



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

226 957

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 13 10 81
(21) PV 7497-81

(51) Int. Cl.³

G 01 R 31/26

(40) Zveřejněno 26 08 83
(45) Vydáno 01 01 86

(75)

Autor vynálezu BUREŠ JOSEF ing., DVORSKÝ VÁCLAV ing., PRAHA

(54)

Zapojení obvodu pro měření strmostního efektu tyristorů

1

Vynález se týká zapojení obvodu pro měření strmostního efektu tyristorů.

Měření strmostního efektu tyristorů se provádí tak, že na tyristor s odpojenou řídicí elektrodou se přikládá napěťový impuls s přesně definovanou strmostí nárůstu napětí a požadovanou amplitudou. Strmost napětí se zvyšuje do té míry až posuvný proud uvnitř systému tyristoru způsobí jeho samovolné sepnutí.

Strmost napětí, při které tyristor samovolně sepne se nazývá kritickou strmostí nárůstu blokovacího napětí.

V současné době jsou měřicí obvody realizovány tak, že přes spínací výkonový prvek jako tyristor, thyatron je ze zdroje napětí realizovaného kondenzátorem přes přepínatelné odpory nabíjen kondenzátor. Kapacita tohoto kondenzátoru musí být nejméně 10x větší než součet statické a dynamické kapacity měřeného tyristoru. Paralelně k tomuto kondenzátoru je připojen měřený tyristor přes ochranný odpor. Napětí na tomto kondenzátoru exponenciálně vzrůstá. Amplituda napětí je zpravidla omezoována dalším pomocným zdrojem napětí přes diodu.

Některá zapojení místo nabíjecích odporů používají kombinaci odporů a indukčností nebo tlumivky předem vybuzené proudem a zapojované do obvodu pomocné diody. Všechny tyto způsoby slouží k linearizaci průběhu nárůstu napětí a obvody pro jejich realizaci jsou složité a mají mnoho nevýhod uvedených v následujícím:

Značná energetická náročnost při opakovací frekvenci 50 Hz vlivem nabíjení a vybíjení velkých kapacit.

K realizaci uspokojivého lineárního průběhu nárůstu napětí je potřeba napětí generátoru zvýšit na dvojnásobek požadované hodnoty a limitovat velikost jeho amplitudy.

Dynamická kapacita měřeného prvku připojená paralelně ke kondenzátoru, vždy ovlivňuje průběh nárůstu napětí.

Spínací prvek měřicího obvodu je namáhán velkou strmostí nárůstu proudu di/dt , a současně musí mít zaručenu vysokou hodnotu blokovacího napětí.

Většinou nelze realizovat vyšší strmosti nárůstu napětí než $1000 \text{ V}/\mu\text{s}$ s uspokojivými vlastnostmi.

Strmost nárůstu napětí v okolí nuly, vlivem konečných spínacích vlastností prvku měřicího obvodu, je menší než strmost požadovaná a tento fakt negativně ovlivňuje výsledky měření.

Další nevýhodou současných měřicích obvodů je možnost výskytu překmitu napětí v amplitudě při realizaci vysokých strmostí nárůstu proudu.

Ochrana prvku proti nadproudu při sepnutí je prováděna ochranným seriovým odporem, který způsobuje další deformaci průběhu nárůstu napětí na měřeném prvku.

Zapojení obvodu pro měření strmostního efektu tyristorů podle vynálezu výše uvedené nedostatky odstraňuje. Jeho podstatou je, že do serie s měřeným tyristorem je zapojena pomocná dioda, jejíž katoda je spojena se záporným pólem zdroje proměnného napětí, jehož kladný pól je spojen s anodou pentody.

Anoda měřeného tyristoru je spojena jednak přes paralelní kombinaci odporu a kondenzátoru s katodou pentody a jednak přes mřížkový odpor s kladným pólem zdroje napětí první mřížky pentody, jehož záporný pól je přes sériové spojení omezovacího odporu a prvního oddělovacího odporu spojen s první mřížkou pentody. Kladný pól zdroje napětí první mřížky pentody je přes spínač spojen s paralelním uzlem omezovacího odporu a prvního oddělovacího odporu. Dále k paralelně k sériové kombinaci měřeného tyristoru a pomocné diody je zapojen zatěžovací odpor a paralelně k seriovému spojení zatěžovacího odporu a mřížkového odporu je zapojen derivací kondenzátor. Dále katoda pomocné diody je přes druhý oddělovací odpor spojena s kladným pólem zdroje napětí druhé mřížky pentody, jehož záporný pól je spojen s anodou měřeného tyristoru, přičemž druhá mřížka pentody je spojena jednak přes odpor druhé mřížky s kladným pólem zdroje napětí druhé mřížky a jednak přes kondenzátor druhé mřížky s katodou pentody, která je zároveň propojena s třetí mřížkou.

Zapojení obvodu podle vynálezu se vyznačuje malou energetickou náročností, dobrou lineární průběhu nárůstu napětí, snadnou a plynulou změnou strmosti i amplitudy napětí bez použití omezovacího zdroje.

Zapojení podle vynálezu je vhodné pro vytváření průběhu napětí s nízkou strmostí řádu desítek $\text{V}/\mu\text{s}$, i strmostí řádu $\text{kV}/\mu\text{s}$. Vhodnou volbou konstanty RC v druhé mřížce pentody je možno volit maximální proud při sepnutí tyristoru. Vlastní kapacita měřeného tyristoru neovlivňuje průběh nárůstu napětí. Strmost nárůstu napětí v okolí nuly je ovlivňována pouze spínacími vlastnostmi pomocné diody. Jelikož je amplituda dána velikostí napětí zdroje proměnného napětí nevyskytují se překmity.

Příklad zapojení obvodu pro měření strmostního efektu tyristorů je na obrázku.

Katoda měřeného tyristoru 15 je připojena k anodě pomocné diody 14, jejíž katoda je spojena se záporným pólem zdroje proměnného napětí 2, jehož kladný pól je připojen k anodě pentody 17.

Katody pentody 17 je přes paralelní kombinaci odporu 10 a kondenzátoru 11 připojena k anodě měřeného tyristoru 15. Paralelně k sériové kombinaci měřeného tyristoru 15 a pomocné diody 14 je připojen zatěžovací odpor 8. První mřížka pentody je přes první oddělovací odpor 4 první mřížky a omezovací odpor 5 zdroje první mřížky připojena k zápornému pólu zdroje napětí 1 první mřížky. Kladný pól zdroje napětí 1 první mřížky je jednak přes mřížkový odpor 9 připojen k anodě měřeného tyristoru 15 a jednak přes spínač 16 připojen ke společnému uzlu omezovacího odporu 5 a prvního oddělovacího odporu 4 první mřížky. Druhá mřížka pentody 17 je přes kondenzátor 12 druhé mřížky připojena ke katodě pentody 17, dále je připojena přes odpor 6 druhé mřížky ke kladnému pólu zdroje napětí 3 druhé mřížky. Záporný pól zdroje napětí 3 druhé mřížky je připojen k anodě měřeného tyristoru 15. Mezi kladný pól zdroje napětí 3 druhé mřížky a záporný pól zdroje 2 proměnného napětí je zapojen druhý oddělovací odpor 7. Derivační kondenzátor 12 je připojen mezi záporný pól zdroje 2 proměnného napětí a kladný pól zdroje napětí 1 první mřížky. Třetí mřížka pentody 17 je spojena přímo s katodou pentody 17.

Po zvýšení výkonu lze zapojení rozšířit připojením jedné nebo více pentod zapojených tak, že anoda druhé pentody 18 se připojí paralelně k anodě pentody 17. Třetí mřížka, spojená s katodou pentody 18, se připojí přes paralelní kombinaci odporu 19 a kondenzátoru 20 k anodě měřeného tyristoru 15. Druhá mřížka pentody 18 je přes kondenzátor 21 druhé mřížky připojena ke katodě pentody 18, dále je připojena přes odpor 22 druhé mřížky ke kladnému pólu zdroje napětí 3 druhé mřížky. První mřížka pentody 18 je přes první oddělovací odpor 23 první mřížky a omezovací odpor 5 zdroje první mřížky připojena k zápornému pólu zdroje napětí 1 první mřížky.

Funkce obvodu pro měření strmotního efektu tyristorů je následující:

V klidovém stavu jsou rozepnuty kontakty spínače 16. Na první mřížku pentody 17 je přes první oddělovací odpor 4 první mřížky a přes omezovací odpor 5 zdroje první mřížky připojen záporný pól zdroje napětí 1 první mřížky. Kladný pól zdroje 1 je přes mřížkový odpor 9 a odpor 10 připojen ke katodě pentody 17. Velikost napětí zdroje 1 první mřížky je taková, aby pentodou 17 neprotékal žádný anodový proud. Proud ze zdroje napětí 3 druhé mřížky protékající přes oddělovací odpor 7 a zatěžovací odpor 8 vytváří na katodě pomocné diody 14 oproti anodě měřeného tyristoru 15 kladné napětí a tím se pomocná dioda 14 udržuje v nevodivém stavu. Mezi katodou a anodou měřeného tyristoru 15 je nulové napětí.

Měřicí cyklus začíná sepnutím spínače 16. Tím se připojí první mřížka pentody 17 přes první oddělovací odpor 4 první mřížky, mřížkový odpor 9 a odpor 10 ke katodě pentody 17 a tím začne anodou pentody 17 protékat anodový proud ze zdroje 2 proměnného napětí. Průchodem proudu v obvodu zdroj 2 proměnného napětí, pentoda 17, odpor 10, zatěžovací odpor 8 - vzniká na zatěžovacím odporu 8 úbytek napětí. Změna tohoto napětí je přes derivační kondenzátor 13 přiváděna na mřížkový odpor 9 a přes sepnutý spínač 16 a první oddělovací odpor 4 na první mřížku pentody 17. Záporným napětím vznikajícím na mřížkovém odporu 9 je pentoda 17 částečně uzavírána. Vlivem zpětné vazby si pentoda 17 udržuje na první mřížce konstantní záporné napětí, bez ohledu na změnu zátěže v obvodu anody a tím konstantní nárůst záporného napětí na katodě pomocné diody 14 a tím i na katodě měřeného tyristoru 15. Vzhledem k tomu, že v klidovém stavu je na katodě pomocné diody 14 napětí kladné vůči anodě měřeného tyristoru 15, odchází v počátku měřicího cyklu k poklesu kladného napětí k nule a k jeho přechodu do záporných hodnot. Tím jsou odstraněny možné nelinearity nárůstu napětí v počátku děje. Napětí na katodě

měřeného tyristoru 15 narůstá lineárně se strmostí danou velikostí derivačního kondenzátoru 13 a mřížkového odporu 9 až do velikosti napětí zdroje 2 proměnného napětí. Při sepnutí měřeného tyristoru 15 vlivem strmostního efektu dochází k zvýšení anodového proudu pentody 17 a tím i ke zvýšení proudu druhé mřížky. Velikost tohoto proudu pro ustálený zkratový stav je nastavena velikostí odporu 6 druhé mřížky, náboj kondenzátoru 12 druhé mřížky určuje velikost náboje, který je obvod v průběhu pulsu schopen dodat při sepnutí měřeného tyristoru 15 vlivem strmostního efektu. Ukončení napěťového pulsu nastává rozepnutím spínače 16. Tím je na první mřížku pentody 17 přivedeno záporné napětí zdroje napětí 1 první mřížky a pentoda 17 se zcela uzavře.

Po zvýšení dosahovaných proudů v impulsu je možno řadit pentody paralelně způsobem výše uvedeným. Stejnoseměrné výkonové zatížení všech paralelně řazených pentod zajišťují odpory 10 a 19, paralelní kondenzátory 11 a 20 a oddělovací odpory 4 a 23 první mřížky.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zapojení obvodu pro měření strmostního efektu tyristorů, sestávající ze zdroje napětí první a druhé mřížky pentody, zdroje proměnného napětí, alespoň jedné pentody a diskretních elektronických prvků, vyznačované tím, že do serie s měřeným tyristorem (15) je zapojena pomocná dioda (14), jejíž katoda je spojena se záporným pólem zdroje (2) proměnného napětí, jehož kladný pól je spojen s anodou pentody (17) a anoda měřeného tyristoru (15) je spojena jednak přes paralelní kombinaci odporu (10) a kondenzátoru (11) s katodou pentody (17) a jednak přes mřížkový odpor (9) s kladným pólem zdroje (1) napětí první mřížky pentody, jehož záporný pól je přes seriové spojení omezovacího odporu (5) a prvního oddělovacího odporu (4) spojen s první mřížkou pentody (17), přičemž kladný pól zdroje (1) napětí první mřížky pentody je přes spínač (16) spojen se společným uzlem omezovacího odporu (5) a prvního oddělovacího odporu (4) a dále paralelně k sériové kombinaci měřeného tyristoru (15) a pomocné diody (14) je zapojen zatěžovací odpor (8) a paralelně k seriovému spojení zatěžovacího odporu (8) a mřížkového odporu (9) je zapojen derivační kondenzátor (13) a dále katoda pomocné diody (14) je přes druhý oddělovací odpor (7) spojena s kladným pólem zdroje (3) napětí druhé mřížky pentody, jehož záporný pól je spojen s anodou měřeného tyristoru (15), přičemž druhá mřížka pentody (17) je spojena jednak přes odpor (6) druhé mřížky s kladným pólem zdroje (3) napětí druhé mřížky a jednak přes kondenzátor (12) druhé mřížky s katodou pentody (17), která je zároveň propojena s třetí mřížkou.
2. Zapojení obvodu pro měření strmostního efektu tyristorů podle bodu 1, vyznačené tím, že paralelně k anodě pentody (17) je zapojena anoda alespoň jedné další pentody (18), jejíž první mřížka je přes další oddělovací odpor (23) a omezovací odpor (5) spojena se záporným pólem zdroje (1) napětí první mřížky, jejíž druhá mřížka je spojena jednak přes odpor (22) druhé mřížky s kladným pólem zdroje (3) napětí druhé mřížky a jednak přes kondenzátor (21) druhé mřížky s katodou pentody (18), spojenou jednak s třetí mřížkou a jednak přes paralelní kombinaci odporu (19) a kondenzátoru (20) spojena s anodou měřeného tyristoru (15).

