

چکیده:

این پروژه بر اساس تحقیق و طراحی یکی از برنامه های اصلی صنعت در چند ساله اخیر در مورد خودروهای برقی تهیه و تدوین شده است و این پروژه به بررسی سیستم انتقال قدرت در خودروهای برقی و مقایسه آن با سیستم انتقال قدرت در خودروهای احتراق داخلی می پردازد.

سالهای ابتدایی ساخت خودروهای برقی به سال ۱۹۰۰ میلادی بر می گردد که در آن زمان از یک طرف به علت مشکلاتی که موتورهای الکتریکی دارا بودند و از طرف دیگر اکتشاف جدید نفت و تولید فراوان آن در پیشرفت چشمگیر موتورهای احتراق داخلی ساخت این خودروها مورد توجه قرار نمی گرفت. ولی با به وجود آمدن جنگهای جهانی و کشمکش های بر سرنفت باعث شد این ماده ارزش بیشتری پیدا کند و توجه ها بیشتر به خودروهای برقی جذب شود و این بود که از سال ۱۹۹۰ میلادی تولید خودروهای برقی به طور جدی تری مورد توجه قرار گرفت.

در خودروهای برقی سیستم تأمین قدرت شامل یک موتور الکتریکی، کنترلر، باتریها و شارژر آن می باشد مجموعه محرک برقی خودروی برقی وظیفه دارد جریان مستقیم تولید شده توسط باتری را به انرژی مکانیکی تبدیل نماید که منظور از مجموعه محرک کلیه قطعاتی است که جریان مستقیم باتری ها را به نیروی کششی و گشتاور لازم برای حرکت چرخها تبدیل می کنند از مهمترین ویژگیهای خودروی برقی برد و قدرت حرکت (شتاب، سرعت، شیب روی، و بارگیری و انعطاف پذیری) و مدت شارژ و قیمت بالای باتریها در اغلب خودروهای برقی موجود مجموعه محرک است.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandooocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۵۱۱ تماس حاصل نمایید

بخش اول :

نحوه تأمین انرژی و عملکرد
خود روي برقي

مقدمه :

به علت پیشرفت روز افزون صنعت خودرو و تولید انبوه خودروهای احتراق داخلی که مشکلات گوناگونی از قبیل آلودگی هوا بوجود می آورد و نیز محدود بودن ذخایر سوخت فسیلی و گران بودن آن تحقیق و طراحی در مورد خودروهای برقی به یکی از برنامه های اصلی صنعت خودرو مخصوصاً در کشورهای پیشرفته اروپایی و آمریکایی بدل شده است ایران نیز در چند ساله اخیر تحقیقاتی در این زمینه انجام داده است شرکتهای ایران خودرو، سایپا و کیش خودرو تحقیقات در این زمینه را ادامه می دهند این تحقیقات به تولید نمونه هایی در شرکتهای ایران خودرو و سایپا منجر شده که در نمایشگاههای خودرو به معرض دید عموم قرار گرفته است شرکت کیش خودرو نیز در حال ساخت خودرو برقی نمونه می باشد.

این پروژه به بررسی سیستم انتقال قدرت در خودروهای برقی و مقایسه آن با سیستم انتقال قدرت در خودروهای احتراق داخلی می پردازد.

فصل اول : خصوصیات خودروی برقی

در این فصل پس از معرفی و تعریف خودروی برقی و شرح مختصری در مورد تاریخچه خودرو برقی به بررسی مزیت‌های این نوع خودرو می‌پردازیم ابتدا مزیت خودروی برقی از نظر نوع انرژی و سپس مزیت تجهیزات الکتریکی مورد استفاده و مشکلات موجود در خودروی برقی می‌پردازیم .

۱-۱- تعریف خودروی برقی

در یک خودروی برقی مجموعه محرک برقی آن وظیفه دارد جریان مستقیم تولید شده توسط باتری را به انرژی مکانیکی تبدیل نماید منظور از مجموعه محرک کلیه قطعاتی است که جریان مستقیم باتریها را به نیروی کششی و گشتاور لازم برای حرکت چرخها تبدیل می‌کنند مهمترین ویژگی خودروهای برقی عبارتند از : برد و قدرت حرکت (شتاب ، سرعت ، شیب روی و بارگیری و انعطاف پذیری) و مدت شارژ و قیمت بالای باتریها ، در اغلب خودروهای برقی موجود مجموعه محرک تشکیل شده است از کنترلر (عضو تنظیم کننده) ، موتور الکتریکی ، جعبه دنده با نسبت کاهنده روی اکسل ها و جعبه تقسیم برای دو یا چهارچرخ ، راه حل های دیگر نیز بکار رفته اند بطور مثال دو موتور همراه با جعبه دنده و یا بدون جعبه دنده . مجموعه محرک باید خواسته های متعدد و متنوعی را برآورده کند که از آنها بعنوان معیار برای ارزیابی و مقایسه راه حل های مختلف استفاده می شود بطور مثال برخی از مهمترین این معیارها عبارتند از :

- کاربری ساده

- راندمان بالا

- هزینه پایین

- اطمینان بالا

- عدم نیاز به سرویس و نگهداری

- وزن کم

- حجم ساختمانی کم

باید توجه داشت که نمی توان همه این معیارها را به خوبی در یک مجموعه محرک جمع نمود بطوریکه عموماً راندمان بالا با هزینه پایین متضادند علاوه براین بایستی توجه داشت که انواع خودروهای مختلف مراکز خواسته ها را تعریف می کنند بطور مثال در خودروی باری برقی حجم ساختمانی نقش کم اهمیت تری پیدا می کند.

۱-۲- تاریخچه تولید خودروی برقی و مزیت آن نسبت به خودرو احتراقی خودروی برقی از حدود سال ۱۹۰۰ میلادی تولید می شده است و تا سال ۱۹۱۵ روند تولید افزایش نسبتاً خوبی داشته است به دلیل مشکلاتی که موتورهای الکتریکی داشتند تولید خودرو برقی مورد استقبال قرار نگرفت اکتشافات جدید نفت و تولید فراوان آن همچنین پیشرفت چشمگیر موتورهای احتراق داخلی سالهای ۱۹۱۵ الی ۱۹۹۰ را در انحصار خودروهای با موتور احتراقی در آورد . بروز جنگهای جهانی ، جنگها و کشمکش هایی که نفت موضوع اصلی یا مورد استفاده آنها بود باعث شد که به ارزش واقعی این ماده پی برده شود و قیمت آن افزایش یابد اکنون که منابع جدید و قابل

توجه نفت کشف نشده است و پیش بینی می شود ذخائر نفت به اتمام برسد، کشورهای صنعتی به استفاده از منابع دیگر انرژی ترغیب شده اند انرژی خورشیدی ، باد، سدهای آبی و انرژی هسته ای منابع جدید تأمین انرژی هستند و براحتی به انرژی الکتریکی تبدیل می شوند از سال ۱۹۹۰ تولید خودروی برقی مورد توجه قرار گرفت چون خودروها که یکی از منابع عمده مصرف انرژی هستند می توانند به مصرف انرژی هستند می توانند به مصرف کننده الکتریسیته تبدیل شوند با پیشرفت فن آوری ساخت موتورهای الکتریکی ، خودروهای برقی دارای مزیت نسبی نسبت به خودروهای معمولی شده اند در خودروهای برقی سیستم تأمین قدرت شامل یک موتور الکتریکی ، کنترلر ، باتریها و شارژر آن می باشد همه این تجهیزات پیشرفت چشمگیری داشته اند بطوریکه تعمیرات به حداقل می رسد خودرو معمولی شامل موتور احتراق داخلی با سیستم پیچیده ای است و تجهیزاتی به آن اضافه می شود. مانند :

- ۱- تجهیزات خروج و تصفیه دود شامل انباره ، اگزوز و ...
- ۲- سیستم سرمایش موتور شامل رادیاتور، پمپ آب ، محفظه سرمایش ، ترموستات و سنسورها
- ۳- سیستم تولید جرقه شامل دلكو ، شمع ها و ...
- ۴- سیستم سوخت رسانی شامل کاربراتور پمپ سوخت رسانی ، سیستم تزریق ، سوخت داخل سیلندر ، فیلترهای هوا و سوخت .

۵- سیستم مکانیکی موتور شامل میل لنگ ، پیستونها ، رینگهای آب بندی ، پمپ روغن

، چرخ زنجیر، واشرهای آب بندی و استارت. این تجهیزات احتیاج به سرویس و

تعمیرات مداوم دارند در حالیکه در خودرو برقی تجهیزات پیچیده ای وجود ندارد.

۱-۳- انواع موتورهای الکتریکی و مقایسه آنها

موتورهای الکتریکی دارای استاتور یا قسمت ساکن و روتور یا قسمت متحرک هستند

موتورهای الکتریکی فقط دارای یک قسمت متحرک هستند در حالیکه موتورهای احتراقی

قطعات متحرک زیادی دارند راندمان این موتورها بالاست و اغلب بیش از ۹۰٪ است انواع

موتورهای الکتریکی را می توان در محدوده وسیع قدرت و در اندازه های مختلف و

شکلهای مختلف از نوع dc یا ac طراحی کرد.

موتور الکتریکی وسیله مکانیکی است که انرژی مکانیکی را به حرکت تبدیل می نماید و

این حرکت می تواند برای تولید کار ، کشیدن ، هل دادن ، بالا بردن ، تکان دادن یا ایجاد

نوسان بکار رود.

موتور الکتریکی از قوانین کلاسیک و مغناطیس استفاده می نماید هر کدام از انواع موتورها

دارای مشخصه های سرعت ، گشتاور و مشخصه برقی خاص هستند و برای استفاده در

خودرو برقی دارای مزایا و معایبی می باشند انواع موتورهای برقی مناسب برای استفاده در

خودرو برقی که به صورت انبوه تولید می شوند به طور اختصار معرفی می گردد.

۱-۳-۱- موتورهای الکتریکی جریان مستقیم

در این نوع موتورها جریان اصلی از کویل های هسته عبور می نماید و باعث چرخش هسته و ایجاد گشتاور در آن می گردد استاتور شامل قطب های آهن ربایی است هسته شامل شافت اصلی موتور و چند کویل است هر یک از کویل ها به کویل بعدی متصل است و جریان در کل آنها وجود دارد البته نوع اتصال کویل ها به یکدیگر خواص مختلفی ایجاد می نماید که انواع مختلف موتورهای dc را به وجود می آورد.

۱- سری

۲- شانت : در این نوع موتور به علت وجود کوماتاتور متحرک جریان در آرمیچر مرتباً تغییر جهت می دهد.

۳- ترکیبی : که ترکیب نوع ۱ و ۲ می باشد.

۴- با مغناطیس دائم

۵- بدون جاروبک

۶- جامع

مدار جریان در کویل انواع مختلف موتور dc و مشخصه های هر کدام از این نوع موتورها در شکل ۱-۱ ترسیم شده است.

موتورهای جریان مستقیم عموماً دارای مدار اینورتر ساده و ارزان با قابلیت بسیار بالا می باشند و سرعت موتور به راحتی قابل کنترل است وزن و حجم زیاد ، قیمت بالا پیچیدگی ساخت ، هزینه تعمیر و نگهداری بالا ، راندمان پائین و وجود جاروبک از معایب این

موتورها می باشد در موتورهای بدون نگهداری بالا ، راندمان پایین و وجود جاروبک از معایب این موتورهای می باشد در نوع موتور بدون جاروبک که جاروبک وجود ندارد ، کنترل سرعت براحتی انجام می شود و موتور دارای دانسیته قدرت بالا می باشد این نوع موتور در سرعتها بالا کاربرد دارد حجم موتور کم و نویز نسبت به موتورهای دیگر کمتر می باشد عیب این نوع پیچیده بودن ساخت موتور و قیمت بالای آن است.

۱-۳-۲- موتورهای الکتریکی جریان متناوب
جریان ac خصوصیات خوبی دارد از جمله می تواند در ولتاژهای بالا به راحتی انتقال یابد و با وجود ترانسفورماتور تبدیل مقدار ولتاژ نیز به راحتی انجام می شود به علت در دسترس بودن این نوع موتور برای خودرو برقی نیز بیشتر استفاده می گردد.

مهمترین و پر استفاده ترین موتور ac ، موتور قفسه ای است در این نوع موتور که اساس آن مانند یک ترانسفورماتور متحرک است وجود جریان در سیم پیچ استاتور باعث القاء جریان در سیم پیچ هسته می شود بنابراین نیروهای حاصل از میدان جریان در هسته باعث چرخش آن و تولید گشتاور می شود.

مهمترین خصوصیات موتور القائی قفسه ای به شرح زیر است :

۱- هیچگونه جاروبک یا کوماتاتوری نیاز نمی باشد.

۲- دارای کمترین تعمیرات لازم است .

۳- مناسب باری کار در محیط های کثیف است .

۴- قابلیت اطمینان بالا دارد .

۵- راندمان بالا دارد.

۶- سختی و عمر بالا.

۷- هزینه ، وزن ، حجم و ممان اینرسی کم .

ذیلاً در مورد سه نوع موتور جریان متناوب که برای استفاده در خودروی برقی در نظر گرفته شده توضیحات بیشتری داده می شود.

۱- موتورهای سنکرون یا مغناطیس دائم

در این نوع موتور دانسیته قدرت بالا است به دلیل کنترل جریان و میدان استاتور، گشتاور بیشتری می توان تولید کرد جاروبک وجود ندارد و در سرعتهای بالا و محدوده وسیع

سرعت قابل استفاده است .

۲- موتورهای القائی سه فاز

ساخت موتور ساده است این موتور سبک، مقاوم ، کم حجم ، ارزان و دارای راندمان بالا می باشد و نیازی به جاروبک ندارد البته برای کنترل سرعت باید از سیستم کنترل پیچیده ای استفاده نمود و این سیستم قیمت بالایی خواهد داشت.

۳- موتورهای شار محوری :

اخیراً موتورهای (Afm,Axial flux motor) یا موتورهای شار محوری نیز ساخته شده اند که دارای دو مدل استفاده از موتور در داخل چرخ خودرو (whell motor) و یا موتورهای با دو روتور و یک استاتور به صورتی که موتور به جای دیفرانسیل خودرو نصب می شود می

باشند. البته دو موتور اخیر نیاز به فن آوری بالاتری برای ساخت و استفاده کردن داشته و

قیمت بالاتری نیز دارند ولی بازده و عملکرد آنها بهتر از موتورهای القائی و PMSM

معمولی می باشد دور موتور حداقل ۳۰۰۰ تا ۳۸۰۰ دور می باشد.

۱-۴- باتریهای قابل استفاده در خودرو برقی

ظرفیت و مقدار جریان دو فاکتور مشخصه باتریها هستند ظرفیت مقدار انرژی ذخیره شده

در باتری است و به فاکتورهای زیادی وابسته هستند که مهمترین آنها عبارتند از:

۱- سطح یا اندازه فیزیکی صفحاتی که توسط اکترولیت پوشیده می شوند.

۲- وزن و مقدار مواد در صفحات

۳- تعداد صفحات و نوع جدا کننده بین آنها

۴- مقدار اکترولیت و جرم مخصوص آن

۵- سن باتری

۶- شرایط سلول - مقدار رسوب در ته سلول

۷- دما

۸- حد ولتاژ پایینی

۹- نرخ دشارژ

ظرفیت باتری برحسب آمپر- ساعت مشخص می شود جریان مشخصه دیگری باتری است

و برحسب آمپر می باشد مقدار جریان تعیین کننده نرخ انرژی هنگام شارژ یا دشارژ می

باشد بطور مثال برای یک باتری ۱۰۰ آمپر ساعت با جریان یک آمپر زمان دشارژ ۱۰۰ ساعت می شود و این باتری با جریان ۱۰۰/C مشخص می گردد.

شاید تنها ضعف خودرو برقی باتریهای آن باشد به علت چگالی کم انرژی ذخیره شده در باتری باید از تعداد زیادی باتری استفاده نمود که وزن خود را افزایش داده انرژی اضافه ای برای حمل این وزن مصرف می شود و مسافت پیموده شده در مقایسه با خودروهای احتراقی کمتر است همچنین شارژر این باتریها زمان برخواهد بود هزینه بالایی نیز صرف خرید باتریها خواهد شد اگر باتری های مناسبی برای خودرو ساخته شود که مشکلات فعلی را نداشته باشد یقیناً خودروهای با موتور احتراق داخلی کنار گذاشته می شوند.

انواع باتریهای شیمیایی ساخته می شوند از جمله باتریهای سرب اسیدی، نیکل کادمیوم، نیکل آهن ، نیکل منگنز ، سدیم سولفور و روی برم ، باتریهای سدیم سولفور بیشترین دانسیته انرژی حدود ۱۵۰ Wh/kg را دارا می باشد اما قابل انفجار هستند باتریهای سرب اسیدی کمترین چگالی انرژی در حدود ۳۵Wh/kg را دارا می باشند اما به علت عمر عملکرد خوب در حدود ۷۵۰ سیکل شارژ و قابلیت اطمینان بالا و قیمت مناسب بیشترین استفاده می شوند.

سیستم ذخیره انرژی الکتریکی :

در بلوک دیاگرام شکل زیر انواع مختلف سیستم های ذخیره انرژی الکتریکی نشان داده شده است در خودروهای برقی معمولاً از باتریهای شیمیایی استفاده می شود که در زیر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandooocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۵۱۱ تماس حاصل نمایید

پارامترها و مشخصات کلی مربوط به باتریهای مورد استفاده در خودرو برقی آورده شده

است .

بلوک دیاگرام سیستم های ذخیره انرژی

زمان شارژ کامل :

زمان شارژ برای باتریهای مختلف یکسان نبوده و به نوع باتری و نحوه شارژ بستگی دارد

برای باتریهای سرب اسیدی ۴ تا ۸ ساعت li-ion حدود ۵ ساعت ، Nimh حدود ۸-۶

ساعت می باشد.

نوع شارژ

شارژ می تواند توسط دو روش Inductive یا Conductive انجام شود همچنین برق تغذیه

کننده می تواند یک فاز یا سه فاز ایزوله باشد توان حدود ۶KW و ولتاژ خروجی حداکثر

۳۸۸V و جریان خروجی می تواند تا ۱۵A باشد.

شارژ می تواند دارای دو mode آرام و سریع باشد مقاوم در مقابل رطوبت تا ۸۰٪ وزن ،

۶kg ، حفاظت های ولتاژ ورودی و خروجی بصورت الکترونیکی و حفاظت جریان ورودی

و خروجی بصورت بی متالی و الکترونیکی کلید IF و فاز بالانس ، حفاظت در مقابل اتصال

کوتاه ، سیستم خنک شدن با هوا ، دارای سلف رگولاتور برای حذف هارمونیک ورودی

محل نصب کنار صندوق عقب خودرو ساخت داخل قیمت یک شارژ معمولی سه فازه با

حجم و وزن کم حدود نه میلیون ریال می باشد لازم به تذکر است که شارژرهای

سوئیچینگ با ورودی برق تک فازه در خارج کشور طراحی شده است کار بر روی این

شارژرها در ایران شروع شده و به نتیجه نهایی نرسیده است در هر حال یک شارژر

سوئیچینگ با ورودی تک فازه و قدرت حدود ۶ کیلووات قیمت تولید انبوه آن نمی تواند

بیش از ۵ میلیون ریال باشد.

مصرف برق در هر بار شارژر باتری ها

این میزان می تواند بسته به ظرفیت باتری ها و تعداد آنها و برد خورو و تلفات خودرو و

غیره مقادیر مختلفی داشته باشد مثلاً در خودرو برقی پیکان با توجه به اینکه ظرفیت باتری

برای ۲ ساعت دشارژ $A-h, C2$ و $C2=36/7$ و تعداد باتری ها ۲۸ عدد و ولتاژ هر یک ۱۲

می باشد میزان انرژی در هر دشارژ تا شارژ کامل برابر خواهد بود با

$$P=36/7 \times 12 \times 28 = 12/33 \text{ Kwh}$$

عمر باتریها

بسته به نوع باتری مورد استفاده در خودرو و مشخصات ارائه شده توسط کارخانه سازنده ،

عمر باتریها متفاوت است بعنوان مثال در مورد باتریهای سرب اسیدی پوشیده در صورتی

که هر دفعه تا نصف میزان انرژی دهی مجازش دشارژ و مجدداً شارژ گردد قادر است تا

۱۰۰۰ مرتبه و در صورتی که از کل انرژی دهی باتری استفاده شود تا ۵۰۰ مرتبه شارژ و

دشارژ کار کند باتریهای انتخابی می تواند از نوع سرب اسیدی سیلد با ابعاد

$235 \times 140 \times 238$ میلیمتر ، ۲۷ عدد باتری با ظرفیت $C2=48 A-h$ وصل شده بصورت سری

$3247-27 \times 12$ و با وزن کل $467Kg = 27 \times 17/3$ می باشند جنس بدنه آنها پلاستیک ضد

ضربه ساخت شرکت Sec با امکان ساخت داخل و محل نصب کاپوت جلو و صندوق

عقب و در محل باک بنزین می باشد قیمت هر باتری حدود ۳۰۰۰۰۰۰ ریال می باشد البته

با تولید انبوه به تعداد زیاد این قیمت می تواند تا ۲۰۰۰۰۰ ریال نیز کاهش یابد.

نوع باتری

تاکنون باتری متفاوتی از سری کارخانه های سازنده خودرو برقی مورد استفاده قرار گرفته

است جدول (۱) نوع از باتریهای مورد استفاده و بعضی از مشخصات آنها را نشان می دهد.

نوع باتری	سرب اسیدی پیشرفته	Metal nichel hydride	Lihium ion	Lihium polymer
انرژی مخصوص wh/kg	۳۵-۴۰	۵۰-۶۰	۸۰-۹۰	۱۰۰
چگالی انرژی wh/l	۷۰	۱۷۵	۲۰۰	
توان مخصوص W/KG	۱۰۰-۱۵۰	۲۰۰	<۱۰۰۰	۲۰۰
عمر بر اساس شارژ و دشارژ کامل	۳۰۰-۵۰۰	۶۰۰-۱۰۰۰		۲۰۰-۳۰۰
قیمت US S KWH	۱۰۰-۱۵۰	۳۰۰-۴۰۰		

انتخاب نوع باتری به عوامل مختلف چون میزان فضای خودرو ، قیمت خودرو ، برد خودرو و عمر پیش بینی شده برای خودرو و غیره بستگی دارد ایران به علت اینکه فن آوری باتری های سرب اسیدی موجود بوده و قیمت تمام شده آنها خیلی کمتر از باتری های دیگر می باشد از باتری های سرب اسیدی استفاده شده است البته برای جلوگیری از تعمیر و نگهداری اضافه می توان از باتریهای ژله ای (سیلد) استفاده نمود در جدول (۲) بعنوان نمونه ، چند نوع باتری مورد استفاده در خودروهای برقی ساخته شده آورده شده است.

۱-۵- سیستم های تولید و انتقال نیرو برای خودروهای الکتریکی تولید انبوه

در این بخش به معرفی سه نوع سیستم که در تولید انبوه خودروهای برقی بیشتر مورد استفاده و تحقیق قرار گرفته اند می پردازیم :

جدول (۲): مشخصات باتری های مورد استفاده از چند نوع خودرو برقی

نوع شارژ	ظرفیت	موتور	برد	SPEED	وزن کل	نوع باتری	نام	نوع
Inductive	۲ غر	Neodymium 20 kw magnet Synchrenous	۱۳۰ km	۱۰۰ km/h	۷۰۰ kg	lithium-ion	Nissa Metal hypennini Nimh	سواری
Conductive 6-8h	۲	pms 25 hp	۱۰۰ km	۱۰۰ km/h	۷۹۰ kg	Nichel metal hydride Nimh	ecom toyota	سواری
Conductive 8h	۲ (۵)	AC Synchr 47 kw	۱۰۰ km	۱۰۰ km/h	۱۸۸۰ kg	Lead Acid 312 V	Mazda	سواری
Conduc. 8h	۲ (۶)	pms Permanent magnet 25 kw	۱۱۰ km	۹۵ km/h	۱۳۱۵ kg	Lead Acid 120 V	Suzuki Every EV	سواری
Con. 8h	۲ (۴)	pms 25 kw	۵۵ km	۱۰۵ km/h	۸۴۵ kg	Lead Acid 120 V	Suzuki alto Ev	سواری
Induct 5h	۴	Neodymium magnet sync. 62kw	۲۳۰ km	۱۲۰ km/h	۱۷۰۰ kg	lithum-ion 345	Nissan prairie joy	Minivan
Ind. 5h	۵	Neodymium magnet sync. 62kw	۲۳۰ km	۱۲۰ km/h	۱۷۳۰ kg	lithum-ion 345	Nissan Alta Ev	Passenger Car

۱-۵-۱- خودرو برقی با موتور جریان مستقیم dc

براساس تجارب حاصل در طول سالهای متمادی توسط گروه کلرید و صنایع لوکاس که در انگلستان تأسیس شده بود و با کمک مالی وزارت تجارب و صنعت انگلستان سرمایه گذاری شد هدف مشخص این بود که یک سری خودرو برقی با کارایی زیاد و با همکاری سازندگان خودروهای معمولی ساخته شود.

هر دو کمپانی مادر ، سیستم های انتقال نیروی dc که بطور جداگانه تحریک می شدند را پیگیری کرده و هر دو کمپانی نیز تجاربی در سیستم های انتقال نیروی بدون جاروبک داشته اند سیستم های انتقال نیرو که توسط هر یک از این شرکتها پیگیری می شد از موتورهای dc تحریک جداگانه به دلایل مشابه استفاده می شد و شامل عکس العمل بهتر سیستم تحریک مجزا در شرایط خطا ، وجود مشخصه نیرو - سرعت قابل انعطاف تر و کارایی و قابلیت بیشتر کار تحت شرایط جریان dc می شد بیشتر کوشش برای ساخت معطوف به بهبود سیستم موجود گردید که منجر به تولید سیستم کنترل دو ترانزیستوری (خروجی ۱۶۰ ولت ، ۵۰ کیلو وات) و سیستم چهار ترانزیستوری (خروجی ۲۱۶ ولت ، ۴۰ کیلو وات) گردید.

سیستم انتقال باید امکان نصب بر روی خودرو را در خط تولید کارخانه سازنده داشته باشد سیستم باید قابلیت اتکاء کافی داشته و نیازهای کاری سازنده خودرو را برآورده نماید باید توانایی داشته باشد که به نرخ مورد نظر ساخته شده و قبل از ارائه به سازندگان خودرو

کاملاً توسعه یافته باشد تجارب عملی نشان داده است که یک موتور کششی dc اگر بطور صحیح طراحی و ساخته شده باشد محصول با قابلیت اتکاء بالایی می باشد بهبود قابلیت سیستم ، با جایگزینی موتور بدون جاروبک به جای موتور dc کم بوده و انتخاب موتور برای نسل بعدی سیستم انتقال بر مبنای هزینه موتور و هزینه اتصال بنی موتور و سیستم کنترل خواهد بود آنالیز کامل قیمت خودرو و نیز مواردی را نشان می دهد که می توانند بهبود یابند و مشخص ترین خصوصیات این تحلیل اقتصادی را به شرح زیر خلاصه می نمائیم.

- ۱- یکپارچه نمودن مکانیکی تجهیزات الکترونیکی ، تبدیل کننده dc/dc ، وسیله سنجش حالت شارژ، عایق بندی باتری ، مبدل های مغناطیسی پدال و شارژر
 - ۲- حذف قطعات الکترو مغناطیسی از قبیل رله ها ، کنتاکتورها و امتحان کننده کنتاکتور به عنوان قطعات فعال در سیستم انتقال
 - ۳- به حداقل رساندن اتصالات برقی
 - ۴- به حداقل رساندن قطعات الکترونیکی
 - ۵- حذف وابستگی به تغذیه نیروی ۱۲ ولت خودرو
- نتیجه گیری:

تجزیه ای که در رابطه با مسائل مربوط به انتقال طرح سیستم خودرو و از آزمایشگاه به تولید به دست آمد و تجربه ای که پیرو میلیون ها مایل کارایی سیستم ها در میدان بدست آمد

تصویر روشنی از نیازهای آتی سیستم انتقال نیرو که باید مشخص گردد ارائه داده است
خودروهای برقی آینده بر سیستم انتقال نیرویی که از موتور dc و ترانزیستور به عنوان عضو
اصلی اتصال نیرو استفاده می کند پایه گذاری می گردد سیستم انتقال نیروی بدون جاروبک
، رقیب واقعی در دراز مدت نخواهد داشت ولی در کوتاه مدت و میان مدت مناسب
نمی باشد زیرا مقدار تولید مربوطه نمی تواند زمان تهیه و تولید ارزانتر از سیستم انتقال
نیروی dc ساخته شده را توجیه نماید.

۱-۵-۲- خودرو برقی با موتور جریان متناوب ac

شرکت ایتون دارای دانش و تخصص در زمینه تبدیل نیرو ، انتقال و کنترل اتوماتیک می
باشد کارهای قبلی مزایای سیستم جلو برنده AC نسبت به DC را به ثبوت رسانید موتور
AC سبک تر ، کارآمدتر ، ارزانتر و دارای سرعت زیادتر ، مزیت های بیشتری برای
کاربردهای کششی خودرو دارد وجود میکرو پروسسور و ترانزیستورها تأمین قدرت را
برای موتورهای AC عملی می سازد برنامه های قبلی ، قابلیت انجام این نوع سیستم جلو
برنده را در یک اتومبیل سدان (چهار نفره) با چرخهای محرک در جلو خودرو نشان داد .
تجربه قبلی سیستم انتقال قدرت الکتریکی ایتون مزایای موتورهای کششی AC شامل وزن
سبک ، سرعت بالا ، طرح کاملاً بسته و کارائی بالا را نشان داد یک طرح موتور سه فاز
القائی کاملاً انعطاف پذیر بوده و به سادگی تولید انبوه می شود موتورها می توانند توسط
هوا یا روغن خنک شوند و بطور قابل توجهی در ضریب طول به عرض بدون اشکال جدی

در نحوه کار متفاوت قابل ساخت هستند و انواع با سرعت زیاد ، مشکل زیادی برای تولید نخواهد داشت در مورد مبدل نیز مشکل اساسی وجود ندارد تقریباً تمامی مبدل ها در این طبقه نیز ترانزیستوری هستند طرح های قبلی که از ترانزیستور استفاده کرده اند به سادگی با قطعات ترانزیستوری جایگزین گردیده اند ترانزیستوری های با قدرت بالا در اندازه های مورد نیاز سیستم وجود دارند دستگاههای تک بسته ای (یک تکه) با درجه ۵۰۰ آمپر تا ولتاژ ۵۰۰ موجود می باشند مبدل سه فاز اصلی شامل شش عدد از این دستگاههای اتصال می باشد .

رابطه بین قطعات :

یکی از مشکل ترین پارامترها ولتاژ اسمی باطری است که بسیاری از مشخصه های سیستم تحت تأثیر مقدار آن قرار گیرند برای یک سطح نیروی مشخص ، ولتاژ و جریان بطور معکوس تغییر می کنند برای دستگاههای اتصال مانند ترانزیستورها ، تعیین سرعت و ارزیابی جریان بالا پرهزینه تر از قابلیت ولتاژ بالا می باشد در مورد باتریها ، ولتاژ زیادتر باعث اضافه شدن سلولهای بیشتر ، افزایش درصد متریکال غیرفعال و کاهش ظرفیت انرژی پتانسیل می شود بدین ترتیب مبدل و باتری با توجه به ولتاژ عملیات مغایر می باشد.

موتور / اکسل

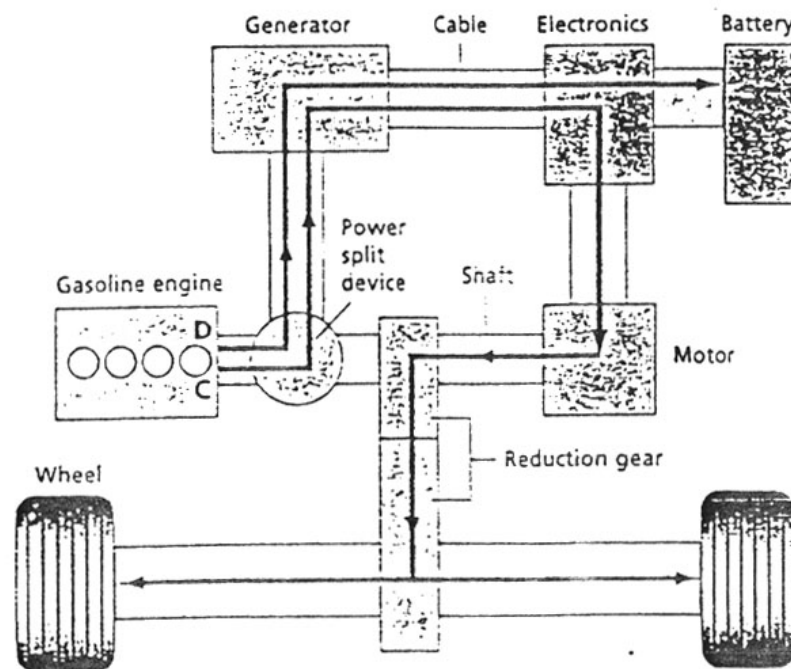
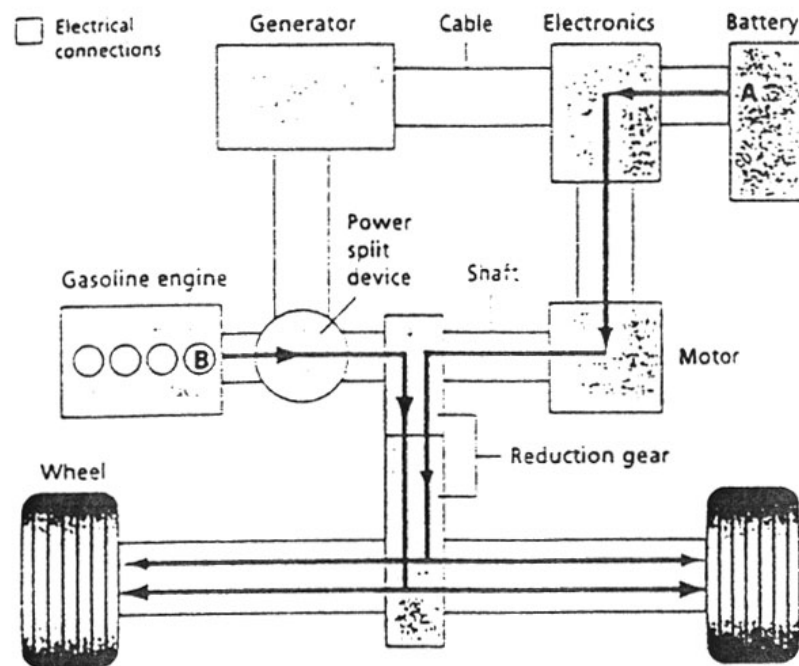
پارامتر بحرانی بین موتور و اکسل، سرعت می باشد موتورهای سرعت بالا سبکتر و کوچکتر هستند ولی شافت ها و دنده های سرعت بالا دارای افت چرخشی زیادتری هستند

برای یک توان مشخص ، گشتاور و سرعت به طور عکس متناسب می باشند یعنی هر چه سرعت زیادتر باشد موتور با گشتاور کمتری کار می کند شافتهای سرعت بالا که با سطح گشتاور پائین کار می کنند به ساچمه های کم سایش در یاتاقانها نیاز دارند تا از افت مؤثر نیرو جلوگیری شود همچنین روغن کاری و دنده ها در سرعت بالا بحرانی می شود بنابراین موتور و اکسل با توجه به سرعت متضاد می باشند سرعتهای موتور از ۴۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه با اثرات مربوطه بر روی شافت ارزیابی گردیده اند نتیجه سیستم فوق به این صورت است پیچیدگی کمتر در مقایسه با موتورهای dc قابلیت راندمان بهتر و افزایش بازده انرژی جزء مزایایی است که می توان به وسیله کنترل کامپیوتری سیستم انتقال قدرت در خودروهای برقی بدست آورد.

۱-۵-۳- خودروهای دو منظوره

در خودروهای دو منظوره دو نوع موتور به حالت مجتمع قرار دارند که به صورت اتوماتیک یکی یا هر دو عمل می نمایند در ترافیک آهسته و سنگین شهرها از موتور الکتریکی و در اتوبانها از موتور احتراق داخلی و در زمان شتاب گیری از هر دو استفاده می گردد این خودروها ممکن است دارای المان ذخیره کننده انرژی مانند باتری ، چرخ لنگر یا نوعی خازن که بتواند مقداری از انرژی ترمز کردن را برای شتاب دوباره ذخیره کند باشند این مسائل باعث پیچیده شدن طراحی و ساخت این خودرو شده است .

انواع دیگر خودروی دو منظوره نوع سری و نوع موازی می باشند این دو نوع خودرو اساساً با استفاده از موتور احتراق داخلی عمل می کند در نوع سری از موتور الکتریکی جهت بهتر کردن عملکرد خودرو استفاده می شود لذا انرژی ترمز کردن می تواند مورد استفاده قرار گیرد در نوع موازی از موتور الکتریکی جهت کوچکتر نمودن موتور احتراقی استفاده می شود و از آن می تواند به صورت ارزان برای ایجاد نیرو بر روی چهار چرخ استفاده نمود و از انرژی زمان ترمز کردن نیز استفاده مجدد کرد در این دو نوع خودرو از موتور الکتریکی تنها در جهت بهینه نموده عملکرد خودرو استفاده شده است .



شکل ۱: ارتباط تجهیزات در خودرو برقی دو منظوره

الف: نوع موازی ب: نوع سری

۱-۶- مشکلات تحقیقاتی و نتیجه گیری

زمینه های اصلی که تحقیقات در مورد آنها باید ادامه داشته باشد و از مشکلات و موانع

ساخت خودرو برقی ایده آل می باشد به قرار زیر است

- دوام و قیمت باتریها

- الکترو موتورها

- دستگاههای جانبی- شارژر و مبدل و ...

- گرمایش و تهویه

در مورد الکترو موتورها این نکته قابل ذکر است که در موتورهای صنعتی معیارهایی چون

وزن ، حجم ساختمانی ، راندمان در حالت نیمه بارگذاری ، روند گشتاور، قابلیت تنظیم و

کنترل و خصوصیات دیگری از این قبیل نقش مهمی ندارند و در حالیکه در خودروهای

برقی اهمیت شایان توجهی دارند یعنی موتورهای صنعتی برای خودروهای برقی بسیار

سنگین ، زیاد از حد بزرگ بوده و راندمان آنها به ویژه در حالت نیمه بارگذاری نامناسب

است و این موتورها بسیار گران قیمت می باشند.

فصل دوم: سیستم انتقال قدرت و محاسبه توان مورد نیاز

در این فصل تهیه منحنی ها و مشخصه های عملکرد خودرو برقی ارائه می گردد و شامل تهیه مقادیر بهینه ، طراحی و تکمیل یک خودرو برای تبدیل می باشد شکل ۱-۳ این مراحل را به طور شماتیک نمایش می دهد .

۲-۱- تأثیر وزن در خودرو برقی

موضوع وزن را باید در سه مرحله مورد توجه قرار داد.

۱- قبل از انتخاب خودرویی که می باید تبدیل شود و تا چه میزانی کاهش وزن امکان پذیر است .

۲- هنگام تبدیل خودرو به خودرو برقی : وزن خودرو پس از برداشتن وزنه های غیرضروری باید تا حد ممکن کاهش زیادی داشته باشد و بنابراین بدنه زیبایی کم وزن مورد نظر می باشد نباید برای نصب قطعات جدید روی قاب و شاسی خودرو و سوراخ کاری انجام شود.

۳- وزن خودرو پس از تبدیل

پس از کاهش وزن که حدود ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ کیلوگرم خواهد بود شاسی و بدنه آماده ای برای خودرو برقی خواهیم داشت دلیل اهمیت وزن و تأکید بر آن به این خاطر است که وزن مستقیماً با عملکرد خودرو شامل شتاب، بالا رفتن از شیب ، سرعت و مسافت ، حرکت متناسب است.

۲-۱-۱- تأثیر وزن بر شتاب

طبق قانون دوم نیوتن شتاب هر جسم با وزن و نیروی وارد بر آن متناسب است البته قانون

دوم نیوتن برای خودروی برقی به صورت زیر نوشته می شود :

$$F_a = C_i W_a$$

وزن خودرو: W شتاب: a نیروی شتاب دهنده: F_a

C_i ضریب جرم می باشد و به خاطر اینرسی قطعات گردنده به وزن خودرو اضافه می

شود قطعات گردنده عبارتند از: چرخها، فلاپویل، کلاج، شافت موتور، قطعات

جعبه دنده و غیره C_i به صورت زیر بیان می شود :

$$C_i = 1 + 0.04 + 0.0025(N_c)^2$$

N_c ضریبی است که به نسبت انتقال و دور خروجی جعبه دنده بستگی دارد.

C_i در موتور احتراق داخلی برای دنده بالا ۱/۱ برای دنده سوم ۱/۲ دنده دوم ۱/۵ و

برای دنده اول ۲/۴ می باشد در خودرو برقی چون قطعات گردنده به خصوص ممان

اینرسی موتور کم می باشد این ضریب حدود ۱/۲ تا ۱/۰۶ می باشد ۱/۰۶ برای

خودرو سبکتر و ۱/۲ برای خودروهای سنگین تر.

۲-۱-۳- تأثیر وزن در شیب ها

وقتی از یک سراسیمه بالا رویم نیروی دیگری به نیروهای قبلی اضافه می شود و به صورت

زیر محاسبه می گردد .

$$F_h = W \sin \phi$$

شیب جاده : ϕ وزن خودرو: W نیروی بالا رفتن : F_h

۲-۱-۳- تأثیر وزن بر سرعت خودرو

اگر چه سرعت سایر فاکتور ها را نیز شامل می شود ولی مسلماً به وزن وابسته است می دانیم قدرت مورد نیاز به صورت زیر است :

$$P = F \cdot V$$

$$a = \frac{F}{M} \quad M = \frac{W}{g} \quad a = \frac{P \cdot g}{v \cdot W} \quad V = \frac{P}{W} \cdot \frac{g}{a}$$

وزن : W توان مصرف خودرو : P سرعت خودرو : V

شتاب خودرو : a شتاب جاذبه : g

۲-۱-۴- تأثیر وزن بر مسافت طی شده توسط خودرو

$$D = v \cdot t \quad \rightarrow \quad D = \frac{g}{a} \cdot \frac{P}{W} \cdot t$$

برای یک مقدار مشخص انرژی اگر زمان بیشتری رانندگی کنیم (با سرعت پائین تر) و یا اگر وزن کمتری داشته باشیم می توان مسافت بیشتری طی کرد.

برای اطلاع بیشتر راجع به تأثیر وزن بر شتاب ، شیب ، سرعت و مسافت به کتاب گیلپی و یا هندوبوک بوش مراجعه شود.

۲-۱-۵- توزیع وزن

جدول (۳) توزیع وزن روی محور عقب و جلوی یک خودرو را قبل و بعد از تبدیل به خودرو برقی نشان می دهد .

جدول ۳: توزیع وزن در خودرو

ظرفیت بار	وزن روی اکسل عقب	وزن روی اکسل جلو	وزن (پوند)	
1200	1200	1800	3000	قبل از تبدیل
	-100	-500	-600	موتور احتراق داخلی و اجزاء آن
	1100	1300	2400	جمع قبل از تبدیل
	1000	400	1400	وزن موتورالکتریکی و باتری ها و ...
400	2100	1700	3800	وزن بعد از تبدیل
			1200	وزن باتری ها
			3270	نسبت وزن باتری به وزن خودرو

۲-۲- نیروی مقاومت هوا

$$F_d = C_d A V^2$$

برای کاهش نیروی مقاومت هوا باید C_d (ضریب مقاومت خودرو) و یا A (سطح جلویی

خودرو) کاهش داده شود اگر C_d را کاهش دهیم سرعت و مسافت طی شده بیشتری

خواهیم داشت جدول (۴) C_d را برای قسمتهای مختلف خودرو نشان می دهد.

جدول ۴: ضریب C_d برای قسمتهای مختلف خودرو

نسبت C_d به کل %	مقدار C_d	سطح مورد نظر خودرو
33.3	0.14	بدنه عقب خودرو
21.4	0.09	چرخها
14.3	0.06	زیر بدنه خودرو
11.9	0.05	جلوی خودرو
7.1	0.03	برآمدگیها و تورفتگیها
6.0	0.025	اصطکاک سطحی بدنه
100	0.42	ضریب کل مقاومت هوا

مقدار C_d برای بدنه خودروها تا 0.32 کاهش یافته است البته این مقدار در حالت نرمال می

باشد و چنانچه پنجره ها باز باشد تا 0.06 نیز افزایش می یابد.

جدول (۴) نشان می دهد سطوح مختلف چه مقدار در این ضریب نقش دارند حدود ۳۱٪

ضریب مقاومت هوا مربوط به چرخها می شود این مقدار را می توان با استفاده از تایرهای

نازک کاهش داد سطح جلویی یک خودرو ۱۸-۲۴ فوت مربع است البته سطح جلویی

خودرو را نمی توان تغییر داد اما هنگام خرید خودرو برای تبدیل باید مدنظر قرار گیرد.

نیروی مقاومت هوا در شرایط استاندارد 60^0 و فضا 30 inHg اندازه گیری شده است و

بطور عادی برای محاسبات فرضیات کافی می باشند اما چند موضوع دیگر در محاسبات

دخالت می نماید به طور مثال سرعت نسبی باد در محاسبه نیروی مقاومت هوا دخالت می

نماید به طور مثال سرعت نسبی باد در محاسبه نیروی مقاومت هوا دخالت می نماید C_w

ضریب متناسب باد می باشد و به صورت زیر تعریف می شود

$$C_w = (0.98 + (W/V)^2 + 0.063(W/V)C_{rw} - 0.04(W/V)$$

سرعت خودرو: V

C_{rw} ضریب وزش نسبی باد می باشد که بطور تقریب برای خودروهای نوع معمولی $1/4$ ، برای خودروهای آیرودینامیک $1/2$ و برای خودروهای غیر آیرودینامیک یا خودرو معمولی با پنجر باز $1/6$ است C_w محاسبه شده برای هفت سرعت مختلف خودرو و سرعت متوسط باد 7.5mph و سه حالت مختلف C_{rw} در جدول (۵) نشان داده شده است .

جدول (۵) ضریب وزش نسبی باد

برای سرعت متوسط باد 7.5mph	C_{rw}	V=5mph	V=10	V=20	V=30	V=60	V=75
12	3.180	0.929	0.299	0.163	0.159	0.063	0.047
1.4	3.810	1.133	0.374	0.206	0.185	0.082	0.062
1.6	4.440	1.338	0.449	0.250	0.212	0.016	0.016

برای محاسبه نیروی مقاومت کل هوا از فرمول زیر استفاده می کنیم :

$$F_{td} = F_d (1 + C_w)$$

جدول (۶) مقادیر A, C_d را برای خودروی حقیقی مطرح می نماید و برای هفت سرعت مختلف F_d را محاسبه می نماید توجه کنید که نیروی مقاومت هوا برای خودرو کوچک کمتر و برای خودرو و وانت بزرگتر است اما خودرو کوچک مکان کافی برای قرارگیری باتری ها را ندارد.

جدول ۶

نوع خودرو	C_d	A	V=5	V=10	V=20	V=30	V=45	V=60	V=75
سواری کوچک	0.3	18	0.35	1.38	5.52	12.43	27.97	49.72	77.69
سواری بزرگ	0.32	22	0.45	1.80	7.20	16.20	36.46	64.82	101.28
ون	0.34	26	0.51	2.26	9.04	20.35	45.78	81.39	117.17
وانت	0.45	24	0.069	2.76	11.05	24.86	55.93	99.44	155.37
مدلهای قدیمی	0.6	18	0.69	2.76	11.05	24.86	55.93	66.44	155.37

۲-۳- رانندگی در جاده

امور تایرهای خودرو پهن و دارای عاج هستند و مشخصات مقاومت غلتشی کم را دارا

نمی باشد در عوض آنها برای چسبندگی بیشتر ساخته شده اند در یک خودرو برقی اگر

تایرهای بدون عاج و باریک استفاده نمائیم مشکلات رانندگی خواهیم داشت :

تعریف مقاومت غلتشی بصورت زیر است:

$$F_r = C_r W \cos \phi$$

زوایه شیب جاده : ϕ وزن خودرو: W ضریب مقاومت غلتشی: C_r

در اینجا نیز وزن خودرو مطرح می گردد این بار در محاسبه اصطکاک تایر خودروها

ضریب غلتشی C_r تقریباً ثابت می ماند و برای خودروهای با وزن متوسط و کم بصورت

زیر است :

$C_r = 0.015$ برای سطوح سخت (بتونی)

$C_r = 0.08$ برای سطوح با سختی (متوسط)

$C_r = 0.030$ برای سطوح نرم (شنی)

اگر برای محاسبه C_r قدرت بیشتری می خواهید به این صورت است که C_r در سرعت های کم به صورت خطی با سرعت خودرو تغییر می نماید و از فرمول تجربی زیر محاسبه می گردد.

$C_r = 0.012(1 + V/100)$ سرعت خودرو $V(\text{mph})$

۲-۳-۱- توجه به تایرهای خودرو

تایرها در خودرو برقی مهم هستند آنها وزن خودرو باتریها را با لرزشهای بوجود آمده تحمل می نمایند همچنین نیروهای رو به عقب یا جلو هنگام شتاب گیری یا ترمز کردن و نیروهای جانبی هنگام پیچیدن را تحمل می نمایند.

از نظر مقاومت غلت در حالت ایده آل تایر موتورسیکلت بهترین می باشد چون باریک است و سطح تماس کمی با جاده دارد و سخت است بنابراین اصطکاک کمی خواهد داشت و بزرگ بودن قطران باعث می شود به ازاء مسافت شخصی تعداد دور کمتری بزند.

از مطالعه مهندس مشخصات تلفات غلتشی یک تایر پلاستیکی خواهیم داشت :

$$F_t = C_t (W / d) th / tw)^{1.2}$$

F_t نیروی مقاومت غلتشی

مشخصه تلفات و الاستیسیته مواد تایر = C_t

وزن مؤثر روی تایر = W

قطر خارجی تایر = d

ارتفاع مقطع تایر = th

پهنای مقطع تایر = Tw

از این معادله مشخص است که برای کاهش نیروی مقاومت غلتشی ، جنس ، سخت تایر ، وزن کمتر ، قطر بزرگتر و نسبت th/tw کوچک بهتر است .

البته این متغیرها با فشار تایر تغییر می کنند با افزایش فشار تایر همچنین باعث انتقال بیشتر ارتعاشات جاده می شود بنابراین تا مقدار معینی مجاز به افزایش تایر می باشیم.

همچنین می توان از تایرهای کهنه استفاده کرد سطح صاف این تایر اصطکاک غلتشی کمتری را ایجاد می کند استفاده از تایرهای با قطر بزرگتر و پهنای کمتر نیز مفید است.

یک ضریب 0.002 برای قطعات مربوط به ترمز به ضریب اصطکاک اضافه می شود.

یک ضریب 0.0001 به خاطر هم محور نبودن ، چرخ ها هنگام پیچیدن و انتقال دور از میل

کاردان به چرخها با زاویه 90^0 اضافه می گردد.

۲-۳-۲- محاسبه نیروی مقاومت غلتشی یک خودرو

$$F_r = C_r \cos \phi$$

در اغلب موارد $C_r = 0.015$ برای جاده سخت (بتونی) با ضریب مقاومت ترمز و ضریب غیر محور 0.003 و در مجموع 0.018 استفاده می گردد برای مثال یک خودرو 3800 پوندی نیروی مقاومت غلتشی 68.4 پوند خواهد بود.

شکل ۲-۳- نیروی مقاومت غلتشی و نیروی مقاومت هوا را برای سرعتهای مختلف نشان می دهد البته این مقادیر برای سرعتهای خاصی و به طور تجربی اندازه گیری شده اند دو نیروی فوق به اضافه نیروی شتاب و نیروی لازم برای پیمودن جاده شیب دار، پیش رانی یا بار جاده می باشند.

۲-۴- تجهیزات انتقال قدرت

تجهیزات انتقال شامل کلیه قطعاتی است که قدرت تولید را به چرخها و تایرها انتقال می دهند وقتی ما راجع به تجهیزات انتقال قدرت صحبت می کنیم باید این تجهیزات و عملکردشان جداگانه در یک خودرو برقی و یک موتور احتراق داخلی بررسی شوند در این بخش راجع به قسمتهای اصلی شامل تفاوتی در موتور الکتریکی و موتور احتراق داخلی بحث می کنیم درمورد مشخصات اجرایی، بحث در مورد انتخاب چرخنده انتقال و مزیت استفاده از گیربکس اتوماتیک دستی، گیربکس کهنه یا نو و سیال سبک یا سنگین برای روانکاری و رواندانههای انتقال قدرت بحث می نمائیم.

۲-۴-۱- سیستمهای انتقال قدرت

با این موضوع شروع می کنیم که سیستم انتقال قدرت در یک خودرو با موتور احتراق چه وظیفه ای دارد در عمل قدرت بدست آمده از موتور باید برابر باشد با کار نیروهای مقاومت و اصطکاکی که برای هر سرعتی محاسبه می گردد.

استفاده از قدرت موتور برای چرخاندن چرخها و تایرها با کمترین تلفات و بیشترین راندمان وظیفه روشن سیستم انتقال قدرت است و به طور کلی سیستم انتقال قدرت باید خواسته های زیر را تأمین نماید.

- تبدیل و تغییر گشتاور و سرعت از موتور به حرکت خودرو- کشش
- تغییر جهت دور خروجی برای تأمین حرکت عقب و جلو خودرو
- تأمین سرعتهای چرخش متفاوت در چرخهای محرک و در پیچها- دیفرانسیال
- غلبه کردن بر شیب جاده
- ماکزیمم صرفه جویی در سوخت

می توان نمای ساده از سیستم انتقال قدرت در خودروهای احتراق داخلی را به شرح زیر

بیان کرد:

- موتور احتراق داخلی (یا موتور الکتریکی) تأمین قدرت و گشتاور پشرانی خودرو را برعهده دارد.

کلاچ : برای موتور احتراقی قطع کردن جریان انتقال قدرت از موتور به تایرها؛ بنابراین

چرخدنده های انتقال می توانند عوض شوند و خودرو می تواند از حالت ایستاده به

سرعت بالا برسد.

- جعبه دنده دستی : تأمین نسبت دنده هایی که خودرو لازم دارد برای ماکزیمم گشتاور یا

ماکزیمم سرعت و سرعت معمولی برای حرکت یا بیشترین راندمان و صرفه جویی

- میل گاردان : اتصال چرخهای محرک به جعبه دنده در خودروهایی که چرخهای عقب

محرک هستند و در خودروهای با چرخهای جلو محرک استفاده ای ندارد.

- دیفرانسیال : تطبیق دادن این مسئله که هنگام پیچیدن چرخ بیرونی مسافت بزرگتری را

نسبت به چرخ داخلی طی می نماید وظیفه دیفرانسیل است همچنین انتقال نیروی حرکت

به اندازه ۹۰ درجه به چرخهای عقب خودرو به کمک دیفرانسیال انجام می شود.

- محورهای محرک: برای انتقال قدرت از دیفرانسیال به چرخهای محرک

۲-۴-۲- تفاوت مشخصات موتور الکتریکی و موتور احتراقی

در مقایسه موتور الکتریکی و موتور احتراقی با داشتن قدرت تولیدی یکسان ، موتور

الکتریکی ارجح است موتور الکتریکی گشتاور ماکزیمم در لحظه استارت تولید می کند

در حالیکه موتور احتراقی هیچ گشتاوری تأمین نمی کند تا دور به اندازه کافی برسد یک

اختلاف اساسی این دو نوع موتور در نرخ قدرت تولیدی است شکل (۲) نشان می دهد که

با توان نامی برابر یک موتور الکتریکی قدرت ماکزیمم بالاتری تولید می کند در حالیکه

موتورهای احتراقی در یک محدوده دور مشخص ماکزیمم گشتاور و ماکزیمم توان را دارند

نرخ ماکزیمم توان تولیدی موتور احتراقی تحت شرایط آزمایشگاهی بدست می آید.

موتورهای الکتریکی به گونه ای هستند که می توانند در کمتر از ماکزیمم خودشان استفاده

شوند و مصرف این موتورها نیز کاهش یابد توان تولیدی می تواند برای یک ساعت یا

بیشتر به طور پیوسته استفاده شود بدون اینکه باعث گرم شدن موتور گردد. در یک موتور

الکتریکی توان تولیدی بسیار پایین تر از ماکزیمم توان خروجی است تقریباً دو تا سه برابر

کوچکتر می باشد و بنابراین ماکزیمم توان قابل ملاحظه ای خواهیم داشت یکی دیگر از

تفاوتهای اساسی این دو نوع موتور در مقدار گشتاور تولیدی است موتور الکتریکی می

تواند گشتاور زیادی در سرعت صفر ایجاد نماید یک موتور احتراقی گشتاور نیاز دارد تا با

سرعت مورد نظر برسد موتور الکتریکی می تواند مستقیماً به چرخهای محرک متصل شود

بدون نیاز به کلاچ ، جعبه دنده و مبدل‌های گشتاور که در موتور احتراقی استفاده می شود

دور موتور الکتریکی می تواند توسط جریان مصرفی کنترلر انتخاب و کنترل شود در موتور

احتراقی تأمین گشتاور ماکزیمم فقط در محدوده دور خاصی انجام می شود جهت تأمین

گشتاور ماکزیمم در یک محدوده وسیعتر سرعت خودرو به جعبه دنده با نسبت دنده های

مختلف نیاز است .

با توضیحات بالا نتیجه می گیریم که اکثر موتور الکتریکی را روی سیستم انتقال قدرت یک

موتور احتراقی استفاده نمائیم بارهای کمتری به اجزاء آن وارد می شود بنابراین در تولید

انبوه خودرو برقی باید سیستم انتقال قدرت سبک تر مخصوصی طراحی گردد.

کلاچ نیز واسطه بین موتور و سایر اجزاء از جمله جعبه دنده می باشد و ما را از ساخت

یک وسیله رابطه و وفق دهنده بین موتور الکتریکی و چرخها بی نیاز می کند در آینده برای

تولید انبوه خودرو برقی موتور ac و کنترلر استفاده می شود و نیازی به یک جعبه دنده

مکانیکی کامل نمی باشد در این حالت موتور الکتریکی مستقیماً به یک جعبه دنده ساده ،

سبک ، یک جهتی و حداکثر دارای دو نسبت دنده وصل شود و بنابراین نیازی به کلاچ نمی

باشد در نوع جعبه دنده حالتی ، نسبت دنده به طور خودکار تغییر می کند.

جعبه دنده در خودرو برقی - در خودرو برقی وجود جعبه دنده باعث ایجاد تنوع در

انتخاب موتور الکتریکی می گردد حرکت رو به عقب را ایجاد می نماید و مجبور به استفاده

از موتور دو جهتی با کنترلر مربوطه نیستیم و کار ساده می شود .

در آینده وجود موتور ac و کنترلرها حرکت رو به عقب را تأمین می کند و جعبه دنده بسیار

ساده خواهد شد.

میل گاردان ، دیفرانسیال و محورهاى محرک - این تجهیزات همیشه استفاده می شوند

همینطور در خودرو برقی باید وجود داشته باشد البته در تولید انبوه اگر از دو موتور

الکتریکی نصب شده روی چرخهای محرک استفاده می گردد این اجزاء حذف می شوند اما استفاده از یک موتور ساده تر خواهد بود.

۲-۴-۲- بررسی دنده ها

نسبت دنده جعبه با نسبت بدست آمده از دیفرنسیال ترکیب می شود و قدرت گشتاور تولیدی موتور احتراقی تنظیم می گردد همچنین ماکزیمم گشتاور برای پیمودن شیب ها و کمترین هزینه برای حرکت با راندمان بالا تأمین می گردد شکل (۳) یک خودرو با موتور احتراقی و جعبه دنده ای با چهار نسبت دنده را نشان می دهد منحنی توان ثابت از معادله ساده $P=F.V$ بدست می آید خطوط نیروی پیشرانی برای هر نسبت دنده ، مشخص ای از منحنی گشتاور می باشد مشابه شکل (۲) که در نسبت دنده مربوط ضرب شده است قسمت بالای شکل (۳) استفاده از دنده سبک برای حرکت و دنده چهارم برای ماکزیمم سرعت را برای تطبیقه با گشتاور موتور روشن می نماید.

قسمت پایین شکل سرعت خودرو را در مقایسه با دو موتور برای هر نسبت دنده ای نمایش می دهد این نکته در شکل مشخص است که انتخاب چه دنده هایی مطابق با قابلیتهای سرعتی موتور است و معمولاً نسبت دنده ها به طور حسابی به گونه ای انتخاب

می شود که $\frac{1st}{2nd} = \frac{2nd}{3rd}$ و به همین ترتیب برای نسبت دنده های بالاتر.

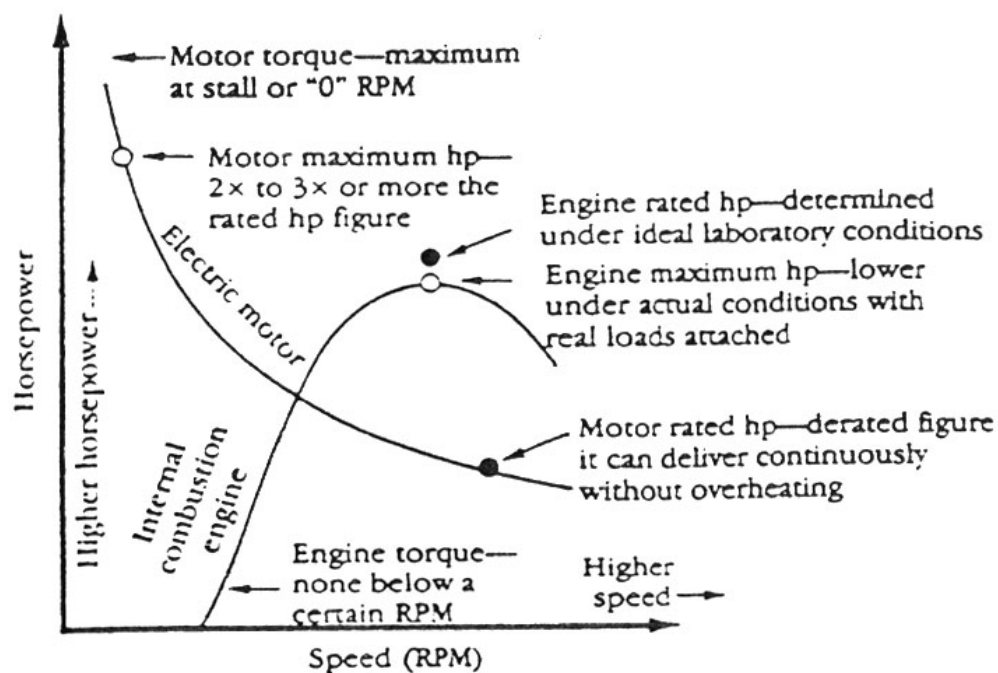
۲-۴-۴- جعبه دنده اتوماتیک و دستی

اولین موضوع قابل اجتناب آگاهانه از جعبه دنده اتوماتیک است زیرا در خودرو برقی راندمان بالا نیاز می باشد در حالیکه جعبه دنده اتوماتیک دارای ، راندمان پایین در حدود ۸۰٪ است دلیل بهتر اینکه هنگام تبدیل خودرو به خودرو برقی سیستم انتقال گشتاور و طراحی در جعبه دنده اتوماتیک به گونه ایست که نمی توانیم نسبت دنده دلخواه را داشته باشیم و این جعبه دنده با مشخصه های موتور الکتریکی همسازی نخواهد داشت بهترین حالت برای خودرو برقی تبدیلی استفاده از جعبه دنده دستی و کلاچ می باشد.

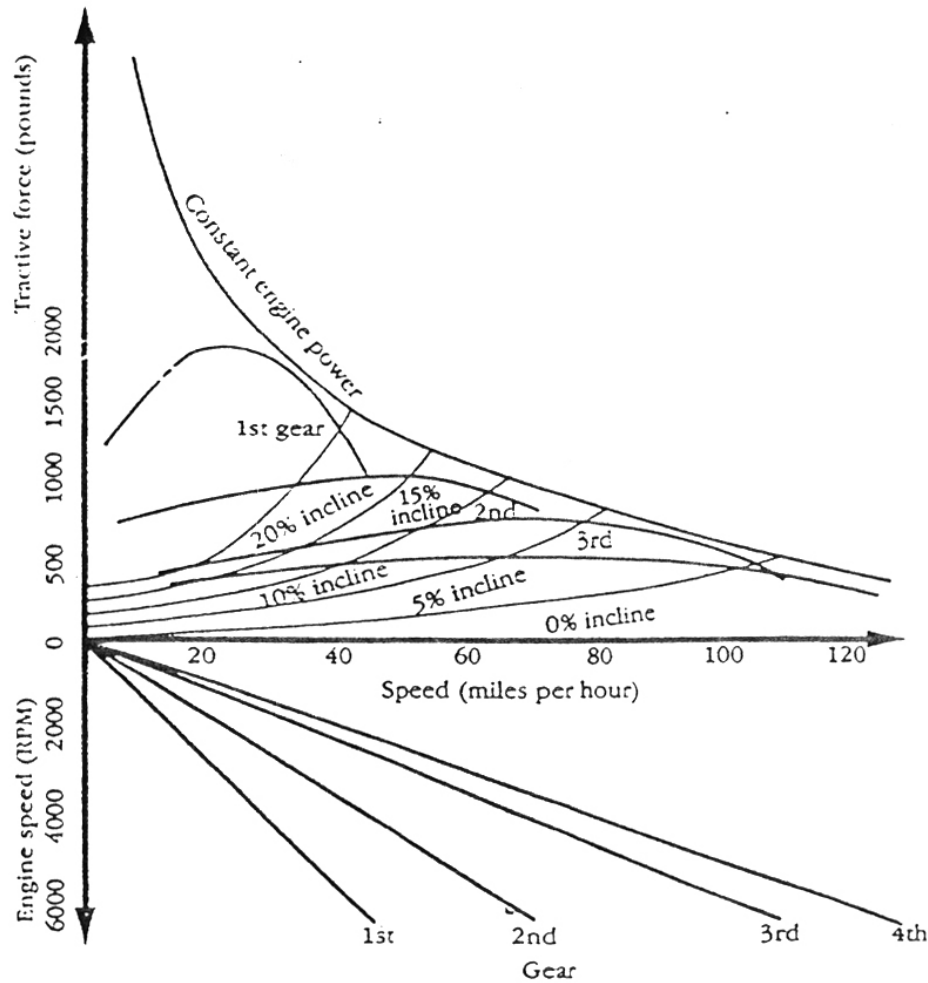
۲-۴-۵- سیستم های انتقال قدرت و سیال های سبک یا سنگین برای روانکاری

لزوم استفاده از راندمان بالا در خودرو برقی استفاده از جعبه دنده اتوماتیک را رد می نماید همچنین این خواسته باعث می شود در طراحی قطعات انتقال قدرت وزن غیر ضرور به سیستم تحمیل نشود چون سنگین بودن محور یا محرک ، جعبه دنده ، کلاچ یا هر چیز دیگری که وزن را اضافه می نماید باعث کاهش راندمان می گردد حتی یک جعبه دنده دستی که برای ماکزیم گشتاور طراحی شده است وقتی در بار کمتری کار می کند ایجاد تلفات می نماید بار کم خودرو برقی راندمان پایین سیستم را نتیجه می دهد بنابراین بهتر است برای تبدیل ، یک خودرو موتور احتراقی با موتور سبک تهیه انتخاب سیال روانکاری نیز بسیار مهم است استفاده از سیال با لزجت کم در دیفرنسیال باعث می شود قطعات چرخش راحت تری داشته باشند البته قواعد روانکاری نقش نمی شوند در خودرو برقی

هنگام حرکت معمولی تقریباً ۱۰٪ گشتاور ماکزیمم موتور احتراقی مورد استفاده قرار می گیرد بنابراین بهتر است از سیستم انتقال قدرت طراحی شده برای انتقال گشتاور ماکزیمم کمتری استفاده نمائیم در نتیجه موتور برقی بارهای کوچکتر وارد به سیستم را پوشش داده و حداکثر ۵۰٪ ظرفیت طراحی شده سیستم انتقال قدرت خودرو با موتور احتراقی استفاده می کند بنابراین فشار کمتر روی دنده های باعث می شود که بتوانیم از روانساز با لزاجت کمتر استفاده نمود و راندمان نهایی سیستم افزایش می یابد.



شکل ۲: مقایسه مشخصه های موتور برقی و موتور احتراق داخلی



شکل ۳: تأثیر نسبت دنده بر سرعت و قدرت خودرو

۲-۵- مشخصات خودروهای برقی

قبل از تبدیل خودرو به خودرو برقی باید مشخص کرد که خواسته اصلی ما از خودرو برقی چیست آیا یک سرعت بالا و شتاب گیری مناسب لازم است با یک مسافت طولانی حرکت مدنظر بوده و یا خواسته های دیگر مطرح است وزن خودرو برقی مهمترین عامل در هر طراحی می باشد ولی شتاب گیری خودرو طراحی به خصوصی را می طلبد در این بخش

در مورد اتصال موتور برقی و سیستم انتقال قدرت به بدنه انتخاب شده بحث می شود و شامل مراحل زیر است .

۱- تخمین توان و گشتاور مصرفی

۲- بازبینی محاسبات انجام شده

۳- محاسبه گشتاور لازم برای خودرو انتخابی

۴- تخمین توانایی قابل استفاده از موتور الکتریکی انتخابی و گشتاور سیستم انتقال

قدرت روشن طراحی تعریف شده در اینجا با کمی تغییر می تواند برای خرید ،

ساخت یا تبدیل یک خودرو برقی مورد استفاده قرار می گیرد.

۲-۵-۱- توان و گشتاور

فرمول اساسی مورد استفاده در این قسمت به قرار زیر است :

$$P=F.V$$

سرعت $V:(m/s)$ نیروی پیشرانی $F:(KN)$ توان $P=(kw)$

و در سیستم انگلیسی $HP=FV/375$

سرعت خودرو $V:(mph)$ نیروی پیشرانی $F:(ib)$ توان $HP=(hp)$

بنابراین توان حاصلضرب نیرو یا گشتاور در سرعت است این نیرو ، پیشرانی خودرو در

یک سطح تراز و یا بالا رفتن خودرو را در یک سطح شیب دار تأمین می نماید.

برای مثال نیروی پیشرانی لازم برای یک خودرو 3800 ibs در سرعت 50mph از محاسبات

نیروی درگ و اصطکاک غلتشی معادل 146.19^{ibs} می باشد.

$$HP = \frac{FV}{375} = 146 \times 50.375 = 19.49 \text{ hp}$$

بنابراین 19.49 hp می باشد و یک موتور برقی 20 hp جوابگوی این منظور خواهد بود

جالب است که موتور برقی مورد نظر جایگزین یک موتور احتراقی 90-120hp خواهد شد.

قبل از محاسبه توان باید نیروی پیشرانی در سرعتهای مختلف اندازه گیری شود سپس

مقادیر مورد نشر باری موتور و سیستم انتقال قدرت براساس سرعت کارکرد معمولی

محاسبه می گردند بطور مثال اگر سرعت نهایی یک خودرو 100mph و سرعت حرکت کم

هزینه آن 20mph باشد سرعت کارکرد معمولی خودرو و 50mph است و باید اساس

طراحی ها باشد به عبارتی باید سرعت را انتخاب نمود سپس یک موتور برقی برای آن

سرعت انتخاب کرد و با توجه به سرعت دورانی که موتور توان مورد نیاز را تأمین می

نماید نسبت دنده مشخص می گردد سپس بینیم آیا موتور ، گشتاور مورد نظر را برای

حرکت و پیمودن شیبها تأمین می نماید؟ می توان نتایج را روی نمودار رسم نمود و با

استفاده از نمودار می توان گشتاور بدست آمده از موتور و سیستم انتقال قدرت را با

گشتاور لازم خود در سرعتهای مختلف مقایسه نمود نیروی پیشرانی شامل مؤلفه های زیر

می باشد:

$$F = C_i W_a + W \sin^0 + C_r W \cos^0 + C_d A V^2 + C_w F_d$$

اصطکاک غلتشی + حرکت در شیب + شتاب گیری = نیروی مقاوم در حرکت خودرو

مقاومت وزش باد + مقاومت هوا +

اگر با سرعت ثابت و در جاده بدون شیب حرکت نماییم معادله نیرو به شکل زیر است

$$F = C_r W + C_d A V^2 + C_w F_d$$

چون همزمان به دو نیروی فوق نیاز نداریم .

توان مورد نیاز موتور برقی برای سرعت کارکرد به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$HP = Torque \times PRM$$

$$P(KW) = T(HN.M) \times \frac{2\pi}{60} N(rpm)$$

$$P_{wheel} = t_{wheel} \times \frac{2\pi}{60} N_{wheel}$$

$$P_{motor} = P_{wheel} / \eta$$

No راندمان کل سیستم انتقال قدرت می باشد.

پس از انتخاب موتور برقی مورد نظر سازنده موتور به شما یک نمودار ارائه می کند در این

نمودار منحنی گشتاور و جریان موتور نسبت به سرعت دورانی آن براساس ولتاژ ثابت

ارسالی به موتور رسم شده است از این منحنی ها شما می توانید دور لازم موتور برای

تأمین توان مورد نیاز را بدست آورید و نسبت دنده لازم نیز مشخص می شود بنابراین

بهترین دنده برای جعبه دنده در خودرو مورد نظر استفاده می شود از منحنی فوق که

گشتاور ها و دورها مشخص هستند می توان گشتاور چرخها و سرعت خودرو را محاسبه

نمود.

$$T_{wheel} = T_{motor}(g / \eta)$$

$$V(km) = PRM \times 60(g \times R)$$

تعداد دور چرخ در یک کیلومتر = R نسبت دنده سیستم انتقال قدرت = g

اکنون چند منحنی مفید گشتاور بر حسب سرعت برای دنده های مختلف جعبه دنده خواهیم داشت در نهایت یک نمودار شامل منحنی گشتاور لازم و گشتاور قابل استفاده رسم می گردد.

۲-۵-۳- محاسبه گشتاور لازم خودرو

در این قسمت گشتاور مورد نیاز خودرو برای شیب های مختلف محاسبه می گردد محاسبه گشتاور برای شیب های مختلف معادل محاسبه گشتاور برای شتاب های مختلف در جاده بدون شیب است اطلاعات مورد نظر برای پیکان برقی در قسمت طراحی سیستم انتقال قدرت ارائه می شود.

۲-۵-۳- محاسبه گشتاور خروجی موتور

گشتاور خروجی موتور به دور و مقدار جریان مصرفی موتور بستگی دارد ابتدا باید قدرت موتور محاسبه گردد برای این کار گشتاور چرخها در سرعت کارکردی محاسبه واز فرمول زیر توان بدست می آید و .

$$P_{motor} = T_{wheel} \times V \times R / no$$

V: سرعت کار عمومی خودرو

R: تعداد دور چرخها در یک کیلومتر

no: راندمان کلی سیستم انتقال قدرت

پس از محاسبه توان و انتخاب موتور از روی منحنی گشتاور و برحسب دور موتور که توسط سازنده ارائه می شود دور موتور در گشتاور مورد نظر بدست می آید.

$$P = T \times PRM \times \frac{2\pi}{60}$$

$$PRM_w = V_v \times R / 60$$

$$g = \frac{PRM_{motor}}{PRM_{wheel}}$$

سپس با داشتن g دنده لازم تعیین می شود .

نسبت دنده نهایی g:

۲-۵-۴- مقایسه منحنی های گشتاور لازم و گشتاور خروجی موتور

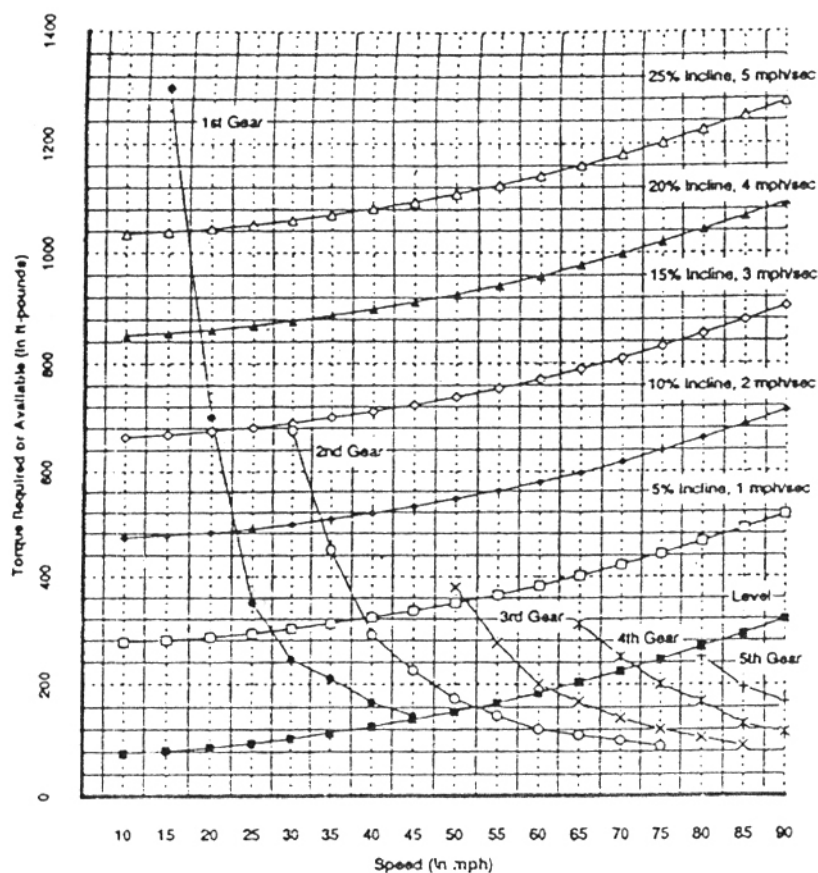
با استفاده از منحنی گشتاور لازم برای هر دنده می توان کمترین جریان مصرفی موتور را داشت در نتیجه بیشترین صرفه جویی در مصرف انرژی و بیشترین مسافت طی شده توسط خودرو و بدون شارژ باتریها را خواهیم داشت.

جدول (۷) شکل (۴) این مقایسه را انجام داده است موتور بزرگتر، شتاب بهتر و سرعت ماکزیمم بیشتری ایجاد می کند موتور کوچکتر منحنی های گشتاور خروجی را پایین می آورد البته وزن قطعات کمتر می شود و قدرت و گشتاور مورد نیاز نیز کمتر می گردد.

جدول ۷: گشتاور خروجی یک موتور ۱۲۰ ولت dc برای یک وانت در سرعتها و نسبت دنده های مختلف

Vehicle gear		1st	1st	2nd	2nd	3rd	3rd	4th	4th	5th	5th
Overall gear ratio		13.66	13.66	7.18	7.18	4.73	4.73	3.45	3.45	2.9	2.9
Motor torque multiplier, equation (12)		12.294		6.462		4.257			3.105	2.61	
RPM multiplier, equation (13)			165.56		87.02		57.33		41.81		35.15
Current in amps, torque in ft-lbs,	Motor	Motor	Motor	Wheel	Vehicle	Wheel	Vehicle	Wheel	Vehicle	Wheel	Vehicle
vehicle speed in mph	Current	Torque	RPM	Torque	Speed	Torque	Speed	Torque	Speed	Torque	Speed
100	10	7750	122.94	46.81	64.62	89.06	42.57	135.19	31.05	185.34	26.10
125	15	6400	184.41	38.66	96.93	73.54	63.86	111.64	46.58	153.06	39.15
150	20	5000	245.88	30.20	129.24	57.46	85.14	87.22	62.10	119.58	52.20
170	25	4600	307.35	27.78	161.55	52.86	106.43	80.24	77.63	110.01	65.25
190	30	4100	368.82	24.76	193.86	47.11	127.71	71.52	93.15	98.05	78.30
210	35	3900	430.29	23.56	226.17	44.82	149.00	68.03	108.68	93.27	91.35
230	40	3700	491.76	22.35	258.48	42.52	170.28	64.54	124.20	88.49	104.40
250	45	3500	553.23	21.14	290.79	40.22	191.57	61.05	139.73	83.70	117.45
270	50	3400	614.70	20.54	323.10	39.07	212.85	59.31	155.25	81.31	130.50
290	55	3350	676.17	20.23	355.41	38.50	234.14	58.44	170.78	80.12	143.55
305	60	3250	737.64	19.63	387.72	37.35	255.42	56.69	186.30	77.73	156.60
320	65	3150	799.11	19.03	420.03	36.20	276.71	54.95	201.83	75.33	169.65
335	70	3050	860.58	18.42	452.34	35.05	297.99	53.20	217.35	72.94	182.70
355	75	3000	922.05	18.12	484.65	34.47	319.28	52.33	232.88	71.75	195.75
370	80	2950	983.52	17.82	516.96	33.90	340.56	51.46	248.40	70.55	208.80
390	85	2900	1045.0	17.52	549.27	33.33	361.85	50.59	263.93	69.35	221.85
405	90	2850	1106.5	17.21	581.58	32.75	383.13	49.71	279.45	68.16	234.90
420	95	2800	1167.9	16.91	613.89	32.18	404.42	48.84	294.98	66.96	247.95
440	100	2750	1229.4	16.61	646.20	31.60	425.70	47.97	310.50	65.77	261.00

¹Values computed for: 1987 Ford Ranger pickup; tires = P185/75R14; revolutions/mile = 808; overall drivetrain efficiency = 0.90; dc series traction motor is Advanced DC Motors Model FB1-4001; battery pack is 120 volts; equation (12) is $T_{\text{wheel}} = T_{\text{motor}} / (\text{overall gear ratio} \times \text{overall drivetrain efficiency})$; equation (13) is $\text{Speed}_{\text{vehicle}} = (\text{RPM}_{\text{motor}} \times 60) / (\text{overall gear ratio} \times \text{revolutions/mile})$.



شکل ۴: مقایسه گشتاور مورد نیاز و گشتاور قابل تامین در خودرو برقی

فصل سوم: طراحی سیستم انتقال قدرت پیکان برقی تبدیلی

در این فصل ابتدا مشخصات کلی که از خودرو پیکان برقی انتظار داریم بیان می شود سپس بر اساس این مشخصات منحنی های گشتاور توان مصرفی خودرو بدست می آید و موتور الکتریکی انتخاب شده با منحنی ها و مشخصات بدست آمده مقایسه می گردد در پایان قطعات مورد نیاز تبدیل سیستم انتقال موجود به سیستمی مناسب موتور الکتریکی طراحی می گردد.

۳-۱- مشخصات کلی خودرو و درون شهری پیکان برقی

۳-۱-۱- شتابگیری مناسب

خودرو پیکان برقی تبدیلی باید بتواند شتابگیری مناسب را هنگام حرکت یا سبقت گرفتن ایجاد نماید مقدار شتاب مناسب باید با یک خودرو احتراقی قابل مقایسه باشد در خودروهای سواری مقدار شتابگیری صفر تا 50 km/h بین ۶ تا ۱۰ ثانیه است. برای وانت ها ۱۰ تا ۱۵ ثانیه ، برای مینی بوس ها ۱۳ تا ۱۸ ثانیه و برای اتوبوس ها درون شهری ۱۵ تا ۳۰ ثانیه است برای خودرو پیکان برقی مقدار شتابگیری 7 km/h.s تعریف شده

۳-۱-۲- سرعت میانگین پیشنهادی

سرعت مجاز درون شهری 50 Km/h و در جاده ها 95 Km/h برای روز و 80 Km/h برای شب می باشد برای خودرو برقی حداکثر سرعت 80 Km/h و سرعت میانگین 40 Km/h در نظر گرفته می شود.

۳-۱-۳- تأثیر شیب

خودرو برقی باید بتواند در سرعت های پائین از شیبهای ۲۰٪ الی ۳۰٪ بالا برود در این پروژه خودرو پیکان برقی توانایی بالا رفتن از شیب ۲۵٪ در سرعت ۱۰ Km/h در نظر گرفته می شود.

۳-۱-۴- برد

برد خودرو عبارت است از مسافتی که با یکبار سوخت گیری و یا شارژ باتریها می توان پیمود مشکل اساسی خودرو برقی محدودیت برد است در یک خودرو احتراقی تا ۵۰۰ کیلومتر مسافت را پس از سوخت گیری بسیار ساده ای می توان پیمود اما در خودرو برقی به دلیل سنگین بودن باتریها و پایین بودن انرژی ذخیره شده نمی توان برد زیاد برای خودرو در نظر گرفت حذف موتور احتراقی و متعلقات وزن خودرو را کاهش می دهد اما با اضافه شدن باتریهای وزن خودرو برقی سنگین تر از خودرو احتراقی می شود با اینحال برد خودرو به مراتب کمتر است برای خودرو پیکان برقی با توجه به وزن و حجم باتریها برد ۸۰ کیلومتر منظور می شود.

۳-۲- محاسبه توان مورد نیاز خودرو

برای محاسبه توان و گشتاور مورد نیاز خودرو باید نیروهای مقاوم محاسبه گردد:

$$F_w = C_i W_a + W \sin \phi + W \cos \phi + C_d A V^2 + C_w F_d$$

F_w نیروی پیشرانی وارد به چرخها

$C_i W_a$: نیروی شتاب گیری

$C_r W \cos \phi$: مقاومت غلتشی

$C_d A V^2$: مقاومت هوا

$C_w F_d$: مقاومت وزش باد

پس از محاسبه نیروهای مقاوم توان و گشتاور از فرمولهای زیر محاسبه می گردند.

$$P=F.V \quad P=T.w \quad T=F.r$$

۳-۲-۱- محاسبه نیروی شتابگیری

نیروی شتاب گیری طبق قانون دوم نیوتن بدست می آید ضریب اینرسی C_i مربوط به

قطعات گردنده سیستم است و یک جرم معادلی برای شتاب گیری این قطعات در نظر

گرفته می شود.

C_i برای خودرو پیکان برقی به صورت زیر محاسبه می گردد .

$$I_m = 150 + 250 = 1000 \text{ kg.cm}^2 \text{ ممان اینرسی موتور و فلاپیول: } I_m$$

$$I_w = 10 \times 29.8^2 \times \frac{4}{2} \times \pi \times m r^2 = 17700 \text{ kg.cm}^2 \text{ ممان اینرسی چرخها: } I_w$$

$$E = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I_w W_w^2 + \frac{1}{2} I_m W_m^2 \text{ انرژی جنبشی}$$

W_m : سرعت زاویه ای موتور

W_w : سرعت زاویه ای چرخها

V : سرعت خودرو

$m = 1700 \text{ kg}$ جرم خودرو

برای یک دنده $R_o = 13.04$

برای دنده چهار $R_o = 3.89$

شعاع چرخها $r = 29.8 \text{ cm}$

$$V = rW_w \quad \frac{V}{W_w} = r = 29.8$$

$$W_m = R_o W_w \rightarrow V = \frac{r}{R_o} W_m$$

$$\frac{V}{W_m} = \frac{r}{R_o}$$

$$\frac{2E}{mr^2} = 1 + \frac{IW_w^2}{mv^2} + \frac{I_m w^2}{mv^2}$$

$$= 1 + \frac{17700}{1700} \times \left(\frac{1}{29.8}\right)^2$$

$$= 1 + 0.0114 + 0.1126 = 1.124$$

$C_i = 1.124$ برای دنده یک

$$\frac{2E}{mv^2} = 1 + \frac{17700}{1700} \left(\frac{1}{29.8}\right)^2 + \frac{1000}{1700} \left(\frac{3.89}{29.8}\right)^2$$

$$= 1 + 0.0114 + 0.010 = 1.021$$

$C_i = 1.021$ برای دنده چهار

$$F_1 = C_i W_a$$

$$C_i = 1.124 a = 7 \text{ km/h.s} = \frac{7}{3.6} = 1.94 \text{ m/s}^2$$

$$F_1 = 1.124 \times 1700 \times 1.94 = 3707 \text{ N}$$

در خودرو با موتور احتراقی چون $C_i = 2.4$ برای دنده یک است این نیرو معادل 6050

نیوتن است .

۳-۲-۲- نیروی حرکت در شیب

خودرو باید بتواند در شیب ۲۵٪ حرکت نماید.

$$\operatorname{tg} \phi = 0.25 \rightarrow 0.243$$

$$F_2 = W \sin \phi = 1700 \times 9.81 \times 0.243 = 4052$$

از آنجا که نیروی مقاومت حرکت در شیب بیشتر از نیروی شتاب گیری است و همزمان دو نیروی فوق استفاده نمی شوند بنابراین نیروی شتاب گیری را حذف می نمائیم.

۳-۲-۳- نیروی مقاومت غلتشی

$$F_3 = C_r w \cos \phi \operatorname{tg} \phi = 0.025 \rightarrow \cos \phi = 0.097$$

در حالت کلی $\cos \phi = 1$ قرار می دهیم که $C_r = 0.018$ بدست می آید.

$$F_3 = 0.018 \times 1700 = 300 N$$

۳-۳-۴- نیروی مقاومت هوا

این نیرو را می توان بر حسب سرعت خودرو محاسبه نمود:

$$F_4 = 4 C_d A V^2$$

$$A = 1.94 m^2$$

$$c_d = 0.45$$

ارتفاع از سطح دریا ۱۷۰۰ متر و فشار ۰,۳۵ اتمسفر است .

جرم حجمی هوا در شرایط محل

$$4 = \frac{4.p}{p} = 1.3 \times \frac{0.85}{1} = 1.1 kg / m^3$$

$$F_4 = 1.1 \times 0.45 \times 1.94 \times \frac{V^2 (km / h)}{(3.6 m / h)^2}$$

۳-۲-۵- نیروی مقاومت وزش باد

$$F_5 = C_w F_4$$

C_w ضریب نیروی مقاومت وزش باد است

از بخش ۲ داریم :

$$C_w = [0.98(\frac{w}{v})^2 + 0.63(\frac{w}{v})]C_{rw} - 0.4(\frac{w}{v})$$

C_{rw} ضریب شکل خودرو است که برای پیکان با پنجره های بسته 1.4 می باشد.

سرعت وزش باد به طور متوسط 11km/h در نظر گرفته می شود.

$$W = 11 \text{ km/h}$$

$$C_w = [0.98(\frac{11}{v})^2 + 0.63(\frac{11}{v})] \times 1.4 - 0.4(\frac{11}{v})$$

۳-۲-۶- رسم منحنی گشتاور و توان

نیروی مقاومی که توسط گشتاور وارد به چرخ تأمین می شوند محاسبه گردید:

$$F_w = F_2 + C_{rw} + 0.0746V^2(1 + CW)$$

فرمول فوق براساس شیب های مختلف جاده و در سرعت های گوناگون رسم شده است.

گشتاور لازم چرخها: T_w

شعاع چرخها: r

نیروی لازم وارد بر چرخها: F_w

نسبت تبدیل دور جعبه دنده و دیفرانسیل: R_o

گشتاور خروجی موتور: T_w

راندمان کلی سیستم انتقال قدرت: η

توان مورد نیاز چرخها P_w

توان خروجی موتور الکتریکی: P_m

$$T_w = F_w \cdot r$$

$$P_w = F_w V$$

$$T_m = \frac{T_w}{\eta} \times R_0$$

$$P_m = \frac{P_w}{\eta}$$

شکل (۵) منحنی نیروها و گشتاورهای لازم در چرخهای برای شیب های مختلف و

براساس سرعت خودرو رسم کرده است براساس این منحنی توان لازم موتور

$P_m = 20.25 \text{ kW}$ بدست می آید البته موتور موجود در بازار 22.5kw است و منحنی مربوط

به این توان نیز رسم شده است شکل (۵) بر اساس $\eta = 90\%$ رسم شده است و جعبه دنده

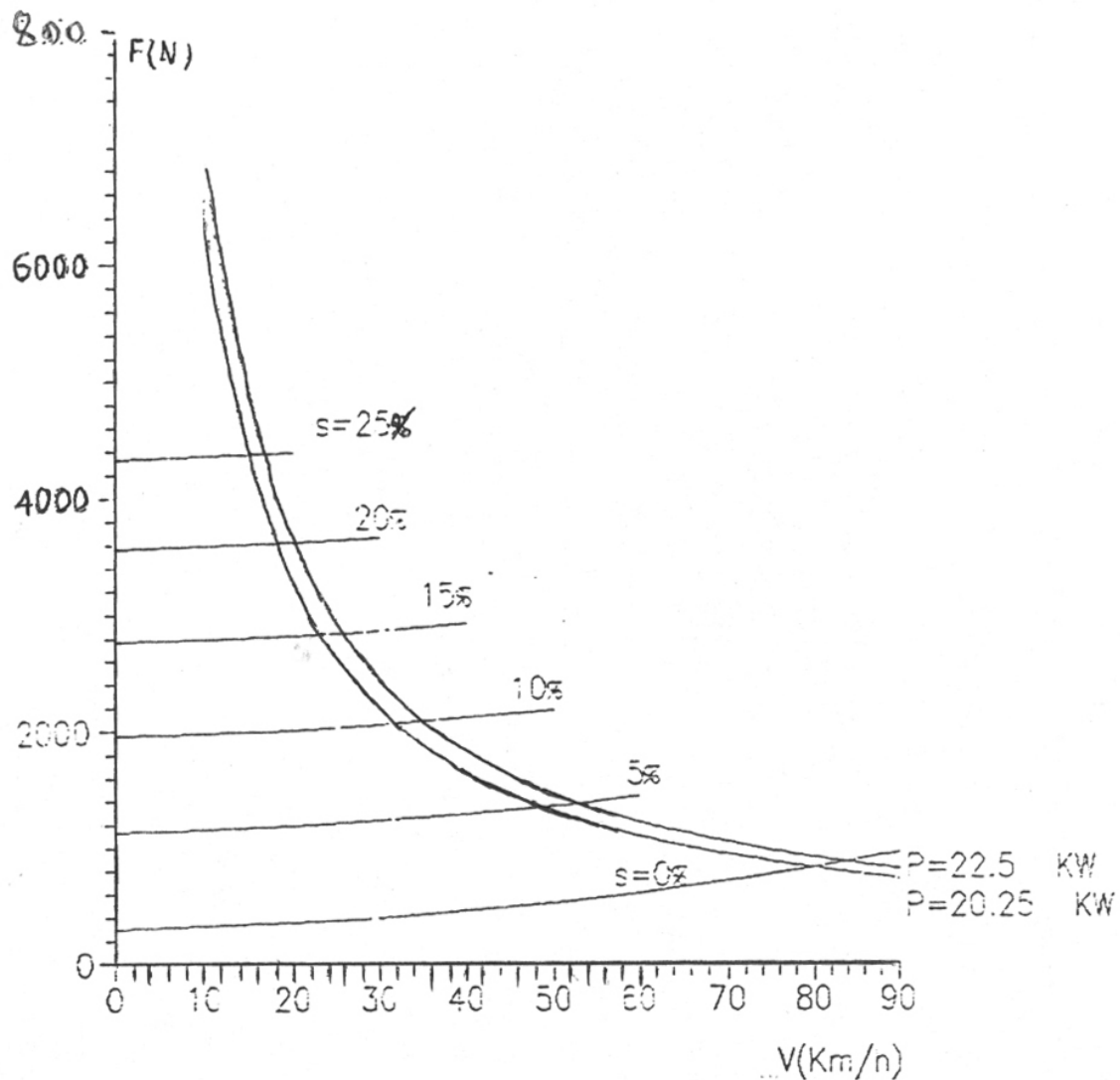
و دیفرنسیال مورد استفاده در خودرو برقی برای توان بیشتری طراحی گردیده است بنابراین

در توان مورد استفاده خودرو برقی راندمان 90% را نخواهد داشت همچنین وزن خودرو

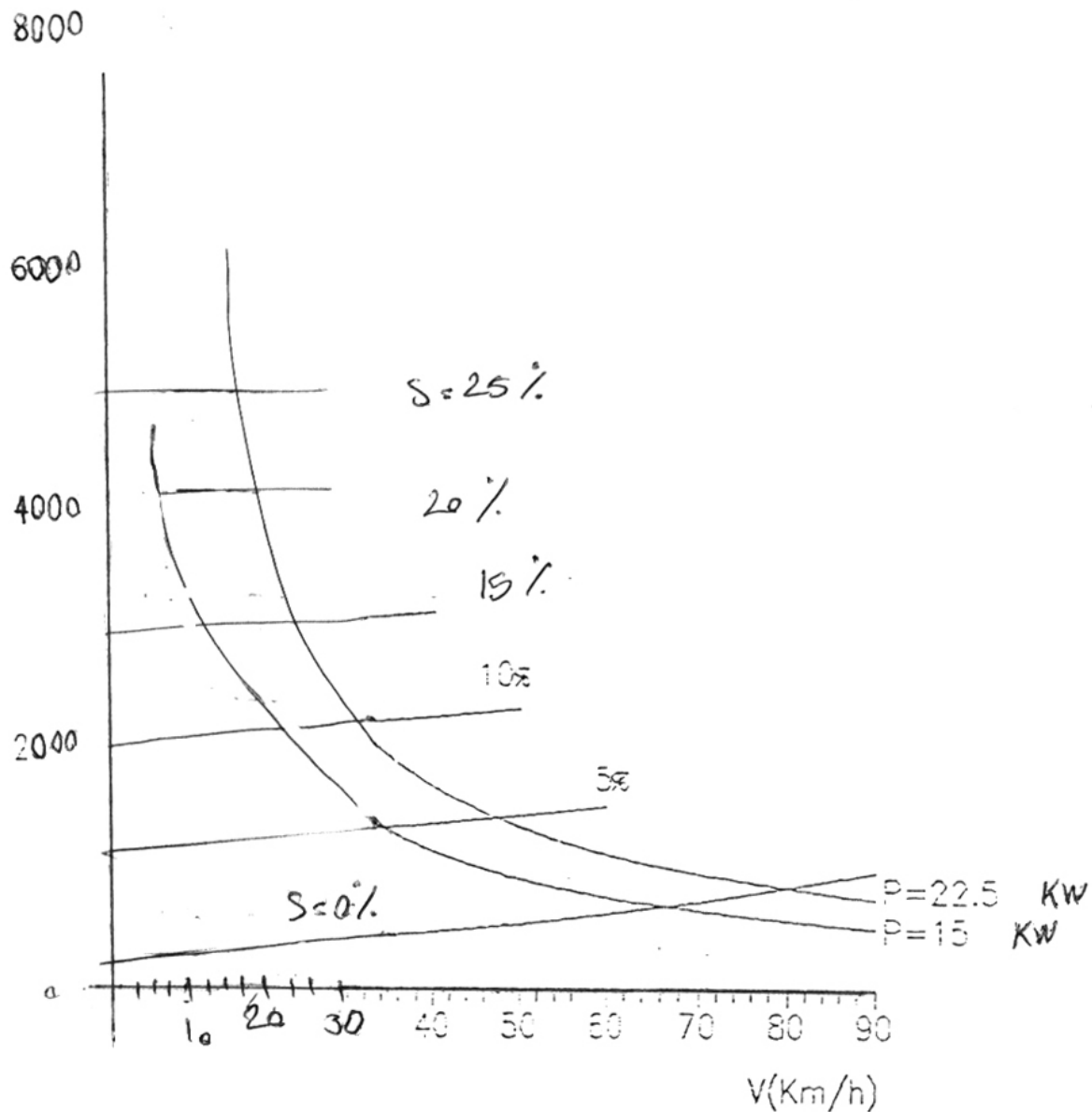
برقی بیش از 1700 کیلوگرم و در حدود 1843 خواهد شد با فرض $\eta = 85\%$ و وزن

184kg و توان فوق برای موتور الکتریکی شکل (۶) رسم گردیده است و نشان می دهد که

با این شرایط سرعت خودرو حداکثر 66 km/h است.



وزن پیکان برقی با دو نفر مسافر: ۱۷۰۰ کیلوگرم
راندمان سیستم انتقال قدرت: ۹۰٪
شکل ۵: نمودار نیروهای مقاوم بر حسب سرعت در خودرو پیکان برقی



حداکثر وزن پیکان برقی با مسافر و بار: ۱۸۴۳ کیلوگرم
راندمان سیستم انتقال قدرت: ۸۵٪
شکل ۶: نمودار نیروهای مقاوم بر حسب سرعت در خودرو پیکان برقی

۳-۳- طراحی قطعات مورد نیاز سیستم انتقال قدرت

۳-۳-۱- فلاپویل

محاسبات فلاپویل برای سه حالت الف، ب، ج از شکل (۷) انجام شده است چون در موتور الکتریکی ارتعاشات قابل ملاحظه ای وجود ندارد باید فلاپویل تا حد امکان سبک باشد لیکن به خاطر وجود صفحه کلاچ و سطح اصطکاکی لازم برای انتقال قدرت وجود فلاپویل لازم است و طراحی آن بایستی به گونه ای باشد که نیروهای وارده را تحمل نماید جنس و ابعاد فلاپویل برای نصب دیسک و صفحه کلاچ مهم می باشد از فلاپویل موجود موتور بنزینی استفاده گردید و تا حد امکان براده برادری شده است تا مطابق حالت ج در شکل (۷) تبدیل گردید بنابراین محاسبات تحمل بارها روی این نوع فلاپویل با ابعاد بدست آمده انجام می شود.

$$I = \frac{mr^2}{2}$$

$$m = 3.2kg \quad r = 12.7cm$$

$$I = \frac{3.2 \times (12.7)^2}{2} = 258kg.cm^2$$

ممان اینرسی فلاپویل معادل ۱/۳ ممان اینرسی موتور می باشد.

محاسبه تحمل پیچها در برابر فشار

فنرهای فشاری طبق DIN 2098T₁ و به دو صورت 8.5,5.5 حلقه ساخته می شوند برای

دیسک کلاچ پیکان این فنرها به تعداد شش عدد 5.5 حلقه و به اندازه $3.2 \times 25 \times 63.5$ مطابق

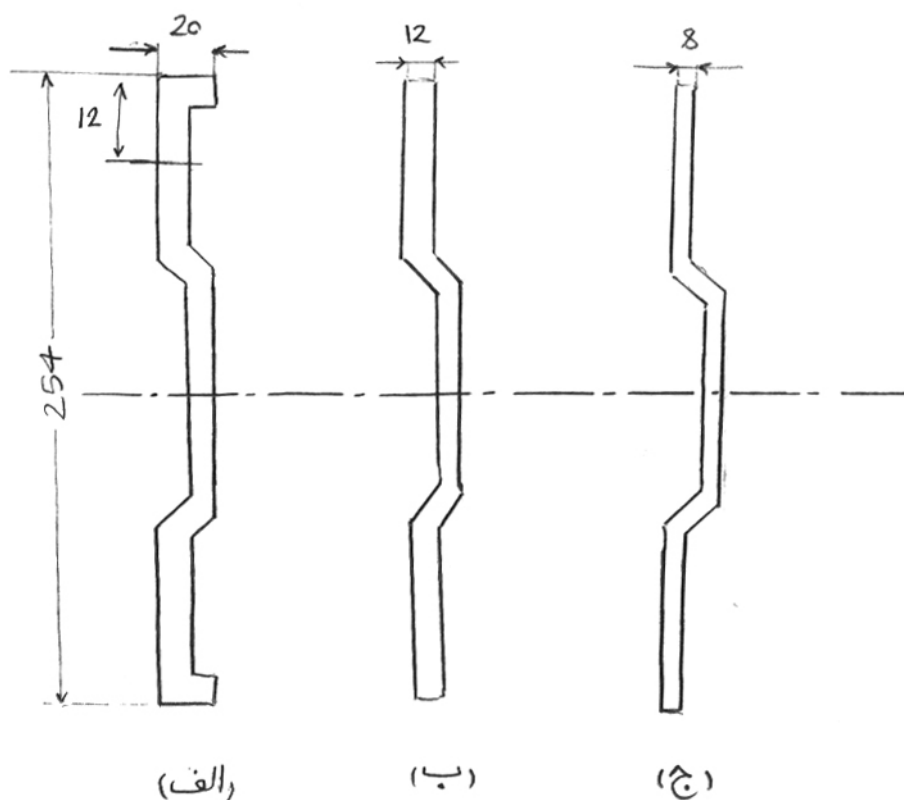
شکل (۷) استفاده گردیده است .

نیروی فشاری این فنر در جدول استاندارد 470 نیوتن است .

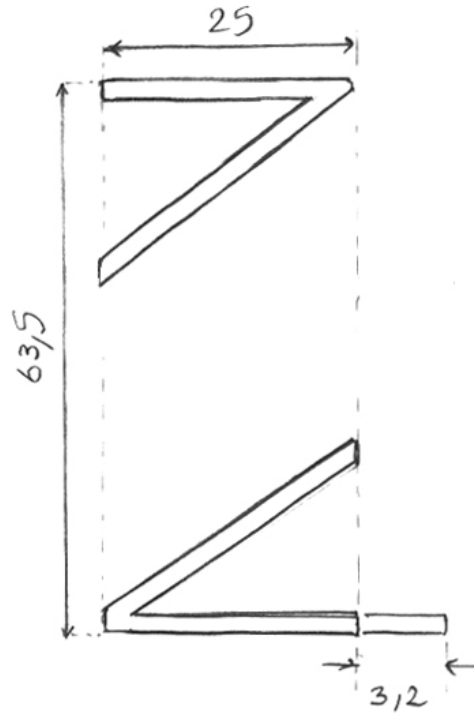
پیچ مورد استفاده برای بستن دیسک $\frac{3}{8}$ است و سطح مقطع 44.1mm^2 و قطر متوسط

8.5mm دارد . طبق استاندارد ماشین سازی برای عمق درگیری پیچ در رزوه سوراخ مقادیر

زیر را داریم.



شکل ۷: ابعاد مختلف فلاپویل برای استفاده پیکان برقی



شکل ۸: فنر کلاچ در خودرو پیکان

برای قطر پیچ کمتر از و میلیمتر و پیچ با استحکام بالا (8.8 یا 10.9) در فلز پایه چدن
گرافیتی مقدار عمق رزوه $1.25d$ خواهد بود بنابراین مقدار عمق رزوه برای پیچ مورد نظر
10 میلیمتر است مقدار طول رزوه فوق برای حالتی است که اگر پیچ تحت کشش قرار گیرد
قبل از له شدگی رزوه ها پیچ بریده می شود ابتدا مقاومت پیچ را محاسبه می کنیم.
هر فنر فشاری 470N نیرو اعمال می کند و کششی به همین میزان در پیچ مقابل فنر ایجاد
می نماید.

$$Q = \frac{E}{A} = \frac{470}{44} = 11 \text{ N/mm}^2$$

این مقدار تنش در مقابل تنش تسلیم پیچ ($640N/mm^2$) مقدار ناچیزی است بنابراین لازم نیست عمق رزوه 10mm رعایت گردد و همان مقدار 8mm ضخامت دیسک نیز کفایت می نماید.

کل فشاری که فنرها ایجاد می نمایند $6 \times 470 = 2820N$ است اگر تنش مجاز چدن GG25 با ضخامت 8mm را، طبق $Rm^2 = 250N/mm^2$ DIN1619 و ضریب اطمینان ۳ بگیریم برای حالت برش نیروها سطح مقاومتی لازم را محاسبه می نمائیم.

$$Rm = \frac{2nF}{A}$$
$$A = \frac{2nF}{Rm} = \frac{2 \times 3 \times 2820}{250N/mm^2} = 68mm^2$$

سطح مورد نظر $68mm^2$ است و با توجه به ضخامت 8mm فلایویل در هیچ قسمتی از فلایویل سطح تحت تنش از مقدار $68mm^2$ کمتر نمی شود.

۳-۲- بوش نگهدارنده فلایویل

نقشه شماره EVDIMTMEOL این بوش را نشان می دهد .
شافت و اجزاء مشابه آنرا از جنس های CK معمول در بازار فولاد تهیه می نماید بنابراین جنس بوش مورد نظر CK45 انتخاب گردید بوش فوق گشتاور موتور را به فلایویل انتقال می دهد بنابراین محل خار و محل پیچهای اتصال فلایویل مقاومت لازم را داشته باشند.
موتور خریداری شده 15kw و حداکثر گشتاور 150N.m می باشد.

قطر داخلی بوش و ابعاد خار آن مطابق با شرایط محور خروجی موتور می باشد و بقیه ابعاد

باید محاسبه گردند البته مسلم است که خار و شافت موتور با ضریب اطمینان بالا طراحی

شده اند.

نشیمنگاه خار $t=3.3\text{mm}$ طول خار $L=80\text{mm}$

شعاع محور موتور: $r=21\text{mm}$

گشتاور ماکزیمم موتور $T=150\text{N.m}$

$$Q = \frac{F}{A} = \frac{T}{rA} = \frac{150 \times 100\text{N.mm}}{21 \times 80 \times 3.3}$$

$$Q = 27\text{N/mm}^2 \ll 200\text{N/mm}^2$$

تنش مجاز برای 200N/mm^2 در نظر گرفته می شود بنابراین از نظر لهیدگی جای خار

مشکلی وجود ندارد به عبارتی خار مورد نظر برای انتقال گشتاور بیشتر در دور پائین و

برای شافت مورد نظر مورد استاندارد شده است .

۵ عدد پیچ $3/8"$ برای انتقال قدرت به فلاپویل در نظر گرفته شده است .

سطح مقطع هر پیچ $A = 44\text{mm}^2$

قطر پیچ $d=3.8"$

شعاع محل پیچ : $r = 27.5\text{mm}$

$$T = 150 \times 10^3\text{N.mm}$$

$$F = \frac{T}{r} = \frac{150 \times 10^3}{27.5} = 5454N$$

$$\tau = \frac{F}{5A} = \frac{5454}{5 \times 44} = 25N/mm^2 \ll 100N/mm^2$$

تنش تسلیم مجاز برشی $100N/mm^2$ در نظر گرفته می شود.

بنابراین پیچ برای تحمل گشتاور ماکزیمم موتور دارای ضریب اطمینان ۴ خواهند بود پیچ های فوق از نوع اینچی با رزوه ویت ورت هستند در مواقعی که امکان شل شدن پیچ زیاد و حساس باشد از این نوع استفاده می گردد.

۳-۲- محاسبه فلنج پوسته

وزن گیربکس 30kg و فاصله مرکز جرم آن از فلنج مزبور که در نقشه نشان داده شده است 50cm است اگر فرض کنیم طرف دیگر جعبه دنده ، تکیه گاه ندارد و به پوسته مزبور ضربه وارد می کند مقدار این ممان بصورت زیر محاسبه می گردد:

$$F = \frac{M}{d} = \frac{15 \times 10^5}{200} = 12mm^2$$

به عبارتی سطح مقطع مورد نیاز برای تحمل این بار بسیار کم می باشد.

پوسته مذکور برای پوشاندن فلایویل و سایر قطعات می باشد و هیچگونه نیروی قابل ملاحظه ای به آن وارد نمی شود پوسته متصل به جعبه دنده (اصطلاحاً گلدانی نامیده می شود) نیز از آلومینیوم به ضخامت 3mm و یک طرح مقاوم و تقویت شده می باشد به طبع این پوسته نیز می تواند از جنس آلومینیوم با فلنج ۱۰ میلیمتر انتخاب گردد چون از امکانات

کارگاه ساخت اطلاعی نداشتیم نوع فلزی به خاطر سادگی ساخت و کم هزینه بودن ترجیح داده شد.

۳-۳-۴- طرحی شاسی زیر موتور

زیر موتور احتراقی یک شاسی اصلی به نام رام وجود دارد طرح موتور و کنترلر و نصب باتریها موجب می شود که یک شاسی دیگر موازی رام طرح اضافه گردد.

وزن موتور ، کنترلر ، جعبه دنده متصل به آن و سایر اجزایی که به موتور متصل می شوند حدود ۲۰۰ کیلوگرم در نظر گرفته شده است شاسی نصب باتریها روی شاسی ها نصب

موتور قرار می گیرد بنابراین مقدار ۱۰۴ کیلوگرم وزن ۶ عدد باتری به آن اضافه می گردد

سپس رام و شاسی جدید باید هر کدام ۱۵۲ کیلوگرم وزن را تحمل نمایند اما موتور و سایر

اجزاء آن با لرزه گیرهایی روی شاسی نصب می شوند این موضوع باعث می شود که یک

ضریب یا بیشتر از ۲ برای دینامیک بودن نیروها تعریف نمائیم و با اطمینان بیشتر مقدار کل

بار را 800kg در نظر بگیریم پس هر شاسی باید مقدار ۴۰۰ کیلوگرم وزن را که در دو نقطه

آن وارد می شود تحمل نماید شکل ۴-۵ نمای شاسی ، نیروهای وزن ، نیروهای حاصل از

انتقال گشتاور و نیروهای تکیه گاهی را نمایش می دهد همچنین در قسمت (ج) این شکل

ممان خمش ماکزیمم مشخص است .

$$M_{Max} \sim 5 \times 10^5 N.MM$$

شاسی از جنس St37 با $S_y = 210$ ، $n = 2$ طراحی می گردد.

$$Q = \frac{S_y}{n} = \frac{MMax.C}{I} \rightarrow \frac{I}{C} = \frac{n.MMax}{S_y}$$

$$\frac{I}{C} = \frac{5 \times 10^5 N.mm}{210} = 4760 mm^3$$

هر نوع پروفیل که مقدار $\frac{I}{C}$ آن از مقدار بیشتر باشد قابل استفاده است زیرا برای دو نوع

پروفیل که در شکل (۹) نشان داده شده اند $\frac{I}{C}$ محاسبه می گردد از کتاب جداول و

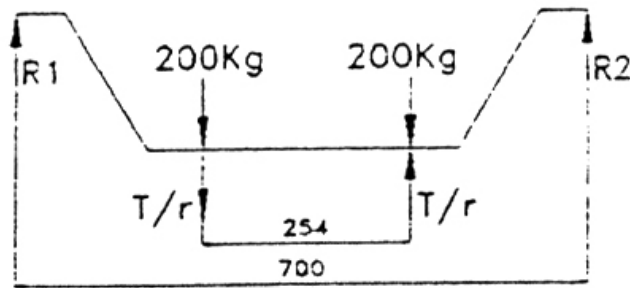
استانداردهای ماشین سازی برای قوطی $40 \times 40 \times 4$ خواهیم داشت :

$$\frac{I}{C} = 6050 mm^3$$

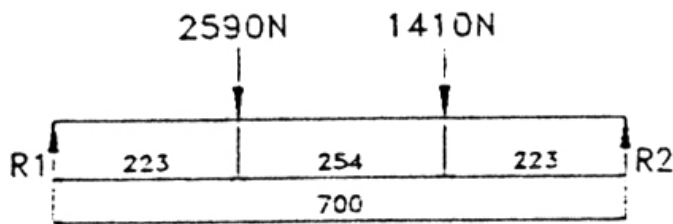
و برای جفت نبشی $40 \times 40 \times 4$ خواهیم داشت :

$$\frac{I}{C} = 1560 = 31200 mm^3$$

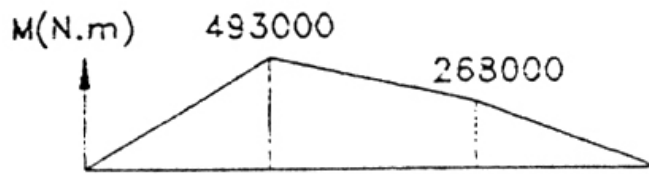
بنابراین اگر از جفت نبشی استفاده گردید باید قسمت زیر آن تقویت گردد.



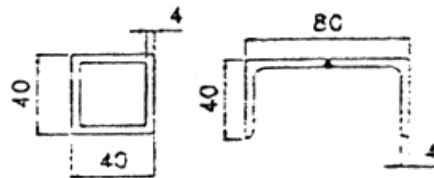
الف: ابعاد شاسی و نیروهای وارده



ب: مقادیر ماکزیم نیرو



ج: نمودار ممان خمشی شاسی



د: پروفیل های مورد استفاده در ساخت شاسی

شکل ۹: نمودار ممان خمشی شاسی موتور در خودرو پیکان برقی

جهت خرید فایل word به سایت www.kandooocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۵۱۱ تماس حاصل نمایید

بخش دوم:

نحوه تأمین انرژی و عملکرد خودروی خورشیدی

مقدمه

ماشینهای خورشیدی به طور کمی انرژی را توسط سلولهای خورشیدی گرفته و به موتور انتقال داده و سپس از موتور به چرخها منتقل می گردد سلولهای خورشیدی به کار رفته اغلب سیلیکونی تک کریستال می باشند از طرفی باید بدنه طوری طراحی شود که ضریب درگ در حدود ۰۰۰۰۱۲ گردد قیمت یک نمونه ماشین خورشیدی حدود ۲۲۰۰۰۰ دلار به دست می آید و این ماشینها برای شرکت در مسابقات طراحی می گردند.

- شارژ باتری در زمانی که مسابقات وجود ندارد مجاز است .

- ۱۰ دقیقه وقت اضافی در پایان هر روز برای پیدا کردن یک مکان مناسب اختصاص

داده می شود.

- زمان جریمه ای برای شکستن قانون اضافه می شود .

قانون سوم : باتریها

۱۹۸۷ هیچ محدودیتی نداشت .

۱۹۹۰-۱۹۹۳ محدودیتی تا حد ۵ کیلووات ساعت وجود داشت

۱۹۹۶-۱۹۹۹ با توجه به تکنولوژی محدودیت وزن وجود دارد.

قانون چهارم : سنگینی راننده باید تا ۸۰ کیلوگرم باشد.

قانون پنجم : کلاس دو سرنشین

- همراه راننده هم باید تا ۸۰ کیلوگرم وزن داشته باشد.

- سلولهای خورشیدی می تواند در کل ماشین با سطح ۱۲ متر مربع پوشانده شود.

- در ماشینهای خورشیدی ائتلاف انرژی وجود دارد که مربوط به همه قسمتها

می باشد.

- پانلهای خورشیدی ۷۸-۹۰٪

- قستهای الکترونیکی ۲-۱۰٪

- موتور ۳-۱۵٪

پایه گذاری شد در دهه پنجاه اولین سلول خورشیدی با بازده ۶٪ تولید شد در سال ۱۹۵۸

سلولهای خورشیدی در ماهواره Vangaurd مورد استفاده قرار گرفت.

ماشینهای خورشیدی اغلب برای مسابقات خورشیدی طراحی می شوند بنابراین باید از

قوانین مسابقات تبعیت نمایند شباتهایی که ماشینهای خورشیدی با نوع احتراق داخلی دارند

در بدنه ، چرخها ، تایرها ، سیستم انتقال قدرت ، تعلیق و رانش و جای راننده است و

تفاوتهای آن در نحوه تأمین انرژی یعنی خورشیدی به جای سوختهای فسیلی، باتری برای

ذخیره سازی انرژی و بازده انرژی بسیار مهم است.

مسابقات خورشیدی موجود عبارتند از :

تور سوییس ، اتحادیه جهانی خورشیدی WSC (World Solar Challenge) ، Grand Solar

Challenge ، آکیتا (Akita) و Citipower Sunrace

قوانین حاکم بر مسابقه عبارتند از :

قانون اول : کل ماشین باید درون جعبه ای با ابعاد $1/6 \times 2 \times 6$ متر جای گیرد که مساحتی به

اندازه ۸ متر مربع برای پانلهای خورشیدی داشته باشد.

قانون دوم : تنظیم سرعت و زمان :

- مسابقه از ۸۰۰ تا ۱۷۰۰ ساعت می باشد .

- ۷۳۰ دقیقه توقف اجباری در حین مسابقه وجود دارد.

- تیمها باید در کنار جاده هر شب توقف نمایند.

برای اجتناب از تأثیرات مصیب بار سوختهای فسیلی در روی محیط زیست مان و در نظر

گرفتن تأثیر پذیری آب و هوا از پدیده گلخانه و هزاران عوامل دیگر که مهمترین عامل

حفظ محیط زیست می باشد توجه به سوختهای تجدید پذیر نظیر باد ، آب ، انرژی زمین

گرمایی و بیومس و انرژی خورشیدی می توان بسیار مفید و کارا باشد (پدیده گلخانه ای :

افزایش دائم دمای اتمسفر را به واسطه گسیل دی اکسید کربن به همراه دارد .)

امروزه از انرژی خورشیدی بطور وسیعی استفاده می شود بخصوص در آبگرمکن های

خورشیدی که علاوه بر سهولت کار آن ، توجیه اقتصادی نیز دارد در این مورد از یک

کلکتور خورشیدی استفاده می گردد و به وسیله آن دمای آب افزایش می یابد نوع دیگر

استفاده از انرژی خورشیدی در تهیه الکتریسیته می باشد برای رسیدن به این منظور باید از

سلولهای خورشیدی استفاده کرد که نحوه تولید انرژی الکتریکی به تفصیل بحث شده است

تاریخ فتوولتایی (تولید الکتریسیته به روش مستقیم) به بیش از ۱۵۰ سال پیش می رسد

هنگامی که ادموندیکرل در سال ۱۸۳۹ جریان در اثر نوردهی در یک محلول شیمیایی را

مشاهده کرد چندین دهه بعد اثر مشابهی در نمک سلیوم مشاهده شد با پیشرفت روز افزون

علم در قرن بیستم و با توجه به تئوری کوانتوم سلولهای خورشیدی

- انتقال قدرت ۳-۵٪

- انرژی مفید ۷-۲۱٪

یک تیم سازنده اتومبیل خورشیدی متشکل از سه قسمت می باشد:

قسمت مکانیکی : که طراحی و ساخت فریم ، شاسی ، سیستم رانش ، تعلیق ، انتقال قدرت

و ترمزها را به عهده دارد.

قسمت الکتریکی : طراحی و ساخت سیستم قدرت ، کنترلرها و بقیه اجزا الکتریکی را عهده

دار است .

قسمت سوم : مربوط به گروه پشتیبانی مالی و تبلیغاتی می باشد.

فصل اول : سلولهای خورشیدی : Solar cells

۱- توضیحات کلی :

حتی در یک روز آفتابی صاف فقط ۱۰٪ نور خورشید به زمین می رسد در روی سطح

زمین شار حرارتی ، هنگامی که کاملاً به طور عمود بتابد $1 \frac{kw}{m^2}$ می باشد.

سلولهای خورشیدی اجزای الکترونیکی هستند و از نیمه رساناها تشکیل شده اند یک سلول

خورشیدی از یک صفحه نازک نوع منفی ، n-type و یک صفحه با یک ضخامت کلفت تر

نوع مثبت p-type تشکیل شده به قسمتی که صفحه منفی روی صفحه مثبت قرار می گیرد

هنگامی که یک فوتون به سلول می رسد انرژی به الکترونها کریستال نیمه رسانا انتقال

پیدا می کند و وقتی که در یک مدار قرار گیرد جریان برقرار می شود که توان حاصله را می

توان از رابطه $P = I \times V$ بدست آورد (V : ولتاژ و I : جریان و P : توان حاصله) پیدا کردن

بیشترین توان با توجه به نمودار توان و ولتاژ بدست می آید برای یافتن این مقدار به منحنی

ولتاژ جریان نگاه کرده و از روی آن می توان نقطه ماکزیمم را پیدا کرد که این مقدار حدوداً

۰/۵ ولت (۹۰٪ تا ۹۵٪ I_{sc}) می باشد.

۲-۱ بازدهی سلول : Cell Efficiency

۱-۲-۱ آرسنید گالیم (GaAs):

از انواع سلولهای فضایی و در بین سلولهای خورشیدی دارای بالاترین راندمان می باشند.

۱-۲-۲ سیلیکون (Si):

دارای قیمت ارزانتر نسبت به سلولهای آرسنید گالیم است وزن کمتر و مقاومت مکانیکی بالاتر هدایت حرارت بهتر و تولید راحت تر آن نسبت به آرسنیدگالیم باعث می شود که نسبت به آرسنید گالیم که بازده بالاتری دارد ترجیح داده شود.

۳-۱ انواع سلولهای سیلیکونی :

۱-۳-۱ تک بلور "Monocrystalline"

از لحاظ قیمت بسیار گران است آن هم به خاطر اینکه پروسه تولید هر سلول تک کریستال طولانی است اما دارای بهره وری بسیار بالا است .

۱-۳-۲ چند بلور : "Polycrystalline"

نسبت به نوع قبل ارزانتر است اما از لحاظ بهره وری کارآمدتر است هر سلول از چندین کریستال تشکیل شده است .

۱-۳-۳ بی شکل و بی نظم : "Amorphous"

نسبت به نوع قبل ارزانتر و کارایی آن نیز کمتر است .

روش شکل گیری آن مانند شیشه متخلخل می باشد اما این سلولها هنگامی که در معرض

خورشید قرار می گیرند تنزل پیدا کرده و کارایی آن پایین می آید.

۴-۱ فناوریهای تولید :

۴-۱-۱ Screen printed :

روی سلولهای خورشیدی یک ورقه کم عرض فلزی وجود دارد و این تماس فلزی به Screen printed تعبیر می شود هنگامی که سلولهای خورشیدی در معرض نور قرار می گیرند روی قسمتی از سلولها سایه می افتد و بازده را به حدود ۱۵٪ می رساند و همچنین تکسچرد (textured) کردن سطح باعث می شود اتلاف بازتابی سلولهای خورشیدی کم گردد.

۵-۱ مکانیزم کارکرد سلولهای خورشیدی :

سلولهای خورشیدی که روی ماشین حسابها و ماهواره ها دیده می شوند سلولهای فتوولتاییک یا مدوول (به تعدادی از سلولهای خورشیدی که به یکدیگر متصل شده و داخل یک فریم (frame) قرار می گیرند) و معنای لغوی فتوولتاییک (فتو= نور و ولتاییک = الکتریسیته) که نور خورشید را به الکتریسیته تبدیل می نماید.
علاوه بر ماشین های خورشیدی سلولهای خورشیدی بیشتر در علوم فضایی کاربرد دارند.

۵-۱-۱ نحوه کار کردن سلولهای خورشیدی (فتوولتاییک pv)

این سلولها همانطور که گفته شد از مواد نیمه هادی (Semiconductor) تشکیل شده اند عنصری که کاربرد فراوانی در تهیه سلولهای خورشیدی دارد سیلیکون است هنگامی که نور با سطح سلولهای خورشیدی برخورد می کند درصد خاصی که بستگی به عوامل مختلفی از

قیل ضریب جذب و صدور سطح دارد جذب می شود این بدان معنی است که انرژی نور جذب شده به نیمه رسانا انتقال پیدا می کند این انرژی به الکترونهاى وارد شده و باعث حرکت و جریان آنها می گردد همچنین همه سلولهای خورشیدی دارای یک میدان الکتریکی یا حتی بیش از یکی نیز می باشند که باعث می شود الکترونها آزاد شده و در جهت خاص حرکت نمایند.

چون میدان الکتریکی یک کمیت برداری است و علاوه بر اندازه دارای جهت نیز می باشند و نیروی وارد شده به الکترون در جهت میدان خواهد بود در نتیجه حرکت نیز در جهت نیرو می باشد .

$$\vec{F} = q \times \vec{E} \quad \text{رابطه (۱-۱)}$$

در رابطه ۱-۱: \vec{F} نیرو بر حسب نیوتن \vec{E} میدان الکتریکی بر حسب نیوتن بر کولن و q بار الکتریکی بر حسب کولن.

با قرار دادن تماسهای فلزی در روی و زیر سلولها می توان انرژی را جمع کرده و یکجا استفاده کنیم برای مثال جریانی که می تواند ماشین حساب را به راه اندازد این جریان نتیجه ولتاژی است که از میدان یا میدانهای الکتریکی ناشی شده است حال برای فهم بیشتر ، ساختمان یک سلول خورشیدی سیلیکونی تک کریستال که کاربرد وسیعی در اتومبیلهای خورشیدی دارد را بررسی می کنیم :

۲-۵-۱- سیلیکون در سلولهای خورشیدی :

سیلیکون (Si) عنصری است که خواص شیمیایی مربوط به خود دارد ، به خصوص در فرم و شکل کریستالی ، اتم سیلیکون ۱۴ الکترون دارد که در سه لایه اصلی قرار گرفته اند لایه اول حداکثر ظرفیت دو الکترون ، لایه دوم حداکثر ۸ الکترون و لایه سوم نیز دارای ۴ الکترون می باشد و در حقیقت نصف ظرفیت حداکثر خود را داراست سیلیکون همیشه به دنبال راهی است که لایه آخر خود را از الکترون پر کند و ظرفیتش را تکمیل نماید و به این ترتیب به حالت کاملاً پایدار برسد (یعنی لایه سوم دارای ۸ الکترون گردد) برای انجام این امر سیلیکون الکترونهای خود را با سیلیکون باید چهار اتم در کنار داشته باشد تا بتواند به ساختار کریستالی مورد نظر برسد.

سیلیکون خالص یک نیمه رسانای ضعیف الکتریسیته است چون هیچ یک از الکترونهای آن مانند الکترونهای مس (که هادی بسیار خوب جریان الکتریسیته است و دارای الکترونهای آزاد زیادی است) آزاد نیست تا اطراف آن حرکت کنند و الکترونها در ساختار کریستالی سیلیکون قفل شده اند سلولهای به کار رفته در ماشینهای خورشیدی سیلیکون خالص نیست و مقداری ناخالصی نیز دارد که این ناخالصی ها ساختار کریستالی و چیدمان اتم ها را تغییر می دهد همیشه گمان می رود که وجود ناخالصی ها مورد دلخواه و علاقه نباشد اما اینجا باید گفت که بدون این ناخالصی ها امکان کار سلولهای خورشیدی وجود ندارد یک سیلیکون را با یک اتم فسفر در نظر بگیرید البته در ساختار ممکن است یک میلیون

سیلیکون با یک اتم فسفر وجود داشته باشد فسفر در لایه خارجی ساختار شیمیایی خود ۵ الکترون دارد نه ۴ تا.

فسفر با چهار اتم سیلیکون اطراف خود تشکیل یک پیوند را می دهد و یک الکترون از ۵ الکترون تنها می ماند که تشکیل پیوند نمی دهد ولی با توجه به جاذبه هسته این الکترون در مدار خود باقی می ماند.

هنگامی که انرژی خورشید به عنوان مثال در نوع گرما به سیلیکون خالصی می رسد باعث می شود که تعداد کمی از الکترون ها از مدار خود خارج شده و به صورت آزاد باشند و بر اثر این آزاد شدن یک فضای خالی بوجود می آید این الکترون ها حول شبکه سیلیکون به طور راندم و اتفاقی سرگردان می شوند و دنبال یک فضای خالی دیگری می گردند تا به آن وارد شوند این الکترون ها ، حامله های آزاد (free carrier) نامیده می شوند و می تواند جریا الکتریکی را به وجود آورد.

در سیلیکون خالص تعداد این الکترون ها بسیار کم است و سودمندی چندانی ندارد.
سیلیکون همراه با ناخالصی فسفر قصه دیگری دارد تجربه نشان داده است که انرژی بسیار کمی لازم است تا بتواند الکترون تنهای فسفر را که در پیوند شرکت نکرده بود آزاد نماید چون با توج به اینکه در پیوند شرکت نکرده از طرف هسته اتمهای دیگر به آن نیرو وارد نمی شود و فقط در اسارت هسته خود است با توجه به این توضیح انرژی خورشید رسیده به سلول باعث آزاد شدن بسیاری از این الکترون ها که در مقایسه با نوع خالص آن خیلی

بیشتر است می شود پروسه اضافه کردن فسفر به سیلیکون خالص داپینگ (doping) نام دارد و هنگامی که فسفر به آن اضافه شود سیلیکون بدست آمده نوع منفی (N-type) خواهد بود که آنهم به خاطر زیادی الکترونهاى آزاد است نوع منفی سیلیکون ناخالص شده ، هادی بهتر نسبت به سیلیکون خالص است قسمت دیگر به وسیله برن ناخالص می شود که فقط سه الکترون در لایه خارجی خود دارد (به جای چهار الکترون) و سیلیکون نوع مثبت (P-type) را تشکیل می دهد این نوع سیلیکون به جای داشتن الکترونهاى آزاد دارای فضاهایی برای جا دادن الکترون هستند بنابراین بار مثبت را حمل می کنند و اطراف آن حرکت می کنند درست مانند آنچه الکترون ها انجام می دهند در تکمیل توضیحات فوق باید گفت که برن با داشتن سه الکترون ، دچار کمبود الکترون برای تشکیل پیوند با چهار اتم اطراف خود می شود .

قسمت جالب وقتی شروع می شود که ما سیلیکون نوع مثبت را با سیلیکون نوع منفی کنار هم قرار می دهیم به خاطر داشته باشیم که هر سلول فتوولتاییک حداقل یک میدان الکتریکی دارد که بدون این میدان سلول نمی تواند کار کند و این زمانی میسر می شود که سیلیکون نوع مثبت و منفی کنار هم قرار گیرند و در تماس با یکدیگر باشند الکترونهاى آزاد دنبال فضایی برای نشستن می باشند و این الکترونها که از طرف منفی شروع به حرکت کرده اند این فضا را در قسمت مثبت می توانند پیدا کنند و در نتیجه یک جریان تند برای پر کردن این فضاهای خالی به وجود می آید.

پیش از این سیلیکونها همه از نظر الکتریکی خنثی بودند و در کل مجموع الکترونهاى اتم و الکترونهاى آزاد با پروتونهای هسته در حال تعادل بودند الکترونهاى از دست داده شده (فضاهای خالی) با پروتونهای از دست داده شده در برن به حالت تعادل می رسند و این پدیده هنگامی رخ می دهد که اتصالی بین نوع منفی و نوع مثبت به وجود آید در این مرحله دیگر خنثی بودن از بین رفته است سؤالی که اینجا مطرح می شود این است که همه الکترونها فضاهای خالی را پر می کنند؟

اگر اینگونه باشد چیدمان سوراخها دیگر مفید نخواهد بود درست در منطقه تماس دو نوع ، با هم میکس شده اند شکل یک سد را پدید آورده اند که جریان الکترونها را از قسمت منفی به قسمت مثبت را مشکل و مشکل تر کرده است عاقبت تعادل الکتریکی فرا می رسد و ما یک میدان الکتریکی جدا کننده دو قسمت را داریم.

این میدان الکتریکی مانند یک دیود diod عمل می کند و حرکت الکترونها از قسمت مثبت به قسمت منفی را باعث می شود اما حرکت از قسمت منفی به مثبت امکان پذیر نیست این حالت دقیقاً مانند یک سرایشی است که پایین آمدن (رفتن به قسمت منفی) بسیار آسان و بالا رفتن از آن (رفتن به قسمت مثبت) ناممکن است بنابراین ما یک میدان الکتریکی داریم که مانند یک دیود عمل کرده و حرکت در یک جهت را اجازه می دهد.

۳-۵-۱- هنگامی که نور به سلولهای خورشیدی برخورد می کند:

هنگامی که نور که متشکل از فوتونهاست به سلولهای خورشیدی می رسد هر فوتون با انرژی کافی می تواند یک الکترون را آزاد کرده و یک حفره را ایجاد نماید اگر این پدیده به اندازه کافی نزدیک به میدان الکتریکی باشد میدان ، الکترونها را به طرف منفی و حفره ها را به طرف مثبت می فرستد و این حالت تعادل الکتریکی را بیشتر به هم خواهد زد و اگر ما یک خط جریان خارجی داشته باشیم الکترونها در جهت جریان (به طرف مثبت) برای متحد شدن جریان پیدا می کنند که این جریان هم ناشی از میدان الکتریکی است و در همین نقل و انتقال می توانند برای ما کار انجام دهند.

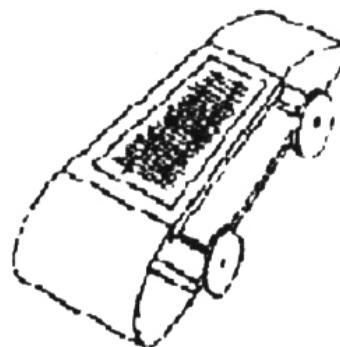
جریان الکترون ، جریان الکتریکی را و میدان الکتریکی ، ولتاژ را سبب می شود و با داشتن ولتاژ و جریان ، هر دو باهم می توانیم توان داشته باشیم :

$$P = V \times I \quad \text{رابطه (۱-۲)}$$

در رابطه (۱-۲) : P توان بر حسب وات ، V ولتاژ بر حسب ولت ، I جریان بر حسب آمپر می باشد متأسفانه بیشترین مقداری که یک سلول می تواند نور خورشید جذب کند ۲۵٪ و بیشتر اوقات این مقدار کمتر از ۱۵٪ می باشد.

۱-۲- مقدمه :

اولین فاکتور که برای طراحی ماشین در نظر می گیریم پیکره یا بدنه آن است سه طرح برای پیکره ماشینهای خورشیدی وجود دارد اولین انتخاب ، شکل اشک مانند است این شکل به طور خیلی معمول در ماشینهای خورشیدی مورد استفاده قرار می گیرد این شکل به هوا کمک می کند که در رو و زیر ماشین جریان یابد با وجود این به وجود آوردن و تولید این شکل از ماشین نیازمند فلزی با انعطاف پذیری بالا و دوام بسیار زیاد است ما از استیروفوم (Styrofoam) با دانسیته بالا برای این هدف استفاده می نماییم و طرح اولیه را روی آن می کشیم سپس پوشش فومی را که قرار است روی آن سلولهای خورشیدی قرار گیرد خارج می کنیم اما متأسفانه با توجه به اینکه عملیات کنترل و پیچیده ای برای تولید این شکل وجود دارد تولید این شکل سخت است .



شکل (۱۰): دو نمونه از طراحی بدنه و ماشینهای خورشیدی را نشان می دهد :

طراحی ساختمان به دو دسته تقسیم می شود : بدنه و شاسی

در مسابقات ماشینهای خورشیدی رایج ترین نوع شاسی یک فریم فضایی است (space frame) که از آلومینیوم ساخته شده است و باید بتوانند بار وارد به اجزای ماشین را تحمل نمایند معمولاً فریمهای فضایی بسیار سبک ، ارزان و نسبتاً در طراحی ، ساخت و تحلیل آسان هستند و در صورت نیاز نیز قابل تغییر می باشند.

در بین فریمهای فضایی و مقایسه آن ساختار مونوکوکی حاضر طراحی مهندسی خوبی است مونوکوکها از کامپوزیتها ساخته می شوند و آنها به خاطر نسبت استحکام به وزن بالایی که دارند و در حقیقت این مواد می توانند نقش مهمی را در سرنوشت مسابقات ایفا کنند.

تفاوت مقاومت و مدول به جهت گیری و موقعیت قطعات و اینکه چطور تحت بارگذاری قرار می گیرند بستگی دارد و این مونوکوکهای بسیار سخت برای بارهای نقطه ای تیز طراحی می شوند (مانند سیستم تعلیق) و پروسه ساخت آنها بسیار پیچیده است تحلیل ها بر روی این قسمت از پروسه ساخت عبارتند از المان محدود و استاتیکی

شاسی و قسمتهای مختلف آن:

الف : شاسی خودرو

ب: شاسی فرم فضایی

پ: شاسی و مکان نشستن راننده و چرخها

ت: مولد (mould) برای واحد نشستن

ج: نمای جانبی فرم کرمی چرخ جلوی و سیستم تعلیق نیز مشخص است .

۲-۲ بارهای وارده به شاسی :

۲-۲-۱ بارهای استاتیکی:

ناشی از وزن راننده ، باتریها ، سیستم رانش و غیره می باشد.

۲-۲-۲ بارهای دینامیکی (مربوط به سیستم تعلیق)

- نامنظمی و ناهمواری جاده : ضربه و پیچش

- دور زدن که نیروی مضاعف ایجاد می کند و شامل هر گونه تغییر جهت ناگهانی نیز می شود.

- کاهش سرعت به وسیله ترمز کردن نیرویی بر سیستم وارد می کند.

- نیروهای آیرودینامیکی وارد بر ماشین که متغیر می باشند و به عوامل زیادی بستگی دارند البته مقدارشان بسیار کم است .

- برخوردها : که نباید زیادی قوی باشد و باید راننده حفظ شود.

۲-۲-۳ نیازمندیها :

- سبک ، سفت و مقاوم باشد.

- عمر خستگی کافی برای عمر پیشنهادی

- داشتن فضای کافی برای جا دادن دیگر اجزا نظیر سیستم تعلیق و جای راننده و ...

- بهینه سازی جریان هوا مانند بدنه

- نگهداشتن هم ترازى چرخها

- توانایی بارهایی که تحت پیش بینی قرار نگرفته اند.

۴-۲-۲ انواع شاسیها:

- فرم فضایی

- کامپوزیتی

- مونوکوک

که تشخیص این سه نوع از یکدیگر بسیار سخت است .

۵-۲-۲ فرم فضایی:

فرم لوله ای استوانه با یک پوسته جدا کننده برای آیرودینامیک بهتر.

- قابل فهم و آسان برای مدل کردن باشد .

- تعمیر در هنگام مسابقه به آسانی صورت گیرد.

- شکست ساختمان به آسانی قابل شناسایی است.

- در هنگام ساخت تست می شود.

- توانایی و ظرفیت جرم بیشتری را دارد.

- فضای خالی می تواند در هم ریخته باشد.

تنشهای خنثی نباید نادیده گرفته شود چون این استوانه در یک جهت تنش را نمی تواند

تحمل کند ولی در جهت دیگر می توانند بی نهایت قوی باشند.

۶-۲-۲ مواد به کار رفته در شاسیها:

- آلومینیوم

- وزن کم و مقاومت خوبی دارد

- حرارت را به خوبی منتقل می کند.

- به طور گسترده استفاده می شوند (به عنوان مثال دوچرخه)

- نیازمند جوشکاری TIG می باشند که البته برای تعمیرات جاده ای مناسب نیست.

- فولاد (کروم دار):

- کاربرد فراوانی در صنعت دارند

- نسبت به آلومینیوم مقاوم ترند ولی وزن آنها نیز بیشتر است .

- و در تعمیرات جاده کارا تر می باشند.

- تیتانیم / ماگنیزیم:

- از لحاظ قیمت بسیار گران هستند ولی هم سبک تر و هم قوی تر دو نوع قبلی می باشد.

- سختی کمی دارند و جوشکاری روی آن آنها در تعمیرات جاده ای بسیار مشکل می

باشد.

۷-۲-۲ مونوکوکه‌های کامپوزیتی:

هم در بدنه و هم در شاسی به عنوان ساختار و سطح بیرونی به کار می رود.

- بسیار سبکند.

- فضای داخلی مورد دلخواه را می توان به راحتی ایجاد کرد.

- نیاز به کارشناسی و تخصص در علم مواد به خصوص کامپوزیتها دارد.

- باید عملیات ساخت کاملاً به اتمام برسد قبل از اینکه بخواهد روی آن آزمایش صورت گیرد.

- معمولاً در شکل ساختمان و آیرودینامیکی به کار می روند.

- سلول های خورشیدی قسمتی از پوسته و ساختمان را به وجود می آورند.

۸-۲-۲ جای راننده:

بسیار طراحی جای راننده ، به طوریکه آیرودینامیک حفظ شود مشکل است.

- حفاظ بالای سر راننده طوری طراحی می شود که تبادل حرارتی زیادی با محیط نداشته

باشد.

- سیستم تهویه برای کم کردن تنش حرارتی (هر چند افزایش دراگ را به همراه دارد)

- کمربند ایمنی برای افزایش ایمنی راننده

- آینه های خارجی که دراگ را افزایش می دهد.

- آینه های داخلی همیشه میسر نیست .

- دوربین CCD که تصاویر را معکوس می دهد.

solar Array

فصل سوم : ناحیه خورشیدی

۱-۳ مقدمه :

کم کردن اتلاف ناحیه ، یک ماشین خورشیدی بهینه را نتیجه می دهد.

۲-۳ بررسی عوامل گوناگون :

۱-۲-۳ خنک نگهداشتن ناحیه :

افزایش دما و داغ شدن سلولهای خورشیدی ، سلولهای خورشیدی با کارایی پایین تر را نتیجه می دهد بنابراین باید یک جریان هوای کافی از کل ناحیه و زیر سطح آن وجود داشته باشد.

۲-۲-۳ چیدن سلولها :

کلیه عوامل و خاصیتها و شرایط یک سلول باید جور شود تا یک اتلاف کم توان رخ دهد اگر شرایط به طور مساوی نباشد احتمال به وجود آمدن "نقطه داغ" (hot spot) وجود دارد:
- بی نظمی باید کم شود تا حداکثر کارایی حاصل گردد و از hot spot جلوگیری شود.

- سلولها باید در جای خود قرار گیرند.

- از یک پانل مسطح استفاده شود.

- پوشاندن هر سلول روی یکی دیگر، بنابراین نقاط هر سلول در وضعیت یکسان است.

متناسب نبودن و مشابه نبودن نحوه عملکرد و شرایط عملکرد سلولها می تواند hot spot را که آسیب دیدن یک سلول از توان سلولهای دیگر است را نتیجه دهد.

برای فایق آمدن بر این مشکل باید از :

- دیوهای بای پس (bypass)

- اتصالهای موازی به جای اتصالهای سری

- طبق قاعده و قانون بودن هندسه پانلها استفاده شود.

۳-۲-۳ اتصال داخلی سلولها :

لحیم کردن استاندارد :

- آسان معتبر و نیازمند به یک آهن لحیم است بنابراین در حین مسابقه نیز قابل اجرا می

باشد.

- نیازمند رخنه ها و فضاهایی بین سلول برای انبساط حرارتی می باشد.

۳-۲-۴ پوششها :

- در اتصالهای داخلی از لحیم کاری نرم یا اپوکس هدایتی استفاده می شود بنابراین دانسیته

بار کردن بالاتر را اجازه می دهد.

- با سایه انداختن یک مقدار سلولها از کار می افتد.

- راندمان ناحیه را افزایش می دهد لذا به مراقبت و دقت زیادی در هنگام نصب نیاز دارد.

- لقی کم برای انبساط باعث می شود که یک ناهم ترازای ایجاد گردد.

۳-۳ حفاظ سلولها

- از آب و گرد و غبار جلوگیری می کند.

- سطح بسیار صافی برای افزایش کارایی آیرودینامیکی و انکسار بهتر نور.

۱-۳-۳ فناوریها:

- استاندارد: یک شیشه با یک پلیمر و سلول خورشیدی و یک پلیمر که به هم سفت شده اند.

که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه و ارزان است ولی سنگین می باشد.

- ورقه پیراسته شده: شیشه با یک پلیمر شفاف جایگزین می گردد که سبک، قابل انعطاف

و قابل استفاده مجدد است.

- پوشش مستقیم: یک پوشش مایع روی سلولها پخش می شود که نسبتاً ارزان و از لحاظ

تولید ساده است.

اما شرایط سطحی خوبی را نتیجه نمی دهد. قابل تعمیر و ترکیب است و کارایی معمولی دارد.

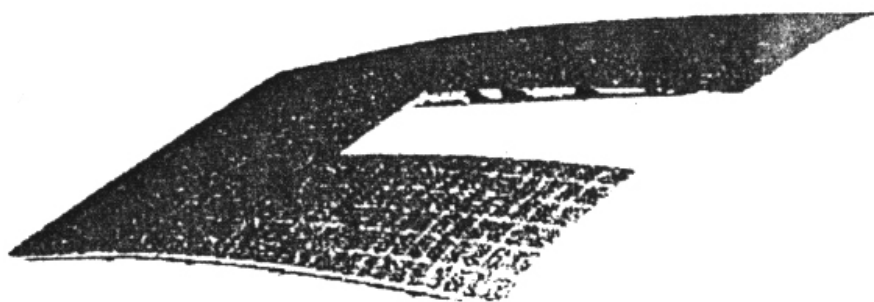
۴-۳ تکسچرد کردن و ضد انعکاس کردن پوشش AR:

برای کم کردن انعکاس نور از سطح به کار می رود و این پوشش AR، ۱ تا ۲ درصد

افزایش کارایی را به همراه دارد مانند استفاده آن در سلولهای خورشیدی.

تکسچرد کردن ۳٪ افزایش بهره وری را بدنبال دارد تمیز نگهداشتن آن سخت است و گرد

و خاک و آب می تواند به داخل ناحیه نفوذ کند.



شکل ۱۱: نمونه ای از یک ناحیه خورشیدی (SOLAR ARRAY)

۳-۵ طراحی ناحیه سلولهای خورشیدی وزیر ساخت آن برای یک مدل کوچکتر:

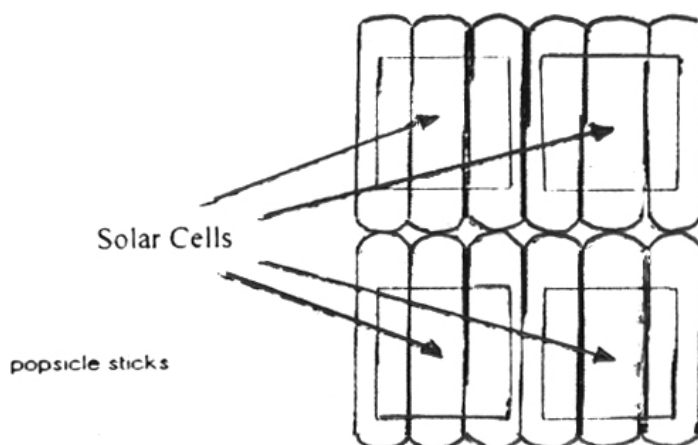
همانطور که گفته شد بدنه اولین فاکتور طراحی است و ناحیه سلولهای خورشیدی نیز روی

بدنه قرار می گیرد اولین فکر برای ساختن زیر ساخت ناحیه خورشیدی (یعنی جایی که

سلولهای خورشیدی روی آن قرار می گیرد) استفاده از پاپ سیکل (popsicle) است.

به وفور قابل دسترسی می باشد و انعطاف پذیری زیادی دارند و باید یک مکان و ثابت

برای ساپرت سلولهای خورشیدی باشد.



شکل ۱۲: نما از بالای یک تکه از زیر ساخت ناحیه خورشیدی ساخته شده از چوبهای پاپ سیکل

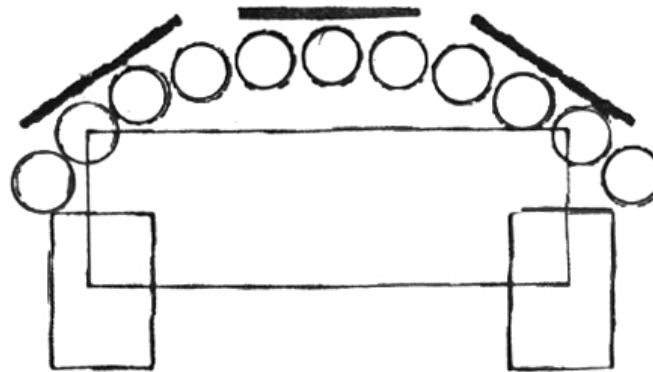
می باشد که روی هر سه عدد از آن یک سلول خورشیدی قرار دارد و این برای ساپرت بیشتر است.

هنگامی که طرح به مرحله اجرا گذاشته شد و ناکامیهایی به بار آمد پیشنهاد دیگری به وقوع

پیوست : نیهای نوشیدنی پروپلینی انعطاف پذیر که در بسیاری از سوپر مارکتها قابل

دسترسی می باشند و می تواند با خم شدن روی بدنه ماشین و با کنار هم قرار گرفتن ،

آیروودینامیک را حفظ نماید.



شکل ۱۳: تصویر روبروی از نیهای نوشیدنی انعطاف پذیر خم شده پیشنهادی برای زیر ساخت منطقه همراه با پخش سلول های خورشیدی روی آن را نشان می دهد.

حفره های خالی این نیها ، آنها را به سوی کشف آیروودینامیکی بزرگی هدایت می کرد در

حین آزمایش بر روی آنها ، دمیدن بر یک انتهای آن ، جریان هوا در داخل آنها و خارج

شدن از طرف دیگر را نتیجه می داد و این جریان هوا در داخل نی ، هنگامی که به عنوان

زیرساخت به کار می رود می تواند جریان را هدایت کند.

بی آنکه نیرویی به آن وارد شود و دراگ می تواند در همان حد مینیمم خود بماند و از

لحاظ و آیرودینامیکی تأثیر منفی به وجود نیاید این نیاها همچنین می توانند چرخها را

بپوشانند که در اینجا هم دراگ را در حد مینیمم خود نگه دارند.

در پروسه ساخت جای سلولهای خورشیدی می فهمیم که نی کافی برای ساختن یک

منحنی برای ناحیه خورشیدی نداریم این ما را مجبور می کند که طرح را کمی مسطح تر

نماییم (از انحنای آن کم کنیم) و یک زیرسازی ناحیه صافتر را داشته باشیم در نهایت این

کار باعث می شود که سلولهای خورشیدی که مسطح نیز می باشند بتوانند به طور مستقیم

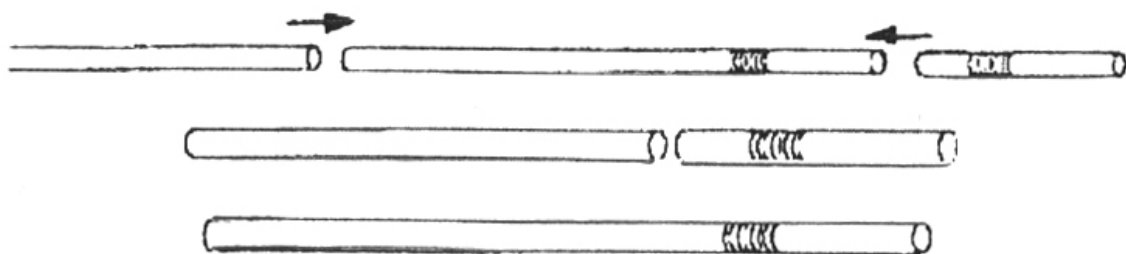
روی نیاها قرار گیرند اگر شکل به صورت منحنی باشد سلولهای مسطح نمی توانند روی آن

به درستی قرار گیرد و این احتمال تخریب را بیشتر می کند همچنین ما مصمم هستیم که

ناحیه را به اندازه کافی طویل اختیار کنیم تا همه سلولهای خورشیدی روی آن جا گیرد

مجبوریم نیاها را قطع کرده و کنار هم بگذاریم برای این کار با بریدن نصف نیاها به دو

قسمت $\frac{1}{4}$ و $\frac{3}{4}$ و چسباندن این دو قطعه به دو سرنی دیگر، این کار را انجام می دهیم.



شکل ۱۴: ساختمان نیاهای بزرگ شده به وسیله دیگر نیاهای بریده شده را نشان می دهد.

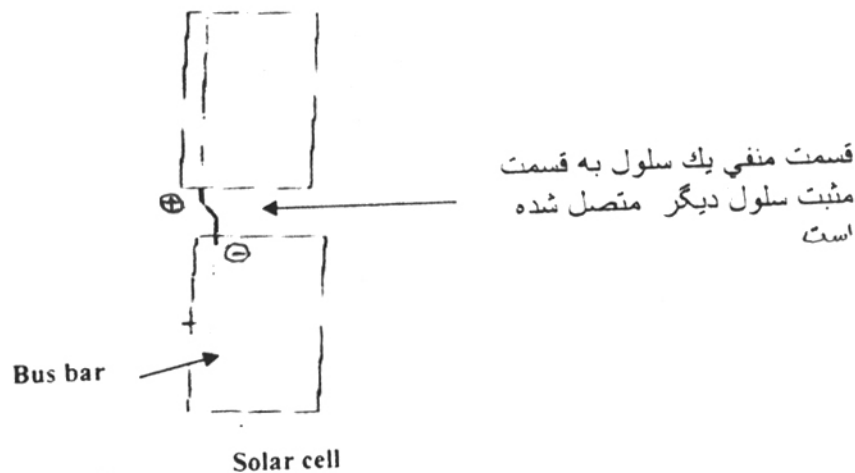
با این زیرسازی که به وجود آمد ما ساختمان را خم می کنیم و یک شکل مانند شیشه جلوی اتومبیل به آن می دهیم بنابراین جلوی ماشین پوشیده می شود جایی که شیشه جلوی اتومبیل قرار دارد دو سلول قرار می گیرد و بقیه هشت سلول روی بدنه قرار می گیرند و این بهترین جاست این نوع ماشین به راستی از لحاظ آیرودینامیکی و ظاهر بی نظیر است .

۱-۵-۳ وضعیت الکتریکی ناحیه پائل خورشیدی :

دو روش برای چیدن سلولهای خورشیدی کنار یکدیگر وجود دارد : روش سری و روش موازی . انتخاب نوع سری ، چیدن سلولها کنار هم در یک فضای کوچک را شامل می شود ۱۲ سلول خورشیدی داریم و می خواهیم ۱۰ تای آن را به کار ببریم هر سلول خورشیدی 1×2 اینچ است و ولتاژ 0.2 ولت و جریان 400 میلی آمپر را می دهد اگر N سلول را کنار هم و به صورت سری قرار دهیم ولتاژ کل ما به $V \times N$ خواهد بود که V ولتاژ هر سلول یعنی 0.2 ولت می باشد جریان کل نیز برابر با جریان یک سلول یعنی 400 میلی آمپر است. بعضی از تیمها ترکیبی از دو نوع یعنی سری و موازی را به کار می برند چون در مدل سری ولتاژ مجموع به وسیله ولتاژ خروجی پایین ترین سلول تولید کننده محدود می شود در حالت ماشین خورشیدی اینگونه تعبیر می شود که اگر هر یک از سلول ها در سایه باشد یا از کار افتد ولتاژ کلی نیز دچار نقصان خواهد شد اگر ما فکر کنیم که تعدادی از سلول های

خورشیدی در سایه قرار خواهند گرفت که کنترل این وضعیت از عهده ما خارج است به

همین دلیل است که مسابقه در یک نیمروز آفتابی برگزار می گردد.



شکل ۱۵: ترکیب بندی الکتریکی سلولهای خورشیدی

در مدل سری سلولها به وسیله سیم هایی که به صورت سری از یک سلول به سلول دیگر

است با هم در تماسند و به این ترتیب قسمت بالای یک سلول و قسمت پایین سلول دیگر

لحیم می شود و به این ترتیب تا آخرین سلول ادامه می یابد (شکل ۱۵)

آخرین سلول با یک سیم به موتور وصل می گردد و موتور همه توان تولید شده به وسیله

۱۰ سلول را که به متصل شده اند می گیرد یک راه برای فهمیدن خروجی آزمایش کردن آن

است .

ولتاژی که از آزمایش به دست می آید کمتر است ولتاژ مورد نظر یعنی $4/8$ ولت است

دمای مورد انتخاب در ابتدای آزمایش $22/89^{\circ}\text{C}$ در انتها $22/4^{\circ}\text{C}$ بود دمای بالا می تواند

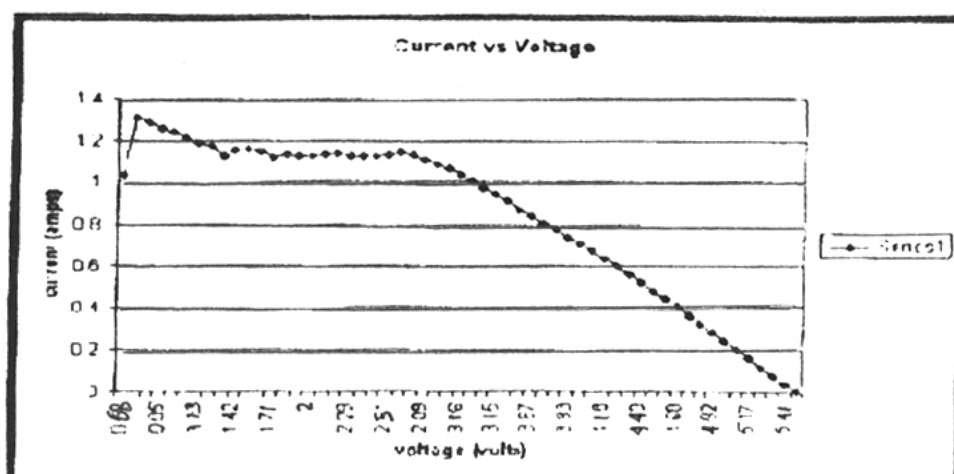
باعث خرابی و حتی کارکرد نامناسب ناحیه خورشیدی گردد واقعیت این که دمای ناحیه

افزایش پیدا نمی کند نکته مثبتی است .

همچنین نتایج آزمایش های بدست آمده برای تیم ماشین خورشیدی در برگیرنده مقادیری

برای ولتاژ و جریان با توجه به دمای مورد انتخاب بود بنابراین می توان منحنی مربوط به آن

را کشید.



شکل ۱۶: نمودار جریان بر حسب ولتاژ

چون این منحنی بسیار نزدیک به منحنی ایده آل پایین می آید نمودار به ما نشان می دهد که

در یک مکان به نحوه خیلی خوب با یک منبع انرژی که همان سلولهای خورشیدی است

کار می کند و این مقدار توان توان موتور و سروموتور (Servo motor) را تأمین می نماید

همانطور که نشان داده شده با افزایش ولتاژ جریان ثابت می ماند تا به منطقه ای می رسد که

توان ماکزیمم می گردد (که این نقطه وابسته به جریان و ولتاژ است) سپس با افزایش ولتاژ

جریان با یک شیب نسبتاً ثابت کاهش یافته تا به صفر می رسد (جریان اتصال کوتاه)

۲-۵-۳ نکات استتاجی :

طرحها و هدفها می توانند درجهت هدف نهایی یعنی کار کردن ماشین خورشیدی به صورت بهینه ، تغییر پیدا کنند.

۶-۳ نتایج بدست آمده برای یک نمونه ناحیه خورشیدی :

این ناحیه متشکل از ۴۳۲ سلول خورشیدی است که سطح با مساحت $8m^2$ را پوشانده اند و هر سلول قبل از اینکه نصب شود باید کاملاً تمیز و سالم باشد برای اطمینان حاصل کردن از کارکرد مناسب آنها تکنیکهای مخصوص استفاده می شود که آنها را روی یک پانل نصب می کند و این پانلها با یک پلیمر سیلیکونی پوشانده می شوند که سلول را حفاظت کرده و ضد آب می باشد و این سلولها می توانند توانی حدود ۹۶۰ وات تولید نمایند تقریباً مشابه توانی که یک سشوار خانگی دارد.

۱-۶-۳ مشخصات ناحیه :

مواد پانل : استیروفوم فایبر گلاس و کامپوزیت

خروجی سلول $3/1 \text{ Amp}$ و $0/454 \text{ Volt}$

ابعاد سلول : $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$

بازده سلول : ۱۴٪

ابعاد ناحیه : $8m^2$

وزن ناحیه : ۶۵ Lbs

فصل چهارم : تحلیل آیرودینامیکی

۴-۱ مقدمه :

هدف این قسمت طراحی کامل پیکره و بدنه یک ماشین مناسب برای حرکت با انرژی خورشیدی است این ماشین باید تمام قوانین مسابقات خورشیدی و اتحادیه جهان خورشیدی (Solar world challenge) را رعایت نماید با انجام این پروژه ، یک ماشین آیرودینامیک خط جریانی شده که همچنین استحکام کافی را دارد بدست می آید.

۴-۲ طراحی پیکره اصلی

۴-۲-۱ قوانین مسابقه :

ابعاد ماشین خورشیدی باید از قوانین زیر تبعیت نماید:

حداکثر ابعاد عبارت است از : ارتفاع $1/6^m$ ، عرض 2^m ، طول 6^m و همچنین حداقل ارتفاع نیز باید 1^m باشد.

۴-۳ نحوه طراحی با توجه به قوانین مسابقه :

اگر ترکیب بدنه باریک و دراز ساخته شود می تواند در اثر کم کردن سطح مقطع عرضی کاهش دارگ را به همراه داشته باشد این حالت به ما یک ترکیب با طول $4/4^m$ و عرض $1/8^m$ و کمترین ارتفاع 1^m با صافی سطح بسیار بالا را نتیجه دهد با این ارتفاع مینیمم باید پایین ترین ضریب دراگ و همچنین جای کافی برای دیگر اجزای ماشین را داشته باشیم.

نکته قابل توجه بعدی ، محدوده راننده است که این نکته مربوط به محدوده دید مورد نیاز تنظیم شده با توجه به قوانین مسابقه است راننده می تواند داخل یک جعبه در ابعاد بدنه یعنی $1/4 \times 1 \times 1/8$ قرار داده شود اما برای بدست آوردن ناحیه دید یعنی 100^0 نسبت به مرکز از هر طرف ، قسمتی از سطح که باید به وسیله سلولهای خورشیدی پوشیده شود قربانی می گردد سرراننده می تواند در یک حباب که روی سطح ماشین قرار دارد جا داده شود و این ممکن است مشکل آیرودینامیکی را حل کند اما روی بعضی از سلولهای خورشیدی سایه می افکند یک راه حل منطقی برای این مشکل مکان دادن راننده ، جلوی سلولهای خورشیدی است قوانین مسابقه به ما ماکزیمم طول 6^m را اجازه می دهد که $4/4^m$ آن به سلولهای خورشیدی اختصاص می یابد و $1/6^m$ باقیمانده به مکان راننده و منطقه دید او اختصاص می یابد چون در ابتدا هیچ مکانی به خاطر افزایش ایمنی وجود ندارد . $1/6^m$ به محدوده اختصاص می یابد این یک اتاق با فضای زیاد برای پاها ، قاب و پنجره های اطراف است .

هدف طراحی ، رسیدن به پایین ترین دراگ است با توجه به اینکه سرعت ماشین به $\frac{mill}{hr}$ ۵۵ می رسد دراگ آیرودینامیکی پایین بسیار مهم می باشد در مسابقه خورشیدی ۱۹۹۰ ، اضافه کردن یک اینچ مربع سطح دراگ ، شش دقیقه زمان رسیدن به انتها را افزایش می داد از آنجا که ما نمی توانیم فرض کنیم شرایط طبیعی ایده آل باشد موضوع دراگ پایین برای سطوح اهمیت می یابد نیاز به بازده بسیار بالا بدین معناست که مهندسان مکانیک باید

بهترین طرحشان را برای یک ماشین با وزن کم ارایه دهند وزن پایین خود باعث مسئله دیگر می شود.

یک ماشین بزرگ با وزن کم در مقابل باد یا ماشینهایی که از کنارش عبور می کنند بسیار متزلزل خواهد بود این مسئله ما را به سوی دومین هدف طراحی یعنی پایداری در برابر شرایط کارکرد عادی و بادهای عبوری رهنمون می کند.

۴-۴ نحوه طراحی برای دراگ پایین :

با توجه به بحث قبل اهداف ما باید طبقه بندی و منظم شوند اولاً باید دراگ 0.14 یا کمتر باشد (با توجه به نقطه جلویی سطح) و این عدد بسیار مناسب است دراگ آیرودینامیکی کل به چهار بخش تقسیم می شود:

- | | |
|--------------------|-------------------------------|
| Skin friction drag | ۱- دراگ اصطکاکی پوسته : D_r |
| Pressure drag | ۲- دراگ فشاری : D_p |
| Induced drag | ۳- دراگ القایی : D_i |
| Parasitic drag | ۴- دراگهای مضر : D_o |

اصطکاکی پوسته ، مربوط به سطح تحت تأثیر مستقیم جریان و جریان عبور از روی بدنه می باشد این ضریب دراگ مربوط به داخل لایه مرزی می شود یک لایه مرزی آرام دراگ پیوسته کمتری نسبت به لایه مرزی مغشوش دارد نمی توان به طور کامل مشخص و واضح

تغییراتی در سطح ایجاد کرد چون سطح باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتواند انرژی

خورشیدی را جذب کند نوع جریان حول بدنه تا حدودی می تواند قابل کنترل باشد .

دراگ فشاری هنگامی است که لایه مرزی از سطح بدنه جدا می شود سرعت جریان هوا

در تماس با سطح صفر است در شرایط عادی سرعت با شتاب بیشتری زیاد می شود وقتی

یک گرادیان منفی وجود دارد (گرادیان فشار) جریان هوا دورتر از سطح آهسته تر می شود

و جدایی جریان در نقطه ای که $d_v/d_y = 0$ است اتفاق می افتد.

دراگ اجباری به دراگی که منجر به بلند شدن نیز می شود تعبیر می شود و این نتیجه فشار

زیاد زیر بدنه و فشار کم روی بدنه است جریان هوا در لبه های کناری ، باله های ایرکرافت

، یک تلاش برای متعادل کردن فشار است با نگه داشتن نیروی بالابر در حد صفر دراگ

اجباری می تواند حذف گردد.

ماشین خصوصیت دراگ پایین را حتی در بادهای جانبی نیز نیاز دارد از طرفی روزهای

بادی می تواند ساعتها ما را برای انجام مسابقه نگهدارد یک باد جانبی می تواند با در نظر

گرفتن تغییر جهت اثر جریان آزاد به طور ساده تصور شود(شکل ۱۷)

یک تحلیل از بادهای جانبی ، اگر بدنه به سطوح موازی با جهت باد تقسیم شود ،

می تواند انجام گردد . (شکل ۱۸)

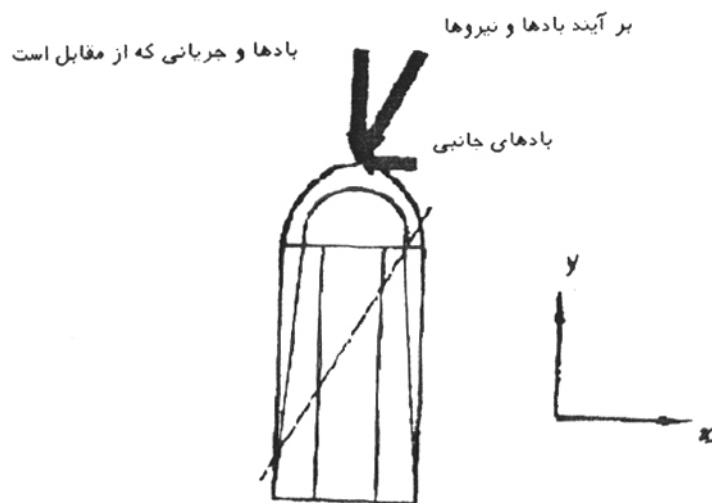
مؤلفه دراگ روی این پروفیلها به دراگ کل بدنه و بقیه اجزای جانبی تقسیم می شود

(شکل ۱۷) .

اگر شکل مقاطع عرض یک شکل آیرودینامیکی خوب باشد دراگ و نیروهای جانبی می تواند در مقابل بادهای جانبی کم شود.

دراگهای مضر ، دراگهایی هستند که با توجه به درزها ، نقصها ، آینه ها ، آنتن ها و هر چیز دیگر که از بدنه بیرون باشد به وجود می آیند این دراگها به صورت تجربی بدست می آیند و از بحث ما خارج است ولی باید دانست دراگ مضر می تواند یک مؤلفه مشخص از دراگ باشد این نوع دراگ ما را در طراحی محدود نمی کند.

چون این یک مؤلفه دراگ است که به سادگی در مجموع دراگها به حساب می آید و تأثیر شگرفی در شکل کل ندارد.



شکل ۱۷: بادهای نسبی: (برآیند نیروهای وارد به یک نمونه ماشین خورشیدی)

۵-۴: نحوه طراحی برای یک پایداری مناسب :

یک ماشین باید در برابر بادهای جانبی مقاوم باشد یک ماشین با دراگ پایین اگر در جاده پایداری لازم را نداشته باشد مناسب نیست این مشکلی بود که ماشین های خورشیدی را در

گذشته اذیت می کرد برای رفع این مشکل ، ماشین باید کمی بلند شود و مرکز فشار به طرف کنار و پایین مرکز جرم منتقل شود تا نیروی جانبی کمتر در زیر شرایط مختلفی که باد بوجود می آورد داشته باشیم.

ما همچنین این تصور را داریم که بادهای جانبی جهت تأثیر گذاری نیروی باد را تغییر می دهند (شکل ۱۷).

مؤلفه در جهت x منفی ، ماشین را از پهلوی فشار می دهد نیروها را نیز می توان با کاهش سطح عرضی کم کرد همچنین استحکام ماشین به توانایی ماشین در پایداری روی جاده اطلاق می شود اگر بلند شدن ماشین در حد صفر نگهداشته شود ، تایرها بار بیشتری دارند و پایداری آن را روی جاده بهتر می کند بنابراین با از بین بردن نیروهای بالابر به طور مکانیکی به ماشین کمک کرده تا از عهده نیروهای جانبی برآید.

۶-۴ نیازهای اضافی توان خورشیدی :

ماهیت قدرت ماشین معیارهای طراحی بیشتری را بدست می دهد سطح ماشین باید با سلولهای خورشیدی مسطح تقریباً به مساحت ۴ اینچ مربع پوشیده شود.

برای حذف ناکارآمدیها در منطقه و ناحیه سلولهای خورشیدی ، بسیار مفید و لازم است سطحهایی که سلولهای خورشیدی بالا می روند تا حد ممکن پایین و مسطح نگهداشته شوند همچنین منطقه خورشیدی سطح بزرگی را در بر می گیرد که اصطکاک پوسته بیشتری را در بر خواهد داشت.

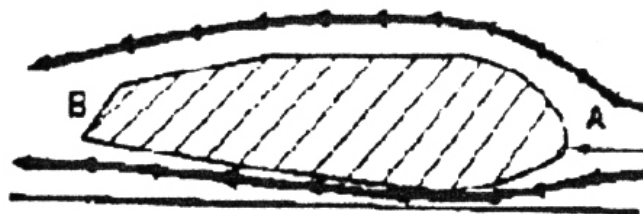
توان خورشید یک پارامتر اضافی را نیز به طراحی اضافه می کند ، هنگامی که حرارت و دمای سلولهای خورشیدی بالا می رود به طور آشکار بازدهی آن نیز پایین می آید برای خنک کردن سلولها باید لایه مرزی مجاور سلولها در یک سرعت بالا باشد تا حرارت را سریعاً انتقال دهد.

۷-۴: نحوه طراحی ناحیه خورشیدی:

سطح خورشیدی مسطح بزرگ برای بالا رفتن سلولهای خورشیدی ورتیسهای (Vortices) را پدید می آورد که جدایی جریان را تغییر داده و جلو می اندازند مخصوصاً در بادهای جانبی .

جریان مغشوش حول سلولهای خورشیدی هم آنها را خنک می کند و هم باعث کارکرد بهتر آنها می شود.

Cross Section of Vehicle

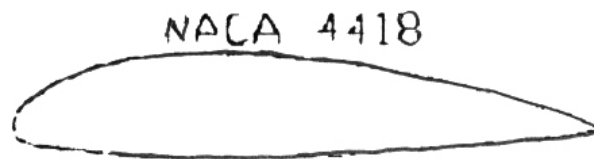


شکل ۱۸: مقطع عرضی یک ماشین خورشیدی را نشان می دهد (در هنگام بادهایی که به آن برخورد می کند)

اما این حالت یک مشکل نیز دارد که جریان مغشوش اصطکاک پوسته بیشتری نسبت به

جریان آرام دارد این حالت تکمیلی که با کاهش دراگ فشاری همراه است در کل باعث

افزایش کارایی ماشین و سلولهای خورشیدی می گردد.



شکل ۱۹: ایرفویل NACA 4418

مجموع ابعاد و جابجایی راننده و جای سلولهای خورشیدی باید با تابعیت از قوانین مسابقه

تنظیم شود ولی هنوز این که چه شکل را داشته باشد مشخص نشده است نقطه آغازین

تعریف کردن یک شکل کلی با دراگ کم و نیروهای سطحی کم که می خواهیم است پس

تعریف کردن این شکل و پیکره ایده آل با توجه به نیازهای مخصوص ماشین است این

ماشین باید به گونه ای باشد که چندین درجه جریان آرام باشد و بعد جدایی اتفاق افتاد

یعنی نقطه جدایی تا حد ممکن عقب بیفتد انتخاب منطقی برای نمای جانبی ماشین یک

ایرفویل استاندارد است یک ایرفویل طوری طراحی می شود که دراگ فشاری کم و بالابری

کم را داشته باشد به طور کلی می توان دراگ کم را به کار برد و بالا برندگی را از بین برد با

استفاده از مجموع ابعادی که قبلاً گفته شد ایرفویل نیازمند به یک نسبت ضخامت به

وترقوس ۱۷٪ و یک ماکزیمم ضخامت در ۲۷٪ طول قوس از جلوی ایرفویل است

(شکل ۱۹)

این مکان در بالاترین ارتفاع جلوی سطح جمع کننده انرژی خورشیدی قرار می گیرد
ایرفویل‌های استاندارد ناسا یک نسبت ضخامت به وتر ۱۶ تا ۱۸ درصد دارند ایرفویل‌های
ضخیم تر بسیار مورد دلخواه هستند چون آنها شکل ماشین را برای درآوردن یک اتاق ،
بدون نقض قوانین فراهم می کند ایرفویل NACA 4418 بهترین تطبیق این نیازهاست این
ایرفویل نسبت ضخامت به وتر دلخواه را دارد و یک ضخامت ماکزیمم در حدود ۲۷٪ قطر
وجود دارد.

حال نمای بالا را در نظر بگیرید ممکن است این تصور ایجاد شود که به راحتی قبل می
توان این نما را تحلیل کرد استانداردهای کافی وجود ندارد که عرض را با آن تطبیق دهیم
حل این است سطح بالایی یک ایرفویل را روی هر طرف ماشین قرار دهیم یک ایرفویل
4424 از هر جهت بسیار شبیه به ایرفویل NACA 4418 می باشد.

اکنون تنها مشخصه باقی مانده نمای جلوی ماشین است برای کمینه کردن نقطه جدایش
ورتیسهای بادهای مخالف و جانبی ، نمای مقابل نباید هیچ گوشه تیزی داشته باشد و این
شکل اشک مانند را نتیجه می دهد بدنه سطح جلویی S که یک دراگ مینیمم را در جریان
هوا ایجاد می کند مشهورترین شکل بدنه است .

۸-۴ ساختن شکل اصلی به صورت تجربی :

شکل قطره ای حال باید به صورت عملی تعدیل یابد دم مخروطی این شکل می تواند برای ایجاد فضا برای نصب سلولهای خورشیدی به خارج گسترانده شود دوماً نصب سلولهای خورشیدی روی سطح منحنی شکل عقب ماشین بسیار مشکل خواهد بود همچنین ردیفهای سلول خورشیدی که روی سطحی منحنی قرار دارند یک کاهش قدرت را بعد از خروج از سلولها با توجه به نحوه جمع قدرت دارند به این دلایل به وسیله صفحه هایی پرمی شوند که بسیار نزدیک به شکل ایده آل است و بیشترین سطح مفید را داراست چون سلولها چهارگوش هستند و مقداری از سطح تلف خواهد شد.

۹-۴ تحلیل طراحی :

یک تحلیل بدنه اصلی فقط روی نقطه هایی خارج از سطحهای دلخواه ما شکل گرفت دراگ تقریبی که این حالت به دست می آید بسیار شبیه به ایرفویل NACA 4418 است.
با استفاده از فرمول و رابطه :

$$F = 2D(V^2)SC_d \quad \text{رابطه (۱-۴)}$$

که D دانسیته جریان آزاد باد ، V سرعت باد ، S تصویر سطح جلویی و C_d ضریب دراگ پروفیل می باشد مجموع دراگ یا دراگ کلی $۵/۰۳$ نیوتن تخمین زده می شود که در سرعت ۵۵mph در شرایط استاندارد سطح دریا بدست آمده است این شکل دراگ کمی دارد ولی مقدار کمی نیز بلند می گردد.

یک عیب در تحلیلهای ما در نظر نگرفتن یک فاکتور مهم است این ماشین بدون تأثیر از جریان بدنه های جانبی حرکت نخواهد کرد این ماشین بسیار نزدیک به زمین حرکت می کند که خودش یک لایه مرزی دارد برنامه پویایی قابل محاسبه سیال (Computatational Fluid Dynamics)CFD می تواند سطح زمین را مدل کند و بعد از آن شکل تعدیل می یابد.

۱۰-۴ خواندن نقشه ها برای CFD:

سیستم های داده الکترونیکی به همه تیمهای شرکت کننده در مسابقات خورشیدی اجازه می دهد تا خدمات CFD خود را به کار برند نقشه های کشیده شده با CAD باید دوباره خوانی شدند شکل ماشین باید از حالت خمیده به یک سری پانلهای مسطح تبدیل گردد به خاطر اینکه برنامه ، فشار را بر روی یک سری از صفحه های مسطح محاسبه می کند. هر چند صفحه های منحنی بیشتری به کار بریم شماره صفحه های جایگزین مسطح بالا می رود و این وقت بیشتری را می گیرد تا برنامه اجرا گردد.

سیستمهای الکترونیکی EDS برنامه VS-VERO را استفاده می کنند با این برنامه EDS سطح زمین را مدل می کنند اثر سطح زمین به فاصله ماشین از زمین بستگی دارد با توجه به تجارب بدست آمده این فاصله باید از پایین ترین نقطه ماشین ۶ اینچ باشد.

۱۱-۴ نتایج CFD:

اولین آزمایش در سرعت ۵۵mph در حضور هیچ باد مخالف یا جانبی انجام شد VS-
VERO نتایج عددی را به خوبی نمایش گرافیکی جریان ارایه می دهد نتایج عددی در
پایین خلاصه می شود:

$$C_d = 0.00123 \quad C_l = -0.023 \quad C_m = -0.012$$

سطح ناحیه در تماس یا جریان $26m^2$ می باشد.

این ارقام نمایش داده شده از زمین برآوردهای بسیار زیاد بدست آمده است با استفاده از
معادله (۱-۴) مقدار دراگ حاصل شده $1/19N$ است که قابل مقایسه با مقدار اولیه و تخمین
زده یعنی $5/03N$ می باشد که نشان می دهد نتایج تئوری خشک و دور از عمل است
مجموع نیروهای بالابر در رابطه زیر بدست می آید:

$$L = 2DV^2SC_l \quad \text{رابطه (۲-۴)}$$

که D دانسیته جریان آزاد ، V سرعت جریان ، S سطح تحت تأثیر قرار گرفته و C_l ضریب
بالابرندگی می باشد این فرمول یک نیروی بالابرندگی $222N$ - را در سرعت ۵۵mph و
شرایط استاندارد سطح دریا به ما می دهد.

مجموع ممتنم که بدست می آید از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$M = 2DV^2SC_mL \quad \text{رابطه (۳-۴)}$$

که D دانسیته جریان آزاد ، V سرعت جریان ، S سطح تحت تأثیر قرار گرفته C_m ضریب

ممتم و L طول ماشین است ممتم وارده به یک چهارم طول ابتدای ماشین در سرعت

۵۵mph و شرایط استاندارد سطح دریا برابر با ۷۸۱- نیوتن در متر است.

این روابط و اعداد بیان می کند که ما یک پیکره با دراگ ، بلند شونده گی و ممتم کم ساخته

ایم.

با ارزش ترین اطلاعات از نمایش گرافیکی طرحها و نقشه ها بدست آمد طرحهای

گرافیکی نشان داد که هیچ گونه جریان جانبی و جدایی جریان وجود ندارد.

عکس برداشت شده از اصطکاک پوسته نشان می دهد که یک افزایش مشخص در

اصطکاک پوسته در فاصله حدوداً $1/45$ متر از جلوی ماشین وجود دارد این منطقه ای است

که بسیار شبیه به منطقه گذار جریان از آرام به مغشوش است بنابراین سلولها باید به خوبی

سرد شوند چون این حالت قبل از ناحیه سلولهای خورشیدی روی می دهد.

عکسها همچنین چند مشکل را نشان می دادند یک افزایش بزرگ فشار در پایین ترین نقطه

زیر ماشین وجود داشت این فشار زیاد در زیر ماشین به این مفهوم است که نیروهای دراگ

و بالابرنده گی بیشتری خواهیم داشت عکسهای دراگ اصطکاک پوسته همچنین نشان می داد

که یک جریان گسترش یافته زیر چرخ ها وجود دارد.(شکل ۲۰)

۱۲-۴ طراحی دوباره براساس CFD:

برای اجتناب از ناحیه پرفشار زیر ماشین انتهای ماشین پهن شده است و به طور مطلوب این پهن شدگی ناحیه و منطقه بیشتری را برای جریان هوا بین آن و کم کردن فشار را می دهد اگر نقطه انتهای ماشینی بالا برده شود این مقدار البته دلبخواهی است و هیچ راهی برای فهمیدن این مقدار نیست و از راه سعی و خطا و تجربه بدست می آید برای اجتناب از توسعه یافته بودن جریان حول چرخها ، یک لایه و حفاظ برای حفظ حالت آیرودینامیکی ماشین در محل چرخها به ماشین متصل می گردد.

۱۳-۴ نتایج CFD از تحلیل دوم:

نتایج عددی آزمایش دوم تقریباً مشابه حالت اول است نتایج به صورت زیر می باشد:

$$C_d = 0/00012 \quad C_l = 0/02478 \quad C_m = 0/0146$$

و سطح در تماس با جریان ۲۴/۶- متر مربع در نظر گرفته می شود دراگ و بالابرندهگی کاملاً مشخص است که کم می باشد.

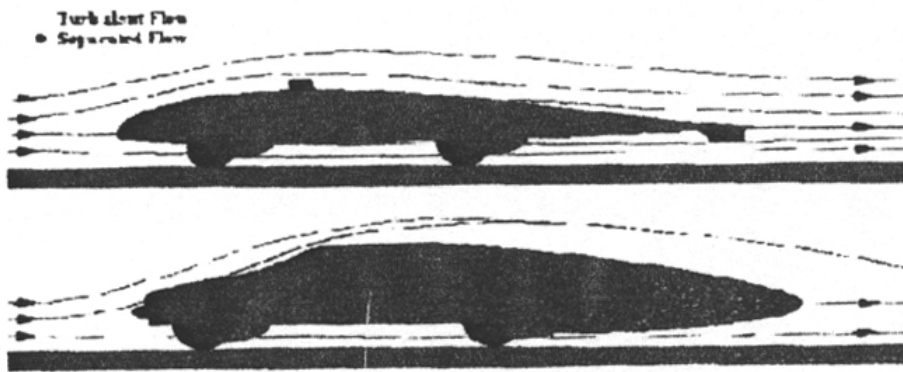
۱۴-۴ نتایج بدست آمده در مورد شکل و ترکیب بدنه:

آخرین طراحی ،شکلی است که دراگ کم و پایداری خوبی دارد جریان برای ۱/۴۵ متر از جلوی ماشین ، آرام در نظر گرفته می شود ضریب دراگی واقعی هنوز بدست نیامده است ولی می توان گفت حول و حوش $C_d = 0/00012$ است که به سطح تحت تأثیر نیز مربوط است بزرگترین مشکل که به وسیله جریان حول ماشین بدست می آید و در قسمت (۱۱)-

۴) به آن اشاره شد ثابت می ماند و فقط یک کاهش کوچک در دراگ را نتیجه می دهد

مقاطع عرض موازی باد برآیند نسبتاً اشکال آیرودینامیکی هستند بنابراین مشکل کمی به

وسیله بادهای جانبی ایجاد می گردد این ماشین که بلند شوندگی و ممتن کمی دارد یک ماشین پایدار است.



شکل ۲۰: دو نوع ماشین را نشان می دهد که در یکی جدایی جریان اتفاق افتاده است در ماشین بالا جریان مخشوش بوده و جدایی جریان اتفاق نمی افتد ناحیه توسعه یافته پشت چرخها معلوم است.

فصل پنجم : سیستم های مکانیکی

۵-۱ مقدمه :

سیستم مکانیکی یک ماشین خورشیدی معمولاً از نظر مفهوم ساده است اما آنها برای کم کردن اصطکاک و وزن در حالیکه از لحاظ مقاومت بتواند شرایط گوناگون جاده ای را تحمل کنند طراحی می شوند فلزهای سبکی مانند تیتانیوم و کامپوزیتها معمولاً به خاطر اینکه نسبت مقاومت به وزن بالایی دارد و از لحاظ بهره وری مناسبند ، مورد استفاده قرار می گیرند سیستم مکانیکی متشکل از سیستم تعلیق ، ترمزها ، سیستم رانش ، چرخها، تایرها می باشد اتحادیه برگزاری مسابقات قوانین بسیار کمی را ایجاد کرده و قانون کلی در طراحی این گونه ماشینها وجود ندارد.

ماشینهای خورشیدی معمولاً دارای سه یا چهارچرخ می باشد (که بر طبق قوانین حداقل سه چرخ لازم است) نوع معمول سه چرخ آن دارای دو چرخ در جلو و یک چرخ در عقب است که معمولاً چرخ عقب همان چرخ محرک است ماشینهای چهار چرخ برخی اوقات مانند ماشینهای معمولی هستند (یکی از چرخهای عقب ، پشت چرخ محرک است) دسته دیگر چهار چرخها دارای دو چرخ نزدیک به هم در عقب هستند (بسیار شبیه به نوع سه چرخ).

انواع گسترده ای از سیستم های تعلیق در ماشینهای خورشیدی به کار گرفته شده اند و قسمتی از این نوع تنوع به خاطر تنوع در بدنه و شاسی می باشد که سیستم تعلیق باید با توجه به آن ساخته شود.

معمول ترین نوع سیستم تعلیقی که در جلوی ماشین استفاده می شود سیستم تعلیق بازوی A شکل دوگانه (Double A Arm) است که شبیه به نوع مشابه آن در ماشینهای معمولی است و همچنین تعلیق بازوی کشیده شده (Trailing Arm)، که در موتورسیکلت کارایی دارد در عقب ماشینهای خورشیدی کاربرد گسترده ای دارد سیستم تعلیق طوری طراحی می شود که آزادانه حرکت کند و کارایی بالا داشته باشد و طراحی باید طوری باشد که قابل تنظیم بوده و بسیار خوب کار کند.

ایمنی، مقدم ترین مسئله در مسابقات است به همین دلیل باید ماشینهای خورشیدی، از استاندارد های سخت گیرانه ترمز پیروی کنند و هر ماشین خورشیدی نیاز به دو سیستم ترمز مستقل دارد ترمزهای دیسکی کاربرد بسیار فراوانی در این ماشینها دارند و آنها به خاطر قدرت و قابلیت تنظیم فوق العاده ای که دارا هستند برخی تیم ها از ترمزهای مکانیکی و الکتریکی همراه با هم و برخی نیز از نوع هیدرولیکی استفاده می نمایند برای بیشینه کردن بهره وری ترمزها، ترمزها طوری طراحی می شوند که با حذف کردن دراگ بتوانند آزادانه حرکت نمایند و این عمل به وسیله اصطکاک بین پدهای (Pad) ترمز و صفحه کلید به وجود می آید.

سیستم رانش داخل ماشین خورشیدی ، مانند سیستم تعلیق بسیار متنوع است تیمها باید از شعاع چرخش و نیازمندیهای عملکرد پیروی نمایند ولی هر طراحی دلخواه را انجام نمایند مهم ترین پارامتر برای سیستم رانش عملکرد کارآمد و کارکرد صحیح آن است سیستم رانش باید به طور بسیار دقیق طراحی شود و هر نامیزانی و تنظیم نادرست هر چند کوچک باعث اصطکاک بیشتر تایرها با زمین شده و انرژی هدر می رود.

در گذشته ، در ماشینهای خورشیدی معمولاً چرخها و تایرهای دوچرخه استفاده می شده است و آنها به خاطر وزن کم و اصطکاک بسیار کم آن بود این چرخها و تایرها معمولاً تحت بار زیاد قرار می گرفتند هنگامی که وزن یک ماشین خورشیدی روی آنها قرار می گرفت که تأثیر بسیاری بر عملکرد و امنیت ماشین می گذاشت کمیته قانون گذاری اجازه بارگذاری بیش از حد را بر روی تایرها و چرخها نمی دهد خوشبختانه استفاده از تایرها و چرخهایی مجاز داشته شده که هم عملکرد خوبی دارند و هم اصطکاک و وزن کمتر و امنیت بیشتر.

Steering System

۲-۵ سیستم رانش :

این سیستم در برگیرنده سیستم انتقال قدرت نیز می باشد که قدرت خارج شده از ناحیه سلولهای خورشیدی و رسیده به موتور را به چرخها می رساند هنگامی که سیستم تعلیق جلوی ماشین طراحی می گردد لازم است هندسه و مکان سیستم رانش محاسبه گردد اگر

هندس‌ه‌های سیستم رانش و تعلیق درست انتخاب شود سایش و اصطکاک تایرهای در هنگام حرکت حداقل می گردد.

در برخی از ماشینها هندسه سیستم رانش به یک چرخنده متحرک و پینیون ختم می شود که به بازوی محرک به وسیله خار قفل شده اند.

۱-۲-۵ بررسی عملکرد سیستم رانش :

ماشینها با یک چرخ در عقب به سمت یک سیستم استاتیکی میل می کند مگر اینکه چرخ عقب به عنوان چرخ محرک استفاده شود که در این صورت سیستم بسیار پویا خواهد بود. ماشینها با یک چرخ در جلو که به سمت یک سیستم خوب میل می کند.

بسیاری از ماشینها از سیستم رانش آکرمن (Ackerman) استفاده می کنند برای مطمئن شدن ، همه چرخهای یک شعاع یکسان را می چرخند و انرژی تا حد ممکن کاهش پیدا می کند.

۲-۲-۵ انواع مکانیزمها :

- کابل : مانند کمربند دور استوانه انتهای شافت چرخان قرار گرفته و چرخها را می چرخانند.

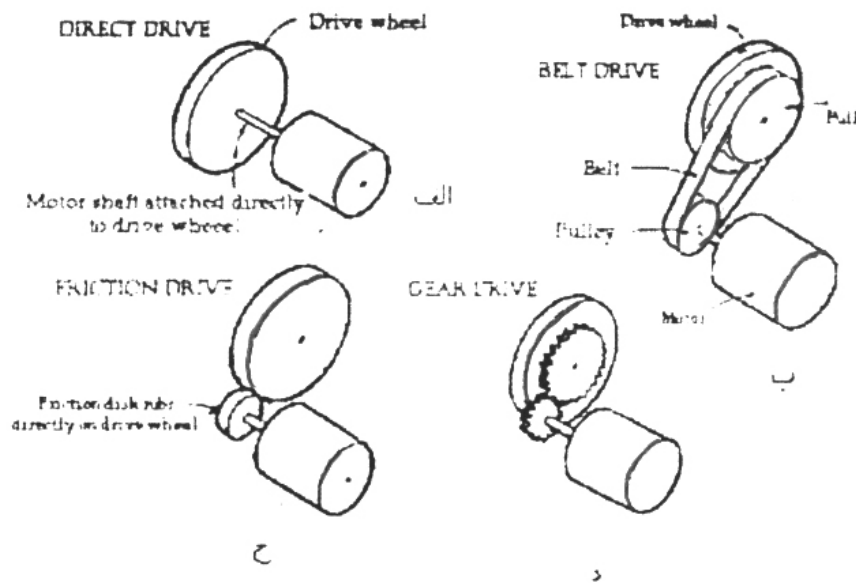
- اتصالها : سیستم های فلزی که انتهای شافت چرخان را به چرخها متصل می کند.

- چرخ دنده و پینیون : که چرخ دنده انتهای شافت چرخان (شافت خروجی از موتور) که به پینیون معروف است چرخ دنده روی چرخ را چرخانده و حرکت چرخ را سبب می شود.

حلزونی و چرخها: یک حلزونی (میله رزوه شده) در انتهای شافت چرخان چرخ دنده

رامی چرخاند که آن نیز چرخها را می چرخاند.

این شکل انواع سیستم انتقال قدرت را نشان می دهد.



شکل ۲۱: انواع سیستم های انتقال قدرت

الف: شافت خروجی از موتور به طور مستقیم به چرخها متصل است.

ب: شافت خروجی از موتور در انتهایش به یک پولی متصل شده که این پولی به وسیله یک تسمه به چرخها متصل شده است.

ج: سیستم انتقال حرکت اصطکاکی را نشان می دهد.

د: سیستم انتقال حرکت پینیون روی شافت خروجی از موتور و چرخ دنده روی محور چرخها را نشان می دهد.

۳-۲-۵ انواع سیستم های انتقال قدرت :

علیرغم اینکه یک سیستم انتقال چرخنده ای به صورت استراتژیک مهم است اما یک پارامتر

مکانیکی غیرمفید می باشد دربلر (Drailer) و جعبه دنده بسیار سنگین هستند و اغلب خوب

کار نمی کنند اما نسبت چرخ دنده های ماشین می تواند با تغییر چرخ دنده بر روی درایو

ویل (Drive Wheel) و شافت خروجی از موتور تنظیم شود (شکل د-۲۱)

زنجیر و تسمه و سیستمهای مستقیم در ماشینهای خورشیدی استفاده می شده اند در برخی

از ماشینهای خورشیدی زنجیر و تسمه دندانه های روی شافت خروجی از موتور را به

چرخ دنده های روی درایوویل متصل می کنند (شکل ب ۲۱ و ۲۲)

یک سیستم محرک باشد بسیار کارآمد تر از همان نوع با زنجیراست و این هنگامی است که

تسمه به صورت دقیق در جای خود قرار گیرد.

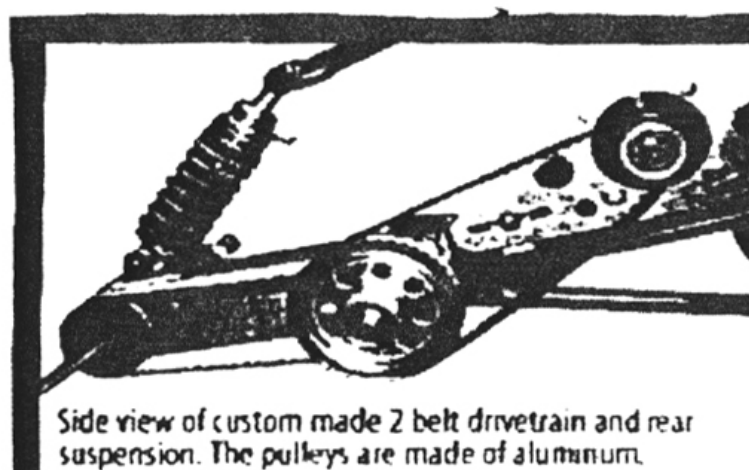
یک سیستم محرک مستقیم شافت خروجی را مستقیماً به چرخها متصل می کند یک سیستم

تحریک مستقیم ۱۰۰٪ کارآمد است چون هیچ گونه اتلاف بین موتور و چرخ وجود ندارد

(این اتلاف در نوع غیر مستقیم در زنجیرها ، تسمه ها و چرخ دنده ها به وجود می آمد) با

همه این تفاسیر سیستم تسمه و زنجیر بسیار رایج است چون سیستم محرک مستقیم بسیار

گران و پیچیده و در جاسازی بسیار مشکل است .



شکل ۲۲: نمای جانبی یک سیستم رانش و انتقال قدرت که در دو مرحله از تسمه استفاده کرده است. به همراه سیستم تعلیق عقب ماشین را نشان می دهد پولی ها از جنس آلومینیوم هستند.

Suspension System

۳-۵ سیستم تعلیق :

۱-۳-۵ معایب :

- پیچیدگی و وزن را زیاد می کند بنابراین احتمال شکست بالا می رود .

۲-۳-۵ مزایا

- بار وارد بر تایرها را هنگامی که تحت تنش بالایی قرار می گیرند کاهش می دهد تایرها

با کارایی بالا بوجود می آید و اتلاف انرژی را کم می کند.

- ارتعاشات و شوکها به راننده و اجزا منتقل نمی شود و کنترل ماشین و امنیت را افزایش می دهد.

- اطمینان بخشیدن به اینکه ماشین در شرایط خوبی قرار دارد.

۳-۳-۵ رفتارهای دلخواه از تعلیق :

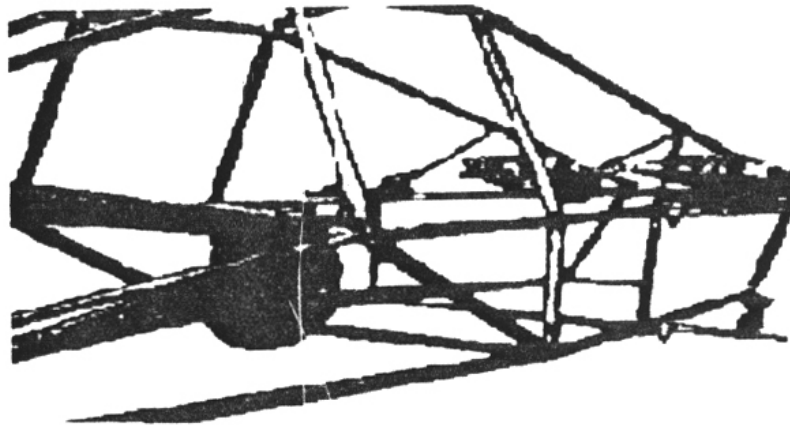
- تنظیم مرکز: سیستم رانش بعد از یک انحراف کوچک دوباره به مرکز باز می گردد.
- تکان سخت در هنگام رانندگی: بعد از ضربه دوباره به حالت عادی باز می گردد.
- غلتش و چرخش: جهت چرخش چرخها را هنگامی که بدنه می چرخد تغییر می دهد و پایداری ماشین در تغییر جهت های ناگهانی را افزایش می دهد.

۴-۳-۵ اجزا:

- واحد تعلیق بهم پیوسته
- واحد جذب کننده شوک
- میراکننده ارتعاشات با فرکانسهای بالا (که یک پیستون پنوماتیک یا الاستومرها می باشند)
- شوک فرکانس پایین (مانند فنر)

۵-۳-۵ انواع سیستم تعلیق :

- بازوی A شکل دوگانه (استخوان جناقی) که بسیار معمول برای تعلیق جلوست
- بازوی کشیده شده : که بیشتر مربوط به عقب بوده و برای ماشینهای سه چرخ معمول است .
- در شکل زیر سیستم تعلیقهای جلو ماشین نشان داده است .



Side view of the chromoly frame. The left front wheel appears in the background.

شکل ۲۳: نمای جانبی یک فرم است که چرخ جلویی سمت چپ و سیستم تعلیق آن در شکل دیده می شود.

با توجه به سیستم های تعلیق گوناگونی که وجود دارد بازوهای A شکل دوگانه (double A Arms) بیشترین کاربرد را برای سیستم تعلیق جلوی ماشین دارد و نوع آن بستگی به مقدار فشار وارده دارد این نوع سیستم تعلیق لقی عمودی کمتری دارد ولی از اجزای زیادی تشکیل شده اند .

رایج ترین سیستم تعلیق عقب ماشین ، بازوی کشیده شده (trailing arm) است با توجه به یک درجه آزادی بودن این سیستم ، اجازه بسته بندی و جاگیری مناسب سپرها و محل راننده را می دهند.

مکان شافت موتور با نقطه مرکز محور تعلیق هم مرکز می شود و موتور روی این قسمت سوار می شود و هنگامی که سیستم تعلیق حرکت کند یک تنش ثابت دارد.

Brakes

۴-۵ ترمزها :

با توجه به استانداردهای ارایه شده ماشینها باید بعد از ۲۲ متر از سرعت $۳ \frac{km}{hr}$ متوقف شوند.

۱-۴-۵ انواع ترمزها :

Dick Brakes

- ترمزهای صفحه ای

دیسکهای فلزی دایره ای به چرخها متصل می شوند و روی آن سوراخهایی برای خنک کردن و قرار گرفتن پد (Pad) (که از سایش جلوگیری می کند) روی کالپر (حفاظ روی موتور) که توسط راننده به کار انداخته می شود می تواند هم هیدرولیکی و هم توسط کابل باشد.

Drum Brakes

- ترمزهای استوانه ای :

متشکل از یک استوانه که به چرخها متصل شده است و یک سری Pad که به سطح داخل استوانه محکم شده است و این بار هم با هیدرولیکی است و یا توسط کابل عمل می کند.

Rim caliper

- ترمزهای لبه ای :

شبیه به ترمزهای دیسکی می باشد ولی به جای دیسک از Rim استفاده می شود (منظور لبه های چرخ است که تایر را نگه می دارد) این نوع ترمز در سرعتها بالا ناکارآمد است بنابراین برای سرعتهای بالا بسیار سبک است و به عنوان طرح اولیه ترمز بکار نمی رود.

Regenerative Brakes

- ترمزهای احیا کننده

موتور ، معمولاً موتور چرخ ، می تواند به عنوان یک ترمز مورد استفاده قرار گیرد که انرژی دوباره را حین این پروسه خلق نماید.

۲-۴-۵ مشکلات :

به Pad نباید اجازه داده شود که با لبه ها تماس حاصل کند چون سایش اتفاق می افتد و انرژی زیاد از بین می رود.

۳-۴-۵ توضیح :

ترمزهای دیسک هیدرولیکی در ماشینهای خورشیدی بسیار معمول می باشد ترمزهای دوچرخه ای و استوانه ای انتخاب بعدی ما هستند و این ترمزها نیروی لازم را برای نگهداشتن ماشین تولید نمی کنند.

به عنوان یک سیستم جبران کننده برخی ماشینها یک ترمز احیا شونده دارند جایی که موتور ماشین یک مولد می باشد و انرژی را حین ترمزکردن به باتری اضافه می نماید.

Wheels and tyres

۵-۵ چرخ ها و تایرها :

۱-۵-۵ انواع چرخها :

چرخها معمول ترین نقطه برای شکست می باشند.

- چرخهایی که به وسیله میله هایی (Spoke) به مرکز وصل می شدند : Spoked wheels

۱- چرخهای دوچرخه که با مقدار کمی تغییر برای ماشینها استفاده می شوند و وزن نسبتاً

خوبی دارند.

۲- پوششهای دیسکی برای پیشگیری از کم شدن باد به کار می رود.

Disk Wheels

- چرخهای دیسکی :

معمولاً از کامپوزیتهای شش گوشه برای پایداری همراه با نوعی اتصال به مرکز چرخ استفاده می شود.

- قبلاً به صورت اختصاصی و سفارشی ساخته می شد ولی اکنون تولید انبوه دارد.

- بعضی از تیمها انواع چرخها را در اندازه های مختلف به جای چرخدنده استفاده می کنند.

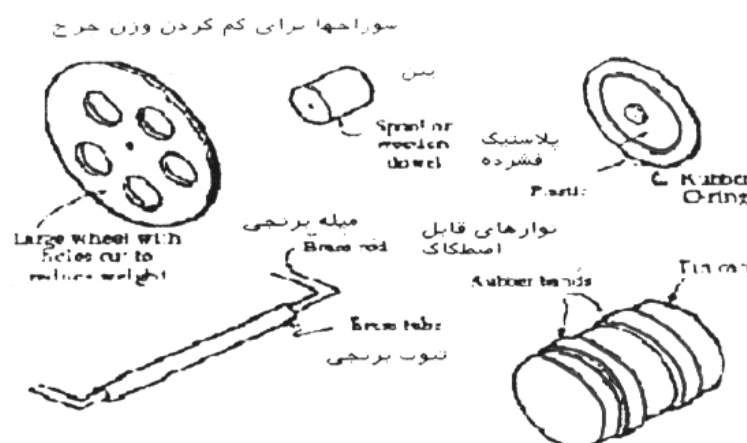
- بعضی نیز یک تعداد کم Spoke های ضخیم به کار می برند.

طراحی چرخهای ماشین خورشیدی شبیه چرخهای دوچرخه است معمولاً ریمها (Rim) و

هاب (hub) از آلومینیوم و اسپوکها (Spoke) از جنس فولاد هستند.

یک فیلم مایلر (myler film) روی اسپوکها قرار گرفته تا بازدهی آیرودینامیک را افزایش

دهد.



شکل ۲۴: قسمت های یک چرخ را نشان می دهد

tyres

۲-۵-۵ تایرها :

تایرها نقطه تماس بین جاده و ماشین می باشند و ۲۰ تا ۴۰ درصد انرژی را هدر می دهند.

- مقاومت غلتش (Rolling Resistance) به وسیله عوامل زیر به وجود می آید:

- چسبندگی بین تایرها و ماشین که باعث حرکت می شود .

- هیستریزس (Hysteresis): انرژی که به وسیله تغییر شکل لاستیک از بین می رود.

۳-۵-۵ تأثیر عوامل مختلف بر مقاومت غلتش تایرها :

- اندازه چرخها : چرخهای بزرگتر ، هیستریزس را کاهش می دهند اما وزن افزایش می

یابد.

- ضخامت : تایرهای ضخیم دیرتر پنچر می شوند ولی مقامت غلتشی زیادی دارند.

- سطح صاف : می تواند مقاومت غلتش را کاهش دهد .

- صافی سطح جاده

- بار : هر چه مقدار وزن ماشین بیشتر باشد انرژی بیشتری برای حرکت لازم است.

- فشار: هر چه فشار تایرها بیشتر باشد مقاومت غلتش آن کمتر خواهد بود.

- دما : اگر تایرها قابل انعطاف تر باشد مقاومت غلتش تایرها بر اثر افزایش دما کم شده و

فشار داخلی افزایش می یابد.

- سرعت : خالی شدن باد تایرها با افزایش سرعت افزایش می یابد.

- شکل چرخها : بسیار صاف و با خمیدگی کم می تواند مقاومت غلتش را کاهش دهد.

بهترین ماشین های خورشیدی مسابقه از تایرهای مایکلین (Michelin) که مخصوص مسابقه

طراحی شده اند استفاده می کنند آنها یک حد بار 100^{kg} دارند سریع سایش می یابند

بدست آوردن آنها بسیار سخت است دانلوپ در ژاپن (Dunlop) هم اکنون تایرها را برای

ماشین خورشیدی درست می کند که بسیار کاراتر از تایرهای مایکلین است .

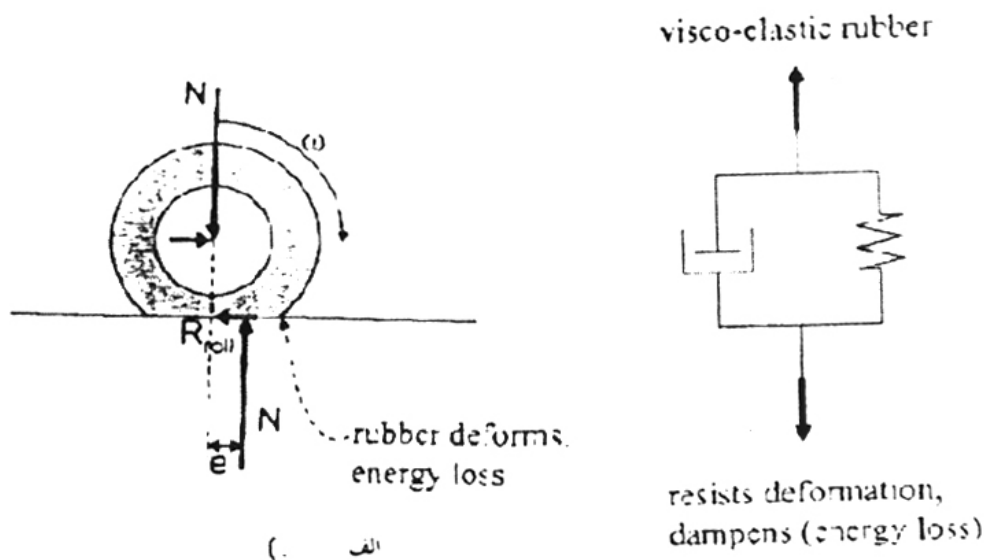
نیازمندیهای ما عبارتند از :

مقاومت غلتش کم ، وزن کم تایرها ، بارگذاری استاتیکی حدود $170-125$ کیلوگرم در

دسترس بودن و عمر خوبی داشته باشد برخی ماشینها چرخهای کم وزن و کم عرض دارند

دیواره های جانبی کوچکتر ، تغییر شکل کمتر تایرها را هنگام تغییر جهت دادن نتیجه می

دهد اما یک رانندگی سخت تر را سبب می شود.



شکل ۲۵ : الف: نیروهای وارد بر یک تایر و همچنین تغییر شکل را نشان می دهد که باعث هدر

رفتن انرژی می گردد. ب: مدل کردن یک تایر که هم خاصیت ارتجاعی دارد و هم خاصیت

میراکندگی و باعث اتلاف انرژی می گردد.

Motor

فصل ششم: موتور

موتور ها برای تبدیل انرژی الکتریکی که توسط سلولهای خورشیدی تولید می شود به انرژی جنبشی مورد نیاز برای حرکت و شتاب دادن ماشین استفاده می شود همه موتورهای مورد استفاده در ماشینهای خورشیدی الکتریکی هستند و یک میدان مغناطیسی را برای تولید یک گشتاور مورد استفاده قرار می دهند.

۱-۶ انواع موتور :

- مغناطیسی ناپایدار :

Ac Induction

۱-۱-۶ القایی AC :

- برق Ac وارد آرماتور یا استاتور می شود .

۲-۱-۶ مقاومت متغیر :

- روتور دندانه دار شده داخل استاتور دندانه دار شده می چرخد که تعداد دندانه های روتور و استاتور مساوی نیست و در یک ردیف قرار نمی گیرند.
- کویل های حول استاتور ، همراه با یک مغناطیسی ثابت روی موتور می باشند.

Dc Brushed

۳-۱-۶ جاروبک شده Dc :

- به طور معمول در اسباب بازیهای استفاده می شوند بنابراین بسیار ساده و ارزان هستند.
با وجود این تماس بین جاروبک ها می توانند باعث سایش و اصطکاک گردد و راندمان خوبی ندارند.

- استاتور آن مغناطیس زمین را دارد و جریان مغناطیسی را در روتور ایجاد می کند و چرخش حاصل می گردد.

- استفاده از جاروبک ها (کوموتاتور) برای تغییر جهت میدان القایی (جهت چرخش)

Dc Brushless

۴-۱-۶ Dc بدون جاروبک :

- مغناطیس پایدار روی روتور، کویل های القایی روی استاتور را باعث می شود.
- به وسیله یک موتور کنترل کننده ، کنترل می شود که یک برنامه کامپیوتری برای تغییر میدان مغناطیسی می باشد.

- راندمان بسیار بالایی دارد و به طور بسیار فراوان در ماشین های خورشیدی به کار می رود.

Wheel Motors

۵-۱-۶ موتورهای چرخ :

- انتقال حذف می شود و بنابراین هیچ اتلافی در پروسه انتقال نداریم و قابلیت اعتماد بزرگتر و اصطکاک یاتاقان کمتری وجود دارد .
- با وجود این وزن بدون فنر ماشین را افزایش می دهد و آن را در معرض ارتعاش و ضربه قرار می دهد.

- نسبت های انتقال نمی تواند بدون تغییر کارایی موتور تغییر کند.

- می تواند بسیار بسیار مفید و کارا باشد.

غزال ایرانی

غزال ایرانی اولین خودرو خورشیدی ایران و خاورمیانه است که توسط تعدادی از دانشجویان و استادان گروه مهندسی مکانیک دانشکده فنی دانشگاه تهران طراحی و ساخته شده است. طراحی و ساخت این خودرو با استفاده از دانش روز و قوی ترین نرم افزارهای مهندسی جهان انجام شده که از نظر علمی و عملی مشابه یک خودرو واقعی و در مواردی پیچیده تر از آن می باشد.

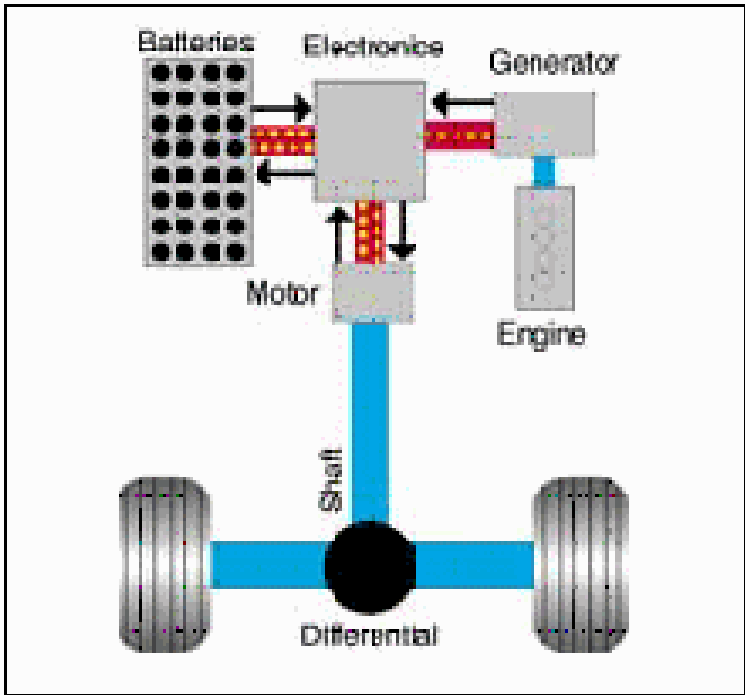
غزال ایرانی، خودرویی تک سرنشین به طول پنج متر، عرض ۸,۱ متر و ارتفاع یک متر از سطح زمین است و برای حرکت با سرعت بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ساعت طراحی شده است. خودرو دارای یک چرخ در عقب و دو چرخ در جلو می باشد که چرخ عقب چرخ محرک خواهد بود. روی سطح بالایی خودرو تماماً با سلولهای خورشیدی راندمان بالا به مساحت ۵,۸ متر مربع پوشیده است و انرژی خورشید از طریق این سلولها جذب شده و در باتریهای قابل شارژ (از نوع لیتیم - پلیمر) داخل ماشین ذخیره می شود. غزال ایرانی، از طریق باتری ای تامین می شود که به طور مستمر توسط سلولهای خورشیدی خودرو شارژ می شود. این انرژی موتور الکتریکی تعبیه شده داخل رینگ چرخ عقب خودرو را به حرکت در می آورد. جنس بدنه و شاسی این خودرو به نحوی انتخاب شده است که ضمن برخورداری از مقاومت بالا، دارای وزن کمی هستند. به طوری که وزن نهایی خودرو کمتر از ۲۵۰ کیلوگرم خواهد بود. گفتنی است، با توجه به ویژگیهای برتر خودرو غزال ایرانی

دانشگاه MIT (موسسه فن آوری ماساچوست) رسماً از این تیم دعوت کرده بود به عنوان تنها تیم آسیایی در تیم ورکی بین المللی که تابستان امسال با حضور برترین گروه های سازنده خودروهای خورشیدی جهان در این دانشگاه تشکیل شده شرکت کنند که مسئولان سفارت آمریکا در ترکیه از ارائه روایت خودداری کردند؛ به این ترتیب تیم خودرو خورشیدی «غزال ایرانی» از حضور در جمع ۲۱ تیم برتر دانشگاه های جهان که با هدف ایده پردازی برای طراحی خودروهایی با سوخت جایگزین در این دانشگاه گردآمده اند، بازماند.



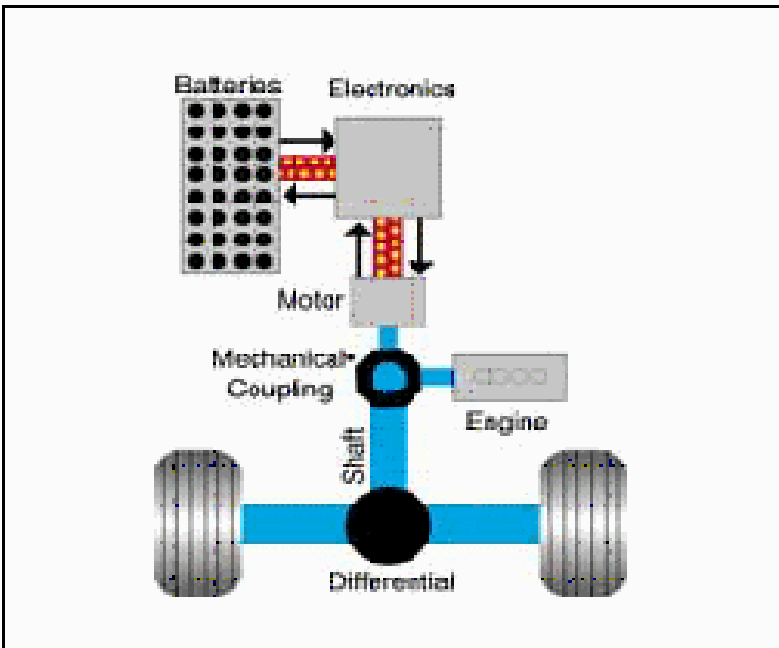
جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید





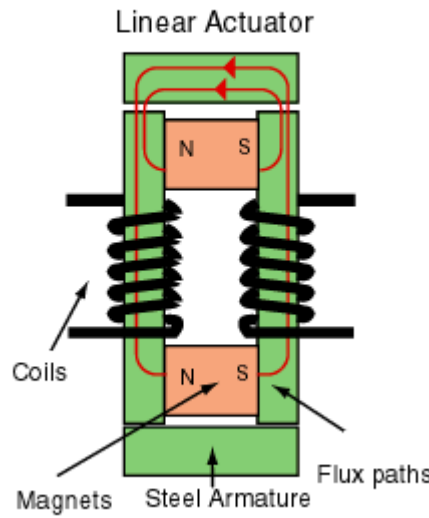
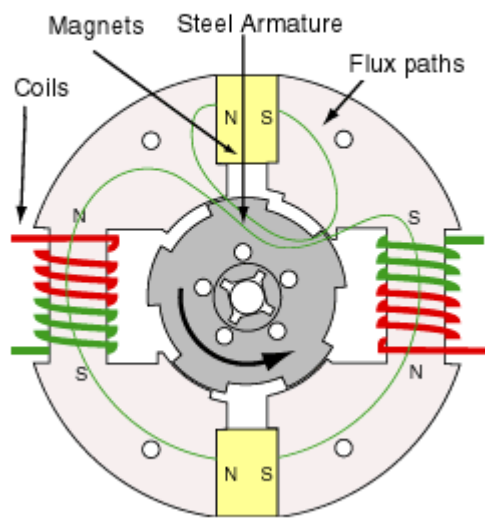
Source: Electric Transit Vehicle Institute

Parallel Configuration

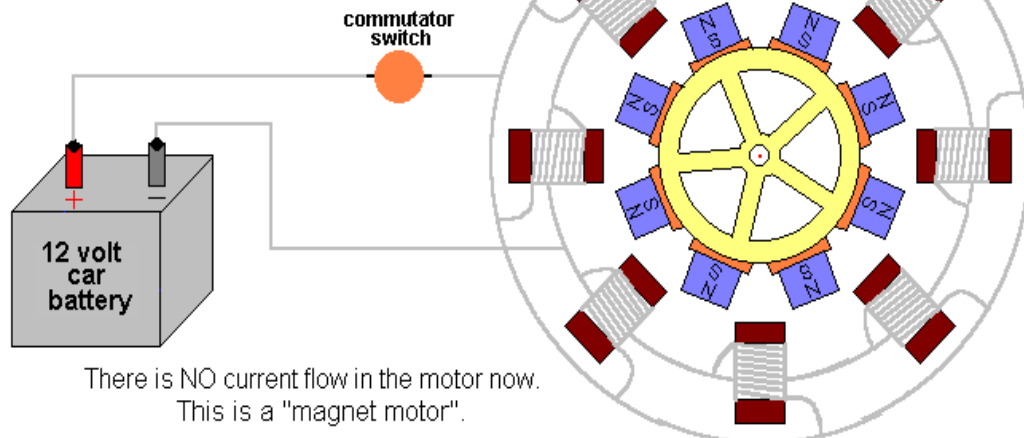


Source: Electric Transit Vehicle Institute

Optimal Flux Core Motor Construction



No current is flowing in the circuit. The power for this motor is that the permanent magnets in the rotor (in blue) are attracted to the solid steel cores of the electromagnet coils (in maroon) when they are NOT energized.



There is NO current flow in the motor now.
This is a "magnet motor".

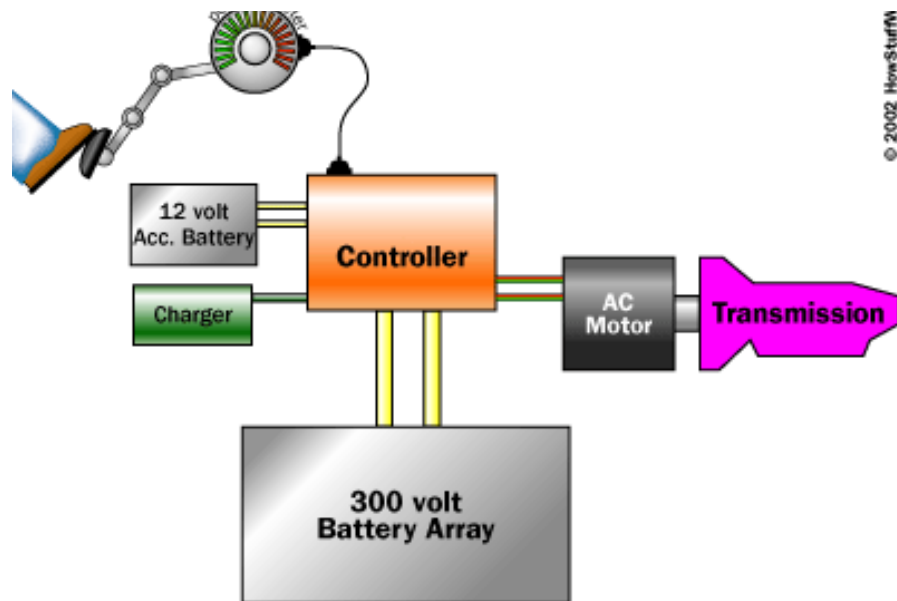
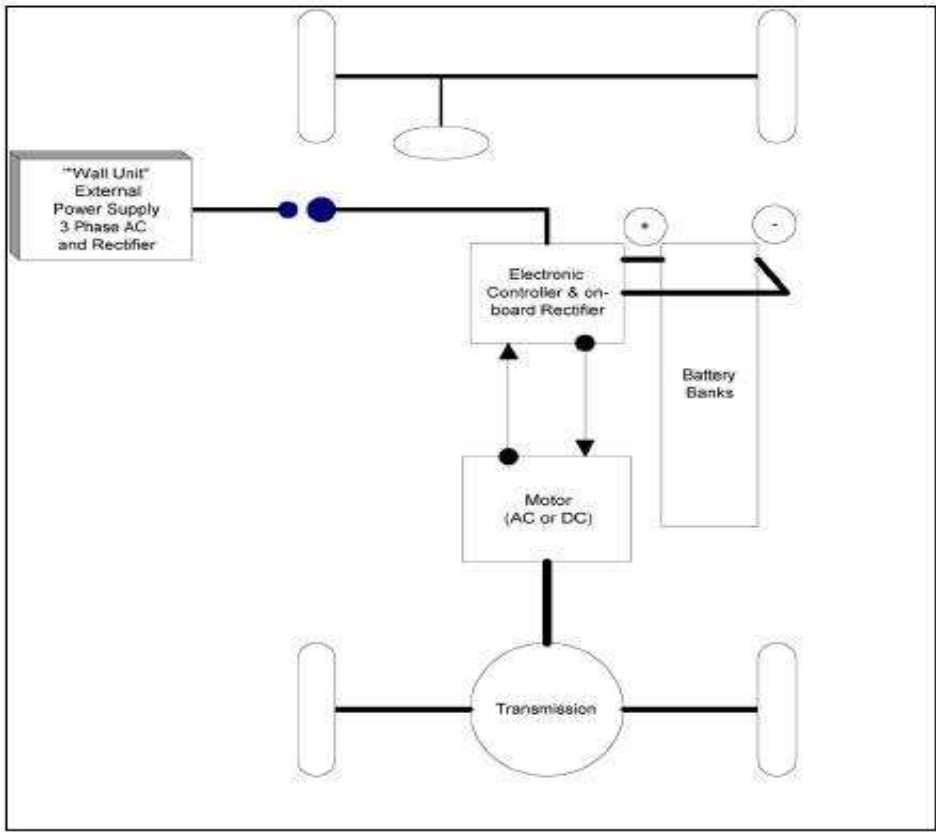
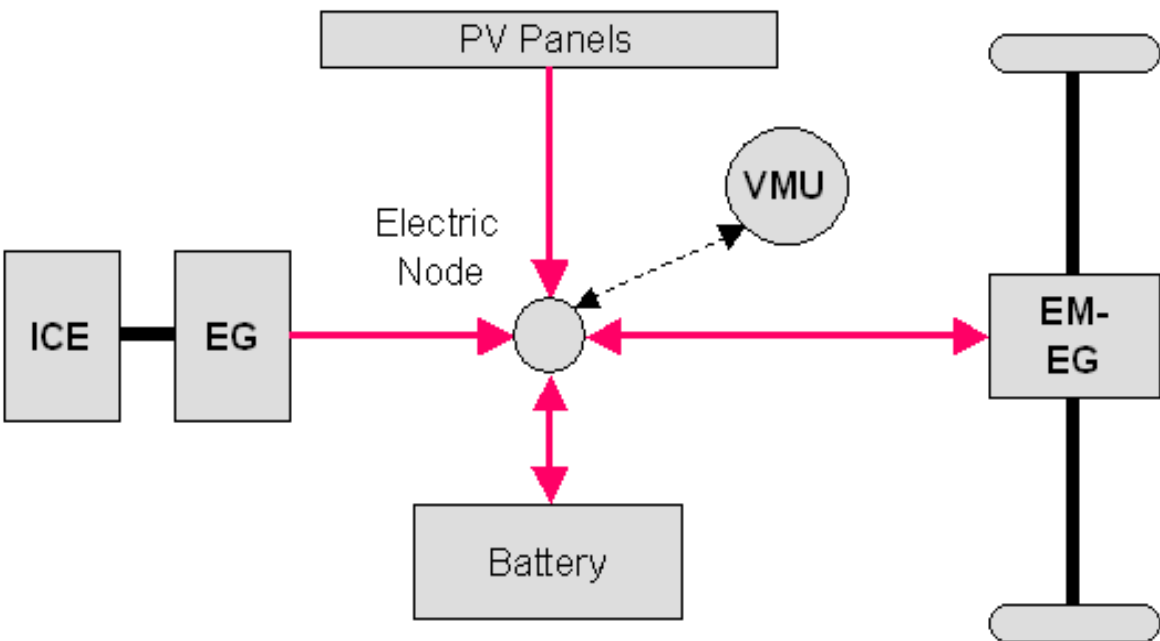


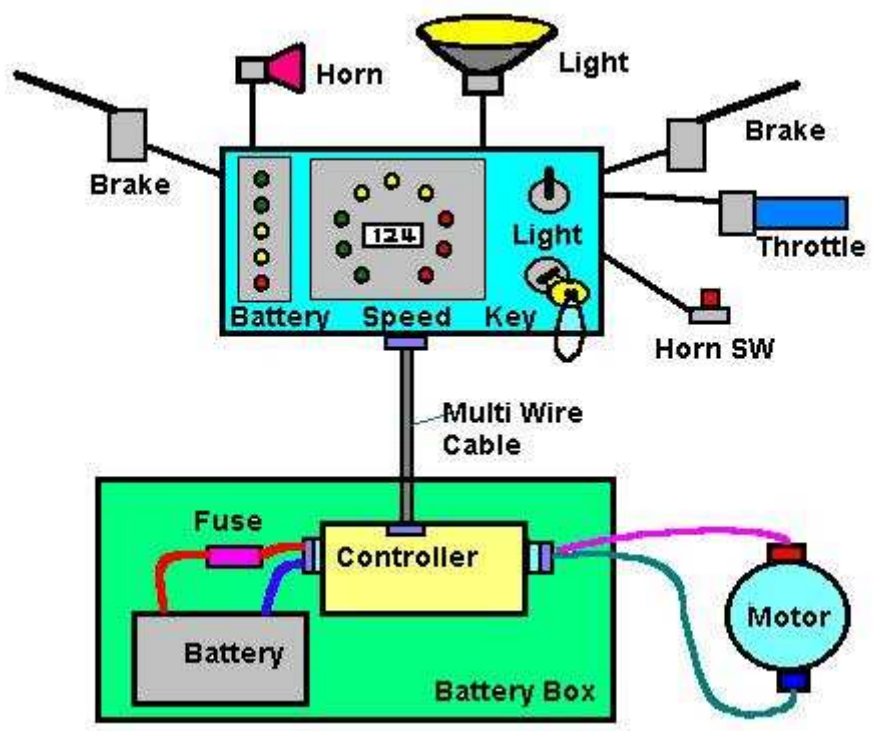
Figure 2.1: Schematic of an Electric Vehicle



جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

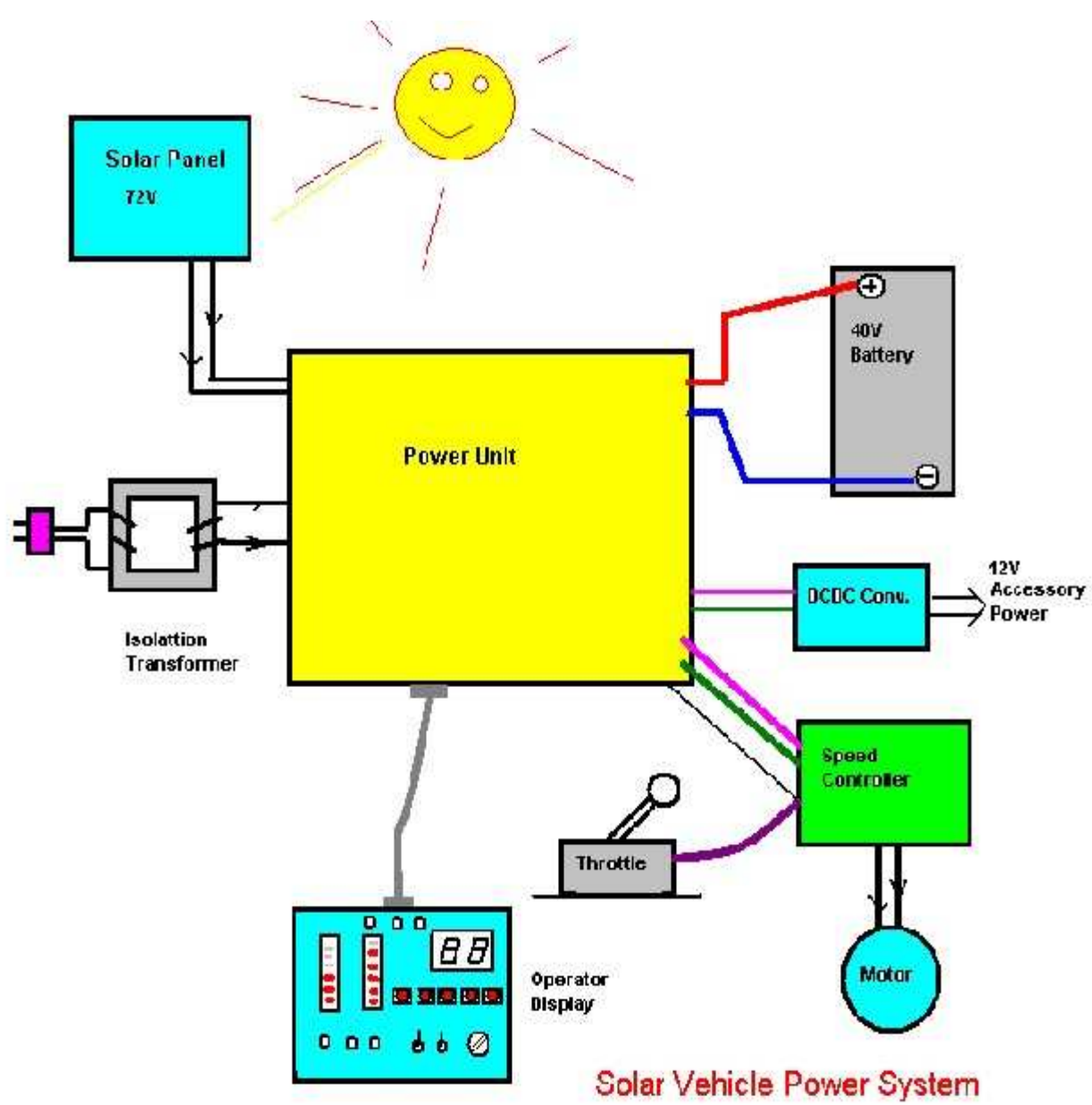


جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

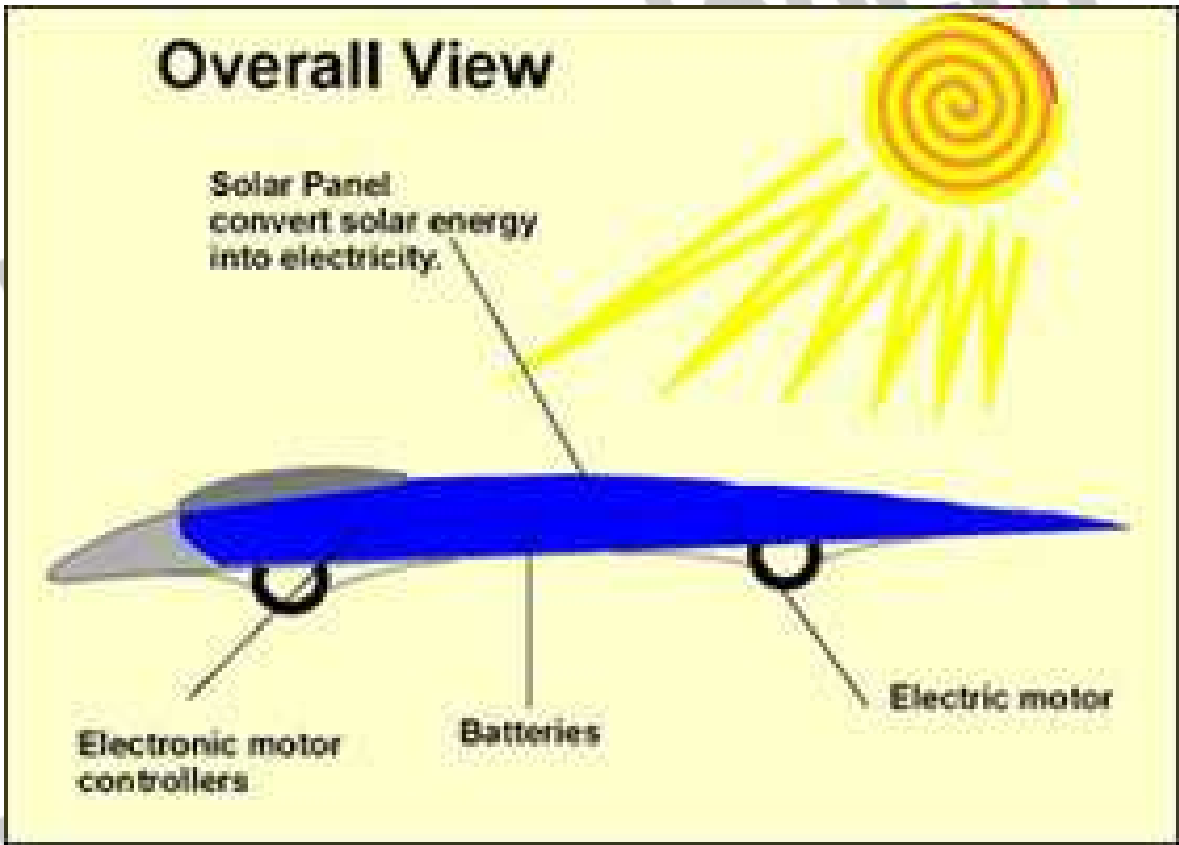


جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۵۱۱ تماس حاصل نمایید





جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید



Abstract

This project is prepared on the basis of research and design of on the main industry program during the past years about the electric cars. This project studies the power transmission system in electric cars and compares it with the power system used in combustion cars.

Manufacturing of electric cars goes back to 1900. In those years due to the problems concerned with electric cars in one hand and new oil exploration and large production on the hand caused more interest and development of combustion engines, lead to less interest in manufacturing of electric cars. But with the advent of world wars and contests over oil caused an increase in oil prices, consequently the electric cars caught more attention.

In electric cars, the power supply system consists an electromotor, controller, butteries and their charge. The electric drive of the electric car converts the direct current of the battery into mechanical energy, the complete electric drive includes all the parts involved in converting the direct, eurrent of the batteries into mechanical and rotation power which cause rotation of the wheels. One of the most important features of electric cars is their moving power such as speed, loading and flexibility along with expensive batteries and long charging time.

فهرست مراجع و منابع

1. Rajasekare . k, History of Electric Vehicles in General Motors, IEEE Transactions on industry applications, Vol 30, No.4, August 1994
2. Brant. B, Build your own Electric Vehicle, TAB Books, UASA, 1994
3. Rowland , E. A, Schwarze K. W, System Design of the Electric Test Vehicle one (ETV-1), international congress & Exposition , Detroit , MI February 1980

۴- طرح و بررسی ساخت خودروی برقی ، شرکت ایران خودرو

۵- طراحی خودروی پیکان برقی ، دانشگاه علم و صنعت ایران

6. <http://www.physics.ubc.ca/~solarcar/index.html>
7. http://scg.levels.unisa.edu.au/solar_commuter/index.html
8. <http://www.formulasun.org/education>
9. <http://tcfreenet.org/org/mres/carmanual>
10. <http://www.personal.umich.edu/~eliask/writing/Scarecrow>.
11. <http://www.umn.edu/~doug/solar/sun.html>
12. <http://science.howstuffworks.com/solar-cell1.htm>
13. <http://www.umich.edu/~bhl/elecres/s/solarcar/Howltworks>
14. university of new Brunswick solar car project
15. crystalline Silicon Solar Cells-Martin A. Green Wales outhuniversity of New

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۶۶۴۱۲۶۰-۵۱۱ تماس حاصل نمایید

Filename: Document1
Directory:
Template: C:\Documents and Settings\hadi tahaghoghi\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title: اعتیاد چیست ؟ 1)
Subject:
Author: asl
Keywords:
Comments:
Creation Date: 3/28/2012 6:11:00 PM
Change Number: 1
Last Saved On:
Last Saved By: H.H
Total Editing Time: 1 Minute
Last Printed On: 3/28/2012 6:11:00 PM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 141
Number of Words: 17,240 (approx.)
Number of Characters: 98,271 (approx.)