

در شکل های ۹۵ و ۹۶ برگه اطلاعات سه نمونه آی سی دیجیتال را ملاحظه می کنید. با استفاده از نرم افزار مولتی سیم می توانید مدار گیت های منطقی A را ببندید و با قطع و وصل کلیدهای مدار، درستی جدول و صحت آن را بررسی کنید.

### 54LS08/DM54LS08/DM74LS08 Quad 2-Input AND Gates

**General Description**  
This device contains four independent gates each of which performs the logic AND function.

**Features**  

- Alternate Military/Aerospace device (54LS08) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/Distributor for specifications.

**Connection Diagram**

Dual-In-Line Package

Order Number 54LS08CMOB, 54LS08FMOB, 54LS08LMOB, DM54LS08J, DM54LS08W, DM74LS08M or DM74LS08N  
See NS Package Number E20A, J14A, M14A, N14A or W14B

**Function Table**

Y = AB

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = High Logic Level  
L = Low Logic Level

شکل ۹۵

SOLS100

**SN5432, SN54LS32, SN54S32, SN7432, SN74LS32, SN74S32**  
**QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-OR GATES**  
ENCLOSURE 1983 - REVISED MARCH 1988

- Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Ceramic Chip Carriers and Flat Packages, and Plastic and Ceramic DIPs
- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

**description**

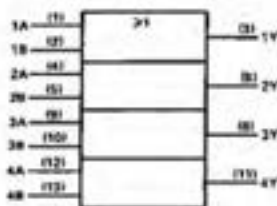
These devices contain four independent 2-input OR gates.

The SN5432, SN54LS32 and SN54S32 are characterized for operation over the full military range of  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $125^{\circ}\text{C}$ . The SN7432, SN74LS32 and SN74S32 are characterized for operation from  $0^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$ .

**FUNCTION TABLE (each gate)**

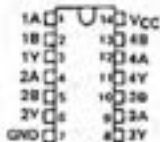
INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
H	X	H
X	H	H
L	L	L

**logic symbol**

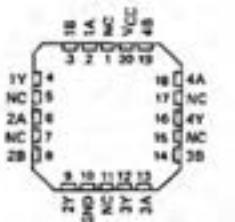


<sup>1</sup> This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std S1-1984 and IEC Publication S17-12.  
 Pin numbers shown are for D, J, N, or W packages.

SN5432, SN54LS32, SN54S32 . . . J OR W PACKAGE  
 SN7432 . . . N PACKAGE  
 SN74LS32, SN74S32 . . . D OR N PACKAGE  
 (TOP VIEW)

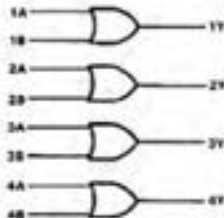


SN54LS32, SN54S32 . . . PK PACKAGE  
 (TOP VIEW)



NC - No external connection

**logic diagram**



**positive logic**

$$Y = A + B \text{ or } Y = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

برگه اطلاعات را می توانید از سایت های اینترنتی مانند، Alldatasheet.com بارگیری کنید.

**MM54C00/MM74C00 Quad 2-Input NAND Gate**  
**MM54C02/MM74C02 Quad 2-Input NOR Gate**  
**MM54C04/MM74C04 Hex Inverter**  
**MM54C10/MM74C10 Triple 3-Input NAND Gate**  
**MM54C20/MM74C20 Dual 4-Input NAND Gate**

**General Description**

These logic gates employ complementary MOS (CMOS) to achieve wide power supply operating range, low power consumption, high noise immunity and symmetric controlled rise and fall times. With features such as this the 54C/74C logic family is close to ideal for use in digital systems. Function and pin-out compatibility with series 54/74 devices minimizes design time for those designers already familiar with the standard 54/74 logic family.

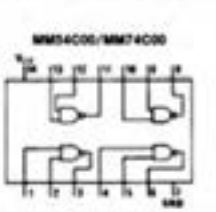
All inputs are protected from damage due to static discharge by diode clamps to  $V_{CC}$  and GND.

**Features**

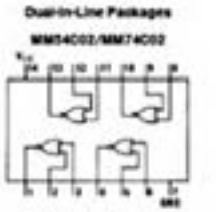
- Wide supply voltage range
- Guaranteed noise margin
- High noise immunity
- Low power consumption
- Low power TTL compatibility

2V to 15V  
 1V  
 0.45  $V_{CC}$  (typ.)  
 10 nW/package (typ.)  
 Fan out of 2  
 driving 74L

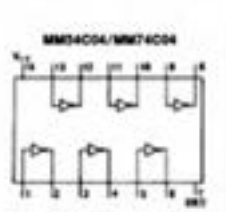
**Connection Diagrams**



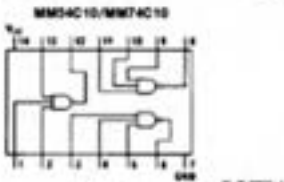
Top View  
 Order Number MM54C00 or MM74C00



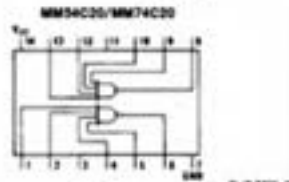
Top View  
 Order Number MM54C02 or MM74C02



Top View  
 Order Number MM54C04 or MM74C04



Top View  
 Order Number MM54C10 or MM74C10



Top View  
 Order Number MM54C20 or MM74C20

MM54C00/MM74C00, MM54C02/MM74C02, MM54C04/MM74C04,  
 MM54C10/MM74C10, MM54C20/MM74C20

## افزایش ظرفیت ورودی‌های دروازه‌های منطقی

هر چند که در عمل دروازه‌های منطقی تا هشت ورودی نیز ساخته می‌شوند ولی گاهی به بیش از هشت ورودی نیاز داریم یا به دروازه‌های منطقی با ورودی حتی کمتر از هشت نیازمندیم ولی در دسترس نیستند در هر یک از این شرایط، می‌توان با استفاده از دروازه‌های منطقی موجود یک دروازه منطقی با تعداد ورودی‌های دلخواه ساخت. در این قسمت به شرح روش افزایش تعداد ورودی‌های بعضی از دروازه‌های منطقی می‌پردازیم.

### افزایش تعداد ورودی‌های دروازه AND

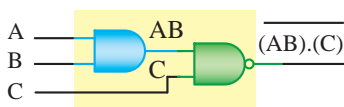
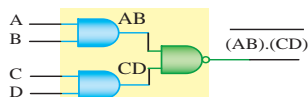
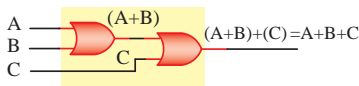
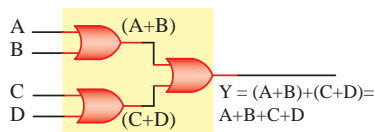
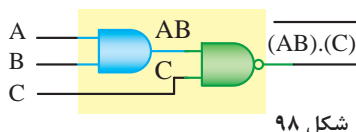
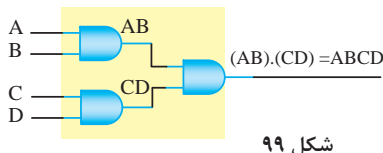
نحوه ساخت دروازه AND سه ورودی با دروازه AND دو ورودی، شکل ۹۸. معادل دروازه منطقی AND با چهار ورودی را با استفاده از سه دروازه منطقی AND دو ورودی، شکل ۹۹.

### افزایش تعداد ورودی‌های دروازه OR

چگونگی ساخت دروازه OR با سه ورودی با استفاده از دروازه OR دو ورودی، شکل ۱۰۰. معادل دروازه منطقی OR با چهار ورودی را با استفاده از سه دروازه منطقی OR دو ورودی، شکل ۱۰۱.

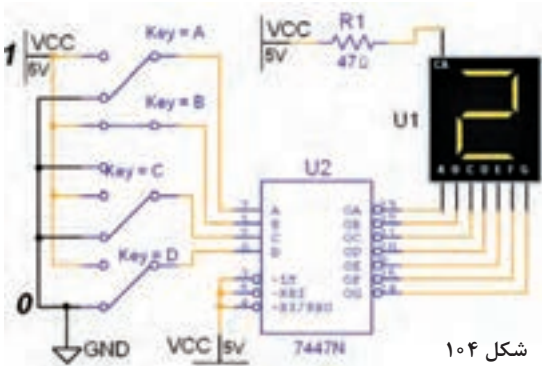
### افزایش تعداد ورودی‌های دروازه NAND

با استفاده از دروازه‌های منطقی AND و NAND دو ورودی می‌توان یک گیت NAND سه ورودی ساخت، شکل ۱۰۲. با استفاده از دو دروازه‌های منطقی AND دو ورودی و یک دروازه NAND دو ورودی می‌توان یک گیت NAND چهار ورودی ساخت، شکل ۱۰۳.



## ■ مدار ترکیبی خاص رمز گشا Decoder

برای تبدیل کدهای باینری به اعداد دهدهی از مدار مبدل BCD به هفت قطعهای (YS) استفاده می‌شود. آی سی رمزگشای ۷۴۴۷ یک مبدل BCD به (YS) است که به همراه نمایشگر (YS) قابل استفاده است، ورودی‌های ۳، ۴ و ۵ آی سی ۷۴۴۷ در مدار باید به یک منطقی یعنی



شکل ۱۰۴

$V_{CC}$ ، اتصال داده شوند. در مدارهای دیجیتال واقعی برای کنترل و تنظیم جریان LEDها و هفت قطعهای‌ها، معمولاً یک مقاومت کم اهم و پروات را با خط مشترک آند یا کاتد (YS) سری می‌کنند. به همین دلیل مقاومت  $R_1$  در نرم‌افزار پیش‌بینی شده است، شکل ۱۰۴.

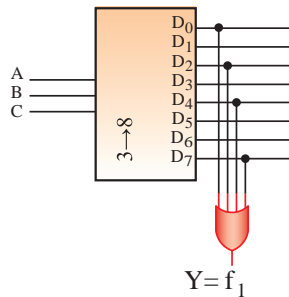
## ■ اجرای توابع منطقی با رمزگشا

یکی از کاربردهای رمزگشا اجرای توابع منطقی است. بدین منظور باید هر یک از متغیرها را به ورودی آدرس متناظر با ارزش آن و همه خروجی‌های رمزگشا را که متناظر با حالت‌های «۱» تابع است، به ورودی‌های یک دروازه OR وصل کنیم. خروجی تابع در سطرهای ۱، ۲، ۴، ۷ و یک است. اجرای تابع با رمزگشا مطابق شکل ۱۰۵ است.

خروجی صحت تابع Y با سه ورودی

شماره‌ی سطر جدول	ورودی‌ها			خروجی	
A	B	C	Y		
0	0	0	0	0	
1	0	0	1	1	$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$
2	0	1	0	1	$\bar{A} \cdot B \cdot \bar{C}$
3	0	1	1	0	
4	1	0	0	1	$A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$
5	1	0	1	0	
6	1	1	0	0	
7	1	1	1	1	$A \cdot B \cdot C$

شکل ۱۰۵



## ■ مدارهای ترتیبی

مدارهایی هستند که پیش‌بینی وضعیت منطقی خروجی‌های آنها با دانستن ورودی‌های فعلی مدار همیشه امکان‌پذیر نیست. به عبارت دیگر خروجی آنها علاوه بر ورودی‌های فعلی به ورودی‌های قبلی مدار نیز وابسته است. مدارهای ترتیبی را مدارات با حافظه هم می‌گویند. سلول‌های حافظه ساده‌ترین مدارهای ترتیبی هستند. این سلول‌ها را فلیپ فلاپ می‌نامند. فلیپ فلاپ‌ها (Flip-Flop): مدارهای ترتیبی که دو وضعیت پایدار دارند را فلیپ فلاپ می‌گویند. انواع فلیپ فلاپ: فلیپ فلاپ‌ها را به چهار دسته T, D, JK, RS تقسیم می‌کنند.

## تقسیم‌بندی فلیپ فلاپ‌ها براساس پالس ساعت :

مدارهای ترتیبی زمان تغییر وضعیت یا پذیرش اطلاعات جدید را به کمک پالس ساعت (Clock Pulse) تعیین می‌کنند. چگونگی عملکرد فلیپ فلاپ‌ها را براساس پالس ساعت تقسیم‌بندی می‌کنند. در این قسمت‌بندی چهار حالت وجود دارد که در شکل ۱۰۶ نشان داده شده است.

برای کسب اطلاعات بیشتر در زمینه دیجیتال و مدارهای دیجیتالی، می‌توانید به منابع مختلف از جمله کتاب‌های دیجیتال دوره‌های قبلی هنرستان مراجعه کنید. تعدادی از این منابع در لوح فشرده وجود دارد.

حالت	قرار داد فلیپ فلاپ‌ها براساس عملکرد پالس ساعت آنها	نمادهای قرار دادی فلیپ فلاپ عامل
۱	فلیپ فلاپ با سطح مثبت پالس ساعت عمل کند. یعنی در شرایطی که Clock Pulse در حالت پایدار سطح مثبت یک است، اطلاعات ورودی را بپذیرد.	
۲	فلیپ فلاپ با سطح منفی پالس ساعت عمل کند. یعنی در شرایطی که Clock Pulse در حالت پایدار سطح منفی صفر است، اطلاعات ورودی را بپذیرد.	
۳	فلیپ فلاپ بالبه بالا رونده مثبت پالس ساعت عمل کند یعنی در شرایطی که پالس Clock Pulse لبه بالا رونده را طی می‌کند، اطلاعات را بپذیرد.	
۴	فلیپ فلاپ بالبه پایین رونده منفی پالس ساعت عمل کند یعنی در شرایطی که پالس Clock Pulse لبه پایین رونده را طی می‌کند، اطلاعات را بپذیرد.	

شکل ۱۰۶

## انواع میکروکنترلرها

اولین میکروکنترلر در سال ۱۹۷۱ توسط شرکت نام آشنای intel ساخته شد و این شرکت اولین میکروکنترلر کاربردی خود را در سال ۱۹۸۰ با نام ۸۰۸۰ روانه بازار کرد. بعد از آن میکروکنترلر توسط شرکت اینتل با سری چیپ‌های ... ۸۰۵۱، ۸۰۵۲، AT۸۰۵۰ شرکت زیلوگ با سری چیپ‌های ... ۸۶۰۳، ۸۶۰۲، ۸۶۰۱، Z۸۶۰۱ و شرکت موتورولا با سری چیپ‌های ۱۶۸۱۱، A۱، A۲، ... گسترش یافت. در حال حاضر میکروکنترلرهای پرکاربرد موجود دارای انواع زیر هستند که هر یک

کاربردها و ویژگی‌های مخصوص به خود را دارند :

**خانواده AVR:** ساخت شرکت ATMEL

**خانواده PIC:** ساخت شرکت MicroChip

**خانواده ARM:** ساخت شرکت‌های STM، NXP، ATMEL و ...

**خانواده FPGA:** ساخت شرکت‌های Altera، Xilinx و ...

هر یک از خانواده‌های فوق دارای زیر مجموعه‌های بسیاری می‌باشد اما به صورت کلی می‌توان آنها را به صورت جدول ۱۰ مقایسه نمود. در جدول ۱۰ منظور از قدرت پردازش عمومی و اختصاصی، سرعت و قدرت پردازش اطلاعات در مصارف عمومی (کارهای کنترلی) اختصاصی (مانند پردازش تصویر) می‌باشد.

جدول ۱۰

سری میکرو	تعداد زیر مجموعه‌ها	حداکثر فرکانس کاری	منابع یادگیری	قیمت	قدرت پردازش عمومی	قدرت پردازش اختصاصی	نویز پذیری	پشتیبانی از پروتکل‌ها
خانواده AVR	بیش از ۱۲۰	۳۰۰MHz	خیلی زیاد	نسبتاً ارزان	متوسط	ضعیف	زیاد	متوسط
خانواده PIC	بیش از ۶۰	۴۰MHz	زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	کم	خوب
خانواده ARM	بیش از ۲۰۰	بیش از ۱GHz	متوسط	متوسط	بالا	بالا	کم	خیلی خوب
خانواده FPGA	بیش از ۲۰۰	بیش از ۱GHz	متوسط	متوسط	متوسط	بالا	کم	متوسط

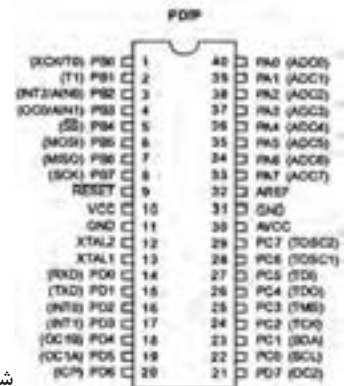
### ■ معرفی میکروکنترلر Atmega۱۶

میکروکنترلر Atmega۱۶ یک میکروکنترلر پر کاربرد در بازار است و در پروژه‌های زیادی استفاده می‌شود. بیشترین استفاده این میکروکنترلر در پکیج PDIP است که همانند Atmega ۳۲ دارای ۴۰ پین و ۳۲ پین ورودی و خروجی است. شکل ۱۰۷. این میکروکنترلر AVR در پکیج ۴۴ پایه TQFP نیز برای مصارف SMD یافت می‌شود، شکل ۱۰۸.

میکروکنترلر Atmega ۱۶A یکی از سری‌های Atmega۱۶ می‌باشد. پسوند A دارای این معنی است که این میکرو بر خلاف Atmega ۱۶ که از ولتاژ ۴/۵ تا ۵/۵ ولت می‌تواند کار نماید، همانند سری L می‌تواند با ولتاژ ۲/۷۵ تا ۵/۵ ولت کار کند اما بر خلاف سری L که دارای ماکزیمم فرکانس گارانتی شده ۸ مگاهرتز است، Atmega ۱۶A همانند Atmega ۱۶ می‌تواند دارای منبع کلاک تا سرعت ۱۶ MHz باشد.



شکل ۱۰۸



شکل ۱۰۷

## ویژگی‌های میکروکنترلر Atmega ۱۶A :

- پایداری بالا
- مصرف توان کم
- میکروکنترلر ۸ بیتی Atmel
- معماری RISC پیشرفته، ۱۳۱ دستورالعمل قدرتمند، اجرای اغلب دستورالعمل‌ها در یک کلاک، ۳۲ رجیستر ۸ بیتی با کاربرد عمومی، بیش از ۱۶ میلیون دستورالعمل بر ثانیه (MIPS) با کلاک ۱۶ مگاهرتز (MHz)
- ۱۶ کیلوبایت حافظه فلش قابل برنامه‌ریزی
- ۵۱۲ بایت EEPROM
- ۱ کیلوبایت SRAM
- قابلیت برنامه‌ریزی حافظه فلش تا ۱۰/۰۰۰ بار و حافظه EEPROM تا ۱۰۰۰/۰۰۰ بار
- ماندگاری برنامه تا ۲۰ سال در دمای ۸۵ درجه و ۱۰۰ سال در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد
- دارای قفل برنامه برای حفاظت از نرم‌افزار
- رابط JTAG مطابق استاندارد IEEE ۱۱۴۹/۱
- دارای ۲ تایمر ۸ بیتی
- دارای یک تایمر ۱۶ بیتی
- دارای RTC با اسیلاتور مجزا
- ۴ کانال PWM
- ۸ کانال ADC ده بیتی
- رابط سریال TWO WIRE یا TWI
- USART
- رابط سریال SPI در حالت Master/Slave
- دارای تایمر دیده بان با اسیلاتور مجزای داخلی
- مقایسه‌گر آنالوگ داخلی
- دارای اسیلاتور RC کالیبره شده داخلی
- ۳۲ پورت ورودی و خروجی
- ولتاژ تغذیه ۲/۷۵ تا ۵/۵ ولت
- پشتیبانی از فرکانس ۰ تا ۱۶ مگاهرتز
- مصرف انرژی در فرکانس ۱ مگاهرتز، ولتاژ ۳ ولت و دمای ۲۵ درجه فعال: ۰/۶ میلی‌آمپر - حالت بیکاری: ۰/۲ میلی‌آمپر - حالت Power Down کمتر از ۱ میکروآمپر.

## برنامه‌های C :

پروژه چشمک‌زن ۸ کانالی (LED۸)، دو نوع حرکت و چرخش  
شرح سخت‌افزار: ۸ عدد LED را به پورت B اتصال دهید.



حرکت نمایشی ۱	حرکت نمایشی ۲	ترکیب دو حرکت و کلید
<pre>#include &lt;mega^. h&gt; #include &lt;delay. h&gt;  char A;  void main(void) { . . . while (1) { // Place your code here PORTB=A; delay_ms(۲۰۰);  if( A==۲۰۰){ A=۰b۰۰۰۰۰۰۰۰; { else{ // move to left A=A*۱+۲; //and Add 1 } } }</pre>	<pre>#include &lt;mega^. h&gt; #include &lt;delay. h&gt;  char A; bit L_R;  void main(void) { . . . A=1; //set value 1  while (1) { // Place your code here PORTB=A; delay_ms(۲۰۰);  if( A==1) L_R=1; // to Left if( A==1) L_R=۰; // to Right  if( L_R==۰){ A=A*۲; // move to left } else{ A=A/۲; // move to Right } } }</pre>	<pre>#include &lt;mega^. h&gt; #include &lt;delay. h&gt;  char A; bit L_R;  F=۰; while (1) {  PORTB=A; delay_ms(۲۰۰);  if(PIND. ۰==۰) { if(F==۰){ A=۰b۰۰۰۰۰۰۰۰; F=1; }  if( A==1) L_R=1; // to Left if( A==1) L_R=۰; // to Right  if( L_R==۰){ A=A*۲; // move to left } else{ A=A/۲; // move to Right } } else{ if(F==1){ A=۰b۰۰۰۰۰۰۰۰; F=۰; } if( A==۲۰۰){ A=۰b۰۰۰۰۰۰۰۰; //off { else{ // move to left A=A*1+۲; //and Add 1 } } } } }</pre>

## ■ اجرای پروژه نمایش اعداد در دو عدد ۷ Seg با شمارش از ۱ تا ۹۹

شرح سخت افزار: یک (۷ Seg) به پورت B برای نمایش یکان اعداد و یک (۷ Seg) دیگر را به پورت D برای نمایش دهگان اعداد اتصال دهید. دو کلید برای کنترل حالت های کار مدار به PC.۰, PC.۱ متصل کنید.

شمارش صعودی بدون کلید	شمارنده صعودی نزولی با دو کلید
<pre>#include &lt;mega^. h&gt; #include &lt;delay. h&gt;  char NUM[١٠]= {٠x٣f,٠x٠٦,٠x٠b,٠x٤f,٠x٦٦,٠x٦d, ,٠x٠d,٠x٠٧,٠x٧f,٠x٦f}; char N=٠; char Yek=٠,Dah=٠;  void main(void) { . . while (١) } PORTB=NUM[Yek]; PORTD=NUM[Dah]; delay_ms(٣٠٠);  N++; // N=N+١  if(N==١٠٠) N=٠; // Reset N  Dah=N/١٠; Yek=N-(Dah)*١٠;  } }</pre>	<pre>#include &lt;mega^. h&gt; #include &lt;delay. h&gt; char NUM[١٠]= {٠x٣f,٠x٠٦,٠x٠b,٠x٤f,٠x٦٦,٠x٦d, ,٠x٠d,٠x٠٧,٠x٧f,٠x٦f}; char N=٠; char Yek=٠,Dah=٠;  void main(void) { . . while (١) { PORTB=NUM[Yek]; PORTD=NUM[Dah]; delay_ms(١٠٠);  if(PINC. ٠==٠ &amp;&amp; PINC. ١==١) { delay_ms(١٠٠); if(PINC. ٠==٠ &amp;&amp; PINC. ١==١) N++; // N=N+١ } if(N==١٠٠) N=٠; if(PINC. ١==٠ &amp;&amp; PINC. ٠==١) { delay_ms(١٠٠); if(PINC. ٠==١ &amp;&amp; PINC. ١==٠) N--; //N=N-١ }  if(N&lt;٠) N=٩٩; Dah=N/١٠; Yek=N-(Dah)*١٠; } }</pre>

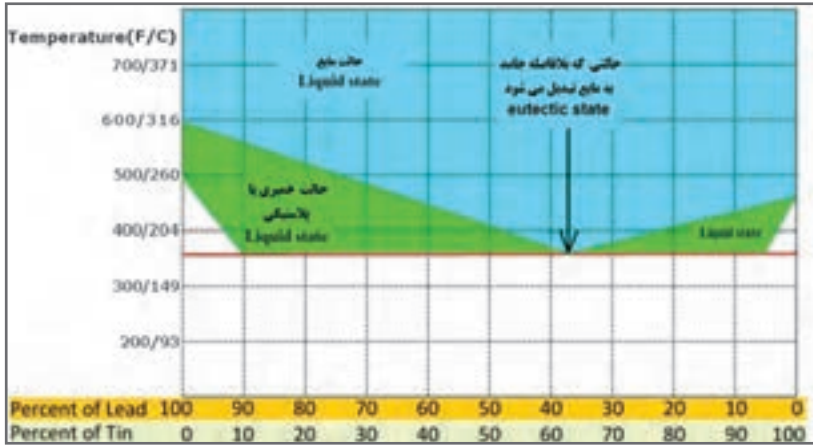
## ■ اجرا و ساخت یک ولت متر و نمایش در LCD

شرح سخت افزار: LCD را به پورت B متصل کنید. دو پایه ADC<sub>1</sub>، ADC<sub>0</sub> برای آنالوگ ورودی و PD<sub>0</sub> برای ورودی کلید در نظر بگیرید از تقسیم ولتاژ دو مقاومت برای کاهش ولتاژ ورودی ۵ ولت به مقدار ۵ ولت استفاده کنید.

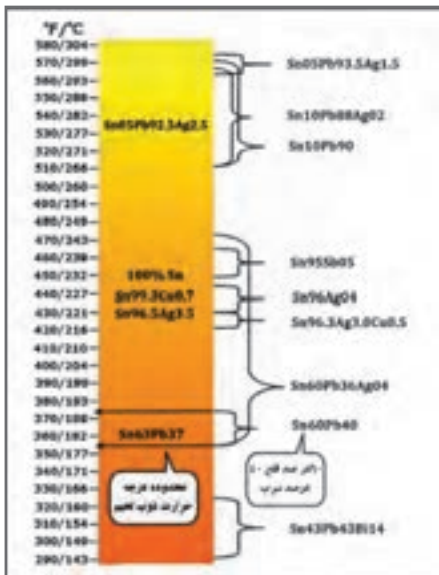
ولت متر ۵ ولتی	ولت متر ۵ و ۵ <sup>۰</sup> ولتی
<pre>#include &lt;mega^. h&gt; #include &lt;delay. h&gt; #include &lt;alcd. h&gt; // Alpha LCD #include &lt;stdio. h&gt;  // Declare your global variables here int A; char PRN[۱۶]; float T; // تعریف متغیر اعشاری void main(void) { . . while (۱) { // Place your code here A=read_adc(۰);  T=(A*۰. ۰)/۱۰۲۳. ۰;  lcd_clear(); sprintf(PRN,"VOLTAGE= %۲. ۲f",T); تنظیم برای نمایش اعداد اعشاری برای // دو رقم صحیح و دو رقم اعشاری // lcd_puts(PRN); delay_ms(۲۰۰); } }</pre>	<pre>#include &lt;mega^ h&gt; #include &lt;delay. h&gt; #include &lt;alcd. h&gt; // Alpha LCD #include &lt;stdio. h&gt;  // Declare your global variables here ;int A char PRN[۱۶]; float T; // تعریف متغیر اعشاری void main(void) { . . while (۱) { // Place your code here if ( PIND. ۰==۱){  A=read_adc(۰); T=(A*۰. ۰)/۱۰۲۳. ۰; // تنظیمات ورودی ۵ ولت  lcd_clear(); sprintf(PRN,"VOLTAGE= %۲. ۲f",T); } else{ A=read_adc(۱); T=(A*۰. ۰)/۱۰۲۳. ۰; // تنظیمات ورودی ۵ ولت  lcd_clear(); sprintf(PRN,"VOLTAGE= %۲. ۲f",T); } lcd_puts(PRN); delay_ms(۲۰۰); } }</pre>

## یادگیری ۴: لحیم کاری و طراحی مدار چاپی

■ منحنی درصد قلع و سرب در لحیم و ارتباط آن با فرایند ذوب و درجه حرارت با توجه به شکل ۱۰۹، ملاحظه می‌شود که بهترین شرایط برای ذوب لحیم، ۶۳ درصد قلع و ۳۷ درصد سرب است. زیرا در این شرایط حالت خمیری وجود ندارد و بلافاصله لحیم از حالت جامد به حالت مایع تبدیل می‌شود.



شکل ۱۰۹



شکل ۱۱۰

■ در شکل ۱۱۰ نمودار درصد قلع و سرب در لحیم و ارتباط آن با فرایند ذوب و درجه حرارت به صورت دسته‌بندی شده آمده است. این نمودار برداشت ساده‌تر و کاربردی‌تری از منحنی شکل ۱۰۹ است.



■ در لحیم‌کاری‌های طولانی استفاده از ماسک‌های مخصوص الزامی است. ماسک باید از نوع استاندارد انتخاب شود. در شکل ۱۱۱ یک نمونه ماسک استاندارد مخصوص جوشکاری و لحیم‌کاری را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۱۱

## چگونه از روکش حرارتی استفاده کنیم؟

روکش حرارتی کاربرد زیادی دارد. مثلاً از آن می‌توانید برای محافظت سیم و کابل در مقابل سایش، مواد شیمیایی، آب و هوا، یا برای بسته‌بندی و دسته‌بندی استفاده کنید. با کمی حرارت روکش حرارتی جمع شده و جسم را کاملاً پوشش می‌دهد. برای این کار نیاز به یک منبع حرارت مانند تفنگ گرمایی (سشوار صنعتی) یا یک شعله کوچک اجاق کوچک دارید، شکل ۱۱۲.

■ **اول ایمنی:** به یاد داشته باشید کار با حرارت و آتش خطرناک است ممکن است باعث آسیب به خود یا آتش‌سوزی بزرگ شود. برای جلوگیری از این اتفاقات ناگوار حتماً باید از عینک محافظ، ماسک، دستکش و لباس مناسب استفاده کنید.

### ■ مرحله اول: انتخاب قطر (سایز - size) روکش

روکش حرارتی زمانی جمع (منقبض) می‌شود که به سطح روکش حرارت ملایم وارد شود. همچنین انتخاب قطر سایز روکش حرارتی بسیار مهم است تا عایق‌بندی به خوبی انجام شود. همیشه قطر روکش باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که پس از حرارت دیدن کوچک‌تر از قطر منطقه مورد عایق‌بندی (قطر سیم یا عایق) نباشد و پیش از حرارت دیدن به راحتی در منطقه مورد عایق‌بندی قرار گیرد، شکل ۱۱۳.



شکل ۱۱۳



شکل ۱۱۲

### ■ مرحله دوم: بریدن روکش

پس از انتخاب روکش حرارتی متناسب با قطر سیم یا کابل روکش حرارتی را به اندازه مورد نیاز ببرید. با توجه به قطر سیم، لازم است طول روکش کمی بزرگتر باشد تا دو طرف سیم یا کابل به طور مناسب عایق‌بندی شود. به خاطر داشته باشید که طول روکش حرارتی در طی فرایند حرارت‌دهی، با توجه به جنس آن در حدود ۵ تا ۷ درصد کاهش می‌یابد. توجه داشته باشید که روکش حرارتی به آسانی با قیچی بریده می‌شود، شکل ۱۱۴.

### ■ مرحله سوم: قرار دادن روکش در محل عایق‌بندی و حرارت دادن آن

پس از بریدن روکش، آن را به گونه‌ای در محل قرار دهید که دو طرف محل عایق‌بندی را بپوشاند. هنگام حرارت دادن باید میزان حرارت با توجه با ابعاد سیم یا کابل مناسب باشد بنابراین نوع تفنگ حرارتی که استفاده می‌کنید بسیار اهمیت دارد. استفاده از شعله به دلیل عدم یکنواختی و ایجاد آسیب‌های احتمالی، اصلاً توصیه نمی‌شود، شکل ۱۱۵.



شکل ۱۱۵



شکل ۱۱۴



شکل ۱۱۶

برای حرارت دادن از ابتدای کار شروع به حرارت دادن کنید و مطمئن شوید هیچ‌گونه حبابی به وجود نمی‌آید. به عبارت دیگر کل کار را به طور یکنواخت حرارت دهید. پس از حرارت دادن روکش و انقباض آن، به روکش اجازه دهید تا به خوبی خنک شود، شکل ۱۱۶.

## مزایای مدار چاپی

به طور کلی مزایای مدار چاپی در مقایسه با مدارهای سیم‌کشی به شرح زیر است:

■ از شلوغ شدن اتصالات و سیم‌کشی‌ها جلوگیری می‌شود.

■ اندازه مدارها کوچک می‌شود.

- به‌هنگام تعمیر مدار دنبال کردن خطوط به سهولت انجام می‌شود.
- مونتاژ مدار سریع و آسان و مقرون به صرفه است.
- تکثیر و تولید زیاد لوازم الکترونیکی آسان‌تر است.
- مزایای فوق سبب شده است که تمام کارخانه‌های تولیدکننده لوازم الکترونیکی از مدار چاپی استفاده کنند.
- صرف‌نظر از روش‌های مختلف طراحی و تکثیر مدار چاپی اجرای مراحل زیر در تمام روش‌ها مشابه است:
- چسباندن ورقه نازک مس روی فیبر عایق (مرحله ساخت فیبر).
- طراحی مدار چاپی با در نظر گرفتن اندازه حقیقی و استانداردهای موجود.
- استفاده از روش‌های رایج در انتقال مدار روی فیبر.
- قرار دادن فیبر در داخل اسید و از بین بردن مس‌های اضافی.
- تمیز کردن فیبر و سوراخ کردن آن.
- لحیم‌کاری و مونتاژ عناصر روی فیبر.
- در شکل‌های ۱۱۷ تا ۱۲۲، پنج مرحله از مراحل فوق نشان داده شده است.



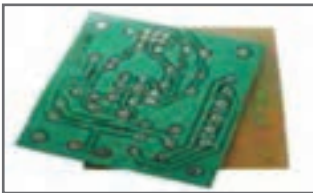
شکل ۱۱۹- انتقال طرح روی فیبر



شکل ۱۱۸- تمیز کردن



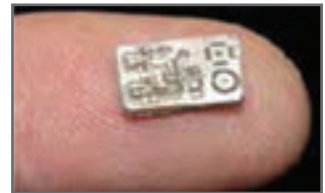
شکل ۱۱۷- فیبر خام



شکل ۱۲۲- فیبر آماده مونتاژ



شکل ۱۲۱- فیبر آماده سوراخ‌کاری



شکل ۱۲۰- فیبر آماده سوراخ‌کاری

## ضخامت لایه‌های مس روی فیبر

لایه‌های مس چسبانده شده روی فیبر مدار چاپی نیز دارای استانداردهای مشخص است. ضخامت لایه مس چسبانده شده بر روی فیبر معمولاً ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میکرومتر است. به‌علت نازک بودن لایه مس، ارتباط پایه‌های عناصر دارای محدودیت‌هایی است. این محدودیت‌ها شامل حداکثر جریان

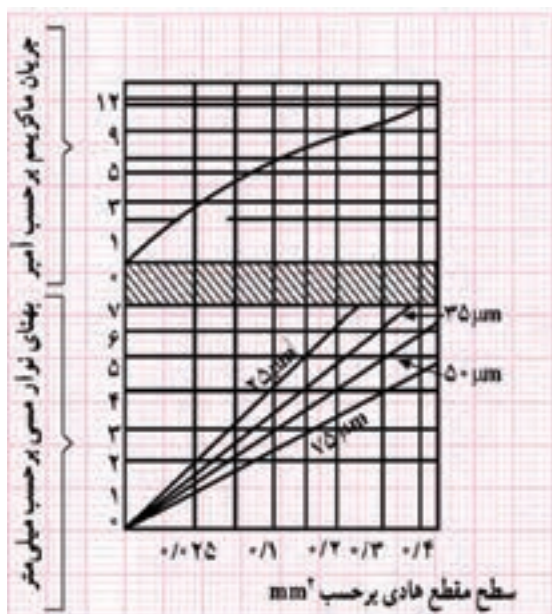
عبوری از خطوط ارتباطی و ماکزیمم مقاومت ایجاد شده در محل اتصالات است. همچنین ولتاژی هم که می‌توان بین دو نقطه اتصال داد، دارای محدودیت است. در طراحی برای فرکانس بالا خاصیت خازنی باید در نظر گرفته شود. برای در نظر گرفتن محدودیت‌های فوق جداول و استانداردهایی وجود دارد که می‌توان با استفاده از آنها مدار چاپی را بدون اشکال طراحی کرد.

## محاسبهٔ ماکزیمم جریان عبوری از لایهٔ مس

برای محاسبهٔ ماکزیمم جریان عبوری از لایه‌های مس با پهنای مختلف از نمودار شکل ۱۲۳ استفاده می‌شود. در این شکل ابتدا با داشتن پهنای خطوط ارتباطی از منحنی پایین، سطح مقطع محل عبور جریان به دست می‌آید. سپس با استفاده از منحنی بالایی ماکزیمم جریان عبوری مجاز تعیین می‌شود. به عنوان مثال خطی با پهنای ۴ mm روی فیبر با لایهٔ مسی به ضخامت ۷۵ میکرومتر ( $\mu\text{m}$ ) دارای سطح مقطعی برابر  $0.3$  میلی‌مترمربع ( $\text{mm}^2$ ) است. ماکزیمم جریان قابل عبور از این سطح مقطع با توجه به نمودار برابر  $10\text{A}$  خواهد بود.

### تمرین

اگر جریان عبوری از نوار مسی ۳ آمپر و ضخامت نوار ۲۵ میکرومتر باشد، با استفاده از نمودار شکل ۱۲۳، ضخامت نوار را محاسبه کنید. توجه داشته باشید که عبور جریان از نوار مسی موجب گرم شدن آن می‌شود. مثلاً عبور جریان ۱۰ آمپر از این نوار مسی، به اندازهٔ ۱۰ درجه، حرارت مس را بالا می‌برد.

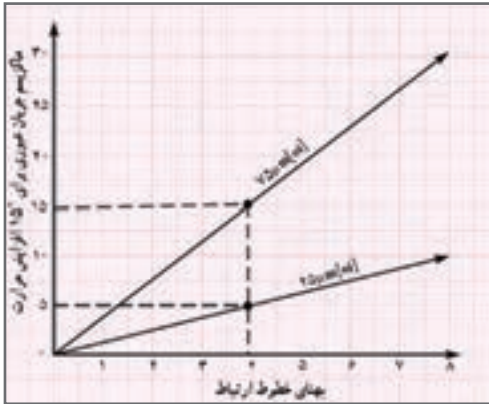


شکل ۱۲۳- محاسبات فیبر مدار چاپی



## نمودار محاسبه مستقیم جریان عبوری یا ضخامت نوار با توجه به درجه حرارت

منحنی‌های دیگری نیز برای محاسبه مستقیم جریان عبوری یا ضخامت نوار با توجه به درجه حرارت وجود دارد. در شکل ۱۲۴ ماکزیمم جریان عبوری با توجه به افزایش ۱۵ درجه حرارت ترسیم شده است. در این نمودار مقدار ضخامت نوار با توجه به جریان عبوری به طور مستقیم قابل محاسبه است.



شکل ۱۲۴

## هویه



شکل ۱۲۵- هویه هوای گرم

### ■ مدار داخلی هویه هوای گرم (هیتر)

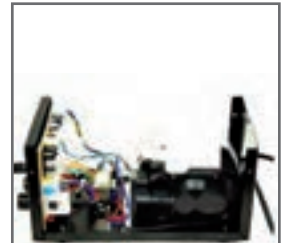
در طول تعمیرات بردهای الکترونیکی ممکن است به تجهیزات دمونتاژ آسیب وارد شود. آشنایی با این قسمت‌ها جهت درک بهتر نحوه عملکرد دستگاه و آموزش و نیز تعمیر دستگاه بسیار مؤثر است. شکل‌های ۱۲۵ تا ۱۲۸ هیتر باز شده و قسمت‌های داخلی آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲۸- مولد هوای فشرده (کمپرسور) باد



شکل ۱۲۷- برد الکترونیکی و کنترل



شکل ۱۲۶- قسمت داخلی هیتر

قسمت‌های مختلف یک نوع هیتر دیگر با نشان دادن اجزای داخلی آن در فرایند تعمیرات را در شکل‌های ۱۲۹ تا ۱۳۴ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳۰- جداسازی مولد هوای فشرده (کمپرسور)



شکل ۱۲۹- باز شدن پوشش دستگاه



شکل ۱۳۲- برد الکترونیکی و کنترل شدت هوای فشرده



شکل ۱۳۱- برد الکترونیکی و کنترل درجه حرارت



شکل ۱۳۴- اجزای داخلی کمپرسور

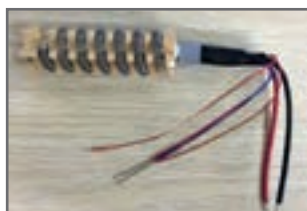


شکل ۱۳۳- مولد هوای فشرده (کمپرسور)

در شکل‌های ۱۳۵ و ۱۳۶ مدار گسترده قطعات داخلی و اجزای دسته هیتر را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۳۶- اجزای داخلی کمپرسور



شکل ۱۳۵- اجزای داخلی کمپرسور

## جدول ۱۱- نام مؤسسه‌های استانداردهای برق و الکترونیک









علامت اختصاری	شرح وظایف	نام مؤسسه یا استاندارد
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization	استانداردهای برق و الکترونیک در اروپا
CECC	CENELEC Electronic components Committee	استانداردهای کمیته قطعات الکترونیک
ELA	Electronic Industries Alliance	استانداردهای اتحادیه صنایع الکترونیک
ICTA	the Insulated Cable Engineers Association	استانداردهای کابل عایق آمریکا
IEC	International Electrotechnical Commission	استاندارد بین‌المللی برق و الکترونیک
IECQ	Quality assessment system for electronic components	استاندارد انجمن کیفیت برق
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers	استاندارد بین‌المللی مهندسان برق و الکترونیک آمریکا
IPC	Association connection Electronic Industries	استانداردهای اتصالات الکترونیک

## جدول ۱۲- برخی علائم به کار رفته در نقشه‌های الکتریکی و الکترونیک

الکترونیکی	علامت اختصاری	نماد فنی	شرح
Earth ground	E		اتصال زمین
Change of three connection			اتصال سه‌گانه - اتصال بند
Common connection	DB		اتصال مشترک
Junction of conductors			نقطه اتصال
Resistor	R		مقاومت اهمی
Variable Resistor			مقاومت متغیر
Potentiometer	R		پتانسیومتر (مقاومت متغیر با سه ترمینال)
Positive and	POS		نقطه اتصال با علامت مثبت
Negative Temperature coefficient	NTC		مقاومت با علامت منفی
Capacitor	C		خازن
Electrolytic capacitor	C		خازن الکترولیت
Variable capacitor	C		خازن متغیر
Coil with Air core	L		برون با هسته هوا
Coil with Magnetic core	L		برون با هسته مغناطیسی
Transformer with Magnetic core	T		ترانسفورماتور با هسته آهنی

یک نمونه فهرست و ارسی قطعات برای مونتاژ یک برد الکترونیکی را در جدول ۱۳ مشاهده می کنید.

جدول ۱۳

ردیف Row	نام قطعه Part	نماد فنی Symbol	شکل ظاهری قطعه Package	تعداد Quantity
۱	مقاومت اهمی $220\Omega$			۲ عدد
۲	مقاومت اهمی $330K\Omega$			۱ عدد
۳	دیود نورانی LED رنگ قرمز			۱ عدد
۴	دیود نورانی LED رنگ سبز			۱ عدد
۵	خازن الکتrolیتی $10\mu F/16V$			۱ عدد
۶	آی سی ۵۵۵			۱ عدد



برای مونتاژ حرفه ای قطعات الکترونیکی روی یک برد از کوچک ترین قطعه شروع می کنند تا بزرگ ترین قطعه، و مراحل زیر را انجام می دهند.  
تمام قطعات را قبل از مونتاژ آماده کنید، شکل ۱۳۷.

شکل ۱۳۷

دیودهای کوچک شیشه‌ای مانند 1N4148 اولین قطعه برای مونتاژ روی برد هستند، شکل ۱۳۸. قراردادن پین‌های سوزنی (جامپر Jumper) و آنها را از پشت برد لحیم کنید، شکل ۱۳۹. After the diodes were in, I used some of the snipped off pins for the two jumper links.

در مرحله چهارم مونتاژ مقاومت‌ها را انجام دهید، شکل ۱۴۰. The resistors were in next.



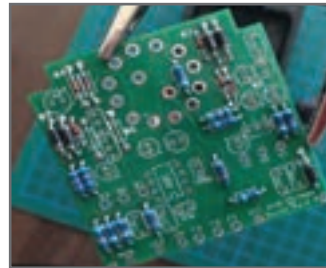
شکل ۱۳۸- مونتاژ قطعه دیود 1N4148  
شکل ۱۳۹  
شکل ۱۴۰

قراردادن دیودهای 1N4001 تا 1N4002 و لحیم پایه‌های آن صورت می‌گیرد، شکل ۱۴۱. The 1N4001 and 1N4002 diodes were soldered in place afterwards.

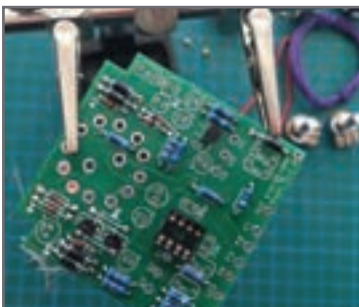
سوکت پایه آی‌سی بعد از دیودها در برد قرار گرفته و پایه‌های آن لحیم می‌شود، شکل ۱۴۲. The IC socket went in next.



شکل ۱۴۲



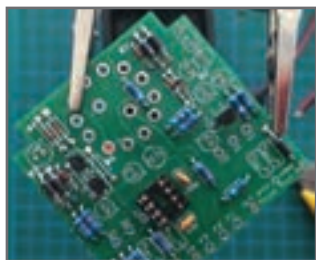
شکل ۱۴۱



بعد از سوکت آی‌سی نوبت به قراردادن ترانزیستورها و لحیم پایه‌های آن است، شکل ۱۴۳.

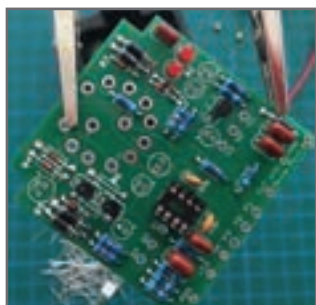
After the IC socket, the transistors were put in.

شکل ۱۴۳



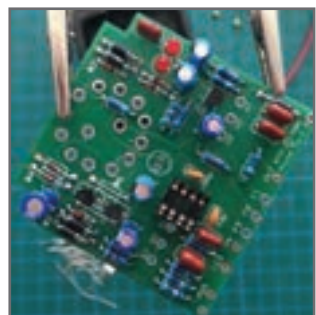
شکل ۱۴۴

قرار دادن خازن‌های سرامیکی و لحیم پایه‌های آن در این مرحله صورت می‌گیرد، شکل ۱۴۴.  
Ceramic capacitors were soldered on next.



شکل ۱۴۵

در این مرحله خازن‌های لایه فلزی (متال فیلم) در محل‌های خود قرار می‌گیرند، شکل ۱۴۵.  
After the ceramics, the metal film capacitors went in.



شکل ۱۴۶

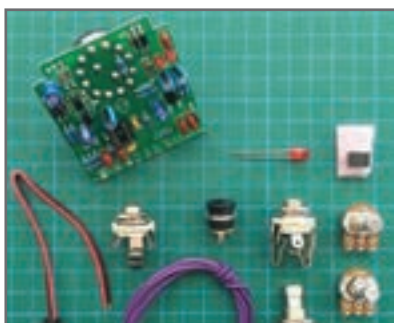
چنانچه برد دارای دیودهای نورانی (LED) باشد، در این مرحله مونتاژ می‌گردد، شکل ۱۴۶.  
The two red LED were in next.

در مرحله بعد، مونتاژ خازن‌های الکترولیتی صورت می‌گیرد، شکل ۱۴۷.  
The electrolytic capacitors were in afterwards.

آخرین مرحله نصب (مونتاژ) قطعاتی مانند کلید، ولوم، سوکت‌های گوشی و میکروفن و سیم اتصال باتری است که روی بدنه دستگاه الکترونیکی قرار می‌گیرند و پایه‌های آنها با سیم به برد لحیم می‌شوند، شکل ۱۴۸.



شکل ۱۴۷



شکل ۱۴۸

## شست و شوی بُردهای الکترونیک به روش التراسونیک

بُردهایی که در وسایل مختلف از جمله تلویزیون، پرینتر و دستگاه کپی استفاده می‌شوند بعد از مدتی آلوده به گرد و خاک می‌شوند و باید پاک شوند. همین‌طور بُردهای تازه مونتاژ شده نیز نیاز به تمیزکاری دارند. یکی دیگر از روش‌های از بین بردن آلاینده‌ها روش فراصوت (Ultrasonic) است. التراسونیک به امواجی گفته می‌شود که فرکانس آن بالاتر از محدوده شنوایی گوش انسان است. بُردهای آلوده و گرد و غبار گرفته داخل محلولی شیمیایی قرار داده می‌شوند و سپس توسط امواج مافوق صوت شست‌وشو داده شده و بعد از آن خشک می‌شوند. شکل ۱۴۹ نمونه‌ای از یک بُرد آلوده به گرد و خاک را نشان می‌دهد. از این روش بیشتر در کارخانه‌ها و صنایع استفاده می‌شود. در ابعاد کوچک‌تر و مصارف خانگی معمولاً از دستگاه‌های دمنده هوا (blower) که در شکل ۱۵۰ مشاهده می‌نمایید، برای از بین بردن گرد و خاک استفاده می‌شود.



شکل ۱۵۰- دستگاه دمنده هوا



شکل ۱۴۹- برد آلوده به گرد و خاک

از کاربردهای دیگر امواج التراسونیک می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:  
الف) تمیزکاری قطعات هواپیما  
ب) کنترل عفونت  
پ) فاصله‌یابی (به عنوان مثال سنسور دنده عقب اتومبیل)

### ■ مدار تبدیل (دو راهه)

این کلید قادر به کنترل یک روشنایی از دو نقطه است. از نظر شکل ظاهری شبیه کلید یک پل است. در شکل ۱۵۱ اتصال کلید تبدیل شبیه‌سازی شده روی دیوار با دریافت برق از لامپ را ملاحظه می‌کنید.

در شکل ۱۵۲ چگونگی سیم‌کشی مدار روشنایی با کلید دوراهه (تبدیل) از سمت کلید آورده شده است.



شکل ۱۵۲- مدار کلید تبدیل (برق از کلید) جراح بین دو کلید

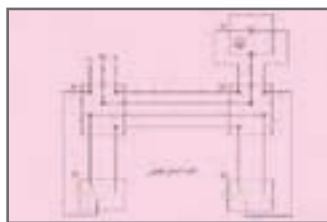


شکل ۱۵۱- مدار کلید تبدیل (برق از چراغ)

■ موارد کاربرد این کلید در راهروها، سالن پذیرایی و اتاق‌های دو در است. ترکیب این کلید با کلید یک پل (یک‌راهه) در اتاق خواب استفاده می‌شود. ظاهر این کلید شبیه کلید یک پل است ولی به‌جای دو کنتاکت شامل سه کنتاکت، یکی مشترک (پیچ قرمز) و دو غیرمشترک (پیچ سفید) است. در شکل‌های ۱۵۳ و ۱۵۴ نقشه مدار سیم‌کشی و نمادهای کلید تبدیل را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۵۴



(ب) شمای فنی

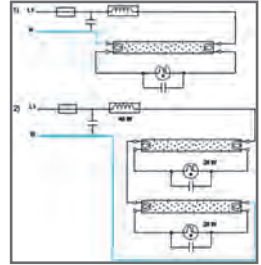
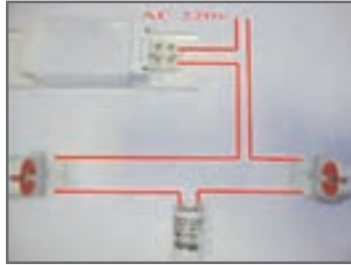


(الف) شمای حقیقی

شکل ۱۵۳



در شکل ۱۵۵ نقشه فنی و مدار عملی لامپ فلورسنت و اجزای آن آمده است.



شکل ۱۵۵

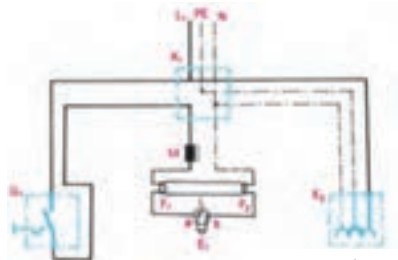
### معایب بالاست مغناطیسی

- ۱ گرمای بسیار زیادی تولید می‌کنند، در نتیجه تلفات انرژی زیادی دارند.
  - ۲ روشن شدن مهتابی همراه با دو سه ثانیه تأخیر اتفاق می‌افتد و مهتابی قبل از روشن شدن چند بار چشمک می‌زند تا کاملاً روشن شود.
  - ۳ این بالاست‌ها در هنگام کار دارای یک سروصدای «ویزویز» هستند که شاید این صدا برای خیلی‌ها قابل تحمل نباشد.
  - ۴ طول عمر لامپ مهتابی در این مدل کمتر است.
  - ۵ استفاده از این بالاست‌ها باعث می‌شود که لامپ مهتابی در هر ثانیه ۱۰۰ بار خاموش و روشن شود، شاید چشم ما قادر به مشاهده آن نباشد، ولی این قضیه باعث خستگی چشم می‌شود.
  - ۶ نیاز به وجود قطعه‌ای به نام استارت است.
  - ۷ وزن این بالاست‌ها بیش از پنج برابر بالاست‌های الکترونیکی است.
- در مدار مهتابی با بالاست الکترونیکی، برعکس بالاست‌های مغناطیسی، شش ترمینال وجود دارد.سیم فاز و نول وارد دو تا از ترمینال‌های آن شده و از چهار ترمینال بعدی بالاست، به لامپ مهتابی وصل می‌شود.

### طرز کار لامپ فلورسنت با بالاست مغناطیسی

در شکل ۱۵۶ مدار لامپ فلورسنت که با کلید یک پل کار می‌کند را ملاحظه می‌کنید. طرز کار آن به شرح زیر است:

زمانی که کلید  $Q_1$  را وصل می‌کنیم بین دو الکتروود استارتر (a, b)، اختلاف سطحی برابر با ۲۲۰ ولت به وجود می‌آید، این اختلاف سطح گاز نفون داخل استارتر را یونیزه کرده و سبب می‌شود از آن جریان عبور کند. در اثر عبور جریان، تیغه بی‌مقال  $L$  ضمن گرم شدن خم می‌شود و به الکتروود دیگر می‌چسبند. در این حالت در رشته‌های فلزی لامپ که آن را فیلامان



شمای حقیقی

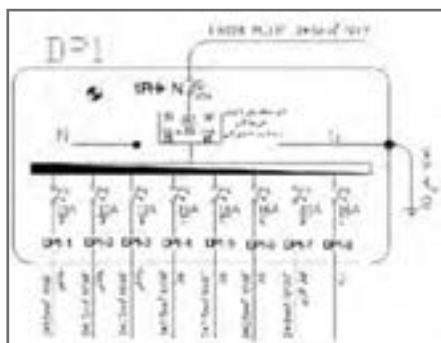
شکل ۱۵۶

می‌نامند ( $F_1, F_2$ ) و در مسیر استارتر و چک قرار گرفته‌اند، جریان برقرار می‌شود و آنها را سرخ می‌کند. در اثر سرخ شدن فیلامان‌ها، الکترون‌های سطحی فیلامان، ضمن پرتاب شدن از آن باعث یونیزه شدن گازهای اطراف خود می‌شوند.

همچنین به علت چسبیدن تیغه‌های بی‌م탈 استارتر، در دو سر آن، افت ولتاژ وجود ندارد و این ولتاژ به صفر نزدیک می‌شود. در این حالت، گاز نئون داخل استارتر دیگر یونیزه نمی‌شود. در لحظه قطع استارتر، به علت خاصیت خودالقائی سلف (چک لامپ مهتابی M) ولتاژ لحظه‌ای زیادی (حدود ۷۵۰ تا ۱۶۰۰ ولت) تولید می‌شود که این ولتاژ، بخار جیوه داخل لامپ را یونیزه می‌کند و جریان از داخل لامپ سبب برخورد الکترون‌ها به جدار داخلی لامپ می‌شود. چون داخل لامپ از مواد فلورسانس پوشیده شده است، برخورد الکترون‌ها به آن باعث تولید نور می‌شود. در این حالت جریان لامپ زیاد می‌شود و ولتاژ اضافی آن در دو سر چک افت می‌کند. چون ولتاژ دو سر استارتر کم می‌شود گاز داخل آن یونیزه نمی‌شود و جریانی از بی‌م탈 عبور نمی‌کند. در نتیجه، از این لحظه به بعد بی‌م탈 نقشی در مدار نخواهد داشت.

## تابلو توزیع برق واحد مسکونی

تابلو توزیع برق واحد مسکونی شامل محلی برای نصب کلیدهای حفاظتی و دارای (شین) نول و ارت می‌باشد. لوله برق ورودی واحد مسکونی از تابلو کنتور به سوی آن هدایت می‌شود و پس از توزیع برق بین کلیدهای حفاظتی در مسیرهای مستقل توسط لوله برق به سوی مدارهای مختلف مانند مدارهای روشنایی و پریز هدایت می‌شود. تابلو توزیع برق دارای دو نوع توکار و روکار است، شکل ۱۵۷.



شکل ۱۵۷

برای تابلوهای توزیع نقشه الکتریکی ترسیم می‌شود و آن را با حروف اختصاری DP نشان می‌دهند.

در نقشه الکتریکی تابلو توزیع واحد مسکونی DP، مشخصات کلیدهای حفاظتی MCB هر مسیر و تعداد مسیرهای توزیع به همراه اندازه لوله و تعداد سیم‌ها و اندازه سیم نشان داده می‌شود.

### ■ ارتفاع نصب تجهیزات برقی

ارتفاع نصب تجهیزات برقی از کف تمام شده در سیم‌کشی برق ساختمان در جدول شماره ۱۴ نشان داده شده است. لذا پس از جانمایی با توجه به ارتفاع مجاز محل نصب هر یک مشخص می‌شود.

جدول ۱۴

ارتفاع نصب استاندارد از کف تمام شده (اندازه‌ها به سانتی‌متر)					
توضیحات	تابلو و آیفون	چراغ‌ها	پریزها	کلیدها	
پذیرایی و نشیمن	۱۴۰	۲۲۰	۳۰	۱۱۰	کلید کولر در ارتفاع ۱۴۰
اتاق خواب	-	۲۲۰	۳۰	۱۱۰	
آشپزخانه	-	۲۲۰	۱۱۰	۱۱۰	فاصله پریزها از نقطه آبریز شیرها ۶۰ سانتی‌متر
حمام	-	۲۲۵	ممنوع	ممنوع	در جهت افقی دوش نباید هیچ‌گونه وسیله برقی نصب شود.
سرویس بهداشتی (توالت)	-	۲۲۰	۱۱۰	۱۱۰	
تراس	-	۲۲۰	۱۱۰	۱۱۰	
ورودی واحد آپارتمان	۱۴۰	۲۲۰	۳۰	۱۱۰	فاصله مجاز از لوله آب و گاز رعایت شود.
پیلوت - پارکینگ - حیاط	-	۲۲۰	۱۱۰	۱۱۰	

### محدوده‌های مجاز

- ۱ فاصله لبه تابلو توزیع برق از لوله آب ۶۰ سانتی‌متر و از لوله گاز ۹۰ سانتی‌متر است.
- ۲ حداقل فاصله پریزهای برق از نقطه آبریز شیر و پکیج دیواری ۶۰ سانتی‌متر است.
- ۳ حداقل فاصله لوله برق از تأسیسات آب و گاز و بخار و امثال آن باید ۳۰ سانتی‌متر باشد.
- ۴ در جهت افقی دوش حمام نباید هیچ‌گونه وسیله برقی نصب شود.
- ۵ فاصله کلید از چهارچوب «در» می‌تواند بین ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر انتخاب گردد.
- ۶ در آشپزخانه پریز از مرز بیرونی سینک ظرف‌شویی و در سرویس بهداشتی از روشویی ۶۰ سانتی‌متر فاصله داشته باشد.
- ۷ ارتفاع پریز برای هود ۱۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

■ مشخصات داکت‌های پلاستیکی (ابعاد بر حسب میلی‌متر)، جدول ۱۵

جدول ۱۵

۴۰×۹۰	۴۰×۳۵	۴۰×۶۰	۶۰×۶۰	۴۰×۵۰	۴۰×۴۰	۳۰×۵۰	۳۵×۴۰	۳۰×۳۰	۱۵×۳۰	۲۵×۲۰	۲۰×۲۰	۱۰×۱۰	ساده
									۴۰×۳۵	۴۰×۶۰	۶۰×۶۰	۹۰×۴۰	شیاردار

■ مشخصات طول رولپلاک (ابعاد بر حسب میلی‌متر)، جدول ۱۶

جدول ۱۶

۶	۶	۸	۱۰	قطر سوراخ کاری
۳۵	۵۰	۵۰	۶۰	طول رولپلاک
۴۵	۶۰	۶۰	۷۵	حداقل عمق سوراخ کاری
۵	۵	۶	۸	اندازه پیچ مناسب

■ مشخصات چند نمونه سشوار صنعتی، جدول ۱۷

جدول ۱۷

۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	ولتاژ تغذیه (ولت)
۲۰۰۰ وات	۱۸۰۰ وات	۱۸۰۰ وات	توان (وات)
۵۰ تا ۶۵۰	۵۰ تا ۵۷۰	۵۰ تا ۶۰۰	دمای هوای خروجی (سانتی‌گراد)
۷۹۰ گرم	۸۰۰ گرم	۸۰۰ گرم	وزن (کیلوگرم)

■ مشخصات چند نمونه دریل، جدول ۱۸

جدول ۱۸

۱۳۵۰	۱۱۰۰	۸۰۰	قدرت (وات)
		۰ - ۹۰۰ دور	سرعت آزاد
۱۲ تا ۴۵	۱۲ تا ۴۰	۴ تا ۲۶	قطر مته کاری (میلی‌متر)
۷/۹	۲/۶	۲/۷	وزن (کیلوگرم)

■ مشخصات چند نمونه مته، جدول ۱۹

جدول ۱۹

قطر مته (میلی متر)					طول مته (سانتی متر)
۵	۶	۷	۸	-	۱۱
۶	۷	۸	۱۰	۱۲	۱۶
۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۴۶
۱۸	۲۰	۲۲	-	-	۶۰

■ مشخصات سیم‌های مفتولی، جدول ۲۰

جدول ۲۰

وزن تقریبی Kg/Km	حداکثر مقاومت هادی در ۲۰ °C Ω/Km	حداقل مقاومت عایقی در ۷۰ °C MΩ/Km	میانگین قطر خارجی		ضخامت عایق mm	گروه هادی	سطح مقطع نامی هادی mm <sup>۲</sup>
			حد بالا mm	حد پایین mm			
۸	۳۶	۰/۰۱۵۰	۲/۳	۱/۹	۰/۶	۱	۰/۵
۱۱	۲۴/۵	۰/۰۱۲۰	۲/۵	۲/۱	۰/۶	۱	۰/۷۵
۱۴	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۲/۷	۲/۲	۰/۶	۱	۱
۲۰	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۳/۲	۲/۶	۰/۷	۱	۱/۵
۲۲	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۴	۲/۸	۰/۷	۲	۱/۵
۳۱	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۹	۳/۲	۰/۸	۱	۲/۵
۳۳	۷/۴۱	۰/۰۰۹۰	۴/۰	۳/۳	۰/۸	۲	۲/۵
۴۶	۴/۶۱	۰/۰۰۸۵	۴/۴	۳/۶	۰/۸	۱	۴
۴۸	۴/۶۱	۰/۰۰۷۷	۴/۶	۳/۸	۰/۸	۲	۴
۶۶	۳/۰۸	۰/۰۰۷۰	۵/۰	۴/۱	۰/۸	۱	۶
۶۹	۳/۰۸	۰/۰۰۶۵	۵/۲	۴/۳	۰/۸	۲	۶
۱۰۵	۱/۸۳	۰/۰۰۷۰	۶/۴	۵/۳	۱/۰	۱	۱۰
۱۱۰	۱/۸۳	۰/۰۰۶۵	۶/۸	۵/۷	۱/۰	۲	۱۰

■ مشخصات سیم‌های افشان، جدول ۲۱

جدول ۲۱

سطح مقطع نامی هادی	ضخامت عایق	میانگین قطر خارجی		حداقل مقاومت عایقی در $70^{\circ}\text{C}$	حداکثر مقاومت هادی در $20^{\circ}\text{C}$	وزن تقریبی
		حد پایین mm	حد بالا mm			
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	M $\Omega$ /Km	$\Omega$ /Km	Kg/Km
۰/۵	۰/۶	۲/۱	۲/۵	۰/۰۱۳۰	۳۹	۹
۰/۷۵	۰/۶	۲/۲	۲/۷	۰/۰۱۱۰	۲۶	۱۱
۱	۰/۶	۲/۴	۲/۸	۰/۰۱۰۰	۱۹/۵	۱۴
۱/۵	۰/۷	۲/۸	۳/۴	۰/۰۱۰۰	۱۳/۳	۲۰
۲/۵	۰/۸	۳/۴	۴/۱	۰/۰۰۹۰	۷/۹۸	۳۲
۴	۰/۸	۳/۹	۴/۸	۰/۰۰۷۰	۴/۹۵	۴۷
۶	۰/۸	۴/۴	۵/۳	۰/۰۰۶۰	۳/۳۰	۶۷
۱۰	۱/۰	۵/۷	۶/۸	۰/۰۰۵۶	۱/۹۱	۱۱۳

■ مشخصات سیم‌های افشان، جدول ۲۲

جدول ۲۲

سطح مقطع نامی هادی	تعداد و قطر هادی	میانگین قطر خارجی	حداکثر مقاومت هادی در $70^{\circ}\text{C}$	حداقل نیروی پارگی	وزن تقریبی
mm <sup>2</sup>	mm	mm	$\Omega$ /Km	kN	Kg/Km
۱۶	۷×۱/۷۰	۵/۱	۰/۱۳۸۵	۱/۲۱	۱۴۴
۲۵	۷×۲/۱۴	۶/۳	۰/۷۴۶۱	۰/۷۸۰	۲۲۹
۳۵	۷×۲/۵۲	۷/۵	۰/۵۲۶۴	۰/۵۵۴	۳۱۷
۵۰	۷×۲/۹۲	۸/۹	۰/۳۶۵۶	۰/۳۸۶	۴۲۶
۵۰	۱۹×۱/۷۸	۹/۰	۰/۳۷۵۹	۰/۳۸۶	۴۲۹
۷۰	۱۹×۲/۱۴	۱۰/۵	۰/۲۷۶۲	۰/۲۷۲	۶۲۰
۹۵	۱۹×۲/۲۵	۱۲/۵	۰/۱۹۴۹	۰/۲۰۶	۸۵۹
۱۲۰	۱۹×۲/۸۰	۱۴/۱	۰/۱۵۵۴	۰/۱۶۱	۱۰۸۰

## ■ تعیین سطح مقطع سیم

در طراحی سیم کشی برق ساختمان نیاز به انتخاب سیم با سطح مقطع مشخصی می‌باشد. هر سیم با سطح مقطع مشخص قادر به انتقال جریان معینی است که اگر جریان سیم از آن تجاوز کند سبب تلفات انرژی الکتریکی، کوتاهی عمر سیم و یا سوختن آن می‌شود. لذا در انتخاب سطح سیم سه اصل زیر را باید در نظر گرفت:

الف) جریان از حد مجاز جریان سیم بیشتر نشود.

ب) افت ولتاژ از حد مجاز بیشتر نشود.

ج) محاسبات اقتصادی در مورد سطح مقطع انتخابی از نظر افت توان انجام شود.

حداکثر جریان مجاز سیم براساس سطح مقطع و محل استفاده در جدول ۲۳ آمده است.

جدول ۲۳

شدت جریان مجاز سیم بر حسب آمپر			مقطع سیم به میلی‌متر مربع
سیم‌های هوایی	کابل‌های روکار	سیم‌های با عایق تا حداکثر ۳ سیم در هر لوله	
۱	۶	۴	۰/۷۵
۱۵	۱	۶	۱
۲	۱۵	۱	۱/۵
۲۵	۲	۱۵	۲/۵
۲۵	۲۵	۲	۴
۵	۲۵	۲۵	۶
۶	۵	۲۵	۱
۸	۶	۵	۱۶
۱	۸	۶	۲۵
۱۲۵	۱	۸	۲۵
۱۶	۱۲۵	۱	۵
۲	۱۶	-	۷
۲۲۵	۲	-	۹۵
۲۶	۲۲۵	-	۱۲
۲	۲۶	-	۱۵
۲۵	۲	-	۱۸۵
۴۲	۲۵	-	۲۴
۵	۴۲	-	۲