

Rezistor



Rezistor je pasivní elektrotechnická součástka projevující se v elektrickém obvodu v ideálním případě jedinou vlastností - elektrickým odporem. Důvodem pro zařazení rezistoru do obvodu je obvykle snížení velikosti elektrického proudu nebo získání určitého úbytku napětí. Rezistory se také

mohou používat jako topné články, testovací zátěže pro generátory apod. Rezistory rozdělujeme na pevné a proměnné. Pevné rezistory mají pevně danou hodnotu odporu, která se mírně mění pouze v závislosti na teplotě, procházejícím napětí a životnosti rezistoru. U proměnných rezistorů můžeme měnit jeho fyzikální veličinu (odpor) v určitém rozsahu, ty se používají k plynulému upravení činnosti dalších částí obvodu - potenciometry nebo odporové trimry. (např. nastavení hlasitosti, stmívání světel, nastavení teploty apod.), nebo jako senzory teploty (termistory), napětí (varistory), světla (fotorezistory), síly nebo chemických procesů.

Rezistory jsou v elektronice všudypřítomnou součástkou. Vyrábí se pomocí mnoha rozdílných výrobních postupů a mají mnoho rozdílných vlastností, kterých se může využívat. Mimo jiné jsou implementovány i v integrovaných obvodech.

Tato součástka bývá často nesprávně označována jako **odpor**, což ale může vést k nejednoznačnosti kvůli možné záměně se stejnojmennou veličinou (tj. s elektrickým odporem). Pro odlišení se začal používat pojem **odporník** (dnes velmi zastaralý) a později **rezistor**. Dnes se pojem odporník používá pro název elektrického přístroje v silové a výkonové elektrotechnice (např. "rozjezdový odporník" u vozidel elektrické trakce), obvykle se jedná o konstrukční celky poměrně velkých ztrátových výkonů (až megawatty).

Značka a notace



Schematická značka rezistoru není celosvětově sjednocena. Dnes se používají dva standardy značení a to IEC 60617 a ANSI Y32/ IEEE 315 (používá se hlavně v USA a Japonsku). Dříve se používaly také standardy DIN 40900 (v Německu) a AS 1102

V americké notaci se píše hodnota odporu se znakem ohmu (Ω) na konci. Také se používají předpony, takže 1 000 Ω se zapisuje jako 1 k Ω , atd. Všimněte si, že desetinná čárka se

zde píše jako tečka, nikoliv čárka. U ohmů se používají standardizované SI předpony. V tabulce jsou předpony, které se většinou používají (normálně nikdy nenarazíte na odpor větší než v T Ω a menší než v n Ω , a třeba deciohmy se nepoužívají).

V Evropě se používá standard IEC 60062. Jeho předchůdce je britský standard BS 1852. Tento standard určuje nejenom způsob, jakým zapisovat

hodnoty rezistorů. Určuje i zápis jejich tolerance. Místo desetinné čárky se zde používá písmeno, které zároveň určuje násobek čísla. Například 6k8 je 6.8 kΩ (6 800 Ω).

Konstrukce

Rezistory mohou být konstruovány různým způsobem:

- **Drátové** - nejstarší typ, jehož základem je vodič s požadovanou hodnotou odporu, které lze dosáhnout použitím látky s určitou rezistivitou, určitou délkou a průřezem vodiče. Kvůli úspoře místa se dlouhý drát obvykle navíjí kolem izolačního tělíska, zpravidla keramického. Touto technologií se již vyrábí zanedbatelné procento rezistorů, zpravidla malé hodnoty a velké výkony.
- **Vrstvové** - Vyrábí se nanesením vodivé vrstvy na izolační tělísko a vyfrézováním drážky pro zvýšení odporu. Tato technologie je v současnosti nejpoužívanější. Dále je dělíme dle použité vodivé hmoty:
 - **Uhlíkové** - Nejstarší typ. Vrstva je uhlíková. Snadno se dosahuje vysokých hodnot, špatně nízkých. Vysoký šum, špatná dlouhodobá stabilita, nízká pracovní teplota. Dnes se obvykle považují za zastaralé.
 - **Metalizované** - Vrstva je vytvořena vakuovým napařením kovu. Mnohem lepší parametry než uhlíkové.
 - **Metaloxidové** - Vrstva je vytvořena z oxidu kovu. Vyšší stabilita, tepelná odolnost a impulzní zatížitelnost než metalizované. Možnost dosažení velmi vysokých hodnot (desítky GΩ v pouzdře 0805).
- **Hmotové** - Celé těleso rezistoru je z odporového materiálu. Nejvyšší impulzní zatížitelnost. Vysoká cena, speciální aplikace, např. marxův generátor. Speciálním případem hmotových rezistorů jsou vodní. Mezi hmotové rezistory patří i termistory a varistory.

Pro velké výkony existují speciální typy rezistorů, které mají často velké a účinné chladiče, aby dokázaly velký tepelný výkon odvést do okolního prostředí. Takové rezistory se používají například u elektrických lokomotiv při brzdění vlaku. Jeho kinetická energie se tak promění v teplo.

Jiným příkladem jsou tzv. vodní odpory, které jsou k vidění například u kolotočů, kterým zajišťují plynulý rozjezd. U těchto rezistorů proud prochází vodou s přídavkem malého množství kyseliny nebo soli. Hodnota odporu se mění velikostí zasunutí kovových desek do lázně.

Průřez vodiče je závislý na předpokládaném zatížení, aby teplo vznikající v rezistoru průchodem elektrického proudu nezpůsobilo roztavení vodiče. Za materiál rezistoru je vhodné vzít látku s nízkým teplotním součinitelem odporu, aby odpor rezistoru nezáležel příliš na teplotě (manganin, konstantan). U některých typů odporů se ale naopak jejich teplotní závislosti využívá (tzv. termistory).

Kondenzátor

Kondenzátor je pasivní elektrotechnická součástka, jejíž charakteristickou vlastností je kapacita.

Každý skutečný kondenzátor kromě toho vykazuje další, takzvané parazitní vlastnosti, jako je indukčnost a odpor, čímž se odlišuje od kapacitoru, což je myšlená ideální součástka, která má pouze kapacitu, navíc stálou a nezávislou na okolních podmínkách.

Princip

Kondenzátor se skládá ze dvou vodivých desek (*elektrod*) oddělených dielektrikem. Na každou z desek se přivádí elektrické náboje opačné polarity, které se vzájemně přitahují elektrickou silou. Dielektrikum mezi deskami nedovolí, aby se částice s nábojem dostaly do kontaktu, a tím došlo k *neutralizaci*, jinak *vybití* elektrických nábojů. Přitom dielektrikum svou polarizací zmenšuje sílu elektrického pole nábojů na deskách a umožňuje tak umístění většího množství náboje.

Vzhledem k elektrostatické indukci je velikost náboje na obou deskách *stejná*.

Základní vlastnosti

Pokud budeme vybírat kondenzátor pro konkrétní užití, budou nás zajímat některé z těchto vlastností:

- kapacita
- maximální povolené napětí
- tolerance kapacity
- teplotní závislost kapacity
- napěťová závislost kapacity
- ekvivalentní sériový odpor (ESR)
- ekvivalentní sériová indukčnost (ESL)
- paralelní vybíjecí odpor, nebo samovybíjecí proud
- ztrátový činitel $\tan \delta$
- maximální dovolený proud (anglicky *ripple current*)
- rezonanční frekvence (nad ní se kondenzátor chová jako indukčnost)
- maximální povolená teplota
- tepelný odpor pouzdra
- činitel jakosti Q
- další vlastnosti jako cena, typ, nebo průměr pouzdra, hmotnost, životnost, střední doba bezporuchové funkce (MTBF), teplotní stálost, tvar...

Poznámky:

- při větším zatížení, např. v některých spínaných zdrojích, může být ESR důležitější než kapacita. Kondenzátory se pak vybírají s cílem dosáhnout, aby ESR bylo větší (nebo proud menší) než nějaká hranice. Při modernizaci se pak kapacita může značně snížit. Např. elektrolytický kondenzátor 2200 μF v nějaké konstrukci z 90. let byl nejprve nahrazen modernějším 470 μF a později dvěma MLCC 47 μF .

- Pokud není uveden dovolený proud, lze ho odvodit z ESR, tepelného odporu, teploty okolí a teploty kondenzátoru. Při neznámém ESR je možné použít $\text{tg}\Delta$. Nejméně jeden z těchto parametrů bývá v katalogových listech uveden.

Cívka

Cívka je elektrotechnická součástka používaná v elektrických obvodech:

- k vytvoření magnetického pole elektrického proudu, které se dále využívá k působení magnetickou silou - cívka (s jádrem) slouží jako elektromagnet,
- k indukci elektrického proudu proměnným magnetickým polem - cívka slouží jako **induktor** (nositel indukčnosti).

Stavba

Cívka se skládá z vodiče navinutého na izolační nosnou kostru. Vinutí může být *jednovrstvé* nebo *vícevrstvé*. V případě vícevrstevných vysokofrekvenčních cívek je třeba použít tzv. *křížové vinutí*, aby se omezila vlastní elektrická kapacita cívky. Navinutý vodič může být i *samonosný* - bez kostry.

Vodič v cívce má mít co nejmenší rezistivitu, aby v cívce nedocházelo k velkým tepelným ztrátám. Nejčastěji používaným materiálem je měď.

Ke zvětšení magnetických vlastností se dovnitř cívky vkládá **jádro** z *magneticky měkké oceli*, tzn. z feromagnetické látky s malou remanentní magnetizací. K omezení vzniku vířivých proudů v jádře se jádro skládá z několika vrstev oddělených izolantem nebo z jemných železných částíček spojených izolační hmotou (tzv. železné jádro).

Parametry

- Počet závitů
- Geometrické vlastnosti (počet závitů na jednotku délky, délka, obsah průřezu)
- Indukčnost - vyjadřuje velikost magnetického indukčního toku při jednotkovém elektrickém proudu
- Maximální zatížení - největší možný výkon elektrického proudu nepoškozující cívku
- Maximální proud - největší proud, který může procházet cívkou
- **Činitel jakosti Q**

Cívka ve stejnosměrném obvodu

V obvodu *stálého* stejnosměrného proudu se cívka projevuje pouze svým elektrickým odporem.

Kolem cívky se průchodem stejnosměrného proudu vytváří *stálé* magnetické pole. Magnetický indukční tok závisí přímo úměrně na indukčnosti cívky a

velikosti proudu. Indukčnost cívky a tím i magnetické pole je možno zesílit vložením jádra - magnetického obvodu do cívky.

Cívka ve střídavém obvodu

V obvodu střídavého proudu vzniká kolem cívky *proměnné* magnetické pole, které v cívce indukuje elektromotorické napětí. Indukované napětí působí vždy proti změnám, které je vyvolaly (Lenzův zákon), což má za následek vznik impedance, u cívky nazývané indukance, tj. odpor cívky proti průchodu střídavého proudu. Induktance závisí přímo úměrně na indukčnosti cívky a frekvenci střídavého proudu.

Cívka rovněž způsobuje fázový posuv střídavého proudu oproti střídavému napětí o $\pi/2$ neboli $1/4$ periody.

Proměnného magnetického pole kolem cívky se využívá také v transformátorech při transformaci střídavého elektrického proudu a napětí mezi dvěma obvody. Způsob a velikost transformace ovlivňuje poměr počtu závitů *sekundární* a *primární* cívky transformátoru, celková energie transformace je však také výrazně limitována celkovou velikostí a kvalitou magnetického obvodu transformátoru.

Dioda

Dioda je elektrotechnická součástka se dvěma elektrodami, označovanými jako **anoda** a **katoda**, která se vyznačuje velmi odlišným tvarem voltampérové charakteristiky v závislosti na polaritě přiloženého napětí. Po připojení anody na kladnější napětí nežli je na katodě, klade dioda jen malý odpor průchodu elektrického proudu, zatímco při opačném zapojení je dioda téměř nevodivá. Pro vytvoření diody lze použít více fyzikálních principů, dříve se obvykle používala vakuová dioda (elektronka), nyní jsou používány polovodičové diody využívající usměrňovací efekt na P-N přechodu nebo styku kov-polovodič (Schottkyho dioda).

Propustný směr - na anodě je kladnější napětí než na katodě - dioda zpočátku, až do určitého prahového napětí (pro běžnou křemíkovou diodu je to asi 0,7 V) téměř nevede, pak ale začne proud se zvyšujícím se napětím prudce růst a pokud není omezen dalšími obvodovými prvky, brzy dosáhne maximálního propustného proudu (*pro obvyklé usměrňovací diody jsou to jednotky ampér, ale existují i výkonové diody běžně snášející proudy tisíce ampér*) a dojde k tepelné destrukci diody.

Závěrný směr - na anodě je zápornější napětí než na katodě - diodou protéká jen minimální proud (*pro běžnou křemíkovou usměrňovací diodu jde o proud v řádech mikroampér*) prakticky bez ohledu na napětí až do dosažení závěrného napětí (*což můžou být řádově volty pro LED nebo tisíce voltů pro speciální diody*) při kterém začne proud opět prudce růst a pokud není omezen ostatními prvky obvodu dojde k destrukci diody (*pokud je ovšem proud omezen na přípustnou hodnotu, je tento proces vratný a dioda v této oblasti může pracovat, toho využívají Zenerovy a lavinové diody*).

Dělení

Podle konstrukčního principu a účelu to může být dioda:

- Hrotová dioda - historicky nejstarší typ polovodičových diod, Základ krystalky
- Plošná dioda
- Schottkyho dioda - Nevyužívá P-N přechodu, ale přechodu kov-polovodič
- elektronka
 - dvojité dioda - elektronka pro dvoucestné usměrnění
 - Spínací dioda - 0,1 až 0,2 V
 - Usměrňovací dioda - 0,5 V

Na polovodičovém přechodu dochází k mnoha z fyzikálního hlediska zajímavým efektům, které jsou při využití diody pro usměrnování na překážku a proto je vhodnou konstrukcí potlačujeme (*např. běžná usměrňovací dioda se chová jako fotodioda, pokud je zbavena neprůsvitného pouzdra*) a naopak vyrábíme speciální diody u kterých tyto jevy využíváme a vhodnou konstrukcí podporujeme.

- Fotodioda - dopadající světelné nebo jiné záření způsobí v oblasti přechodu P-N vytvoření dvojice elektron - kladná díra, a tím podle způsobu zapojení dojde ke zvýšení vodivosti nebo ke zvýšení napětí na přechodu P-N
- LED - svítivá dioda. Rekombinace v oblasti přechodu P-N při průchodu proudu v propustném směru způsobují vznik světelného záření.
- Zenerova dioda - je konstruována speciálně pro práci v závěrném směru.
- Tunelová dioda
- Inverzní dioda
- Kapacitní dioda (varikap, varaktor) je speciální dioda konstruovaná pro dosažení vyšší kapacity PN-přechodu v závěrném směru. Využívá se k vytvoření napětím řízené kapacity, např. v ladících obvodech rádiových přijímačů.
- PIN dioda je speciální dioda, která má uprostřed intrinickou regulaci.

Tranzistor

Tranzistor je třívrstvá polovodičová součástka, kterou tvoří dvojice přechodů PN. Tranzistory jsou základní aktivní součástky, které se používají jako zesilovače, spínače a invertory. Jsou základem všech dnešních integrovaných obvodů, jako např. procesorů, pamětí.

Tranzistorový jev (efekt) byl objeven a tranzistor vynalezen 16. prosince 1947 v Bellových laboratořích týmem ve složení William Shockley, John

Bardeen a Walter Brattain. Za tento objev jim byla roku 1956 udělena Nobelova cena za fyziku, jednalo se o velmi významný objev, který vedl k faktickému vědeckotechnickému převratu v oblasti aplikované elektrotechniky. Tím byl zároveň potvrzen dosavadní stálý trend miniaturizace jednotlivých a později integrovaných součástek, shrnutý Mooreovým zákonem jako v čase konstantní proces koncentrace polovodičových součástek.

Základní vlastností tranzistoru je schopnost zesilovat - malé změny napětí nebo proudu na vstupu mohou vyvolat velké změny napětí nebo proudu na výstupu.

Podle principu činnosti se rozlišují tranzistory bipolární a unipolární.

Polovodičové přechody tranzistoru vytvářejí strukturu odpovídající spojení dvou diod v jedné součástce, většinu vlastností tranzistoru však dvojicí diod nahradit nelze. Každý tranzistor má (nejméně) tři elektrody, které se u bipolárních tranzistorů označují jako **kolektor (C, příp. K)**, **báze (B)** a **emitor (E)**, u unipolárních jako **drain (D)**, **gate (G)** a **source (S)**. Podle uspořádání použitých polovodičů typu *P* nebo *N* se rozlišují dva typy bipolárních tranzistorů, NPN a PNP (prostřední písmeno odpovídá bázi).

Unipolární tranzistory se rozlišují na N-FET a P-FET.

Typy

- **Bipolární** - (BJT - Bipolar Junction Transistor) Jsou řízeny proudem tekoucím do báze.
- **Unipolární** - (FET - Field Effect Transistor) Jsou řízeny napětím (elektrostatickým polem) na řídící elektrodě (gate).
 - **JFET** - (Junction FET) Řídící elektroda je tvořena závěrně polarizovaným přechodem PN.
 - **MESFET** - (Metal Semiconductor FET) Řídící elektroda je tvořena závěrně polarizovaným přechodem kov-polokov.
 - **MOSFET** - (Metal Oxide Semiconductor FET) Řídící elektroda je izolována od zbytku tranzistoru oxidem. Jejich výkonnostní varianty mají mezi Drain a takzvanou Body diodou[1] která jím pomáhá zvládat napěťové špičky opačného napětí způsobené rychlým rozpojováním induktoru např. motoru (pro jehož řízení se často používají)
 - **MISFET** - (Metal Insulated Semiconductor FET) Obecný název pro tranzistor s izolovanou řídící elektrodou. Izolantem nemusí být jen oxid (např. nitrid...).

Dělení podle výkonu

- **běžné tranzistory**: slouží pro zpracování signálu (ať už jako jednotlivé "diskrétní" součástky, či součástky v čípech a mikročípech integrovaných obvodů), jsou dnes základním prvkem spotřební i nespotební elektroniky (televize, rádia, počítače, mobilní telefony...). Běžné tranzistory obvykle zpracovávají signál v jednotkách voltů. Proud přitom bývá nejvýše v řádu miliampérů. Snahou od počátku je a zůstává

minimalizace jak obou elektrických veličin, tak ztrát energie v součástce a z toho vyplývající efektivita zpracování informace.

- **výkonové tranzistory:** jsou klíčovým prvkem používaným ve výkonové elektronice, například v oblasti spínaných zdrojů nebo frekvenčních měničů. Výkonová elektronika je rovněž klíčová při realizaci moderních zdrojů světla (úsporná žárovka, LED), moderních trakčních vozidel s asynchronními motory, hybridních automobilů a elektromobilů, fotovoltaických a větrných elektráren. Současné výkonové tranzistory (viz IGBT) jsou schopny ve spínacím režimu pracovat s napětím až v řádu kilovoltů a s proudy v řádu stovek nebo tisíců ampér.
- **středně výkonné tranzistory:** mezi běžnými a výkonovými tranzistory - často jak parametry, tak fyzickou funkcí - jsou provozované v lineárním režimu a používají se například pro lineární regulátory napětí nebo pro výkonové stupně audiozesilovačů.

Bipolární tranzistor

Bipolární tranzistor je elektronická součástka tvořená třemi oblastmi polovodiče s různým typem vodivosti v uspořádání NPN nebo PNP, které vytvářejí dvojici přechodů PN. Prostřední oblast se nazývá **báze (B)**, krajní **emitor (E)** a **kolektor (C, výjimečně K)**. Ke každé z oblastí je zapojen vývod. Při vhodném zapojení je velikost elektrického proudu tekoucího mezi emitorem a kolektorem řízena malými změnami proudu tekoucího mezi bází a emitorem. Bipolární tranzistory se používají jako zesilovače, spínače a invertory. Vyrábějí se jako samostatné součástky nebo jako prvky integrovaných obvodů. Ve složitých integrovaných obvodech však převládá používání unipolárních tranzistorů.

Pro zobrazení ve schématech se používají dvě provedení značky bipolárního tranzistoru. Pokud jde o samostatnou součástku, pak je "funkční část tranzistoru" v kružnici, ze které vedou tři vývody (označené Báze, Colector/Kolektor a Emitter).

Pokud je funkční část zapouzdřena společně s dalšími prvky (v integrovaném obvodu, hybridním modulu a pod.), pak se používá schéma bez kružnice. Typ tranzistoru (PNP/NPN) je označen šipkou. Směr šipky je konzistentní s vodivým směrem PN přechodů (tedy u PNP tranzistoru lze naměřit vodivý směr diody E->B a C->B. U NPN tranzistoru je vodivý směr PN přechodu obrácený).

Pro snadnější zapamatování platí mnemotechnická pomůcka v podobě rýmovačky "eN Pé eN, šipka ven".

Princip

Bipolární tranzistor je třívrstvá součástka složená z různě dotovaných oblastí. Emitter je o několik řádů více dotován než báze, má mnohem více volných

nosičů náboje. V případě NPN tranzistoru elektronů, a ty zaplaví tenkou oblast báze. Uvažujme tranzistor typu NPN v zapojení se společným emitorem. Zvyšováním kladného napětí mezi bází a emitorem (tj. kladný pól zdroje na bázi a záporný na emitoru) se ztenčuje oblast bez volných nosičů na rozhraní báze a emitoru. Okolo napětí 0,6 V až 0,7 V pro křemík (Si) a 0,2 V až 0,3 V pro germanium (Ge) začíná PN přechod báze-emitor vést elektrický proud. Tato část tranzistoru se chová jako klasická dioda a to z důvodu, že má v této části naprosto totožnou konstrukci (PN přechod).

Přivedením kladného napětí mezi kolektor a emitor začnou být přebytečné elektrony odsávány z báze směrem ke kolektoru. Přechod báze-kolektor je polarizován v závěrném směru. Přebytek elektronů je následně posbírán ve vyprázdněné oblasti přechodu kolektor-báze.

Základní zapojení

V elektronických obvodech může být tranzistor zapojen čtyřmi základními způsoby. Podle elektrody, která je společná pro vstupní i výstupní signál se rozlišuje zapojení se

- **společným emitorem (SE)** - obrací fázi, proudové a napěťové zesílení je mnohem větší než 1
- **společnou bází (SB)** - neobrací fázi, malé proudové zesílení ($A_i < 1$), velmi malá vstupní impedance, velké napěťové zesílení (velikostně podobné jako zapojení SE), zapojení se využívá ve spínačích nebo ve stabilizátorech ve zdrojích
- **společným kolektorem (SC)** (= *emitorový sledovač*) - neobrací fázi, velký vstupní odpor, velké proudové zesílení, menší napěťové zesílení (< 1), využívá se ve sledovačích daného obvodu
- **regulační stupeň (RS)**

Nejčastěji se používá zapojení se společným emitorem (SE). Na první pohled emitor není uzemněn, ale podstatný je pohled z hlediska přenosu změn signálu. Z tohoto pohledu je rezistor R_4 pro nastavení stejnosměrného pracovního bodu pro střídavý signál zkratován velkou paralelní kapacitou kondenzátoru C_3 . Důležitou informaci o vlastnostech tranzistoru podávají jeho vstupní a výstupní charakteristiky. Celková charakteristika se zakresluje do kartézské soustavy souřadnic.

Unipolární tranzistor

Unipolární tranzistor je polovodičový prvek, používaný pro zesilování, spínání signálů a realizaci logických funkcí. Označení *unipolární* vyjadřuje, že přenos náboje je v tomto tranzistoru uskutečňován pouze majoritními (většinovými) nosiči náboje (na rozdíl od bipolárního tranzistoru). Menšinové nosiče náboje jsou pro funkci součástky nežádoucí - jsou parazitního charakteru. Skládá se z polovodičů typu N a P, přičemž výrazně převládá jeden z nich.

Pro velký vstupní odpor se těmto tranzistorům také říká **tranzistory řízené elektrickým polem (FET, Field-Effect Transistors)**. Velký vstupní odpor je velkou výhodou unipolárních tranzistorů oproti bipolárním tranzistorům, jejichž malý vstupní odpor se nepříznivě projevuje při zesilování signálů ze zdrojů s velkým vnitřním odporem. Vstupním obvodem unipolárního tranzistoru tak neteče proud a je, podobně jako elektronka, řízen napětím. Řídící elektrodou teče buď jen malý proud ekvivalentní proudu diody v závěrném směru nebo jí neteče prakticky žádný proud.

Další výhodou tohoto tranzistoru je, že v I. kvadrantu je jeho VA charakteristika téměř lineární, proto jej často používáme v analogovém režimu (nejčastěji jako zesilovač), kde způsobuje velmi malé nelineární zkreslení.

Mělká konstrukční struktura umožňuje využívat unipolární tranzistor v obvodech s vysokou hustotou integrace. Velmi malý vstupní příkon umožňuje navrhnout i předchozí stupně na malý výkon a umístit je na malé ploše. Mělká struktura také umožňuje dobrý odvod ztrátového výkonu tranzistoru z čipu. Z principu funkce bipolárního tranzistoru totiž vzniká Jouleovo teplo, které není schopný miniaturní čip bipolárního tranzistoru odvést.

Nevýhodou (danou právě vysokou vstupní impedancí) je možnost snadného poškození unipolárních tranzistorů statickým nábojem, zvláště při manipulaci před zapojením do obvodů. Aby se předešlo nebezpečí proražení řídící elektrody, provádí se ochrana hradla ochrannými diodami, které mohou být integrovány přímo na čipu nebo připojeny z vnějšku. Nebezpečný je zejména přeskok náboje rychlým výbojem, který ani ochranná Zenerova dioda nestačí svést. Unipolární obvody, včetně mikroprocesorových MOS obvodů je třeba transportovat v antistatických pouzdrech.

Typy

- **JFET** (junction FET, unipolární tranzistor s přechodovým hradlem)

Regulace proudu probíhá přivedením napětí mezi svorky G a S. Přivedeme-li na řídící elektrodu závěrné napětí (polarita dle druhu tranzistoru: s řídící elektrodou typu P nebo N), dojde k rozšíření PN přechodu. Pokud je toto rozšíření dostatečně rozsáhlé (dostatečně vysoké řídící napětí), dojde k zahrazení nebo omezení proudu protékajícího mezi elektrodami S a D.

- **MISFET** (unipolární tranzistor s přechodovým hradlem)
 - **TFT**
 - **IGFET**
 - **MOSFET** (metal oxide semiconductor FET)
 - s vodivým kanálem
 - s indukovaným kanálem
 - **MNSFET**
- **MESFET** (metal semiconductor FET, unipolární tranzistor s izolovaným hradlem)

Elektrody S, G a D jsou kovové a ve styku s polovodičovým materiálem. Uplatňuje se zde tzv. Schottkyho jev vznikající na přechodu polovodič-kov. Vzniká zde jednostranně propustná bariéra, jež je regulována napětím přivedeným na řídicí elektrodu G. Řízená Schottkyho bariéra umožňuje průchod proudu mezi elektrodami D a S nebo mu zabraňuje.