

به نام خدا

تعمیرات تخصصی

ECU

خودروهای سنگین

مؤلف:

رحمت اله حیدری

سرشناسه : حیدری، رحمت‌اله، ۱۳۵۹ -

عنوان و نام پدیدآور : تعمیرات تخصصی ECU خودروهای سنگین/مؤلف رحمت‌اله حیدری.

مشخصات نشر : تهران: ادبستان، ۱۳۹۸.

مشخصات ظاهری : ۵۱۶ ص.: مصور، جدول، نمودار.

شابک : 978-600-196-126-7

وضعیت فهرست نویسی : فیفا

یادداشت : واژه نامه.

موضوع : اتومبیل‌ها -- سیستم‌های کنترل کامپیوتری -- نگهداری و تعمیر

موضوع : Automotive computers-- Maintenance and repair

رده بند: کنگره : ۵۳/۲۷۲TL

رده بندی دربی : ۲۷/۶۲۹

شماره کتابشناسی ملی : ۵۷۷۵۵۶۲

نام کتاب : تعمیرات تخصصی ECU خودروهای سنگین

مؤلف : رحمت‌اله حیدری

ناشر : ادبستان

لیتوگرافی : طیف نگار

چاپ و صحافی : دیبا - طنین

نوبت چاپ : اول - ۱۳۹۸

تیراژ : ۲۰۰ نسخه

قیمت : ۸۰۰۰۰ تومان

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۱۹۶-۱۲۶-۷

ISBN : 978-600-196-126-7

دفتر مرکزی کتاب آیلار

انقلاب - خیابان شهید منیری جاوید (اردیبهشت) - خیابان شهدای ژاندارمری شرقی - شماره ۱۴۶
(ساختمان آیلار)

فروشگاه شماره ۱ (کتاب آیلار)

انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - بازارچه کتاب

فروشگاه شماره ۲ (کتاب آیلار)

کریمخان زند - مابین ایرانشهر و خردمند جنوبی - شماره ۱۳۲

تلفن : ۸۸۳۱۹۷۴۰-۱

این اثر مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر، پخش یا بصورت الکترونیک عرضه کند تحت پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

حس اشتیاق به آموزش و موفقیت بیشتر است از تثبیت یک دانش در فردی بدون آنکه دیگران به آن دانش دسترسی داشته باشند.

لذا چنین حسی اینجانب را برآشفته تا کتابی را جهت آموزش و کمک به تعمیرات وسایل الکترونیکی خودروهای سنگین بویژه تعمیرات ECU را بنویسم.

انشاله که موثر بوده دوستان فنی بویژه کسانی که کارهای تعمیرات الکترونیکی انجام می‌دهند قرار بگیرد.

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۱۹	فصل اول: الکترونیک عمومی
۱۹	جریان الکتریکی
۱۹	شدت جریان الکتریک
۲۰	تعریف رسانایی از دیدگاه جریان الکتریکی
۲۰	رسانا
۲۱	نیمه رسانا
۲۱	عایق:
۲۱	پتانسیل الکتریکی
۲۱	اختلاف پتانسیل الکتریکی
۲۲	جهت قراردادی جریان الکتریکی در مدارهای الکتریک
۲۳	محاسبه مقدار اختلاف پتانسیل الکتریکی با مولتی متر
۲۳	مقاومت الکتریکی
۲۳	اندازه گیری مقاومت الکتریکی
۲۵	محاسبه مقدار مقاومت با مولتی متر
۲۸	مقاومت با کد عدد
۲۹	انواع مقاومت های متغیر
۲۹	مقاومت NTC
۳۰	مقاومت PTC
۳۰	LDR
۳۰	VDR
۳۱	MDR
۳۱	به هم بستن مقاومتها
۳۱	مقاومت به صورت موازی
۳۲	مقاومت به صورت سری
۳۲	ترکیب مقاومت های سری و موازی

۳۳	 خازن
۳۵	 خازن سرامیکی
۳۵	 تست بوق خازن با مولتی متر
۳۵	 اندازه گیری ظرفیت خازن سرامیکی
۳۶	 خازن عدسی:
۳۷	 تست بوق خازن با مولتی متر:
۳۷	 اندازه گیری ظرفیت خازن عدسی با مولتی متر
۳۸	 خازن الکترولیتی
۴۰	 تست بوق خازن با مولتی متر
۴۰	 اندازه گیری ظرفیت خازن الکترولیتی با مولتی متر
۴۰	 اندازه گیری ولتاژ خازن با مولتی متر
۴۱	 انواع تست های خازن
۴۱	 تشخیص مقدار خازن
۴۲	 نحوه خواندن و محاسبه مقدار (ک) های خازن های عدسی
۴۲	 کد رنگی خازن ها
۴۳	 کد عددی خازن ها
۴۴	 کد رنگی خازن ها
۴۵	 به هم بستن خازن ها
۴۵	 بستن خازن ها به روش موازی
۴۵	 ظرفیت معادل در حالت موازی
۴۶	 بستن خازن ها بصورت متوالی
۴۶	 بستن خازن ها به صورت سری
۴۶	 ظرفیت معادل در حالت متوالی
۴۷	 دیود
۴۸	 انواع دیود
۴۹	 دیود معمولی
۴۹	 تست بوق در دیود
۴۹	 تست دیود با مولتی متر
۵۰	 دیود زبر
۵۱	 تست بوق در دیود
۵۱	 تست دیود زبر
۵۲	 دیود LED
۵۳	 تست دیود LED
۵۳	 دیود شاتکی
۵۴	 تست بوق در دیود شاتکی

۵۴	 تست دیود شاتکی
۵۶	 پل دیود
۵۸	 تست پل دیود (ترکیب 4 دیود) بوسیله تست بوق
۵۸	 تست پل دیود ۴ پایه روی بُورد بوسیله تست بوق
۵۸	 بازر
۵۹	 سلف
۵۹	 تست بوق سلف
۵۹	 ترانسفورماتور
۶۰	 ترانزیستور
۶۰	 ترانزیستورهای نوع BJT
۶۰	 ترانزیستورهای نوع FET
۶۱	 ترانزیستورهای BJT
۶۳	 انواع ترانزیستورهای BJT
۶۳	 نوع PNP
۶۳	 نوع NPN
۶۳	 روش کار ترانزیستور PNP
۶۴	 روش اتصال ترانزیستورها
۶۵	 ترانزیستورهای FET
۶۵	 انواع ترانزیستورهای JFET
۶۶	 انواع ترانزیستورهای MOSFET
۶۷	 تست ترانزیستورهای PNP و NPN با مولتی متر
۶۷	 تست بوق ترانزیستور
۷۰	 ترانزیستور NPN
۷۰	 ترانزیستور PNP
۷۱	 تست ترانزیستورهای FET نوع MOSFET
۷۱	 تست بوق ترانزیستور
۷۲	 دروازه منطقی
۷۲	 سطوح منطقی
۷۲	 مدارهای مجتمع
۷۲	 گیت‌های منطقی
۷۳	 گیت‌های منطقی:
۷۵	 تفاوت IC های TTL و CMOS
۷۶	 مشخصات آی سی های سری ۷۴
۷۶	 زیر گروه های تغذیه تی تی ال
۷۷	 جریان خروجی خانواده گروه تی تی ال

۷۷	جریان خروجی خانواده گروه سیموس
۷۸	تغذیه در گروه سیموس
۷۸	جهت و تشخیص پایه‌های آی سی
۷۹	رله
۷۹	انواع رله‌های قدرت
۷۹	رله سنجشی
۸۰	رله زمانی
۸۰	رله جهت یاب
۸۰	رله حالت نامد SSR
۸۱	ترایاک TRIAC - TRIODE FOR ALTERNATING CURRENT
۸۱	نماد فنی ترایاک
۸۱	طرز کار ترایاک
۸۲	کاربردها ترایاک
۸۲	روش تست ترایاک
۸۳	دایاک DIAC
۸۳	نماد فنی دایاک
۸۳	کاربردها
۸۴	دیمر (AC Lights Dimmer with Triac)
۸۴	تریستور:
۸۵	کریستال
۸۶	محدوده فرکانسی کریستالها
۸۶	نماد مداری کریستالها

فصل دوم: نکات لازم و ضروری جهت امور عملی برداشتن و جاگذاری قطعات روی برد

۸۹	لحیم کاری قطعات ریز: SMD
۸۹	شابلون زنی
۹۲	مسیریابی بدون نقشه
۹۳	۱- خازن
۹۳	۲- مقاومت
۹۳	۳- دیود
۹۳	۴- سلف:
۹۴	۵- ترانزیستور بی جی تی
۹۴	۶- آی سی ها
۹۴	۷- ترانزیستور ماسفت

فصل سوم : نحوه خواندن دیتاشیت یا برگه اطلاعاتی ۹۵

۹۵	 مقدمه
۹۵	 چگونه یک برگه اطلاعاتی را مطالعه کنیم؟
۹۶	 دیتاشیت چیست؟
۹۶	 صفحات مهم دیتاشیت
۹۶	 صفحه ی اول دیتاشیت
۹۷	 نحوه خواندن دیتاشیت یا برگه اطلاعاتی
۹۸	 صفحه اول یک برگه اطلاعاتی
۱۰۳	 مثال : ترانزیستور ۱۷۷RC
۱۰۳	 مثال : ماسفت ۷۴۱۶
۱۰۴	 PINOUT
۱۰۵	 absolute maximum ratings
۱۰۵	 recommended operating conditions
۱۰۶	 SAFE ZONE
۱۰۷	 جدول درستی یا TRUTH TABLES
۱۰۸	 نمودارهای زمانی یا TIMING DIAGRAMS
۱۰۹	 Application Information
۱۱۰	 example-circuits
۱۱۱	 layout considerations

فصل چهارم : آموزش اسیلوسکوپ ۱۱۳

۱۱۳	 آموزش اسیلوسکوپ
۱۱۵	 پروب (PROBE)

فصل پنجم : پروگرامر ۱۳۳

۱۳۳	 پروگرامر
۱۳۳	 انواع پروگرامر و تفاوتهای آنها
۱۳۳	 چه کسانی نیاز به پروگرامر تخصصی دارند؟
۱۳۴	 پروگرامر مشابه سازی شده (clone)
۱۳۴	 مشکلات پروگرامرهای کلون
۱۳۴	 تفاوت پروگرامر اصلی با کپی
۱۳۴	 جی تگ (JTAG)
۱۳۵	 دیباگر جیتگ

۱۳۵	کانکتور JTAG پروگرامرها
۱۳۵	آی سی تستر و تفاوت آن با پروگرامر
۱۳۵	حافظه فلش و انواع آن
۱۳۶	میکرو کنترلر و کاربرد آن
۱۳۷	امنیت در میکرو کنترلرها
۱۳۷	اصول پروگرام کردن در مدار (ISP)
۱۳۷	تبدیل یا آداپتور
۱۳۸	راهنمای پروگرامر تخصصی ECU از طریق ISP و کابل عیب یابی (OBD-II)
۱۳۸	کانکتور USB
۱۳۸	IDC14
۱۳۸	کانکتور D15
۱۳۸	چراغ‌های وضعیت
۱۴۱	راهنمای نصب سیم‌های پروگرامر و تغذیه
۱۴۳	مراحل خواندن، ذخیره، پاک کردن و ریختن برنامه جدید روی آیسی

فصل ششم: سنسورها (حسگر، مبدل) ۱۴۷

۱۴۷	سنسور چیست؟
۱۴۷	سنسورهای گرمایی
۱۴۸	سنسورهای مکانیکی
۱۴۹	نماد علمی سوئیچ‌ها
۱۵۰	سنسورهای بدون تماس
۱۵۰	مزایای سنسورهای بدون تماس
۱۵۱	انواع سنسورهای بدون تماس
۱۵۱	سنسورهای القایی
۱۵۲	کاربرد سنسورهای القایی
۱۵۲	سنسورهای خازنی
۱۵۳	سنسور وضعیت
۱۵۳	سنسور خازنی سطح مایع
۱۵۴	سنسورهای اثر هال

فصل هفتم: اصطلاحات کاربردی ۱۵۵

فصل هشتم: ارتباط ۱۵۹

۱۶۰	پیوند داده SAE J1939
۱۶۰	پیوند اطلاعات SAE J1708
۱۶۱	ساختار پیام
۱۶۱	فرستنده (MID)
۱۶۳	سوکت تشخیصی
۱۶۵	مقاومت‌های انتهایی در گذرگاه CAN
۱۶۸	ولتاژ در گذرگاه CAN

فصل نهم: محله گیری حسگرها در موتورهای ولوو ۱۶۹

۱۷۰	۱. حسگر سطح رباط - جداساز آب
۱۷۰	۲. حسگر سطح/دمای روغن موتور
۱۷۱	۳. حسگر فشار سوخت
۱۷۲	سنسور دمای سوخت
۱۷۳	۴. حسگر سرعت پروانه خنک کننده
۱۷۳	سنسور دورشمار فن
۱۷۳	شیر برقی فن
۱۷۵	۵. حسگر سطح ماده خنک کننده
۱۷۵	۶. حسگر دما/فشار هوای شارژ
۱۷۷	۷. حسگر موقعیت میل سوپاپ
۱۷۸	وظایف سنسور میل سوپاپ
۱۷۸	۸. حسگر دمای هوا/فشار منفی هوا
۱۷۹	۹. حسگر سرعت/موقعیت چرخ لنگر
۱۸۰	۱۰. حسگر فشار روغن
۱۸۱	۱۱. حسگر فشار کارتر
۱۸۲	۱۲. حسگر دمای ماده خنک کننده
۱۸۳	۱۳. حسگر فشار خنک کننده پیستون
۱۸۴	۱۴. حسگر فشار برگشت اگزوز
۱۸۵	محل قرار گیری حسگرها در موتورهای بنز
۱۸۶	سنسور پدال کلاچ - عملکرد
۱۸۶	سنسور پدال گاز
۱۸۶	سنسور پدال ترمز

فصل دهم: سیستم مهار تکمیلی (SRS) ۱۸۹

- کیسه هوای SRS ۱۹۰
- سفت کن کمربند SRS ۱۹۰
- انواع تصادف ۱۹۰
- سیستم عیب یابی با کدهای خطا ۱۹۱
- در ستون B طرف راننده، زیر زبانه قفل ۱۹۱

فصل یازدهم: واحد کنترل همیار راننده سیستم DAS چیست؟ ۱۹۳

- توضیح از اصلاحات ۱۹۴
- DAS جراحی و عملکرد ۱۹۴
- دروازه DACU ۱۹۶
- عملکرد، سرعت، اویه انحراف، نسبت انحراف ۱۹۹
- نمادهای نمایش دهنده DAS ۲۰۰
- سیستم LCS ۲۰۲
- طراحی و عملکرد LCS ۲۰۲
- دروازه DACU ۲۰۴
- عملکرد، تندی زاویه انحراف، نسبت انحراف ۲۰۶
- رادار LCS ۲۰۷
- سیستم نگهداری خط LKS ۲۰۷
- طراحی، عملکرد LKS ۲۰۸

فصل دوازدهم: شیر تقسیم مربوط به ترمز اکزوز ۲۱۱

- ریتارد ۲۱۲
- اثر ترمز ۲۱۳
- مشخصات سیستم ۲۱۳
- ارتباطات در سیستم و هماهنگی با سیستم‌های دیگر، خودروهای دارای EBS ۲۱۴
- کنترل فن ۲۱۵
- محدودیت‌های گشتاور درخواستی به علت کنترل ABS ۲۱۵
- تصویری از پین برد و IC های آنها بر روی برد ۲۱۶

فصل سیزدهم: APM ۲۱۷

- تصویری از برد مربوطه ۲۱۸

فصل چهاردهم: ACU/CCS ۲۱۹

- ۲۱۹ عملکردهای زیر از طریق پنل ACC قابل کنترل است.
- ۲۲۱ تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

فصل پانزدهم: سیستم مدیریت موتور EMS ۲۲۹

- ۲۲۹ تزریق سوخت
- ۲۳۰ دینام
- ۲۳۰ استارت
- ۲۳۰ فن خنک کننده
- ۲۳۰ سیستم تهویه مطبوع
- ۲۳۱ ترمز اغروز
- ۲۳۱ سوپاپ انحراف دود با کنترل الکتریکی
- ۲۳۱ تعامل با سایر سیستم‌ها
- ۲۳۱ درخواست برای گشتاور
- ۲۳۲ درخواست گشتاور محدود
- ۲۳۲ درخواست برای فن خنک کننده
- ۲۳۲ درخواست کنترل کمپرسور سیستم تهویه مطبوع
- ۲۳۲ تقاضا برای ترمز اغروز در مدت گرمایش سریع و نیز هنگام استفاده از محدودکننده دود سفید
- ۲۳۳ درخواست کنترل ترمز اغروز
- ۲۳۴ ارسال درخواست برای خاموش کردن موتور
- ۲۳۴ درخواست دور درجا
- ۲۳۴ کار بر روی سیستم SCR (کنترل آلاینده‌گی گازهای خروجی)
- ۲۳۵ تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

فصل شانزدهم: CLU/LAS ۲۵۹

- ۲۵۹ تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

فصل هفدهم: VECU ۲۶۹

- ۲۶۹ پدال گاز
- ۲۶۹ پروانه خنک سازی - کنترل هوشمند پروانه
- ۲۷۰ سرعت خودرو
- ۲۷۰ سرعت نگار
- ۲۷۰ سرعت سنج

۲۷۰.....	کنترل هدایت
۲۷۰.....	ترمز کمکی
۲۷۰.....	بغل کیربکسی
۲۷۱.....	عملکرد کلید استارت تر
۲۷۱.....	ترمز موتور
۲۷۱.....	غیرفعال کردن، ترمز آگروز
۲۷۱.....	بازدارنده برد
۲۷۱.....	بازدارنده تعویض نادرست دنده
۲۷۱.....	فشار مخزن اولیه
۲۷۱.....	سوئیچ، پمپ سوخت
۲۷۱.....	تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

فصل هجدهم: ایموبیلایزر یا ترمز الکترونیکی استارت (ثابت کننده) ۲۹۳

۲۹۴.....	کلید استارت
۲۹۴.....	حلقه آنتن
۲۹۴.....	واحد کنترل ثابت کننده
۲۹۴.....	واحد کنترل موتور، EECU
۲۹۵.....	تصویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

فصل نوزدهم: پشت آمپر ICL ۲۹۷

۲۹۸.....	حالت‌های سیستم
۲۹۹.....	حالت کاری محدود در موارد زیر فعال می‌شود
۳۰۰.....	نحوه نمایش اطلاعات در پشت آمپر به دو بخش زیر تقسیم می‌شود
۳۰۰.....	(۱) انواع پارامترهای دارای سنجه در پشت آمپر
۳۰۱.....	(۲) انواع پارامترهای بدون سنجه در پشت آمپر
۳۰۲.....	دسته کنترل
۳۰۲.....	بلندگو
۳۰۳.....	ارتباطات
۳۰۳.....	تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

فصل بیستم: سیستم مدیریت تعلیق ۳۲۱

۳۲۱.....	هنگام رانندگی
۳۲۲.....	ارتفاع نرمال شاسی

۳۲۲.....	هنگامی که خودرو ساکن است
۳۲۳.....	تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

۳۲۷ فصل بیست و یکم: سیستم برق گیربکس I-SHIFT

۳۲۸.....	۱. معرفی سیستم گیربکس I-SHIFT
۳۲۹.....	۲. پلاک مشخصات
۳۳۰.....	۳. پوسته گیربکس
۳۳۱.....	۴. قطعات اصلی
۳۳۲.....	۵. دنده‌های ۱ تا ۵
۳۳۳.....	۶. گیربکس اصلی
۳۳۴.....	۷. کمک (سبک و سنگین)
۳۳۵.....	۸. جریان توان (نیر)
۳۳۷.....	۹. کلاچ
۳۳۸.....	۱۰. حرکت (کورس)
۳۳۹.....	۱۱. شیر X1-X2
۳۳۹.....	۱۲. ترمز دنده زیر
۳۴۰.....	۱۳. سیستم روغن کاری
۳۴۱.....	۱۴. پمپ روغن و فیلتر
۳۴۲.....	۱۵. کانکتورهای الکتریکی و پنوماتیکی
۳۴۳.....	۱۶. پوسته کنترل GECU
۳۴۴.....	۱۷. سیلندرهای انتخاب کننده دنده
۳۴۵.....	۱۸. سنسور و بازدارنده تعویض دهنده
۳۴۶.....	۱۹. شیر برقی
۳۴۷.....	۲۰. برد الکترونیکی
۳۴۸.....	۲۱. انتخاب کننده دنده
۳۴۹.....	۲۲. صفحه نمایش کامیونها
۳۵۰.....	۲۳. صفحه نمایش اتوبوسها
۳۵۰.....	۲۴. شماتیک ارتباطی گیربکس در کامیونها
۳۵۱.....	۲۵. شماتیک ارتباطی گیربکس در اتوبوسها
۳۵۳.....	۲۶. تعویض دنده
۳۵۴.....	۲۷. دنده آغازین
۳۵۵.....	۲۸. حالت کیک دان
۳۵۵.....	۲۹. ترمزهای کمکی
۳۵۶.....	۳۰. عیب یابی

۳۵۶..... ۳۱. تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

فصل بیست و دوم: شرح سیستم ESP..... ۳۷۳

۳۷۴..... شرح عملکرد

۳۷۷..... سیستم ترمز ضد قفل (ABS)

۳۷۷..... مکان قطعات، ABS

۳۷۷..... سیستم ترمز کنترل شونده الکترونیکی (EBS)

۳۷۹..... محل قطعه

۳۸۲..... سیستم Ab

۳۸۲..... کنترل کاس سرعت

۳۸۲..... پیکر بندی ۱: کندگی بدون حسگر تشخیص بار

۳۸۲..... پیکر بندی ۲: کندگی با حسگر تشخیص بار

۳۸۳..... توزیع نیروی ترمز

EBS نیروی ترمز را بین محورهای جلو و عقب و بین واحد اسب تریلی و دنباله توزیع می‌کند تا اینکه به

۳۸۳..... اندازه کافی ترمز گرفته شود.

۳۸۳..... انطباق ترمز بین محورهای عقب و جلو و به نقلیه

در حین ترمز گرفتن خفیف، محورهای عقب و جلو را نیروی ترمز یکسانی را دریافت می‌کنند تا سایش لنت

۳۸۳..... برابر شود. بیشترین شدت ترمز در این محدوده ۱ بار است.

۳۸۳..... اطلاعات بیشتر در مورد انطباق ترمز

۳۸۴..... توزیع سایش در هر محور

۳۸۴..... انطباق ترمز اسب تریلی - دنباله

۳۸۵..... محافظت در برابر واژگون شدن

۳۸۵..... ادغام ترمز

۳۸۶..... هشدار درجه حرارت ترمز

۳۸۷..... عملکرد ترمز دنباله (TB)

۳۸۸..... عملکرد ضد چرخش (TCS)

۳۸۸..... TCS فعال شده

۳۸۸..... کنترل موتور TCS

۳۸۹..... کنترل ترمز TCS

۳۸۹..... کنترل گشتاور آزاد کننده گاز

۳۹۰..... RET انتخاب کندکننده

۳۹۰..... TCS خارج از جاده

۳۹۰..... TCS غیر فعال است

۳۹۰..... قفل دیفرانسیل

۳۹۱.....	قفل دیفرانسیل خودکار
۳۹۱.....	کمک استارت هنگام حرکت در سر بالایی
۳۹۱.....	کمک ترمز اضطراری
۳۹۱.....	نظارت ترمز چرخ
۳۹۲.....	سوپاپ سولنوئیدی، ABS
۳۹۲.....	سوپاپ ترمز پایی
۳۹۲.....	تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد EBS

۴۰۵.....	فصل بیست و سوم: سردیناتور - COO
۴۰۶.....	تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

۴۵۳.....	فصل بیست و چهارم: واحد کنترل چراغ خارجی (LCM)
۴۵۴.....	عملکردها
۴۵۵.....	چراغ‌های جلو
۴۶۴.....	تغذیه ولتاژ، واحد کنترل LCM
۴۶۴.....	فعال سازی
۴۶۵.....	روشنایی جایگزین در حالت ایمن نسبت به خرابی
۴۶۶.....	تصاویری از پین اوت‌ها و محل IC های آنها بر روی برد

۴۹۱.....	فصل بیست و پنجم: لیست قطعات نصب شده بر روی برده بویژه و لوازم
۴۹۱.....	فت‌ها، ترانزیستور ها، رگولاتورها و پاور سوئیچ‌های مهم سه پایه
۴۹۹.....	آیسی‌های مربوط به CAN
۵۰۱.....	پردازنده، رم، فلش و ایپرام
۵۰۵.....	آیسی‌های خردچنگی چند پایه
۵۱۵.....	سایر قطعات (سنسور، مقاومت، خازن و ...)