

فهرست مطالب

فصل اول: مفاهیم اولیه الکترونیک ۲۱

- ۲۱..... اتم و ساختمان اتم اتم و ساختمان اتم
- ۲۲..... باردار نمودن یک ماده خنثی باردار نمودن یک ماده خنثی
- ۲۲..... طبقه‌بندی اجسام طبقه‌بندی اجسام
- ۲۲..... الف) عایق یا نارسانا الف) عایق یا نارسانا
- ۲۲..... ب) هادی‌ها ب) هادی‌ها
- ۲۲..... ج) نیمه هادی‌ها ج) نیمه هادی‌ها
- ۲۳..... جریان الکتریکی جریان الکتریکی
- ۲۳..... اختلاف پتانسیل (نیروی محرکه الکتریکی) اختلاف پتانسیل (نیروی محرکه الکتریکی)
- ۲۴..... مقاومت الکتریکی: مقاومت الکتریکی:
- ۲۵..... قانون اهم: قانون اهم:
- ۲۵..... تعریف مدار الکتریکی تعریف مدار الکتریکی
- ۲۵..... جهت جریان جهت جریان
- ۲۶..... مفهوم انرژی مفهوم انرژی
- ۲۶..... مفهوم توان: (توان مجاز، توان قابل تحمل) مفهوم توان: (توان مجاز، توان قابل تحمل)
- ۲۷..... اتصالی در مدار (اتصال کوتاه) اتصالی در مدار (اتصال کوتاه)
- ۲۷..... فیوز فیوز
- ۲۷..... خطرات ناشی از برق خطرات ناشی از برق
- ۲۷..... ادارات برق چگونه بهای برق مصرفی را محاسبه می‌کنند؟ ادارات برق چگونه بهای برق مصرفی را محاسبه می‌کنند؟
- ۲۸..... تقسیم بندی قطعات الکترونیک تقسیم بندی قطعات الکترونیک

فصل دوم: مقاومت الکتریکی (R) ۲۹

- ۳۰..... مشخصات (پارامترهای) مقاومت .
- ۳۰..... مقدار اهمی مقاومت .
- ۳۱..... تolerانس یا درصد خطا .
- ۳۱..... ضریب حرارتی .
- ۳۱..... حداکثر ولتاژ قابل تحمل .
- ۳۱..... ایجاد نویز .
- ۳۱..... تشخیص مقدار اهم مقاومت‌ها .
- ۳۲..... ۱- مقدار مقاومت با استفاده از نوارهای رنگی .
- ۳۴..... ۲- مقدار مقاومت با استفاده از رمزهای عددی .
- ۳۵..... ۳- تشخیص مقدار مقاومت با استفاده از مقدار نوشته .
- ۳۵..... انواع مقاومتها .
- ۳۶..... ۱- مقاومت‌های ثابت .
- ۳۶..... ۱-۱- مقاومت کربنی .
- ۳۷..... ۱-۲- مقاومت لایه‌ای .
- ۳۸..... ۱-۲-۱- مقاومت لایه کربن .
- ۳۸..... ۱-۲-۲- مقاومت لایه فلزی و اکسید فلز .
- ۳۸..... ۱-۳- مقاومت سیمی .
- ۴۰..... ۲- مقاومت‌های متغیر .
- ۴۰..... ۲-۱- مقاومت قابل تنظیم .
- ۴۰..... ۲-۱-۱- پتانسیومتر .
- ۴۲..... ۲-۱-۲- رثوستا .
- ۴۳..... ۲-۲- مقاومت‌های متغیر وابسته .
- ۴۳..... ۲-۲-۱- مقاومت وابسته به حرارت (ترمیستور) .
- ۴۳..... الف) ترمیستور با ضریب حرارتی مثبت PTC .
- ۴۴..... ب) ترمیستور با ضریب حرارتی منفی NTC .
- ۴۴..... ۲-۲-۲- مقاومت وابسته به نور (LDR) .
- ۴۵..... ۲-۲-۳- مقاومت وابسته به ولتاژ (VDR) .

- ۴-۲-۲- مقاومت‌های وابسته به میدان مغناطیسی MDR ۴۶
- ۳- مقاومت‌های نصب سطحی (SMD) ۴۶
- مقاومت‌های چند سر مجتمع ۴۸
- روش تست مقاومت ۴۸
- تست مقاومت ثابت ۴۸
- تست مقاومت‌های متغیر ۴۹
- تست مقاومت‌های متغیر وابسته ۴۹

فصل سوم: مدارهای سری و موازی ۵۱

- مدارهای سری ۵۱
- رابطه ولتاژ و ولتاژ در مدارات سری ۵۲
- قانون ولتاژ کیرشف (KVL) ۵۳
- مدارهای موازی ۵۳
- قانون جریان کیرشف (KCL) ۵۴
- قانون تقسیم جریان ۵۵
- مدارات سری- موازی ۵۶

فصل چهارم: سیگنالهای متناوب ۵۷

- سیگنال مستقیم (DC) ۵۷
- سیگنال AC ۵۹
- جهت الکترونها چگونه عوض میشود؟ ۵۹
- سیکل چیست؟ ۶۰
- شکل موج سینوسی ۶۲
- پریود یا دوره تناوب (Time period) ۶۳
- اختلاف فاز ۶۴
- ارزش و مقدار جریان و ولتاژ متناوب ۶۴
- مقدار پیک تا پیک ۶۵
- مقدار متوسط ۶۵
- مقدار مؤثر ۶۵

۶۷	فصل پنجم: خازن
۶۹	ظرفیت خازن
۶۹	عوامل فیزیکی مؤثر در ظرفیت خازن
۷۰	کاربرد خازن
۷۰	کاربرد خازن در مدارات دیجیتال و آنالوگ
۷۱	شارژ و دشارژ خازن
۷۲	ثابت زمانی
۷۳	اتصال خازنها
۷۳	اتصال سری خازنها
۷۴	روابط حاکم بر خازنهای سری
۷۵	اتصال موازی خازنها
۷۵	روابط حاکم بر خازنهای موازی
۷۶	راکتانس (عکس العمل، مقاومت ظاهری) خازن
۷۷	اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ در مدار خازنی
۷۷	انواع خازن
۷۸	۵-۱) خازنهای ثابت
۷۸	خازن سرامیکی (عدسی)
۷۹	طرز خواندن مقدار خازن عدسی
۷۹	خازنهای میکا و شیشه‌ای
۸۰	خازنهای ورقه‌ای
۸۰	خازنهای کاغذی
۸۱	خازن پلاستیکی
۸۲	خازن الکترولیتی
۸۳	خازن آلومینیومی
۸۴	خازن تانتالیوم
۸۴	روش خواندن خازن تانتالیومی
۸۶	۵-۲) خازن متغیر
۸۶	انواع خازن متغیر
۸۸	۵-۳) خازنهای SMD

۸۹.....	دیود واریکاپ (Varicap)
۸۹.....	انواع خازن براساس شکل، ظاهری
۸۹.....	خازن مسطح (تخت)
۸۹.....	خازن کروی
۹۰.....	خازن استوانه‌ای
۹۰.....	تشخیص مقدار ظرفیت خازن
۹۰.....	نوشتن مقدار ظرفیت
۹۰.....	رمزهای عددی
۹۱.....	تشخیص مقدار ظرفیت به کمک نوارهای رنگی
۹۱.....	خازن‌های تانتالیوم
۹۱.....	خازن‌های عدسی
۹۱.....	خازن‌های میکایی
۹۲.....	خازن پلی‌استر
۹۲.....	عیب‌یابی انواع خازن‌ها
۹۲.....	الف- تست خازن‌های بدون قطب
۹۲.....	ب- تست خازن الکتrolیتی (با قطب)
۹۳.....	ج- تست خازن متغیر (واریا بل یا تریمر)
۹۳.....	د- تست خازن روی مدار
۹۳.....	ه- تست خازن متغیر روی مدار

فصل ششم: سلف (سیم پیچ)..... ۹۵

۹۵.....	تعریف سلف
۹۶.....	ساختمان سلف
۹۸.....	انواع سیم‌پیچ
۹۹.....	پیچیدن سیم پیچ
۱۰۰.....	کاربرد سیم پیچ (سلف)
۱۰۱.....	تست سلف
۱۰۲.....	جهت میدان مغناطیسی
۱۰۳.....	اندوکتانس سیم پیچ

- ۱۰۳..... خاصیت خودالقایی سلف
- ۱۰۴..... اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ در مدار سلفی
- ۱۰۵..... جهت ولتاژ القایی
- ۱۰۵..... سیم پیچ در مدارات متناوب (AC) و مستقیم (DC)
- ۱۰۶..... ضریب کیفیت یک سلف (Q)
- ۱۰۷..... شارژ و دشارژ سیم پیچ
- ۱۰۹..... اتصال سلف‌ها
- ۱۰۹..... اتصال سری سلف‌ها
- ۱۱..... اتصال موازی سلف‌ها
- ۱۱.۱..... ترانس (ترانسفورماتور)
- ۱۱.۱..... ساختمان ترانسفورماتور
- ۱۱.۲..... اجزای ترانس
- ۱۱۴..... انتخاب ترانس
- ۱۱.۴..... عیب‌یابی ترانس
- ۱۱۵..... اساس کار ترانس
- ۱۱۵..... نسبت دور ترانس
- ۱۱۷..... تلفات ترانس
- ۱۱۹..... کاربرد ترانس
- ۱۲..... «انواع ترانسفورماتور»
- ۱۲..... ترانسفورماتور قدرت (مبدل ولتاژ یا ترانس تغذیه)
- ۱۲.۱..... ترانسفورماتور کلیدی (Switching Transformer)
- ۱۲.۲..... ترانسفورماتور صوتی
- ۱۲.۳..... ترانس‌های رادیویی
- ۱۲.۵..... چوک فیلتری
- ۱۲.۵..... ترانس مچینگ
- ۱۲.۵..... اتوترانسفورماتور
- ۱۲.۶..... ترانسفورماتورهای سه فاز
- ۱۲.۹..... تقسیم بندی انواع ترانس
- ۱۳..... رله

۱۳۲.....	تست رله
۱۳۲.....	انواع رله
۱۳۳.....	طرز کارکرد و کاربرد برخی از رله‌ها
۱۴۲.....	«فیلتر یا صافی»
۱۴۲.....	کاربرد فیلتر
۱۴۲.....	انواع فیلتر
۱۴۳.....	فیلتر پایین‌گذر: LPF
۱۴۵.....	فیلتر بالا‌گذر (APF)
۱۴۶.....	فیلتر میان‌گذر
۱۴۷.....	فیلتر میان‌نگذر

فصل هفتم: دیودها ۱۴۹

۱۴۹.....	نیمه هادی‌ها
۱۴۹.....	دیود
۱۵۰.....	ساختار دیود
۱۵۰.....	بایاس کردن اتصال P – N
۱۵۲.....	منحنی مشخصه ولت – آمپر دیود
۱۵۳.....	تشخیص آند – کاتد و سالم بودن دیود با استفاده از اهم متر آنالوگ
۱۵۳.....	تشخیص آند – کاتد و سالم بودن دیود با استفاده از مولتی‌متر دیجیتال
۱۵۴.....	کاربرد دیود در مدارات
۱۵۴.....	۱- مدارات یکسو کننده دیودی
۱۵۴.....	الف) یکسوساز نیم موج
۱۵۶.....	ب) یکسوساز تمام موج با ترانس سر وسط
۱۵۷.....	ج) یکسوساز تمام موج پل
۱۵۸.....	۲- مدارهای صافی
۱۵۹.....	۳- مدارهای چند برابر کننده ولتاژ
۱۶۰.....	۴- برش‌دهنده یا محدود کننده (کلیپر)
۱۶۲.....	۵- مدارهای مهارکننده (کلمپر)
۱۶۳.....	۶- لیزرها

- ۱۶۳..... آشکارساز نوک به نوک
- ۱۶۳..... دسته‌بندی دیودها
- ۱۶۴..... انواع دیود
- ۱۶۴..... ۱- دیود معمولی
- ۱۶۵..... ۲- دیود اتصال نقطه‌ای
- ۱۶۵..... ۳- دیود نور دهنده LED
- ۱۶۶..... ۴- دیود زبر
- ۱۶۸..... ۵- دیود خازنی (واراکتور)
- ۱۶۹..... ۶- فتودیود
- ۱۶۹..... ۷- دیود تونلی
- ۱۷۰..... ۸- دیود شاتکی
- ۱۷۱..... نامگذاری دیودها
- ۱۷۲..... ۱- روش آمریکایی
- ۱۷۲..... ۲- روش اروپایی
- ۱۷۲..... ۳- روش ژاپنی

فصل هشتم: ترانزیستور ۱۷۳

- ۱۷۳..... ترانزیستور
- ۱۷۴..... معادل دیودی ترانزیستور
- ۱۷۴..... انواع ترانزیستور
- ۱۷۴..... ۱- ترانزیستور پیوند دو قطبی (BJT)
- ۱۷۵..... نمای سمبلیک ترانزیستور
- ۱۷۵..... بایاسینگ ترانزیستور
- ۱۷۸..... نام‌گذاری ولتاژهای ترانزیستور
- ۱۷۹..... جهت جریان در ترانزیستورها
- ۱۸۰..... آرایش‌های ترانزیستور
- ۱۸۰..... آرایش امیتر مشترک
- ۱۸۱..... آرایش کلکتور مشترک
- ۱۸۲..... آرایش بیس مشترک

۱۸۳.....	منحنی مشخصه‌های ترانزیستور
۱۸۳.....	الف) منحنی مشخصه ورودی
۱۸۳.....	ب) منحنی مشخصه انتقالی
۱۸۴.....	ج) منحنی مشخصه خروجی
۱۸۵.....	نقطه کار ترانزیستور
۱۸۶.....	خط بار ترانزیستور
۱۸۶.....	به دست آوردن خط بار
۱۸۷.....	تغذیه ترانزیستور
۱۸۸.....	بایاسینگ مستقیم (ثابت)
۱۸۹.....	بایاسینگ اتوماتیک
۱۹۰.....	بایاسینگ سر خود
۱۹۲.....	کاربرد ترانزیستورهای BJT
۱۹۲.....	تعیین پایه‌ها و نوع ترانزیستور به کمک اهم متر
۱۹۲.....	استفاده از اهم متر عقربه‌ای
۱۹۳.....	استفاده از مولتی متر دیجیتال
۱۹۳.....	تشخیص پایه‌های ترانزیستور از روی شکل ظاهری
۱۹۴.....	مقادیر حد در ترانزیستورها
۱۹۵.....	نام‌گذاری ترانزیستورها
۱۹۵.....	روش ژاپنی
۱۹۶.....	روش اروپایی
۱۹۷.....	روش آمریکایی
۱۹۷.....	۲- ترانزیستورهای اثر میدان (Fet)
۱۹۸.....	مزایای ترانزیستورهای Fet بر BJT
۱۹۹.....	مزایای BJT نسبت به FET
۱۹۹.....	انواع ترانزیستورهای اثر میدان
۱۹۹.....	۱-۲- ترانزیستور با اثر میدان پیوندی یا JFET
۱۹۹.....	الف) ساختمان JFET با کانال نوع N
۲۰۰.....	ب) ساختمان JFET با کانال نوع P
۲۰۰.....	کارکرد JFET

- ۲۰۲..... منحنی مشخصه JFET
- ۲۰۲..... نواحی کار منحنی مشخصه JFET
- ۲۰۳..... ۱- ناحیه قطع
- ۲۰۳..... ۲- ناحیه اهمی - خطی (تریود)
- ۲۰۳..... ۳- ناحیه اشباع یا فعال
- ۲۰۴..... ۴- ناحیه شکست بهمنی
- ۲۰۵..... انواع بایاسینگ JFET
- ۲۰۵..... ۱- بایاس مستقل JFET
- ۲۰۶..... ۲- بایاس سرخود یا خود تغذیه
- ۲۰۷..... ۳- بایاس مقسم ولتاژ (تقسیم کننده ولتاژ):
- ۲۰۸..... کاربرد ترانزیستورهای اثر میدان:
- ۲۰۸..... تقویت کننده‌های سیگنال کوچک FET
- ۲۰۸..... تست Fet
- ۲۰۹..... ۲-۲- ترانزیستور اثر میدان با گیت عایق شده
- ۲۰۹..... انواع MOSFET
- ۲۱۰..... تست ماسفت با استفاده از مولتی‌متر دیجیتال
- ۲۱۰..... ترانزیستور IGBT: (ترانزیستور دو قطبی با گیت عایق شده)

فصل نهم: دستگاه‌ها و ابزارهای آزمایشگاهی ۲۱۳

- ۲۱۳..... ۸-۱ دستگاه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی
- ۲۱۳..... تعریف اندازه‌گیری
- ۲۱۴..... ضرورت یادگیری دستگاه‌های اندازه‌گیری و اهمیت آن
- ۲۱۴..... انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری
- ۲۱۴..... ۱-۸- مولتی‌متر (آوومتر)
- ۲۱۵..... نحوه استفاده از مولتی‌متر
- ۲۱۶..... انواع مولتی‌متر
- ۲۱۶..... (الف) مولتی‌متر دیجیتال
- ۲۱۸..... تست دیود با استفاده از مولتی‌متر دیجیتال
- ۲۱۸..... طریقه تشخیص پایه‌های ترانزیستور با استفاده از مولتی‌متر دیجیتال

۲۱۹.....	طریقه اندازه‌گیری مقدار ظرفیت خازن
۲۲۰.....	کلید hold
۲۲۰.....	اندازه‌گیری مقدار فرکانس با مولتی‌متر دیجیتال
۲۲۰.....	تعویض فیوز مولتی‌متر
۲۲۱.....	(ب) مولتی‌متر عقربه‌ای
۲۲۲.....	عملکرد اهم متر
۲۲۲.....	نحوه اندازه‌گیری ولتاژ و جریان
۲۲۳.....	۸-۱-۲- اسیلوسکوپ: (oscilloscope)
۲۲۴.....	ساختار اسیلوسکوپ
۲۲۴.....	آموزش کار با اسیلوسکوپ
۲۲۶.....	پروب (Probe)
۲۲۶.....	تست کردن پراب
۲۲۸.....	اطلاعات کلی و پایه
۲۲۸.....	صفحه نمایش اسیلوسکوپ
۲۲۹.....	۱- کلیدهای کنترلی
۲۲۹.....	کلید روشن خاموش کردن اسیلوسکوپ
۲۲۹.....	ولوم Focus
۲۲۹.....	ولوم شدت (Intensity)
۲۲۹.....	پیچ چرخش محور افقی
۲۲۹.....	۲- قسمت کنترل زمان (HORIZONTAL)
۲۳۰.....	ولوم POSITION
۲۳۰.....	سلکتور Time/Div
۲۳۰.....	ولوم SWP VAR (Time Variable)
۲۳۰.....	۳- قسمت TRIGGER
۲۳۱.....	کلید MODE
۲۳۲.....	کلید Source
۲۳۲.....	کلید Slope
۲۳۲.....	ولوم LEVEL
۲۳۲.....	۴- قسمت Vertical

- ۲۳۲..... سلکتور Volt/Div
- ۲۳۳..... Volt Variable
- ۲۳۳..... ولوم Position
- ۲۳۳..... کلید AC- GND- DC
- ۲۳۴..... کلید MODE
- ۲۳۴..... کلید ALT
- ۲۳۴..... کلید Chop
- ۲۳۵..... کلید CH_۲ INV
- ۲۳۵..... کلید X- Y
- ۲۳۶..... تنظیمات قبل از کار با اسیلوسکوپ
- ۲۳۶..... وصل کردن مدار به اسیلوسکوپ
- ۲۳۶..... چگونگی اندازه گیری پارامترهای و کمیت‌های مورد نظر با اسیلوسکوپ
- ۲۳۶..... اندازه گیری ولتاژ
- ۲۳۸..... اندازه گیری زمان تناوب فرکانس
- ۲۳۸..... اندازه گیری اختلاف فاز
- ۲۳۹..... اندازه گیری اختلاف پتانسیل
- ۲۴۰..... ۳-۱-۸- وات متر
- ۲۴۰..... ۴-۱-۸- فرکانس متر
- ۲۴۰..... ۲-۸- دستگاه‌های مولد سیگنال و تغذیه آزمایشگاهی
- ۲۴۱..... ۱-۲-۸- منابع تغذیه
- ۲۴۳..... نکات کاربردی
- ۲۴۳..... اتصال سری منابع برای افزایش ولتاژ
- ۲۴۳..... اتصال داخلی
- ۲۴۳..... اتصال خارجی
- ۲۴۴..... اتصال موازی منابع برای افزایش جریان
- ۲۴۴..... اتصال داخلی
- ۲۴۴..... اتصال خارجی
- ۲۴۴..... ۲-۸- دستگاه‌های مولد سیگنال
- ۲۴۵..... الف) سیگنال ژنراتور صوتی (AF).

۲۴۶.....	(ب) سیگنال ژنراتور رادیویی (RF)
۲۴۶.....	(ج) فانکشن ژنراتور
۲۴۷.....	نحوه ی کار فانکشن ژنراتور:
۲۴۸.....	کاربردهای سیگنال ژنراتور RF و AF
۲۴۸.....	۳-۸- ابزارهای مونتاژ و سرهم‌بندی مدارات الکترونیکی
۲۴۸.....	سرهم‌بندی مدار
۲۴.۸.....	۱- سرهم‌بندی موقت
۲۴.۹.....	بردبرد
۲۵.....	ابعاد برد برد
۲۵.....	حروف و شماره گذاری بردبرد
۲۵.....	اتصال داخلی بردبرد
۲۵۱.....	فیبر سوراخ‌دار
۲۵۱.....	۲- سرهم‌بندی دائم
۲۵۱.....	تهیه فیبر مدار چاپی
۲۵۱.....	طراحی مدار چاپی
۲۵۴.....	روش‌های انتقال مدار چاپی روی فیبر
۲۵۴.....	۱- روش مازیک یا لتراست
۲۵۵.....	۲- روش چاپ سیلک (سیلک اسکرین)
۲۵۵.....	۳- روش کار با لامینت
۲۵۶.....	۴- روش پورتیوو (Positivezo)
۲۵۶.....	۵- روش پرینت - اتو
۲۵۷.....	روش ساخت
۲۵۸.....	اسیدکاری فیبر مدار چاپی
۲۵۹.....	سوراخ‌کاری و نصب قطعات
۲۵۹.....	لحیم‌کاری
۲۶.....	ابزار مورد استفاده برای لحیم‌کاری
۲۶.....	هویه و انواع آن
۲۶.۲.....	سیم لحیم
۲۶.۳.....	روغن لحیم
۲۶.۳.....	پایه نگه‌دارنده هویه

- ۲۶۴..... قلع کش
- ۲۶۴..... الف - قلع کش پیستونی
- ۲۶۴..... ب - قلع کش حرارتی
- ۲۶۴..... ج - فتیله‌ی لحیم
- ۲۶۵..... آب‌بندی سر هویه با قلع
- ۲۶۵..... شروع لحیم‌کاری
- ۲۶۶..... لحیم سرد
- ۲۶۶..... نکاتی درباره‌ی لحیم‌کاری
- ۲۶۷..... لحیم‌کاری قطعات SMD
- ۲۶۷..... آموزش لحیم‌کاری قطعات SMD با هوای داغ
- ۲۶۷..... خمیر قلع
- ۲۶۸..... لحیم‌کاری قطعات SMD با هویه معمولی

فصل دهم: الکترونیک صنعتی..... ۲۶۹

- ۲۶۹..... ۱ - دیودهای چهار لایه FLD
- ۲۶۹..... دیود شاکلی
- ۲۷۰..... مدار معادل دیودی، دیود شاکلی
- ۲۷۱..... مدار معادل ترانزیستوری دیود چهار لایه
- ۲۷۳..... منحنی مشخصه دیود شاکلی (FLD)
- ۲۷۳..... ۲ - یکسوساز کنترل شده سیلیکونی SCR
- ۲۷۴..... ساختمان داخلی و طرز کارکرد SCR
- ۲۷۵..... مدار معادل SCR و نحوه عملکرد آن
- ۲۷۵..... به گیت: VG اعمال ولتاژ
- ۲۷۵..... روش خاموش کردن تریستور
- ۲۷۶..... مشخصه ولت آمپر SCR
- ۲۷۷..... ۳ - دیاک DIAC
- ۲۷۸..... مشخصه ولت آمپر دیاک
- ۲۷۹..... ۴ - تریاک (Triac)
- ۲۸۰..... منحنی مشخصه تریاک

فصل یازدهم: IC ۲۸۱

- ۲۸۲..... تکنولوژی ساخت IC ها
- ۲۸۲..... آیسی‌های آپ امپ یا operational amplifier یا op-amp
- ۲۸۳..... آیسی‌های TTL یا Transistor transistor logic
- ۲۸۳..... آیسی‌های Cmos
- ۲۹۲..... فلیپ فلاپ
- ۲۹۳..... انواع فلیپ فلاپها
- ۲۹۳..... فلیپ فلاپ SR
- ۲۹۴..... فلیپ فلاپ JK
- ۲۹۴..... فلیپ فلاپ T
- ۲۹۵..... فلیپ فلاپ D
- ۲۹۶..... بافر
- ۲۹۷..... میکرو کنترلر
- ۲۹۸..... ساختمان داخلی میکرو کنترلر
- ۲۹۸..... کاربرد میکرو کنترلر
- ۲۹۹..... مجموعه دستورات
- ۳۰..... مزایای میکرو کنترلر نسبت به مدارهای منطقی

فصل دوازدهم: سنسور (Sensor) ۳۰۱

- ۳۰۲..... انواع سنسور
- ۳۰۳..... ویژگی‌های یک سنسور خوب
- ۳۰۳..... سنسورهای باینری و آنالوگ
- ۳۰۳..... سنسورهای بدون تماس
- ۳۰۴..... مزایای سنسورهای بدون تماس یا همجواری
- ۳۰۴..... سرعت سوئیچینگ زیاد
- ۳۰۴..... طول عمر زیاد
- ۳۰۴..... عدم نیاز به نیرو و فشار
- ۳۰۴..... عدم ایجاد نویز در هنگام سوئیچینگ
- ۳۰۴..... انواع سنسورهای بدون تماس مغناطیسی

- ۳۰۴..... Reed سوئیچ (۱)
- ۳۰۶..... سنسورهای بدون تماس و فاقد کنتاکت (تیغه) (۲)
- ۳۰۶..... سنسورهای القایی -مغناطیسی (۳)
- ۳۰۶..... Magnetostrictive خاصیت بر اساس (۴)
- ۳۰۷..... HALL خاصیت بر اساس (۵)
- ۳۰۷..... Wiegand سنسور (۶)
- ۳۰۷..... سنسورهای القایی (۳)
- ۳۱۰..... سنسورهای خازنی (۴)
- ۳۱۱..... سنسورهای نوری (۵)
- ۳۱۵..... سنسورهای صوتی (۶)
- ۳۱۸..... سنسورهای مورد استفاده در ریاتیک
- ۳۱۸..... الف) سنسورهای تماسی [Contact]
- ۳۱۸..... ب) سنسورهای هم جواری [Proximity]
- ۳۱۸..... ج) سنسورهای دوربرد [Far away]
- ۳۱۹..... برخی از سنسورهای پر کاربرد
- ۳۱۹..... ۱- سنسور فراصوت (ultrasonic)
- ۳۲۰..... ۲- سنسور حرکت
- ۳۲۰..... ۳- سنسور وزن
- ۳۲۱..... ۴- سنسور رطوبت
- ۳۲۱..... ۵- سنسور موقعیت (جابجایی)
- ۳۲۱..... الف) LVDT: (Linear Variable Differential Transformer)
- ۳۲۳..... ب) پتاسیومتر
- ۳۲۴..... ج) سنسور خازنی
- ۳۲۵..... ۶- سنسورهای دمایی
- ۳۲۷..... ۷- سنسور اثر هال
- ۳۲۹..... ۸- سنسور پیزوالکتریک
- ۳۳۱..... اتصال بار

فصل اول

مفاهیم اولیه الکترونیک

اتم و ساختمان اتم

همه اجسام در طبیعت از ذرات ریزی به نام اتم تشکیل یافته‌اند. این ذرات دارای یک قسمت مرکزی به نام هسته و تعدادی الکترون هستند که به دور هسته در حال گردش می‌باشند. گردش الکترون‌ها به دور هسته به علت وجود نیروی الکتریکی بین الکترون‌ها و هسته می‌باشد. هسته خود دارای دو نوع ذره به نام پروتون و نوترون می‌باشد. پروتون دارای بار الکتریکی مثبت، الکترون بار الکتریکی منفی و نوترون از نظر الکتریکی خنثی می‌باشد. تمامی اجسام از نظر بار الکتریکی خنثی هستند مگر این‌که به طریقی تعدادی الکترون به جسمی داده و یا از آن گرفته شود.

به طور مثال هنگامی که یک میله شیشه‌ای را توسط پارچه ابریشمی مالش دهیم تعدادی الکترون از میله شیشه‌ای به پارچه منتقل شده و در نتیجه میله شیشه‌ای دارای بار الکتریکی مثبت (کمبود الکترون) می‌شود. در مقابل اگر میله‌ای از جنس کهربا یا گوگرد را به پارچه پشمی مالش دهیم تعدادی الکترون از پارچه به آن منتقل شده و در نتیجه میله دارای بار الکتریکی منفی (الکترون اضافی) می‌گردد.

اجسامی که دارای بار الکتریکی هم نوع هستند یکدیگر را دفع و اجسامی که دارای بار الکتریکی مخالف هستند یکدیگر را جذب می‌کنند.

باردار نمودن یک ماده خنثی

هرگاه تعادل بین بارهای مثبت و منفی در یک جسم به هم بخورد ماده باردار می‌شود. به همین منظور کلیه روش‌های تولید الکتریسته کاری جز بر هم زدن تعادل بین بارهای الکتریکی مثبت و منفی انجام نمی‌دهند. الکترون نسبت به پروتون قابلیت جابجایی و حرکت بیشتری دارد، بنابراین می‌توان با دادن یا گرفتن الکترون ماده را باردار نمود. اگر تعداد الکترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌ها شود جسم دارای بار منفی و در صورتی که عکس این علت رخ دهد جسم دارای بار مثبت می‌شود.

طبقه‌بندی اجسام

اجسام موجود در طبیعت از نظر ماهیت الکتریکی جزء یکی از سه دسته زیر می‌باشند:

الف) عایق یا نارسانا

به این اجسام دی‌الکتریک نیز می‌گویند. اجسامی هستند که در آن‌ها الکترون آزاد وجود ندارد و به راحتی برق را از خود عبور نمی‌دهند. مثل شیشه، چوب، پلاستیک و...

ب) هادی‌ها

اجسامی هستند که دارای تعداد زیادی الکترون آزاد می‌باشند و جریان الکتریکی را به راحتی از خود عبور می‌دهند. وجود بار آزاد به این معنی نیست که هادی‌ها از نظر الکتریکی خنثی نیستند، همان‌طور که گفته شد همه اجسام در حالت معمول از نظر الکتریکی خنثی هستند. اجسامی مثل نقره، مس، آلومینیوم و به‌طور کلی فلزات از هادی‌های خوبی می‌باشند.

ج) نیمه هادی‌ها

اجسامی هستند که از نظر الکتریکی بین هادی‌ها و عایق‌ها می‌باشند. در شرایطی خاص مانند هادی‌ها یا عایق‌ها عمل می‌کنند اما در حالت عادی برق را به مقدار ناچیز از خود عبور می‌دهند مثل ژرمانیوم و یا سیلیسیم.

جریان الکتریکی

هرگاه حامل‌های الکتریسیته (الکترون‌ها) در یک هادی به حرکت درآیند جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. هر حرکت الکترونی جریان برق نیست، بلکه این حرکت باید در یک مسیر مشخص باشد. هر چقدر الکترون‌های بیشتری در زمان کمتری در مسیر مشخصی حرکت کنند مقدار جریان نیز بیشتر خواهد شد. در نتیجه طبق فرمول زیر داریم:

$$I = \frac{q}{t}$$

I: جریان

q: بار الکتریکی

t: زمان

$$A = \frac{c \text{ (کولن)}}{sec \text{ (ثانیه)}} \text{ آمپر}$$

این فرمول تعریف شدت جریان الکتریکی می‌باشد به عبارت دیگر جریان همان مقدار بار جابه‌جا شده بر واحد زمان است. اگر در مدت یک ثانیه یک کولمب بار ($10^{18} \times 1.6 \times 10^{-19}$) از سیمی عبور نماید، در این صورت گفته می‌شود جریان سیم یک آمپر است.

اختلاف پتانسیل (نیروی محرکه الکتریکی)

همانطور که گفته شد هرگاه الکترون‌ها در یک هادی در مسیر مشخصی به حرکت درآیند جریان الکتریکی ایجاد می‌شود، اما الکترون‌ها بدون دریافت نیرو و انرژی از مدار گردش به‌دور هسته خارج نمی‌شوند. بنابراین برای تولید جریان نیاز به یک نیرو داریم که آن را از منابع تولید نیرو مثل باتری می‌گیریم.

واحد اختلاف پتانسیل (نیروی محرکه الکتریکی) ولت V نام دارد و برابر است با:

$$E = \frac{w \text{ (انرژی)}}{q \text{ (بار)}} \text{ نیروی محرکه الکتریکی}$$

در فرمول بالا انرژی بر حسب ژول (j) و بار بر حسب کولمب (q) می‌باشد.

اختلاف پتانسیل در دو سر باطری (مولد) را نیروی محرکه الکتریکی و اختلاف پتانسیل در دو سر یک جسم (مصرف کننده) را ولتاژ می نامیم. ولتاژ را با حرف V نمایش داده و واحد آن همان ولت می باشد.

مقاومت الکتریکی:

همه اجسام در مقابل عبور جریان الکتریکی از خود مقاومت نشان می دهند. در تقسیم بندی اجسام هادی ها دارای تعداد زیادی الکترون هستند و جریان را به خوبی از خود عبور می دهند اما هادی ها نیز از نظر قابلیت هدایت جریان با یکدیگر تفاوت دارند. برای مثال نقره از مس و مس از آلومینیوم جریان را بهتر هدایت می کند. الکترون های یک جسم در حین حرکت معمولاً به اتم های ساکن در جسم برخورد می کنند و این باعث می شود مسیر حرکت الکترون ها مستقیم نباشد و به صورت زیگزاگ باشد. در نتیجه مقداری از انرژی الکترون ها به صورت حرارت تلف می شود و از آنجایی که ساختمان اتمی همه اجسام با یکدیگر فرق دارد، میزان برخورد الکترون ها با اتم ها در همه این اجسام یکی نمی باشد. هرچه برخوردها کم تر باشد عبور جریان بهتر صورت می گیرد و می گوییم جسم هادی بهتری است و بالعکس. علاوه بر جنس هادی عوامل دیگری چون طول الکتریکی یک جسم نیز مؤثر می باشند. به این ترتیب که هر چه طول جسم بیشتر باشد، در حین حرکت تعداد برخوردها بیشتر شده و در نتیجه مقاومت الکتریکی بیشتر می شود. مقاومت الکتریکی با سطح مقطع جسم نسبت عکس دارد به طوری که هر چه سطح مقطع کمتر باشد، تعداد برخوردها بیشتر و در نتیجه مقاومت بیشتر است.

مطالب فوق را می توان به صورت رابطه زیر خلاصه نمود:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

R : مقاومت بر حسب اهم (Ω)

ρ : مقاومت ویژه (بستگی به جنس جسم دارد)

L : طول جسم (بر حسب متر m)

S : سطح مقطع جسم (بر حسب متر مربع m^2)

قانون اهم:

طبق قانون اهم ولتاژ دو سر یک هادی با جریان و مقاومت موجودش طبق رابطه زیر به دست می آید:

$$V=R \times I$$

که در فرمول بالا V ولتاژ برحسب ولت (v)، R مقاومت برحسب اهم (Ω) و I جریان برحسب آمپر (A) می باشد. طبق معادله بالا جریان با مقاومت رابطه عکس دارد.

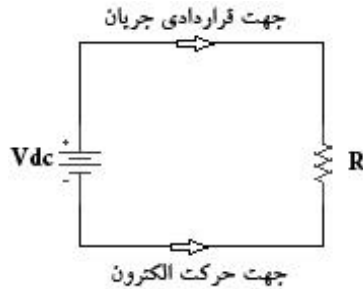
$$I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$$

تعریف مدار الکتریکی:

هر مدار الکتریکی یک مجموعه‌ای از تولیدکننده و مصرف‌کننده برق و سیم‌های ارتباطی بین این دو می باشد. به طور کلی به مسیر بسته‌ای گفته می شود که شامل یک یا چند مصرف‌کننده باشد. در مدار الکتریکی اگر بین تولیدکننده و مصرف‌کننده در نقطه یا نقاطی قطعی وجود داشته باشد، گویند مدار باز است و در نتیجه جریان در مدار وجود ندارد. حال اگر مسیر عبور جریان کامل برقرار باشد و مصرف‌کننده از تولیدکننده انرژی دریافت کند و آن را به صورت‌های دیگر تبدیل کند گویند مدار بسته است.

جهت جریان:

مطابق شکل ۱-۱ جهت حرکت الکترون‌ها در مدارات از قطب منفی به سمت قطب مثبت می باشد اما چون از ابتدای ساختن مدار اطلاع درستی از طرز کار مدار نداشتند فکر می کردند که حرکت الکترون‌ها از قطب مثبت به منفی می باشد و سالیان درازی این فرضیه را قبول کرده بودند در نتیجه جهت جریان الکتریکی را در مدارات از قطب مثبت به قطب منفی در نظر می گیریم که به این حالت جهت قراردادی جریان می گویند.



شکل ۱-۱

مفهوم انرژی:

انرژی توانایی انجام کار است و واحد آن ژول (J) می‌باشد. همان‌طور که قبلاً گفته شد عبور الکترون‌ها در اجسام باعث از بین رفتن مقداری انرژی می‌شود و این انرژی به صورت گرما تلف می‌شود. انرژی را از رابطهٔ روبه‌رو به دست می‌آید:

$$W = R \cdot I^2 \cdot t$$

طبق فرمول بالا می‌توان گفت که اگر از قطعه‌ای با ولتاژ V و ولت، جریان I آمپر، در زمان t ثانیه عبور نماید، به مقدار W ژول انرژی به صورت حرارت در جسم مزبور تلف می‌شود.

مفهوم توان: (توان مجاز، توان قابل تحمل)

توان و انرژی طبق رابطهٔ مقابل با هم ارتباط دارند:

$$\rho = \frac{W}{t}$$

توان مقدار انرژی مصرف شده یا تولید شده در واحد زمان می‌باشد.

P توان برحسب وات و W برحسب ژول و t برحسب ثانیه می‌باشد.

فرمول توان به صورت‌های دیگری نیز قابل محاسبه می‌باشد:

$$P = V \times I$$

$$P = R \times I^2$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

اتصال در مدار (اتصال کوتاه):

هرگاه در یک مدار بسته جریان از مسیری به جز مصرف‌کننده بگذرد و مقدار آن زیادتر از حد مجاز باشد این وضعیت را اتصال کوتاه می‌نامند. در این حالت سیم‌کشی مدار و منبع برق در معرض آسیب جدی می‌باشد، زیرا جریان زیادی که از سیم عبور می‌کند باعث داغ شدن و اضافه بار شدن منبع تولید کننده برق می‌گردد. در نتیجه اتصال کوتاه در هر مداری باید سریعاً به صورت اتومات قطع شود که این عمل به عهده فیوز می‌باشد.

فیوز:

فیوز یک عنصر حفاظتی در مدار است. فیوز هرگونه اضافه جریانی که بیشتر از مقدار نوشته شده روی آن باشد تشخیص داده و آن را سریع قطع می‌کند.

خطرات ناشی از برق:

خطراتی که از برق ناشی می‌شوند به دو صورت **آتش‌سوزی** و **برق‌گرفتگی** می‌باشد. اگر در مدار اتصال کوتاه پیش آید و برطرف نشود جریان مدار به شدت افزایش یافته و باعث تولید حرارت زیاد و سوختن عایق سیم‌ها و گسترش آن در مواد آتش‌گیر دیگر می‌شود. خطر برق‌گرفتگی مستقیماً شخص را تهدید می‌کند به طوری که اگر از بدن انسان یا حیوان بگذرد برق‌گرفتگی ایجاد می‌شود. اگر اندازه جریان کم باشد برق‌گرفتگی قابل تشخیص نیست اما اگر میزان جریان عبوری زیاد شود ابتدا شوک به بدن وارد می‌کند و در صورت زیادتر شدن جریان سبب قطع ضربان قلب، ایست تنفس و در نهایت مرگ مغزی می‌شود.

ادارات برق چگونه بهای برق مصرفی را محاسبه می‌کنند؟

در همه انشعابات، کنتور میزان انرژی تحویلی به مصرف‌کننده‌ها را اندازه می‌گیرد و توسط شماره‌هایی نشان می‌دهد. این شماره‌ها برحسب کیلو وات ساعت است. برای دانستن میزان مصرف یک ماه، رقم کنتور ماه قبل از ماه جدید کسر می‌شود. هر کیلو وات ساعت یک مبلغ مشخصی دارد

که از حاصلضرب مقدار مصرف طبق فرمول خاصی که شامل زمان اوج مصرف، نرخ به صورت تصاعدی و... می باشد به دست می آید.

تقسیم بندی قطعات الکترونیک

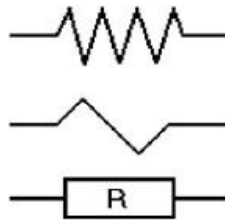
با تمام گستردگی علم الکترونیک و همچنین کاربردهای مختلف دستگاههای الکترونیکی، قطعات بکار رفته در الکترونیک را می توان به چند گروه اصلی تقسیم کرد. هر کدام از این قطعات دارای انواع و کاربردهای خاصی می باشد. در این کتاب سعی شده است مهم ترین و پرکاربردترین قطعات الکترونیک آورده شود که عبارتند از:

- ۱ مقاومتها
- ۲ خازنها
- ۳ سیم پیچها
- ۴ قطعات نیمه هادی (دیود و ترانزیستور)
- ۵ انواع مبدلها (سنسور ها، بلندگوها، میکروفون ها و....)
- ۶ ICها
- ۷ قطعات الکترونیک صنعتی و.....

فصل دوم

مقاومت الکتریکی (R)

مقاومت (**Resistor**) قطعه‌ای است که در موارد مختلفی از قبیل محدود کردن جریان، تقسیم جریان و یا تقسیم ولتاژ استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، مقاومت جسمی هادی و دو سری است که در برابر عبور جریان مخالفت می‌کند. با کم و زیاد کردن مقاومت موجود در مسیر یک مدار، می‌توان جریان یک مدار را کنترل کرد. مقدار یک مقاومت به جنس، طول و سطح مقطع هادی بستگی دارد. مقاومت را با حرف R مخفف Resistor نمایش می‌دهند و واحد آن اهم (Ω) می‌باشد. علامت اختصاری مقاومت به صورت شکل ۱-۲ می‌باشد. البته مقاومت‌های مختلف، علامت اختصاری مخصوص به خود را دارند که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.



شکل ۱-۲

مشخصات (پارامترهای) مقاومت:

قبل از این که به تشریح هر یک از مقاومت‌ها پرداخته شود، ابتدا با مشخصات و پارامترهای یک مقاومت آشنا شده و آن‌ها را مورد بررسی مختصری قرار می‌دهیم. هر مقاومت دارای مشخصات خاصی می‌باشد که به ترتیب اهمیت عبارتند از:

الف) مقدار اهمی

ب) توان مجاز

ج) تolerانس یا درصد خطا

د) ضریب حرارتی

ه) ولتاژ مجاز

و) ایجاد نویز و....

مقدار اهمی مقاومت:

مهمترین مشخصه مقاومت مقدار آن می‌باشد که بر حسب اهم (Ω)، کیلو اهم ($K\Omega$) و یا مگا اهم ($M\Omega$) بیان می‌شود. مقادیر مقاومت‌ها طبق استانداردهای خاصی تعریف می‌شوند که استاندارد اروپایی شناخته شده‌ترین آن‌ها می‌باشد و با حرف E نمایش داده می‌شود. استاندارد اروپایی شامل سری‌های مختلفی می‌باشد که عبارتند از:

$E6, E12, E24, E48, E96, E196$

هریک از سری‌های فوق شامل اعداد پایه‌ای می‌باشد که با ضرب و تقسیم هریک از این اعداد پایه در مضرب ۱۰ مقادیر مختلف سری به دست می‌آید. به عنوان مثال داریم:

اعداد پایه سری E6: $6/8$ و $4/7$ و $3/3$ و $2/2$ و $1/5$ و ۱

عدد $2/2$ در سری E6 ←

$0.22\Omega, 2/2\Omega, 22\Omega, 220\Omega, 2/2 k\Omega, 22 k\Omega, 220 k\Omega, 2/2 M\Omega$

به مقادیر بالا مقادیر استاندارد مقاومت سری E6 نتیجه شده از عدد $2/2$ می‌گویند.

در ایران سری‌های E12 و E24 موجود می‌باشد. حال اگر مقاومتی نیاز باشد که در استانداردهای فوق موجود نباشد یا باید نزدیک‌ترین مقدار مقاومت به مقدار مورد نظر انتخاب شود و یا با سری موازی کردن مقاومت‌ها مقدار مورد نظر بدست آید.