منحنی‌های مشخصهٔ ترانزیستور

روابط بین جریان‌ها و ولتاژها وتغییرات آنها درترانزیستور وهمچنین ضریب تقویت به عواملی چون درجه حرارت، فرکانس و غیر خطّی بودن المان‌ها بستگی دارد. منظور از غیر خطّی بودن، این است که نسبت تغییرات جریان‌ها و ولتاژها تابع یک معادله خطی ریاضی نیست. معمولاً از طریق ریاضی به سادگی نمی‌توان مقادیر را به‌دست آورد. بنابراین، از منحنی‌هایی که بیان‌کننده روابط بین جریان‌ها و ولتاژها است، استفاده می‌شود. این منحنی‌ها عبارت‌اند از:

الف) منحنی مشخصه ورودی ب) منحنی مشخصه انتقالی پ) منحنی مشخصه خروجی

در ادامه بحث، دربارهٔ هر یک از سه منحنی ذکر شده توضیحاتی خواهیم داد. البته این منحنی‌ها برای آرایش امیتر مشترک ترسیم شده‌اند.

• منحنی مشخصهٔ 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، بیان‌کننده مقدار جریان ورودی برحسب ولتاژ ورودی است. چون مدار ورودی به یک دیود شباهت دارد، منحنی مشخصه آن نیز شبیه منحنی مشخصه ولت ـ آمپر دیود معمولی است.

اطلاعات قابل استخراج از منحنی مشخصهٔ ورودی

از منحنی مشخصه ورودی اطلاعات زیر را می‌توان استخراج نمود.

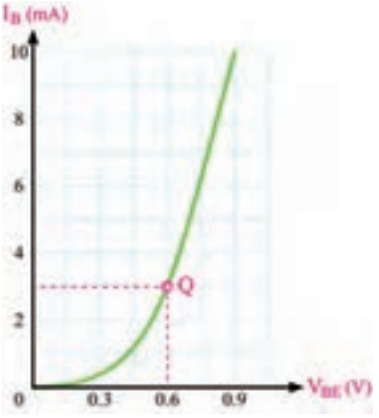
الف) نقطه کارورودی: به ازای یک V_{CE} معین بامعلوم بودن هر یک از کمیت‌های V_{BE} یا I_B از روی منحنی، نقطه کار ورودی مشخص می‌شود.

مثال۱: درشکل ۵۶ به ازای ولتاژ $V_{BE}=۰/۶\ V$ مختصات نقطه کار ورودی را مشخص کنید.

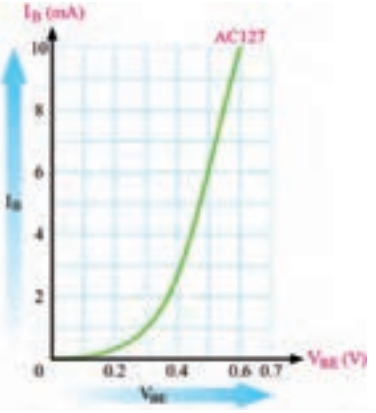
پاسخ: اگر مطابق شکل ۵۶ از نقطه $V_{BE}=۰/۶\ V$ ولت خطی بر محور V_{BE} عمود کنیم، منحنی را در نقطه Q قطع می‌کند، از نقطه Q خطی بر محور I_B عمود می‌کنیم، محل تلاقی این خط با محور I_B مقدار I_B را در نقطه کار مشخص می‌کند.

$V_{BE}=۰/۶V$

$I_B=۳mA$



شکل ۵۶



شکل ۵۵

ب) مقاومت دینامیک دیود بیس امیتر: اگر سیگنالی متناوب به بیس ترانزیستور اعمال کنیم، تغییر دامنه این سیگنال موجب آن می‌شود که افت پتانسیل دو سر پیوند بیس ـ امیتر، حول نقطه کار Q قدری تغییر کند. میزان این تغییرات در مقایسه با ولتاژ بایاس V_{BEQ} خیلی کم است؛ مثلاً اگر V_{BEQ}= ۰/۷ ولت فرض شود، ممکن است این تغییرات بین دو مقدار ۰/۶۹ V و ۰/۷۱ V در نوسان باشد. تغییرات ولتاژ V_{BE} باعث تغییرات جریان بیس ترانزیستور خواهد شد. طبق تعریف، مقاومت دینامیکی دیود بیس امیتر با نسبت تغییرات ولتاژ بیس امیتر به تغییرات جریان بیس ترانزیستور برابر است. مقاومت دینامیکی دیود بیس امیتر را با r_π نشان می‌دهند.

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

• منحنی مشخصهٔ انتقالی ترانزیستور

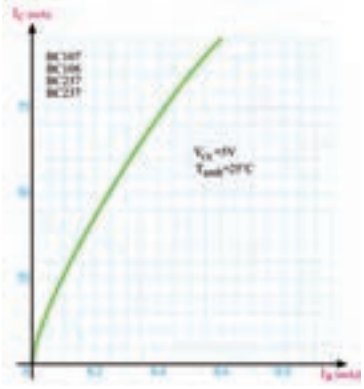
منحنی مشخصه انتقالی، رابطه بین جریان ورودی و جریان خروجی ترانزیستور را به‌ازای مقادیر ثابت V_{CE} نشان می‌دهد. در شکل ۵۷ منحنی مشخصه انتقالی ترانزیستور۱۰۷ BC را به ازای V_{CE} = ۵V مشاهده می‌کنید. از منحنی مشخصه انتقالی ترانزیستور می‌توان β_{DC}و βac یا hfe را به‌دست آورد.

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

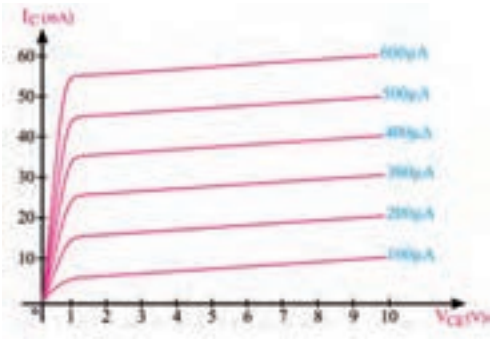
$$\beta_{ac} = hfe = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\Big|_{V_{CE}} \quad \text{ثابت}$$

• منحنی‌های مشخصهٔ‌خروجی ترانزیستور

منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور، رابطهٔ بین جریان و ولتاژ خروجی را به‌ازای جریان ورودی معین نشان می‌دهد. اگر تقویت کننده امیتر مشترک باشد، جریان ورودی I_B و جریان خروجی Ic و ولتاژخروجی V_{CE} خواهد بود تقریباً همه کارخانه‌های سازنده ترانزیستور این منحنی را درحالت امیترمشترک ارائه می‌دهند. شکل ۵۸ منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور را به ازای جریان I_Bهای مختلف ثابت نشان می‌دهد.



شکل ۵۷



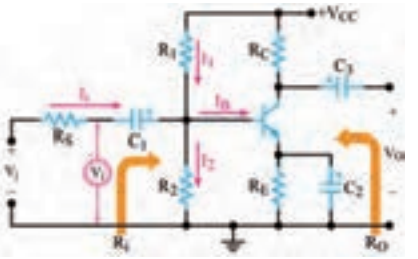
شکل ۵۸

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

تقویت‌کننده ترانزیستوری

• تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک (C.E)

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



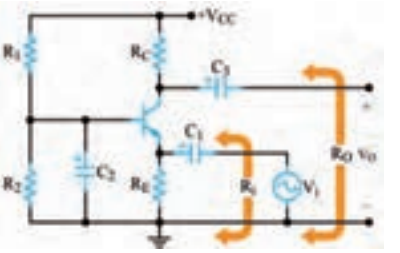
شکل ۵۹

• تقویت‌کنندهٔ بیس مشترک (CB)

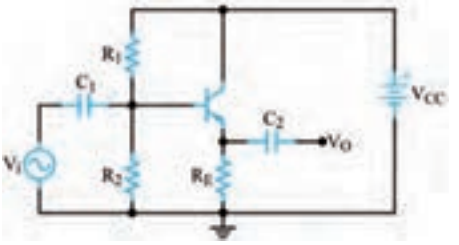
در تقویت‌کننده بیس مشترک، ورودی مدار، امیتر بیس و خروجی آن کلکتور بیس است. شکل ۶۰ یک تقویت‌کننده بیس مشترک با تغذیه سرخود را نشان می‌دهد.

• تقویت کنندهٔ کلکتورمشترک (CC)

اگر ورودی مدار تقویت‌کننده‌ای «بیس ـ کلکتور» وخروجی آن «امیتر ـ کلکتور» باشد. تقویت‌کننده در حالت کلکتور مشترک کار می‌کند. شکل ۶۱ یک تقویت‌کننده CC با تغذیه سرخود را نشان می‌دهد.



شکل ۶۰



شکل ۶۱

• مقایسهٔ سه نوع آرایش تقویت‌کننده‌ها از نظر مشخصات

همان‌طوری که در مباحث قبلی مشاهده کردید، سه نوع آرایش تقویت‌کننده‌ها (CE، CB و CC) از نظر میزان بهره ولتاژ و جریان و مقاومت‌های ورودی و خروجی کاملاً باهم متفاوت هستند. همچنین بهره توان این تقویت‌کننده‌ها که از رابطه $A_P = A_V \times A_I$ محاسبه می‌شود نیز باهم متفاوت است. تقویت‌کننده 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.

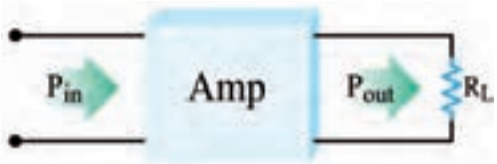
جدول ۱

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

• بهرهٔ تقویت‌کننده برحسب دسی‌بل (Decibel)

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

$$A_P(dB) = ۱۰\log\frac{P_O}{P_{pin}}$$



شکل ۶۲

مثال۲: درصورتی که توان وارد شده به شبکه شکل ۶۲ برابر یک وات و توان دریافتی از آن مساوی ۲ وات باشد، بهره قدرت این تقویت‌کننده چند دسی‌بل می‌شود؟

پاسخ: ابتدا AP را محاسبه می‌کنیم. مرتبه $A_P = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{۲}{۱} = ۲$

مقدار AP را در رابطه لگاریتمی دسی‌بل قرار می‌دهیم.

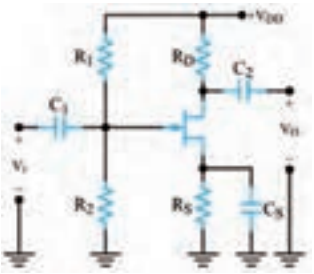
$$A_{P(db)} = ۱۰ \log \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = ۱۰ \log ۲$$

Log۲ = ۰/۳۰۱۰۳ است که برای سادگی محاسبات آن را برابر با ۰/۳ درنظر می‌گیریم و مقدار AP را برحسب دسی‌بل محاسبه می‌کنیم. $A_{P(db)}=۱۰\times۰/۳=۳$

FETها

• تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک FET

یکی ازکاربردهای مهم قطعات FET ساخت مدارهای تقویت‌کننده ولتاژاست. ازیک FET ممکن است به‌صورت سورس مشترک، گیت مشترک یا درین مشترک استفاده کنیم. هر یک از این سه آرایش، مشابه ترانزیستور، BJT مشخصات ورودی و خروجی خاصی دارد.



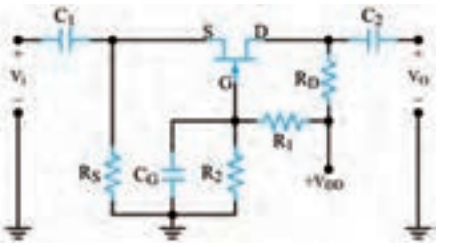
شکل ۶۳

• مدار تقویت‌کنندهٔ سورس مشترک (Common source=CS)

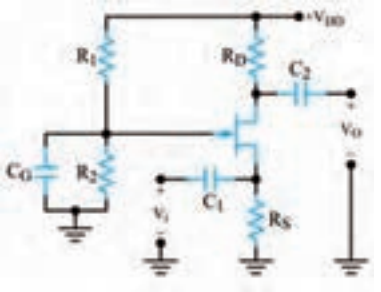
در شکل ۶۳ تقویت‌کننده سورس مشترک با ترانزیستور JFET کانال n را مشاهده می‌کنید.

• تقویت‌کنندهٔ گیت مشترک (Common gate=CG)

تقویت‌کننده گیت مشترک مشخصات مشابه تقویت‌کننده BJT بیس مشترک دارد. در شکل۶۴ مدار یک تقویت‌کننده گیت مشترک را مشاهده می‌کنید. برای آنکه از این شکل درک بهتری داشته باشید، آن را به‌صورت شکل ۶۵ دوباره رسم کرده‌ایم. دقت کنید که محل هیچ‌کدام از اجزای مدار و یا جای ورودی و خروجی آن در این شکل تغییر نکرده است.



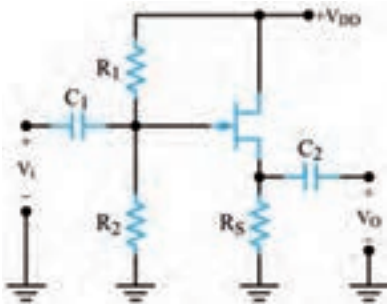
شکل ۶۴



شکل ۶۵

• تقویت‌کننده درین مشترک یا سورس پیرو (Common Drain=CD)

در شکل ۶۶ یک تقویت‌کننده درین مشترک دیده می‌شود. این مدار با مدار تقویت‌کننده BJT کلکتورمشترک مشابهت زیادی دارد. در این مدار، پایه درین در مقابل سیگنال ac زمین می‌شود. سیگنال ورودی به پایه گیت اعمال می‌شود و خروجی مدار از پایه سورس گرفته می‌شود.



شکل ۶۶

مقایسهٔ تقویت‌کننده‌های BJT با تقویت‌کننده‌های FET

☑ترانزیستور، هر آرایش که داشته باشد، عمل تقویت را انجام می‌دهد. هر یک از آرایش‌های ترانزیستور در مدار، مشخصات ورودی وخروجی ویژه‌ای را ایجاد می‌کند. آرایش CE مناسب‌ترین ترکیب است؛ زیرا بیشترین بهره ولتاژ و جریان را دارد و در نهایت قدرت بیشتری را فراهم می‌سازد.

☑آرایش CB به علّت داشتن مقاومت ورودی خیلی کم و مقاومت خروجی زیاد برای ایجاد تطبیق امپدانس بین یک مولّد سیگنال با مقاومت داخلی کم و یک بار بزرگ مناسب است.

☑ این آرایش به دلیل داشتن پاسخ فرکانسی وسیع، در فرکانس‌های بالا نیز کاربرد دارد.

☑آرایش CC به علّت دارا بودن مقاومت خروجی خیلی کم اغلب به عنوان یک بافر (جداگر) برای تطبیق دادن بارهای کوچک در مدار استفاده می‌شود. ضمن اینکه مدار جریان را نیز تقویت می‌کند.

☑طبقه نهایی تقویت‌کننده‌های صوتی را که باید بلندگوهای با امپدانس کم را تغذیه کند، به‌صورت کلکتور مشترک می‌بندند.

☑ترانزیستورهای اثر میدان نیز مشابهت زیادی با آرایش‌های BJT دارند. با این تفاوت که مقاومت ورودی FET بسیار بیشتراز مقاومت ورودی BJT است. به‌طور کلی ازنظرآرایش، مدارهای BJT با FET به‌صورت زیر مقایسه می‌شوند.

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 پروژه‌ها

• تقویت‌کننده ۱۰ وات

سیگنال خروجی میکروفون‌ها بسیار ضعیف هستند. چنانچه آنها را مستقیم به آمپلی‌فایر وصل

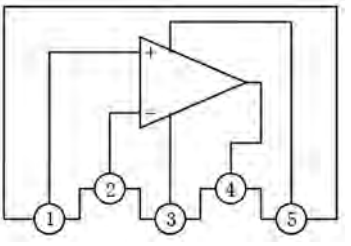
کنید سطح سیگنال خروجی بسیار کم خواهد بود. به‌طوری که ممکن است صدا به خوبی شنیده نشود. به همین دلیل باید قبل از اتصال میکروفون به تقویت‌کننده، کمی سطح سیگنال آن‌را توسط مدار پری آمپلی‌فایر تقویت کرده و سپس برای تقویت نهایی به مدار تقویت‌کننده اصلی متصل نمود. هنگام اتصال میکروفون به میکروکنترلر نیز باید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

• بلوک دیاگرام آی ـ سی TDA۲۰۰۳

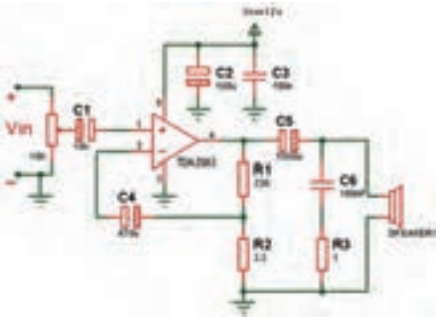
شکل ۶۷ بلوک دیاگرام آی ـ سی TDA۲۰۰۳ را نشان می‌دهد. نقش پایه‌های این مدار به شرح زیر است.

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

در نقشه شماتیک مدار تقویت‌کننده، ولومی برای کنترل شدت صوت قرار داده نشده‌است. به این دلیل که قرار است در ادامه خروجی بُرد پخش Mp۳ مستقیماً به ورودی این مدار متصل گردد. اگر برای مصارفی استفاده می‌کنید که به ولوم نیاز دارد، کافی‌است به‌صورت شکل ۶۸ مدار را به‌کار ببرید.



شکل ۶۷ ـ بلوک دیاگرام TDA۲۰۰۳



شکل ۶۸ ـ مدار تقویت‌کننده با ولوم کنترل شدت صوت

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 می شود 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 تقویت‌کننده‌های 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. آلتراسونیک 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 کوچک‌تر 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 ۶۹ـ برد آلوده به گرد و خاک

شکل ۷۰ـ دستگاه دمنده هوا

☑ 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 CD۴۰۱۳ 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 شده‌است. 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 SR۵۰۱:**

Spectification:

- Vottage: 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 SR۵۰۱: (نحوه کالیبره کردن ماژول)**

Instructions

Induction module needs a minute or so to initialize. Duning 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 ـ 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 پایین‌کش یا Pull_Down می‌گویند) و آی ـ 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 می‌توانید هر مدل ماژولی که با حس کردن یک کمیت، خروجی «یک» تولید می‌کند را به این پایه وصل کنید. به عنوان مثال می‌توان با اتصال یک ماژول تشخیص گاز، این مدار را به «مدار هشداردهنده گاز» تبدیل کرد.

● **دو مدل از این ماژول‌ها در جدول ۲ نمایش داده شده است.**

جدول ۲: ماژول گاز

نام ماژول (سنسور)	شکل
MQ۶ حساس به گازهای LPG, Propane, iso, butane	
MQ ـ۲ حساس به کلیه گازهای مشتعل و دود	

تفاوت بین رگولاتورهای ۷۸۰۵ و ۷۸L۰۵

۷۸۰۵ برای جریان‌های بالاتر، و ۷۸L۰۵ برای جریان‌های پایین‌تر استفاده می‌شود. به قسمتی از دیتاشیت این دو نوع رگولاتور در شکل‌های ۷۱ و ۷۲ دقت کنید.

● چنانچه بخواهید از یک تقویت‌کننده صوتی استریو استفاده کنید، باید از آی‌سی‌های TDA۲۰۰۵ و TDA۲۰۰۷ استفاده نمایید. با جست‌وجو درسایت Alldatasheet. com دیتا شیت این آی‌سی‌ها 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 ۷۱ـ برگه اطلاعات ۷۸L۰۵

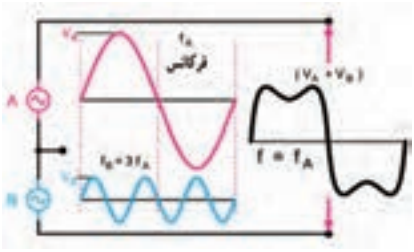
Features

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

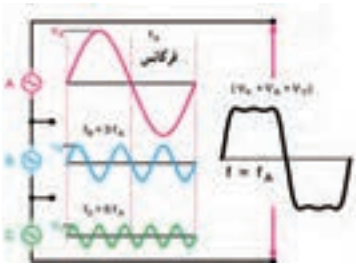
شکل ۷۲ـ برگه اطلاعات ۷۸۰۵

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 به‌وجود 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 به‌ترتیب $1f_A$، $2f_A$، $3f_A$، $4f_A$ و... است. هرقدر شماره هارمونیک افزایش می‌یابد، مقدار دامنهٔ 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 $1f_A$، $3f_A$، $5f_A$، و... هستند. مثلاً اگر فرکانس اصلی برابر ۱MHZ باشدهارمونیک‌ها دارای فرکانس ۱MHZ، ۳MHZ، ۵MHZ و... است.

در شکل ۷۳ ترکیب هارمونیک اول و سوم از موج مربعی نشان داده‌شده است. در شکل ۷۴ ترکیب هارمونیک اول، سوم و پنجم از موج مربعی رسم‌شده 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 بهره گرفتن 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 به‌صورت 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 ـ مقررات ملی ساختمان) خواهد بود.

☑ بیشترین مصرف انرژی در ساختمان توسط سیستم روشنایی صورت می‌گیرد که با هوشمندسازی این سیستم می‌توان ازاتلاف 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 ۷۵ـ 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 می‌شود. به‌طور کلی نیازهای یک ساختمان عبارت‌اند از:

• روشنایی

☑یکی از عمده‌ترین کنترل‌های مورد نیاز ساختمان‌های 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 لامپ‌ها و تنظیم میزان روشنایی آنها در کنار سایر اقدامات پیش‌بینی شده مثل تنظیم پرده‌ها با توجه به نور محیط، تنظیم سایه‌بان‌های پنجره با توجه به آب و هوا و کنترل سیستم روشنایی اضطراری موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود.

• تهویه

☑ از کنترل‌های مورد نیاز ساختمان‌های هوشمند، مناسب‌سازی هوای داخل و صرفه‌جویی در انرژی مصرفی سیستم‌های گرمایشی، سرمایشی ساختمان می‌باشد که با اعمال تنظیمات مناسب و کنترل دمای محیط، میزان اکسیژن، رطوبت و فشار می‌توان از تهویه مناسب بهره‌مند شد.
☑ نمونه‌گیری وضعیت آب و هوای (دما، وضعیت جوّی، میزان باد) فضاهای مخالف 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، فن‌کوئل، اسپلیت و کولر صورت می‌گیرد.

• ایمنی

☑کنترل سیستم ایمنی در ساختمان‌های هوشمند جهت محافظت از سلامتی افراد و ساختمان در مقابل خطرات احتمالی صورت می‌گیرد. این سیستم به کنترل مشخصه‌های اتفاقات غیرمترقبه از قبیل آتش‌سوزی، آب‌گرفتگی، نشت گاز و سایر موارد می‌پردازد و با آگاه‌سازی افراد ذیربط و انجام اقدامات لازم، مانع ایجاد خسارت می‌شود.
☑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 آتش‌نشانی و پلیس و مراکز مربوطه تماس برقرار نموده و هم‌زمان با انجام اقدامات لازم مانند باز و بسته کردن درهای اضطراری سبب کاهش خسارت می‌شود.

• 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 مراجعه‌کنندگان و دوربین‌های مداربسته صورت می‌گیرد که شبیه‌سازی حضور در منزل یکی از این سیستم‌ها است.

• خدمات رفاهی

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

ساکنین ارائه می‌شوند. ولی به نظر می‌رسد در سال‌های بعد به عنوان مجموعه‌ای از خدمات، مورد استفاده عمومی قرار گیرد. به‌همین 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 وگاز
☑کنترل سیستم‌های صوتی و تصویری با قابلیت کنترل در هر فضایی از جمله تعویض منبع صوتی یا تصویری، تنظیم شدت صدا، تغییر در فرکانس صدا (صدای زیر و بم).
☑روشن‌کردن پکیج و تعیین حرارت، 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 را مانند آبیاری خودکار، باز و بسته کردن درب ورودی و پارکینگ، پمپ آب کنترل و برنامه‌ریزی کند. شکل ۷۶ بخش‌هایی که در یک ساختمان به‌صورت هوشمند می‌تواند مدیریت شود را با نماد نشان می‌دهد.

شکل ۷۶ـ مدیریت هوشمند در یک ساختمان

قطعات الکترونیک صنعتی

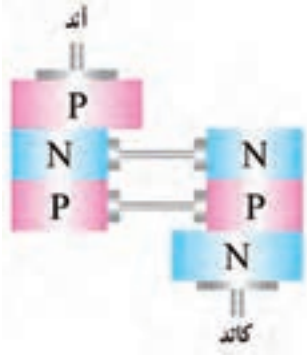
مدار معادل دیود چهار لایه

☑ می‌توان دیود چهار لایه را به‌صورت 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 دوترانزیستور PNP و NPN تشکیل می‌شود. این دو ترانزیستور به یکدیگر کوپلاژ مستقیم شده‌اند. این مجموعه به قفل ترانزیستوری (Latch) معروف است.

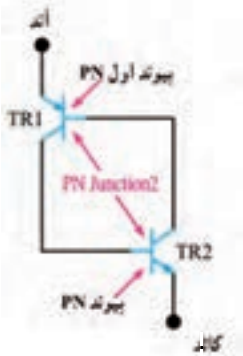
☑ همان طور که در شکل ۸۰ مشاهده می‌کنید، کلکتور TR_1 به بیس TR_2 و کلکتور TR_2 به بیس TR_1 اتصال دارد. این نوع اتصال باعث فیدبک مثبت می‌شود و می‌تواند شرایطی را به‌وجود آورد تا عمل قفل شدن ترانزیستوری انجام پذیرد.

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

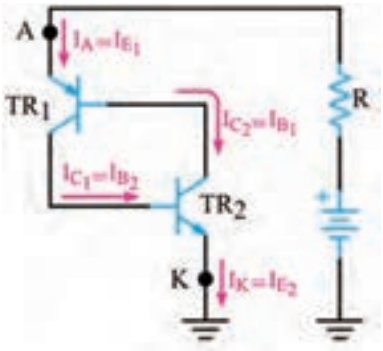
شکل ۷۷



شکل ۷۸

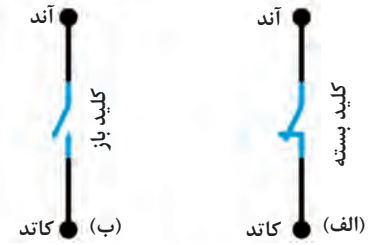


شکل ۷۹



شکل ۸۰

☑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 ـ ۸۱ مانند یک کلید بسته یا وصل عمل می‌کند.



شکل ۸۱

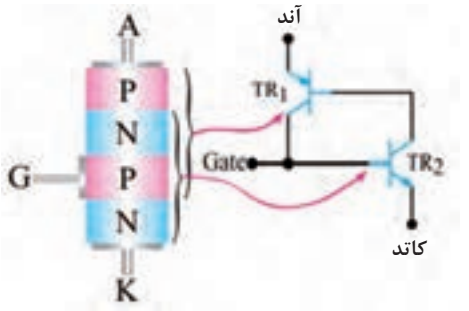
☑حال اگر عاملی باعث کاهش جریان بیس TR۲ شود، جریان کلکتور TR۲ کاهش می‌یابد و جریان بیس TR۱ را کم می‌کند. کاهش جریان بیس TR۱ جریان کلکتور کمتری را به وجود می‌آورد و در ادامه، جریان بیس TR۲ را به مقدار بیشتری کاهش می‌دهد. این عمل ادامه می‌یابد تا اینکه هر دو ترانزیستور به حالت قطع می‌روند. در این شرایط دیود شاکلی مجدداً قفل شده و طبق شکل ب ـ 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 شکل۸۲، برش داد و آن را به دو نیمه جداگانه مانند شکل۸۳ 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 ۸۲

شکل ۸۳



شکل ۸۴

● 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 ـ جریان و ولتاژ گیت صفر است:** در این حالت جریان بیس TR_2 مساوی صفر و جریان IC_2 تقریباً معادل IC_O می‌شود. ازطرفی چون جریان IC_O بسیار ناچیز است، نمی‌تواند ترانزیستور TR_1 را روشن کند. در این شرایط هر دوترانزیستور در حالت خاموش باقی‌می‌مانند و طبق شکل ۸۵ بین آند و کاتد امپدانس بالایی قرار می‌گیرد. که به معنای باز بودن مدار است.

☑**حالت دوم ـ اعمال پالس مثبت به گیت:** هرگاه یک پالس مثبت V_G را به گیت اعمال کنیم و دامنه V_G را به اندازه کافی بزرگ انتخاب نماییم. به‌طوری‌که بتواند TR_2 را روشن کند، شرایط زیر رخ می‌دهد.

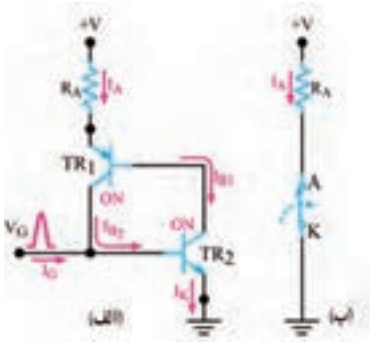
الف) با اعمال V_G مقدار جریان بیس ترانزیستور TR_2 یعنی I_{B2} افزایش می‌یابد.

ب) با زیاد شدن I_{B2} مقدار I_{C2} زیاد می‌شود.

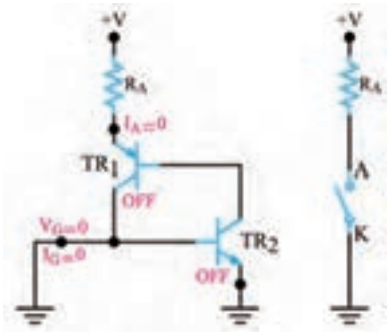
پ) چون $I_{C2} = I_{B1}$ است، با افزایش I_{C2} مقدار I_{B1} زیاد می‌شود.

ت) با زیاد شدن I_{B1} مقدار جریان I_{C1} افزایش می‌یابد.

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



شکل ۸۶



شکل ۸۵

حالت سوم ـ قطع پالس تحریک (تریگر V_G): با قطع پالس تحریک (تریگر V_G) SCR همچنان در ناحیه فعال باقی می‌ماند و آند و کاتد آن مانند یک کلید بسته عمل می‌کند.

مزایای دیگر رله جامد

از دیگر مزایای رله‌های جامد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

☑ قطع و وصل رله‌های جامد بسیار سریع‌تر از رله‌های الکترومکانیکی و کنتاکتورها بوده و زمان سویچینگ آنها، در حد میکروثانیه یا میلی‌ثانیه است.

☑ چون در زمان قطع و وصل جرقه ایجاد نمی‌کنند، برای مکان‌هایی که گازها و مواد قابل اشتعال و انفجار وجود دارد، مناسب است.

☑ به‌دلیل نداشتن قطعات متحرک در برابر لرزش و ضربه مقاوم‌تر از رله‌های الکترومکانیکی هستند.

☑ اندازه کوچک‌تری دارند.

● **انواع رله‌های 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 رله‌های جامد به‌صورت تک فاز و سه فاز نیز تولید می‌شوند.

بخش ۳

نکات مربوط به کتاب مونتاژ و دمونتاژ SMD

۱ دمونتاژ قطعات SMD
۲ مونتاژ قطعات SMD
۳ دیجیتال و کاربرد آن
۴ میکروکنترلرها
۵ مستندسازی

هویه

شکل ۸۷ـ 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 ۸۷، ۸۸، ۸۹ و ۹۰ هیتر باز شده و قسمت‌های داخلی آن را نشان می‌دهد.

شکل ۸۸ـ قسمت داخلی هیتر

شکل ۸۹ـ برد الکترونیکی و کنترل

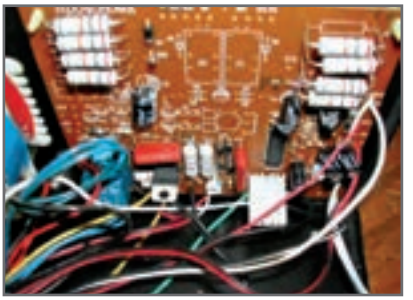
شکل ۹۰ـ مولد هوای فشرده (کمپرسور) باد

☑ قسمت‌های مختلف یک نوع هیتر دیگر با نشان دادن اجزای داخلی آن در فرایند تعمیرات را در شکل‌های ۹۱، ۹۲، ۹۳ و ۹۴ مشاهده می‌کنید.

شکل ۹۱ـ باز شدن پوشش دستگاه

شکل ۹۲ـ جداسازی مولد هوای فشرده (کمپرسور)

شکل ۹۳ـ برد الکترونیکی و کنترل درجه حرارت

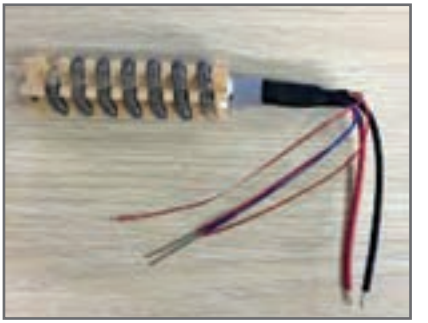


شکل ۹۴ـ برد الکترونیکی و کنترل شدت هوای فشرده

شکل ۹۵ـ مولد هوای فشرده (کمپرسور)

شکل ۹۶ـ اجزای داخلی کمپرسور

☑ در شکل‌های ۹۷ و ۹۸ مدار گسترده قطعات داخلی و اجزای دستهٔ هیتر را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۹۷ـ اجزای داخلی کمپرسور

شکل ۹۸ـ اجزای داخلی کمپرسور

خازن‌ها

• کدگذاری و کاربرد خازن‌ها

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

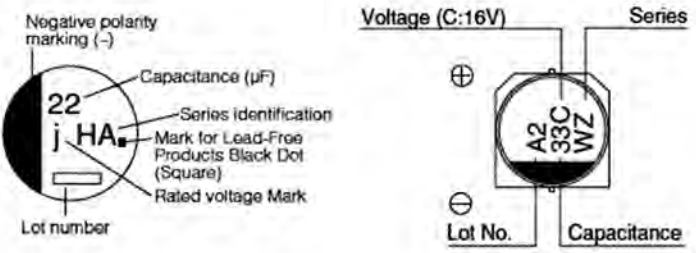
☑ برای آشنایی کامل با کدگذاری خازن‌ها، در اینترنت کلمه capacitor code chart را جست‌وجو کنید. سایت‌های مرتبط با کدگذاری خازن‌ها در دسترس قرار می‌گیرند.
☑ خازن انواع مختلفی دارد و برای هر رنج مشخص از یک نوع خازن استفاده می‌شود.

= Type polarized	Pic	Cap Range
Ceramic		pF ـ µF
Mica (silver mica)		pF ـ nF
Plastic Film (polyethylene polystyrene)		few µFs
Tantalum		µFs
OSCON		µFs
Aluminum Electrolytic		high µFs

شکل ۹۹ـ 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.

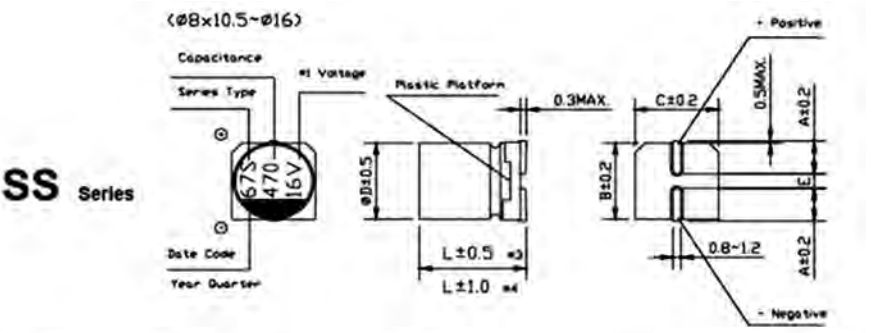


Rated Voltage Mark

j	6.3 V	V	35 V
A	10 V	H	50 V
C	16 V	J	63 V
E	25 V	2A	100 V

شکل ۱۰۰ـ کدگذاری خازن‌های الکترولیتی

☑ جهت دریافت اطلاعات دقیق‌تر می‌توان به دیتاشیت این خازن‌های الکترولیتی رجوع کرد. نمونه‌ای از دیتاشیت خازن الکترولیت SMD درشکل ۱۰۱ آمده است.



D×L	Ø4×5.4	Ø5×5.4	Ø6.3×5.4	Ø6.3×7.7	Ø8×6.2	Ø8×10.5	Ø10×10.5	Ø10×13.5	Ø12.5×13.5	Ø12.5×16	Ø16×16.5
A	1.8	2.1	2.4	2.4	3.3	2.9	3.2	3.2	4.7	4.7	5.5
B	4.3	5.3	6.6	6.6	8.3	8.3	10.3	10.3	13.0	13.0	17.0
C	4.3	5.3	6.6	6.6	8.3	8.3	10.3	10.3	13.0	13.0	17.0
E±0.2	1.0	1.3	2.2	2.2	2.2	3.1	4.4	4.4	4.4	4.4	6.7
L	5.4	5.4	5.4	7.7	6.2	10.5	10.5	13.5	13.5	16.0	16.5

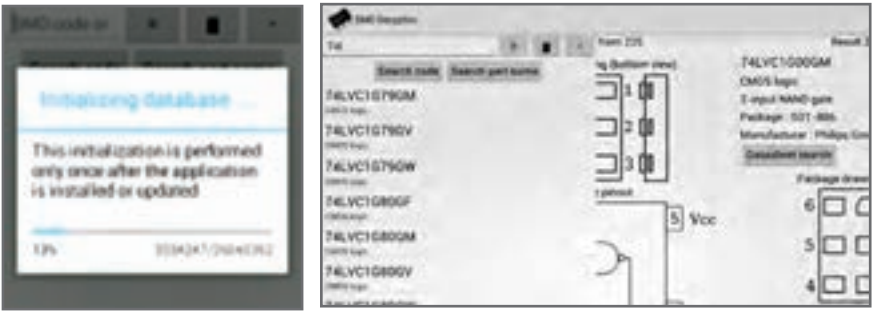
۱۰۱ــ دیتا شیت خازن الکترولیت

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 ـ package)، شرکت سازنده، نمایش پایه‌های قطعه و دریافت دیتاشیت آنها به‌دست آورید. شکل‌های ۱۰۲ محیط نرم‌افزار را نشان می‌دهد.



۱۰۲ــ فضای نرم‌افزار اندروید

نرم‌افزار smd code

☑ نرم‌افزار SMD code نیز یکی از نرم‌افزارهای مفید برای شناسایی و دریافت اطلاعات در مورد قطعات مختلف SMD از جمله آی‌سی‌های مختلف است. شکل ۱۰۳ قسمت‌هایی از محیط نرم‌افزار را نشان می‌دهد.

☑در برگه اطلاعات این نرم‌افزارها مشخصات دقیق شامل مواردی مانند شکل ظاهری، شماره پایه‌ها و کارخانه سازنده داده می‌شود، 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

۱۰۳ـ فضای نرم‌افزار 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

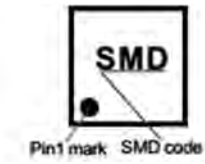
Manufactured: Infineon Technologies AG

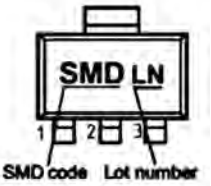
Tip: SPN03N60C3

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





۱۰۴ـ مشخصات قطعات نرم‌افزار SMD code