بسم الله الرحمن الرحیم

چکیده

ترمز ضد قفل جهت دست یافتن به شتاب حداکثری منفی، افزایش پایداری و کاهش مسافت ترمزی از طریق جلوگیری از قفل شدن چرخ‌ها طراحی شده است. در سیستم‌های متداول ضد قفل از الگوریتم‌های قانون مدار استفاده می‌شود. ولی به علت غیر خطی بودن دینامیک خودرو و وجود عدم قطعیت‌های فراوان در این مسئله می‌توان از روش‌های مقاوم استفاده نمود.

این تحقیق با داشتن دید جامع نسبت به سیستم ترمز به مدلسازی کامل بوستر بر اساس ساختار داخلی، مدلسازی هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل با تمام جزئیات، بررسی مدل‌های موجود تایر و مقایسه و گزینش بهترین مدل برای سیستم پرداخته است. بعلاوه در هر بخش نکاتی در مورد طراحی هر قسمت نیز بیان شده است. در نهایت مدلسازی قسمت‌های مختلف، با استفاده از یک خودروی پراید در شرایط واقعی که به انواع سنسورها و کارت دیتا و دستگاه شتاب سنج و ... مجهز گردیده مورد آزمون قرار می‌گیرد. در انتها دو نوع کنترل کننده قانون مدار و مد لغزشی به منظور کنترل لغزش در سیستم ترمز ضد قفل طراحی گردیده است.

کلید واژه‌ها: ترمز ضد قفل، خودرو، کنترل کننده، مدلسازی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست جدول‌ها ..... ه

فهرست شکل‌ها ..... و

فصل ۱- مقدمه ۱

۱-۱- پیشگفتار ۱

۱-۲- لزوم پرداختن به موضوع ۲

۱-۳- تاریخچه ۲

۱-۴- تحقیقات انجام شده ۴

۱-۵- هدف از تحقیق ۶

فصل ۲- معرفی سیستم ترمز ضد قفل ۸

۲-۱- اجزا سیستم ترمز معمولی ۸

۲-۲- پدال ۹

۲-۳- بوستر ۱۰

۲-۴- سیلندر اصلی ۱۴

۲-۵- روغن ترمز ۱۵

۲-۶- لوله‌های انتقال ۱۶

۲-۷- سیستم ترمز کاسه ای ۱۶

۲-۸- سیستم ترمز دیسکی ۱۷

۲-۹- مسافت ترمزی ۱۸

۲-۱۰- سیستم ترمز ضد قفل ۱۹

۲-۱۱- اجزا سیستم ترمز ضد قفل ۲۰

۲-۱۲- نتیجه گیری ۲۵

فصل ۳- مدلسازی سیستم ترمز ۲۷

۳-۱- پیشگفتار ۲۷

۳-۲- مدلسازی پدال ترمز ۲۸

عنوان **صفحه**

۳-۳- مدلسازی بوستر ۲۹
۳-۳-۱- محاسبه $PeffAeff$ ۳۲
۳-۳-۲- مدلسازی اورفیس شیر کنترلی ۳۵
۳-۴- مدلسازی هیدرولیک ترمز ۳۵
۳-۴-۱- مدول بالک ۳۶
۳-۴-۲- مدلسازی هیدرولیک ترمز ضد قفل ۳۶
۳-۴-۲-۱- معادله حاکم بر پیستون عقب (اولیه) سیلندر اصلی ۳۷
۳-۴-۲-۲- مدار عقب تا شیرSSV ۳۸
۳-۴-۲-۳- تغییر فشار در مدار جلو SSV و قبل از کالیپر چرخ‌های جلو و عقب ۳۸
۳-۴-۲-۴- تغییر فشار در مدار عقب SSV و قبل از کالیپر ۳۹
۳-۴-۲-۵- کالیپر جلو ۳۹
۳-۴-۲-۶- کالیپر عقب ۳۹
۳-۴-۲-۷- معادله دینامیکی حاکم بر LPA ۴۱
۳-۵- مدلسازی دینامیک خودرو ۴۲
۳-۵-۱- نیروی مقاوم هوا ۴۲
۳-۵-۲- گشتاور مقاوم در برابر غلتش ۴۳
۳-۵-۳- نیروی شیب ۴۳
۳-۶- مدلسازی تایر خودرو ۴۴
۳-۶-۱- مدل‌های استاتیکی تایر ۴۶
۳-۶-۲- مدل‌های دینامیکی تایر و زمین ۵۱
۳-۶-۳- نیروهای تایر ۵۸
فصل ۴- شبیه سازی و صحه گذاری ۶۱
۴-۱- شبیه سازی بوستر ۶۲
۴-۱-۱- آزمایش‌های تجربی ۶۵
۴-۲- شبیه سازی هیدرولیک سیستم ترمز ضد قفل ۶۷
۴-۲-۱- صحه گذاری ۶۹
۴-۲-۲- نیروی پای راننده ۷۲
۴-۲-۳- تغییرات فشار مایع هیدرولیک سیلندر اصلی ۷۳
۴-۲-۴- تغییرات فشار مایع هیدرولیک چرخ ها ۷۴

عنوان **صفحه**

۴-۲-۵- سرعت چرخ ۷۶
۴-۲-۶- سرعت خودرو ۷۶
۴-۳- شبیه سازی و مقایسه مدل‌های استاتیکی و دینامیکی تایر ۷۸
۴-۴- نتیجه گیری ۷۹

فصل ۵- طراحی کنترل کننده برای سیستم ترمز ضد قفل ۸۲
۵-۱- سیکل کنترلی سیستم ترمز ضد قفل ۸۴
۵-۲- کنترل کننده قانون مدار ۸۶
۵-۳- کنترل کننده مد لغزشی ۹۱
۵-۳-۱- روش مستقیم تابع لغزش ۹۲
۵-۳-۲- روش تابع لیاپانوف ۹۲
۵-۳-۳- روش قانون رسیدن ۹۳
۵-۳-۴- طراحی سطح لغزش ۹۳
۵-۴- مقایسه روش های کنترل کننده ۹۸
۵-۵- مقایسه روش های کنترل کننده و آزمون تجربی ۹۹
۵-۶- نتیجه گیری ۱۰۱

فصل ۶- نتایج و ارایه پیشنهاد ۱۰۳
۶-۱- نتایج ۱۰۳
۶-۲- پیشنهادات ۱۰۶

ضمیمه أ -سیستم‌های پیشرفته ترمز ۱۰۷
سیستم ESP ۱۰۷
عملکرد ESP ۱۰۹
سیستم کنترل کشش خودرو(TCS) ۱۰۹
کروز کنترل تطبیق شونده ACC : ۱۱۰
اجزا سیستم ACC ۱۱۲
سیستم ترمز الکترومغناطیسی(brake by – wire) ۱۱۳

فهرست مراجع ۱۱۴

عنوان	صفحه

واژه نامه فارسی به انگلیسی ۱۱۷

واژه نامه انگلیسی به فارسی ۱۱۸

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۵-۱: مقادیر ثابت و پارامترهای مسئله ۹۰
جدول ۶-۱: خلاصه اقدامات انجام شده..... ۹۷

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: نمونه ای ترمز های اولیه ۱۸۲۰ میلادی[1]..... ۲

شکل ۱-۲: نمونه از ترمز کفشکی ابتدایی[1]..... ۳

شکل ۱-۳:اولین خودرو دارای پدال ترمز ۱۹۰۲ میلادی[1]..... ۳

شکل ۲-۱: مدار ساده سیستم ترمز[11]..... ۸

شکل ۲-۲: پدال چرخشی شکل ۲-۳:پدال نصب شده در کف اطاق..... ۱۰

شکل ۲-۴: اهرم پدال..... ۱۰

شکل ۲-۵: بوستر ترمز درحالت عدم اعمال ترمز [11]..... ۱۱

شکل ۲-۶:بوستر، در حالت اعمال نیرو به پدال ترمز[11]..... ۱۲

شکل ۲-۷:بوستر ترمز در حالت اعمال نیروی ثابت به پدال[11]..... ۱۳

شکل ۲-۸: سیلندر اصلی[13]..... ۱۴

شکل ۲-۹:ساختمان ترمز کاسه ای[11]..... ۱۶

شکل ۲-۱۰: ساختار ترمز دیسکی[11]..... ۱۸

شکل ۲-۱۱: رابطهٔ بین فرمان‌پذیری، ضریب اصطکاک و لغزش طولی بین تایر و زمین[2]..... ۱۹

شکل ۲-۱۲: واحد کنترل الکترونیکی – هیدرولیکی..... ۲۰

شکل ۲-۱۳: سیستم ترمز ضد قفل (ABS) با استفاده از ۸ عدد شیر برقی ۲/۲ در مرحلهٔ افزایش فشار[2] ۲۲

شکل ۲-۱۴: مرحلهٔ تثبیت فشار ABS [2]..... ۲۴

شکل ۲-۱۵: مرحلهٔ کاهش فشار ABS [2]..... ۲۴

شکل ۳-۱: شماتیک مدل کامل سیستم ترمز ضد قفل..... ۲۸

شکل ۳-۲: شماتیک پدال ترمز و نیروهای وارده به آن..... ۲۸

شکل ۳-۳: مدل دینامیکی بوستر خلائی..... ۳۰

شکل ۳-۴:مجموعه اجزا تشکیل دهنده ی جرم M_1..... ۳۰

شکل ۳-۵: اجزا تشکیل دهنده جرم M_2..... ۳۰

شکل ۳-۶: جرم M_3..... ۳۰

شکل ۳-۷: حالت‌های عملکردی بوستر[3]..... ۳۳

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۸: بلوک الکتروهیدرولیک ترمز ضد قفل ۳۶
شکل ۳-۹: شماتیک مد کامل سیستم ترمز ضد قفل خودرو ۳۷
شکل ۳-۱۰: انواع نیروهای وارده به خودرو[16] ۴۲
شکل ۳-۱۱: سیر تکاملی و نحوه مدلسازی تایر [19] ۴۵
شکل ۳-۱۲: نمودار نیروی جانبی بر حسب ضریب لغزش جانبی ۴۷
شکل ۳-۱۳: نمودار نیروی جانبی بر حسب لغزش جانبی تحت بارهای عمودی مختلف ۴۸
شکل ۳-۱۴: نیروی طولی وارده بر تایر را بر حسب ضریب لغزش طولی در جاده‌های مختلف ۴۹
شکل ۳-۱۵: نمودار نیروی طولی حاصل از مدل Burckhardt ۵۰
شکل ۳-۱۶: مدل دینامیکی متمرکز و گسترده تایر[25] ۵۱
شکل ۳-۱۷: نیروی طولی وارده بر تایر تحت بار عمودی مختلف ۵۳
شکل ۳-۱۸: نیروی طولی وارد بر تایر تحت تاثیر شرایط مختلف جاده ۵۳
شکل ۳-۱۹: تغییر شکل لاستیک در محل تماس با جاده مطابق با مدل brush. [28] ۵۴
شکل ۳-۲۰: سینماتیک و دینامیک المان‌های لاستیک بین بدنه ی تایر و جاده [28] ۵۴
شکل ۳-۲۱: تغییر شکل لایه لاستیک بین محل تماس تایر و زمین [28] ۵۷
شکل ۳-۲۲: نیروی ترمزی نرمال شده مستخرج از مدل براش [28] ۵۸
شکل ۳-۲۳: نمودار نیروی طولی وارده بر تایر نسبت به ضرایب مختلف [11] ۵۹
شکل ۴-۱: بلوک دیاگرام برنامه شبیه سازی در محیط سیمولینک MATLAB ۶۲
شکل ۴-۲: بوستر مجهز به سنسورهای مختلف به منظور اندازه گیری پارامترهای مورد نظر ۶۳
شکل ۴-۳: load cell نصب شده بر روی پدال ترمز خودروی پراید ۶۳
شکل ۴-۴: جعبه کارت دیتا و دیگر تجهیزات مورد نیاز ۶۴
شکل ۴-۵: نیروی پای راننده اندازه گیری شده توسط load cell نصب شده بر روی پدال ترمز ۶۴
شکل ۴-۶: نیروی ورودی و خروجی بوستر ۶۴
شکل ۴-۷: بلوک دیاگرام عملکرد بوستر ۶۵
شکل ۴-۸: جابه جایی خروجی بوستر، جابه جایی دیافراگم، جابه جایی پدال(mm) ۶۶
شکل ۴-۹: فشار موثر در دو طرف دیافراگم بوستر ۶۷
شکل ۴-۱۰: جابه جایی شبیه سازی شده دیافراگم(cm) ۶۷
شکل ۴-۱۱: جابه جایی تجربی دیافراگم ۶۷

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱۲:شبیه سازی انجام شده در برنامه MATLAB/SIMULINK ۶۸
شکل ۴-۱۳:خودروی پراید دارای ترمز ضد قفل تحت تست جاده ۶۹
شکل ۴-۱۴:سنسور فشار سنج ۷۰
شکل ۴-۱۵:بلوک سیستم ترمز ضد قفل مجهز به سیم‌های دریافت سیگنال ۷۱
شکل ۴-۱۶:دستگاه شتاب سنج شکل ۴-۱۷:سنسورهای شتاب سنج ۷۱
شکل ۴-۱۸:مسیر و شرایط جوی تست ۷۲
شکل ۴-۱۹: نیروی پای راننده وارد به پدال آزمایش تجربی ۷۲
شکل ۴-۲۰: نیروی شبیه سازی شده پای راننده وارد به پدال ۷۳
شکل ۴-۲۱:تغییرات فشار مایع هیدرولیک ترمز در سیلندر اصلی آزمایش تجربی ۷۳
شکل ۴-۲۲: تغییرات فشار مایع هیدرولیک ترمز در سیلندر اصلی مدار جلو شبیه سازی ۷۳
شکل ۴-۲۳: فشار مایع هیدرولیک چرخ جلو راست آزمایش تجربی ۷۴
شکل ۴-۲۴: فشار مایع هیدرولیک چرخ جلو راست شبیه سازی ۷۵
شکل ۴-۲۵: فشار ورودی به کالیپر چرخ عقب چپ ۷۵
شکل ۴-۲۶: سرعت چرخ جلو راست ۷۶
شکل ۴-۲۷: تغییرات سرعت خودرو تحت تست جاده ۷۶
شکل ۴-۲۸: زمان باز و بسته شدن شیرSSV عقب چپ ۷۷
شکل ۴-۲۹: زمان باز و بسته شدن شیر SDV عقب چپ ۷۷
شکل ۴-۳۰: زمان روشن شدن پمپ هیدرولیک ترمز ضد قفل ۷۸
شکل ۴-۳۱ نیروی نرمالیزه شده طولی وارده بر تایر در دو مدل پسیجکا (M.F) و لوگری (L) ۷۸
شکل ۴-۳۲: مقایسه نیروی جانبی مدل براش و پسیجکا[28] ۷۹
شکل ۵-۱:سیکل‌های کنترل سیستم ترمز ضد قفل ۸۴
شکل ۵-۲: لغزش و شتاب چرخ حاصل از آزمایش تجربی ۸۶
شکل ۵-۳: الگوریتم کنترل کننده قانون مدار ۸۷
شکل ۵-۴: بلوک دیاگرام کنترل کننده قانون مدار ۸۸
شکل ۵-۵: نیروی پای راننده شبیه سازی شده ۸۸
شکل ۵-۶: تغییرات سرعت خودرو و چرخ ۸۸
شکل ۵-۷: لغزش چرخ ۸۹

عنوان **صفحه**

شکل ۵-۸: شتاب چرخ ۸۹
شکل ۵-۹: تغییرات فشار مایع هیدرولیک ترمز ۹۰
شکل ۵-۱۰: تغییرات سرعت شبیه سازی شده و سرعت اندازه گیری شده چرخ ۹۰
شکل ۵-۱۱: تغییرات سرعت چرخ و خودرو در سه جاده آسفالت خشک، خیس و یخ ۹۱
شکل ۵-۱۲: نمودار تغییرات سرعت چرخ بر حسب مسافت ترمزی ۹۱
شکل ۵-۱۳: بلوک دیاگرام کنترل کننده مد لغزشی ۹۶
شکل ۵-۱۴: تغییرات سرعت چرخ و خودرو شبیه سازی شده ۹۶
شکل ۵-۱۵: تغییرات لغزش چرخ ۹۷
شکل ۵-۱۶: تغییرات فشار مایع هیدرولیک چرخ ۹۷
شکل ۵-۱۷: تغییرات سرعت چرخ و خودرو شبیه سازی شده در سه جاده آسفالت خشک، خیس و یخ ۹۷
شکل ۵-۱۸: تغییرات سرعت چرخ و خودرو شبیه سازی شده در سه جاده آسفالت خشک، خیس و یخ (ردیف ۱: کنترل کننده قانون مدار، ردیف ۲: کنترل کننده مد لغزشی) ۹۸
شکل ۵-۱۹: تغییرات مسافت ترمزی کنترل کننده قانون مدار و مد لغزشی ۹۹
شکل ۵-۲۰: تغییرات مسافت ترمزی کنترل کننده قانون مدار، مد لغزشی و آزمون تجربی ۱۰۰
شکل ۵-۲۱: تغییرات سرعت چرخ کنترل کننده قانون مدار ، مد لغزشی و آزمون تجربی ۱۰۰
شکل ۵-۲۲: تغییرات سرعت چرخ کنترل کننده قانون مدار ، مد لغزشی و آزمون تجربی ۱۰۱
شکل ۶-۱:شماتیک عملکرد سیستم ESP ۱۰۸
شکل ۶-۲: دیاگرام عملکرد سیستم ESP ۱۰۹
شکل ۶-۳: شماتیک عملکرد سیستم ACC ۱۱۱
شکل ۶-۴: اجزا سیستم ACC ۱۱۲
شکل ۶-۵: سیستم ترمز الکترومغناطیسی ۱۱۳

فصل اول

مقدمه

فصل ۱– مقدمه

۱–۱– پیشگفتار

سیستم های ایمنی خودرو به دو دستهٔ فعال[۱] و غیر فعال[۲] تقسیم می شوند. سیستم های ایمنی غیر فعال، به سیستم هایی اطلاق می شود که از بروز تصادف جلوگیری نمی‌کنند، بلکه بعد از وقوع تصادف عمل کرده و از آسیب های شدید به سرنشین های خودرو جلوگیری می‌نمایند.(کمربند ایمنی[۳] و کیسهٔ هوا[۴] نمونه هایی از سیستم های ایمنی غیر فعال هستند). در مقابل، سیستم های ایمنی فعال به سیستم هایی گفته می شود که از بروز تصادف جلوگیری می کنند. از جملهٔ این سیستم‌ها می توان به ترمز ضد قفل (ABS[۵])، برنامهٔ پایداری الکترونیکی (ESP[۶])، کنترل کشش (TCS[۷]) و سیستم حرکت – توقف (ACC[۸]) اشاره نمود.

از عوامل موثر در جلوگیری از تصادفات، کاهش مسافت ترمزی[۹] و همچنین افزایش فرمان پذیری[۱۰] در هنگام ترمزگیری و در شرایط بحرانی می باشد. ترمز وظیفه دارد با تولید نیروی اصطکاک موثر، انرژی جنبشی چرخ متحرکی را که تحت تاثیر نیروی موتور می‌باشد را گرفته و به انرژی حرارتی تبدیل کند و سپس انرژی حرارتی را در فضا پخش نماید که این عمل اتومبیل را از حالت حرکت به حالت سکون برده و یا سرعت آن را می‌کاهد. از طرفی در جاده‌های مختلف به علت تغییر در ضریب اصطکاک بین تایر و

[1] Active Safety
[2] Passive Safety
[3] Seat Belt
[4] Air Bag
[5] Anti-lock Brake System
[6] Electronically Stability Programming
[7] Traction Control System
[8] Adaptive Cruise Control or Stop and Go
[9] Stopping Distance
[10] Handling and Steering Stability

زمین و از طرف دیگر ساییدگی تایر و کاهش نرخ چسبندگی و راندمان عملکردی تایر سیستم ترمز دارای افت راندمان شده و قادر به کاهش سرعت خودرو مورد انتظار، نمی باشد. به علت وجود قطعات مکانیکی مختلف در سیستم ترمز تاخیر در عملکرد سیستم امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. بعلاوه تاخیرهای عملکردی از جانب راننده از زمان دیدن مانع تا اقدام به ترمزگیری به تاخیر سیستم ترمز اضافه گردیده و باعث افت شدید راندمان ترمز می‌گردد. به عنوان مثال اگر خودرو با سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت در

حرکت باشد و راننده و سیستم دارای تاخیر ۰/۵ ثانیه‌ای باشند مسافت طی شده در این مدت زمان برابر ۱۴ متر بوده و در شرایط بحرانی ۱۴ متر مسافت طی شده برابر تصادف می‌باشد.

۱-۲- لزوم پرداختن به موضوع

امروزه ارتقای سیستم ایمنی در خودروها از اهمیت بالایی برخوردار است. این درحالی است که "آمارتصادفات و حوادث رانندگی در ایران نشان می دهد که ۲۵ درصد سوانح رانندگی، مربوط به نقص فنی خودروها است که نیمی از آن به نقص در سامانه ترمز مربوط می شود[۱]". بر اساس آمار رسمی پلیس راهور ناجا، سالانه ۶۰۰ هزار تصادف در کشور به ثبت می رسد که ۲۶ هزار نفر از هموطنان در این حوادث جان خود را از دست می دهند و ۲۴۵ هزار نفر نیز مجروح می شوند. خسارت مالی برجای مانده از این حوادث سالانه حدود ۵ هزار میلیارد تومان برآورد شده است. این در حالیست که نصب سیستم‌های ایمنی کلاس بالاتر مانند ترمز ضد قفل بر روی تمام خودروهای ساخت داخل سالانه بالغ بر ۷۰۰ میلیون دلار ارز از کشور خارج می نماید[۲]. اگرچه خودروسازان داخل نیز بر این مهم واقف هستند، ولیکن محدودیت های دیگری موجب شده است که بخش اعظمی از خودروهای ساخت داخل از داشتن سیستم ترمز ضد قفل محروم باشند که این امر می تواند ایمنی خودروهای ساخت داخل را به شدت کاهش دهد. با نگاهی به بازار خودرو در می‌یابیم که سیستم هایی مانند ESP، TCS و ... از سوی کشورهای دارای این تکنولوژی به کشور ما تحویل داده نمی شود. این امر موجب گشته تا محققان کشور، ترغیب به گام نهادن در عرصه‌های پژوهش و تحقیق در مورد سیستم‌های ترمز گردند. در این بین سیستم ترمز ضد قفل اولین سیستم ایمنی است که باید به آن پرداخته شود. زیرا تمام سیستم‌های ایمنی دیگر نظیر ESP، TCS و ACC و ... دارای خصوصیات ترمز ضد قفل نیز می‌باشند. یکی از مهمترین نیازهای طراحی سیستم ترمز

---

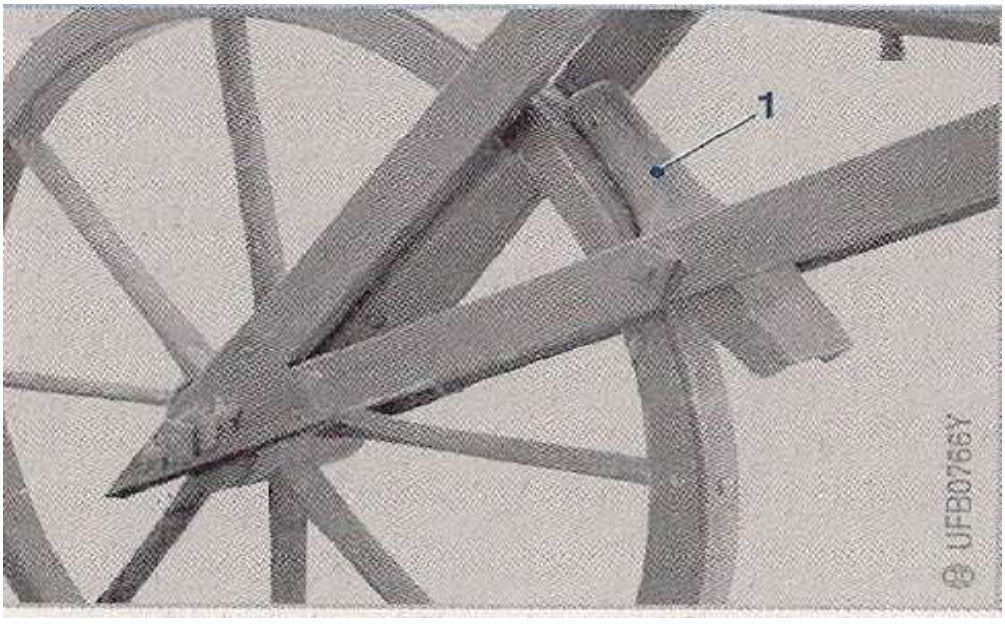
[۱] به نقل از سرپرست پژوهشگاه استاندارد در همایش فناوریهای نوین سامانه های ترمز ضد قفل (ای بی اس) در کرج

[۲] به نقل از محمد رضا نجفی منش دبیر انجمن قطعه سازان کشور

ضد قفل شناخت پارامترهای تاثیرگذار، و طراحی کنترل کننده متناسب با این پارامترها می‌باشد. نکته حائز اهمیت در طراحی کنترل کننده دید جامع و کلی نسبت به سیستم می‌باشد.

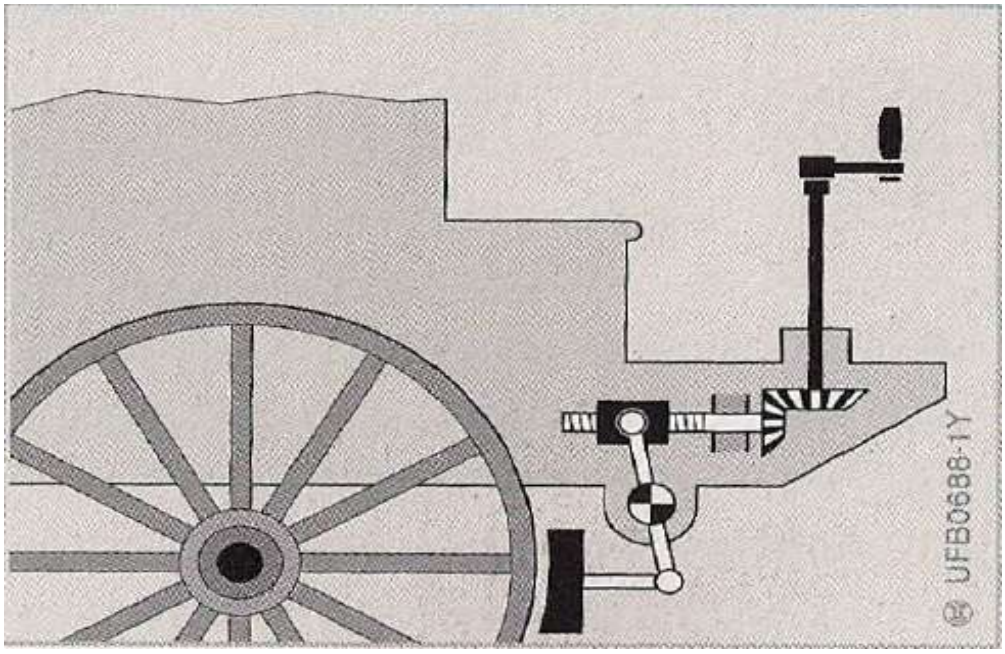
۱-۳- تاریخچه

ترمز وظیفه دارد با تولید نیروی اصطکاک مناسب، انرژی جنبشی چرخ متحرکی را که تحت تاثیر خودروی متحرک می‌باشد، را گرفته و به انرژی حرارتی تبدیل کند و سپس انرژی حرارتی را در فضا پخش نماید که این عمل اتومبیل را از حالت حرکت به حالت سکون برده و یا سرعت آن را می‌کاهد. اولین ترمزها بر روی گاری‌ها مانند شکل زیر بصورت یک لقمه چوبی که با یک اهرم توسط راننده بر روی چرخ فشرده می‌شد مورد استفاده قرار می‌گرفت[1].

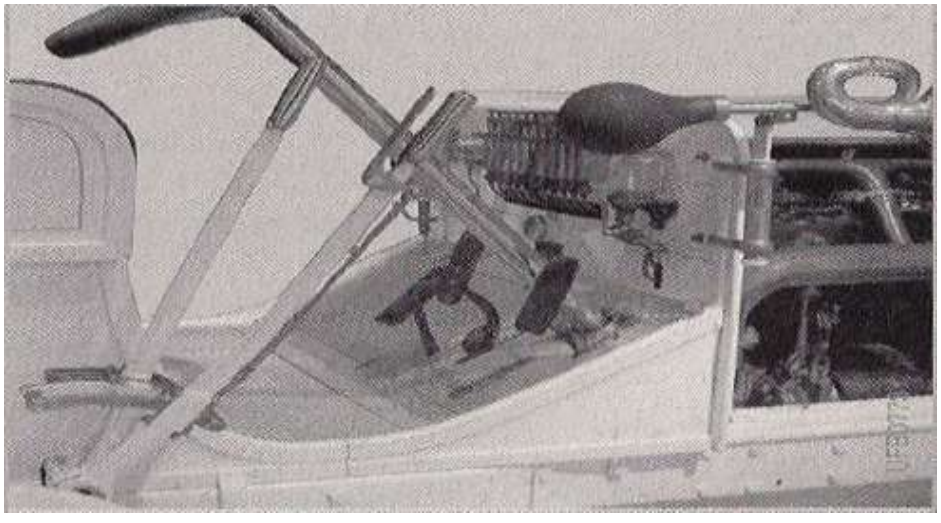


شکل ۱-۱: نمونه ای ترمز های اولیه ۱۸۲۰ میلادی[1]

بعد از آن از کفشک‌های خارجی که در تماس با محیط چرخ بوده و با چرخاندن یک اهرم توسط راننده عمل می‌کند مورد استفاده قرار گرفت[1].



شکل ۱-۲: نمونه از ترمز کفشکی ابتدایی[1]



شکل ۱-۳:اولین خودرو دارای پدال ترمز ۱۹۰۲ میلادی[1]

در سال ۱۹۰۲ شرکت دایملر برای اولین بار پدال ترمز را وارد کابین کرد[1]. این سیستم ترمز دارای ترمزهای کفشکی در چرخ‌های جلو و عقب بوده است. به علت راندمان پایین سیستم ترمز کفشکی، سیستم ترمز دیسکی ابداع و مورد استفاده قرار گرفت. سیستم ترمز دیسکی دارای عملکرد بهتر و راندمان بالاتری نسبت به ترمزهای کفشکی می‌باشد.

به منظور افزایش ایمنی و پایداری خودرو در شرایط بحرانی ترمزگیری و با توجه به راندمان پایین سیستم‌های ترمز معمولی، نیاز به سیستم هایی که بتوانند با کمک گرفتن از الگوریتم‌های کنترلی مناسب