



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

(22) Prihlásené 17 11 80

(21) (PV 7776-80)

(40) Zverejnené 31 07 81

(45) Vydané 15 05 84

216287

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³

H 01 J 29/76

(75)

Autor vynálezu

URBAN ANTON ing., BARTOK KAROL ing., BRATISLAVA

(54) Zapojenie teplotnej kompenzácie pracovného bodu tranzistorov riadených elektrickým poľom

Vynález sa týka zapojenia obvodov teplotnej kompenzácie pracovného bodu tranzistorov riadených elektrickým poľom v oblasti kryogénnych teplôt použitím kombinácie odporov a polovodičových diód.

Doposiaľ sú známe zapojenia teplotnej kompenzácie FET zaručujúce minimálne zmeny polohy pracovného bodu v rozsahu teplôt niekoľkých desiatok stupňov Celsia okolo nuly, využívajúce pritom najčastejšie teplotne závislé odpory zapojené do obvodov jednosmernej napäťovej, alebo prúdovej

spätnej väzby tak, aby zmeny polohy pracovného bodu vyvolané zmenou teploty okolia boli kompenzované pôsobením teplotne závislého odporu. Ďalej sú známe tiež zapojenia, ktoré za tým istým účelom využívajú namiesto teplotne závislých odporov polovodičové diódy v usporiadaní bežnom pre teplotné kompenzácie pracovného bodu bipolárnych tranzistorov. Konečne existujú zapojenia, ktoré problém teplotnej kompenzácie pri veľmi nízkych teplotách riešia tak, že v najbližšom okolí tranzistorov prídavným ohre-

vom znižujú pôvodné teplotné zmeny a udržiavajú prevádzkovú teplotu v určitých medziach. Nevýhodami týchto riešení je to, že účinná kompenzácia nepriaznivého posunu voltampérových charakteristík tranzistorov riadených elektrickým poľom bola zväčša obmedzená na teplotný rozsah niekoľkých desiatok stupňov Celsia okolo nuly. Ďalej ich prívysoké tepelné straty boli obmedzujúcim činiteľom pre ich využitie pri veľmi nízkych teplotách, čím spôsobovali veľký odpar chladiaceho tekutého média, kde napriek zložitosti zapojenia kompenzačné účinky boli nedostatočné kvôli obmedzenému výberu použiteľných súčiastok.

Uvedené nevýhody v podstatnej miere odstraňuje vynález.

Podstata zapojenia teplotnej kompenzácie pracovného bodu tranzistorov riadených elektrickým poľom podľa vynálezu spočíva v tom, že na prvý vývod napájacieho zdroja sú pripojené svojimi hornými koncami prvý odpor, druhý odpor a impedancia, pričom spodný koniec prvého odporu je spolu s anódovým vývodom prvej diódy spojený s jedným koncom tretieho odporu, ktorého druhý koniec je spojený s vývodom prvého hradla tranzistora, spodný koniec druhého odporu je spolu s anódovým vývodom druhej diódy pripojený na druhé hradlo tranzistoru a spodný koniec impedancie je pripojený na kolektorový vývod tranzistoru, ktorého emitorový vývod je spojený s horným koncom štvrtého odporu, ktorého spodný koniec je spolu s katódovými vývodmi prvej diódy a druhej diódy pripojený na druhý vývod napájacieho zdroja.

Prínosom vynálezu je, že jednoduchým spôsobom umožňuje rozšírenie využiteľnosti tranzistorov riadených elektrickým poľom na ich spoľahlivú prevádzku aj v celej oblasti kryogénnych teplôt, pričom znižuje tepelné straty, čo v prípade použitia tekutých chladiacich médií znižuje ich odpar. Zapojenie umožňuje buď automatickú stabilizáciu pracovného bodu, prípadne kolektorového prúdu, alebo kompenzáciu zmeny strmosti tranzistora. Vhodnou kombináciou typu diód zapojených v sérii umožňuje rozšírenie oblasti požadovanej kompenzácie až do 370 K.

Na pripojených výkresoch sú znázornené jednak schéma zapojenia a jednak grafické podchytenie dejov charakterizujúcich procesy, ktoré pri kompenzácii prebiehajú, kde na obr. 1 je príklad zapojenia podľa vynálezu, v ktorom je použitý dvojhradlový elektrický poľom riadený tranzistor s kanálom vodivosti typu N a dve germániové diódy, na obr. 2 sú znázornené prevodové charakteristiky pre tranzistor tohto typu (MOS FET), typické pre oblasť veľmi nízkych teplôt, pri medzných prevádzkových teplotách spolu s odpovedajúcimi krajnými polohami odporovej priamky, ktoré sú jednoznačne dané ty-

pom diód zapojených na prvé a druhé hradlo tranzistora.

Na prvý vývod 1 (obr. 1) napájacieho zdroja 2 sú pripojené svojimi hornými koncami prvý odpor 3, druhý odpor 4 a impedancia 5, pričom spodný koniec prvého odporu 3 je spolu s anódovým vývodom prvej diódy 8 spojený s jedným koncom tretieho odporu 6, ktorého druhý koniec je spojený s vývodom prvého hradla tranzistora 7, spodný koniec druhého odporu 4 je spolu s anódovým vývodom druhej diódy 9 pripojený na druhé hradlo tranzistora 7, a spodný koniec impedancie 5 je pripojený na kolektorový vývod tranzistora 7, ktorého emitorový vývod je spojený s horným koncom štvrtého odporu 10, spodný koniec ktorého je spolu s katódovými vývodmi prvej diódy 8 a druhej diódy 9 pripojený na druhý vývod 11 napájacieho zdroja 2. Na obr. 2 krivka 12 znázorňuje závislosť prúdu kolektora tranzistora 7 na predpätí jeho prvého hradla pri konštantnom napätí druhého hradla pri kryogénnej teplote T_1 . Krivka 13 znázorňuje túto závislosť pri teplote T_2 , pričom $T_2 < T_1$. Priamka 14 znázorňuje hodnotu odporu 10 pri teplote T_1 a priamka 15 znázorňuje hodnotu odporu 10 pri teplote T_2 .

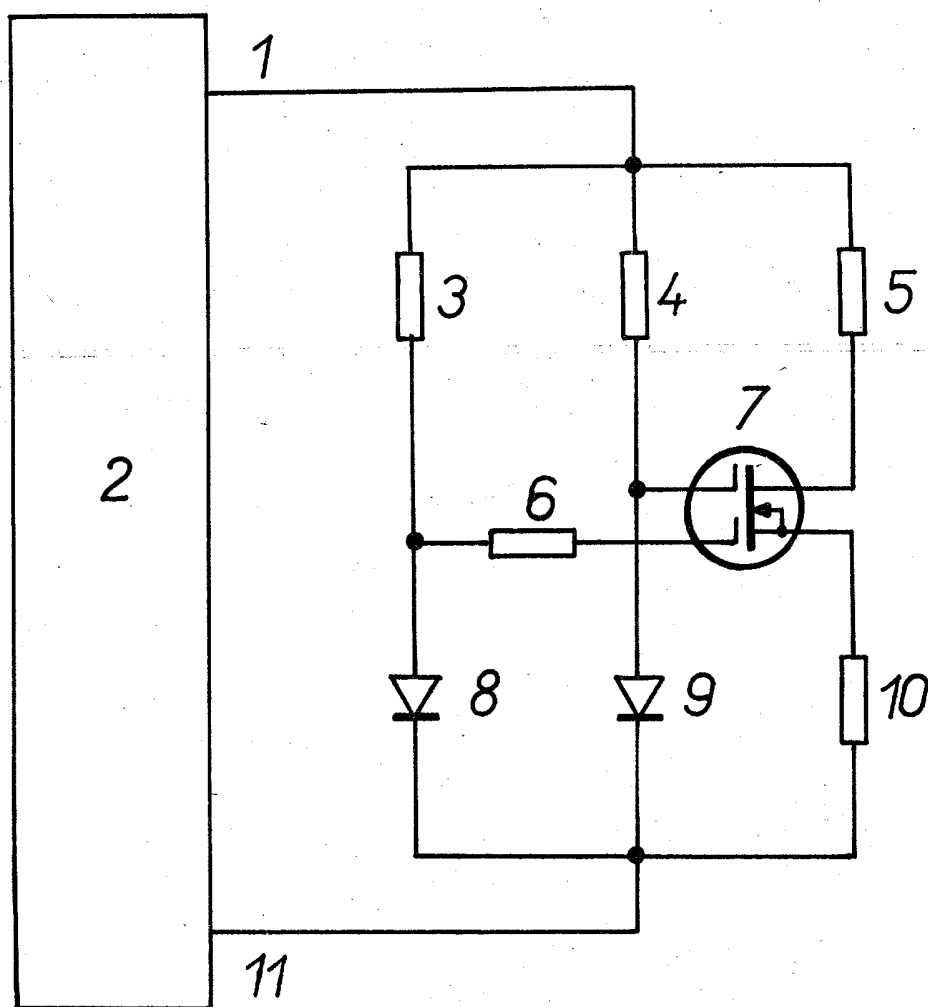
Krivka 12 znázorňuje závislosť prúdu kolektora tranzistora 7 na predpätí jeho prvého hradla pri konštantnom napätí druhého hradla určenom otváracím napätím druhej diódy 9 a nulovej hodnote štvrtého odporu 10 pri kryogénnej teplote T_1 . Krivka 13 zobrazuje túto závislosť pri kryogénnej teplote T_2 , pričom teplota T_2 je menšia ako T_1 . Poloha a sklon priamky 14 sú pri teplote T_1 dané otváracím napätím prvej diódy 8 pri teplote T_1 pripojenej cez tretí odpor 6 na prvé hradlo tranzistoru 7 a hodnotou štvrtého odporu 10, ktorý je zapojený do jeho emitorového prívodu. Poloha priamky 15 pri teplote T_2 závisí na otváracom napätí prvej diódy 8 pri teplote T_2 . Vhodnou voľbou typu prvej diódy 8 a druhej diódy 9 a hodnoty štvrtého odporu 10 je možné v danom rozsahu kryogénnych teplôt T_1 až T_2 zaistiť buď automatickú stabilizáciu pracovného bodu, prípadne kolektorového prúdu, alebo kompenzáciu zmeny strmosti tranzistora 7.

Zapojenie podľa vynálezu môže byť použité v elektronických zariadeniach pracujúcich pri kryogénnych teplotách, ako sú jednosmerné i striedavé (nf, mf, vf) zosilňovače, oscilátory a zmiešovače rovnako, ako aj v zariadeniach analógovej a digitálnej meracej techniky. Použitím svietiacich diód v zapojení podľa vynálezu je možné ďalej znížiť tepelné straty a odpar tekutého chladiaceho média. Zapojenie podľa vynálezu je použiteľné pre väčšinu v súčasnosti vyrábaných jedno, alebo dvojhradlových FET-ov, pričom u jednohradlových FET-ov funkciu druhého hradla môže nahradiť zvlášť vyvedený substrát.

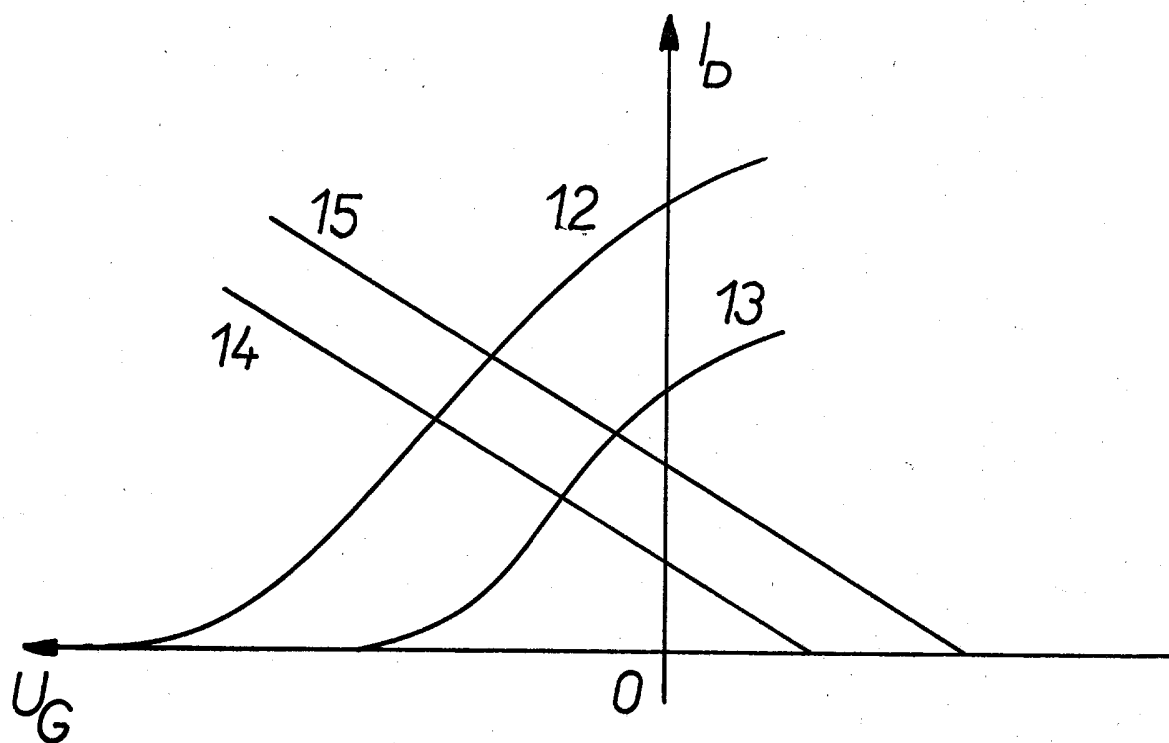
PREDMET VYNÁLEZU

Zapojenie teplotnej kompenzácie pracovného bodu tranzistorov riadených elektrickým po-
lom, vyznačené tým, že na prvý vý-
vod (1) napájacieho zdroja (2) sú pripojené
svojimi hornými koncami prvý odpor (3),
druhý odpor (4) a impedancia (5), pričom
spodný koniec prvého odporu (3) je spolu
s anódovým vývodom prvej diódy (8) spoje-
ný s jedným koncom tretieho odporu (6), kto-
rého druhý koniec je spojený s vývodom pr-
vého hradla tranzistoru (7), spodný koniec

druhého odporu (4) je spolu s anódovým vý-
vodom druhej diódy (9) pripojený na druhé
hradlo tranzistoru (7) a spodný koniec im-
pedancie (5) je pripojený na kolektorový vý-
vod tranzistoru (7), ktorého emitorový vývod
je spojený s horným koncom štvrtého odpo-
ru (10), ktorého spodný koniec je spolu s ka-
tódovými vývodmi prvej diódy (8) a druhej
diódy (9) pripojený na druhý vývod (11) na-
pájacieho zdroja (2).

2 výkresy

Obr. 1



Obr. 2