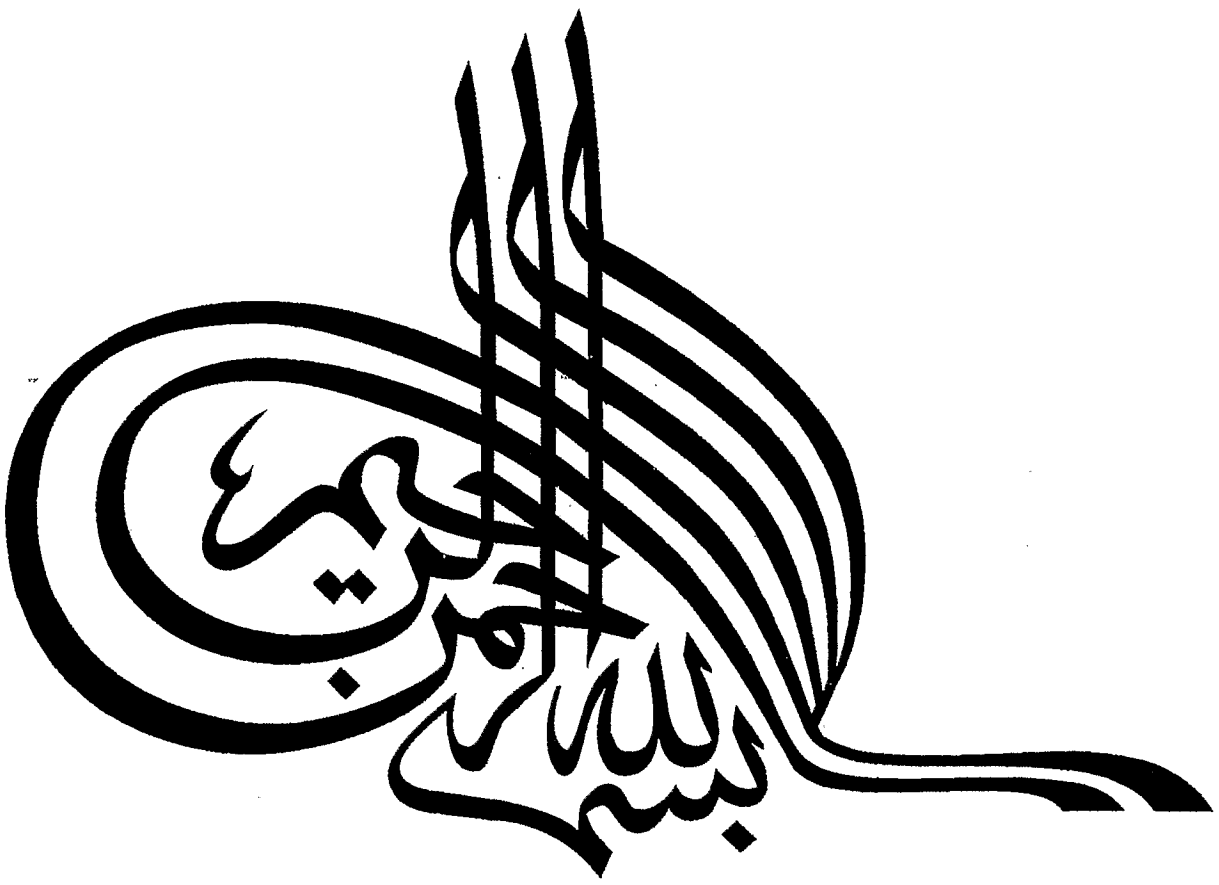

٤٨٢٨٤

۱۳۸۲ /۵/ ۲۷

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

دانشکده مهندسی مکانیک

طراحی دستگاه تست فرمان و ارائه نرم افزار کنترل آن

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی مکانیک-ساخت وتولید

کورش ناصر ممتحن

استاد راهنما :دکتر معدولیت

٤٨٢٨٤

دی ماه ۱۳۸۱

چکیده

سیستم فرمان از مهمترین بخشهای خودرو و دارای بالاترین درجه ایمنی می‌باشد به همین جهت آزمون دوام و عملکرد آن، از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف از این پژوهش دستیابی به یک طراحی بهینه و در نهایت ساخت دستگاهی است که بتواند سازندگان فرمان را با بوجود آوردن شرایط بحرانی وارد بر فرمان (که ناشی از عوامل محیطی- جاده ای و یا بارهای وارده به فرمان از سمت غربیلک به تایرها و یا از تایرها به فرمان می‌باشد) از عملکرد و دوام فرمان مطمئن سازد. طراحی مکانیکی دستگاه به گونه‌ای است که قابلیت سوار کردن و تست انواع فرمان با سیستم دنده شانه‌ای[1] و پینیون و همچنین تنظیم زوایای اولیه فرمان بر اساس وضعیت مونتاژ شده در خودرو را دارا می‌باشد. با استفاده از محفظه پا شش آب گل آلود و یا محفظه هوای گرم توانایی شبیه‌سازی و اعمال شرایط محیطی خاص نیز وجود دارد. بارگذاری سیکلی روی فرمان ،به گونه‌ای انجام می پذیرد که مقادیر گشتاور، فرکانس آزمون وشکل موج در ورودی (محور پینیون[2]) تنظیم گردند تا بارگذاری و شکل موج در خروجی (میل رابط[3]) به گونه‌ای دلخواه تنظیم گردند. استفاده از مکانیزم های ابداعی جهت طراحی بهینه مد نظر قرار گرفته است. به کمک مکانیزم بازیافت انرژی[4] در طراحی سیستم بوجود آورنده بار مقاوم، توان مصرفی دستگاه به اندازه قابل توجهی تقلیل پیدا کرده است. در این پروژه در ابتدا با توجه به استانداردهای تست دوام و عملکرد فرمان، چگونگی شرایط انجام آزمون مشخص شد و با توجه به آن عملکرد دستگاه تعیین، و سپس طراحی مکانیکی مکانیزمهای دستگاه انجام شده است و سپس چگونگی شرایط انجام تست و پارامترهایی که در استاندارد مشخص شده توسط نرم افزار کامپیوتری کنترل و مونیتور گردید.

کلید واژه :سیستم فرمان، پینیون، دستگاه آزمون دوام و عملکرد ، جعبه فرمان، بازیافت انرژی

Keyword: Steering system, Durability Test, Endurance Test Device, Rack & pinion, Energy Saving

---

[1] Rack
[2] Pinion
[3] Tie rod
[4] Energy saving

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	
فهرست مطالب	
فصل اول .مقدمه وکلیات	**۲**
مقدمه	۳
۱-۱-تعریف مسئله	۴
۱-۲-ضرورت انجام پروژه	۴
۱-۳-فرضیات پروژه	۴
۱-۴-ساختار پایان نامه	۵
۱-۵-معرفی سیستم فرمان	۶
۱-۵-۱-انواع سیستمهای فرمان	۶
۱-۵-۲-سیستم فرمان لینکی	۷
۱-۵-۳-کلیاتی راجع به مدلسازی سینماتیکی اجزاء سیستم فرمان	۸
۱-۶-سیستم دنده شانه ای و پینیون	۹
۱-۶-۱- انواع سیستم‌های دنده شانه ای و پینیون	۱۱
۱-۶-۲- کلیاتی راجع به مدلسازی سینماتیکی اجزاء سیستم فرمان دنده شانه ای-پینیون	۱۲
۱-۷-سیستم فرمان پراید	۱۳
۱-۷-۱- عملکرد سیبک در جعبه فرمان	۱۶
۱-۸-مروری بر روشهای تجربی در مهندسی	۱۷
۱-۸-۱-تستهای استاتیکی سیستم فرمان	۱۸
۱-۸-۲-تستهای دینامیکی سیستم فرمان	۱۹
۱-۹-معیارهای تدوین استاندارد	۲۱
۱-۹-۱-بررسی شرایط آزمون	۲۲
۱-۱۰-تست دوام و عملکرد برای گشتاور ورودی	۲۳
۱-۱۰-۱-شرایط تست	۲۳
۱-۱۰-۲-رویه انجام تست	۲۴
۱-۱۰-۳-شرایط عمومی تستها	۲۴
۱-۱۰-۴-موارد مورد اندازه‌گیری و ثبت کردن آنها.	۲۴
۱-۱۰-۵-شرح آزمایش دوام در عملکرد معمولی	۲۶
۱-۱۰-۶-شرایط پذیرش	۲۶
۱-۱۰-۷-آزمایش دوام در دمای بالا	۲۷
۱-۱۰-۸-آزمایش دوام در آب گل آلود	۲۷
۱-۱۰-۹-شرایط پذیرش	۲۷

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل دوم.طراحی مکانیزم‌ها و بکارگیری تلرانسهای ساخت	**۲۸**
۲-۱-چگونگی طراحی یک دستگاه فراگیر تست فرمان	۲۹
۲-۲-مکانیزم دستگاه	۲۹
۲-۳-استفاده از مکانیزم با تقارن مرکزی	۳۳
۲-۴-مکانیزم با تقارن محوری	۳۵
۲-۴-۱-شبیه‌سازی مکانیزم (سینماتیکی و دینامیکی) دستگاه	۳۶
۲-۴-۲-مدلسازی مکانیزم	۳۶
۲-۵-مکانیزم تنظیم زاویه متعامد (کارتزین)	۳۹
۲-۵-۱-مجموعه فیکسچر فرمان	۳۹
۲-۵-۲-شیارهای Tشکل	۴۱
۲-۵-۳-سیستم انتقال نیرو به پینیون	۴۲
۲-۵-۴-مکانیزم مارپیچی شکل	۴۳
۲-۵-۵-مکانیزم بومرنگی شکل	۴۵
۲-۵-۶-تکیه گاه سیلندر	۴۷
۲-۵-۷-مجموعه H شکل	۴۸
۲-۵-۸-مجموعه ذخیره انرژی و محافظ گشتاورسنج	۴۹
۲-۵-۹-مکانیزم محافظ نیروسنج	۵۰
فصل سوم.محاسبات فنی	**۵۷**
۳-۱-محاسبه نیروهای وارد به فرمان	۵۸
۳-۱-۱-محاسبه نیروی دو سر دنده شانه ای	۵۸
۳-۲-بررسی پیچ های داخل شیارهای T شکل	۶۰
۳-۳-محاسبات سیستم فیکسچرینگ فرمان	۶۱
۳-۴-محاسبه زاویه مارپیچ مناسب برای مکانیزم مارپیچی	۶۳
۳-۵-آنالیز المان محدود تنشهای بومرنگی تحت بارگذاری نیرو	۶۵
۳-۶-بررسی و انجام محاسبات جوش	۶۶
۳-۶-۱-تخمین گشتاور حاصل از اینرسی	۶۷
۳-۶-۲-بیشترین گشتاور حاصل از اینرسی	۶۷
۳-۷-تعیین یاتاقان های مکانیزم بومرنگی	۶۹
۳-۸-مونتاژ یاتاقانها	۷۱
۳-۸-۱-ناهم محوری مجاز	۷۱
۳-۸-۲-ناهمحوری زاویه‌ای مجاز بین یاتاقان و شفت	۷۲

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۹-طراحی مجموعه میل رابط و سیبک های متصل به مکانیزم بومرنگی	۷۳
۳-۹-۱-سیبک چپقی	۷۳
۳-۹-۲-سیبک مشتی	۷۴
۳-۹-۳-میل رابط سیبک ها	۷۵
۳-۹-۴-تعیین ضریب اطمینان میل رابط بر اساس خستگی	۷۵
۳-۱۰-طراحی مکانیزم محافظ نیرو سنج	۷۷
۳-۱۰-۱-طراحی قطعه واسط میله سیلندر و نیرو سنج	۷۹
۳-۱۰-۲-تعیین حد دوام	۷۹
۳-۱۰-۳-طراحی قطعه واسط بین محافظ و میل رابط	۸۱
۳-۱۱-آنالیز فرکانسی پایه IPB	۸۲
۳-۱۲-مکانیزم ذخیره انرژی	۸۳
۳-۱۲-۱-انتخاب و طراحی چرخدنده های مکانیزم بازیافت انرژی	۸۳
۳-۱۲-۲-در نظر گرفتن تعداد دندانه پیش فرض برای چرخدنده ها	۸۴
۳-۱۲-۳-محاسبه ظرفیت خمشی	۸۵
۳-۱۲-۴-محاسبه بار استهلاکی	۸۵
۳-۱۲-۵-محاسبه بار دینامیکی	۸۶
۳-۱۲-۶-مشخصات چرخدنده انتخابی	۸۷
۳-۱۲-۷-تعیین ابعاد خار بین یکسو گرد و قطعه واسط یکسو گرد و پینیون	۸۸
۳-۱۲-۸- تعیین قطر شفت d	۸۹
۳-۱۲-۹-انتخاب یکسو گرد	۹۰
فصل چهارم.سیستم کنترل	**۹۱**
۴-۲-انتخاب عمل کننده ها	۹۲
۴-۲-۱-محاسبه مشخصات محرک دورانی	۹۳
۴-۳-نحوه ایجاد و تنظیم گشتاور	۹۳
۴-۴-محاسبه فرکانس تست	۹۴
۴-۵-کنترل دور موتور	۹۴
۴-۵-۱-ترمینال های کنترلی راه انداز	۹۵
۴-۵-۲-محاسبه محدوده فرکانس کاری موتور	۹۵
۴-۵-۳-راه اندازی درایور	۹۵
۴-۵-۴-ضریب جبران خطای موتور	۹۶
۴-۵-۵-محاسبه مقاومت فاز به فاز موتور	۹۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۵-۶-تنظیم مدت زمان شتاب افزایشی و کاهشی	۹۶
۴-۵-۷-فعال کردن ورودی آنالوگ	۹۶
۴-۶-سنسورهای اندازه گیری	۹۷
۴-۶-۱-نصب و راه‌اندازی و نحوه عملکرد ترنس دیوسرهای نیرو	۹۷
۴-۶-۲-دامنه عملکرد	۹۷
۴-۶-۳-شرایط محل نصب	۹۸
۴-۶-۴-بار نامی و دامنه اندازه‌گیری (ظرفیت)	۹۸
۴-۶-۵-خروجی سیستم در هنگام بارگذاری	۹۸
۴-۶-۶-مشخصات نیرو سنج های انتخابی	۹۹
۴-۶-۷-گشتاورسنج	۱۰۰
۴-۷-سیستم هیدرولیکی	۱۰۰
۴-۷-۱-محاسبه مشخصات سیلندرها	۱۰۰
۴-۷-۲-بررسی ضریب اطمینان میله پیستون با توجه به کمانش حاصل از بار محوری	۱۰۱
۴-۷-۳-محاسبه دبی ورودی و خروجی سیلندرها	۱۰۱
۴-۸-بررسی سیستمهای مختلف ایجاد بار مقاوم	۱۰۲
۴-۸-۱-استفاده از دمپر	۱۰۲
۴-۸-۲-استفاده از شیر کنترل فشار	۱۰۴
۴-۸-۳-معایب این سیستم	۱۰۵
۴-۹-سیستم ذخیره انرژی	۱۰۶
۴-۱۰-انتخاب قطر شلنگ مناسب برای اتصالات	۱۰۹
۴-۱۱-سیستم جبران نشتی	۱۰۹
۴-۱۲-انتخاب فیلتر	۱۰۹
۴-۱۳-نرم‌افزار سیستم کنترل	۱۱۰
۴-۱۳-۱-نحوه نمونه برداری از سنسورها	۱۱۰
۴-۱۳-۲-راه اندازی کارت	۱۱۰
۴-۱۳-۳-مشخصات کارت	۱۱۱
۴-۱۳-۴-جدول آدرس‌های ورودی و خروجی	۱۱۱
۴-۱۳-۵-رجیسترهای D/A	۱۱۲
۴-۱۳-۶-برنامه‌ای کنترل دور موتور بصورت سینوسی	۱۱۲
۴-۱۳-۷-محاسبه پارامترهای مورد نیاز برای کنترل دور موتور دستگاه تست فرمان	۱۱۳
۴-۱۳-۸-برنامه کنترل دور موتور توسط اینورتر	۱۱۴
۴-۱۳-۹-رجیسترهای A/D	۱۱۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۱۳-۱۰-برنامه نمونه برداری از یکی از کانال‌های A/D کارت	۱۱۵
۴-۱۳-۱۱-دستور نوشتن در D/A	۱۱۶
۴-۱۳-۱۲-دستور خواندن از A/D	۱۱۷
۴-۱۴-فلوچارت عملکرد و منوهای نرم‌افزار	۱۱۷
۴-۱۴-۱-فلوچارت کالیبراسیون موقعیت	۱۱۸
۴-۱۴-۲-فلوچارت کالیبراسیون گشتاور	۱۱۹
۴-۱۴-۳-فلوچارت کنترل عملکرد آزمون دوام و عملکرد فرمان	۱۲۰
۴-۱۵-منوهای نرم افزار	۱۲۱
فصل پنجم. برآورد هزینه‌ها و زمان طراحی و ساخت دستگاه	**۱۲۶**
الف) هزینه‌های پرسنلی	۱۲۹
ب) هزینه خرید مواد اولیه و ملزومات	۱۲۹
ج)هزینه های ساخت دستگاه	۱۳۰
د) سایر هزینه‌ها	۱۳۰
جمع کل هزینه‌ها	۱۳۰
فصل ششم.نتیجه گیری و پیشنهادات	**۱۳۱**
نتیجه‌گیری	۱۳۲
پیشنهادات	۱۳۳
مراجع	**۱۳۴**
پیوستها	

فهرست اشکال و جداول

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ سیستم فرمان لینکی	۸
شکل ۱-۲ سیستم فرمان دنده شانه ای و پینیون	۹
شکل ۱- ۳انواع سیستم فرمان دنده شانه ای و پینیون	۱۱
شکل ۱-۴ مشخصات سینماتیکی فرمان	۱۳
شکل ۱-۵ سیستم محور فرمان	۱۴
شکل ۱-۶ جعبه فرمان پراید	۱۶
شکل ۱-۷ قسمتهای مختلف سیبک مشتی	۱۶
شکل ۱-۸ قسمتهای مختلف سیبک چپقی	۱۷
شکل۱-۱۰ چگونگی نصب سنسورها در تستهای استاتیکی و دینامیکی فرمان	۲۰
شکل۱-۱۱ تست دینامیکی ،تنش سنسور های (۱،۲) و(۳،۴) در حرکات مارپیچی	۲۱
شکل۱-۱۲ نمای شماتیک دستگاه تست دوام معمولی	۲۵
شکل۱-۱۳ زاویه چرخش محور ورودی	۲۵
شکل ۱-۱۴گشتاور بارگذاری شده محور ورودی	۲۵
جدول ۱-۱ مشخصات تست دوام نرمال با توجه به استاندارد KIA MOTORS	۲۶
شکل۲-۱ مکانیزم با مختصات کروی	۳۰
شکل۲-۲ مکانیزم اعمال نیروی متغیر Servo	۳۱
شکل۲-۳ مکانیزم همسان	۳۲
شکل۲-۴ مکانیزم متقارن مرکزی	۳۳
شکل ۲-۸ مکانیزم با تقارن محوری	۳۵
شکل۲-۹ مکانیزم بومرنگی	۳۵
شکل۲-۱۲ نمودار نیرو- زمان سمت چپ دنده شانه ای	۳۸
شکل۲-۱۳ نمودار نیرو- زمان سیلندر چپ.	۳۸
۲-۱۵ نمودار مختصات خطی بومرنگی ها	۳۹
شکل۲-۱۶ مجموعه فرمان و فیکسچر آن	۴۰
شکل ۲-۱۷ شیارهای Tشکل	۴۱
شکل۲-۱۸ مکانیزم انتقال نیرو با دو RZEPPA Universal Joint	۴۳
شکل ۲-۱۹ مکانیزم مارپیچی (تنظیم ارتفاع)	۴۳
شکل۲-۲۰ مکانیزم بومرنگی شکل	۴۵
شکل ۲-۲۱ نمای برش خورده مکانیزم بومرنگی	۴۶
شکل۲-۲۲ تکیه گاههای سیلندرها	۴۷
شکل ۲-۲۳ مجموعه H شکل	۴۸
شکل ۲-۲۴ مکانیزم ذخیره انرژی	۴۹
شکل ۲-۲۵ نقشه انفجاری سیستم ذخیره انرژی	۵۰
شکل ۲-۲۷ نمای روبروی دیواره ۲ (موقعیت دهی محل سوراخهای مونتاژ یاتاقان)	۵۲
شکل ۲-۲۹ مکانیزم محافظ نیرو سنج	۵۴
شکل ۳-۱ نمای شماتیک گشتاور وارده از طرف پینیون به دنده شانه ای	۵۸
شکل ۳-۱-۱ دیاگرام آزاد نیروهای وارد به دنده شانه‌ای	۵۹
شکل ۳-۲ شیار T شکل Din650	۶۰

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

فهرست اشکال و جداول

عنوان	صفحه
شکل ۳-۳ نمای گیره های اصطکاکی فرمان	۶۱
شکل ۳-۴ نمای برش خورده گیره های اصطکاکی	۶۱
شکل۳-۵. نیروهای وارد بر مسیر در اثر نیروهای وارد بر قطعه ۱	۶۳
شکل۳-۶ نیروهای وارد بر محور بومرنگی	۶۳
شکل۳-۷ تحلیل المان محدود قطعه بومرنگی	۶۵
شکل۳-۱۰ نمودار گردش زاویه ای یاتاقان ها	۷۰
جدول ۳-۱ مشخصات یاتاقان مورد استفاده در مکانیزم بومرنگی	۷۰
جدول ۳-۲نا همحوری مجاز بین یاتاقان وشفت	۷۲
شکل۳-۱۱ بکارگیری انطباقات در قطعه محفظه بومرنگی	۷۲
شکل۳-۱۲ تحلیل المان محدود سیبک چپقی	۷۳
شکل۳-۱۳ تحلیل المان محدود سیبک مشتی	۷۳
شکل ۳-۱۷.آنالیز مدهای ارتعاشی	۸۲
جدول ۳-۳ مشخصات یکسوگرد	۹۰
شکل۴-۱ بلوک دیاگرام سیستم کنترل	۹۲
شکل۴-۲ .نمای راه انداز موتور	۹۴
شکل ۴-۳نیروسنج S شکل	۹۹
جدول۴-۱ مشخصات گشتاورسنج	۱۰۰
شکل ۴-۴.نمای گشتاورسنج	۱۰۰
شکل ۴-۵ طرح شماتیک سیستم ایجاد بار مقاوم توسط دمپر	۱۰۲
شکل۴-۶ نمای شماتیک سیستم ایجاد بار مقاوم	۱۰۳
شکل۴-۷ طرح شماتیک سیستم هیدرولیکی	۱۰۴
شکل ۴-۸.سیستم بازیافت انرژی و بکارگیری آن در دستگاه	۱۰۶
شکل ۴-۹.نمای المان سیستم جبران نشتی	۱۰۸
جدول۴-۲ آدرس‌های ورودی و خروجی	۱۱۰
جدول۴-۳ رجیسترهای LSBو MSB کانال ۱	۱۱۱
جدول۴-۵ رجیسترهای LSBو MSB خروجیA/D	۱۱۴
جدول۴-۷ رجیستر Base+13	۱۱۴
شکل ۴-۱۰ فلوچارت وقفه خواندن داده‌های سنسورها که هر چند میلی ثانیه اجرا می‌شود	۱۱۶
شکل۴-۱۱ فلوچارت کالیبراسیون موقعیت	۱۱۷
شکل۴-۱۲ فلوچارت کنترل کالیبراسیون نیرو و گشتاور	۱۱۸
شکل۴-۱۳ فلوچارت کنترل عملکرد آزمون دوام و عملکرد فرمان	۱۱۹
شکل۴-۱۴ منوی اصلی نرم افزار	۱۲۰
شکل ۴-۱۵ منوی مشخصات تست	۱۲۰
شکل ۴-۱۶ منوی انتخاب	۱۲۱
شکل ۴-۱۷ منوی کالیبراسیون موقعیت	۱۲۲
شکل ۴-۲۰ منوی نمودارهای اندازه گیری شده توسط سنسورها	۱۲۳
شکل ۴-۲۱. منوی تست آب گل آلود	۱۲۳
شکل ۴- ۲۲منوی انجام تست	۱۲۴

فصل اول :

مقدمه و کلیات

مقدمه:

از جمله عملیات های مهمی که بر روی قطعات و محصول صورت می گیرد عملیات تست می باشد تا از نتایج بدست آمده از این تست ها، به ویژگیهای قطعه یا محصول پی برد و از این طریق کیفیت و دقت محصول مورد ارزیابی قرار گیرد از تستهایی که به روی قطعات صورت می گیرد تست دوام می باشد این تست ها بیشتر بر روی قطعاتی انجام می گیرد که از لحاظ ایمنی دارای اهمیت زیادی هستند و در صورت کیفیت نامطلوب خطرات زیادی برای افرادی که در ارتباط با این محصول می باشند بوجود می آید تست جعبه فرمان و تست قطعات وابسته به آن از لحاظ عملکرد و دوام از اهمیت بالایی برخوردار است ایمنی این مجموعه مستقیما با ایمنی سرنشینان خودرو در ارتباط می باشد و از لحاظ ایمنی دارای درجه اهمیت A می باشد، در هنگام ساخت و مونتاژ باید دقت زیادی در رعایت داده ها و مدارک مهندسی به عمل آید و دوام و عملکرد آنها مورد ارزیابی قرار گیرد .انجام تست های عملکردی و دوام روی جعبه فرمان از دو جهت، دارای حساسیت می باشد:

۱-از نظر ایمنی : یعنی به هنگام رانندگی باید بتوان امکان کنترل کافی را به راننده داده و در صورت نیاز به مانور، هنگام دور زدن در پیچها تند، سبقت یا موقعیتهای خطرناک عملکرد قابل اطمینانی داشته باشد .

۲-راحتی لازم ، برای ایجاد سهولت رانندگی : یعنی راننده نباید برای استفاده از فرمان تلاش جسمانی زیادی صرف کند برای اینکار در مرحله نهایی مونتاژ باید گشتاور های مقاوم روی جعبه فرمان تست و تنظیم گردد.[۱]

با توجه به مطالب گفته شده در بالا، بر روی مجموعه جعبه فرمان تست های زیادی انجام می‌شود به علت اینکه این پروژه، طراحی و ساخت دستگاه تست دوام و عملکرد جعبه فرمان را ، مورد بررسی قرار می دهد، به تعدادی از تستهایی که بر روی عملکرد و دوام جعبه فرمان انجام می شود اشاره می کنیم. و فقط به ذکر عنوان تستهایی که روی کل مجموعه فرمان انجام می شود در پیوست (۱) بسنده می کنیم.

۱-۱- تعریف مسئله

هدف از این پژوهش دستیابی به یک طراحی بهینه و در نهایت ساخت دستگاهی است که بتواند آزمون دوام و عملکرد فرمان را طبق استانداردهای مختلف انجام دهد. بارگذاری سیکلی روی فرمان به گونه‌ای انجام می‌پذیرد که مقادیر گشتاور، فرکانس آزمون وشکل موج در ورودی (محور پینیون) تنظیم گردند تا بارگذاری و شکل موج در خروجی (میل رابط) به گونه‌ای دلخواه تنظیم گردند.[2]

یکی از مسائلی که در طراحی این دستگاه باید مدنظر قرار داد انعطاف پذیری دستگاه تست جهت انجام آزمون دوام و عملکرد فرمان سایر خودروهای سواری می‌باشد .

۱-۲-ضرورت انجام پروژه:

در زمینه ساخت دستگاه آزمون مجموعه فرمان در داخل کشور تحقیقات جدی صورت نگرفته و فقط چند شرکت در زمینه ساخت یک سری از دستگاههای تست جعبه فرمان فعالیتهایی را انجام داده اند اما نتوانسته اند به خوبی اهداف اصلی انجام تست و شرایط دقیق انجام تست را به جای آورند و از انعطاف پذیری لازم برخوردار نبودند با توجه به اینکه به تازگی ساخت مجموعه فرمان(پراید، پژو،...) در داخل کشور شروع شده، آزمونهای دوام و عملکرد(جعبه فرمان ،گردگیر، سیبک ها) از اهمیت زیادی برخوردار است.

۱-۳-فرضیات پروژه:

- معیار عملکرد دستگاه، انعطاف پذیری بیشتردستگاه در آزمون عملکرد و دوام فرمان، و وسیله ای برای آزمایشهای تدوین استاندارد بوده است.
- معیار طراحی دستگاه، ضریب اطمینان بیشتر دستگاه در آزمون عملکرد و دوام فرمان.بوده است

۱-۴- ساختار پایان نامه :

فصل اول : در این فصل به معرفی سیستمهای فرمان خصوصا سیستم فرمان دنده شانه ای- پینیون (پراید ،پژو...) می‌پردازد و در ادامه به معیارهای تدوین استاندارد برای تستهای فرمان و در نهایت به بررسی روشهای آزمونهای دوام و عملکرد جعبه فرمان و پارامتر های مورد آزمون پرداخته شده است.

فصل دوم : در این فصل با توجه به استانداردهای تست ، ابتدا جهت دستیابی به شرایط مورد نظر آزمون، عملکرد دستگاه تست مورد بررسی قرار گرفته و سپس به طراحی مکانیزم های دستگاه پرداخته شده است و صحت و سقم ارضای شرایط تست توسط مدلسازی دینامیکی و سینماتیکی توسط نرم افزار شبیه ساز صورت گرفته است .همچنین نحوه بهینه سازی طراحی و حرکت ایده تا نیل به طرح نهایی با توجه به ساختار کلی طرح که از مطالعات اولیه (اطلاعات فنی ،مالی ،بر آورد قیمتها ،امکان سنجی روشهای ساخت و هزینه های ساخت و ..)بدست آمده بود مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل سوم : این فصل به بررسی فنی و انجام محاسبات (دینامیکی، استاتیکی طراحی اجزایی ،مقاومت مصالحی ،ارتعاشی) پرداخته شده است بدین منظور از نرم افزارهایی چون Working model و Ansys نیز استفاده شده است .

فصل چهارم : در این فصل به تو ضیح نحوه طراحی سیستمهای کنترل دستگاه ،که شامل پیشنهاد چند سیستم هیدرولیکی- پنوماتیکی برای ایجاد بار مقاوم(تنظیم گشتاور اعمالی) و در نهایت بهینه سازی آن توسط یک سیستم بازیافت انرژی می باشد. همچنین چگونگی تنظیم پارامترهای تست از قبیل فرکانس ، تعداد سیکل انجام آزمون،....توسط نرم افزار، نحوه نمونه برداری از حسگرها (گشتاور سنج- نیرو سنجها- انکودر دورانی) توسط کارتهای واسط و تجزیه و تحلیل بصورت نمودارهای مورد نیاز، کنترل دور موتور، انتخاب و محاسبات فنی محرک ،سیلندرها ،حسگرها و....پرداخته شده است.

فصل پنجم: به برآورد هزینه و زمان طراحی و ساخت این دستگاه پرداخته است.

فصل ششم: این فصل به نتیجه گیری از فصول قبل و ارایه پیشنهاداتی به افراد علاقمند به این موضوع، پرداخته است.

۱-۵-معرفی سیستم فرمان

سیستم فرمان یکی از مهمترین و ایمنی ترین بخش های خودرو محسوب می شود و نقش زیادی در ایمنی، راحتی و پایداری خودرو دارد این سیستم وسیله‌ای برای کنترل حرکت جانبی خودرو و هدایت آن در مسیر تعیین شده و مد نظر راننده است که با حرکت در آوردن غربیلک فرمان بطور مداوم مسیر حرکت اصلاح می شود و راننده با دریافت سیگنالهای بینایی، چون اختلاف خودرو با مسیر دلخواه و اختلاف جهت خودرو با جهت دلخواه و با استفاده از سایر حواس از قبیل احساس شتاب، سرعت و جابه‌جایی از حرکات جانبی، رل [۱]شاسی و حس گشتاور برگشتی[۲] در غربیلک فرمان اقدام بر انتخاب زاویه فرمان می کند

عضوی که مستقیماً در ارتباط با راننده است غربیلک[۳] می باشد که بوسیله ستون فرمان[۴] متصل می شود. میل فرمان می تواند ساده یا دارای اتصالات گاردان (U-Joint) باشد. با چرخش غربیلک توسط راننده میل فرمان چرخیده و حرکت به عضو بعدی که جعبه فرمان[۵] می باشد منتقل می شود. بعد از اینکه میل ورودی جعبه فرمان دورانی را دریافت نمود آنرا با یک نسبت تبدیل[۶] و یک نسبت گشتاور[۷]که از مشخصات یک جعبه فرمان می‌باشد به محور خروجی می رساند. (توضیح این که در جعبه فرمان نسبت تبدیل عبارت است از نسبت دور ورودی به دور خروجی و نسبت گشتاور عبارت است از نسبت گشتاور خروجی به گشتاور ورودی.)

۱-۵-۱-انواع سیستمهای فرمان

بطور کلی سیستم فرمان به دو گروه مکانیکی و هیدرولیکی تقسیم بندی می شود در جعبه فرمانهای مکانیکی کل قدرت از طرف راننده تامین میشود در حالیکه در جعبه فرمانهای هیدرولیکی بعد از

---

[1] Roll
[2] Aligning Torque
[3] Steering wheel
[4] Steering Shaft
[5] Steering Gear
[6] Gear Ratio
[7] Torque Ratio