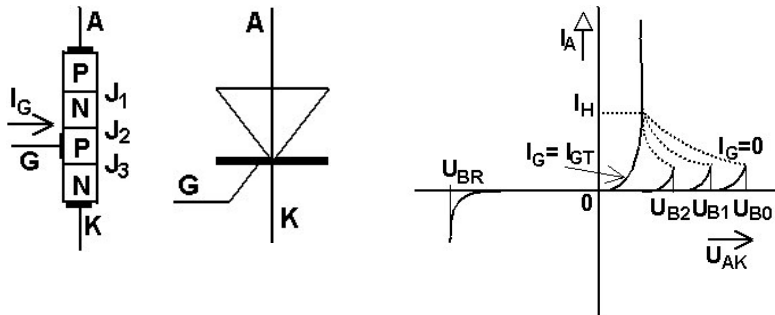


## 9B) Tyristor a řízené usměrňovače

- princip, značka tyristoru
- VA charakteristika
- řízený usměrňovač
- použití u stejnosměrných motorů



Tyristor je čtyřvrstvá polovodičová spínací součástka (v praxi se používá PNP, NPN) spínající pouze jednu půlvlnu. Vyrábí se z křemíku. Elektrody jsou označeny A-anoda, K-katoda a G-řídicí elektroda. Má dva pracovní stavy, vodivý a nevodivý.

### Tyristor spíná za těchto podmínek:

- při zvyšování napětí mezi anodou a katodou se zvětšuje intenzita elektrostatického pole v oblasti přechodu  $P_2$  a při určité velikosti tohoto napětí dojde k ionizaci krystalové mřížky (křemík  $10^7$  V/m) a tím ke zmenšení odporu v oblasti přechodu  $P_2$  a v obvodu mezi anodou a katodou začne protékat velký proud.
- přivedením proudu řídicí elektrodou G do uzavřeného přechodu PN v oblasti přechodu  $J_2$ . Elektrostatické pole vytvořené rozdílem napětí mezi anodou a katodou, které ještě nestačí k ionizaci krystalové mřížky je posíleno tokem volných nosičů nábojů, které vytrhávají nosiče nábojů z vazeb a tím ionizují krystalovou mřížku. Velikostí proudu  $I_G$  lze řídit velikost spínacího napětí  $U_B$ . Pokud je proud  $I_G$  roven zapínacímu řídicímu proudu  $I_{GT}$ , bude tyristor při zvětšování kladného napětí na anodě plynule přecházet do vodivého stavu. (pokud je  $I_G$  roven nebo větší než  $I_{GT}$ , nevzniká blokovací stav a tyristor se chová stejně jako polovodičová dioda.
- spínání světelným zářením, světelné záření vyvolá generaci volných nosičů náboje v oblasti přechodu  $J_2$ . Je-li osvětlení dostatečné, vznikne v oblasti přechodu  $J_2$  takové množství párů elektron-díra, že přechody  $J_1$  a  $J_3$  budou emitovat dostatečné množství menšinových nosičů a tyristor přejde do sepnutého stavu. Toto se využívá u fototyristorů a optotyristorů, tyto součástky mají v pouzdře vlastní zdroj elektrické energie.
- zvyšováním teploty křemíkové destičky (teplota se zvyšuje průchodem proudu) dochází ke zvětšení počtu párů elektron-díra, které procházejí závěrně polarizovaným přechodem  $J_2$  a zvětšený proud prochází i oběma dalšími přechody  $J_1$  a  $J_3$ . Tyristor sepne při menším řídicím proudu a nižším anodovém napětí než při normální teplotě. Platí že čím vyšší je teplota, tím dříve tyristor sepne. Při určité teplotě tyristor ztratí blokovací schopnosti a chová se stejně jako usměrňovací dioda, proto je nutné tyristory, které spínají velké proudy, chladit.

K udržení ionizace krystalové mřížky stačí pouze průchod dostatečně velkého anodového proudu, většího než přídržný proud  $I_H$ , proud  $I_G$  již není potřeba, tyristor lze uvést do sepnutého stavu jen krátkým kladným impulsem proudu do  $I_G$ .

V obvodu střídavého napětí lze tyristor sepnout jen po dobu kladné půlvlny připojeného napětí a vypnutí se děje s příchodem záporné půlvlny.

### Tyristor vypíná za těchto podmínek:

- při zmenšení anodového proudu na hodnotu menší než je hodnota proudu přídržného  $I_H$  (snížení napětí mezi anodou a katodou  $U_{AK}$  nebo zvětšení odporu v obvodu zátěže)
- odsátím volných nosičů z oblasti přechodu  $J_2$  velkým záporným impulsem přivedeným mezi řídicí elektrodu a katodu.

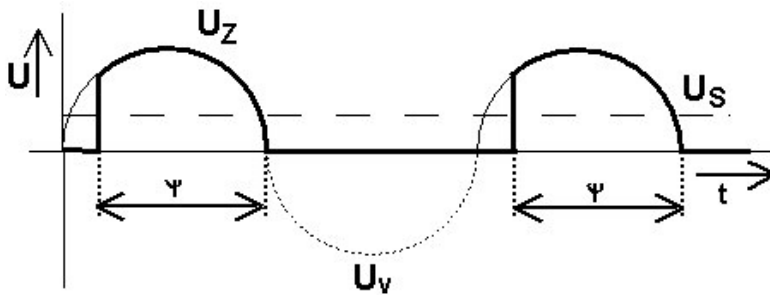
Pro obnovení blokovací činnosti tyristoru je nutné, aby z oblasti přechodu  $J_2$  zmizely volné nosiče náboje tzv. rekombinací nebo odsátím. Čas, po který tento děj trvá se nazývá rozpínací doba  $t_{off}$  a pro běžné tyristory je rozpínací doba několik desítek mikrosekund.

Pokud je na anodu připojené záporné napětí a na katodu kladné napětí, jsou přechody  $J_1$  a  $J_2$  uzavřeny a tyristor je zablokovaný bez ohledu na napětí působící na řídicí elektrodu. Proud  $I_G$  je nulový, protože přechod G-K je uzavřen přechodem  $J_3$ .

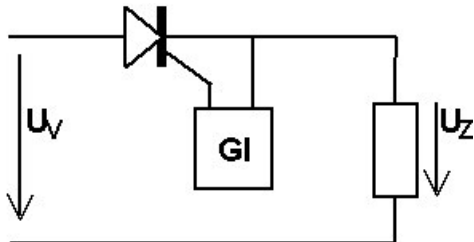
Tyristory se používají jako řízené spínače hlavně v obvodech střídavých proudů. Při použití jednoho tyristoru je možné využít jen kladné půlvlny střídavého proudu, protože tyristor je možné uvést do vodivého stavu jen při kladném napětí  $U_{AK}$ .

řízené usměrňovače

podstata řízení výkonu je v tom, že proud protéká zátěží je po čas půlperiody napájecího napětí. Tento interval je určen časovým úsekem, po který je tyristor vodivý. Okamžik zapnutí můžeme řídit ručně, nebo je odvozen z požadovaných podmínek a pak se o zapnutí starají řídicí obvody.



Pokud se nepřivede spouštěcí impuls, je tyristor nevodivý a obvodem neprochází proud, na zátěži nevzniká úbytek napětí a příkon spotřebiče je nulový. Po sepnutí tyristoru napětí na tyristoru poklesne na zanedbatelnou hodnotu a celá hodnota napájecího napětí se objeví na zátěži. Tento stav trvá tak dlouho, dokud napájecí proud poklesne pod hodnotu přídržného proudu  $I_H$ . Tím dojde k vypnutí tyristoru, zaniká proud v obvodu a do zátěže přestává být dodáván příkon.



GI - generátor spouštěcích impulsů  
 $\psi$  - úhel otevření