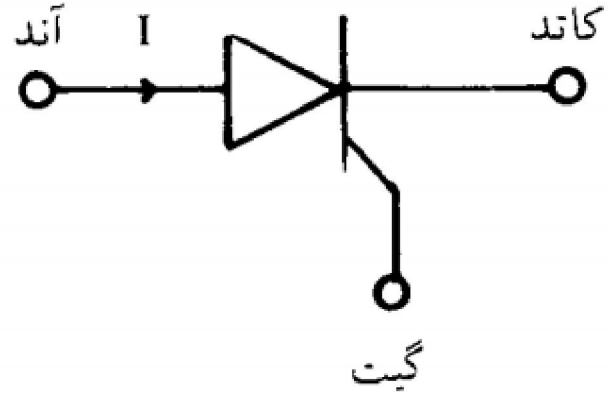
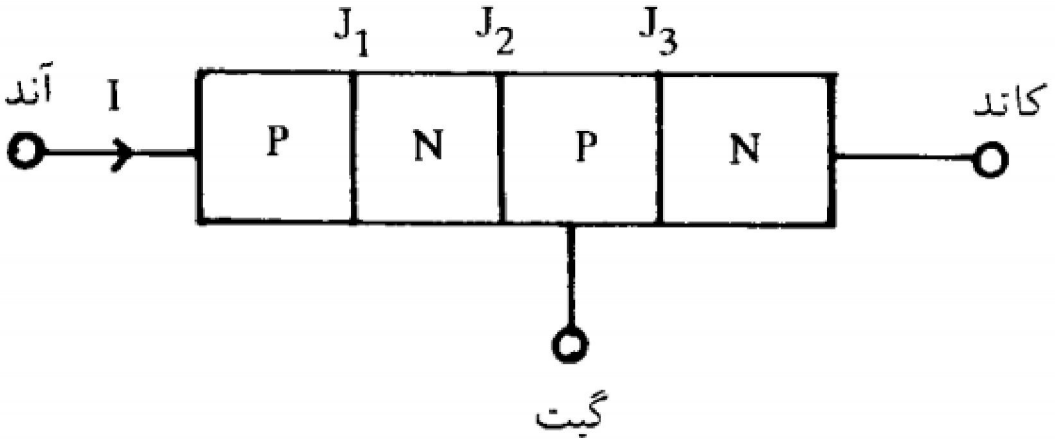
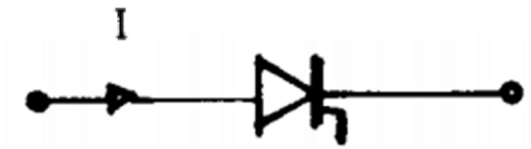
# وسایل نیمه هادی الکترونیک قدرت:
# تریستور
# یا
# SCR

Solid-state Controlled Rectifier

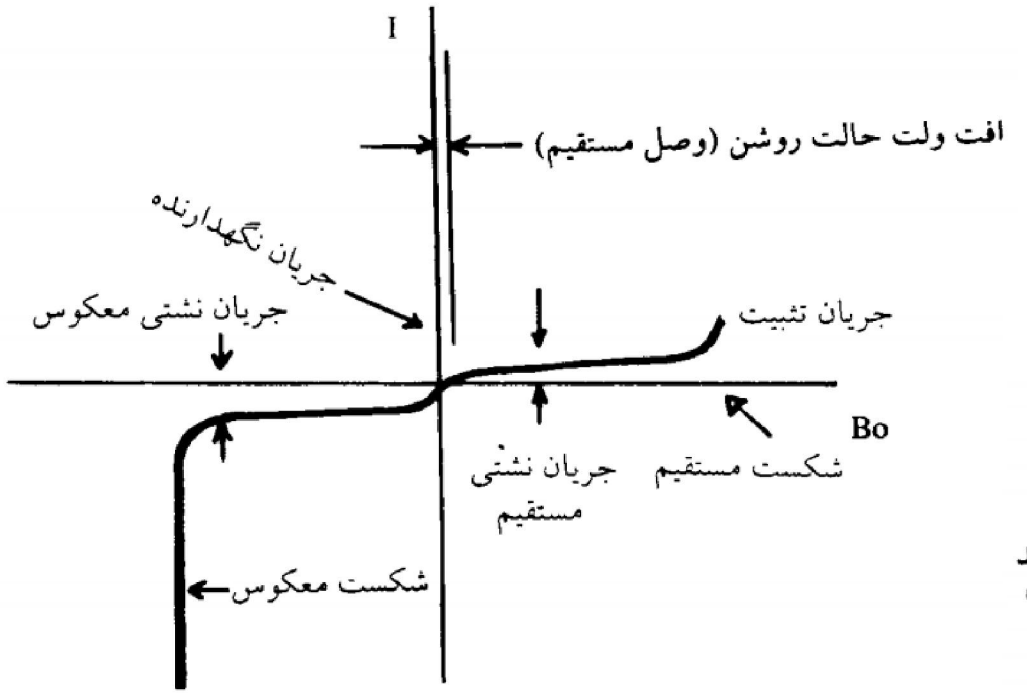
## ساختار و شکل مداری:

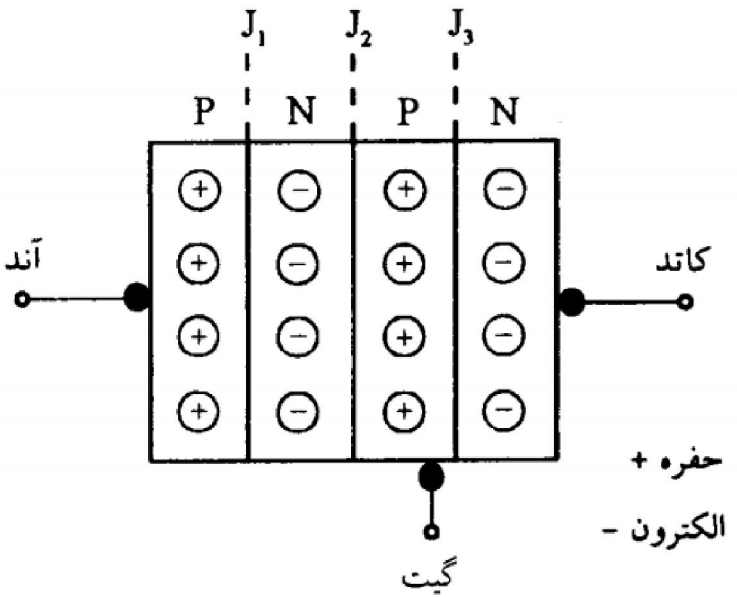


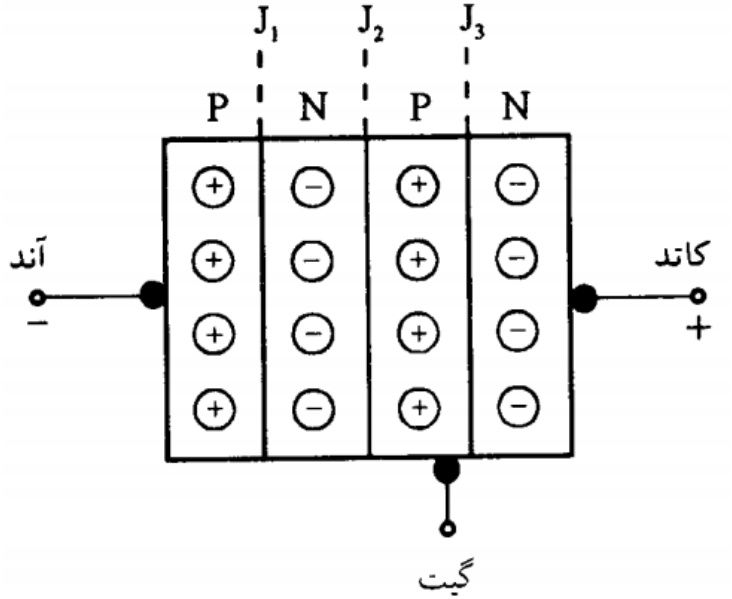



## مشخصه تریستور در غیاب سیگنال گیت



## بایاس معکوس

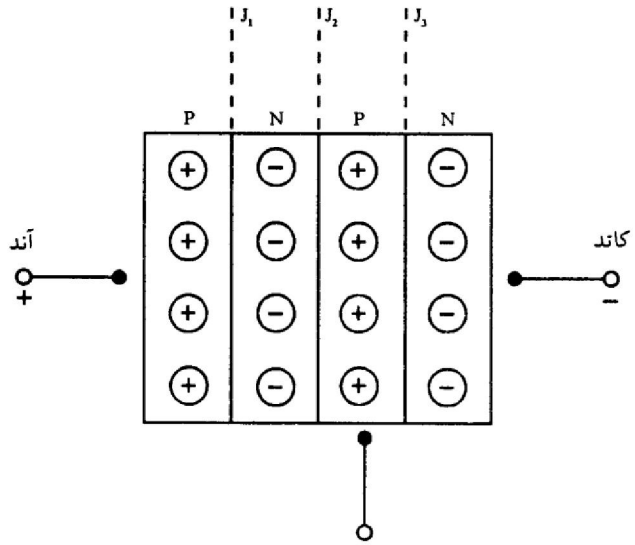



پیوند $J_1$ که خالی از حاملهای بار شده است، بایاس معکوس گردیده و مانع عبور جریان می‌شود. پیوند $J_2$ که از حاملهای بار پر شده است، بایاس مستقیم گردیده و می‌تواند باعث عبور جریان شود. پیوند $J_3$ همانند پیوند $J_1$ است و مانع عبور جریان می‌گردد.

بنابراین در بایاس معکوس، تا قبل از رسیدن به نقطه شکست، دو پیوند $J_1$ و $J_3$ سدکننده و مانع عبور جریان هستند و فقط جریان نشتی معکوس[1] کوچکی از تریستور عبور می‌کند. در این حالت گفته می‌شود که وسیله در حالت مسدود معکوس[2] قراردارد.

۱- Reverse leakage current

۲- Reverse blocking state



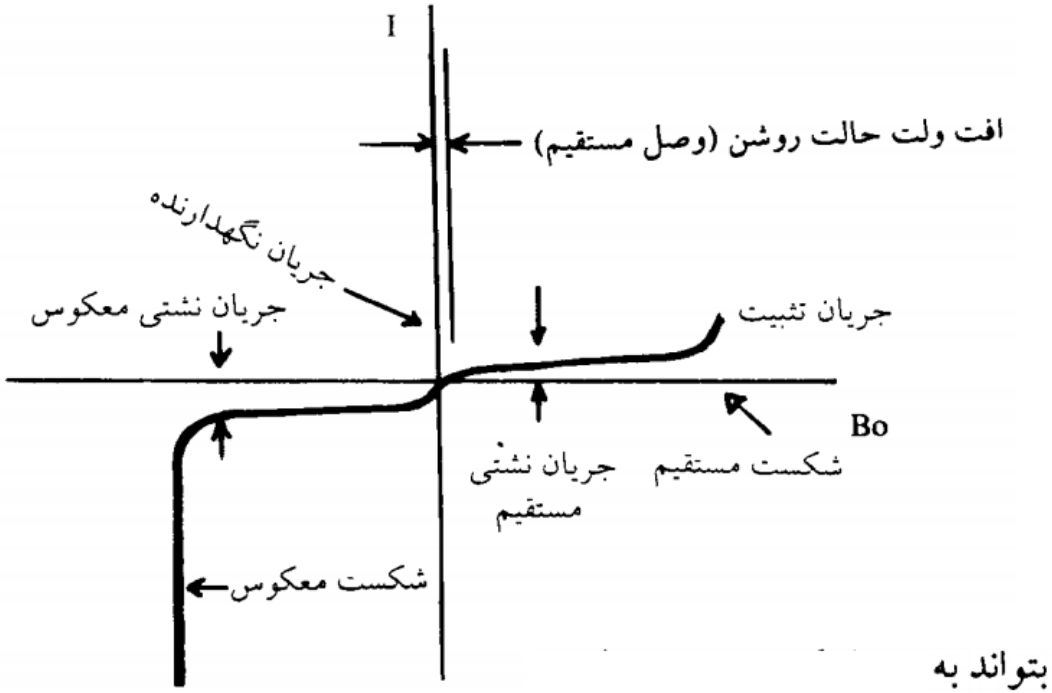

پیوند $J_1$ که از حاملهای بار پر شده است، بایاس مستقیم گردیده و هادی جریان است.
پیوند $J_2$ که از حاملهای بار خالی شده است، بایاس معکوس شده و مانع عبور جریان است.
پیوند $J_3$ همانند پیوند $J_1$ از حاملهای بار پر شده است و عبور جریان را آزاد می‌کند.

بنابراین در بایاس مستقیم، پیوند $J_2$ سدکننده است و از تریستور فقط جریان نشتی مستقیم[۳] کوچکی عبور می‌کند. در این حالت، وسیله در حالت مسدود مستقیم[۴] قرار دارد.

۳- Forward leakage current

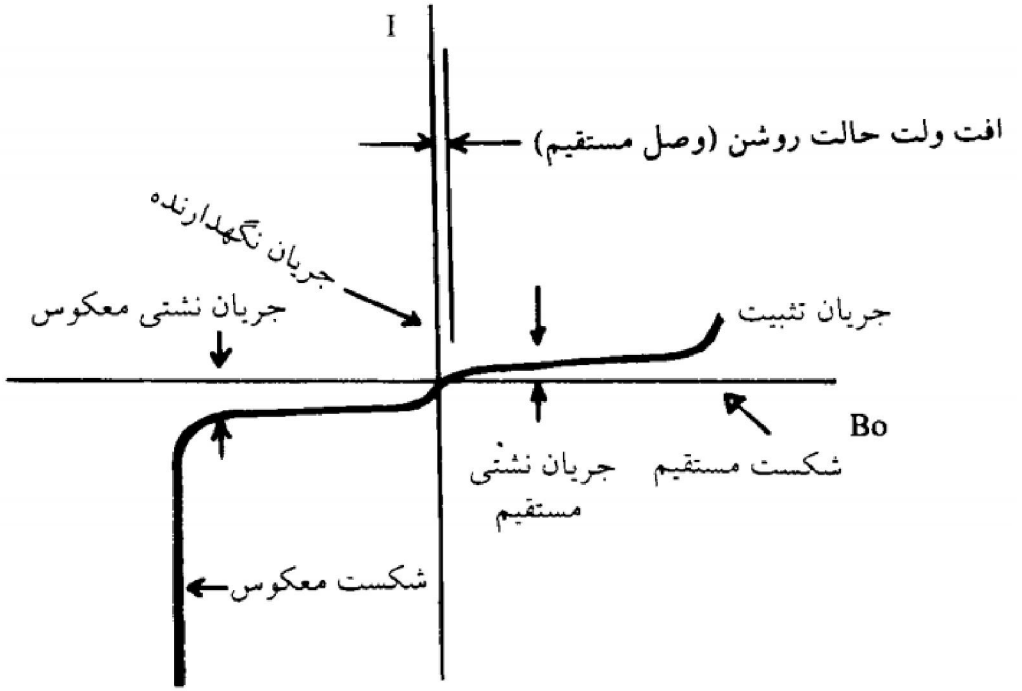
۴- Forward blocking state

## بررسی حالت روشن تریستور (بدون اعمال سیگنال گیت)



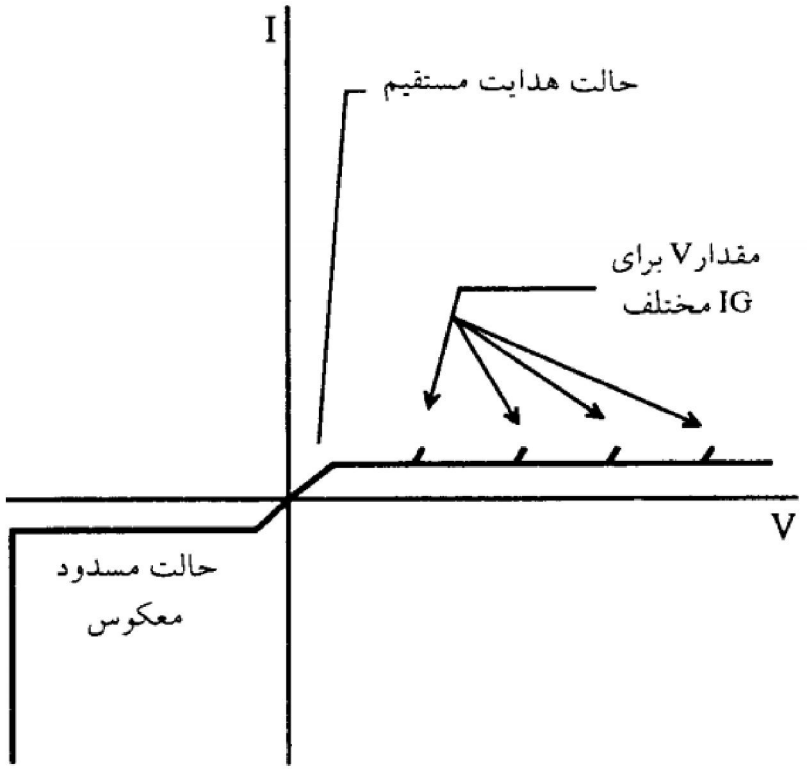

بنابراین برای اینکه تریستور بتواند به حالت روشن (وصل) برسد و دران باقی بماند، بایستی مطابق شکل جریان آند به مقدار جریان تثبیت کننده برسد و از مقدار جریان نگهدارنده کمتر نگردد. این مقدار جریان برای نگاه داشتن میزان موردنیاز عبور حاملهای بار لازم است.در غیراین صورت به محض اینکه ولتاژ آند -کاتد کاهش یابد وسیله به حالت مسدود باز می‌گردد. بطور نمونه جریان تثبیت دو برابر جریان نگهدارنده است اما مقدار هر دو کم بوده و از یک درصد جریان نامی هم کمتراست.

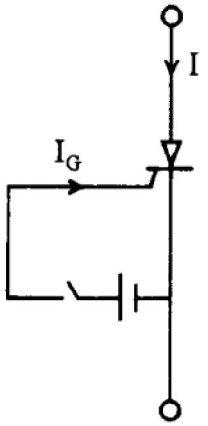
## بررسی حالت خاموش تریستور (بدون اعمال سیگنال گیت)

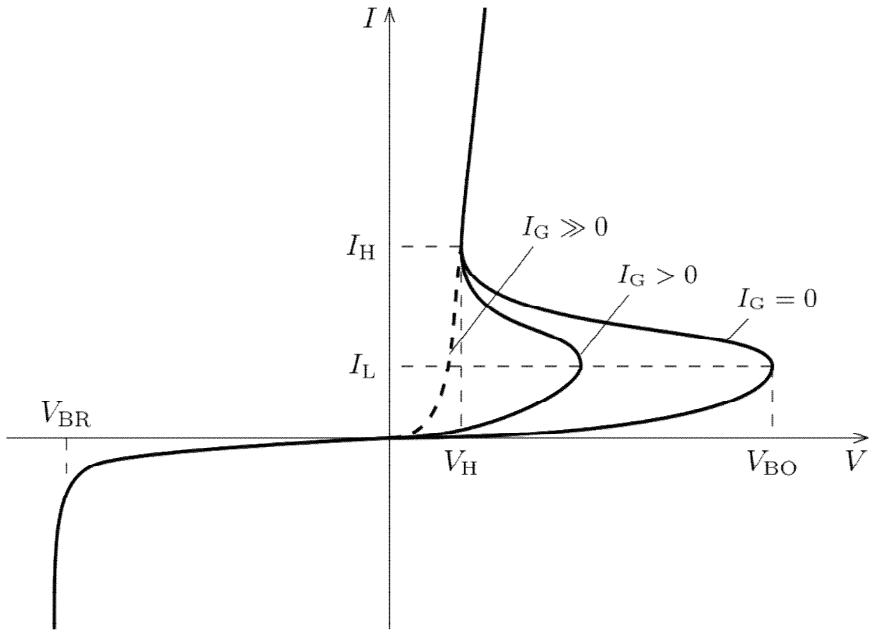



هنگامی که تریستور بایاس معکوس می‌شود رفتار وسیله مانند دو دیود است که بطور سری بهم متصل‌اند و ولتاژ معکوس به دو سر آن اعمال می‌شود.

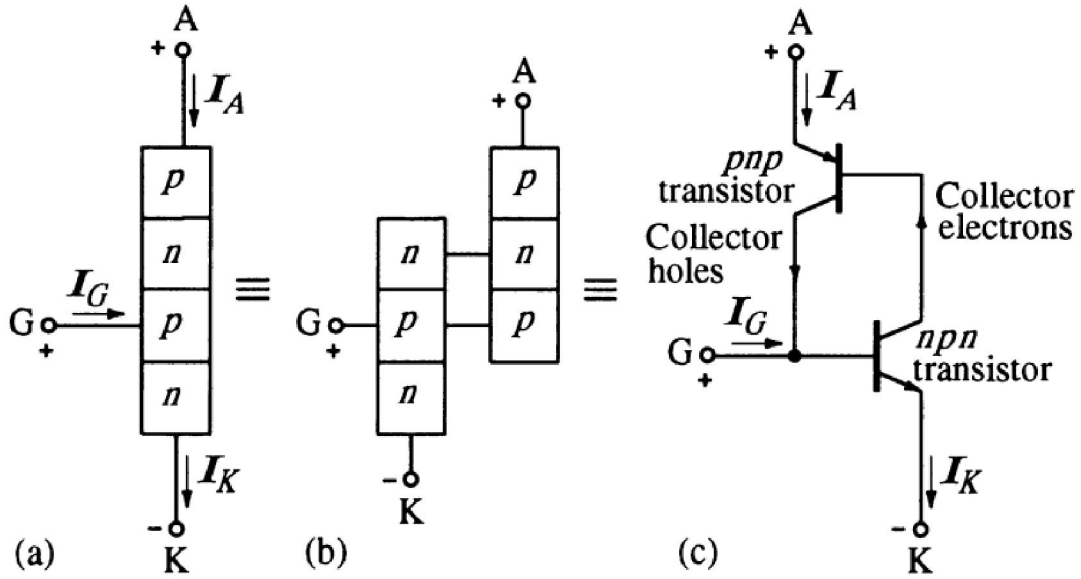
می‌توان نتیجه گرفت که تریستور یک عنصر دو حالتی است، یکی حالت روشن (وصل) و دیگری حالت خاموش (قطع). عبور از حالت قطع به حالت وصل که با افزایش ولتاژ بایاس مستقیم تا رسیدن به ولتاژ شکست (عبور) مستقیم $V_{BO}$ تحقق می‌یابد، روشن کردن نامیده می‌شود. عکس این حالت که خاموش کردن نام دارد با کاهش جریان آند به میزان کمتر از جریان نگهدارنده $I_h$ عملی می‌شود.

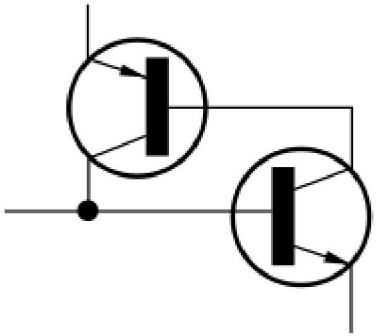

I
حالت هدایت مستقیم
مقدار V برای
IG مختلف
V
حالت مسدود
معکوس

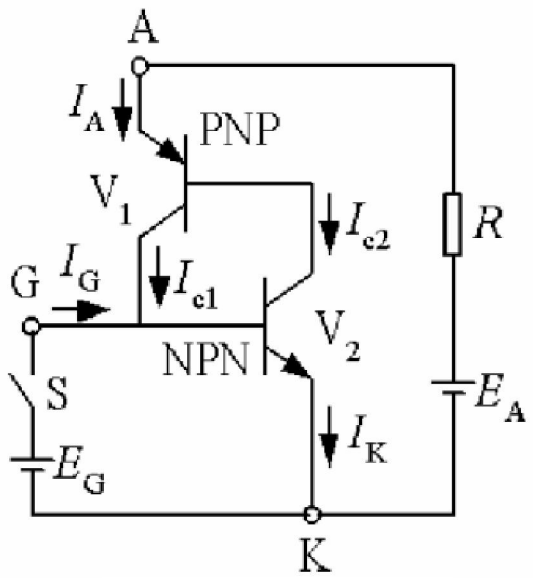

I
$I_G$


$I$
$I_H$
$I_L$
$I_G \gg 0$
$I_G > 0$
$I_G = 0$
$V_{BR}$
$V_H$
$V_{BO}$
$V$

## مدل دو ترانزیستوری






$$I_{c1}=\alpha_1 I_A + I_{CBO1}$$

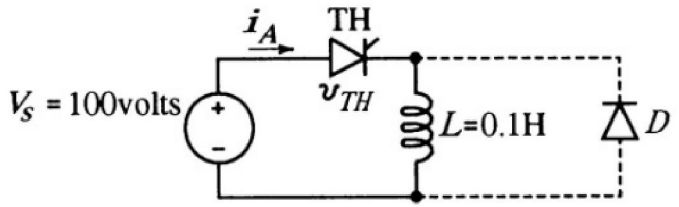
$$I_{c2}=\alpha_2 I_K + I_{CBO2}$$

$$I_K=I_A+I_G$$

$$I_A=I_{c1}+I_{c2}$$

$$\Rightarrow \quad I_A=\frac{\alpha_2 I_G + I_{CBO1}+I_{CBO2}}{1-(\alpha_1+\alpha_2)}$$

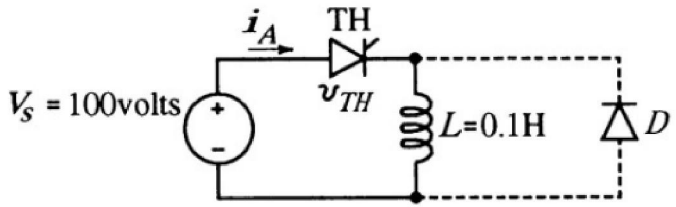
مثال: یک سیم‌پیچ هدایت بالا (بدون مقاومت) توسط یک منبع ایده‌آل و یک تریستور به عنوان کنترلر، شارژ می‌شود. دیود D یک دیود هرزگرد [۱۶] است. اگر جریان راه‌اندازی [۱۷] تریستور ۴ میلی‌آمپر باشد، مدت زمانی را که پالس گیت باید اعمال شود تا از روشن شدن تریستور اطمینان حاصل شود، محاسبه کنید [۱].




شکل ۴.۱: مثال

[16] Freewheeling
[17] Latching Current

راه‌حل: با توجه به اطلاعات محدود مسئله، باید تریستور را ایده‌آل فرض کنیم. یعنی، با اعمال پالس گیت تریستور بدون تاخیر روشن می‌شود و امپدانس آن را صفر در نظر بگیریم. طول پالس گیت باید به اندازه‌ای باشد که جریان اصلی را از صفر به ۴ میلی‌آمپر برساند. پالس گیت در $t = ۰$ آغاز می‌شود. از قانون ولتاژ کیرشهف داریم:




$$V_s = v_{th} + L\frac{di_A}{dt}$$

اما $v_{th} = V_{th(on)} = ۰$، بنابراین با انتگرال‌گیری داریم:

$$i_A = (\frac{V_s}{L})t + C$$

که C یک ثابت است. در $t = ۰$، $i_A = ۰$ بنابراین $C = ۰$. پس، $i_A = (\frac{V_s}{L})t$. بنابراین برای $i_A = ۴mA$، $t = \frac{۴ \times ۱۰^{-۳} \times ۰/۱}{۱۰۰} = ۴\mu s$.

## انواع تریستور

۱. تریستورهای کنترل فاز ( SCR)

۲. تریستورهای کلیدزنی سریع

۳. تریستورهای خاموش‌شونده با گیت ( GTO)

۴. تریستورهای سه‌قطبی دو جهته ( TRIAC)

۵. تریستورهای هدایت معکوس ( RCT)

۶. تریستورهای القای استاتیک ( SITH)

۷. یکسوکننده‌های کنترل‌شده سیلیکونی فعال‌شونده با نور ( LASCR)

۸. تریستورهای کنترل‌شده از نوع FET (FET-CTH)

۹. تریستورهای کنترل‌شده از نوع MOS (MCT)