درس9

ترانزیستور و مدارهای توانزیستور

یک ترانزیستور دو قطبی مانند دیود ، از یک ماده نیمه رسانا تشکیل شده است . با این وجود بر خلاف دیود ، که دوناحیه ی تغلیظ مخالف و یک پیوند N -P دارد ، یک ترانزیستور دارای سه ناحیه ی نیمه رسانای تغلیظ شده ی متناوب و دوپیوند N-P می باشد . این سه ناحیه ی تغلیظ متناوب به یکی از دو شیوه ی متفاوت تنظیم شده است ، همانطور که در شکل 1-9 نشان داده است .

شکل (a) 1- 9 ، یک ترانزیستور NPNرا نشان داده است ، یک ناحیه ی نازک و سبک نوع P که تغلیظ شده و به عنوان بیس (پایگاه) شناخته شده ، میان دو ناحیه ی نوع n که امیتر (منتشر کننده) و کلکتور (جمع کننده)نامیده شده ، قرار گرفته است (B نماد بیس ، E نماد امیتر و C نماد کلکتور) . به نماد شماتیک ترانزیستور NPN در شکل (b) 1-9 نگاه کنید . شما می توانید ببینید که یک فلش استفاده شده تا رابط برق (کابل)امیتر را نشان دهد . برای کمک به یاد آوری برای نماد شماتیک ترانزیستور NPN، شاید بخواهید که بدانید زمانی که فلش امیتر درون بیس قرار نمی گیرد ، این ترانزیستور یک ترانزیستور NPN می باشد . شیوه ی ساده تراین است که فلش را به عنوان یک دیود فرض کنیم که بالای فلش یا کاتد در قطب N قرار می گیرد و پشت فلش یا آند در قطب Pقرار میگیرد ، همانطور که در شکل (b)1- 9 می بینید .

ترانزیستور NPN را میتوان در شکل (C)1-9 دید . در این نوع ترانزیستور ،ناحیه نازک و سبک تغلیظ شده ی نوع n(بیس) بین دو ناحیه ی نوع p (امیتر و کلکتور) قرار گرفته است . شکل (d) 1-9 نماد شماتیک ترانزیستور NPN را به تصویر می کشد . یک بار دیگر ،اگر فلش امیتر را یک دیود فرض کنید ، همانطور که در نقشه ی کامل شکل (d) 1-9 نشان داده ، بالای فلش یا کاتد در قطب n قرار می گیرد و پشت فلش یا آند در قطب p قرار می گیرد .

ساختار و پوشش ترانزیستور

مانند یک دیود ، سه لایه ترانزیستور NPN و PNP ، با پیوستن سه ناحیه متناوبی تغلیظ شده تشکیل نمی شوند . این سه لایه توسط فرایند انتشار تشکیل می شوند که ابتدا ناحیه ی بیس را به ناحیه ی کلکتور ذوب می کند و سپس ناحیه ی امیتر را به ناحیه ی بیس ذوب می کند . برای مثال ، در ترانزیستور NPN در شکل (a) 2-9 نشان داده است ،»فرایند ساخت » با انتشار یا ذوب ناحیه ی بیس نوع P به ناحیه کلکتور نون nشروع می شود . یک بار ناحیه ی بیس نوع Pتشکیل می شود ، ناحیه ی امیتر نوع nمنتشر می شود یا به ناحیه ی بیس نوع Pکه جدیداً منتشر شده ، ذوب می شوند تا یک ترانزیستور NPN تشکیل شود . به خاطر بسپارید که عمدتاً سازندگان هزاران از این ترانزیستور را به طور هم زمان بر روی یک صفحه یا دیسک نازک نیمه رسانا خواهند ساخت ، همانطور که در شکل (a) 2- 9 نشان داده شده است . یک بار آزمایش شد ، این دیسک ها ، که حدوداً 3 اینچ قطر دارند ، برش می خورند تا ترانزیستور را به طور مجزا جدا کند . هر ترانزیستور در پوششی قرار می گیرند همانطور که در شکل (b) 2- 9 نشان داده است . این پوشش ترانزیستور را در مقابل رطوبت و گرد و غبار محافظت خواهد کرد و وسیله ای برای اتصالات الکتریکی در میان این سه ناحیه ی نیمه رسانا . سه قطب ترانزیستور فراهم خواهد کرد و به عنوان کاهش دهنده گرما به کار خواهد رفت تا هر گونه گرمایی را که توسط ترانزیستور تولید شده از آن دور کند .

شکل 3- 9 بعضی از پوشش های ترانزیستور با قدرت پایین و قدرت بالا را به تصویر می کشد . اکثر ترانزیستور های سیگنال کوتاه با قدرت پایین به طور سر بسته و محکم در پوشش های فلزی ، پلاستیکی یا اپوکسی درجه بندی می شوند . چهار نوع از پوشش ها با قدرت پایین که در شکل (a) 3- 9 نشان داده شده دارای هر سه سیم رابط های برق که بیرون و در بالای پوشش قرار می گیرند ، می باشند زیرا انواع پوشش ها معمولاً در حفرهای صفحه مدارهای چاپی (PCB s) جای داده شده و جوش خورده اند . تکنولوژی نصب سطح (SMT) در پوشش ترانزیستور با قدرت پایین ، پایه های فلزی مسطحی دارد که مستقیماً روی PCB نصب می شوند .این پوشش های ترانزیستور ،عمدتاً PCB های با چگالی (تراکم) بالای مولفه استفاده می شود زیرا آنها نسبت به پوشش های حفره دار فضای کمتری اشغال می کنند . برای توضیح با جزئیات بیشتر ، یک پوشش ترانزیستور حفره دار ، حفره ای در وسط PCB نیاز دارد و یک پل اتصالی دور حفره تا به مدار متصل شود . با این حال ، در یک پوشش SMT، هیچ حفره ای نیاز نیست ، تنها یک لایی اتصالی کوچک . لایی ها

بدون نیاز به حفر ها و بروی صفحه های مدار چاپی می توانند کوچکتر شوند و به یکدیگر نزدیک تر شوند و در نتیجه فضای قابل توجهی ذخیره می کنند .

پوشش های با قدرت بالا در شکل (b) 3-9 نشان داده شدهاند ، و به گونه ای طراحی شده اند تا بر روی قالب ها یا شاسی های فلز ی تجهیزات نصب شوند به طوری که فلزاضافی مانند یک کاهش دهنده ی گرما عمل خواهد کرد و گرما را به دور از ترانزیستور هدایت می کند . با این پوشش های ترانزیستور با قدرت بالا دو یاسه رابط برق ممکن است بیرون از پوشش قرار گیرند . اگر تنها دو رابط برق وجود داشته باشد ، جعبه ی فلزی مانند یک اتصال کلکتور (جمع کننده) به کار خواهد رفت و دو پین بیس و امیتر خواهد بود . به انواع پوشش های ترانزیستور به طور عادی ، عدد مبنا (مرجع) داده می شود . این انتخاب ها با حروف ((TO))آغاز می شوند که به معنی طرح ترانزیستور می باشند و بدنبال آن یک عدد می آید . شکل 3- 9 بعضی مثال های تعیین کننده های مرجع ((TO)) را شامل می شود .

قسمت اول : تمرینات درک مطلب

جلوی جملات درست T و جلوی جملات نادرست F بگذارید . پاسخ های تان را توجیه کنید .

یک ترانزیستور NPN به طور عادی طوری با یاس می شود که بیس آن باشد . (f)

پوشش ترانزیستور ، گرمای تولید شده توسط ترانزیستور را ذخیره می کند . (f)

ترانزیستور یکی یکی ساخته شده اند . (f)

پوشش های تکنولوژی سطح کمتری را اشغال می کنند . (t)

جعبه ی فلزی پوشش با قدرت بالا مانند اتصال کلکتور به کار می رود . (t)

کاربردهای ترانزیستور

تاثیر ترانزیستور در الکترونیک چشم گیر بوده.این تاثیر با صنعت نیمه رسانایی چند میلیارد دلاری شرو شد وعنصر کلیدی پشت بیشتر اختراعات بود مانند:مدارهای IC ,ابزارهای الکترونیکی نوری , کامپیوتر الکترونیکی . در همه این کاربردهاترنزیستور برای اینکه به یکی از دور روش زیر عمل کند ساخته شد:یا مانند کلید و یا مانند مقاومت متغیر.حالا اجازه دهید به طور مختصر مثالی از هر یک از این روش بیان کنیم.

مدار گیت منطقی دیجیتال. یک مدار گیت منطقی دیجیتالی استفاده می کند از روشن و خاموش کردن ترنزیستور.مدارهای دیجیتال هستند اغلبه عنوان مدار های جابجایی یا دوتایی زیرا وسیله اصلی کنترل آن ها(ترانزیستور) تغییر میکند بین دو حالت روشن و خاموش.ترانزیستور هست بسیار مهم از همه مدارهای الکترونیکی دیجیتال.برای مثال:ترانزیستورها استفاده می شوند برای ساخت مدار های لوجیک گیت.و گیت ها استفاده می شوند برای ساخت مدارهای فیلیپ فلاپ این مدارها برای ساخت ثبات و مدارهای شمارشگر و این مدارها برای ساخت ریزپردازنده ها , حافظه و مدارهای ورودی/ خروجی –سه قطعه اصلی در کامپیوتر دیجیتال- استفاده می شوند.

مدار آمپلی فایر آنالوگ.وقتی استفاده می شود به عنوان مقاومت متغی , ترانزیستور هست عنصر کنترل کننده در بیساری از کاربردهای مدارهای خطی و آنالوگ مانند:آمپلی فایرها, اوسیلاتورها, مودولاتورها, دیکتور(آشکارسازها), رگولاتورها و غیره.

مهم ترین این کاربردهاوتقویت می باشد که قدرت را تقویت میکند و افزایش می دهد دامنه سیگنال های الکترونیکی.

خصوصیات و اشکال مدار ترانزیستور دو قطبی

ما قبلا دیدیم که چگونه ترانزیستور پیوندی دو قطبی می تواند در مدارهای جابجایی دوتایی دیجیتال و مدارهای خطی و آنالوگ مانند آمپلی فایر استفاده شود. در همه این ارتباطات و اشکال متفاوت مدار, ترانزیستور دو قطبی به عنوان عنصر اصلی کنترل با یکی سه رابط برق استفاده شده تا به عنوان یک مرجع مشترک استفاده شوند و دو رابط برق دیگر به عنوان یک ورودی و یک خروجی استفاده شوند. با اینکه هزاران کاربرد مدار ترانزیستور دو قطبی بسیار متفاوتی وجود دارند, تمام این مدارها می توانند به یکی از سه گروه تقسیم شوند که در آن یکی از رابط های برق ترانزیستور به عنوان مرجع مشترک استفاده می شود. این سه اشکال مختلف مدار در شکل(8-9) نشان داده

شده اند.شکل مدار ترانزیستور دو قطبی با امیتر مشترک (C-E) در شکل a (8-9) نشان داده که سیگنال های ورودی بین بیس و امیتر به کار رفته اند در حالی که سیگنال های خروجی بین کلکتور و امیتر قرار می گیرند. در این تنظیم مدار , سیگنال ورودی, جریان بیس ترانزیستور را کنترل می کند که اصطلاحا جریان کلکتور خروجی ترانزیستور را کنترل می کند و رابط برق امیتر هم برای ورودی و هم خروجی مشترک می باشد.به همین نحو , شکل مدار با بیس مشترک (C-B)در شکل b (8-9) نشان داده که سیگنال ورودی میان امیتر و بیس ترانزیستور بکار رفته است و سیگنال خروجی در میان کلکتور و بیس ترانزسیتور توسعه یافته است و بیس هم برای ورودی و هم برای خروجی مشترک میباشد .در پایان شکل مدار با کلکتور مشترک (c-c)در شکل (c)8-9 نشان داده که ورودی میان بیس و کلکتور بکار رفته است , خروجی در میان امیتر و کلکتور توسعه یافته , و کلکتور هم برای ورودی و هم خروجی مشترک میباشد.

مطالب خوندنی بیشتر

شکل 4-9یک ترانزیستور دوقطبی npnرانشان می دهدونقشه تکمیلی نشان می دهد چگونه ترانزیستور می تواند به عنوان در بر دارنده ی دو دیودفرض شود :دیود بیس به کلکتورودیودبیس به امیتر .در یک ترانزیستورnpnهردودیودها پشت به پشت خواهند بود ودرداخل به سمت بیس قرار نمی گیرد، همانطورکه درنقشه تکمیلی درشکل 4-9نشان داده است .درمورد ترانزیستورpnp،دیودهای بیس کلکتوروبیس امیتر، هردوبه سمت بیسقرارخواهندگرفت.

اسا سا ، ترانزیستور ها کنترل وتنظیم می شوند تا مانند یک سوئچ)کلید (عمل کنند یا مانند یک مقاومت متغییر عمل کنند .حالا به ما اجازه دهید هریک از این دو حالت عملکرد را آزمایش کنیم .

فعلیت خاموش وروشن کردن ترانزیستور ، شکل 5-9به تصویر می کشد که چگونه ترانزیستور می تواند برای عمل کردن مانند یک کلید ساخته شود .این فعالیت روشن وخاموش کردن ترانزیستور توسط دیود ترانزیستوری بیس به امیتر کنترل می شود e-bاگردیود ب ـی از ترانزیستور بایاس معکوس باشد ، ترانزیستور خاموش خواهد بود.

برای شروع اجازه دهید ببینیم چگونه ترانزیستور می تواند روشن شود .در شکل (a)9-5دیود ب-ی ترانزیستور ، بایاس مستقیم دارد)آند دربیس 5v+می باشد وکاتد درامیتر ovمیباشد (وترانزیستور روشن خواهد بود .قطب های خروجی کلکتور وامیتر آن با یک کلید بسته برابر خواهند بود .

همانطور که درشکل (b)9-5نشان داده است .این مقاومت پایین بین کلکتور وامیتر ترانزیستورجریان (i)راایجادخواهد کرد ،همان طور که در شکل (b)5-9نشان داده است .ولتاز خروجی در این شرایط صفر ولت خواهد بود ، زیرا تمام 10V+ولتاز ذخیره درمقاومت (R)

قرارخواهد گرفتراه دیگری برای توضییح ان ،این است که بگوییم مسیرمقاومت پایین میان امیتروکلکتورترانزیستورولتازصفرپتانسیل امیتر رابه خروجی)ولتازخروجی(متصل می کند.

حالا اجازه بدهیدببینیم چگونه ترانزیستور می تواند خاموش شود .درشکل 5-9 (C)، ترانزیستور برای ولتاز ورودی بیس خود ف ولتاز صفر بکار برده است .در این شرایط ،دیود B-Eترانزیستوربایاس معکوس می باشد آند در OVوکاتد درامیتر OVمی باشد . بنابرین ترانزیستور خاموش خواهد بود وقطب های خروجی کلکتور وامیترآن با یک کلید باز برابر خواهد بود ، همان طور که در شکل 5-9نشان داده است .این مقاومت بالا بین کلکتوروامیترترانزیستور از هرنوع جریان وهرنوع ولتازی جلوگیری خواهد کردودرنتیجه ولتازذخیره کامل 10+ Vبرای ولتاز خروجی به کار برده می شود .همان طور که در شکل 5-9 ((Dنشان داده است.

فعالیت مقاومت متغییر ترانزیستور.هم چنین ترانزیستور می تواند مانند یک مقاومت متغییر انجام وظیفه کند .همان طور که در معادل شکل 6-9نشان داده است در شکل 5-9ما دیدیم چگونه ولتاز بایاس 5+در ورودی بیس مقاموت پایینی را بیس امیتر وکلکتور ایجاد خواهد کرد جدول شکل 6-9نمونه ای از ارتبا میان ولتاز بایاس ورودی ومقاومت امیتر وکلکتور نشان می دهد .در این جدول می توانید ببینید که ترانزیستور تنها میان دوجریان کاملا روشن وکاملا خاموش اشاره نمی کند .وقتی ولتاز ورودی بیس در بعضی سطوح ولتاز بین 5OV,+می باشد ، ترانزیستور ، تا اندازهای)اندکی (روشن می شود .از این رو این مقاومت ، مقاومت امیتربه کلکتور در ترانزیستور

در بعضی جاها بین)صفر (اهم وبالاترین حد اهم می باشد .برای مثال ، وقتی VB = 4+ Vاست ، ترانزیستور کاملا روشن نمی باشد ومقومت امیتر به کلکتور آن کمی بالاتر خواهد بود حدود) 100صداهم. (اگر ولتاز بایاس ورودی بیس به 3+Vکاهش یابد برای مثال می توانید ببینید در جدول که مقاومت امیتر به کلکتور 10کیلو اهم افزایش خواهد یافت .کاهشهای بیشتر در ولتاز ورودی بیس باعث افزایش بیشتر امیتر به کلکتور RC-E OV =VBوبالاترین اهم RC-Eخواهد شد.