

## IGBT a IGCT – nové spínací prvky

Ing. Jiří Vlček

*Tento text je doplňkem publikací Základy elektrotechniky a Moderní elektronika*

Jako spínací prvek v řízených usměrňovačích a v měničích napětí se začal nejdříve používat **tyristor**, který je nyní k dispozici pro proudy řádu kiloampér a napětí řádu kilovoltů. Je použitelný pro frekvence do stovek hertzů. Běžný tyristor nelze vypnout, zůstává otevřený, dokud je na něm napětí (do průchodu střídavého napětí nulou).

Pro měniče napětí byly vyvinuty **tyristory, které lze vypnout impulsem záporného napětí přivedeného do řídicí elektrody**. Označují se zkratkou **GTO** (Gate Turn Off). Při vypínání ale vznikají značné výkonové ztráty, hrozí zničení součástky. Na ně navazují modernější **IGCT** (Integrated Gate Commutated Thyristor), které obsahují integrovaný řídicí obvod. Ten musí být v těsné blízkosti řídicího prvku. Vypnutí je velmi rychlé, odpadají problémy s nadměrným ohřevem při vypnutí. Lze používat vyšší spínací frekvence. Tyto součástky lze používat až do napětí 6 kV s maximálním proudem až 6 kA. Pro zvýšení maximálního napětí se dají řadit do série.

Je třeba si uvědomit, že při zapínání nebo vypínání výkonových polovodičových spínačů nastává stav jejich **částečného otevření**. Při něm vznikají velké výkonové ztráty (až ¼ maximálního spínaného výkonu). Sepnutí nebo rozepnutí musí proběhnout velmi rychle, „pootevřený“ stav nesmí trvale nastat. Ve střídačích a pulsních měničích (spínaných zdrojích) se začaly používat nejprve **bipolární**, později **unipolární tranzistory**. Nevýhodou výkonových **bipolárních** tranzistorů je **malý proudový zesilovací činitel** (10 až 20). Vyžadují proto velký budící proud do báze, což komplikuje konstrukci řídicích obvodů. Unipolární tranzistory (FET – Field Effect Tranzistor) s nekonečným vstupním odporem jsou z tohoto hlediska výhodnější. Jsou použitelné zhruba do 1000 V a 1000 A. U těchto součástek výrobce definuje tzn. bezpečnou zónu. Velký proud a velké napětí nemohou být na tranzistoru současně. Vstupní elektroda se chová jako kondenzátor s kapacitou řádu jednotek nanofaradů.

Nevýhody tranzistorových spínačů odstraňuje poměrně nová spínací součástka **IGBT** (Insulated Gate Bipolar Tranzistor). Jedná se o bipolární tranzistor s izolovanou řídicí elektrodou, čili kaskádní spojení **bipolárního tranzistoru PNP, jehož proud báze je řízen sepnutím vstupního unipolárního tranzistoru**.

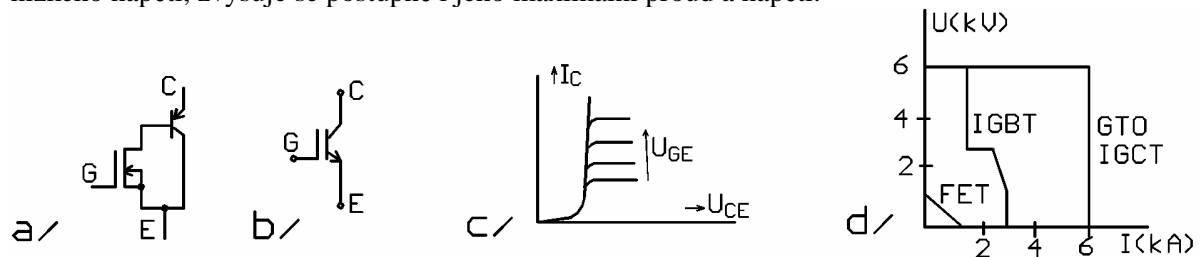
Spojuje v sobě jejich výhody. Na straně vstupu má vlastnosti podobné tranzistoru FET – nekonečný vstupní odpor. Na výstupní straně má vlastnosti bipolárního tranzistoru – je dostatečně proudově i napěťově zatížitelný.

Na sepnutém IGBT je úbytek napětí 1,5 až 4 V dle typu a dle protékajícího proudu.

Se zvyšující se teplotou tento úbytek vzrůstá. Proto je lze řadit paralelně za účelem zvýšení maximálního pracovního proudu, podobně jako tranzistory FET.

Pro řízení IGBT se vyrábějí speciální budiče, které zajišťují dosažení maximální rychlosti sepnutí. Rychlost sepnutí je velká, řádově desítky mikrosekundy. Má na ni vliv hlavně nabíjení a vybíjení kapacity řídicí elektrody. V budičích IGBT se tvaruje průběh napětí řídicí elektrody, spínací napětí se na začátku spínacího děje zvyšuje, aby se tato kapacita rychleji nabíla. Rychlost vypínání je nižší než rychlost zapínání.

Bezpečná pracovní oblast IGBT v souřadnicích napětí - proud je dána tepelnými ztrátami. Zmenšuje se s rostoucí spínací frekvencí. Při spínání narůstají výkonové ztráty. Je potřeba určité doby k odvedení tepla. Tím je omezena maximální spínací frekvence. IGBT se používá hlavně v oblasti střídačů nízkého napětí, zvyšuje se postupně i jeho maximální proud a napětí.



Obrázek: a/ Vnitřní zapojení, b/ schématická značka, c/ VA charakteristika IGBT, d/ pracovní oblast polovodičových spínačů

**Literatura:** Moderní výkonové polovodičové prvky a jejich aplikační možnosti, Ing. Jaroslav Novák,

Elektro 6/2003