

## توضیحات:

- هنرآموز برق (الکترونیک الکتروتکنیک مکترونیک)
- ویژه آزمون آموزش و پرورش
- خلاصه شده در ۲۲ صفحه
- حیطة تخصصی

## جزوه خلاصه کتاب مونتاژ و

دمونتاژ قطعات اس ام دی و مستند سازی

پایه یازدهم دوره متوسطه (کد ۲۱۱۲۷۶)

تالیف مهر ۱۴۰۲

برای دانلود رایگان جدیدترین سوالات استخدامی هنرآموز برق، اینجا بزنید

برای دانلود رایگان مرجع این جزوه، کتاب مونتاژ و دمونتاژ قطعات اس ام دی و مستندسازی یازدهم اینجا بزنید

« انتشار یا استفاده غیر تجاری از این فایل، بدون حذف لوگوی ایران عرضه، مجاز می باشد »



## کار با ابزار و دستگاه های SMD

قابلیت نصب سطحی و کوچک بودن ابعاد، دو ویژگی مهم برای قطعات SMD هستند. کوچک بودن قطعه به معنی به حداقل رسیدن ابعاد کل مدار است. امروزه نیاز به کوچک کردن مدار در ساخت بسیاری از وسیله های الکترونیکی مانند تلفن همراه، تبلت، لبتاپ، ماشین حساب، و دوربین های ویدئویی وجود دارد و عامل مهمی در گسترش فناوری SMT در صنعت ساخت وسایل الکترونیکی به شمار می آید. هر چه ابعاد برد مدار چاپی کوچکتر و طول نوارهای مسی روی برد مدار چاپی کوتاه تر باشد، ظرفیت خازنی بین مسیرها کاهش می یابد.

## معرفی ابزارهای مورد نیاز برای دمونتاژ و مونتاژ قطعات SMD

### هویه هوای گرم مخصوص قطعات SMD

هویه هوای گرم ( Heater ) از ابزار و دستگاه های SMD است که برای لحیم کاری در هنگام نصب (مونتاژ) و پیاده سازی (دمونتاژ) قطعات نصب سطحی ( SMD ) به کار میرود. در یک هویه هوای گرم (هیتز)، هوای گرم به وسیله دستگاه کمپرسور هوا (تولید فشار هوا)، به صورت فشرده تولید میشود. این هوا پس از برخورد با رشته (المنت) گرم کننده که روی دسته قرار دارد گرم میشود و باد گرم از نازل (خروجی) خارج میشود.

### هویه SMD

این هویه با توجه به اینکه برای مونتاژ و دمونتاژ بردهای SMT به کار می رود نسبت به هویه های معمولی نیاز به تولید درجه حرارت بالاتری دارد. نوک این هویه ها نیز نسبت به نوع معمولی نازکتر و تیزتر است.

هویه های SMD انواع مختلف دارد. این هویه ها اکثراً SMD به صورت پنسی نیز وجود دارد. این هویه ها برای برداشتن قطعات دو پایه و موارد خاص دیگر به کار می رود. هویه های SMD انواع مختلف دارد. این هویه ها اکثراً با هیتزهای هوای گرم ارائه میشود. نوع دیگری هویه SMD به صورت پنسی (Clip Forceps) نیز وجود دارد. این هویه ها برای برداشتن قطعات دو پایه و موارد خاص دیگر به کار میرود.

## ۱\_ مواد مورد نیاز برای لحیم کاری

### روغن لحیم یا خمیر فلاکس (Flux)

خمیر فلاکس یک روغن مخصوص برای کار با هیتزهای صنعتی است. این روغن مخصوص، فرایند مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD را سرعت میبخشد و آسان می کند. عملکرد این خمیر مشابه عملکرد روغن لحیم در لحیم کاری های معمولی است.

نکته: ماده فلاکس یا روغن لحیم SMD به صورت مایع نیز وجود دارد. این ماده در موارد خاص به کار میرود. برای هر یک از انواع فلاکس ها، دستورالعمل کاربرد در ارتباط با میزان مصرف، نوع کار و محل استفاده تنظیم شده است.

### پنس (Clip Forceps)

برای برداشتن قطعات SMD از ابزاری به نام پنس استفاده می شود. برخی از پنسها با توجه به ابعاد قطعات دارای ابعاد ظریف و نوک تیزتر هستند. با توجه به محل مونتاژ یا دمونتاژ، میتوانیم از پنس سرکچ یا سرصاف استفاده کنیم.

### دستگاه وکیوم (Vaccum) (مکش یا ایجاد خلا)

برای برداشتن آی سی ها یا قطعات دیگر که امکان برداشتن آنها با پنس وجود ندارد، از وکیوم یا ابزار تولید خلا استفاده می شود. این وسیله، هوای بین قطعه و سر لاستیکی ابزار را میمکد و خلا تولید میکند. این خلا باعث چسبیدن قطعه به دستگاه وکیوم میشود. دستگاه وکیوم را در اصطلاح عمومی وکیوم می نامند.

## سیم لاکی

اگر هنگام دمونتاژ، برد صدمه ببیند و قطعی در مسیر به وجود بیاید، باید مدار را دوباره سیم کشی و تعمیر کنیم. برای این منظور میتوانیم سیم لاکی به کار ببریم. جنس این سیمها از مس بوده و دارای پوشش لاکی است. پوشش لاکی سیم مانع ایجاد هرگونه اتصالی با سایر قسمتهای مدار چاپی میشود.

## سیم لحیم

سیم لحیم برای ترمیم لحیم پایه قطعات، در مونتاژ و دمونتاژ به کار می رود. برای برد های SMT از سیم لحیم های نازکتر استفاده می شود. زیرا حجم قلع مورد نیاز هر پایه بسیار کم است.

## استاندارد مقاومت های SMD

۱- مقاومت های نصب سطحی در ابعاد استاندارد شده مختلف ساخته می شوند. هر استاندارد را با کد مخصوص چهار رقمی نشان می دهند. در این کد، دو رقم اول طول مقاومت بر حسب صدم اینچ یا میلی متر و دو رقم بعدی پهنای قطعه را مشخص می کند.

### جدول ۱-۱ مقاومت های SMD

FORM	POWER (Watt)	LENGTH (mm)	WIDTH (mm)
0402	0.063	1.0	0.5
0503	0.063	1.27	0.75
0505		1.27	1.25
0603	0.062	1.60	0.80
0705		1.91	1.27
0805	0.1	2.00	1.25
1005	0.125	2.55	1.25
1010		2.55	2.55
1206	0.25	3.2	1.6
1210	0.25	3.2	2.6
1505		5.08	
2010	0.5	5	2.55
2208		5.72	2.55
		5.72	1.90
2512	1.0	6.5	3.25
MELF		5.5	2.2
MINIMELF		3.6	1.4
MICROMELF		2.0	1.27

مقاومت SMD به صورت تراشهای ساخته میشود که دو انتهای آن از داخل پایه مسطح متصل میشود. معمولاً لایه خارجی مقاومت SMD را قلع اندود میکنند تا تراشه برای نصب آماده باشد.

از قطعات دیگری که از نظر شکل و ابعاد شبیه مقاومت SMD است و در مدارهای SMD زیاد دیده می شود، قطعات اتصال کوتاه کننده مقاومت صفر اهمی است مقاومت این قطعات صفر بوده و در عمل مقاومتی در مسیر جریان ایجاد نمی کند. این اتصال کوتاه کننده ها برای ایجاد پل بین دو مسیر مسی در برد مدار چاپی مورد استفاده قرار میگیرند. روی قطعه اتصال کوتاه کننده های صفر اهمی ممکن است علامتی نباشد یا عدد ۰۰۰ بر روی آنها نوشته شده باشد.

**رنگ مقاومت های SMD:** رنگ این مقاومتها استاندارد شده و به رنگهای مشکی و آبی و سبز ساخته میشود. رنگ مشکی خطای ۵ درصد و رنگ آبی و سبز خطای ۱ درصد را مشخص می کند.

## روش خواندن مقدار مقاومت های SMD

توجه به فناوری ساخت و مقدار توان، مقاومت های SMD متنوع بوده و در ابعاد گوناگونی ساخته می شود.

با توجه به ابعاد مقاومت SMD مقدار مقاومت آن را به دو روش مستقیم و کدگذاری شده درج می کنند.

#### مستقیم

در روش مستقیم مقدار اهمی مقاومت روی آن نوشته می شود.

#### کدگذاری

به علت کوچک شدن ابعاد قطعه مقدار آن را به کد تبدیل و کد را روی قطعه حک می کنند. کدگذاری با سه روش به شرح زیر صورت میگیرد:

(الف) نوارهای رنگی

(ب) کدگذاری عددی

- روش سه رقمی: مانند مقاومت‌های معمولی، دو رقم اول، ارقام اصلی مقادیر مقاومت است و به تعداد رقم سوم در مقابل دو رقم اول، صفر میگذاریم.

#### مثال ۱

$$۲۰۳ = ۲۰۰۰۰ = ۲۰ \text{ K}\Omega \quad ۱۰۰ = ۱۰ \Omega \quad ۵۶۶ = ۵۶ \times ۱۰^۶ = ۵۶ \text{ M}\Omega$$

- روش چهاررقمی: مانند مقاومت‌های معمولی، سه رقم اول، ارقام اصلی مقادیر مقاومت است و به تعداد رقم چهارم در مقابل سه رقم اول صفر قرار می‌دهیم.

#### مثال ۲

$$۲۰۰۱ = ۲۰۰۰ = ۲ \text{ K}\Omega \quad ۳۲۶۰ = ۳۲۶ \Omega \quad ۴۷۵۳ = ۴۷۵ \times ۱۰^۳ = ۴۷۵ \text{ K}\Omega$$

- عدد و حرف: این روش به دو صورت "دوعدد و یک حرف" و "دوعدد و دو حرف" استفاده میشود. در این روش حرف اول ضریب (تعداد صفر) و حرف دوم مقدار خطا را نشان میدهد.

(ج) روش خواندن مقدار مقاومت با کدگذاری خاص

#### استانداردهای حاکم بر سایر قطعات

برای سایر قطعات SMD مانند خازن SMD، سلف، ترانزیستور و دیود نیز استانداردهایی وجود دارد که در ادامه به شرح آن می پردازیم.

#### استاندارد حاکم بر خازن های SMD:

خازن برای ذخیره انرژی به صورت الکتروستاتیک در مدارات استفاده می شود. این قطعه را با حرف C نمایش داده و واحد آن فاراد F است. نماد شماتیکی خازن به صورت زیر است.



خازن های تانتالیوم SMD خلاف خازن های سرامیکی دارای قطب مثبت و منفی هستند. رنگ خازن تانتالیوم SMD زرد است و قطب مثبت آن را با یک خط یا علامت + مشخص می کنند.

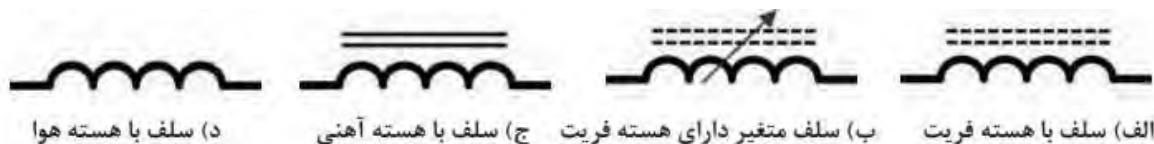
#### خواندن مقدار خازن های SMD

خواندن مقدار خازن های SMD مانند خازن های سرامیکی معمولی است. دو رقم اول نماینده دو رقم اول مقدار خازن و رقم سوم ضریب توان ده خازن یا تعداد صفرها است. در این روش مقدار خازن برحسب پیکوفاراد به دست می آید.

#### مثال:

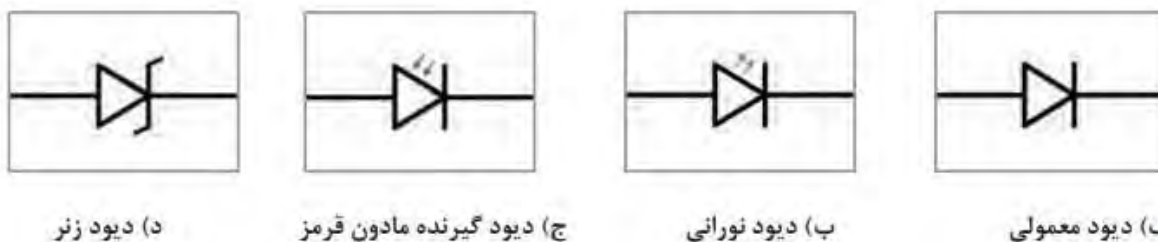
$$۱۰۴ = ۱۰ \times ۱۰^{۰+۴} \text{ PF} = ۰/۱ \mu\text{F}$$

استاندارد سلف (سیم پیچ) های SMD: خاصیت القایی سیم پیچ را با حرف L نشان میدهند. در نقشه ها، سلف با علائم شکل زیر مشاهده میشود:



### استاندارد دیودهای SMD

دیود را با حرف D نمایش می دهند. دیود انواع مختلفی دارد که از مهمترین آنها می توان به دیود زنر، مادون قرمز و دیود نورانی اشاره کرد. دیود معمولی برای یکسو سازی جریان و ولتاژ، دیود های زنر برای تثبیت ولتاژ و دیود های نورانی برای تولید نور به کار می رود.



دیود های SMD معمولی مانند مقاومت به رنگ سیاه بوده ولی اندازه آنها نسبت به مقاومت بزرگتر است.

برخی دیودها از نظر شکل ظاهری شبیه به ترانزیستور و آیسی هستند. یافتن پایه های آند و کاتد این دیودها با مولتی متر امکان پذیر است.

### شست و شوی برد

قبل از هر مرحله مونتاژ و یا ديمونتاژ قطعات باید برد مدار چاپی تمیز و از وجود هرگونه گرد و غبار و رطوبت پاک شود. برای این کار به مواد و ابزارهایی مانند اسپری خشک، فرچه نرم قلممو یا برس مویی نرم و پمپ باد نیاز داریم. برای تمیز کردن برد باید ابتدا برد را توسط فرچه نرم یا پمپ باد از گرد و غبار پاک کنیم. سپس برد را به وسیله اسپری خشک شست و شو دهیم. در نهایت با فرچه نرم تمام قسمتها را به طور کامل سرویس کنید.

### پیاده سازی قطعات SMD

#### پیاده سازی ديمونتاژ قطعات SMD (مقاومت، سلف و خازن)

برای پیاده سازی انواع قطعات SMD، ابتدا باید میزان دما و میزان شدت وزش هوای خروجی دستگاه هویه هوای گرم را با توجه به استانداردهای تعریف شده برای قطعه تنظیم کنیم. میزان دما با توجه به جنس برد و نوع قطعه تعیین می شود. برای کارهای معمولی دمای بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ درجه مناسب است. میزان خروجی هوای گرم نیز باید در حدی تنظیم شود که قطعات از روی برد به اطراف پرتاب نشوند. پس از تنظیم دستگاه، قبل از شروع کار ديمونتاژ، محدوده کار روی برد را با استفاده از فرچه تمیز کنید و با مایع مناسب و استاندارد شست و شو دهید تا هرگونه گرد و غبار اضافی از روی برد پاک شود. سپس مقداری خمیر فلاکس روی پایه های قطعه اضافه کنید تا ديمونتاژ آسانتر شود.

**جدا کردن مقاومت، سلف و خازنهای SMD از روی برد فیبر مدار چاپی:** چون این قطعات تنها دو پایه دارند، جداسازی آنها به کمک هیتر از روی برد فیبر مدار چاپی به آسانی صورت میگیرد. برای برداشتن این قطعات باید پایه ها را به طور متناوب حرارت دهیم. پس از حرارت دادن یک پایه به مدت کوتاه، به پایه دیگر حرارت می دهیم. حرارت دادن به پایه ها را تا ذوب شدن لحیم هر دو پایه ادامه می دهیم. هنگام ديمونتاژ این قطعات باید دقت کنید که میزان هوای خروجی از هیتر زیاد نباشد. در غیر این صورت قطعه به اطراف پرتاب میشود. به خازن های الکترولیت نباید حرارت زیاد داد، زیرا سبب انفجار آنها میشود.

### ديمونتاژ انواع آی سی ها

#### آی سی های خرچنگی (مربعی پایه دار - چهار طرفه)

تعداد پایه های این نوع آی سی ها بسیار زیاد است و از چهار طرف آیسی خارج میشود، به همین دلیل به آن، آی سی خرچنگی می گویند و هنگام کار با این آی سی ها باید خیلی دقیق عمل شود. با توجه به استانداردهای تعریف شده، درجه حرارت هیتر را روی دمای ۴۰۰ تا ۵۰۰ یا درجه ۵ و درجه هوای خروجی را روی درجه ۳ یا ۴ تنظیم کنید.

پس از تنظیم هیتر و تمیز کردن محدوده کار، پایه های آی سی را به خمیر فلاکس آغشته کنید. سپس پایه های آی سی را به طور کامل یکنواخت حرارت دهید، پس از مدتی با مشاهده حالت جدا شدن آی سی، می توانید آن را با پنس یا وکیوم جدا کنید. دقت کنید پنس با پایه های آی سی برخورد نکند. آی سی را از دو نقطه از دو انتهای قطری آن با پنس بگیرید و آن را بردارید. در صورتی که نتوانید آی سی را با پنس بردارید، باید از دستگاه وکیوم استفاده کنید.

### برداشتن کانکتورهای SMD با پوشش پلاستیکی

برخی از قطعات اتصال دهنده ها (کانکتورها) دارای پوشش پلاستیکی هستند، برای جدا کردن این کانکتورها می توانید با توجه به نوع پایه های کانکتور به طور مستقیم به پایه ها حرارت دهید. در صورت عدم امکان حرارت مستقیم می توانید از زیر برد حرارت دهید و قطعه را بردارید. روش دیگر، قرار دادن پارچه خیس روی قطعه و حرارت دادن آن است. روش اصلی و ایمن برای برداشتن این نوع قطعات استفاده از هیتر مادون قرمز میباشد که تنها قلع را ذوب میکند و به قسمتهای پلاستیکی آسیبی نمی رساند.

### استفاده از سشوار صنعتی برای دمونتاژ قطعات

سشوارهای صنعتی از نظر ظاهر شبیه سشوارهایی است که برای خشک کردن مو به کار می رود. این سشوارها می توانند حرارت و هوای بیشتری تولید کنند و توان بیشتری دارند. به همین دلیل برای دمونتاژ قطعاتی که با هیتر به سختی جدا می شوند از سشوار صنعتی استفاده می کنند هیتر صنعتی را سشوار صنعتی نیز می نامند.

### هیتر های صنعتی

برای جدا کردن قطعات حساس SMD مانند آی سی های کارت گرافیک در لپتاپ ها یا قطعاتی که روی بردهای چند الیه قرار گرفته اند نیاز به دقت بسیار بالا برای دمونتاژ دارند. برای دمونتاژ این قطعات از هیترهای صنعتی استفاده می شود.

### دوربین مدار بسته

این دوربین برای نشان دادن قطعه مورد نظر به کار می رود با استفاده از دوربین مدار بسته می توانید مکان دقیق پایه های قطعات را روی برد مدار چاپی ببینید. همچنین هنگام دمونتاژ توسط این دستگاه نیز میتوان با دقت خیلی زیاد چگونگی قرار گرفتن قطعه ها و اتصال های آنها را مورد بررسی قرار داد.

لیزر: برای نشان دادن و تمرکز دستگاه روی قطعه مورد نظر برای دمونتاژ به کار می رود.

هیتر: قسمت حرارتی برای دمونتاژ قطعات و ذوب لحیم ها به کار میرود.

وکیوم: برای برداشتن قطعه دمونتاژ شده از روی برد مورد استفاده قرار می گیرد.

### هیترهای مادون قرمز (IR)

این هیترها با تابش اشعه مادون قرمز، قلع پایه ها را ذوب میکنند. هیترهای مادون قرمز برای جداسازی قطعات خاص مانند آی سی های BGA و یا BGY به کار میرود.

## پودمان ۲

### دمونتاژ قطعات SMD

#### نصب قطعات SMD

لحیم کاری قطعات SMD با استفاده از هویه

در این روش ابتدا سطوح مورد نظر را به فلاکس یا روغن لحیم آغشته می کنند. سپس لایه ای از قلع، یا خمیر قلع روی آن میگذارند. سپس قطعه را در محل مربوطه قرار می دهند در انتها به وسیله هویه مخصوص SMD و لحیم یا خمیر لحیم پایه ها را قلع اندود می کنند. محل قرار گرفتن پایه های قطعات باید یکنواخت و بدون اتصال به یکدیگر باشد و حالت برجسته و براق پیدا کند. در روش دیگر اجزاء، محل قرار گرفتن قطعات روی برد مدار چاپی را هم قلع اندود می کنند سپس قطعه را روی برد می گذارند و عمل لحیم کاری را انجام می دهند.

## لحیم کاری با استفاده از خمیر لحیم و هویه هوای گرم

در این روش به جای قلع مفتولی از خمیر قلع و به جای هویه از هویه هوای گرم استفاده می شود خمیر لحیم ترکیبی از قلع و مایع روغن لحیم فلاکس است که با گرم کردن (خلاصه شده توسط ایران عرضه) آن مایع روغن لحیم فلاکس تبخیر شده و قلع باقی می ماند در واقع روغن لحیم سطح کار را تمیز و عملیات لحیم کاری را آسان می کند.

### مراحل اجرای لحیم کاری با هویه هوای گرم

برای لحیم کاری با روش هویه هوای گرم باید ابتدا سطح برد را به وسیله مواد پاک کننده تمیز کنید، سپس لایه ای نازک از خمیر لحیم روی تمامی پدها قرار دهید. ضخامت این لایه باید در حدی باشد که بتوانید سطح PCB و پدها را ببینید. این مرحله را اندود کردن برد با خمیر لحیم می نامند.

**نکته ایمنی:** خمیر لحیم یک ماده سمی است، مراقب باشید که این خمیر با پوست شما تماس پیدا نکند. در صورت تماس احتمالی و ناخواسته بلافاصله محل آلوده شده را با آب و صابون بشویید. بعد از اتمام کار حتما دست و صورت خود را کاملا شست و شو دهید.

بعد از مرحله تمیزکاری و اضافه کردن خمیر لحیم قطعه را به کمک پنس در مکان خود به گونه ای قرار دهید که هر پایه بر روی پد مخصوص خود قرار گیرد. قطعه را باید ننگه دارید تا در اثر جریان هوای گرم جابه جا نشود، توجه داشته باشید که پنس در لحیم کاری و هوادهی بسیار داغ خواهد شد. بنابراین باید از پنسی استفاده کنید که دستگیره غیر فلزی داشته باشد.

نازل هویه را در فاصله ۸ سانتیمتری از قطعه به مدت ۲۰ تا ۴۰ ثانیه ننگه دارید تا هوادهی انجام شود. در اثر هوای گرم خمیر کاملا ذوب میشود. پس از اطمینان از اینکه قطعه دقیقاً در محل خود قرار دارد، نازل را به تدریج دور کنید. قطعه را آنقدر ننگه دارید تا محل اتصال های لحیم کاری شده، خنک و محکم شود.

پس از اتمام لحیم کاری محل های اتصال را بازرسی کنید. در این بازبینی لازم است تمام پدها با دقت بررسی شود. پایه ها باید محکم لحیم شده باشد و نباید قلع اضافی سبب اتصال دو پایه به هم شود. در صورت وجود قلع اضافی به کمک قلع کش و فتیله لحیم قلع اضافی را بردارید.

### دستگاه های مونتاژ تمام خودکار (اتوماتیک)

در این روش تمام فرایند مونتاژ به صورت خودکار توسط ماشین انجام میشود. در این فرایند فایل مدار طراحی شده با نرم افزارهای روی کامپیوتر دستگاه تمام اتوماتیک بارگذاری میشود، برد مدار چاپی نیز با توجه به راهنمای استفاده از دستگاه در محل مخصوص قرار میگردد. قطعات که قسمت عمده آن نوع SMD است از طریق درگاه های تغذیه قطعه روی دستگاه قرار میگیرند. قطعات معمولاً روی لایه های مقوا یا کاغذ به شکل نواری نصب شده و به صورت حلقه (رول) بسته بندی شده اند. این رولها در محل های مخصوص روی دستگاه قرار میگیرد. برد مدار چاپی که روی یک نقاله قرار گرفته است وارد قسمت پرینتر خمیر لحیم میشود. دستگاه ابتدا خمیر لحیم را در محل های مسی مدار، چاپ میکند سپس برد روی نقاله حرکت کرده و وارد قسمت قطعه گذاری (place and pick) میشود. در این قسمت قطعات SMD به وسیله ربات از روی نوارهای قطعات برداشته میشود و در محل صحیح خود قرار میگیرد و پس از نصب کامل قطعات، نقاله برد را به سمت کوره دستگاه میبرد. در کوره خمیر لحیم ذوب شده و عمل لحیمکاری صورت میگیرد و پس از اتمام کار برد به آرامی به بیرون هدایت میشود.

### کارگاه های مونتاژ نیمه اتوماتیک

در این کارگاه ها قسمت اعظم فرایند عملیات به صورت دستی اما با کمک برخی ماشین آلات صورت می گیرد معمولاً بردهای تولیدی در این کارگاه ها دارای ترکیبی از قطعات SMD و TH هستند.

مراحل مونتاژ یک مدار الکترونیکی در کارگاه های نیمه اتوماتیک به شرح زیر است:

– اندود کردن برد با خمیر لحیم

– قطعه گذاری قطعات SMD

– ذوب خمیر لحیم و لحیمکاری قطعات SMD

– مونتاژ دستی قطعات TH

– کنترل کیفی یا QC

## مرحله اول اندود کردن برد با خمیر لحیم:

برای مونتاژ قطعات SMD باید با خمیر لحیم، برد را خمیر اندود کنید. خمیر لحیم به رنگ خاکستری است. این خمیر باید قبل از قطعه گذاری روی تمام پد هایی که قطعه سوار می شود قرار گیرد. خمیر اندود کردن برد مدار چاپی به دو صورت انجام می شود.

### با استفاده از شابلون

روش شابلون شبیه چاپ سیلک است. در این روش از یک شابلون فلزی استفاده میشود. روی شابلون، محل پایه قطعاتی که باید مونتاژ شود برش خورده است. با استفاده از دستگاه پرینتر خمیر لحیم: در روش پرینتر خمیر لحیم از یک دستگاه خودکار برای خمیر اندود کردن برد استفاده می شود در این روش نقشه مدار چاپی به پرینتر بارگذاری می شود و پرینتر خمیر لحیم را در محل های مورد نظر قرار می دهد.

### دستگاه خودکار Pick And Place

دستگاه در واقع یک ربات است که با استفاده از مکش هوا قطعات را بر میدارد و در جای خود قرار می دهد. برای راهاندازی اولیه دستگاه باید راهنمای کاربرد دستگاه را با دقت مطالعه کرد و فرایند تنظیمات آن را در طی یک دوره کارآموزی کوتاه مدت فرا گرفت تا برنامه ریزی دستگاه و اجرای تنظیمات اولیه، جایگذاری و محکم کردن برد PCB و قرار دادن رول های قطعات برد در محل خود با دقت و به ترتیب صحیح انجام شود. بعد از انجام تنظیم ها و راهاندازی دستگاه ها شما میتوانید با سرعت بسیار بالایی شروع به چیدمان قطعات برد با تعداد تولید آن با تیراژ بسیار نمایید.

## پودمان ۳

### دیجیتال و کاربرد آن

#### کار با دروازه های منطقی

یک ماشین حساب گویاترین نمونه سامانه دیجیتال است، نمونه های متعدد دیگری از جمله ساعت های دیجیتال، نمایشگر چراغهای راهنمایی و دستگاه های صوتی و تصویری و نوع پیشرفته دیگری مانند رایانه نیز وجود دارند که با یک منطق خاص کار میکنند. این منطق معمولا طبق منطق بولی است که به طور مشترک در تمام مدارهای دیجیتالی یافت میشود. در سامانه های دیجیتال، یک یا چند دروازه منطقی ( Logical gate ) روی یک یا دو ورودی منطقی عملیات منطقی انجام میدهند و در نهایت یک خروجی منطقی را تولید میکنند. گیت های منطقی از مبنای دودویی یا همان اعداد باینری پیروی میکنند. در منطق الکترونیک، هر سطح منطقی نماینده ولتاژ معینی است که این ولتاژ به نوع منطقی که استفاده میشود بستگی دارد.

#### سامانه های آنالوگ و دیجیتال

به طور کلی همه وسایل الکتریکی و الکترونیکی در قالب سامانه های آنالوگ و دیجیتال یا تلفیقی از آنها ساخته می شوند.

#### سامانه آنالوگ:

سامانه آنالوگ به سامانه های گفته میشود که در آن تغییرات سیگنال بهصورت پیوسته است، یعنی اطلاعات در تمامی لحظات وجود دارد. شکل موجهایی مانند سینوسی، DC و مثلثی از انواع سیگنال های آنالوگ هستند.

#### سامانه دیجیتال:

گروه دیگری از سیگنال ها وجود دارند که دارای تغییرات پل های و مجزا هستند. به عبارت دیگر ولتاژ آنها بین دو مقدار حداقل و حداکثر تغییر می کند. به سامانه هایی که با چنین ولتاژ هایی کار می کنند سامانه های دیجیتال می گویند. از جمله دستگاه هایی که با این سامانه دیجیتالی کار می کنند می توان مرکز تلفن، ماشین حساب و رایانه را نام برد.



## سامانه های اعداد

سامانه اعداد دهدهی یا اعشاری که در زندگی روزمره با آن سروکار داریم، برای ماشین های محاسبه گر الکترونیکی سامانه مناسبی نیست، زیرا در این مدارها تفکیک ده حالت از یکدیگر میسر نیست و میزان اشتباه و خطا را افزایش می دهد. عناصر نیمه هادی مانند دیود و ترانزیستور اجزایی دو حالتی هستند، یعنی می توانند دو حالت هدایت جریان بستن کلید یا حالت قطع جریان باز کردن کلید را داشته باشند. اگر هر وضعیت این اجزا را معادل یک عالمت در نظر بگیریم، تنها سامانه اعداد مناسب برای این ماشین ها، سامانه اعداد دودویی یا باینری Binary است.

**سامانه دودویی (Binary):** در سامانه اعداد دودویی، از دو نشانه یا رقم "0" و "1" استفاده میشود. به این سامانه اعداد، سامانه اعداد در پایه "2" نیز گفته میشود. شمارش در پایه 2 نیز مشابه شمارش در پایه 10 است؛ یعنی، هر رقم ارزش مکانی متناسب با خود را دارد. به هر یک از ارقام باینری "بیت" گفته میشود.

**تبدیل اعداد دهدهی به اعداد دودویی معادل آن:** برای تبدیل اعداد دهدهی به اعداد دودویی، از تقسیم های متوالی عدد دهدهی بر 2 استفاده میکنیم.

## کد BCD

بعضی از ماشینهای محاسبه گر الکترونیکی، عملیات ریاضی را در کد BCD (Binary Coded Decimal) انجام می دهند.

در کد BCD هر رقم دهدهی را با چهار بیت باینری معادل آن نشان میدهند. به مثالهای زیر توجه کنید:

$$\begin{aligned} (3)_{10} &\rightarrow (11)_2 \rightarrow (0011)_{BCD} \\ (9)_{10} &\rightarrow (1001)_2 \rightarrow (1001)_{BCD} \\ (5)_{10} &\rightarrow (101)_2 \rightarrow (0101)_{BCD} \end{aligned}$$

تبدیل اعداد دهدهی به معادل BCD آنها از تبدیل اعداد دهدهی به معادل باینری آنها به مراتب ساده تر است، زیرا برای این تبدیل، دانستن معادل باینری ارقام صفر تا 9 کفایت می کند.

توجه داشته باشد که در این روش نمایش اعداد، باید هر رقم دهدهی را با چهار بیت باینری نمایش دهیم.




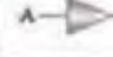
## سطوح منطقی صفر و یک

در مدار های دیجیتالی دو حالت وجود دارد. این حالت ها را با اصطلاحات مختلفی بیان می کنند مثال برای نشان دادن حالت روشن و حالت خاموش لامپ، از اصطلاحات مختلفی استفاده می شود.

هر یک از این اصطلاحات بیانگر مفهوم خاصی از مدار است، برای مثال OFF-ON روشن و خاموش بودن high-low حداقل و حداکثر ولتاژ اعمال شده به مدار و 1-0 معرف بودن و نبودن است. برای بیان مفاهیم و عبارات دیجیتالی، جهت خلاصه نویسی بیشتر از صفر و یک استفاده می شود.

## دروازه های منطقی پایه

در دروس تخصصی پایه دهم با انواع گیتهای منطقی مانند AND، OR، NOT آشنا شده اید و تعدادی از آی سی های دیجیتالی را به صورت نرم افزاری و سخت افزاری اجرا کرده اید. به جدول زیر توجه کنید. در این جدول انواع گیتهای منطقی، جدول صحت، نماد و تابع خروجی آنها آمده است. از این جدول میتوانید در بستن مدارهای مختلف استفاده کنید.

نام دروازه	نماد (معمول گرافیکی)	تابع حبری	جدول درستی															
AND		$Y = AB$	<table border="1"> <thead> <tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	Y																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
OR		$Y = A + B$	<table border="1"> <thead> <tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	Y																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
NOT		$Y = \bar{A}$	<table border="1"> <thead> <tr><th>A</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	Y	0	1	1	0									
A	Y																	
0	1																	
1	0																	
NAND		$Y = \overline{AB} = (AB)'$	<table border="1"> <thead> <tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	Y																
0	0	1																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																
NOR		$Y = \overline{A + B} = (A + B)'$	<table border="1"> <thead> <tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
A	B	Y																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	0																
XOR		$Y = A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$	<table border="1"> <thead> <tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	Y																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																
XNOR		$Y = \overline{A \oplus B} = \bar{A}\bar{B} + AB$	<table border="1"> <thead> <tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	Y																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
Buffer		$Y = A$	<table border="1"> <thead> <tr><th>A</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	Y	0	0	1	1									
A	Y																	
0	0																	
1	1																	

### دروازه های منطقی ترکیبی

با ترکیب برخی دروازه های منطقی پایه با یکدیگر، دروازه های منطقی جدیدی ساخته می شوند که در مدارهای دیجیتال کاربرد فراوانی دارند. این دروازه ها عبارتند از: دروازه (تهیه شده توسط سایت ایران عرضه)های منطقی NAND، NOR، OR، NOR، NAND و NOR انحصاری.

### بررسی مدار های منطقی

هدف از آشنایی با دروازه های منطقی آن است که از آنها در ساخت مدارهای منطقی استفاده شود. برای اینکه با چگونگی به کارگیری این دروازه ها آشنا شوید یک مثال صرفا برای آشنایی با طراحی بیان میشود.

مثال: مداری را طرح کنید که خروجی آن تابع رأی اکثریت یک هیئت داورى سه نفرى باشد.

حل: برای رسم مدار منطقی الزم است ابتدا جدول صحت را تشکیل دهیم و سپس بر اساس آن عبارت منطقی را بنویسیم. اگر سه فرد A، B، C و ورودی Y یا F خروجی باشد، هرگاه دو یا سه فرد رأی داده باشند خروجی باید یک شود. بنابراین خروجی مدار دارای جدول صحتی به صورت جدول زیر و عبارت منطقی به صورت F خواهد بود.

A	B	C	F		
0	0	0	0		
0	0	1	0		
0	1	0	0		
0	1	1	1	←	$\bar{A}BC$
1	0	0	0		
1	0	1	1	←	$A\bar{B}C$
1	1	0	1	←	$ABC\bar{C}$
1	1	1	1	←	$ABC$

$$F = \bar{A}BC + A\bar{B}C + ABC\bar{C} + ABC$$

### توابع منطقی (جبر بول) و دیاگرام کارنو

به کمک پارهای قوانین حاکم، میتوانیم رابطه ۱ که تابع منطقی است را ساده کنیم تا رابطه ۲ به دست آید. به یاد داشته باشید که توابع جبر بول را تنها به این دلیل ساده می‌کنیم که هنگام ساختن مدار از دروازه‌های منطقی کمتری استفاده شود در غیر این صورت ساده‌سازی کاربردی ندارد.

$$Y = \bar{A}BC + A\bar{B}C + ABC\bar{C} + ABC \quad (1)$$

$$Y = AC + BC + AB \quad (2)$$

ساده‌سازی توابع منطقی جبر بول با استفاده از دستگاه **Logic Converter** نرم افزار

یکی از دستگاه‌هایی که در نرم افزارهای مختلف از جمله نرم افزار مولتی‌سیم وجود دارد ابزار **Logic Converter** است. این وسیله یک ابزار مناسب جهت برقراری ارتباط بین جدول صحت و تابع است. دستگاه مبدل منطقی **Logic Converter** در نوار ابزار وسایل اندازه‌گیری قرار دارد. با استفاده از این وسیله می‌توانید ورودی‌ها و خروجی‌ها را در جدول صحت مشخص کنید، سپس تابع مربوطه را به دست آورید. عمل عکس نیز امکان‌پذیر است.

### مدارهای کاربردی دیجیتال

برای درک عملکرد مدارهای کاربردی نیاز به تحلیل مدارهایی مانند مدارهای ترکیبی و ترتیبی است. در این مدارها تابع یا تابع‌های خروجی برحسب متغیرهای ورودی و از روی مدار منطقی داده شده به دست می‌آید. در طراحی هر نوع مدار منطقی، خروجی‌ها به طور همزمان وابسته به تغییرات متغیرهای ورودی هستند و از اصول طراحی مدارهای ترکیبی تبعیت می‌کنند.

### مدارهای ترکیبی

مدارهای ترکیبی، مدارهایی هستند که خروجی‌های آن به طور همزمان به ورودی‌های آن وابسته است. مدار ترکیبی شامل متغیرهای ورودی، دروازه‌های منطقی و متغیرهای خروجی است.

## اصول طراحی مدارهای ترکیبی

برای طراحی مدارهای منطقی ترکیبی مراحل زیر به ترتیب انجام می شود.

**توجه:** هدف از بیان این قسمت، آموزش طراحی مدار دیجیتال نیست، بلکه هدف آشنایی کلی با فرایند و مراحل طراحی است. هنرجویان علاقمند به طراحی مدارهای دیجیتالی میتوانند به منابع متعددی که در این زمینه وجود دارد مراجعه کنند.

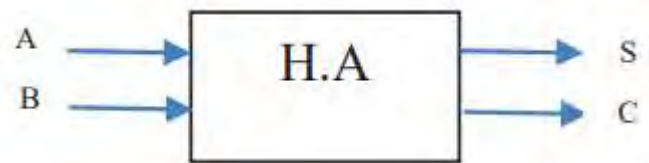
– تحلیل مسئله تعریف شده و تعیین تعداد ورودی و خروجی مورد نیاز و در نهایت رسم بلوک دیاگرام.

– تشکیل جدول صحت و نوشتن تابع منطقی مدار و ساده سازی آن.

### مدارهای جمع کننده

#### جمع کننده ناقص H.A (Half Adder)

جمع دو عدد تک بیتی باینری را میتوان با مداری به نام جمع کننده ناقص یا به اختصار A.H انجام داد، شکل زیر بلوک دیاگرام جمع کننده ناقص را نشان میدهد.



این مدار دو ورودی (A و B) و دو خروجی (S و C) دارد، خروجی ها مجموع ارقام ورودیها هستند. در خروجی، رقم اول حاصل جمع را با S (SUM) و رقم نقلی را با C (Carry) مشخص میکنند.

#### جمع کننده چهار بیتی

برای جمع کردن دو عدد چهار بیتی  $A(A_4, A_3, A_2, A_1)$  و  $B(B_4, B_3, B_2, B_1)$  میتوان از تراشه ۷۴۸۳ که یک جمع گر چهار بیتی است استفاده کنید.

#### مقایسه کننده تک بیتی

مدار مقایسه گر تک بیتی باینری، در ورودی دو عدد بیکرقمی باینری (A و B) را دریافت میکند و در خروجی حاصل مقایسه را به صورت  $A > B$  یا  $A = B$  یا  $A < B$  مشخص میکند.

#### مدارهای رمزگشا (Decoder)

در ورودی رمزگشا، کد باینری اعمال میشود. به ازای هر عدد باینری یکی از خروجی ها در تراز (۰) یا (۱) منطقی قرار میگیرد. اگر خروجی در تراز (۱) منطقی قرار گیرد رمزگشا را حالت فعال (۱) یا (High Active) میگویند. اگر خروجی رمزگشا در تراز (۰) منطقی قرار گیرد حالت فعال (۰) یا (Low Active) گویند.

#### مدارهای مالتی پلکسر (Multiplexer)

مالتی پلکسر یا Data Selector Logic مدارهایی هستند که به وسیله خطوط آدرس، اطلاعات خطوط ورودی را به یک خط خروجی انتقال می دهند. هر مالتی پلکسر با m خط ورودی و یک خط خروجی به N خط آدرس نیاز دارد به طوری که رابطه  $2^N = m$  برقرار است.

مالتی پلکسر ها با ورودی های بیشتر به صورت آی سی به بازار عرضه می شود. آی سی ۷۴۱۵۱ یک مالتی پلکسر ۸ به ۱ با سه خط آدرس دهی است. یکی از کاربردهای مالتی پلکسر مانند رمزگشاها اجرای توابع منطقی است.

#### مدارهای ترتیبی

خروجی مدارهای منطقی ترکیبی، در هر لحظه تابع معینی از ورودی های آنها در همان لحظه است. به عبارت دیگر با تغییر هم زمان ورودی های مدار، خروجی های آن نیز متناسب با ورودی ها تغییر می کند. مدارهای ترکیبی توانایی نگهداری و به خاطر سپاری حالت های ورودی را ندارند. ماشین های حسابگر و سیستم های کنترل دیجیتالی، برای نگهداری اطلاعات و استفاده مکرر از آنها نیاز به حافظه دارند. مدارهای دارای حافظه را مدارهای ترتیبی می نامند. این مدارها قابلیت به خاطر سپاری در حافظه نگهداشتن ترتیب

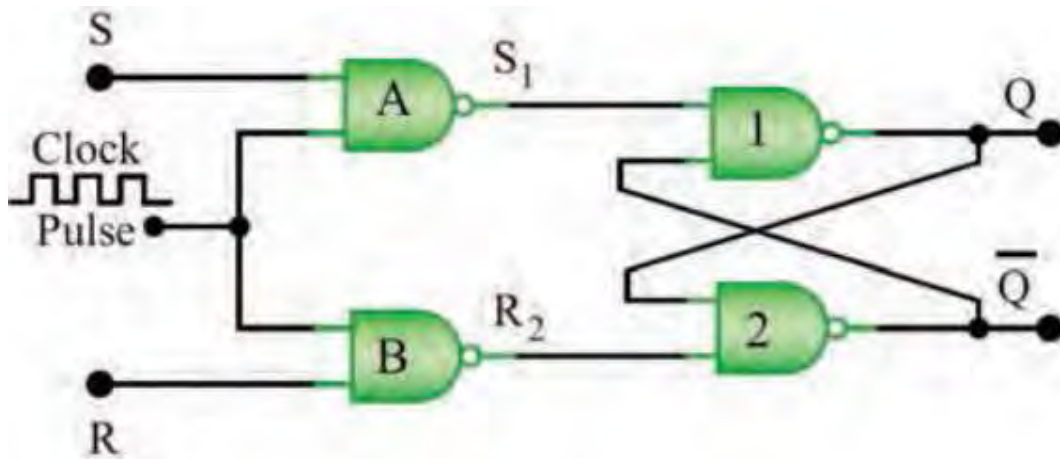
پیامدها را دارند. ممکن است یک مدار ترتیبی بیش از یک ورودی یا خروجی داشته باشد. در اغلب مدارهای ترتیبی زمان تغییر وضعیت یا پذیرش اطلاعات جدید را به کمک یک سیگنال کنترل خاص، که پالس ساعت نامیده می شود، تعیین می کنند.

### فلیپ فلاپ ها

فلیپ فلاپ ها ساده ترین مدارهای ترتیبی هستند، که از آنها به منظور سلول حافظه برای ذخیره و نگهداری اطلاعات استفاده می کنیم. با چند فلیپ فلاپ می توانیم یک رجیستر یا یک شمارنده ساخت. علاوه بر این، برای تقسیم فرکانس، آشکار سازی فاز و نظایر آن باید از فلیپ فلاپ ها استفاده کرد.

### فلیپ فلاپ R\_S

مدار فلیپ فلاپ SR را در شکل زیر مشاهده میکنید. در این مدار، پالس ساعت (Clock Pulse) به عنوان یک سیگنال فعال ساز عمل میکند.



S اول کلمه Set به معنی تنظیم کردن، پر کردن و R اول کلمه Reset به معنی بازگشت به حالت اولیه یا پاک کردن است.

### شیفت رجیسترها (Shift Registers)

شیفت رجیسترها برای ثبت و حفظ اطلاعات باینری به صورت موقتی به کار می روند. علاوه بر این، می توان از آنها برای انتقال اطلاعات نیز استفاده کرد. شیفت رجیسترها به علت کاربرد وسیعی که در سیستم های دیجیتالی دارند با قابلیت های متفاوت و تنوع زیاد در بازار یافت می شوند.

### نکته

برای نتیجه گیری دقیق از این آزمایش لازم است که پس از راه اندازی مدار، ابتدا اطلاعات اولین بیت نکته را وارد کنید با تغییر کلید A سپس کلید C را ابتدا از صفر به یک سپس از یک به صفر تغییر حالت دهید تا پالس ساعت با لبه بالا رونده عمل کند. در ادامه به همین ترتیب اطلاعات دومین بیت را وارد کنید و پالس ساعت را فعال نمایید و به همین ترتیب تا پالس چهارم این روند را ادامه دهید.

### شمارنده ها (Counters)

شمارنده ها مدارهایی هستند که از تعدادی فلیپ فلاپ که به صورت سری به هم متصل شده اند، تشکیل می شوند و عمال پالس های ورودی به مدار را شمارش می کنند. عنصر اصلی شمارنده، فلیپ فلاپ است. شمارنده ها در ساعت های دیجیتالی، کرومومتر، تایمرها در نمایشگر چراغ راهنمایی و کنترلر برق دیجیتالی و موارد متعدد دیگر کاربرد دارند.

### آرایه گیت های قابل برنامه ریزی FPGA

FPGA یک تراشه IC است که می توانیم تابع منطقی مورد نیاز طراحی شده را در آن برنامه ریزی کنیم و روابط منطقی بین پایه های ورودی و خروجی را تغییر دهیم. از این رو به این تراشه ها آی سی های قابل برنامه ریزی نیز می گویند. یکی از ویژگی های این تراشه ها این است که به آسانی می توانیم مدارهای دیجیتالی پیچیده را در آنها پیاده سازی کنیم. برای این منظور، بلوک های مختلف مورد نیاز مدارهای منطقی ترکیبی را در داخل FPGA پیاده سازی می کنند در نهایت آی سی با توجه به برنامه، قابل استفاده است. برای مثال می خواهیم با FPGA چند عدد را جمع کنیم. ابتدا باید به وسیله گیت های منطقی، یک بلوک جمع کننده طراحی کنیم سپس می توانیم این بلوک را در سایر بلوک ها نیز به کار ببریم.

## میکروکنترلرها Microcontrollers

### میکروکنترلرها

میکروکنترلر یک مدار مجتمع یا چیپ الکترونیکی است که دارای پردازنده حافظه و تعدادی ورودی و خروجی قابل برنامه ریزی است. میکروکنترلرها در واقع یک میکرو کامپیوتر هستند که از نظر عملکرد تقریباً مشابه یک کامپیوتر کامل میباشند. میکروکنترلرها دارای ورودی، پردازش و خروجی هستند که برای مصارف خاصی برنامه ریزی می شوند. میکروکنترلرها در طراحی مدارهای کنترلی استفاده می شوند. طراحی مدارهای کنترلی که قبلاً با صدها مدار مجتمع آنالوگ و دیجیتال به اجرا در می آمد امروزه با یک میکروکنترلر ساده قابل انجام است.

### میکروکنترلر و چگونگی برنامه ریزی آن

کلمه میکروکنترلر از دو کلمه میکرو و کنترل تشکیل شده است. منظور از میکرو می تواند سرعت عمل میکروکنترلر باشد، زیرا میکروکنترلر میتواند دستورهایی را که به آن می دهیم با سرعت بالا و در حد زمان یک میکرو ثانیه انجام بدهد.

معنی دوم میکرو شاید کوچکی قطعه باشد، زیرا این قطعه با ابعادی تا یک میلیونم متر کوچک شده است. شاید باورکردنی نیست که در یک تراشه ممکن است بیش از یک میلیون ترانزیستور به کار رفته باشد. معنی فارسی میکروکنترلر را ریزکنترلر یا ریزکنترل کننده نامیده اند. میکروکنترلرها قابل برنامه ریزی هستند، به طوری که طراح می تواند با توجه به نیاز کاربر آنرا برنامه ریزی کند. به عنوان مثال با اتصال کیبورد و آل سی دی به میکروکنترلر برنامه ریزی شده، یک ماشین حساب یا قفل رمز دیجیتالی بسازد. میکروکنترلرها به طور گسترده در تولید سیستم های تک منظوره مانند سیستم های حفاظتی، دزدگیر، سیستم های کنترل صنعتی، دستگاه دورنگار فاکس، فرکانسمتر، کنترل موتور ربات و ولتمتر DC به کار می روند.

### معرفی میکروکنترلر و میکرو کامپیوترها

با وجود اینکه میکروکنترلر ها ریز کنترلگر ها و میکرو پروسورها ریز پردازنده ها را از نظر فنی و ساختاری در یک شاخه قرار می دهند ولی آنها در اجزاء و عملکرد با هم تفاوتی عمده دارند. در ریز پردازنده ها فقط واحد پردازش به صورت مجزا به صورت یک آی سی IC مدار مجتمع وجود دارد

### اجزای اصلی میکروکنترلر

میکروکنترلرهای امروزی از نظر معماری دارای بخش های مشترکی به شرح زیر هستند:

**حافظه موقتی RAM:** در این حافظه برنامه و بخشی از داده Data موقت به اجرا در می آید و به صورت موقت تا زمانی که میکروکنترلر به جریان الکتریکی متصل است، ذخیره می شود.

**حافظه خواندنی ROM:** این حافظه جهت قرار گرفتن برنامه مورد نیاز و داده هایی که ثابت هستند استفاده می شود. این داده ها شامل جدولی از داده های ثابت است که برای نمایش کاراکتر و شکل های خاص در نمایشگری که سون سگمنت Seg ۷ به میکروکنترلر اتصال داده شده است به کار می رود.

**واحد پردازش مرکزی - CPU:** به معنی پردازشگر است و واحد اصلی و مرکزی مغز میکروکنترلر به حساب می آید. پردازشگر از بخش های محاسبه، منطق، رجیستر های اصلی و واحد دریافت و ترجمه کد های برنامه تشکیل شده است. هر قدر هماهنگی این بخش ها با هم بیشتر باشد عمل پردازش سریعتر صورت می گیرد، این نوع میکروکنترلرها را میکروکنترلر سرعت بالا می نامند.

**ورودی و خروجی دیجیتالی - O/I DIGITAL:** این بخش شامل مجموعه پایه های ورودی و خروجی میکروکنترلر است، عملکرد این پایه ها از طریق دستورهای تدوین شده در برنامه نویسی قابل تعریف است. به این ترتیب می توانیم به ورودی یا خروجی داده های Data مختلف را اختصاص دهیم و حالت های مختلف را به وجود آوریم.

**ساعت - Clock:** در این بخش یک موج مربعی به عنوان پالس ساعت تولید میشود. این پالس مورد نیاز میکروکنترلر است، که برای مثال میتواند به دو صورت زیر تولید شود:

**حالت RC داخلی:** پالس ساعت در داخل تراشه آی سی IC میکروکنترلر تولید میشود.

**حالت کریستال خارجی:** با نصب یک کریستال پیزو الکتریک به پایه های میکروکنترلر پالس ساعت تولید می شود. در اکثر کاربردها از حالت RC داخلی استفاده می شود، زیرا دیگر نیاز به قطعه خارجی برای اتصال به میکروکنترلر ندارد.

### انواع میکروکنترلر

پیشرفت فناوری در صنعت الکترونیک، و ارتباط آن با علم دیجیتال، سبب رشد چشمگیری در شکل گیری ساختار انواع خانواده میکروکنترلرها شده است. کارخانه های مختلف با توجه به نیاز، انواع میکروکنترلرها را تولید می کنند. محصول تولیدی آنها در پروژه های صنعتی، در بین متخصصین، دانشجویان و علاقه مندان رواج بیشتری دارد. متداولترین میکروکنترلرها خانواده های AVR، PIC، ARM هستند.

### خانواده AVR

این خانواده از رایجترین و پرکاربردترین میکروکنترلرها است که در مدل های مختلف با امکانات متنوع ساخته می شوند و در بازار با قیمت مناسب در دسترس است.

### PIC خانواده

این خانواده نیز از رایجترین و پرکاربردترین میکروکنترلرها است. میکروکنترلر PIC در مقایسه با میکروکنترلر AVR دستورهایی کمتری دارد، بنابراین حافظه کمتری را در اختیار میگیرد. این امر باعث افزایش سرعت پردازش PIC می شود. PIC مدل های مختلف و امکانات متنوع دارد و از قیمت مناسبی نیز برخوردار است.

### ARM خانواده

این خانواده فقط در بسته های SMD و در مدل های ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ بیتی ساخته میشوند. آی سی های ۳۲ بیتی این خانواده، بیشترین کاربرد را دارند. امروزه میکروکنترلرهای ARM در بسیاری از وسایل مانند کامپیوترهای کوچک، تلفن همراه و تبلت استفاده می شوند شاید بتوان گفت در آینده این میکروکنترلرها نقش پررنگی را در صنایع و جامعه خواهند داشت. قیمت این میکروکنترلرها با توجه به توانایی و امکاناتی که دارند بسیار پایین است.

### انتخاب میکروکنترلر مناسب برای یک پروژه مدار الکترونیکی ساده

هر یک از بخش های مختلف میکروکنترلر برای کاربردی خاص در نظر گرفته شده است. یک طراح الکترونیک با توجه به نیازی که در پروژه دارد از بخش های مختلف استفاده می کند. برای این منظور کافی است تنظیمات مورد نیاز در بخش مورد نظر را در حالت فعال قرار دهد. با انتخاب یک میکروکنترلر مناسب می توانیم پروژه های الکترونیکی ساده را با صرفه جویی در تعداد آی سی مدارهای دیجیتال اجرا کنیم. مزیت این روش سرعت بالای مدار و مقرون به صرفه بودن آن است.

میکروکنترلرهای AVR در دسته کوچک (Tiny)، متوسط (90s)، بزرگ (Mega) و خیلی بزرگ (XMega) دسته بندی میشوند. با توجه به مدلهای متداول موجود در بازار ایران، یک نمونه آیزی از سری Mega به نام ATmega8 را معرفی می کنیم. این میکروکنترلر در سه نوع بسته بندی وجود دارد. دو مدل آن از نوع SMD و نوع ساده آن با بسته بندی دو ردیفه (DIP) است.

### برنامه نویسی در میکروکنترلرها

میکروکنترلر یک قطعه قابل برنامه ریزی است. یعنی می توان روش کار را با توجه به نیاز برای این قطعه در قالب یک برنامه تعریف کرد. برای اینکه بتوانیم ایده و روش اجرای کار را برای میکروکنترلر به گونه ای تعریف کنیم که بتواند فرایند کار را به طور دقیق اجرا کند، به عبارت دیگر باید با میکروکنترلر سخن بگوییم و مراحل اجرای کار را با نوشتن دستورها به ترتیب به میکروکنترلر معرفی کنیم. نوشتن دستورها با قواعد خاص تعیین شده را برنامه نویسی می نامند. برای سخن گفتن از طریق متن، حروف و نمادها با میکروکنترلر نیاز به حروف، کلمات و قواعد دستوری خاص داریم که به آن زبان نوشتاری می گویند. برای برنامه نویسی میکروکنترلرها می توانیم از زبان های اسمبلی، زبان بیسیک یا زبان C استفاده کنیم.

## انواع زبان برنامه نویسی

### زبان برنامه نویسی اسمبلی

در این زبان مجموعه ای از دستورها به صورت کلمات انگلیسی مخفف شده هستند و هر دستور در یک خط نوشته میشود.

#### مثال

دستور LD R3, 5 (بخوانید عدد 5 را در R3 لود کنید).

دستور (LD R3) مخفف کلمات "Load Register R3" است و به معنی و مفهوم عدد 5 در رجیستر R3 قرار گیرد.

#### مثال

دستور JZ\_102

(JZ\_102) به مفهوم "If Zero Then Jump To Line 102" است. یعنی اگر نتیجه دستور قبل صفر شده است به خط 102 پرش کن.

### زبان برنامه نویسی بیسیک Basic

این زبان بر مبنای اصول نوشتاری ساده زبان انگلیسی (البته کلمات منطقی) طرح شده است. سادگی آن باعث شده اکثر دانش آموزان و علاقه مندان به کار با میکروکنترلر را به (تنظیم توسط سایت ایران عرضه) خود جلب کند.

### زبان برنامه نویسی C

زبان برنامه نویسی C مانند زبان بیسیک از کلمات منطقی انگلیسی و همچنین قواعد نوشتاری خاصی پیروی می کند. به دلیل حجم نسبتاً کم فایل تولید شده و سرعت مناسب دستوراتی که ارائه می کند، طرفداران بیشماری در سراسر جهان دارد. امروزه برای انواع میکروکنترلرها از خانواده های مختلف، کامپیوترهای کوچک و بزرگ از زبان C استفاده میشود. مزیت استفاده از زبان C این است که در یک خانواده میکروکنترلر، به راحتی میتوان برنامه دستورها را با کپی کردن به میکروکنترلر دیگری انتقال داد. برای سایر خانواده های میکروکنترلر نیز میتوان با تغییر بعضی از کلید واژه ها از برنامه داخلی آنها استفاده کرد.

### ساختار برنامه نویسی به زبان C

در این قسمت قصد داریم برنامه نویسی میکروکنترلر را با زبان C و نرم افزار Codevision انجام دهیم، این زبان برنامه نویسی کاربرد زیادی دارد که در آینده با دستورهایی آن آشنا خواهید شد.

در زبان برنامه نویسی دستورات بر سه نوع هستند:

- دستورهایی که به آنها دستورهایی استاندارد C گفته میشود.
- دستورهایی که توسط فایل های جانبی به نام کتابخانه (Header فایلها) به برنامه اضافه میشوند مانند فایل (delay.h) که در بالای برنامه توسط کد دستوری `include <delay.h>` به برنامه اضافه میشود.
- به دستورهایی که کاربر برنامه هنویس، برای اجرای یک عمل در درون برنامه ایجاد می کند توابع میگویند.

### قواعد ساده نوشتاری در زبان برنامه نویسی C

یک بلوک برنامه یا تابع یا فرایند مربوط به دستورات شرطی با علامت "}" شروع و در انتها با علامت "{" به پایان میرسد.

برنامه تابع اصلی پس از مجموعه کلمه های `Void main (void)` و علامت "{" قرار میگیرد.

زبان C به حروف بزرگ و کوچک حساس است. لذا اگر دستور یا متغیر حروف کوچک باشد، اگر به اشتباه حتی یکی از حروف بزرگ نوشته شود مفسر روی این کلمه اعلام خطا می کند. لذا در نوشتن برنامه حتماً به حروف بزرگ و کوچک اختصاص داده شده به عبارات توجه کنید.



## مدارهای کاربردی با میکروکنترلر

یک میکروکنترلر بدون برنامه ریزی شدن، قابلیت کاربردی ندارد، با برنامه ریزی، میکروکنترلر توانایی کنترل مدارهای الکترونیکی را پیدا می کند. در واقع برنامه هر میکروکنترلر روح و جانی است که در آن دمیده می شود و آن را پویا و فعال می کند. برنامه ریزی میکروکنترلر را با استفاده از یک نرم افزار به نام مترجم Compiler انجام میدهند. این برنامه را به وسیله دستگامی به نام پروگرامر در میکروکنترلر بارگذاری Program می کنند. پروگرامر یک واسطه الکترونیکی ارتباطی بین کامپیوتر و میکروکنترلر است. شما به وسیله میکروکنترلر می توانید مدارهای کاربردی متفاوتی را در سطح مقدماتی طراحی کنید و برد مدار چاپی آن را بسازید. برای تولید مدارهای پیشرفته، احتیاج به سخت افزارهای جانبی بیشتری در کنار میکروکنترلر است که درمقاطع تحصیلی بالاتر با کسب دانش بیشتر، توانایی و مهارت الزم را برای طراحی و اجرای پروژه های الکترونیکی پیچیده به دست می آورید.

### انتخاب میکروکنترلر

به منظور عملی شدن کنترل مدارهای الکترونیکی با میکروکنترلر، لازم است که دستورهای اجرایی را به وسیله نرم افزار Codevision AVR برنامه ریزی کنیم. پس از برنامه ریزی باید مدار با نرم افزار پروتئوس شبیه سازی شود در صورت صحیح بودن برنامه و عملکرد درست مدار، برنامه را در میکروکنترلر به وسیله دستگام پروگرامر بارگذاری می کنیم. بارگذاری برنامه در میکروکنترلر را اصطلاحاً پروگرام Program کردن برنامه می گویند. در این مبحث با اجرای یک کار عملی به صورت گام به گام با شیوه برنامه ریزی میکروکنترلر نصب میکنید و مورد آزمایش آشنا خواهید شد؛ سپس میکروکنترلر را به همراه مدار جانبی آن روی بردبر قرار می دهید. در ادامه کار می توانید برد فیبر مدار چاپی آن را بسازید.

### پروگرام کردن میکروکنترلر

اغلب میکروکنترلر های خانواده AVR به چهار روش قابل برنامه ریزی یا پروگرام شدن هستند.

شرکت های سازنده میکروکنترلر، پروگرامرهای مختلفی برای AVR ساخته اند، یکی از رایجترین و ساده ترین نوع آنها مدلی است که ورودی آن به درگاه پرینتر پورت پارالل رایانه وصل میشود و خروجی آن به روش ISP واسطه سه سیمه میکرو را پروگرام می کند. چنانچه پروگرامرها با استاندارد شرکت ATMEL ساخته شوند، با نرم افزار Codvision شناخته می شوند. بعضی از پروگرامرها نرم افزارهای مخصوص خود را دارند. در هر صورت اگر نرم افزار ها متفاوت باشند قابلیت سازگاری با میکروکنترلرهای مختلف را دارد. معمولاً در این نرم افزار ها علائم و کلید های مشابه وجود دارد که امکان پروگرام کردن میکروکنترلرها را فراهم می کند.

### فیوزبیت ها (Fuse Bits)

فیوزبیت ها، بخش رجیستری (ثبات Register) حافظه فلش هستند، که با تغییر آنها (صفر یا یک کردن) امکاناتی را در اختیار کاربر قرار می دهند. فیوزبیت های میکروکنترلرهای AVR در هر پروژه برای شروع به کار نیاز به تنظیم اولیه دارد.

فیوزبیت ها برای تنظیم های خاصی استفاده می شوند و با پاک کردن میکروکنترلر از بین نمیروند. لذا تغییر در آنها فقط از طریق پروگرامر امکانپذیر است، همچنین برای تنظیم آنها نیاز به برنامه نویسی خاص نداریم.

میکروکنترلرها بسته به نوع قابلیتی که دارند دارای فیوزبیت های متفاوتی هستند. برخی از فیوزبیت ها عبارتند از:

فیوز CKSEL برای انتخاب منبع پالس ساعت clock pulse میکروکنترلر به صورت داخلی یا به صورت خارجی با کریستال پیزو الکترونیک به کار می رود.

اگر بخواهیم پس از پاک کردن برنامه میکروکنترلر، حافظه EEPROM آن را داشته باشیم یا حذف کنیم از فیوزبیت EESAVE استفاده می کنیم.

در صورت برنامه ریزی فیوزبیت BOOTRST آدرس Reset را به ابتدای حافظه Boot انتقال می دهد. در این وضعیت برای راه اندازی دوباره میکروکنترلر نیاز به خاموش و روشن کردن تغذیه DC نیست. این نوع راه اندازی Boot معمولاً روال خودکاری از مجموعه ای دستورهای است که با روشن کردن یا بازنشانی Reset میکروکنترلر شروع می شود. همچنین، عملکرد آن مشابه عملکرد کلید فشاری Reset در رایانه است.

## مدارهای کاربردی با میکروکنترلر

وقتی که قرار است یک پروژه با میکروکنترلرهای AVR انجام داده شود، بعد از مشخص شدن هدف پروژه و مقرون به صرفه بودن آن باید مراحل طراحی سخت افزار، طراحی نرم افزار الگوریتم یا فلوجارت برنامه ریزی، برنامه نویسی، شبیه سازی و پیاده سازی پروگرام کردن میکروکنترلر و بستن مدار مورد نظر روی بردبرد انجام شود. میکروکنترلرها توانایی های شگفت آور ندارند و قدرت پردازش آنها محدود است. این تراشه ها برای کارهای تخصصی مانند کنترل اسباب بازی ها، دستگاه های پزشکی، ماشین های اداری، موتورها، دستگاه های الکترونیک خانگی و کنترل کننده های از راه دور به کار میروند. برای آشنایی بیشتر با عملکرد آنها در این بخش کارهای عملی ساده با میکروکنترلر معرفی شده است. با اجرای متمرکز و دقیق این فعالیت ها، شما می توانید توانایی و مهارت انجام کار با مدارهای کاربردی میکروکنترلر را کسب کنید. در اجرای کارهای عملی سعی شده است، دستورهای برنامه نویسی C متناسب با هر کاربرد میکروکنترلر شرح داده شود.

### ارسال اطلاعات به خروجی

اگر بخواهیم همه پایه های یک پورت را روشن و یا خاموش کنیم باید مقدار داده (Data) را به هر پورت وارد کنیم. هنگامی که یک پورت هشت پایه به عنوان خروجی تعیین میشود می توان اطلاعات را به صورت های مختلفی به پورت مورد نظر ارسال کرد.

### ارسال اطلاعات به صورت باینری:

در این حالت با توجه به اینکه هر پورت دارای هشت پایه است، می توان ۸ عدد صفر یا ۸ عدد یک نوشته شود که در واقع نشانگر یک بایت می باشد. در این بایت کم ارزش ترین بیت مربوط به پایه صفر از پورت است، و با ارزشترین بیت مربوط به پایه ۷ از پورت مورد نظر است.

### ارسال اطلاعات به صورت هگزادسیمال:

در این حالت عدد مورد نظر به مبنای هگزادسیمال یا شانزده تایی تبدیل می شود هر ۸ بیت باینری معادل ۲ عدد در مبنای هگزادسیمال است.

### ارسال اطلاعات به صورت دسیمال:

در این حالت اطلاعات در مقابل پورت ها به صورت دسیمال عدد طبیعی نوشته می شود.

### نکته ایمنی

اتصال صحیح تغذیه ۵ ولت ثابت به میکروکنترلر و ۱۲ ولت ثابت را به موتور برقرار کنید. مراقب باشید که اتصال کوتاه بین منابع ولتاژ ایجاد نشود. در صورت چنین رخدادی، احتمال آسیب رسیدن به میکروکنترلر وجود دارد.

### متغیرها در زبان C

یک متغیر محدودهای از فضای حافظه است که با یک نام مشخص می شود. یک متغیر بسته به نوع آن می تواند حامل یک مقدار عددی باشد. یک متغیر میتواند در محاسبات شرکت کند و یا نتیجه محاسبات را در خود حفظ کند. در کل می توان گفت که نتایج بخش های مختلف یک برنامه، در متغیرها ذخیره می شود.

### ویژگی های نام متغیر:

- اولین کاراکتر نام متغیر، نمی تواند عدد باشد.
- نام متغیر نمی تواند بیشتر از ۳۱ کاراکتر داشته باشد.
- نام متغیر تنها ترکیبی از حروف a تا z تا A تا Z، اعداد و کاراکترها می تواند باشد.

### انواع متغیرها از نظر محل تعریف در برنامه

متغیرها از نظر مکانی که در برنامه تعریف می شوند، به دو دسته کلی:

متغیرهای عمومی Global و متغیرهای محلی Local تقسیم میشوند.

## - متغیرهای عمومی Global :

متغیرهایی که قبل از تابع main تعریف می شوند را متغیرهای عمومی گویند و در تمام نقاط برنامه می توان به آن دسترسی داشت تعریف یک متغیر عمومی در ابتدای برنامه، مقدار مشخصی از حافظه را برای همیشه به آن متغیر اختصاص میدهد.

## - متغیرهای محلی Local :

متغیرهای محلی در بدنه توابع تعریف می شوند و در بیرون از آن تابع، دسترسی به آن ممکن نیست. متغیرهای محلی تنها، در زمان احتیاج تعریف شده و در حافظه می نشینند و بعد از مدتی از حافظه پاک می شوند.

## صفحه نمایش کاراکتری LCD

صفحه نمایش کاراکتری LCD یکی از پرکاربردترین وسایل خروجی است که به میکروکنترلر وصل می شود و مقدار متغیرهای ورودی میکروکنترلر را یا پیام ها را برای کاربر نمایش می دهد. برای این منظور می توان کاراکترهای قابل چاپ را روی آن نمایش داد مشخصه اصلی LCD های کاراکتری تعداد سطر و ستون آنها است. بلوک دیاگرام، برگه اطلاعات و شکل ظاهری پایه های یک LCD 16x2 که دارای 2 سطر و 16 ستون است.

## واحد مبدل آنالوگ به دیجیتال A/D

واحد مبدل سیگنال های آنالوگ به دیجیتال مدارهای الکترونیکی است که سیگنال های پیوسته آنالوگ را به داده های دیجیتالی تبدیل می کند. تمامی کمیت های فیزیکی مانند دما، نور، نیرو، فشار، جابه جایی و حرکت آنالوگ هستند. برای پردازش توسط میکروکنترلر باید کمیت های آنالوگ تبدیل به دیجیتال 0 و 1 شوند. عمل تبدیل ولتاژ ورودی آنالوگ به کد دیجیتال متناسب با ولتاژ آنالوگ توسط این واحد انجام می شود.

کنترل دمای محیط، کنترل سطح مایع در مخازن مانند کنترل سطح سوخت خودرو، کنترل وزن و فشار با میکروکنترلر از متداولترین پروژه های کاربردی در صنایع هستند. به همین دلیل مدار کنترل دمای محیط با حسگر حرارتی LM35 در حد گسترده مورد استفاده قرار می گیرد.

LM35 یک قطعه حس کننده حرارت همراه با یک مدار الکترونیکی است که همگی به صورت یک مدار مجتمع ساخته شده اند. این مدار به صورت یک قطعه سه پایه شبیه یک ترانزیستور ساخته می شود. خروجی این آیسی IC به صورت خطی است و به ازای هر درجه سانتی گراد دما 10 میلی ولت ولتاژ در اختیار ما قرار می دهد.

## نکات مهم برای استفاده از میکروکنترلر

### - تغذیه میکرو کنترلرها:

میکروکنترلرها با توجه به نوع قطعات ترانزیستورهای درون آن با ولتاژهای متفاوتی کار می کنند. ولی معمولاً ولتاژ کار آنها 5 ولت ثابت DC است ولی مواردی وجود دارد مقدار جریان عبوری در حالت فعال و مصرف کم مشخص شده است. این مقدار مصرف ارتباطی به مقدار جریان مصرفی قطعات جانبی که به میکروکنترلر متصل می شوند ندارد.

### فرکانس کار:

برای کم کردن هزینه و سادگی کار با میکروکنترلرهای AVR معمولاً در داخل آن یک اسیلاتور کالیبره شده RC قرار می دهند. این اسیلاتور با فرکانس های 1، 2، 4، 8 مگاهرتز با دقت بالا کار می کند. برای دقت بیشتر می توان از اسیلاتور کریستالی نیز استفاده کرد.

### حفاظت از ولتاژ بالا:

هنگامی که از میکروکنترلر برای فرمان دادن به مدارهای ولتاژ بالا استفاده می کنید، به حفاظت میکروکنترلر توجه داشته باشید زیرا ولتاژهای بالا میتوانند به میکروکنترلر آسیب بزنند، یا باعث توقف Reset بی مورد میکروکنترلر شوند.

مدار هایی که در آنها سیم پیچ وجود دارد، در زمان القاء به صورت لحظه ای ولتاژ بسیار بالایی تولید می کنند، در این حالت باید، ارتباط این ولتاژ با ورودی و خروجی میکروکنترلر ایزوله شود. همچنین باید پایه منفی تغذیه از GND ایزوله شود. برای حفاظت میکروکنترلر روش های مختلفی به کار می رود. یک روش پرکاربرد و کم هزینه استفاده از قطعه اپتوکوپلر است.

یک LED و یک ترانزیستور بدون هیچ ارتباط الکتریکی و فقط از طریق نور، ترانزیستور را فعال یا غیرفعال می کند. در مدل ساده آن که چهار پایه دارد، برای دو وضعیت خاموش (طراحی شده توسط ایران عرضه) و روشن از میکروکنترلر به خروجی یا از ورودی مدار به میکروکنترلر استفاده می شود.

استفاده از این اپتوکوپلر دارای این مزیت است که می توان حساسیت راه اندازی ترانزیستور را تغییر داد و حتی سیگنال های کوچک آنالوگ را نیز انتقال داد. مثال به آسانی می توان ولتاژ خروجی یک حسگر Sensor آنالوگ را که ولتاژ خروجی آن در محدوده بسیار کمی قرار دارد به میکروکنترلر انتقال داد.

## پودمان ۵

### مشاوره ، سرویس و خدمات

در پودمان های قبل آموزشهای الزم جهت مونتاژ و دمونتاژ قطعات SMD به هنرجو داده شده است.

هنرجو علاوه بر داشتن دانش فنی برای انجام سفارشات پذیرفته شده، نیاز به فراگیری چگونگی تهیه مستندات و تکمیل نمونه برگ های مربوطه را نیز دارد. در این فصل تلاش داریم تا هنرجو را با انواع مدارک مورد نیاز و فرم های مختلف آشنا کنیم، همچنین طریقه پرکردن این گونه نمون برگ ها را به آنان بیاموزیم.

این مستندات رد دستگاه ها، قرارداد های سرویس های می تواند شامل قبض رسید، فرم گواهی انجام کار، دفترچه راهنمای کاربرد دوره های یا موردی، مدارک مربوط به گارانتی یا وارانتی و خدمات انجام شده باشد. چنانچه هنرجو به امور فنی و کارهای محوله تسلط داشته باشد، اما از اطلاعات مورد نیاز بخش اداری کاملا بیگانه باشد نمی تواند نتیجه مطلوب را به دست آورد و کارایی لازم را ارائه دهد.

برای مثال اگر هنرجو پس از انجام کار اطلاع نداشته باشد که باید رضایت نامه های لازم را از مشتری دریافت کند و فاکتورهای مربوطه را صادر نماید، به طور قطع نمی تواند نتیجه مطلوب را از زحمات خود به دست آورد و در بازار کار موفق شود.

### فهرست واریسی

نمونه برگ فهرست واریسی (چک لیست Check List) ابزاری برای جمع بندی، تحلیل، تفسیر و عملی کردن مسئولیت، وظایف و کارهای محوله به یک فرد در محیط کار است. در واقع منظور نهایی از تهیه فهرست واریسی آن است که با تهیه فهرستی از کارهای محوله، بتوانیم آنها را با مدیریت زمان و مکان به نحوی اجرا کنیم، تا نتایج کیفی از اجرای کارها حاصل شود و بهره وری و کارایی بالا رود. فهرست واریسی را به نام های چک لیست، سیاهه رفتار، فهرست بررسی و فهرست بازبینی نیز مینامند. شما هم می توانید یک فهرستی از کارهای روزانه و تحصیلی خود تهیه کنید، تا نتایج بهتری را بتوانید در پایان یک روز کاری یا دوره تحصیلی کسب کنید.

### چگونگی تولید یک فهرست واریسی شرح وظایف

نمونه برگ فهرست واریسی دارای اجزا و عناصر مختلفی است برای تولید یک فهرست واریسی خوب، رعایت سه نکته باید مورد توجه قرار گرفته و رعایت شود.

۱- عنوان یا موضوع

۲- مشخصات فردی

۳- تاریخ و امکان اجرای کار

فهرست واریسی شامل یک فهرست لیست List برنامه ریزی از فعالیت ها در محیط های کار آموزشی، پژوهشی، اداری و صنعتی است. انجام این فعالیت ها در شرکت های تولیدی کالا، محصول تولیدی یا تعمیراتی را در نظم کاری خوب نگه میدارد و مانع بروز مشکلات و خرابی در دستگاه های تولیدی می شود. چک لیست در حقیقت یک راهنمایی کلی، برای بهبود کیفیت کالا است. در شرکت های تولیدی واحدی به نام خدمات پس از فروش وجود دارد. این واحد کلیه امور پس از فروش کالا را بر عهده دارد. واحد خدمات پس از فروش، به منظور جلب رضایت مشتریان اطلاعات مورد نیاز را از آنان دریافت می کند و خدمات و سرویس های مربوطه را با توجه به نوع کالای خریداری شده ارائه می دهد.

## انواع فرم ثبت اطلاعات

واحدهای نمایندگی و خدمات پس از فروش کالا علاوه بر فهرست واریسی شرح وظایف، نمونه برگ های متفاوتی برای تنظیم مستندات خود تهیه می کنند، که این نمون برگ ها میتواند شامل فرم های سفارش کالا، قبض رسید و ثبت خرابی کالا و اعلام آن به واحد خدمات پس از فروش، گواهی انجام کار، برگه گارانتی، وارانته و فاکتور فروش باشند.

### سفارش کالا:

برای تولید یک دستگاه، ابتدا باید قطعات مورد نیاز را پس از انتخاب و تأیید، سفارش دهند.

### فرم یا قبض رسید تحویل کالا

هنگام پذیرش کالا یا یک برد معیوب حتما باید رسیدی بابت آنچه که مشتری تحویل می دهد به وی داده شود. این رسید می تواند به صورت دستی یا فرم از قبل طراحی شده باشد. رسید تحویل کالا در دو نسخه تکمیل شده و به مشتری داده می شود.

### مشخصات مشتری:

شامل نام، آدرس، تلفن و احتمالا آدرس پست الکترونیکی است.

مشتری می تواند حقیقی یا حقوقی باشد مشتری حقیقی شخص بوده و معمولا برای ثبت صحیح مشخصات نام و نام خانوادگی مشتری ثبت می گردد مشتری حقوقی شامل شرکت های خصوصی، ادارات دولتی یا بانک ها است در قبض رسید نام شرکت و نام نماینده شرکت درج می شود.

### مشخصات فنی برد:

اینکه برد متعلق به چه دستگاهی است را باید هنگام تحویل برد مشخص کنیم در این مرحله هر قدر اطلاعات بیشتری از مشتری دریافت کنیم سرعت و کیفیت تعمیر برد بالاتر خواهد رفت.

### متعلقات تحویل گرفته شده همراه برد:

هنگام تحویل گرفتن برد معیوب لازم است متعلقات ضمیمه برد ثبت شود تا هنگام عودت آن به مشتری مشکلی به وجود نیاید و همچنین عالمت تجاری و مدل دستگاه باید نوشته شود.

### کاربرگ گواهی انجام کار

فرم گواهی انجام کار تعمیرات، تشخیص گارانتی و اخذ رضایتنامه: این فرم معمولا در شرکت های خدماتی به ویژه در واحدهای خدمات پس از فروش استفاده می شود. این فرم را برگه مأموریت و گواهی انجام کار نیز می گویند این اطلاعات می تواند شامل موارد زیر باشد:

- رفع ایراد مکانیکی یا تعمیرات انجام شده روی برد

- نصب لوازم جانبی روی برد

- آموزش چگونگی کار با دستگاه

### نکته :

معمولا دستگاه های مختلف از یک برند، براساس مدل و شماره سریال دسته بندی می شوند. شماره سریال می تواند ترکیبی از اعداد و حروف باشد. براساس شماره سریال می توان ثبت و جستجو یک دستگاه یا برد خاص را انجام داد.

### فرم درخواست کالا و حواله خروج از انبار

در بسیاری از کارهای تعمیراتی نیاز به تعویض قطعات معیوب است در شرکت های بزرگ معمولا این قطعات توسط فرم درخواست کالا که توسط تعمیرکار پر شده است، به تأیید میرسد و سپس برگه حواله خروج از انبار صادر می شود.

## کارت گارانتی ضمانت نامه و وارانتی

کلمات گارانتی و وارانتی علاوه بر شباهت اسمی دارای عملکردی شبیه به هم هستند اما تفاوت بزرگی نیز دارند. برخی از محصولات به دلخواه فروشنده و تولیدکننده دارای گارانتی یا وارانتی و یا هر دوی آنها هستند تا اطمینان مشتری را بیشتر جلب کنند. گارانتی در واقع قولی است که فروشنده یا تولیدکننده به عنوان ضمانت کیفیت کالای تولید شده یا مورد فروش به مشتری می دهد، تا اگر شرایط خاصی اتفاق افتاد این قول عملی شود. وقتی شما محصولی را خریداری میکنید که دارای گارانتی است، به این معنی است که تا زمان مشخصی محصول شما بایستی به درستی کار کند و در صورت خرابی، اصل پول به شما بازگردانده می شود و یا محصول خراب با یک محصول مشابه نو و سالم جایگزین می گردد.

### نکته

بسیاری از شرکت های تولیدی معتبر، به منظور جذب مشتری بیشتر برخی از بندها را تغییر می دهند، نکته یا نادیده می گیرند و خدمات بیشتری را در زمینه گارانتی ارائه می دهند. همچنین برخی از محصولات مانند دستگاه کپی دارای گارانتی خاص هستند. مثال دستگاه در قبال یک سال کارکرد یا حداکثر ۱۰۰۰۰ برگ کپی گارانتی می شود. در مورد خودرو هم این مسئله صدق می کند.

### ثبث اطلاعات در رایانه

امروزه نرم افزارهای پذیرش مختلفی طراحی و ارائه شده اند تا تمامی اطلاعات مشتری و کالا یا سفارش پذیرش شده پس از ثبت دستی در رایانه ثبت و قابل بررسی و استخراج باشند، زیر به این ترتیب فرایند بررسی سوابق بر اساس نام مشتری، شماره سریال و موارد مشابه آن با صرف زمان کمتری قابل دسترسی است. به این ترتیب اطلاعات را میتوان به صورت غیرحضور از مشتری دریافت و در رایانه ثبت نمود، یا به صورت آنلاین و اینترنتی اطلاعات را از مشتری دریافت کرد.



### چگونگی پر کردن فرم ثبت سفارش PCB اینترنتی

با توجه به نیاز و مورد سفارش، مشتری مشخصات برد سفارشی و تعداد سفارش را ثبت مینماید. نوع فیبر و یک رو یا دو رو بودن فیبر را انتخاب میکند. در صورتی که شماتیک مدار توسط مشتری تهیه شده باشد در بخشی از این فرم امکان بارگذاری UPLOAD نمودن این نقشه وجود دارد. در بخش راهنما می توان حداکثر اندازه فایل مورد قبول و فرمت آن را متذکر شد. در پایان تعداد سفارش مورد نظر مشتری درج می گردد. پس از اتمام مراحل تکمیل فرم، پیامی به صورت پیامک یا ایمیل برای مشتری ارسال می گردد که از اتمام مراحل سفارش و نحوه قیمت دهی خبر می دهد. در بعضی از فرم های اینترنتی با توجه به ابعاد و تعداد سفارش امکان قیمت دهی فوری به همان صورت اینترنتی وجود دارد.

شرکتهای معتبر از نرم افزارهای ویژه برای ثبت مشخصات مشتری و ارائه کدپیگیری استفاده می کنند که اطمینان بیشتری برای مشتری ایجاد می کند. قبل از سفارش ساخت فیبر مدار چاپی بهتر است یک استعلام هزینه طراحی و ساخت فیبر مدار چاپی از شرکتهای مرتبط تهیه کنید. این کار را می توانید با حضور در محل شرکت انجام دهید. همچنین به صورت غیرحضورى با مکالمه تلفنى با سفارش گیرنده شرکت یا مراجعه به آدرس وب گاه شرکت هزینه سفارش خود را جویا شوید.

#### صدور فاکتور

پس از طی تمام مراحل، جهت اخذ دستمزد کار انجام شده فاکتور تنظیم و صادر می گردد.

در صورتیکه صادر کننده فاکتور به عنوان شخص حقوقی این کار را انجام می دهد ملزم به اخذ کد اقتصادی و شناسه ملی از سازمان امور مالیاتی کشور است. فاکتور شامل مشخصات ثابتی از صادر کننده فاکتور است که در کلیه فاکتورهای صادر شده مشترک هستند. این مشخصات شامل نام و آدرس کامل، تلفن، کد اقتصادی، شناسه ملی، کد پستی و شماره ثبت است.

صدور فاکتور می تواند به صورت دستی یا نرم افزاری باشد. فاکتور پس از صدور به مهر شرکت ممهور می شود.

شرکت های معتبر معمولاً بین یک تا سه ماه پس از تاریخ صدور فاکتور، دستگاه یا برد تعمیرى را از همان ناحیه که تعمیر شده است گارانتی تعمیرات می کنند. این موضوع می تواند در بخشی از فاکتور قید گردد تا موجب اطمینان خاطر بیشتری برای مشتری شود.



## ایران عرضه

## مرجع نمونه سوالات

## آزمون های استخدامی

## به همراه پاسخنامه تشریحی

خدمات ایران عرضه:

- ارائه اصل سوالات آزمون های استخدامی
- پاسخنامه های تشریحی سوالات
- جزوات و درسنامه های آموزشی

برای دانلود رایگان جدیدترین سوالات استخدامی هنرآموز برق، اینجا بنزید

برای دانلود رایگان مرجع این جزوه، کتاب مونتاژ و دمونتاز قطعات اس ام دی و مستندسازی یازدهم اینجا بنزید

« انتشار یا استفاده غیر تجاری از این فایل، بدون حذف لوگوی ایران عرضه، مجاز می باشد »

