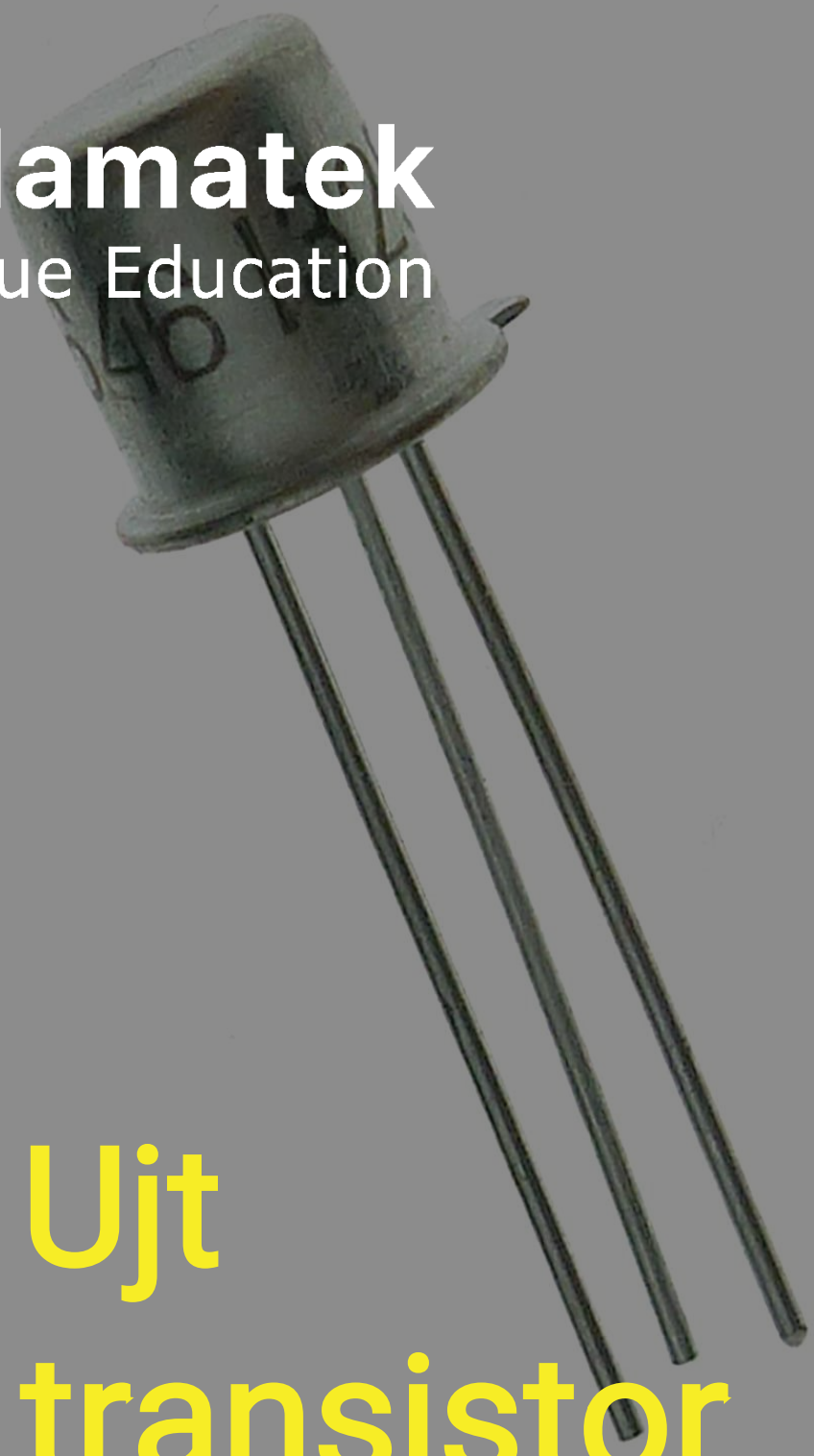
Namatek
True Education



Ujt transistor

آشنایی با ترانزیستور تک پیوندی (UJT)

www.namatek.com

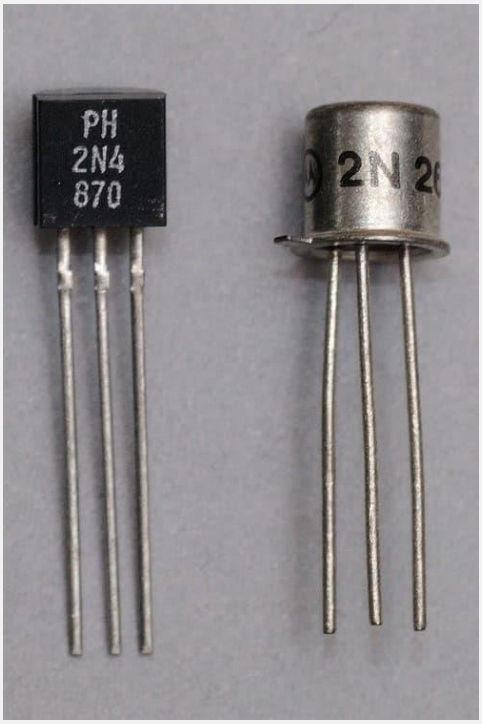
www.namatek.com

فهرست مطالب

1. ترانزیستور UJT چیست؟
2. انواع ترانزیستور UJT
3. ساختمان ترانزیستور تک پیوندی
4. ترانزیستور تک پیوندی چگونه کار می کند؟
5. کاربردهای ترانزیستور تک پیوندی
6. ولتاژ RB1 ترانزیستور

آشنایی با انواع مختلف خانواده های ترانزیستورها برای هر مهندس الکترونیک ضروری است که در این دسته یکی از مهم ترین انواع ترانزیستور ujt است. ترانزیستور های تک پیوندی یکی از انواع پرکاربرد هستند که ساختارشان متفاوت با سایر ترانزیستورهاست. در این مقاله با این نوع خاص، مدار داخلی آن و کاربردهایش آشنا خواهیم شد.

ترانزیستور UJT چیست؟



ترانزیستور هایی که تک پیوندی یا به اسم دیگرشان تک اتصالی (unijunction transistor) هستند تنها یک پیوند p-n دارند که همچون یک کلید الکترونیکی کار می کند. این ترانزیستور مانند دیود ها از قطعات نیمه هادی نوع p و n تشکیل شده است. اگرچه ترانزیستور تک پیوندی از خانواده ترانزیستور ها است ولی تفاوت هایی هم با آنها دارد.

برای مثال ویژگی های سوئیچینگ آنها با ترانزیستور های دو قطبی و ترانزیستور های اثر میدان متفاوت است. مخترع این ترانزیستور در حال تحقیق درباره لامپ چهار قطبی (tetrode) بود و این ترانزیستور به عنوان محصول جانبی در کارخانه جنرال الکتریک اختراع شد و در سال 1953 ثبت شد.

انواع ترانزیستورUJT

سه نوع ترانزیستور تک پیوندی وجود دارد:

1- ترانزیستور **UJT اصلی** از تکه های نیمه هادی از نوع n که در طول آن یک ماده نیمه هادی نوع p نفوذ داده شده است تشکیل می شود. مشهورترین قطعه این ترانزیستور 2 N2646 است.

2- ترانزیستور **تک پیوندی مکمل (CUJT)** برعکس نوع بالا از یک ماده نیمه هادی از نوع p که در طول آن یک ماده نوع n نفوذ داده شده است تشکیل می شود. مشهور ترین قطعه این ترانزیستور 2 N6114 است.

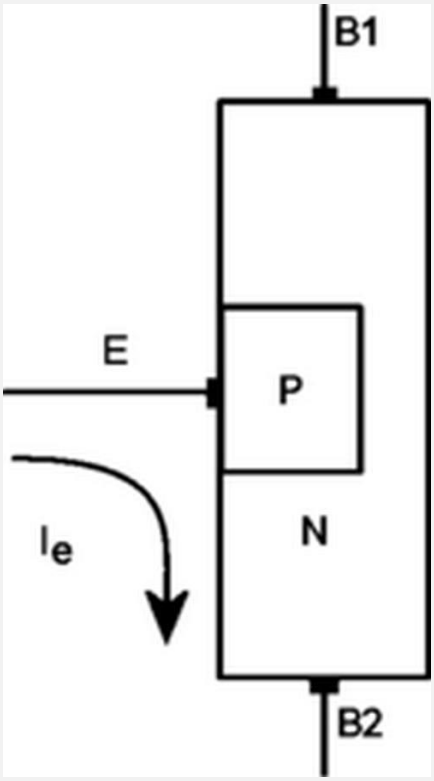
3- ترانزیستور **تک پیوندی قابل برنامه ریزی (PUT)** یک عنصر دارای چند پیوند p-n است این قطعه خیلی به تریستور شباهت داد و از چهار لایه n و p تشکیل شده است. از ویژگی های این قطعه می توان به دارای سه سر بودن آن که آند و کاتد در لایه های اول و آخر اتصال دارند و پایه گیت به یک از لایه های میانی (نزدیک به آند) متصل است اشاره کرد. این قطعه نمی تواند به طور مستقیم جایگزین UJT شود اما می تواند عملکرد مشابهی داشته باشد. از مشهور ترین قطعه های این نوع ترانزیستور می توان به 2N6027 و 2N6028 اشاره کرد.

ساختمان ترانزیستور تک پیوندی

ترانزیستور تک پیوندی دارای سه پایه است:

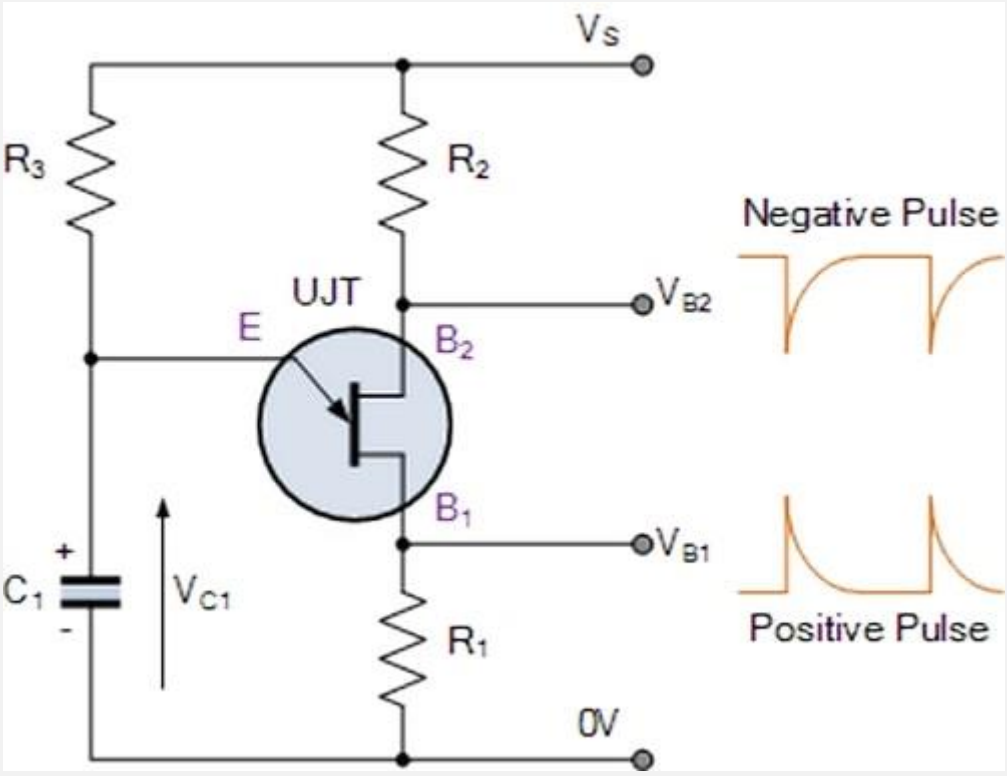
دو عدد بیس (B1 و B2) و یک امیتر(E) .

به نیمه هادی نوع n با ناخالصی کم که دو اتصال اهمی پایه های B1 و B2را به دو سر آن وصل می کند بیس می گویند. پایه امیتر به یک ناحیه نیمه هادی p با ناخالصی بالا متصل شده است که یک پیوند p-n در داخل ساختار تشکیل می دهد. زمانی جریان بسیار کوچکی از B1 به سمت B2 جاری می شود که هیچ اختلاف پتانسیلی مابین امیتر و هر کدام از دو پایه بیس نباشد و زمانی یک جریان شدید از سوی امیتر جاری شده و با جریان قبلی جمع شده و باعث می شود جریان نسبتا بزرگی از B2 خارج شود که اختلاف پتانسیل بزرگی (ولتاژ تحریک) مابین پایه امیتر و پایه های بیس قرار گیرد.



نماد ترانزیستور تک پیوندی شبیه ترانزیستور پیوندی اثر میدان (JEFT) است ولی تفاوت هایی هم دارند. اولین تفاوت این است که یک فلش خمیده نشان دهنده امیتر (E) در نماد ترانزیستور UJT وجود دارد. دومین تفاوت بین عملکرد کانال های اهمی ترانزیستور (UJT و JEFT) است که نباید با هم اشتباه گرفته شوند.

ترانزیستور تک پیوندی چگونه کار می کند؟



همین طور که در تصویر بالا می بینید کانال نوع N شامل دو مقاومت سری R_{B1}و R_{B2} و یک دیود ایده آل است.

پیوند p-n متصل به نقطه مرکزی مقاومت ها را با نماد D نشان می دهند. این پیوند p-n امیتر قابل تغییر نمی باشد زیرا در هنگام ساخت در امتداد کانال اهمی قرار می گیرد. مکان موقعیت های مقاومت R_{B1} و R_{B2} باهم فرق دارد. مقاومت R_{B1} بین امیتر (E) و پایانه B1 است ولی مقاومت RB2 بین امیتر (E) و پایانه B2 است. مقدار مقاومت RB2 کمتر از RB1 خواهد بود زیرا موقعیت فیزیکی پیوند p-n به پایانه B2 نسبت به پایانه B1 نزدیک تر است.

مقاومت نوار سیلیکونی (مقاومت اهمی آن) به ابعاد فیزیکی کانال سیلیکونی نوع N و به سطح دوپینگ نیمه هادی بستگی دارد اما می توان

آن را به شکل RBB نمایش داد. اگر ما این مقاومت را با اهم سنج اندازه گیری کنیم میزان مقاومت برای اغلب ترانزیستور ها 4 تا 10 کیلو اهم خواهد بود. این دو مقاومت یک شبکه مقسم بین دو پایانه ترانزیستور تک پیوندی تولید می کنند و چون این کانال از B2 تا B1 گسترش یافته شده است وقتی یک ولتاژ در دو سر دستگاه اعمال شود پتانسیل در هر نقطه در طول کانال برابر با موقعیت آن بین پایانه های B2 و B1 خواهد بود. به همین دلیل شدت ولتاژ به میزان ولتاژ منبع تغذیه بستگی دارد. وقتی که ترانزیستور ujt در یک مدار مورد استفاده قرار می گیرد امیتر به عنوان ورودی دستگاه عمل می کند و پایانه B1 به زمین وصل می شود.

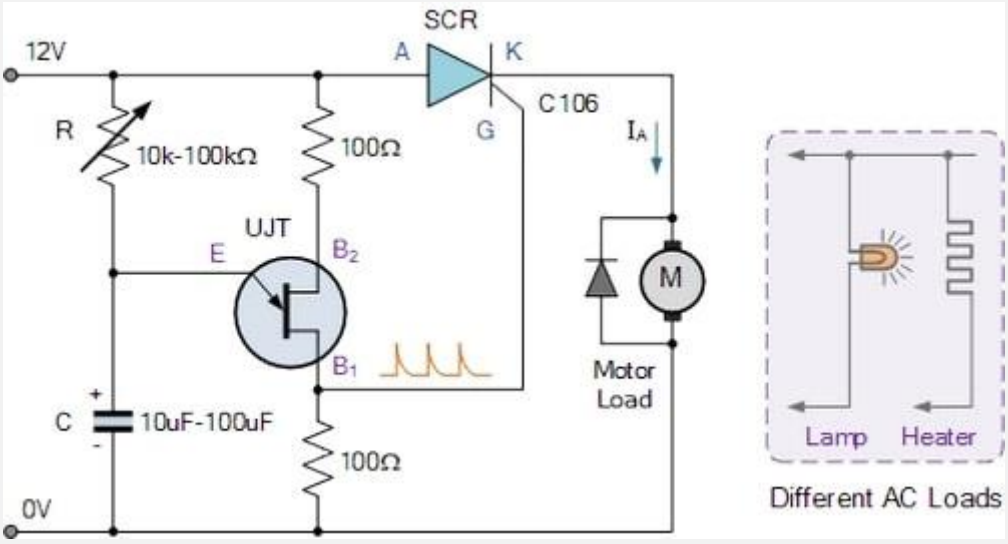
کاربردهای ترانزیستور تک پیوندی

از کاربردهای ترانزیستور تک پیوندی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ترایاک
- دستگاه راه اندازSCR
- نوسان ساز های ساده
- کنترل فاز
- مدار های زمان بندی

یکی از ساده ترین مدار هایUJT ، نوسان ساز رلاکسیون تولیدکننده شکل موج های غیر سینوسی است. در ساختمان مدار های نوسان ساز رلاکسیون ترانزیستورUJT ، پایانه امیتر به محل اتصال سری مقاومت و خازن در مدار RCمتصل می شود.

مدار کنترل سرعت



برای کنترل سرعت موتور یونیورسال AC یا DC باید UJT را به عنوان مدار راه انداز کنترل فاز در اتصال با یک SCR یا ترایاک قرار دهیم. ما با استفاده از تصویر زیر می توانیم سرعت یک موتور سری یونیور سال را جریان جاری از طریق SCR را تنظیم و کنترل کنیم. برای اینکه فرکانس پالس دندان اره ای را تغییر دهیم باید مقدار پتانسیومتر را تغییر دهیم که می توان با استفاده از آن سرعت موتور ها را کنترل کرد.

ولتاژ RB1 ترانزیستور

$$V_{RB1} = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} \times V_{BB}$$

در تصویر بالا نسبت مقاومت RB1 به RBB برای ترانزیستور تک پیوندی را مشاهده می کنید. نسبت ولتاژ شکست درونی را با حرف یونانی η نشان می دهد. مقدار استاندارد معمولی η برای اکثر ترانزیستور های تک پیوندی از 0.5 تا 0.8 است.

فعال و غیر فعال شدن ترانزیستور ujt

در صورتی که یک ولتاژ مثبت در صورتی که از ولتاژ دو سر مقاومت کوچکتر است به نقطعه پایانه ورودی امیتر وارد کنیم ترازنیستور تک پیوندی غیر فعال و خاموش می شود و جریان جاری صفر می شود زیرا پیوند p-n دیود در بایاس منفی قرار می گیرد. بنابراین امپدانس بالایی تولید شده و قطعه عمل نمی کند.

برای اینکه ترانزیستور عمل کند ولتاژ ورودی امیتر را افزایش می دهیم و هرگاه از V_{RB1} بیشتر شود و (یا ηVBB + 0.7 V به طوری که 0.7 V معادل افت ولتاژ پیوند P-N باشد) ترانزیستور تک پیوندی عمل می کند. زیرا پیوند p-n در بایاس مثبت قرار می گیرد به همین دلیل جریان امیتر ηI_E از امیتر به منطقه پایه جریان می یابد.

ترانزیستور تک پیوندی را می توان به عنوان یک دستگاه شکست ولتاژ در نظر گرفت چرا که جریان امیتر اضافی جاری در پایه باعث کاهش بخش مقاومتی کانال پیوند امیتر و پایانه B1 می شود. این کاهش به این معنی است که بایاس مثبت (مستقیم) پیوند امیتر بیشتر شده و باعث افزایش جریان جاری می شود در نتیجه به ایجاد مقاومت منفی در پایانه امیتر منجر

می شود. در این حالت اگر ولتاژ ورودی بین امیتر و پایانه B1 از ولتاژ آستانه شکست (Breakdown) کمتر شود مقدار مقاومت RB1 زیادتر می شود.