کیا الکتروموتور پارت

۵ - آون آزمایشگاهی

قابلیت تنظیم دما در نقاط خاصی مانند ۲۰۰ یا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد به منظور تست حرارتی قطعات موتور مانند واشر و چسب قطعات را دارا می‌باشد.



شکل ۱-۱۱۲: دستگاه آون شرکت کیا الکتروموتور پارت

۶ - دستگاه تست عایقی موتور

این دستگاه تست عایقی موتور در حالت فشار قوی را انجام می‌دهد. بدنه استاتور با استفاده از تفنگی به زمین وصل شده و ولتاژ به سیم‌پیچ القا شده و می‌بایست جریان از حد مجاز بالاتر نرود و در صورت بیشتر شدن جریان از حد مجاز بیانگر این است که عایق موتور ضعیف است و موتور الکتریکی قابل قبول نخواهد بود.



شکل ۱-۱۱۳: دستگاه تست عایقی موتور شرکت کیا الکتروموتور پارت

۷ - دستگاه تست فنر

طرز کار د ستگاه اینگونه ا ست که با ا ستفاده از مقدار نیروی م شخص برای خم کردن طول م شخ صی از فنر سختی فنر بدست می‌آید.



شکل ۱-۱۱۴: دستگاه تست فنر شرکت کیا الکتروموتور پارت

۸ - دستگاه تست شعله سوزنی

دستگاه تست شعله سوزنی به بررسی نسوز بودن قطعات می‌پردازد، بدین صورت که به وسیله شعله سوزن قطعه مورد نظر آتش زده می‌شود و می‌باست قبل از زمان استاندارد خاموش گردد و اگر بعد از زمان استاندارد خاموش شود به این معنی است که قطعه مورد نظر نسوز نیست.



شکل ۱-۱۱۵: دستگاه تست شعله سوزنی شرکت کیا الکتروموتور پارت

۹ - دستگاه تست لرزش



شکل ۱-۱۱۶: دستگاه تست لرزش شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۰ - کوانتومتر

کوانتومتر جهت آنالیز خلوص فلزات مانند آلومینیوم مورد استفاده دایکست استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱۱۷: کوانتومتر شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۱ - گالوانومتر



شکل ۱-۱۱۸: گالوانومتر شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۲ - میکرومتر



شکل ۱-۱۱۹: میکرومتر شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۳ - اندوکتانس متر دیجیتالی



شکل ۱-۱۲۰: اندوکتانس متر دیجیتالی شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۴ - صافی سنج



شکل ۱-۱۲۱: صافی‌سنج شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۵ - سختی سنج



شکل ۱-۱۲۲: سختی سنج شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۶ - دستگاه تست رطوبت

دستگاه تست رطوبت جهت انجام تست عایقی موتور مورد استفاده قرار می‌گیرد به این صورت که موتور در حالت بی‌باری داخل آن قرار گرفته و ۵۰ ثانیه خاموش سپس ۱۰ ثانیه روشن می‌شود.



شکل ۱-۱۲۳: دستگاه تست رطوبت شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۷ - فلومتر



شکل ۱-۱۲۴: فلومتر شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۸ - ترک سنج

از دستگاه ترک سنج برای بررسی سفت بودن پیچ‌های موتور استفاده می‌شود.



شکل ۱-۱۲۵: دستگاه ترک سنج شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱۹ - دستگاه تست فشار فنر موتورهای بوشی



شکل ۱-۱۲۶: دستگاه تست فشار فنر موتورهای بوشی شرکت کیا الکتروموتور پارت

۲۰ - دماسنج لیزری



شکل ۱-۱۲۷: دماسنج لیزری شرکت کیا الکتروموتور پارت

۲۱ - ارتفاع‌سنج



شکل ۱-۱۲۸: ارتفاع سنج شرکت کیا الکتروموتور پارت

۱ ۲ ۱۱ شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور

شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور از سال ۱۳۸۱ سابقه تجربه و کار درزمینه‌ی ساخت، نصب و راه‌اندازی دستگاه آزمودن دینامومتر ادی کارنت و مجهز کردن اتاق‌های آزمودن و کامپیوتری کردن دستگاه‌های آزمودن دینامومتر ادی کارنت را دارا می‌باشد و همچنین درزمینه‌ی صنایع آزمودن موتورهای احتراق داخلی و موتورهای الکتریکی فعالیت می‌کند.

این شرکت علاوه بر طراحی و نصب دستگاه آزمودن دینامومتر ادی کارنت به‌صورت دستی و کامپیوتری قادر به مجهز کردن اتاق‌های آزمودن موتور و تجهیزات جانبی ازجمله کشنده گاز و سوخت‌سنج و کنترل کردن دما و فشار و کنترولر دینامومتر جهت کنترل کردن دور موتور و سیستم خنک‌کننده روغن، آب، استند فلزی و چدنی می‌باشد و همچنین قادر به تعمیرات انواع دستگاه‌های آزمودن دینامومترهای قدیمی، دینامومترهای داخلی و خارجی موجود در ایران می‌باشد [۱۵].



شکل ۱-۱۲۹: تجهیزات شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور

- امکانات و تجهیزات مجموعه سازه الکترومکانیک نوآور



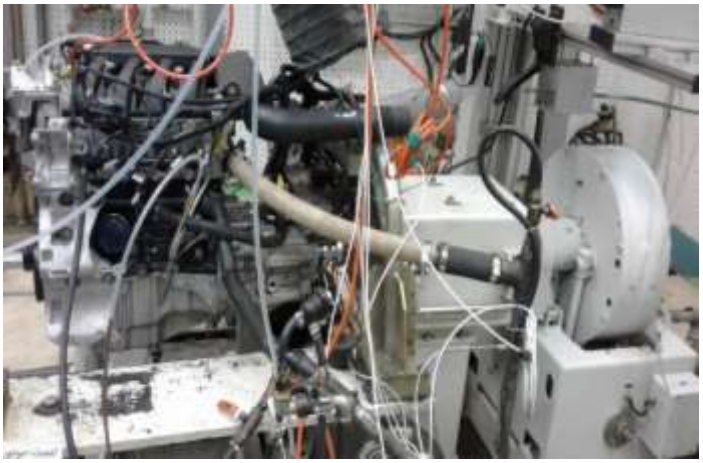
شکل ۱-۱۳۰: تجهیزات آزمون شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور

در ادامه به بررسی تجهیزات این مجموعه پرداخته‌شده است:

- دستگاه آزمون الکتروموتور

هنگام آزمون الکتروموتور در صفحه مانیتور می‌توان وات روی برچسب را وارد نرم‌افزار کرد و دینامومتر به‌طور خودکار شروع به بارگزاری کرده و یک ترمز مغناطیسی ایجاد می‌کند و جلوی چرخش الکتروموتور را گرفته تا موتور به وات وارد شده در نرم‌افزار برسد، در نرم‌افزار مقدار دور (RPM) را می‌توان خواند. اگر از دور (RPM) روی برچسب پایین‌تر بیاید الکتروموتور با برچسب روی آن مغایرت دارد و در آزمون موردقبول نیست، دمای بدنه روی نرم‌افزار قابل‌مشاهده است و اگر دما از حد مجاز استاندارد بالاتر برود موتور مورد تائید قرار نمی‌گیرد.

از این تجهیز می‌توان برای بررسی الکتروموتورهای وارداتی به ایران استفاده کرد. بعضی الکتروموتورهای وارد شده در ایران به علت خوب جلوه دادن آن‌ها، از برچسب‌های مجازی روی آن‌ها استفاده می شود و در آزمون‌ها مورد تائید قرار نمی‌گیرند و اجازه وارد شدن به ایران به آن‌ها داده نمی‌شود.



شکل ۱-۱۳۱: دستگاه دینامومتر ادی کارنت شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور

- دستگاه کشنده گاز یا Throttle

دستگاه کشنده در کنار دستگاه دینامومتر ادی‌کارنت و متصل شدن به آن می‌تواند با استفاده از نرم‌افزاری که توسط شرکت سازه الکترومکانیک نوآور طراحی شده میزان گاز موتور را از صفر درصد تا اندازه صد درصد افزایش و کاهش دهد و آزمون‌های مختلف موتور مانند اندازه‌گیری گشتاور موتور را با مقدار ورودی گازهای مختلف انجام دهد. برای موتورهایی که در اتاق آزمودن توسط دستگاه دینامومتر ادی‌کارنت مورد آزمایش قرار می‌گیرند با استفاده از این دستگاه کشنده گاز میزان گاز موتور را می‌توان کم و زیاد کرد. دستگاه کشنده گاز (throttle) این قابلیت را دارد که میزان کورس هر نوع گاز خودروهای مختلف را در آن تنظیم کرد و آن میزان تنظیم شده را که دریچه گاز باز و بسته می‌شود را از صفر تا صد درصد تعریف نموده و با نرم‌افزار دستور کم و زیاد گاز را به‌صورت درصد اعمال نمود.



شکل ۱-۱۳۲: دستگاه کشنده گاز برای تست دستگاه دینامومتر ادی‌کارنت شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور

- دستگاه آزمون دوام الکتروموتور

هر الکتروموتور در زمان استفاده و روشن شدن آن، باید برق ورودی آن، میزان جریان مصرف، مقدار دور و میزان وات مشخص شود و بر روی برچسب موتور ثبت گردد. با تغییرات روتور و استاتور و مقدار ضخامت سیم‌پیچ و تعداد دور سیم‌پیچ در یک الکتروموتور می‌توان این تغییرات و راندمان بهتر را برای موتور ایجاد کرد تا به مقدار تعیین شده از طرف استاندارد اعداد رساند تا محصول الکتروموتور از نظر استاندارد مورد تأییدیه قرار بگیرد و اجازه‌ی تولید آن داده شود و محصول با راندمان مناسب به مصرف‌کننده عرضه شود.

- دینامومتر ادی‌کارنت

این تجهیز شامل ترمز، نیروی اندازه‌گیری و اندازه‌گیری سرعت است. دینامومتر ترمز میزان بار نخستین حرکت را تنظیم می‌کند و درعین‌حال قدرت جذب‌شده نخست موتور را به گرما تبدیل می‌کند. اندازه‌گیری گشتاور سیستم دینامومتر ادی‌کارنت بر اساس اصل همان مقدار گشتاور اعمال‌شده و گشتاور واکنش با جهت مخالف است؛ بنابراین گشتاور را می‌توان با گشتاور چرخش دینامومتر اندازه‌گیری کرد. دینامومتر ادی‌کارنت گشتاور و قدرت محرک اولیه را اندازه‌گیری می‌کند، روتور با کمک شفت موتور شروع به چرخش می‌کند، ازآنجایی‌که شار مغناطیسی تولید می‌شود و روتور این جریان‌های مغناطیسی را قطع می‌کند و جریان چرخ‌دنده در مقابل تغییر شتاب مغناطیسی در روتور ایجاد می‌شود.



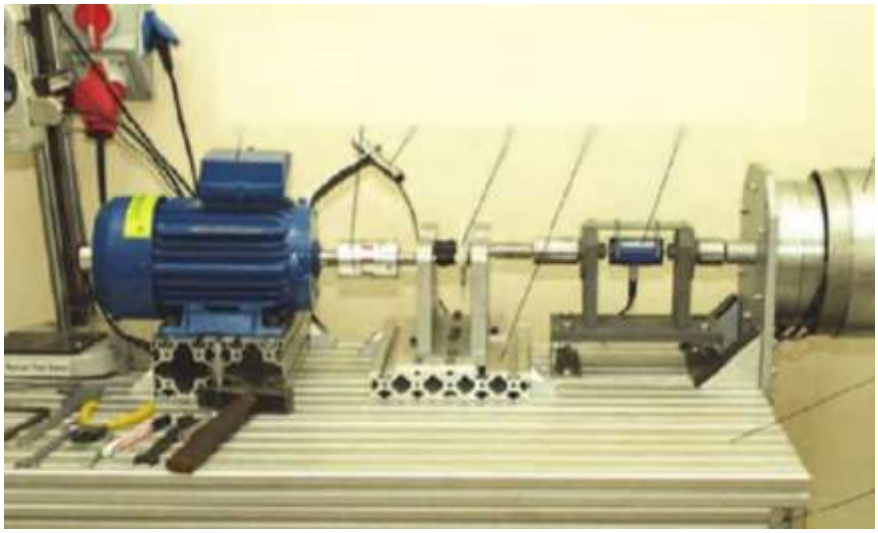
شکل ۱-۱۳۳: دینامومتر ادی کارنت شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور

- دستگاه اندازه‌گیری گشتاور موتور



شکل ۱-۱۳۴: دستگاه اندازه‌گیری گشتاور موتور شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور

این دستگاه نصب بسیار آسان بر روی هر شفت دوار دستگاه اندازه‌گیری گشتاور و نرم‌افزاری با کاربری بسیار آسان و ذخیره خودکار اطلاعات را دارد. یکی دیگر از کاربردهای آن این است که در محیط‌های صنعتی می‌توان آن را استفاده کرد. پوشش روی شفت از مواد فلزی با استحکام بالا وزنی سبک دارد که می‌تواند در محیط‌های صنعتی در مقابل ضربه و مجاورت با مواد شیمیایی مقاومت داشته باشد و آسیب‌پذیر نباشد.



شکل ۱-۱۳۵: گشتاور سنج دینامیکی شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور

- نرم افزار SAM

نرم افزار تست برنامه ای است که با باز کردن آن پنجره تست باز می شود. این نرم افزار تمام فرمان ها را به رک اعمال می کند و رک کنترل می تواند دستورات را به دینامومتر و موتور مورد آزمون اعمال کند. نرم افراز کار اپراتور را بسیار آ سان می نماید و باعث می شود اپراتور تنها با کیبورد و صفحه مانیتور موتور را رو شن کرده تمام تست را به راحتی انجام دهد. تمام دیتاها و مقادیر در کامپیوتر به طور کامل ذخیره می شود و نیاز به یادداشت برداری نیست و همین طور خطای انسانی در تست و جواب تست آزمون را از بین می برد. تمام پارامترهای دور گشتاور کیلووات و تمام دماها و مقادیر در صفحه مانیتور در نرم افزار قابل رویت ه ستند واپراتور ضمن آزمون و رویت نتیجه آزمون می تواند ذخیره شده تمام موارد تست را مشاهده و پرینت کند.



شکل ۱-۱۳۶: نرم افزار **SAM** شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور

۱ ۲ ۱۲ شرکت سازه پویش

شرکت سازه پویش با توجه به توسعه روزافزون دانش تولید خودرو در جهت بالا بردن سطح کیفیت قطعات تولیدی و پیشروی در صنعت خودرو با کیفیت و دقت ویژه محصولات به منظور حفظ پویایی خود، اقدام به راه اندازی و تجهیز آزمایشگاه سازه پویش نموده است. در حال حاضر این آزمایشگاه با به کارگیری نیروهای مجرب و دقیق ترین تجهیزات قادر به انجام و تست‌های دقیق مطابق با نیاز مشتریان خود در حداقل زمان می‌باشد.

آزمایشگاه شرکت سازه پویش موفق شده است ضمن اخذ استاندارد ISO/IEC 17025 با انجام تست های ویژه، ضـمن کاهش زمان انجام پروژهای خود و حذف ریسـک زمان بر بودن آزمون های بیرونی، بر کیفیت طراحی و تولید محصولات خود بیفزاید [۱۶].



شکل ۱-۱۳۷: نمایی از آزمایشگاه شرکت سازه پویش

قابلیت های ویژه این آزمایشـگاه می توان به تنوع آزمون، ارسـال نتایج در کوتاه ترین زمان به مشـتری، قیمت قابل رقابت و امکان انجام آزمون ها زیر نظر اداره استاندارد از مزایای آزمایشگاه سازه پویش است.

آزمایشگاه شرکت سازه پویش در ۳ حوزه (الکترونیک، مکاترونیک و پلیمر) قابلیت انجام آزمون و ارائه خدمات مطابق با اسکوپ کاری می‌باشد.

- آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

آزمون‌ها و خدمات آزمایشگاه الکترونیک سازه پویش به شرح زیر می‌باشد:

آزمون سازگاری الکترومغناطیسی (EMC):

- ایمنی قطعات برقی خودرو در مقابل اضافه ولتاژ گذار
- ایمنی قطعات برقی خودرو در مقابل تخلیه بارهای الکتروستاتیک (ESD)
- ایمنی قطعات برقی خودرو در مقابل قطع شدگی های ریز(میکروکات)

آزمون شرایط محیطی:

- آزمون برودتی با شیب قابل کنترل
- آزمون گرمایی با شیب قابل کنترل
- آزمون شرایط جوی متغییر
- آزمون ذخیره سازی دمایی
- سیکل ترکیبی دما و رطوبت با شیب قابل کنترل

- بررسی عملکرد قطعات در شرایط دمایی مختلف
- آزمون پیرسازی دمایی

آزمون های ولتاژی:

- آزمون مقاومت عایق بندی
- آزمون استحکام دی الکتریک
- افت ولتاژ
- جریان قطع
- بررسی عملکرد قطعات در محدوده ولتاژ کاری

آزمون نیروسنجی

آزمون عملکردی

آزمون نور سنجی LED SMDو LED THD

آزمون دوام قطعات مطابق استاندارد
Salt Spray

سازگاری الکترومغناطیس [1]توانایی عملکرد قابل قبول یک وسیله، تجهیز یا سیستم در محیط الکترومغناطیسی می‌باشد. بدون اینکه اغتشاشات الکترومغناطیسی قابل توجهی اعمال نماید. به عبارت دیگر منظور از سازگاری الکترومغناطیسی یک محصول یا سیستم این است که:

- باعث ایجاد تداخل در دیگر سیستم ها نشود.
- سیستم های اطراف در آن تداخل ایجاد نکنند.
- خود سازگاری محصول

صاعقه، انفجارات هسته ای، فرستنده‌های رادیو و تلویزیون، خطوط انتقال تجهیزات مخابراتی، رادار ... از جمله منابع تولید این میدان‌های الکترومغناطیسی هستند.

آزمایشگاه شرکت سازه پویش با دارا بودن تجهیزات آزمون EMC، قابلیت انجام آزمون‌های اضافه ولتاژهای گذار را مطابق استانداردهای ISIRI 7059-02 دارد.



شکل ۱-۱۳۸: دستگاه آزمون سازگاری الکترومغناطیسی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

1- Electro magnetic Compatibility

UCS 200M:

شبیه ساز قطار پالس‌ها گذرا و میکرو پالسپ‌ها (پالس های سوزنی).

این دســـتگاه علاوه بر اینکه خود بطور مســـتقل می‌تواند بعضـــی از پالس‌ها را بوجود آورد، می‌تواند پالس را از دستگاه‌های دیگر دریافت نماید و شکل پالس مورد نظر در استاندارد را بوجود آورد.



شکل ۱-۱۳۹: دستگاه شبیه ساز پالس گذرا در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

LD 200B:

شبیه ساز پالس نا شی از کاهش میدان الکترومغناطیسی دینام و همچنین جدا شدن ناگهانی سیم باطری در زمان روشن بودن موتور.

از این دستگاه جهت شبیه سازی پالس Load Dump استفاده می شود. این پالس‌ها ناشی از جدا شدن سیم باطری بر اثر خوردگی و یا باز شـدن اختیاری سـیم باطری وقتی که موتور در حال کار اسـت. همچنین توانایی تولید پالس ناشی از کاهش میدان مغناطیسی دینام در زمان توقف موتور یا پالسی که در اثر یک بار سلفی ایجاد می شود را نیز دارد.



شکل ۱-۱۴۰: دستگاه پالس در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

VDS 200B:

تامین ولتاژ ثابت و مربعی با سطوح مختلف.

جهت در ست کردن تغذیه های DC گوناگون با سطوح مختلف و موجی شکل باطری (pulse2b,4) ا ستفاده می‌شود. VDS 200 یک تقویت کننده فرکانس پایین است.



شکل ۱-۱۴۱: منبع تغذیه ولتاژ **DC** و مربعی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

PFS 200B:

شبیه ساز پالس های پله‌ای قابل تنظیم.

این د ستگاه توانایی تولید پالس‌های با Fail time، Rise Time کمتر از ۱ میکرو ثانیه را دارا می‌با شد. جهت تولید پالس‌های میکرو کات (قطع لحظه‌ای) مطابق با الزامات اســـتانداردهای خودرو می‌باشـــد و همچنین ولتاژهای پله‌ای با شیب خاص را نیز می‌تواند تولید کند. جهت ساختن پالس‌های با شکل خاص (بـ صورت پله) این د ستگاه با چند دســتگاه دیگر بصــورت ترکیبی کار می‌کند. علاوه به توانایی‌ها ذکر شــده دارای ولتاژ آنالوگ خاصــی می‌باشــد و جهت کنترل منبع ولتاژ خارجی ا ستفاده می شود. همچنین دارای یک خروجی ولتاژ DC می‌با شد که می‌توان برای دستگاه‌های دیگر استفاده نمود.



شکل ۱-۱۴۲: دستگاه شبیه‌ساز پالس پله‌ای در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

تخلیه الکترواستاتیکی[1] (ESD):

در آزمون تخلیه الکتریسیته ساکن قطعات و تجهیزات الکتریکی خودرویی در معرض تخلیه الکتروستاتیکی قرار گرفته و صحت عملکرد آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

عمل دشارژ به دو روش Air discharge و Contact discharge قابل انجام است. همچنین مطابق استاندارد، آزمون بطریق دشارژ مستقیم و غیرمستقیم نیز انجام می‌شود.

تولید و مدل سازی تخلیه الکترواستاتیکی در محدوده ۲± تا ۲۵ ± کیلوولت مطابق استاندارد.

آزمون ذکر شده با استفاده از ماژول‌های ذیل قابل انجام است:

- ماژول ۲۰۰۰ اهم / ۳۳۰ پیکوفاراد

1- Electro static Discharge

- ماژول ۲۰۰۰ اهم / ۱۵۰ پیکوفاراد
- ماژول ۱۵۰ اهم / ۱۵۰ پیکوفاراد
- ماژول ۱۵۰ اهم / ۱۵۰ پیکوفاراد
- ماژول ۳۳۰ اهم / ۱۵۰پیکوفاراد



شکل ۱-۱۴۳: دستگاه آزمون تخلیه الکترواستاتیکی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

آزمون حرارتی و شرایط محیطی :

از این دستگاه می توان جهت انجام تست‌های حرارتی و رطوبتی مطابق با سیکل‌های درخواستی مشتری انجام گیرد و رنج کاری دستگاه چمپر حرارتی از (۴۰- تا ۱۸۰+ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت ۱۰ تا ۹۸ درصد با Rate ۳,۵ درجه بر دقیقه می‌باشد. دستگاه آون حرارتی از صفر درجه تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.



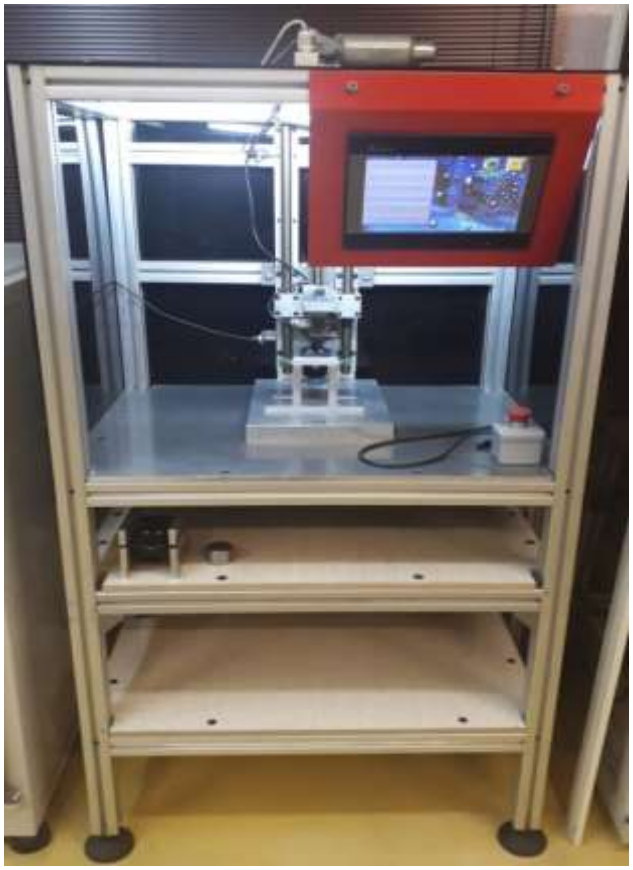
شکل ۱-۱۴۴: دستگاه آزمون حرارتی و شرایط محیطی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

آزمون نور سنجی LED SMD و LED THD:
طیف نور LED را اندازه گیری می کند.



شکل ۱-۱۴۵: دستگاه آزمون نورسنجی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

آزمون‌های نیروسنجی، مکانیکی و دوام:
قابلیت اندازه گیری نیروی فشاری و کششی در بازه ۲۰۰ نیوتن می‌باشد.



شکل ۱-۱۴۶: دستگاه آزمون نورسنجی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

آزمون ولتاژی و عملکردی:

محدوده ولتاژی کاری و کرانه ای هر محصول مطابق با استاندارد و تست پلن انجام می‌گردد.



شکل ۱-۱۴۷: دستگاه آزمون ولتاژی و عملکردی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

آزمون تست عایقی:

آزمون تست مقاومت دی الکتریک و مقاومت عایقی می‌باشد و در رنج کاری ۵۰۰ ولت AC و ۱۰۰۰ ولت DC می‌باشد.



شکل ۱-۱۴۸: دستگاه آزمون تست عایقی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

آزمون مه نمکی[1]:

آزمون سالت اسپری (مه نمکی یا پاشش نمک) یک شرایط محیط خورنده کنترل شده و تسریع شده را فراهم می نماید(ایجاد مه نمک مطابق با اســـتاندارد ۱۷۱۰۵۸) که مرتبط با اطلاعات مربوط به مقاومت به خوردگی قطعات صنعتی پوشش داده شده می باشد تا از این طریق میزان حفاظت سطح مورد نظر در برابر خوردگی مورد بررسی قرار گیرد.

1- Salt Spray



شکل ۱-۱۴۹: دستگاه آزمون مه نمکی در آزمایشگاه الکترونیک شرکت سازه پویش

سایر خدمات و تجهیزات شرکت سازه پویش در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است.

- آزمایشگاه مکاترونیک

دامنه کاری آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش شامل موارد زیر می‌باشند:

- اندازه‌گیری ابعادی
- کالیبراسیون
- آزمون شوک حرارتی

دستگاه اندازه گیری CMM:

د ستگاه اندازه گیری CMM قادر به حرکت در محورهای X,Y,Z مختصات می‌با شد و با این د ستگاه می‌توان تمامی اندازه‌های ابعادی وتلرانس های هندســی با نقشــه ۲ بعدی و ۳ بعدی را اندازه‌گیری کرد. همچنین می‌توان از قابلیت برنامه نویسی این دستگاه استفاده نمود.



شکل ۱-۱۵۰: دستگاه اندازه‌گیری **CMM** در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

دستگاه اندازه‌گیری VMM:

تو سط این د ستگاه می‌توان تمامی پارامترهای اندازه‌گیری ابعادی که به صورت ب صری(چ شمی) در محورهای X,Y,Z می‌باشـــد را اندازه‌گیری کرد. همچنین دامنه کاری این دســـتگاه (۴۰۰*۳۰۰*۲۵۰میلی‌متر) و رزولیشـــن ۰/۰۰۰۰۲ تا ۰/۰۰۰۵ میلی‌مترً می‌باشد. دستگاه دارای یک میز کار شیشه ای کاملاً تخت وعمود برسطح فلزی میزکه قطعه کاربرای اندازه‌گیری روی آن قرارمی‌گیرد وهمچنین یک صفحه نمایش LED به اندازه ۱۸,۵اینچ برای م شاهده قطعات وجود دارد.



شکل ۱-۱۵۱: دستگاه اندازه‌گیری **VMM** در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

ارتفاع سنج دیجیتال[1]

ارتفاع ســـنج دیجیتال برای اندازه گیری ارتفاع و اندازه‌گیری مقایســـه‌ای ومطلق قطعات مورد اســـتفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۱۵۲: دستگاه ارتفاع‌سنج دیجیتال در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

1- Digital High Gauge



شکل ۱-۱۵۳: دستگاه اندازه‌گیری قطر داخلی قطعات در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

دستگاه زبری سنج:

د ستگاه زبری سنج برای اندازه‌گیری زبری قطعات ا ستفاده می شود. که این د ستگاه زبری سنج بر روی یک سنگ گرانیت مستقر می‌باشد.



شکل ۱-۱۵۴: دستگاه زبری سنج در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

دستگاه اندازه‌گیری سختی:

این دســـتگاه قادر به اندازه‌گیری ســـختی قطعات به روش ویکرز(HV)، برینل(HB) و راکول(HR) بر اســـاس استاندارد می‌باشد.



شکل ۱-۱۵۵: دستگاه اندازه‌گیری سختی در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

سختی سنج ساعتی Shore A دستگاهی است جهت اندازه‌گیری سختی قطعات پلاستیکی استفاده می‌گردد، بطوریکه واحد اندازه‌گیری آن بر حسب Shore A می‌باشد و دامنه کاری آن ۱۰۰ می‌باشد.



شکل ۱-۱۵۶: سختی سنج ساعتی **Shore A** در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

ترازوی دیجیتال:

ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱که جهت اندازه‌گیری وزن قطعات مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۱۵۷: ترازوی دیجیتال در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

کالیبراسیون:

- کالیبراسیون ترک مترها و پیچ گوشتی‌های برقی

جهت کالیبره کردن ترک‌مترها و پیچ گوشتی‌های برقی در بازه ۰-۲۰۰ نیوتن متر از دستگاه ترنسدیوسر استاتیک و دینامیک استفاده می‌گردد.



شکل ۱-۱۵۸: ترانسدیوسر در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

آزمون شوک حرارتی:

آزمون شوک حرارتی به دلیل تنش حرارتی ناشی از تغییرات دمایی شدید در قطعات صورت می پذیرد که این آزمون به وسیله دستگاه ترمال شوک صورت می پذیرد رنج کاری دستگاه در بازه حرارتی (۴۰- تا ۱۸۰+ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد.



شکل ۱-۱۵۹: دستگاه شوک حرارتی در آزمایشگاه مکاترونیک شرکت سازه پویش

۱ ۲ ۱۳ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز

مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز، با شماره ثبت ۵۸۷۳ از سال ۱۳۸۶،فعالیت خود را به عنوان آزمایشگاه همکار اســـتاندارد،آغاز نمود و اکنون با ارائه خدمات آزمایشـــگاهی، تعیین ماهیت، نمونه برداری کالا، بازرســـی فنی، تدوین استاندارد، مشاوره و آموزش در حال فعالیت می باشد.

شرکت چرخه طبیعت سبز از سال ۱۳۹۳ با هدف ارایه خدمات هرچه بهتر و در راستای نیل به اهداف مدیریت مجموعه اقدام به تاســیس واحد بازرســی و نمونه برداری کالا نمود و همزمان بازرســی و نمونه برداری کالا از گمرک شهرستان بوشهر را آغاز نمود، اکنون این بخش در سطح ملی دارای تایید صلاحیت می باشد و در راستای اهداف بلند مدت مجموعه در پی پیاده سازی الزامات استاندارد ISO/IEC17020 و همچنین دریافت گواهینامه سورویانس می باشد.

آزمایشگاه‌های مجتمع آزمایشگاهی چرخه سبز شامل موارد زیر می‌باشند [۱۷]:

- آزمایشگاه خودرو و نیروی محرکه
- آزمایشگاه برق و الکترونیک
- آزمایشگاه مکانیک
- آزمایشگاه شیمیایی

محدوده کاری این مجموعه بر ا ساس گواهینامه تایید صلاحیت به شماره NACI/LAB/713 می‌با شد. آزمون‌های مربوط به انواع موتورهای الکتریکی دوار با دامنه توان ۳-۳۰ کیلووات، ســـرعت ۳۰۰۰۰ دور در دقیقه برای موتورهای الکتریکی DC و AC قابل انجام می‌باشـــند. همچنین این مجموعه توانایی آزمون انواع باتری‌های قابل شـــارژ شـــامل باتری‌های اسید سربی ساکن و قابل حمل و انواع باتری‌های خودرویی را دارا می‌باشد.

- آزمون‌های موتورهای الکترکی دوار القایی تک فاز و سه فاز بر اساس استاندارد ISIRI 3772-1:
  - نشانه‌گذاری (پلاک مشخصات)
  - حرارتی (افزایش دما)
  - جریان اضافی اتفاقی

- گشتاور اضافی لحظه‌ای
- گشتاور بالا برنده
- سرعت کار ایمن برای موتورهای القایی قفسی
- اضافه سرعت
- زمین کردن حفاظتی ماشین‌ها
- خار انتهای محور
- ضریب توان
- لغزش در موتورهای القایی
- معیارها و مشخصات فنی مصرف و دستورالعمل برچسب انرژی موتورهای تغذیه شونده از خط AC بر اساس استاندارد ISIRI 377-30

- تجهیزات مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز:



شکل ۱-۱۶۰: تجهیز آزمون مقاومت در برابر لرزش در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز



شکل ۱-۱۶۱: دینامومترهای آزمون موتورهای الکتریکی دوار در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز



شکل ۱-۱۶۲: ترانس واریابل و استابلایزر جهت تامین جریان و ولتاژبرق ورودی مورد نیاز در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز



شکل ۱-۱۶۳: فریزر با قابلیت تامین دمای ۱۴۰ - درجه سانتیگراد در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز



شکل ۱-۱۶۴: رک کنترلر آزمون موتورهای الکتریکی دوار در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز



شکل ۱-۱۶۵: تجهیز های ولتاژ آزمون موتورهای الکتریکی دوار در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز

- سایر آزمون‌ها و تجهیزات آزمون‌های مرتبط با باتری و سیستم‌های جانبی سیستم پیشرانه خودرو برقی:

- آزمون‌های مربوط به باتری اسید سربی ساکن بر اساس استاندارد ISIRI 4668-11
- آزمون‌های مربوط به باتری‌ها و سلول‌های قابل شارژ بر اساس استاندارد ISIRI 4753
- آزمون‌های مربوط به باتری‌ها و سلول‌های ثانویه بر اساس استاندارد ISIRI 9685، ISIRI 6618، ISIRI 10218، ISIRI 9481



شکل ۱-۱۶۶: تجهیز آزمون ظرفیت باتری های قابل شارژ در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز



شکل ۱-۱۶۷: تجهیز آزمون باتری قابل شارژ(خودرو و اسید سربی ساکن و قابل حمل) در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز



شکل ۱-۱۶۸: تجهیز آزمون راه اندازی سرد باتری قابل شارژ در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز



شکل ۱-۱۶۹: تجهیزات آزمون باتری قابل شارژ (شارژ و دشارژ) در مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز

۱ ۲ ۱۴ پژوهشگاه استاندارد

پژوهشگاه استاندارد به‌عنوان مرجع پژوهشی و تحقیقاتی نظام استانداردسازی در کشور و نیز پل ارتباطی بین مراکز تولید و به‌کارگیری علم، باهدف تکمیل زنجیره علمی کشور و کسب اعتماد ملی نسبت به محصولات و خدمات، در صدد است با ایجاد بستر مناسب و در نظر گرفتن سازوکارهای لازم، ضمن هدایت دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی به رفع نیازهای علمی استاندارد سازی، مقدمات «تبدیل یافته‌های علمی کشور به استاندارد» و «تدوین استانداردهای پژوهش محور» را به‌منظور معرفی و انتقال پیشرفت‌های علمی به صنایع، مراکز خدماتی و نهایتاً در سطح جامعه فراهم سازد. وجود ۴ پژوهشکده، ۱۵ گروه پژوهشی، ۴ گروه پژوهشی منطقه‌ای تقاضامحور، ۴ گروه پژوهشی مجازی و بیش از ۱۱۰ آزمایشگاه تخصصی در پژوهشگاه استاندارد، بستر لازم را برای تحقیق و پژوهش فراهم آورده است.

ازجمله فعالیت‌های این مجموعه انجام فعالیت‌های پژوهشی و تحقیقاتی، تدوین استانداردهای پژوهش محور، مشارکت در تدوین استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای بین‌المللی، مشارکت در تدوین استانداردهای کارخانه‌ای، انجام آزمون‌های استاندارد بر روی نمونه‌های تولیدی، وارداتی، صادراتی، برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی، برگزاری همایش‌ها و سمینارها، مشارکت در فعالیت‌های ارزیابی انطباق به‌عنوان ممیز فنی می‌باشد [۱۸].



شکل ۱-۱۷۰: مجموعه آزمایشگاه‌های پژوهشگاه استاندارد

- آزمایشگاه‌های گروه پژوهشی مهندسی برق، مکانیک و ساختمان

در ادامه به بررسی آزمایشگاه‌های مرتبط با زمینه خودروهای برقی این مجموعه پرداخته شده‌است.

- آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد

۱- الکتروموتورهای جریان مستقیم تا ۲۴ ولت ۵۰ آمپر

۲- الکتروموتورهای یونیورسال تا ۲۰۰۰۰ دور

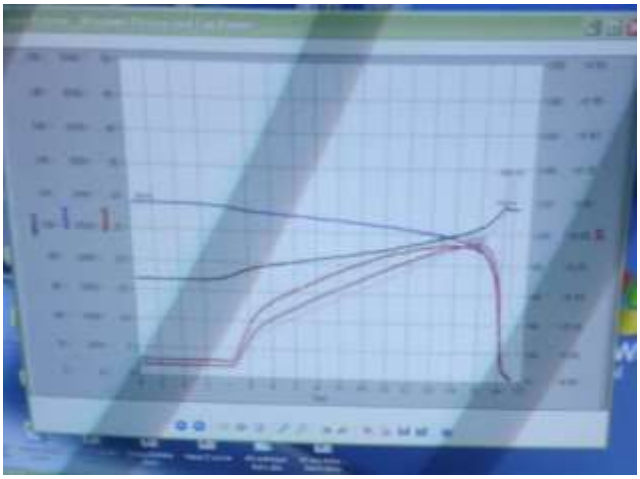
۳- الکتروموتورهای تک فاز القایی تا ۵/۵ کیلووات

۴- الکتروموتورهای سه فاز القایی تا ۷/۵ کیلووات



شکل ۱-۱۷۱: تجهیزات تست بارگذاری موتور آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد

شکل ۱-۱۷۱: تجهیزات تست بارگذاری موتور آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد نشان‌دهنده بارگذاری بر روی الکتروموتور از ۰ نیوتن متر تا گشتاور قفل را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۷۲: مشخصه خروجی الکتروموتور تست‌شده در آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد

- تجهیزات آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد

۱ - دینامومتر هیسترزیس ۱ کیلووات، ۰/۶ نیوتن متر

۲ - دینامومتر پودری ۱۰ کیلووات، ۲۰۰ نیوتن متر



شکل ۱-۱۷۳: دینامومتر پودری آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد

۳ - دینامومتر هیسترزیس ۱۲ کیلووات، ۵۰۰۰۰ دور بر دقیقه

لازم به ذکر است دینامومترهای آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد، دینامومترهای MAGTROL

می‌باشند.

۱ ۲ ۱۵ مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

فعالیت‌های اصلی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک طی سی سال که از زمان تأسیس آن می‌گذرد عبارتند از : تحقیقات و ارائه خدمات فنی ومهند سی، ارتقاء زیر ساخت بومی، انجام پروژه های تحقیقاتی سفارش مشتری در امور نرم افزار و سخت افزار ICT ،تحقیق و ایجاد آزمایشگاه‌های تخصصی با فناوری روز، آموزش در امور ا ستاندارد سازی محصولات به شرکت های تولیدی و تحقیقاتی ودانش بنیان، بازرسی و نظارت فنی ، تدوین پیش‌نویس استانداردهای ملی، ارائه نشان کیفیت بر روی محصولات [۱۹].

این مرکز با تاسیس بیش از ۱۶ آزمایشگاه در زمینه کیفیت نرم افزار ، امنیت محصولات ICT ، ایمنی وEMC تجهیزات ICT،پزشکی، صوتی وتصویری و لوازم خانگی و تجهیزات لیزری، آزمون EMC قطعات خودرو،خودرو، موتورسیکلت، آزمون لینک رادیویی و تجهیزات RF ، آزمون SAR، آزمون باطری، کالیبراسیون تجهیزات اندازه گیر ی الکتریکی، کارایی و... فعالیت می کند.

این مرکز مجوزهای لازم را برای فعالیت خود از سازمانهای بالادستی و مراجع معتبر دریافت نموده و دارای گواهینامه سیستم مدیریت آزمایشگاه ISO/IEC 17025 و سیستم مدیریت بازرسی ISO/IEC 17020 از مرکز ملی تأیید صلاحیت ایران وگواهینامه سیستم مدیریت کیفیت ISO 9001 از TUV و تدوین ا ستاندارد از سازمان ملی استاندارد می باشد.

این مرکز آزمایشگاه همکار سازمان ملی استاندارد، سازمان تنظیم مقررات وارتباطات رادیویی، معاونت تجهیزات پزشکی وزارت بهداشت، سازمان فناوری اطلاعات، مرکز راهبردی افتا، پدافند غیر عامل و.... می‌باشد.

- آزمایشگاه سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)خودرو و قطعات الکترونیکی خودرو

هدف از آزمون سازگاری الکترومغناطیس در خودرو، اندازه گیری تشعشعات منتشره از وسیله نقلیه و قطعات الکترونیکی آن و همچنین مصونیت آن در مقابل میدان هایی بیرونی می باشد.

در این آزمون ها موارد زیر تحت پوشش قرار می گیرد:

الزامات مربوط به مصونیت دربرابر اغتشاشات تشعشع یافته (Immunity)

الزامات مربوط به اغتشاشات تشعشع یافته از خودرو و تجهیزات الکترونیکی آن (Emission)

- پژوهش

پژوهش و اقدامات صورت گرفته در مرکز عبارتند از:

- تدوین ا ستانداردهای خودرو و موتور سیکلت و راه اندازی و بستر سازی انواع Test Planهای آزمون EMC قطعات الکترونیکی خودرو
- ایجاد بستر لازم برای انجام آزمون مطابق با استانداردملی وبین المللی
- انجام آزمونهایEMC انواع قطعات خودرو و خودرو سواری تولید داخل برای تولیدکنندگان خودرو مطابق با استانداردهای ۸۵ گانه
- ارائه خدمات آزمون به شرکتهای تولیدکننده تجهیزات الکترونیکی خودرو درخصوص استانداردسازی منطبق با سازگاری الکترومغناطیس

- استانداردها:

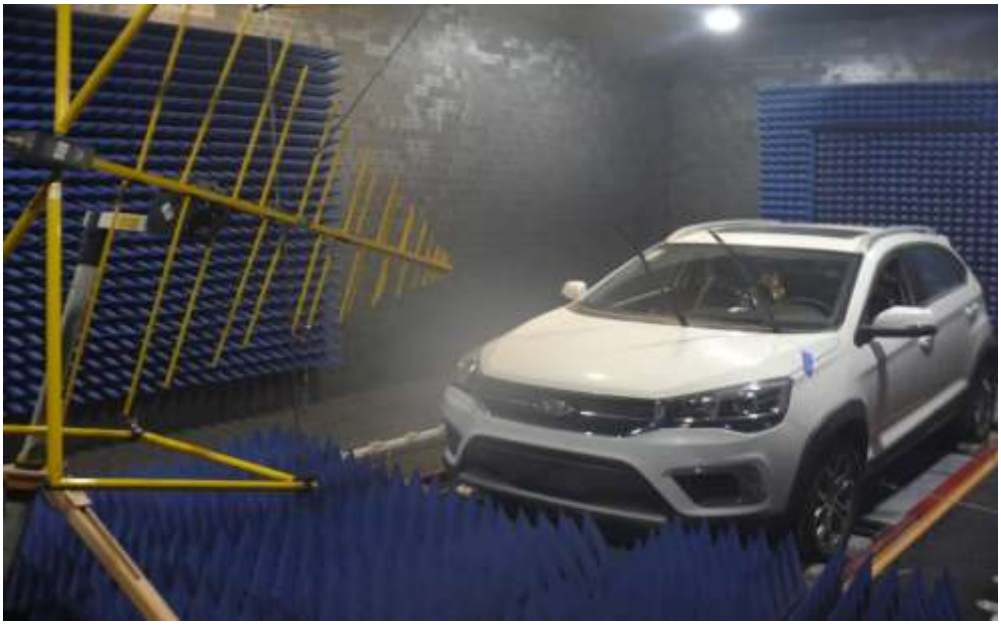
اســتاندارد ملی ایران به شــماره: مطابق اســتاندارد ملی ایران- ECE R10, Rev5 این اســتاندارد برای تمامی خودروهای دارای حداقل چهار چرخ که توانایی حرکت با سرعت بیش از ۲۵ Km/h را دارند کاربرد دارد.



شکل ۱-۱۷۴ : بخشی از آزمایشگاه مرکز تحقیقات صنایع افورماتیک (۱)

- تجربیات و محصولات آزمون شده:

مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک در سال ۱۳۹۵ علاوه بر چمبر EMC موجود خود اقدام به طراحی و ساخت چمبر EMC ویژه خودروهای سواری و کامیونت نمود. این چمبر با مطالعات فراوان، دانش فنی، تجربیات و تلا شهای زیاد راه اندازی و مجوز انجام آزمون خودرو در را از اداره کل اســتاندارد تهران کســب کند. در حال حاضــر این مرکز دارای تایید صلاحیت آزمون سازگاری الکترومغناطیسی خودرو کامل جهت تمامی بندهای ا ستاندارد ECE R10, Rev5 می باشد.



شکل ۱-۱۷۵ : بخشی از آزمایشگاه مرکز تحقیقات صنایع افورماتیک (۲)

- پروژه در دست اقدام

مرکز تحقیقات صــنایع انفورماتیک به غیر از چمبر های موجود، در حال راه اندازی چمبر ۱۰ متری با ابعاد به طول ۲۶ متر به عرض ۱۵ مترو با ارتفاع ۹ متر با اتاقک کنترل و آمپلی فایر می باشــد که کلیه خودرو های ســبک و

سنگین و مافوق سنگین برای آزمون EMC را بتواند در آن تست نماید که در حال حاضر ۷۰در صد نصب اتاقک چمبر آن انجام شده است که سرمایه گذاری آن بالغ بر ۱۲۰ میلیارد تومان می باشد. این پروژه در آخر سال ۱۴۰۰ به اتمام می رسد.

این آزمایشـــگاه برای آزمون EMC ماشـــین های برقی نیز مطالعات خودرا انجام داده و برای آزمون خورو و تجهیزات جانبی آن از جمله شارژها درحال تجهیز آزمایشگاه می باشد.

- تجهیزات مورد استفاده در این آزمایشگاه برای آزمون EMC خودرو وقطعات آن عبارتند از:

- چمبرهای آماده EMC برای آزمون قطعات خودرو ، چمبر EMC تســت خودرو ســواری، و چمبر ۱۰ متری برای تست خودرو و تجهیزات بزرگ تا ۱۰ تن در دست احداث
- EMI رسیور برای آزمون های مختلف تا GHZ۲۶
- اسپکتروم آنالایزر تا ۴۰ گیگاهرتز
- انواع آنتن در فرکانس مختلف
- انواع سیگنال ژنراتورتا GHZ۴۰
- انواع RF آمپلی فایر تا ۶ گیگاهرتس
- تجهیزات آزمون هارمونیک وفلیکر ، تخلیه الکتریسته ساکن، انتقال فرکانس رادیویی تغذیه
- تجهیزات آزمون BCI قطعات خودرویی

۱ ۲ ۱۶ آزمایشگاه شرکت اطمینان‌بخش

شـرکت دانش بنیان اطمینان‌بخش یکی از سـازندگان و تولیدکنندگان درایوهای ماژولار فشـار ضـعیف LV در تمام محدوده‌های صنعتی و درایوهای ماژولار فشار متوسط MV تا سطح ولتاژ ۱۱ کیلوولت و توان ۴,۵ مگاولت آمپر است. این شرکت با دارا بودن مجموعه موتور و ژنراتور تا ۳۲۰۰ کیلووات در داخل کارخانه، عملا امکان تست واقعی درایو در بار کامل را تا رنج مذکور فراهم نموده است. همچنین آزمایشگاه‌های فشار قوی، تست دما، تست ارتعاش و تســت رطوبت جهت ماژولها و بردهای الکترونیکی در داخل کارخانه، بطور مرتب تجهیزات تولیدی را مورد پایش قرار می‌دهند. علاوه بر این درایوهای تولیدی این شرکت در آزمایشگاه‌ها و مراجع ذی صلاح گواهینامه های زیر را کسب نموده است [۲۰].

- گواهینامه تست سازگاری الکترومغناطیسی EMC
- گواهینامه آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت تابلو ماژولهای قدرت
- گواهینامه آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت ترانسفورماتور تغییر دهنده فاز ایزوله
- گواهینامه آزمایش استقامت الکتریکی ضربه صاعقه ترانسفورماتور تغییر دهنده فاز ایزوله
- گواهینامه آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت کابل رابط افشان فشارقوی

این شرکت دارای آزمایشگاه‌هایی نیز هست که در زیر به آن‌ها و برخی امکانات این آزمایشگاه‌ها اشاره می‌شود:

- آزمایشگاه شرایط محیطی

در این آزمایشگاه عملکرد ماژولهای قدرت و بردهای الکترونیکی در برابر شرایط سخت محیطی مطابق سخت گیرانه ترین استانداردها مورد آزمایش قرار می گیرند تا از عملکرد آنها در شرایط سخت آب و هوایی سایت اطمینان حاصل گردد. این شرایط عبارتند از:

- حرارت (تا ۵۵ درجه و انبارش تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد)
- برودت (۱۰- درجه سانتی‌گراد در حال کار)
- رطوبت (غیراشباع ۹۰ درصد در حال کار)
- شرایط مه نمکی
- ارتعاش در سه محور (هر محور تا 2g)
- ضربه مکانیکی

شمایی از آزمایشگاه محیطی اطمینان‌بخش در شکل ۱-۱۷۶، شکل ۱-۱۷۷ و شکل ۱-۱۷۸ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۷۶ : آزمایشگاه حرارت شرکت اطمینان‌بخش



شکل ۱-۱۷۷ : آزمایشگاه رطوبت و برودت شرکت اطمینان‌بخش



شکل ۱-۱۷۸ : اتاق آزمون ارتعاش شرکت اطمینان‌بخش

- آزمایشگاه عملکرد بی‌باری و بار نامی

این آزمایشگاه عملکرد درایوهای فشار ضعیف و فشار متوسط به کمک مجموعه موتور-ژنراتور مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

- آزمایشگاه عملکرد بی باری و بار نامی تا ۳۲۰۰ کیلو وات MV
- آزمایشگاه عملکرد بی باری و بار نامی تا ۵۰۰ کیلو وات LV



شکل ۱-۱۷۹ : اتاق تست بارداری درایو **LV** شرکت اطمینان‌بخش

- آزمایشگاه فشار قوی

شمایی از آزمایشگاه فشار قوی شرکت اطمینان‌بخش در شکل ۱-۱۸۰ و شکل ۱-۱۸۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۸۰ : آزمایشگاه فشار قوی شرکت اطمینان‌بخش (۱)



شکل ۱-۱۸۱ : آزمایشگاه فشار قوی شرکت اطمینان‌بخش (۲)

- تست درایوهای فشار ضعیف LV
- تست‌های آزمایشگاهی و میدانی

فهرست آزمایش‌های قابل انجام روی درایو توسط آزمایشگاه اطمینان‌بخش در جدول ۱-۸ نشان داده شده است.

جدول ۱-۸ : فهرست آزمایش‌های قابل انجام بر روی درایو توسط آزمایشگاه اطمینان‌بخش

ردیف	نام آزمایشگاه	تجهیزات تست و قابلیت مرتبط
۱	حرارت	امکان آزمون برق دار بردها و قطعات تا حداکثر ۵۵ درجه سانتیگراد
۲	برودت	امکان آزمون برق دار بردها و قطعات تا حداقل ۱۰- درجه سانتیگراد
۳	ارتعاشات و ضربه مکانیکی	امکان آزمون حالت برقدار بردها و قطعات 3g ارتعاش و 5g ضربه
۴	رطوبت و مه نمکی	امکان آزمون در حالت برقدار بردها و قطعات تا ۹۰٪ غیر اشباع
۵	عایق الکتریکی	امکان آزمون عایقی تا 3Kv برای Lv و 20 Kv برای Mv
۶	ضربه عایقی (صاعقه)	امکان آزمون ضربه تا 100Kv
۷	بار داری فشار ضعیف	امکان آزمون بارگیری نامی در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد (250Kw 690V,400V)
۸	باردای فشار متوسط	امکان آزمون بارگیری نامی در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد(1600Kw)6.6 Kv

همچنین برخی گواهی‌نامه‌های صادرشده توسط این آزمایشگاه در ادامه قابل مشاهده هستند.



شکل ۱-۱۸۲ : برخی گواهینامه‌های صادرشده توسط شرکت اطمینان‌بخش (۱)



شکل ۱-۱۸۳ : برخی گواهینامه‌های صادرشده توسط شرکت اطمینان‌بخش (۲)

۱ ۳ نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین زیر ساخت‌های مهم برای د ست‌یابی به اهداف تعیین شده در صنعت خودروبرقی، شنا سایی توانمندی‌های داخل ک شور می‌با شد. در گزارش فوق به برر سی تجهیزات و آزمون‌های قابل انجام پی‌شرانه خودروهای برقی آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های فعال در حوزه تولید موتور الکتریکی پرداخته شده است.

مواردی که تاکنون بررسی شده‌اند، به شرح زیر است:

آزمایشگاه‌های فعال خارجی در حوزه پیشرانه‌های خودرو برقی:

- **آزمایشگاه AVL**
- بخش‌های مختلف آزمایشگاه در حوزه خودروهای برقی:
  - پشتیبانی و مدیریت
  - ارزیابی و کالیبراسیون
  - یکپارچه‌سازی و شبیه‌سازی
  - آزمون و اعتبارسنجی
- **آزمایشگاه مگ‌ترول**
- آزمون‌های آزمایشگاه مگ‌ترول:
  - گشتاور
  - سرعت
  - راندمان
  - جریان
  - توان
  - توان ورودی
  - توان خروجی
  - ضریب توان
  - درجه حرارت
- تجهیزات آزمایشگاه مگ‌ترول:
  - دینامومتر سری هیسترزیس باقابلیت اندازه‌گیری هیسترزیس
  - دینامومتر سری جریان گردابی باقابلیت اندازه‌گیری جریان گردابی
  - دینامومتر سری پودر مغناطیسی باقابلیت اندازه‌گیری پودر مغناطیسی
  - سیستم تست دندان‌اره‌ای
  - نرم‌افزار تست موتور
  - آنالایزر توان سری ۷۵۰۰
- **آزمایشگاه اتستو**

- آزمون‌های آزمایشگاه اتستو:

- تست پیشرانه با موتورهای احتراقی
- تست پیشرانه با محرک‌های موتور الکتریکی
- تست پیشرانه با سیستم‌های محرکه برقی
- تست سیستم‌های درایو هیبریدی
- تست سرعت‌بالا
- تست دوام
- تست‌های زیر گشتاور
- تست با سرعت چرخش
- آزمایش موتورهای الکتریکی، اینورترها و اجزای الکتریکی کمکی
- تست درایو هیبریدی
- درایو شبیه‌سازی ضربان گشتاور موتور
- تست دینامیکی در شرایط عملیاتی
- آزمایش موتورهای الکترونیکی و اینورترهای وسیله نقلیه
- تست دمای بالا
- رفتار گرمایی
- آزمون دمای متناوب
- تست دمای پایین

- تجهیزات آزمایشگاه اتستو:

- محفظه آزمایش ۱: با ابعاد ۱۰۰۰*۱۵۰۰*۱۵۰۰ میلی‌متر
- محفظه آزمایش ۲: ۱۱۰۰*۱۷۰۰*۱۵۵۰ میلی‌متر
- شبیه‌سازی دینامیکی مقاومت نورد
- منبع تغذیه ولتاژ بالا جریان DC
- ولتاژ بالا منبع تغذیه
- موتور بار الکتریکی
- اندازه‌گیری دما، جریان حجم و فشار
- اندازه‌گیری فرکانس بالا ولتاژ DC، جریان DC، ولتاژ و جریان فاز
- اندازه‌گیری سرعت چرخش، گشتاور و زاویه روتور
- کنترل سرعت
- محفظه آزمایش دما

- آزمایشگاه اپلاس + آیدیادا

- آزمون‌های اپلاس+ایدیادا:

- تست و اعتبارسنجی موتور
- تست اجزا
- تست بر روی عملکرد و خصوصیات
- اندازه‌گیری گشتاور / قدرت اسمی و پیک. گواهینامه R85
- نقشه کارایی و تحلیل روند در طی پیری
- توصیف حرارتی
- آزمون‌های مقاومت دی الکتریکی
- آزمایش‌های الکتریکی مغناطیسی، روتور قفل‌شده
- آزمایش نشت مدار خنک‌کننده و افت فشار
- خصوصیات ارتعاشات
- کالیبراسیون عملکرد موتور
- کالیبراسیون انتشارات موتور
- کالیبراسیون پس از تعمیر موتور

- تجهیزات آزمایشگاه اپلاس+ایدیادا:

- محفظه‌های آب‌وهوایی از ۴۰- درجه سانتی‌گراد تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، با ابعاد ۱,۴۰۰ * ۱,۴۰۰ * ۱,۰۰۰ میلی‌متر و تا ۱,۰۰۰ کیلوگرم.
- تهویه مطبوع خنک‌کننده باقدرت خنک‌کنندگی ۲۵ کیلووات و دمای ۲۵- با کنترل جریان و دما مستقل
- شبیه‌ساز باتری تا ۴۰۰ کیلووات، ۱۰۰۰ ولت و ۱۴۰۰ آمپر
- سیستم‌های پیش تشخیص
- حس‌گر دقت بالا برای تمام پارامترهای مکانیکی، الکتریکی و حرارتی
- پیشرفته‌ترین تجهیزات ارتباطی و کنترلی

آزمایشگاه‌های فعال داخلی در حوزه پیشرانه‌های خودرو برقی و موتورهای الکتریکی:

- شرکت آزمایش و تحقیقات قطعات و مجموعه‌های خودرو (ایتراک)
- شرکت طراحی، تحقیق و تولید موتور ایران‌خودرو (ایپکو)
- شرکت توسعه قوای محرکه دینا
- شرکت نما موتور پیشران
- شرکت دانش‌بنیان آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل)
- شرکت الکتروژن
- شرکت جمکو
- شرکت موتوژن
- شرکت توربوژنراتور شاهرود
- شرکت کیا الکتروموتور پارت

- شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور
- شرکت سازه پویش
- مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز
- پژوهشگاه استاندارد
- مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
- شرکت اطمینان‌بخش

لیست آزمون‌ها و تجهیزات مربوط به آزمایشگاه‌های داخلی به شرح زیر می‌باشد:

- **شرکت آزمایش و تحقیقات قطعات و مجموعه‌های خودرو (ایتراک)**
- آزمون‌های شرکت ایتراک:

- آزمون تعیین منحنی مشخصه‌ی الکتروموتورها
- آزمون دوام الکتروموتورها، تحت بار
- آزمون شبیه‌سازی اثر بارگذاری مکانیزم‌ها و مجموعه‌ها روی الکتروموتورها
- آزمون‌های عملکرد موتور
- آزمون‌های دوام ارتعاشی قطعات موتور
- آزمون شوک حرارتی گرم و سرد قطعات موتور در دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد
- استحکام دی‌الکتریک و مقاومت عایقی

- تجهیزات شرکت ایتراک:

- دینامومتر پودری ۵۰ نیوتن متر
- دینامومتر هیسترزیسی ۳/۲۵ نیوتن متر
- دینامومتر هیسترزیسی ۸۰ نیوتن میلی‌متر
- دینامومتر هیسترزیسی ۲۸۰ نیوتن میلی‌متر
- تحلیل‌گر توان
- کنترل‌کننده دینامومتر
- منبع تغذیه‌ی ۵۰۰ آمپر قابل‌کنترل
- نرم‌افزار کنترل عملکرد دینامومترها و موتورها باقابلیت کنترل دما در ۸ نقطه

- **شرکت طراحی، تحقیق و تولید موتور ایران‌خودرو (ایپکو)**

- آزمون مصرف انرژی خودروهای برقی
- آزمون ارزیابی سامانه خنک کاری موتور
- آزمون‌های دوام، توانایی و عملکرد موتور
- توان و گشتاور خروجی موتور

- **شرکت توسعه قوای محرکه دینا**

- آزمون‌های آزمایشگاه دینا:

- اندازه‌گیری قدرت و گشتاور موتور
- آزمون‌های دوام موتوری
- آزمون‌های دوام ارتعاشی قطعات موتور
- آزمون عملکردی موتور

- تجهیزات شرکت دینا:

- دینامومتر هیدرولیکی
- دستگاه جعبه حساس
- دینامومتر ادی کارنت
- تجهیزات آزمون دوام موتوری

- **آزمایشگاه شرکت نماموتور پیشران**

- آزمون‌های شرکت نماموتور پیشران:

- تست موتور و سیستم کنترل دور موتور جهت استخراج منحنی ها و مشخصه های الکتروموتور
- تست دوام قوای محرکه تا سقف ۳۰ کیلووات
- اندازه گیری توان خالص و توان حداکثر ۳۰ دقیقه رانش‌گرهای الکتریکی مطابق با اســـتاندارد R085 re1
- آزمون مشخصات اسمی و عملکردی مطابق با استاندارد ملی ایران ۱-۳۷۷۲

- تجهیزات شرکت نماموتور پیشران:

- دینامومتر ۳۰ کیلووات با حداکثر سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه
- دینامومتر ۱۰ کیلووات، ۲۰۰ نیوتن‌متر
- دینامومتر ۵ کیلووات با حداکثر گشتاور ۲۰۰ نیوتن متر
- چمبر آزمون محیطی از دمای ۴۰- تا ۱۲۰+ درجه سانتی‌گراد
- میز ارتعاش باقابلیت شبیه‌سازی ارتعاشات جاده‌ای
- منبع تغذیه ۲/۱ ، ۶ و ۲۲ کیلووات
- تجهیزات کامل آزمون‌های الکتریکی و عایقی
- تاکومتر
- ترمومتر
- اسیلوسکوپ ۱۰۰ مگاهرتز

- **شرکت دانش‌بنیان آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل):**

- آزمون‌های شرکت اپیل:

- انجام آزمون های کلیه الکتروموتورهای سنکرون و آسنکرون

- انجام آزمون های کلیه درایو های الکتریکی سرعت متغیر
- انجام آزمون های عایقی و تخلیه جزیی ماشین های الکتریکی دوار
- اندازه گیری گشتاور شفت موتور با ترکمتر
- آزمون بی‌باری
- تعیین تلفات بی باری و آهنی
- تعیین پارامترهای الکتریکی مدارمعادل
- اندازه گیری جریان بی باری
- اندازه گیری سرعت روتور در حالت بی باری
- آزمون مقاومت سیم پیچی
- آزمون بارداری
- اندازه گیری بازده
- اندازه گیری افزایش دما
- اندازه گیری برچسب مصرف انرژی
- تعیین کلاس بازدهی(IE Code)
- آزمون جریان اضافی اتفاقی
- آزمون گشتاور اضافی لحظه ای
- اندازه گیری ماکزیمم سرعت قابل تحمل موتور
- عملکرد صحیح الکتروموتور در حین و بعد از آزمون
- تست استحکام موتور
- استحکام موتور و کیفیت قطعات به کار رفته در تجهیز
- آزمون سرعت کار ایمن
- آزمون گشتاور بالا برنده
- به دست آوردن مشخصه گشتاور- سرعت الکتروموتورهای آسنکرون
- آزمون اعوجاج هارمونیکی
- آزمون اندازه گیری مقاومت عایقی
- اندازه گیری جریان نشتی
- آزمون تحمل ولتاژ
- آزمون روتور قفل شده
- اندازه گیری گشتاور راه اندازی
- اندازه گیری توان ظاهری راه اندازی
- اندازه گیری جریان راه اندازی
- اندازه گیری سطح نویز الکتروموتور
- آزمون اندازه گیری ارتعاش
- بررسی عملکرد دینامیکی الکتروموتور

- آزمون ضریب تلفات عایقی (تانژانت دلتا)

- تجهیزات آزمایشگاه اپیل:

- دستگاه دینامومتر برای آزمون انواع الکتروموتور تا ۵۵ کیلووات
- ترکمتر
- اهم متر، مولتی متر
- منبع تغذیه
- تابلوهای کنترل و قدرت
- ژنراتور آزمایشگاهی
- اتوترانس
- دستگاه اندازه گیری پاور کوالیتی
- سرعت سنج
- نیرو سنج
- دستگاه مقاومت عایقی
- ترموکوپل
- درایو الکتریکی با قابلیت تغییر فرکانس
- سنسور شفت انکودر
- آچار قفل کننده شفت الکتروموتور
- نویز سنج
- تجهیز آزمون تجمل ولتاژ
- ارتعاش سنج
- اتوترانس
- ترانسفورماتور آزمایشگاهی
- دستگاه اندازه گیری تلفات عایقی آمیکرون
- دستگاه اندازه گیری تخلیه جزیی آمیکرون

- **شرکت الکتروژن**

- آزمون‌های شرکت الکتروژن:

- آزمون‌های دینا مومتری از الکتروموتور
- آزمون لغزش
- آزمون‌های حرارتی و محاسبه افزایش دما
- آزمون و محاسبه راندمان الکتروموتور
- آزمون نویز
- آزمون عملکردی الکتروموتور

- محاسبه ضریب توان

- تجهیزات شرکت الکتروژن:

- دینامومتر هیسترزیس
- دینامومتر اکتیو
- دستگاه آزمون ورق مغناطیسی
- اهم‌تر
- واتمتر
- تاکومتر
- میلی اهم‌تر دیجیتال
- نویز سنج
- ویبره متر
- ترمومتر دیجیتال
- دستگاه آزمون دی‌الکتریک

- **شرکت صنایع ماشین‌های الکتریکی جوین(جمکو)**

- آزمون‌های شرکت جمکو:

- آزمون کلیه الکتروموتورهای آسنکرون سه فاز فشار ضعیف از (۰/۱۲ کیلووات تا ۱۶۰۰ کیلووات) ۴۰۰ ولت
- آزمون کلیه الکتروموتورهای آسنکرون سه فاز فشارقوی از (۱۸۰کیلووات تا۱۶۰۰ کیلووات) ۶ کیلوولت
- آزمون کلیه ژنراتورهای سنکرون بدون جاروبک (۳۵ کیلووات تا ۱۲۵۰کیلووات) ۴۰۰ ولت
- آزمون کلیه ژنراتورهای سنکرون سه فاز تا قدرت ۱۰۰۰ کیلووات ــ ۴۰۰ ولت
- آزمون کلیه الکتروموتورهای DC از (۱ کیلوولت آمپر تا ۱۰۰۰ کیلوولت آمپر) تا ولتاژ ۷۵۰ ولت
- تست ولتاژ پایداری
- تست مقاومت عایقی
- اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچ‌های الکتروموتور در دمای محیط
- محاسبه افزایش دما
- اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی الکتروموتور تحت حالت بی‌باری
- بررسی تلفات بی‌باری شامل آهنی و مکانیکی و جریان بی‌باری
- اندازه‌گیری دور الکتروموتور در حالت بی‌باری
- تست ارتعاش
- تست روتور قفل شده
- تست سرعت اضافی
- تست ولتاژ اضافی

- اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی الکتروموتور تحت بار
- تست افزایش دما
- تست نویز
- اندازه‌گیری ولتاژ شفت
- تست IP

- تجهیزات شرکت جمکو:

- اتوترانس‌هایی به قدرت ۱۰۰۰ کیلوولت آمپر تا ۸۰۰ کیلوولت آمپر با سطح ولتاژ ۰ – ۶۶۰ ولت
- ژنراتور DC و بار مقاومتی، سلفی و خازنی به قدرت های ۱۶۰ کیلووات جهت بارگذاری روی الکتروموتورها.
- سیستم کنترل سرعت جهت کنترل سرعت ماشین‌های DC
- سیستم کنترل تحریک ماشین‌های DC و ماشین‌های سنکرون
- سیستم اندازه‌گیری با رنج‌های مختلف از ۵ آمپر تا ۲۰۰۰ آمپر
- سیستم حفاظت شامل انواع رله‌ها
- میگر
- ارتعاش سنج، نویزسنج، دورسنج
- گشتاورسنج
- ترمومتر دیجیتال و آنالوگ
- COS φ متر
- فرکانس متر
- دستگاه تست ولتاژ پایداری
- انواع آمپرمتر، ولت‌متر و وات متر دیجیتال و آنالوگ در رنج های مختلف
- تجهیزات کنترلی جهت چک کردن قطعات الکتروموتور

- **شرکت موتوژن**

- آزمون‌های شرکت موتوژن:

- آزمون حرارتی با محدوده کاربرد ۶۳۰ کیووات الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف تا ۴ قطب با روش مقاومتی
- آزمون گشتاور اضافی لحظه‌ای ۴۰۰۰ نیوتن متر الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف
- آزمون اضافه سرعت ۳۷۰۰ دور در دقیقه الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف
- آزمون تحمل ولتاژ ۲۰۰۰ ولت الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف
- آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی ۶۰ وات تا ۶۳۰ کیلووات الکتروموتورهای القایی تک‌فاز و سه‌فاز فشار ضعیف تا ۴ قطب
- آزمون برچسب انرژی ۱۲۰ وات تا ۶۳۰ کیلووات الکتروموتورهای القایی فشار ضعیف تغذیه شده از

خط تا ۴ قطب

- آزمون نویز 130db تا فریم سایز ۱۶۰ الکتروموتورهای الکتریکی دوار تک‌فاز و سه‌فاز
- آزمون ارتعاش ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه با روش تعلیقی الکتروموتورهای الکتریکی دوار تک‌فاز و سه‌فاز
- آزمون حفاظت در برابر گرد و غبار و آب الکتروموتور صنعتی از فریم سایز ۵۶ تا ۴۰۰، ۶۰ تا ۷۰۰ کیلووات الکتروموتورهای الکتریکی دوار تک‌فاز و سه‌فاز

- تجهیزات شرکت موتوژن:

- دستگاه دینامومتر برای آزمون انواع الکتروموتور تا ۵۵ کیلووات
- دستگاه آزمون روتور
- ارتعاش سنج و ترازسنج صوتی
- دستگاه آزمون IP

- **شرکت توربوژنراتور شاهرود**

- آزمون‌های شرکت توربوژنراتور شاهرود:

- آزمون راه‌اندازی و آنالیز ارتعا شات و اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی و مکانیکی انواع الکتروموتورهای DC به‌صورت ON LOAD و NO LOAD تا توان ۱ مگاوات
- آزمون و راه‌اندازی و آنالیز ارتعاشات و اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی و مکانیکی ژنراتورهای AC به‌صورت ON LOADتا توان ۱مگاولت‌آمپر
- آزمون و راه‌اندازی و آنالیز ارتعاشات و اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی و مکانیکی انواع الکتروموتورهای AC تا توان ۲۷۰ کیلووات به‌صورت ON LOADو NO LOAD
- آزمون IP
- بالانس دینامیکی

- تجهیزات شرکت توربوژنراتور شاهرود:

- دستگاه بالانس پرتابل
- دستگاه آنالیز ارتعاشات مکانیکی
- دستگاه آزمون مقاومت عایقی
- مولتی متر و آمپرمتر
- دستگاه POWER FACTOR
- ترانس پله‌ای
- ترمومتر – تاکومتر
- دستگاه آزمون HIGH POT

- **شرکت کیا الکتروموتور پارت**

- آزمون‌های شرکت کیا الکتروموتور پارت:

- انجام آزمون دینامتری و عملکردی تا توان ۲۰۰ وات
- آزمون کیفی روتورهای تزریق دایکست
- آزمون طول عمر موتور در شرایط سخت
- آزمون کیفیت مواد اولیه ورودی
- اندازه‌گیری گشتاور، راندمان
- اندازه‌گیری گشتاور راه‌اندازی
- سرعت و توان و گشتاور خروجی در سرعت های مختلف
- اندازه گیری گشتاور کاکینگ در زاویه های مختلف
- تست عایقی
- تست لرزش
- تست رطوبت
- تست حرارتی

- تجهیزات شرکت کیا الکتروموتور پارت:

- دینامو.متر ۶ نیوتن متر و حداکثر سرعت نیز ۶۰۰۰ دور بر دقیقه
- دستگاه بالانسر پروانه
- دستگاه آزمون روتور
- آون آزمایشگاهی
- دستگاه تست عایقی موتور
- دستگاه تست لرزش
- دستگاه تست رطوبت
- ترک سنج
- دما سنج لیزری
- فلومتر

- **شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور**

- آزمون‌های شرکت نوآور:

- آزمون موتور
- اندازه‌گیری گشتاور موتور با مقدار ورودی گازهای مختلف
- آزمون دوام الکتروموتور
- اندازه‌گیری گشتاور و قدرت محرک اولیه

- تجهیزات شرکت نوآور:

- دستگاه دینامومتر ادی کارنت
- دستگاه کشنده گاز یا Throttle

- دستگاه آزمون دوام الکتروموتور
- دستگاه گشتاور سنج دینامیکی
- دستگاه اندازه‌گیری گشتاور موتور
- نرم افزار SAM

- **شرکت سازه پویش**

- آزمون‌های شرکت سازه پویش:

- آزمون سازگاری الکترومغناطیسی (EMC):
- ایمنی قطعات برقی خودرو در مقابل اضافه ولتاژ گذار
- ایمنی قطعات برقی خودرو در مقابل تخلیه بارهای الکتروستاتیک (ESD)
- ایمنی قطعات برقی خودرو در مقابل قطع شدگی های ریز(میکروکات)
- آزمون های ولتاژی:
- آزمون مقاومت عایق بندی
- آزمون استحکام دی الکتریک
- افت ولتاژ
- آزمون دوام قطعات مطابق استاندارد
- آزمون عملکردی
- آزمون شرایط محیطی

- تجهیزات شرکت سازه پویش:

- دستگاه آزمون سازگاری الکترومغناطیسی
- دستگاه شبیه ساز پالس گذرا
- دستگاه پالس
- منبع تغذیه ولتاژ DC و مربعی
- دستگاه آزمون حرارتی و شرایط محیطی
- دستگاه شبیه‌ساز پالس پله‌ای
- دستگاه آزمون ولتاژی و عملکردی
- دستگاه آزمون تست عایقی

- **مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز**

- آزمون‌های شرکت چرخه طبیعت سبز:

- آزمون‌های موتورهای الکترکی دوار القایی تک فاز و سه فاز بر اساس استاندارد ISIRI 3772-1
- نشانه‌گذاری (پلاک مشخصات)
- حرارتی (افزایش دما)
- جریان اضافی اتفاقی

- گشتاور اضافی لحظه‌ای
- گشتاور بالا برنده
- سرعت کار ایمن برای موتورهای القایی قفسی
- معیارها و مشخصات فنی مصرف و دستورالعمل برچسب انرژی موتورهای تغذیه‌شونده از خط AC بر اساس استاندارد ISIRI 377-30
- اضافه سرعت
- ضریب توان
- لغزش در موتورهای القایی

- تجهیزات شرکت چرخه طبیعت سبز:

- دینامومترهای آزمون موتورهای الکتریکی دوار
- تجهیز آزمون مقاومت در برابر لرزش
- ترانس واریابل و استابلایزر جهت تامین جریان و ولتاژبرق ورودی
- تجهیز های ولتاژ آزمون موتورهای الکتریکی دوار
- رک کنترلر آزمون موتورهای الکتریکی دوار

- **پژوهشگاه استاندارد**

- آزمون‌های آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد:

- الکتروموتورهای جریان مستقیم تا ۲۴ ولت ۵۰ آمپر
- الکتروموتورهای یونیورسال تا ۲۰۰۰۰ دور
- الکتروموتورهای تک فاز القایی تا ۵/۵ کیلووات
- الکتروموتورهای سه فاز القایی تا ۷/۵ کیلووات
- تست بارگذاری موتور
- مشخصه خروجی الکتروموتور

- تجهیزات آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد:

- دینامومتر هیسترزیس ۱ کیلووات، ۰/۶ نیوتن متر
- دینامومتر پودری ۱۰ کیلووات، ۲۰۰ نیوتن متر
- دینامومتر هیسترزیس ۱۲ کیلووات، ۵۰۰۰۰ دور بر دقیقه

- **مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک**

- تدوین استانداردهای خودرو و موتورسیکلت و راه اندازی و بسترسازی انواع Test Planهای آزمون EMC قطعات الکترونیکی خودرو
- ایجاد بستر لازم برای انجام آزمون مطابق با استانداردملی وبین المللی
- انجام آزمون‌های EMC انواع قطعات خودرو و خودرو سواری تولید داخل برای تولیدکنندگان خودرو

مطابق با استانداردهای ۸۵ گانه

- ارائه خدمات آزمون به شرکتهای تولیدکننده تجهیزات الکترونیکی خودرو درخصوص استاندارد سازی منطبق با سازگاری الکترومغناطیس

- تجهیزات آزمایشگاه سازگاری الکترومغناطیسی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک:

- چمبرهای آماده EMC برای آزمون قطعات خودرو ، چمبر EMC تست خودرو سواری، و چمبر ۱۰ متری برای تست خودرو و تجهیزات بزرگ تا ۱۰ تن در دست احداث
- EMI رسیور برای آزمون های مختلف تا ۲۶ گیگاهرتز
- اسپکتروم آنالایزر تا ۴۰ گیگاهرتز
- انواع آنتن در فرکانس مختلف
- انواع سیگنال ژنراتورتا ۴۰ گیگاهرتز
- انواع RF آمپلی فایر تا ۶ گیگاهرتس
- تجهیزات آزمون هارمونیک وفلیکر ، تخلیه الکتریسته ساکن، انتقال فرکانس رادیویی تغذیه
- تجهیزات آزمون BCI قطعات خودرویی

- **شرکت اطمینان‌بخش**

- آزمایشگاه محیطی با قابلیت آزمون حرارت، برودت، رطوبت، مه نمکی، ارتعاش، ضربه مکانیکی و ...
- آزمایشگاه تست عملکرد بی‌باری و بار نامی
- آزمایشگاه فشار قوی
- تست درایوهای فشار ضعیف LV
-

با بررسی آزمایشگاه‌ها و توانمندی‌های داخل کشور و بررسی نقاط ضعف داخلی، لازم است که برای صنعت خودروهای برقی در کشور، آینده‌نگری شود. یکی از پاسخ‌های مناسبی که می‌توان برای این موضوع درنظرداشت، این است که با توجه به توانمندی‌های آزمایشگاه‌های خارجی و تعیین نقاط ضعف آزمایشگاه‌های داخلی در صورت نیازمند بودن به آزمون‌هایی که امکان انجام آن در داخل امکان‌پذیر نبوده، راهکارهای ذیل اتخاذ گردند:

- در صورت داشتن بودجه و زمان مناسب، می‌توان تجهیزات موردنیاز برای تست را به همراه دانش فنی آن به کشور وارد کرد.
- درصورتی‌که برای اولین بار این امر صورت می‌پذیرد، بهتر است، برای هرچه بهتر مشخص شدن ریسک‌های این عمل، تجهیز را برای تست به شرکت یا آزمایشگاه موردنظر ارسال نمود، یا در صورت امکان آن را اجاره نمود.

فصل دوم

بررسی استانداردها و آزمون‌های حوزه پیشرانه خودروبرقی

۲ ۱ مقدمه

با توجه موارد حائز اهمیت بیان‌شـــده در پیشـــگفتار و بخش مقدمه گزارش، در این فصـــل با بررســـی برخی ا ستانداردهای داخلی و ا ستانداردهای بین‌المللی اعم از IEC، ISO و SAE، به معرفی و د سته‌بندی آزمون‌های مهم در حوزه موتورهای مورد استفاده در خودروهای برقی و همچنین سیستم پیشرانه این خودروها و تجهیزات لازم جهت انجام آزمون پرداخته خواهد شد.

۲ ۲ آزمون‌های مربوط به موتورهای AC مجهز به مبدل (استاندارد ملی ۲-۱۲۶۱۷ و بین‌المللی IEC 60349-2)

در این بخش به دســـته‌بندی، معرفی و نحوه انجام برخی آزمون‌های مهم در موتورهای AC مجهز به مبدل‌های الکتریکی پرداخته خواهد شد. مطالب این بخش مبتنی بر ا ستاندارد بین‌المللی IEC 60349-2 و ا ستاندارد ملی ۲-۱۲۶۱۷ تحت عنوان «راه آهن ترکشـــن الکتریکی – ماشـــین‌های الکتریکی دوار برای راه‌آهن و خودروهای جاده‌ای – قسمت دوم: موتورهای جریان متناوب تغذیه‌شده با مبدل الکترونیکی» هستند [۲۱ و ۲۲].

۲ ۲ ۱ دسته‌بندی آزمون‌ها

به طور کلی سه دسته آزمون روی ماشین‌های الکتریکی تحت پوشش استانداردهای مذکور انجام می‌شود:

۱) آزمون‌های نوعی[1]

۲) آزمون‌های عادی[2]

۳) آزمون‌های بازبینی[3]

در جدول ۲-۱ خلاصه‌ای از آزمون‌های مورد نیاز ارائه شده در استانداردهای مذکور آورده شده است.

جدول ۲-۱: فهرست آزمون‌های معرفی‌شده در استاندارد **IEC 60349-2** و استاندارد ملی ۲-۱۲۶۱۷

نوع موتور	نوع آزمون	نویز	ارتعاش	دی‌الکتریک	سرعت بیش از حد	مشخصه‌ها	آزمون حرارتی در زمان کوتاه	افزایش دما
آسنکرون	نوعی	ضمیمه C	۴-۸	-	۳-۸	۲-۸	۲-۲-۱-۷	۱-۸
	روتین	-	۶-۹	۵-۹	۴-۹	۱-۳-۹	۱-۹	-
سنکرون	نوعی	ضمیمه C	۴-۸	-	۳-۸	۲-۸	-	۱-۸
	روتین	-	۶-۹	۵-۹	۴-۹	۲-۳-۹	۱-۹/۲-۹	-

1- Type Test
2- Routine Test
3- Investigation Test

۲ ۲ ۲ آزمون‌های نوعی

این آزمون‌ها برای نشان دادن مقادیر نامی، مشخصات و عملکرد موتور جدید انجام می شوند. این آزمون‌ها باید بر روی هر موتوری که جدید طراحی می‌شود، انجام پذیرد. موتور باید جزء ۱۰ موتور اول ساخته شده باشد. در صورت هر گونه تغییری در مکان و یا روش های ساخت به بند مربوطه در این دو استاندارد، مراجعه شود.

پیش از آغاز آزمون، سازنده باید خریدار را از ویژگی های آزمون و نتایج آن و هم چنین تطابق آن با استانداردهای مربوطه مطلع سازد. با انجام آزمون های نمونه، سازنده باید خریدار را از نتایج کامل توسط یک گزارش کامل آگاه سازد.

الف) آزمون‌های نوعی بر روی تغذیه مبدل[1]

اگر هر موتور توسط یک مبدل تغذیه گردد، آزمون های نمونه بهتر است برروی کانورتری که برروی قطار است اجرا شود. در غیر این صورت، می توان برروی یک مبدل که از نظر هارمونیک و تغذیه مانند مبدل نصب شده بر روی قطار باشد، آزمون ها را انجام داد. اگر چند موتور به وسیله یک مبدل مشترک تغذیه شوند، آزمون های نمونه برروی یک موتور و با منبعی مشابه با مبدل قطار انجام گیرد. در صورتی که خریدار تقاضا نماید، سازنده باید میزان تشابه آزمون و شرایط واقعی را مشخص نماید و هرگونه تفاوتی را بین این دو نوع مشخص نماید.

در صورت تغییر مشخصه های خروجی الکتریکی مبدل، آزمون ها باید تکرار گردد، مگر آن که توافق شود.

ب) آزمون‌های نوعی منبع ولتاژ سینوسی[2]

این آزمون برای تأمین مرجعی برای مشخصه های ماشین می باشد. این آزمون باید شامل آزمون افزایش دما در مقادیر نامی که سازنده معرفی نمو ده باشد. ولتاژ، فرکانس، گشتاور و تهویه و مدت آزمون به صلاحدید سازنده مشخص می گردد، اما زمان آزمون باید کمینه یک ساعت و در مقادیری که زیادی نسبت به حالت کار عادی به ماشین نمی آورد، باشد. پارامترهای آزمون باید برای آزمون های بعدی ماشین طراحی شده ثابت باشد. آزمون های افزایش دما نیز باید مطابق با بند ۱-۳-۹ این گزارش، باشد.

پ) تکرار آزمون نوعی[3]

در صورت توافق و هم چنین با توجه به نتایج آزمون نمونه با منبع سینوسی (طبق بند مربوطه) و همچنین آزمون روتین با در نظر گرفتن تلورانس ها، سازنده نیازی به تحویل گزارش برای یک ماشین با طراحی مدار الکترومغناطیسی مشابه و مقادیر نامی مشابه ندارد. هم چنین در صورت تغییر روش و یا مکان آزمون، این مسأله صادق است.

۲ ۲ ۳ آزمون‌های افزایش دما[4]

این آزمون ها باید برای مقادیر نامی انجام گیرد. خروجی نامی مکانیکی ماشین باید به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم برروی شفت موتور اندازه گیری شود، یا بدون اندازه گیری و با استفاده از پارامترهای تغذیه موتور شامل

1- Type tests on converter supply
2- Type tests on sinusoidal supply
3- Repeat type test
4- Tepmerature rise test

ولتاژ، جریان و فرکانس که در مشخصه‌های شناسایی شده برای تولید خروجی مکانیکی است، تعیین گردد. در مورد آزمون های نامی پیو سته، زمان ر سیدن به دمای پایدار را می‌توان با افزایش بار یا کاهش تهویه شرایط نامی به مدت حداقل ۲ ساعت و یا تا زمانی که دما ثابت شده است و به حالت پایدار برسد،کاهش داد. لازم به ذکر است دمای پایدار با لحاظ تغییرات کمتر از ۲ کلوین در دما در طول ساعات پایانی آزمون تعریف می‌شود.

تهویه موتور هنگام انجام آزمون‌های نامی باید به گونه‌ای با شد که موتورها در شرایط تهویه‌ای م شابه حالتی که قرار ا ست تحت بهره‌برداری قرار بگیرند و با تمام ق سمت‌هایی که به نحوی روی افزایش دمای موتور اثرگذار ه ستند، مورد آزمون نوعی قرار گیرند. همچنین دما باید مطابق با پیوســـت الف (A) اســـتانداردهای داخلی و IEC مربوطه اندازه‌گیری شوند. همچنین افزایش دمای سیم‌پیچ‌ها و حلقه‌های لغزان در آغاز خنک‌کاری نباید بیش از مقادیر موجود در پیوست مذکور باشند.

حدود افزایش دما، بر اساس کلاس عایقی موتور تعیین می‌شوند و کلاس‌های عایقی در استاندارد IEC 60085 به طور مفصـــل مورد بررســـی قرار گرفته‌اند. همچنین در جدول ۲-۲، حدود افزایش دمای مجاز برای ســـیم‌پیچ‌ها و قسمت‌های دیگر عایق‌بندی‌شده نشان داده شده است.

جدول ۲-۲: محدوده‌ی مجاز افزایش دمای موتور و بخش‌های مختلف آن

بخش	کلاس عایقی						روش اندازه‌گیری
	۲۵۰	۲۲۰	۲۰۰	H	F	B	
سیم‌پیچ‌های استاتور سیم‌پیچ میدان دوار موتور سنکرون	۲۵۰ K	۲۲۰ K	۲۰۰ K	۱۸۰ K	۱۵۵ K	۱۳۰ K	مقاومت
حلقه لغزان	۱۲۰ K	۱۲۰ K	۱۲۰ K	۱۲۰ K	۱۲۰ K	۱۲۰ K	ترمومتر الکتریکی
روتور قفس سنجابی و سیم‌پیچ‌های میراکننده	افزایش دما نباید به حدی باشد که باعث آسیب‌دیدن سیم‌پیچ و سایر بخش‌ها شود						ترمومتر الکتریکی

۲ ۲ ۴ آزمون اضافه بار در مدت زمان کوتاه[1]

در صورتی که مقادیر اضافه بارها به مدت زمان کوتاه مشخص باشد، این مقادیر باید مطابق استانداردهای ملی و بین‌المللی معرفی‌شده، مورد بررسی قرار گیرند. با توجه به آزمون افزایش دما که پیش‌تر در مورد آن توضیح داده شد، افزایش دمای آغازین از طریق ادامه ترســـیم منحنی خنک‌کاری تا زمانی که افزایش دمای پیش‌بینی‌شـــده از طریق برون‌یابی برای مدتی کمتر از ۵ دقیقه قبل از آخرین خوانش به مقدار آغاز که در آمده است برسد، به دست می‌آید.

جدول ۲-۳: افزایش درجه حرارت برای مقادیر اضافه بار در زمان کوتاه

بخش		کلاس عایقی					
		B	F	H	200	220	250
سیم‌پیچ‌های استاتور	در آغاز آزمون	۸۵ K	۱۰۰ K	۱۲۰ K	۱۳۰ K	۱۴۰ K	۱۵۵ K
سیم‌پیچ میدان دوار موتورهای سنکرون	در آغاز آزمون	۱۳۰ K	۱۵۵ K	۱۸۰ K	۲۰۰ K	۲۲۰ K	۲۵۰ K

- اندازه‌گیری دما

1- Short-time heating run

الف) دمای قسمت‌های موتور

دمای سیم‌پیچ‌های عایق شده می تواند با ا ستفاده از روش مقاومتی برای سیم‌پیچ‌های اتصال کوتاه دائم و با استفاده از روش ترمومتر الکتریکی برای حلقه‌های لغزان، انجام گیرد.

در صورتی که دمای هوای خنک کننده بین ۱۰ تا ۴۰ درجه با شد، هیچ تصحیحی در افزایش دماها نباید انجام گیرد. در صورتی که دمای هوای خنک‌کننده خارج از این محدوده بود، تصحیح افزایش دماهای اندازه‌گیری‌شده با توافق سازنده و خریدار انجام می‌گیرد.

پیش از آغاز آزمون‌های زمان کوتاه، چه توسط مقاومت و چه به وسیله ترمومتر، باید مشخص گردد که، دمای سیم‌پیچ‌ها کمتر از ۴ کلوین با دمای هوای خنک کننده تفاوت داشته باشند.

وقتی که افزایش دمای سیم‌پیچ‌ها اندازه‌گیری می شود، اگر دمای اولیه ۴ کلوین اختلاف داشت، در صورتی که دمای نهایی بیشتر بود، باید از آن کم و در صورتی که سردتر بود، باید اضافه شود.

- روش مقاومتی

در این روش، افزایش دمای سیم‌پیچ از طریق افزایش مقاومت آن در خلال آزمون مشخص می‌گردد.

برای سیم‌پیچ‌های مسی، افزایش دما در انتهای آزمون با استفاده از فرمول زیر مشخص می‌گردد:

$$\text{افزایش دما} = t_2 - t_a = \frac{R_2}{R_1}(235 + t_1) - (235 + t_a)$$

که در آن:

t1 دمای اولیه برحسب درجه سلسیوس.

R1 مقاومت سیم‌پیچ در دمای t1

t2 دمای سیم‌پیچ در انتهای آزمون.

R2 مقاومت سیم‌پیچ در پایان آزمون.

ta دمای هوای خنک‌کننده در پایان آزمون، برحسب درجه سلسیوس.

برای مواد غیر از مس، مقدار ۲۳۵ در فرمول بالا باید با مقدار ضریب دمایی ماده مورد نظر در دمای صفر درجه جایگزین گردد.

- روش الکتریکی اندازه‌گیری دما

در این روش اندازه‌گیری، دما با ا ستفاده از ترمومتر الکتریکی در داغ ترین نقطه قابل دستر سی موتور بلافاصله پس از توقف موتور انجام می‌گیرد.

ب) دمای هوای خنک‌کننده

برای ماشین‌های کاملاً بسته دمای هوای خنک کننده توسط حداقل ۴ ترمومتری که به فواصل ۱ و۲ متر اطراف موتور توزیع شده‌اند، اندازه‌گیری می‌شود.

در تمامی حالات دیگر دمای هوای خنک‌کننده در ورودی موتور و در صورت وجود چند ورودی با میانگین‌گیری در هر نقطه به دست می‌آید. در تمامی حالات دیگر ترمومتر باید به گونه ای محافظت گردد که، از تشعش دور بوده و دمای تصحیح هوای خنک‌کننده، باید تمهیداتی برای کمینه کردن این تغییرات اندیشیده شود.

دمای هوای خنک کننده در پایان آزمون باید میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در فواصل زمانی ۱۵ دقیقه‌ای درطول یک ساعت انجام آزمون و یا در خلال انجام آزمون زمان کوتاه باشد.

پ) اندازه‌گیری مقاومت

- مقاومت سرد اولیه

اندازه‌گیری مقاومت سرد اولیه باید با وسایل اندازه‌گیری مشابه با حالت مقاومت داغ انجام گیرد، اما نیازی به اندازه‌گیری در ابتدای هر مرحله نیست. دمای سیم‌پیچ‌ها، دمای سطح آن‌ها است که به وسیله ترمومتر در زمان اندازه‌گیری مقاومت ثبت شده که نباید بیشتر از ۴ کلوین بادمای محیط تفاوت داشته باشد.

- مقاومت داغ

دمای مقاومت داغ، باید در صورت امکان بلافا صله پس از توقف موتور اندازه‌گیری شود. اندازه‌گیری می‌تواند از طریق روش ولتمتر و آمپرمتر یا از راه روش پل یا هر روش مناسب دیگری انجام پذیرد، ولیکن روش مشابه باید بر روی همه قرائت‌ها برای یک سیم‌پیچ و شامل حالت سرد انجام شود.

اگر از روش ولت متر و آمپرمتر ا ستفاده گردد، جریان باید به اندازه کافی بالا با شد، که دقت کافی را بدون تأثیر بر روی افزایش دما داشته باشد (در کل مقادیری که بیش از ٪۱۰ جریان نامی نباشد مناسب نیست).

ت) توقف موتورها و زمان شروع خنک کاری

در پایان آزمون موتور باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن متوقف گردد.

روش‌های ترمزی که در آن ها موتور تحت آزمون حامل جریان نبا شد، ترجیح داده می شود. در این حالت، آغاز خنک‌کاری باید به محض باز شدن مدار اصلی آغاز گردد، و هر گونه تهویه مجزا باید قطع گردد.

اگر اعمال چنین رو شی غیر عملی با شد، روش‌هایی که در آن ها موتور حامل جریان می‌با شد انتخاب می‌گردند که در این حالت موتور سریعاً متوقف می‌گردد، و جریان بار در حالت ترمزی ثابت نگه داشته می‌شود. آغاز خنک کاری زمانی است که، جریان بار به ٪۸ مقدار آزمون افت می‌کند و در این لحظه تهویه نیز قطع می‌گردد.

ث) زمان اندازه گیری مقاومت داغ و برون یابی منحنی های سرمایش و گرمایش

اندازه گیری مقاومت سیم‌پیچ‌ها باید کم تر از ۴۵ ثانیه از آغاز خنک کاری آغاز گردد و تا ۵ دقیقه پس از آن ادامه یابد.

فواصل زمانی بین اندازه‌گیری ها در ۳ دقیقه اول کمتر از ۲۰ ثانیه و پس از آن ۳۰ ثانیه می‌باشد. برای موتورهای بزرگ که آغاز اندازه‌گیری‌ها نمی‌تواند کمتر از ۴۵ ثانیه آغاز گردد، با توافق سازنده و خریدار آرایش‌های خاص ترمزی و افزایش این زمان تا ۲ دقیقه در نظر گرفته می‌شود.

افزایش دماهای اندازه‌گیری شده به وسیله این قرائت‌ها باید به صورت تابعی برحسب زمان به صورتی که مقیاس لگاریتمی برای دما و مقیاس خطی برای زمان در نظر گرفته شود، رسم گردند. برحسب منحنی رسم شده برون‌یابی تا زمان شروع خنک‌کاری انجام می‌گردد تا افزایش دماها تا زمان پایان آزمون به دست آید.

افزایش دمای سیم‌پیچ‌ها و حلقه‌های لغزان در آغاز خنک‌کاری نباید از مقادیر داده شده در جدول ۲-۲، بیشتر باشد.

۲ ۲ ۵ آزمون‌های استخراج مشخصه‌ها و تلورانس‌ها[1]

الف) آزمون‌های استخراج مشخصه‌ها

1- Charasteristic tests and tolerances

طراحان موتور و مبدل باید از نظر تبادل اطلاعات به گونه‌ای همکاری داشته باشند که محصول نهایی با شرایط این بخش از استانداردهای مربوطه سازگاری کامل داشته باشد. به عبارت دیگر، طراح موتور باید تمام اطلاعات لازم را در اختیار طراح مبدل قرار دهد. همچنین طراح مبدل باید مشخصه‌های مبدل اعم از ولتاژ خط به خط خروجی مبدل، جریان فرکانس اصلی، هارمونیک‌ها و توان خروجی را در اختیار طراح موتور قرار دهد.

لازم به ذکر است که تمامی این مشخصه‌ها بدون توجه به کلاس عایقی موتور باید در دمای مرجع (۱۵۰ درجه سانتی‌گراد) استخراج شوند.

نکته‌ی مهم دیگر این است که مشخصه‌های موتور و منحنی‌های مشخصه‌ی استخراج‌شده باید با این دو استاندارد سازگاری داشته باشند. لازم به ذکر است که مشخصه‌های موتور باید شامل منحنی‌های مشخصه‌ی سازگار با بندهای این دو استاندارد باشند. این منحنی‌ها به عنوان منحنی مشخصه مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای محدوده‌ی کاری هر متغیر ترسیم می‌شوند، مگر این‌که مشتری و سازنده توافق کنند که منحنی‌های مشخصه را در شرایط دیگری رسم کنند. این مشخصه‌ها از نتایج آزمون‌های نوع استخراج می‌شوند.

در صورتی که در سیستم از موتور کمکی استفاده شده باشد، مشخصه‌های آن اعم از ولتاژ خط موتور، جریان، سرعت و گشتاور متوسط، باید به صورت تابعی از خروجی موتور برای هر فرکانس کاری ارائه شوند. همچنین منحنی‌های ولتاژ و جریان باید مقادیر موثر مولفه اصلی و نیز تلفات ناشی از هارمونیک‌های تغذیه و بازدهی نامی باید در نظر گرفته شوند. لازم به ذکر است که اگر مولد کمکی نیز مورد استفاده قرار گرفته باشد، مشخصه‌های آن نیز باید ارائه شوند.

آزمون‌هایی که مشخص کننده مشخصه‌های ماشین هستند باید از راه اندازه‌گیری ورودی‌های الکتریکی موتور و خروجی‌های مکانیکی آن انجام گیرند. خروجی می‌تواند به صورت مستقیم و یا با محاسبه خروجی های اندازه‌گیری شده ماشینی با بازده برابر با ماشین مورد نظر انجام گیرد.

علاوه بر آن، در صورت توافق بین مشتری و سازنده ورودی و خروجی می‌تواند از طریق جمع تلفات محاسبه گردد. آزمون‌های بار باید بر روی موتوری با دمای تقریبی مرجع انجام پذیرد، و در صورت نیاز دمای آن تصحیح گردد. قرائت‌های کافی باید انجام گیرد تا از طریق آن مشخصه نشان داده شده موتور به دست آید.

ورودی الکتریکی موتور در صورت امکان با توافق بین سازنده موتور و سازنده مبدل نسبت به منحنی مشخصه بهبود یابد به طوری که مقدار افزایش دمای قسمت‌های مختلف موتور و مبدل در محدوده مجاز باشد.

تحریک موتور سنکرون نیز به طریق مشابه بهبود می‌یابد.

همچنین لازم به ذکر است که آزمون‌ها باید فقط در جهت چرخش انجام شوند.

و سایلی که شکل موج ورودی موتور را اندازه‌گیری می‌کنند، باید مقادیر جریان، ولتاژ و توان را با دقت کافی به نحوی که تلورانس مشخص شده را نشان دهد، ثبت نماید.

ب) تلورانس‌ها

در مورد موتور ترکشن اصلی، مقادیر اظهارشده گشتاور دو منحنی مشخصه برای هر ورودی الکتریکی، از گشتاور بیشینه تا گشتاوری در ۹۰ درصد سرعت بیشینه، نباید از ۹۵٪ مقادیر مشخص‌شده، کمتر باشند.

همچنین تلفات موتور در مقادیر تضمین شده نامی، نباید بیشتر از ۱۵٪ با مقادیر مشخص شده در منحنی مشخصه تفاوت داشته باشد. افزایش دمای به دست آمده از آزمون نمونه منبع سینوسی نیز نباید به مقدار ۸٪ یا ۱۰ کلوین (هر کدام بیشتر بود)، نسبت به مقدار آزمون‌های نمونه اصلی تفاوت داشته باشد.

در مورد موتورهای کمکی مقدار گشتاوری که از منحنی اندازه‌گیری شده در مقادیر تضمین شده به دست می‌آید، نباید از مقادیر مشخص شده کمتر باشد. همچنین جریان در مقادیر نامی تضمین شده، نباید بیشتر از مقادیر مشخص شده باشد. جریان راه اندازی نیز نباید بیشتر از مقدار مشخص شده توسط سازنده باشد.

موتورهای آسنکرون باید تحت دو ولتاژ زیر مورد آزمون قرار گیرند:

- در شرایط بی‌باری و در ولتاژ که بیشترین چگالی شار مغناطیسی در هر نقطه‌ای بین ۱۰ تا ۱۰۰ درصد سرعتی که در مشخصه نشان داده است را تولید می‌کند.
- با روتور قفل‌شده و در ولتاژی که جریان نامی را تولید کند.

موتورهای سنکرون نیز باید تحت شرایط زیر مورد آزمون قرار گیرند:

- به صورت ژنراتوری عمل کنند و ولتاژ بی‌باری را در بیشترین چگالی شار مغناطیسی در هر نقطه از منحنی مشخصه‌ی بیان‌شده، تولید کنند.
- در شرایط اتصال کوتاه، تحریک به گونه‌ای تنظیم شود که ولتاژ بیش از ۱۵ درصد تغییر نکند.

۲ ۲ ۶ آزمون سرعت بیش از حد[1]

آزمون افزایش سرعت باید بر روی همه موتورهایی که از طریق مبدل تغذیه می‌شوند، انجام گیرد.

وقتی که موتور گرم است باید به مدت ۲ دقیقه با سرعت ۱,۲ برابر سرعت بیشینه چرخانده شود، (همچنین می‌توان موتورها را پیش از این که درون استاتور قرار گیرند، با وسایلی که آن‌ها را در دمایی مشابه با شرایط نامی کارکرد گرم می‌کند، مورد آزمون قرار داد. در دو حالت، اندازه‌گیری باید پیش و پس از آزمون به منظور تعیین هرگونه اعوجاج در موتور انجام پذیرد.

۲ ۲ ۷ آزمون ارتعاش (لرزش)[2]

اندازه‌گیری مقدار لرزش به صورت یک آزمون نوعی انجام می‌گیرد. در صورتی که ماشین به چرخ‌دنده متصل باشد، باید آن را جدا کرد.

سرعت لرزش‌ها تا سرعت ۳۶۰۰ دور در دقیقه باید در محدوده جدول ۱ در استاندارد IEC 60034-14 باشد. برای سرعت‌های بیشتر از ۳۶۰۰ دور در دقیقه مقدار مناسب در سرعت ۳۶۰۰ دور در دقیقه باید در ۱,۵ ضرب شود.

اندازه‌گیری‌ها باید در سرعت های مختلف و در مقادیری که تمامی محدوده سرعت کاری ماشین را پوشش دهد انجام پذیرد، در صورتی که رزونانس‌هایی در سرعت‌های کاری مختلف وجود داشت، آزمون باید بر مبنای دیگری انجام گیرد.

کمیت‌های تحت اندازه‌گیری در این آزمون عبارتند از جابجایی ارتعاش، سرعت ارتعاش در یاتاقان ماشین و جابجایی نسبی ارتعاش محور در داخل یا مجاورت یاتاقان‌های ماشین.

معیار ارتعاش برای دامنه ارتعاش در یاتاقان ماشین موثر باند گسترده جابجایی ارتعاش برحسب میکرمتر، سرعت ارتعاش برحسب میلی متر بر ثانیه و شتاب ارتعاش بر حسب متر بر مجذور ثانیه در گستره فرکانسی تعریف شده در بند بعد با شد. بیشرین مقداری که در نقاط اندازه‌گیری شرح داده شده تعیین شده است، شدت ارتعاش

1- Overspeed test

2- Vibration test

ماشین را مشخص می‌کند.

موتورهای القایی (به خصوص از نوع دو قطب)، اغلب ضربان سرعت‌های ارتعاش را در دو برابر فرکانس لغزش نشان می‌دهند. در این حالت، دامنه ارتعاش باید از رابطه زیر بدست آید:

$$x_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{(x_{\max}{}^2 + x_{\min}{}^2)}{2}}$$

که در آن

X_{max}= بیشینه مقدار موثر سرعت، جابجایی یا شتاب ارتعاش و

X_{min} = کمینه مقدار موثر سرعت، جابجایی یا شتاب ارتعاش است.

معیار پذیرفته شده برای ارتعاش نسبی محور، همان جابجایی ارتعاش Sp-p در راستای اندازه‌گیری براساس استاندارد بین المللی ISO 7919-1 خواهد بود.

شرایط انجام این آزمون نیز به گونه‌ای است که ماشین‌ها باید در بی‌باری با تمام کمیت‌های مرتبط در مقادیر اسمی آن‌ها مورد آزمون قرار گیرند. همچنین ماشین‌های جریان متناوب با سرعت ثابت باید با شکل موج تقریبا سینو سی مطابق بند ۶-۲ ا ستاندارد IEC 60034-1 کار کنند. آزمون باید در هر سرعت ا سمی ثابت یا در تمامی گستره سرعت‌های اسمی انجام شود. برای هر سرعت آزمون، مقادیر نباید از حدود متناظر جدول ۲-۴ بیشتر باشد.

جدول ۲-۴: حدود بیشینه دامنه ارتعاش در جابجایی، سرعت و شتاب (**r.m.s**) برای ارتفاع محور **H**

درجه ارتعاش	ارتفاع محور mm	۵۶≤H≤۱۳۲			۱۳۲<H≤۲۸۰			H>۲۸۰		
	نصب	جابجایی µm	سرعت mm/s	شتاب m/s²	جابجایی µm	سرعت mm/s	شتاب m/s²	جابجایی µm	سرعت mm/s	شتاب m/s²
A	**تعلیق آزاد**	۲۵	۱,۶	۲,۵	۳۵	۲,۲	۳,۵	۴۵	۲,۸	۴,۴
	نصب صلب	۲۱	۱,۳	۲,۰	۲۹	۱,۸	۲,۸	۳۷	۲,۳	۳,۶
B	**تعلیق آزاد**	۱۱	۰,۷	۱,۱	۱۸	۱,۱	۱,۷	۲۹	۱,۸	۲,۸
	نصب صلب	-	-	-	۱۴	۰,۹	۱,۴	۲۴	۱,۵	۲,۴

در جدول فوق، درجه A برای ماشین‌هایی کاربرد دارد که دارای الزمات ارتعاشی خاصی نیستند و درجه B برای ماشین‌هایی که دارای الزمات ارتعاشی خاصی هستند. نصب صلب برای ماشین‌هایی با ارتفاع محور کمتر از ۱۳۲ میلی‌متر مورد قبول نیست.

در این آزمون، فرکانس‌های واسط برای جابجایی/سرعت و سرعت/شتاب به ترتیب ۱۰ هرتز و ۲۵۰ هرتز هستند.

ماشین‌هایی که در فرکانس‌های متغیر کار می‌کنند، باید در سرعت‌هایی که در آزمون‌های نوعی برای ماشین در نظر گرفته می‌شود، مورد آزمون قرار گیرند. به منظور تمیز دادن ارتعاش مکانیکی القا شده از دیگر نیروهای محرک ارتعاش، توصیه می‌شود ماشین‌های dc با منابع تغذیه با موجک کم جریان یا dc خالص، مورد آزمون قرار گیرند.

لازم به ذکر است که آزمون‌های با منبع تغذیه فرکانس متغیر معمولاً تنها ارتعاشات مکانیکی القا شده به ماشین را تایید می‌کنند. این امکان وجود دارد که ارتعاشات الکتریکی القا شده متفاوت باشد. برای انجام آزمون‌های

کارخانه‌ای کامل، لازم است که آزمون با مبدلی که با موتور در محل کاربرد اصلی نصب شده‌اند، انجام شوند.

برای آزمون‌های تک تک ماشین‌های سرعت متغیر، آزمون در یک سرعت که بر اساس اطلاعات بدست آمده از آزمون نوعی مشخص شده است، مجاز است. در مورد ماشین‌های با هر دو جهت دوران، حدود ارتعاش برای هر دو جهت در نظر گرفته می‌شود، اما لازم است که اندازه‌گیری تنها در یک جهت انجام شود.

در این آزمون تجهیزات اندازه‌گیری باید قادر به اندازه‌گیری مقدار موثر باند گستره ارتعاش با پاسخ تخت روی گستره فرکانسی حداقل ۱۰ هرتز تا ۱۰۰۰ هرتز، مطابق با الزامات استاندارد ISO 2954 باشند. هرچند برای ماشین هایی که سرعت آن‌ها از ۶۰۰ دور در دقیقه کمتر است، حد پایین گستره فرکانسی با پاسخ تخت نباید بیش از ۲ هرتز باشد. همچنین تجهیزات اندازه‌گیرهای ارتعاش نسبی محور باید با الزامات ISO 10817-1 مطابق داشته باشند.

۲ ۲ ۸ آزمون دی‌الکتریک

این آزمون‌ها معمولاً باید با استفاده از شکل موج تقریباً سینوسی با فرکانسی بین ۲۵ هرتز تا ۱۰۰ هرتز انجام گیرند، اما در صورت توافق می‌تواند با شکل موج dc نیز انجام شود.

ولتاژ آزمون باید به ترتیب بین سیم‌پیچ‌های هر مدار و بدنه، با سیم‌های تمام مدارهای دیگر متصل به بدنه اعمال گردد. ولتاژ کامل فقط به موتورهای جدید و به تمامی قسمت‌های آن در حالاتی مانند حالت بهره‌برداری اعمال می‌گردد. آزمون برای یک موتور داغ درست پس از اتمام آزمون‌های روتین، انجام می‌گیرد.

مقادیر ولتاژهای آزمون باید بیشترین مقدار جدول برای روش آزمون انتخاب شده باشد، و باید به آرامی به موتور اعمال گردد و باید از ۱/۳ مقدار نهایی آغاز گردد. هنگامی که ولتاژ به مقدار نهایی رسید باید به مدت ۶۰ ثانیه ثابت نگه داشته شود.

جدول ۲-۵: ولتاژهای آزمون دی‌الکتریک

گروه	سیم‌پیچ	ولتاژ آزمون (ولت)	
۱	تمام سیم‌پیچ‌ها به جز گروه ۲ سیم‌پیچ‌های تحریک موتورهای سنکرون	آزمون‌های جریان متناوب	$2\times U_{dc}+1000$ یا $2\times U_{rp}/\sqrt{2}+1000$ یا $U_{rpb}/\sqrt{2}+1000$
		آزمون‌های جریان مستقیم	$3.4\times U_{dc}+1700$ یا $2.4\times U_{rp}+1700$ یا $1.2\times U_{rpb}+1700$
۲	سیم‌پیچ‌های تحریک موتورهای سنکرون	$10U_e\ ac\ \ or\ \ 17U_e\ dc$ با حداقل ۱۵۰۰ ولت AC یا ۲۵۵۰ ولت DC و حداکثر ۳۵۰۰ ولت AC یا ۵۹۵۰ ولت DC	
لازم به ذکر است که U_{dc} بالاترین ولتاژ متوسط نسبت به زمین در حالت چرخش ماشین، U_{rp} پیک ولتاژ تکراری نسبت به زمین در حالت چرخش ماشین و U_{rpb} پیک ولتاژ تکرار نسبت به زمین در حالت ترمزی هستند .،Ue ماکزیمم ولتاژ متوسط تحریک است.			

اگر سیم پیچ های موتور و لینک d.c مرجع زمین نداشته باشند، U_e ,U_{dc} ,U_{rp} بیشترین ولتاژ به زمین که در مدارهایشان می تواند وجود داشته باشد در نظر گرفته می شود, اگر که هر نقطه بر روی آن به زمین وصل شود.

۲ ۲ ۹ آزمون اندازه‌گیری نویز صوتی[1]

اگر اندازه¬گیری نویز مورد نیاز باشد، خریدار باید آن را مشخص کند، و فقط بر روی یک ماشین از سری تولید شده انجام گیرد. اگر اندازه‌گیری‌ها نشان داد که مقدار نویز مناسب است. استفاده از این روش که در در IEC 60344 شرح داده شده است، در صورت توافق خرید برای اندازه‌گیری نیز مورد استفاده می‌شود.

برای اندازه‌گیری نویز، باید پارامترهایی را تعریف کرد. یکی از این پارامترها، سطح فشار صدا است. سطح فشار صدا به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$L_P = 20Log_{10}\frac{P}{P_0}\text{dB}$$

که در آن P فشار صدای اندازه‌گیری شده و P_0 فشار صدای مرجع که بر همان واحد اندازه‌گیری شده برای P است.

$$P_0 = 2.10^{-5}P_a Or 20\mu P_a$$

از دیگر پارامترهای حائز اهمیت، می‌توان به سطح صدا اشاره کرد. سطح صدا تعدادی است که به وسیله اندازه‌گیری صدا مطابق با استاندارد IEC 60651 خوانده می‌شود.

1- Acoustic noise test

سطح فشار باند از دیگر پارامترهای مهم در اندازه‌گیری نویز است. برای یک باند فرکانسی خاص، سطح فشار باند به صورت سطح فشار صدای مؤثر برحسب انرژی صدای درون باند، تعریف می‌شود.

سطح توان صدا یا L_W به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$L_w = 10Log_{10} W/W_0 \quad \text{برحسب dB}$$

که در آن W توان صدای اندازه‌گیری‌شده و W_0 توان صدای مرجع که برحسب واحد W است و به صورت زیر تعریف می‌شود هستند:

$W_0=10^{-12}\ W(P_W)$

طیف نویز بیانگر نحوه توزیع سطح فشار صدا برحسب فرکانس است. شکل طیف بستگی به مشخصه پهنای باند آنالیزور استفاده شده دارد.

مسیرهای توصیفی خطوط فرضی اطراف ماشین است، که در این آزمون تعریف می‌شوند که در راستای آن‌ها نقاط اندازه‌گیری قرار می‌گیرند.

نیم‌کره‌ی معادل، نیم‌کره‌ای فرضی اطراف ماشین و به شعاع r_s است، که اطراف آن اندازه‌گیری‌ها انجام می‌گیرد.

برای انجام این آزمون باید شرایطی را فراهم کرد. لرزش‌هایی که از ماشین به پایه ها و یا قسمت‌های دیگر اتاق آزمون منتقل می‌شوند، می‌توانند بر سطح فشار صدای اتاق آزمون تأثیر بگذارد. این تأثیرات باید مثلاً با قرار دادن ماشین بر روی پایه‌های محکم‌تر و مقاوم‌تر کاهش داد. ماشین با تمامی پوشش‌ها در محل قرار می‌گیرد به طوری که، هیچ تزویج و یا ارتباطی با دیگر تجهیزات نداشته باشد. موتورهای تراکشن بدون چرخ‌دنده‌های مربوط آزمون می‌شوند.

ماشین‌هایی که تهویه مجزا دارند در شرایط معمول هوادهی مورد آزمون قرار می‌گیرند، اما تهویه‌ها به گونه‌ای نصب می‌شوند که اثرات نویز آن ها بر اندازه‌گیری‌ها تأثیر بسزایی نداشته باشد.

ماشین باید در حالت بی‌باری و با سرعت نامی و یا در صورت وجود گستره‌ای از سرعت با بیشترین سرعت کاری، چرخانده شود. ماشین‌هایی که برای کار در دو یا چند سرعت مجزا طراحی شده‌اند باید در هر یک از این سرعت‌ها مورد آزمون قرار گیرند، ماشین‌هایی که قابلیت چرخش در دو جهت را دارند، باید در هر دو جهت چرخش مورد آزمون قرار گیرند.

نتایج اندازه‌گیری‌ها در هر نقطه باید نسبت به تأثیر نویز محیط برای مثال: هر گونه نویزی به غیر از نویز حاصل از ماشین در نقطه اندازه‌گیری تصحیح شوند. این نویزها شامل نویز حاصل از تجهیزات نیز می‌باشد.

نویزهای محیط هنگامی که ماشین تحت آزمون نیست، برای هر باند اکتاو در همان نقطه اندازه‌گیری برای شرایط آزمون اندازه‌گیری می‌شوند. مقادیر اندازه‌گیری شده نویز در حضور ماشین باید از مقادیر اندازه‌گیری نویز محیط در همان نقطه کمینه به مقدار ۱۰ دسی‌بل بیشتر باشد. هنگامی که تفاوت کمتر از این مقدار باشد، باید تصحیحات مطابق با جدول ۲-۶ انجام گیرد.

جدول ۲-۶: تصحیحات تفاوت کم‌تر از **۱۰dB**

افزایش تعداد نویز در حضور ماشین(dB)	**میزان dB که باید از میزان اندازه گیری شده کم شود**
۳	۳
۴ تا ۵	۲
۶ تا ۹	۱

برای همه ماشین‌ها، اندازه‌گیری‌ها باید بر روی مسیرهای توصیف شده انجام گیرد. برای ماشین‌هایی که بیشینه

بعد خطی آن‌ها (I به غیر از شفت) از ٪۲۵ متر تجاوز می‌کند، این خطوط مستقیم در نزدیک‌ترین نقاط این مسیرهای مربعی ۱ متر از سطح ماشین فاصله خواهد داشت.

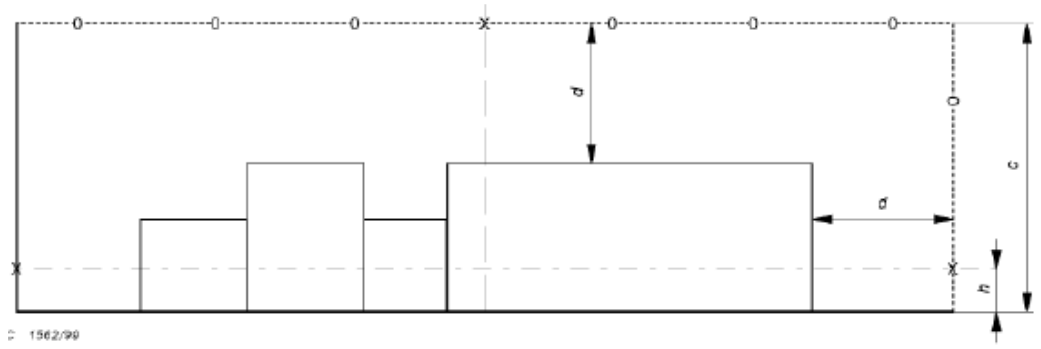
برای حالت‌هایی که I از ٪۲۵ متر کمتر باشد، این مسیرهای مستقیم در نزدیک‌ترین نقاط، در فاصله d از سطح ماشین بین ۴ و۱ متر (اما بیشتر از ٪۲۵ متر) خواهند بود.

برای ماشین‌های افقی، مسیرهای توصیف شده موازی با صفحه انعکاس زمین باید به ارتفاع شفت یا ٪۲۵ متر بالاتر از زمین (هر کدام که بیشتر بود) باشند.

برای ماشین‌های عمودی، مسیرهای توصیف شده موازی با صفحه انعکاسی زمین باید نصف ارتفاع ماشین بوده و نباید کمتر از ارتفاع ٪۲۵ متر باشد.

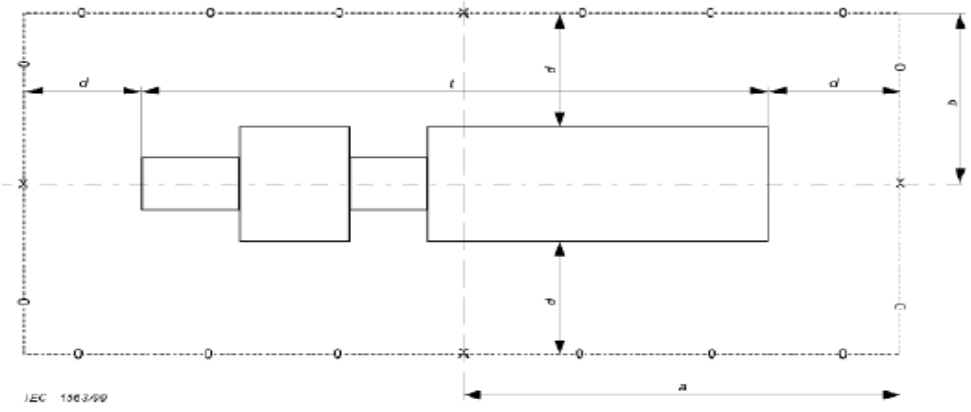
در هر حالت مسیرهای توصیف شده در صفحه عمودی باید در صفحه شفت باشد.

محل نقاط اندازه‌گیری در اطراف مسیرهای توصیف شده باید در فاصله‌های یک متر که از ۵ نقطه اندازه‌گیری کلیدی نشان داده شده در شکل ۲-۱ و شکل ۲-۲ باشد.



شکل ۲-۱: مسیرهای توصیفی در صفحه عمودی

l m	d m
≥0,25	1
<0,25	$4\,l \le d \le 1$ $d > 0,25$



شکل ۲-۲: مسیرهای توصیفی در صفحه افقی در ارتفاع **h** بالاتر از صفحه انعکاسی

۲ ۲ ۱۰ اندازه‌گیری تلفات

در ا ستاندارد IEC 60349-3 با عنوان «ترک شن الکتریکی – ما شین‌های الکتریکی چرخان برای و سایل نقلیه ریلی و جاده‌ای – بخش ۳: تعیین تلفات موتورهای AC که با مبدل تغذیه می‌شـوند، از طریق جمع‌کردن مولفه‌های

تلفات» روشی برای اندازه‌گیری تلفات ارائه شده است.

در روش پیشنهادی این استاندارد، تلفات کل موتورهای تغذیه شونده با مبدل با جمع مولفه‌های تلفات محاسبه می‌شوند. این مولفه‌ها به کمک آزمون‌های بی‌باری و بارداری استخراج می‌شوند. توان ورودی از جمع توان فرکانس‌های اصلی و سایر فرکانس‌ها به دست می‌آید. تلفات فرکانس اصلی به صورت مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست، بنابراین با اندازه‌گیری جریان بار فرکانس اصلی و ورودی توان بی‌باری فرکانس اصلی محاسبه می‌شود.

الف) ابزارهای اندازه‌گیری

ورودی‌های توان هر فاز باید به صورت همزمان توسط یک ابزار نمونه‌برداری دیجیتال اندازه‌گیری شوند. اندازه‌گیری در هر سه فاز ارجح است، اما می‌توان از روش دو وات‌متری نیز استفاده کرد. توان کل از حاصل‌ضرب ولتاژ و جریان در یک بازه‌ی زمان خاص و توان اصلی با استفاده از تبدیل فوریه به دست می‌آیند.

ذکر این نکته حائز اهمیت است که باید به دقت ابزار اندازه‌گیری و خطاهای شیف فاز در محدوده‌ی فرکانس مورد نظر، توجه شود. از آن‌جایی که ضریب توان هارمونیک‌ها بسیار کم است (کمتر از ۰/۱)، باید توجه خاصی به خطاهای زاویه فاز کمینه شود. در حال حاضر برای بازه‌های فرکانسی مختلف، وات‌مترهایی با ضریب توان ۰/۰۸ به صورت جدول ۲-۷ وجود دارند.

جدول ۲-۷: خطای انواع وات‌مترهای موجود

محدوده فرکانسی	خطا
کمتر از ۲ کیلوهرتز	± ۰/۵ درصد
بین ۲ و ۲۰ کیلوهرتز	± ۱/۰ درصد
بین ۲۰ و ۵۰ کیلوهرتز	± ۲/۰ درصد

معمولاً تضعیف‌کننده‌هایی با تجهیزات اندازه‌گیری همراه هستند، اما اگر از تضعیف‌کننده‌ی بیرونی استفاده شده باشد، دقت آن باید مطابق جدول ۲-۸ باشد.

جدول ۲-۸ : دقت تضعیف‌کننده‌های بیرونی

محدوده فرکانسی	خطای نسبی (٪)	خطای شیفت فاز (درجه)
کمتر از ۲ کیلوهرتز	± ۰/۵	± ۰/۱
بین ۲ تا ۲۰ کیلوهرتز	± ۱/۰	± ۰/۲
بین ۲۰ تا ۵۰ کیلوهرتز	± ۲/۰	± ۰/۵

با در نظر گرفتن تمام موارد مذکور، مجموع دقت مورد نیاز برای تجهیزات اندازه‌گیری توان باید مطابق جدول ۲-۹ باشد.

جدول ۲-۹ : کل دقت مورد نیاز برای اندازه‌گیری توان

محدوده فرکانسی	ضریب توان بیش از ۰/۸ (٪)	ضریب توان بیش از ۰/۴ (٪)	ضریب توان کمتر از ۰/۱ (٪)
کمتر از ۲ کیلوهرتز	± ۱	± ۲	± ۱۰
بین ۲ تا ۲۰ کیلوهرتز	± ۲	± ۵	± ۱۴
بین ۲۰ تا ۵۰ کیلوهرتز	± ۴	± ۸	± ۲۰

ب) مجموع تلفات

تلفات کل، جمع مولفه‌های زیر است:

۱. تلفات فرکانس اصلی در شرایط بی‌باری (اعم از تلفات آهن و بخش‌های فلزی و همچنین تلفات ناشی از اصطکاک و مقاومت بادی و نیز توان جذب‌شده توسط فن‌های خنک‌کننده)
۲. تلفات موتور در شرایط کار با فرکانس اصلی که با توجه به مقدار بار متغیر است (تلفات مس سیم‌پیچی‌های استاتور و روتور)
۳. تلفات موتور در شرایط کار با فرکانسی جز فرکانس اصلی
۴. تلفات مسی و جاروبک‌ها در مدار تحریک موتورهای سنکرون

ج) تعیین مولفه‌های تلفات برای موتورهای آسنکرون

- تلفات بی‌باری در شرایط تغذیه با فرکانس اصلی

این نوع تلفات باید در شرایطی تعیین شود که موتور به صورت بی‌بار و با ولتاژ و فرکانس اصلی برای هر نقطه‌ی کار خاص مد نظر، در حال کار است. این تلفات را می‌توان به صورت توان ورودی فرکانس اصلی منهای تلفات مسی استاتور قابل در نظر گرفت. لازم به ذکر است که از تلفات مسی روتور صرف‌نظر می‌شود.

- تلفات وابسته به بار در شرایط تغذیه از فرکانس اصلی

تلفات مسی فرکانس اصلی استاتور باید از جریان فرکانس اصلی در هر سیم‌پیچی برای نقطه‌ی کار خاص مورد نظر و نیز مقاومت سیم‌پیچی که با توجه به دمای مرجع اصلاح شده است، تعیین شود. همچنین تلفات مسی روتور از رابطه ۱-۱ قابل محاسبه است:

$$s\times[P_f-(I^2R_{pf}+P_{of}-P_{fw})] \quad (۱-۲)$$

که در آن s لغزش، P_f توان ورودی در فرکانس اصلی، I^2R_{pf} تلفات مسی استاتور در فرکانس اصلی، P_{of} تلفات بی‌باری در فرکانس اصلی و P_{fw} تلفات مربوط به اصطکاک و مقاومت بادی هستند.

- تلفات در شرایط تغذیه از فرکانسی به جز فرکانس اصلی

تلفات ناشی از هارمونیک‌ها، تفاوت بین توان ورودی کل و توان فرکانس اصلی موتور در شرایط بار است. لازم به ذکر است که دمای سیم‌پیچی استاتور باید به صورت تقریبی در حدود دمای مرجع باشد.

د) تعیین مولفه‌های تلفات برای موتورهای سنکرون

- تلفات بی‌باری در شرایط تغذیه از فرکانس اصلی

موتور باید به صورت مدار باز توسط یک ماشین کالیبره در سرعت خاصی که قرار است تلفات برای آن تعیین شود، راه‌اندازی شده و کار کند. همچنین تحریک باید توسط یک منبع مستقل صورت گیرد تا ولتاژ نشان‌داده‌شده در منحنی مشخصه در همان سرعت را تولید کند. تلفات معادل توان مکانیکی ورودی به شفت ژنراتور است.

- تلفات وابسته به بار در شرایط تغذیه از فرکانس اصلی

تلفات مسی فرکانس اصلی استاتور باید از جریان فرکانس اصلی در هر سیم‌پیچی برای نقطه‌ی کار خاص مورد نظر و نیز مقاومت سیم‌پیچی که با توجه به دمای مرجع اصلاح شده است، تعیین شود.

- تلفات در شرایط تغذیه از فرکانسی به جز فرکانس اصلی

تلفات ناشی از هارمونیک‌ها، تفاوت بین توان ورودی کل و توان فرکانس اصلی موتور در شرایط بار است. لازم به ذکر است که دمای سیم‌پیچی استاتور باید به صورت تقریبی در حدود دمای مرجع باشد. تلفات اضافی ناشی از بار با

راه‌اندازی ماشین در حالتی که سیم‌پیچی‌های آن اتصال کوتاه شده‌اند، در نقطه‌ی کار خاص مورد نظر قابل تعیین است. سیستم تحریک نیز باید به گونه‌ای تنظیم شود که در همان نقطه‌ی کار خاص، جریان فرکانس اصلی را در سیم‌پیچی استاتور ایجاد نماید.

همچنین تلفات به صورت توان ورودی کل به شفت ماشین منهای جمع کل تلفات مسی استاتور قابل تعریف است.

- تلفات مدار تحریک

تلفات سیستم تحریک برابر حاصل‌ضرب جریان سیم‌پیچی و ولتاژ تحریک کل در نقطه‌ی خاص مورد نظر است. ولتاژ باید برابر با مقدار لازم برای ایجاد جریان تحریک در سیم‌پیچی در دمای مرجع باشد. همچنین ریپل‌های سیستم تحریک باید مد نظر قرار داده شوند.

۲ ۳ آزمون‌های مربوط به مبدل‌ها (استاندارد ملی ۱-۲۱۸۴۵ و بین‌المللی IEC 61287-1)

با بررسی استاندارد بین‌المللی IEC 61287-1 با عنوان «وسایل نقلیه‌ی ریلی – مبدل‌های توان نصب‌شده روی خودروهای ریلی – بخش ۱: مشخصه‌ها و روش‌های آزمون» و دوگان ملی آن با شماره ۱-۲۱۸۴۵، در این بخش آزمون‌های مربوط به این تجهیز الکتریکی دسته‌بندی و معرفی می‌شوند [۲۳ و ۲۴].

هدف از انجام آزمون روی این تجهیزات، اثبات سازگاری و تطابق مبدل با مشخصه‌ها و الزامات مربوطه است. به طور کلی سه نوع آزمون روی مبدل‌ها انجام می‌شوند:

- آزمون‌های نوعی
- آزمون‌های عادی
- آزمون‌های بررسی

آزمون‌های نوعی به منظور تأیید تطابق مبدل با مشخصه‌ها و الزامات مورد توافق بین سازنده و کاربر انجام می‌شوند. آزمون‌های روتین به این منظور انجام می‌شوند که تایید شود مبدل به شکل صحیح مونتاژ شده و تمام اجزای آن به شکل صحیح و ایمن کار می‌کنند. هدف از انجام آزمون‌های بررسی نیز، استخراج اطلاعات اضافی پیرامون استفاده از مبدل است.

فهرست آزمون‌های نوعی و روتین لازم برای تأیید مشخصه‌های کلی مبدل، در جدول ۲-۱۰ ارائه شده است.

جدول ۲-۱۰: فهرست آزمون‌های لازم برای مبدل‌ها

آزمون	محل انجام	آزمون نوعی	آزمون روتین	زیربخش استاندارد IEC 61287-1
بررسی بصری	W.S.[1]		*	۱-۳-۵-۴
تأیید ابعاد و تلورانس	W.S.	*		۲-۳-۵-۴
توزین	W.S.	*		۳-۳-۵-۴
بررسی نشان‌گذاری	W.S.		*	۴-۳-۵-۴
آزمون‌های بررسی عملکرد سیستم خنک‌سازی	W.S. / V[2]	*		۵-۳-۵-۴
آزمون نشتی	W.S. / V		*	۴-۵-۳-۵-۴
آزمون درجه‌ی حفاظت	W.S.	*		۶-۳-۵-۴
آزمون دی‌الکتریک	W.S.		*	۷-۳-۵-۴
آزمون مقاومت عایقی	W.S.		*	۸-۳-۵-۴
آزمون حفاظت مکانیکی و الکتریکی و تجهیزات اندازه‌گیری	W.S.	*	*	۹-۳-۵-۴
آزمون بار سبک	W.S.		*	۱۰-۳-۵-۴
آزمون کموتاسیون	W.S. / V	*		۱۱-۳-۵-۴
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	W.S.	*		۱۲-۳-۵-۴
آزمون افزایش دما	W.S.	*		۱۳-۳-۵-۴
تعیین تلفات توان	W.S.	*		۱۴-۳-۵-۴
آزمون اضافه ولتاژ تغذیه و انرژی گذرا	W.S. / V	*		۱۵-۳-۵-۴
تغییرات ناگهانی بار	W.S. / V	*		۱۶-۳-۵-۴
بررسی الزامات ایمنی	W.S.	*		۱۷-۳-۵-۴
آزمون‌های بررسی مقاومت در برابر ارتعاش و شوک	W.S.	*		۱۸-۳-۵-۴
آزمون سازگاری الکترومغناطیسی	W.S. / V	*		۱۹-۳-۵-۴
آزمون تغییر پله‌ای ولتاژ خط	W.S. / V	*		۲۰-۳-۵-۴
آزمون قطع کوتاه‌مدت تغذیه	W.S. / V	*		۲۱-۳-۵-۴
پخش‌شدن جریان	W.S. / V	*		۲۲-۳-۵-۴

[1] آزمون باید در کارگاه (Workshop) انجام شود

[2] آزمون علاوه بر کارگاه، در خودرو (Vehicle) نیز قابل انجام است

۲ ۳ ۱ بررسی بصری

این آزمون، یک آزمون روتین است. هدف از انجام این آزمون، تأییدکردن این نکته است که مبدل هیچ عیب فیزیکی ندارد. تمام اجزای الکتریکی و مکانیکی داخلی و بیرونی مبدل باید در این آزمون مورد بررسی بصری قرار گیرند. این آزمون همچین شامل بررسی مونتاژ صحیح کانکتورهای مکانیکی و الکتریکی نیز می‌شوند.

۲ ۳ ۲ تأیید ابعاد و تلورانس

این آزمون، یک آزمون نوعی است. ابعاد و تلورانس مبدل باید مورد بررسی قرار گیرند.

۲ ۳ ۳ توزین

این آزمون، یک آزمون نوعی است. باید وزن کلی مبدل مشخص شده و تطبیق آن با معیار مورد توجه قرار گیرد.

۲ ۳ ۴ بررسی نشان‌گذاری‌ها

این آزمون، یک آزمون روتین ا ست. باید برر سی شود که ن شان‌گذاری‌ها با ا ستاندارد IEC 61287 سازگاری داشته باشند.

۲ ۳ ۵ بررسی عملکرد خنک‌کننده

این آزمون، یک آزمون نوعی است. این آزمون در دو حالت قابل انجام است:

- مبدلی که سیستم خنک‌سازی در داخل آن تعبیه شده
- مبدلی که سیستم خنک‌سازی آن مجزا و بیرونی است

هدف از انجام این آزمون، اندازه‌گیری جریان ماده خنک ساز عبوری در سرتا سر اجزای مبدل و تأیید سازگاری آن با محدوده‌های خاص تعریف شده ا ست. همچنین در صورتی که سیستم خنک سازی مبدل مجزا و بیرونی با شد، هدف از انجام این آزمون تأیید این نکته اســت که افت فشــار در بخش‌های مختلف مبدل در محدوده‌ی تعریف‌شــده خواهد بود.

۲ ۳ ۶ آزمون نشتی

این آزمون، یک آزمون روتین است. در صورتی که مایع خنک‌کننده به صورت مداربسته به کار گرفته شده باشد، آزمون نشتی با این هدف انجام می‌شود که اثبات شود هیچ نشتی‌ای در سیستم خنک‌سازی وجود ندارد.

۲ ۳ ۷ آزمون درجه حفاظت

این آزمون، یک آزمون نوعی ا ست. این آزمون به منظور تعیین درجه حفاظت مبدل با توجه به ا ستاندارد IEC 60529 انجام می‌شود.

۲ ۳ ۸ آزمون دی‌الکتریک

این آزمون، یک آزمون روتین ا ست. آزمون‌های دی‌الکتریک به منظور تأیید و ضعیت صحیح مبدل مونتاژ شده انجام می‌شوند. هدف از انجام آزمون دی‌الکتریک، بررسی وضعیت عایقی یا فواصل ایمنی و عایقی نیست. ولتاژ آزمون در آزمون دی‌الکتریک باید مطابق با ضمیمه A استاندارد IEC 62497-1 باشد.

۲ ۳ ۹ آزمون حفاظت مکانیکی و الکتریکی و تجهیزات اندازه‌گیری

این آزمون، یک آزمون نوعی و روتین اســـت. هدف از انجام آزمون روتین، تأیید حفاظت مکانیکی و الکتریکی و عملکرد صـحیح تجهیزات اندازه‌گیری اسـت. مدارهای قدرت مبدل حین این آزمون انرژی‌دهی نمی‌شـوند. از سـویی دیگر، هدف از انجام آزمون نوعی این اسـت که حین انرژی داشـتن مدار قدرت مبدل، حفاظت الکتریکی و مکانیکی و نیز عملکرد صحیح تجهیزات اندازه‌گیری تأیید شوند.

۲ ۳ ۱۰ آزمون بار سبک

این آزمون، یک آزمون روتین است و به منظور تأیید عملکرد صحیح مدارهای قدرت مبدل حین بارگیری سبک انجام می‌شود. حین این آزمون، مبدل با ولتاژ نامی تغذیه شده و با جریان خروجی که مورد توافق سازنده و کاربر قرار گرفته ا ست، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. بعد از انتخاب بار منا سب، تمام خروجی‌های سیگنال و قدرت مبدل باید بررسی شوند.

۲ ۳ ۱۱ آزمون کموتاسیون

این آزمون، یک آزمون نوعی ا ست و به منظور تأیید این‌که مبدل مقدار حداکثر جریان لحظه‌ای مشخص‌شده را کموتاسیون خواهد کرد، انجام می‌شود. ولتاژ ورودی به گونه‌ای انتخاب می‌شود که بدترین شرایط به نیمه‌رساناها اعمال شوند. در صورتی که جریان خروجی سوییچ‌شده برابر یا بیش از حداکثر مقدار تعیین‌شده برای مبدل با شد و آسیبی به مبدل و اجرای آن وارد نشود، آزمون با موفقیت به پایان رسیده است.

۲ ۳ ۱۲ اندازه‌گیری نویز آکوستیک

این آزمون، یک آزمون نوعی است. به منظور اندازه‌گیری نویز آکوستیک از روش تعریف‌شده در استاندارد IEC 60076-10 استفاده می‌شود، با این تفاوت که می‌توان به جای «ترانسفورماتور» از کلمه «مبدل» استفاده کرد.

۲ ۳ ۱۳ آزمون افزایش دما

این آزمون، یک آزمون نوعی ا ست. سازنده باید فهر ستی از اجزایی که لازم ا ست دمای شان اندازه‌گیری شود، تهیه کند. افزایش دما باید در شرایطی اندازه‌گیری شود که مبدل در معرض پروفیل بار یا شرایطی معادل با آن قرار داده شده باشد. شرایط آزمون نیز بین سازنده و کاربر مورد توافق قرار می‌گیرند. اندازه‌گیری دما به صورت مستقیم و با استفاده از سنسور (ترمومتر مقاومتی، ترموکوپل، دوربین مادون قرمز و ...) روی باس‌بارها، مقاومت‌ها، خازن‌ها، ترانسفورماتورهای خشک و القاگرها (IEC 60310)، اتصالات و هیت‌سینک‌ها قابل اندازه‌گیری است. همچنین می‌توان با اندازه‌گیری سایر پارامترهای فیزیکی مانند ولتاژ، جریان، مقاومت و ...، افزایش دما را به صورت غیرمستقیم نیز اندازه گرفت.

۲ ۳ ۱۴ اندازه‌گیری تلفات

این آزمون، یک آزمون نوعی است و به منظور محاسبه‌ی بازدهی توان انجام می‌گیرد. تعیین تلفات مبدل با محاسبه و یا اندازه‌گیری قابل انجام است.

۲ ۳ ۱۵ آزمون اضافه ولتاژ تغذیه و انرژی گذرا

این آزمون، یک آزمون نوعی است و به منظور تأیید این‌که مبدل قادر به تحمل اضافه ولتاژ و فراتاخت‌های گذرای انرژی است، انجام می‌شود. در صورت توافق با مشتری، این آزمون قابل جایگزینی با محاسبه نیز می‌باشد.

۲ ۳ ۱۶ آزمون تغییر ناگهانی بار

این آزمون یک آزمون نوعی است و به صورت آزمون اتصال کوتاه و یا قطع بار قابل انجام است.

۲ ۳ ۱۷ بررسی الزامات ایمنی

این آزمون، یک آزمون نوعی است. بررسی الزامات ایمنی به این منظور انجام می‌شود که تطابق طراحی مبدل با استانداردهای ایمنی موجود، چک گردد. حداقل این الزامات ایمنی در IEC 61991 ارائه شده‌اند.

۲ ۳ ۱۸ آزمون تحمل ارتعاشات و شوک

این آزمون، یک آزمون نوعی است. جزییات بیشتر پیرامون این آزمون در IEC 61373 ارائه شده است.

۲ ۳ ۱۹ آزمون‌های سازگاری الکترومغناطیسی

این آزمون، یک آزمون نوعی است و به منظور تأیید سازگاری مبدل با استاندارد IEC 62236-3-2 انجام می‌شود.

۲ ۳ ۲۰ آزمون تغییر پله‌ای ولتاژ خط

این آزمون، یک آزمون نوعی است و به منظور تأیید عملکرد صحیح مبدل تحت شرایطی که ولتاژ خط تغییرات خاصی داشته باشد، انجام می‌شود. در صورت توافق سازنده و کاربر، این آزمون قابل جایگزینی با محاسبه نیز می‌باشد.

۲ ۳ ۲۱ آزمون قطع کوتاه‌مدت تغذیه

این آزمون، یک آزمون نوعی است. این آزمون به منظور تأیید این‌که قطع تغذیه ولتاژ خط باعث آسیب رسیدن به مبدل و اجزای آن نمی‌شود و جریان مستقل از وضعیت بار مبدل در محدوده‌ی خاصی باقی می‌ماند، انجام می‌شود.

۲ ۳ ۲۲ آزمون پخش‌شدن جریان

این آزمون، یک آزمون نوعی است و با هدف تأیید تقسیم صحیح جریان در زیربخش‌های متصل به صورت موازی در مبدل انجام می‌شود.

۲ ۴ آزمون‌های مربوط به مجموعه موتور و سیستم پیشرانه خودروهای برقی (استانداردهای SAE J2907 و SAE J2908)

در این بخش با بررسی دو استاندارد SAE J2907 و SAE J2908، آزمون‌های مربوط به مجموعه موتور و سیستم پیشرانه خودروهای برقی دسته‌بندی و معرفی خواهند شد. این آزمون‌ها تمام زیر سیستم‌های موتور درایو برقی ریلی و جاده‌ای را صرف‌نظر از نوع کاربردشان پوشش می‌دهد. برخی از کاربردهای مرسوم عبارتند از خودروهای برقی با پیل سوختی (FCEV[1])، خودروهای برقی مجهز به باتری (BEV[2])، خودروهای برقی هیبرید (HEV[3])، خودروهای برقی پلاگین (PHEV[4]) و خودروهای برقی با محدوده گسترش‌یافته (EREV[5]) [۲۵ و ۲۶].

1- Fuel Cell Electric Vehicle
2- Battery Electric Vehicle
3- Hybrid Electric Vehicle
4- Plug-In Hybrid Electric Vehicle
5- Extended Range Electric Vehicle

۲ ۴ ۱ پیش‌آماده‌سازی جهت انجام آزمون‌ها

به منظور فراهم‌کردن شرایط انجام آزمون‌ها، باید به موارد زیر توجه شود:

- شماره مدل و شماره سریال باید در جداولی که در ضمیمه استاندارد SAE J2907 ارائه شده‌اند ثبت شوند.
- مشخصات ETDS، اطلاعات سازنده و محل و تاریخ انجام آزمون نیز باید در جداول موجود در ضمیمه استاندارد SAE J2907 ثبت شوند.
- مشخصات سازنده‌ی سیستم خنک‌کننده ETDS نیز باید در جداول موجود در ضمیمه استاندارد SAE J2907 ثبت شوند.
- منبع تغذیه آزمایشگاه می‌تواند یک منبع تغذیه دوجهته تنظیم‌شده یا یک منبع تغذیه تک‌جهته همراه با ذخیره‌ساز انرژی باشد. ولتاژ سیستم ETDS باید در اتصال تغذیه DC اندازه‌گیری شود. در ETDSهایی که با ولتاژی کمتر از ۲۵۰ ولت کار می‌کنند، تلورانس پایداری منبع تغذیه نباید از ۲/۵ ولت و در ETDSهایی که با ولتاژی بیش از ۲۵۰ ولت کار می‌کنند، تلورانس پایداری منبع تغذیه نباید در بازه‌های زمانی ۱۰ ثانیه‌ای آزمون از ۱/۲۵ درصد ولتاژ تعیین‌شده توسط سازنده تجاوز کند.
- ETDS که به صورت کامل مونتاژ شده باشد باید حداقل به مدت ۴ ساعت در معرض دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) با تلورانس ۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شود.

۲ ۴ ۲ تعیین گشتاور بیشینه

برای انجام این آزمون، باید تمام تجهیزات و ابزار لازم برای اندازه‌گیری، داده‌برداری و ثبت داده‌ها برای ارزیابی دقیق گشتاور بشینیه به ETDS متصل شوند.

دینامومتر آزمایشگاه باید تقریباً روی سرعت ۵۰ دور در دقیقه تنظیم شود و با گام‌های مناسب گشتاور را از صفر به حداکثر برساند. دینامومتر باید به آرامی بچرخد تا گشتاور حس‌شده در بازه زمانی ۱۰ ثانیه‌ای آزمون با استفاده از فیلتر مناسب، صاف شود. بیشترین گشتاور باید در جدول موجود در ضمیمه استاندارد SAE J2907 ثبت شود.

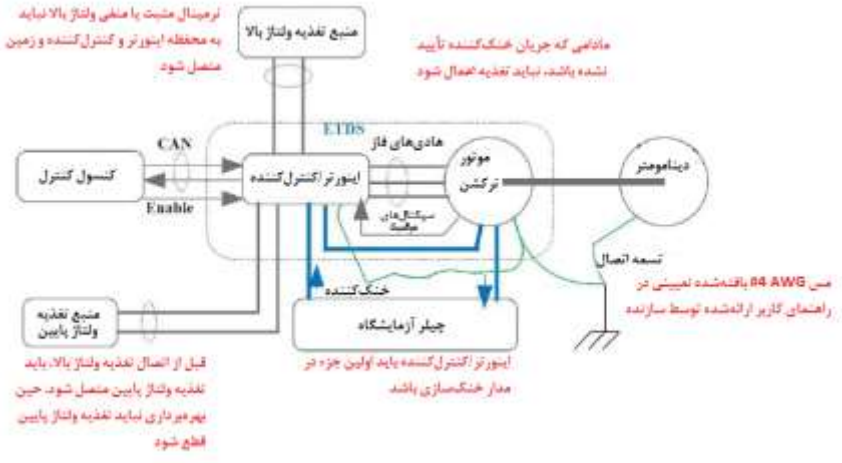
۲ ۴ ۳ تعیین حداکثر توان (خالص)

این آزمون به منظور اندازه‌گیری حداکثر توان (خالص) ETDS تحت شرایط دینامیک توانی مشابه به راندن یک خودروی برقی در یک منطقه شهری، انجام می شود. برای انجام آن، ETDS باید با سرعت مشخص شده توسط سازنده (ولتاژ ورودی، شرایط خنک سازی و گشتاور مناسب توصیه شده) کار کند تا امکان اندازه‌گیری حداکثر توان (خالص) فراهم شود.

در این آزمون تجهیزات زیر مورد نیاز هستند:

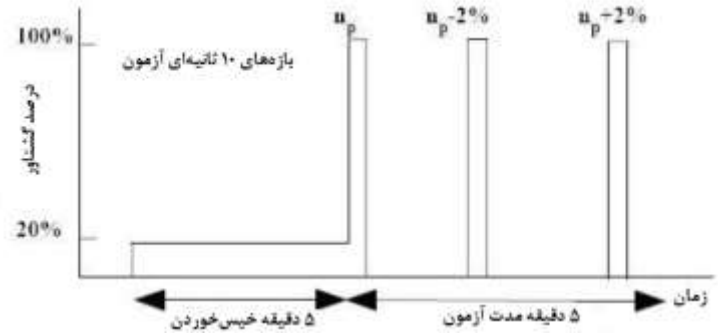
- منبع تغذیه ولتاژ پایین
- منبع تغذیه ولتاژ بالا
- چیلر برای خنک‌سازی آزمایشگاه
- دینامومتر

شکل ۲-۳، شمایی از بستر انجام این آزمون و نحوه قرارگیری و اتصال تجهیزات مختلف را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳ : بستر آزمون

قبل از انجام آزمون اندازه‌گیری حداکثر توان (خالص)، ETDS باید به مدت ۵ دقیقه به گونه‌ای کار کند که توانی معادل حداقل ۲۰ در صد حداکثر توان اعلامی تو سط سازنده را تحویل دهد. این مو ضوع در شکل ۲-۴ ن شان داده شده است.



شکل ۲-۴ : پیش‌آماده‌سازی آزمون اندازه‌گیری حداکثر (خالص) توان

برای انجام این آزمون، موتور باید در نقطه پیک تعیین‌شـــده توســـط ســـازنده مورد بهره‌برداری قرار گیرد. حین آزمون، گشتاور و سرعت به صورت همزمان ثبت می شوند و سپس در ۱۰ ثانیه بعدی متو سط آن‌ها گرفته می شود. توان پیک اندازه‌گیری شده که از ابزار اندازه‌گیری موجود در آزمای شگاه به د ست آمده مربوط به سرعتی ا ست که در آن، توان بیشتر از نقاط حاصل از روابط تشریح‌شده در بخش ۶ استاندارد SAE J2907 است. این آزمون باید طی ۵ دقیقه انجام شود. نتایج نیز باید مطابق با جداول ضمیمه SAE J2907 ثبت شوند.

۲ ۴ ۴ اندازه‌گیری حداکثر توان ۳۰ دقیقه‌ای

هدف از انجام این آزمون، اندازه‌گیری قابلیت توان پایدار ETDS به منظور تحویل توان بیان شده تو سط سازنده در شرایط واقعی رانندگی است. برای انجام این آزمون نیز باید مطابق با شکل ۲-۳ عمل کرد. همچنین ETDS که به صورت کامل مونتاژ شده باشد باید حداقل به مدت ۲ ساعت در معرض دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) با تلورانس ۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شود. داده‌های خروجی نیز باید مطابق با جداول ضمیمه ا ستاندارد SAE J2907 ثبت شوند.

در این آزمون به تجهیزات زیر نیاز است:

- تحلیل‌گر توان
- دماسنج با تلورانس ۵ درجه سانتی‌گراد

به منظور انجام این آزمون، ETDS باید در حداکثر توان ۳۰ دقیقه‌ای اعلامی توسط سازنده و سرعت متناظر با آن مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

همچنین دمای خروجی خنک‌کننده موتور باید تحت نظارت باشد و ثبت شود تا اطمینان حاصل گردد که این دما، در محدوده دمای مناسب برای اندازه‌گیری باقی مانده است. توان خروجی بعد از گذشت ۳۰ دقیقه از انجام آزمون باید در حدود ۵ درصد توان اولیه باشد.

نتایج نیز باید مطابق با جداول موجود در ضمیمه استاندارد SAE J2907 ثبت شوند.

فرایند تعیین حداکثر توان و گشتاور ETDS به گونه‌ای است که تجهیزات آزمایشگاه باید کالیبره، قابل ردیابی و قادر به برآورده‌سازی الزامات استاندارد SAE J2907 باشند. وضعیت کالیبراسیون تجهیزات باید ثبت شود.

سطوح توانی مواجه‌شده در آزمون‌های مربوط به ETDSها باید از نظر نامی در محدوده ۵۰ تا ۱۶۰ کیلووات باشد، اما در خودروهای با عملکرد بهتر، این محدوده ممکن است تا ۲۵۰ کیلووات هم برسد. دقت لازم برای ابزار اندازه‌گیری در جدول ۲-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۲-۱۱ : دقت لازم ابزار آزمایشگاهی

سنسور / مبدل	تلورانس
ولتاژ	
ولتاژ DC	۰/۵ درصد
ولتاژ AC	۰/۵ درصد
جریان	
جریان DC	۰/۵ درصد
جریان AC	۰/۵ درصد
گشتاور و سرعت	
گشتاور (نیوتون‌متر)	۰/۵ درصد
سرعت (دور در دقیقه)	۰/۲ درصد
دما	
دمای اجزاء (درجه سانتی‌گراد)	۲ درجه سانتی‌گراد
دمای خنک‌کننده (درجه سانتی‌گراد)	۲ درجه سانتی‌گراد

سنسورهای آزمایشگاهی روی شفت درایو دینامومتر قرار داده می شوند تا امکان اندازه‌گیری گشتاور و سرعت شفت فراهم شود. علاوه بر این سنسورها، ممکن است سنسورهای دیگری در برخی بخش‌های دیگر نیز مورد نیاز باشند که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

- ورودی یا خروجی خنک‌کننده موتور: ۲ یا بیشتر ترموکوپل
- محفظه موتور: ۱ یا بیشتر ترموکوپل
- نرخ جریان خنک‌کننده: ۱ یا بیشتر فلومتر
- فشار خنک‌کننده: ۲ یا بیشتر مبدل فشار

- ولتاژ DC به اینورتر: تپ‌های ولتاژی
- جریان DC به اینورتر: ۱ مبدل جریان (CT)
- جریان ورودی موتور: ۳ مبدل جریان (CT) برای ماشین‌های سه‌فاز
- ولتاژ ورودی موتور: ۳ تپ ولتاژ یا ۲ تپ تفاضلی برای ماشین‌های سه‌فاز
- سرعت شفت: بسته به نیاز، از سنسور مطلق موقعیت یا سرعت یا تنها سنسور سرعت
- موقعیت شفت: از سنسور مطلق موقعیت یا سرعت
- گشتاور: از اندازه‌گیر گشتاور دینامومتر

دمای سیم‌پیچی‌های موتور نیز از طریق ترمیستور یا RTD نصب شده توسط سازنده قابل اندازه‌گیری است. دقت سنسور دمای نصب‌شده توسط سازنده، مورد قبول است.

۲ ۴ ۵ ارزیابی حداکثر توان سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به وسیله‌ی اندازه‌گیری مستقیم در محورها یا چرخ‌ها

برای انجام این آزمون باید موارد زیر را مد نظر قرار داد:

شرایط آزمایشگاه مطابق جدول ۲-۱۲ باشد.

جدول ۲-۱۲ : شرایط آزمون

پارامتر	شرایط استاندارد	محدودیت‌های آزمون
فشار جوی	۱۰۰ کیلوپاسکال	۹۰ تا ۱۰۵ کیلوپاسکال
دمای هوا در منطقه آزمون	۲۵ درجه سانتی‌گراد	۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد
رطوبت (برای پیشرانه‌های موتوری)	کمتر یا مساوی ۷۰٪	کمتر یا مساوی ۷۰٪

قبل از انجام آزمون، مطابق با توصیه‌های سازنده یک خودروی جدید باید به شکل مناسبی وارد کار شود (از نظر مکانیکی به راه افتد) تا از تلفات اصطکاکی ناشی از یاتاقان‌های نو و سطوح پوششی در اجزای پیشرانه جلوگیری شود.

به منظور انجام این آزمون، یک دینامومتر چرخی[1] انتخاب مناسبی است. دینامومتر چرخی توان خروجی (اسب بخار) را از ناسازگاری ترکشن تایر با چرخش جدا می‌کند. این تجهیز داده‌هایی قابل تکراری را که برای مهندسین و تقویت‌کنندگان خودرو مورد نیاز هستند، فراهم می‌کنند. برخلاف دینامومترهای موتوری در صورت استفاده از دینامومترهای چرخی آزمون محور-چرخ نیازی به حذف موتور از خودرو ندارد. به دلیل اینرسی گردشی کم، باید دقت ویژه‌ای به دینامومتر شود تا از نوسان، بالاجهش یا مشکلات گذرایی که ممکن است باعث ایجاد اختلال در اندازه‌گیری شوند و یا آسیبی سخت‌افزاری به ابزار آزمون، تجهیزات اندازه‌گیری یا اجزای خودرو وارد کنند، جلوگیری شود.

یک دینامومتر شاسی[2] برای این آزمون مناسب است. منظور از دینامومتر شاسی، وسیله‌ای است که برای شبیه‌سازی شرایط مختلف جاده‌ای در یک محیط کنترل‌شده استفاده می‌کند و در انجام بسیاری از آزمون‌های مربوط به توسعه‌ی خودروها کاربرد دارد. همچنین ابزاری به خودرو اضافه می‌شوند که به شکل دقیق نیروی محرکه پیشرانه را چه در محورها و چه در چرخ‌ها اندازه‌گیری کند.

1- Hub Dynamometer

2- Chassis Dynamometer

هنگام استفاده از یک دینامومتر شاسی، توان کل پیشرانه (گشتاور و سرعت) از طریق سنسورهای گشتاور محوری یا سنسور گشتاور که گشتاور بین هاب چرخ و تایر را اندازه‌گیری می‌کنند، قابل اندازه‌گیری است. اندازه‌گیری مستقیم سرعت چرخ (محور) ضروری است چون سرعت دینامومتر شاسی به دلیل لغزش تایر، دقیق نخواهد بود.

مشخصات سوخت لازم جهت استفاده، در استاندارد SAE J1349 آمده است.

درایور و یا اپراتور باید قادر به قرائت وضعیت شارژ سیستم ذخیره‌ساز انرژی قابل شارژ (RESS SOC[1]) خودرو باشند. معمولاً این اطلاعات از طریق اسکن عیب‌یابانه فراهم می‌شود. دقت قرائت باید حداقل ۱ درصد باشد.

باید توجه ویژه‌ای به نحوه خروج دود از محل انجام آزمون صورت گیرد.

به منظور خنک‌سازی خودرو از فن استفاده می‌شود. با این حال، اجازه خنک‌سازی شدید داده نمی‌شود. سرعت فن نباید هوایی با سرعت بیشتر از سرعت خودرو تولید کند.

موارد بیان‌شده در جدول ۲-۱۳ باید در ابتدا و انتهای آزمون ثبت شوند.

جدول ۲-۱۳ : پارامترهایی که باید در ابتدا و انتهای آزمون ثبت شوند

پارامتر	واحد	دقت
فشار جو	پاسکال	۱۰۰ پاسکال
دمای هوا در محیط آزمون	درجه سانتی‌گراد	۲ درجه سانتی‌گراد
رطوبت نسبی	٪	٪۵

موارد بیان‌شده در جدول ۲-۱۴ باید حین آزمون و با فرکانس ۱۰ هرتز ثبت شوند.

جدول ۲-۱۴ : موارد گزارش‌شده حین آزمون با فرکانس ۱۰ هرتز

پارامتر	واحد	دقت	نکته
سرعت چرخشی محور/چرخ	دور در دقیقه	۰/۰۵ معکوس ثانیه یا ۱٪ خوانش (هر کدام بزرگ‌تر بود)	تمام چرخ‌هایی که نیروی محرکه فراهم می‌کنند
گشتاور چرخشی محور/چرخ	نیوتون‌متر	۶ نیوتون‌متر یا ۰/۵٪ مقیاس کامل (هر کدام بزرگ‌تر بود)	تمام چرخ‌هایی که نیروی محرکه فراهم می‌کنند
سرعت دینامومتر شاسی	کیلومتر بر ساعت	۰/۵ کیلومتر بر ساعت یا ۰/۱٪ مقیاس کامل (هر کدام بزرگ‌تر بود)	در صورتی که از دینامومتر شاسی استفاده شود
ولتاژ ترمینال RESS	ولت	۰/۵٪ ولتاژ نامی	برای HEV، PHEV، BEV یا FCV
جریان RESS	آمپر	۰/۵٪ خوانش	برای HEV، PHEV، BEV یا FCV
جریان کمکی یا کل جریان درایو ترکشن	آمپر	۰/۵٪ خوانش	تمام سه گره جریانی مورد نیاز هستند: ۱) RESS، ۲) جریان DC/DC و ۳) جریان درایو ترکشن
سرعت چرخشی موتور	دور در دقیقه	۱٪ خوانش	در صورتی که به منظور اطلاعاتی قابل اعمال باشد

موارد بیان‌شده در جدول ۲-۱۵ که جزو پارامترهای خودرو هستند، باید گزارش شوند.

1- Rechargable Energy Storage System State of Charge

جدول ۲-۱۵ : پارامترهای گزارش‌شده خودرو

پارامتر	واحد	دقت	نکته
SOC	٪	تعیین نشده	هنگام تعیین وضعیت اولیه سیستم ذخیره‌ساز انرژی قابل شارژ مورد استفاده قرار می‌گیرد
دمای خنک‌ساز موتور	درجه سانتی‌گراد	تعیین نشده	-
دمای باتری	درجه سانتی‌گراد	تعیین نشده	به منظور تعیین در صورتی که حالت حفاظتی فعال نباشد

۲ ۵ آزمون‌های سیستم پیشرانه خودرو برقی (استاندارد بین‌المللی ISO 21782)

مجموعه ا ستانداردهای ISO 21782 با عنوان «و سایل نقلیه جاده‌ای با پی شرانه الکتریکی- م شخ صات آزمون برای اجزای سیستم پیشرانه الکتریکی» به مشخص نمودن فرآیندهای آزمون برای عملکرد و بارگیری تجهیزات پیشرانه برقی کلاس B ولتاژ (موتور، اینورتر، مبدل dc به dc) و ترکیب آنها (سیستم موتور) در خودروهای برقی، می‌پردازند [۲۷].

در این بخش به معرفی و تشریح آزمون‌های استخراج شده از این استاندارد، پرداخته شده است:

- آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی (و نرخ تبدیل)
- آزمون افزایش دما
- آزمون مشخصه گشتاور
- آزمون ریپل گشتاور
- آزمون گشتاور کاگینگ

برخی از این آزمون‌ها برای همگی تجهیزات موتور، اینورتر، چاپر و ترکیب آنها (سیستم موتور) و بصورت جداگانه و برخی دیگر برای یکی یا دو تا از این تجهیزات، اعمال می‌گردند.

شرایط عمومی این آزمون‌ها بشرح ذیل است:

ولتاژ ورودی dc: این کمیت، می‌بایست در محدوده ۲± ٪ از ولتاژ نامی ورودی dc سیستم یا اجزا با شد؛ مگر اینکه در بخش‌های مختلف سری استانداردهای ایزو ۲۱۷۸۲ مقدار دیگری مشخص شده باشد یا در توافقی مشترک با مشتری، مورد رضایت طرفین باشد.

دما و رطوبت: تمامی آزمون‌ها باید در دمای اتاق (RT[1]) محدوده ۵ ± ۲۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بین ۲۵ ٪ تا ۷۵ ٪ انجام شود مگر مقادیری غیر آن مشخص گردد.

تجهیزات اندازه‌گیری و دقت مورد نیاز: اندازه‌گیری‌ها باید مطابق دقت تعریف شده ذیل صورت بگیرند:

آمپرمتر برای اندازه‌گیری جریان با دقت ٪ ±۱,۰

ولتمتر برای اندازه‌گیری ولتاژ با دقت ٪ ±۰,۵

گشتاورسنج با دقت ٪ ±۰,۲

سرعت‌سنج باری موتور با دقت ٪ ±۰,۵

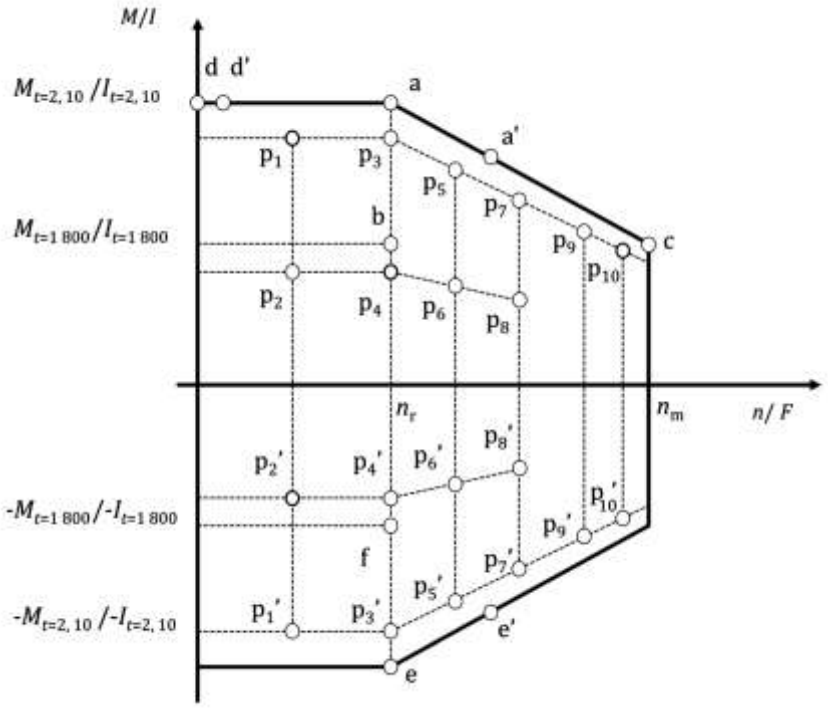
1- Room Temperature

دماسنج با دقت ۲k±

رطوبت‌سنج با دقت ٪ ۵±

تمامی مقادیر اندازه‌گیری به استثنای مقادیر دما و رطوبت نسبی، باید در یک فرکانس حداقل ۱۰ هرتز، انجام و ثبت گردند. برای مقادیر دما و رطوبت نسبی، فرکانس اندازه‌گیری یک هرتز کافی است.

نقاط کار: نقاط کارکرد مورد اشاره در آزمون‌ها در شکل ۲-۵ تعریف گردیده است. نقاط e`، f و $p_1$` تا p_{10}`، نقاط کار اختیاری در آزمون‌ها است. بدین منظور عبارت t_0 باید یکی از مقادیر ۲s و ۱۰s (همچنین می‌توان مقادیر ۳۰s و ۶۰s را انتخاب نمود) و یا ۱۸۰۰s باشد.



n: سرعت موتور (**min^{-1}**) ***F***: فرکانس (**Hz**) ***M***: گشتاور (**Nm**) ***I***: جریان (**A**)

n_m: سرعت/فرکانس بیشینه (**min^{-1}**)/(**Hz**) ***n_r***: سرعت/فرکانس نامی (**min^{-1}**)/(**Hz**)

$M_{t=2,10}$ / $I_{t=2,10}$: *مدت زمان بیشینه گشتاور/ جریان موتوری برای حالت* ***t_0=2,10*** (**A**) / (**Nm**)

$M_{t=1800}$ / $I_{t=1800}$: *مدت زمان بیشینه گشتاور/ جریان موتوری برای حالت* ***t_0=1800*** (**A**) / (**Nm**)

$-M_{t=2,10}$ / $-I_{t=2,10}$: *مدت زمان بیشینه گشتاور/ جریان بازتولیدی برای حالت* ***t_0=2,10*** (**A**) / (**Nm**)

$-M_{t=1800}$ / $-I_{t=1800}$: *مدت زمان بیشینه گشتاور/ جریان بازتولیدی برای حالت* ***t_0=1800*** (**A**) / (**Nm**)

شکل ۲-۵: نقاط کارکرد

۲ ۵ ۱ آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی (و نرخ تبدیل)[1]

- **معرفی آزمون**

این آزمون یکی از آزمون‌های عملکرد برای تجهیزات سیستم پیشرانه الکتریکی کلاس B ولتاژ مورد کاربرد در خودروهای برقی؛ شامل موتور، اینورتر، چاپر و ترکیب آنها (سیستم موتور) است.

1- Measurement of loss and efficiency (and conversion rate) test

هدف این آزمون، کارکردن تجهیز (موتور یا مبدل‌ها) تحت شـــرایط مشـــخص و اندازه‌گیری تلفات و بازدهی (و همچنین نرخ تبدیل در مبدل‌ها)، به منظور حصول اطمینان از عملکرد صحیح آن تجهیز (عملکرد مطابق با مشخصات تجهیز) است.

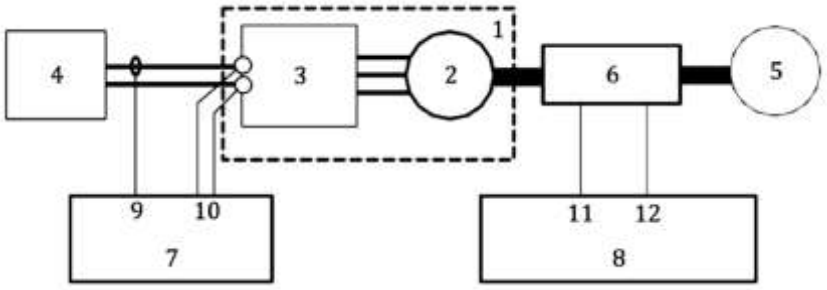
هر آزمون باید همراه با یک گزارش آزمون، شـامل اطلاعات کافی از نتایج و شـرایط آزمون، گزارش گردد. نمونه گزارش‌های آزمون حاوی نتایج و شـرایط در پیوسـت الف اسـتاندارد ISO 21782-2 و پیوسـت ب اسـتاندارد ISO 21782-3 آمده است.

- **لوازم و مدار آزمون**

در این آزمون به تجهیزات زیر نیاز است:

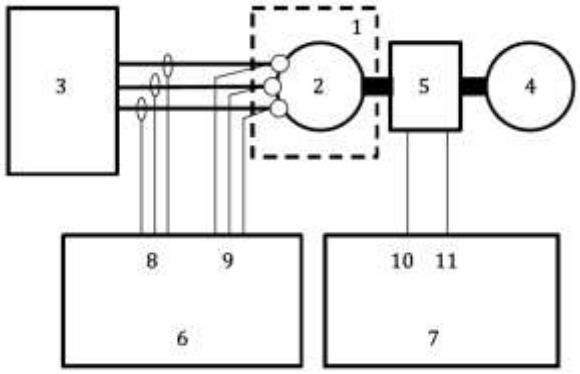
- منبع تغذیه dc (با توجه به مقادیر نامی تجهیز تحت آزمون)
- بار؛ چند نمونه بار AC که می‌تواند به عنوان بار اینورتر در این آزمون‌ها به کار گرفته شـود، به شـرح ذیل است:
  - موتور واقعی: موتور مشخص‌شده براساس قرارداد کارفرما و مشتری
  - شبیه‌ساز موتور: بار الکتریکی که بتواند شبیه‌ساز مشخصه الکتریکی موتور واقعی باشد.
  - اندوکتانس AC (ACL): اندوکتانس سه‌فاز معادل برای اندوکتانس نشتی موتور
  - بار اهمی-القایی RL: بار ACL همراه با مقاومت سری معادل برای مقاومت فاز موتور
- سرعت‌سنج (با قابلیت اندازه‌گیری حداکثر توان نامی تجهیز تحت آزمون)
- گشتاورسنج (با قابلیت اندازه‌گیری حداکثر گشتاور نامی تجهیز تحت آزمون)
- تحلیل‌گر توان (با قابلیت سنجش کیفیت توان و اندازه‌گیری آن)
- نمایشگر سرعت/گشتاور
- وات‌متر (با توجه به مقادیر نامی تجهیز تحت آزمون)

هر دو روش دو واتمتر و سه‌واتمتر می‌توانند جهت اندازه‌گیری توان سه‌فاز استفاده شوند (روش سه‌واتمتر ارجح است). مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی برای سیستم موتور و موتور به ترتیب در شکل ۲-۶ و شکل ۲-۷ آمده است.



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- موتور مورد آزمون ۳- اینورتر مورد آزمون ۴- تغذیه برق **DC** ۵- بار ۶- نمایانگر سرعت/ گشتاور ۷- دستگاه کیفیت سنج برق/ اندازه‌گیری توان ۸- گشتاور/سرعت‌سنج ۹- جریان ورودی اینورتر **(A)** ۱۰- ولتاژ ورودی اینورتر **(V)** ۱۱- گشتاور موتور **(Nm)** ۱۲- سرعت موتور **(min^{-1})**

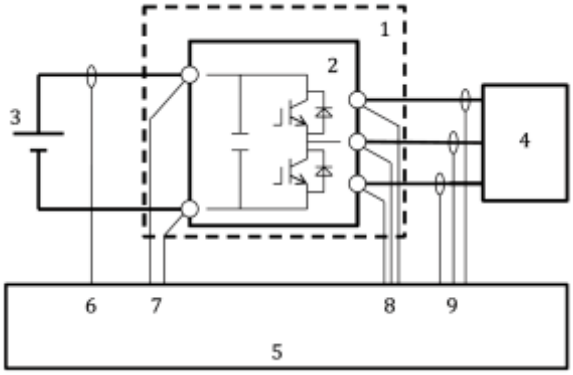
شکل ۲-۶: مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات کل و بازدهی کل برای سیستم موتور



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- موتور ۳- اینورتر ۴- بار ۵- نمایانگر سرعت/ گشتاور ۶- دستگاه کیفیت‌سنج برق/ اندازه‌گیری توان ۷- گشتاور/سرعت‌سنج ۸- جریان ورودی اینورتر (**A**) ۹- ولتاژ ورودی اینورتر (**V**) ۱۰-گشتاور موتور (**Nm**) ۱۱- سرعت موتور (**min^{-1}**)

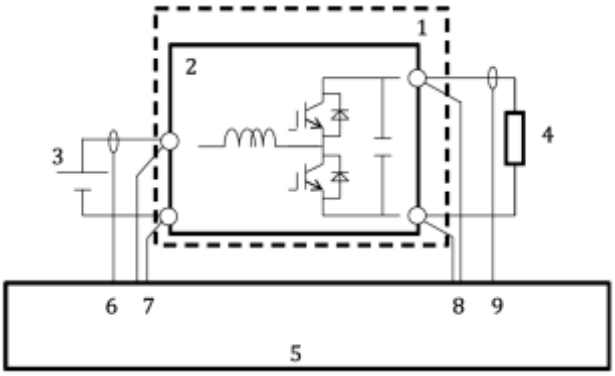
شکل ۲-۷: مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی برای موتور

همچنین مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل اینورتر و چاپر به ترتیب در شکل ۲-۸ و شکل ۲-۹ آمده است.



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- اینورتر ۳- تغذیه برق **DC** ۴- بار **AC** ۵- دستگاه کیفیت‌سنج برق/ اندازه‌گیری توان ۶- جریان ورودی اینورتر (**A**) ۷- ولتاژ ورودی اینورتر (**V**) ۸- ولتاژ خروجی اینورتر (**V**) ۹- جریان خروجی اینورتر (**A**)

شکل ۲-۸: مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل اینورتر



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- چاپر ۳- تغذیه برق **DC** ۴- بار ۵- دستگاه کیفیت‌سنج برق/ اندازه‌گیری توان ۶- جریان ورودی چاپر (**A**) ۷- ولتاژ ورودی چاپر (**V**) ۸- ولتاژ خروجی چاپر (**V**) ۹- جریان خروجی چاپر (**A**)

شکل ۲-۹: مدار آزمون اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل چاپر

- **شرایط آزمون**

شرایط آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی برای تمامی تجهیزات در جدول ۲-۱۶ آمده است.

جدول ۲-۱۶: شرایط آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی

شرایط آزمون		مقدار	نکات
ولتاژ ورودی مبدل‌ها		ولتاژ نامی مطابق مقادیر تعریف شده در قسمت ۳-۲۲- استاندارد ISO 21782-1:2019	برای مقدار تلرانس مجاز ولتاژ ورودی رجوع شود به قسمت ۵-۳- استاندارد ISO 21782-1:2019
شرایط هوای محیط		دمای اتاق (RT) و رطوبت مطابق تعریف در قسمت ۵-۴- استاندارد ISO 21782-1:2019	
دمای خنک‌کننده		حداکثر دما برای ظرفیت کارکرد نامحدود	- در صورتیکه خنک‌کننده مایع باشد. - اتیلن گلیکل و پروپیلن گلیکل، مثال‌های خنک‌کننده - درصورت عدم وجود مشکل فنی، باید آزمون‌ها در دمای خنک‌کننده □ ۶۵ انجام شود. درغیر این صورت مقدار تفاوت، در گزارش آزمون ذکر گردد.
نرخ جریان خنک-کننده	مایع	حداقل نرخ جریان برای ظرفیت کارکرد نامحدود و برای چاپر مطابق مشخصات طراحی	
	هوا	حداقل نرخ جریان برای ظرفیت کارکرد نامحدود و برای مبدل‌ها مطابق مشخصات طراحی	
فرکانس سوئیچینگ		مطابق با فرکانس طراحی	می‌تواند براساس توافق با مشتری، تغییر نماید.
فرکانس خروجی اینورتر		فرکانس نامی براساس مقادیر تعریفی بخش ۳-۲۰- استاندارد ISO 21782-1:2019	می‌تواند براساس توافق با مشتری، تغییر نماید.
نقطه کارکرد		نقاط کار آزمون مطابق تعاریف شکل۱- استاندارد ISO 21782-1:2019 – موتور: "a"، "a`"، "b"، "$p_1$" تا "$P_{10}$" (اختیاری: "e"، "e`"، "f"، "p_1" تا "p_{10}") - اینورتر: "a"، "b"	در آزمون مربوط به اینورتر، درصورت عدم وجود موتور، باید از جریان معادل با فرکانس ۲۰۰ Hz استفاده شود.
ولتاژ خروجی چاپر		حداکثر ولتاژ برای ظرفیت کارکرد نامحدود مطابق تعاریف بخش ۳-۱۳- استاندارد ISO 21782-1: 2019	
جریان خروجی چاپر		- برای جریان ماکزیمم: $I_{t=2}$ - برای جریان نامی: $I_{t=1800}$	
زمان کارکرد		- برای نقاط کار "a"، "a`"، "p_1"، "p_3"، "p_5"، "p_7"، "p_9"، "P_{10}": ۲s و ۱۰s (۳۰s و ۶۰s اختیاری) - برای نقطه کار "b" : ۱۸۰۰s - برای نقاط کار "p_2"، "p_4"، "p_6"، "p_8": ۱۸۰۰s و یا حداکثر زمان مجاز برای حفاظت دمایی در چاپر: - برای جریان ماکزیمم: ۲s و ۱۰s (۳۰s و ۶۰s اختیاری) - برای جریان نامی : ۱۸۰۰s	برای نقاط کار بازتولیدی، همان زمان‌های کارکرد برای نقاط کار موتوری متناظر، اعمال می‌گردد.

- **فرآیند آزمون**

تجهیز تحت آزمون باید در نقاط کار مشخصی و در زمان‌های کارکرد تعیین شده در جدول ۲-۱۶، کار کند.

توان ورودی تجهیزات، توان خروجی اینورتر، گشـــتاور خروجی و ســـرعت موتور می‌بایســـت ثبت گردند. هر مرتبه، میانگین یک ثانیه قبل داده‌ها باید اســتفاده گردند. اطلاعات نحوه اندازه‌گیری توان ورودی در پیوســت الف اســتاندارد موجود است.

در آزمون مربوط به سیستم موتور، در صورت عدم وجود مشکل فنی، مسیر جریان خنک‌کننده باید بین اینورتر و موتور متصل باشد و خنک‌کننده باید از اینورتر به سمت موتور جریان داشته باشد.

تلفات کل و بازدهی کل سیستم موتور، از طریق معادلات (۲-۲) و (۲-۳) قابل محاسبه است:

$$P_{sl} = P_{ii} - P_{mo} \quad (۲-۲)$$

$$\eta_s = \frac{P_{mo}}{P_{ii}} \times 100 \quad (۲-۳)$$

که در آن P_{ii} توان ورودی اینورتر، P_{mo} توان خروجی موتور، P_{sl} و η_s نیز بترتیب تلفات کل و بازدهی کل مربوط به سیستم موتور است.

بازدهی و تلفات موتور از طریق معادلات (۲-۴) و (۲-۵) قابل محاسبه است:

$$\eta_m = \frac{P_{mo}}{P_{mi}} \times 100 \quad (۲-۴)$$

$$P_{ml} = P_{mi} - P_{mo} \quad (۲-۵)$$

که در آن P_{mi} و P_{mo} بترتیب توان‌های ورودی و خروجی موتور و P_{ml} و η_m نیز بترتیب تلفات و بازدهی موتور است. اندازه‌گیری کارکرد بازتولیدی می‌تواند براساس توافق کارفرما و مشتری انجام شود.

بازدهی، نرخ تبدیل و تلفات اینورتر نیز از طریق معادلات (۲-۶) تا (۲-۸) قابل محاسبه است.

$$\eta_i = \frac{P_{io}}{P_{ii}} \times 100 \quad (۲-۶)$$

$$\eta_{i\_conv} = \frac{P_{io\_fund}}{P_{ii\_mean}} \times 100 \quad (۲-۷)$$

$$P_{il} = P_{ii} - P_{io} \quad (۲-۸)$$

که در آن داریم:

η_i: بازدهی اینورتر شامل هارمونیک‌ها و ریپل‌ها (برحسب %)

P_{ii} و P_{io}: بترتیب توان‌های ورودی و خروجی اینورتر (برحسب W)

$\eta_{i\text{-}conv}$: نرخ تبدل اینورتر (برحسب %)

$P_{ii\text{-}mean}$: متوسط توان ورودی اینورتر (برحسب W)

$P_{io\text{-}fund}$: مولفه اصلی توان خروجی اینورتر (برحسب W)

P_{il}: تلفات اینورتر (برحسب W)

بازدهی، نرخ تبدیل و تلفات چاپر از طریق معادلات (۲-۹) تا (۲-۱۱) قابل محاسبه است.

$$\eta_c = \frac{P_{co}}{P_{ci}} \times 100 \quad (۲-۹)$$

$$\eta_{c\_conv} = \frac{P_{co\_mean}}{P_{ci\_mean}} \times 100 \quad (۱۰-۲)$$

$$P_{cl} = P_{ci} - P_{co} \quad (۱۱-۲)$$

که در آن داریم:

η_c: بازدهی چاپر شامل هارمونیک‌ها و ریپل‌ها (برحسب %)

P_{ci} و P_{co}: بترتیب توان‌های ورودی و خروجی چاپر (برحسب W)

$\eta_{c\text{-}conv}$: نرخ تبدل چاپر (برحسب %)

$P_{ci\text{-}mean}$: متوسط توان ورودی چاپر (برحسب W)

$P_{co\text{-}mean}$: متوسط توان خروجی چاپر (برحسب W)

P_{cl}: تلفات چاپر (برحسب W)

۲ ۵ ۲ آزمون افزایش دما[1]

- **معرفی آزمون**

این آزمون یکی از آزمون‌های عملکرد برای تجهیزات سیستم پیشرانه الکتریکی کلاس B ولتاژ مورد کاربرد در خودروهای برقی؛ شامل موتور، اینورتر، چاپر و ترکیب آنها (سیستم موتور) است.

هدف این آزمون، کارکردن تجهیز (موتور یا مبدل‌ها) تحت شرایط مشخص و اندازه‌گیری افزایش دما بمنظور حصول اطمینان از عملکرد حرارتی صحیح آن تجهیز (عملکرد مطابق طراحی تجهیز) است.

هر آزمون باید همراه با یک گزارش آزمون، شامل اطلاعات کافی از نتایج و شرایط آزمون، گزارش گردد. نمونه گزارش‌های آزمون حاوی نتایج و شرایط در پیوست الف استاندارد ISO 21782-2 و پیوست ب استاندارد ISO 21782-3 آمده است.

- **لوازم و مدار آزمون**

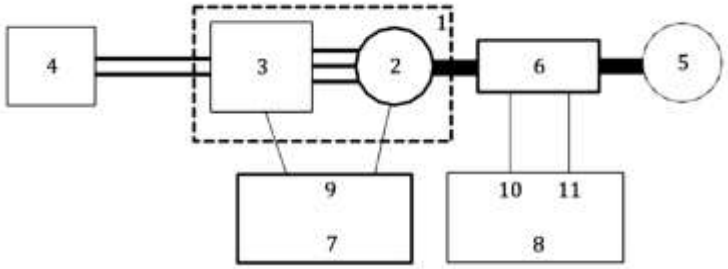
در این آزمون به تجهیزات زیر نیاز است:

- منبع تغذیه dc (با توجه به مقادیر نامی تجهیز تحت آزمون)
- بار؛ چند نمونه بار AC که می‌تواند به عنوان بار اینورتر در این آزمون‌ها به کار گرفته شود، به شرح ذیل است:
  - موتور واقعی: موتور مشخص‌شده براساس قرارداد کارفرما و مشتری
  - شبیه‌ساز موتور: بار الکتریکی که بتواند شبیه‌ساز مشخصه الکتریکی موتور واقعی باشد.
  - اندوکتانس AC (ACL): اندوکتانس سه‌فاز معادل برای اندوکتانس نشتی موتور
  - بار اهمی-القایی RL: بار ACL همراه با مقاومت سری معادل برای مقاومت فاز موتور
- نمایشگر سرعت یا گشتاور
- دماسنج
- گشتاورسنج (با توجه به حداکثر گشتاور تجهیز تحت آزمون)

1- Temperature rise test

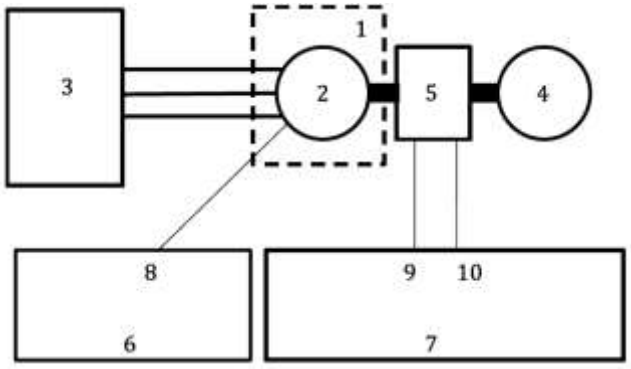
- سرعت‌سنج (با توجه به حداکثر سرعت تجهیز تحت آزمون)
- تحلیل‌گر توان (جهت اندازه‌گیری کیفیت و اندازه توان)

مدار آزمون افزایش دمای سیستم موتور، موتور، اینورتر و چاپر، به ترتیب در شکل ۲-۱۰ تا شکل ۲-۱۳ آمده است.



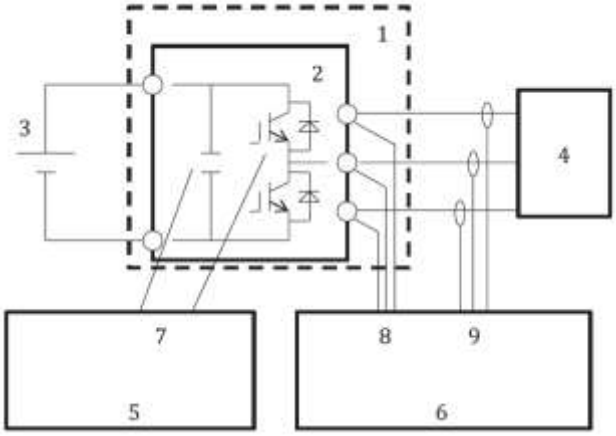
۱- تجهیز تحت آزمون ۲- موتور مورد آزمون ۳- اینورتر مورد آزمون ۴- تغذیه برق **DC** ۵- بار ۶- نمایانگر سرعت/ گشتاور ۷- دماسنج ۸- گشتاور/سرعت‌سنج ۹- نقطه اندازه‌گیری دما (□) ۱۰- گشتاور موتور (**Nm**) ۱۱- سرعت موتور (**min^{-1}**)

شکل ۲-۱۰: مدار آزمون افزایش دما در سیستم موتور



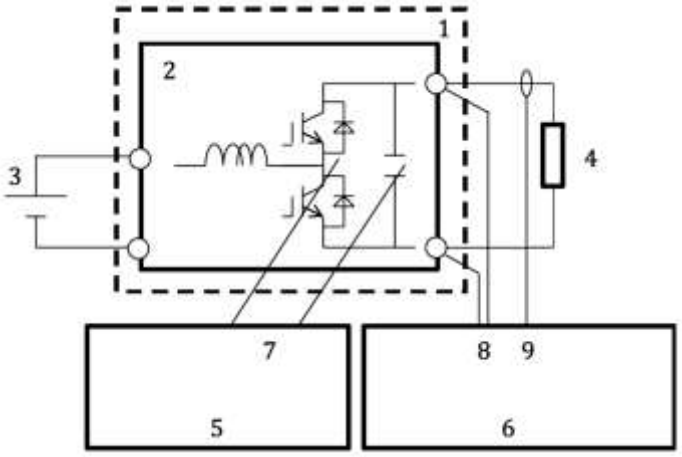
۱- تجهیز تحت آزمون ۲- موتور ۳- اینورتر ۴- بار ۵- نمایانگر سرعت/ گشتاور ۶- دماسنج ۷- گشتاور/سرعت‌سنج ۸- نقطه اندازه‌گیری دما (□) ۹- گشتاور موتور (**Nm**) ۱۰- سرعت موتور (**min^{-1}**)

شکل ۲-۱۱: مدار آزمون افزایش دمای موتور



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- اینورتر ۳- تغذیه برق **DC** ۴- بار **AC** ۵- دماسنج ۶- دستگاه کیفیت‌سنج برق/ اندازه‌گیری توان
۷-دمای نقاط اندازه‌گیری (□) ۸- ولتاژ خروجی اینورتر **(V)** ۹- جریان خروجی اینورتر **(A)**

شکل ۲-۱۲: مدار آزمون افزایش دمای اینورتر



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- چاپر ۳- تغذیه برق **DC** ۴- بار ۵- دماسنج ۶- دستگاه کیفیت‌سنج برق/ اندازه‌گیری توان
۷- دمای نقاط اندازه‌گیری (□) ۸- ولتاژ خروجی چاپر **(V)** ۹- جریان خروجی چاپر **(A)**

شکل ۲-۱۳: مدار آزمون افزایش دمای چاپر

- **شرایط آزمون**

شرایط آزمون دمای تمامی تجهیزات سیستم موتور، موتور، اینورتر و چاپر در جدول ۲-۱۷ آمده است.

جدول ۲-۱۷: شرایط آزمون افزایش دما

شرایط آزمون		مقدار	نکات
ولتاژ ورودی مبدل‌ها		ولتاژ نامی مطابق مقادیر تعریف شده در قسمت ۳-۲۲- استاندارد ISO 21782-1:2019	برای مقدار تلرانس مجاز ولتاژ ورودی مبدل رجوع شود به قسمت ۵-۳- استاندارد ISO 21782-1:2019
شرایط هوای محیط		دمای اتاق (RT) و رطوبت مطابق تعریف در قسمت ۵-۴- استاندارد ISO 21782-1:2019	
دمای خنک‌کننده		حداکثر دما برای ظرفیت کارکرد نامحدود	- در صورتیکه خنک‌کننده مایع باشد. - اتیلن گلیکل و پروپیلن گلیکل، مثال‌هایی برای خنک‌کننده هستند. - درصورت عدم وجود مشکل فنی، باید آزمون‌ها در دمای خنک‌کننده □ ۶۵ انجام شود. در غیر این صورت مقدار تفاوت، در گزارش آزمون ذکر گردد.
نرخ جریان خنک‌کننده	مایع	حداقل نرخ جریان برای ظرفیت کارکرد نامحدود	
	هوا	حداقل نرخ جریان برای ظرفیت کارکرد نامحدود	
نقطه کارکرد		نقاط کار آزمون مطابق تعاریف شکل۱- استاندارد ISO 21782-1:2019 – "a"، "b"	می‌تواند براساس توافق کارفرما با مشتری، تعیین گردد.
ولتاژ خروجی چاپر		حداکثر ولتاژ برای ظرفیت کارکرد نامحدود مطابق تعاریف بخش ۳-۱۳- استاندارد ISO 21782-1: 2019	
جریان خروجی چاپر		- برای جریان ماکزیمم: $I_{t=2}$ - برای جریان نامی: $I_{t=1800}$	
زمان کارکرد		- برای نقطه کار "a": ۲s و ۱۰s - برای نقطه کار "b" : ۱۸۰۰s برای چاپر: - برای جریان ماکزیمم: ۲s و ۱۰s - برای جریان نامی : ۱۸۰۰s	
فرکانس سوئیچینگ		مطابق با فرکانس طراحی	می‌تواند براساس توافق با مشتری، تغییر نماید.
فرکانس خروجی اینورتر		فرکانس نامی براساس مقادیر تعریفی قسمت ۳-۲۰- استاندارد ISO 21782-1:2019	می‌تواند براساس توافق با مشتری، تغییر نماید.
زمان اندازه‌گیری		- میانگین یک ثانیه قبل	

- **فرآیند آزمون**
- آزمون مربوط به موتور

موتور مورد آزمون باید در نقاط کار مشخص‌شده کار کند و دمای نقاط اندازه‌گیری نیز باید ثبت شوند. برای هر نقطه مشخصه گشتاور-سرعت، دما باید پس از گذشت مدت زمان مشخص شده در جدول ۲-۱۷، یادداشت شود.

دمای سیم‌پیچ موتور مورد آزمون، باید در نقاطی که بعنوان بالاترین محسوب گردد، اندازه‌گیری شود. نقاط اندازه‌گیری درون سیم‌پیچ و سایر نقاط اندازه‌گیری، می‌تواند براساس قراردد با مشتری، اضافه گردد.

در آزمون مربوط به موتور، هر اینورتری که قابلیت کارکرد پیوسته در نقطه گشتاور بیشینه دارد، می‌تواند بکار گرفته شود. اما در آزمون مربوط به سیستم موتور، مسائل مربوط به اینورتر در ادامه توضیح داده شده است.

- آزمون مربوط به مبدل‌ها

مبدل باید تحت جریان $I_{t=t0}$ کار کند و دمای هر بخش مبدل می‌بایست پس از گذشت مدت زمان مشخص شده (t_0) ثبت گردند. دمای مبدل مورد آزمون باید در نقاط اندازه‌گیری بشرح ذیل اندازه گرفته شوند:

- ✓ بخش الکترودی عناصر نیمه‌هادی یا نقاط مشخصی ازاجزای سیستم خنک‌سازی که نزدیک این بخش‌ها متصلند.
- ✓ محل ورود و خروج خنک‌ساز

نقاط اندازه‌گیری اضافی می‌تواند براساس قرارداد با مشتری، اضافه گردد.

چنانچه آزمون در حضور موتور متصل به اینورتر انجام شود، باید جریان $I_{t=1800}$ با گشتاور $M_{t=1800}$ تطابق داشته باشد و جریان $I_{t=2}$ نیز با گشتاور $M_{t=2}$ یا توان $M_{t=2}$ تطابق کند.

۲ ۵ ۳ آزمون مشخصه گشتاور[1]

- **معرفی آزمون**

این آزمون یکی از آزمون‌های عملکرد برای تجهیزات سیستم پیشرانه الکتریکی کلاس B ولتاژ مورد کاربرد در خودروهای برقی؛ شامل موتور و سیستم موتور (ترکیب موتور و مبدل‌ها) است.

هدف این آزمون، کارکردن تجهیز (موتور یا سیستم موتور) تحت شرایط مشخص و بررسی مشخصات گشتاور، به منظور حصول اطمینان از عملکرد صحیح آن تجهیز (موتور یا سیستم موتور) است.

هر آزمون باید همراه با یک گزارش آزمون، شامل اطلاعات کافی از نتایج و شرایط آزمون، گزارش گردد. نمونه گزارش‌های آزمون حاوی نتایج و شرایط در پیوست الف استاندارد ISO 21782-2 و پیوست ب استاندارد ISO 21782-3 آمده است.

- **لوازم و مدار آزمون**

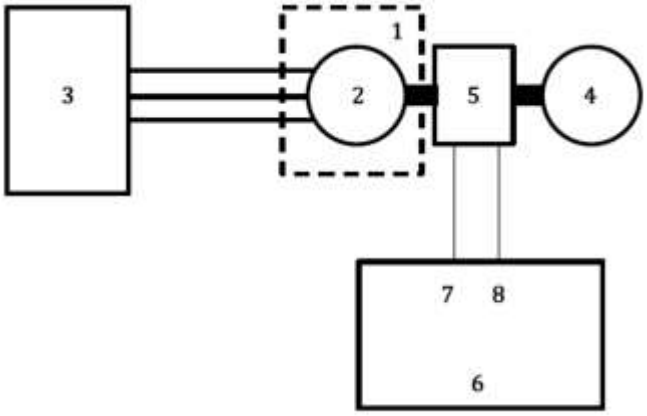
در این آزمون به تجهیزات زیر نیاز است:

- گشتاورسنج (با توجه به گشتاور نامی تجهیز تحت آزمون)

1- Torque characteristic test

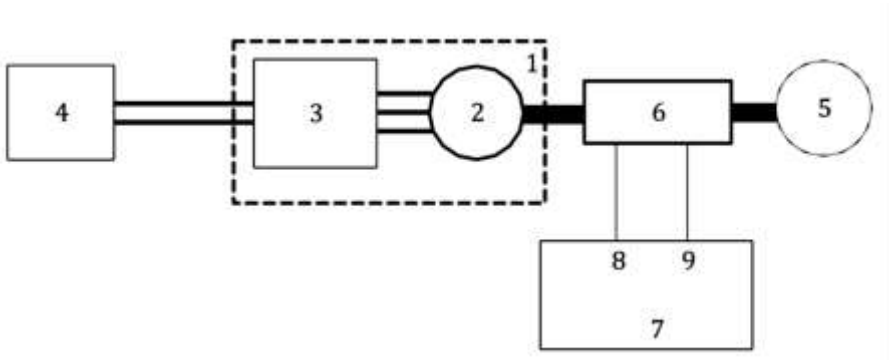
- سرعت‌سنج (با توجه به سرعت نامی تجهیز تحت آزمون)
- بار؛ چند نمونه بار AC که می‌تواند به عنوان بار اینورتر در این آزمون‌ها به کار گرفته شود، به شرح ذیل است:
  - موتور واقعی: موتور مشخص‌شده براساس قرارداد کارفرما و مشتری
  - شبیه‌ساز موتور: بار الکتریکی که بتواند شبیه‌ساز مشخصه الکتریکی موتور واقعی باشد.
  - اندوکتانس AC (ACL): اندوکتانس سه‌فاز معادل برای اندوکتانس نشتی موتور
  - بار اهمی-القایی RL: بار ACL همراه با مقاومت سری معادل برای مقاومت فاز موتور

مدار آزمون مشخصه گشتاور موتور و سیستم موتور به ترتیب در شکل ۲-۱۴ و شکل ۲-۱۵ آمده است.



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- موتور ۳- اینورتر ۴- بار ۵- نمایانگر سرعت / گشتاور ۶- گشتاور / سرعت سنج
۷- گشتاور موتور (**Nm**) ۸- سرعت موتور (**min^{-1}**)

شکل ۲-۱۴: مدار آزمون مشخصه گشتاور موتور



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- موتور مورد آزمون ۳- اینورتر مورد آزمون ۴- تغذیه برق **DC** ۵- بار ۶- نمایانگر سرعت/ گشتاور
۷- گشتاور/سرعت‌سنج ۸- گشتاور موتور (**Nm**) ۹- سرعت موتور (**min^{-1}**)

شکل ۲-۱۵: مدار آزمون مشخصه گشتاور سیستم موتور

- شرایط آزمون

شرایط آزمون مشخصه گشتاور هر دو تجهیز موتور و سیستم موتور در جدول ۲-۱۸ آمده است.

جدول ۲-۱۸: شرایط آزمون مشخصه گشتاور

شرایط آزمون		مقدار	نکات
ولتاژ ورودی مبدل‌ها		ولتاژ نامی مطابق مقادیر تعریف شده در قسمت ۳-۲۲- استاندارد ISO 21782-1:2019	برای مقدار تلرانس مجاز ولتاژ ورودی مبدل رجوع شود به قسمت ۵-۳- استاندارد ISO 21782-1:2019
شرایط هوای محیط		دمای اتاق (RT) و رطوبت مطابق تعریف در قسمت ۵-۴- استاندارد ISO 21782-1:2019	
دمای خنک‌کننده		حداکثر دما برای ظرفیت کارکرد نامحدود	- در صورتیکه خنک‌کننده مایع باشد. - اتیلن گلیکل و پروپیلن گلیکل، مثال‌هایی برای خنک‌کننده هستند. - درصورت عدم وجود مشکل فنی، باید آزمون‌ها در دمای خنک‌کننده □ ۶۵ انجام شود. در غیر این صورت مقدار تفاوت، در گزارش آزمون ذکر گردد.
نرخ جریان خنک‌کننده	مایع	حداقل نرخ جریان برای ظرفیت کارکرد نامحدود	
	هوا	حداقل نرخ جریان برای ظرفیت کارکرد نامحدود	
نقطه کارکرد		نقاط کار آزمون مطابق تعاریف شکل۱- استاندارد ISO 21782-1:2019 – "a"، "a`"، "c"، "d`"	
زمان کارکرد		- برای نقاط کار "a"، "a`"، "c"، "d`": ۲s و ۱۰s (۳۰s و ۶۰s اختیاری)	
زمان اندازه‌گیری		- میانگین یک ثانیه قبل	

- **فرآیند آزمون**

تجهیز مورد آزمون (موتور یا سیستم موتور) باید در نقاط کار مشخص شده و در مدت زمان تعریف شده، کار کند. توان ورودی، گشتاور خروجی و سرعت موتور باید ثبت گردد. هر میانگین یک ثانیه قبل داده‌های ثبت شده باید استفاده گردد.

۲ ۵ ۴ آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور[1]

- **معرفی آزمون**

این آزمون یکی از آزمون‌های عملکرد برای سیستم موتور (ترکیب موتور و مبدل‌ها) در سیستم پیشرانه الکتریکی کلاس B ولتاژ مورد کاربرد در خودروهای برقی است.

هدف این آزمون، کارکردن سیستم موتور (در حالت ترکیب موتور و اینورتر) تحت شرایط مشخص و اندازه‌گیری ریپل گشتاور در سیستم موتور، به منظور حصول اطمینان از عملکرد صحیح آن است.

1- Torque ripple test

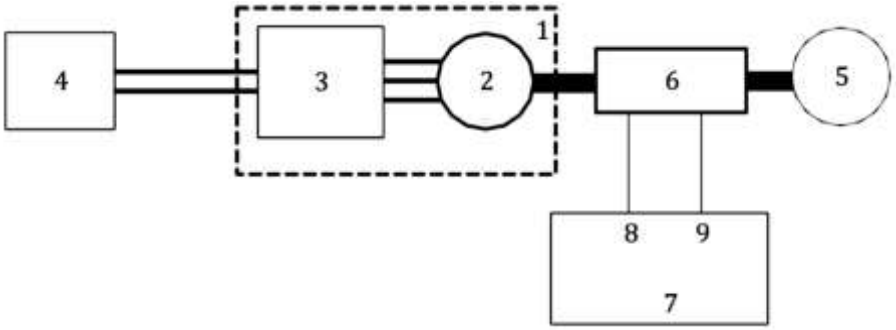
هر آزمون باید همراه با یک گزارش آزمون، شـامل اطلاعات کافی از نتایج و شـرایط آزمون، گزارش گردد. نمونه گزارش‌های آزمون حاوی نتایج و شرایط در پیوست الف استاندارد ISO 21782-2 آمده است.

- **لوازم و مدار آزمون**

در این آزمون به تجهیزات زیر نیاز است:

- منبع تغذیه DC (با توجه به مشخصات نامی تجهیز تحت آزمون)
- نمایشگر سرعت یا گشتاور
- گشتاورسنج (با توجه به گشتاور نامی تجهیز تحت آزمون)
- سرعت‌سنج (با توجه به سرعت نامی تجهیز تحت آزمون)
- بار؛ چند نمونه بار AC که می‌تواند به عنوان بار اینورتر در این آزمون‌ها به کار گرفته شـود، به شـرح ذیل است:
  - موتور واقعی: موتور مشخص‌شده براساس قرارداد کارفرما و مشتری
  - شبیه‌ساز موتور: بار الکتریکی که بتواند شبیه‌ساز مشخصه الکتریکی موتور واقعی باشد.
  - اندوکتانس AC (ACL): اندوکتانس سه‌فاز معادل برای اندوکتانس نشتی موتور
  - بار اهمی-القایی RL: بار ACL همراه با مقاومت سری معادل برای مقاومت فاز موتور

مدار آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور در شکل ۲-۱۶ آمده است.



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- موتور مورد آزمون ۳- اینورتر مورد آزمون ۴- تغذیه برق **DC** ۵- بار ۶- نمایانگر سرعت/ گشتاور
۷- گشتاور/سرعت‌سنج ۸- گشتاور موتور (**Nm**) ۹- سرعت موتور (**min^{-1}**)

شکل ۲-۱۶: مدار آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور

- **شرایط آزمون**

شرایط آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور در جدول ۲-۱۹ آمده است.

جدول ۲-۱۹: شرایط آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور

شرایط آزمون		مقدار	نکات
ولتاژ ورودی DC		ولتاژ نامی مطابق مقادیر تعریف شده در قسمت ۳-۲۲- استاندارد ISO 21782-1:2019	برای مقدار تلرانس مجاز ولتاژ ورودی DC رجوع شود به قسمت ۵-۳- استاندارد ISO 21782-1:2019
شرایط هوای محیط		دمای اتاق (RT) و رطوبت مطابق تعریف در قسمت ۵-۴- استاندارد ISO 21782-1:2019	
دمای خنک‌کننده		حداکثر دما برای ظرفیت کارکرد نامحدود	- در صورتیکه خنک‌کننده مایع باشد. - اتیلن گلیکل و پروپیلن گلیکل، مثال‌هایی برای خنک‌کننده هستند. - درصورت عدم وجود مشکل فنی، باید آزمون‌ها در دمای خنک‌کننده □ ۶۵ انجام شود. در غیر این صورت مقدار تفاوت، در گزارش آزمون ذکر گردد.
نرخ جریان خنک‌کننده	مایع	حداقل نرخ جریان برای ظرفیت کارکرد نامحدود	
	هوا	حداقل نرخ جریان برای ظرفیت کارکرد نامحدود	
نقطه کارکرد		نقاط کار آزمون مطابق تعاریف شکل۱- استاندارد ISO 21782-1:2019 – "d`"	اگر دستیابی به سرعت `d عملا میسر نیست بایستی سرعت توسط کارفرما و مشتری و با در نظر گرفتن پهنای باند فرکانسی دستگاه گشتاور/سرعت سنج انتخاب شود.
زمان کارکرد		- برای نقطه کار "`d": ۲s و ۱۰s (۳۰s و ۶۰s اختیاری)	
زمان اندازه‌گیری		- میانگین یک ثانیه قبل	

- **فرآیند آزمون**

سیستم موتور مورد آزمون باید در نقاط کار مشخص‌شده، کار کند و شکل موج خروجی مقادیر حاصل از گشتاور سنج باید ثبت گردد. ریپل گشتاور باید براساس مقادیر پیک تا پیک لحاظ گردد.

۲ ۵ ۵ آزمون گشتاور دندانه‌ای (کاگینگ) موتور [1]

- **معرفی آزمون**

1- Cogging torque test

این آزمون یکی از آزمون‌های عملکرد برای موتور مغناطیس دائم (PM) در سیستم پیشرانه الکتریکی کلاس B ولتاژ مورد کاربرد در خودروهای برقی است.

هدف این آزمون، کارکردن موتور PM در سرعت پایین روی دینامومتر (نیروسنج کششی) تحت شرایط مشخص و اندازه‌گیری شکل موج گشتاور، به منظور حصول اطمینان از عملکرد صحیح و مطابق طراحی گشتاور کاگینگ است.

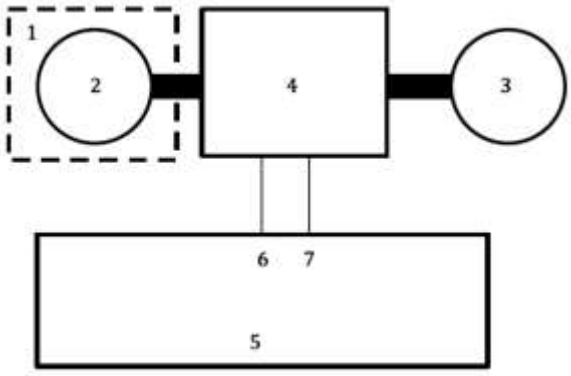
هر آزمون باید همراه با یک گزارش آزمون، شامل اطلاعات کافی از نتایج و شرایط آزمون، گزارش گردد. نمونه گزارش‌های آزمون حاوی نتایج و شرایط در پیوست ب استاندارد ISO 21782-3 آمده است.

- **لوازم و مدار آزمون**

در این آزمون تجهیزات زیر مورد نیاز هستند:

- سرعت‌سنج (با توجه به سرعت نامی تجهیز تحت آزمون)
- گشتاورسنج (با توجه به گشتاور نامی تجهیز تحت آزمون)
- نمایشگر سرعت یا گشتاور
- دینامومتر

مدار آزمون گشتاور کاگینگ موتور در شکل ۲-۱۷ آمده است.



۱- تجهیز تحت آزمون ۲- موتور ۳- دینامومتر ۴- نمایانگر سرعت/ گشتاور ۵- گشتاور/سرعت‌سنج ۶- گشتاور موتور (**Nm**) ۷- سرعت موتور (**min^{-1}**)

شکل ۲-۱۷: مدار آزمون گشتاور کاگینگ موتور

- **شرایط آزمون**

شرایط آزمون گشتاور کاگینگ در جدول ۲-۲۰ آمده است.

جدول ۲-۲۰: شرایط آزمون گشتاور کاگینگ موتور

شرایط آزمون	مقدار	نکات
شرایط هوای محیط	دمای اتاق (RT) و رطوبت مطابق تعریف در قسمت ۵-۴- استاندارد ISO 21782-1:2019	

- **فرآیند آزمون**

باید یک شفت موتور به نماینگر گشتاور همانند یک انکودر چرخان یا یک سیستم اندازه‌گیری مختص، متصل

باشـــد. در طول اندازه‌گیری، در بی‌باری و در ســـرعتی در پایین‌ترین حد ممکن، شـــکل موج گشـــتاور کاگینگ باید اندازه‌گیری گردد.

گشتاور کاگینگ باید براساس مقدار پیک تا پیک شکل موج اندازه‌گیری شده، باشد.

۲ ۶ نتیجه‌گیری

با توجه به ضرورت استانداردسازی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی و انجام تست‌های مربوطه، در این فصل با بررســـی اســـتانداردهای بین‌المللی ISO، IEC و SAE اعم از IEC 60349-2، ISO 21782، IEC 61287-1، SAE J2907، SAE J2908 و اســتانداردهای ملی اعم از ۱۲۶۱۷-۲ و ۲۱۸۴۵-۱، به معرفی، دســته‌بندی و تشــریح آزمون‌های مربوط به موتورها و سیستم پیشرانه مورد استفاده در خودروهای برقی پرداخته شد.

طبق بررســـی‌های انجام‌شـــده، اســـتانداردهای IEC 60349-2 و ۱۲۶۱۷-۲ به معرفی آزمون‌های مربوط به موتورهای مورد استفاده در خودروهای برقی پرداخته‌اند. عنوان آزمون‌های مذکور به شرح زیر است:

- آزمون‌های نوعی
- آزمون‌های افزایش دما
- آزمون اضافه بار در مدت زمان کوتاه
- آزمون‌های استخراج مشخصه‌ها و رواداری‌ها
- آزمون افزایش سرعت
- آزمون ارتعاش (لرزش)
- آزمون دی‌الکتریک
- آزمون اندازه‌گیری نویز
- اندازه‌گیری تلفات

اســـتانداردهای IEC 61287-1 و ۲۱۸۴۵-۱ به معرفی آزمون‌های مربوط به مبدل‌های مورد اســـتفاده در خودروهای برقی پرداخته‌اند. عنوان آزمون‌های مذکور به شرح زیر است:

- بررسی بصری
- تأیید ابعاد و تلورانس
- توزین
- بررسی نشان‌گذاری‌ها
- بررسی عملکرد خنک‌کننده
- آزمون نشتی
- آزمون درجه حفاظت
- آزمون دی‌الکتریک
- آزمون حفاظت مکانیکی و الکتریکی و تجهیزات اندازه‌گیری
- آزمون بار سبک
- آزمون کموتاسیون
- اندازه‌گیری نویز آکوستیک

- آزمون افزایش دما
- اندازه‌گیری تلفات
- آزمون اضافه ولتاژ تغذیه و انرژی گذرا
- آزمون تغییر ناگهانی بار
- بررسی الزامات ایمنی
- آزمون تحمل ارتعاشات و شوک
- آزمون‌های سازگاری الکترومغناطیسی
- آزمون تغییر پله‌ای ولتاژ خط
- آزمون قطع کوتاه‌مدت تغذیه
- آزمون پخش‌شدن جریان

استانداردهای SAE J2907 و SAE J2908 به شرح برخی آزمون‌های مربوط به مجموعه موتور و سیستم پیشرانه خودروهای برقی می‌پردازند. این آزمون‌ها تمام زیر سیستم‌های موتور درایو برقی ریلی و جاده‌ای را صرف‌نظر از نوع کاربردشان پوشش می‌دهد.

در نهایت استاندارد ISO 21782 به شرح برخی آزمون‌های مربوط به سیستم پیشرانه خودروهای برقی (شامل موتور، مبدل و سیستم موتور) پرداخته است، که این آزمون‌ها به شرح زیر هستند:

- آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی (و نرخ تبدیل)
- آزمون افزایش دما
- آزمون مشخصه گشتاور
- آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور
- آزمون گشتاور دندانه‌ای (کاگینگ) موتور

همچنین مطابق برر سی‌های انجام شده در ا ستانداردهای مذکور، برای انجام آزمون‌های مختلف معرفی شده به تجهیزاتی نیاز است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- منبع تغذیه
- تحلیل‌گر توان
- ولت‌متر
- وات‌متر
- آمپرمتر
- دماسنج
- سرعت‌سنج / گشتاورسنج
- سنسور سرعت / گشتاور
- مولد اختلالات الکترومغاطیسی (مولد فراتاخت، مولد تخلیه الکتروا ستاتیکی، مولد پالس‌های الکتریکی تندگذر، مولد ضربه و ...)
- اتاقک آب و هوایی
- میز ارتعاش و لرزاننده

- ارتعاش‌سنج

که به فراخور نوع آزمون در حال انجام، موردنیاز و قابل استفاده هستند.

فصل سوم

امکان‌سنجی ارتقای آزمایشگاه‌های داخلی جهت انجام تست‌های حوزه پیشرانه خودروی برقی

۳ ۱ مقدمه

با هدف برگزاری جلسات هم اندیشی و بهره‌مندی از نظرات اساتید دانشگاه، نمایندگان پژوهشگاه استاندارد و نمایندگان شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در این حوزه گروهی در واتساپ با عنوان پنل خبرگان پروژه تشکیل گردید و گزارشات پروژه در پنل خبرگان ارسال گردید. همچنین طی دو جلسه حضوری گزارشات پیشرفت پروژه و بررسی‌های صورت‌گرفته در حوزه سیستم پیشرانه خودروبرقی ارائه گردید. پرسشنامه‌ای شامل آزمون‌ها و استانداردهای مربوطه به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در این حوزه ارسال گردید. و بر اساس پاسخ پرسشنامه۲های مذکور توانمندی داخل کشور در ارتباط با آزمون‌های سیستم پیشرانه خودروبرقی تعیین گردید.

۳ ۲ پنل خبرگان پروژه «تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی»

پنل خبرگان پروژه با حضور اساتید دانشگاه، نمایندگان پژوهشگاه استاندارد و نمایندگان شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در این حوزه با اهداف زیر تشکیل گردید.

- برقراری ارتباط با نمایندگان شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در این حوزه و دریافت اطلاعات لازم با هدف بررسی توانمندی ها و تجهیزات لازم جهت انجام آزمون‌ها
- ارسال گزارشات تدوین شده در پنل خبرگان پروژه با حضور اساتید دانشگاه، نمایندگان پژوهشگاه استاندارد و نمایندگان شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در این حوزه
- برگزاری جلسات هم اندیشی با حضور خبرگان حوزه خودرهای برقی
- ارسال پرسشنامه به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال جهت بررسی توانمندی داخل کشور جهت انجام آزمون‌ها و زیرساخت‌های موجود

پنلی با تشکیل یک گروه در نرم‌افزار واتس‌اپ تشکیل شد. ضمناً گزارش‌های تهیه شده طی انجام این پروژه در این گروه به اشتراک گذاشته شدند. اعضای این گروه در جدول ۳-۱ ارائه شده است.

جدول ۳-۱ : اسامی پنل خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی"

ردیف	نام و نام خانوادگی	سازمان	سمت
۱	آقای دکتر زرینی	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	مدیر طرح‌های کلان ستاد توسعه فناوری‌های حوزه فضایی و حمل و نقل پیشرفته
۲	آقایان دکتر میرصدری و مهندس دانش	آزمایشگاه‌های صنایع انرژی اپیل	مدیرعامل - کارشناس بازرگانی
۳	آقای دکتر روزبهانی	جهاد دانشگاهی خواجه نصیرالدین طوسی	استادیار و معاون پژوهشی
۴	آقای دکتر عباس‌زاده	دانشکده برق دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی	عضو هیئت علمی
۵	آقای دکتر گوگرچین	دانشکده مهندسی خودرو دانشگاه علم و صنعت ایران	عضو هیئت علمی
۶	آقای دکتر شالچیان	مرکز تحقیقات فناوری خودرو	عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی برق و عضو

ردیف	نام و نام خانوادگی	سازمان	سمت
		دانشگاه امیرکبیر	شورای پژوهشی مرکز فناوری خودرو
۷	آقای دکتر فیض	دانشگاه تهران	عضو هیئت علمی
۸	آقای دکتر سرپاک	برق منطقه‌ای تهران	مشاور مدیرعامل
۹	آقایان مهندس میرزاخانی و دکتر یداللهی	پژوهشگاه استاندارد	مدیر آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد- عضو هیئت علمی
۱۰	آقایان مهندس احسان ذاکری، مهندس علی ذاکری، مهندس جوان و دکتر عبدالملکی	شرکت ایپکو (تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران‌خودرو)	رئیس اداره طراحی - مدیر آزمایشگاه‌ها و صحه‌گذاری - رئیس اداره آزمون‌های مکانیکی موتور - رئیس اداره آماده‌سازی
۱۱	آقایان مهندس نصیری و دکتر حسینی و مهندس ثقفی	شرکت دیناموتورز	مدیر عامل - مدیر فنی- مدیر فروش و کیفیت
۱۲	آقای مهندس قره‌گزلی	شرکت ایتراک	رئیس اداره R&D
۱۳	آقای مهندس محمدپور	شرکت سازه پویش	نماینده
۱۴	آقایان مهندس صمدیان و مهندس زارعی	مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک	نماینده
۱۵	آقایان مهندس محمودی، مهندس علیپور، مهندس نخئ و مهندس کیانی‌دهکیانی	مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز	نماینده
۱۶	آقای مهندس فرمانبر	شرکت جمکو	مدیر فنی
۱۷	آقای مهندس صاحب الزمانی	شرکت الکتروژن	نماینده
۱۸	آقایان مهندس ابراهیم‌زاده و دکتر علمی	شرکت موتوژن	مدیر تضمین کیفیت و مجتمع آزمایشگاهی موتوژن - طراح سیستم‌های برق و قدرت در آزمایشگاه موتوژن
۱۹	آقای مهندس حیدری	شرکت کیا الکتروموتور پارت	نماینده
۲۰	آقایان مهندس نیک‌افروز و مهندس خلج	شرکت نماموتور پیشران	نماینده
۲۱	آقای مهندس اسکویی	مرکز توسعه فناوری خودروبرقی پژوهشگاه نیرو	رئیس مرکز
۲۲	خانم مهندس علی‌بخشی	مرکز توسعه فناوری خودروبرقی پژوهشگاه نیرو	معاون رئیس مرکز
۲۳	آقای مهندس امینی	مرکز توسعه فناوری موتورهای الکتریکی پیشرفته پژوهشگاه نیرو	رئیس مرکز
۲۴	آقای مهندس ابراهیمی راد	مرکز توسعه فناوری موتورهای الکتریکی پیشرفته پژوهشگاه نیرو	مدیر طرح انتقال و توسعه دانش و فناوری الکتروموتورهای القایی پربازده و درایو
۲۵	آقای دکتر نیکزاد	مرکز توسعه فناوری موتورهای الکتریکی پیشرفته پژوهشگاه نیرو	ناظر پروژه تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های داخلی فعال در حوزه خودروهای برقی

ردیف	نام و نام خانوادگی	سازمان	سمت
۲۶	آقای مهندس بیرامی	مرکز توسعه فناوری موتورهای الکتریکی پیشرفته پژوهشگاه نیرو	مدیر پروژه
۲۷	خانم مهندس هاشمی	مرکز توسعه فناوری موتورهای الکتریکی پیشرفته پژوهشگاه نیرو	همکار مرکز

۳ ۳ جلسه اول ۱۳۹۹/۱۱/۱۳

۳ ۳ ۱ نامه‌های دعوت به جلسه

برای این جلسه که در تاریخ ۱۳۹۹/۱۱/۱۳ هماهنگ شده بود، به تمامی افراد حاضر در گروه خبرگان پروژه اطلاع‌رسانی شد. همچنین زمان برگزاری جلسه از طریق تماس‌های تلفنی به نماینده‌های شرکت‌ها و نهادهای مذکور در پنل خبرگان اطلاع‌رسانی گردید. ضمناً از نمایندگان برخی شرکت‌ها و نهادها از جمله پژوهشگاه استاندارد، شرکت جمکو، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و شرکت موتوژن با ارسال دعوت‌نامه، دعوت به عمل آمد. دعوت‌نامه‌های ارسالی به این نهادها و شرکت‌ها در شکل ۳-۱ و شکل ۳-۲ قابل مشاهده است.



شکل ۳-۱ : دعوتنامه‌های ارسالی به آزمایشگاه پژوهشگاه استاندارد و شرکت جمکو برای جلسه اول



شکل ۳-۲ : دعوتنامه‌های ارسالی به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و شرکت موتوژن برای جلسه اول

۳ ۳ ۲ متن مذاکرات جلسه اول

این جلسه با موضوع «اولین جلسه پنل خبرگان پروژه " تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی"» از ساعت ۱۰ الی ۱۲ در تاریخ ۱۳۹۹/۱۱/۱۳ و با حضور افراد زیر برگزار شد:

- مسعود سرپاک (شرکت برق منطقه‌ای)
- علی‌نقی فرمانبر (شرکت جمکو)
- سید حسن میرصدری و محمد دانش (شرکت دانش‌بنیان آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل))
- احمد نصیری و امیر ثقفی (شرکت توسعه قوای محرکه دینا موتور)
- ایرج میرزاخانی و میلاد یداللهی (پژوهشگاه استاندارد)
- علیرضا قره گزلی (شرکت آزمایش و تحقیقات قطعات و مجموعه‌های خودرو (ایتراک))
- آیسان موسوی (معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری)
- محمدرضا نیکزاد (عضو هیئت علمی دانشگاه لرستان و ناظر پروژه)
- حسن ابراهیمی راد، امین بیرامی ایناللو و سیده مهسا هاشمی (پژوهشگاه نیرو)

در ابتدای جلسه ارائه‌ای در ارتباط با تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی تشریح گردید. نحوه دسته بندی اطلاعات شبکه آزمایشگاهی خودرو برقی بر اساس ۴ گروه شامل: آزمایشگاه‌های فعال در حوزه سیستم پیشرانه خودرو برقی، آزمون‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودرو برقی، تجهیزات انجام آزمون‌ها و استانداردهای مربوط به آزمون‌های لازم سیستم پیشرانه خودرو برقی تشریح گردید. شبکه فناوری راهبری به عنوان یک نمونه جامع شبکه آزمایشگاهی بطور کامل تشریح گردید. ضمن ذکر اسامی شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های

فعال در این حوزه، آزمون‌های مربوط، تجهیزات آزمایشگاه‌ها و شرکت‌ها جهت انجام آزمون‌ها و استانداردهای حوزه سیستم پیشرانه خودرو برقی پیشنهاد طبقه بندی شبکه آزمایشگاهی خودرو برقی بر اساس ۴ گروه مذکور ارائه شد.

در ارتباط با اطلاعات تکمیلی ذکر شده این توضیح داده شد که این اطلاعات جهت بیان توانمندی‌های شرکت‌ها و آزمایشگاه‌ها بیان شده‌اند و استانداردهای بین‌المللی جهت تشریح و استخراج آزمون‌های سیستم پیشرانه خودرو برقی، بررسی گردیده‌اند. تهیه اطلس آزمایشگاهی در زمینه انجام آزمون‌ها به یک تولید کننده یا مراجعه کننده کمک می‌کند و اطلاعاتی نظیر آزمایشگاه، تجهیز لازم و استاندارد مرتبط با آزمون را در اختیار قرار می‌دهد.

در این راستا بر روی فهرست کردن آزمون‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خوردو برقی تاکید شد و پیشنهاد گردید که اطلاعات پراکنده در ارتباط با توانمندی‌های شرکت‌ها و آزمایشگاه‌ها حذف شده و بطور تخصصی و خاص به بررسی آزمون‌های سیستم پیشرانه خودرو برقی و تجهیزات موجود جهت انجام آزمون‌های مذکور، پرداخته شود.

همچنین پیشنهاد شد که یک دستورالعمل خاص شامل لیست آزمون‌های لازم سیستم پیشرانه خودروبرقی ارائه گردد. و یک شاکله کلی استخراج شود که شامل بیان بخش‌ها و تجهیزات مرتبط با سیستم پیشرانه خودرو برقی باشد و آزمون‌ها و الزامات اساسی و اصلی در ارتباط با آن‌ها بطورکلی بیان گردند و در صورت تغییر فناوری نیز بروزرسانی شوند.

مورد دیگری که مطرح شد، این است که استانداردهای خودروبرقی در ابتدای کار بوده و در سطح بین‌المللی در حال تدوین بوده و به یک نقطه ثبات نرسیده است، بنابراین پیشنهاد شد که تمرکز بر روی توانمندی‌های داخلی باشد و آزمون‌ها بر اساس توانمندی‌های قابل اجرا بررسی گردند.

در این خصوص پیشنهاد گردید که امکان بروزرسانی دستورالعمل تهیه شده فراهم بوده و در صورت تدوین استاندارد جدید بین‌المللی، می‌توان دستورالعمل مربوط به سیستم پیشرانه را نیز بروزرسانی کرد. همچنین می‌توان برای دستورالعمل تدوین شده اعتبار زمانی تعریف کرد و در صورت بروزرسانی یک استاندارد بین‌المللی، آزمایشگاه‌ها مدت زمانی را برای ارتقا در اختیار خواهند داشت و استاندارد قبلی بلافاصله ملغی نمی‌گردد.

مورد سومی که مطرح شد، سوالی تحت عنوان اینکه آیا سرمایه‌گذاری جهت پیاده‌سازی آزمون‌های خودروبرقی مطرح است یا اینکه امکانات موجود جهت انجام آزمون‌های مربوط به سیستم پیشرانه خودرو برقی ملاک است؟ در پاسخ به این سوال بیان شد که در این پروژه توانمندی‌های آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های فعال در این حوزه بطور کامل مورد بررسی قرار می‌گیرند و ضمن اولویت‌بندی آزمون‌های لازم و شرکت‌های فعال در این حوزه، معاونت علمی فناوری ریاست جمهوری جهت بهبود و ارتقای امکانات آزمایشگاهی مساعدت می‌نماید. تحلیل اقتصادی این موضوع و اینکه کشور اساسا به سمت تولید خودرو برقی خواهد رفت یا خیر، نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

همچنین در همین راستا به PCB(product certification body) که آزمایشگاه‌ها و شرکت‌هایی را زیرمجموعه خود دارد و امکانات و بازرسی‌های لازم در ارتباط با انجام آزمون‌ها را تشریح می‌نماید، اشاره شد و پیشنهاد گردید که انجام آزمون‌ها الزامی گردیده و پس از آن آزمایشگاه‌های دارای گواهینامه ISO 17025 جهت انجام آزمون‌های لازم انتخاب گردند و بر اساس این گواهینامه جهت انجام آزمون‌ها اعلام آمادگی نمایند. در گام بعدی در صورت بازرسی و تایید پژوهشگاه نیرو آزمایشگاه‌هایی که فاقد گواهینامه ISO 17025 هستند جهت انجام آزمون‌های لازم انتخاب شده و در گام آخر نیز آزمایشگاه جدیدی جهت انجام آزمون‌ها، تجهیز گردد.

پیشنهاد شد که یک دستورالعمل خاص شامل فهرست آزمون‌های لازم سیستم پیشرانه خودروبرقی ارائه شود. همچنین آزمون‌های نوعی و یا گواهینامه‌های ارائه شده توسط تولیدکنندگان محصولات جهت استخراج آزمون‌های

لازم مورد بررسی قرار گیرند. در همین راستا مقرر شد:

- آزمون‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی استخراج شوند.
- آزمون‌های نوعی مربوط به سیستم پیشرانه خودروبرقی بررسی شوند.

در این جلسه به اهمیت زیر ساخت‌های استفاده از خودروبرقی اشاره نموده و اشاره شد که مجموعه پروژه‌های تعریف شده در ارتباط با خودروبرقی در پژوهشگاه نیرو، می‌بایست به یک هم‌پوشانی رسیده و کلیت این موضوع استخراج گردد. در ادامه به اهمیت زیرساخت استفاده از خودروبرقی، نحوه خرید و فروش انرژی و آلودگی‌های هارمونیکی ایجاد شده در شبکه در اثر استفاده از خودروبرقی اشاره شد و پیشنهاد گردید که این موضوعات نیز مورد بررسی قرار گیرند.

۳ ۴ جلسه دوم ۱۳۹۹/۱۲/۲۳

۳ ۴ ۱ نامه‌های دعوت به جلسه

برای این جلسه که در تاریخ ۱۳۹۹/۱۲/۲۳ هماهنگ شده بود، به تمامی افراد حاضر در گروه خبرگان پروژه اطلاع‌رسانی شد. همچنین زمان برگزاری جلسه از طریق تماس‌های تلفنی به نماینده‌های شرکت‌ها و نهادهای مذکور در پنل خبرگان اطلاع‌رسانی گردید. ضمناً از نمایندگان برخی شرکت‌ها و نهادها از جمله پژوهشگاه استاندارد، شرکت جمکو، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و شرکت موتوژن با ارسال دعوت‌نامه، دعوت به عمل آمد. دعوت‌نامه‌های ارسالی به این نهادها و شرکت‌ها در شکل ۳-۳، شکل ۳-۴ و شکل ۳-۵ قابل مشاهده است.



شکل ۳-۳ : دعوتنامه ارسالی به آزمایشگاه اپیل و پژوهشگاه استاندارد برای جلسه دوم



شکل ۳-۴ : دعوتنامه‌های ارسالی به شرکت جمکو و جهاد دانشگاهی خواجه نصیر



شکل ۳-۵ : دعوتنامه ارسالی به معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و شرکت موتوژن برای جلسه دوم

۲ ۴ ۳ متن مذاکرات جلسه دوم

این جلسه با موضوع «دومین جلسه پنل خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی"» از ساعت ۱۰ الی ۱۲ در تاریخ ۱۳۹۹/۱۲/۲۳ و با حضور افراد زیر برگزار شد:

- مسعود سرپاک (شرکت برق منطقه‌ای)
- علی صمدیان (مرکز تحقیقات انفورماتیک)
- سام روزبهانی (عضو هیئت علمی جهاد دانشگاهی خواجه نصیر)
- محمد دانش (شرکت دانش‌بنیان آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل))
- سعید جوان (شرکت شرکت طراحی، تحقیق و تولید موتور ایران‌خودرو (ایپکو))
- آیسان موسوی (معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری)م
- محمدرضا نیکزاد (عضو هیئت علمی دانشگاه لرستان و ناظر پروژه)
- حسن ابراهیمی راد، امین بیرامی ایناللو و سیده مهسا هاشمی (پژوهشگاه نیرو)

در ابتدای جلسه ارائه‌ای در ارتباط با آزمایشگاه‌های فعال خارجی و داخلی در حوزه خودروهای برقی، همچنین استانداردها، آزمون‌های سیستم پیشرانه خودرو برقی و تجهیزات انجام آزمون‌های لازم سیستم پیشرانه خودرو برقی تشریح گردید.

این اطلاعات جهت بیان توانمندی‌های شرکت‌ها و آزمایشگاه‌ها که با دقت بالا و با تایید نمایندگان شرکت‌های مربوطه گردآوری شده اند. استانداردهای بین‌المللی جهت تشریح و استخراج آزمون‌های سیستم پیشرانه خودرو برقی، بررسی گردیده‌اند. تهیه اطلس آزمایشگاهی در زمینه انجام آزمون‌ها به یک تولید کننده یا مراجعه کننده کمک می‌کند و اطلاعاتی نظیر آزمایشگاه، تجهیز لازم و استاندارد مرتبط با آزمون را در اختیار قرار می‌دهد.

در واقع هدف از بررسی توانمندی‌های شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی جهت انجام تست‌های لازم و تجهیزات مربوطه جهت انجام آزمون‌ها و مقایسه با توانایی‌های آزمایشگاه‌های خارجی فعال در حوزه سیستم پیشرانه خودرو برقی، تعیین نقاط ضعف داخل کشور جهت انجام آزمون‌های مربوط به سیستم پیشرانه خودروبرقی می‌باشد. مناسب خواهد بود، پس از بررسی آزمایشگاه‌های داخلی، اولویت‌ها جهت ارتقای آزمایشگاهای داخلی مشخص شوند.

نماینده شرکت صنایع انفورماتیک بخشی از توانمندی‌ها و تاریخچه تاسیس شرکت را معرفی کردند و به تشریح حوزه‌های فعالیت شرکت و تست‌هایی که در زمینه سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)، اتاقک آزمایشگاهی در زمینه تست خودروهای سواری و موتورسیکلت‌ها پرداختند. تست‌های EMC در شرکت صنایع انفورماتیک بر اساس استاندارد بین المللی صورت می‌گیرد همچنین رگولاسیون R10 برای خودروهای بنزینی در حد سواری در این شرکت قابل انجام می‌باشد.

در حال حاضر تجهیزات لازم جهت انجام آزمون‌های سازگاری الکترومغناطیسی برای خودروهای برقی در حال رانندگی درحد سواری وجود دارد ومطالعات لازم برای تجهیز آزمایشگاه برای آزمون خودرو برقی در حالت شارژ در حال انجام می باشد . یک چمبر ۱۰ متری برای تست خودروهای بزرگ و سنگین در دست احداث می باشد که تا آخر سال ۱۴۰۰ مورد بهره برداری خواهد شد.

در این خصوص مقرر گردید اطلاعات شرکت صنایع انفورماتیک و سایرین نیز به گزارش پروژه افزوده گردد و با توجه به زیرساخت‌های موجود جهت انجام آزمون‌های سازگاری الکترومغناطیسی، پیشنهاد گردید که امکانات و

تجهیزات لازم جهت انجام آزمون‌های EMC برای خودروهای برقی در حال شارژ مطرح گردند.

مورد دیگری که از طرف نماینده جهاد دانشگاهی خواجه نصیر در جلسه مطرح گردید این بود که پیشنهاد شد فرآیندی که جهت ثبت استاندارد در سازمان ملی استاندارد تدوین شده و باید طی بشود، استخراج گردد. تفاهم نامه‌ای که سازمان ملی استاندارد با ستاد حمل و نقل پیشرفته نهاد ریاست جمهوری به نام دانش نماد دارند، معرفی شد. همچنین جهت رسیدن به خروجی مشخص تاکید گردید که نماینده سازمان ملی استاندارد هم در جلسات حضور داشته باشند. همچنین پیشنهاد شد که در خصوص مشخصات الکتروموتور و درایو خودروبرقی که شرکت‌های داخلی در برنامه ساخت و تولید دارند استعلام شود.

در پاسخ بیان گردید که دعوت از سازمان ملی استاندارد و پژوهشگاه استاندار جهت شرکت در جلسه صورت گرفته است منتها بخاطر مشکلات موجود علی الخصوص بیماری کووید ۱۹ تمایل به برگزاری جلسات بصورت الکترونیکی می‌باشد.

پیشنهاد گردید محدوده توانی مورد نیاز در ۵ سال آینده کشور در زمینه تست الکتروموتور و درایو استخراج شده و بر این اساس توانمندی‌های داخل کشور ارتقا داده شوند.

در ارتباط با پیشرفت پروژه نیز مطرح گردید که گزارش مرحله اول پروژه تدوین و پس از تایید ناظر در گروه خبرگان ارسال شود. پیشرفت پروژه حدود ۶۰ درصد اعلام شد. پیشنهاد گردید که یک گزارش مدیریتی از فعالیت‌های صورت گرفته پروژه در ابتدای کار صورت گیرد. پیگیری‌های صورت گرفته و ارتباطات برقرار شده با نمایندگان شرکت‌ها و مکاتبات صورت گرفته ذکر شود. همچنین نمایندگان طرف مقابل از سازمان ملی استاندارد که اختیار و تفویض امضا دارند جهت حضور در جلسات معرفی گردند.

همچنین مقرر شد:

- پیگیری‌های انجام شده، تصویر نامه‌ها و مکاتبات صورت گرفته در ابتدای کار مطرح گردند.
- نمایندگان سازمان ملی استاندارد که در گروه پنل خبرگان نیز عضو هستند در جلسات حضور پیدا کنند و در همین راستا جلسات بصورت الکترونیکی برگزار گردند.

در این جلسه نماینده شرکت ایپکو به معرفی شرکت در زمینه موتورهای احتراقی و خودرو هیبریدی پرداختند. و بیان گردید که شرکت ایپکو در حوزه خودروبرقی وارد عمل شده و با توجه به هدف گذاری شرکت نسبت به توسعه خودرهای برقی در حال آماده سازی و تقویت زیر ساخت ها در حوزه آزمون های خودروهای هیبریدی و برقی می باشد. در حوزه اجرایی در حال حاضر امکان انجام موتورهای الکتریکی تا توان ۲۲۰ کیلووات فراهم است. همچنین در حوزه دانشی علاوه بر مطالعات و امکان سنجی های عمومی، کتابی تحت عنوان آزمون خودروهای هیبرید و برقی تالیف گردیده و در دست انتشار است.

نماینده شرکت اپیل به تلفیق برق و بنزین در خودرو اشاره نموده و قابلیت انجام آزمون‌های مربوطه در آزمایشگاه ضد انفجار اشاره کردند. در این خصوص ناظر پروژه اعلام کردند که بحث‌های تصادف برای باتری خوروبرقی و ایمنی که باتری اشتعال پذیر نباشد مهم است که می‌تواند در حوزه فعالیت آزمایشگاه ضد انفجار که شرکت جمکو هم این آزمایشگاه را دارد مطرح گردد.

برای جلسه بعدی جهت بررسی هرچه دقیق‌تر توانمندی‌های آزمایشگاه‌های داخلی مقرر گردید پرسشنامه‌ای شامل آزمون‌ها، استانداردهای مربوطه تهیه و به آزمایشگاه‌ها ارسال گردند. که بر اساس این پرسشنامه تعیین گردند آزمایشگاه‌هایی که جهت انجام آزمون دارای زیر ساخت می‌باشند، تجهیزات لازم جهت انجام آزمون‌های مربوطه را

اعلام نمایند.

بحث خودرو یک بحث عمومی بزرگ است و در این رابطه نهادهای نظارتی زیادی ورود خواهد کرد. اگر فرآیند و خروجی های این پروژه به لحاظ شکلی و محتوایی در ست چیدمان نشود، نهایتاً در هیات دولت یا نهادهای حکومتی مرتبط پذیرفته نخواهد شد. بنابراین بهتر ا ست یک روش فرایندی در ست و ا ستاندارد برای اینکه این پروژه و پروژه های مرتبط با این پروژه در سطح کشور به یک نتیجه خوب و اجرایی برسد، تدوین شود و سپس برای پیگیری عملیاتی شدن این دو پروژه و مسئولیت های حقوقی مرتبط نیز، روش و فرآیندی تعیین شود.

بر اساس گزارش مرحله دوم پروژه پرسشنامه‌ای شامل آزمون‌های حائز اهمیت برای بخش‌های مختلف خودروهای برقی شامل آزمون‌های مربوط به موتورهای AC مجهز به مبدل، آزمون‌های مربوط به مبدل‌ها، آزمون‌های مربوط به مجموعه موتور و سیستم پیشرانه خودروهای برقی بر اساس استانداردهای IEC، ISO و SAE تدوین گردید. پر س شنامه مذکور طی نامه ر سمی به شرکت‌ها و آزمای شگاه‌های داخلی فعال در این حوزه با هدف برر سی توانمندی داخل کشور، ارسال گردید.

۳ ۵ پرسشنامه مربوط به موتور و سیستم پیشرانه

در را ستای ک سب اطلاعات بی شتر درباره توانمندی‌های شرکت‌ها و آزمای شگاه‌های داخلی در زمینه خودروهای برقی و آزمون‌های مربوط به آن، پر سشنامه‌ای مطابق با شکل ۳-۶ تا شکل ۳-۸ تهیه و به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های زیر ارسال شد:

- آزمایشگاه اپیل
- شرکت اطمینان‌بخش
- شرکت الکتروژن
- شرکت ایپکو
- شرکت ایتراک
- شرکت برنا الکترونیک
- پژوهشگاه استاندارد
- شرکت جمکو
- شرکت چرخه طبیعت سبز
- شرکت دینا موتورز
- شرکت سازه پویش
- شرکت کیاالکتروموتور پارت
- مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
- شرکت موتوژن
- شرکت نماموتور پیشران

نام شرکت:

نوع شرکت:

آزمایشگاه‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی:

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
افزایش دما	IEC 60349-2	۱-۸	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
حرارتی کوتاه‌مدت	IEC 60349-2	۱-۹	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-2	۲-۸	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
اضافه سرعت	IEC 60349-2	۳-۸	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
دی‌الکتریک	IEC 60349-2	۵-۹	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
ارتعاشات	IEC 60349-2	۴-۸ و ۶-۹	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	IEC 60349-2	ضمیمه C	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
افزایش دما	IEC 60349-4	۱-۸	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-4	۲-۸	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
بی‌باری	IEC 60349-4	۲-۲-۹	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
اضافه سرعت	IEC 60349-4	۲-۸ و ۲-۹	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
دی‌الکتریک	IEC 60349-4	۴-۹	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
ارتعاشات	IEC 60349-4	۴-۸ و ۵-۹	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			

شکل ۳-۶ : پرسشنامه ارسالی به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی (۱)

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	IEC 60349-4	۵-۸	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
تعیین تلفات	IEC 60349-3	کل استاندارد	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
حداکثر گشتاور	SAE J2907	۵-۱-۴	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			
حداکثر توان خالص	SAE J2907	۳-۴	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			
حداکثر توان ۳۰ دقیقه‌ای	SAE J2907	۳-۴	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			
ارزیابی مصرف انرژی	SAE J2908	کل استاندارد	به طور کلی برای خروجی موتور و سیستم پیشرانه			
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	IEC 60077-1	۴-۲-۸	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
بررسی فواصل ایمنی	IEC 60077-1	۶-۲-۸	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
بررسی فواصل خزشی	IEC 60077-1	۷-۲-۸	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
آزمون‌های محیطی	IEC 60077-1	۲-۲-۸	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-3	۱-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
اندازه‌گیری تلفات بازدهی و نرخ تبدیل	ISO 21782-3	۱-۲-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-2	۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۲-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۲-۲-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			

شکل ۳-۷ : پرسشنامه ارسالی به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی (۲)

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
آزمون افزایش دما	ISO 21782-2	۲-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-3	۳-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-2	۳-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون گشتاور دنده‌ای	ISO 21782-3	۴-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور مغناطیس دائم			
آزمون ریپل گشتاور	ISO 21782-2	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-6	۴-۱-۱ و ۴-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-5	۵-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-6	۴-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-5	۵-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون استقامت کارکرد مبدل	ISO 21782-6	۴-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی – اینورتر			
آزمون اضافه ولتاژ	ISO 21782-5	۵-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون تایید قدرت شکست موتور (آزمون چرخش)	ISO 21782-6	۴-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			

* درصورت انتخاب گزینه " دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون" لیست تجهیزات لازم و کمبودهای شرکت ذکر گردند.

شکل ۳-۸ : پرسشنامه ارسالی به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی (۳)

همچنین نامه‌های ارسالی به این شرکت‌ها در شکل ۳-۹ تا شکل ۳-۲۳نشان داده شده‌اند.



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای دکتر میرصدری
مدیرعامل محترم شرکت آزمایشگاه های صنایع انرژی (اپیل)

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۹ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل)



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۳۱
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۴۷۷
پیوست: دارد

جناب آقای مهندس عاقل کهن
مدیرعامل محترم شرکت اطمینان بخش

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی در ارتباط با پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

احسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ ، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۰ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت اطمینان‌بخش



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای مهندس علیزاده
مدیر عامل محترم شرکت الکتروژن

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ ، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۱ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت الکتروژن



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۷
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۸۱
پیوست: دارد

جناب آقای مهندس کرباس فروشها
معاونت محترم تحقیق و توسعه شرکت تحقیق طراحی و تولید موتور ایران خودرو (ایپکو)

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

رونوشت:

تهران - شهرک قدس - بلوار شهید دادمان - خیابان ششم - پلاک ۱۲ - کدپستی: ۳۳۹۱۶۵۱۱۶۵ - تلفن: ۷۷۴۶۸۸۰۰ - فاکس: ۷۷۴۶۸۸۰۸
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۲ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت ایپکو

وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای مهندس مداح
مدیرعامل محترم شرکت ایتراک

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ ، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۳ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت ایتراک



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۲/۰۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴۰
پیوست: دارد

جناب آقای مهندس نصری
مدیرعامل محترم شرکت برنا الکترونیک

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

با آرزوی قبولی طاعات و عبادات، به استحضار می‌رساند پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" در پژوهشگاه نیرو در حال انجام می‌باشد. در ارتباط با پروژه مذکور پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات جنابعالی قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ ، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۴: نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت برنا الکترونیک



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای دکتر شرع پسند
رئیس محترم گروه مهندسی برق پژوهشگاه استاندارد

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ ، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۵ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به پژوهشگاه استاندارد



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای مهندس فرمانبر
مدیر محترم آزمایشگاه شرکت صنایع ماشینهای الکتریکی جوین(جمکو)

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

نجسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

رونوشت:

تهران - شهرک اقماری پانتهای پاکدشت، خیابان ... صندوق پستی ... تلفن: ... فکس: ... کد پستی: ... برقی
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۶ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت جمکو



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای دکتر محمودی
مدیرعامل محترم مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

رونوشت:

تهران - شهرک اقماری رباط‌کریم، بلوار پژوهش، نبش خیابان ۱۴، صندوق پستی ۱۴۶۶۵-۱۱۶، تلفن: ۳۶۲۵۲۹۱۶-۰۲۱، فکس: ۳۶۲۵۲۹۱۶-۰۲۱ داخلی ۱۵۵
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۷ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای مهندس نصیری
مدیرعامل محترم شرکت دینا موتورز

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

رونوشت:

تهران - شهرک اقماری نرمک بلوار شهید داوران روبروی پارک ۱۷ ه‍ـ ص ۶۶۶۵ تلفن: ۷۶۴۸۰۰۰ فکس: ۷۶۴۸۰۰۱ برقی

info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۸ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت دینا موتورز



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای دکتر مرتضوی
مدیرعامل محترم شرکت سازه پویش

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

مجتبی ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ ، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۱۹ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت سازه پویش



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای مهندس صاحب زمانی
مدیرعامل محترم شرکت کیا الکتروموتور پارت

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

NRI
تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۲۰ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت کیا الکتروموتور پارت



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۷
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۸۶
پیوست: دارد

سرکار خانم دکتر سینا
مدیر عامل محترم مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای سرکارعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

نجیسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ ، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۲۱ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

مدیرعامل محترم شرکت موتوژن

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس،انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰ ، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۲۲ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت موتوژن



وزارت نیرو

پژوهشگاه نیرو
Niroo Research Institute

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶
شماره: ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴
پیوست: دارد

جناب آقای دکتر آشنا
مدیر عامل محترم شرکت نما موتور

موضوع: درخواست تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی‌های تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام،

ضمن تبریک فرا رسیدن سال جدید و آرزوی موفقیت‌های روزافزون برای جنابعالی و مجموعه تحت مدیریت، به استحضار می‌رساند پیرو مکاتبات قبلی با جنابعالی مبنی بر معرفی نماینده جهت حضور در جلسات خبرگان پروژه "تهیه اطلس اطلاعات و مشخصات آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی" و همکاری نماینده محترم آن شرکت در تکمیل گزارش توانمندی‌های شرکت در زمینه تست سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی، پرسشنامه‌ای تهیه گردیده تا با اظهار شرکت ارائه‌دهنده خدمات، جهت تکمیل شبکه آزمایشگاهی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی به کار گرفته شود. لذا با عنایت به توضیحات فوق، خواهشمند است دستور فرمائید، توانمندی‌های تست شرکت مطابق با موارد ارائه‌شده در جدول پیوست، بررسی و نتیجه بصورت رسمی برای این مرکز اعلام گردد. پیشاپیش از زحمات شما قدردانی می‌گردد.

محسن ابراهیمی‌راد
مدیر طرح

تهران - شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دادمان، صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵، تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۰، فکس: ۸۸۰۷۸۲۹۶
info@nri.ac.ir www.nri.ac.ir

شکل ۳-۲۳ : نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو به شرکت نما موتور پیشران

از میان این شرکت‌ها و آزمایشگاه‌ها، ۷ شرکت و آزمایشگاه پرسشنامه را تکمیل و ارسال کردند که در ادامه به آن‌ها پرداخته خواهد شد.

۳ ۵ ۱ شرکت اطمینان‌بخش

این شرکت با ارسال نامه شکل ۳-۲۴، پاسخ‌های پرسشنامه را مطابق با شکل ۳-۲۵ تا شکل ۳-۲۷ ارائه نمود.



شرکت تولیدی اطمینان بخش (سهامی خاص)

بسمه تعالی

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۱/۳۱
شماره: ۰۰۰/الف/۱۲۵۴
پیوست: دارد

مدیریت محترم طرح

جناب آقای ابراهیمی راد

موضوع: تکمیل پرسشنامه در خصوص توانمندی های تست سیستم های پیشرانه خودرو برقی

با سلام

به استحضار می رساند در پاسخ به درخواست جنابعالی به شماره ۱۴۰۰/۳۰۰/۴۷۷ مورخ ۱۴۰۰/۰۱/۳۱ به موضوع پروژه "تهیه اطلس و مشخصات آزمایشگاه های فعال در حوزه خودروهای برقی" پرسشنامه توانمندی های تست این شرکت، تکمیل و به پیوست خدمت شما ارسال می گردد.

دکتر رئوفی
مدیر فنی

info@etminanbakhsh.com
etminanbakhsh.com
۰۲۱-۸۸۷۹۲۶۱۳
۰۲۶-۴۴۲۲۲۱۲۲
۰۲۶-۴۴۲۲۸۵۶
دفتر تهران: میدان آرژانتین - خیابان عماد مغنیه - پلاک ۷ - واحد ۱۱
کارخانه: شهرصنعتی هشتگرد - فاز یک - خیابان پانی ۲
صندوق پستی: ۳۳۶۱۵/۴۱۲

شکل ۳-۲۴ : نامه ارسالی شرکت اطمینان‌بخش به پژوهشگاه نیرو

نام شرکت:

نوع شرکت:

آزمایشگاه‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی:

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
افزایش دما	IEC 60349-2	۸-۱	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			*
حرارتی کوتاه‌مدت	IEC 60349-2	۹-۱	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			*
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-2	۸-۲	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			*
اضافه سرعت	IEC 60349-2	۸-۳	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			*
دی‌الکتریک	IEC 60349-2	۹-۵	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	*		
ارتعاشات	IEC 60349-2	۸-۴ و ۹-۶	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			*
اندازه‌گیری نویز اکوستیک	IEC 60349-2	ضمیمه C	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			*
افزایش دما	IEC 60349-4	۸-۱	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			*
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-4	۸-۲	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			*
بی‌باری	IEC 60349-4	۹-۲-۲	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			*
اضافه سرعت	IEC 60349-4	۸-۳ و ۹-۳	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			*
دی‌الکتریک	IEC 60349-4	۹-۴	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	*		
ارتعاشات	IEC 60349-4	۸-۴ و ۹-۵	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			*

شکل ۳-۲۵ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه ارسالی (۱)

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
اندازه‌گیری نویز اکوستیک	IEC 60349-4	۸-۵	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			*
تعیین تلفات	IEC 60349-3	کل استاندارد	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			*
حداکثر گشتاور	SAE J2907	۴-۱-۵	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			*
حداکثر توان خالص	SAE J2907	۴-۳	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			*
حداکثر توان ۳۰ دقیقه‌ای	SAE J2907	۴-۳	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			*
ارزیابی مصرف انرژی	SAE J2908	کل استاندارد	به طور کلی برای خروجی موتور و سیستم پیشرانه			*
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	IEC 60077-1	۸-۲-۴	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			*
بررسی فواصل ایمنی	IEC 60077-1	۸-۲-۶	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			*
بررسی فواصل خزشی	IEC 60077-1	۸-۲-۷	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			*
آزمون‌های محیطی	IEC 60077-1	۸-۲-۲	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)		آزمایشگاه به تمکی موجود نیست	
اندازه‌گیری تلفات بازدهی	ISO 21782-3	۵-۱-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی	*		
اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل	ISO 21782-3	۵-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر	*		
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-2	۵-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور	*		
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۵-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی	*		
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۵-۲-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر	*		

شکل ۳-۲۶ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه ارسالی (۲)

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
آزمون افزایش دما	ISO 21782-2	۵-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور	*		
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-3	۵-۱-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			*
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-2	۵-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			*
آزمون گشتاور دندانه‌ای	ISO 21782-3	۵-۱-۴	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور مغناطیس دائم			*
آزمون زیبل گشتاور	ISO 21782-2	۵-۴	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			*
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-6	۴-۱-۱ و ۴-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			*
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-5	۵-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			*
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-6	۴-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			*
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-5	۵-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			*
آزمون استقامت کارکرد مبدل	ISO 21782-6	۴-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی – اینورتر	*		
آزمون اضافه ولتاژ	ISO 21782-5	۵-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور	*		
آزمون تایید قدرت شکست موتور (آزمون چرخش)	ISO 21782-6	۴-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			*

* درصورت انتخاب گزینه " دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون" لیست تجهیزات لازم و کمبودهای شرکت ذکر گردند.

شکل ۳-۲۷ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه ارسالی (۳)

۳ ۵ ۲ شرکت ایپکو

این شرکت با ارسال نامه شکل ۳-۲۸، پاسخ‌های پرسشنامه را مطابق با شکل ۳-۲۹ تا شکل ۳-۳۱ ارائه نمود.



FROM : FAX NO. : 19 Jun. 2021 08:12 P.1

شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو دیزل

شماره: ۱۴۰۰/۶۳۳۸۵
تاریخ: ۱۴۰۰/۳/۲۶
پیوست: دارد

جناب آقای مهندس ابراهیمی راد

مدیریت محترم طرح خودروهای برقی پژوهشگاه نیرو

موضوع: توانمندی های تست سیستم های پیشرانه خودروهای برقی

با سلام و احترام؛

پیرو نامه شماره ۸۱/ ۳۰۰/ ۱۴۰۰ مورخ ۱۴۰۰/۰۱/۱۷ توانمندی های آزمون شرکت ایپکو به پیوست خدمتتان ارائه می گردد.

با سپاس فراوان

مجید کریاس فروشها

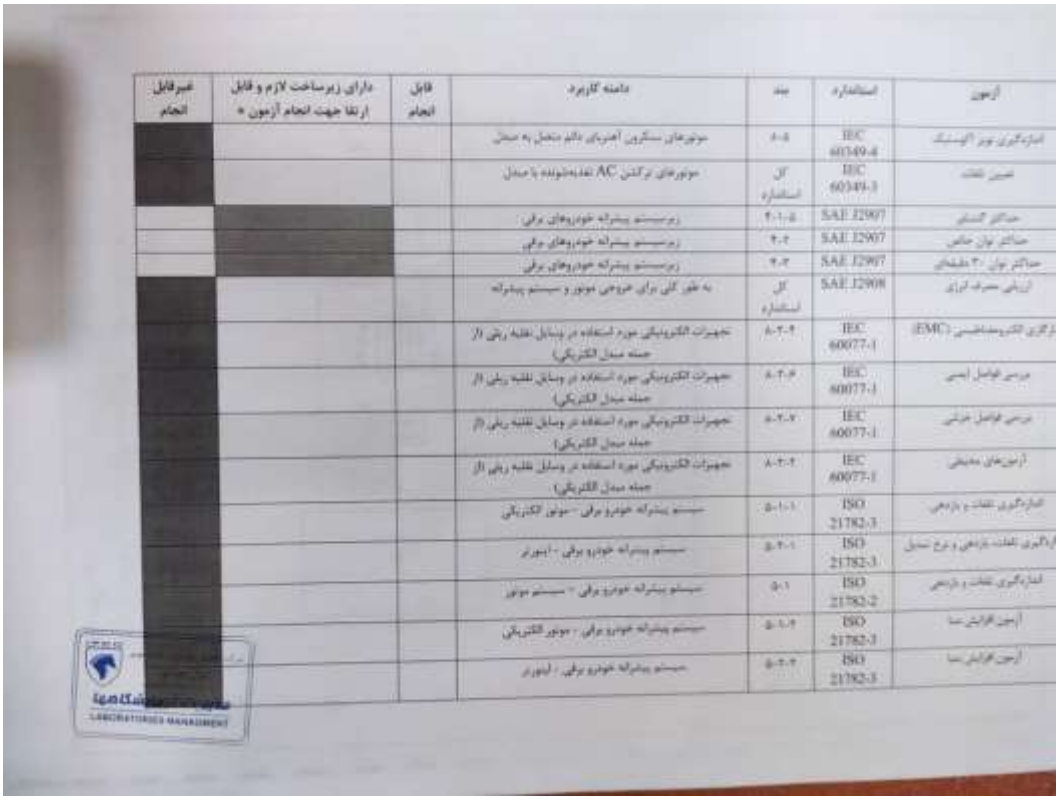
معاونت تحقیق و توسعه محصول

تهران، کیلومتر ۴ جاده مخصوص کرج، جنب کارخانه ارج
کدپستی: ۱۳۹۸۸۱۳۷۱۱ - صندوق پستی: ۱۳۹۷-۱۳۴۶۵

تلفن: ۲-۴۴۵۲۰۸۸۲ (۰۲۱) - نمابر: ۴۴۵۲۰۸۸۰ (۰۲۱)
پایگاه اینترنتی: www.ip-co.com - پست الکترونیکی: info@ip-co.com

شکل ۳-۲۸ : نامه ارسالی شرکت ایپکو به پژوهشگاه نیرو

DOI:



آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
اندازه‌گیری نویز اکوستیک	IEC 60349-4	۵-۵	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
تعیین تلفات	IEC 60349-3	کل استاندارد	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
حداکثر گشتاور	SAE J2907	۴-۱-۵	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			
حداکثر توان خالص	SAE J2907	۴-۲	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			
حداکثر توان ۳۰ دقیقه‌ای	SAE J2907	۴-۳	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			
ارزیابی مصرف انرژی	SAE J2908	کل استاندارد	به طور کلی برای خروجی موتور و سیستم پیشرانه			
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	IEC 60077-1	۸-۲-۴	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
بررسی فواصل ایمنی	IEC 60077-1	۸-۲-۶	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
بررسی فواصل خزشی	IEC 60077-1	۸-۲-۷	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
آزمون‌های مدیریتی	IEC 60077-1	۸-۲-۴	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-3	۵-۱-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل	ISO 21782-3	۵-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-2	۵-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۵-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۵-۲-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			

شکل ۳-۲۹ : پاسخ شرکت ایپکو به پرسشنامه ارسالی (۱)



آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
آزمون افزایش دما	ISO 21782-2	۵-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-3	۵-۱-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-2	۵-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			
آزمون گشتاور دندانه‌ای	ISO 21782-3	۵-۱-۴	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور مغناطیس دائم			
آزمون رویش گشتاور	ISO 21782-2	۵-۴	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-6	۴-۱-۱ و ۴-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-5	۵-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-6	۴-۱-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-5	۵-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			
آزمون استقامت کارکرد مبدل	ISO 21782-6	۴-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			
آزمون اضافه ولتاژ	ISO 21782-5	۵-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			
آزمون تایید قدرت تنظیمات موتور (آزمون چرخشی)	ISO 21782-6	۴-۳-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			

* درصورت انتخاب گزینه "دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون" لیست تجهیزات لازم و کمبودهای شرکت ذکر گردند.

شکل ۳-۳۰ : پاسخ شرکت ایپکو به پرسشنامه ارسالی (۲)



شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو (ایپکو)

های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
افزایش دما	IEC 60349-2	۸-۱	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
مواردی کوتاهست	IEC 60349-2	۹-۱	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-2	۸-۲	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
اضافه سرعت	IEC 60349-2	۸-۳	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
دی‌الکتریک	IEC 60349-2	۹-۵	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
ارتعاشات	IEC 60349-2	۸-۲ و ۹-۲	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
واکنوی جو اکوستیک	IEC 60349-2	ضمیمه C	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
افزایش دما	IEC 60349-4	۸-۱	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-4	۸-۲	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
جریان	IEC 60349-4	۹-۲-۲	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
اضافه سرعت	IEC 60349-4	۸-۲ و ۹-۳	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
دی‌الکتریک	IEC 60349-4	۹-۴	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
ارتعاشات	IEC 60349-4	۸-۲ و ۹-۵	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			

مدیریت آزمایشگاه‌ها
LABORATORIES MANAGEMENT

شکل ۳-۳۱ : پاسخ شرکت ایپکو به پرسشنامه ارسالی (۳)

۳ ۵ ۳ شرکت جمکو

این شرکت با ارسال نامه شکل ۳-۳۲، پاسخ‌های پرسشنامه را مطابق با شکل ۳-۳۳ تا شکل ۳-۳۵ ارائه نمود.



JEMCO

شرکت صنایع ماشین های الکتریکی جوین | تولید کننده انواع ماشین های الکتریکی

جناب آقای حسن ابراهیمی راد

مدیر محترم طرح درایورهای الکتروموتورهای صنعتی پژوهشگاه نیرو

موضوع: تکمیل پرسشنامه

سلام علیکم؛

احتراماً بازگشت به نامه شماره ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴ مورخ ۱۴۰۰/۰۱/۱۶ به استحضار می رساند، بانوجه به درخواست آن مجموعه محترم اطلاعات مربوط به توانمندی های تست سیستم های پیشرانه خودروهای برقی بشرح پیوست جهت اطلاع و بهره برداری لازم تقدیم حضور می گردد.

و من الله التوفیق

محمد رستگار

مدیر عامل و نائب رئیس هیات مدیره

۱۴۰۰ /۲/ ۲۲

WWW.JEMCOMOTOR.IR

شکل ۳-۳۲ : نامه ارسالی شرکت جمکو به پژوهشگاه نیرو

DOI:



نام شرکت: شرکت صنایع ماشین‌های الکتریکی جوین

نوع شرکت:

آزمایشگاه‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
افزایش دما	IEC 60349-2	۱-۸	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	✓		
حرارتی کوتاه‌مدت	IEC 60349-2	۱-۹	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	✓		
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-2	۲-۸	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	✓		
اضافه سرعت	IEC 60349-2	۳-۸	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	✓		
دی‌الکتریک	IEC 60349-2	۵-۹	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	✓		
ارتعاشات	IEC 60349-2	۴-۸ و ۴-۹	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	✓		
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	IEC 60349-2	ضمیمه C	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	✓		
افزایش دما	IEC 60349-4	۱-۸	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	✓		
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-4	۲-۸	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	✓		
بی‌باری	IEC 60349-4	۲-۲-۹	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	✓		
اضافه سرعت	IEC 60349-4	۳-۸ و ۳-۹	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	✓		
دی‌الکتریک	IEC 60349-4	۴-۹	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	✓		
ارتعاشات	IEC 60349-4	۴-۸ و ۵-۹	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	✓		

شکل ۳-۳۳ : پاسخ شرکت جمکو به پرسشنامه ارسالی (۱)

DOI:



آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
اندازه‌گیری نویز اکوستیک	IEC 60349-4	۵-۸	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	✓		
تعیین تلفات	IEC 60349-3	کل استاندارد	موتورهای ترکشن AC غدیدشوند با مبدل	✓		
حداکثر گشتاور	SAE J2907	۵-۱-۴	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			✓
حداکثر توان خالص	SAE J2907	۲-۴	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			✓
حداکثر توان ۲۰ دقیقه‌ای	SAE J2907	۳-۴	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			✓
ارزیابی مصرف انرژی	SAE J2908	کل استاندارد	به طور کلی برای خروجی موتور و سیستم پیشرانه			✓
سازگار الکترومغناطیسی (EMC)	IEC 60077-1	۴-۳-۵	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			✓
بررسی فواصل ایمنی	IEC 60077-1	۵-۳-۵	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			✓
بررسی فواصل خزشی	IEC 60077-1	۵-۳-۵	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			✓
آزمون‌های محیطی	IEC 60077-1	۳-۳-۵	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			✓
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-3	۱-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی	✓		
اندازه‌گیری تلفات بازدهی و برخ تبدیل	ISO 21782-3	۱-۳-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			✓
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-2	۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور	✓		
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۴-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی	✓		
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۴-۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			✓

شکل ۳-۳۴ : پاسخ شرکت جمکو به پرسشنامه ارسالی (۲)



آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
آزمون افزایش دما	ISO 21782-2	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور	✓		
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-1	۴-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			✓
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-2	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			✓
آزمون گشتاور دنباله‌ای	ISO 21782-3	۴-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور مغناطیس دائم			✓
آزمون زیبل گشتاور	ISO 21782-2	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			✓
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-6	۱-۱-۴ و ۲-۱-۴	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			✓
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-5	۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			✓
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-6	۳-۱-۴	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			✓
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-5	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			✓
آزمون استقامت کارکرد مبدل	ISO 21782-6	۱-۲-۳	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			✓
آزمون اضافه بازار	ISO 21782-5	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			✓
آزمون تایید قدرت شکست موتور (آزمون چرخش)	ISO 21782-8	۱-۳-۴	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			✓

* درصورت انتخاب گزینه "دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون" لیست تجهیزات لازم و کمبودهای شرکت ذکر گردد.

شکل ۳-۳۵ : پاسخ شرکت جمکو به پرسشنامه ارسالی (۳)

۳ ۵ ۴ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز

این آزمایشگاه با ارسال نامه شکل ۳-۳۶، پاسخ‌های پرسشنامه را مطابق با شکل ۳-۳۷ تا شکل ۳-۳۹ ارائه نمود.



شماره: ۸۴۴۱/۰۰/۲
تاریخ: ۱۴۰۲/۱۱/۱۱
پیوست: دارد

شرکت چرخه طبیعت سبز
دارای گواهینامه تایید صلاحیت از سازمان ملی استاندارد ایران

به نام خدا

مدیرطرح انتقال و توسعه دانش و فناوری الکتروموتورهای القایی پر بازده و درایو "جناب آقای مهندس حسن ابراهیمی راد"

با سلام

احتراما به پیوست پرسشنامه ارسالی تکمیل و جهت استحضار به حضورتان ارسال می‌گردد. توضیحا آنکه تمامی بندهای درخواست شده در این آزمایشگاه بر اساس استاندارد ملی شماره ۱-۳۷۷۲ قابلیت انجام آزمون دارد ولی در پرسشنامه ارسالی استاندارد بین المللی IEC-۶۰۳۴۹ وارد شده است و براساس مطالعات انجام شده این استاندارد ها مشابه می‌باشند لذا این آزمایشگاه قابلیت انجام آزمون در تمامی موارد خواسته شده را براساس استاندارد ملی ۱-۳۷۷۲ دارد ، همچنین به استحضار می‌رساند این آزمایشگاه در تمامی زمینه های درخواست شده دارای گواهینامه ۱۷۰۲۵ می‌باشد که تصویر آن به پیوست ارسال می‌گردد.

پیشاپیش از همکاری شما کمال تشکر را داریم.

مدیر عامل

ایوب محمودی

CTS CO

دفتر مرکزی : بوشهر ، روبروی گمرک ، ساختمان مرکز تجارت بوشهر ، واحد۷ ، تلفن : ۰۷۷۱۳۳۴۲۲۵۰ - ۰۷۷۱۳۳۴۲۲۴۵ ، فکس : داخلی ۲
آزمایشگاه : بوشهر ، شهرک صنعتی یک ، تلفن : ۰۷۷۱۳۳۴۵۲۴۰۹ - ۰۷۷۱۳۳۴۵۲۴۱ ، همراه : ۰۹۱۷۰۸۷۵۸۲۶
Email : cts_lab@yahoo.com www.ctslab.ir

شکل ۳-۳۶ : نامه ارسالی مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز به پژوهشگاه نیرو

نام شرکت:

نوع شرکت:

آزمایشگاه‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی:

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارائه جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
افزایش دما	IEC 60349-2	8-1	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل		✓	
حرارتی کوتاهمدت	IEC 60349-2	9-1	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل		✓	
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-2	8-2	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل		✓	
اضافه سرعت	IEC 60349-2	8-3	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل		✓	
دی‌الکتریک	IEC 60349-2	9-5	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل		✓	
ارتعاشات	IEC 60349-2	8-4 و 9-6	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			✓
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	IEC 60349-2	ضمیمه C	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			✓
افزایش دما	IEC 60349-4	8-1	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل		✓	
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-4	8-2	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل		✓	
بی‌باری	IEC 60349-4	9-2-2	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	✓		
اضافه سرعت	IEC 60349-4	8-3 و 9-3	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل		✓	
دی‌الکتریک	IEC 60349-4	9-4	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل		✓	
ارتعاشات	IEC 60349-4	8-4 و 9-5	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			✓
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	IEC 60349-4	8-5	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			✓

شکل ۳-۳۷ : پاسخ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز به پرسشنامه ارسالی (۱)

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
تعیین تلفات	IEC 60349-3	کل استاندارد	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل		✓	
حداکثر گشتاور	SAE J2907	4-1-5	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی		✓	
حداکثر توان خالص	SAE J2907	4-2	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی		✓	
حداکثر توان 30 دقیقه‌ای	SAE J2907	4-3	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی		✓	
ارزیابی مصرف انرژی	SAE J2908	کل استاندارد	به طور کلی برای خودروهی موتور و سیستم پیشرانه		✓	
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	IEC 60077-1	8-2-4	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			✓
بررسی فواصل ایمنی	IEC 60077-1	8-2-6	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			✓
بررسی فواصل خزشی	IEC 60077-1	8-2-7	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			✓
آزمون‌های محیطی	IEC 60077-1	8-2-2	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)		✓	
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-3	5-1-1	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی		✓	
اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل	ISO 21782-3	5-2-1	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر		✓	
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-2	5-1	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور		✓	
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	5-1-2	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی		✓	
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	5-2-2	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر		✓	
آزمون افزایش دما	ISO 21782-2	5-2	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور		✓	
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-3	5-1-3	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی		✓	
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-2	5-3	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور		✓	

شکل ۳-۳۸ : پاسخ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز به پرسشنامه ارسالی (۲)

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
آزمون گشتاور دندانه‌ای	ISO 21782-3	5-1-6	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور مغناطیس دائم		✓	
آزمون ریل گشتاور	ISO 21782-2	5-4	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور		✓	
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-6	4-1-1 و 4-1-2	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی		✓	
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-5	5-1	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور		✓	
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-6	4-1-3	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی		✓	
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-5	5-3	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور		✓	
آزمون استقامت کارکرد میدل	ISO 21782-6	4-2-1	سیستم پیشرانه خودرو برقی – اینورتر			✓
آزمون اضافه ولتاژ	ISO 21782-5	5-2	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور		✓	
آزمون تایید قدرت شاخص موتور (آزمون چرخش)	ISO 21782-6	4-3-1	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی		✓	

* درصورت انتخاب گزینه " دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون" لیست تجهیزات لازم و کمبودهای شرکت ذکر گردد.
تمامی تجهیزات جهت انجام تمامی آزمونها بر اساس استاندارد ملی 1-3772 موجود می باشد.

شکل ۳-۳۹ : پاسخ مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز به پرسشنامه ارسالی (۳)

۳ ۵ ۵ مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

این شرکت در پاسخ به نامه و پرسشنامه ارسالی پژوهشگاه نیرو، نامه شکل ۳-۴۰ را ارسال نمود.



FROM : FAX NO. :88937658 8 May 2021 3:26PM P1

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۲/۱۸
شماره: ۱۴۰۰-م-۱۵۲۳
پیوست: .....

مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک (سهامی خاص)

بسمه تعالی

جناب آقای حسن ابراهیمی راد
مدیرمحترم طرح درایوهای الکترو موتورهای صنعتی پژوهشگاه نیرو

باسلام و احترام

در بازگشت به نامه شماره ۱۴۰۰/۳۰۰/۸۶ مورخ ۱۴۰۰/۰۱/۱۷ به استحضار می رساند آزمایشگاه این مرکز در مورد آزمون EMC خودروهای احتراقی و برقی فعالیت دارد و آزمون را بر روی مجموعه قطعات و پیشرانه بر روی خودرو را بر اساس استاندارد ECE-R10 که استاندارد ملی سازمان ملی استاندارد ایران می باشد، انجام می دهد. در مورد آزمون EMC خودرو های برقی آزمون در حالت Driving مطابق استاندارد فوق قابل انجام است . آزمون EMC در حالت charging خودرو برقی تا ۱۶ آمپر در حال حاضر تجهیزات لازم در آزمایشگاه موجود است. برای آمپراژ بالاتر آزمایشگاه در حال بررسی و تهیه تجهیزات می باشد که متعاقبا به استحضار می رسد. در مورد باقی استانداردهای بندهای اشاره در پیوست نامه فوق، آزمایشگاه این مرکز در حال تهیه استاندارد ها و مطالعه و بررسی توانمندی این نوع آزمون ها می باشد در صورت امکان آزمون استانداردهای اشاره شده به استحضار خواهد رسید.

رویا سینا
مدیرعامل

www.rcii.ir — ISO 9001 — rcii@rcii.ir

دفتر مرکزی: تهران، خیابان کریمخان زند، خیابان شهید عضدی (آبان) جنوبی، خیابان رودسر، پلاک ۳ صندوق‌پستی: ۱۵۸۷۵/۳۴۸۵ تلفن: ۵۰-۸۸۹۲۵۹۲۳ (۱۰ خط) فاکس: ۸۸۹۳۷۶۵۸
آزمایشگاه پرند: شهرک صنعتی پرند، بلوار صنعت، میدان فناوران، خیابان گلدار، خیابان گلگشت، قطعه ۵۲ تلفن: ۵-۵۶۴۱۸۸۶۴
آزمایشگاه سفیدگان : ۰۲۵۳۳۶۷۷۲۸۳ آزمایشگاه بندرعباس : ۰۷۶۳۳۵۱۴۲۵۹ فاکس : ۰۷۶۳۳۵۱۴۲۵۸

GDF069-01

شکل ۳-۴۰ : پاسخ مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک به نامه ارسالی پژوهشگاه نیرو

۳ ۵ ۶ شرکت نماموتور پیشران

این شرکت با ارسال نامه شکل ۳-۴۱، پاسخ‌های پرسشنامه را مطابق با شکل ۳-۴۲ تا شکل ۳-۴۴ ارائه نمود.



نما موتور پیشران
(سهامی خاص)

تاریخ: ۱۴۰۰/۰۲/۰۶
شماره: ۱۰۶-الف-۱۴۰۰
پیوست: دارد

بسمه تعالی

جناب آقای مهندس حسن ابراهیمی راد
مدیر طرح انتقال و توسعه دانش و فناوری الکتروموتورهای القایی پر بازده و درایو

با سلام

احتراماً عطف به نامه شماره ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴۰مورخ ۱۴۰۰/۰۱/۱۶در خصوص توانمندی های تست سیستم های پیشرانه خودروهای برقی موارد مذکور در جدول پیوست تکمیل و خدمتتان ارسال می گردد.

با تشکر
محمد مهدی آشنا
مدیر عامل

تهران – کیلومتر۱۷ جاده مخصوص-نبش خیابان دارویخش- پلاک۵۲۳
تلفن ۴۴۹۸۹۶۷۲-۹۸۲۱+ ۴۴۹۸۸۹۵۲-۹۸۲۱+
نمابر ۴۴۹۸۲۸۱۳-۹۸۲۱+
www.Nemamotor.ir
info@nemamotor.ir

شکل ۳-۴۱ : نامه ارسالی شرکت نماموتور پیشران به پژوهشگاه نیرو

نام شرکت: نما موتور پیشران

نوع شرکت: تولیدی

آزمایشگاه‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی:

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
افزایش دما	IEC 60349-2	۸-۱	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
حرارتی کوتاهست	IEC 60349-2	۹-۱	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-2	۸-۲	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
اضافه سرعت	IEC 60349-2	۸-۳	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
دی‌الکتریک	IEC 60349-2	۹-۵	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
ارتعاشات	IEC 60349-2	۸-۲ و ۹-۹	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	IEC 60349-2	ضمیمه C	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
افزایش دما	IEC 60349-4	۸-۱	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-4	۸-۲	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
بی‌باری	IEC 60349-4	۹-۲-۲	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
اضافه سرعت	IEC 60349-4	۸-۳ و ۹-۳	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
دی‌الکتریک	IEC 60349-4	۹-۴	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
ارتعاشات	IEC 60349-4	۸-۴ و ۹-۵	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			

نما موتور پیشران
شماره ثبت: ۵۳۸۴۴۳

شکل ۳-۴۲ : پاسخ شرکت نماموتور پیشران به پرسشنامه ارسالی (۱)

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	IEC 60349-4	۸-۵	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل			
تعیین تلفات	IEC 60349-3	کل استاندارد	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			
حداکثر گشتاور	SAE J2907	۲-۱-۵	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			
حداکثر توان دائمی	SAE J2907	۲-۲	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			
حداکثر توان ۳۰ دقیقه‌ای	SAE J2907	۲-۳	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			
ارزیابی مصرف انرژی	SAE J2908	کل استاندارد	به طور کلی برای خودروی موتور و سیستم پیشرانه			
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	IEC 60077-1	۸-۲-۲	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
بررسی فواصل ایمنی	IEC 60077-1	۸-۲-۶	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
بررسی فواصل خزشی	IEC 60077-1	۸-۲-۷	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
آزمون‌های محیطی	IEC 60077-1	۸-۲-۲	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی)			
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-3	۵-۱-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
اندازه‌گیری تلفات بازدهی و نرخ تبدیل	ISO 21782-3	۵-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-2	۵-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۵-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی -موتور الکتریکی			
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۵-۲-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			

نما موتور پیشران
شماره ثبت: ۵۳۸۴۴۳

شکل ۳-۴۳ : پاسخ شرکت نماموتور پیشران به پرسشنامه ارسالی (۲)



آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
آزمون افزایش دما	ISO 21782-2	۵-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-3	۵-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون مشخصه گشتاور	ISO 21782-2	۵-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون گشتاور دینامیکی	ISO 21782-3	۵-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور دینامیکی دائم			
آزمون ریپل گشتاور	ISO 21782-2	۵-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-6	۴-۱-۱ و ۴-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-5	۵-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون افتاله سرعت	ISO 21782-6	۴-۱-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			
آزمون افتاله سرعت	ISO 21782-5	۵-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون استقامت کارکرد مبدل	ISO 21782-6	۴-۳-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی – اینورتر			
آزمون افتاله ولتاژ	ISO 21782-5	۵-۲	سیستم پیشرانه خودرو برقی – سیستم موتور			
آزمون ثابت قدرت شکست موتور (آزمون چرخشی)	ISO 21782-6	۴-۳-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			

* درصورت انتخاب گزینه " دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون" لیست تجهیزات لازم و کمبودهای شرکت ذکر گردد.

شکل ۳-۴۴ : پاسخ شرکت نماموتور پیشران به پرسشنامه ارسالی (۳)

۳ ۵ ۷ پژوهشگاه استاندارد

این شرکت با ارسال نامه شکل ۳-۴۵، پاسخ‌های پرسشنامه را مطابق با شکل ۳-۴۶ تا شکل ۳-۵۱ ارائه نمود.



ریاست جمهوری
سازمان ملی استاندارد ایران

پژوهشگاه استاندارد

۸۰۱۵۲
۱۴۰۰/۰۴/۰۲
۲

مدیر محترم طرح سیستم های پیشرانه الکتریکی خودرو – جناب آقای حسن ابراهیمی راد

موضوع :ارسال پرسشنامه پژوهشگاه نیرو

با سلام،

احتراماً بازگشت به نامه شماره ۱۴۰۰/۳۰۰/۶۴ مورخ ۱۴۰۰/۱/۱۶ ضمن آرزوی توفیق و موفقیت در طرح پیش رو و دستیابی به نتایج موثر در زمینه پیشرانه خودروهای برقی در کشور، به پیوست پرسشنامه تکمیل شده در خصوص توانمندی های آزمون آزمایشگاه الکتروموتور پژوهشگاه استاندارد در خصوص سیستم های پیشرانه خودروهای برقی تقدیم حضور می شود.

امیر افکار

رئیس پژوهشکده فناوری و مهندسی

پژوهشگاه استاندارد

www.standard.ac.ir

شکل ۳-۴۵ : نامه ارسالی پژوهشگاه استاندارد به پژوهشگاه نیرو



نام شرکت: پژوهشگاه استاندارد

نوع شرکت: دولتی

آزمایشگاه‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی: الکتروموتور

توضیحات: آنکه تمامی آزمون های احتمالی در صورتی امکان انجام در آزمایشگاه وجود دارد که کوپلینگ مناسب و تجهیزات فیکسچر و کویل موتور مهیا باشد.

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	فایل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارائه جهت انجام آزمون =	غیرقابل انجام
افزایش دما	IEC 60349-2	۱۰۸	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل		[redacted] بله به تجهیزات مربوط به خنک سازی موتور در حالت واقعی کارکرد می باشد (در صورت همخوانی مشخصه گشتاور سرعت دینامومتر با موتور ها)	
حرارتی کوتاهست	IEC 60349-2	۱۰۱۰	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			[redacted]
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-2	۱۰۸	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل		[redacted] در صورت تامین درایو و پاورآنالایزر (در صورت همخوانی مشخصه گشتاور سرعت دینامومتر با موتور ها)	
اضافه سرعت	IEC 60349-2	۲۰۸	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	[redacted]		
دی‌الکتریک	IEC 60349-2	۸۰۹	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل	[redacted]		
ارتعاشات	IEC 60349-2	۸۰۸ و ۸۰۹	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			[redacted]
[redacted]اندازه‌گیری نویز آکوستیک	IEC 60349-2	ضمیمه C	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			[redacted]
افزایش دما	IEC 60349-4	۱۰۸	موتورهای سنکرون کشتی دائم متصل به مبدل		[redacted] بله به تجهیزات مربوط به خنک سازی موتور در حالت واقعی کارکرد	

شکل ۳-۴۶ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۱)



آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	فایل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارائه جهت انجام آزمون =	غیرقابل انجام
					می باشد (در صورت همخوانی مشخصه گشتاور سرعت دینامومتر با موتور ها)	
تعیین مشخصه‌ها	IEC 60349-4	۲۰۸	موتورهای سنکرون کشتی دائم متصل به مبدل		[redacted] در صورت تامین درایو و پاورآنالایزر (در صورت همخوانی مشخصه گشتاور سرعت دینامومتر با موتور ها)	
بی‌باری	IEC 60349-4	۲۰۲۰۹	موتورهای سنکرون کشتی دائم متصل به مبدل		[redacted] در صورت تامین درایو و پاورآنالایزر (در صورت همخوانی مشخصه گشتاور سرعت دینامومتر با موتور ها)	
اضافه سرعت	IEC 60349-4	۲۰۸ و ۲۰۹	موتورهای سنکرون کشتی دائم متصل به مبدل	[redacted]		
دی‌الکتریک	IEC 60349-4	۲۰۹	موتورهای سنکرون کشتی دائم متصل به مبدل	[redacted]		
ارتعاشات	IEC 60349-4	۲۰۸ و ۲۰۹	موتورهای سنکرون کشتی دائم متصل به مبدل			[redacted]
[redacted]اندازه‌گیری نویز آکوستیک	IEC 60349-4	۲۰۸	موتورهای سنکرون کشتی دائم متصل به مبدل			[redacted]
تعیین تلفات	IEC 60349-3	کل استاندارد	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل			[redacted]
ضدانفجار گشتاور	SAE J2907	۵-۱-۲	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			[redacted]
ضدانفجار توان ماکس	SAE J2907	۲-۲	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			[redacted]
ضدانفجار توان ۳۰ دقیقه‌ای	SAE J2907	۲-۲	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی			[redacted]
ارزیابی مصرف انرژی	SAE J2908	کل استاندارد	به طور کلی برای خودروی موتور و سیستم پیشرانه			[redacted]

شکل ۳-۴۷ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۲)



آزمون	استاندارد	بند	عامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارائه جهت انجام آزمون =	غیرقابل انجام
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	IEC 60077-1	۴-۲-۵	تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله تجهیزات الکتریکی)			■
بررسی فواصل ایمنی	IEC 60077-1	۶-۲-۵	تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله تجهیزات الکتریکی)			■
بررسی فواصل خزشی	IEC 60077-1	۷-۲-۵	تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله تجهیزات الکتریکی)			■
آزمون‌های محیطی	IEC 60077-1	۳-۲-۵	تجهیزات الکتریکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله تجهیزات الکتریکی)			■
افزایش دما	IEC 61287-1	۱۳-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
دی‌الکتریک	IEC 61287-1	۲-۳-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
ایزولاسیون	IEC 61287-1	۱۸-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
تورم	IEC 61287-1	۱۲-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
تعیین تلفات	IEC 61287-1	۱۴-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
بررسی حدی	IEC 61287-1	۱-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت	■		
تأیید ابعاد و تلرانس‌ها	IEC 61287-1	۲-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت	■		
وزن‌کشی	IEC 61287-1	۴-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت	■		
بررسی نشانه گذاری	IEC 61287-1	۹-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت	■		
عملکرد سیستم خنک‌کننده	IEC 61287-1	۵-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
دشی	IEC 61287-1	۵-۲-۵-۴ a	مبدل‌های قدرت			■

شکل ۳-۴۸ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۳)



آزمون	استاندارد	بند	عامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارائه جهت انجام آزمون =	غیرقابل انجام
درجه حفاظت	IEC 61287-1	۹-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
مقاومت عایقی	IEC 61287-1	۸-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت	■		
شوک ناری	IEC 61287-1	۱۰-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
ایمپولسیون	IEC 61287-1	۱۱-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
اضافه بارناگ	IEC 61287-1	۱۵-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
تغییرات ناگهانی بار	IEC 61287-1	۱۶-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
سازگاری الکترومغناطیسی	IEC 61287-1	۱۹-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
تغییرات یکباره ولتاژ ورودی	IEC 61287-1	۲۰-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
قطع کوتاه مدت ولتاژ تغذیه	IEC 61287-1	۲۱-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
تقسیم جریان	IEC 61287-1	۲۲-۲-۵-۴	مبدل‌های قدرت			■
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-3	۱-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			■
اندازه‌گیری تلفات بازدهی و نرخ شارژ	ISO 21782-3	۱-۲-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			■
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-2	۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم مواتور			■
آزمون افزایش دما	ISO 21782-3	۲-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی		■ بله به تجهیزات مربوط به خنک سازی موتور در حالت واقعی کارکرد می باشد دارد صورت همکاری مشخصه کشتاور سرعت دیکوپلینگ با دوزخ	

شکل ۳-۴۹ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۴)



آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارائه جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
آزمون افزایش دما	ISO 21782-1	۴-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			■
آزمون افزایش دما	ISO 21782-2	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور		■ نیاز به تجهیزات مربوط به خنک سازی موتور در حالت واقعی کارکرد می باشد در صورت همخوانی مشخصات کنتور سرعت دینامومتر با موتور ■	
آزمون اندازه گیری تلفات و بازدهی	ISO 21782-1	۴-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			■
آزمون مشخصه کنتور	ISO 21782-2	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور		■ در صورت تامین اداپو و پاورآنالایزر و نیاز به تجهیزات مربوط به خنک سازی موتور در حالت واقعی کارکرد می باشد در صورت همخوانی مشخصات کنتور سرعت دینامومتر با موتور ■	
آزمون کنتور حداکثر	ISO 21782-1	۴-۱-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور مغناطیس دائم		■ در صورت تامین اداپو و پاورآنالایزر و نیاز به تجهیزات مربوط به خنک سازی موتور در حالت واقعی کارکرد می باشد در صورت همخوانی مشخصات کنتور سرعت دینامومتر با موتور ■	
آزمون دنبال کنتور	ISO 21782-2	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور		■ در صورت تامین اداپو و پاورآنالایزر و نیاز به تجهیزات مربوط به خنک سازی موتور در حالت واقعی کارکرد می باشد	

شکل ۳-۵۰ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۵)



آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارائه جهت انجام آزمون *	غیرقابل انجام
					صورت همخوانی مشخصات کنتور سرعت دینامومتر با موتور ■	
آزمون‌های الصاقات کارکرد موتور	ISO 21782-6	۴-۱-۱-۲ و ۴-۱-۱-۴	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			■
آزمون‌های استقامت کارکرد موتور	ISO 21782-5	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			■
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-6	۴-۱-۱-۴	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			■
آزمون اضافه سرعت	ISO 21782-5	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			■
آزمون استقامت کارکرد سیکل	ISO 21782-6	۴-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - اینورتر			■
آزمون اضافه بار	ISO 21782-5	۴-۵	سیستم پیشرانه خودرو برقی - سیستم موتور			■
آزمون تایید ظرفیت شکست موتور (آزمون سوختن)	ISO 21782-6	۴-۲-۱	سیستم پیشرانه خودرو برقی - موتور الکتریکی			■

* در صورت انتخاب گزینه " دارای زیرساخت لازم و قابل ارائه جهت انجام آزمون" لیست تجهیزات لازم و کمبودهای شرکت ذکر گردد.

شکل ۳-۵۱ : پاسخ پژوهشگاه استاندارد به پرسشنامه ارسالی (۶)

۳ ۶ پرسشنامه مربوط به اینورتر

علاوه بر پرسشنامه زیربخش قبل، پرسشنامه دیگری مختص اینورتر برای ۳ شرکت و آزمایشگاه فعال در حوزه اینورتر ارسال شد تا از این طریق اطلاعاتی پیرامون توانمندی‌های این شرکت‌ها و آزمایشگاه‌ها در انجام آزمایش‌های مربوط به اینورترها شناسایی شوند. پرسشنامه اینورتر در شکل ۳-۵۲ نشان داده شده است.

نام شرکت:

نوع شرکت:

آزمایشگاه‌های مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی:

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت اجرای آزمون*	غیرقابل انجام
افزایش دما	IEC 61287-1	۱۳-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
دی‌الکتریک	IEC 61287-1	۷-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
لرزش	IEC 61287-1	۱۸-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
نویز	IEC 61287-1	۱۲-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
تعیین تلفات	IEC 61287-1	۱۴-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
بررسی بصری	IEC 61287-1	۱-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
تأیید ابعاد و تلورانس‌ها	IEC 61287-1	۲-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
وزن‌کشی	IEC 61287-1	۳-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
بررسی علائم	IEC 61287-1	۴-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
عملکرد سیستم خنک‌کننده	IEC 61287-1	۵-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
نشتی	IEC 61287-1	۴-۵-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
درجه حفاظت	IEC 61287-1	۶-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
مقاومت عایقی	IEC 61287-1	۸-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
سیک باری	IEC 61287-1	۱۰-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
کموتاسیون	IEC 61287-1	۱۱-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
اضافه ولتاژ	IEC 61287-1	۱۵-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
تغییرات ناگهانی بار	IEC 61287-1	۱۶-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
سازگاری الکترومغناطیسی	IEC 61287-1	۱۹-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
تغییر پله‌ای ولتاژ خط	IEC 61287-1	۲۰-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
قطع کوتاه مدت ولتاژ تغذیه	IEC 61287-1	۲۱-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			
تقسیم جریان	IEC 61287-1	۲۲-۳-۵-۴	میدان‌های قدرت			

*درصورت انتخاب گزینه "دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون" لیست تجهیزات لازم و کمبودهای شرکت ذکر گردند.

شکل ۳-۵۲ : پرسشنامه ارسالی به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در حوزه اینورتر

سه شرکت و آزمایشگاهی که این پرسشنامه به آن‌ها ارسال شد عبارتند از:

- شرکت برنا الکترونیک
- شرکت اطمینان‌بخش
- آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل)

که از میان این سه شرکت، تنها شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه پاسخ داد. پاسخ این شرکت در شکل ۳-۵۳ و شکل ۳-۵۴ ارائه شده است.

نام شرکت:تولیدی اطمینان بخش

نوع شرکت:

آزمایشگاههای مرتبط با سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی:

آزمون	استاندارد	بند	دامنه کاربرد	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت اجرای آزمون*	غیرقابل انجام
افزایش دما	IEC 61287-1	13-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
دی‌الکتریک	IEC 61287-1	7-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
ارزش	IEC 61287-1	18-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	دستگاه اندازه گیری ارتعاش	
نویز	IEC 61287-1	12-3-5-4	میدل‌های قدرت			*
تعیین تلفات	IEC 61287-1	14-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
بررسی بصری	IEC 61287-1	1-3-5-4	میدل‌های قدرت			*
تأیید ابعاد و تلورانس‌ها	IEC 61287-1	2-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
وزن‌کشی	IEC 61287-1	3-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
بررسی علائم	IEC 61287-1	4-3-5-4	میدل‌های قدرت			*
عملکرد سیستم خنک‌کننده	IEC 61287-1	5-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
نشتی	IEC 61287-1	4-5-3-5-4	میدل‌های قدرت			*
درجه حفاظت	IEC 61287-1	6-3-5-4	میدل‌های قدرت			*
مقاومت عایقی	IEC 61287-1	8-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	تا سطح 5kv موجود و بالاتر از آن باید تجهیز تهیه گردد.	
سبک باری	IEC 61287-1	10-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
کموتاسیون	IEC 61287-1	11-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
اضافه ولتاژ	IEC 61287-1	15-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
تغییرات ناگهانی بار	IEC 61287-1	16-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	
سازگاری الکترومغناطیسی	IEC 61287-1	19-3-5-4	میدل‌های قدرت			*
تغییر پله‌ای ولتاژ خط	IEC 61287-1	20-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	تا سه پله موجود است بالاتر باید تجهیز تهیه شود	

شکل ۳-۵۳ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه اینورتر (۱)

قطع کوتاه مدت ولتاژ تغذیه	IEC 61287-1	21-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	از ده میلی ثانیه تا 100 میلی ثانیه	
تقسیم جریان	IEC 61287-1	22-3-5-4	میدل‌های قدرت	*	*	

*درصورت انتخاب گزینه "دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون" لیست تجهیزات لازم و کمبودهای شرکت ذکر گردند.

شرکت تولیدی اطمینان بخش (سهامی خاص)
شماره ثبت : ۱۴۸۸

شکل ۳-۵۴ : پاسخ شرکت اطمینان‌بخش به پرسشنامه اینورتر (۲)

۳ ۷ نتیجه گیری

با توجه به موارد مذکور و پاســخ‌های دریافتی از شــرکت‌ها و آزمایشــگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی، خلا صه‌ای از و ضعیت بخش‌های داخلی برای انجام آزمایش‌های مربوط به خودروهای برقی در جدول ۳-۲ ارائه شده است.

جدول ۳-۲ : خلاصه‌ای از وضعیت شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی جهت انجام آزمون‌های مربوط به خودروهای برقی

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون
افزایش دما	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	دماسنج منبع تغذیه	جمکو نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز پژوهشگاه استاندارد
حرارتی کوتاه‌مدت	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	دماسنج منبع تغذیه	جمکو نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز
تعیین مشخصه‌ها	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر	جمکو نماموتور پیشران	ایپکو چرخه طبیعت سبز پژوهشگاه استاندارد
اضافه سرعت	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	سرعت‌سنج / گشتاورسنج	جمکو پژوهشگاه استاندارد	ایپکو چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران
دی‌الکتریک	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	مولد تخلیه دی‌الکتریک	اطمینان‌بخش جمکو پژوهشگاه استاندارد	چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران
ارتعاشات	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	ارتعاش‌سنج لرزاننده	جمکو	-
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	سنسور صوتی اتاقک آکوستیک	جمکو	-
افزایش دما	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	دماسنج منبع تغذیه	جمکو نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز پژوهشگاه استاندارد
تعیین مشخصه‌ها	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر	جمکو نماموتور پیشران	ایپکو چرخه طبیعت سبز پژوهشگاه استاندارد

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون
		واتمتر		
بی‌باری	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولتمتر واتمتر	جمکو چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران	پژوهشگاه استاندارد
اضافه‌سرعت	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	سرعت‌سنج / گشتاورسنج	جمکو پژوهشگاه استاندارد	چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران
دی‌الکتریک	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	مولد تخلیه دی‌الکتریک	اطمینان‌بخش جمکو پژوهشگاه استاندارد	چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران
ارتعاشات	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	ارتعاش‌سنج لرزاننده	جمکو	-
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	سنسور صوتی اتاقک آکوستیک	جمکو	-
تعیین تلفات	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولتمتر واتمتر	جمکو	چرخه طبیعت سبز
حداکثر گشتاور	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی SAE J2907	منبع تغذیه گشتاورسنج دینامومتر	نماموتور پیشران	ایپکو چرخه طبیعت سبز
حداکثر توان خالص	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی SAE J2907	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولتمتر واتمتر	نماموتور پیشران	ایپکو چرخه طبیعت سبز
حداکثر توان ۳۰ دقیقه‌ای	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی SAE J2907	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولتمتر	نماموتور پیشران	ایپکو چرخه طبیعت سبز

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون
		وات‌متر		
ارزیابی مصرف انرژی	خروجی موتور و سیستم پیشرانه SAE J2908	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر	نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی) IEC 60077-1	مولد فراتاخت مولد تخلیه جزئی مولد تخلیه الکترواستاتیکی مولد ضربه مولد پالس‌های تندگذر	مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک	-
بررسی فواصل ایمنی	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی) IEC 60077-1	-	پژوهشگاه استاندارد	-
بررسی فواصل خزشی	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی) IEC 60077-1	-	پژوهشگاه استاندارد	-
آزمون‌های محیطی	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی) IEC 60077-1	دماسنج رطوبت‌سنج اتاقک آب و هوایی فشارسنج	پژوهشگاه استاندارد	چرخه طبیعت سبز
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-3	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر	اطمینان‌بخش جمکو نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز
اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – اینورتر ISO 21782-3	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر	اطمینان‌بخش نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون
		وات‌متر		
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-2	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر	اطمینان‌بخش جمکو نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز
افزایش دما	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-3	دماسنج منبع تغذیه	اطمینان‌بخش جمکو نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز پژوهشگاه استاندارد
افزایش دما	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – اینورتر ISO 21782-3	دماسنج منبع تغذیه	اطمینان‌بخش نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز
افزایش دما	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-2	دماسنج منبع تغذیه	اطمینان‌بخش جمکو نماموتور پیشران	چرخه طبیعت سبز پژوهشگاه استاندارد
مشخصه گشتاور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-3	منبع تغذیه گشتاورسنج دینامومتر	نماموتور پیشران	ایپکو چرخه طبیعت سبز
مشخصه گشتاور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-2	منبع تغذیه گشتاورسنج دینامومتر	نماموتور پیشران	ایپکو چرخه طبیعت سبز پژوهشگاه استاندارد
گشتاور دندانه‌ای	سیستم پیشرانه خودروهای برقی –موتور مغناطیس دائم ISO 21782-3	منبع تغذیه گشتاورسنج	–	ایپکو چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران پژوهشگاه استاندارد
آزمون ریپل گشتاور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-2	منبع تغذیه گشتاورسنج	–	پژوهشگاه استاندارد
استقامت کارکرد موتور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-6	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان	–	چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران
استقامت کارکرد موتور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی –	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان	–	چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون
	سیستم موتور ISO 21782-5			
اضافه سرعت	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-6	سرعت‌سنج / گشتاورسنج	-	ایپکو چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران
اضافه سرعت	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-5	سرعت‌سنج / گشتاورسنج	-	ایپکو چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران
استقامت کارکرد مبدل	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – اینورتر ISO 21782-6	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان	اطمینان‌بخش	نماموتور پیشران
اضافه ولتاژ	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-5	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان	اطمینان‌بخش	چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران
آزمون تأیید قدرت شکست موتور (آزمون چرخش)	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-6	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان	-	چرخه طبیعت سبز نماموتور پیشران
افزایش دما	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	دماسنج منبع تغذیه	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
دی‌الکتریک	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	مولد تخلیه دی‌الکتریک	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
ارتعاشات	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	ارتعاش‌سنج لرزاننده	اطمینان‌بخش	-
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	سنسور صوتی اتاقک آکوستیک	-	-
تعیین تلفات	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
بررسی بصری	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-	-	-
تأیید ابعاد و تلورانس	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
وزن‌کشی	مبدل‌های قدرت	وزن‌سنج	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز	قابل انجام	دارای زیرساخت لازم و قابل ارتقا جهت انجام آزمون
	IEC 61287-1			
بررسی علائم	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-	-	-
عملکرد سیستم خنک‌کننده	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
نشتی	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-	-	-
درجه حفاظت	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-	-	-
مقاومت عایقی	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	مگر مولد تخلیه‌جزئی	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
سبک باری	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه بار تحلیل‌گر توان	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
کموتاسیون	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه بار	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
اضافه ولتاژ	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه ولت‌متر	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
تغییرات ناگهانی بار	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان بار	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	مولد فراتاخت مولد تخلیه جزئی مولد تخلیه الکترواستاتیکی مولد ضربه مولد پالس‌های تندگذر	-	-
تغییر پله‌ای ولتاژ خط	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
قطع کوتاه‌مدت ولتاژ تغذیه	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش
تقسیم جریان	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان	اطمینان‌بخش	اطمینان‌بخش

در جدول فوق آزمون‌های مربوط به سیستم پیشرانه خودروبرقی بر اساس استانداردهای IEC، SAE و ISO که در شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال داخل کشور قابل انجام می‌باشند گردآوری شده است. همچنین تجهیزات لازم

جهت انجام آزمون‌ها و دامنه کاربرد آزمون‌های فوق الذکر نیز بیان شده‌اند.

به منظور ارتقای آزمایشـگاه‌های داخلی جهت انجام تسـت‌ها اولویت اول را آزمون‌هایی که دارای زیر سـاخت لازم در داخل کشور می‌باشند قرار داد و بدین منظور آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های دارای زیر ساخت لازم جهت انجام آزمون‌ها مورد بررسی قرار گیرد. تجهیزات موجود و نواقص شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فوق با هدف تکمیل تجهیزات و زیر ساخت‌های لازم جهت انجام آزمون‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در ادامه میتوان به تامین تجهیزات مورد نیاز جهت انجام آزمون‌های غیر قابل انجام داخل کشور پرداخت.

همچنین آزمون‌های غیرقابل انجام، در جدول ۳-۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۳-۳ : آزمون‌های غیرقابل انجام در داخل کشور

آزمون	حوزه کاربرد	تجهیزات موردنیاز
بررسی بصری	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
بررسی علائم	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
نشتی	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
درجه حفاظت	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	مولد فراتاخت مولد تخلیه جزئی مولد تخلیه الکترواستاتیکی مولد ضربه مولد پالس‌های تندگذر

فصل چهارم

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین زیر ساخت‌های مهم برای د ست‌یابی به اهداف تعیین شده در صنعت خودروبرقی، شنا سایی توانمندی‌های داخل کشـــور می‌باشـــد. در فصـــل اول گزارش به بررســـی تجهیزات، آزمون‌های قابل انجام پیشـــرانه خودروهای برقی و بخش‌های مختلف آزمایشـــگاه در حوزه خودروهای برقی آزمایشـــگاه‌ها و شـــرکت‌های فعال در این حوزه پرداخته شده است.

مواردی که بررسی شده‌اند شامل ۴ آزمایشگاه خارجی و ۱۶ آزمایشگاه داخلی می‌باشند. آزمایشگاه‌های فعال داخلی در حوزه سیستم پیشرانه خودروبرقی و موتورهای الکتریکی شامل سه گروه زیر می‌باشند:

- آزمایشگاه‌های حوزه خودرو
- آزمایشگاه‌های ارائه‌دهنده خدمات به محصولات الکتروموتوری و درایو
- آزمایشگاه‌های داخلی تولیدکنندگان الکتروموتورها

آزمایشگاه‌های فعال خارجی در حوزه پیشرانه‌های خودرو برقی:

- آزمایشگاه AVL
- آزمایشگاه مگ‌ترول
- آزمایشگاه اتستو
- آزمایشگاه اپلاس + آیدیادا

آزمایشگاه‌های فعال داخلی در حوزه پیشرانه‌های خودرو برقی و موتورهای الکتریکی:

- شرکت آزمایش و تحقیقات قطعات و مجموعه‌های خودرو (ایتراک)
- شرکت طراحی، تحقیق و تولید موتور ایران‌خودرو (ایپکو)
- شرکت توسعه قوای محرکه دینا
- شرکت نما موتور پیشران
- شرکت دانش‌بنیان آزمایشگاه صنایع انرژی (اپیل)
- شرکت الکتروژن
- شرکت جمکو
- شرکت موتوژن
- شرکت توربوژنراتور شاهرود
- شرکت کیا الکتروموتور پارت
- شرکت مهندسی سازه الکترومکانیک نوآور
- شرکت سازه پویش
- مجتمع آزمایشگاهی چرخه طبیعت سبز
- پژوهشگاه استاندارد
- مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
- شرکت اطمینان‌بخش

با توجه به ضرورت ا ستاندارد سازی سیستم‌های پیشرانه خودروهای برقی و انجام تست‌های مربوطه، در فصل دوم این گزارش با بررسی استانداردهای بین‌المللی ISO، IEC و SAE اعم از IEC 60349-2، ISO 21782، IEC 61287-1، SAE J2907، SAE J2908 و استانداردهای ملی اعم از ۱۲۶۱۷-۲ و ۲۱۸۴۵-۱، به معرفی، دسته‌بندی

و تشریح آزمون‌های مربوط به موتورها و سیستم پیشرانه مورد استفاده در خودروهای برقی پرداخته شد.

طبق بررسی‌های انجام‌شده، استانداردهای IEC 60349-2 و ۱۲۶۱۷-۲ به معرفی آزمون‌های مربوط به موتورهای مورد استفاده در خودروهای برقی پرداخته‌اند. عنوان آزمون‌های مذکور به شرح زیر است:

- آزمون‌های نوعی
- آزمون‌های افزایش دما
- آزمون اضافه بار در مدت زمان کوتاه
- آزمون‌های استخراج مشخصه‌ها و رواداری‌ها
- آزمون افزایش سرعت
- آزمون ارتعاش (لرزش)
- آزمون دی‌الکتریک
- آزمون اندازه‌گیری نویز
- اندازه‌گیری تلفات

استانداردهای IEC 61287-1 و ۲۱۸۴۵-۱ به معرفی آزمون‌های مربوط به مبدل‌های مورد استفاده در خودروهای برقی پرداخته‌اند. عنوان آزمون‌های مذکور به شرح زیر است:

- بررسی بصری
- تأیید ابعاد و تلورانس
- توزین
- بررسی نشان‌گذاری‌ها
- بررسی عملکرد خنک‌کننده
- آزمون نشتی
- آزمون درجه حفاظت
- آزمون دی‌الکتریک
- آزمون حفاظت مکانیکی و الکتریکی و تجهیزات اندازه‌گیری
- آزمون بار سبک
- آزمون کموتاسیون
- اندازه‌گیری نویز آکوستیک
- آزمون افزایش دما
- اندازه‌گیری تلفات
- آزمون اضافه ولتاژ تغذیه و انرژی گذرا
- آزمون تغییر ناگهانی بار
- بررسی الزامات ایمنی
- آزمون تحمل ارتعاشات و شوک
- آزمون‌های سازگاری الکترومغناطیسی
- آزمون تغییر پله‌ای ولتاژ خط

- آزمون قطع کوتاه‌مدت تغذیه
- آزمون پخش‌شدن جریان

استانداردهای SAE J2907 و SAE J2908 به شرح برخی آزمون‌های مربوط به مجموعه موتور و سیستم پیشرانه خودروهای برقی می‌پردازند. این آزمون‌ها تمام زیر سیستم‌های موتور درایو برقی ریلی و جاده‌ای را صرف‌نظر از نوع کاربردشان پوشش می‌دهد.

در نهایت استاندارد ISO 21782 به شرح برخی آزمون‌های مربوط به سیستم پیشرانه خودروهای برقی (شامل موتور، مبدل و سیستم موتور) پرداخته است، که این آزمون‌ها به شرح زیر هستند:

- آزمون اندازه‌گیری تلفات و بازدهی (و نرخ تبدیل)
- آزمون افزایش دما
- آزمون مشخصه گشتاور
- آزمون ریپل گشتاور سیستم موتور
- آزمون گشتاور دندانه‌ای (کاگینگ) موتور

همچنین مطابق برر سی‌های انجام شده در ا ستانداردهای مذکور، برای انجام آزمون‌های مختلف معرفی شده به تجهیزاتی نیاز است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- منبع تغذیه
- تحلیل‌گر توان
- ولت‌متر
- وات‌متر
- آمپرمتر
- دماسنج
- سرعت‌سنج / گشتاورسنج
- سنسور سرعت / گشتاور
- مولد اختلالات الکترومغاطی سی (مولد فراتاخت، مولد تخلیه الکتروا ستاتیکی، مولد پالس‌های الکتریکی تندگذر، مولد ضربه و ...)
- اتاقک آب و هوایی
- میز ارتعاش و لرزاننده
- ارتعاش‌سنج

که به فراخور نوع آزمون در حال انجام، موردنیاز و قابل استفاده هستند.

فصل سوم این گزارش بعد از معرفی اعضای گروه خبرگان پروژه، به بیان مشروح متن مذاکرات انجام شده در جلساتی که با خبرگان حوزه خودروی برقی متشکل از شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در این زمینه و همچنین برخی نهادهای ذی‌ربط در آن آورده شده است. با توجه به موارد مذکور و پاسخ‌های دریافتی از شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در حوزه خودروهای برقی، در فصل سوم وضعیت بخش‌های داخلی برای انجام آزمایش‌های مربوط به خودروهای برقی ارائه شده است. آزمون‌های قابل انجام داخل کشور در جدول ۴-۱ ارائه شده است.

جدول ۴-۱ : آزمون‌های قابل انجام در شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های داخلی

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز
افزایش دما	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	دماسنج منبع تغذیه
حرارتی کوتاه‌مدت	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	دماسنج منبع تغذیه
تعیین مشخصه‌ها	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
اضافه سرعت	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	سرعت‌سنج / گشتاورسنج
دی‌الکتریک	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	مولد تخلیه دی‌الکتریک
ارتعاشات	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	ارتعاش‌سنج لرزاننده
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	سنسور صوتی اتاقک آکوستیک
افزایش دما	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	دماسنج منبع تغذیه
تعیین مشخصه‌ها	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
بی‌باری	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
اضافه‌سرعت	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	سرعت‌سنج / گشتاورسنج
دی‌الکتریک	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	مولد تخلیه دی‌الکتریک
ارتعاشات	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل	ارتعاش‌سنج

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز
	IEC 60349-4	لرزاننده
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	موتورهای سنکرون آهنربای دائم متصل به مبدل IEC 60349-4	سنسور صوتی اتاقک آکوستیک
تعیین تلفات	موتورهای ترکشن AC تغذیه‌شونده با مبدل IEC 60349-2	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
حداکثر گشتاور	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی SAE J2907	منبع تغذیه گشتاورسنج دینامومتر
حداکثر توان خالص	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی SAE J2907	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
حداکثر توان ۳۰ دقیقه‌ای	زیرسیستم پیشرانه خودروهای برقی SAE J2907	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
ارزیابی مصرف انرژی	خروجی موتور و سیستم پیشرانه SAE J2908	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی) IEC 60077-1	مولد فراتاخت مولد تخلیه جزئی مولد تخلیه الکترواستاتیکی مولد ضربه مولد پالس‌های تندگذر
بررسی فواصل ایمنی	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی) IEC 60077-1	-

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز
بررسی فواصل خزشی	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی) IEC 60077-1	-
آزمون‌های محیطی	تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در وسایل نقلیه ریلی (از جمله مبدل الکتریکی) IEC 60077-1	دماسنج رطوبت‌سنج اتاقک آب و هوایی فشارسنج
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-3	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
اندازه‌گیری تلفات، بازدهی و نرخ تبدیل	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – اینورتر ISO 21782-3	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
اندازه‌گیری تلفات و بازدهی	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-2	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
افزایش دما	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-3	دماسنج منبع تغذیه
افزایش دما	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – اینورتر ISO 21782-3	دماسنج منبع تغذیه
افزایش دما	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-2	دماسنج منبع تغذیه
مشخصه گشتاور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-3	منبع تغذیه گشتاورسنج دینامومتر
مشخصه گشتاور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-2	منبع تغذیه گشتاورسنج دینامومتر
گشتاور دندانه‌ای	سیستم پیشرانه خودروهای برقی –موتور مغناطیس دائم ISO 21782-3	منبع تغذیه گشتاورسنج

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز
آزمون ریپل گشتاور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-2	منبع تغذیه گشتاورسنج
استقامت کارکرد موتور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-6	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان
استقامت کارکرد موتور	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-5	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان
اضافه سرعت	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-6	سرعت‌سنج / گشتاورسنج
اضافه سرعت	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-5	سرعت‌سنج / گشتاورسنج
استقامت کارکرد مبدل	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – اینورتر ISO 21782-6	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان
اضافه ولتاژ	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – سیستم موتور ISO 21782-5	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان
آزمون تأیید قدرت شکست موتور (آزمون چرخش)	سیستم پیشرانه خودروهای برقی – موتور الکتریکی ISO 21782-6	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان
افزایش دما	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	دماسنج منبع تغذیه
دی‌الکتریک	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	مولد تخلیه دی‌الکتریک
ارتعاشات	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	ارتعاش‌سنج لرزاننده
اندازه‌گیری نویز آکوستیک	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	سنسور صوتی اتاقک آکوستیک
تعیین تلفات	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان آمپرمتر ولت‌متر وات‌متر
بررسی بصری	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
تأیید ابعاد و تلورانس	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
وزن‌کشی	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	وزن‌سنج
بررسی علائم	مبدل‌های قدرت	-

آزمون	دامنه کاربرد	تجهیزات مورد نیاز
	IEC 61287-1	
عملکرد سیستم خنک‌کننده	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه
نشتی	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
درجه حفاظت	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
مقاومت عایقی	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	مگر مولد تخلیه‌جزئی
سبک باری	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه بار تحلیل‌گر توان
کموتاسیون	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه بار
اضافه ولتاژ	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه ولت‌متر
تغییرات ناگهانی بار	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان بار
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	مولد فراتاخت مولد تخلیه جزئی مولد تخلیه الکترواستاتیکی مولد ضربه مولد پالس‌های تندگذر
تغییر پله‌ای ولتاژ خط	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان
قطع کوتاه‌مدت ولتاژ تغذیه	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان
تقسیم جریان	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	منبع تغذیه تحلیل‌گر توان

در جدول فوق آزمون‌های مربوط به سیستم پیشرانه خودروبرقی بر اساس استانداردهای IEC، SAE و ISO که در شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال داخل کشور قابل انجام می‌باشند گردآوری شده است. همچنین تجهیزات لازم جهت انجام آزمون‌ها و دامنه کاربرد آزمون‌های فوق الذکر نیز بیان شده‌اند.

همچنین آزمون‌های غیرقابل انجام، در
جدول ۴-۲ ارائه شده‌اند.

جدول ۴-۲ : آزمون‌های غیرقابل انجام در داخل کشور

آزمون	حوزه کاربرد	تجهیزات موردنیاز
بررسی بصری	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
بررسی علائم	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
نشتی	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
درجه حفاظت	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	-
سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)	مبدل‌های قدرت IEC 61287-1	مولد فراتاخت مولد تخلیه جزئی مولد تخلیه الکترواستاتیکی مولد ضربه مولد پالس‌های تندگذر

به منظور ارتقای آزمایشگاه‌های داخلی جهت انجام تست‌ها اولویت اول را آزمون‌هایی که دارای زیر ساخت لازم در داخل کشور می‌باشند قرار داد و بدین منظور آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های دارای زیر ساخت لازم جهت انجام آزمون‌ها مورد بررسی قرار گیرد. تجهیزات موجود و نواقص شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فوق با هدف تکمیل تجهیزات و زیر ساخت‌های لازم جهت انجام آزمون‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در ادامه می‌توان به تامین تجهیزات مورد نیاز جهت انجام آزمون‌های غیر قابل انجام داخل کشور پرداخت.

با بررسی آزمایشگاه‌ها و توانمندی‌های داخل کشور و بررسی نقاط ضعف داخلی، لازم است که برای صنعت خودروهای برقی در کشور، آینده‌نگری شود. یکی از پاسخ‌های مناسبی که می‌توان برای این موضوع درنظرداشت، این است که با توجه به توانمندی‌های آزمایشگاه‌های خارجی و تعیین نقاط ضعف آزمایشگاه‌های داخلی در صورت نیازمند بودن به آزمون‌هایی که امکان انجام آن در داخل امکان‌پذیر نبوده، راهکارهای ذیل اتخاذ گردند:

- در صورت داشتن بودجه و زمان مناسب، می‌توان تجهیزات موردنیاز برای تست را به همراه دانش فنی آن به کشور وارد کرد.
- درصورتی‌که برای اولین بار این امر صورت می‌پذیرد، بهتر است، برای هرچه بهتر مشخص شدن ریسک‌های این عمل، تجهیز را برای تست به شرکت یا آزمایشگاه موردنظر ارسال نمود، یا در صورت امکان آن را اجاره نمود.

پیوست ۱

Code of report: 11-4-JEM-EX-1

JEMCO
شرکت ماشین های الکتریکی جوین
Jovain Electrical Machines Co.

Three phase asynchronous motor

Type test report

Type YCS2163-4A0	Workcode 11-4-JEM-EX-1
Code	Power 11 kW
Voltage 400 V	Current 21.1 A
Cnnection Δ	Speed 1472 r/min

Test date 1399.08.22

Test	Calculation
Checked by	Approved by

JOVAIN ELECTRIC MACHINES INDUSTRIES CO.

Three phase asynchronous motor					11-4-JEM-EX-1	
Type Test Report					Page 1	Total 10
No.	Performance	Test value	Designed value	Standard value	Tolerance	Conclusion
1	Power (kW)	11.000				
2	Stator current (A)	22.341				
3	Rotor Voltage (V)					
4	Rotor current (A)					
5	Stator phase resistance 75 ℃(Ω)	0.65647				
6	Rotor phase resistance 75 ℃(Ω)					
7	No load current (A)	11.808				
8	Iron loss (kW)	0.427				
9	Mechanical loss (kW)	0.196				
10	Additional loss (kW)	0.062				
11	Stator copper loss(kW)	0.328				
12	Rotor copper loss (kW)	0.201				
13	Efficiency (%)	90.898				
14	Slip (%)	1.753	2.000			
15	Power factor	0.790				
16	Speed (r/min)	1474.910				
17	Rotor locked current (mul.)	7.897				
18	Rotor locked torque (mul.)	2.803				
19	The min. torque (mul.)					
20	The max.torque (mul.)	3.870				
21	2 min of over current test (A)					
22	Stator coil temperature rise (K)	59.710				
23	Rotor coil temperature rise (K)					
24	Stator core temperature rise (K)					
25	Bearing temperature at extension side(℃)	55.500				
26	Bearing temperature at noextension side (℃)					
27	Noise (dB)					
28	Vibration (mm/s)					
29	3 min. of voltage boosted test(V)					
30	2 min. of overspeed test(Hz)					
31	Slipring temperature (℃)					
32	Inertia moment (kg.m^2)					
33	1 min. of stator withstand voltage test (V)					
34	1 min of rotor withstand voltage test(V)					
Note:						

Three phase asynchronous motor						11-4-JEM-EX-1	
Type Test Report						Page 2	Total 10

1. Cold state DC resistance:

Stator(Ω)--line			Rotor(Ω)--Line			Ambient temperature
R-1	R-2	R-3	R-1	R-2	R-3	℃
0.36	0.36	0.36				20.0

Insulation resistance(MΩ)		Withstand voltage(V)		HighVoltage(%Un)	OverSpeed(r/min)
Stator(cold/thermal)	Rotor(cold/thermal)	Stator	Rotor	3 min	2 min

3. measurement of voltage ratio

Rotor voltage(V)			Stator voltage(V)		

4. no-load test: No-load test thermal resistance R= 0.373Ω

Voltage (V)			Current (A)			Power (kW)	
U1	U2	U3	I1	I2	I3	P1	P2
439.76	439.75	440.62	15.35	15.3	15.27	0.98	
399.94	400.55	401.43	11.87	11.82	11.89	0.7	
359.39	359.6	360.43	9.6	9.51	9.55	0.55	
320.54	320.76	321.28	8.15	8.11	8.12	0.43	
280.41	280.56	280.99	6.91	6.87	6.88	0.35	
239.0	239.84	240.23	5.77	5.7	5.97	0.29	
200.37	200.98	201.42	4.83	4.78	5.02	0.3	

5. Rotor locked test: Rotor locked test thermal resistance R= 0.374Ω

Voltage (V)			Current (A)			Power (kW)		Torque (N.m)
U1	U2	U3	I1	I2	I3	P1	P2	T
128.4	129.16	128.69	51.37	52.42	51.91	4.28		
109.8	109.09	110.2	42.29	43.14	42.69	2.91		
84.16	83.77	84.24	30.83	31.53	31.28	1.56		
59.97	59.24	59.78	21.25	21.73	21.56	0.71		
28.44	26.82	27.43	10.01	10.26	10.04	0.15		

Three phase asynchronous motor													11-4-JEM-EX-1	
Type Test Report													Page 3	Total 10

6. Direct load method temperature rise test

Time		Voltage(V)	Current(A)	power (kW)		Readings of thermometer(°C)								
hour	min.	×1.0	×1.0	×1.0	×1.0	Core	Slipring	Frame	Coil	Bearing	Bearing	In-air	Out-air	Ambient
01	13	400.0	23.00	12.62				27.1			26.6			23.4
02	13	400.7	22.06	12.11				50.6			50.2			26.8
03	13	399.8	22.58	12.54				54.2			54.8			27.3
04	13	401.9	22.41	12.45				56.1			55.5			27.9

Note:the first bearing is at extention side,the second bearing is at the no-extension side

Direct load method temperature rise test thermal DC resistance

Stator	Time(S)	20	30	40	50	60	
	Resistance(Ω)	0.456	0.452	0.45	0.448	0.447	
Rotor	Time(S)						
	Resistance(Ω)						

7. Voltage dropped load method temperature rise test

Time		Voltage(V)	Current(A)	power (kW)		Readings of thermometer(°C)								
						Core	Slipring	Frame	Coil	Bearing	Bearing	In-air	Out-air	Ambient

Note:the first bearing is at extention side,the second bearing is at the no-extension side

Voltage dropped load method temperature rise test thermal DC resistance

Stator	Time(S)						
	Resistance(Ω)						
Rotor	Time(S)						
	Resistance(Ω)						

Three phase asynchronous motor						11-4-JEM-EX-1		
Type Test Report						Page 4		Total 10

8. Load test: Power Frequency f= 50.07 Hz

Voltage (V)			Current (A)			Power (kW)		Speed (r/min)
U1	U2	U3	I1	I2	I3	P1	P2	n
400.06	400.87	401.24	31.37	31.74	31.95	18.51		1459.0
400.0	400.85	401.17	25.82	26.12	26.29	14.81		1468.0
399.63	400.46	400.85	21.62	21.86	22.02	11.83		1476.0
399.87	400.69	400.96	15.41	15.52	15.67	6.79		1489.0
400.26	400.44	401.1	11.45	11.43	11.41	1.32		1500.0

9. Noise l*w*h =

Measuring point	1	2	3	4	5	6	7	Environment
Base surface S(dB)								
Auxiliary surface S1(dB)								
Auxiliary surfase S2(dB)								

Ambient temperature t= °C | Ambient air pressure P0= kPa | Note:Environment data of S1 and S2 is the distance

10. vibration

Order	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vibration(mm/s)									

11. Low frequency rotor-locked test:

voltage (V)			Current (A)			Power (kW)		Frequency (Hz)
U1	U2	U3	I1	I2	I3	P1	P2	f

12. Moment of Inertia

Time(s)									
Speed(r/min)									

Three phase asynchronous motor				11-4-JEM-EX-1	
Type Test Report				Page 5	Total 10

No-load test data analysis:

U0 (V)	$(U0/Un)^2$	I0(A)	P0(kW)	P0cu1(kW)	Pfe+Pfw(kW)
440.0	1.21	15.31	0.98	0.13	0.85
400.6	1.00	11.86	0.70	0.08	0.62
359.8	0.81	9.55	0.55	0.05	0.50
320.9	0.64	8.13	0.43	0.04	0.40
280.7	0.49	6.89	0.35	0.03	0.32
239.7	0.36	5.81	0.29	0.02	0.27
200.9	0.25	4.88	0.30	0.01	0.28

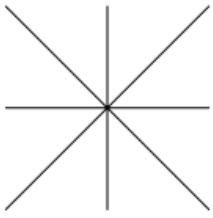
Rotor-locked test data analysis:

Uk (V)	Ik (A)	Pk(kW)
128.75	51.90	4.28
109.70	42.71	2.91
84.05	31.21	1.56
59.66	21.51	0.71
27.56	10.11	0.15

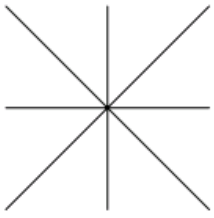
Find the Max. torque with circular chart

I0r =0.452A	I0x =6.854A
Ikn =93.097A	Pkn =41.305kW
Ikr =34.421A	Ikx =86.500A
K =33.969A	H =79.646A
r =47.067A	I2k =86.588A
T =48424.790	Kt =3.870 Times

Air Gap:

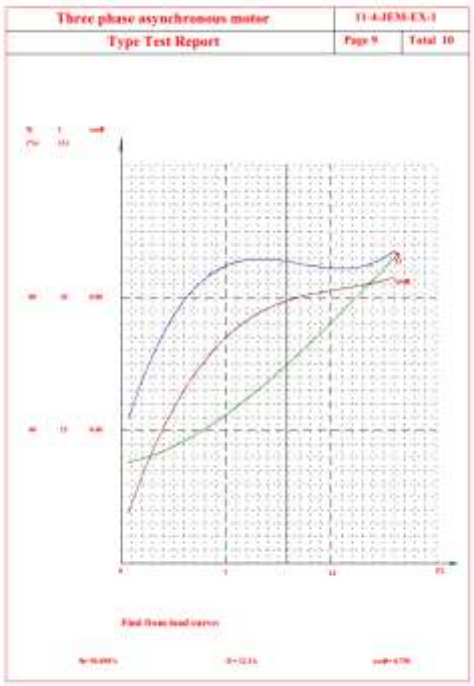


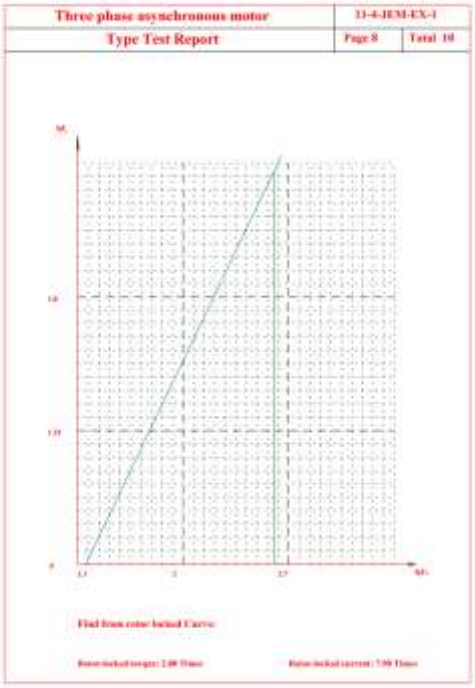
Front

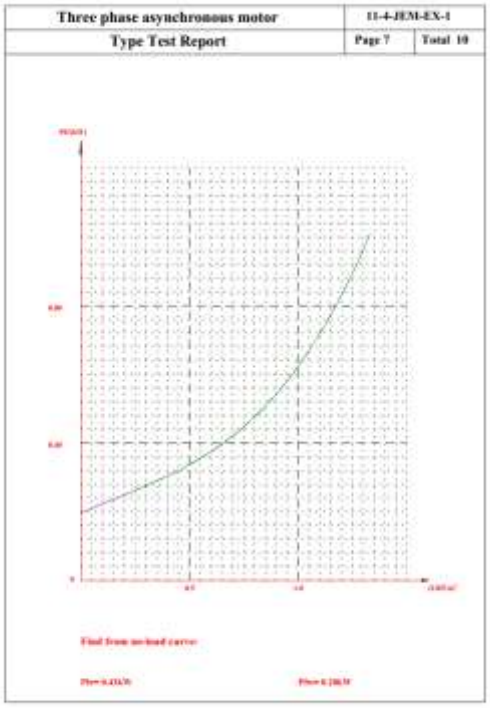


Back

Three phase asynchronous motor						11-4-JEM-EX-1		
Type Test Report						Page 6		Total 10
Load test data analysis:								
VoltageU (V)	400.72	400.67	400.31	400.51	400.60			
CurrentI (A)	31.69	26.08	21.83	15.53	11.43			
Input power P1 (kW)	18.51	14.81	11.83	6.79	1.32			
Speed nt (r/min)	1459.00	1468.00	1476.00	1489.00	1500.00			
Slip Sref (%)	2.720	2.163	1.689	0.914	0.134			
Power Factor cosφ	0.842	0.818	0.782	0.630	0.166			
Iron Loss Pfe (kW)	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43			
Stator Loss Pcu1(kW)	0.66	0.45	0.31	0.16	0.09			
Rotor Loss Pcu2(kW)	0.47	0.30	0.19	0.06	0.00			
Stray Loss Ps (kW)	0.12	0.08	0.06	0.03	0.02			
Mechanical Loss Pfw (kW)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20			
Loss in total ΔP (kW)	1.88	1.46	1.18	0.87	0.73			
Power output P2 (kW)	16.63	13.35	10.65	5.92	0.59			
Efficiency η (%)	89.84	90.17	90.01	87.21	44.86			
Finding Efficiency with circular chart								


Three phase asynchronous motor
Type Test Report
Page 9
Total 10


Three phase asynchronous motor
Type Test Report
Page 8
Total 10


Three phase asynchronous motor
Type Test Report
Page 7
Total 10

مراجع

[1] **www.avl.com**

[2] **www.magtrol.com**

[3] **www.atestovan.com**

[4] **www.applus.com**

[5] **www.itrak.ir**

[6] **www.ip-co.com**

[7] **www.dinamotors.com**

[8] **www.nemamotor.ir**

[9] **www.epil.ir**

[10] **https://fa.electrogen.com**

[11] **www.jemcomotor.ir**

[12] **www.motogen.com**

[13] **www.turbogen.co.ir**

[14] **www.kep-electromotor.ir**

[15] **www.samelectro.ir**

[16] **www.sazehpouyesh.co**

[17] **www.ctslab.ir**

[18] **www.standard.ac.ir**

[19] **www.rcii.ir**

[20] **www.etminanbakhsh.com**

[21] IEC 60349-2: Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part2: Electronic converter-fed alternating current motors.

[۲۲] استاندارد ملی ۲-۱۲۶۱۷: راه‌آهن ترکشن الکتریکی – ماشین‌های الکتریکی دوار برای راه آهن و خودروهای جاده‌ای – قسمت دوم: موتورهای جریان متناوب تغذیه‌شده با مبدل الکترونیکی

[23] IEC 61287-1: Railway applications – Power converters installed on board rolling stock - Part1: Characteristics and test methods.

[۲۴] استاندارد ملی ۱-۲۱۸۴۵: کاربردهای راه‌آهن – مبدل‌های تغذیه نصب‌شده روی وسایل نقلیه ریلی – قسمت ۱: مشخصه‌ها و روش‌های آزمون

[25] SAE J2907: Performance Characterization of Electrified Powertrain Motor-drive Subsystem.

[26] SAE J2908: Vehicle Power Test for Electrified Powertrains

[27] ISO 21782: Electrically propelled road vehicles - Test specification for electric propulsion components.

تهران - شهرک قدس - انتهای بلوار شهید دادمان (پونک باختری) - صندوق پستی ۵۱۷-۱۴۶۶۵
تلفن : ۸۸۰۷۹۴۰۰ - فاکس : ۸۸۰۷۸۲۹۶