

7.9 Vícevrstvé spínací obvody - tyristor , triak , diak

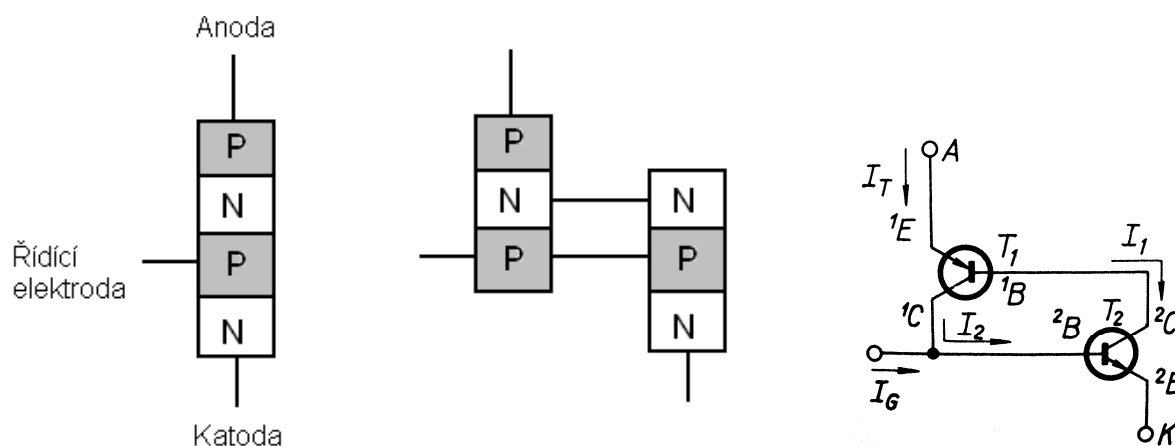
Tyto součástky se používají zejména ke spínání střídavých signálů. Pro jejich uvedení do sepnutého stavu stačí přivést krátký proudový impuls do jejich řídicí elektrody (tyristor, triak). Diak spíná samovolně při překročení určité hodnoty napětí na jeho elektrodách. Vypínání tyristoru a triaku se děje samovolně při poklesu procházejícího proudu pod přídržnou hodnotu, u diaku při poklesu napětí. Z uvedených vlastností je zřejmé, že při použití v ss obvodech nevypnou samovolně, ale potřebují na to zvláštní obvody.

Tyristor

Tyristor, je čtyřvrstvá polovodičová součástka se třemi přechody PN. Je to jakýsi řízený ventil, který slouží ke spínání a k řízení výkonu spotřebičů.

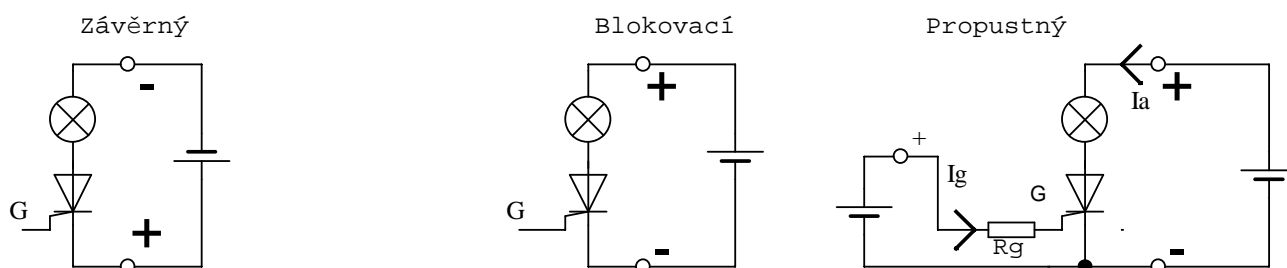
Tyristor se chová jako dioda u které je možno stanovit okamžik sepnutí v obvodech střídavého napětí v rozsahu kladné půlperrody. Řídicí signál má kladnou polaritu. Záporná půlperroda tyristorem neprochází.

Tyristor má tři elektrody A-anodu, K-katodu, G-řídicí elektrodu. Můžeme si ho představit jako zapojení dvou tranzistorů podle obrázku. Nejčastější struktura tyristoru PNPN – řídicí elektroda G polovodič P, méně často z technologických důvodů NPNP (horší dosažené parametry u výkonových tyristorů) – řídicí elektroda G je pak polovodič N (umístněna u anody).



Obr. Složení a náhradní zapojení tyristoru

Tři základní stavy tyristoru



- **ZÁVĚRNÝ:** tyristor je polarizován nepropustně, neprochází žádný proud, uplatňuje se v obvodech střídavého proudu k rozepnutí. Napětí A-K je rovno napájecímu napětí.
- **BLOKOVACÍ:** tyristor polarizován v propustném směru, blokován řídicí elektrodou G, připraven k sepnutí.
- **PROPUSTNÝ:** tyristor polarizován v propustném směru, přivedením kladného U_{GT} při dosažení dostatečné hodnoty I_{GT} tyristor sepne, teče proud obvodem anoda-katoda (vzniká přídržný proud I_L). Vzhledem k více přechodům je na tyristoru úbytek napětí přibližně 1,5 až 3V.

Sepnutí a rozeptnutí tyristoru

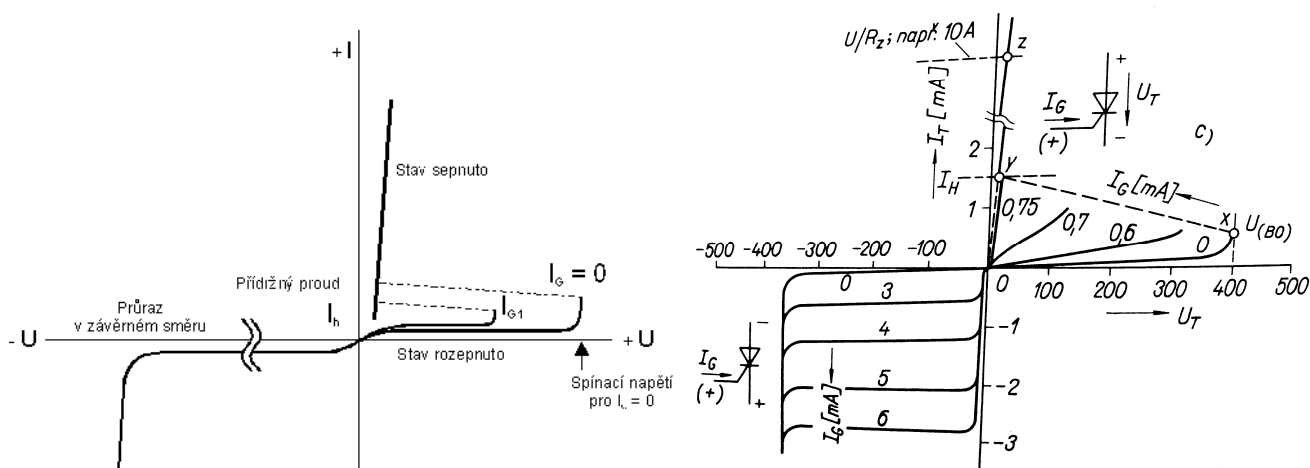
SEPNUTÍ – přechod z blokovacího do propustného stavu. Anoda musí mít vůči katodě kladný potenciál. K sepnutí pak dojde zvýšením napětí nad průraznou hodnotu U_{BO} , nebo přivedením kladného napětí na řídicí elektrodu. Tyristor zůstává v sepnutém stavu i po přerušení napětí na řídicí elektrodě. Stačí tedy přivést jen krátký impuls na řídicí elektrodu, aby došlo k sepnutí tyristoru. U fototyristorů dochází k sepnutí přivedením světelného impulsu na přechod NP.

ROZEPNUTÍ – přechod z propustného do závěrného stavu. Toho lze dosáhnout:

- přerušením obvodu A-K,
- nebo poklesem propustného proudu pod hodnotu přídržného proudu I_H ,
- nebo komutací anodového napětí do závěrného směru.

Rozeptnutí automaticky nastane poklesem I_H v obvodu pulzujícího ss. napětí a ve střídavém obvodu.

Voltampérová charakteristika

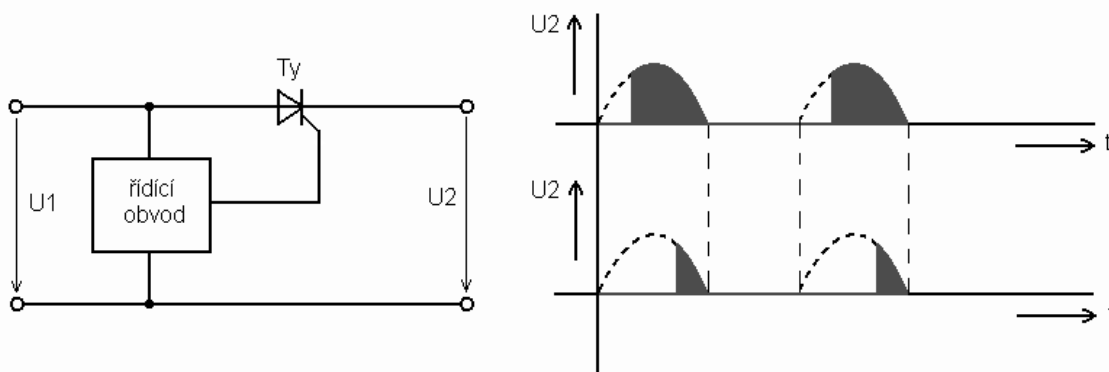


Použití tyristorů

Tyristor se používá jako spínací prvek, kdy přivedením spínacího impulsu na řídicí elektrodu dojde k jeho sepnutí, a tím k průchodu proudu do dalšího obvodu. Proto se tyristor dá použít k regulaci výkonu spotřebičů a v usměrňovači k řízení výstupního usměrněného napětí od nuly do maxima.

Tyristory se vyrábějí pro napětí od stovek voltů do několika kV a pro proudy od jednotek A do několika kA. Je možné je použít i pro spínání stejnosměrných obvodů. Pak je nutné se postarat o vypínání tyristoru speciálním obvodem, který např. sepnutím kondenzátoru k anodě tyristoru na chvíli "převezme" proud obvodem a tím proud tyristorem klesne pod hodnotu přídržného proudu I_H . Pro obvody se stejnosměrným napětím je typické řízení výkonu impulsem stejné šíře a změnou frekvence (např. u tramvaje, trolejbusu). Pro obvody střídavého napětí, kde je kmitočet dán, se mění výkon změnou šířky aktivní části periody, tj. části periody, po kterou je zátěž připojena ke zdroji - **fázové řízení**.

Fázové řízení tyristor v obvodu střídavého a pulzujícího proudu



Tyristor v obvodu střídavého a pulzujícího (usměrněného) proudu lze spínat pomocí tzv. **fázového řízení**, čímž můžeme téměř bezztrátově řídit značné výkony.

Řídicí obvod, kterým může být i jednoduchý RC článek, zajišťuje sepnutí tyristoru v určité části periody síťového napětí. Ten pak zůstává sepnutý až do konce půlperiody. Tak je možné regulovat výkon od nuly do 50% plného výkonu v obvodech střídavého proudu. Plného výkonu (téměř 100%) lze dosáhnout dvojím způsobem: buď použijeme před tyristorem dvoucestné usměrnění, takže na tyristoru bude vždy jen napětí jedné polaroty, nebo použijeme dva antiparalelně zapojené tyristory.

Nevýhodou je vysoká úroveň rušivých signálů vznikajících při sepnutí a rozepnutí, zejména při indukční zátěži. Problém je možno řešit použitím odrušovacích RC a LC členů. Další možností je spínání při průchodu signálu nulou, výkon je pak regulován poměrem sepnutých a neseptutých period. Skutečné řídicí obvody jsou dnes provedeny v integrované podobě.

Další nevýhodou je, že v těchto zapojení **hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem**. Prostřednictvím řídicí elektrody se dostává fázové napětí k řídicímu obvodu. Aby nedošlo k ohrožení obsluhující osoby, musí se část řídicího obvodu galvanicky oddělit od řídicí elektrody G. K tomu účelu spolehlivě slouží různé optoelektronické prvky.

Hlavní parametry tyristorů:

U_R – napětí v závěrném směru

U_{FD} – napětí v propustném směru

U_D – blokovací napětí

I_{TAV} - proud tyristoru střední / I_{FAV} - maximální proud sepnutého tyristoru

I_{GT} - proud řídicí elektrodou / I_{GTmax} - maximální hodnota zapínacího proudu

I_L – proud přídržný spínací

Teplota přechodů je max 130 °C, v praxi chladit na provozní teplotu max 95 °C.

Různá pouzdra podobná tranzistorům, pozor na možnou záměnu.

Příklady několika typů tyristorů:

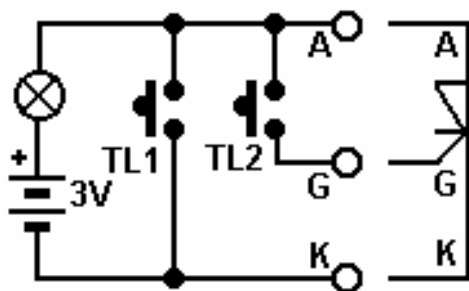
BRX45 – $U_R = 60V$, $I_{TAV} = 3A$, $I_{GT} = 0,2mA$, pouzdro TO92

TIC106M – $U_R = 600V$, $I_{TAV} = 0,8A$, $I_{GT} = 20mA$, pouzdro TO220

KT201/200 – $U_R = 200V$, $I_{TAV} = 3A$, $I_{GT} = 20mA$, pouzdro TO220 (starý typ TESLA)

Závady

Tyristory, hlavně vysokonapěťové, patří mezi poruchovější součástky, zvláště pokud pracují do indukčních zátěží (regulace motorů, nabíječe apod.).

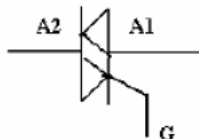
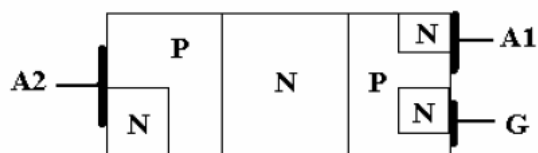


Kontrola

Při podezření na vadnou součástku je vhodné tyristor vypájet z desky, popř. odpojit alespoň dvě elektrody a funkci tyristoru vyzkoušet pomocí přípravku. Stlačením tlačítka TL2 sepne tyristor a žárovka se rozsvítí. Po uvolnění TL2 musí stále svítit (tyristor je v pořádku). Po stlačení a následném uvolnění tlačítka TL1 musí žárovka zhasnout.

Triak

Vývoj triaku byl veden snahou řídit okamžik sepnutí během celé periody řídicími signály obou polarit. Tyto požadavky splňuje pětivrstvá struktura NPNPN. V náhradním schématu se vlastně jedná o dva antiparalelně zapojené tyristory. Tomu také odpovídá i schematická značka. Kromě řídicí elektrody G má triak anodu A1 a anodu A2.

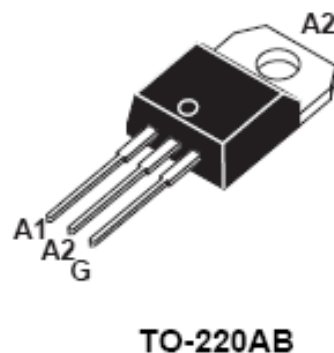
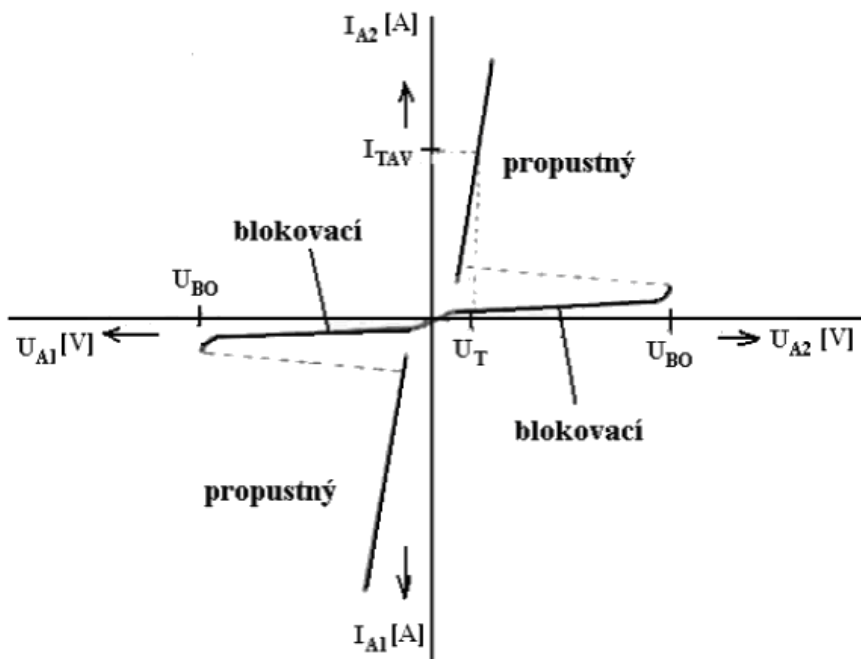


Obr. vnitřní struktura a schematická značka

Triak může spínat střídavý proud procházející mezi hlavními elektrodami A1a A2 a řídí se proudem libovolné polarity mezi elektrodou (A1 nebo A2) a řídicí elektrodou (G). Tím vznikají čtyři možnosti spínání (zapojení) triaku v obvodu. Pro uvedené možnosti spínání má triak různou citlivost (různou velikost proudu I_{GT}).

Popis funkce:

U triaku existuje při obou směrech proudu I_{A1} a I_{A2} blokovací i propustný směr. Blokovací stav trvá do té doby, než napětí kladné nebo záporné polarity na G dostoupí hodnoty zapalovacího napětí U_{GT} . Pak proteče proud I_{GT} a triak se otevře – sepne. Přitom prudce klesne napětí mezi anodami (viz hodnota U_T na charakteristice) a tento propustný stav umožní tok velkého proudu (I_{TAV}). Triak zůstává otevřen až do doby přerušení proudu nebo výrazného poklesu proudu pod hodnotu přídržného proudu I_L .



Obr. VA charakteristika triaku s blokovacími a propustnými směry

Zatímco tyristory byly vyrobeny pro řízení výkonů až do řádu megawattů, triaky vzhledem ke své složitější struktuře a tím větší náchylnosti na průraz se více používají k regulaci menších výkonů, např. pro regulaci intenzity domácího osvětlení, otáček vrtaček, vysavačů apd.

Jejich výhodou tkví v jednoduchosti zapojení. Triak lze řídit tak jako tyristor fázovým řízením. Pro fázové řízení byly vyvinuty integrované obvody, které umožňují "lineární" řízení fáze spouštění. Tyto integrované obvody jsou napájeny přímo ze sítě a tak pro konstrukci např. regulátoru otáček motoru stačí triak, tento integrovaný obvod, potenciometr a několik málo dalších součástek.

Vzhledově se triak neliší od tyristoru. Nejčastěji se jedná o pouzdro TO220, ale vyrábějí se v menších nebo větších pouzdrech jako tranzistory. Také základní parametry triaků se v podstatě neliší od parametrů tyristorů:

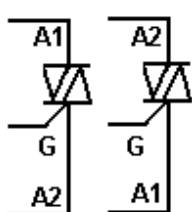
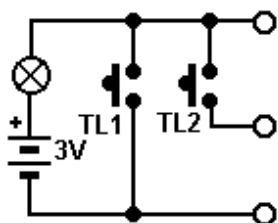
Příklady několika typů triků:

BT136/600 – $U_{DRM} = 600V$, $I_{TAV} = 4A$, $I_{GT} = 5mA$, pouzdro TO220

TIC206D – $U_{DRM} = 400V$, $I_{TAV} = 3A$, $I_{GT} = 10mA$, pouzdro TO505

TIC263M – $U_{DRM} = 600V$, $I_{TAV} = 25A$, $I_{GT} = 50mA$, pouzdro TOP-3

Zkoušku funkce triaku



Zkoušku provádíme stejným způsobem jako zkoušku tyristorů s tím rozdílem, že při přepólování musí triak žárovku opět rozsvítit a následně zhasnout.

Při stejném pouzdru lze tímto způsobem od sebe rozlišit tyristor a triak.

