

## منحنی های مشخصه ترانزیستور

روابط بین جریان ها و ولتاژها و تغییرات آنها در ترانزیستور و همچنین ضریب تقویت به عواملی چون درجه حرارت، فرکانس و غیر خطی بودن المان ها بستگی دارد. منظور از غیر خطی بودن، این است که نسبت تغییرات جریان ها و ولتاژها تابع یک معادله خطی ریاضی نیست. معمولاً از طریق ریاضی به سادگی نمی توان مقادیر را به دست آورد. بنابراین، از منحنی هایی که بیان کننده روابط بین جریان ها و ولتاژها است، استفاده می شود. این منحنی ها عبارتند از:

(الف) منحنی مشخصه ورودی (ب) منحنی مشخصه انتقالی (پ) منحنی مشخصه خروجی در ادامه بحث، درباره هر یک از سه منحنی ذکر شده توضیحاتی خواهیم داد. البته این منحنی ها برای آرایش امیتر مشترک ترسیم شده اند.

### ● منحنی مشخصه ورودی ترانزیستور یا منحنی بیس امیتر

☑ شکل منحنی مشخصه: در شکل ۵۵ منحنی مشخصه ورودی ترانزیستور AC ۱۲۷ در حالت امیتر مشترک نشان داده شده است. این ترانزیستور از جنس ژرمانیم است و به همین دلیل، جریان بیس نسبتاً زیادی دارد. منحنی مشخصه ورودی ترانزیستور، بیان کننده مقدار جریان ورودی بر حسب ولتاژ ورودی است. چون مدار ورودی به یک دیود شباهت دارد، منحنی مشخصه آن نیز شبیه منحنی مشخصه ولت - آمپر دیود معمولی است.

### اطلاعات قابل استخراج از منحنی مشخصه ورودی

از منحنی مشخصه ورودی اطلاعات زیر را می توان استخراج نمود.

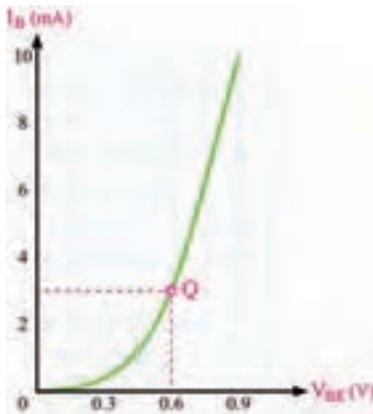
(الف) نقطه کار ورودی: به ازای یک  $V_{CE}$  معین با معلوم بودن هر یک از کمیت های  $V_{BE}$  یا  $I_B$  از روی منحنی، نقطه کار ورودی مشخص می شود.

مثال ۱: در شکل ۵۶ به ازای ولتاژ  $V_{BE} = 0.6V$  مختصات نقطه کار ورودی را مشخص کنید.

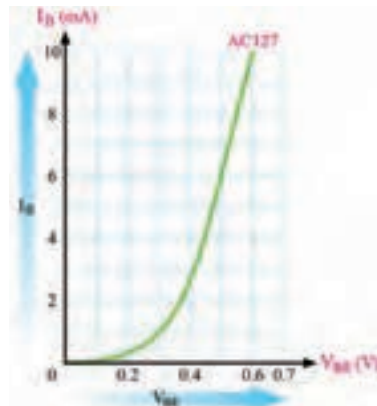
پاسخ: اگر مطابق شکل ۵۶ از نقطه  $V_{BE} = 0.6V$  خطی بر محور  $V_{BE}$  عمود کنیم، منحنی را در نقطه Q قطع می کند، از نقطه Q خطی بر محور  $I_B$  عمود می کنیم، محل تلاقی این خط با محور  $I_B$  مقدار  $I_B$  را در نقطه کار مشخص می کند.

$$V_{BE} = 0.6V$$

$$I_B = 3mA$$



شکل ۵۶



شکل ۵۵

ب) مقاومت دینامیک دیود بیس آمیتر: اگر سیگنالی متناوب به بیس ترانزیستور اعمال کنیم، تغییر دامنه این سیگنال موجب آن می‌شود که افت پتانسیل دو سر پیوند بیس - آمیتر، حول نقطه کار Q قدری تغییر کند. میزان این تغییرات در مقایسه با ولتاژ بایاس  $V_{BEQ}$  خیلی کم است؛ مثلاً اگر  $V_{BEQ} = 0.7$  ولت فرض شود، ممکن است این تغییرات بین دو مقدار  $0.69$  و  $0.71$  V در نوسان باشد. تغییرات  $V_{BE}$  باعث تغییرات جریان بیس ترانزیستور خواهد شد. طبق تعریف، مقاومت دینامیکی دیود بیس آمیتر با نسبت تغییرات ولتاژ بیس آمیتر به تغییرات جریان بیس ترانزیستور برابر است. مقاومت دینامیکی دیود بیس آمیتر را با  $r_{\pi}$  نشان می‌دهند.

$$r_{\pi} = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}$$

● منحنی مشخصه انتقالی ترانزیستور

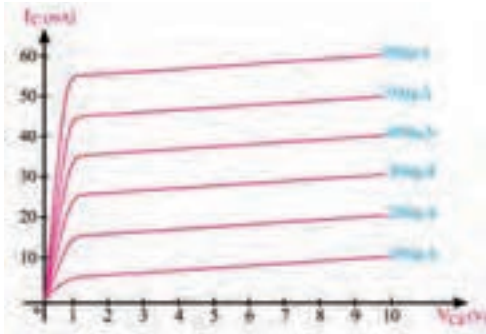
منحنی مشخصه انتقالی، رابطه بین جریان ورودی و جریان خروجی ترانزیستور را به‌ازای مقادیر ثابت  $V_{CE}$  نشان می‌دهد. در شکل ۵۷ منحنی مشخصه انتقالی ترانزیستور BC ۱۰۷ را به ازای  $V_{CE} = 5V$  مشاهده می‌کنید. از منحنی مشخصه انتقالی ترانزیستور می‌توان  $\beta_{DC}$  و  $\beta_{ac}$  یا  $h_{fe}$  را به دست آورد.

$$\beta_{DC} = \frac{I_C}{I_B} \Big|_{V_{CE}} \quad \text{ثابت}$$

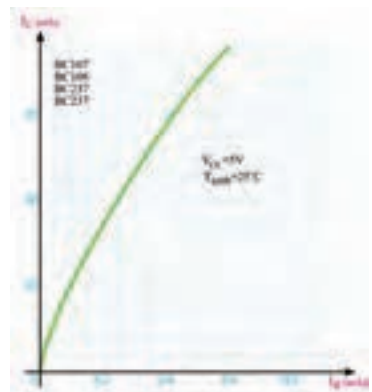
$$\beta_{ac} = h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \Big|_{V_{CE}} \quad \text{ثابت}$$

● منحنی‌های مشخصه خروجی ترانزیستور

منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور، رابطه بین جریان و ولتاژ خروجی را به‌ازای جریان ورودی معین نشان می‌دهد. اگر تقویت‌کننده آمیتر مشترک باشد، جریان ورودی  $I_B$ ، جریان خروجی  $I_C$  و ولتاژ خروجی  $V_{CE}$  خواهد بود تقریباً همه کارخانه‌های سازنده ترانزیستور این منحنی را در حالت آمیتر مشترک ارائه می‌دهند. شکل ۵۸ منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور را به ازای جریان  $I_B$ ‌های مختلف و ثابت نشان می‌دهد.



شکل ۵۸



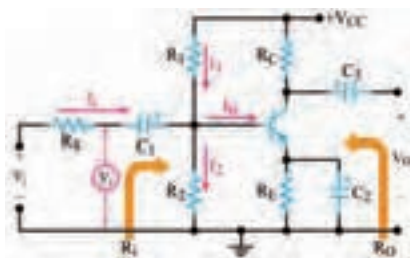
شکل ۵۷

☑ اطلاعات قابل استخراج از منحنی‌های مشخصه خروجی: از منحنی‌های مشخصه خروجی ترانزیستور اطلاعات زیر را می‌توان استخراج نمود.  
 الف) نقطه کار ب) جریان نشستی پ) بهره جریان ت) امپدانس (مقاومت) خروجی ترانزیستور

## تقویت کننده ترانزیستوری

### • تقویت کننده امیتر مشترک (CE)

تقویت کننده امیتر مشترک، بیشترین کاربرد در انواع تقویت کننده‌ها را دارد. تقویت کننده امیتر مشترک علاوه بر تقویت جریان، تقویت ولتاژ را نیز انجام می‌دهد و به همین دلیل، در بسیاری از موارد، نسبت به تقویت کننده‌های دیگر برتری دارد. در مدار شکل ۵۹ یک تقویت کننده امیتر مشترک با بایاس سرخود را مشاهده می‌کنید.



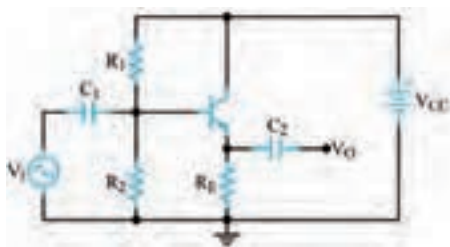
شکل ۵۹

### • تقویت کننده بیس مشترک (CB)

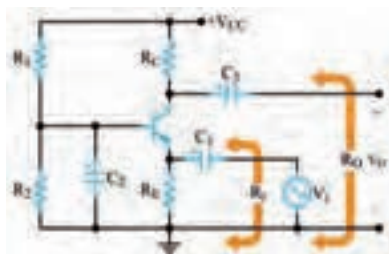
در تقویت کننده بیس مشترک، ورودی مدار، امیتر بیس و خروجی آن کلکتور بیس است. شکل ۶۰ یک تقویت کننده بیس مشترک با تغذیه سرخود را نشان می‌دهد.

### • تقویت کننده کلکتور مشترک (CC)

اگر ورودی مدار تقویت کننده‌ای «بیس - کلکتور» و خروجی آن «امیتر - کلکتور» باشد. تقویت کننده در حالت کلکتور مشترک کار می‌کند. شکل ۶۱ یک تقویت کننده CC با تغذیه سرخود را نشان می‌دهد.



شکل ۶۱



شکل ۶۰

● مقایسه سه نوع آرایش تقویت کننده‌ها از نظر مشخصات

همان طوری که در مباحث قبلی مشاهده کردید، سه نوع آرایش تقویت کننده‌ها (CB، CE، CC) از نظر میزان بهره ولتاژ و جریان و مقاومت‌های ورودی و خروجی کاملاً باهم متفاوت هستند. همچنین بهره توان این تقویت کننده‌ها که از رابطه  $A_p = A_v \times A_i$  محاسبه می‌شود نیز باهم متفاوت است. تقویت کننده امیتر مشترک به علت داشتن بهره ولتاژ و بهره جریان نسبتاً زیاد بهره توان بسیار زیادی دارد به همین دلیل کاربرد آن در مدارهای مختلف الکترونیکی بسیار زیاد است. در جدول ۱ مشخصات این سه نوع آرایش را برای یک نوع ترانزیستور که از نظر بایاس تاحد امکان باهم تشابه دارند، مشاهده می‌کنید.

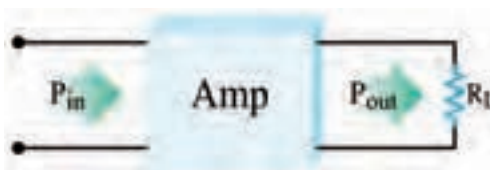
جدول ۱

کلکتور مشترک (CC)	بیس مشترک (CB)	امیتر مشترک (CE)	
زیاد	کم و کوچک‌تر از واحد	متوسط	بهره جریان
کم و کوچک‌تر از واحد	زیاد	متوسط	بهره ولتاژ
زیاد و تقریباً برابر بهره جریان	زیاد و تقریباً برابر بهره ولتاژ	خیلی زیاد	بهره توان
زیاد	کم	متوسط	مقاومت ورودی
کم	زیاد	متوسط	مقاومت خروجی
۰°	۰°	۱۸۰°	اختلاف فاز

● بهره تقویت کننده بر حسب دسی بل (Decibel)

به شکل ۶۲ که بلوک دیاگرام یک تقویت کننده است توجه کنید. در این شکل توان داده شده به یک تقویت کننده را برابر  $P_{in}$  و توانی را که از آن گرفته می‌شود برابر  $P_{out}$  فرض می‌کنیم، طبق تعریف ده برابر لگاریتم اعشاری نسبت  $\frac{P_{OUT}}{P_{IN}}$  تقویت کننده را ضریب تقویت توان بر حسب دسی بل می‌نامیم. این موضوع با رابطه لگاریتمی مقابل بیان می‌شود.

$$A_p(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}}$$



شکل ۶۲

**مثال ۲:** در صورتی که توان وارد شده به شبکه شکل ۶۲ برابر یک وات و توان دریافتی از آن مساوی ۲ وات باشد، بهره قدرت این تقویت کننده چند دسی بل می شود؟

**پاسخ:** ابتدا  $A_P$  را محاسبه می کنیم. مقدار  $A_P$  را در رابطه لگاریتمی دسی بل قرار می دهیم.

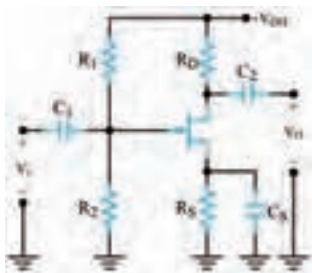
$$A_P = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{2}{1} = 2 \quad \text{مرتبه}$$

$$A_{P(db)} = 10 \log \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = 10 \log 2$$

$\text{Log} 2 = 0.30103$  است که برای سادگی محاسبات آن را برابر با  $0.3$  در نظر می گیریم و مقدار  $A_P$  را بر حسب دسی بل محاسبه می کنیم.

$$A_{P(db)} = 10 \times 0.3 = 3$$

## FET



شکل ۶۳

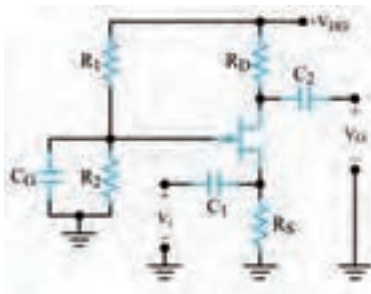
● **تقویت کننده های سیگنال کوچک FET**  
یکی از کاربردهای مهم قطعات FET، ساخت مدارهای تقویت کننده ولتاژ است. از یک FET ممکن است به صورت سورس مشترک، گیت مشترک یا درین مشترک استفاده کنیم. هر یک از این سه آرایش، مشابه ترانزیستور BJT مشخصات ورودی و خروجی خاصی دارد.

### ● مدار تقویت کننده سورس مشترک (Common source=CS)

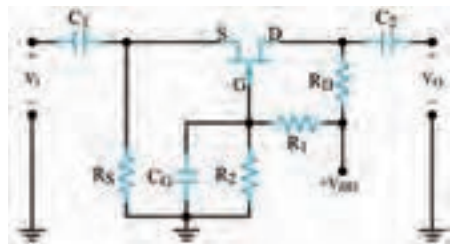
در شکل ۶۳ تقویت کننده سورس مشترک با ترانزیستور JFET کانال n را مشاهده می کنید.

### ● تقویت کننده گیت مشترک (Common gate=CG)

تقویت کننده گیت مشترک مشخصاتی مشابه تقویت کننده BJT بیس مشترک دارد. در شکل ۶۴ مدار یک تقویت کننده گیت مشترک را مشاهده می کنید. برای آنکه از این شکل درک بهتری داشته باشید، آن را به صورت شکل ۶۵ دوباره رسم کرده ایم. دقت کنید که محل هیچ کدام از اجزای مدار و یا جای ورودی و خروجی آن در این شکل تغییر نکرده است.



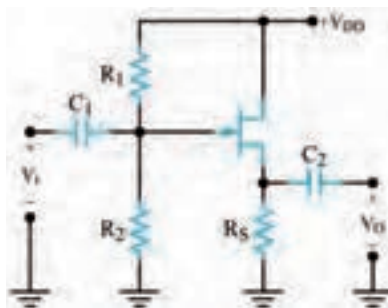
شکل ۶۵



شکل ۶۴

## • تقویت کننده درین مشترک یا سورس پیرو (Common Drain=CD)

در شکل ۶۶ یک تقویت کننده درین مشترک دیده می شود. این مدار با مدار تقویت کننده BJT کلکتور مشترک مشابهت زیادی دارد. در این مدار، پایه درین در مقابل سیگنال ac زمین می شود. سیگنال ورودی به پایه گیت اعمال می شود و خروجی مدار از پایه سورس گرفته می شود.



شکل ۶۶

## مقایسه تقویت کننده های BJT با تقویت کننده های FET

✓ ترانزیستور، هر آرایشی که داشته باشد، عمل تقویت را انجام می دهد. هر یک از آرایش های ترانزیستور در مدار، مشخصات ورودی و خروجی ویژه ای را ایجاد می کند. آرایش CE مناسب ترین ترکیب است؛ زیرا بیشترین بهره ولتاژ و جریان را دارد و در نهایت قدرت بیشتری را فراهم می سازد. ✓ آرایش CB به علت داشتن مقاومت ورودی خیلی کم و مقاومت خروجی زیاد برای ایجاد تطبیق امپدانس بین یک مولد سیگنال با مقاومت داخلی کم و یک بار بزرگ مناسب است. ✓ این آرایش به دلیل داشتن پاسخ فرکانسی وسیع، در فرکانس های بالا نیز کاربرد دارد. ✓ آرایش CC به علت دارا بودن مقاومت خروجی خیلی کم اغلب به عنوان یک بافر (جداگر) برای تطبیق دادن بارهای کوچک در مدار استفاده می شود. ضمن اینکه مدار جریان را نیز تقویت می کند.

✓ طبقه نهایی تقویت کننده های صوتی را که باید بلندگوهای با امپدانس کم را تغذیه کند، به صورت کلکتور مشترک می بندند.

✓ ترانزیستورهای اثر میدان نیز مشابهت زیادی با آرایش های BJT دارند. با این تفاوت که مقاومت ورودی FET بسیار بیشتر از مقاومت ورودی BJT است. به طور کلی از نظر آرایش، مدارهای BJT با FET به صورت زیر مقایسه می شوند.

الف) آرایش CS مشخصاتی مانند آرایش CE دارد.

ب) مشخصات آرایش CG مانند آرایش CB است.

پ) آرایش CD مشخصاتی مانند آرایش CC دارد.

## بررسی پروژه ها

### • تقویت کننده ۱۰ وات

سیگنال خروجی میکروفون ها بسیار ضعیف هستند. چنانچه آنها را مستقیم به آمپلی فایر وصل

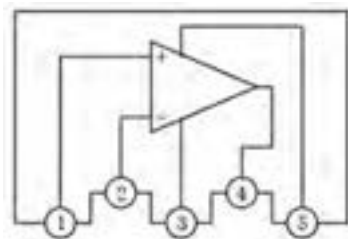
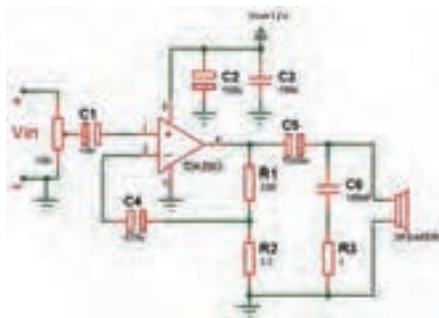
کنید سطح سیگنال خروجی بسیار کم خواهد بود. به طوری که ممکن است صدا به خوبی شنیده نشود. به همین دلیل باید قبل از اتصال میکروفون به تقویت کننده، کمی سطح سیگنال آن را توسط مدار پری آمپلی فایر تقویت کرده و سپس برای تقویت نهایی به مدار تقویت کننده اصلی متصل نمود. هنگام اتصال میکروفون به میکروکنترلر نیز باید از پری آمپلی فایر استفاده کرد. با توجه به اینکه خروجی میکروفون‌ها بسیار ضعیف بوده و سیگنال تولید شده توسط آن به طور مستقیم توسط ورودی میکروکنترلر تشخیص داده نمی‌شود باید آن را ابتدا توسط پری آمپلی فایر تقویت کرده و سپس به ورودی میکروکنترلر متصل نمود.

### ● بلوک دیاگرام آی - سی TDA2003

شکل ۶۷ بلوک دیاگرام آی - سی TDA2003 را نشان می‌دهد. نقش پایه‌های این مدار به شرح زیر است.

□ پایه‌های ۱ و ۲: ورودی □ پایه ۴: خروجی □ پایه‌های ۳ و ۵: تغذیه

در نقشه شماتیک مدار تقویت کننده، ولومی برای کنترل شدت صوت قرار داده نشده است. به این دلیل که قرار است در ادامه خروجی بُرد پخش Mp3 مستقیماً به ورودی این مدار متصل گردد. اگر برای مصارفی استفاده می‌کنید که به ولوم نیاز دارد، کافی است به صورت شکل ۶۸ مدار را به کار ببرید.



شکل ۶۸- مدار تقویت کننده با ولوم کنترل شدت صوت

شکل ۶۷- بلوک دیاگرام آی سی TDA2003

در این مدار با تنظیم ولوم می‌توانید شدت صدای خروجی را کنترل نمایید. ولوم دارای سه پایه است. سیگنال ورودی به یکی از پایه‌های ثابت داده می‌شود و پایه ثابت دیگر به زمین مدار متصل می‌گردد. حال می‌توانید از پایه متغیر (پایه وسط) سیگنال قابل کنترل را دریافت کنید. از این روش برای ورودی تقویت کننده‌های صوتی دیگر نیز می‌توانید استفاده نمایید.

## شست‌وشوی 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 ۶۹ نمونه‌ای از یک بُرد آلوده به گرد و خاک را نشان می‌دهد. از این روش بیشتر در کارخانه‌ها و صنایع استفاده می‌شود.

در ابعاد کوچک تر و مصارف خانگی معمولاً از دستگاه‌های دمنده هوا (blower) که در شکل ۷۰ مشاهده می‌نمایید، برای از بین بردن گرد و خاک استفاده می‌شود.



شکل ۷۰- دستگاه دمنده هوا



شکل ۶۹- برد آلوده به گرد و خاک

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

## عملکرد مدار کلید الکترونیکی

✓ در این مدار از تراشه CD4013 استفاده شده است. هر زمان که کلید فشار داده شود پایه شماره ۱ این تراشه تغییر وضعیت می‌دهد. چون این خروجی دارای جریان ضعیفی است، از یک ترانزیستور برای تقویت جریان استفاده شده است. این ترانزیستور جریان لازم برای راه‌اندازی رله را فراهم می‌کند. قطع و وصل رله می‌تواند سبب قطع و وصل وسایل دلخواه شما شود. البته در این حالت باید به جریان مجاز کنتاکت‌های رله دقت نمایید.

● قسمتی از برگه اطلاعاتی ماژول SR501:

### Specification:

- Voltage: 5V - 20V
- Power Consumption: 65mA
- TTL output: 3.3V, 0V
- Delay time: 0.2 sec
- Trigger methods: L - disable repeat trigger, H enable repeat trigger
- Sensing range: less than 120 degree, Within 7 meters
- Temperature: -15 ~ +70
- Dimension: 32\*24 mm, distance between screw 28mm, M2, Lens dimension in diameter: 23mm

### Application

Automatically sensing light for Floor, bathroom, basement, porch, warehouse, Garage, etc, ventilator, alarm, etc.

● قسمتی دیگر از برگه اطلاعاتی ماژول SR501: (نحوه کالیبره کردن ماژول)

#### Instructions

Induction module needs a minute or so to initialize. During initializing time, it will output 0-3 times. One minute later it comes into standby. Keep the surface of the lens from close lighting source and wind, which will introduce interference.





✓ پایه شماره ۴ آی - سی ۵۵۵ زمانی که به زمین متصل باشد، خروجی ۵۵۵ غیرفعال و چنانچه این پایه به مثبت وصل شود خروجی فعال خواهد شد. در این مدار پایه مذکور توسط یک مقاومت ۱۰ کیلو اهم به زمین متصل شده است (به این مقاومت پایین کش یا Pull-Down می گویند) و آی - سی غیرفعال است.

✓ حال اگر به هر دلیل این پایه به ولتاژ مثبت متصل شود خروجی فعال می شود. در این مدار از ماژول PIR استفاده شده است. اما شما می توانید هر مدل ماژولی که با حس کردن یک کمیت، خروجی «یک» تولید می کند را به این پایه وصل کنید. به عنوان مثال می توان با اتصال یک ماژول تشخیص گاز، این مدار را به «مدار هشدار دهنده گاز» تبدیل کرد.

● دو مدل از این ماژول ها در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۲: ماژول گاز

شکل	نام ماژول (سنسور)
	MQ۶ حساس به گازهای LPG, Propane, iso, butane
	MQ-۲ حساس به کلیه گازهای مشتعل و دود

## تفاوت بین رگولاتورهای ۷۸۰۵ و ۷۸L۰۵

۷۸۰۵ برای جریان های بالاتر، و ۷۸L۰۵ برای جریان های پایین تر استفاده می شود. به قسمتی از دیتاشیت این دو نوع رگولاتور در شکل های ۷۱ و ۷۲ دقت کنید.

● چنانچه بخواهید از یک تقویت کننده صوتی استریو استفاده کنید، باید از آی سی های TDA۲۰۰۵ و TDA۲۰۰۷ استفاده نمایید. با جست و جو در سایت [Alldatasheet.com](http://Alldatasheet.com) دیتا شیت این آی سی ها را دانلود و سپس از مدارات موجود در آنها برای ساخت استفاده نمایید.

### FEATURES

Output Current Up to 100mA

No External Components

Internal Thermal Overload Protection

internal Short-Circuit Limiting

Output Voltage of 5V, 6V, 8V, 9V, 10V, 12V, 15V, 18V, and 24V.

Moisture Sensitively Level 3

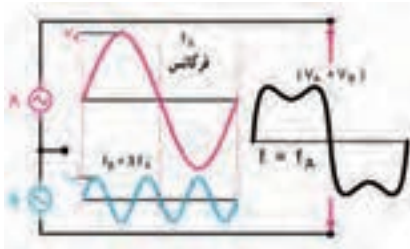
شکل ۷۱- برگه اطلاعات ۷۸L۰۵

### Features

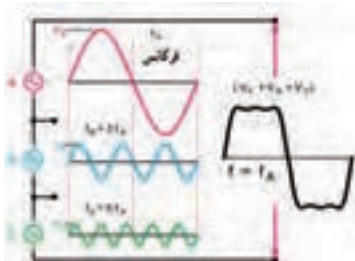
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

### هارمونیک‌های یک موج

مضرب‌های فرد و زوج از فرکانس اصلی را در اصطلاح هارمونیک (Harmonic) می‌نامند. هر موج غیر سینوسی از ترکیب تعدادی موج سینوسی به وجود می‌آید. این امواج توسط دستگاه مخصوص (دستگاه طیف‌نما) از یکدیگر قابل تفکیک هستند. اگر فرکانس اصلی یک موج غیرسینوسی را  $f_A$  در نظر بگیریم، هارمونیک‌ها به ترتیب  $f_A$ ،  $2f_A$ ،  $3f_A$ ،  $4f_A$  و سایر ضرایب فرد و زوج هستند. هر قدر شماره هارمونیک افزایش می‌یابد، مقدار دامنه آن کم می‌شود.



شکل ۷۳



شکل ۷۴

#### • هارمونیک‌های موج مربعی متقارن

هر موج مربعی متقارن فقط دارای هارمونیک‌های فرد است. یعنی اگر موج اصلی دارای فرکانس  $f_A$  باشد، هارمونیک‌ها دارای فرکانس  $f_A$ ،  $3f_A$ ،  $5f_A$ ،  $7f_A$  و سایر ضرایب فرد هستند. مثلاً اگر فرکانس اصلی برابر  $1\text{MHz}$  باشد هارمونیک‌ها دارای فرکانس  $1\text{MHz}$ ،  $3\text{MHz}$ ،  $5\text{MHz}$  و... است.

در شکل ۷۳ ترکیب هارمونیک اول و سوم از موج مربعی نشان داده شده است. در شکل ۷۴ ترکیب هارمونیک اول، سوم و پنجم از موج مربعی رسم شده است. مشاهده می‌کنید در این حالت موج حاصل از هارمونیک‌ها به موج مربعی نزدیک‌تر است.

### مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)

#### • ساختمان هوشمند

- ساختمان هوشمند بنایی است که در آن از آخرین فناوری‌ها استفاده شده باشد.
- در ساختمان هوشمند دسترسی و کنترل تمامی امکانات موجود در آن از راه‌های سیستم کنترل مرکزی، امواج رادیویی و کنترل از راه دور میسر می‌شود و شما قادر به کنترل هوشمند تمامی دستگاه‌های موجود در ساختمان و آگاهی از وضعیت کارکرد آنها هستید.
- در یک ساختمان هوشمند با بهره‌گرفتن از امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری فناوری مدرن این امکان را می‌توان فراهم آورد تا بتوان اجزا و تجهیزات مختلف را به‌طور خودکار کنترل کرد و

از این شرایط در جهت بهبود کیفی شرایط زیستی استفاده کرد برای مثال این سیستم به صورت خودکار با روشن و خاموش کردن سیستم‌های تهویه، هوای مناسب و مطبوعی را برای ساکنین به وجود می‌آورد و این حالت در راستای کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان (مبحث نوزدهم - مقررات ملی ساختمان) خواهد بود.

✓ بیشترین مصرف انرژی در ساختمان توسط سیستم روشنایی صورت می‌گیرد که با هوشمندسازی این سیستم می‌توان از اتلاف انرژی تا حد زیادی جلوگیری کرد. این عمل با ترکیب روشنایی روز و روشنایی مصنوعی به بهترین نحو و خاموش کردن چراغ‌ها در زمان بدون مصرف به وجود می‌آید. شکل ۷۵ مدیریت هوشمند در یک ساختمان را نشان می‌دهد.



شکل ۷۵- مدیریت هوشمند در یک ساختمان

✓ مدیریت مصرف انرژی در ساختمان هوشمند تأثیر بسزایی در صرفه‌جویی مصرف انرژی دارد. وابسته کردن نور و سیستم تهویه به حضور شخص و برنامه‌ریزی بهینه دمای اتاق‌ها در ساعات مختلف شبانه‌روز از مصادیق مدیریت مصرف انرژی هستند.

✓ جلوگیری از تابش مستقیم نور آفتاب به داخل ساختمان در تابستان توسط کنترل اتوماتیک پرده و کرکره، سبب صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی برای دستگاه‌های سرمایشی می‌شود.

✓ سیستم‌های روشنایی، ایمنی، در و پنجره، پرده، کرکره و سایه‌بان، گرمایشی، سرمایشی و تهویه مطبوع، صوتی، تصویری، آیفون تصویری، آبیاری خودکار، کنترل تأسیسات استخر، سونا و جکوزی و سیستم‌های ارتباطی (تلفن، پیام‌گیر، تلفن سانترال و اینترنت) و وسایل الکتریکی از مهم‌ترین وسایل و تجهیزات قابل کنترل در ساختمان‌های هوشمند هستند.

✓ در ساختمان هوشمند با بررسی نیازهای مختلف ساختمان سیستم کنترلی مورد نیاز برای ساختمان طراحی و ساخته می شود. به طور کلی نیازهای یک ساختمان عبارتند از:

### • روشنایی

✓ یکی از عمده ترین کنترل های مورد نیاز ساختمان های هوشمند، کنترل روشنایی فضا است که با ایجاد روشنایی متناسب با محیط و نوع فعالیت، موجب ایجاد آرامش افراد و محیط خواهد شد. روشن و خاموش کردن لامپ ها و تنظیم میزان روشنایی آنها در کنار سایر اقدامات پیش بینی شده مثل تنظیم پرده ها با توجه به نور محیط، تنظیم سایه بان های پنجره با توجه به آب و هوا و کنترل سیستم روشنایی اضطراری موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می شود.

### • تهویه

✓ از کنترل های مورد نیاز ساختمان های هوشمند، مناسب سازی هوای داخل و صرفه جویی در انرژی مصرفی سیستم های گرمایشی و سرمایشی ساختمان می باشد که با اعمال تنظیمات مناسب و کنترل دمای محیط، میزان اکسیژن، رطوبت و فشار می توان از تهویه مناسب بهره مند شد.

✓ نمونه گیری وضعیت آب و هوای (دما، وضعیت جوی و میزان باد) فضاهای اطراف ساختمان به عنوان ورودی و تنظیم رطوبت محیط، فشار و اکسیژن هوای ساختمان به عنوان خروجی سیستم بوده و با روشن خاموش کردن وسایلی مانند هواسازها، فن کوئل، اسپلیت و کولر صورت می گیرد.

### • ایمنی

✓ کنترل سیستم ایمنی در ساختمان های هوشمند جهت محافظت از سلامتی افراد و ساختمان در مقابل خطرات احتمالی صورت می گیرد. این سیستم به کنترل مشخصه های اتفاقات غیرمترقبه از قبیل آتش سوزی، آب گرفتگی، نشت گاز و سایر موارد می پردازد و با آگاه سازی افراد ذیربط و انجام اقدامات لازم، مانع ایجاد خسارت می شود.

✓ از وظایف این بخش، کنترل سیستم اعلام حریق و اطفای آن، کنترل دود و آب گرفتگی، کنترل نشت گاز، تشخیص مواد شیمیایی و نظایر آن است که در صورت وقوع حادثه با آتش نشانی و پلیس و مراکز مربوطه تماس برقرار نموده و هم زمان با انجام اقدامات لازم مانند باز کردن و بستن درهای اضطراری سبب کاهش خسارت می شود.

### • تردد

✓ از دیگر وظایف سیستم هوشمند ساختمان، کنترل تردد افراد مجاز ساختمان و جلوگیری از ورود افراد غیرمجاز است. کنترل وضعیت باز و بسته بودن درها و تشخیص تردد از طریق اثر انگشت، صفحه کلید، کارت و غیره، آیفون تصویری و ذخیره تصویر مراجعه کنندگان و دوربین های مداربسته صورت می گیرد که شبیه سازی حضور در منزل یکی از این سیستم ها است.

### • خدمات رفاهی

✓ اگرچه در حال حاضر، این دسته از خدمات، تجملی بوده و برای سرگرمی، آسایش و رفاه حال

ساکنین ارائه می‌شوند. چنین به نظر می‌رسد که در آینده‌ای نه چندان دور به عنوان مجموعه‌ای از خدمات، مورد استفاده عمومی قرار گیرد. به همین دلیل در حال حاضر این خدمات در تمام ساختمان‌های هوشمند دیده نمی‌شوند و اکثراً در منازل و مکان‌های شخصی ملاحظه می‌شوند.

#### ● انواع خدمات رفاهی

- ☑ توزیع سیستم‌های رسانه‌ای مثل اینترنت، تلویزیون.
- ☑ کنترل وسایل آشپزخانه مانند مایکروفر، فر، چای‌ساز و گاز
- ☑ کنترل سیستم‌های صوتی و تصویری با قابلیت کنترل در هر فضایی از جمله تعویض منبع صوتی یا تصویری، تنظیم شدت صدا و تغییر در فرکانس صدا (صدای زیر و بم).
- ☑ روشن کردن پکیج، تعیین حرارت و اطلاع‌رسانی دمای مطلوب
- ☑ تنظیم شرایط کاری آبگرمکن، یخچال (دما و حتی سفارش مواد مصرفی)، ماشین لباس‌شویی و گاز

#### ● تأسیساتی

- ☑ سیستم هوشمند مدیریت می‌تواند سایر تجهیزات و تأسیسات ساختمان مانند آبیاری خودکار، باز کردن و بستن درب ورودی و پارکینگ و پمپ آب را کنترل و برنامه‌ریزی کند. شکل ۷۶ بخش‌هایی که در یک ساختمان به صورت هوشمند می‌تواند مدیریت شود را با نماد نشان می‌دهد.



شکل ۷۶- مدیریت هوشمند در یک ساختمان

## قطعات الکترونیک صنعتی

### ● مدار معادل دیود چهار لایه

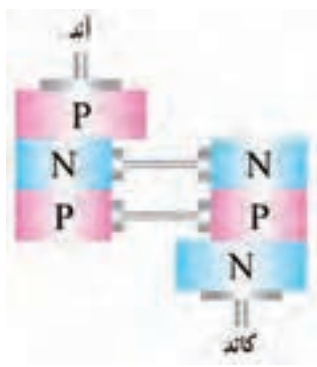
می‌توان دیود چهار لایه را به صورت شکل ۷۷ برش داد و آن را به دو بخش مطابق شکل ۷۸ تقسیم نمود. همان طور که در شکل ۷۸ مشاهده می‌شود نیمه سمت چپ معادل یک ترانزیستور PNP و نیمه سمت راست یک ترانزیستور NPN است. لذا طبق شکل ۷۹ دیود شاکلی از دو ترانزیستور PNP و NPN تشکیل می‌شود. این دو ترانزیستور به یکدیگر کوپلاژ مستقیم شده‌اند. این مجموعه به قفل ترانزیستوری (Latch) معروف است.

همان طور که در شکل ۸۰ مشاهده می‌کنید، کلکتور  $TR_1$  به بیس  $TR_2$  و کلکتور  $TR_2$  به بیس  $TR_1$  اتصال دارد. این نوع اتصال باعث فیدبک مثبت می‌شود و می‌تواند شرایطی را به وجود آورد تا عمل قفل شدن ترانزیستوری انجام پذیرد.

در این حالت هر تغییری در جریان در هر نقطه‌ای از حلقه فیدبک، تقویت می‌شود و پس از تقویت با همان فاز به نقطه شروع برمی‌گردد. به شکل ۸۰ توجه کنید.



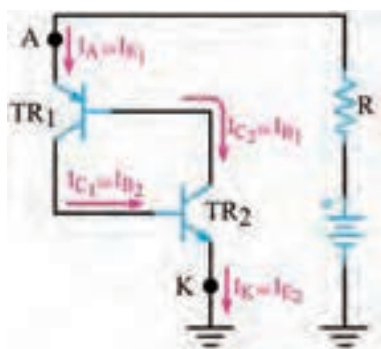
شکل ۷۹



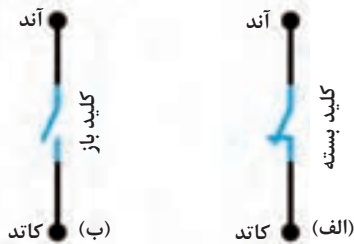
شکل ۷۸



شکل ۷۷



شکل ۸۰



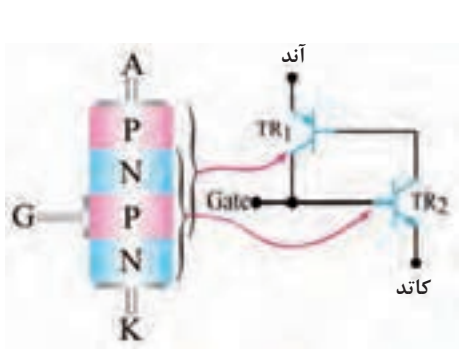
شکل ۸۱

☑ مثلاً اگر جریان بیس  $TR_2$  افزایش یابد، جریان کلکتور  $TR_2$  افزایش می‌یابد و منجر به جاری شدن جریان بیشتری در بیس  $TR_1$  می‌شود و در ادامه جریان کلکتور  $TR_1$  بیشتری را ایجاد می‌کند. در نتیجه، بیس  $TR_2$  با شدت بیشتری راه‌اندازی می‌شود. این روند یعنی بالا رفتن جریان‌ها ادامه می‌یابد تا این که هر دو ترانزیستور به اشباع می‌رسند. در این حالت دیود چهارلایه قفل می‌شود و طبق شکل الف - ۸۱ مانند یک کلید بسته یا وصل عمل می‌کند.

☑ حال اگر عاملی باعث کاهش جریان بیس  $TR_2$  شود، جریان کلکتور  $TR_2$  کاهش می‌یابد و جریان بیس  $TR_1$  را کم می‌کند. کاهش جریان بیس  $TR_1$  جریان کلکتور کمتری را به وجود می‌آورد و در ادامه، جریان بیس  $TR_2$  را به مقدار بیشتری کاهش می‌دهد. این عمل ادامه می‌یابد تا اینکه هر دو ترانزیستور به حالت قطع می‌روند. در این شرایط دیود شاکلی مجدداً قفل شده و طبق شکل ب - ۸۱ شبیه به یک کلید باز (قطع) عمل می‌کند.

● مدار معادل SCR و عملکرد آن (SCR Equivalent Circuit)

☑ برای درک بهتر عملکرد SCR می‌توان ساختمان کریستالی آن را مطابق شکل ۸۲، برش داد و آن را به دو نیمه جداگانه مانند شکل ۸۳ تقسیم نمود. مانند شکل ۸۴ یک نیمه از SCR معادل یک ترانزیستور PNP و نیمه دیگر آن معادل یک ترانزیستور NPN است که کلکتور و بیس آنها بهم کوپلاژ مستقیم شده‌اند.



شکل ۸۴



شکل ۸۳



شکل ۸۲

● روشن کردن SCR

هم‌زمان یک سیگنال راه‌انداز به پایه گیت آن اعمال کنیم. به منظور تشریح کار SCR چندحالت را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

☑ حالت اول - جریان و ولتاژ گیت صفر است: در این حالت جریان بیس  $TR_2$  مساوی صفر و جریان  $IC_1$  تقریباً معادل  $IC_0$  می‌شود. از طرفی چون جریان  $IC_0$  بسیار ناچیز است، نمی‌تواند ترانزیستور  $TR_1$  را روشن کند. در این شرایط هر دو ترانزیستور در حالت خاموش باقی می‌مانند و طبق شکل ۸۵ بین آند و کاتد امپدانس بالایی قرار می‌گیرد که به معنای باز بودن مدار است.

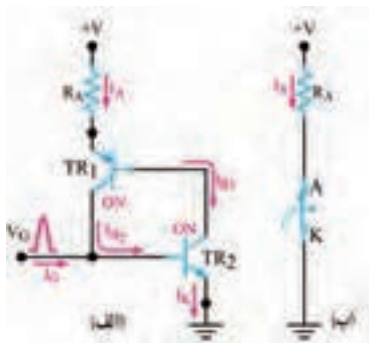
□ **حالت دوم - اعمال پالس مثبت به گیت:** هر گاه یک پالس مثبت  $V_G$  را به گیت اعمال کنیم و دامنه  $V_G$  را به اندازه کافی بزرگ انتخاب نماییم به طوری که بتواند  $TR_2$  را روشن کند، شرایط زیر رخ می دهد.

الف) با اعمال  $V_G$  مقدار جریان بیس ترانزیستور  $TR_2$  یعنی  $I_{B2}$  افزایش می یابد. (ب) با زیاد شدن  $I_{B2}$  مقدار  $I_{C2}$  زیاد می شود.

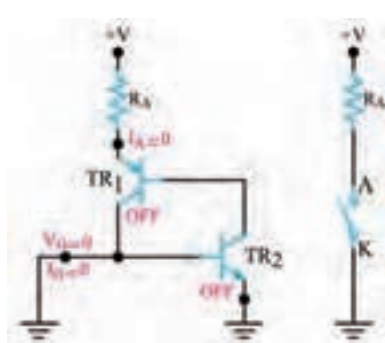
پ) چون  $I_{C2} = I_{B1}$  است، با افزایش  $I_{C2}$  مقدار  $I_{B1}$  زیاد می شود.

ت) با زیاد شدن  $I_{B1}$  مقدار جریان  $I_{C1}$  افزایش می یابد.

ث) چون  $I_{C1} = I_{B2}$  است با زیاد شدن  $I_{C1}$  مقدار  $I_{B2}$  مجدداً زیاد می شود و دوره عملیات تکرار می گردد. در شکل الف - ۸۶ هدایت ترانزیستورهای  $TR_1$  و  $TR_2$  در شکل ب - ۸۶ مدار معادل آن به صورت یک کلید بسته، نشان داده شده است.



شکل ۸۶



شکل ۸۵

**حالت سوم - قطع پالس تحریک (تریگر  $V_G$ ):** با قطع پالس تحریک (تریگر  $V_G$ ) همچنان در ناحیه فعال باقی می ماند و آند و کاتد آن مانند یک کلید بسته عمل می کند.

## مزایای دیگر رله جامد

- از دیگر مزایای رله های جامد می توان به موارد زیر اشاره کرد:
- قطع و وصل رله های جامد بسیار سریع تر از رله های الکترومکانیکی و کنتاکتورها بوده و زمان سوئیچینگ آنها، در حد میکروثانیه یا میلی ثانیه است.
- چون در زمان قطع و وصل جرقه ایجاد نمی کنند، برای مکان هایی که گازها و مواد قابل اشتعال و انفجار وجود دارد، مناسب است.
- به دلیل نداشتن قطعات متحرک در برابر لرزش و ضربه مقاوم تر از رله های الکترومکانیکی هستند.
- اندازه کوچک تری دارند.

### ● انواع رله های جامد از نظر نوع ولتاژ فرمان و سوئیچ:

- ۱ رله با ولتاژ کنترل DC و خروجی DC
- ۲ رله با ولتاژ کنترل DC و خروجی AC
- ۳ رله با ولتاژ کنترل AC و خروجی DC
- ۴ رله با ولتاژ کنترل AC و خروجی AC

همچنین رله های جامد به صورت تک فاز و سه فاز نیز تولید می شوند.



## بخش ۳

### نکات مربوط به کتاب مونتاژ و دمونتاژ SMD و مستندسازی

- ۱ دمونتاژ قطعات SMD
- ۲ مونتاژ قطعات SMD
- ۳ دیجیتال و کاربرد آن
- ۴ میکروکنترلرها
- ۵ مشاوره، سرویس و خدمات



شکل ۸۷- هویه هوای گرم



شکل ۸۸- قسمت داخلی هیتر



شکل ۹۰- مولد هوای فشرده (کمپرسور) باد



شکل ۸۹- برد الکترونیکی و کنترل

✓ قسمت‌های مختلف یک نوع هیتر دیگر با نشان دادن اجزای داخلی آن در فرایند تعمیرات را در شکل‌های ۹۱ تا ۹۶ مشاهده می‌کنید.



شکل ۹۲- جداسازی مولد هوای فشرده (کمپرسور)



شکل ۹۱- باز شدن پوشش دستگاه



شکل ۹۴- برد الکترونیکی و کنترل شدت هوای فشرده



شکل ۹۳- برد الکترونیکی و کنترل درجه حرارت



شکل ۹۶- اجزای داخلی کمپرسور

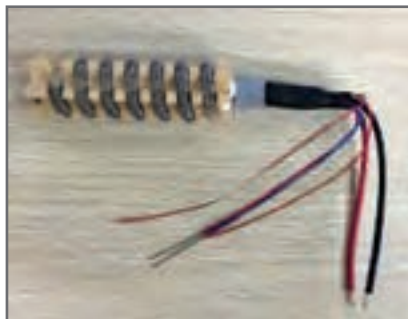


شکل ۹۵- مولد هوای فشرده ( کمپرسور )

☑ در شکل های ۹۷ و ۹۸ مدار گسترده قطعات داخلی و اجزای دسته هیترا را ملاحظه می کنید.



شکل ۹۸- اجزای داخلی کمپرسور









شکل ۹۷- اجزای داخلی کمپرسور

## خازن ها

### • کدگذاری و کاربرد خازن ها

☑ خازن انواع مختلفی دارد. برای هر رنج مشخص از یک نوع خازن استفاده می شود. در شکل ۹۹ موارد استفاده از انواع خازن با توجه به حوزه کار (رنج Range)، جنس، شکل ظاهری و ظرفیت آورده شده است.

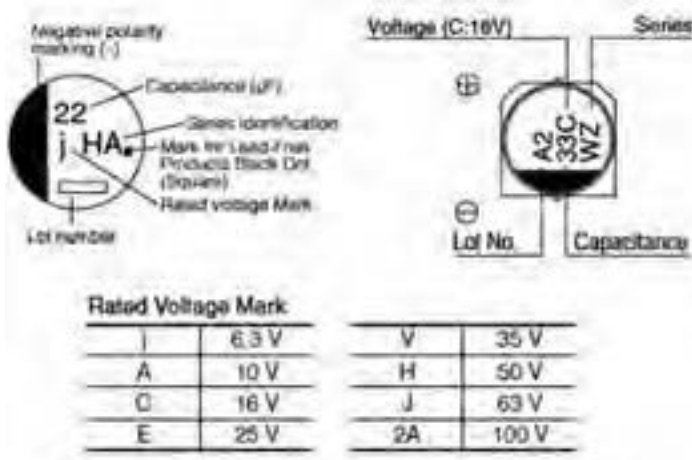
✓ برای آشنایی کامل با کدگذاری خازن‌ها، در اینترنت عبارت capacitor code chart را جست‌وجو کنید. سایت‌های مرتبط با کدگذاری خازن‌ها در دسترس قرار می‌گیرند.  
 ✓ خازن انواع مختلفی دارد و برای هر رنج مشخص از یک نوع خازن استفاده می‌شود.

Type polarized =	Pic	Cap Range
Ceramic		pF - $\mu$ F
Mica (silver mica)		pF - nF
Plastic Film (polyethylene polystyrene)		few $\mu$ Fs
Tantalum		$\mu$ Fs
OSCON		$\mu$ Fs
Aluminum Electrolytic		high $\mu$ Fs

شکل ۹۹- جدول کاربرد خازن

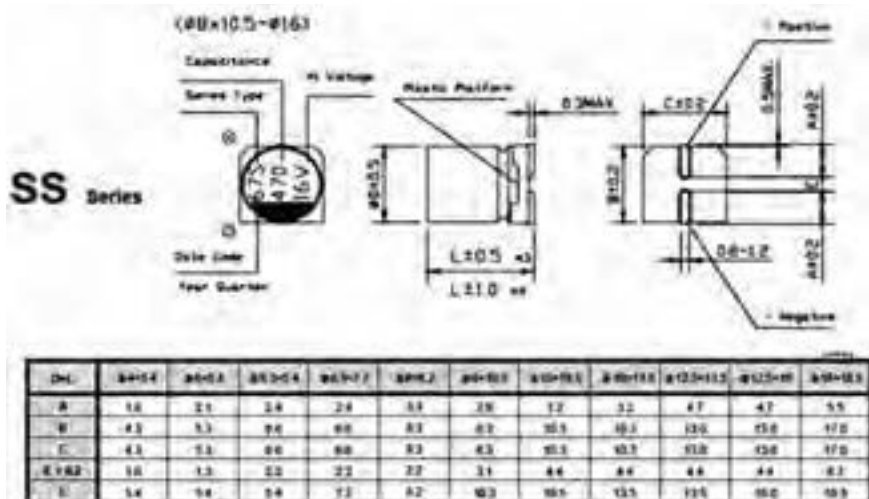
• خواندن کد خازن الکترولیتی

✓ به‌طور کلی روی خازن‌ها قطب منفی یا مثبت، ظرفیت خازن، ولتاژ و اطلاعاتی در زمینه شرکت سازنده آن نوشته می‌شود. در شکل ۱۰۰ نمونه‌ای از این کدگذاری را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰۰- کدگذاری خازن‌های الکترولیتی

✓ جهت دریافت اطلاعات دقیق تر می‌توان به دیتاشیت این خازن‌های الکترونیکی رجوع کرد. نمونه‌ای از دیتاشیت خازن الکترونیکی SMD در شکل ۱۰۱ آمده است.



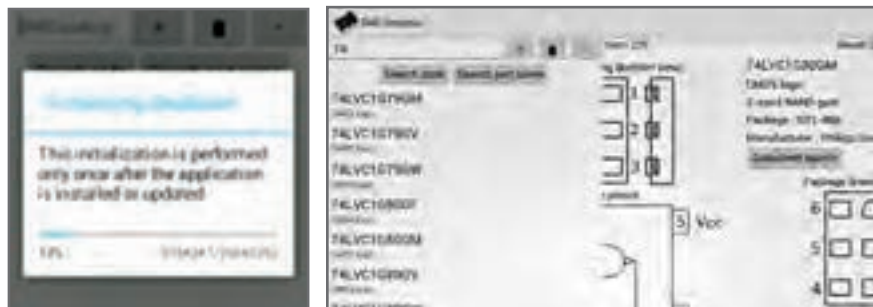
شکل ۱۰۱- دیتاشیت خازن الکترونیکی

## معرفی نرم‌افزار اندروید

نرم‌افزارهای بسیاری برای شناسایی و محاسبه کد قطعات SMD وجود دارد که به چند نمونه از آن اشاره می‌شود:

### • نرم‌افزار SMD Decypher

✓ این نرم‌افزار از قدرتمندترین نرم‌افزارهای موجود در این زمینه است. با استفاده از این نرم‌افزار می‌توانید اطلاعات قطعات، شامل بسته‌بندی (پکیج - package)، شرکت سازنده، نمایش پایه‌های قطعه و دریافت دیتاشیت آنها به دست آورید. شکل‌های ۱۰۲ محیط نرم‌افزار را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰۲- فضای نرم‌افزار اندروید

## • نرم افزار smd code

☑ نرم افزار SMD code نیز یکی از نرم افزارهای مفید برای شناسایی و دریافت اطلاعات در مورد قطعات مختلف SMD از جمله آی سی های مختلف است. شکل ۱۰۳ قسمت هایی از محیط نرم افزار را نشان می دهد.

☑ در برگه اطلاعات این نرم افزارها مشخصات دقیق شامل مواردی مانند شکل ظاهری، شماره پایه ها و کارخانه سازنده داده می شود، شکل ۱۰۴.



### Search

SMD code: 01N60C3

Type: SPN01N60C3

SMD code: 02N60C3

Type: SPN02N60C3

SMD code: 02N60S5

Type: SPN02N60S5

SMD code: 03N60C3

Type: SPN03N60C3

SMD code: 03N60S5

Type: SPN03N60S5

SMD code: 0410

Type: SSM0410

شکل ۱۰۳- فضای نرم افزار SMD code

Smd code: AEF

Manufactured: Maxim Integrated Products

Tip: MAX9718DEBL+TG45

Function: Linear integrated circuit

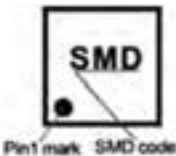
Case: BGA-9

Short description: Audio Frequency Powerer

Amplifier, Bridge Tied Loads,

2.7..5.5V, 1.4W(5V/4Ω), select

shutdown



SMD code: 03N60C3

Manufactured: Infineon Technologies AG

Tip: SPN03N60C3

Functions: n-MOSFET

Case: SOT-223

Short description: High Voltage, Logic Level  
(Uth > 0/8 ... 2V), 650V, 700mA, 1.8W,

1.2Ω(2A), 7/64ns



شکل ۱۰۴- مشخصات قطعات نرم افزار SMD code