بسم الله الرحمن الرحیم

کتاب همراه هنرجو

رشتهٔ مکاترونیک

گروه مکانیک

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

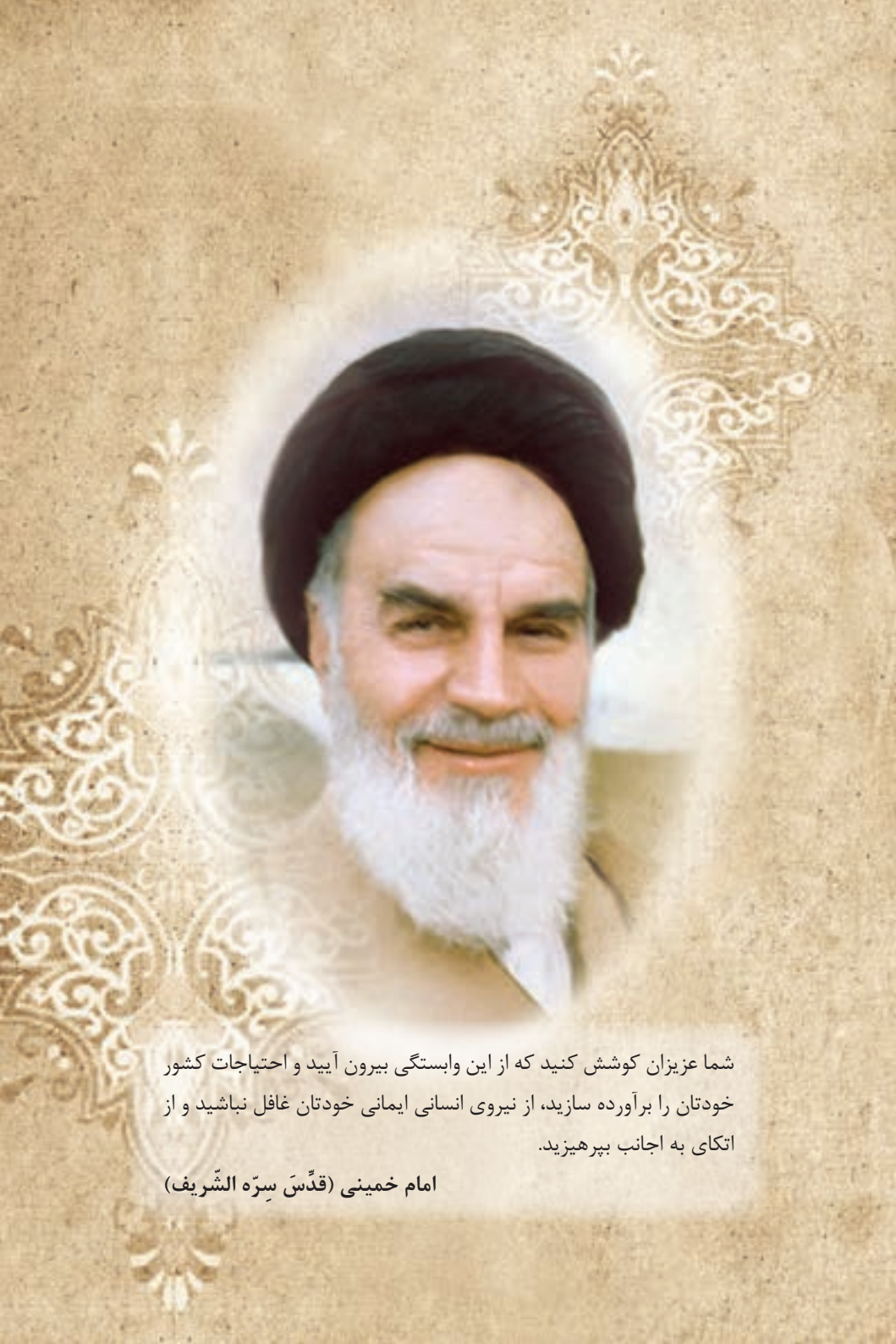
۱۳۹۶

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: کتاب همراه هنرجو (رشته مکاترونیک) ـ ۲۱۰۴۷۹
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: حمید یزدانی،حمیدرضا رضازاده، مجید سلیمی، محسن بهرامی، وحید هاشمی نجف‌آبادی، سیدموسی آیتی، محمد آزاده، سیدحسن سیدتقی‌زاده (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
داود ساریخانی‌مقدم، قاسم شکوهی، سیدجواد رضوی، کیوان کریملو، مهدی متقی‌پور، سعید هادی، حمید یزدانی (اعضای گروه تألیف)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری‌یونسی (مدیر هنری) ـ ایمان اوجیان (طراح یونیفورم)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶،
کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ وب‌گاه: www.chap.sch.ir و
www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج- خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن:۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ ونشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ دوم ۱۳۹۶

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۹-۲۵۷۳-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ **ISBN 978 - 964 - 05 - 2573-9**



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی (قدِّسَ سِرّه الشّریف)

فهرست

- صنایع و مشاغل مکاترونیکی ۲
- وظایف و تکالیف کاری ۳
- معرفی استانداردهای ISO ، DIN ۵
- نمادهای گرافیکی ـ رنگ‌های ایمنی و علایم ایمنی ـ علایم ایمنی ثبت شده ۶
- جداول مفاهیم پایه ۱۰
- اشکال هندسی ۱۱
- جداول استاندارد دیاگرام‌ها و نقشه‌های صنعتی ۱۹
- جداول مکانیزم‌های مکانیکی(نصب و راه‌اندازی سازو کارهای حرکتی) ۳۱
- جداول الکترونیک ۵۳
- عیب‌یابی و تست قطعات الکترونیکی ۷۲

سخنی با هنرجویان عزیز

هنرجوی گرامی کتاب همراه هنرجو از جمله اجزای بستهٔ آموزشی است که در نظام جدید آموزشی برای شما طراحی و تألیف و در جهت تقویت اعتمادبه‌نفس و ایجاد انگیزه در نظر گرفته شده است. این کتاب شامل محتواهای مرتبط و استخراج شده از دروس دیگر رشتهٔ تحصیلی شما می‌باشد تا به‌جای حفظ کردن آنها، با مراجعه به این کتاب از آن مطالب برای انجام فعالیت‌های کارگاهی و حل مسائل استفاده نمایید. در این‌صورت دیگر نیازی به مراجعه به کتاب‌های درسی متعدد حین انجام کار نیست و وابستگی شما به کتاب درسی کم می‌شود.

با توجه به اینکه کتاب همراه هنرجو برای کل رشته تدوین می‌شود، موجب پیوند خوردن دروس و مطالب در ذهن شما در پایه‌های مختلف تحصیلی می‌گردد. کتاب همراه هنرجو دارای کاربرد واقعی در دنیای کار است و بر اساس نیازهای بازار کار (فعلی و آتی) و ارتقاء توان کارآفرینی در آموزش فنی و حرفه‌ای تألیف شده است.

بهبود زمان یاددهی-یادگیری، ایجاد فرصت برای پیوند نظر و عمل، کاهش حجم کتاب‌های درسی، کاهش اضطراب در ارزشیابی، استانداردسازی و ایجاد زبان مشترک و کمک به تحقق شایستگی‌های مادام‌العمر فنی و حرفه‌ای از ویژگی‌های دیگر کتاب همراه هنرجو است.

قطع کتاب به‌گونه‌ای در نظر گرفته شده است تا امکان جابه‌جایی آسان برای شما فراهم باشد و بتوانی در محیط‌های مختلف آموزشی و حتی محیط کار از آن استفاده نمایید.

از محتوای این کتاب ارزشیابی صورت نمی‌گیرد، بلکه می‌توانید از اطلاعات مندرج در کتاب برای حل مسائل و انجام فعالیت‌های تعیین‌شده استفاده نمایید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

جدول مواد درسی و ساعات تدریس فنگی دوره دوم متوسطه – شاخه فنی و حرفه ای

رشته تحصیلی: مکاترونیک	کد رشته تحصیلی: ۰۲۸۸۱۰	گروه تحصیلی: مکانیک	کد گروه: ۴	زمینه: صنعت

ردیف	نام محتوایی	پایه ۱۰		پایه ۱۱		پایه ۱۲	
		نام درس	واحد/ساعت	نام درس	واحد/ساعت	نام درس	واحد/ساعت
۱	تربیت دینی و اخلاقی	تعلیمات دینی(قرآن و اخلاق)۱	۲	تعلیمات دینی(قرآن و اخلاق)۲	۲	تعلیمات دینی(قرآن و اخلاق)۳	۲
		عربی، زبان قرآن ۱	۱	عربی، زبان قرآن ۲	۱	عربی، زبان قرآن ۳	۱
۲	زبان و ادبیات فارسی	فارسی ۱	۲	فارسی ۲	۲	فارسی ۳	۲
۳	زبان های خارجی	زبان خارجی ۱	۲	زبان خارجی ۲	۲	...	—
۴	خوشه دروس: مطالعات اجتماعی	جغرافیای عمومی و انسان‌شناسی	۲	علوم اجتماعی	۲	تاریخ معاصر	۲
۵	خوشه دروس: انسان و سلامت	تربیت‌بدنی ۱	۲	تربیت‌بدنی ۲	۲	تربیت‌بدنی ۳	۲
		...	ک—	انسان و محیط زیست	۲	سلامت و بهداشت	۲
		...		...	—	آمادگی دفاعی	۳
۶	خوشه دروس: انسان و مهارت های زندگی	...	—	درس انتخابی (۱- هنر ۲- تفکر و مهارت زندگی)	۲	مدیریت جامعه و سبک زندگی	۲
۷	خوشه دروس: شایستگی های غیر فنی	الزامات محیط کار	۲	کارگاه نوآوری و کار آفرینی	۳	اخلاق حرفه ای	۲
		...	—	درس انتخابی(۱-کاربرد فناوری های نوین ۲-مدیریت تولید)	۲	...	—
۸	خوشه دروس: شایستگی های پایه فنی (ریاضی، فیزیک، شیمی، زیست شناسی)	ریاضی ۱	۲	ریاضی ۲	۲	ریاضی ۳	۲
		فیزیک	۲	شیمی	۲	...	—
۹	خوشه دروس: شایستگی های فنی	نصب و راه اندازی مجموعه مکاترونیکی	۸	ساخت تجهیزات مکاترونیکی	۸	نصب و راه اندازی تجهیزات هوشمند ساختمان	۵
		نصب و نگهداری تجهیزات گرمایشی و سرمایشی	۸	نصب و نگهداری سیستم های هیدرولیک و پنوماتیک	۵	نصب و راه اندازی سیستم های اندازه گیری مکاترونیکی	۵
		دانش فنی پایه	۳	...	—	دانش فنی تخصصی	۳
		نقشه کشی فنی رایانه ای	۴	...	—	کار آموزی	تخصیص*
جمع			۴۰	جمع	۴۰	جمع	۴۰
۱۰	برنامه ویژه مدرسه	زمینه سازی برای اجرای بند ۵-۵ سند تحول بنیادین و بند ۲-۳ برنامه درسی ملی مشتمل بر عناوینی مانند: پژوهش و ارائه خلاقانه/سمینار، یادگیری پروژه محور و آموزش مهارت تامین محتوای حلال اسلامگاه ۵-۵-۱۰ ساعت/					

۱- دو درس ۵ واحد/ساعت خوشه دروس شایستگی های فنی هر پایه با رعایت ترتیب به صورت متوالی در طول سال اجرا شود.
۲-مدت زمان آموزش نیم سال دوم به ازای نیم سال اول جهت کسب شایستگی اجتماعی باشد.
* کار آموزی متناسب با رشته ۱۵۰ - ۱۲۰ ساعت اجرا شود.

صنایع و مشاغل مکاترونیکی

مهندس مکاترونیک در صنایع متنوعی کاربرد دارد که در زیر نمونه‌های از آن آورده شده است:

۱-کمک مهندس ۲-تعمیرکار ۳-نصاب ۴-راه انداز ۵- تکنیسین ۶- اپراتور ۷-برنامه ریز

صنایع اتومبیل (Automotive Technology)	سیستم های آموزش (Training systems)	آزمایشگاه اتوماسیون (Lab Automation)
صنعت جابجایی (Handling& Transport)	فناوری اتاق تمیز (Clean Room Technology)	صنعت فرش (Carpentry Industry)
صنعت سرامیک (Ceramic Industry)	صنعت پلاستیک (Plastic Industry)	صنعت البسه (Garment Industry)
صنعت هیدرولیک (Hydraulic Industry)	صنعت برق و الکترونیک (Electronic &Electric Industry)	تست و مونتاژ قطعات ریز
صنعت غذایی (Food industry)	صنعت نفت و گاز (Oil & Gas Industry)	صنعت پتروشیمی (Petrochemical Industry)
صنعت چوب (Wood Industry)	فلزکاری (Metal Working)	صنعت اسباب بازی (Toy Industry)
صنعت چاپ و کاغذ (Paper & Printing)	صنعت پزشکی (Medical Industry)	صنعت خودرو (Mobile Technology)
صنعت هوایی (Airspace Industry)	صنعت کشتی سازی (Shipping)	صنعت داروسازی (medicine Industry)
صنعت بسته بندی (Packaging)	صنعت ساختمان (Building Industry)	صنعت ابزار آلات (Tools Technique)
صنعت بطری سازی (Filling & Botteling)	صنعت نوشیدنی (Drink Industry)	صنعت معدن (Mining)
صنعت شیشه (Glass Industry)	کنترل فرآیند (Process Control)	ساخت ماشین آلات (Machinery)

وظایف و تکالیف کاری

برای رشته مکاترونیک ۱۱ وظیفه و ۸۶ تکلیف کاری مورد تحلیل قرار گرفته که به قرار زیر می باشد.

▪ وظایف(duty):

(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
نگهداری و تعمیر لوازم خانگی مکاترونیکی خانگی - اداری	نصب و راه اندزی سیستم‌های مکاترونیکی صنعتی	نگهداری و تعمیر سیستم‌های اتوماسیون صنعتی	نصب و راه اندازی شبکه‌های رایانه ای
(۵)	(۶)	(۷)	(۸)
نصب و راه اندازی سیستم‌های مدیریت ساختمان	تفسیر نقشه ها	فلز کاری	نصب و راه اندزی تجهیزات پزشکی
(۹)	(۱۰)	(۱۱)	
نگهداری و تعمیر تجهیزات پزشکی	نصب و راه اندزی تجهیزات آزمایشگاهی	نگهداری و تعمیر تجهیزات آزمایشگاهی	

▪ تکالیف کاری(task):

	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)
۱	نگهداری و تعمیر لوازم خانگی مکاترونیکی گردنده	نگهداری و تعمیر لوازم خانگی مکاترونیکی – حرارتی – الکتریکی	نگهداری و تعمیر لوازم خانگی مکاترونیکی حرارتی-گازسوز	نگهداری و تعمیر لوازم خانگی مکاترونیکی الکترومغناطیسی
	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)
	نگهداری و تعمیر لوازم خانگی مکاترونیکی سرد کننده	نگهداری و تعمیر لوازم خانگی مکاترونیکی تهویه مطبوع	نگهداری و تعمیر لوازم ماشین های اداری مکاترونیکی	نگهداری و تعمیر چرخ خیاطی
۲	(۹)	(۱۰)	(۱۱)	(۱۲)
	نصب و راه اندازی میکروکنترل‌ها	نصب و راه اندازی سیستم های کنترلی متمرکز pic	نصب و راه اندازی سیستم های کنترلی متمرکز Dcs	نصب و راه اندازی سیستم‌های کنترلی هیدرولیکی
	(۱۳)	(۱۴)	(۱۵)	
	نصب و راه اندازی سیستم‌های کنترلی پنوماتیکی	نصب و راه اندازی سیستم‌های کنترلی محرک های الکتریکی	نصب و راه اندازی ربات‌های صنعتی	
۳	(۱۶)	(۱۷)	(۱۸)	(۱۹)
	نگهداری و تعمیر سیستم‌های پنوماتیکی	نگهداری و تعمیر سیستم‌های الکتروپنوماتیکی	نگهداری و تعمیر سیستم‌های هیدرولیکی	نگهداری و تعمیر سیستم‌های
	(۲۰)	(۲۱)	(۲۲)	
	نگهداری و تعمیر سیستم‌های الکترو هیدرولیکی	نگهداری و تعمیر سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی	نگهداری و تعمیر مکانیزم‌ها	
۴	(۲۳)	(۲۴)	(۲۵)	(۲۶)
	نصب و راه‌اندازی شبکه های باسیم	نصب و راه‌اندازی دوربین‌های بی‌سیم	پشتیبانی و نگهداری شبکه‌های با سیم و شبکه‌های بی‌سیم	پیاده‌سازی شبکه‌های Workgroup
	(۲۷)	(۲۸)		
	پیاده سازی شبکه های server base	برقراری و حفظ امنیت در شبکه‌های رایانه‌ای		
۵	(۲۹)	(۳۰)	(۳۱)	(۳۲)
	نصب و راه اندازی اتوماسیون روشنایی	نصب و راه اندزی دوربین های مدار بسته	نصب و راه اندزی اعلام حریق	نصب و راه اندزی اعلام سرقت
	(۳۳)	(۳۴)	(۳۵)	
	سیستم های صوتی و تصویری	نصب و راه اندزی سیستم کنترل تردد	نصب و راه اندزی سیستم تولید انرژی های نو	

۶	(۳۶)	(۳۷)	(۳۸)	(۳۹)
	تفسیر نقشه های اجزاء و سیستم های مکانیکی	تفسیر نقشه های الکتریکی و الکترونیکی	تفسیر نقشه های هیدرولیکی و الکتروهیدرولیکی	تفسیر نقشه های نیوماتیکی و الکترونیوماتیکی
	(۴۰)	(۴۱)	(۴۲)	
	تفسیر نقشه های سیستم های مکاترونیکی و اجزاء	تفسیر نقشه های نصب و راه اندازی سیستم های مکاترونیکی	تفسیر نقشه های تعمیر و نگهداری سیستم های مکاترونیکی	
۷	(۴۳)	(۴۴)	(۴۵)	(۴۶)
	اره کاری	سوهان کاری	خم کاری	سوراخ کاری
	(۴۷)	(۴۸)	(۴۹)	
	پرچ کاری	جوشکاری برق	جوشکاری گاز	
	(۵۰)	(۵۱)	(۵۲)	(۵۳)
	تولید قطعات به روش تراشکاری	تولید قطعات به روش فرز کاری	تولید قطعات با تراش CNC	تولید قطعات با فرز CNC
۸	(۵۴)	(۵۵)	(۵۶)	(۵۷)
	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی پمپ و سرنگ	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی اتوکلاو بخار	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی اتوکلاو پلاسما	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی آب استریل
	(۵۸)	(۵۹)	(۶۰)	
	نصب وراه اندازی دستگاه پزشکی سانتریفیوژ	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی فور	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی اریگیشن اتاق عمل	
۹	(۶۱)	(۶۲)	(۶۳)	(۶۴)
	نگهداری و تعمیر دستگاه پزشکی رادیوگرافی (ECG)	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی پمپ و سرنگ	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی اتوکلاو بخار	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی اتوکلاو پلاسما
	(۶۵)	(۶۶)	(۶۷)	(۶۸)
	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی آب استریل	نصب وراه اندازی دستگاه پزشکی سانتریفیوژ	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی فور	نصب و راه اندازی دستگاه پزشکی اریگیشن اتاق عمل
۱۰	(۶۹)	(۷۰)	(۷۱)	(۷۲)
	نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی	نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی شیکر	نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی بن ماری	نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی آوق اسپکتروفتومتر
	(۷۳)	(۷۴)	(۷۵)	
	نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی هات پلیت	نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی آنکوباتور	نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی phمتر	
۱۱	(۷۶)	(۷۷)	(۷۸)	(۷۹)
	نگهداری و تعمیر تجهیزات آزمایشگاهی پایه	نگهداری و تعمیر تجهیزات آزمایشگاهی بن ماری	نگهداری و تعمیر تجهیزات آزمایشگاهی میکرونوم	نگهداری و تعمیر تجهیزات آزمایشگاهی آون اسپکتروفتومتر
	(۸۰)	(۸۱)	(۸۲)	
	نگهداری و تعمیر تجهیزات آزمایشگاهی پلیت	نصب و راه اندازی تجهیزات آزمایشگاهی آنکویانور	نگهداری و تعمیر تجهیزات آزمایشگاهی phمتر	

معرفی استانداردهای ISO , DIN

موسساتی که در جهان عمل استانداردسازی را انجام می‌دهند بالغ بر ۷۰ سازمان و موسسه دولتی، خصوصی یا دانشگاهی هستند که از آن جمله می‌توان به ISO (the International Organization for Standardization) **سازمان بین‌المللی استاندارد** و (به آلمانی: DIN(Deutsches Institut für Normun **مؤسسه استاندارد آلمان** اشاره کرد که در ایران نیز از این دو استاندارد بیشتر استفاده می‌گردد.

DIN از سال ۱۹۱۷ آغاز به کار کرده‌است و از استانداردهای سختگیرانه می‌باشد. DIN با بیش از ۳۰،۰۰۰ عنوان استاندارد تقریباً تمامی جوانب فناوری را در بر می‌گیرد.

ISO از ۱۹۴۷ به منظور یکپارچه‌سازی روند تدوین استاندارد در سراسر جهان با رویکرد ایجاد تسهیلات در تجارت بین‌المللی، حمایت از تولیدکننده و مصرف‌کننده و توسعه همکاری‌های علمی، تکنولوژیکی، اقتصادی و ... با عضویت ۲۵ کشور شکل گرفت. در حال حاضر این سازمان دارای ۱۳۲ عضو شامل ۹۰ عضو اصلی ۳۴ عضو مکاتبه‌ای و ۸ عضو مشترک می‌باشد که **موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران** از جمله اعضای اصلی آن بوده و با فعالیت در کمیته‌های فنی ایزو در تدوین استانداردهای بین‌المللی مشارکت دارد. این استانداردها که تعداد آنها در حال حاضر ۱۱۹۵۰ مورد می‌باشد توسط ۲۸۵۶ کمیته و زیرکمیته و بیش از سی‌هزار کارشناس تدوین گردیده‌اند.

روند تهیه استانداردها به این گونه است که پس از موافقت اعضا با موضوع پیشنهادی، مدارک علمی و فنی مربوطه تهیه و بین اعضاء (از جمله ایران) توزیع می‌گردد که پس از انجام اصلاحات لازم به صورت پیش‌نویس استاندارد بین‌المللی درآمده و بعد از رای گیری در صورت آوردن حداقل ۷۰٪ از آرا، اعلان عمومی می‌گردد.

هر استاندارد یک شماره منحصر به فرد دارد به همراه تاریخ ایجاد یا اصلاح آن، که هنگام استفاده از مفاد آن استاندارد لازم است این شماره نیز آورده شود.

نمادهای گرافیکی– رنگ‌های ایمنی و علایم ایمنی – علایم ایمنی ثبت شده

- **مسیر تخلیه اضطراری، محل تجهیزات ایمنی یا مرکز ایمن، اقدام ایمنی(علایم وضعیت ایمن)- (ISO 7010:2011(E))**

– علامت ثبت شده برای این دسته از علایم (E: evacuation …) درنظر گرفته شده است.

برای دسترسی به مسیر بشکنید	محل تجمع تخلیه شدگان	تلفن اضطراری	کمکهای اولیه	خروج اضطراری (سمت راست)	خروج اضطراری (سمت چپ)
پنجره اضطراری با نردبان فرار	برانکارد	دوش ایمن	جایگاه شستشوی چشم	الکتروشوک قلبی خارجی خودکار	پزشک
			برای بازشدن درجهت عقربه ساعت بچرخانید	برای بازشدن عکس عقربه ساعت بچرخانید	پنجره نجات

- **علایم تجهیزات حریق– (ISO 7010:2011(E))**

– علامت ثبت شده برای این دسته از علایم (F: fire equipment signs) درنظر گرفته شده است.

تلفن اضطراری حریق	دکمه اعلان حریق	مجموعه‌ای از تجهیزات آتشنشانی	نردبان اضطراری حریق	قرقره شلنگ آتشنشانی	کپسول آتشنشانی

- **علایم اقدام اجباری– ((ISO 7010:2011(E)**

– علامت ثبت شده برای این دسته از علایم (M: Mandatory action signs) درنظر گرفته شده است.

علامت عمومی علایم اقدام اجباری	به دفترچه یا کتابچه راهنما مراجعه کنید	گوشی محافظ گوش بزنید	عینک محافظ چشم بزنید	یک اتصال به زمین وصل کنید	دوشاخه را از پریز خارج کنید
عینک محافظ مات بزنید	کفش ایمن بپوشید	دستکش محافظ دست کنید	لباس محافظ بپوشید	دستهایتان را بشویید	نرده را بگیرید
محافظ صورت بزنید	کلاه محافظ بگذارید	لباس مشخص شونده بپوشید	ماسک بزنید	ماسک محافظ تنفسی بزنید	مهار ایمنی بپوشید
ماسک جوشکاری بزنید	کمربند ایمنی را ببندید	قبل از حمل برای تعمیر یا نگهداری اتصال را قطع کنید	کرم محافظ استفاده کنید	از روگذر استفاده کنید	در پیاده‌رو حرکت کنید
محافظت از چشم کودک با عینک محافظ چشم مات	پیش بند محافظ استفاده کنید				

- **علایم ممنوعیت– ((ISO 7010:2011(E)**

– علامت ثبت شده برای این دسته از علایم (P: Prohibition signs) درنظر گرفته شده است.

علامت ممنوعیت عمومی	سیگار نکشید	فشار ندهید	عبور ممنوع	آب غیرآشامیدنی	ننشینید
عبور افراد با دستگاه‌های کار گذاشته شده قلبی ممنوع	مواد فلزی یا ساعت ممنوع	لمس نکنید	با آب خاموش نکنید	بارگذاری سنگین نکنید	گوشی همراه روشن ممنوع
عبور افراد دارای ایمپلنت فلزی ممنوع	دست داخل شکاف نکنید	روشن کردن شعله، آتش، منابع آتش زا و سیگارکشیدن ممنوع	عبوربالابرها و دیگر وسایل نقلیه صنعتی ممنوع	بر روی سطح قدم نزنید_سطح نامناسب برای قدم برداشتن	درصورت آتش سوزی از آسانسور استفاده نکنید
ورود سگ ممنوع	نخورید و نیاشامید	مانع قرار ندهید	اینجا پیاده‌روی نکنید یا نایستید	از این داربست ناقص استفاده نکنید	از این وسیله در وان حمام، دوش یا مخزن پر از آب استفاده نکنید
از این آسانسور برای انسان استفاده نکنید	دستکش دست نکنید	تصویربرداری نکنید	هیچ گره ای روی طناب نباشد	کلید را تغییر وضعیت ندهید	جهت سنگ زنی سطحی استفاده نشود
جهت سنگ زنی خیس استفاده نشود	سنگ فرزدستی استفاده نشود				

▪ علایم اخطار – (ISO 7010:2011(E))

– علامت ثبت شده برای این دسته از علایم (W: Warning signs) درنظر گرفته شده است.

علامت عمومی اخطار	اخطار؛مواد منفجره	اخطار؛مواد رادیو اکتیو و یا اشعه‌ی یونیزاسیون	اخطار؛پرتوی لیزر	اخطار؛تابش غیر یونیزه	اخطار؛میدان مغناطیسی
اخطار؛مانع غیرهمسطح	اخطار؛سقوط	اخطار؛خطر زیستی(ویروس)	اخطار؛دمای پایین یا وضعیت انجماد	اخطار؛سطح لغزنده	اخطار؛برق
اخطار؛سگ نگهبان	اخطار؛لیفتراک یا دیگر وسایل نقلیه صنعتی	اخطار؛بارهای سقفی	اخطار؛مواد سمی	اخطار؛سطح داغ	اخطار؛شروع به کار خودکار
اخطار؛له شدگی	اخطار؛مانع سقفی	اخطار؛مواد آتش زا	اخطار؛جسم نوک تیز	اخطار؛ماده خورنده	اخطار؛ له شدگی دست
اخطار؛ غلتک‌های مخالف گرد	اخطار؛ شارژ باتری	اخطار؛ تابش نوری	اخطار؛ ماده اکسیدکننده	اخطار؛ سیلندر تحت فشار	

جداول مفاهیم پایه

کمیت‌های پایه و مشتق آن‌ها

جدول زیر شامل برخی از واحدهای مهم **دستگاه بین‌المللی یکاها** SI(Le Système International d' Unitès) (به فرانسوی)می‌باشد. لازم به ذکر است که واحدهای پایه دستگاهSI شامل هفت واحد به قرار: m, kg, s, A, K, mol,cd می‌باشد.

کمیت مورد اندازه گیری	این واحد مشتق شده است از:	علامت واحد	نام واحد	
طول (length)		m	متر (meter)	حروف علامت واحد این کمیت‌ها، کوچک نوشته می‌شود.
جرم (mass)		kg	کیلوگرم (kilogram)	
زمان (time)		s	ثانیه (second)	
شدت نور(luminus intentisity)		cd	کاندلا (candela)	
مقدارماده(amount of substance)		mol	مول (mole)	
حجم (volum)	$۰/۰۰۱m^۳$	l,L	لیتر (liter)	
مقاومت (resistance)	W/A^2	Ω	اُهم (ohm)	
شدت جریان الکتریکی(electric current)		A	آمپر (Ampere)	حرف اول علامت واحد این کمیت‌ها، بزرگ نوشته می‌شود.
دمای ترمودینامیکی (thermodynamic temperature)		K	کلوین (kelvin)	
فرکانس(frequency)	$۱/s$	Hz	هرتز (hertz)	
نیرو(force)	$kg×m/s^2$	N	نیوتن (newton)	
انرژی(energy)	$N×m$	J	ژول (joule)	
توان(power)	J/s	W	وات (watt)	
ولتاژ الکتریکی(voltage)	W/A	V	ولت (volt)	

پیشوندها و پسوندهای کوچک کننده و بزرگ کننده

پیشوند های کوچک کننده

نماد	پیشوند	مضرب
a	آتو	10^{-18}
f	فمتو	10^{-15}
p	پیکو	10^{-12}
n	نانو	10-9
μ	میکرو	10^{-6}
m	میلی	10-3
c	سانتی	10^{-2}
d	دسی	10-1

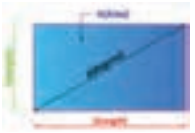
پیشوند های بزرگ کننده

نماد	پیشوند	مضرب
E	اگزا	10^{+18}
P	پنتا	10+15
T	ترا	10^{+12}
G	گیگا	10+9
M	مگا	10^{+6}
K	کیلو	10+3
H	هکتو	10^{+2}
D	دکا	10+1

مربع

پارامترها / محاسبات	مساحت: A قطر: d طول ضلع: L	
مساحت مربع: $A = L^2$	مثال:	
قطرمربع: $d = \sqrt{2} \times L$	=۱۰ mm ⇨ d=? =? $A = L^2 = (10\ mm)^2 = 100\ mm^2$ $d = \sqrt{2} \times L = \sqrt{2} \times 10\ mm = 14/14\ mm$	

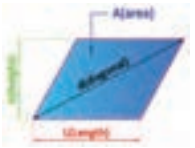
مستطیل

پارامترها / محاسبات	مساحت: A قطر: d طول ضلع: L ارتفاع: h	
مساحت مستطیل: $A = L \times h$	مثال:	
قطر مستطیل: $d = \sqrt{L^2 + h^2}$	=۲۰ mm , h=۱۵ mm ⇨ d=? =? $A = L \times h = 20\ mm \times 15\ mm = 300\ mm^2$ $d = \sqrt{L^2 + h^2} = \sqrt{(20\ mm)^2 + (15\ mm)^2}$ $= \sqrt{625\ mm^2} = 25$ mm	

لوزی

پارامترها / محاسبات	مساحت: A قطرها: d2 و d۱ طول ضلع: L ارتفاع: h	
مساحت لوزی: $A = L \times h$	مثال:	
مساحت لوزی: $A = (d1 \times d2)/2$	d1=20 mm , d2=16 mm ⇨ =? $A = \frac{d1 \times d2}{2} = \frac{20 \times 16}{2} = 160 mm^2$	

متوازی الاضلاع

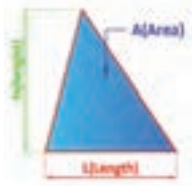
پارامترها / محاسبات	مساحت: A قطر: d طول قاعده: L ارتفاع: h	
مساحت متوازی الاضلاع: $A = L \times h$	مثال:	
	=50 mm, h=30 mm ⇨ =? $A = L \times h = 50\ mm \times 30\ mm = 1500\ mm^2$	

ذوزنقه

پارامترها / محاسبات	مساحت: A ارتفاع: h طول قاعده بزرگ: L_1 طول قاعده کوچک: L_2	
مساحت ذوزنقه: $A = \frac{l_1 + l_2}{2} \times h$	مثال:	
	l_2=20mm h =25 mm l_1 = 40mm⇨A =? $A = \frac{l_1 + l_2}{2} \times h = \frac{40mm + 20mm}{2} \times 25mm = 750 mm^2$	

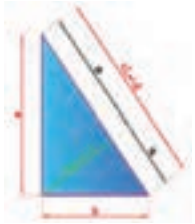
مثلث

پارامترها / محاسبات	مساحت: A طول قاعده: L ارتفاع: h
مساحت مثلث: $A = \frac{L \times h}{2}$	مثال: $=40\ mm, h=30\ mm \Rightarrow \quad =?$ $A = \frac{L \times h}{2} = \frac{40mm \times 30mm}{2} = 600mm^2$



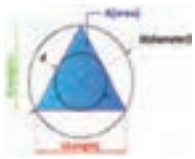
مثلث قائم الزاویه

پارامترها / محاسبات	مساحت: A ارتفاع: h طول اضلاع مجاور زاویه قائم: a,b طول وتر: c
قضیه فیثاغورس: $c^2 = a^2 + b^2$	مثال: $=5\ mm\ ,\ a=4\ mm \Rightarrow \quad =?$ $b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(5\ mm)^2 - (4\ mm)^2} = 3\ mm$
قضیه اقلیدس: $b^2 = c \times q$ $a^2 = c \times p$	
$h^2 = p \times q$	



مثلث متساوی الاضلاع

پارامترها / محاسبات	مساحت: A طول ضلع: l ارتفاع: h قطر دایره محیطی: D قطر دایره محاطی: d
مساحت مثلث متساوی الاضلاع: $A = \frac{\sqrt{3}}{4} \times l^2$	مثال: $(\sqrt{3} = 1.73)\ ,\ l=100\ mm \quad \Rightarrow \quad =?$ $A = \frac{\sqrt{3}}{4} \times l^2 = \frac{1/73}{4} \times 100^2 = 4325\ mm^2$
ارتفاع مثلث متساوی الاضلاع: $h = \frac{\sqrt{3}}{2} \times l$	
قطر دایره محیطی مثلث متساوی الاضلاع: $D = \frac{2\sqrt{3}}{3} \times l = 2 \times d$	
قطر دایره محاطی مثلث متساوی الاضلاع: $d = \frac{\sqrt{3}}{3} \times l = \frac{D}{2}$	

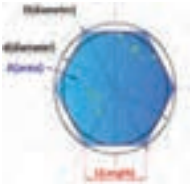


دایره

پارامترها / محاسبات	مساحت: A قطر: d محیط: P
مساحت دایره: $A = \frac{\pi \times d^2}{4}$	مثال: $d=100mm \Rightarrow \quad =?\ ,\ P=?$ $A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3/14 \times (100mm)^2}{4} = 78/5mm^2$ $P = \pi \times d = \frac{3}{14} \times 100 = 314\ mm$
محیط دایره: $P = \pi \times d$	

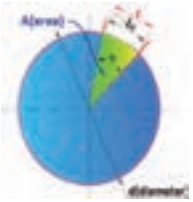
چند ضلعی منتظم

پارامترها / محاسبات	مساحت: A طول ضلع: l ارتفاع: h قطر دایره محیطی: D قطر دایره محاطی: d تعداد ضلاع(زاویه‌ها): n زاویه مرکزی: α زاویه محاطی: β
مساحت چندضلعی: $A = \frac{n \times l \times d}{4}$	مثال: n=6 , D= 100mm ⇨ =? , d=?, l =? $l = D.sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right) = 100\ mm.sin\left(\frac{180^\circ}{6}\right) = 50mm$ $d = \sqrt{D^2 - l^2} = \sqrt{10000mm^2 - 2500mm^2}$ $= 86/6mm$ $A = \frac{n \times l \times d}{4} = \frac{6 \times 50mm \times 86/6mm}{4} = 6495mm^2$
طول ضلع: $l = D.sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$	
زاویه مرکزی: $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$	
زاویه محاطی: $\beta = 180^\circ - \alpha$	
قطر دایره محاطی $d = \sqrt{D^2 - l^2}$	
قطر دایره محیطی: $D = \sqrt{d^2 + l^2}$	



قطاع دایره

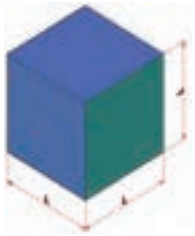
پارامترها / محاسبات	مساحت: A قطر: d طول کمان: l_B طول وتر: l زاویه‌ی کمان: α
مساحت قطاع دایره: $A = \frac{\pi \times d^2}{4} \times \frac{\alpha}{360^\circ}$ $A = \frac{l_B \times d}{4}$	مثال: d=200mm, $\alpha = 30^\circ$ ⇨ =? , l_B =? $l_B = \frac{\pi \times d \times \alpha}{360^\circ} = \frac{3/14 \times 200mm \times 30^\circ}{360^\circ}$ $= 52/33\ mm$ $A = \frac{l_B \times d}{4} = \frac{52/33\ mm \times 200mm}{4} = 2616/5\ mm^2$
طول وتر قطاع دایره: $l = 2 \times d \times sin\frac{\alpha}{2}$	
طول کمان قطاع دایره: $l_B = \frac{\pi \times d \times \alpha}{360^\circ}$	



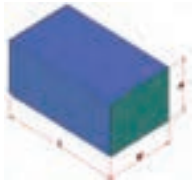
حلقه دایروی

پارامترها / محاسبات		
	مساحت: A پهنای حلقه:b قطر داخلی: d قطر خارجی:D قطر میانی:d_m	
مساحت حلقه دایروی: $A = \pi \times d_m \times b$ $A = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2)$	مثال: D=۱۴۰mm ; d=120mm ⇨ =? $A = \pi \times d_m \times b = 3/14 \times 130 \times 10 = 4082\ mm^2$ $A = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) = \frac{3/14}{4} \times (140^2 mm^2 - 120^2 mm^2) = 4082\ mm^2$	

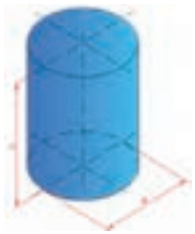
مکعب

پارامترها / محاسبات		
	مساحت: A_o حجم:Vطول ضلع: l	
حجم مکعب: $V = l^3$	مثال: l=50mm ⇨ A_o =? , V =? $V = l^3 = (50mm)^3 = 125000mm^3$	
مساحت مکعب: $A_o = 6 \times l^2$	$A_O = 6 \times l^2 = 6 \times (50mm)^2 = 15000mm^2$	

مکعب مستطیل

پارامترها / محاسبات		
	مساحت: A_o حجم:Vطول ضلع: l عرض:w ارتفاع:h	
حجم مکعب مستطیل: $V = l \times w \times h$	مثال: l=100mm ,w=40mm ,h=30mm⇨ V =? $V = l \times w \times h = 100 \times 40 \times 30 = 120000mm^3$	
مساحت مکعب مستطیل: $A_O = 2 \times (l \times w + l \times h + w \times h)$		

استوانه

پارامترها / محاسبات		
	حجم:V مساحت: A_o طول ضلع: l	
حجم استوانه: $V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times h$	مثال: d=20mm ,h=30mm ⇨ A_o =? , V =? $V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times h = \frac{3/14 \times 20^2}{4} \times 30 = 9420mm^3$	
مساحت جانبی: $A_M = \pi \times d \times h$		
مساحت استوانه: $A_O = \pi \times d \times h + 2 \times \frac{\pi \times d^2}{4}$		

استوانه تو خالی

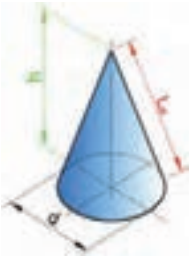
پارامترها / محاسبات	مساحت: A_o حجم:V طول ضلع: l
حجم استوانه: $V = \frac{\pi \times h}{4} \times (D^2 - d^2)$	مثال: D=40mm, d=30mm, h=50mm ⇨V =? $V = \frac{\pi \times h}{4} \times (D^2 - d^2) = \frac{3/14 \times 50}{4} \times (40^2 - 30^2) = 27475\ mm^3$
مساحت استوانه: $A_O = \pi \times (D + d) \times \left[\frac{1}{2} \times (D - d) + h\right]$	

هرم

پارامترها / محاسبات	مساحت: A_o حجم:V طول ضلع: l طول یال: l_e ارتفاع:h
حجم هرم: $V = \frac{l \times w \times h}{3}$	مثال: L=100mm, W=30mm, h=80mm ⇨V =? $V = \frac{l \times w \times h}{3} = \frac{100 \times 30 \times 80}{3} = 80000 mm^2$
طول یال هرم: $l_e = \sqrt{h_e^2 + \frac{w^2}{4}}$	
ارتفاع وجه هرم: $h_e = \sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}$	

مخروط

پارامترها / محاسبات	حجم:V مساحت جانبی: A_s قطرقاعده:d طول یال: l_e ارتفاع:h
حجم مخروط: $V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times \frac{h}{3}$	مثال: d=40mm, h=60mm ⇨V =? $V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times \frac{h}{3} = \frac{3/14 \times 40^2}{4} \times \frac{60}{3} = 25120 mm^3$
مساحت جانبی مخروط: $A_s = (\pi \times d \times l_e)/2$	
طول یال مخروط: $l_e = \sqrt{h^2 + \frac{d^2}{4}}$	



کره

پارامترها / محاسبات	حجم:V مساحت: A قطر:d
حجم کره: $V = \frac{\pi \times d^3}{6}$	مثال: d=20mm ⇨ A =? $A = \pi \times d^2 = 3/14 \times 20^2 mm^2 = 1256 mm^2$
مساحت کره: $A = \pi \times d^2$	

▪ محاسبه جرم، جرم طولی و جرم سطحی

جرم

پارامترها / محاسبات	حجم:V جرم مخصوص ρ جرم:m	
جرم مواد: $m = V \times \rho$	مثال:جرم کره‌ای به قطر۶۰mm، از جنس مس (جرم مخصوص ۸۹۰۰کیلوگرم بر متر مکعب)را حساب کنید. $V = \frac{\pi \times d^3}{6} = \frac{3/14 \times 60^3}{6} = 113040\ mm^3$ $= 0/000113040 m^3$ $m = V \times \rho = 0/000113040 m^3 \times 8900 \frac{kg}{m^3} = 1/006\ kg$	

جرم طولی

پارامترها / محاسبات	جرم:m جرم طولی:m' طول:l	
جرم طولی مواد: $m = m' \times l$	مثال:جرم یک مفتول فولادی به طول ۲۰۰mm و قطر۵mm را حساب کنید.(از جدول جرم طولی $m' = 0/154\ kg/m$) $m = m' \times l = 0/154 \times 0/2 = 0/0308\ kg$	

جرم سطحی

پارامترها / محاسبات	جرم:m جرم سطحی:"m سطح:A	
جرم طولی مواد: $m = m'' \times A$	مثال:جرم یک ورق فولادی به ضخامت ۰/۵ mm و مساحت $2m^2$را حساب کنید.(از جدول جرم سطحی= m'' $(3/93\ kg/m^2$ $m = m'' \times A = 3/93 \times 2 = 7/86\ kg$	

جداول محاسبه پارمترهای وزن طولی و سطحی

وزن طولی (مقادیر جدول برای فولاد با جرم مخصوص $\rho = 7.58 kg/dm^3$)

d قطر m' وزن طولی (وزن یک متر) a طول ضلع SW اندازه آچارگیر

مفتول فولادی						سیم فولادی					
d mm	m' kg/m	d mm	m' kg/m	d mm	m' kg/m	d mm	m' kg/1000m	d mm	m' kg/1000m	d mm	m' kg/1000m
22.2	60	2.00	18	0.055	3	7.46	1.1	1.87	0.55	0.062	0.10
30.2	70	2.47	20	0.099	4	8.88	1.2	2.22	0.60	0.158	0.16
39.5	80	3.85	25	0.154	5	10.4	1.3	2.60	0.65	0.247	0.20
61.7	100	5.55	30	0.222	6	12.1	1.4	3.02	0.70	0.385	0.25
88.8	120	7.55	35	0.395	8	13.9	1.5	3.47	0.75	0.555	0.30
121	140	9.86	40	0.617	10	15.8	1.6	3.95	0.80	0.755	0.35
139	150	12.5	45	0.888	12	17.8	1.7	4.45	0.85	0.986	0.40
158	160	15.4	50	1.39	15	20.0	1.8	4.99	0.90	1.25	0.45
247	200	18.7	55	1.58	16	24.7	2.0	6.17	1.0	1.54	0.50

مفتول شش گوش						مفتول چهار گوش					
SW mm	m' kg/m	SW mm	m' kg/m	SW mm	m' kg/m	a mm	m' kg/m	a mm	m' kg/m	a mm	m' kg/m
10.9	40	2.72	20	0.245	6	12.6	40	3.14	20	0.283	6
17.0	50	3.29	22	0.435	8	19.6	50	3.80	22	0.502	8
24.5	60	4.25	25	0.680	10	28.3	60	4.91	25	0.785	10
33.3	70	5.33	28	0.979	12	38.5	70	6.15	28	1.13	12
43.5	80	6.12	30	1.33	14	50.2	80	7.07	30	1.54	14
55.1	90	6.96	32	1.74	16	63.6	90	8.04	32	2.01	16
68.0	100	8.33	35	2.20	18	78.5	100	9.62	35	2.54	18

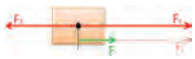
جرم سطحی(مقادیر جدول برای فولاد با جرم مخصوص $\rho = 7.58 kg/dm^3$)

s ضخامت ورق m'' جرم سطحی

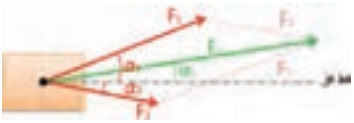
s mm	m'' kg/m²	s mm	m'' kg/m²	s mm	m'' kg/m²	s mm	m'' kg/m²	s mm	m'' kg/m²	s mm	m'' kg/m²
78.5	10.0	4.75	37.3	3.0	9.42	0.70	5.50	0.35	2.75	0.35	2.75
94.2	12.0	5.0	39.3	3.5	11.8	0.80	6.28	0.40	3.14	0.40	3.14
110	14.0	6.0	47.1	4.0	15.7	090	7.07	2.0	15.7	0.50	3.93
118	15.0	8.0	62.8	4.5	19.6	1.0	7.58	2.5	19.6	0.60	4.71

▪ نیروها

نیروهای هم راستا

پارامترها / محاسبات	مقدار نیرو: F_1 , F_2	مقدار نیروی برآیند: F_r
برآیند نیروهای هم جهت: $F_r = F_1 + F_2$	مثال: اگر نیروهای ۱۲N و ۸N درجهت را ست بر ج سم رو به‌رو وارد شوند، برآیند نیروهای وارد برجسم چند نیوتن و درکدام جهت است؟ $F_r = F_1 + F_2 = ۱۲ + ۸ = ۲۰$ N (درجهت راست)	
برآیند نیروهای متقابل باهم: $F_r = F_1 - F_2$	مثال: اگر نیروی ۱۲N درجهت راست و ۸N درجهت چپ بر جسم روبه‌رو وارد شوند، برآیند نیروهای وارد برجسم چند نیوتن و درکدام جهت است؟ $F_r = F_1 - F_2 = ۱۲ - ۸ = ۴$ N (درجهت راست)	

نیروهای غیرهم راستا

پارامترها / محاسبات	مقدار نیرو: F_1 , F_2	مقدار نیروی برآیند: F_r زاویه نیرو با خط افق: α
تبدیل مختصات قطبی به مختصات دکارتی: $F_x = F \times \cos(\alpha)$ $F_y = F \times \sin(\alpha)$	مثال: اگر نیروی ۲۰۰N با زاویه ۶۰ درجه و نیروی ۱۶۰N با زاویه ۴۵- درجه بر جسمی وارد شوند، برآیند نیروهای وارد شده بر جسم چند نیوتن و با چه زاویه‌ای خواهد بود؟ $F_{x1} = F_1 \times \cos(\alpha) = 200 \times \cos(60°) = 200 \times 0.5 = 100$ $F_{y1} = F_1 \times \sin(\alpha) = 200 \times \sin(60°) = 200 \times 0.8660 = 173.21$ $F_{x2} = F_2 \times \cos(\alpha) = 120 \times \cos(-45°) = 120 \times 0.7071 = 84.85$ $F_{y2} = F_2 \times \sin(\alpha) = 120 \times \sin(-45°) = 120 \times -0.7071 = -84.85$ $F_{xt} = F_{x1} + F_{x2} = 100 + 84.85 = 88.36$ $F_{yt} = F_{y1} + F_{y2} = 173.21 + (-84.85) = 88.36$ $F = \sqrt{Fxt^2 + Fyt^2} = \sqrt{184.85^2 + 88.36^2} = 204.88$ $\alpha = \tan^{-1}(Fyt / Fxt) = \tan^{-1}(88.36 / 88.36) = 25.5°$ (برآیند دو نیرو ۲۰۴/۸۸ نیوتن و با زاویه‌ی ۲۵/۵ درجه است.)	
تبدیل مختصات دکارتی به مختصات قطبی: $F = \sqrt{Fxt^2 + Fyt^2}$ $\alpha = \tan^{-1}(Fyt / Fxt)$		

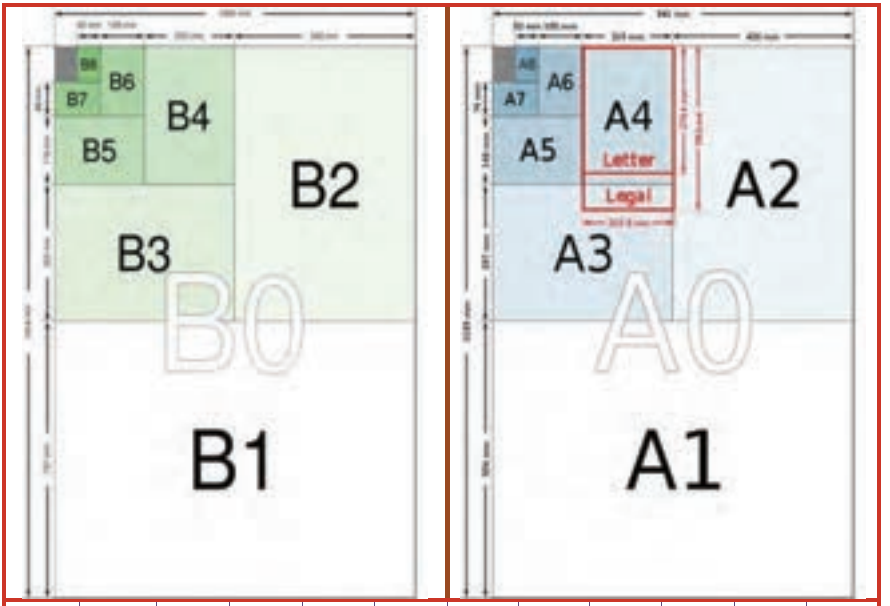
نیروی فنر(قانون هوک)

پارامترها / محاسبات	مقدار نیروی وارد شده بر فنر: F	ضریب ثابت فنر: k	جابجایی فنر: x
قانون هوک در محدوده الاستیکی فنر: $F = k \times x$	مثال: اگر نیروی ۱۵۰ نیوتنی بر یک فنر با ضریب ثابت ۱۰N/mm وارد شود، طول این فنر چقدر افزایش خواهد یافت؟ $F = k \times x \rightarrow 150 = 10 \times x \rightarrow x = 15$ mm		

جداول استاندارد دیاگرام ها و نقشه های صنعتی

▪ اندازه کاغذ نقشه کشی(ISO 216:2007)

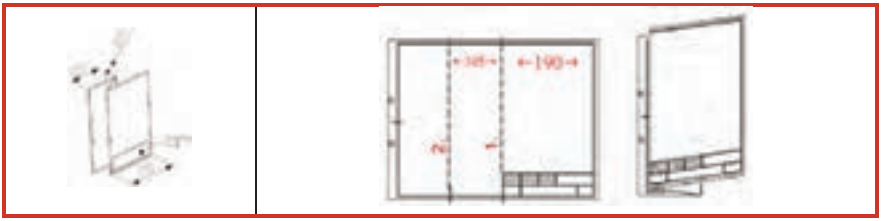
- در این استاندارد دو گروه کاغذ A وB عنوان شده است و ابعاد کاغذها به‌صورت عرض در طول (با توجه به حالت لاتین) نوشته (خوانده) می‌شود. (برای مثال سایز A4 ۲۱۰ در ۲۹۷ میلی‌متر بیان می‌گردد.)
- نسبت طول به عرض همه کاغذها تقریباً برابر با۱/۴۱۴۲ (جذر عدد ۲) است.
- ابعاد کاغذهای Letter , Legal به دلیل استفاده زیاد در رایانه‌ها و چاپگرها نیز در تصویر آورده شده است.



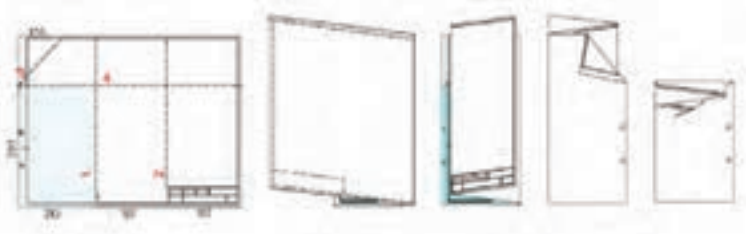
نام کاغذ	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
mm×mm	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210	105×148	74×105	52×74	37×52	26×37
نام کاغذ	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
mm×mm	1000×1414	707×1000	500×707	353×500	250×353	175×250	125×176	88×125	62×88	44×62	31×47

▪ تا کردن نقشه به ابعاد A4(DIN824)

- روش تاکردن کاغذ A3 به ابعاد A4 در شکل زیر نمایش داده شده است.(به ترتیب اعداد تا زده شود.)



- روش تاکردن کاغذ A2 به ابعاد A4 در شکل زیر نمایش داده شده است.(به ترتیب اعداد تا زده شود.)



▪ انواع خطوط در نقشه کشی و کاربردهای آن ها

• خط پهن ترسیم شود. • نمایش لبه‌های دید • نمایش خطوط سر رزوه	خط اصلی یا بر یا دید
• خط نازک ترسیم شود. • نمایش لبه‌های ندید • **اندازه‌های درج شده در تصویر روبه‌رو برای گروه خط ۰/۵ است.**	**خط ندید یا خط چین** 3 1
• نمایش خط اندازه • نمایش خط کمکی(رابط) اندازه • نمایش خطوط هاشور • نمایش دنده‌ی پیچ • نمایش خطوط ضربدری قطری جهت سطوح تخت • نمایش محدوده بزرگ نمایی	خط بر نازک
• خط نازک ترسیم شود. • نمایش خط محور • نمایش خط تقارن • **اندازه‌های درج شده در تصویر روبه‌رو برای گروه خط ۰/۵ است.**	**خط محور یا خط نقطه** 5-20 1 1
• خط پهن _ نازک ترسیم شود. • نمایش مسیر برش • **اندازه‌های درج شده در تصویر روبه‌رو برای گروه خط ۰/۵ است.**	خط برش 1 4 1
• خط نازک ترسیم شود. • نمایش خط شکستگی(در قطعات یکنواخت بلند) • ازخط زیگزاگ به جای خط دستی آزاد در نقشه کشی با رایانه استفاده شود. • فقط یکی از این دو نوع خط در نقشه استفاده شود.	خط دستی یا خط شکستگی
• خط نازک ترسیم شود. • نمایش خطوط قطعاتی که جلو سطح برش قرار دارند • نمایش کادر اجزا مجاور • نمایش موقعیت حدی قطعات متحرک • نمایش خطوط مرکز ثقل • نمایش خطوط محیط قطعات قبل از شکل دادن	خط دو نقطه

▪ انتخاب پهنای خطوط با توجه به اندازه کاغذ(گروه خط)

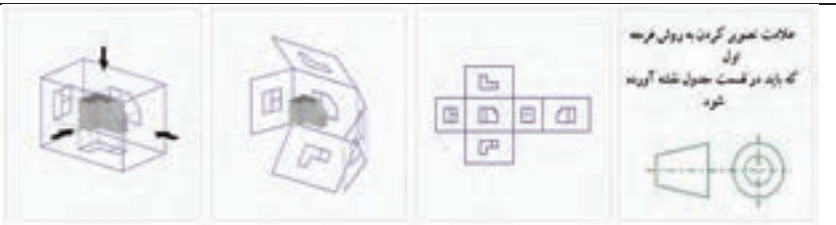
- علاوه بر اندازه کاغذ در انتخاب گروه خط پارامترهای دیگری نظیر شلوغی نقشه و مقیاس نقشه نیز درنظر گرفته می‌شود.
- پهنای خط مبنا ۲ بوده و گروه خط‌های دیگر از تقسیم متوالی آن بر $\sqrt{2}$ به دست می‌آیند.
- در هر گروه خط، نسبت پهنای هر خط به خط بعدی $\sqrt{2}$ است.

گروه خط	اندازه کاغذ	خطوط اصلی	خطوط نازک	خط متوسط (داده‌های اندازه و تولرانس، علایم گرافیکی و خط ندید)
0.25	A4,A5	0.25	0.13	0.18
0.35	A2,A3,A4	0.35	0.18	0.25
0.5	A1,A2,A3,A4	0.5	0.25	0.35
0.7	A0,A1	0.7	0.35	0.5
1	A0	1	0.5	0.7
1.4	A0	1.4	0.7	1
2		2	1	1.4

▪ روش‌های تصویر

روش‌های تصویر کردن در نقشه کشی به دو روش فرجه اول و فرجه سوم انجام می‌گیرد.

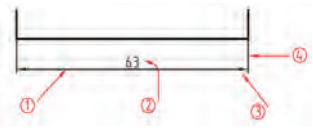
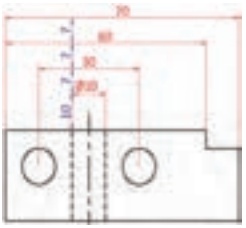
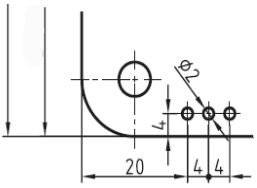
روش تصویر کردن ۱ – فرجه اول که بیشتر در کشورهای استفاده کننده استانداردهای DIN,ISO استفاده می‌شود.(معروف به اروپایی که در ایران نیز بیشتر از این روش استفاده می‌شود.)



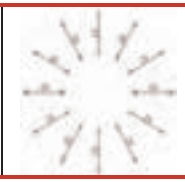
روش تصویر کردن ۳ – فرجه سوم که بیشتر در کشورهای انگلیس زبان استفاده می‌شود.

▪ ترسیم و اندازه‌گذاری نقشه‌ها

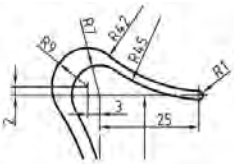
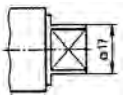
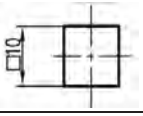
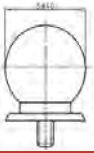
مفاهیم و تعاریف عمومی

• با توجه به شکل: ۱) خط اندازه (خط کامل نازک) ۲) مقدار اندازه (برحسب میلی‌متر و ضخامتش برابر ۱۰×d) ۳) فلش اندازه (با زاویه ۱۵درجه و طولش برابر ۱۰×d) ۴) خط رابط اندازه(خط کامل نازک)	
• مقدار اندازه بالای خط اندازه نوشته شود. به گونه‌ای که از پایین و سمت چپ نقشه قابل خواندن باشد.	
• اولین خط اندازه از شکل ۱۰mm و خطوط اندازه بعدی از یکدیگر ۷mm فاصله داشته باشند.	
• برای اندازه‌های کم تر از ۷mm، فلش در بیرون زده شود. • میان دو اندازه کوچک کنار هم، یک نقطه توپر می‌گذاریم. • خطوط رابط اندازه می‌توانند همدیگر را قطع کنند. • فلش می‌تواند به خط اصلی و خط چین هم تکیه کند. • در صورت کمبود جا می‌توان عدد اندازه را با خط اشاره و در امتداد خط اندازه نوشت	

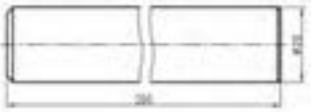
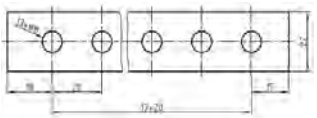
اندازه گذاری شیب ها

• در اندازه گذاری شیب‌ها مقدار اندازه، مطابق شکل مقابل روی خط اندازه نوشته شود.		

اندازه گذاری شعاع، قطر، مربع و کره

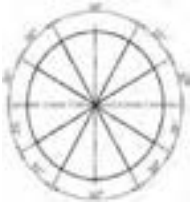
• برای نمایش شعاع، قبل از نوشتن اندازه از حرف R استفاده کنید.	
• برای نمایش قطر قبل از نوشتن اندازه از علامت Ø با همان ارتفاع استفاده کنید.	
• برای اندازه گذاری مربع، روی یک ضلع، قبل از نوشتن اندازه از علامت □ با ارتفاع حروف کوچک استفاده کنید.	 
• در اجزاء کروی قبل از علامت قطر یا شعاع کره، علامت S استفاده کنید.	

اندازه گذاری قطعات بلند (یکنواخت و تقسیم شده)

• اگر طول یک قطعه یکنواخت زیاد باشد، می‌توان با خط شکستگی آن را کوتاه‌تر رسم کرد ولی اندازه کامل نوشته شود.	
• در تقسیمات اجزاء فرم‌دار یکسان پشت سر هم با فواصل طولی مساوی یا فواصل زاویه‌ای یکسان، تعداد اجزاء و فاصله اجزاء نوشته شود.	
• طول کل یا زاویه کل در صورت نیاز به‌صورت اندازه اضافی در داخل پرانتز داده شود.	

اندازه گذاری زوایا و کمان ها

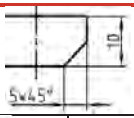
- در اندازه‌گذاری زوایا خطوط کمکی فقط در امتداد اضلاع زاویه ترسیم شود.
- اندازه زاویه به صورتی روی خط اندازه نوشته شود که در حالت قرار گرفتن روی خط افقی(۰ تا ۱۸۰ درجه) با پا و در حالت قرار گرفتن زیر خط افقی(۱۸۰ تا ۳۶۰ درجه) با سر به راس زاویه اشاره کند(مطابق شکل مقابل).



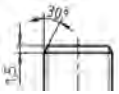
- در اندازه‌گذاری طول کمان، قبل از عدد اندازه علامت ⌒ درج شود.
- در نقشه‌های دستی، علامتی مشابه آن روی عدد اندازه رسم شود.

اندازه گذاری پخ ها

- پخ 45° را به طور ساده با بیان زاویه و پهنای پخ، اندازه‌گذاری کنید.

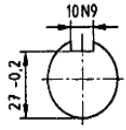


- پخ با زاویه غیر از 45° را با بیان زاویه و پهنا یا قطر پخ اندازه‌گذاری کنید.

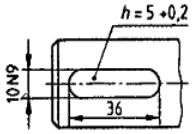


اندازه گذاری جای خارها

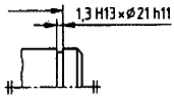
- عمق جای خار در جاخارهای بسته و باز از پای جای خار اندازه‌گذاری شود.

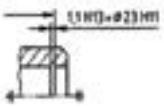


- در اندازه‌گذاری جای خار، برای نمایش عمق جای خار، در نمای بالا در کنار مقدار عمق، h تحریر شود.

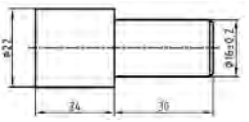
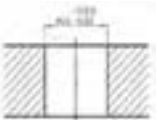
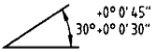
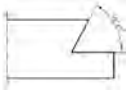


- در جای خارهای حلقوی، عمق جای خار را به همراه پهنای جای خار درج کنید.

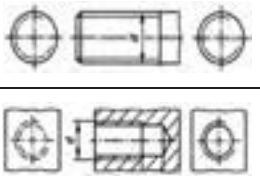
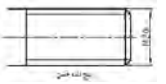
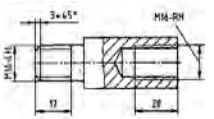
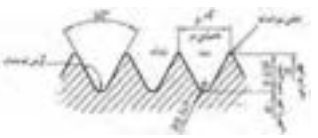




اندازه گذاری قطعات با مقدار تولرانس عددی

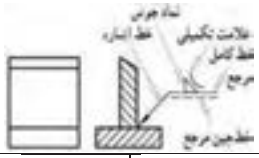
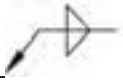
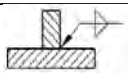
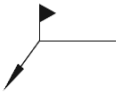
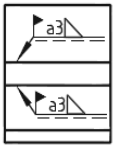
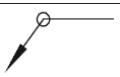
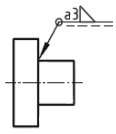
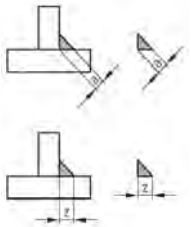
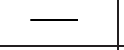
• در اندازه‌گذاری تولرانس قطعات، اگر حدبالایی و حد پایینی مقدار عددی مطلق برابر داشتند در کنار اندازه اسمی با درج علامت ± نوشته شود.	
• در صورت مساوی نبودن دو حد، حدبالایی در بالا و حدپایینی زیر آن هم تراز مقدار اسمی نوشته شود.	
• در اندازه زاویه‌ها با ذکر واحد به ترتیب فوق انجام می‌شود.	 
• در یک اندازه گذاری که میله و سوراخ هر دو وجود دارند(انطباقات)، ابتدا علامت انطباقی سوراخ و سپس میله نوشته شود.(به یکی از روش‌های شکل روبه‌رو)	

دندانه ها و پیچ ها

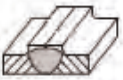
• خط پای رزوه با خط کامل نازک ترسیم شود. • درنمای جانبی سه چهارم دایره کامل(از کمی قبل از ۹۰ درجه تا کمی قبل از ۳۹۰درجه) با خط کامل نازک ترسیم شود.	
• مقدار اندازه همراه با مشخصه استاندارد قبل از آن آورده شود.(مانند حرف M در پیچ های متریک) • اگر یک پیچ، گام خشن باشد، از نوشتن گام آن خودداری شود ولی اگر گام آن ظریف باشد، باید مقدار گام نوشته شود.	
• روزه چپ گرد با علامت LH مشخص شود. • اگر قطعه‌کار هم روزه چپ گرد و هم راست گرد داشته باشد علامت اضافی RH به کار رود.	
• پیچ‌های اتصال معمولی دارای زاویه ۶۰ درجه(در موارد دیگر۳۰ -۳۳ -۵۵ -....) و شکل مثلثی (در موارد دیگر ذوزنقه‌ای – گرد -...) هستند.	

جوش ها

اصطلاحات پایه‌ای((DIN EN 22553(1997)

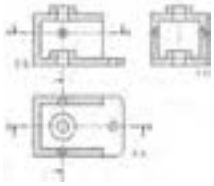
• زاویه خط اشاره و خط عمود۳۰ درجه باشد. • نماد جوش فقط در یک نما ترسیم شود. • قطعات مورد جوشکاری در حالت برش خورده مخالف یکدیگر هاشور زده شوند.	
• چنانچه جوش در سمت پیکان باشد نماد مثلث جوش روی خط کامل مرجع(شکل الف) و اگر در سمت مقابل آن باشد روی خط چین مرجع (شکل ب)ترسیم شود.	الف ب
• برای نمایش جوش دوطرفه از علامت مقابل استفاده شود.	علامت:  مثال: 
• چنانچه فرآیند جوشکاری بعداً در محل مونتاژکاری انجام خواهد شد از علامت مقابل استفاده شود.	علامت:  مثال: 
• برای نمایش جوشکاری در دورتادور محیط یک قطعه علامت مقابل استفاده شود.	علامت:  مثال: 
• ضخامت درز جوش در کنار نماد جوش نوشته شود.(مانند:z4 یا a3) • a) ضخامت درز جوش • z) ضخامت پایه درز جوش	
• علایم تکمیلی شامل شکل سطح درز جوش است که به صورت مقابل می‌باشد.	مقعر محدب تخت  بدون درز
• داده‌های فرآیند جوشکاری داخل دوشاخه‌ای که در انتهای خط کامل مرجع ترسیم می‌شود، نوشته شود.	

شکل درز جوش

نام درزجوش	نماد	شکل درزجوش(قبل از جوشکاری)		شکل درز جوش (بعد از جوشکاری)	
		تصویر سه بعدی	تصویر دو بعدی	تصویر سه بعدی	تصویر دو بعدی
گُرده ماهی	∩				
لب به لب	II				
جناغی تیز (۷شکل)	V				
نیم جناغی تیز (نیم ۷)	V				
جناغی کُند (اتصال ۷)	Y				
نیم جناغی کُند	Y				
لاله‌ای	Y				
نیم لاله‌ای	Y				
گوشه	△				

برش و انواع برش‌ها

تعاریف و کلیات برش

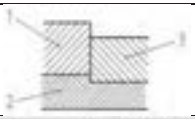


- در برش، داخل یک قطعه کار نشان داده می‌شود.
- در برش چنین تصور می‌شود که قسمت جلویی یک قطعه که مانع دیده شدن داخل آن می‌شود برداشته شده است.
- در برش، سطح برش و نیز سطح پشت آن یا فقط سطح برش خورده نشان داده شود.
- هر مسیر برش را به صورت A-A و B-B و.... نام‌گذاری کنید.

هاشور در برش

- زاویه هاشور را به طور عمومی با زاویه ۴۵ درجه و خط کامل نازک ترسیم کنید.
- جهت هاشور، از چپ و پایین به سمت بالا و راست یا جهت عکس آن است.
- یک قطعه تکی با خط‌های هم جهت و فواصل یکسان هاشور زده شود.
- فاصله خط‌های هاشور، با توجه به اندازه سطح، می‌تواند از ۱ تا ۱۰ میلی‌متر تغییر کند ولی در نقشه های A3, A4 حدود ۲ تا ۳ میلی‌متر مناسب است.

- اگر سطح هاشور بزرگ باشد، یا محدود نباشد، هاشور را ناقص بزنید.

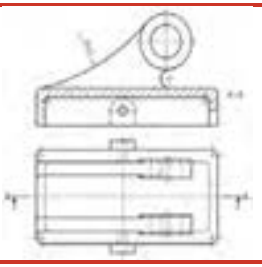


- اگر چند قطعه در کنار هم بریده شوند، جهت هاشور و فاصله آنها را تغییر دهید.

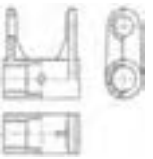
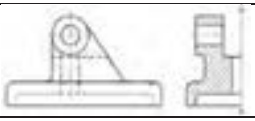
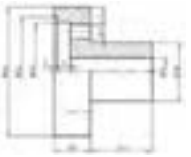
- بسیاری از استانداردهای ملی و نیز کارخانه‌های سازنده مواد گوناگون، از هاشور با طرح‌های دیگر استفاده می‌کنند.

- درصورت نیاز، در هاشور می‌توان اندازه‌گذاری کرد.

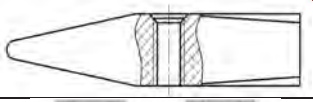
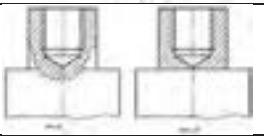
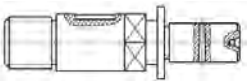
برش کامل

• برشی که سطح برش خورده را به طور کامل نشان می‌دهد، برش کامل نام دارد.	

نیم برش

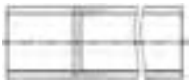
• در این نوع برش تنها نیمی از قطعه در برش رسم می‌شود و نیم دیگر آن بدون برش رسم می‌گردد. • نیم برش را نام گذاری نکنید. • خط محور حفظ می شود و در صورت نیاز، هاشور می‌تواند به آن تکیه کند.	
• نیم نما را می‌توان در برش رسم کرد.	
• در نمای برش خورده اگر دو سر اندازه مشخص نباشد، تنها در یک سراندازه فلش ترسیم کنید و سر دیگر خط اندازه آزاد باشد. • مقدار اندازه رو خط اندازه کامل نوشته شود. • سر آزاد خط اندازه کمی از خط محور بگذرد.	

برش موضعی

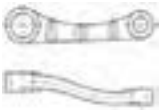
• برشی که فقط قسمتی از آن در برش نشان داده می‌شود، برش موضعی نام دارد.	
• برای محدود کردن برش، می توان از خط‌های تصویر استفاده کرد، اما نباید تمام برش موضعی به همه خط‌های داخلی تصویر محدود شود.	
• در یک تصویر می‌توانید چند برش موضعی ترسیم نمایید. • جهت هاشور در همه برش‌ها می‌بایست یکی باشد. • فاصله هاشورها در همه برش‌ها می‌بایست یکی باشد.	

برش گردشی یا دورانی

- اگر برش را به اندازه نود درجه بچرخانیم و روی خودِ تصویر رسم نماییم، برش را گردشی گوییم.
- این برش برای نمایش سطح مقطع و یا قطعه‌هایی که طول زیاد و شکل یک‌نواخت دارند مناسب است.
- برش گردشی را در یک نما دوران داده و رسم کنید.
- خطوط اطراف برش گردشی را با خط کامل نازک نشان دهید.

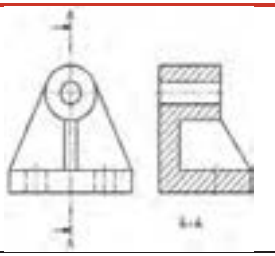


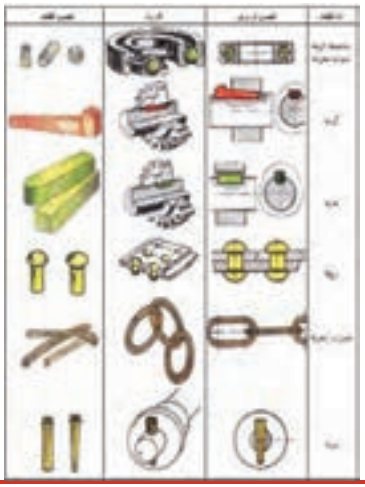
- اگر قطعه دارای طول یک نواخت نباشد، با چند برش، تغییرات شکل قطعه را نشان دهید.
- در یک قطعه جهت هاشورها یکسان و فاصله بین خط‌های هاشور برابر رسم شود.
- لبه‌ها و خطوط کناری پشت صفحه برش فقط وقتی رسم می‌شوند که برای واضح بودن نقشه کمک کند.

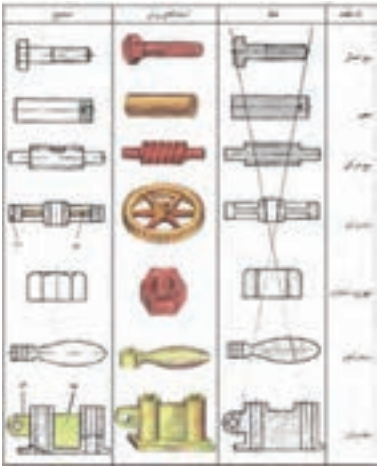


اجزایی که نباید برش داده شوند.

- اجزایی در نقشه که در زمان برش، هاشور نمی‌خورند و قابلیت برش را ندارند استثنائات برش یا بی برش‌ها نامیده می‌شوند.
- اجزاء بدون فضای خالی مثل پیچ‌ها، پین‌ها، محورها و محدوده اجزایی که از تنه جدا می‌شوند، مثل پره‌ها را در **راستای طولی** برش نزنید(اگر در معرض صفحه برش قرار گرفتند، هاشور نزنید).







جداول مکانیزم های مکانیکی(نصب و راه‌اندازی سازوکارهای حرکتی)

▪ جوشکاری

توضیح علایم حک شده روی الکترودهای جوشکاری برقی

الکترودهای پوشش‌دار برای فولادهای غیرآلیاژی و فولادهای دانه‌ریز | طبق DIN EN 499 (1995-01)

مثال: EN 499 – E 46 3 B 5 4 H5

شماره استاندارد

علامت کوتاه الکترود روکش‌دار

مقدار هیدروژن H
$5 \rightarrow 5ml/100g$
جنس مواد در درز جوش

عدد مشخصه خواص مکانیکی مواد جوشکاری

عدد مشخصه	حداقل تنش تسلیم N/mm^2	استحکام کششی N/mm^2	حداقل تغییر طول نسبی شکست A_5به ٪
35	355	440…570	22
38	380	470…600	20
42	420	500…640	20
46	460	530…680	20
50	500	560…720	18

عدد مشخصه وضعیت جوشکاری

عدد مشخصه	وضعیت جوشکاری
1	همه وضعیت‌ها
2	همه وضعیت‌ها به جز درز عمودی
3	درز لب‌به‌لب در وضعیت وانی، درز گوشه در وضعیت وانی و افقی
4	درز لب‌به‌لب و گوشه در وضعیت وانی
5	برای درز عمودی و مانند 3

علایم مشخصه برای استحکام ضربه‌ای جنس جوشکاری

حروف مشخصه / رقم مشخصه	حداقل کار ضربه شکاف ℃ در 47J
Z	بدون مشخصه
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40

رقم مشخصه برای Ausbringung و نوع جریان

عدد مشخصه	خروجی ٪	نوع جریان
1	>105	جریان متناوب و مستقیم
2	>105	جریان مستقیم
3	>105≤125	جریان متناوب و مستقیم
4	>105≤125	جریان مستقیم
5	>105≤160	جریان متناوب و مستقیم
6	>105≤160	جریان مستقیم
7	>160	جریان متناوب و مستقیم
8	>160	جریان مستقیم

علایم کوتاه و نوع پوشش

خواص فنی جوشکاری، محدوده کاربرد	نوع پوشش	علایم کوتاه
قطره‌ای ظریف، درز جوش، براق، کاربرد محدود در شرایط اجباری	پوشش اکسیدی	A
حداکثر کار ضربه شکاف جنس جوشکاری، حساسیت کمتر به ترک سرد	پوشش بازی	B
عالی برای درز جوش عمودی	پوشش سلولزی	C
جوشکاری ورق‌های نازک، همه وضعیت‌های جوشکاری به جز درز جوش عمودی	پوشش دی‌اکسید تیتانیم	R
توان ریزش بالا، درزهای براق، همه وضعیت‌های جوشکاری به جز درز جوش عمودی	پوشش اکسیدی، تیتانیوم دی‌اکسید	RA
مقاومت به ضربه بالای جنس جوشکاری، جوشکاری مطمئن از نظر عدم ترک، همه وضعیت‌های جوشکاری به جز درز جوش عمودی	پوشش بازی، تیتانیوم دی اکسید	RB
قطره‌ای متوسط، برای درز جوش عمودی هم مناسب است	پوشش سلولزی، تیتانیوم دی‌اکسید	RC
کاربرد همه جانبه، درزهای ظریف پولکی، مقاومت خوب به پوسته شدن، برای همه وضعیت‌های جوشکاری به جز درز جوش عمودی	پوشش ضخیم، تیتانیوم دی‌اکسید	RR

الکترودها و طراحی درز جوش‌های جوشکاری برقی

کاربرد خواص	قابل استفاده برای فولادها	مشخصه طبق DIN EN 499[1]
برای جوشکاری ورق‌های نازک، مثلا بدنه خودرو، پر کردن خوب فاصله‌ها	S185… S275,DC01,DC03,DC04	E 35 Z A 13
درزهای محیطی لوله، مناسب برای ریشه درز، مغز درز و روی درز	S235,S275,P235,P355,L210…L 360	E 35 2 C 25
برای جوشکاری ورق‌های نازک، پوسته‌های سبک، شلاکه با قابلیت برطرف کردن آسان	S185…S235,P235,P23GH…P2 65GH	E 35 A R 12
کاربرد عمومی، درز جوش‌های براق بدون ترک، شلاکه‌ها گاهی خودبه خود آزاد می‌شود	S185…S355,P235,P265, GP240R	E 38 0 RC 11
کاربرد عمومی، درز جوش‌های براق بدون ترک، شلاکه‌ها گاهی خودبه خود آزاد می‌شوند.	S185…S355,P235GH, P265GH,P235…P355	E 42 0 RC 11
برای ورق‌ها و پروفیل‌ها، پوسته‌های سبک، درز جوش‌های براق بدون ترک	S185…S355,P235GH, P265GH,P235	E 42 A RR 12
لوله‌کشی‌ها و مخازن، درز جوش‌های تمیز و بدون ترک، شلاکه‌ها به راحتی آزاد و جدا می‌شوند	S185…S355,P235,P265 P235GH…P295GH, GP240R	E 38 2 RB 12
الکترودهای توان بالا، درز جوش‌های خیلی برای بدون ترک، شلاکه‌ها به راحتی جدا می‌شوند	S185…S355,P235GH, P265GH,P295GH	E 38 2 RA 73
الکترودهای توان بالا برای درزهای لب‌به‌لب و گوشه، درزهای براق بدون ترک	S185…S355,P235GH, P265GH,P295GH,GP240R	E 42 0 RR 53
برای اتصالات بدون ترک و چقرمه، همچنین برای فولادهای با کربن تا ٪۰/۴	S185…S355,E295,E355, P25…P295,L210…L360	E 42 5 B 42 H 10
برای اتصالات بدون ترک و چقرمه، همچنین برای فولادهای با کربن تا ٪۰/۴ مقاوم به پیرسختی	S185…S355,P235GH, P265GH, P295GH,P235…P355	E 42 3 B 42 H 10

طراحی درز جوش V شکل در جوشکاری برقی

ضخامت درز a mm	شکاف s mm	تعداد و نوع وضعیت[2]	ابعاد الکترود D × l mm	مصرف ویژه الکترود Z_s قطعه/m	وزن درز گرده جوش	
					بسته به نوع وضعیت m_s g/m	کل m g/m
4	1	1W	3.2 × 450	3	75	155
		1D	4 × 450	2	80	
5	1.5	1W	3.2 × 450	4	100	210
		1D	4 × 450	2.9	110	
6	2	1W	3.2 × 450	4	100	285
		1D	4 × 450	4.7	185	
8	2	1W	3.2 × 450	4	100	460
		1F	4 × 450	3.7	145	
		1D	5 × 450	3.5	215	
10	2	1W	3.2 × 450	4	100	675
		1F	4 × 450	4	195	
		1D	5 × 450	6.2	380	

۱. سازندگان الکترود برای هر الکترودی طبق DIN EN 499 انواع مختلفی عرضه می‌کنند که ترکیب و محدوده کاربرد آنها با هم فرق می‌کند.

۲. W ریشه درز، F مغز درز، D روی درز

طراحی درز جوش برای درزهای گوشه در جوشکاری برق						
3	-	1	3.2 × 450	3.2	80	80
4	-	1	4 × 450	3.6	140	140
5	-	3	3.2 × 450	8.6	215	215
6	-	3	4 × 450	8	310	310
8	-	1W	4 × 450	3	120	550
		2D	5 × 450	7	430	
10	-	1W	4 × 450	3	120	865
		4D	5 × 450	12.3	745	
12	-	1W	4 × 450	3	120	1245
		4D	5 × 450	18.5	1125	

مصرف الکترود در جوشکاری برقی

تعداد الکترود

$$i = \frac{V_s}{V_E}$$

حجم گرده جوشکاری

$$V_s = A.L$$

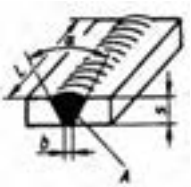
سطح مقطع گرده درز گوشه

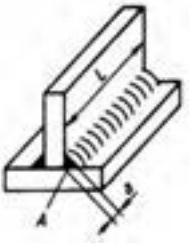
$$A = a^2$$

سطح مقطع گرده درز V

$$A = s\,(C.s+b)$$

D	قطر الکترود :	A	سطح مقطع گرده:
L	طول الکترود:	C	ضریب ثابت شکل:
L	طول درز:	A	ضخامت درز:
V_s	حجم گرده جوشکاری:	S	ضخامت ورق:
V_E	حجم مفید الکترود:	b	پهنای ریشه درز:
i	تعداد الکترود:	α	زاویه دهانه:





مثال : در جوشکاری درز V شکل با الکترود 350 × 2.5 و s= 6mm, $\alpha = 60^{\circ}$ ،b= 1mm ،L=1300mm :

مطلوب است : i, V_s ,A

A=s. (C.s+b)=s (0.85. s +b) = 6mm. (0,85.6mm+1mm)=26.88mm^2

Vs = A.L = 26.88 mm^2. 1300mm=3494 mm^2

$$i = \frac{V_s}{V_E} = \frac{3494mm^3}{1570mm^3} = 2.2$$

ضریب ثابت شکل C	حجم الکترود V_E								
C	زاویه دهانه α	ابعاد الکترود طبق DIN 1913 T1 به mm d ×l							
0.58	60°	1.5×200	2.0×250	2.5×350	3.2×350	4.0×350	5.0×450	6.0×450	
1	90°	300	690	1570	2575	4220	8245	11875	V_E به mm^3

▪ سوراخکاری

مته های فولادی تندبر

مته‌های از جنس فولادهای تندبر (HSS)	طبق DIN 1414-1 (1998-06)

زاویه راس	زاویه مارپیچ	کاربرد	نوع	
118°	30° ... 40°	کاربرد عمومی برای مواد تا R_m =1000N/mm² مثلا فولادهای- سازه‌ای – کربوره و... بهسازی	N	
118°	13° ... 19°	سوراخکاری فلزات غیرآهنی ترد و براده کوتاه و مواد مصنوعی، مثلا آلیاژهای PMMA,CuZn (بلکسی گلاس)	H	
130°	40° ... 47°	سوراخکاری فلزات غیرآهنی نرم و براده بلند و مواد مصنوعی، مثلا آلیاژهای PA,Cu,Mg (پلی آمید) و PVC	W	

مقادیر مرجع برای سوراخکاری با مته‌های از جنس HSS

جنس قطعه کار		سرعت براده برداری	قطر مته d به mm				
گروه جنس	استحکام کششی R_m به N/mm² یا سختی HB	V_c m/min	2...3	>3...6	> 6...12	>12...25	>25...50
			پیشروی f به دور /mm				
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	40	0.05	0.10	0.15	0.25	0.35
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	20	0.04	0.08	01.0	0.15	0.20
فولادهای زنگ نزن	$R_m \geq 800$	12	0.03	0.06	0.08	0.12	0.18
چدن خاکستری، چکش خوار	≤250 HB	20	0.10	0.20	0.30	0.40	0.60
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	45	0.10	0.20	0.30	0.40	0.60
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	60	0.10	0.15	0.30	0.40	0.60
ترموپلاست‌ها	-	50	0.10	0.15	0.30	0.40	0.60
دوروپلاست‌ها	-	25	0.05	0.10	0.18	0.27	0.35

مقادیر مرجع برای سوراخکاری با مته‌های الماسه

جنس قطعه کار		سرعت براده برداری	قطر مته d به mm				
گروه جنس	استحکام کششی R_m به N/mm^2 یا سختی HB	V_c m/min	2...3	>3...6	> 6...12	>12...25	>25...50
			پیشروی f به دور /mm				
فولادها، استحکام پایین	$R_m \leq 800$	90	0.05	0.10	0.15	0.25	0.40
فولادها، استحکام بالا	$R_m > 800$	80	0.08	0.13	0.20	0.30	0.40
فولادهای زنگ نزن	$R_m \geq 800$	40	0.08	0.13	0.20	0.30	0.40
چدن خاکستری، چکش خوار	≤250 HB	100	0.10	0.15	0.30	0.45	0.70
آلیاژهای Al	$R_m \leq 350$	180	0.15	0.25	0.40	0.60	0.80
آلیاژهای Cu	$R_m \leq 500$	200	0.12	0.16	0.30	0.45	0.60
ترموپلاست‌ها	-	80	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40
دوروپلاست‌ها	-	80	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40

مقادیر مرجع در شرایط متغیر

مقادیر مرجع برای سرعت براده برداری و پیشروی برای شرایط میانگین صادق است:

•عمر حدود ۳۰ min •استحکام قطعه کار: متوسط •عمق سوراخکاری<d× ۵ •مته کوتاه

مقادیر مرجع در:

• شرایط مناسب افزایش می‌یابد. • شرایط نامناسب کاهش می‌یابد.

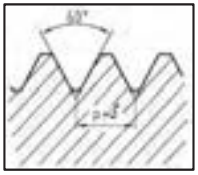
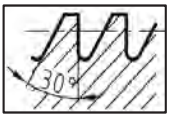
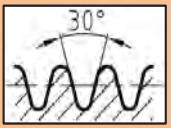
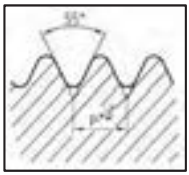
مشکلات و روش‌های رفع آنها در سوراخکاری

	لرزش	عمر کوتاه	سوراخ گرد نیست	خرد شدن و پریدن لبه‌های برش	تجمع براده در شیار براده	گیر کردن سوراخ	سایش روی قطر خارجی	نوک مته خراب شده است
کنترل هندسه لبه‌های برش				•		•	•	•
افزایش هدایت مواد روغنکاری و خنک کاری		•			•			
پیشروی را کاهش دهید	⇓		⇓		⇓	⇓		
سرعت پیشروی را بیشتر کنید				⇑	⇑			
طول آزاد (بیرون مته گیر) را کاهش دهید	•	•			•		•	•
مقادیر براده برداری را کنترل کنید	•	•			•	•	•	•
نوع ویدیا را کنترل کنید		•		•			•	•

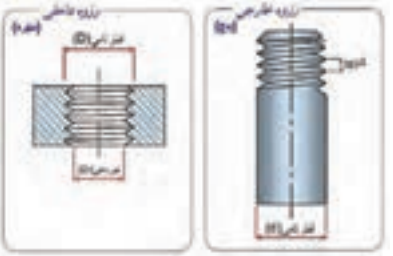
▪ پیچ‌ها

انواع رزوه ها

جدول علائم اختصاری، کاربرد و نام دنده ها

رزوه‌های راست‌گرد یک راهه (نخه)				DIN 202 (1999-11)	
حروف مشخصه و مفهوم آن		کاربرد	اندازه قطر نامی(mm)		فرم پروفیل رزوه
			تا	از	
(رزوه متریکی بر اساس استاندارد ISO)	M	ساخت پیچ و مهره در صنایع ظریف و دقیق مانند ساعت سازی	0.9	0.3	
		برای مصارف عمومی	68 (دنده خشن)	1 (دنده خشن)	
			1000 (دنده ظریف)	1 (دنده ظریف)	
		پیچ با بدنه کششی	180	12	
		پیچ‌های درپوش و روغن خور	60	6	
رزوه دوزنقه (ISO متریکی)	Tr	پیچ‌های حرکتی برای انتقال حرکت و قدرت	300	8	
(رزوه اره‌ای)	S	مصارف عمومی و انتقال حرکت	640	10	
(رزوه گرد)	Rd	برای مصارف عمومی	200	8	
		انتقال و جابجایی نسبتاً زیاد	300	10	
رزوه لوله استوانه‌ای	G	برای مصارف غیر آببندی	6in	$\frac{1}{8}in$	
رزوه ویتورث	W	اتصالات پیچ و مهره	$3\frac{1}{2}\ in$	$\frac{1}{4}in$	

رزوه‌های معمولی و دندانه ریز متریک (M)



d=D : قطر نامی رزوه

P : گام

$d_3 = d - (1.2269 \times P)$: قطر داخلی پیچ

$D_1 = d - (1.0825 \times P)$: قطر داخلی مهره

d-P = قطر مته

طبق DIN 13-1 (1999-11)				اندازه نامی رزوه معمولی (اندازه‌ها به mm)
مشخصه‌ی رزوه d=D	گام P	قطر داخلی پیچ $d_3 = d - (1.2269 \times P)$	قطر داخلی مهره $D_1 = d - (1.0825 \times P)$	قطر مته داخل مهره (d-P = قطر مته)
M1	0.25	0.69	0.73	0.75
M1.2	0.25	0.89	0.93	0.95
M 1.6	0.35	1.17	1.22	1.25
M 2	0.4	1.51	1.57	1.6
M 2.5	0.45	1.95	2.01	2.05
M 3	0.5	2.39	2.46	2.5
M 4	0.7	3.14	3.24	3.3
M 5	0.8	4.02	4.13	4.2
M 6	1	4.77	4.92	5.0
M 8	1.25	6.47	6.65	6.8
M 10	1.5	8.16	8.38	8.5
M 12	1.75	9.85	10.11	10.2
M 16	2	13.55	13.84	14
M 20	2.5	16.93	17.29	17.5
M 24	3	20.32	20.75	21
M 30	3.5	25.71	26.21	26.5
M 36	4	31.09	31.67	32
M 42	4.5	36.48	37.13	37.5
M 48	5	41.87	42.59	43
M56	5.5	49.25	50.05	50.5
M 64	6	56.64	57.51	58

طبق DIN 13-2...10 (1999-11)								اندازه‌های نامی رزوه ریز (اندازه‌ها به mm)
مشخصه رزوه d×P	قطر داخلی پیچ(d_3)	قطر داخلی مهره(D_1)	مشخصه رزوه d×P	قطر داخلی پیچ(d_3)	قطر داخلی مهره(D_1)	مشخصه رزوه d×P	قطر داخلی پیچ(d_3)	قطر داخلی مهره(D_1)
M 2×0.25	1.69	1.73	M 10 ×0.25	9.69	9.73	M 24×2	21.55	21.84
M 3×0.25	2.69	2.73	M 10 ×0.5	9.39	9.46	M30×1.5	28.16	28.38
M 4×0.2	3.76	3.78	M 10 ×1	8.77	8.92	M 30 ×2	27.55	27.84
M 4×0.35	3.57	3.62	M 12 ×0.35	11.57	11.62	M36 ×1.5	34.16	34.38
M 5×0.25	4.69	4.73	M 12×0.5	11.39	11.46	M 36 × 2	33.55	33.84
M 5× 0.5	4.39	4.46	M 12 ×1	10.77	10.92	M 42×1.5	40.16	40.38
M 6×0.25	5.69	5.73	M 16×0.5	15.39	15.46	M 42 × 2	39.55	39.84
M 6 × 0.5	5.39	5.46	M 16 × 1	14.77	14.92	M 48×1.5	46.16	46.38
M 6×0.75	5.08	5.19	M 16 × 1.5	14.16	14.38	M 48 ×2	45.55	45.84
M 8×0.25	7.69	7.73	M 20 ×1	18.77	18.92	M 56×1.5	54.16	54.38
M 8×0.5	7.39	7.46	M 20 × 1.5	18.16	18.38	M 56×2	53.55	53.84
M 8×1	6.77	8.92	M 24× 1.5	22.16	22.38	M 64×2	61.55	61.84

رزوه‌های ذوزنقه‌ای (Tr)

رزوه‌های دندانه ذوزنقه‌ای ISO متریک			
d: (قطر نامی)	P: (گام)	a_c: (لقی سر رزوه)	
$d_3=d-(P+2.a_c)$: (قطر داخلی رزوه خارجی)			
$D_1=d-P$: (قطر داخلی رزوه داخلی)			

مشخصه رزوه d ×P	قطر داخلی پیچ d_3	قطر داخلی مهره D_1	لقی سر رزوه a_c
Tr 10×2	7.5	8	0.25
Tr 12×3	8.5	9	
Tr 16×4	11.5	12	
Tr 20×4	15.5	16	
Tr 24×5	18.5	19	
Tr 28×5	22.5	23	
Tr 32×6	25	26	0.5
Tr 36×6	32.5	33	
Tr 36×6	29	30	
Tr 36×10	25	26	
Tr 40×7	32	33	0.5
Tr 44×7	36	37	
Tr 48×8	39	40	
Tr 52×8	43	44	
Tr 60×9	50	51	
Tr 70×10	59	60	
Tr 80×10	69	70	
Tr 90×12	77	78	
Tr 100×12	87	88	
Tr 140×14	124	126	1

رزوه های اره ای متریک (S)

رزوه‌های اره‌ای متریک		
D=d: (اندازه نامی)		
P: (گام)		
طبق DIN 513 (1985-04)		
$d_3=d-1.736.P$: (قطر داخلی رزوه خارجی)		
$D_1=d-1.5.P$: (قطر داخلی رزوه داخلی)		
$A=0.1.\sqrt{P}$: (لقی محوری)		

مشخصه رزوه d ×P	قطر داخلی پیچ d_3	قطر خارجی مهره D_1	مشخصه رزوه d ×P	قطر داخلی پیچ d_3	قطر خارجی مهره D_1
S 12×3	6.79	7.5	S 44×7	31.85	33.5
S 16×4	9.06	10.0	S 48×8	34.12	36
S 20×4	13.06	14.0	S 52×8	38.11	40
S 24×5	15.32	16.5	S 60×9	44.38	46.5
S 25×5	19.32	20.5	S 70×10	52.64	55
S 32×6	21.58	23.0	S 80×10	62.64	65
S 36×6	25.59	27.0	S 90×12	69.17	72
S 40×7	27.85	29.5	S 100×12	79.17	82

رزوه های لوله استوانه ای(G)

رزوه‌های لوله		طبق DIN ISO 228-1			
طول مفید رزوه خارجی(≥)	تعداد دندانه در اینچ(Z)	گام P	قطر داخلی $d_1=D_1$	قطر خارجی d=D	مشخصه رزوه
6.5	28	0.91	6.56	7.72	$G\frac{1}{16}$
6.5	28	0.91	8.57	9.73	$G\frac{1}{8}$
9.7	19	1.34	11.45	13.16	$G\frac{1}{4}$
10.1	19	1.34	14.95	16.66	$G\frac{3}{8}$
13.2	14	1.81	18.36	20.96	$G\frac{1}{2}$
14.5	14	1.81	24.12	26.44	$G\frac{3}{4}$
16.8	11	2.31	30.29	33.25	G1
19.1	11	2.31	38.95	41.91	$G1\frac{1}{4}$
19.1	11	2.31	44.85	47.80	$G1\frac{1}{2}$
23.4	11	2.31	56.66	59.61	G2
26.7	11	2.31	72.23	75.18	$G2\frac{1}{2}$
29.8	11	2.31	84.93	87.88	G3
35.8	11	2.31	110.07	113.03	G4
40.1	11	2.31	135.37	138.43	G5
40.1	11	2.31	160.87	163.83	G6

رزوه‌های ویت ورث (W)

رزوه‌های ویت ورث			(غیر استاندارد)				
d=D: (قطر خارجی)			$d_1=D_1=d-1.25.P$: (قطر داخلی)				
Z : (تعداد دندانه در اینچ)			$P=\frac{25.4mm}{z}$(گام)				
تعداد دندانه در اینچ Z	قطر داخلی $d_1=D_1$	قطر خارجی d=D	مشخصه رزوه d	تعداد دندانه در اینچ Z	قطر داخلی $d_1=D_1$	قطر خارجی d=D	مشخصه رزوه d
7	27.10	31.75	1¼"	20	4.72	6.35	¼"
6	32.68	38.10	1½"	18	6.13	7.49	$\frac{5}{16}$"
5	37.95	44.45	1¾"	16	7.49	9.53	$\frac{3}{8}$"
4.5	43.57	50.80	2"	12	9.99	12.70	½"
4	49.02	57.15	2¼"	11	12.92	15.88	$\frac{5}{8}$"
4	55.37	63.50	2½"	10	15.80	19.05	$\frac{3}{4}$"
3.5	66.91	76.20	3"	9	18.61	22.23	$\frac{7}{8}$"
3.25	78.89	88.90	3½"	8	21.34	25.40	1"

انواع پیچ ها

روش نامگذاری پیچ ها

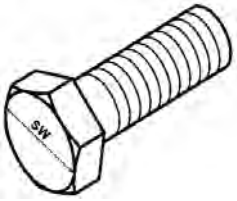
مشخصه پیچ‌ها	طبق DIN 962 (2001-11)

مثال: پیچ سرشش گوش ISO 4017 – M12 × 80 – A2-70

پیچ استوانه‌ای ISO 4762 – M10 × 55 – 8.8

- کلاس استحکام، مثلا 8.8، 10.9، A2-70، A4-70
  جنس مثلا St (فولاد)، CuZn (آلیاژ مس – روی)
- اطلاعات نامی، مثلا
  M ← رزوه متریک
  12 ← قطر نامی d
  80 ← طول l
- استاندارد مربوطه، مثلا ISO، DIN، EN، شماره برگه استاندارد
- نام

پیچ های سرشش گوش



- دنده معمولی (دنده خشن) این نوع پیچ با قطر ۱/۶ تا ۶۴ میلی‌متر تولید می‌شود.(طبق استاندارد DIN EN ISO 4017)
- دنده ریز(دنده ظریف) این نوع پیچ با قطر ۸ تا ۶۴ میلیمتر تولید می‌شود.(طبق استاندارد DIN EN ISO 8676)
- این نوع پیچ بیشترین پیچی است که در صنایع ماشین سازی، خودروسازی و تولید دیگردستگاه‌های صنعتی به کار می‌رود.
- این نوع پیچ دارای استحکام خستگی بالا می‌باشد.
- نوع دنده ریز (دنده ظریف) آن به دلیل عمق کم رزوه و گام کوچک، قابلیت بارگذاری بالاتری دارد.
- حداقل استحکام کششی 560 N/mm^2
- حداکثر استحکام کششی 1090 N/mm^2

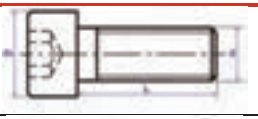
پیچ سر شش گوش با رزوه معمولی تا سرپیچ — **طبق DIN EN ISO 4017 (2001-03)**

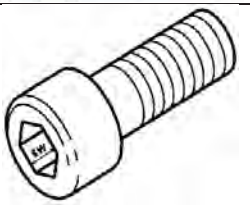
قطرنامی پیچ	d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42
اندازه آچارخور	SW	5.5	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55	65
اندازه راس تا راس	e	6	7.7	8.8	11.1	14.4	17.8	20	26.2	33	39.6	50.9	60.8	71.3
حداقل مقدار L	L	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	60	70	80
حداکثر مقدار L	L	30	40	50	60	80	100	120	200	200	200	200	200	200

پیچ‌های سر شش گوش با رزوه ظریف تا سرپیچ — **طبق DIN EN ISO 8676 (2001-03)**

قطرنامی پیچ	d	M8×1	M10×1	M12×1.5	M16×1.5	M20×1.5	M24×2	M30×2	M36×3	M42×3	M48×3	M56×4
اندازه آچارخور	SW	13	16	18	24	30	36	46	55	65	75	85
اندازه راس تا راس	e	14.4	17.8	20	26.2	33	39.6	50.9	60.8	71.3	82.6	93.6
حداقل مقدار L	L	16	20	25	35	40	40	40	40	90	100	120
حداکثر مقدار L	L	80	100	120	160	200	200	200	200	420	480	500

پیچ‌های سر استوانه‌ای آلنی با رزوه معمولی



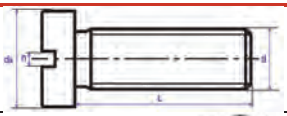


- این نوع پیچ با قطر ۱/۶ تا ۶۴ میلی‌متر تولید می‌شود.(طبق استاندارد DIN EN ISO 4762)
- این نوع پیچ در صنایع ماشین سازی و خودروسازی استفاده بیشتری دارد.
- جاگیری کم با قابلیت خزینه شدن کلگی پیچ، مزیت این نوع پیچ است.
- حداقل استحکام کششی 880 N/mm^2
- حداکثر استحکام کششی 1290 N/mm^2

پیچ‌های سر استوانه‌ای آلنی با رزوه معمولی — **طبق DIN EIN ISO 4762 (2004-06)**

قطرنامی پیچ	d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42
اندازه آچارخور	SW	2.5	3	4	5	6	8	10	14	17	19	22	27	32
اندازه قطرسرپیچ	d_k	3	4	5	6	8	10	18	24	30	36	45	54	63
حداقل مقدار L	L	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	45	45	60
حداکثر مقدار L	L	30	40	50	60	80	100	120	160	200	200	200	200	300

پیچ های سراستوانه ای با شیار تخت

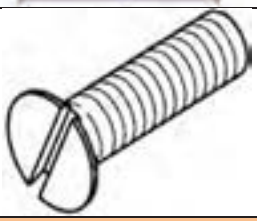


- این نوع پیچ با قطر ۱/۶ تا ۱۰ میلی‌متر تولید می‌شود.(طبق استاندارد DIN EN ISO 1207)
- این نوع پیچ در صنایع ماشین سازی و خودروسازی استفاده بیشتری دارد.
- جاگیری کم با قابلیت خزینه شدن کلگی پیچ، مزیت این نوع پیچ است.
- حداقل استحکام کششی 480 N/mm^2
- حداکثر استحکام کششی 580 N/mm^2

پیچ سر استوانه‌ای با شیار تخت — **طبق DIN EN ISO 1207 (1994-10)**

قطرنامی پیچ	d	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
ضخامت شیار	n	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5
اندازه قطرسرپیچ	d_k	3	3.8	4.5	5.5	7	8.5	10	13	16
حداقل مقدار L	L	2	3	3	4	5	6	8	10	12
حداکثر مقدار L	L	16	20	25	30	40	50	60	80	80

پیچ های سرخزینه با شیار تخت

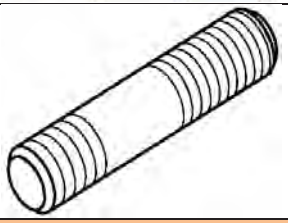


- این نوع پیچ با قطر ۱/۶ تا ۱۰ میلی‌متر تولید می¬شود.(طبق استاندارد DIN EN ISO 2009)
- کاربرد این نوع پیچ‌ها در صنایع متنوع از جمله صنایع پایین دستی ماشین سازی و تجهیزات خودروسازی استفاده می‌شود.
- نوع با شیار چهارسوی آن از نظر بستن مطمئن تر و لق شدن کم‌تر دارد.
- نوع کلگی آلنی آن قابلیت بارگذاری بالاتری دارد.
- حداقل استحکام کششی 480 N/mm^2
- حداکثر استحکام کششی 580 N/mm^2

پیچ های سرخزینه با شیار تخت — **طبق DIN EN ISO 2009 (1994-10)**

قطرنامی پیچ	d	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10
ضخامت شیار	n	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5
اندازه قطرسرپیچ	d_k	3	3.8	4.7	5.5	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
حداقل مقدار L	L	2.5	3	4	5	6	8	8	10	12
حداکثر مقدار L	L	16	20	25	30	40	50	60	80	80

پیچ‌های دوسر رزوه انطباقی

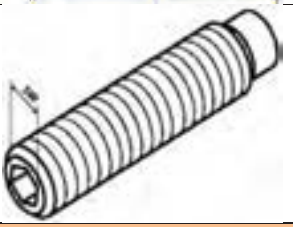


- این نوع پیچ با قطر ۳ تا ۴۸ میلی‌متر تولید می¬شود.(طبق استاندارد DIN 938)
- حداقل استحکام کششی 560 N/mm^2
- حداکثر استحکام کششی 1090 N/mm^2

پیچ‌های دوسر رزوه انطباقی — **طبق DIN 939 (1995-02)**

قطرنامی پیچ	d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
						M8×1	M10×1.25	M12×1.25	M16×1.5	M20×1.5	M24×2
حداقل مقدار L	L	20	20	25	25	30	35	40	50	60	70
حداکثر مقدار L	L	30	40	50	60	80	100	120	170	200	200

پیچ‌های مغزی سرآلنی با دنباله پینی



- این نوع پیچ با قطر ۱/۶ تا ۲۴ میلی‌متر تولید می‌شود.(طبق استاندارد DIN EN ISO 4028)
- کاربرد این نوع پیچ‌ها در تحمل تنش فشاری و ثابت نگه‌داشتن فاصله بین قطعات و تثبیت موقعیت آن‌هاست.
- تثبیت موقعیت اهرم‌ها، بوش‌های یاتاقان و توپی‌ها مثال‌هایی از کاربرد این نوع پیچ است.
- **این نوع پیچ‌ها برای انتقال توان گشتاور پیچشی مانند اتصالات محور و توپی مناسب نیست.**

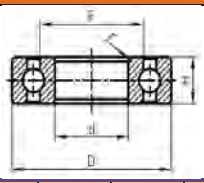
پیچ‌های مغزی سرآلنی با دنباله پینی

طبق DIN EN ISO 4028 (2003-05)

قطرنامی پیچ	d	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
اندازه آچارخور	SW	0.9	1.3	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10
اندازه راس تا راس	e	1	1.5	1.7	2.3	2.9	3.4	4.6	5.7	6.9	9.1	11.4
حداقل مقدار L	L	2.5	3	4	5	6	8	8	20	12	16	20
حداکثر مقدار L	L	10	12	16	20	25	30	40	50	60	60	60

▪ یاتاقان غلتشی

جدول مشخصات یاتاقان‌های غلتشی استاندارد



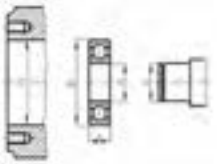
نشانه	قطر سوراخ داخلی یاتاقان	قطر خارجی یاتاقان	ضخامت یاتاقان	نشانه	قطر سوراخ داخلی یاتاقان	قطر خارجی یاتاقان	ضخامت یاتاقان	نشانه	قطر سوراخ داخلی یاتاقان	قطر خارجی یاتاقان	ضخامت یاتاقان
	d	D	H		d	D	H		d	D	H
6000	10	26	8	6200	10	30	9	6300	10	35	11
6001	12	28	8	6201	12	32	10	6301	12	37	12
6002	15	32	9	6202	15	35	11	6302	15	42	13
6003	17	35	10	6203	17	40	12	6303	17	47	14
6004	20	42	12	6204	20	47	14	6304	20	52	15
6005	25	47	12	6205	25	52	15	6305	25	62	17
6006	30	55	13	6206	30	62	16	6306	30	72	19
6007	35	62	14	6207	35	72	17	6307	35	80	21
6008	40	68	15	6208	40	80	18	6308	40	90	23
6009	45	75	16	6209	45	85	19	6309	45	100	25
6010	50	80	16	6210	50	90	20	6310	50	110	27
6011	55	90	18	6211	55	100	21	6311	55	120	29
6012	60	95	18	6212	60	110	22	6312	60	130	31
6013	65	100	18	6213	65	120	23	6313	65	140	33
6014	70	110	20	6214	70	125	24	6314	70	150	35
6015	75	115	20	6215	75	130	25	6315	75	160	37
6016	80	120	22	6216	80	140	26	6316	80	170	39
6017	85	130	22	6217	85	150	28	6317	85	180	41
6018	90	14	24	6218	90	160	30	6318	90	190	43
6019	95	145	24	6219	95	170	32	6319	95	200	45
6020	100	150	24	6220	100	180	34	6320	100	215	47

بررسی وضعیت محور و یاتاقان

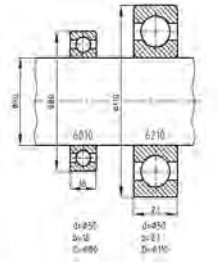
برای انتخاب یک بلبرینگ مناسب دو متغیر مهم را باید در نظر داشت:

۱) قطر نشیمنگاه بلبرینگ که برابر است با قطر خارجی بلبرینگ(D)

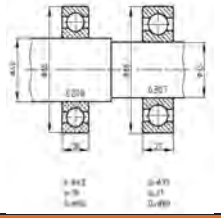
۲) قطر محوری که داخل بلبرینگ قرار می‌گیرد که برابر است با قطر داخلی بلبرینگ(d)



- در طراحی و استفاده از بلبرینگها با توجه به مقدار بار اعمال شده بر محور، نوع بار(محوری یا شعاعی) و تعداد دوران مورد نیاز محور بلبرینگ مناسب را انتخاب می‌کنیم.
- اگر محور یکنواخت باشد اما نشیمنگاه‌ها برابر نباشند، می‌توانیم از بلبرینگ‌هایی با قطر داخلی یکسان اما قطر خارجی متفاوت استفاده نماییم.



- اگر محور یکنواخت نباشد اما نشیمنگاه‌ها برابر باشند، می‌توانیم از بلبرینگ‌هایی با قطر داخلی متفاوت اما قطر خارجی یکسان استفاده نماییم.

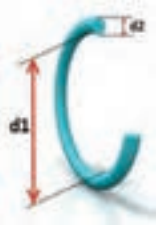


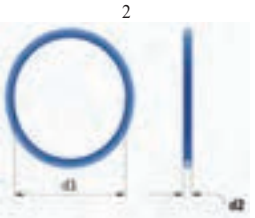
مفهوم علایم حک شده بر روی یاتاقان های غلتشی

مثال عملی برای مفهوم علایم حک شده

▪ آب بندها

اُرینگ‌ها





d_1:قطر داخلی رینگ	18	20	25	28	30	40	45	50	53	56	58	60	63	67	69	71	75	80
d_2:قطر حلقه‌ی بدنه‌ی رینگ	d_2=2.65					d_2=3.55												
	d_2=3.55					d_2=5.3												

▪ فنرها

فنرهای فشاری

- فنرهای فشاری به سه صورت در مکانیزمها مورد استفاده قرار می‌گیرند:
  ۱) بصورت مستقل : مانند فنر لول ماشین
  ۲) همراه با یک میله (محور) داخل آن
  ۳) داخل یک استوانه بعنوان نشیمنگاه (جلد راهنما)
- نام فنرها به این صورت نوشته می‌شود: $d\times D_m\times L_0$
- تعداد کل حلقه‌ها دو عدد بیشتر از i_f ساخته می‌شود.

(۱)

(۲)

قطر مفتول فنر	قطر متوسط فنر	قطر میله داخلی فنر	قطر نشیمنگاه (جلد راهنما) فنر	بیشترین نیروی قابل اعمال بر فنر برحسب N	i_f=5.5(تعداد حلقه مؤثر)			i_f=8.5(تعداد حلقه مؤثر)		
					طول اولیه فنر	طول جابجایی فنر	ضریب ثابت فنر	طول اولیه فنر	طول جابجایی فنر	ضریب ثابت فنر
d	D_m	D_d	D_h	F_n	L_0	S_n	k	L_0	S_n	k
1	12.5	10.8	14.4	22	36.5	23.1	0.95	55.5	36.1	0.61
	8	6.5	9.6	33.2	19.0	8.9	3.61	28.5	14.2	2.33
	5	3.6	6.5	43.8	12.0	3.0	14.8	17.0	4.4	9.57
1.6	20	17.5	22.6	84.9	73.5	55.9	36.1	110	84.5	0.99
	12.5	10.3	14.7	135	36.0	21.9	14.2	53.5	33.4	4.0
	8	5.9	10.1	212	21.5	8.9	4.4	31.5	13.6	15.4
2	2	22.0	28.0	128	88.5	67.1	84.5	135	104	1.23
	16	13.4	18.6	198	45.0	27.3	33.4	68.0	42.5	4.69
	10	7.5	12.5	318	26.5	10.9	13.6	38.5	16.5	19.2
2.5	32	28.3	36.0	182	110	82.1	2.22	170	129	1.43
	25	21.6	28.4	233	74.5	50.5	4.64	115	80.2	3.0
	20	16.8	32.2	292	54.0	32.1	9.05	81.5	50.0	5.86
	16	12.9	19.1	365	41.0	20.5	17.7	61.0	31.7	11.5
3.2	40	35.6	44.6	288	125	95.3	3.03	190	148	1.96
4	32	27.6	36.5	361	88.5	61.1	5.92	135	96.2	3.82
	25	21.1	28.9	461	63.5	37.2	12.4	94.5	57.4	8.0
	20	16.1	23.9	577	49.5	23.6	24.2	74.0	36.9	15.7
	50	44.0	56.0	427	150	111	3.79	230	175	2.45
	40	34.8	45.2	533	105	69.9	7.41	160	110	4.79
4	32	27.0	37.0	666	79.5	46.2	14.4	120	72.8	9.35
	25	20.3	29.7	852	60.5	28.3	30.3	89.5	43.5	19.6
5	63	56.0	70.0	623	180	135	4.63	275	210	2.99
	50	43.0	57.0	785	130	86.8	9.25	195	133	5.98
	40	34.0	46.0	981	95.5	54.5	18.1	140	81.6	11.7
	32	26.0	38.0	1226	75.0	34.8	35.5	110	52.5	22.9
6.3	80	71.0	89.0	932	220	160	5.70	335	250	3.69
	63	55.0	71.5	1177	155	99.0	11.7	235	155	7.55
	50	42.0	58.0	1481	115	62.0	23.3	175	100	15.1
	40	32.6	47.5	1854	90.0	39.7	45.6	135	63.2	29.5
8	100	89.0	111	1413	260	187	7.58	390	286	4.9
	80	69.0	91.0	1766	180	111	14.8	285	186	9.58
	63	53.0	73.0	2237	140	74.0	30.3	205	112	19.6
	50	40.5	60.0	2825	110	46.8	60.8	160	70.0	39.2

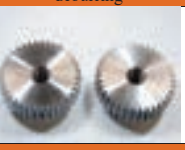
فنرهای کششی

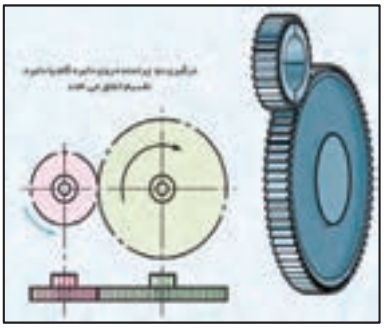
- اگر به فنری بیشتر از نیروی F_n، نیرو وارد شود دیگر از قانون هوک($F = k \times x$) به صورت یک تابع خطی پیروی نمی‌کند.

قطر مفتول فنر (mm)	قطر خارجی فنر (mm)	قطر نشیمنگاه (جلد راهنما)فنر (mm)	طول اولیه فنر (mm)	بیشترین نیروی قابل اعمال بر فنر برحسب N	ضریب ثابت فنر	طول جابجایی فنر (mm)
d	D_a	D_h	L_0	F_n	k	S_n
0.20	3.00	3.50	8.6	1.26	0.036	33.37
0.25	5.00	5.70	10.0	1.46	0.039	36.51
0.32	5.50	6.30	10.0	2.71	0.140	18.85
0.36	6.00	6.90	11.0	3.50	0.173	19.23
0.40	7.00	8.00	12.7	4.06	0.165	23.67
0.45	7.50	8.60	13.7	5.31	0.207	24.41
0.50	10.00	11.10	20.0	5.40	0.078	68.79
0.55	6.00	7.10	13.9	11.66	0.606	17.78
0.63	8.60	9.90	19.9	12.13	0.276	41.15
0.70	10.00	11.40	23.6	14.13	0.239	55.78
0.80	10.80	12.30	25.1	19.10	0.355	50.36
0.90	10.00	11.70	23.0	28.59	0.934	28.49
1.00	13.50	15.40	31.4	28.63	0.545	59.22
1.10	12.00	14.00	27.8	41.95	1.181	32.98
1.25	17.20	19.50	39.8	42.35	0.533	74.25
1.30	11.30	13.50	134.0	70.59	0.322	201.60
1.40	15.00	17.50	34.9	66.08	1.596	38.00
1.50	20.00	22.70	48.9	60.54	0.603	93.72
1.60	21.60	24.50	50.2	67.40	0.726	87.38
1.80	20.00	23.20	46.0	100.90	1.819	51.70
2.00	27.00	30.50	62.8	101.20	0.907	104.00
2.20	24.00	27.80	55.6	148.00	2.425	57.02
2.50	34.50	38.90	79.7	148.50	1.056	131.33
2.80	30.00	34.70	69.8	233.40	3.257	65.85
3.00	40.00	45.10	140.0	214.20	0.587	345.31
3.20	43.20	46.60	100.0	238.40	1.451	156.13
3.60	40.00	46.00	92.1	357.10	3.735	90.38
4.00	44.00	50.60	117.0	436.30	3.019	136.43
4.50	50.00	57.60	194.0	532.30	1.613	312.74
5.00	50.00	58.30	207.0	707.90	2.541	260.12
5.50	60.00	69.30	236.0	774.50	2.094	351.72
6.30	70.00	80.00	272.0	968.50	2.258	429.00
7.00	80.00	92.00	306.0	1132.00	2.286	464.83
8.00	80.00	94.00	330.0	1627.00	4.065	370.91

▪ چرخدنده ها

چرخدنده های ساده

black oxide finish	deburring	Gear cutting	Turning
			
آبکاری (جلوگیری از زنگ زدگی)	پلیسه گیری	دنده زنی	تراشکاری



$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d}{z}$: (مدول)

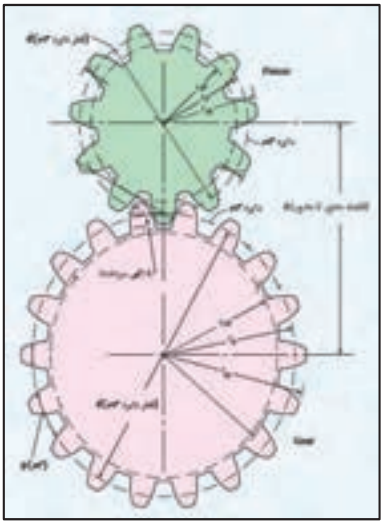
$p = \pi \times m$: (گام)

$d = m \times z$: (قطر دایره گام(تقسیم))

$z = \frac{d}{m}$: (تعداد دندانه)

$c = 0.167 \times m$: (لقی سردنده)

$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m \times (z_1 + z_2)}{2}$: (فاصله محور تا محور)



$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2}$: (نسبت انتقال)

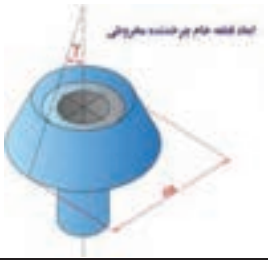
- نکته : فقط دو چرخدنده‌ای که مدولشان برابر است می‌توانند با هم درگیر شوند.
- نکته : فاصله بین یک دنده پر و یک دنده خالی، روی دایره تقسیم (دایره گام) را **گام** گویند.

سری مدول چرخ دنده های ساده (سری ۱) — **طبق DIN 780-1, -2 (1977-05)**

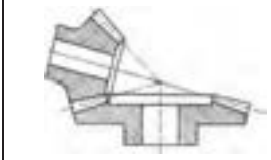
مدول	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.25
گام	0.628	0.785	0.943	1.257	1.571	1.885	2.199	2.513	2.827	3.142	3.927
مدول	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0
گام	4.712	6.283	7.854	9.425	12.566	15.708	18.850	25.132	31.416	36.699	50.265

چرخ دنده‌های مخروطی

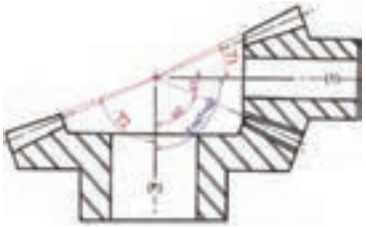
black oxide finish	deburring	Gear cutting	Turning
آبکاری (جلوگیری از زنگ زدگی)	پلیسه گیری	دنده زنی	تراشکاری

(مدول) : $m = \frac{p}{\pi} = \frac{d}{z}$	
(گام) : $p = \pi \times m$	
(تعداد دندانه) : $z = \frac{d}{m}$	
(لقی سردنده) : $c=0.1(\text{or } 0.3) \times m$	
زاویه مخروطی گام : α	
(قطر دایره گام(تقسیم)) : $d = m \times z$	
قطر دایره سر : $d_a = d + 2 \times m \times \cos\alpha$	

- دو چرخدنده مخروطی فقط در حالتی می‌توانند با یکدیگر درگیر شوند که مدول برابری داشته باشند.
- دو چرخدنده مخروطی می‌توانند با هر زاویه‌ای بین محورهایشان درگیر شوند (کمتر یا بیشتر و یا مساوی ۹۰ درجه) و به همین علت بهترین گزینه برای انتقال قدرت تحت زاویه محسوب می‌شوند.



• دو چرخدنده‌ای که باهم درگیر می‌شوند را اگر (۱) و (۲) بنامیم آنگاه روابط زیر در مورد آنها صدق می‌کند.

$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2}$: (نسبت انتقال)	
$tan_{\alpha 1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{i}$:زاویه مخروط گام چرخدنده ۱	
$tan_{\alpha 2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = i$:زاویه مخروط گام چرخدنده ۲	
$tan_{\gamma 1} = \frac{z_1 + 2 \times cos\alpha_1}{z_2 - 2 \times sin\alpha_1}$:زاویه مخروط سر چرخدنده ۱	
$tan_{\gamma 2} = \frac{z_2 + 2 \times cos\alpha_2}{z_1 - 2 \times sin\alpha_2}$:زاویه مخروط سر چرخدنده ۲	
$\Sigma = \alpha_1 + \alpha_2$: زاویه بین دو محور	

نکته :

برای خرید و یا سفارش ساخت یک چرخدنده مخروطی می‌بایست متغیرهای زیر را متناسب با پروژه تعیین کنیم:

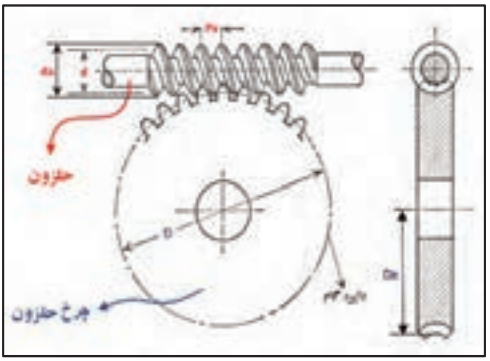
۱- زاویه بین دو محور

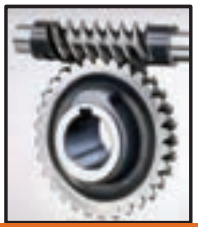
۲- نسبت انتقال قدرت (یا دوران) مورد نیاز

۳- قطر دایره سر هرکدام از چرخدنده‌ها

حلزون و چرخ حلزون

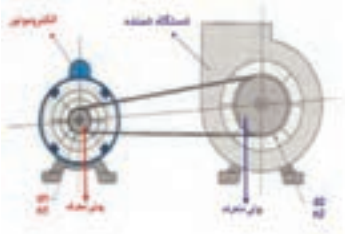
حلزون	
قطر دایره گام حلزون :	d
گام محوری حلزون :	$P_x=\pi\times m$
قطر دایره سر حلزون :	$d_a=d+(2\times m)$
چرخ حلزون	
قطر دایره گام چرخ حلزون :	$D=m\times z$
گام چرخ حلزون :	$P=\pi\times m$
قطر دایره سر چرخ حلزون :	$D_a=D+(2\times m)$





▪ چرخ تسمه ها

تعداد دور در دقیقه (برای چرخ محرک) :	n_1
تعداد دور در دقیقه (برای چرخ متحرک) :	n_2
قطر چرخ محرک :	d_1
قطر چرخ متحرک :	d_2
نسبت انتقال :	$i=\frac{n_1}{n_2}=\frac{d_2}{d_1}$



نکته

۱- چرخ را فلکه یا پولی نیز می‌نامند.(براساس نوع کاربرد و نوع طراحی)

۲- چرخ محرک یعنی چرخ ایجاد کننده حرکت.

۳- چرخ متحرک یعنی چرخی که از خود حرکت ندارد و حرکتش را از چرخ محرک(ایجاد کننده حرکت) می‌گیرد.

۴- n یعنی تعداد دوران در دقیقه که با rpm(round per minutes) مشخص می‌شود.

▪ قوانین پایه الکتروتکنیک

قانون اهم

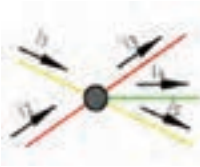
$I=\frac{U}{R} \Rightarrow 1A=1\frac{V}{\Omega}$	ولتاژ:	U
	شدت جریان:	I
	مقاومت:	R

مقاومت سیم

$R=\frac{\rho.l}{A}, \frac{l}{\kappa.A} \Rightarrow [\kappa]=\frac{m}{\Omega.mm^2}$	مقاومت هادی:	R
	سطح مقطع:	A
$\kappa=\frac{1}{\rho} \Rightarrow [\rho]=\frac{\Omega.mm^2}{m}$	طول هادی:	l
	قابلیت رسانایی:	κ
$1\frac{\Omega.mm^2}{m}=10^{-4}\,\Omega m=10^{-4}\,\Omega cm$	مقاومت ویژه:	ρ
$[\rho]=\Omega.m$	در عایق ها و نیمه هادی ها:	

قانون گره (قانون اول کیرشهف)

$\sum I_{ZU}=\sum I_{ab}$	شدت جریان‌های ورودی:	I_1, I_2
$I_1+I_2=I_3+I_4+I_5$	شدت جریان‌های خروجی:	I_1,I_2,I_3
	مجموع شدت جریان‌های ورودی:	$\sum I_{ZU}$
	مجموع شدت جریان‌های خروجی:	$\sum I_{ab}$



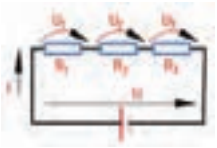
قانون حلقه (قانون دوم کیرشهف)

$\sum E=\sum U_{verber}$	ولتاژ منابع(E):	E_1, E_2
$E_1+E_2=U_1+U_2+U_3$	ولتاژ مصرف کننده‌ها(U_{verbr}):	U_1, U_2, U_3
	مجموع ولتاژمنابع:	$\sum E$
	مجموع ولتاژمصرف کننده ها:	$\sum U_{verber}$

▪ مدار و مقاومت‌ها

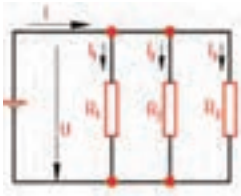
مدار سری مقاومت‌ها

• مجموع ولتاژ دو سر هر عنصر همان ولتاژ کل است. $E = U_1 + U_2 + U_3$ $R_T = R_1+R_2+R_3$	مقاومت معادل (مقاومت کل):	R_T
	تک تک مقاومت‌ها:	R_1,R_2,R_3
	ولتاژ کل:	E یا U
	ولتاژ تک‌تک مقاومت‌ها:	U_1,U_2,U_3
	شدت جریان:	I
	تعداد مقاومت‌های یکسان:	n



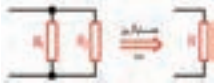
مدار موازی مقاومت‌ها

• مجموع جریان عناصر همان جریان کل است. $I=I_1+I_2+I_3$ $G=G_1+G_2+G_3$ $\frac{1}{R_T}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\cdots$ $\frac{I_1}{I_3}=\frac{R_2}{R_1}\quad \frac{I_1}{I_3}=\frac{R_3}{R_1}$	مقاومت معادل (مقاومت کل):	R
	تک تک مقاومت‌ها:	R_1,R_2,R_3
	جریان کل:	U
	جریان عناصر:	I_1,I_2
	ولتاژ:	E یا U
	رسانایی:	G
	تک تک رسانایی‌ها:	G_1,G_2
• برای n مقاومت یکسان : $R=\frac{R_1}{n}$	تعداد مقاومت‌های یکسان:	n



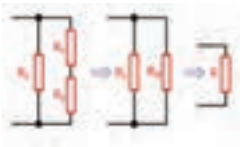
مدار موازی دو مقاومت

$R=\frac{R_1.R_2}{R_1+R_2}$	مقاومت معادل:	R
	مقاومت‌های موازی:	R_1, R_2



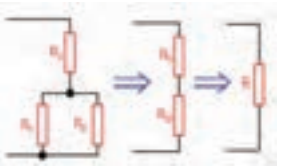
مدار گسترده موازی

$R = \frac{R_1.(R_1+R_2)}{R_1+R_2+R_3}$	مقاومت معادل:	R
	تک تک مقاومت‌های سری:	R_1 R_2
	مقاومت معادل R_1 R_2:	R_{12}
	مقاومت تکی موازی R_{12}:	R_3



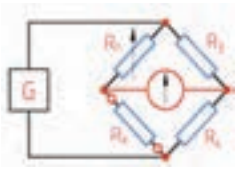
مدار گسترده سری

$R = R_3 + \frac{R_1.R_2}{R_1+R_2}$	مقاومت معادل:	R
	تک تک مقاومت‌های موازی:	R_1 R_2
	مقاومت معادل R_1 R_2:	R_{12}
	مقاومت تکی سری R_{12}:	R_3



پل اندازه گیری مقاومت

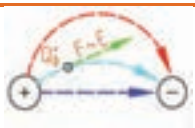
• شرط تعادل: $\frac{R_x}{R_n}=\frac{R_4}{R_3}$ $R_x = R_n.\frac{R_4}{R_3}$	مقاومت مجهول :	R_x
	مقاومت مقایسه:	R_n
	مقاومت پل:	R_3,R_4



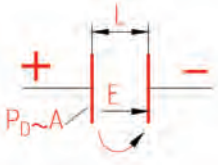
▪ کار الکتریکی و توان الکتریکی

کار الکتریکی		
$W= U.I.t \Rightarrow [W]= V.A.s = W_s =J$ $W= P.t \Rightarrow 1J = 1\ W_s = 1Nm$ $W = U.Q \Rightarrow 1kWh = 3.6.\ 10^6\ W_s$	کار الکتریکی W ولتاژ U جریان I مدت زمان t بار الکتریکی Q توان الکتریکی P	
توان الکتریکی (توان جریان مستقیم)		
$P= U.I \Rightarrow [P]= V.A =VA = W=\frac{J}{s}$ $P = \frac{W}{T} \Rightarrow 1W= 1\frac{Nm}{s} = 1\frac{J}{s}$ $P = \frac{U^2}{R}$ $P = I^2.R$	ولتاژ U جریان I مقاومت R توان الکتریکی P کار الکتریکی W	
تعیین توان با کنتور		
$P = \frac{n}{c_z} \Rightarrow [P] = \frac{\frac{1}{h}}{\frac{1}{kWh}} = kW$	توان الکتریکی P ثابت کنتور C_z تعداد دوران چرخ کنتور در ساعت n	

▪ شدت میدان الکتریکی

$E = \frac{F}{Q_0} \Rightarrow [E] = \frac{N}{C} = \frac{N}{As} = \frac{V}{m}$	شدت میدان الکتریکی E بار الکتریکی در میدان Q_0 نیروی روی بار Q_0 F	

▪ خازن

$C= \frac{Q}{U} \Rightarrow [C] = \frac{As}{V} = F$ $W = \frac{1}{2}C.U^2 \Rightarrow [W]= Vas = J$ $E = \frac{U}{l} \Rightarrow [E] = \frac{V}{m} = \frac{N}{As}$ $C = \varepsilon.\frac{A}{l} \Rightarrow [C] = \frac{As.m^2}{Vm.m} = F$ $\varepsilon = \varepsilon_r.\varepsilon_0 \Rightarrow [\varepsilon] = \varepsilon_0 = \frac{As}{V} = \frac{F}{m}$ $\sigma = \frac{Q}{A} \Rightarrow [\sigma] = \frac{As}{m^2}$ $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \Rightarrow [E] = \frac{As.Vm}{m^2.As} = \frac{V}{m}$ $F= \frac{1}{2}.\varepsilon.\frac{U^2}{l^2}.A \Rightarrow [F] = \frac{As.V^2}{Vm} = N$	ظرفیت C بار ذخیره شده Q ولتاژ روی خازن U انرژی ذخیره شده W شدت میدان الکتریکی بین صفحات E ولتاژ الکتریکی بین صفحات U ظرفیت C فاصله صفحات l سطح موثر صفحات A (سطح مقطع میدان) ثابت دی الکتریک ε ثابت دی الکتریک خلأ ε_0 چگالی بار سطحی σ بار روی صفحات Q نیروی بین صفحات خازن F	

▪ کمیت‌های مغناطیسی

آمپر دور

$\theta = I.N \Rightarrow [\theta] = A$	آمپر دور θ شدت جریان I تعداد دور سیم پیچ	

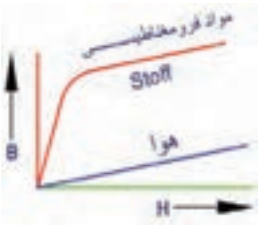
شدت میدان

$H = \frac{\theta}{l_m} \Rightarrow [H] = \frac{A}{M}$ $H = \frac{I.N}{l_m}$	شدت میدان مغناطیسی H آمپر دور θ شدت جریان I تعداد دور سیم پیچ N طول متوسط خطوط میدان l_m	

چگالی شار مغناطیسی

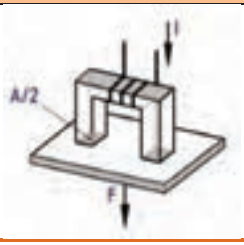
$B=\frac{\Phi}{A} \Rightarrow [\Phi] = Vs = Wb$ $[B] = \frac{Vs}{m^2} = T$	چگالی شار مغناطیسی B شار مغناطیسی Φ مساحت سطح مقطع A	

چگالی شار مغناطیسی و شدت جریان

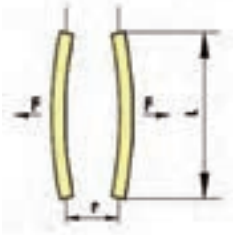
$B = \mu.H$ $\mu = \mu_0.\mu_r$ • میدان در مواد فرو مغناطیسی: $\mu_0 = 1$ $[\mu] = \frac{Vs}{Am} = \frac{H}{m}$ $[\mu_0] = [\mu]$ $[H] = \frac{A}{m}$ $[B] = \frac{Vs}{m^2} = T$	چگالی شار مغناطیسی B شدت میدان مغناطیسی H ثابت گذردهی μ ثابت گذردهی خلأ μ_0 ضریب گذردهی نسبی μ_r میدان در هوا و مواد غیر فرومغناطیس $\mu=1$	

مقاومت مغناطیسی

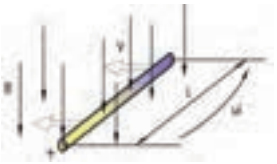
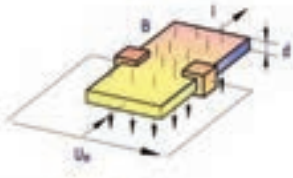
$R_m = \frac{\theta}{\Phi}$ $R_m = \frac{l_m}{\mu_0.\mu_r.A}$ $R_m = \frac{A}{Vs} = \frac{1}{H} = \frac{1}{\Omega s}$	مقاومت مغناطیسی R_m آمپر دور θ شار مغناطیسی Φ طول متوسط خطوط میدان l ثابت گذردهی خلأ μ_0 ضریب گذردهی نسبی μ_r مساحت سطح مقطع	

رسانایی مغناطیسی		
$A=\frac{1}{R_m}$ $[B]=\frac{Vs}{A}=H=\Omega s$	رسانایی مغناطیسی A مقاومت مغناطیسی R_m	
نیروی گیرنده مغناطیس الکتریکی		
$[F]=\frac{B^2.A}{2.\mu_0}$ $[F]=\frac{T^2.m^2}{\frac{Vs}{Am}}=\frac{VAs}{A}=\frac{Nm}{m}=N$	نیروی گیرنده F چگالی شار مغناطیسی B سطح موثر (سطح کل قطبها) A ثابت گذردهی خلأ μ_0	

▪ نیروهای مغناطیسی میدان

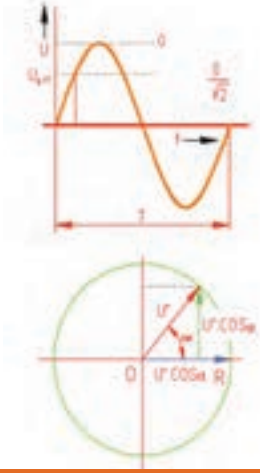
نیرو بر سیم هادی جریان در میدان مغناطیسی		
F= B.I.l.z • در سیم پیچ گردان I = 2.N $[F]=\frac{Vs}{m^2}.A.m=\frac{Ws}{m}=\frac{Nm}{m}=N$	نیرو F چگالی شار مغناطیسی B طول رسانا در میدان مغناطیسی l شدت جریان I تعداد رسانا در میدان z تعداد دور سیم پیچ N	
نیرو بین دو سیم موازی		
$F=\frac{\mu_0.I_1.I_2.l}{2\pi.r}$ $[F]=\frac{Vs.A^2.m}{Am.m}=\frac{Nm}{m}=N$ $\mu_0=1.257.10^{-6}\frac{Ws}{Am}$	نیروی بین دو سیم F شدت جریان در رسانای 1 I_1 شدت جریان در رسانای 2 I_2	

▪ القاء

u_i=-N.$\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t} \Rightarrow [u_i] = \frac{Vs}{s} = V$	ولتاژ القا شده u_i تغییرات شار $\Delta\emptyset$ مدت زمان تغییرات Δt تعداد دور سیم پیچ N	
u_i=B.l.v.z $\Rightarrow [u_i] = \frac{Vs}{m^2}.m.\frac{m}{s} = V$	ولتاژ القا شده u_i چگالی شار مغناطیسی B طول مؤثر رسانا l سرعت v تعداد رسانا z	
$u_i = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ $L = \frac{N.\Phi}{I} \Rightarrow [L] = \frac{Vs}{A} = H$ $L = \mu.N^2\frac{A}{I_m}$ $L = N^2.\Lambda$ $\tau = \frac{L}{R}$ t= 5. τ_m	ولتاژ القا شده u_i خود القایی L تغییرات جریان ΔI مدت زمان تغییرات Δt تعداد دور سیم پیچ N شار مغناطیسی Φ شدت جریان I ثابت گذردهی μ مساحت سطح مقطع سیم پیچ A طول متوسط خطوط میدان I_m رسانای مغناطیسی Λ مقاومت واقعی مدار سیم پیچ R ثابت زمانی τ مدت زمان برای افزایش جریان در روشن کردن t	
W= $\frac{1}{2}.L.I^2 \Rightarrow [W] = \frac{Vs}{A}.A^2 = Ws = J$	انرژی W خود القایی L شدت جریان I	
$U_H = \frac{R_H.I.B}{d} \Rightarrow [R_H] = \frac{m^3}{As}$	ولتاژ هال U_H شدت جریان I ثابت هال (معکوس چگالی بار) R_H چگالی شار مغناطیسی B ضخامت صفحه هال d	
$[U_H] = \frac{m^3}{As}.A.\frac{Vs}{m^2}.\frac{1}{m} = V$		

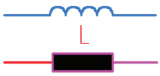
▪ کمیت‌های اصلی جریان متناوب

فرکانس، فرکانس زاویه‌ای، طول موج، مقدار لحظه‌ای، مقدار قله، مقدار مؤثر

$f=\frac{1}{T} \Rightarrow [f]=\frac{1}{s}=Hz$ $\lambda=\frac{c}{f} \Rightarrow [\omega]=\frac{1}{s}$ برای شکل سینوسی: $\omega=2\pi.f \quad \alpha=\omega.t$ $i=\hat{\imath}.\sin\alpha \quad u=\hat{u}.\sin\alpha$ $u=\hat{u}.\sin(\omega t) \quad i=\hat{\imath}.\sin(\omega t)$ $\hat{u}=\sqrt{2}.U_{eff} \quad \hat{\imath}=\sqrt{2}.I_{eff}$ $f=p.n$	فرکانس f دوره تناوب T فرکانس زاویه ای ω زاویه α مدت زمان t طول موج λ سرعت انتشار امواج c مقدار لحظه‌ای ولتاژ u مقدار قله ولتاژ $\hat{u}$ مقدار موثر ولتاژ U,U_{eff} مقدار لحظه‌ای جریان i مقدار قله جریان $\hat{\imath}$ مقدار موثر جریان I,I_{eff} تعداد زوج قطب p تعداد دور n	

▪ مقاومت جریان متناوب

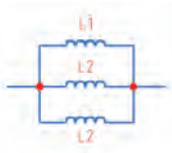
مقاومت خود القایی، رسانایی خود القایی

$X_L=\omega.L \Rightarrow [L]=\frac{Vs}{A}=H$ $\Rightarrow [X_L]=\frac{1}{s}.\Omega s=\Omega$ $B_L=\frac{1}{\omega.L} \Rightarrow [B_L]=1/\Omega=S$ $\Rightarrow [\omega]=1/s$	خود القایی L مقاومت خود القایی X_L فرکانس زاویه ای ω رسانایی خود القایی B_L	

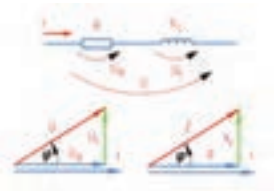
مدار سری خود القاء ها

$L=L_1+L_2+L_3+\dots$ $X_L=X_{L1}+X_{L2}+X_{L3}$	خود القایی معادل L تک‌تک خود القایی ها $L_1,L_2,\dots$ مقاومت خود القایی معادل X_L تک تک مقاومت‌های خود القاءها $X_{L1},X_{L2},\dots$	

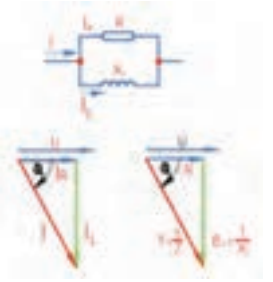
مدار موازی خود القاء ها

$\frac{1}{L}=\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}+\frac{1}{L_3}+\dots$ $\frac{1}{X_L}=\frac{1}{X_{L1}}+\frac{1}{X_{L2}}+\frac{1}{X_{L3}}+\dots$	خود القایی معادل L تک‌تک خود القایی ها $L_1,L_2,\dots$ مقاومت خود القایی معادل X_L تک تک مقاومتهای خود القاءها $X_{L1},X_{L2},\dots$	

مدار سری مقاومت حقیقی و مقاومت خود القایی

$U=\sqrt{U_R^2+U_L^2}$ $U_R= U.\cos\varphi$; $U_L =U.\sin\varphi$ $U=\sqrt{R^2+X_L^2}$ $R= Z.\cos\varphi$; $X_L =Z.\sin\varphi$	ولتاژ کل U ولتاژحقیقی U_R ولتاژ خود القایی U_L مقاومت حقیقی R مقاومت خود القایی X_L مقاومت ظاهری (امپدانس) Z زاویه اختلاف فاز φ	

مدار موازی مقاومت حقیقی و خود القایی

$I=\sqrt{I_R^2+I_l^2}$ $I_R = I.cos\varphi \Rightarrow G = Y.cos\varphi$ $I_L = I.sin\varphi \Rightarrow B_L = Y.sin\varphi$ $Y=\sqrt{G^2+B_L^2} \Rightarrow \frac{1}{Z}=\sqrt{\frac{1}{R^2}+\frac{1}{x_L^2}}$ $Z=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2}+\frac{1}{x_L^2}}}$ $R=\frac{Z}{cos\varphi}$ $X_L=\frac{Z}{sin\varphi}$	شدت جریان کل I شدت جریان حقیقی I_R شدت جریان خود القایی I_L مقاومت حقیقی R مقاومت خود القایی X_L مقاومت ظاهری(امپدانس) Z رسانایی ظاهری Y رسانایی حقیقی G رسانایی خود القایی B_L زاویه اختلاف فاز φ	

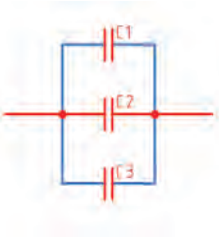
مقاومت خازنی، رسانایی خازنی

$X_C=\frac{1}{\omega.C}$ $B_C=\omega.C$ $[C]=\frac{As}{V}=\frac{s}{\Omega}=F$ $[X_C]=\frac{1}{\frac{1}{s}\cdot\frac{s}{\Omega}}=\Omega$ $[B_C]=\frac{1}{\Omega}=S$	ظرفیت C مقاومت خازنی X_c فرکانس زاویه ای ω رسانایی خازنی B_C	

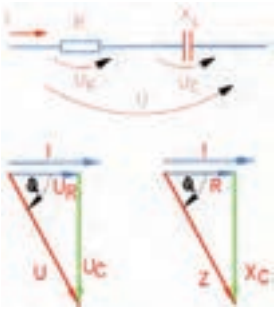
مدار سری خازن‌ها

$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+\cdots$ $X_C=X_{C1}+X_{C2}+X_{C3}$ برای دو خازن: $C=\frac{C_1.C_2}{C_1+C_2}$	ظرفیت معادل C تک تک ظرفیت‌ها $C_1, C_2,\ldots$ مقاومت خازنی X_C تک تک مقاومت‌ها خازنی X_{C1}, $X_{C2},\ldots$	

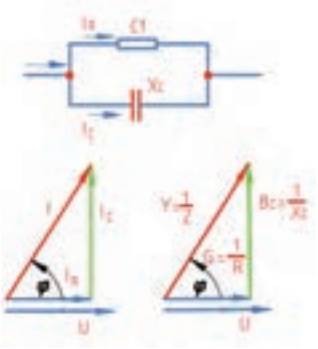
مدار موازی خازن‌ها

$C = C_1 + C_2 + C_3 \dots$ $B_C = B_{C1} + B_{C2} + B_{C3} + \cdots$ $\frac{1}{X_C} = \frac{1}{X_{C1}} + \frac{1}{X_{C2}} + \frac{1}{X_{C3}} + \cdots$ $X_C = \frac{X_{C1}.X_{C2}}{X_{C1} + X_{C2}}$	ظرفیت معادل C تک تک ظرفیت‌ها $C_1, C_2, \dots$ رسانایی خازنی معادل B_C تک‌تک رسانایی خازنی B_{C1}, B_{C2}, تک تک مقاومت‌ها خازنی $X_{C1}, X_{C2}, \dots$ مقاومت خازنی X_C	

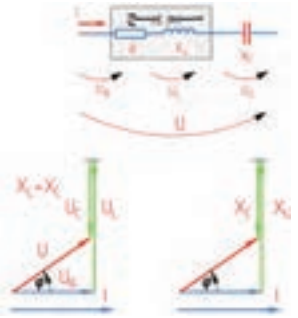
مدار سری مقاومت حقیقی و خازنی

$U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$ $U_R = U.cos\varphi$ $U_C = U.sin\varphi$ $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $R = Z.cos\varphi$ $X_C = Z.sin\varphi$	ولتاژ کل U ولتاژ حقیقی U_R ولتاژ خازنی U_C مقاومت حقیقی R مقاومت خازنی X_C مقاومت ظاهری(امپدانس) Z زاویه اختلاف فاز φ	

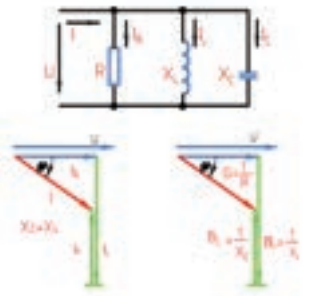
مدار موازی مقاومت حقیقی و خازن

$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$ $I_R = I.cos\varphi$ $I_C = I.sin\varphi \Rightarrow G = Y.cos\varphi$ $Y = \sqrt{G^2 + B_C^2} \Rightarrow B_C = Y.sin\varphi$ $Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}}$ $R = \frac{Z}{cos\varphi}$ $X_C = \frac{Z}{sin\varphi} \Rightarrow R = \frac{Z}{cos\varphi}$	شدت جریان کل I شدت جریان حقیقی I_R شدت جریان خازنی I_C مقاومت حقیقی R مقاومت خازنی X_C مقاومت ظاهری (امپدانس) Z رسانایی ظاهری Y رسانایی حقیقی G رسانایی خازنی B_C زاویه اختلاف فاز φ	

مدار سری مقاومت حقیقی، خود القایی و خازنی

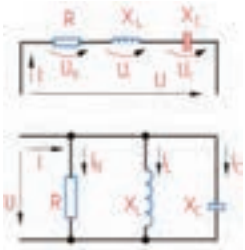
$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$ $U_R = U.cos\varphi$ $U_b = U.sin\varphi$ $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$ $R = Z.cos\varphi$ $X = Z.sin\varphi$ یا X = XL - XC	ولتاژ کل U ولتاژ حقیقی U_R ولتاژ خود القایی U_L ولتاژ خازنی U_C مقاومت حقیقی R مقاومت القایی X_L مقاومت خازنی X_C مقاومت منتجه X مقاومت ظاهری (امپدانس) Z زاویه اختلاف فاز φ	

مدار موازی مقاومت حقیقی، خود القایی و خازنی

$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$ $I_R = I.cos\varphi$ $I_b = I.sin\varphi$ $Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_c)^2}$ ⇨ B= B_L - B_C $G = Y.cos\varphi$ و $B = Y.sin\varphi$ $Z = \frac{1}{\frac{1}{R^2}\sqrt{\left(\frac{1}{X_L}+\frac{1}{X_C}\right)^2}}$	شدت جریان کل I شدت جریان حقیقی I_R شدت جریان خود القایی I_L شدت جریان خازنی I_C شدت جریان I_b مقاومت حقیقی R مقاومت القایی X_L مقاومت خازنی X_C مقاومت ظاهری (امپدانس) Z زاویه اختلاف فاز φ رسانایی حقیقی G رسانایی خود القایی B_L رسانایی خازنی B_C رسانایی منتجه B	

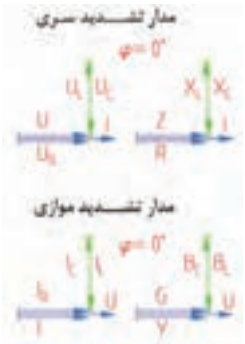
▪ قانون اهم مدار جریان متناوب

مدار سری			مقاومت حقیقی R
U= I.Z	$I=\frac{U}{\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}}$		مقاومت خود القایی X_L
U_R= I.R			مقاومت خازنی X_C
U_l= I. X_L			مقاومت ظاهری (امپدانس) Z
U_c = I. X_C			ولتاژ کل U
برای مدار موازی			ولتاژ حقیقی U_R
$I_R=\frac{U}{R}$	$I=\frac{U}{\sqrt{\left(\frac{1}{R^2}+\left(\frac{1}{X_L}-\frac{1}{X_C}\right)^2\right)}}$		ولتاژ خود القایی U_L
$I_l=\frac{U}{X_L}$			ولتاژ خازنی U_C
$I_C=\frac{U}{X_C}$			شدت جریان کل I
$I=\frac{U}{Z}$			شدت جریان حقیقی I_R
			شدت جریان خود القایی I_L
			شدت جریان خازنی I_C

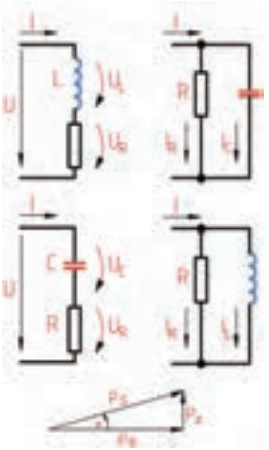


▪ تشدید (موازی – سری)

$\omega_o.L=\frac{1}{\omega_o.C}$	$X_L = X_C$		فرکانس تشدید f_r
$f_r=\frac{1}{2\pi.\sqrt{L.C}}$	$[f_r]=\frac{1}{s}$		فرکانس زاویه‌ای تشدید ω_o
$\omega_o=\frac{1}{\sqrt{L.C}}$	d= $\frac{1}{Q}$		خود القایی L
	BW= $\frac{f_r}{Q}$		ظرفیت C
• تشدید موازی:			مقاومت حقیقی R
$Q=\frac{R}{\omega_o.L}=RC\omega_o$			مقاومت القایی X_L
• تشدید سری:			مقاومت خازنی X_C
$Q=\frac{\omega_o.L}{R}=\frac{1}{RC\omega_o}$			ضریب کیفیت Q
			ضریب تلفات d
			شدت جریان خود القایی I_L
			شدت جریان خازنی I_C
			شدت جریان کل I
			ولتاژ خود القایی U_L
			ولتاژ خازنی U_C
			ولتاژ کل U
			پهنای باند BW



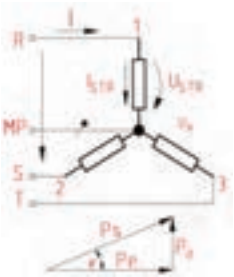
▪ توان در جریان متناوب

$P_S = U_e.I_e \Rightarrow [S]= V.A = VA$	توان ظاهری P_S	
$P_S = \sqrt{P_e^2 + P_{d_l}^2}$	توان حقیقی P	
$P_S = \sqrt{P_e^2 + P_{d_c}^2}$	توان خازنی Q_C	
$P_e= P_S. \cos \varphi$	توان خود القایی Q_L	
$P_{d_l}= P_S. \sin \varphi \Rightarrow [P_{d_l}] = var$	زاویه اختلاف فاز φ	
$P_{d_c}= P_S. \sin \varphi \Rightarrow [P_{d_c}] = var$	ضریب توان حقیقی $\cos \varphi$	
$P_{d_l}=\frac{U_L^2}{X_L}$ و $P_{d_c}=\frac{U_C^2}{X_C}$	ضریب توان $\sin \varphi$	
$P_{d_l}=I_L^2.X_L$ و $P_{d_c}= I_C^2.X_C$	ولتاژ کل U	
$\varphi=\frac{P_{d_l}}{P_S} \Rightarrow \cos \varphi=\frac{P_e}{P_S}$ Sin	ولتاژ حقیقی U_R	
	ولتاژ خود القایی U_L	
	ولتاژ خازنی U_C	
	شدت جریان کل I	
	شدت جریان خود القایی I_L	
	شدت جریان خازنی I_C	
	مقاومت القایی X_L	
	مقاومت خازنی X_C	

▪ جریان سه فاز

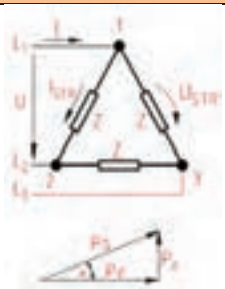
مدار ستاره

$U_L = \sqrt{3}.U_P$	$I_L = I_P$	$P_S = U_P.I_P$	ولتاژ خط U_L ولتاژ فاز (شاخه) U_P جریان خط I_L جریان فاز (شاخه) I_P توان ظاهری شاخه P_{SP} توان حقیقی کل P_e توان کل P_d زاویه اختلاف فاز φ_1 ضریب توان حقیقی $\cos\varphi$ ضریب توان غیر حقیقی $\sin\varphi$
$P_S = \sqrt{(\sum P_e)^2 + (\sum P_d)^2}$		[S] = V.A.VA [P]= V.A=W [Q] = V.A = var	
$P_S = 3\ P_{SP}$ $P_e = \sqrt{3}U_L.I_L.\cos\varphi$ $P_d = \sqrt{3}U_L.I_L.\sin\varphi$ $P_S = \sqrt{3}U_L.I_L$			

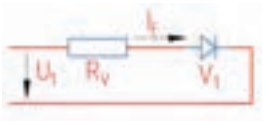


مدار مثلث

$U_L = U_P$	$I_L = \sqrt{3}I_P$		ولتاژ خط U_L ولتاژ فاز (شاخه) U_P جریان خط I جریان فاز (شاخه) I_P توان ظاهری شاخه P_S توان حقیقی کل P_e توان کل P_d زاویه اختلاف فاز φ_1 ضریب توان حقیقی $\cos\varphi$ ضریب توان غیرحقیقی $\sin\varphi$
$S = \sqrt{(\sum P)^2 + (\sum Q)^2}$			
$P_e = 3U_P.I_P.\cos\varphi$ $P_d = 3U_P.I_P.\sin\varphi$ $P_S = 3U_P.I_P$			



▪ دیودهای نیمه هادی

منحنی مشخصه			
$r_F=\frac{\Delta U_F}{\Delta I_F}$ $R_R=\frac{\Delta U_R}{\Delta I_R}$	$R_F=\frac{U_F}{I_F}$ $R_R=\frac{U_R}{I_R}$	ولتاژمستقیم U_f ولتاژ معکوس U_R جریان مستقیم I_F جریان معکوس I_R مقاومت استاتیکی مستقیم R_F مقاومت استاتیکی معکوس R_R مقاومت اختلافی مستقیم r_F مقاومت اختلافی معکوس r_R	
مدار دیود (دیودهای نوری)			
$R_V=\frac{U_1-U_F}{I_F}$ $P_{tot}= I_{Fmax}. U_{Fmax}$ $U_{Rmax} \geq U_{1max}$		ولتاژ اتصال U_1 ولتاژ معکوس U_R ولتاژ مستقیم U_F جریان مستقیم I_F جریان معکوس I_R مقاومت محافظ R_v حداکثر توان تلف مجاز P_{tot}	

▪ ترانزیستور دو قطبی

کمیت جریان مستقیم در مدار امیتر

$U_{CE} = U_{CB} + U_{BE}$

$I_E = I_C + I_B$

$P_V = U_{CE}. I_C$

$P_V < P_{tot}$

$B = \frac{I_C}{I_B}$

U_{CE} ولتاژ امیتر – کلکتور

U_{BE} ولتاژ امیتر – بیس

U_{BC} ولتاژ کلکتور – بیس

I_C جریان کلکتور

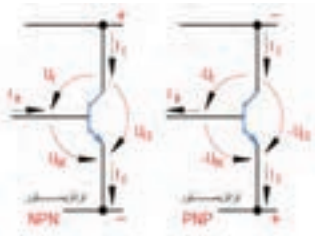
I_E جریان امیتر

I_B جریان بیس

P_{tot} حداکثر توان تلف مجاز

P_V توان تلف

B نسبت جریان مستقیم



تنظیم نقطه کار با مقاومت محافظ بیس

$U_{RV} = U_P - U_{BE}$

$U_{RV} = I_B.R_V$

$R_V = \frac{U_b - U_{BE}}{I_B}$

$R_V = \frac{(U_b - U_{BE}).B}{I_c}$

$R_C = \frac{U_b - U_{BE}}{I_c}$

U_{RV} ولتاژ در مقاومت محافظ بیس

U_b ولتاژ کاری

U_{BE} ولتاژ امیتر – بیس

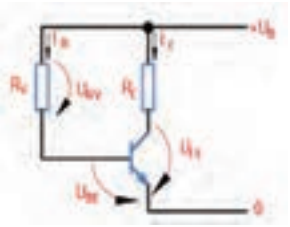
I_B جریان بیس

I_C جریان کلکتور

R_C مقاومت کلکتور

R_V مقاومت محافظ بیس

β نسبت جریان مستقیم



تنظیم نقطه کار با توزیع کننده ولتاژ بیس

$R_2 = \frac{U_{R_z}}{I_q} \quad q = \frac{I_q}{I_B}$

$R_E = \frac{R_c}{m} \quad R_E = \frac{U_{RE}}{I_c}$

$R_1 = \frac{U_b - U_{R2}}{I_q + I_B}$

$R_c = \frac{U_b - U_{CE} - U_{RE}}{I_c}$

I_B جریان بیس

I_C جریان کلکتور

I_q جریان بایاس

نسبت جریان بایاس (3<q<10)q

R_C مقاومت کلکتور

R_E مقاومت امیتر

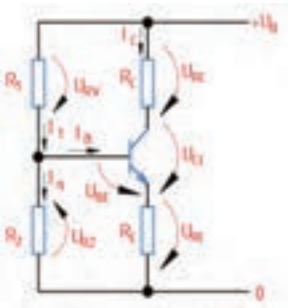
مقاومت‌های توزیع ولتاژ بیس R_1,R_2

U_b ولتاژ کاری

U_{RE} R_E ولتاژ در

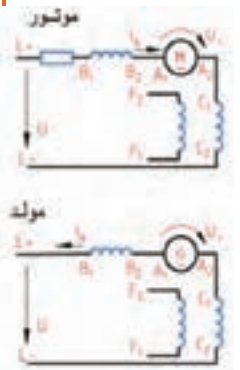
U_{R2} R_2 ولتاژ در

نسبت مقاومت (3<q<10)m



▪ ماشینهای جریان مستقیم

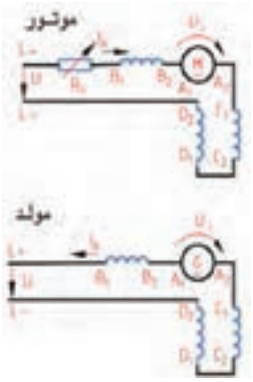
ماشین جریان مستقیم تحریک خارجی

$U = U_I + U_B + I_A.(R_A+R_{WP}.R_K)$ $R_V = \frac{U-U_B}{I_2} - R_A\text{-}R_{WP}\text{-}R_K$ • اگر ماشین سیم پیچ قطب برگردان یا سیم پیچ جبران کننده نداشته باشد: $R_K = 0\Omega$ یا $R_{WP} = 0\Omega$ $U = U_i - U_B - I_A.(R_A+R_{WP}+R_K)$	ولتاژ شبکه U ولتاژ القایی متقابل U_i ولتاژ جاروبک‌ها U_B جریان هسته I_A جریان قله راه اندازی I_2 مقاومت هسته R_A مقاومت راه انداز R_V مقاومت سیم پیچ جبران کننده R_K مقاومت سیم پیچ قطب برگردان R_{WP} ولتاژ ترمینال U جریان هسته I_A	

ماشین‌های جریان مستقیم تحریک موازی

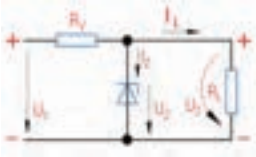
$U = I_e.R_e$ $I = I_A+I_e$ $U = U_i+U_B+I_A.(R_A+R_{WP}+R_K)$ $R_V = \frac{U-U_B}{I_2-I_e} - R_A\text{-}R_{WP}\text{-}R_K$ • اگر ماشین سیم پیچ قطب برگردان یا سیم پیچ جبران کننده نداشته باشد $R_K = 0\Omega$ یا $R_{WP} = 0\Omega$ $I = I_A - I_e$ $U = I_e.R_e$ $U = U_i+U_B-I_A.(R_A+R_{WP}+R_K)$	ولتاژ شبکه U ولتاژ القایی متقابل U_i ولتاژ جاروبک‌ها U_B جریان شبکه I جریان هسته I_A جریان تحریک I_e جریان قله راه انداز I_2 مقاومت هسته R_A مقاومت تحریک R_e مقاومت سیم پیچ جبران کننده R_K مقاومت سیم پیچ قطب برگردان R_{WP}	

ماشین‌های جریان مستقیم تحریک سری

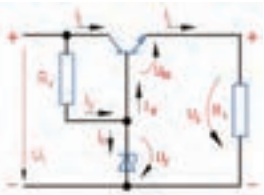
	ولتاژ شبکه U	
$U=U_i+U_B+I_A.(R_A+R_e+R_{WP}+R_K)$	ولتاژ القایی متقابل U_i	
$R_V=\frac{U-U_B}{I_2}-R_A-R_{WP}-R_K-R_e$	ولتاژ جاروبک‌ها U_B	
• اگر ماشین سیم پیچ قطب برگردان یا سیم پیچ جبران کننده نداشته باشد	مقاومت هسته R_A	
	مقاومت تحریک R_e	
$R_K=0\Omega$ یا $R_{WP}=0\Omega$	مقاومت سیم پیچ جبران کننده R_K	
	مقاومت سیم پیچ قطب برگردان R_{WP}	
$U=U_I-U_B-I_A.(R_A+R_e+R_{WP}+R_K)$	مقاومت راه انداز R_V	
	جریان هسته I_A	
	جریان قله راه انداز I_2	
	ولتاژ جاروبک‌ها U_B	
	جریان هسته I_A	

▪ تثبیت ولتاژ

تثبیت ولتاژ با دیود زنر

$P_{tot}=U_Z.I_{Zmax}$	توان تلف Ptot	
$R_{Vmax}=\frac{U_{1min}-U_Z}{I_{Zmin}+I_{Lmax}}$	ولتاژ ورودی U_1	
$R_{Vmin}=\frac{U_{1max}-U_Z}{I_{Zmax}+I_{Lmin}}$	ولتاژ خروجی (ولتاژ Z) U_Z	
$I_{Zmin}=0.1.I_{Zmax}$	جریان Z I_Z	
	جریان بار I_L	
	مقاومت محافظ R_V	

تثبیت ولتاژ با ترانزیستور سری

$U_2=U_Z-U_{BE}\,,I_L=\beta.I_B$	ولتاژ ورودی U_1	
$R_{L\,min}=\frac{U_2}{I_{C_{max}}}$	ولتاژ خروجی U_2	
$R_V=\frac{U_1-U_Z}{I_Z+I_B}$	ولتاژ امیتر – بیس U_{BE}	
$U_{1min}=U_2+U_{CEmin}$	ولتاژ امیتر–کلکتور U_{CE}	
$U_{1max}=R_V.(I_{Zmax}+I_{Bmax})+U_Z$	ولتاژ زنر U_Z	
	جریان Z I_Z	
	جریان بار I_L	
	مقاومت محافظ R_V	
	مقاومت بار R_L	
	ضریب تقویت جریان B	

▪ حداقل سطح مقطع سیم‌ها با توجه به استحکام مکانیکی

نوع سیم	سطح مقطع به mm^2
سیم سیار برای دستگاه های کوچک تا 1A، حداکثر طول 2m	0.1
مشابه سیم بالا، در داخل تابلوهای کنترل	0.2
سیم سیار برای دستگاه‌های کوچک تا 2.5A حداکثر طول 2m یا شبکه روشنایی برای فضاهای داخلی بین تک تک لامپ‌ها یا سیم‌ها در تابلوهای کلید و توزیع کننده‌های تا 2.5A	0.5
سیم سیار دستگاه‌ها تا 10A یا سیم‌های داخل یا روی وسایل روشنایی (سرپیچ) یا سیم‌های تابلوهای کلید و توزیع کننده‌های تا 16A یا سیم‌های تا طول 10m بدون تجهیزات انشعاب‌گیری در وسایل خانه	0.78
سیم سیار برای دستگاه‌های تا 16A یا سیم‌های تابلوهای کلید و توزیع کننده‌ها تا 20A	1.0
سیم‌های عایق ثابت یا سیم‌های در فضای دارای خطر ویژه (مثلا فضاهای دارای خطر آتش‌سوزی)	1.5
سیم کشی آزاد با فاصله نقاط بست تا 20m	4
سیم کشی آزاد با فاصله نقاط بست از 20m تا 45m	6

▪ مشخصه رنگ مقاومت‌ها

رنگ حلقه‌ها یا نقطه ها		حلقه. 1 رقم. 1	حلقه. 2 رقم. 2	حلقه. 3 ضریب	حلقه. 4 تلرانس	ضریب دما
طبق DIN EN 60 062	طبق IEC 757			مقاومت به Ω	به %	
سیاه (sw)	BK (سیاه)	-	0	1	-	$\pm 250.10^{-6}/K$
قهوه‌ای (br)	BN (قهوه‌ای)	1	1	10	±1	$\pm 100.10^{-6}/K$
قرمز (rt)	RD (قرمز)	2	2	10^2	±2	$\pm 50.10^{-6}/K$
نارنجی (or)	OG (نارنجی)	3	3	10^3	-	$\pm 15.10^{-6}/K$
زرد (gb)	YE (زرد)	4	4	10^4	-	$\pm 25.10^{-6}/K$
سبز (gn)	GN (سبز)	5	5	10^5	±0.5	$\pm 20.10^{-6}/K$
آبی (bl)	BU (آبی)	6	6	10^6	±0.25	$\pm 10.10^{-6}/K$
بنفش (vl)	VT (بنفش)	7	7	10^7	±0.1	$\pm 5.10^{-6}/K$
خاکستری (gr)	GY (خاکستری)	8	8	10^8	-	$\pm 1.10^{-6}/K$
سفید (ws)	WH (سفید)	9	9	10^9	-	-
طلایی (au)	GD (طلایی)	-	-	0.1	±5	-
نقره ای (ag)	SR (نقره‌ای)	-	-	0.01	±10	-
بدون رنگ		-	-	-	±20	-

در یک مقاومت با 5 یا 6 حلقه رنگی حلقه .1 رقم .1، حلقه .2 رقم .2 و حلقه .3 رقم .3 را بیان می‌کند.حلقه .4 ضریب، حلقه .5 تلرانس و حلقه .6 ضریب دما را بیان می‌کند.

▪ تست قطعات با مولتی متر

این وسیله که وسیله اندازه گیری ولتاژ و جریان نیز می باشد، یک پیچ سلکتور دارد که می توان واحدها، حدود و رنج‌های مختلفی را انتخاب نمود. برای تست کردن هر قطعه باید واحد و رنج درست را انتخاب کرد. رنج‌های موجود روی اکثر مولتی‌مترها به شکل زیر است :

۱.رنج اهمی با علامت Ω یا Ohm برای تست مقاومت

۲.رنج فاراد با علامت CX یا F برای تست خازن

۳.رنج دیود-بازر برای تست دیود-ترانزیستور-قطع و وصل بودن مسیر و...

۴.رنج ولتاژ DC با علامت VDCبرای اندازه گیری ولتاژ DC

۵.رنج ولتاژ AC با علامت VAC یاV~ برای اندازه گیری ولتاژ متناوب

۶. رنج جریان DC با علامتADCبرای اندازه گیری جریان مستقیم

۷.رنج جریا AC با علامت A~ یا AAC برای اندازه گیری جریان متناوب

برای تست کردن قطعات احتیاج به دو پراب (Probe) مثبت و منفی داریم تا بتوانیم بر پایه های قطعات اتصال دهیم و آنها را تست کرده یا میزان آنها را اندازه گیری کنیم. پراب های مولتی مترها اکثرا به دو رنگ قرمز و مشکی (مثبت و منفی) هستند که به شکل زیر می باشند :

پراب مشکی همیشه در قسمت Com روی دستگاه می خورد و پراب قرمز را باید متناوب با قطعه و واحدی که می خواهیم اندازه بگیریم به دستگاه متصل کنیم.

از بازر برای تست کابل یا سیم یا مسیر استفاده می شود. سلکتور مولتی‌متر را روی بازر قرار دهید و پراب های قرمز و مشکی را به دو سر سیم یا مسیر زده و اگر مولتی‌متر بوق ممتد زد کابل یا سیم سالم است و مسیر بدون قطعی می‌باشد.

▪ خواندن مقادیر ولتاژ و جریان توسط مولتی متر

طریقه کار قسمتAC :

برای اندازه گیری ولتاژAC (مانند برق شهر) کلید انتخاب کننده (سلکتور) را در قسمتAC-V باید قرار داد.(برق ACقطب مثبت و منفی ندارد و فیش ها را از هر طرف بزنیم فرقی نمی کند).

اگر کلید را روی درجه ۱۰ قرار دهیم مقدار ولتاژ را روی خط مدرج بین صفر تا ۱۰ باید بخوانیم، اگر کلید را روی درجه ۵۰ قرار دهیم، مقدار ولتاژ را روی خط مدرج بین صفر تا ۵۰ باید بخوانیم و اگر کلید سلکتور را روی درجه ۲۵۰ قرار دهیم، مقدار ولتاژ را روی خط مدرج ۰ تا ۲۵۰ باید بخوانیم و اگر کلید سلکتوری را روی درجه ۵۰۰ قرار دهیم، چون خط مدرج ۵۰۰ وجود ندارد، مقدار ولتاژ را روی خط ۰ تا ۵۰ می خوانیم و آن را در ۱۰ ضرب می کنیم و اگر کلید را روی ۱ قرار دهیم مقدار ولتاژ را روی خط ۰ تا ۱۰ خوانده و بر ۱۰ تقسیم می کنیم.

طریقه کار قسمت ولتاژ DC:

برای اندازه گیری ولتاژDC (مانند برق باتری یا آداپتور) کلید سلکتور را باید در قسمت DC-V قرار داد.برق DC دارای قطب + و – است و باید فیش سیاه را به منفی و فیش قرمز را به مثبت بزنیم در غیر اینصورت عقربه در جهت مخالف حرکت می کند.برای خواندن ولتاژ DC مانند ولتاژ AC عمل می شود، یعنی اگر کلید روی ۱۰ باشد مقدار ولتاژ روی خط مدرج بین صفر تا ۱۰ و اگر روی ۵۰ باشد روی خط مدرج صفر تا ۵۰ و اگر روی ۲۵۰ باشد روی خط مدرج صفر تا ۲۵۰ خوانده می شود.

برای اندازه گیری جریان DC بایستی مولتی متری که کلید آن روی DC-mA است، به طور سری در مدار قرار گیرد و مقدار جریان روی همان خطوط مدرج بین ۰ تا ۱۰، یا ۰ تا ۵۰ و یا ۰ تا ۲۵۰ خوانده شود.

دکمه فشاری قرمز روی بعضی اهم‌مترها برای تست باتری اهم‌متر است، اگر فشار دادیم و عقربه تا نیمه حرکت کرد باتری سالم است. همچنین اگر دو سر اهم‌متر را به هم بزنیم و با تنظیم پیچ اهم‌متر عقربه روی صفر نیاید یا باتری آن ضعیف است یا اهمتر خراب است.

کلید دو حالته در بعضی اهم‌مترها (+ -) برای اینست که اگر در موقع ولتاژگیری عقربه در جهت مخالف حرکت شود به جای تعویض فیش ها کلید را در حالت دیگر قرار داده ولتاژ را بخوانیم.

برای اندازه گیری ولتاژ باتری ها کلید سلکتور در قسمت ولتاژ روی درجه ۱۰ قرار دارد بنابراین مقدار را روی خط مدرج بین صفر تا ۱۰ باید بخوانیم که در این صورت مشاهده می کنیم، عقربه بین ۴ تا ۶ قرار گرفته است و حدود 4.5 Vولت را نشان می دهد.همچنین در شکل زیر طریق ولتاژگیری برق شهر نشان داده شده است.

کلید Hold در اهم متر دیجیتال چیست؟

در بعضی اهم‌مترهای دیجیتال، مقدار کم و زیاد شده و متناوباً تغییر کند که برای ثابت دیده شدن عدد، می توان کلید Hold را فشار داد.

▪ تست مقاومت

تست مقاومت های ثابت

جهت تست از دو نوع مولتی متر می توانیم استفاده کنیم :

تست با مولتی متر دیجیتال : در این روش در حالیکه مولتی‌متر را در مد تست مقاومت می‌گذاریم دو ترمینال مولتی متر را در ابتدا به هم اتصال می دهیم تا سیم‌های ترمینال وخطای مولتی متر را کنترل نمائیم سپس دو پایه ترمینال را به دوسر مقاومت وصل نموده مقدار اهم نشان داده شده را قرائت می کنیم در صورتیکه این مقدار با اندازه مقاومت که از روی رمز رنگ‌ها و یا از روی نوشته روی مقاومت قابل تشخیص است مقایسه می‌کنیم اگر این دو عدد بهم نزدیک بودند باتوجه به خطای مقاومت می گوئیم که مقاومت سالم است. (هم چنین سلکتور مولتی‌متر دیجیتال را بر روی رنج ۲۰۰ تا ۲۰۰ کیلو اهم تنظیم کرده و از مولتی‌متر به عنوان اهمتر استفاده می‌کنیم سپس دو سر پراب اهم‌متر را بر روی دو پایه مقاومت قرار داده مقدار اهم نشان داده شده را یادداشت کرده حال دو سر پراب را عوض کرده و اهم مقاومت را گرفته چنانچه مقدار اهم نمایشی از هر دو طرف یکسان باشد مقاومت سالم است در غیر اینصورت مقاومت مورد نظر معیوب است و می‌بایست تعویض شود.)

تست با مولتی متر آنالوگ (عقربه ای) : در این روش نیز باید مولتی متر را در رنج‌های تست کننده مقاومت بگذاریم البته تعیین این رنج بستگی به مقدار مقاومت ما دارد اگر مقاومت ما کوچکتر از ۱۰۰، اهم است مولتی‌متر را در رنج Rx1 و اگر از ۱۰۰اهم بزرگ‌تر و کوچک‌تر از ۱۰ کیلو اهم است در رنج Rx100 و در صورتیکه بزرگتر از ۱۰ کیلو و کوچکتر از ۱۰۰ کیلو در رنج Rx1k و در صورتیکه بزرگتر از ۱۰۰ کیلو باشد مولتی‌متر را در رنج Rx10k قرار داده و مقاومت را تست می کنیم در این مرحله نیز باید میزان اهم قرائت شده با اندازه واقعی مقاومت خیلی نزدیک باشد و فقط در حد خطای آن تولرانس قابل قبول است.

تست مقاومت های متغیر

پتانسیومتر : برای تست پتانسیومتر به کمک مولتی متر آنالوگ : ابتدا رنج مناسب انتخاب و سپس پایه وسط پتانسیومتر را نسبت به دو پایه دیگر اهم چک می کنیم طبیعی است که سر لغزنده وسط در هر کجا باشد عددی قرائت می شود و نیز می دانیم مجموع هر دو عددی که از جمع اعداد قرائت شده هر دو پایه طرفین بدست می آید برابر مقدار اهم کل پتانسیومتر می باشد.

حال برای اطمینان از عمل کرد پتانسیومتر در حین تغییر اهم نیز می توانیم یک از پایه های کناری را نسبت به پایه وسط در حالی اهم چک نمائیم که پتانسیومتر را می چرخانیم در هر حالت باید تغییرات اهم را مشاهده کنیم اگر در نقطه ای تغییرات اهم ناجوری (کم و زیاد شدن غیر طبیعی) مشاهده شود پتانسیومتر مشکل دارد و خلاصه لازم است که تغییرات یکنواخت و بدون قطع شدن باشد.

تست ولوم : می دانیم که ولوم نیز نوعی مقاومت متغیر می باشد پس مانند پتانسیو متر تست می شود.

تست مقاومتهای متغیر ویژه یا مخصوص(تابع عوامل فیزیکی) :

این نوع مقاومتها با تغییرات فیزیکی عمل می کنند.

تست مقاومت مخصوص LDR : می دانیم در مقابل تغییرات نور پاسخ می دهد. پس در حالیکه دو پایه آن را به ترمینالهای مولتیمتر وصل نموده ایم در رنج Rx1k بهتر است در جلو نور مقاومت آنرا قرائت نموده سپس با ایجاد سایه تغییر مقاومت آن را مشاهده کنیم. با پاسخ در مقابل تغییرات نور سالم بودن آن مشخص می شود.

تست مقاومت ویژه یا مخصوص VDR: می دانیم که VDR نوعی مقاومت ویژه یا مخصوص است که با افزایش ولتاژ اهم آن کاهش می یابد پس معمولاً در جایی که قصد ثابت کردن ولتاژ را دارند مانند زنر استفاده می شود و برای تست بدلیل ولتاژ بالای آن با اهمتر قابل تست نیست و در مدار و دانستن مقدار ولتاژ محل تست می شود.

تست مقاومت MDR : این مقاومت در حوزه مغناطیس اهمش بالا می رود و می توان در هنگام تست با آهنربا تغییرات اهمش را ملاحظه کرد. نوع پیشرفته آن به نام IC هال مشهور است.

تست مقاومت PTC : می دانیم PTC نوعی مقاومت است که با افزایش حرارت اهم آن افزایش و با کاهش حرارت اهم آن کاهش می یابد. پس اگر در حالیکه پایه های آن را به وسیله ترمینالهای مولتی متر گرفته ایم با وسیله ای حرارت زا مانند هویه، سشوار، ..... حرارت دهیم مقدار اهم آن زیاد شده وعلامت سالم بودن آن است. و عکس این عمل نیز درست است.

تست مقاومت ویژه NTC : عکس PTC عمل می کند. به دو شکل آبی و سیاه روی بورد وجود دارند. در تست بوق اگر بوق ممتد کشید یعنی سالم است.

▪ تست خازن

تست خازن تانتالیومی

جهت تست این نوع خازن‌ها مولتی‌متر را بر روی رنج تست بازر (بوق) قرار داده سپس پراپ مثبت (قرمز) و پراپ منفی (مشکی) مولتی‌متر را به پایه‌های مثبت و منفی خازن می‌زنیم در صورت سلامت خازن ابتدا عدد ۱ را نشان داده و رو به افزایش می‌رود پس از مدت کوتاهی مجدد بر روی عدد ۱ قفل می‌شود.
(در واقع این تست بر اساس شارژ و دشارژ خازن انجام میشود).
توجه: چنانچه در تست خازن تانتالیومی عدد نمایش داده شده بر روی عدد ۱ قفل شود خازن خراب است و باید تعویض شود.

نکته:

از آنجائیکه بیشتر خازن های تانتالیومی در مدارات به عنوان نویزگیر و فیلتر استفاده می‌شوند (مثلاً در مدارات پاور و صوت) خرابی این خازن‌ها باعث ایجاد نویز در اسپیکر و یا میکروفن هنگام مکالمه میشودکه می‌بایست تعویض شوند.

تست خازن‌های کمتر از ۱۰ نانو فاراد بسادگی توسط مولتی متر انجام نمی شود و فقط با خازن سنج تست می شود.

تست خازن‌های بالاتر از ۱۰ نانوفاراد الی ۱میکرو فاراد

برای تست این نوع خازن می توان مولتی متر را روی رنج Rx10 قرار داده و می دانیم لحظه وصل ترمینال‌های مولتی‌متر اگر خازن خالی باشد توسط پیل ۹ولت داخل مولتی متر شارژ شده و در حال شارژ عقربه مولتی متر اهم مدار را در لحظه عبور جریان نشان می دهد مقدار ماکزیمم حرکت عقربه را برای همیشه بخاطر بسپارید تقریباً متناسب با ظرفیت خازن عقربه منحرف می‌شود اگر در این روش بعد از شارژ کامل خازن، اگر خازن نشتی نداشته باشد خازن سالم است و اهم قرائت شده بی‌نهایت است. و در صورتیکه خازن نشت داشته باشد عقربه مقدار اهمی را نشان می‌دهد که گویای میزان نشتی خازن است.و اگر خازن قطع باشد هیچگونه عکس العمل مشاهده نمی شود و عقربه هیچ انحرافی نخواهد داشت.

تست خازن‌های ۱میکرو فاراد الی ۱۰ میکرو فاراد

چون این خازن‌ها الکترولیتی می باشند بنا براین ممکن است تغییر ظرفیت بدهند لذا این آزمایش فقط قطع ویا اتصال کوتاه خازن را نشان می دهد بنابراین در بعضی مراحل تغییر ظرفیت و وجود نشتی در خازن باید خازن توسط خازن سنج تست شود. برای این تست مولتی‌متر را در رنج Rx1k قرار داده و سپس شارژ و دشارژ خازن را باتوجه به قطبین باتری داخل مولتی‌متر(سیم مشکی مثبت و سیم قرمز منفی باتری است) انجام می‌دهیم.

تست خازن‌های بالاتر از ۱۰ میکرو فاراد

برای تست این نوع خازن باید مولتی متر را در رنج Rx100 قرار دهیم : شارژ و دشارژ خازن را ملاحظه نموده توجه به قطبین الزامی است و نشتی در حد جزئی قابل قبول است. بنابراین بعد از شارژ، عقربه اهم زیادی را نشان می‌دهد. اگر خازن موجب حرکت عقربه نگردد یعنی قطع و در صورتیکه صفر باشد یعنی خازن اتصال کوتاه شده است و اگر اهم کمی نیز قرائت شود به معنی خراب بودن خازن است.

تست خازن سرامیکی

در حالی‌که خازن روی بورد است سلکتور مولتی‌متر را روی بازر قرار دهید و یک تست بوق انجام دهید و اگر صدای بوق شنیده شد خازن خراب شده است.

اندازه گیری ظرفیت خازن سرامیکی

در ابتدا خازن سرامیکی را از بورد جدا کنید سپس سلکتور مولتی متر را روی خازن قرار داده و پراب های قرمز و سیاه را به دو پایه خازن وصل کرده و عددی که مولتی متر نمایش می دهد را یادداشت کنید. مشاهده می‌شود که ظرفیت خازن برابر ۰.۱۳ نانو فاراد بود که اندازه درستی نمی باشد و برای اندازه گیری این نوع خازن نیز باید از lc متر استفاده کرد و مولتی متر جوابگو نیست.

نکته

برای صفر کردن مولتی متر دکمه REL را فشار دهید.

خازن عدسی:

در کل مانند خازن سرامیکی می باشند. در حالی که خازن روی بورد است سلکتور مولتی متر را روی بازر قرار دهید و یک تست بوق انجام دهید و اگر صدای بوق شنیده شد خازن خراب شده است.

محاسبه ظرفیت خازن عدسی از روی عدد درج شده روی آن

در اینجا مشاهده می شود که روی خازن عدد ۱۰۳ نوشته شده است که بصورت زیر ظرفیت خازن عدسی محاسبه می شود. دو رقم اول را نوشته و به اندازه عدد سوم صفر جلوی دو عدد اول می گذاریم و بدین ترتیب ظرفیت خازن بر اساس پیکو فاراد بدست می آید. بنابراین ظرفیت این خازن برابر ۱۰۰۰۰ پیکو فاراد یا ۱۰ نانو فاراد می باشد.

اندازه گیری ظرفیت خازن عدسی با مولتی متر

برای بدست آوردن ظرفیت خازن با استفاده از مولتی متر در ابتدا خازن را از مدار خارج کنید سپس سلکتور آن را روی خازن قرار داده و پراب‌های قرمز و سیاه را به دو پایه خازن وصل کنید و عدد نمایش داده شده توسط مولتی متر را یادداشت کنید. در اینجا ظرفیت خازن عدسی ۱۰۳ برابر ۱۰ نانو فاراد می باشد.

خازن الکترولیتی:

این نوع خازن ها معمولا در رنج میکرو فاراد می باشند. نام دیگر این خازن ها خازن شیمیایی است. بر خلاف خازن های عدسی این خازن ها دارای پایه مثبت و منفی می باشند. مقدار واقعی ولتاژ و ظرفیت قابل تحمل

خازن روی آن نوشته شده است. خازن‌های الکتریکی در دو نوع خازن های آلومنیومی و تانتالیومی ساخته می‌شود. یکی از کاربرد های فراوان آن در مدار یکسوساز دیودی به عنوان فیلتر می باشد.

به شکل زیر توجه کنید.

خازن الکترولیتی دارای پلاریته مثبت و منفی می‌باشد. دقت کنید که برای اتصال خازن روی بورد قبل از لحیم‌کاری سری از خازن که پلاریته منفی دارد در جای درست خود قرار بگیرد.

اگر به شکل زیر دقت کنید روی خازن الکترولیتی نواری با رنگ روشن با علامت صفر روی خازن الکترولیتی وحود دارد که نشان دهنده این است که این طرف خازن پلاریته منفی دارد و پایه مربوط به قطب منفی خازن مشخص می شود.

دقت کنید که پلاریته منفی روی بورد با یک نیم دایره سیاه مشخص می شود. برای نصب خازن پلاریته منفی مشخص شده روی بدنه خازن الکترولیتی را با پلاریته منفی مشخص شده روی بورد تطبیق دهید سپس خازن را روی بورد لحیم کنید.

نکته :

روی بدنه خازن الکترولیتی دو عدد نوشته شده است.

ظرفیت خازن الکترولیتی بر حسب میکرو فاراد

حداکثر ولتاژی که خازن در خود ذخیره می کند.

در حالی‌که خازن روی بورد است سلکتور مولتی متر را روی بازر قرار دهید و یک تست بوق انجام دهید و اگر صدای بوق شنیده شد خازن خراب شده است.

اندازه گیری ظرفیت خازن الکترولیتی با مولتی متر

در ابتدا خازن را از مدار خارج کنید سپس سلکتور مولتی‌متر را روی خازن بگذارید سپس پراب قرمز را به یک پایه خازن و پراب منفی را به پایه دیگر خازن وصل کنید. عددی را که مولتی‌متر نمایش می‌دهد یادداشت کنید. اما عددی که نمایش داده می‌شود عدد درستی نیست چون از آنجایی که مدار مولتی‌متر توانایی محاسبه مقدار خازن‌های الکترولیتی که بر حسب میکروفاراد هستند را ندارد ار دستگاه دیگری به نام lc متر استفاده می‌شود.

اندازه گیری ولتاژ خازن با مولتی متر

برای اندازه‌گیری ولتاژ دو سر خازن روی بورد، لازم است خازن با بارهای الکتریکی پر شود بنابراین مدار باید روشن باشد و ولتاژ به خازن برسد سپس سلکتور مولتی‌متر را روی ولتاژ مستقیم قرار دهید و پراب قرمز را به قطب مثبت خازن و پراب مشکی را به قطب منفی خازن وصل کنید (اگر پراب ها را برعکس کنید اتفاقی نمی‌افتد فقط عدد مولتی‌متر منفی می شود) سپس عدد مولتی‌متر را بخوانید.

نکته

دقت کنید به هیچ عنوان بعد از خاموش شدن مدار (برای مثال خاموش کردن پاور کامپیوتر) پایه‌های خازن را لمس نکنید یا اشتباهاً بین پایه‌های خازن اتصال کوتاه نشود چرا که خازن بعد از خاموش شدن مدار پر از ولتاژ می‌باشد و دقایقی طول می‌کشد این ولتاژ را از دست بدهد.

انواع تست های خازن

i. تست ظاهری

سیاه رنگ شدن خازن

تکه ای از خازن خراشیده شود.

باد کردن و ترکیدن

ii. تست با Ic متر برای خازن های الکترولیت و سرامیکی

iii. تست حرارت که در هنگامی که قطعه در مدار قرار دارد و مدار روشن است اگر قطعه داغ باشد (دست خود را روی خازن بگذارید) نشان از نشتی خازن می باشد.

iv. از تست حرارت برای تست Ic هم استفاده می شود.

v. با یک تست بوق می توان فهمید که خازن سالم است یا خراب می باشد. مولتی‌متر را روی بازر قرار دهید و پراب های قرمز و سیاه را به خازن وصل کنید اگر مولتی متر بوق ممتد کشید نشان دهنده خرابی خازن می باشد یعنی لایه عایق یا بخشی از خازن خراب شده است.

vi. تست بوق که خازن نباید بوق بزند.

- **تست سلف**

اکثر مولتی‌مترها، هانری متر ندارند و نمی‌توان ظرفیت سلف را با آنها اندازه‌گیری کرد، فقط می‌توان از سلامت قطعه با خبر شد. سلف سالم روی رنج دیود – بازر وقتی پراب‌ها به دو سر آن متصل می شود، مولتی‌متر بوق یکسره می زند و در غیر این صورت سلف سوخته است. شایان ذکر است که سالم بودن سلف را می‌توان روی برد و در مدار تست کرد.

پس جهت تست سلف می‌توان سلکتور مولتی‌متر را بر روی تست بازر (بوق) قرار داد. حال چنانچه دو سر پراپ مولتی‌متر را به دو سر پایه‌های سلف قرار دهید می‌بایست صدای بوق شنیده شود به عبارتی سلف هدایت کند و راه بدهد. در غیر اینصورت سلف خراب است و می‌بایست تعویض شود .

- **تست ترانسفورماتور**

وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به وسیلهٔ دو یا چند سیم پیچ و از طریق القای الکتریکی از یک مدار به مداری دیگر منتقل می‌کند. به این صورت که جریان جاری در مدار اول (اولیهٔ ترانسفورماتور) موجب به وجود آمدن یک میدان مغناطیسی در اطراف سیم پیچ اول می‌شود، این میدان مغناطیسی به نوبهٔ خود موجب به وجود آمدن یک ولتاژ در مدار دوم می‌شود که با اضافه کردن یک بار به مدار دوم این ولتاژ می‌تواند به ایجاد یک جریان ثانویه بینجامد.

ولتاژ القا شده در ثانویه V2 و ولتاژ دو سر سیم پیچ اولیه V1 دارای یک نسبت با یکدیگرند که به طور آرمانی برابر نسبت تعداد دور سیم پیچ ثانویه به سیم پیچ اولیه است

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

از ترانس برای سه کار استفاده می شود:

ترانس کاهنده: دور N1 کمتر از N2 ترانس افزاینده: دور N1 بیشتر ازN2 ترانس یک به یک: N1 برابرN2

نکته:

سیم پیچ برای ولتاژ و جریان DC مثل یک سیم معمولی عمل می کند.

نکته:

روش تست سلامت ترانس تنها از طریق اوسیلوسکوپ صورت می گیرد که نیاز به توضیح بسیاری دارد و البته با اهمتر هم تا حدودی می توان سلامت ترانس را چک کرد، به این صورت که رنج سلکتور اهم‌متر را روی بوق بازر می گذاریم و اگر پراپ ها را بر روی پایه های کنار هم بگذاریم باید بوق بزند.

دیود:

مقدار ولتاژی که باعث می‌شود دیود شروع به هدایت جریان‌الکتریکی کند ولتاژ آستانه یا Forward Voltage Drop گفته می شود که چیزی در حدود ۰.۶ تا ۰.۷ ولت می باشد اما هنگامی‌که به دیود ولتاژ معکوس (مثبت به کاتد و منفی به آند) داده می شود جریانی از دیود عبور نخواهد کرد به جز جریان نشتی که مقدار بسیار کمی می باشد و از آن در مدارهای الکتریکی صرف نظر می‌کنند. دقت کنید که هر دیود یک مقدار آستانه برای حداکثر ولتاژ معکوس دارد که اگر ولتاژ بیشتر از آن شد دیود می‌سوزد که به آن ولتاژ آستانه شکست دیود گفته می شود.

هرچه جنس کریستال ساخته شده در دیود از نظر ساختار منظم تر باشد دیود مرغوب تر و جریان نشتی کمتر خواهد بود.

مهم‌ترین کاربرد عملی دیود یکسو کردن جریان متناوب است. در بسیاری از آداپتورها جریان برقی که بوسیله ترانس کاهش پیدا کرده است به کمک یک دیود (یکسو سازی نیم موج)، دو دیود (در ترانس با ثانویه سه سر) و با چهار دیود (یکسو سازی تمام موج) انجام می‌شود. توجه داشته باشید که ولتاژ یکسویه پس از این دیودها، فرکانس ریپل به میزان دو برابر فرکانس متناوب (در حالت تمام موج) را دارد و جهت مستقیم شدن کامل ولتاژ بایستی خازن صافی با ولتاژ مجاز، ظرفیت بالا (با توجه به مقدار جریان مصرفی) و با رعایت پلاریته و بعد از پل دیود نصب شود.

تست توسط مولتی متر آنالوگ:

ابتدا قطعه را خارج از مدار تست می‌کنیم.

ترمینال‌های مولتی متر را در گرایش مستقیم جهت تست عبور جریان از دیود به پایه‌های دیود اتصال دهید در این حالت باید ترمینال قرمز به کاتد و ترمینال مشکی به آند دیود متصل باشد می‌دانیم کاتد توسط خط مدور روی بدنه دیود مشخص است در این حالت از دیود جریانی که توسط پیل داخل مولتی‌متر در آن جاری می شود عبور می کند و مقاومت دیود را برای این جریان می‌توانیم روی صفحه مولتی متر قرائت کنیم معمولاً حدود ۲۰ الی ۳۰ اهم است. و در این حالت حتماً مولتی‌متر باید روی RX1 باشد زیرا می‌خواهیم به حداکثر مقدار مقاومت ممکن دیود توجه داشته باشیم و در این حالت این مقدار بایستی از ۳۰ اهم بیشتر نشود وگرنه دیود در گرایش مستقیم نمی‌تواند جریان را به خوبی از خود عبور دهد.

تست در حالت معکوس : در این حالت ترمینال قرمز مولتی‌متر را به آند دیود وترمینال مشکی آن را به کاتد اتصال می دهیم اما چون باید مولتی متر را مُد RX10K بگذاریم باید توجه داشته باشیم که با دست پایه‌های مولتیمتر لمس نشود چون مولتی متر را در حالت سنجش مقاومت بالا گذاشته‌ایم زیرا می خواهیم کوچکترین نشتی ممکن دیود را بسنجیم و لابد دراین حالت هیچ گونه نشتی قابل قبول نیست و باید عقربه اصلاً انحرافی نشان ندهد.

تست دیود زنر : مولتی متر در گرایش مستقیم روی RX1 ومانند دیود معمولی باید ۲۰ الی ۳۰ اهم را نشان دهد واصطلاحاً گویند مولتی متر در گرایش مستقیم راه می دهد. در گرایش معکوس مولتی متر باید روی مُد RX1K بوده و هیچ گونه نشتی قابل قبول نیست.

اما جهت تست کامل دیود زنر باید دیود را توسط ولتاژ بالاتر از ولتاژ شکست و مانند شکل زیر درمدار زیر قرار داده و ولتاژ شکست آن را اندازه گیری نمود. تا از درستی ولتاژ شکست دیود مطمئن شویم.

تست دیود نوری (LED) :

قرار دادن دیودهای LED در مدارات الکترونیکی بدون مقاومت کنترل جریان و این مسئله باعث خواهد شد که دیود LED طول عمر کمتر و نیز صدمه رسیدن به مدارات می گردد. چون LED یک دیود می باشد و بنابراین باید به عنوان دیود در مدارات مورد استفاده قرار گیرد. و هیچ وقت دیود را در مدار به عنوان مصرف کننده در نظر نداشته باشید. پس در یک مداربسته که از LED استفاده می کنیم حتماً مقاومت کنترل جریان را با حساب وکتاب درستی در نظر داشته باشیم. مصرف یک LED از ۱۰ الی ۲۰ میلی آمپر است وبرای استفاده دائمی از یک LED در مدار مقاومت کنترل جریان آن را براساس این مقدار مصرف محاسبه کنیم ونیز می دانیم ولتاژ مورد نیاز یکLED بستگی به رنگ نور آن از ۱/۷ الی ۲/۲ ولت متفاوت است البته خیلی راحت این ولتاژ بدست می آید کافی است وقتی LED را در مدار قرار می دهیم (با سری نمودن مقاومت کنترل جریان آن) مقدار ولتاژ دوسر LED را اندازه گیری نمائیم. تا ولتاژ مورد نیاز LED بدست آید. از دو مطلب فوق نتیجه می گیریم که اولاً با یک پیل ۱/۵ ولتی انتظار روشن شدن LED را نداشته باشیم چون هر LED با یک ولتاژ مخصوص خود روشن می شود. ثانیاً اگر می خواهیم گرایش مستقیم یکLED را تست کنیم باید ولتاژ اعمالی

به LED بیشتر از ۱/۵ باشد و نیز می دانیم که مولتی مترها اکثراً مانند مولتی متر هیوکی ۳۰۰۷ برای تست در حالت اهمی از باطری ۱/۵ ولتی برای مُدهای Rx1 و Rx100 و Rx1k استفاده می کنند و این ولتاژ نمی‌تواند یک دیود LED را روشن کند چون همچنانکه در بالا عنوان شد حداقل ۱/۷ ولت جهت شکستن سد پتانسیل LED لازم است. بنابراین جهت تست در حالت حتی گرایش مستقیم یک LED باید از مُد Rx10k که تغذیه آن معمولاً توسط یک پیل ۹ ولتی انجام می گیرد استفاده نمود.

نتیجه نهایی :

تست LED : گرایش مستقیم : مولتی متر در مُد Rx10k و مولتی‌متر باید راه بدهد.

گرایش معکوس : مولتی‌متر در همین مُد و هیچ گونه نشتی قابل قبول نیست.

تست LED فرستنده مادون قرمز :

گرایش مستقیم : مولتی متر در مُد Rx1 و مولتیمتر باید راه بدهد.

گرایش معکوس : مولتیمتر در مُد Rx10k و هیچ گونه نشتی قابل قبول نیست.

نکته :

برای تست LED فرستنده مادون قرمز می توان با اعمال ولتاژ ۳ ولت به پایه‌های آن (در گرایش مستقیم) و سپس قرار دادن LED در مقابل دوربین تلفن همراه نور منتشر شده از LED مادون قرمز را در صفحه تلفن همراه مشاهده نمود که نشانگر سالم بودن آن می‌باشد.

تست توسط مولتی متر دیجیتال:

دیود معمولی:

نوار سفید رنگ روی دیود مشخص کننده کاتد می‌باشد.

تست بوق در دیود

در حالی که دیود روی بورد است از آن تست بوق بگیرید اگر صدای بوق شنیده شد دیود خراب شده است.

تست دیود با مولتی متر

در ابتدا دیود را از مدار جدا کنید.

سلکتور مولتی‌متر را روی دیود قرار داده و پراب قرمز را به سر آند وصل کرده و پراب مشکی را به سر کاتد (با نوار سفید روی دیود مشخص شده است) وصل کنید در این حالت مولتی‌متر مقداری را نشان می دهد.

حال جای پراب‌ها را عوض کرده و پراب مشکی را به آند و پراب قرمز را به کاتد دیود وصل کنید که باید مولتی‌متر مقدار بینهایت را بصورت ۱ یا L_0 نشان دهد یعنی دیود جریانی را در جهت عکس از خود عبور نمی‌دهد. در کل بصورت زیر عمل می‌شود.

مقدار مولتی متر	پایه ۲ (کاتد)	پایه ۱ (آند)
عدد	پراب مشکی	پراب قرمز
1یا L۰	پراب قرمز	پراب مشکی

با برقرار شدن این دو شرط دیود سالم است.

نکته:

دقت کنید عدد ۱ یا L۰ در مولتی متر یعنی اینکه مولتی متر راه نمی‌دهد و یا نشان دهنده بینهایت می‌باشد.

دیود زنر

از دیود زنر برای تثبیت ولتاژ استفاده می شود. نوار مشکی روی دیود زنر معرف بخش کاتد دیود است. ولتاژ دو سر دیود زنر تقریبا ثابت بوده و تغییر جریان در آن تاثیری ندارد. از این دیود ها در ناحیه شکست معکوس استفاده می شود. ولتاژ شکست این دیود ها را ولتاژ زنر می نامند و آن را با Vz نمایش می دهند. دیود های زنر تجاری با ولتاژ شکست ۲.۴ ولت تا ۲۰۰ ولت ساخته می شوند.

چون دیود زنر باید بصورت معکوس بایاس شود کاتد آن به قطب مثبت منبع ولتاژ و آند آن به قطب منفی منبع ولتاژ وصل می شود، در این صورت جهت جریان از کاتد به آند خواهد بود.

تست بوق در دیود

در حالی که دیود روی بورد است از آن تست بوق بگیرید اگر صدای بوق شنیده شد دیود خراب شده است.

تست دیود زنر

در ابتدا دیود را از بورد جدا کنید. سلکتور مولتی‌متر را روی دیود قرار داده و پراب قرمز را به آند و پراب مشکی را به کاتد وصل کنید در این‌صورت مولتی‌متر مقدار عددی را نشان می‌دهد یا به اصطلاح راه می‌دهد.

حال جای پراب‌ها را عوض کنید و پراب مشکی را به سر آند بزنید و پراب قرمز را به سر کاتد وصل کنید در این‌صورت مولتی‌متر مقدار L۰ یا ۱ (بینهایت) را نشان می‌دهد.در کل به‌صورت زیر عمل می‌شود.

مقدار مولتی متر	پایه ۲ (کاتد)	پایه ۱ (آند)
عدد	پراب مشکی	پراب قرمز
1یا L۰	پراب قرمز	پراب مشکی

نکته

دقت کنید که روی بورد جهت آند و کاتد برای دیود نمایش داده شده است.

دیودLED

دیود های LED دقیقا مانند دیود های معمولی هستند و بصورت مستقیم بایاس می شوند یعنی قطب مثبت منبع تغذیه به آند و قطب منفی آن به کاتد وصل می شود.

تست دیودLED

برای تست دیود LED آن را از مدار خارج کرده و پراب قرمز را به سر آند و پراب قرمز را به سر کاتد وصل کنید سپس دیود LED باید روشن شود. دقت کنید اگر جای پراب ها را عوض کنید مولتی‌متر باید مقدار ۱ یا (L۰ بینهایت) را نشان دهد.

دیود شاتکی

یک دیود نیمه هادی با افت ولتاژ پایین در حالت بایاس مستقیم و سرعت کلید زنی بسیار بالا می باشد. در دیودهای معمولی هنگام عبور جریان الکتریکی مقدار افت ولتاژ در حدود ۰.۶ تا ۱.۷ ولت می‌باشد در حالی‌که در دیود شاتکی افت ولتاژ در حدود ۰.۱۵ تا ۰.۴۵ ولت می باشد. دیود شاتکی ترکیب دو دیود معمولی می‌باشد. ملاحظه می‌شود که طرح پایه‌های آند و کاتد دیود شاتکی معمولا روی آن کشیده می شود.

تست بوق در دیود شاتکی

برای تست دیود شاتکی روی مدار با تست بوق، سلکتور مولتی‌متر را روی بازر قرار دهید سپس پراب ها را یکی یکی به پایه‌های دیود وصل کرده و اگر بوق زد دیود خراب است.

تست دیود شاتکی

در ابتدا دیود شاتکی را از مدار خارج کنید سپس سلکتور مولتی متر را روی دیود قرار داده و پراب قرمز را به پایه ۱ (آند) و پراب مشکی را به پایه ۲ (کاتد) وصل کنید که در این حالت مولتی‌متر مقداری عددی را نشان می‌دهد.جای پراب های قرمز و مشکی را عوض کنید و پراب قرمز را به پایه ۲ (کاتد) قرار داده و پراب مشکی را به پایه ۱ (آند) وصل کنید که در این حالت مولتی متر راه نمی دهد و مقدار ۰ Lیا ۱ (بینهایت) را نشان

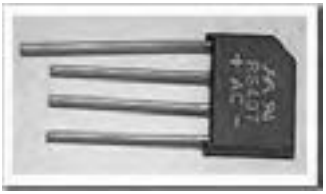
می‌دهد.پراب مشکی را به پایه ۲ (کاتد) و پراب قرمز را به پایه ۳ (آند) وصل کنید که در این حالت مولتی متر راه می دهد و مقدار عددی را نشان می دهد.حال جای پراب ها را عوض کنید و پراب قرمز را به پایه ۲ (کاتد) و پراب مشکی را به پایه ۳ (آند) وصل کنید که در این حالت مولتی متر راه نمی دهد و مقدار بی نهایت نشان داده می شود.در کل بصورت زیر عمل می شود.

پایه ۱ (آند)	پایه ۲ (کاتد)	پایه ۳ (آند)	مقدار مولتی متر
پراب قرمز	پراب مشکی		عدد
پراب مشکی	پراب قرمز		1 یا L٠
	پراب مشکی	پراب قرمز	عدد
	پراب قرمز	پراب مشکی	1 یا L٠

اگر این شرط ها برقرار باشد دیود شاتکی سالم است.

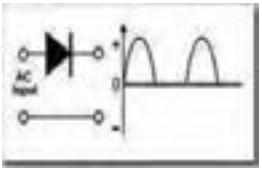
پل دیود

مداری است که با تغییر دادن پلاریته تغذیه ورودی آن، پلاریته خروجی تغییر نمی‌کند و معمولاً برای یکسو سازی جریان متناوب و بدست آوردن جریان مستقیم تمام موج استفاده می شود.

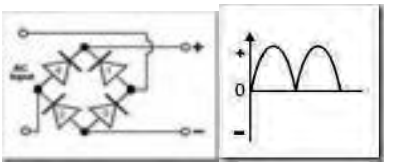


نکته

می‌دانیم که دیود جریان متناوب (AC) را یکسو می کند و قسمت منفی نمودار سینوسی جریان زمان یا ولتاژ زمان را حذف می‌کند یعنی به‌صورت کامل جریان یکسو نمی‌شود یا به اصلاح نیم‌موج می گویند.



ولی پل دیود جریان یا ولتاژ را کاملا یکسو می کند و فاصله سینوس‌ها را از بین می‌برد و یک جریان یا ولتاژ کاملا یکسو داریم یا به اصطلاح تمام موج می گویند. سپس می‌توان با استفاده از یک خازن بعد از پل دیود یک جریان یا ولتاژ صاف (DC) ایجاد کرد.



پل دیود دارای ۴ پایه می‌باشد. اتصال دو سر کاتدی تشکیل پلاریته مثبت و اتصال دو سر آندی تشکیل پلاریته منفی را می دهند. پل دیود می‌تواند به جای یک دیود چهار پایه از ترکیب ۴ دیود معمولی ایجاد شود.

تست پل دیود (ترکیب ۴ دیود) بوسیله تست بوق

سلکتور مولتی‌متر را روی بازر قرار داده اگر پراب‌های قرمز و منفی به دو پایه‌ای که در آند مشترک هستند وصل شوند مولتی‌متر باید بوق ممتد بزند که نشان دهنده اتصال دو پایه آندی هستند. (خروجی منفی) و اگر پراب‌های قرمز و منفی به دو پایه ای که در کاتد مشترک هستند وصل شوند مولتی‌متر باید بوق ممتد بزند که نشان‌دهنده اتصال دو پایه کاتدی هستند. (خروجی مثبت)

- در اتصال پراب‌های قرمز و منفی به پایه های دیگر که در آند و کاتد مشترک نیستند نباید صدای بوق شنیده شود.

تست پل دیود ۴ پایه روی بورد به‌وسیله تست بوق

پل دیود به‌صورت دیود شاتکر ۴ پایه می‌باشد که دو پایه وسط برق متناوب یا شهری اتصال دارد و پایه‌های کناری پلاریته + و – هستند و در تست بوق نباید نسبت به همدیگر بوق بزنند.

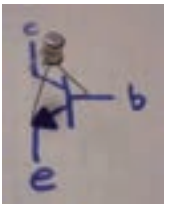
نکته

در تست ظاهری دیود نباید دچار خراشیدگی باشد.

تست ترانزیستور

طریقه شناسایی پایه های ترانزیستور توسط مولتی متر آنالوگ :ابتدا مولتی‌متر را در رنج Rx1 قرار داده و سپس به دنبال پایه‌ای می‌گردیم که به دو پایه دیگر راه بدهد. این پایه B (بیس) است و اگر این پایه به وسیله سیم قرمز شناسایی شود معرف نوع ترانزیستور PNP ویا اصطلاحاً مثبت است و در صورتی‌که توسط ترمینال مشکی تشخیص داده شود گویند که ترانزیستورNPN و یا منفی است. حال پایه B و نوع ترانزیستور مشخص شده است. جهت تشخیص دو پایه دیگر مولتی‌متر را در رنج Rx10k قرار داده و در هردو جهت این

دو پایه را نسبت به هم تست می‌کنیم در جهتی که مولتی متر راه می دهد ترمینالی که B (بیس) را شناسایی کرده است E ترانزیستور را تشخیص می دهد. و طبعاً پایه بعدی کلکتور است.



طریقه شناسایی پایه های ترانزیستور توسط مولتی متر دیجیتال:

برای تست کردن ترانزیستور مولتی متر را روی رنج دیود- بازر قرار می دهیم. یکی از پراب ها را به صورت تصادفی روی یک پایه ترانزیستور قرارداده و پراب دیگر را به پایه های دیگر می زنیم. اگر عددی مشاهده نشد، جای پایه مشترک را تغییر می دهیم. باز هم اگر روی دو پایه دیگر عدد ندیدیم پراب را عوض می کنیم. آنقدر این کار را انجام می دهیم تا وقتی که پراب را روی یک پایه ثابت نگه می داریم. در صورت اتصال پراب دیگر به هر کدام از پایه ها باید عددی روی صفحه مولتی متر دیده شود. دراین صورت پایه ای که پراب روی آن ثابت مانده پایه بیس، پایه ای که عدد کوچکتری نشان می دهد پایه کالکتور و پایه ای که عدد بزرگتر را نشان می دهد پایه امیتر است. حال اگر پراب ثابت مانده روی پایه بیس پراب قرمز یعنی مثبت باشد، ترانزیستور تیپ منفی یعنی NPN است و اگر پراب ثابت مشکی یعنی منفی باشد، ترانزیستور تیپ مثبت یعنی PNP است. در صورتی که هر چقدر پراب ها را تغییر داده و جابجا کنیم اما عددی مشاهده نشود و یا بوق یکسره باشد، ترانزیستور سوخته است.

طریقه تشخیص دادن پایه های ترانزیستورها

با توجه به اینکه مولتی متر یک باتری ۱.۵یا ۳ ولتی دارد وپراب قرمز به منفی باتری وپراب سیاه به مثبت باتری (از داخل)وصل میشود به صورت زیر عمل میکنیم :

نکته مهم:

مولتی‌متر رو در رنج high ohm قرار دهید (1k)

شناسایی پایه های ترانزیستور و تست سالم بودن آن:

ابتدا یک ترانزیستور سالم را بررسی می کنیم: یک ترانزیستور یا مثبت (pnp) و یا منفی (npn) می باشد. برای تشخیص تیپ ترانزیستور چندین روش وجود دارد.

طریقه‌شناسایی پایه‌های ترانزیستور توسط مولتی‌متر:

ابتدا مولتی‌متر را در حالت تست دیود قرار می‌دهیم و سپس به دنبال پایه‌ای می‌گردیم که به دو پایه دیگر راه بدهد، این کار را با تعویض قطب‌های سیم مولتی‌متر تکرار می‌کنیم، این پایه B (بیس) است و اگر این پایه به سیم مشکی مولتی متر متصل باشد معرف نوع ترانزیستور PNP ویا اصطلاحاً منفی است. و در صورتیکه به سیم قرمز متصل باشد ترانزیستور NPNو یا مثبت است. حال پایه B و نوع ترانزیستور مشخص شده است. جهت تشخیص دو پایه دیگر سیمی که به پایه بیس وصل است را دست نمی زنیم و سیم دیگر را یکبار به پایه دومی و یک‌بار به پایه سومی وصل می‌کنیم هر پایه که عدد کوچکتری روی صفحه مولتی‌متر نمایش دهد کلکتور و پایه دیگر امیتر است.

اگر یک ترانزیستور در موقع تست مشخصات این پایه‌های گفته شده را از خود بروز دهد سالم است و اگر یک مورد مشکل داشته باشد معیوب می‌باشد. تیپ بعضی از ترانزیستورها را از روی نام‌گذاری می‌توان مشخص نمود و برای تشخیص از این راه باید سیستم‌های نامگذاری ترانزیستور را بشناسیم.

۱- سیستم نامگذاری ژاپنی:

نام گذاری ترانزیستور در این سیستم به شرح زیر است :

با S۲ در ابتداشروع و اگر حرف بعدی A و یا B باشد ترانزیستور مثبت (PNP) می باشد پس SA۲ یعنی ترانزیستور مثبت بافرکانس کار بالا و SB۲ یعنی ترانزیستور مثبت (PNP)با فرکانس کار پائین می‌باشد.

مثال :

SA10152 این ترانزیستور از نوع مثبت با فرکانس کار زیاد می‌باشد و یا SB9412 این ترانزیستور از نوع مثبت با فرکانس کار پائین می باشد. اگر ترانزیستور با SC۲ و یا SD۲ شروع شود در این روش یعنی ترانزیستور منفی می باشد

SC۲ یعنی ترانزیستور منفی فرکانس بالا و SD۲ یعنی ترانزیستور منفی وبا فرکانس کار پائین است

۲- روش نامگذاری اروپایی :

که آوردن دو حرف در اول و سه عدد در آخر مانند BC337 تیپ ترانزیستور قابل تشخیص نیست

۳- در روش نامگذاری آمریکایی:

که با N۲ شروع و چند عدد در آخر مانند N30552 نوع مثبت ویا منفی مشخص نمی شود

برای تشخیص مثبت ویامنفی ترانزیستورها دیگر ضمن اینکه از دیتا شیت‌ها می‌توان استفاده کرد. در صورت داشتن یک ترانزیستور با همان شماره وسالم می توان به شرح زیر عمل کرد

ابتدا مولتی‌متر را روی RX1 قرار داده و دنبال پایه‌ای می گردیم که به دوپایه دیگر راه بدهد یعنی عقربه حرکت کند و معمولاً اهم کمتر از ۴۰ قابل قبول است

دراین حالت اگر مولتی‌متر آنالوگ (عقربه‌دار) داشته باشیم و سیم قرمز مولتی‌متر به پایه ای که به دو پایه دیگر راه بدهد متصل کنیم ترانزیستور از نوع مثبت است وپایه‌ای که به دوپایه دیگر راه می‌دهد پایه بیس B

می‌باشد و اگر سیم مشکی را به پایه ای متصل کنیم که به دو پایه دیگر رابدهد ترانزیستور منفی و پایه مشترک بیس B می باشد.

برای تشخیص دو پایه دیگر چندین روش وجود دارد که فقط به دوروش ساده آن اشاره می کنم.

اگر مولتی‌متر رنج RX10K داشته باشد می‌توان در این رنج به شرح زیر C کلکتور را از امیتر E تشخیص داد باید در این رنج دستمان به پایه های ترانزیستور تماس نداشته باشد

در این حالت(RX10K) ترمینال مشکی مولتی‌متر را اگر به دو پایه دیگر متصل کنیم (دست با پایه‌های ترانزیستور تماس نداشته باشد) فقط در یک جهت عقربه منحرف می شود

که در این حالت در ترانزیستور منفی سیم مشکی که بیس را تشخیص داد E امیتر را نیز در این حالت مشخص می‌کند و در ترانزیستور مثبت ترمینال قرمز که قبلاً بیس را تعین نموده است اکنون E امیتر را تعیین می‌کند حال که پایه های ترانزیستور را شناختیم چگونه آنرا تست کنیم تا بدانیم که قطعه صدرصد سالم است

برای تشخیص صحت ترانزیستور بشرح زیر توجه فرمائید

۱ - پایه بیس باید به دو پایه دیگر با مولتی متر آنالوگ و در رنج RX1 راه بدهد و اهم کمی را نشان دهد. طبیعی است که در این حالت دیود بیس امیتر درگرایش مستقیم است

۲ - پایه بیس به دو پایه دیگر حتی در رنج RX1k هم راه ندهد یعنی هیچ‌گونه نشتی در این حالت قابل قبول نیست. دیود بیس امیتر در گرایش معکوس می باشد

۳ – پایه‌های C کلکتور و E امیتر نیز در حالیکه مولتی‌متر در رنج RX1K قرار دارد از هردو سو نشتی ندارند پس در این حال نیز هیچ‌گونه نشتی قابل قبول نیست (دست با پایه‌های ترانزیستور نباید تماس داشته باشد).

توجه : این آزمایش فقط در یک ترانزیستور ساده بدون دیود داخلی ویا مقاومت داخلی صحت دارد و در ترانزیستور دارلینگتون نیز روش تست متفاوت است

چگونه ترانزیستورهای معادل را انتخاب کنیم :

برای انتخاب ترانزیستور معادل و یا جانشین مناسب آن به مهمترین پارامترهای آن توجه کنید.

۱ – ماکزیمم ولتاژ قابل تحمل EC

۲ – ماکزیمم جریان گذر از EC

۳ – توان ترانزیستور

۴ – ضریب تقویت ترانزیستور

۵ – فرکانس قطع ترانزیستور

نکات فوق الذکر در اکثر موارد باید مورد توجه باشد. اگر یک ترانزیستور خروجی هریزنتال و یا یک ترانزیستور سویچینگ تغذیه را انتخاب می کنیم تمام موارد فوق حتی به اضافه ظرفیت خازنی بین BC نیز باید مورد توجه قرار گیرد، زیرا فرکانس کار هرچه بالاتر رود اهمیت ظرفیت خازنی ما بین پایه‌های ترانزیستور بیشتر می‌شود.

نکته مهمی که در انتخاب ترانزیستورهای قدرت حائز اهمیت است مقدار جریان گذر از EC می باشد در این حالت انتخاب ترانزیستور جانشین باید به صورتی باشد که نه تنها تحمل جریان گذر را داشته باشد بلکه اندکی از ترانزیستور قبلی نیز بهتر بوده تا طول عمر بیشتری در مدار داشته باشد.

در انتخاب ترانزیستورهای طبقه افقی (هریزنتال) علاوه بر توجه به جریان گذر اهمیت تحمل ولتاژ کار بالا بیشتر از ترانزستورهای سویچینگ است. زیرا همواره خروجی‌های افقی (هریزنتال) پیک‌های ولتاژ بالاتر تولید می‌کنند. این بدان معنی نیست که در طبقه POWER SUPPLY یا منبع تغذیه ولتاژ کار ترانزیستور اهمیتی ندارد. به هرحال انتخاب ولتاژ کار با توجه به ماکزیمم دامنه پیک‌های تولیدی اهمیت دارد. در ترانزیستورهای خروجی افقی (هریزنتال) گاهی محدوده ولتاژ کار بالاتر از V۱۵۰۰ می باشد پس الزاماً باید ولتاژ کار این ترانزیستورها بالاتر از پیک‌های تولیدی باشد تا تحمل کاردر این وضعیت را داشته باشد.

روش تست رگولاتور و فت و ماسفت با استفاده از مولتی متر

آزمایش ماسفت به کمک اهم‌متر: در ابتدا پایه های ترانزیستور را بوسیله دیتاشیت مشخص می‌کنیم.

۱- کلید سلکتور اهم‌متر را در وضعیت RX1K قرار می دهیم.

۲- فیش مثبت آنرا (پروب قرمز) به پایه سورس و فیش منفی(پروب مشکی یا همان com) را به پایه درین وصل می‌کنیم در این حالت عقربه اهم‌متر نباید حرکت کند.

۳- بکمک سر فلزی یکی از فیش‌های اهم‌متر پایه‌های گیت و درین را یک لحظه اتصال کوتاه می‌دهیم.

۴- سپس فیش مثبت آنرا به پایه سورس و فیش منفی را به پایه درین وصل می‌کنیم در این حالت عقربه اهم‌متر بایستی از وسط درجه بندی عبور کرده و اهمی را نشان دهد که این نشانه سالم بودن ماسفت است.

مراحل	P-CHANNEL	N-CHANNEL
سیم مشکی وصل شود به گیتسیم قرمز وصل شود به سورس	مولتی‌متر نباید بوق بزند(مدار باز)	مولتی‌متر نباید بوق بزند(مدار باز)
سیم قرمز وصل شود به دراینسیم مشکی وصل شود به سورس	مولتی‌متر رنج دیود ها را نشان می دهد (۲۵۰ تا ۶۵۰)	مولتی‌متر نباید بوق بزند(مدار باز)
سیم مشکی وصل شود به دراینسیم قرمز وصل شود به سورس	مولتی‌متر نباید بوق بزند(مدار باز)	مولتی‌متر رنج دیود ها را نشان می دهد (۲۵۰ تا ۶۵۰)
سیم قرمز وصل شود به گیتسیم مشکی وصل شود به سورس	مولتی‌متر نباید بوق بزند(مدار باز)	مولتی‌متر نباید بوق بزند(مدار باز)

▪ تعمیر لوازم خانگی

اتوی خشک

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
کف اتو داغ نمی‌شود و چراغ نشان دهنده خاموش است.	پریز برق ندارد	با ولت متر، ولتاژ پریز را کنترل کنید و در صورت خراب بودن پریز آن را تعویض کنید.
	دو شاخه یا سیم رابط معیوب است.	دوشاخه را باز کنید و اتصال های داخل آن را بازدید کنید. آوومتر را روی رنج Rx1 قرار دهید و سیم رابط را از دو شاخه تا ترمینال کنترل کنید. در صورت معیوب بودن دو شاخه یا کابل ورودی آن را تعویض کنید.
	ترموستات خراب است.	اتورا از برق جدا کنید. آوومتر را روی رنج Rx1 قرار دهید و رابط های آن را به دو شاخه سیم رابط اتصال دهید و ترموستات را قطع و وصل کنید. اگر با وصل ترموستات عقربه آوومتر به سمت صفر و با قطع آن عقربه به سمت بی نهایت متمایل شد ترموستات سالم و در غیر این صورت معیوب است و باید تعویض شود.
	المنت قطع است و لامپ سوخته است.	المنت و لامپ را تعویض کنید.
	اتصال های ترمینال معیوب است.	سرسیم ها را از ترمینال جدا کنید و پس از بازدید مجددا آنها را ببندید. در صورت نیاز ترمینال را تعویض کنید.
	ترموستات تنظیم نیست.	مطابق دستور کارخانه سازنده اتو، ترموستات را تنظیم کنید.
	درجه اتو کم انتخاب شده است.	درجه اتو را روی عدد مناسب قرار دهید
	سیم های رابط داخلی اتو معیوب است.	مجموعه سیم های رابط را دقیقا بازدید و پس از آزمایش آنها با اهم متر، سیم رابط معیوب را شناسایی و آن را تعویض کنید.
کف اتو داغ می شود اما چراغ نشان دهنده روشن نمی شود	لامپ سوخته است.	لامپ را تعویض کنید
	سیم فاز یا نول چراغ قطع شده است.	اتورا از برق جدا کنید و آوومتر را در رنج Rx1 قرار دهید و سیم های رابط مدار مربوط به چراغ را کنترل کنید تا قطع شدگی مدار مشخص شود.
بدنه اتو برق دارد.	کابل رابط در محل ورود به اتو معیوب است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید
	المنت اتصال بدنه دارد.	المنت را تعویض کنید. چنانچه المنت قابل تعویض نیست کفی را با المنت تعویض کنید.
	سیم‌های رابط داخل اتو معیوب است.	سیم های رابط داخل اتو را بازدید و سیم معیوب را تعویض کنید.
	عایق ترموستات از بین رفته است.	ترموستات را باز کنید. چنانچه قابل تعمیر نیست آن را تعویض کنید
	سیم اتصال زمین از بدنه اتو قطع است.	پس از عیب یابی ورفع عیب سیم اتصال زمین را وصل کنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
کف اتو خیلی داغ است و ترموستات اتومات نمی کند.	ترموستات معیوب است.	ترموستات را تعویض کنید.
	سیم های رابط داخلی – اتصالی دارند	سیم های رابط را بازدید و آزمایش کنید. سیم های معیوب را شناسایی و آن را تعویض کنید.
کف اتو کمی گرم است و ترموستات زود به زود اتومات می کند	ترموستات تنظیم نیست.	ترموستات راتنظیم کنید.
	درجه ی اتو کم است.	درجه ترموستات را روی عدد مناسب بگذارید.

اتوی بخار

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
دستگاه نشتی آب دارد	مخزن آب معیوب است.	مخزن را تعویض کنید.
	مخزن بخار معیوب است	آن را تعمیر یا کفی را تعویض کنید.
	اتصال مخزن به بدنه اتو کامل نیست.	مخزن را به طور صحیح به بدنه اتو اتصال دهید.
	لاستیک آب‌بندی روی مخزن بخار- معیوب است.	آن را تعویض کنید.
	سطح آب در مخزن بیش از حد مجاز است.	سطح آب داخل مخزن را درحد مجاز دستگاه تنظیم کنید.
دستگاه نشتی آب دارد	قبل از اتصال اتو به پریز، دکمه بخار باز بوده و مخزن از بخار آب پر شده است.	دستگاه را از برق جدا کرده و صبر کنید تا آب داخل مخزن بخار تخلیه شود. سپس اتو را به برق بزنید.
	درجه ترموستات روی درجه حرارت کم، انتخاب شده است و بخار تولید نمی شود.	درجه ترموستات را مناسب انتخاب کنید.
	ترموستات تنظیم نیست.	ترموستات را تنظیم کنید.
	ترموستات معیوب است.	ترموستات را تعویض کنید.
دستگاه نشتی بخار دارد.	شیر بخار معیوب است	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	لاستیک آب بندی روی مخزن بخار معیوب است.	آن را تعویض کنید
	مخزن بخار معیوب است.	مخزن بخار یا کفی اتو را تعویض کنید.
از مجرای خروج بخار همراه بخار آب نشت می کند.	درجه ترموستات کم است.	درجه ترموستات را مناسب انتخاب کنید.
	ترموستات تنظیم نیست	ترموستات را مطابق دستورالعمل تنظیم کنید.
شیر بخار باز است اما بخار از دستگاه خارج نمی شود.	المنت معیوب است.	المنت را تعویض کنید.
	ترموستات معیوب است.	ترموستات را تعویض کنید.
	شیر بخار معیوب است.	شیر بخار را تعمیر یا تعویض کنید.
	آب داخل مخزن آب نیست.	مخزن آب را در حد مجاز از آب مقطر پرکنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	سوراخ‌های خروج بخار مسدود شده است.	طبق دستورهای قبلی دستگاه را رسوب‌زدایی کنید.
	لاستیک آموزش و پرورش بندی مخزن بخار معیوب است.	لاستیک آب بندی را تعویض کنید.
آب‌فشان درست کار نمی کند.	سوراخ آب‌فشان توسط رسوب بسته شده است.	سوراخ آب فشان را باز کنید.
	فنر معیوب است و پیستون را بعد از فشرده شدن به جای اولیه برنمی‌گرداند	فنر را تعویض کنید.
	پمپ آب‌فشان گریپاژ است (قطعات متحرک در جای خود محکم شده است).	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
در درجه کم ترموستات کف اتو بیش از حد گرم می‌شود و میزان بخار خروجی زیاد است.	ترموستات تنظیم نیست.	ترموستات را تنظیم کنید.
	ترموستات معیوب است.	ترموستات را تعویض کنید.
	در سیم‌های رابط اتصالی وجود دارد.	سیم‌های رابط معیوب را بازدید و کنترل کنید و در صورت نیاز آنها را تعویض کنید.
کف اتو هنگام کار به لباس می چسبد	مواد نجسب کف اتو از بین رفته است.	کف اتو را با سازی یا تعویض کنید.
	شیر بخار بسته است و کف اتو زیاد داغ می شود.	شیر بخار را باز کنید و درجه ترموستات را درست انتخاب کنید.
	کف اتو جرم یا رسوب گرفته است.	طبق دستور رسوب زدایی عمل کنید تا عیب برطرف شود.
بهره حرارتی اتو کم است یعنی اتو نمی تواند حرارت لازم را تولید کند.	ترموستات تنظیم نیست	ترموستات را تنظیم کنید.
	ترموستات معیوب است.	آن را تعویض کنید.
	مخزن بخار سوب گرفته است.	طبق دستور دستگاه را رسوب زدایی کنید.
سیم جمع‌کن کار نمی‌کند.	فنر معیوب است.	فنر را تعمیر و درصورتی که از جای خود خارج شده است آن را تعویض کنید.
	ضامن سیم جمع‌کن معیوب یا از جای خود خارج شده است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	پلاتین‌های سیم جمع کن معیوب است	آن را تعویض کنید.
	سیم‌های رابط سیم جمع‌کن به ترمینال یا به پلاتین معیوب است.	سیم رابط معیوب را تعویض و اتصال را به طور صحیح برقرار کنید.
با راه‌اندازی اتو فیوز شبکه برق منزل عمل می‌کند.	اتصال کوتاه در سیم‌های رابط وجود دارد.	سیم رابط معیوب را تعویض کنید.
	اتصال بدنه ایجاد شده است.	اتصال بدنه را رفع کنید.
	المنت معیوب است.	المنت را تعویض کنید.
	اتصال‌ها معیوب یا شل است.	اتصال صحیح را برقرار کنید.

سماور برقی

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
سماور اصلا گرم نمی‌کند و چراغ نشان دهنده روشن نمی شود.	پریز برق ندارد.	با ولت‌متر ولتاژ پریز را اندازه‌گیری کنید. در صورتی که عیب از سیم‌کشی پریز است آن را رفع و در صورت خرابی پریز را عوض کنید.
	دوشاخه و کابل رابط معیوب است.	ابتدا دو شاخه را از پریز جدا کنید و آوومتر را روی رنج (Rx1) قرار دهید. سپس یکی از رابطه‌های اهم‌متر را به یک سر دوشاخه و رابط دیگر را به انتهای دو سیم کابل رابط در محل ترمینال چینی، تک به تک اتصال دهید. در صورتی که عقربه اهم متر حرکت نکند دوشاخه را بازدید کنید. چنانچه دوشاخه سالم باشد کابل رابط خراب است و می‌بایست تعویض شود.
	ترموستات خراب است.	اهم‌متر را روی رنج (Rx1) قرار دهید و پس از جدا کردن دو شاخه از پریز، رابط‌های اهم متر را به دو پایه ترموستات متصل کنید. چنانچه با قطع و وصل ترموستات، عقربه اهم متر منحرف نشد ترموستات معیوب است و باید عوض شود.
	سیم‌های رابط با اتصال‌های داخلی سماور معیوب است.	سیم‌های رابط معیوب را تعویض و اتصال‌ها را محکم کنید. چنانچه مقوای نسوز یا عایق حرارتی خراب شده است آنها را تعویض کنید.
سماور گرم نمی کند اما چراغ نشان دهنده روشن است.	المنت قطع است.	ابتدا دو شاخه را از پریز جدا کنید و دو سر المنت را به اهم‌متر اتصال داده و مقاومت آن را اندازه بگیرید. درصورت خراب بودن المنت آن را تعویض کنید.
	سیم های رابط قطع است.	ابتدا سیم‌های رابط را بازدید کنید. چنانچه عیب قابل رویت در سیم‌های رابط مشاهده نشد توسط اهم‌متر سیم‌های رابط را کنترل کنید تا سیم رابط معیوب مشخص شود. پس از اطمینان از معیوب بودن سیم رابط آن را تعویض کنید.
سماور گرم می‌کند اما چراغ نشان‌دهنده خاموش است.	لامپ سوخته است.	آن را تعویض کنید.
	سیم های رابط چراغ معیوب است.	به وسیله اهم‌متر روی رنج (Rx1) از معیوب بودن سیم رابط مطمئن شوید و سپس آن را تعویض کنید.
سماور برقی گرم می‌کند ولی گرمای آن مطلوب نبوده و ترموستات زود به زود قطع و وصل می‌کند.	ولوم ترموستات روی درجه مناسب قرار نگرفته است.	ولوم ترموستات را روی درجه مناسب قرار دهید.
	ترموستات تنظیم نیست	در ترموستات‌های گازی مطابق دستورالعمل ترموستات را تنظیم کنید و در ترموستات های بی متالی قابل تنظیم سر ولوم ترموستات را باز کنید. سپس با پیچ گوشتی تخت مناسب، پیچ داخل محور یا میله ترموستات را در جهت خلاف حرکت عقربه ساعت بچرخانید تا تنظیم مناسب صورت گیرد.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	در سماور با ترموستات بی‌متالی صفحه مقوای نسوز یا عایق حرارتی خراب است.	عایق حرارتی را تعویض کنید تا گرمای المنت کمتر به سمت پایه که ترموستات در آن قرار دارد برسد و ترموستات به موقع عمل کند.
سماور یکسره کار می‌کند و اتومات نمی‌شود.	ترموستات خراب است.	ترموستات را تعویض کنید.
	پلاتین‌های ترموستات به‌هم جوش خورده است.	ترموستات را تعویض کنید چون حساسیت ترموستات هم کاهش یافته است.
	سیم‌های رابط به هم اتصال شده است.	سیم‌های رابط را تعویض و از لوله عایق نسوز و مرغوب برای عایق‌کاری استفاده کنید.
سماور اتصال بدنه دارد.	عایق‌بندی ضعیف است.	عایق‌کاری المنت با بدنه و عایق‌کاری سیم‌های رابط را اصلاح کنید.
	المنت اتصال بدنه دارد.	المنت را تعویض کنید.
	سیم اتصال زمین قطع است.	پس از رفع عیب، سیم اتصال زمین را وصل کنید.
	اتصال کابل رابط با بدنه در محل ورود کابل به پایه	چنانچه کابل بلند است قسمتی از کابل را که اتصال کرده است، قطع کنید و درصورتی که کابل کوتاه است آن را تعویض کنید.
سماور دیرتر به جوش می‌آید و کیفیت اتومات هم مطلوب است.	رسوب، روی دیواره مخزن را پوشانده است. روی المنت رسوب با ضخامت زیاد وجود دارد.	یک قاشق غذا خوری جوش شیرین داخل مخزن سماور بریزید و مخلوط آب و جوش شیرین را تا حد جوش گرم کنید تا رسوب‌ها از بدنه جدا شود یا از مواد رسوب گیر آماده در بازار و طبق دستور کارخانه سازنده آن استفاده کنید.
سماور نشتی آب دارد و هنگام کار اتصال بدنه می شود.	در المنت لوله‌ای، واشر المنت فرسوده شده است.	واشر المنت را تعویض کنید.
	تنوره یا مخزن سوراخ شده است.	محل عیب را شناسایی و برای قلع کاری و مسدود کردن سوراخ دستگاه را به سماور ساز بدهید.

کتری برقی

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
کتری اصلا گرم نمی‌کند اما چراغ نشان دهنده روشن است.	المنت قطع است.	المنت را تعویض کنید.
	اتصال المنت به کلید قطع است.	مدار را بررسی و اتصال را برقرار کنید.
	سیم رابط داخل دستگاه قطع است.	سیم رابط معیوب را با هم متر شناسایی و آن را تعویض کنید.
کتری اصلا گرم نمی‌کند اما چراغ نشان‌دهنده هم خاموش است.	پریز برق ندارد.	درصورت خرابی پریز با قطع سیم‌های آن، نسبت به تعمیر یا تعویض آن اقدام کنید.
	کلید توسط بی متال قطع شده است.	ترموستات را تعویض کنید زیرا حساسیت خود را از دست داده است.
	سیم رابط یا دوشاخه معیوب است.	مدار مربوط به سیم‌های رابط را قسمت به قسمت کنترل کنید در صورت خرابی یا قطع شدگی، نسبت به تعویض آن اقدام کنید.
	شل بودن اتصال ها	اتصال ها را محکم کنید.
	پلاتین های کلید وصل نمی شود وفرسوده شده است.	کلید را تعویض کنید.
کتری به طور خودکار خاموش نمی-شود.	در کتری خوب بسته نشده است.	درکتری را ببندید.
	میله عمل کننده بی‌متال چسبیده است.	درصورتی که چربی یا جرم سبب چسبیدگی میله شده باشد آن را تمیز و در غیر این‌صورت تعویض کنید.
	لوله بخار گرفته است(در ترموستات بخار آب)	سطح آب زیاد است آب را کم کنید. بعد از خنک شدن کتری لوله بخار را وارونه کنید تا تخلیه شود.
	پلاتین‌های کلید به هم‌چسبیده و جوش خورده است.	کلید را تعویض کنید
	صفحه با نوار بی‌متال دچار شکستگی یا خوردگی شده است.	بی‌متال را تعویض کنید.
کتری نشتی دارد.	پیچ نگه دارنده المنت شل هستند.	پیچ‌ها را محکم کنید. در صورت تداوم نشتی، واشرهای آب بندی را تعویض کنید.
	چنانچه کتری از نوع ترموستات با بخار داغ است کتری بیش از حد پر شده است.	سطح آب را کم کنید تا در زمان جوشیدن، آب سرریز نشود.
	ممکن است منبع یا بدنه اصلی ترک داشته یا سوراخ شده باشد.	منبع را تعویض کنید.
بهره گرمایی کتری مطلوب نیست.	پوشش روی المنت رسوب گرفته است.	طبق دستورالعمل دستگاه رسوب‌زدایی کنید.
	المنت خراب است.	المنت را تعویض کنید.

پلوپز و آرام پز برقی

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
دستگاه روشن نمی‌شود.	پریز برق ندارد.	پس از اطمینان از برق دار بودن شبکه برق منزل به رفع عیب یا تعویض پریز اقدام کنید.
	سیم رابط قطع است.	سیم رابط را تعویض کنید.
	ترموستات تنظیم نیست.	ترموستات را تنظیم کنید.
	سیم رابط به دو شاخه قطع است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	کلید خراب است.	کلید را تعویض کنید.
	پلاتین های تایمر قطع است.	تایمر را تعویض کنید
	المنت قطع و لامپ نشان‌دهنده سوخته است.	هردو را تعویض کنید
	ترموستات معیوب است.	ترموستات را تعویض کنید.
	سیم‌های رابط داخلی قطع است.	سیم‌های رابط داخلی معیوب را تعویض کنید.
	سرسیم‌ها قطع شده است یا درست اتصال ندارد.	سرسیم‌های قطع شده را تعویض و اتصال را برقرار کنید.
ترموستات قطع و وصل نمی کند(عمل نمی کند) و در حالت قطع یا وصل باقی مانده است.	ترموستات معیوب است.	ترموستات را تعویض کنید.
	ترموستات تنظیم نیست.	ترموستات را تنظیم کنید.
	سرسیم‌های رابط به ترموستات قطع شده یا اتصال خوب برقرار نیست.	سرسیم های قطع شده ر اتعویض و اتصال‌ها را درست برقرار کنید.
دستگاه کار می کند اما چراغ نشان دهنده روشن نمی شود.	چراغ سوخته است.	چراغ را تعویض کنید.
	سیم رابط یا سرسیم مربوط به چراغ قطع است.	سیم رابط را تعویض کنید.
برنج خوب نمی پزد.	درجه ترموستات مناسب انتخاب نشده است.	درجه ترموستات را مناسب انتخاب کنید.
	ترموستات معیوب است.	ترموستات را تعویض کنید.
	نسبت آب با برنج درست نیست.	مطابق دستور دستگاه نسبت آب و برنج را رعایت کنید.
	تماس دیگ یا صفحه گرم کننده خوب برقرار نشده است.	نسبت به رفع عیب اقدام کنید تا تماس کامل برقرار شود.
ترموستات خوب کار نمی‌کند (قطع و وصل آن مطابق استاندارد تعریف شده نیست)	بعد از پختن پلو- ترموستات عمل نمی کند	ترموستات را تنظیم یا تعویض کنید.
	قبل از پختن کامل برنج ترموستات عمل می‌کند.	ترموستات را تنظیم یا تعویض کنید.
	دستگاه به صورت تراز قرار نگرفته است.	دستگاه را به صورت تراز قرار دهید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
ترموستات خوب کار نمی‌کند (قطع و وصل آن مطابق استاندارد تعریف شده نیست)	دیگ، درست در جای خود قرار نگرفته است.	دیگ را در جای خود به طور صحیح قرار دهید.
	جسم خارجی بین دیگ و صفحه گرم کننده قرار دارد.	جسم خارجی را بردارید تا تماس دیگ با صفحه گرم کننده به طور کامل برقرار شود.
بدنه دستگاه برق دار شده است.	سیم رابط به بدنه چسبیده است.	اتصال بدنه را رفع کنید.
	در صورتی که دستگاه سیم اتصال زمین دارد، سیم اتصال زمین قطع است و سیم رابط به بدنه چسبیده است.	پس از رفع عیب سیم اتصال زمین را وصل کنید.
	المنت، ترمستات یا چراغ نشان دهنده اتصال بدنه دارد.	اتصال بدنه را رفع کنید و در صورت خرابی هر کدام از قطعات، نسبت به تعویض آن اقدام کنید.
درحالی که ترموستات کار می کند، ته برنج می سوزد.	دستگاه تراز نیست.	آن را به صورت تراز قرار دهید.
	روغن در پلوپز نریخته اند.	برنج را روغن بپزید.
	ترموستات تنظیم نیست.	ترموستات را تنظیم کنید.
	تایمر معیوب است.	تایمر را تعویض کنید.
در پلوپزهای مجهز به تایمر، دستگاه قطع نمی‌کند.	موتور تایمر سوخته است.	ترموستات را تعویض کنید.
	ترموستات تنظیم نیست.	ترموستات را تنظیم کنید.
	ترموستات معیوب است.	ترموستات را تعویض کنید.
	پلاتین‌های تایمر چسبیده است.	تایمر را تعویض کنید.
دستگاه آرام‌پز بعد از پخت غذا اتوماتیک نمی‌کند.	ترموستات معیوب است.	آن را تعویض کنید.
	تایمر معیوب است.	در صورتی‌که موتور تایمر سوخته یا پلاتین‌های آن به هم چسبیده‌اند، تایمر را تعویض کنید.
	سیم‌های رابط داخلی معیوب است.	سیم‌های رابط معیوب را تعویض کنید.
	ترموستات تنظیم نیست.	ترموستات را تنظیم کنید.
آب دستگاه پس از جوش آمدن از دیگ سر ریز می‌شود.	میزان آب دستگاه زیاد است.	مطابق دستور بهره‌برداری از دستگاه عمل شود.
	ظرفیت آب و برنج بیش از حد ظرفیت نامی دستگاه است.	مطابق دستور ظرفیت دستگاه رعایت شود.

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
دستگاه روشن نمی‌شود	پریز برق ندارد.	بعد از اطمینان از برق‌دار بودن شبکه برق منزل نسبت به رفع عیب پریز اقدام کنید.
	سیم رابط معیوب است.	پس از بازدید، دوشاخه و سیم رابط را در صورت نیاز تعمیر و یا تعویض کنید.
	اتصال سیم رابط به ترمینال دستگاه قطع است.	اتصال را برقرار کنید.
	ترموستات معیوب است.	ترموستات را تعویض کنید.
	موتور سوخته است.	موتور را تعویض کنید.
	جاروبک‌ها کوتاه شده است.	آنها را تعویض کنید.
	پل دیود یا دیودهای یکسوسازی موتورDC خراب است	آنها را تعویض کنید.
	المنت معیوب یا قطع است.	المنت را تعویض کنید.
	سیم‌های رابط داخلی قطع است.	سیم‌های رابط معیوب را تعویض و اتصال را برقرار کنید.
	کلاف‌های استاتور در موتور یونیور سال یا موتور قطب چاکدار قطع است.	در صورت امکان آن را تعمیر یا تعویض کنید (معمولاً باید تعویض شود.)
	کلید یا کلیدها معیوب هستند.	آنها را تعویض کنید.
	سیم رابط موتور خراب است.	آنها را تعویض کنید.
المنت‌ها کاملا قرمز شده ولی موتور نمی‌چرخد.	موتور سوخته یا معیوب است.	در صورت امکان آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	پروانه دمنده هوا به بدنه یا موتور، گیر دارد.	در صورت معیوب بودن پروانه آن را تعویض کنید و در صورتی که به علت پیچیدن مو به دور آن گیر کرده، گیر پروانه را تمیز و آن را رفع کنید.
	پروانه دمنده هوا به سیم رابط موتور گیر کرده است.	گیر آن را رفع کنید.
	زغال یا زغال ها در جازغالی گیر کرده یا کوتاه شده است.	چنان چه زغال‌ها گیر دارند آن را رفع و در صورتی‌که کوتاه شده‌اند آنها را تعویض کنید.
المنت‌ها کاملا قرمز شده ولی موتور نمی‌چرخد.	محور یا شفت موتور معیوب است.	آن را تعویض کنید.
	دو سر موتور اتصال کوتاه شده است.	عیب آن را رفع کنید.
موتور صدای هوم می‌کند و نمی‌چرخد.	بوش موتور خراب است	در صورت امکان آن را تعویض کنید و در غیر این صورت موتور را جایگزین کنید.
	پروانه به بدنه یا سیم های رابط موتور گیر کرده است.	در صورت معیوب شدن پروانه، آن را تعویض و در صورتی‌که معیوب نباشد عیب را برطرف کنید.
	اگر موتور دستگاه یونیور سال است، سیم‌بندی آرمیچر قطع است.	در صورت امکان آن را تعمیر و یا تعویض کنید (معمولاً باید تعویض شود.)
	اگر موتور DC است، دیودهای یکسوسازی معیوب است.	آنها را تعویض کنید.
	محور موتور معیوب است.	در صورت امکان آرمیچر یا موتور را تعویض کنید. در غیر این صورت موتور را عوض کنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
موتور کار می‌کند اما هوایی از دستگاه خارج نمی‌شود و المنت‌ها رنگ قرمز دارند.	پروانه دمنده هوا، به بدنه و یا موتور گیر کرده و سوراخ پروانه که محور موتور در آن قرار می گیرد گشاد شده است.	پروانه را تعویض کنید.
موتور کار می‌کند اما صدای آن طبیعی نیست.	کلید انتخاب ولتاژ در وضعیت مناسب قرار ندارد.	آن را در وضعیت مناسب قرار دهید.
	بوش ها معیوب هستند.	آنها را تعویض کنید.
	دیودهای یکسوسازی موتور معیوب هستند.	آنها را تعویض کنید.
	پروانه به بدنه یا موتور گیر دارد.	گیر آن را رفع و در صورتی که پروانه خراب است آن را تعویض کنید.
	موتور معیوب است.	در صورت امکان آن را رفع عیب و در غیر این صورت آن را تعویض کنید.
موتور ضمن کار جرقه شدید می‌زند و گاهی دود از موتور خارج می‌شود	کلید انتخاب ولتاژ مناسب نیست.	آن را در وضعیت مناسب قرار دهید.
	آرمیچر سوخته است.	در صورت امکان آن را تعویض کنید. در غیر این صورت موتور جایگزین شود.
	دیودهای یکسوسازی موتور DC خراب است.	آنها را تعویض کنید.
	بوش های موتور خراب است.	آنها را تعویض کنید.
موتور کار می‌کند اما هوای گرم از دستگاه خارج نمی‌شود.	المنت قطع یا معیوب است.	آنها را تعویض کنید.
	کلید معیوب است.	آنها را تعویض کنید.
	سیم‌های رابط المنت قطع است.	سیم رابط معیوب را تعویض و اتصال را برقرار کنید.
دستگاه، اتصال بدنه دارد. اتصال بدنه از طریق پیچ‌ها و بدنه فلزی ایجاد شده است.	سیم های رابط معیوب است.	سیم‌های رابط معیوب را تعویض کنید.
	موتور، اتصال بدنه دارد.	موتور را تعویض کنید.
	المنت، اتصال بدنه دارد.	عایق حرارتی نسوز که معمولاً مقوایی یا پلاستیکی است را تعویض کنند. در صورتی‌که المنت خراب است المنت جدید جایگزین کنید.
بدنه سشوار بیش از اندازه گرم شده و در بعضی موارد تغییر شکل پیدا کرده است.	عایق حرارتی نسوز از بین رفته است.	آن را تعویض کنید.
	المنت، اتصال کوتاه دارد.	المنت را تعویض کنید.
	کلید معیوب است.	کلید را تعویض کنید.
	سیم‌های رابط داخل سشوار معیوب است.	سیم های معیوب را تعویض کنید.
	هوادهی دستگاه کافی نیست.	سیستم هوادهی را تعمیر یا تعویض کنید.

ماشین اصلاح برقی

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
کلید درحالت وصل قرار دارد اما ماشین اصلا کار نمی کند.	پریز برق ندارد.	پس از اطمینان از برق‌دار بودن شبکه برق منزل اقدام به رفع عیب و تعمیر و یا تعویض پریز کنید.
	سیم رابط معیوب است.	سیم رابط را بازدید و در صورتی که قابل تعمیر نیست آن را تعویض کنید.
	دو شاخه سیم رابط درست در داخل پریز قرار نگرفته است.	اتصال را کاملاً برقرار کنید.
	کلید معیوب است	کلید را تعویض کنید.
	سیم‌های رابط داخلی قطع است	سیم‌های رابط معیوب را تعویض کنید.
	بوبین در ماشین‌های اصلاح برقی با مکانیزم نوسانی یا لرزشی سوخته است.	آن را تعویض کنید
کلید درحالت وصل قرار دارد اما ماشین اصلاً کار نمی‌کند.	در ماشین‌های اصلاح موتور داراز نوع چرخشی موتور سوخته است.	موتور را تعویض کنید.
	در ماشین‌های اصلاح با سیستم الکترومکانیکی، زغال‌های موتور کوتاه شده است.	زغال ها را تعویض کنید و چنان‌چه نیاز به تعویض فنرها دارد آنها را تعویض کنید.
	در ماشین های اصلاح قابل شارژ، باتری یا مدار شارژ معیوب است.	آن را تعویض کنید.
صدای ماشین خیلی زیاد و پس از چند لحظه کار کردن دود از ماشین خارج می شود.	درماشین‌هایی که با دو ولتاژ ۱۱۵ولت و ۲۳۰ ولت کار می‌کنند کلید انتخاب ولتاژ در وضعیت مناسب قرار ندارد	بلافاصله دستگاه را از پریز جدا کنید. کلید انتخاب ولتاژ را در وضعیت مناسب قرار دهید و چند دقیقه صبر کنید تا ماشین خنک شود.
	کلید انتخاب ولتاژ معیوب است.	کلید را تعویض کنید
	موتور نیم سوز است	موتور را تعویض کنید
	اتصال کوتاه در سیم‌های رابط ماشین وجود دارد.	سیم‌های رابط معیوب را تعویض کنید.
	بوش های موتور معیوب است.	بوش‌ها را تعویض کنید.
	در ماشین اصلاح برقی با مکانیزم لرزنده یا نوسانی بوبین یا بوبین‌ها نیم سوز شده‌اند.	بوبین ها را تعویض کنید.
ماشین کند کار می‌کند و قدرت تیغه کم است.	بوش ها معیوب است	بوش ها را تعویض کنید
	چرخ دنده ها خراب است	چرخ دنده معیوب را تعویض کنید.
	ذرات مو از حرکت تند تیغ جلوگیری می‌کند	تیغ ها و نگه دارنده آنها را تمیز کنید.
	در ماشین‌هایی با مکانیزم لرزنده فاصله هسته متحرک از هسته ثابت زیاد است.	فاصله هسته متحرک را تنظیم کنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	در شبکه ۱۱۵ ولت کلید ولتاژ روی ۲۳۰ ولت قرار دارد.	وضعیت کلید را تغییر دهید.
	درماشین اصلاح با مکانیزم لرزنده فنرها معیوب اند.	فنر ها را تعویض کنید.
سرعت تیغ متحرک طبیعی اما سر و صدای ماشین زیاد است.	چرخ دنده ها خراب است	چرخ دنده ها را تعویض کنید.
	در ماشین‌های که با مکانیزم لرزنده فاصله هسته متحرک از هسته ثابت تنظیم نیست.	فاصله هسته ها را تنظیم کنید.
سرعت تیغ متحرک طبیعی اما سر و صدای ماشین زیاد است.	نیروی فنرها در مکانیزم لرزنده تنظیم نیست.	توسط پیچ تنظیم بغل ماشین نیروی فنرها را تنظیم کنید.
	در ماشین اصلاح با مکانیزم لرزنده قاب نگه دارنده تیغ ها لقی دارد.	لقی آن را رفع کنید.
پس از خاموش کردن ماشین دستگاه روشن است و به کار خود ادامه می‌دهد	کلید خراب است	کلید را تعویض کنید.
	سیم‌های رابط داخلی ماشین معیوب اند.	سیم های رابط معیوب را تعویض کنید.
ماشین اتصال بدنه دارد	موتور اتصال بدنه دارد.	موتور را تعویض یا اتصال بدنه را رفع کنید.
	بوبین ماشین‌های اصلاح برقی با مکانیزم لرزنده اتصال بدنه کرده است.	بوبین را تعمیریا تعویض کنید.
	سیم‌های رابط دستگاه به بدنه وصل شده است.	سیم‌های رابط معیوب را تعویض و اتصال بدنه را رفع کنید.
به محض وصل کلید دستگاه فیوز اصلی منزل عمل می‌کند.	اتصال کوتاه در سیم رابط وجود دارد.	سیم رابط معیوب را تعویض کنید.
	موتور سوخته است و اتصال کوتاه دارد.	موتور را تعویض کنید و سیم‌های رابط مدار را کنترل کنید.
	در ماشین‌های اصلاح الکترومغناطیسی با مکانیزم لرزنده بوبین سوخته است.	بوبین یا بوبین ها را تعویض کنید.
	خازن‌های پارازیت‌گیر سوخته است.	آنها را تعویض کنید.
	اتصال کوتاه در سیم‌های رابط داخلی دستگاه وجود دارد.	سیم‌های رابط معیوب را تعویض کنید
	پریز داخلی ماشین معیوب است.	پریز را تعویض کنید
ماشین موی صورت را اصلاح نمی‌کند.	تیغ‌ها کند شده است.	تیغ را تعویض کنید و هرچند وقت یک‌بار آن را با روغن مخصوص روغن‌کاری کنید.
	موتور نیم سوز است.	موتور را تعویض کنید.
	فاصله تیغه‌ها تنظیم نیست.	فاصله تیغ‌ها را تنظیم کنید.
	دسته انتخاب درجه تراشیدن ماشین مناسب نیست و ماشین کثیف است	درجه ماشین را مناسب انتخاب کنید. ماشین را تمیز کنید.

چرخ گوشت

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
کلید روشن است اما دستگاه کار نمی‌کند.	پریز برق ندارد	پس از اطمینان از برق داربودن شبکه برق، برای رفع عیب پریز اقدام کنید.
	سیم رابط معیوب است.	ابتدا دوشاخه را بازدید کنید. اگر معیوب بود در صورت امکان آن را تعمیر کنید. اگر قابل تعمیر نبود آن را تعویض کنید. اگر دو شاخه سالم بود سیم رابط را تعویض کنید.
	کلید معیوب است	کلید را تعویض کنید
	سیم های رابط داخل دستگاه قطع است	سیم‌های رابط معیوب را به وسیله اهم‌متر شناسایی و آنها را تعویض کنید.
	اتصال های مدار قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید.
	سیم پیچ بالشتک‌ها یا آرمیچر قطع است.	بالشتک ها یا آرمیچر را تعویض کنید.
	فیوز حرارتی مدار عمل کرده است.	پس از رفع عیب به وسیله کلید مخصوص، فیوز حرارتی مدار را به وضعیت اولیه آن برگردانید.
	جاروبک ها کوتاه شده اند و اتصال را در مدار برقرار نمی کنند.	جاروبک ها را تعویض کنید تا اتصال مدار برقرار شود.
	دوشاخه به طور صحیح در پریز قرار نگرفته است.	دوشاخه را به طور صحیح در پریز قرار دهید
موتور کار می‌کند اما محور خرد کننده یا مار پیچ نمی‌چرخد	دنده مار پیچ سر محور موتور شکسته یا ساییده شده است.	آرمیچر را تعویض کنید.
	دنده مارپیچ ساییده شده است.	دنده مارپیچ یا محور خرد کننده را تعویض کنید.
	چرخ دنده اصلی ساییده شده است.	چرخ دنده را تعویض کنید.
	محور چرخ دنده اصلی از جای خود خارج شده است.	محور را در جای خود قرار دهید.
	پین و خار چرخ دنده شکسته است.	پین و خار را تعویض کنید
چرخ گوشت با لرزش و سر و صدای زیاد کار می کند.	چرخ دنده اصلی که محور دنده مارپیچ را می‌چرخاند معیوب است.	آن را تعویض کنید.
	پره‌های خنک‌کننده موتور کج شده یا شکسته است.	پروانه خنک کننده را تعویض کنید.
	جسم خارجی بین چرخ دنده ها قرار گرفته است.	جسم خارجی را بردارید و اگر چرخ دنده‌ها خراب بود آنها را تعویض کنید.
	یاتاقان‌ها معیوب است.	یاتاقان‌ها را تعویض کنید.
	قطعات درست در محل خود قرار ندارند.	قطعات را به طور صحیح در محل خود قرار دهید.
	آرمیچر نیم سوز است.	آرمیچر را تعویض کنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	قسمتی از بالشتک-ها اتصال کوتاه شده است	بالشتک‌ها را تعویض کنید
	دنده مارپیچ یا محور خرد کننده گوشت معیوب است.	آن را تعویض کنید.
	واشرهای تنظیم کننده فاصله معیوب‌اند.	واشر یا واشرهای معیوب را تعویض کنید
	اتصال‌های مکانیکی شل است.	اتصال های مکانیکی را محکم کنید
موقع کارکردن موتور، گریس از جعبه دنده بیرون می ریزد	اتصال‌های مکانیکی شل شده است.	پیچ های قاب جعبه دنده را محکم کنید.
	میزان گریس در جعبه دنده بیش از حد مجاز است.	مقدار گریس را در جعبه دنده تنظیم کنید.
	واشر آب بندی جعبه دنده خراب است.	واشر آب بندی محفظه جعبه دنده را تعویض کنید.
	نوع گریس تعویض شده مرغوب نیست	گریس را تعویض کنید
	قاب‌های جعبه دنده شکسته است.	قاب های جعبه دنده را تعویض کنید
موتور صدای ناهنجار می دهد و نمی چرخد. نکته مهم : فورا در این حالت دستگاه را خاموش کنید.	یاتاقان‌ها معیوب است.	یاتاقان‌ها را تعویض کنید.
	چرخ دنده ها معیوب شده و حالت گریپاژ ایجاد کرده است.	چرخ دنده ها را تعویض کنید.
	جسم خارجی بین آرمیچر و استاتور قرار گرفته است.	جسم خارجی را بردارید
	جسم خارجی بین چرخ دنده ها قرار دارد.	جسم خارجی را ببردارند و چنان چه چرخ دنده ها معیوب شده، آنها را تعویض کنید.
	عایق‌بندی موتور از بین رفته و موتور اتصال بدنه دارد.	موتور را تعویض کنید.
	پروانه خنک کننده گیر دارد	درصورت امکان آن را رفع کنید. در غیر این صورت پروانه را تعویض کنید.
هنگام کار کردن دستگاه دود از دستگاه خارج می شود و کار دستگاه طبیعی نیست	بار چرخ گوشت زیاد است.	مقدار گوشت تغذیه شده به گلویی چرخ گوشت را کاهش دهید.
	آرمیچر نیم‌سوز است.	آرمیچر را تعویض کنید.
	بالشتک‌ها نیم سوز است.	بالشتک‌ها را تعویض کنید.
	چرخ دنده‌ها معیوب است.	چرخ دنده‌ها را تعویض کنید.
	یاتاقان‌ها معیوب است.	یاتاقان‌ها را تعویض کنید.
	دنده مارپیچ دستگاه معیوب است.	آن را تعویض کنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	ولتاژ تغذیه زیاد است.	ازترانسفور ماتور یا دستگاه تنظیم ولتاژ برای تغذیه دستگاه استفاده کنید.
	دستگاه به طور مداوم و بیش تر از ۳۰ دقیقه به کار رفته است.	زمان کارکرد دستگاه را کاهش دهید و بیش از ۳۰ دقیقه دستگاه را به طور مداوم به کار نبرید.
بدنه چرخ گوشت برق‌دار شده است.	سیم اتصال زمین قطع است.	سیم اتصال زمین را وصل کنید.
	موتور اتصال بدنه دارد.	موتور را تعمیر یا تعویض کنید.
	سیم‌های رابط داخل دستگاه اتصال بدنه کرده است.	سیم رابط معیوب را تعویض و اتصال بدنه را رفع کنید.
	کلید اتصال بدنه دارد.	کلید را تعویض کنید..
دستگاه در حال کار، جرقه شدید می زند.	آرمیچر نیم سوز است.	آرمیچر را تعویض کنید
	بالشتک ها نیم سوز است و ولتاژ زیاد دوسر آرمیچر قرار می گیرد.	بالشتک ها را تعویض کنید.
	بار دستگاه زیاد است.	بار را کاهش دهید.
	زغال‌ها کوتاه شده است.	زغال‌ها را تعویض کنید.
	یاتاقان‌ها معیوب است.	یاتاقان‌ها راتعویض کنید.
	دنده چرخ دنده ها شکسته است.	چرخ‌دنده معیوب را تعویض کنید.
	زغال‌ها مناسب و مرغوب نیستند.	زغال‌ها را تعویض کنید.
	اتصال های مکانیکی شل است.	اتصال‌های مکانیکی را محکم کنید.
	ولتاژ شبکه زیاد است.	ولتاژ دستگاه را به وسیله اتوترانسفورماتور یا دستگاه تنظیم ولتاژ مناسب دستگاه قرار دهید.
	دستگاه گیر مکانیکی دارد.	گیر دستگاه را رفع کنید.
مقدار گوشت چرخ کرده کم و به صورت پوره یا له شده است.	تیغ تیز نیست.	در صورت امکان تیغ باید توسط استاد کار حرفه ای با دستگاهی که سنگ مغناطیسی دارد تیز شود. در غیر این صورت آن را تعویض کنید.
	دنده مارپیچ داخل محفظه خرد کننده گوشت تنظیم نیست.	دنده مارپیچ را در داخل محفظه گوشت به وسیله واشر تنظیم کنید.
	پنجره یا شبکه تیز نیست.	پنجره یا شبکه به وسیله افراد خبره با دستگاهی که سنگ مغناطیس دارد تیز شود. در غیر این صورت تعویض شود.
	پنجره چرخ گوشت تقریبا مسدود شده است.	پنجره را تمیز کنید.

جارو برقی

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
دستگاه روشن نمی شود.	پریز برق ندارد.	پس از اطمینان از برق دار بودن شبکه برق- نسبت به رفع عیب یا تعویض پریز اقدام کنید.
	کلید اصلی معیوب است.	کلید را تعویض کنید.
	زغال ها معیوب است.	اگرزغال ها کوتاه شده اند آنها را تعویض کنید و اگر زغال یا زغالها در داخل جا زغال گیر کرده اند گیر آنها را رفع کنید تا اتصال مدار کامل شود.
	سیم رابط معیوب است.	دوشاخه را بازدید کنید. در صورتی که معیوب بود آن را تعمیر یا تعویض کنید. اگر سیم رابط در مسیر بین دوشاخه و پریز سیم جمع کن معیوب باشد آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	آرمیچر سوخته و مدار آن قطع است.	آرمیچر را تعویض کنید.
	بوبین ها استاتور معیوب است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	برد الکترونیکی تغییر سرعت موتور معیوب است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	سیم‌های رابط داخلی دستگاه معیوب است.	سیم‌های رابط معیوب را تعویض کنید.
	پلاتین ها یا پریز جمع کن معیوب است.	هریک را تعویض کنید.
	اتصال‌های مدار برقرار نیست.	اتصال‌های مدار را برقرار کنید.
	فیوز دستگاه سوخته است (درصورتی که فیوز داخل دستگاه موجود باشد وگرنه همان فیوز زیر کنتور است.)	پس از رفع عیب دستگاه فیوز را تعویض کنید.
	ترموستات حدی یا با تنظیم ثابت مدار معیوب است.	دربعضی از جارو برقی‌ها این ترموستات عمل می‌کند و چنانچه جریان مدار زیاد باشد ترموستات به وضعیت قبلی بر نمی گردد و بایستی تعویض شود.
هنگام کار صدای ناهنجار به گوش می‌رسد و بهره کار دستگاه خوب نیست.	پروانه معیوب یا شل شده است.	پروانه را تعویض یا محکم کنید.
	بلبرینگ‌ها خراب هستند.	بلبرینگ ها را تعویض کنید.
	بوش ته موتور در جاروبرقی بوش‌دار خراب است.	آن را تعویض کنید.
	آرمیچر سوخته است.	آن را تعویض کنید.
	در بوبین ها اتصال کوتاه وجود دارد و آرمیچر را به سمت خود می‌کشد.	آن را تعویض کنید.
	کلید ولتاژ اشتباهاً روی ۱۱۰v قرار گرفته است.	آن را تغییر وضعیت دهید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
دستگاه منظم کار نمی کند.	آرمیچر نیم سوز است.	آن را تعویض کنید.
	فاصله بین جارغالی و تیغه های کلکتور تنظیم نیست.	آن را تنظیم کنید.
	کلاف ها استاتور اتصال کوتاه دارد.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	سطح کلکتور صاف نیست	از سطح کلکتور در صورت امکان بار بردارید.
	عایق بین تیغه‌های کلکتور برجسته است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید
	زغال ها کوتاه شده است.	آنها را تعویض کنید.
	فنرهای پشت زغال ها معیوب است.	آنها را تعویض کنید.
هنگام کار جرقه و حرارت زیاد ایجاد شده و صدای دستگاه طبیعی نیست.	آرمیچر نیم سوز است.	آرمیچر را تعویض کنید.
	یک یا چند تیغه از کلکتور کنده شده است.	آرمیچر را تعویض کنید.
	کلید ولتاژ اشتباها روی ۱۱۰V قرار دارد.	وضعیت کلید را تغییر دهید.
	اتصال کوتاه در بوبین های استاتور وجود دارد.	استاتور را تعمیر یا تعویض کنید.
هنگام روشن شدن دستگاه فیوز می پرد.	سیم رابط دستگاه معیوب است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	میزان بار شبکه منزل زیاد است.	دستگاه های برقی و پرمصرف هم زمان کار می کنند که با ایجاد عدم هم زمانی به هنگام استفاده از جارو برقی میزان بار را کاهش دهید.
	موتور سوخته است.	آن را تعویض کنید.
	پریز یا پلاتین سیم جمع کن معیوب و سبب اتصال کوتاه مدار شده است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	سیم های رابط داخل دستگاه معیوب است.	آن را تعویض کنید
قدرت مکش دستگاه کم است.	پروانه های مکش معیوب اند.	آنها را تعویض کنید.
	کسیه زباله جارو برقی پرشده است.	آن را تعویض کنید و درصورتی که کسیه دائمی است آن را تخلیه کنید.
	فیلتر دستگاه کثیف است.	فیلتر را تعویض کنید.
	لوله مکش تا خوردگی دارد یا زباله داخل آن گیر کرده است.	لوله مکش را از دستگاه خارج کنید و دست را جلوی محفظه مکش دستگاه قرار دهید در صورتی که مکش خوب بود عیب از لوله یا شیلنگ رابط است آن را تعویض یا گیر آن را برطرف کنید.
	لوله مکش با خرطومی پاره است و هوا خارج می شود.	آن را تعویض کنید

نوع عیب	علت	روش تشخیص وچگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	داخل پروانه مکش زباله و پرز زیاد وجود دارد.	موتور را تمیز و رفع عیب کنید. در این مرحله تعویض فیلتر ضروری است.
	برد الکترونیکی کنترل سرعت معیوب است و سرعت خیلی پایین است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	موتور گیر مکانیکی دارد.	گیر موتور را بر طرف کنید.
دستگاه با لرزش کار می کند.	لاستیک لرزه گیر سروته و یا بغل موتور خراب است.	آنها را تعویض کنید.
	پروانه مکش هوا بالانس نیست.	پروانه مکش را تعویض کنید.
	موتور درجای خود قرار ندارد.	موتور را به طور صحیح در جای آن قرار دهید.
سیم جمع کن کار نمی کند.	فنر معیوب است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	ضامن نگهدارنده معیوب است.	آن را تعمیر یا تعویض کنید.
	فنر شارژ نیست.	فنر را شارژ کنید.
دستگاه خاموش نمی شود.	کلید خراب است	آن را تعویض کنید.
	اتصال در سیم های رابط کلید وجود دارد.	سیم رابط معیوب را تعویض کنید.

کولر آبی

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
کلید های پمپ آب و موتور دو دور وصل است اما کولر اصلا کار نمی کند.	برق شبکه قطع است.	اقدامی صورت نگیرد و کلید ها را در وضعیت قطع قرار دهید.
	فیوز اصلی شبکه برق ورودی قطع است.	پس از رفع عیب شبکه برق ورودی فیوز را وصل کنید.
	فیوز کولرقطع شده است.	پس از رفع عیب مدار الکتریکی کولر فیوز را وصل کنید.
	نول یا سیم مشترک کولر قطع است.	قطع سیم نول کولر را از محل قبل از کلید مخصوص و در محفظه کلید مخصوص و قطع سیم مشترک را از محفظه کلید تا ترمینال کولر در کابل چهار رشته بررسی کنید. چنانچه اتصال ها قطع شده است آن را برقرار کنید. در صورتی‌که سیم مشترک کابل قطع است، کابل را تعویض کنید.
	اتصال ها قطع هستند.	اتصال ها را برقرار کنید.
	کابل سیم رابط موتور دو دور و پمپ آب معیوب است..	کابل سه رشته و سیم رابط پمپ را تعویض کنید.
	موتور دو دور و پمپ آب معیوب هستند.	موتور دو دور و پمپ آب را تعویض کنید.
کولر کار می کند اما باد آن گرم است. نکته مهم در این شرایط هرگز از کولر استفاده نکنید زیرا موتور کولر به علت گرما می سوزد.	کلید پمپ آب قطع است	کلید پمپ آب را وصل کنید..
	پمپ آب کار نمی کند	پمپ آب را سرویس یا تعویض کنید.
	کلید پمپ آب معیوب است.	کلید مخصوص را تعویض کنید.
	اتصال ها قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید.
	سیم رابط پمپ آب قطع است	سیم رابط معیوب را تعویض کنید.
	لوله آب کولر مسدود است.	لوله آب کولر را تعویض کنید
	شناور معیوب است.	شناور را تعویض کنید.
	شناور تنظیم نیست.	شناور را تنظیم کنید.
	کفی پمپ آب ازپایه پمپ جدا شده است.	کفی پمپ آب را نصب کنید.
	شیلنگ آب از پایه پمپ یا سه راهی جدا شده است.	شیلنگ را در محل آن نصب کنید.
	شیلنگ رابط، سه راهی و آب پخش کن ها مسدود است.	شیلنگ رابط، سه راهی و آب پخش کن ها را تمیز کنید.
	سوراخ‌های ناودان ها بسته شده است.	ناودان‌ها را با استفاده از فشار آب تمیز کنید تا سوراخ ها کاملا باز شوند.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	پره های افقی دریچه هوای کولر در وضعیت نیم بسته قرار دارند.	به وسیله اهرم دریچه هوا، پره های افقی را در وضعیت مناسب آن قرار دهید.
	پارچه برزنتی لرزه گیر پاره است..	پارچه برزنتی را تعویض کنید.
	تسمه شل یا سفت بسته شده است.	پیچ های پایه موتور دو دور را شل کنید و با جا به جا پایه موتور، تسمه را تنظیم کنید و سپس پیچ ها را ببندید.
	پولی موتور یا پولی پروانه هرز می‌گردند.	به وسیله پیچ آلنی، پولی ها را به محور محکم کنید.
	پولی موتور و پولی پروانه هر دو در یک صفحه فرضی قرار ندارند.	پولی موتور یا پولی پروانه را با آچار آلن نمره ۴ باز کنید و هر دو پولی را در یک خط یا صفحه فرضی قرار دهید.
	پره های فن کثیف شده اند.	فن و پره های آن را تمیز کنید.
	زاویه پره‌های پروانه تغییر کرده است.	پروانه را تعویض کنید.
	یاتاقان های کولر معیوب هستند.	یاتاقان های معیوب را تعویض کنید.
	یاتاقان های موتور معیوب هستند.	یاتاقان های معیوب را مشابه تعویض بوش های پنکه رومیزی تعویض کنید.
	پروانه توربین بر عکس در داخل کانال داخلی سوار شده است.	پروانه را باز کنید(پس از باز کردن دو یاتاقان دو طرف پروانه، پروانه به راحتی از داخل کانال داخلی باز می شود)وپروانه را به طور صحیح در داخل کانال داخلی قار دهید.
	موتور کولر نیم سوز است.	موتور کولر را تعویض کنید یا برای تجدید سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
	پروانه توربین بر عکس در داخل کانال داخلی سوار شده است.	پروانه را باز کنید (پس از باز کردن دو یاتاقان دو طرف پروانه – پروانه به راحتی از داخل کانال داخلی باز می شود) و پروانه را به طور صحیح در داخل کانال داخلی قرار دهید.
	موتور کولر نیم سوز است.	موتور کولر را تعویض یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
پمپ آب کولر کار نمی کند.	کلید پمپ آب در وضعیت قطع قرار دارد.	کلید را در وضعیت روشن قرار دهید.
	کلید پمپ آب کولر معیوب است.	کلید مخصوص کولر را تعویض کنید.
	اتصال سرسیم های رابط پمپ به ترمینال قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید.
	اتصال کابل چهار رشته به کلید پمپ قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید
	اتصال سیم رابط پمپ در کابل چهار رشته به ترمینال کولر قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید.
	کابل چهار رشته ای معیوب است.	کابل چهار سیمه رشته ای را تعویض کنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	سیم رابط پمپ آب معیوب است.	سیم رابط پمپ را تعویض کنید.
	موتور پمپ کولر سوخته است.	پمپ آب کولر را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
موتور دو دور کار نمی کند.	کلید روشن موتور در وضعیت قطع قرار دارد.	کلید موتور را در وضعیت روشن قرار دهید
	کلید مخصوص کولر معیوب است.	کلید را تعویض کنید
	اتصال سرسیم های کابل چهار رشته به کلید مخصوص کولر قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید.
	اتصال سرسیم‌های کابل سه رشته‌ای و رابط ترمینال به موتور قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید.
	کابل چهار رشته‌ای معیوب است.	کابل چهار رشته‌ای را تعویض کنید.
	کابل سه رشته‌ای معیوب است.	کابل سه رشته ای موتور را تعویض کنید
	موتور سوخته است.	موتور را تعویض یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید
موتور کولر صدای هوم می‌کند اما نمی چرخد.	تسمه بیش از حد سفت است.	تسمه را تنظیم کنید.
	پولی ها در یک امتداد نیستند.	پولی ها را طوری تنظیم کنید که در یک صفحه فرضی قرار گیرند
	اتصال ها قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید.
	کلید گریز از مرکز پس از خاموش شدن موتور در مرحله قبل به وضعیت عادی خود برنگشته است.	فنرهای کلید گریز از مرکز تعویض شود.
	سیم پیچ راه اندازی معیوب است.	موتور را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
	سیم پیچی های دور تند و راه انداز هرد و معیوب هستند.	سیم های رابط معیوب را تعویض کنید.
	سیم های رابط معیوب هستند.	خازن راه انداز را تعویض کنید.
	خازن راه انداز معیوب است.	خازن دائم کار را تعویض کنید.
	خازن دائم کار در موتور های یک فاز با خازن دائم کار معیوب است.	
فقط یکی از دورهای موتور دو دور کار می کند.	اتصال کابل چهار رشته ای مربوط به دوری از موتور که کار نمی کند به کلید مخصوص قطع است.	اتصال را برقرار کنید
	کلید معیوب است.	کلید مخصوص را تعویض کنید.
	اتصال کابل سه سیمه‌ای موتور به ترمینال یا صفحه کلید گریز از مرکز قطع است.	اتصال را برقرار کنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	کابل چهار رشته ای معیوب است.	کابل چهار رشته ای را تعویض کنید.
	کابل سه سیمه موتور معیوب است.	کابل سه سیمه موتور را تعویض کنید.
	سیم صفحه پلاتین و یا محرک گردان کلید گریز از مرکز معیوب است.	صفحه پلاتین یا محرک گردان را تعویض کنید.
	موتور معیوب است.	موتور را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید
در کولر با موتورهایی که سیم پیچ راه‌انداز دارند، در هر دو وضعیت کلید تبدیل فقط دور تند موتور کار می‌کند.	سیم رابط معیوب است.	سیم رابط معیوب را تعویض کنید.
	اتصال ها قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید
	فاصله پلاتین های متحرک و ثابت مربوط به کلید گریز از مرکز تنظیم نیست.	درصوت امکان فاصله بین پلاتین های متحرک و ثابت را تنظیم کنید.
	صفحه پلاتین مربوط به کلید گریز از مرکز معیوب است.	صفحه پلاتین را تعویض کنید.
	قسمت گردان کلید گریز از مرکز معیوب است.	قسمت گردان کلید گریز از مرکز را در صورت امکان تعمیر کنید. درغیر این صورت تعویض شود.
با تغییر وضعیت کلید تبدیل تند و کند کولر به‌طور معکوس عمل می کند یعنی جای دور تند و کند عوض شده است.	اتصال کابل چهار سیمه به کلید تبدیل جابه جا شده است.	اتصال ها را در کلید تبدیل جابجا کنید.
	اتصال سرسیم های کابل سه سیمه موتور به ترمینال جابه جا شده است.	سرسیم های دور تند و کند موتور دو دور را درترمینال جابه جا کنید.
	اتصال سرسیم-های کابل سه سیمه تند و کند موتور در روی صفحه پلاتین کلید گریز از مرکز جابه جا شده است.	سرسیم های دور تند و کند موتور را جا به جا کنید
در کولر با موتور راه‌انداز خازنی با راه‌انداز مقاومتی موتور با دور کم راه نمی‌افتد- اما پس از راه اندازی یا دور تند تغییر وضعیت کلید تبدیل موتور با دور کند کار می‌کند.	سیم رابط پلاتین های کلید گریز از مرکز معیوب است.	سیم رابط را تعویض کنید.
	اتصال ها قطع است.	اتصال ها را برقرار کنید.
	فاصله بین پلاتین های کلید گریز از مرکز تنظیم نیست.	فاصله بین پلاتین های متحرک و ثابت صفحه پلاتین کلید گریز از مرکز را تنظیم کنید.
هردو دور موتور پروانه کار می کند اما هوایی از دریچه کولر خارج نمی شود.	دریچه یا دریچه های کولر بسته است.	دریچه یا دریچه ها را باز کنید.
	تسمه کولر پاره است.	تسمه کولر را تعویض کنید.
موتور دو دور بدون تسمه کار می کند اما با قرار گرفتن تسمه بر روی آن کار نمی‌کند.	تسمه بیش از حد سفت بسته شده است.	تسمه را با جا به جایی پایه موتور دو دور تنظیم کنید.
	پروانه به دیواره کانال داخلی گیر می‌کند.	با جا به‌جایی بوش‌های پلاستیکی پروانه را در کانال داخلی به طور صحیح تنظیم کنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	یاتاقان‌های دو طرف پروانه معیوب هستند.	یاتاقان‌ها را تعویض کنید.
	یاتاقان های موتور معیوب هستند.	یاتاقان های موتور را تعویض کنید.
	موتور نیم سوز است.	موتور را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
	خازن راه انداز یا خازن دائم کار معیوب است.	خازن های معیوب را تعویض کنید.
سرعت پروانه کولر هنگام کار کم و زیاد می شود.	پولی موتور روی محور موتور به طور هرز می چرخد.	پولی موتور را با پیچ آلن روی محور موتور محکم کنید.
	پولی پروانه روی محور آن به طور هرز می چرخد.	پولی پروانه را به وسیله پیچ آلن نمره ۴ روی محور پروانه محکم کنید.
	یاتاقان های پروانه معیوب هستند.	یاتاقان های معیوب را تعویض کنید.
	فاصله پلاتین های صفحه پلاتین کلید گریز از مرکز تنظیم نیست.	فاصله پلاتین های متحرک و ثابت صفحه کنتاکت کلید گریز از مرکز را تنظیم کنید یا صفحه پلاتین کلید گریز از مرکز را تعویض کنید.
	موتور دو دور نیم سوز است.	موتور را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
موتور کولر با سیم پیچ راه‌انداز در حالت راه‌اندازی به طور صحیح عمل می‌کند اما به محض رفتن به دور کند موتور دود می‌کند.	اتصال سیم رابط دور کند کابل چهار رشته به کلید تبدیل غلط است.	سریع کلید کولر را در وضعیت قطع قرار دهید و اتصال را به طور صحیح برقرار کنید.
	کابل رابط موتور معیوب است.	کابل سه سیمه موتور را تعویض کنید.
	کابل چهار رشته معیوب است.	کابل چهار رشته ای را تعویض کنید.
	سیم رابط داخل موتور معیوب است.	سیم رابط معیوب را تعویض کنید.
موتور کولر پس از راه‌اندازی به آرامی می‌ایستد.	برق شبکه شهر قطع شده است.	اقدامی صورت نگیرد
	فیوز کولر قطع شده است.	پس از رفع عیب اجزای مدار الکتریکی و الکترومکانیکی کولر، فیوز را وصل کنید.
	اتصال ها قطع شده است.	اتصال ها را برقرار کنید.
	سیم مشترک کابل رابط موتور معیوب شده است.	کابل سه سیمه موتور را تعویض کنید.
	سیم مشترک کابل چهار رشته ای از داخل قطع شده است.	کابل چهار رشته ای را تعویض کنید.
	سیم های رابط معیوب شده اند.	سیم های رابط معیوب را تعویض کنید.
	کلید معیوب شده است.	کلید را تعویض کنید.
	خازن اصلاح ضریب قدرت سوخته است.	خازن اصلاح ضریب قدرت را تعویض کنید.
	موتور سوخته است.	موتور را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
موتور دو دور کولر هنگام کار، متناوباً خاموش و روشن می‌شود.	بی‌متال سرراه سیم مشترک موتور در اثر افزایش جریان موتور هنگام کار عمل کرده و موتور بی‌برق می‌شود. پس از خنک شدن موتور و بی‌متال مجدداً بی‌متال وصل شده و موتور دوباره راه‌اندازی می شود و سیکل کار را تکرار می کند.	سفتی تسمه، خرابی یاتاقان ها، در یک امتداد نبودن پولی ها، بسته بودن دریچه هوای کولر را کنترل و بازدید کنید. در صورت مشاهده ی هریک از عیوب فوق آن را برطرف کنید و در صورتی که موتور نیم سوز است آن را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
با زدن کلید موتور پروانه، فیوز مینیاتوری قطع می شود.	کلید تبدیل موتور معیوب شده است.	کلید مخصوص کولر را تعویض کنید.
	کابل سه سیمه موتور معیوب شده است.	کابل سه سیمه موتور را تعویض کنید.
	اتصال در سیم های رابط داخل موتور وجود دارد	سیم های رابط معیوب را تعویض کنید.
	موتور سوخته است	موتور را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
با زدن کلید پمپ آب فیوز کولر قطع می شود	خازن اصلاح ضریب قدرت معیوب است.	خازن اصلاح ضریب قدرت را تعویض کنید.
	سیم رابط پمپ آب معیوب است.	سیم رابط پمپ آب را تعویض کنید.
	کابل چهار رشته معیوب است.	کابل چهار رشته را تعویض کنید
	پمپ آب سوخته است.	پمپ آب را تعویض کنید یا برای تجدید سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
بدنه کولر برق دارد.	سیم اتصال زمین کولر قطع است.	برق دار بودن بدنه کولر می تواند در اثر ولتاژ القایی، اتصال سیم‌های کابل چهار رشته به بدنه ی کولر که گلند کابل ندارد، اتصال بدنه ی پمپ آب یا موتور کولر و اتصال کابل های رابط موتور کولر و پمپ آب به بدنه ایجاد شده باشد. بنابراین پس از رفع عیب، سیم اتصال زمین را وصل کنید.
با وصل کردن کلید موتور کولر راه اندازی نمی‌شود اما با حرکت تسمه توسط دست موتور راه‌اندازی می‌شود. توجه: این‌گونه راه‌اندازی غلط است چون امکان مصدوم شدن شخص وجود دارد، لذا	تسمه بیش از حد سفت است.	تسمه را تنظیم کنید.
	درموتورهای تک فاز با خازن دائم کار خازن‌های موتور معیوب است.	خازن های دائم کار موتور را تعویض کنید.
	در موتورهای تک‌فاز با سیم‌پیچ راه‌انداز و یا خازن دائم کار سیم‌پیچی راه‌انداز یا کمکی سوخته است.	موتور را تعویض کنید یا برای تجدید سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
	درموتورهای تک فاز با راه‌انداز خازنی، خازن راه انداز سوخته است.	خازن راه‌انداز را تعویض کنید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
توصیه می‌شود در این راه‌اندازی موتور رفع عیب شود.	در موتورهایی که کلید گریز از مرکز دارند، کلید گریز از مرکز معیوب است.	کلید گریز از مرکز را تعویض کنید.
کولر هنگام کار، سر و صدا می‌کند	پولی موتور با پولی پروانه شل شده اند.	پولی ها را به وسیله ی پیچ آلن نمره ۴ و آچار مخصوص به محورشان محکم کنید.
	آب روی تسمه می ریزد.	ریزش آب به تسمه بر طرف شود.
	یاتاقان های موتور معیوب هستند.	یاتاقانها را تعویض کنید.
	پیچ های یاتاقان های دو سر محور پروانه شل شده اند.	پیچ های یاتاقان را محکم کنید.
	یاتاقان های پروانه معیوب هستند.	یاتاقانها را تعویض کنید.
	تسمه معیوب است.	تسمه را تعویض کنید.
	یاتاقانها بدون روغن هستند.	یاتاقانها را روغن کاری کنید.
	موتور نیم سوز است.	موتور را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
	پمپ آب معیوب است.	عیب پمپ آب را برطرف کنید.
کولر هنگام کار هوای داخل منزل را از طریق دریچه هوا و کانال خارجی به داخل کولر می کشد.	جهت قرار گرفتن پروانه در داخل کانال داخلی کولر صحیح نیست.	پروانه ی کولر را به طور صحیح در کانال داخلی نصب کنید.
آب کولر سرریز می شود.	کولر تراز نیست.	کولر را روی پایه تراز کنید.
	شناور کولر تنظیم نیست.	شناور کولر را تنظیم کنید.
	شناور کولر معیوب است.	شناور کولر را تعویض کنید.
	آب پخش کن‌ها درست نصب نشده‌اند.	آب پخش کن ها را به طور صحیح نصب کنید.
	درپوش‌های کولر درست نصب نشده‌اند.	درپوش های کولر را به طور صحیح نصب کنید.
هنگام کار کولر، قطرات ریز آب از دریچه هوای کولر وارد اتاق می شود.	پوشال ها به طور مرتب روی درپوش‌ها نصب نشده است.	پوشال ها را خیس کنید سپس روی در پوش ها مرتب کنید.
	آب از آب پخش کن‌ها روی پروانه می‌ریزد.	آب پخش کن ها را به طور صحیح در بدنه کولر قرار دهید.
	شیلنگ آب با سه راهی معیوب هستند.	شیلنگ یا سه راهی معیوب را تعویض کنید.
کولر هنگام کار لرزش شدید دارد.	کانال داخلی مستقیماً به کانال خارجی اتصال دارد.	بین کانال داخلی و کانال خارجی پارچه برزنتی قرار دهید.
	کولر به کانال خارجی چسبیده و پارچه برزنتی را جمع کرده است.	کولر را از کانال خارجی با فاصله مناسب قرار دهید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
	پولی های موتور و پروانه در یک امتداد نیستند.	پولی ها را طوری تنظیم کنید که هر دو پولی در یک امتداد و در یک سطح یا صفحه فرضی قرار گیرند.
	تسمه خراب است.	تسمه را تعویض کنید.
	یاتاقان های موتور معیوب هستند.	یاتاقان های موتور را مشابه تعویض یاتاقان پنکه روی میزی تعویض کنید.
	یاتاقان های پروانه ی کولر معیوب هستند.	یاتاقآنها را تعویض کنید.
پروانه کولر نمی چرخد.	کلید موتور پروانه در وضعیت قطع قرار دارد.	کلید را وصل کنید
	کلید موتور پروانه معیوب است.	کلید را تعویض کنید
	اتصال های مدار الکتریکی موتور پروانه قطع هستند	اتصال ها را برقرار کنید.
	سیم های رابط موتور پروانه معیوب هستند	سیم های رابط معیوب را تعویض کنید
	پمپ آب گیر مکانیکی دارد.	
	بوش یاتاقان های موتور پروانه معیوب هستند.	بوش یا یاتاقان های موتور را تعویض کنید.
	موتور پروانه سوخته است.	موتور را تعویض یا به منظور سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
موتور صدای هوم می کند اما نمی چرخد.	سیم پیچ کمکی موتور معیوب است.	موتور را تعویض یا برای تجدید سیم پیچی نزد متخصص ببرید
	خازن معیوب است.	خازن را تعویض کنید
	بوش های موتور معیوب هستند.	بوش یا یاتاقآنها را تعویض کنید.
	پمپ آب گیر مکانیکی دارد.	گیرمکانیکی را بر طرف کنید.
با تغییر وضعیت ۷-۱۸-۷ کلید تبدیل تند و کند کولر به طور معکوس عمل می‌کند.	اتصال سرسیم های سیم رابط به کلید جابه جا شده است.	اتصال سرسیم های رابط موتور به کلید را به طور صحیح برقرار کنید.
با زدن کلید موتور پروانه، فیوز مینیاتوری قطع می شود.	سیم رابط موتور معیوب است.	سیم های رابط معیوب را تعویض کنید و پس از رفع عیب مدار فیوز را وصل کنید.
	موتور پروانه سوخته است.	موتور را تعویض کنید یا برای تعویض سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
بدنه کولر برق دارد.	سیم رابط به بدنه ی کولر اتصال دارد.	اتصال بدنه کولر را بر طرف کنید.
	پمپ آب کولر اتصال بدنه دارد.	چنانچه نتوان اتصال بدنه را برطرف کرد، موتور را تعویض یا به منظور سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
	موتور پروانه اتصال بدنه دارد.	موتور را تعویض یا نزد متخصص ببرید.

نوع عیب	علت	روش تشخیص و چگونگی رفع عیب- تعمیر و راه اندازی
کولر هنگام کار سر و صدا می‌کند.	پمپ آب کولر معیوب است یا گیر مکانیکی دارد.	پمپ آب کولر را سرویس و رفع نقص کنید.
	موتور پروانه درست نصب نشده است.	موتور پروانه را به طور صحیح نصب کنید.
	یاتاقان های موتور معیوب هستند.	یاتاقان های معیوب را تعویض کنید.
	موتور نیم سوز است.	موتور را تعویض کنید.
آب از پوشال ۱۱-۱۸-۸- کولر سرریز می شود.	کولر ترازو نصب نشده است.	کولر را تراز کنید.
	درپوش عقب درست نصب نشده است.	درپوش کولر را به طور صحیح نصب کنید.
	شیلنگ آب معیوب است یا از محل خود خارج شده است.	شیلنگ آب را در محل خود به طور صحیح نصب کنید.
کولر هنگام کار قطرات ریز آب را از دریچه خروجی هوای کولر به محیط منزل می ریزد.	پوشال به طور مرتب نصب نشده است.	پوشال را به طور مرتب نصب کنید.
	درپوش عقب کولر به بدنه توربین پوشال چسبیده است و آب توسط پوشال به داخل فن و از آن‌جا به محیط منزل می‌ریزد.	پوشال درپوش عقب را مرتب کنید.
کولر هنگام کار لرزش شدید دارد.	یاتاقان‌های موتور معیوب هستند.	یاتاقان های موتور را تعویض کنید.
	پمپ آب گیر مکانیکی دارد.	گیر مکانیکی پمپ آب را برطرف کنید.
	موتور نیم سوز است.	موتور را تعویض کنید یا برای سیم پیچی نزد متخصص ببرید.
	کولر تراز نیست.	کولر را به طور تراز نصب کنید.

▪ انواع فناوری‌های سلول‌های خورشیدی به همراه بازده و هزینه‌های مربوطه

فناوری	واحد	نسل اول		نسل دوم			نسل سوم		
		سیلیکون تک کریستالی (sc-Si)	سیلیکون پلی کریستالی (pc-Si)	سیلیکون آمورف (a-Si)	CIS/CIGS	کادمیم تلوراید (CdTe)	CPV	حساس به رنگ (DSSC)	ارگانیک یا پلیمری (OPV)
بهترین راندمان سلول‌های خورشیدی در شرایط آزمایشگاهی استاندارد	٪	۲۴/۷	-	۱۰/۴ و ۱۳/۲	۲۰/۳	۱۶/۵	۴۳/۵	۱۱/۱	**۱۱/۱**
راندمان سلوله‌های تایید شده در شرایط آزمایشگاهی استاندارد	٪	۲۴-۲۰	۱۸-۱۴	۶-۸	۱۰-۱۲	۸-۱۰	۳۶-۴۱	۸/۸	**۸/۳**
راندمان ماژول‌های فتولتائیک تجاری شده در شرایط آزمایشگاهی استاندارد	٪	۱۹-۱۵	۱۵-۱۳	۵-۸	۷-۱۱	۸-۱۱	۲۵-۳۰	۱-۵	**۱**
هزینه کنونی ماژول‌های فتوولتائیک	دلار بر وات	<۱/۴	<۱/۴	تقریبا ۰/۸	تقریبا ۰/۹	تقریبا ۰/۹	-	-	-
سهم بازار در سال ۲۰۰۹	٪	۸۳	۳	۱	۱۳		-	-	-
سهم بازار در سال ۲۰۱۰	٪	۸۷	۲	۲	۹		-	-	-
ماکزیمم توان خروجی ماژول‌های فتوولتائیک	وات		۳۲۰	۳۰۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	-	-
سایز ماژول‌های فتوولتائیک	مترمربع	۲	۲/۵-۱-۴	۱/۴	۰/۶-۱	۰/۷۲	-	-	-
فضای مورد نیاز برای هر کیلووات	مترمربع	۷	۸	۱۵	۱۰	۱۱	-	-	-
وضعیت تجاری سازی		به بلوغ رسیده با تولید انبوه		فاز اولیه توسعه با تولید متوسط		فاز اولیه توسعه با تولید محدود	به تازگی تجاری شده با تولید محدود		فاز R&D

- بطور کلی برای طراحی سیستم فتوولتاییک باید اصول اولیه زیر نظر گرفته شود:

۱- سیستم فتوولتاییکی که طراحی می‌شود باید انتظارات مصرف‌کنندگان را برآورده نماید. این انتظارات معمولاً شامل کاهش هزینه های ماهیانه برق، فواید زیست محیطی، ذخیره انرژی و غیره می شود. همچنین، ابعاد و جهت‌گیری آرایه های فتوولتاییک باید به گونه‌ای انتخاب و تنظیم شوند که بتوانند میزان انرژی مورد نظر راتأمین کنند.

۲- لازم است اطمینان حاصل شودکه پشت بام و یا دیگر مکانهای نصب تجهیزات فتوولتاییک، توانایی تحمل وزن پانل‌ها و تجهیزات مربوطه را دارد.

۳- برای تمام تجهیزات مورد استفاده در فضای باز، باید مواد مقاوم در برابر نور خورشید و هوا مورد استفاده قرار گیرد.

۴- پانل‌ها باید در مکانی نصب شوند که میزان سایه ایجادشده به وسیله تجهیزات مجاور، شاخ و برگ درختان، لوله‌ها و غیره به کمترین میزان خود برسد.

۵- سیستم باید به گونه‌ای طراحی شود که با مقررات ساختمان و تأسیسات الکتریکی آن مطابقت داشته باشد .

۶- سیستم باید به گونه‌ای طراحی شود که تلفات انرژی در سیم ها، فیوزها، سوییچ ها و غیره به کمترین مقدار برسد.

۷- چنانچه باتری در سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید باتری‌های مناسب در نظر گرفته شود .

- علاوه بر اصول اولیه فوق، لازم است پیش از شروع طراحی سیستم فتوولتاییک، بررسی و مطالعه در زمینه محل بکارگیری سیستم فتوولتاییک انجام گردد. برای این منظور باید طراح خبره محل مورد نظر را مورد بازدید قرار دهد و موارد زیر را بررسی و تعیین نماید :

  ۱) ارزیابی ایمنی حرفه‌ای و سلامتی کار در حین کارکردن در محل مورد نظر.

  ۲) ارزیابی میزان دسترسی به نور خورشید در محل مورد نظر.

  ۳) تعیین زاویه تابش و جهت‌گیری محلی که آرایه‌های فتوولتاییک بر روی آن نصب می‌شوند.

  ۴) بررسی فضای نصب آرایه‌ها و امکان نصب آرایه‌ها بر روی و تعیین کلیات نحوه نصب آرایه‌ها.

  ۵) تعیین محل نصب مبدل.

  ۶) تعیین نحوه سیم‌کشی.

  ۷) بررسی لزوم نمایش‌گرهای کنترل کننده پانل و محل نصب آن.

- **مشخصات فنی ماژول فتوولتاییک:**

عنوان	واحد
توان بیشینه در شرایط استاندارد	وات
ولتاژ یکسو شده بیشینه در شرایط استاندارد	ولت (DC)
ولتاژ در نقطه توان بیشینه در شرایط استاندارد	ولت
جریان در نقطه توان بیشینه در شرایط استاندارد	آمپر
ولتاژ مدار باز در شرایط استاندارد	ولت
جریان اتصال کوتاه در شرایط استاندارد	آمپر
بیشنه جریان مجاز در شرایط استاندارد	آمپر
محدوده دمای مجاز	درجه سانتی گراد
دمای نامی	درجه سانتی گراد
بازده	درصد
خطای مقدار توان خروجی	٪۵+
تعداد سلول ها	عدد
ابعاد سلول ها	میلی متر
قطر شیشه جلو	میلی متر
ابعاد ماژول	میلی متر
وزن	کیلوگرم

مشخصه فنی باتری:

عنوان	واحد محاسبه
توان نامی	وات
خطای توان تولیدی	درصد
حداکثر ولتاژ (Vmp)	ولت
حداکثر جریان (Imp)	آمپر
جریان مدار باز (Isc)	آمپر
ولتاژ مدار باز (Voc)	ولت
محدوده دمای مجاز	درجه سانتیگراد
بیشینه ولتاژ سیستم	ولت
ابعاد	متر
وزن	کیلوگرم
شرایط ضمانت توان خروجی	درصد توان نامی و زمان ضمانت بر حسب سال

مشخصه فنی کنترل کننده شارژ:

عنوان	واحد محاسبه
بیشترین جریان مدار باز ورودی به ماژول	آمپر
حداکثر جریان خروجی	آمپر
حداکثر مصرف داخلی	میلی‌آمپر
ولتاژ پایان شارژ (float)	ولت
میزان افزایش ولتاژ شارژ برای یک ساعت	ولت
حداقل ولتاژ جهت اتصال مجدد (SOC/LVR)	ولت/ درصد
حداقل ولتاژ جهت جلوگیری از تخلیه بیش از حد باتری (SOC / LVD)	ولت / درصد
محدوده دمای مجاز	درجه سانتیگراد
ابعاد کابل پایانه سیستم	میلی‌متر مربع
وزن	گرم
ابعاد	میلی‌متر

- **اطلاعات شاخص PSH :**

ضریب متوسط درجه حرارت منطقه در زمستان:

ضریب	متوسط درجه حرارت منطقه در زمستان	
	درجه سانتی گراد	درجه فانهایت
۱	۲۶/۷	۸۰
۱/۰۴	۲۱/۲	۷۰
۱/۱۱	۱۵/۶	۶۰
۱/۱۹	۱۰	۵۰
۱/۳	۴/۴	۴۰
۱/۴	-۱/۱	۳۰
۱/۵۹	-۶/۷	۲۰

مشخصه فنی مبدل‌ها:

عنوان	واحد محاسبه	عنوان	واحد محاسبه
ولتاژ AC	ولت	نمایشگر LED	
محدوده مجاز ولتاژ	ولت	تلفات بی‌باری	وات
جریان نامی متناوب	آمپر	محدوده ردیابی نقطه کار بیشینه توان	ولت
محدوده مجاز جریان	آمپر	محدوده تولید توان راکتیو	کیلو ولت آمپر راکتیو
توان نامی	کیلووات	محدوده دمای مجاز	درجه سانتی گراد
نوع موج	-	محدوده رطوبت مجاز	درصد
فرکانس	هرتز	محدوده فشار مجاز هوای محیط	کیلوپاسکال
ضریب توان مجاز	-	بازده	درصد
ضریب اعوجاج TDD	درصد	ابعاد	متر
بیشینه جریان یکسو شده	آمپر	وزن	کیلوگرم
ولتاژمدار باز	ولت	کابل‌های ورودی	-
		کابل‌های خروجی	

مشخصات فنی و الزامات مورد نظر برای کابینت باتری خانه و سایر تجهیزات:

۱- برای قرارگیری باتری‌ها، اینورتر، شارژ کنترل و کلیدهای حفاظتی باید از کابین فلزی مناسب برای این منظور و مطابق با استانداردهای رایج استفاده شود.

۲- برای هر پکیج باید کابین جداگانه در نظر گرفته می‌شود. کابین باتری‌ها و سایر تجهیزات می‌تواند بصورت مشترک یا مجزا باشد. الزاماً برای باتری‌ها باید یک کابین فلزی در نظر گرفته شود.

۳- سایز و ابعاد کابین (کابین ها) مناسب با نوع و تعداد باتری‌ها و تجهیزات مورد استفاده باید باشد بطوریکه جابجایی و تعویض باتری‌ها و تجهیزات به سهولت انجام گیرد.

۴- فاصله بین باتری‌ها به‌منظور دفع حرارت کافی و مناسب باشد.

۵- جهت ارتباط بین باتری خانه‌ها و نهایتاً ارتباط با شارژ کنترل خورشیدی از کانکتور مناسب استفاده شود به‌طوریکه امکان جداسازی و اتصال مجدد باتری خانه به سهولت امکان پذیر باشد.

۶- فاصله کف کابین از زمین حداقل ۵ و حداکثر ۱۰ سانتی‌متر باشد.

۷- ورق استفاده شده برای کف و دیواره‌ها از نوع ضخیم با مقاومت مناسب باشد و استراکچر مقاوم در برابر پیچش و خمش حین کار و انتقال باشد.

۸- رنگ بدنه از نوع ه ای – پودر الکترواستاتیک باشد.

۹- شرایط بسته‌بندی باید طوری در نظر گرفته شود که به لحاظ نگهداری کمترین فضا و به لحاظ حمل‌ونقل با ساده‌ترین ابزار و با اطمینان از عدم آسیب امکان‌پذیر باشد.

با توجه به وزن باتری‌ها طراحی بدنه طوری باشد که باتری خانه از نظر ایستایی از استحکام لازم برخوردار باشد.

عناوین استانداردهای سیستم فتوولتاییک

آیتم	شماره استاندارد ملی	عنوان استاندارد ملی	منبع استاندارد
۱	۸۴۸۵	مشخصات شبیه ساز خورشیدی برای آزمایش فتوولتائیک زمینی	ASTM E 927: 1991 standard Specification for Solar Simulation for Terrestrial Photovoltaic Testing
۲	۸۴۸۶	عملکرد الکتریکی سلول‌های فتولتائیک با استفاده از سلول‌های مرجع تحت نور خورشید شبیه سازی شده – روش آزمون	ASTM E 948: 1995 Standard test Method for electrical performance of Photovoltaic Cells Using Reference Cells Under Simulated Sunlight
۳	۸۴۸۷	تعیین پارامتر عدم تطابق طیفی بین یک قطعه فتوولتائیک و یک سلول مرجع فتوولتائیک – روش آزمون	ASTM E 973M:2002 Standard Test Method for Determination of the Spectra Mismatch Parameter Between a photovoltaic Device and a photovoltaic Reference Cell.
۴	۸۴۸۸	اندازه گیری پاسخ طیفی سلول‌های فتوولتائیک – روش آزمون استاندارد	ASTM E 1021: 1995 Test Methods for Measuning Spectral Response of Photovoltaic Cells.
۵	۸۴۸۹	عملکرد الکتریکی مدول‌ها و آرایه‌های فتوولتائیک زمینی غیر متمرکز با استفاده از سلول مرجع – روش آزمون استاندارد	ASTM E 1036-2002 Standard Test Methods for Electrical Performance of Nonoconcentrator Terrestrial Photovoltaic Modules and Arrays Using Reference Cells
۶	۸۴۹۰	کالیبراسیون سلول‌های مرجع اولیه فتوولتائیک غیر متمرکز سیلیکونی تحت تابش کلی – روش آزمون	ASTM E 1039:1999 Standard Test Method for Calibration of Slicon NonConcentrator Photovoltaic primary Reference Cells Under Global Irradiation
۷	۸۴۹۱	مشخصات ویژگی فیزیکی سلول‌های مرجع فتوولتائیک زمینی غیر متمرکز	ASTM E 1040:1997 Standard Specification for Physical Characteristics of Noconcentrator Terrestrial photovoltaic Reference Cells
۸	۸۴۹۲	مدول‌های فتوولتائیک در محیط‌های با دما و رطوبت چرخه‌ای – روش‌های آزمون	ASTM E 1040:1998 Standard Specification for Physical Characteristics of Nonconcenrtator Terrestrial photovoltaic Reference Cells
۹	۸۴۹۳	تبدیل انرژی خورشیدی فتوولتائیک – اصطلاحات و واژه ها	ASTM E 1171:2001 Standard Test Methods for Photovoltaic Modules in Cysic Temperature and Humidity Environments
۱۰	۸۴۹۴	کالیبراسیون سلول‌های مرجع ثانویه فتوولتائیک غیر متمرکز – روش آزمون	ASTM E 1362-1999 Standard Test Method for Calibration of Nonconcentrator Photovoltaic Secondary Reference Cells
۱۱	۸۴۹۵	عایق بندی کامل و پیوستگی مسیر زمینی مدول‌های فتوولتائیک- روش آزمون	ASTM E 1462-2000 Standard Test Method for Insulation Integrity and Ground Path Continuity of Photovoltaic Modules.

آیتم	شماره استاندارد ملی	عنوان استاندارد ملی	منبع استاندارد
۱۲	۸۴۹۶	آزمایش عایق بندی کامل رطوبتی مدول های فتوولتائیک – روش های آزمون استاندارد	ASTM E 1802:2001 Standard Test Methods for Wet Insulation Integrity Testing of Photovoltaic Modules
۱۳	۱۰۷۶۴	سلول‌ها و باطری‌های ثانویه برای سیستم‌های انرژی فتوولتائیک – مقررات کلی و روش‌های آزمون	IEC 61427: 2005 Secondary Cells and batteries for photovoltaic energy systems (PVES) General requirements and methods of test
۱۴	۱۱۲۷۳	مقادیر مجاز سامانه‌های پمپاژ فتوولتائیک با اتصال مستقیم	IEC 61702: 1995, Rating of Direct coupled photovoltaic (PN) pumping Systems.
۱۵	۱۰۱۱۲۷۴	احرار شرایط ایمنی مدول فتوولتاؤیک – قسمت اول : الزامات ساختمان مدول	IEC 61730-1: 2004, photovoltaic (PV) module safety qualification – part 1: Requirements for construction
۱۶	۱۱۲۷۵	سامانه‌های فتوولتائیک – پردازشگرهای توان – روش اندازه‌گیری بازده	IEC 61683:1999, Photovoltaic system – Power conditionsers- Procedure for measuring efficiency
۱۷	۱۱۲۷۶	پارامترهای مشخصه سامانه‌های فتوولتائیک مستقل	IEC 61194: 1992, Characteristic Parameters of stand-alone photovoltaic (PV) systems
۱۸	۱۱۲۷۷	آزمون خوردگی مه نمک مدول‌های فتوولتائیک	IEC 61701:1995, Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules.
۱۹	۱۱۸۵۷	اجرای تعادل سامانه برای سامانه‌های فتوولتائیک – احراز شرایط طراحی محیط‌های طبیعی	IEC 62093: 2005, Balance – of –system components for photovoltaic systems- Design qualification natural environments.
۲۰	۱۱۸۵۸	پایش عملکرد سامانه‌ی فتوولتائیک – رهنمودهایی برای اندازه گیری، تبادل و تجزیه و تحلیل داده ها	IEC 61724: 1998, photovoltaic system performance monitoring – Guidelines for measurement, data exchange and analysis
۲۱	۱۱۸۵۹	سامانه‌های فتوولتائیک – ویژگی‌های اتصال به شبکه	IEC 61727:2004, Photovoltaic (PV) systems- Characteristics of the utility interface
۲۲	۱۱۸۸۱	مدول‌های فتوولتائیک زمینی سیلیکون کریستالی – احراز شرایط طراحی و تایید نوع	IEC 61515:2005, Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval
۲۳	۱۱۸۸۲	سامانه های مستقل فتوولتائیک – تصدیق طراحی	IEC 62124: 2004, Photovoltaic (PV) stand – alone systems – Design verification

منابع

۱. اجزاء ماشین. پایگانه، غلامحسین؛ چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۲. ترسیم نقشه‌های اجزاء ماشین. موسوی، ابوالحسن. چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۳. نقشه کشی(۱) و (۲). خواجه حسینی، محمّد؛ چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۴. رسم فنی تخصصی رشته ساخت و تولید شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای. غلامرضایی، حمیدرضا. چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.

۵. جداول و استانداردهای طراحی و ماشین‌سازی. ولی نژاد، عبدا... . نشر طراح. ۱۳۹۴.

6. Tabellenbuch metal.;Ulrich Fisher, M.Heinzler;1999.
7. UNI EN ISO 7010:2012, Segni grafici Colori e segnali di sicurezza Segnali di sicurezza registrati;July 2012.
8. The International System of Units (SI), Barry N. Taylor and Ambler Thompson, Editors, NIST SPECIAL PUBLICATION 330 2008 EDITION.