www.cargeek.ir

شبکه مالتي پلکس و
سيستمهاي الکترونيکي خودرو
NEW LOOK C5

با پیشرفت علم الکترونیک در دهه های اخیر خصوصا در زمینه الکترونیک دیجیتال؛ ریزپردازنده ها و میکروکنترلرها ؛ طراحی و ساخت مدارهای میکروکامپیوتری در ابعاد کوچک و کارایی بسیار بالا(درسرعت پردازش داده ها و نیزافزایش تعداد ورودی و خروجیهای سیستم) پیشرفت روز افزونی داشته است.صنعت خودروسازی همگام با سایر صنایع همراستا با این تحولات تغییرات چشمگیری داشته است و هم اکنون در کمپانیهای بزرگ خودرو سازی حتی تحقیقات وسیعی در خصوص کاربرد پیشرفته ترین سیستمهای کنترلی مدرن؛منطق فازی؛ناوبری اینرسی و...در ساختار خودروها در حال انجام میباشد .

ECU(Electronic Control Unit) و نحوه عملکرد آن

Ecu کلمه اختصاری به معنی واحد کنترل الکترونیکی می باشد در واقع تقریبا هر سیستم الکترونیکی مستقل درخودرو ECU مربوط به خودر را دارد به عنوان مثال airbag,aircondition,abs,esp,engine هرکدام ecu های مستقل خود را دارند.

هر Ecu از سه قسمت اصلی تشکیل شده است

۱-میکروکنترلر داخلی microcontroller

میکرو کنترلردر واقع مغز متفکر Ecu میباشد که پردازش اطلاعات ورودی و صدور فرامین خروجی به صورت یک برنامه نرم افزاری در داخل حافظه آن ذخیره شده است

۲- ورودیها و خروجیها inputs and outputs

ورودیهای Ecu در واقع خطوط انتقالی هستند که اطلاعات مورد نیازرا از قسمتهای مختلف به میکرو کنترلر داخلی گزارش میدهند که برخی از آنها اطلاعات فیزیکی میباشند که توسط سنسورها به کمیتهای الکتریکی مانند ولتاژ و یا جریان تبدیل شده اند.و برخی صرفا اطلاعاتی در خصوص شرایط مختلف میباشند(مانند اتصال یا عدم اتصال یک کلید) به عنوان نمونه ورودیهای سنسور دما, سنسور اکسیژن, سنسورسرعت چرخ,سنسور زاویه فرمان و یا وجود یا عدم وجود بدنه یا برق که نشانگر وجود شرایط خاص میباشد
خروجیهایEcu بعضا فرمانهایی هستند که میکرو کنترلر داخلی به عملگرها(Actuator) میدهد. یک عملگر ممکن است رله,چراغ هشدار,انژکتور, شیربرقی کنیستر,موتور پله ای, شیرهای برقی بلوک ABSو... باشد و برخی از این خروجیها اطلاعاتی هستند که در اختیار ecu های دیگر قرار میگیرند

۳- تغذیه الکتریکی power supply

تمام مدارهای میکروکامپیوتری نیاز به تغذیه الکتریکی برای ایجاد فرکانس پالس ساعت میکروکنترلروصدور فرمانهای الکتریکی به عملگرها دارند وحداقل یک برق مثبت ۱۲ولت ویک سیم اتصال بدنه به این منظور در هر ecu به کار رفته است.
اکثر Ecu ها یک برنامه خود عیب یاب(self diagnostic) را در حافظه خود دارند وبرخی از خطاهای مربوط به سیستم خود را در آن ذخیره میکنند به عبارتی میکرو کنترلر داخلی هر Ecu دقیقا محدوده لتاژو جریان تمام سیگنالهای ورودی و خروجی را در داخل حافظه خود به عنوان مقادیر مرجع

www.cargeek.ir

www.cargeek.ir

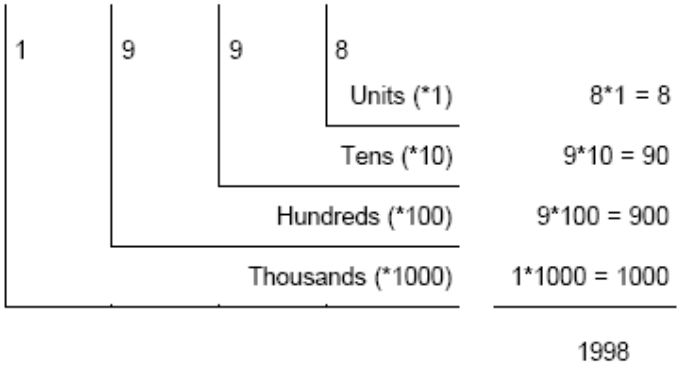
ذخیره کرده و با مقایسه مقادیر واقعی با محدوده مقادیر مرجع میتواند خطاهای موجود را شناسایی کند .اگر شرایط ایجاد خطا ادامه داشته باشد خطای مذکوربه عنوان خطای دائمی(permanent fault) واگر شرایط ایجاد خطا از بین رفته باشد به عنوان خطای موقتی(temporary یا intermittent) در حافظه ذخیره میشود. بعد ازارتباط Ecu با دستگاه عیب یاب خطاهای ذخیره شده با کدهای خاصی به دستگاه عیب یاب اطلاع داده میشوند

در قسمت بعد به عنوان یک مثال بسیار ساده واحد کنترل الکترونیکی مدار فن خنک کننده رادیاتور در خودرو زانتیا که در اصطلاح تعمیرگاهی بیترون نامیده میشود مورد بررسی قرار میگیرد.

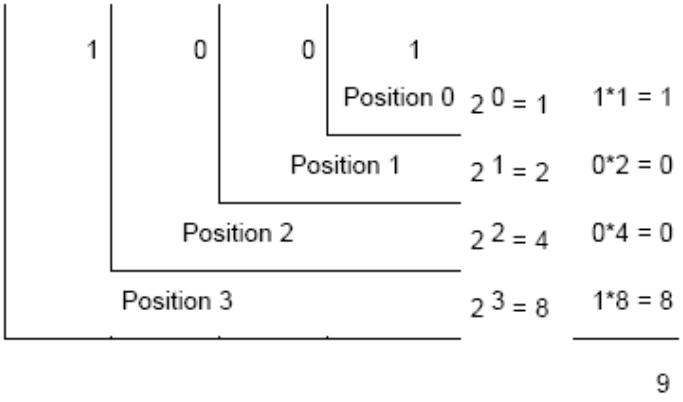
ورودیهای بیترون اطلاعاتی در خصوص دمای موتور(سنسور دمای آبّ) و فشار گاز کولر(سوئیچ فشار) هستند که وارد میکروکنترلر بیترون میشوند
برنامه داخلی میکروکنترلردرون بیترون طوری نوشته شده که اطلاعات مربوط به دمای موتور و فشار گاز کولر واطلاعات مربوط به کلید کولر را پردازش کرده وبر اساس اعدادی که کار خانه سازنده برای حدود دما و فشار در نظر گرفته است توسط فرمانهایی رله های فن(Actuator) را فعال میکنند ودر نتیجه؛ موتورهای فن را بصورت سری یا موازی (دور کند یا دور تند) راه اندازی میکند.

سیستم اعداد مبنای ده(دسیمالdecimal) و مبنای دو(باینریbinary)

اعداد دسیمال اعدادی هستند ما در زندگی روزمره با آنها سر و کار داریم در سیستم اعداد مبنای ده از اعداد ۰تا ۹ برای نمایش اعداد استفاده میشودبه عنوان یک مثال ساده عدد ۱۹۹۸در مبنای ۱۰ بصورت زیر تعریف میشود



اما در اعداد مبنای ۲ تنها از دو عدد ۰و۱ استفاده میشود به عنوان مثال عدد ۹ در مبنای ۲ بصورت ۱۰۰۱بیان میشود



www.cargeek.ir

تعمیرگاه های مرکزی

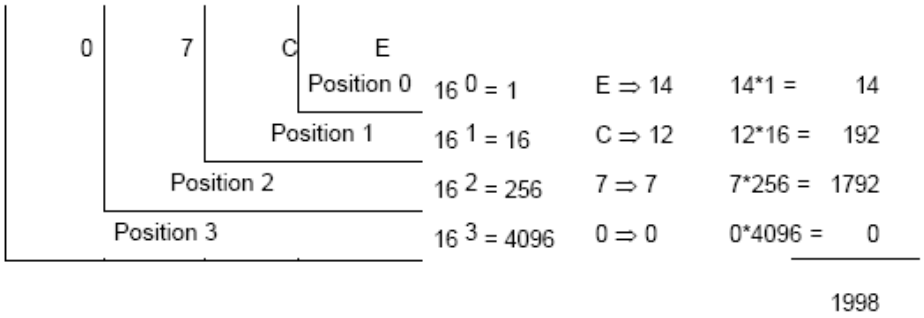
اعداد ۰و۱ در سیستم دیجیتال به معنای وجود یا عدم ولتاژ,جریان,فرکانس یا نور(در انتقال با فیبر نوری) میتواند باشد اعداد ۰و۱ در این سیستمها bit نامگذاری شده اند هر هشت بیت یک بایت(byte) را تشکیل میدهند

اعداد مبنای ۱۶(هگزا دسیمالhexa decimal)

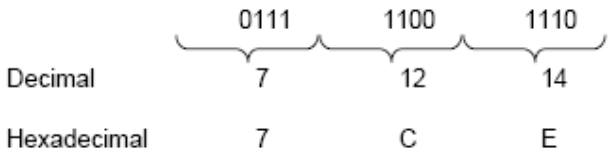
سیستمهای کامپیوتری با اعداد ۰و۱ کار می کنند ولی سیستم اعداد به کار رفته در تمامی این سیستمها اعداد مبنای ۱۶ میباشد وعلت ان برای فشرده سازی اعداد در هنگام بررسی داده ها میباشدبرای نمایش اعداد هگزا دسیمال از اعداد ۰تا۹ و حروف A تا F استفاده میشود

Decimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Hexadecimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Binary	0	1	10	11	100	101	110	111	1 000	1 001	1 010	1 011	1 100	1 101	1 110	1 111

برای روشن شدن مطلب عدد 07CE رادر مبنای ۱۶ در نظر بگیرید این عدد همان عدد ۱۹۹۸ در مبنای ۱۰ میباشد



برای تبدیل اعداد باینری به هگزا دسیمال با ید به روش زیر عمل کرد



سیگنالهای آنالوگ و دیجیتال digital and analog signals

سیگنال به معنای علامت میباشد وبه عبارت ساده شکل موج یک متغییر الکتریکی بر حسب زمان میباشد اگر به یک سیگنال آنالوگ نگاه کنیم میبینیم که مقدار پا رامتر(به عنوان مثال ولتاژ) بر حسب زمان میتواند هرمقداری باشد(متناسب با منبع سیگنال) به عنوان نمونه ؛خروجی سنسور دما هرعددحقیقی بین ۰ تا ۵ ولت میتواند باشد.ولیکن سیگنال دیجیتال را اگر در اسلوسکوپ ببینیم مشاهده میکنید که تقریبا به شکل پالس مربعی میباشد

ودارای دو سطح ولتاژ میباشد که به عنوان سطح ولتاژ ۰و۱ تعریف میگردند. البته وقتی میگوییم سیستم دیجیتال با ۰و۱ کار میکند منظور ۰ و۱ ولت نیست بلکه منظور دوسطح ولتاژ متفاوت است که یکی به عنوان ۰ ویکی به عنوان ۱ در نظر گرفته میشوند

www.cargeek.ir

تعمیرگاه های مرکزی

ریزپردازنده ها و میکروکنترلر ها فقط قادر به پردازش داده های(data) دیجیتالی میباشند به عبارتی برای پردازش بر روی اطلاعات ورودی حتما باید داده ها یا بصورت دیجیتال ومتناسب با یک روش تعریف شده باشد(مانند تبادل اطلاعات مابین دوecu) ویا اگر این اطلاعات آنالوگ هستند توسط مبدلهای A/D(Analog/Digital) به داده های دیجیتال تبدیل شوند(مانند ورودی سنسور دما به ecuکه یک سیگنال آنالوگ میباشد)البته مبدل A/Dدر دلخل خود میکروکنترلر وجود دارد و سیگنالهای آنالوگ با سطح ولتا ژو جریان در محدوده تعریف شده میتوانند مستقیما به میکروکنترلر وارد شوند

ارتباط سری(سریال) و موازی(پارالل) بین دو ریز پردازنده

دو ریز پردازنده به یکی از دو صورت سری یا موازی میتوانند تبادل داده داشته باشند درارتباط موازی برای انتقال یک داده ۸ بیتی(یک بایت) به ۸ خط انتقال داده(سیم) نیاز میباشد. ارتباط ریزپردازنده یک چاپگر با ریزپردازنده یک کامپیوتر نمونه خوبی از یک تبادل موازی داده ها میباشد.
در ارتباط سریال برای انتقال داده های دیجیتال از یک خط انتقال استفاده میشود ویک داده ۸ بیتی بر اساس سیکل ساعت بر روی یک خط انتقال منتقل میگردد ارتباط Ecu ها با دستگاه عیب یاب از نوع ارتباط سریال میباشد. البته در ارتباط سریال بین دو ریزپردازنده؛ اطلاعات بصورت بسته منتقل میشوند و برخی از بیتها نشانگر اطلاعا ت خاصی از قبیل بیتهای شروع و بیتهای خاتمه پیغام میباشند سرعت انتقال داده ها در ارتباط سریال پایینتر از ارتباط موازی است ولیکن از لحاظ هزینه طراحی و ساخت بسیارکم هزینه ترمیباشد

سیستم مالتي پلکس(multiplex) چیست

مالتي پلکس در واقع يك روش جهت ادغام سیگنالها جهت تبادل اطلاعات میباشد برای روشن شدن مفهوم مالتی پلکس به صورت ساده میتوان شبکه خطوط تلفن را مثال زد اگر به صورت معمولی خط تلفن همه خانه های یک منطقه بصورت جداگانه توسط کابل تلفن به مرکز مخا برات متصل میگردید با افزایش تعداد خانه ها در واقع حجم سیمکشی به مقداری میرسید که عملا افزایش تعداد خطوط غیر ممکن میگردید برای اجتناب از این معضل استفاده از معماری مالتی پلکس تنها راه حل میباشد به این صورت که تمام خطوط تلفن یک منطقه به یک خط وصل میشوند که این خط را در اصطلاحا Bus مینامند تمام سیگنالهای تلفنی با تبعیت از قانون خاصی با هم ادغام شده ودر مرکز مخابرات با عملیات دی مالتی پلکس سیگنالها جداسازی گردیده؛ شناخته شده و به خطوط مناطق مخابراتی مقصد ارسال میگردند.

مالتی پلکس در خودرو

به دلیل ابتکارات جدید توسط سازند گان خودروودرخواست روز افزون مالکین خودرو برای نصب امکانات رفاهی بیشتر و مدرنتردر خودروها؛ روز به روز به تعداد سیستمهای الکترونیکی و پیچیدگی آنها افزوده میشودبه عنوان مثال میتوان از سیستمهای پیچیده سوخت رسانی وجرقه؛ کاهش آلودگی؛ سیستمهای رفاهی (سیستمهای پیشرفته Aircondition) سیستمهای ایمنی(Airbag,ABS,ESP,)و...نام برد افزایش تعداد این تجهیزات متعاقبا افزایش حجم سیمکشی ,تعداد کانکتورها ؛ تعداد ECUها و سنسورها را دربردارد واین سیر صعودی علاوه بربا لا رفتن وزن خودرو و هزینه تولید ؛ به علت حجم محدود خودرو خصوصا پشت داشبورد؛ عملا طراحی دسته سیم ها را دچار مشکل کرده بود .در معماری سیمکشی قدیمی تقریبا هر ۱۰ سال حجم و پیچیدگی سیمکشی ها دو برابر میشودبا این اوصاف کاهش حجم سیم کشی به بزگترین چالش در صنایع خودروسازی تبدیل گردیده است.لذا عملا استفاده از معماری شبکه در سیمکشی خودروها اجتناب ناپذیر گردیده است.استفاده از معماری شبکه مالتی پلکس درسیمکشی خودروها بهترین گزینه برای رفع معضل طراحان خودروبود لذا اکنون تمامی کارخانه های خودروسازی از معماری شبکه مالتی پلکس استفاده میکنند

معماری شبکه مالتی پلکس در خودرو

در معماری شبکه مالتی پلکس سرعت تبادل اطلاعات بالا نمیرود بلکه تا حدودی پایین ترازسرعت انقال داده با سیمکشی معمولی میباشد ولیکن استفاده از آن به دو دلیل عمده ضروری است

تعمیرگاه های مرکزی

۱- صرفه جویی در هزینه سیم کشی و بعضا امکان گسترش شبکه

با استفاده از سیستم مالتی پاکس حجم سیم کشی بسیار کم میگردد لذا امکان گسترش شبکه و اضافه کردن سیستمهای جدیدتر بسیار بیشتر از سیمکشی معمولی است وعلاوه برآن در هزینه ها نیز صرفه جویی میگردد به عنوان یک مثال تصور کنید که یک شرکت خودرو سازی بخواهد به یک خودرو تولیدی خود یک سیستم navigation ماهوارهای اضافه کند اگر سیمکشی معمولی باشد یا باید دسته سیم جداگانه ای برای این سیستم طراحی واضافه گردد ویا اینکه سیمکشی پشت داشبورد بطور کلی مجددا طراحی شود ولی اگر معماری شبکه در این خودرو استفاده شده باشد کافی است تجهیزات مورد نیاز به خطوط شبکه متصل شوند ودر این صورت نیازی به تهیه سیمکشی های مختلف برای تیپهای مختلف یک خودرو نمیباشد

۲-عیب یابی ساده ترو امکان خطای کمتر

در سیستمهای غیر مالتی پلکس پیدا کردن ایراد در لایه فیزیکی(سیم مسی؛ فیبر نوری, کانال مخابراتی RF) به علت پیچید گی سیمکشی و تعداد زیاد سیمها از نظر زمانی بسیار وقت گیر تر از سیستم مالتی پلکس میباشد

از سوی دیگر در سیمکشی خودرو با توجه به تعداد سیمهای فراوان درمحل اتصال دو سیم کشی مجزا (به عنوان مثال سیم کشی موتور و داشبورد) ا زکانکتورهای بزرگ موسوم بهinter connector استفاده میشود(IC01,IC09,IC02 در خودرو زانتیا) لذاامکان بروز خطا در هنگام اتصال کانکتورها در مونتاژ(کج شدن پینها) ویا امکان آسیب دیدن خود کانکتور و یا فرسودگی و زنگ زدگی پینهای آن با بزرگتر شدن اندازه آنها محتمل ترمی گردد بنابر این سعی میشودinter connector ها را با اندازه کوچک طراحی کنند

در معماری شبکه مالتی پلکس به دلیل تعداد سیمهای کمتر؛ اندازه inter connector ها نیز در مقایسه با سیمکشی معمولی کوچکتر میباشد

در معماری مالتی پلکس تبادل اطلاعات به صورت سریال صورت میگیرد وتمامی ECU ها از طریق یک خط انتقال داده مشترک؛ به هم وصل میباشندبه عبارتی تمامی آنها میتوانند اطلاعات خودررا در اختیار هم بگذارند (با هم صحبت کنند) به عنوان مثال وبرای آشنایی با دو مفهوم جدیدبه مثالهای زیر دقت کنید

ECU موتور میتواند اطلاعات دمای موتور را که مستقیما از سنسور دما دریافت میکند در اختیار صفحه کیلومتر قرار دهد این اطلاعات بعد از باز شدن سوئیچ به صورت پریودیک(Periodic) با فواصل زمانی تعیین شده روی شبکه قرار میگیرند در واقع دیگر به سنسور مجزا برای دادن این اطلاعات به صفحه کیلومتر نیازی نیست(صرفه جویی در هزینه و کاهش حجم سیمکشی)

ECU Airbag اطلاعات مربوط به تصادف شدید را از طریق شبکه ملتی پلکس بهEcu جعبه فیوز(BSM) اطلاع می دهد تا مدار تغذیه پمپ بنزین را قطع کند. این نوع اطلاعات؛ اطلاعات اتفاقی یا Event نامیده میشوند. در اینجا نیز نیازی به مدار مجزای inertial switchنیست (صرفه جویی در هزینه و کاهش حجم سیمکشی)

اکنون این سوال پیش میآید که با وجود حجم زیاد اطلاعات روی شبکه ؛ Ecu ها اطلاعات مورد نیاز خودر ا چگونه تشخیص میدهند ؟ همانطور که میدانید در ارتباط به صورت سریال؛ داده های دیجیتا ل بصورت تعداد معینی بیت (package) منتقل میگردند این اطلاعات بر روی خطوط شبکه در اختیار تمامی Ecu های متصل به شبکه قرار میگیرد اما این بسته ها که اصطلاحا Frame نامیده میشوند ازچندین قسمت تشکیل شده اند که طبق قوانین خاصی حاوی مشخصاتی از قبیل آدرس فرستنده؛ آدرس گیرنده؛ نوع اطلاعات؛اولویت پذیرش داده ها و.. میباشد و هرECU میتواند بسته های حاوی اطلاعات مورد نیازش رااز روی آدرس مبدا و مقصد و محتوی اطلاعات ؛ طبق اولویت مشخص شده دریافت کند قوانینی که تبادل اطلاعات در شبکه مالتی پلکس بر اساس آنها انجام میپذیرد پروتکل(protocol) نامیده میشود به عنوان مثال میتوان از پروتکلهای CAN,VAN,J1850 که توسط کارخانه های مختلف خودروسازی مورد استفاده قرار میگیرند نام برد

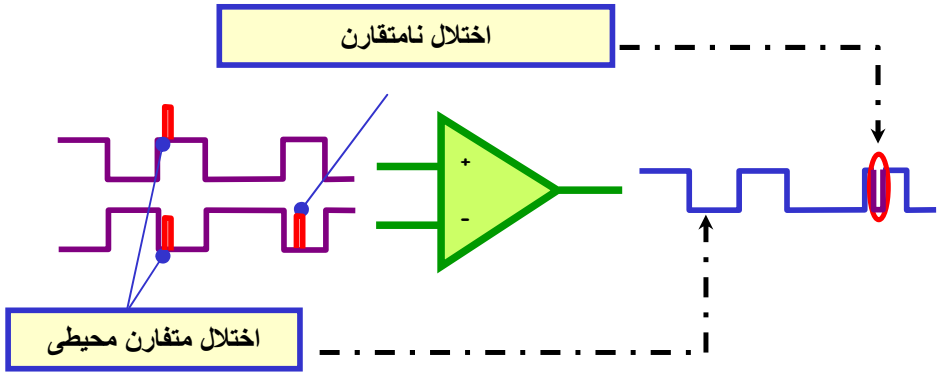
تعمیرگاه های مرکزی

در ادامه مبحث شبکه مالتی پلکس موجود بر روی خودرو New look C5 که از پروتکل Full CAN پیروی میکند ؛ مورد بررسی قرار میگیرد

در شبکه مالتي پلکس خودرو NEW LOOK C5 پروتکل FULL CAN مورد استفاده قرار گرفته است

CAN L,CAN H

برای انتقال اطلاعات بر روی شبکه مالتی پلکس داخل خودرو از دو سیم به هم تابیده استفاده شده است سیگنالهای انتقالي بر روی این سیمها کاملا قرینه هم میباشند



سیگنالهای مذکور CAN L (low) و CAN H(high) نامگذاری شده اند این سیگنالها در ابتدای ورود به یك ECU توسط المانی به نام مقایسه کننده(comparator) مقایسه میشوند وخروجی مقایسه کننده به عنوان داده اصلی جهت پردازش به میکرو کنترلر داخلی وارد می گردد
محیط داخل خودرو انباشته از میدانهای مغناطیسی حاصل از سیم پیچها و همینطور امواج الکترومغناطیس اطراف میباشد واگر از یک سیم جهت تبادل اطلاعات استفاده شود اختلال الکترومغناطیس حتما باعث ایجاد مشکل در شبکه مالتی پلکس میگردد ولی در حالتی که از دو سیم استفاده شود اختلال ایجاد شده ناشی از میدانها و امواج مغناطیسی محیط حتما بر روی هردو سیگنال به صورت همسان تاثیر میگذارد این اختلالهای توسط مقایسه کننده حذف میشوند و اطلاعات به صورت صحیح وارد میکروکنترلر میگردد

CAN LS, CAN HS

در این خودرو از دو شبکه با دو سرعت انتقال متفاوت برای تبادل اطلاعات استفاده شده است

شبکه CAN HS(high speed) : سرعت تبادل داده دراین شبکه 500 kb/s میباشد وبرای ECU های متصل به این شبکه سرعت بالا براي دستیابی به اطلاعات مهم است

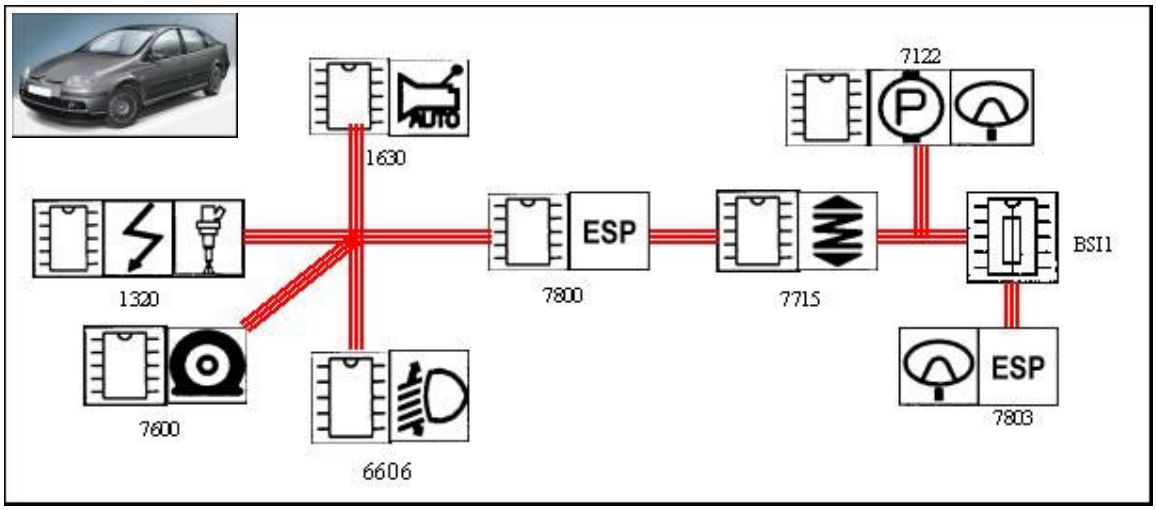
شبکه CAN LS(low speed) : سرعت انتقال داده دراین شبکه ها 125 kb/s میباشد و برای ECU های متصل به این شبکه سرعت بالا خیلی ضروری نمیباشد
Kb/s و یا kbs : واحد سرعت انتقال داده های دیجیتال در تمامی سیستمهای ارتباطی سریال است و به معنای تعداد بیتهای منتقل شده در یک ثانیه میباشد

معماری الکتریکی خودرو new c5 در بردارنده شبکه های زیر میباشد

شبکه CAN IS(inter system) سرعت بالا
شبکهCAN B/W(body work) سرعت پایین
شبکهCAN COMFORT سرعت پایین
***در مستندات فنی هرجا از کلمهCAN به تنهایی استفاده شده بود منظور همان CAN IS میباشد

CAN IS(INTER SYSTEM)-high speed

در شکل زیر ecu و sensor های متصل به این شبکه با شماتیک الکتریکی و شماره شناسایی(مربوط به دیاگرامهای الکتریکی) مشاهده میگردد



BSI1 - Built-in Systems Interface

در حقیقت کلیدی ترین ecu در شبکه مالتی پلکس میباشد که علاوه بر ایجاد نقش پل ارتباطی میان تمامی شبکه های خودرو؛ وظیفه مدیریت تغذیه الکتریکی مصرف کننده ها , حفاظت الکتریکی برخی از مصرف کنندها , مدیریت سیستم ضد سرقت و.... را برعهده دارد

1320 –ECM, CMM- Engine management ECU
واحد کنترل الکترونیکی موتور میباشد

1630 – BVA - Automatic gearbox ECU
واحد کنترل الکترونیکی گیربکس اتوماتیک(AL4)

7122 - GEP- Electronic power assisted steering assembly
واحد کنترل الکترونیکي فرمان هیدرولیک شامل پمپ هیدرولیک مختص سیستم فرمان میباشد که نیروی محرکش را از یک موتور الکتریکی میگیرد.

7600 – DSG-Tyre pressure detection
واحد کنترل الکترونیکي فشار باد تایر ها

7715 – BHI-Suspension ECU – BHI
واحد کنترل الکترونیکي تعلیق که شامل پمپ هیدرولیک و موتورالکتریکی محرک مجزا میباشد

7800 –ESP- Electronic Stability Program (ESP) ECU

تعمیرگاه های مرکزی

واحد برنامه پایداری الکترونیکی . در خودرو c5 سیستم ABS و ESP هردو توسط یک ECU مشترك کنترل میشوند.

7803 –CAV- Steering wheel angle sensor

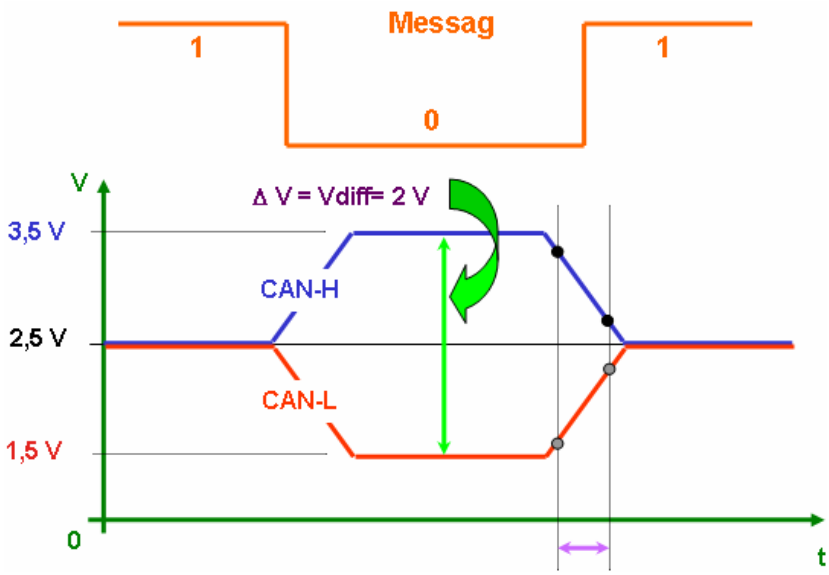
این سنسور سرعت وزاویه چرخش فرمان را به واحد ESPوDBL گزارش میدهد ضمنا در خودرو هایی که دارای سیستم تعلیق HYDRACTIV 3+ هستند واحد BHI نیز به اطلاعات این سنسور نیاز دارد

6606- DBL-Directional head lamp

واحد کنترل الکترونیکی تنظیم جهت نور چراغهای جلو(متناسب با زاویه گردش فرمان)

شکل موج سیگنالها در شبکه CAN IS

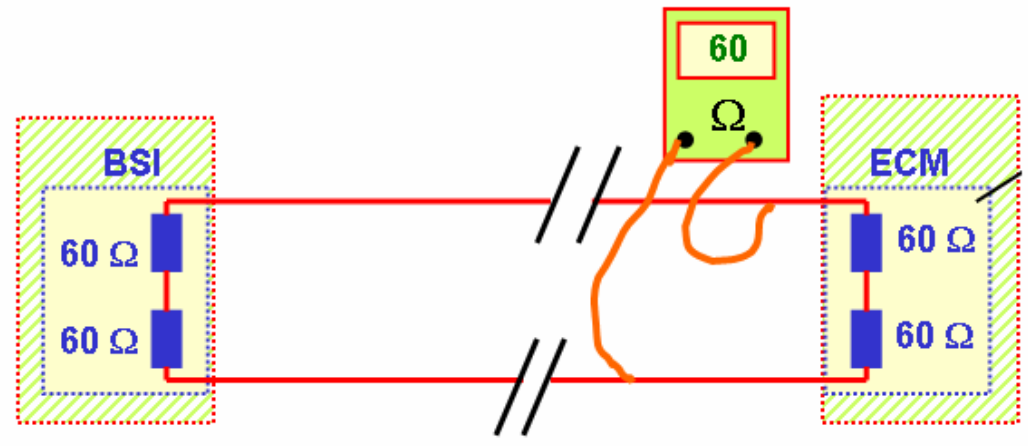
در شکل زیر شکل موج سیگنالهای CAN LوCAN H و همینطور سیگنال خروجی مقایسه کننده نمایش داده شده است(MESSAGE)



همانطور که مشاهده میشود هنگامی که ولتاژ هردو سیگنال برابر باشد خروجی مقایسه کننده بیت ۱ واگر متفاوت باشد بیت ۰ خواهد بود

مقاومت پایانه خط Line terminating resistor

برای جلوگیری از انعکاس سیگنال در انتهای خطوط انتقال داده باید از مقاومتهای انتهایی استفاده کرد این مقاومتها باید در دوقسمت از شبکه قرار گیرند. با محاسبات انجام شده بر روی امپدانس شبکه در خودرو c5 مقاومتهای ۱۲۰ اهمی در BSI و ECM به همین منظور قرار داده شده است



www.cargeek.ir

نکته: یکی از سریعترین راهها برای چک کردن خطوط شبکه CAN IS استفاده ازتست مقاومتی میباشد به اینصورت که با دسترسی به پایانه های خطوط ورودی به ECM یا BSI توسط PIN BOX ود رحالتی که خودو رو به مدت چند دقیقه خاموش مانده است میتوان با یک اهم متر تست مقاومتی را به انجام رساند

- اگر مقدار مقاومت برابر ۶۰ اهم باشددر خطوط شبکه ایرادی وجود ندارد
- اگرمقا ومت بالای ۶۰ اهم باشد یکی از خطوط شبکه قطع شده است
- اگر مقاومت کمتر از ۶۰ اهم باشد نشان دهنده اتصال کوتاه در خطوط شبکه میبا شد

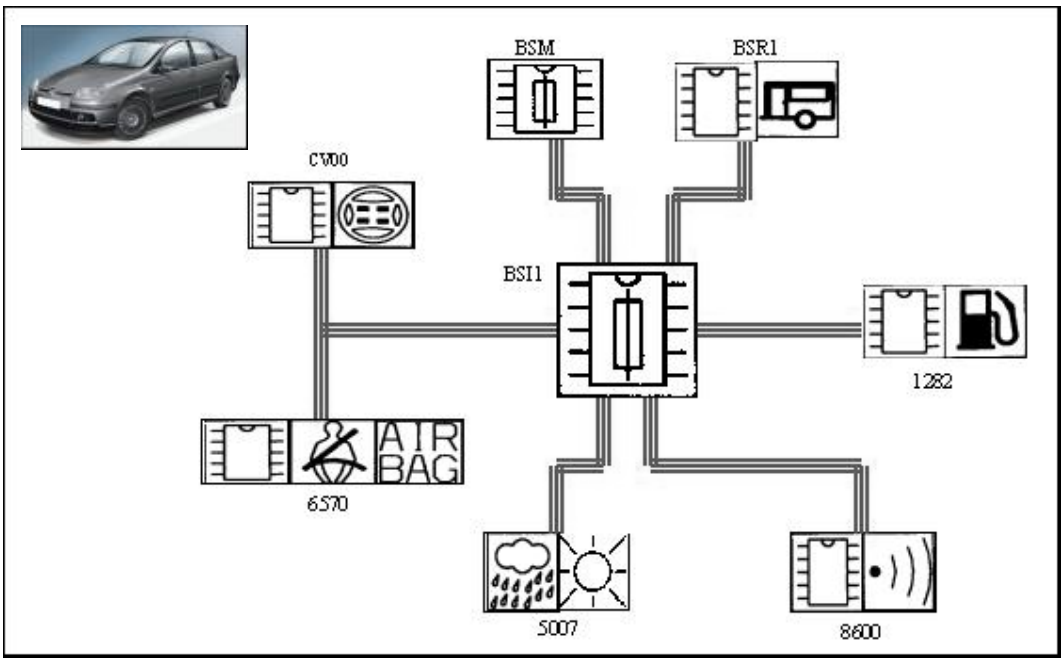
(مقاومت معادل دو مقاومت موازی۱۲۰ اهمی , برابر ۶۰ اهم میباشد)

خطای لایه فیزیکی PHYSICAL LAYER FAULT

لایه فیزیکی در شبکه مالتی پلکس خطوط انتقال داده میباشند این خطوط میتوانند سیم مسی,فیبر نوری ویاکانال فرکانس رادیویی باشند در خودرو C5 لایه فیزیکی سیمهای مسی حامل سیگنالهای CAN L و CAN H میباشند
خطاهای لایه فیزیکی در شبکه مالتی پلکس به شرح زیر میباشند
قطعی یکی از سیمهای شبکه(open circuit)
اتصال کوتاه به برق مثبت (short circuit to positive/battery)
اتصال کوتاه به بدنه (short circuit to negative/earth)
اتصال کوتاه دو سیم به یکدیگر(mutual short circuit)

شبکه مالتي پلکس CAN IS نسبت به خطاهای لایه فیزیکی پایداری نشان نمیدهد به عبارتی هرگونه ایراد اعم از قطعی یا اتطال کوتاه به برق مثبت یا بدنه هر کدام از سیمهای شبکه وهمچنین اتصال کوتاه دو سیم به هم باعث میگردد تبادل داده ها در این شبکه بطور کلی قطع گردد

BODY WORK CAN-low speed



www.cargeek.ir

BSI1 - Built-in Systems Interface

BSM - Engine Relay Unit
در خودرو C5 جعبه فیوز و رله ها بصورت هوشمند با شبکه مالتی پلکس در ارتباط میباشد

BSR1 - Trailer Relay Unit
اگر مالک خودرو بخواهد به خودروی خود کاروان حمل کند BSR وظیفه کنترل تغذیه برق کاروان اتصالی را بر عهده خواهد داشت

CV00 - Switch module at the steering wheel (COM2000)
این ECU که بر روی غربیلک فرمان قرار دارد عمدتا نقش رابط بین کلید های کنترلی غربیلک با سیستمهای مرتبط را دارد

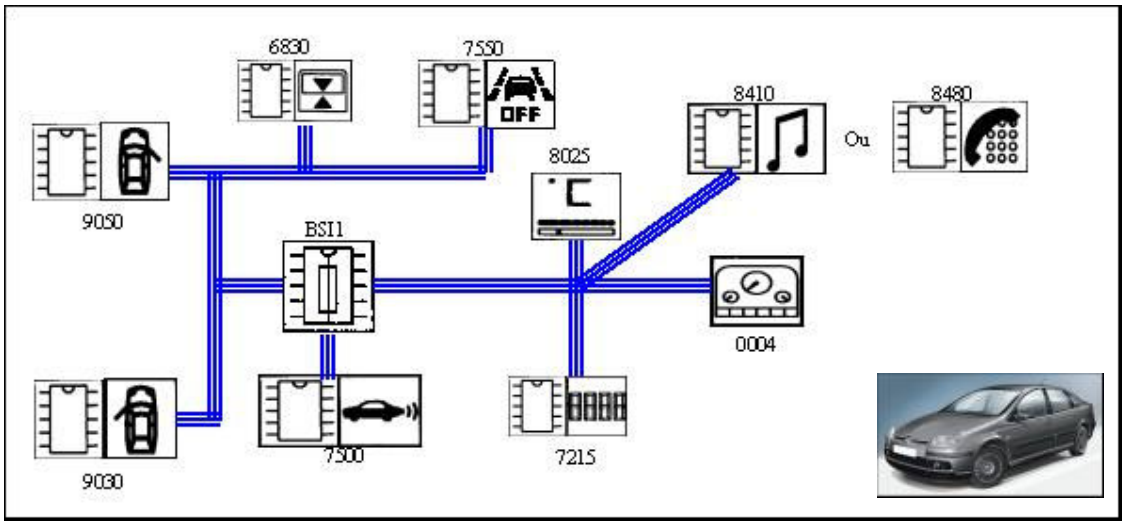
1282-ADDGO - Diesel additive ECU
مربوط به خودروهای دیزل میباشد

5007-CDPL - Rain and brightness sensor
سنسور باران و نور میباشد .این سنسور سرعت حرکت برف پاک کن را با شدت باران تنظیم میکند .سیستم نرم افزاری BDD موجود درESP نیز به اطلاعات سنسور باران نیاز دارد و BSI از اطلاعات شدت نور برای روشن کردن اتوماتیک چراغهای جلو در تاریکی استفاده میکند

6570 - Airbag ECU
این ECU انفجار کیسه های هوا وارسال فرمان قطع کردن تغذیه الکتریکی پمپ بنزین جهت محافظت از سرنشینان خودرو در تصادفات شدیدرا بر عهده دارد

8600 - Alarm ECU
مربوط به خودروهای دیزل میباشد

COMFORT CAN-low speed



BSI1 - Built-in Systems Interface

0004 – Instrument/Control panel
کنترل صفحه آمپر

6830 – Sunroof
کنترل قسمت متحرک سقف

7215-MFD - Multifunction display
کنترل صفحه نمایش LCD بالای داشبورد

7500 –AAS- Parking assistance
این سیستم با استفاده از سنسورهای موجود بر روی سپرهای جلو وعقب , فاصله خودرو از موانع را اندازه میگیرد و با تنظیمات مربوطه آلارم هشدار فاصله را به صدا در می آورد

7550 – ILAS-Lane Departure Warning System
با وجود این سیستم در صورت عبور خودرو از خط سفید وسط جاده صندلی راننده به لرزش در می آید

8025-A/C - Air conditioning panel
سیستم تهویه مطبوع

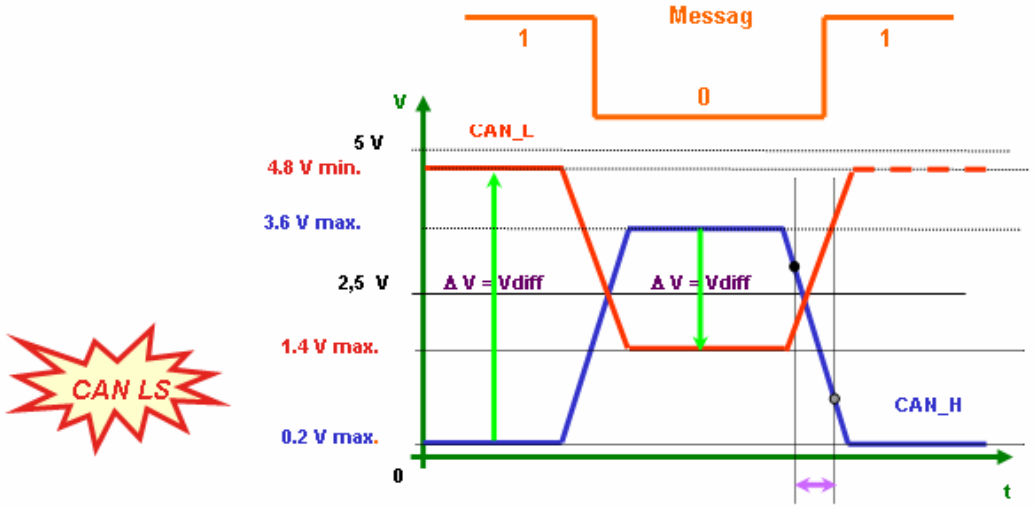
8410 – Radio
رادیو وپخش CD

8480 - RT3 Radio Telephone
مرتبط با سیستم هدایت ماهواره ای میباشد

9030 - Front LH door module
واحد کنترل الکتریکی درب جلو چپ

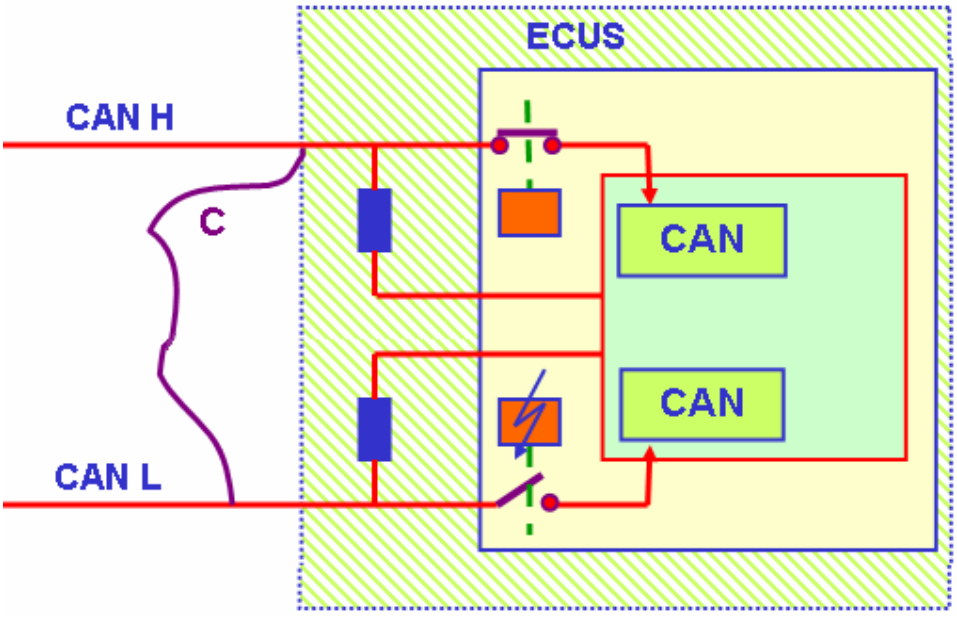
9050 - Front RH door module
واحد کنترل الکتریکی درب جلو راست

شکل موج سیگنالها در شبکه های B/W CAN & COMFORT CAN



خطای لایه فیزیکیPHYSICAL LAYER FAULT

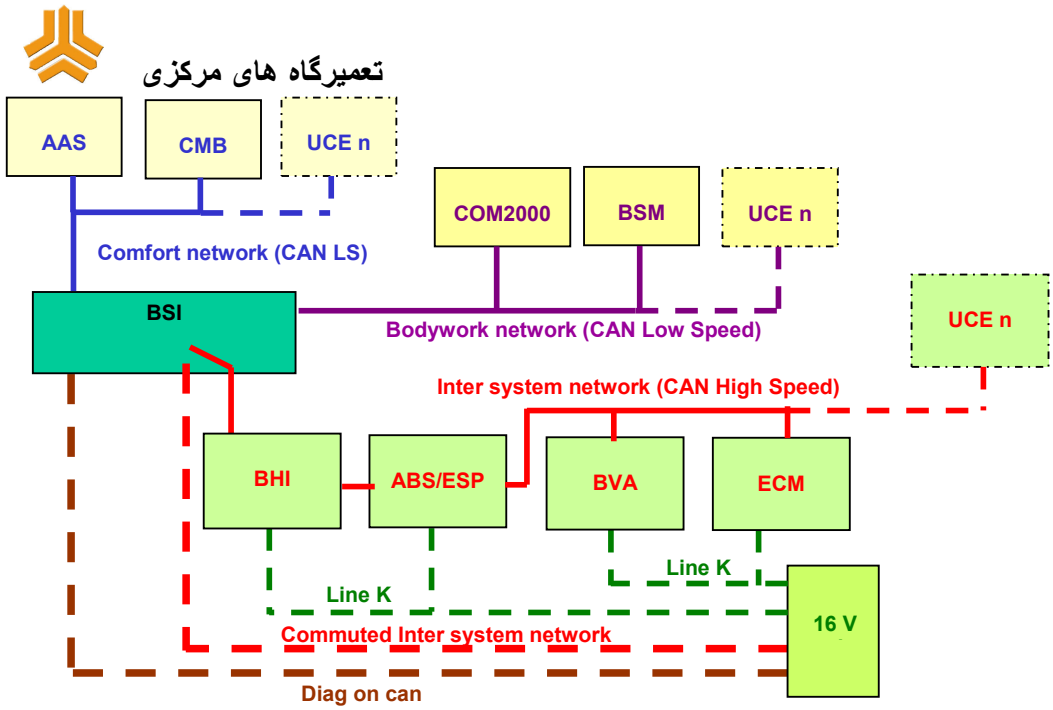
شبکه CAN LS نسبت به خطاهای لایه فیزیکی حساس نیست به عبارتی اگر یکی از سیمهای CAN L یا CAN H اتصال کوتاه شده و یا قطع شوند شبکه با اطلا عات سیم دیگر به کار خود ادامه میدهد البته خطای
متناظر با ایراد؛ در سیستم ثبت میگردد
اگر هردو سیم به هم اتصال کوتاه شوند(mutual short circuit) شبکه فقط از اطلاعات موجود بر روی CAN H استفاده میکند در شکل بعد روش عملکرد ECU ها در هنگامی که دو سیم شبکه به هم اتصال کوتاه شده اند نشان داده شده است



مقاومت پایانه خط Line terrminating resistor

با توجه به طریقه قرار گرفتن امپدانسهای انتهای خط در شبکه CAN LS مقا ومت پایانه خط مقدار ثابتی نیست به عبارتی از طریق اندازه گیری مقاومت پایانه خط هیچ اطلاعات مفیدی بدست نمی آید. تنها میتوان گفت که محدوده مقاومت باید $50 < R < 3000\ \Omega$ باشد.

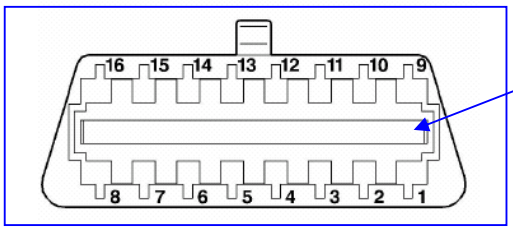
ارتباط دستگاه عیب یاب با Ecu ها از طریق شبکه can میباشد



Diag on can :سرعت انتقال داده ها در خطوط**500 kbs** میباشد از این خطوط برای عیب یابی تمامی **ecu** ها و دانلود **ecu** های شبکه کم سرعت**(body work,comfort)** استفاده میشود و در ضمن دانلود خود **bsi** از طریق خطوط این شبکه صورت میپذیرد

K-line سرعت انقال داده بر روی این خط **10.4 kbs**:میباشد در این خودرو برای عیب یابی و دانلود **BHI**(واحدکنترل کننده سیستم تعلیق) از خط **K-line** استفاده میشود ضمنا اگر دستگاه عیب یاب از نوع **SCAN TOOL** باشد ارتباط با **ECU** ها مشخص شده در دیاگرام فوق از طریق این خط برقرار میگردد

Switched can (commuted can) :سر عت انقال داده بر روی این خطوط **500kbs**باشـــدی.م. دانلود **ecu** های**CAN IS** از طریق این خطوط انجام میپذیرد.



کانکتور عیب یاب ۱۶

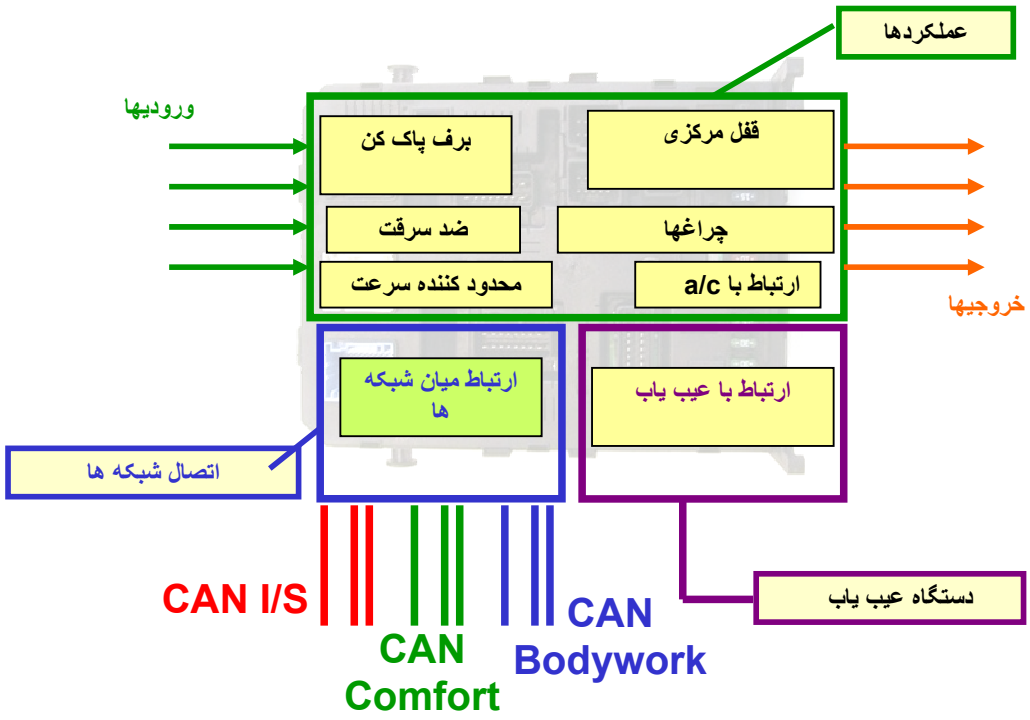
BSI(Built-in System Interface)

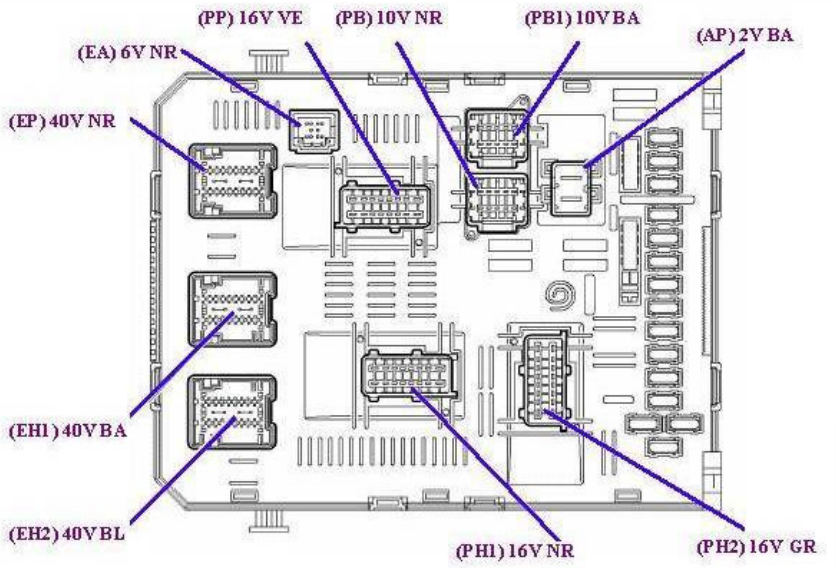
BSI در واقع قلب سیستم مالتی پلکس میباشد که شامل بردکنترلی اکترونیکی و فیوزهای حفاظتی میباشد. سخت افزار آن توسط **JCAE(Johnson controls automotive electronics)** طراحی شده و نرم افزار آن توسط شرکت**PSA** نوشته شده است

وظایف **BSI** به شرح زیر میباشد
-پل ارتباطی مابین تمامی شبکه های خودرو میباشد
- ارتباط دستگاه عیب یاب با تمامی **ECU** ها را برقرار میسازد
- مدیریت تغذیه الکتریکی شبکه
- مدیریت بر سیستمهای ضد سرقت؛قفل مرکزی؛چراغهای داخلی و خارجی, برف پاک کن و...
-توزیع تغذیه الکتریکی وحفاظت الکتریکی تمامی اجزاء متصل به آن

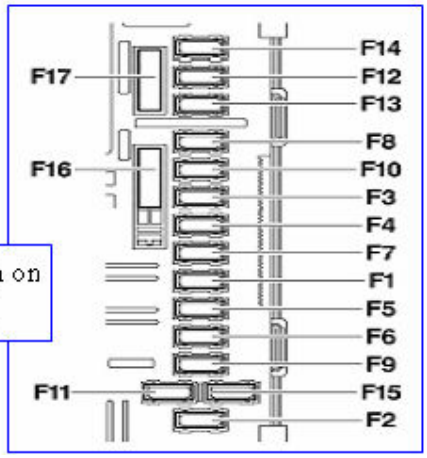
www.cargeek.ir

تعمیرگاه های مرکزی





BSI دارای ۱۰ کانکتور و ۱۷ فیوز می باشد این فیوزها برای حفاظت الکتریکی سیستمهای متصل به آن به کار میروند



فیوز شماره ۱۶ فیوز **SHUNT** میباشد این فیوز برای جلوگیری از خالی کردن باتری در هنگامی که خودرو برای مدت بسیار طولانی خاموش میباشد به کار میرود هنگامی که خودرواز کارخانه خارج میشود فیوز شنت در حالتی است که **BSI** را در ساختار **park mode** نگاه میدارد در این اینحالت برق سیستمهای حافظه دار مانند**MFD**) قطع میباشد. در طول پروسه **PDI** این فیوز باید به سمت راست شیفت داده شود تا **BSI** به ساختار **customer mode** برود.

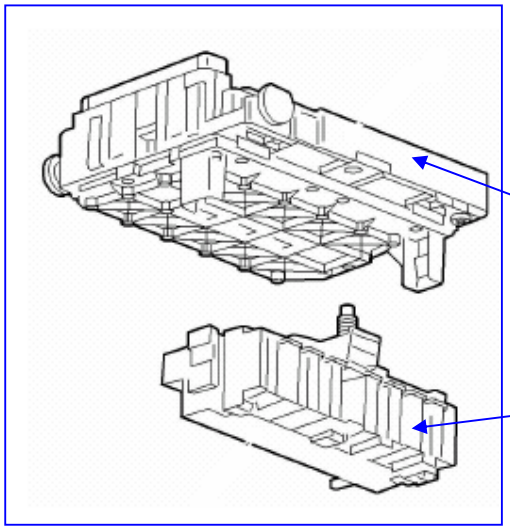
Engine Relay Unit – BSM

این واحد کنترل الکترونیکی یکی از ecu های شبکه Body work can میباشد و وظیفه آن توزیع تغذیه الکتریکی و حفاظت الکتریکی قسمتهای مختلف از طریق رله ها ؛فیوزها و ماکسی فیوزها میباشد.در ضمن ولتاژالکتریکیbsi وbsr از طریق این ecu تامین میگردد

این ecu از دو module تشکیل شده است

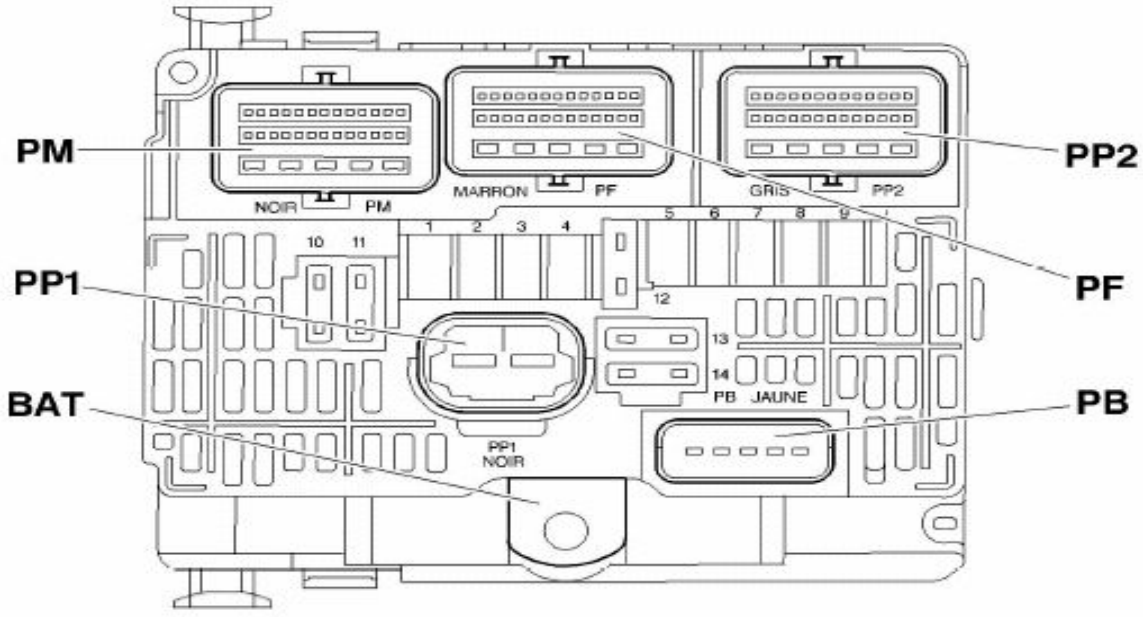
Module1: شامل ماکسی فیوز ها میباشد

Module 2: شامل برد الکترونیکی ؛فیوز ها و رله ها میباشد



Module 2: electronic card, the fuses and relays

Module 1: maxi fuses



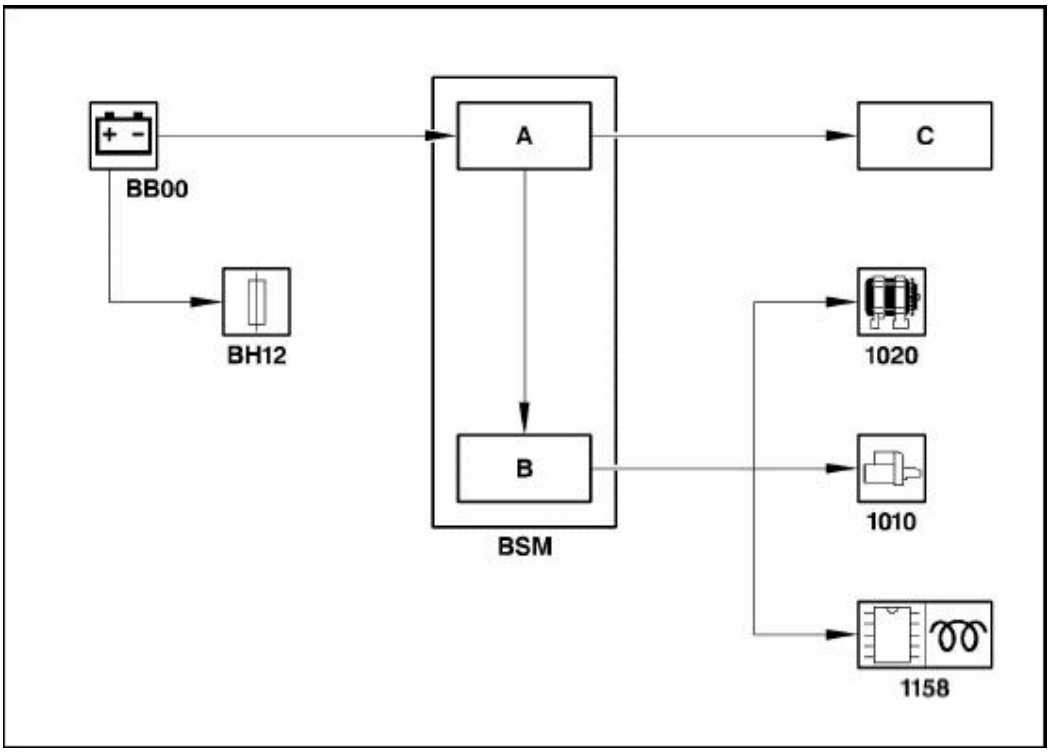
PM :کانکتور اتصال به دسته سیم موتور

PF : کانکتور اتصال به دسته سیم داشبورد

PP1,PP2 : کانکتورهاي اتصال به دسته سیم اصلی

PB : کانکتور تغذیه وکنترل

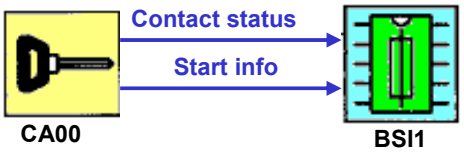
BAT: اتصال به باتری



MODULE 1 :A
MODULE 2: B
C: ماکسی فیوزها
BB00: باتری
1010: استارتر
1020: آلترناتور
BH12: قسمتهای توزیع تغذیه الکتریکی شامل BSI و BSR
1158: پیش گرمکن(مربوط به خودروهای دیزل)

حالتهای سوئیچ(Ignition key)
در خودرو c5 حالتهای مختلف سوئیچ توسط دو سیم به صورت باینری به bsi اطلاع داده میشوند که اصطلاحا به این نوع سوئیچ low current ignition switch یا سوئیچ با جریان الکتریکی پایین گفته میشود

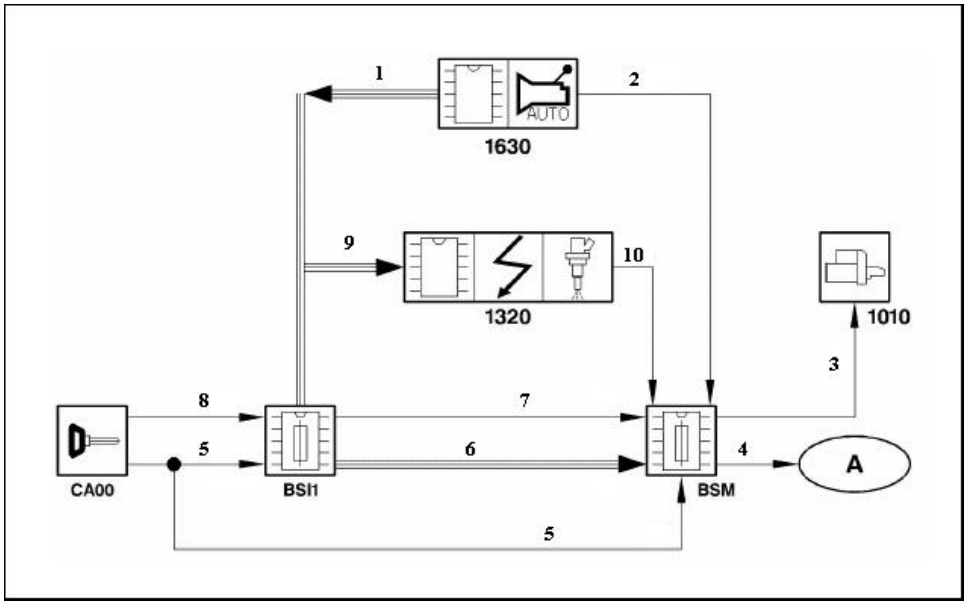
binary combinaion➢



حالت سوئیچ	Contact status	Starting info	تفسیر bsi از دریافت کدها
off	0	0	سوئیچ بسته
on	1	0	سوئیچ باز(خودرو روشن یا خاموش)
استارت	1	1	در حالت استارت زدن
	0	1	سوئیچ بسته

-در خودرو c5 حالت ACC وجود ندارد

در شکل زیر تمامی قسمتهای مرتبط با سیستم استارت(cranking) نمایش داده شده است



BSI1: built in system interface
BSM: engine relay unit
CA00:سوئیچ
1320:ECM یا ecu کنترل موتور
1020: استارتر
1630:BVA یا ecu کنترل گیربکس اتو ماتیک
A:مصرف کننده ها
1:اطلاعات مربوط به انخاب حالت دنده
2:اجازه استارت از طرف گیر بکس(حالت P یا N)
3:کنترل استارتر
4:تقسیم IGN+ به مصرف کننده ها
5:Starting information اطلاعات مربوط به استارت زدن
6: کنترل IGN+
7:کنترل استارت برای موتورهای DW12
8:Contacy status حالت باز یا بسته بودن سوئیچ
9: اطلاعات مربوط به درخواست استارت
10:اجازه استارت زدن از سوی ECM

نکته:در خودرو هایی که گیربکس اتوماتیک نوع AL4 یا 4HP20 دارندفرمان اجازه استارت از طرف واحد جداگانه ای که به BVA متصل است فرستاده میشود

با تمامی این توصیفها BSM از طریق پایه ۲ کانکتور ۵ راهه زرد خود برق باتری را به موتور استارتر متصل میکند اگر شرایط زیر برقرار باشد
۱-برق مثبت باتری به BSM متصل باشد
۲-سیگنال IGN+ به BSM رسیده باشد
۳- اتصال بدنه BSM وصل باشد
۴-اجازه استارت زدن از طرف ECM وBVA رسیده باشد
۵-وجود سیگنالهای Contact و Start(از سوی واحد سوئیچ)

مدیریت تغذیه الکتریکی(power supply management)

مد نرمال-normal mode
دراین حالت تمامی سیستمهای برقی خودرو مجاز به کار میباشند.
اگر خودرو تا2.5 دقیقه روشن بماند بعد از بستن سوئیچ تا 5 دقیقه مد نرمال فعال است
اگر خودرو از 2.5 تا 15 دقیقه خودرو روشن بماند بعد از بستن سوئیچ به اندازه دوبرابر زمان روشن بودن ؛مد نرمال فعال باق میماند به عنوان مثال اگر خودرو 9.5 دقیقه روشن بماند بعد از بستن سوئیچ به اندازه19 دقیقه مد نرمال فعال میماند
اگر خودرو بیش از 15 دقیقه روشن بماند پس از بستن سوئیچ به اندازه 30 دقیقه مد نرمال فعال باقی میماند

مد اقتصادی-economy mode
بعد از سپری شدن زمان اشاره شده در فوق خودرو از مد نرمال خارج شده و وارد مد اقتصادی میگردد . در این حالت برای جلوگیری ازدشارژ باتری ؛برخی از سیستمهای برقی مجاز به کار کردن نمیباشند مانند رادیو , شیشه بالا برها وراهنما وبرخی سیستمها مجاز به کار کردن باقی میمانند:(چراغهای خطر ؛فلاشر؛بوق و قفل مرکزی) در ضمن برای خارج شدن از حالت economy باید خودرو روشن شود.

Load shedding mode
در حالتی که خورو روشن میباشد bsi برای مدیریت بهینه تغذیعه الکتریکی باید ولتاژباتری را بین 12.5-13 ولت حفظ کند لذا برای حفظ بالانس ولتاژی باتری؛ برخی از مصرف کننده ها را به ترتیب اولویت خاص از مدار خارج میگرداند

Load shedding level	Function limitation
۱	محودیت مقومتهای گرم کن به ۲/۳ توان
۲	از کار انداختن گرم کن شیشه عقب بعد از ۶ دقیقه
۳	محدودیت مقاومت های گرم کن به ۱/۳توان
۴	از کار انداختن کامل مقاومتهای گرم کن
۵	کاهش سرعت موتور فن بخاري
۶	از کار انداختن کمپرسور کولر

ساختار بندی های مختلف تغذیه الکتریکی

۱- Customer configuration :
این مد عملیاتی هنگامی که خودرو به مشتری تحویل داده میشود توسط دستگاه عیب یاب باید فعال شود

۲- Factory configuration:
این مد عملیاتی هنگامی که خودرو در پروسه تولید است فعال میگردد در واقع در این ساختاربندیeconomy mode به عنوان مد پیش فرض به خودرو معرفی میگردد

۳- park configuration :
در این خودرو فیوز shunt (فیوزشماره ۱۶واقع بر BSI) به منظور تغذیه دائم (+ permanent) برخی از مصرف کننده ها تعبیه شده است در پروسه حمل و نقل ویا به هر دلیل دیگر که خودرو برای مدت بسیار طولانی خاموش است ویا در وضعیت پارک است وضعیت فیوز شنت به گونه ای است که تنها با باز کردن سوئیچ برق مثبت به مصرف کننده های خاص میرسد به همین دلیل از دشارژ باتری تا حد زیادی جلوگیری مینماید.ولیکن هنگام تحویل خودرو به مشتری حتما با جابجایی فیوز شنت ساختار customer mode باید معرفی گردد

تعمیرگاه های مرکزی

۴-showroom configuration:

این ساختار برای نمایشگاه ها تعبیه شده است به عبارتی در این حالت خودرو با دسته سیم مخصوصی به منبع تغذیه الکتریکی خارجی متصل میگردد و نیازی به سوئیچ نمیباشد در این ساختار برخی از قطعات الکتریکی مانند موتور فن بخاری که در حالت معمول فقط در هنگام روشن بودن قابل به کار کردن میباشند میتوانند بدون روشن کردن موتور کار کنند در ضمن در این ساختار بندی حالت economy دیگر فعال نمیشود

Multiplex Network Sleep and Wake-up
به خواب رفتن وبیدار شدن شبکه مالتی پلکس

Sleep:در حالتی که تبادل اطلاعات بر روی شبکه مالتی پلکس انجام نمیپذیرد اصطلاحا میگویند شبکه به خواب رفته است
Wake-up: به هر دلیلی که تبادل اطلاعات بر روی خطوط شبکه آغاز شود اصطلاحا میگویند شبکه از خواب بیدار شده است.

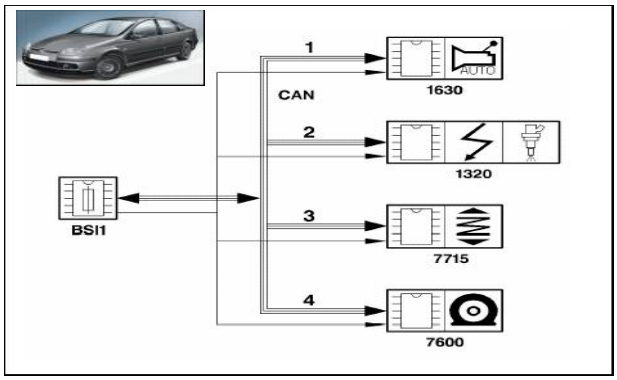
دونوع بیدار باش وجود دارد .بیدار باش جزئی(partial wake-up) و بیدار باش اصلی(main) wake-up . بیدار باش جزئی در صورتی اتفاق می افتد که ریموت عمل کند ؛ یکی از دربها باز شود ویا با کلید درها قفل یا باز شوند در این حالت بیدار باش در واقع به معنای پیش آماده سازی برخی از عملیات برای بیدار باش اصلی میباشد. بیدار باش اصلی هنگامی اتفاق میافتد که سوئیچ باز شود. لازم به ذکر است که تنها BSI مسئول بیدار کردن شبکه میباشد

ECU های شبکه CAN IS از لحاظ نوع WAKE-UP به دو دسته تقسیم میشوند

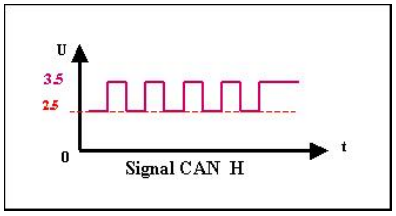
۱- Traditional ECUs :این دسته از ecuها حالتPartial wake-up را ندارند و پس از باز شدن سوئیچ با در یافت سیگنال APC+ حالت بیدار باش اصلی(Main wake-up) برای آنها برقرار میگردد

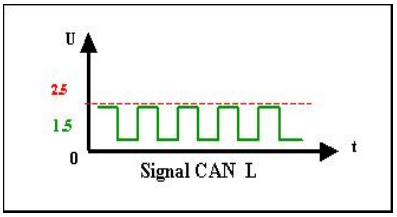
۲-RCD ECUs: این ecu ها هردو حالت بیدار باش جزئی و اصلی را دارندو مجهز به خط بیدار باش مخصوص به نام RCD(remote controlled wake-up) هستند

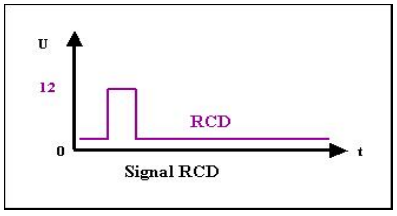
CAN IS PARTIAL WAKE UP



CD
BVA-1630 کنترل کننده گیربکس
CMM-1320کنترل کننده موتور
BHI-7715کنترل کننده تعلیق
DSG-7600کنترل کننده فشار باد تایره
(اگرخط RCD به CMM قطع باشد خودرو روشن نمیشود)







www.cargeek.ir

همانطور که در شکل فوق مشخص میباشد در حالت بیدار باش جزئی مانند فشردن ریموت کنترل سیگنال RCD برای مدت 2 ثانیه به سطح ولتاژ12 میرسد در این حالت تمام ECU های متصل به خط RCD شروع به پردازش اطلاعات خاصی میکنند که در ذیل مشروحا توضیح داده میشود

CMM(ECM):با ارسال پیام بیدار باش جزئی؛ کنترل کننده موتور شروع به فراهم نمودن مقدمات برای راه اندازی سیستم IMMOBLIZER مینماید ودر ضمن مقدار سطح بنزین را با آخرین عددی که در حافظه خود دارد مقایسه میکند .اگرتغییر غیر منطقی بین سطح بنزین فعلی و سطح بنزین قبلی مشاهده گردد بر روی صفحه MFD پیغام خطای نشت بنزین مشاهده میشود

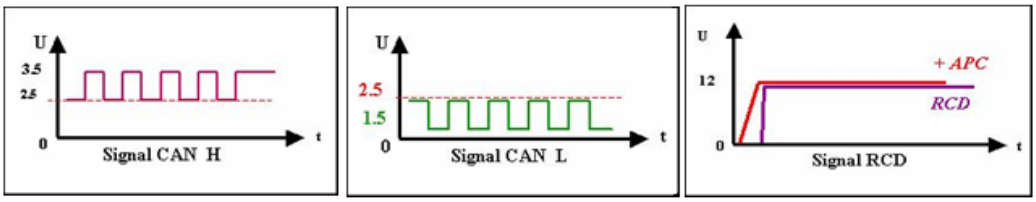
BVA:(کنترل کننده گیربکس اتو ماتیک) : عملیات مربوط به بیدار باش جزئی مربوط به گیر بکس های نوع AM6 میباشد

BHI: (کنترل کننده تعلیق) :بارسیدن پیام بیدار باش؛ BHI عملیات مربوط به تصحیح ارتفاع را انجام میدهد.(در خودروC5 ارتفاع خودرو از سطح زمین توسط سنسورهای سطح ارتفاع بهBHI گزارش میشوند)

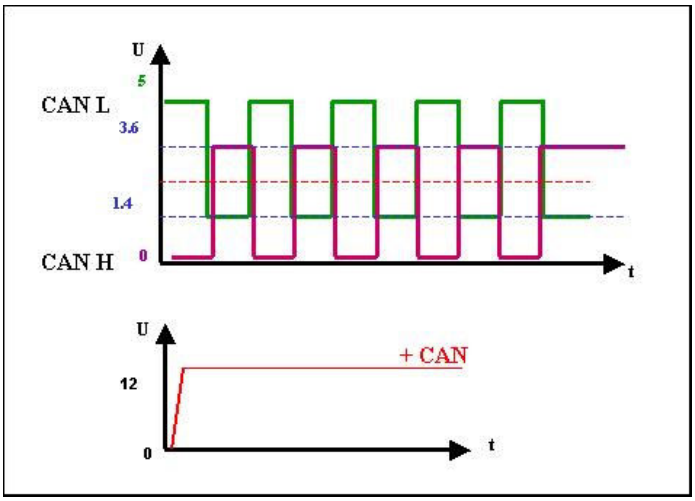
DSG (کنترل کننده فشار باد تایرها):بادر یافت سیگنال بیدار باش جزئی ؛ این ECU فشار باد تایر ها را محاسبه میکند

CAN IS MAIN WAKE-UP

- در حالتی که سوئیچ باز شود BSI با فرستادن سیگنال ۱۲ ولت APC+ برای traditional ecu ها و سیگنال ۱۲ ولت RCD برای RCD ecu ها پیام بیدار باش اصلی را بر روی شبکه قرار میدهد.
بااین اوصاف تمامی ECU های متعلق بهCAN IS پیام بیدار باش اصلی را در یافت کرده وانتقال داده ها بر روی این شبکه آغاز میشود



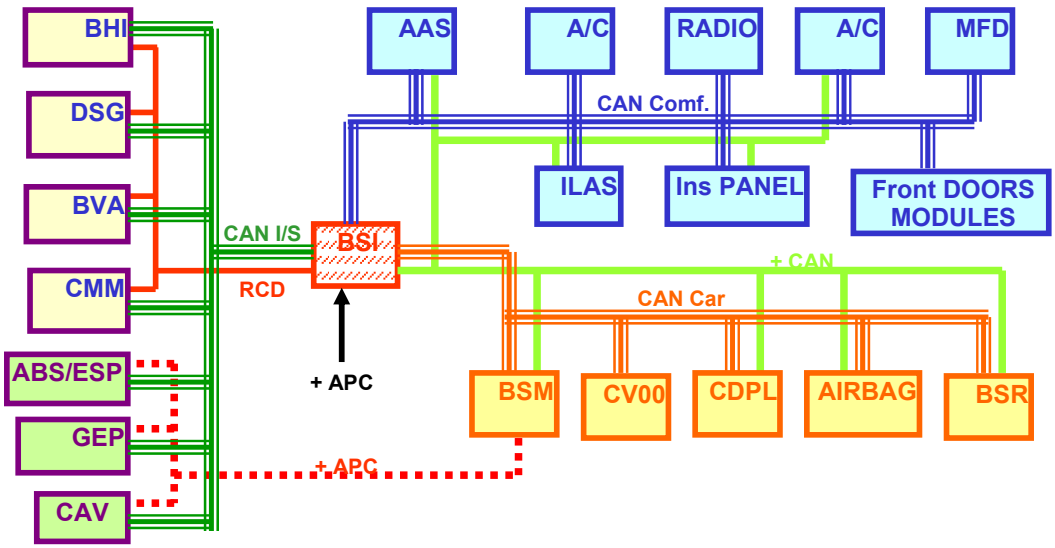
عملیات بیدار باش برایCAN LS(COMFORT & BODY WORK)



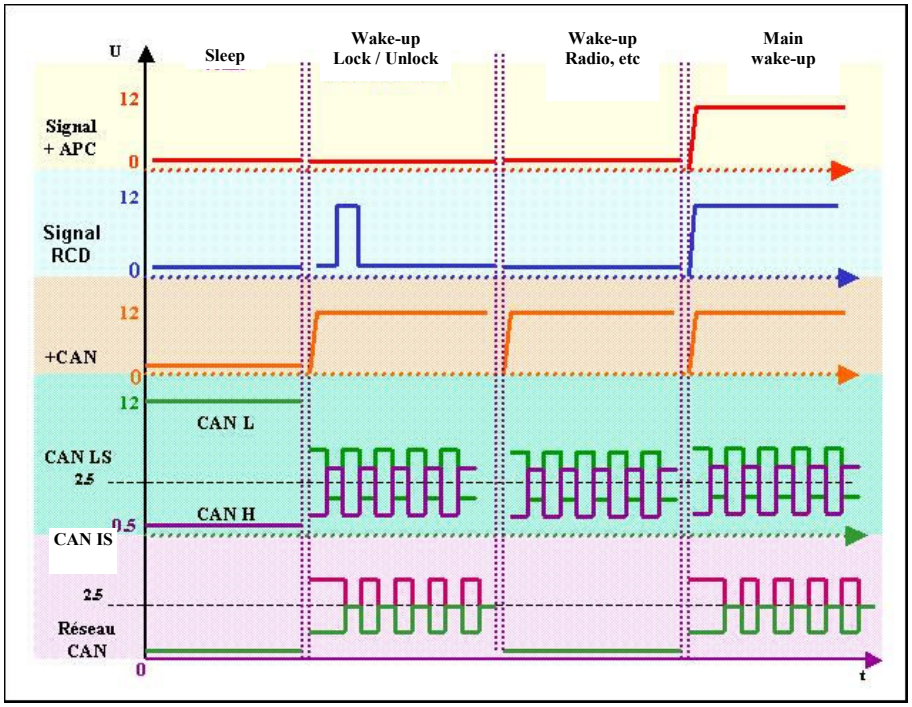
تعمیرگاه های مرکزی

اکثر ECU ها ی متعلق به شبکه های CAN LS مجهز به خط سیگنال CAN+ هستند که وظیفه بیدار کردن شبکه را برعهده دارد لازم به ذکر است که تعدادی از ECU های این شبکه که فاقد این سیگنال میباشند. تنها با دریافت WAKE-UP FRAME که توسط BSI فرستاده میشود از خواب بیدار میشوند.در شبکه CAN LS روشن کردن رادیو نیز باعث بیدار شدن شبکه میگردد

نمودار کلی اتصال سیگنالها به ECU ها



نمودار سیگنالها



با توجه به نمودار فوق مشاهده میشود که حالت بیدار باش مربوط به رادیو بر روی شبکه CAN IS تاثیری ندارد ونکته قابل توجه دیگر این است در حالتی که شرایط WAKE-UP برداشته میشوند و شبکه ها به خواب میروند سیگنال CAN L مربوط به شبکه CAN LS به مقدار12V سوئیچ میکند لازم به

ذکر است که در حالتی که رادیو روشن میشود با توجه به جریان اولیه ای که از همین خط سیگنال کشیده میشود BSI پیام بیدار باش را به شبکه CAN LS ارسال میکند.

موفق باشید
عباس ملکی