

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

33 122

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01R 15/08 (2006.01)
G01R 15/04 (2006.01)
G01R 19/00 (2006.01)
G01D 3/024 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-36161**
(22) Přihlášeno: **30.04.2019**
(47) Zapsáno: **20.08.2019**

- (73) Majitel:
Masarykova univerzita, Brno, Brno-město, CZ
- (72) Původce:
Mgr. Andrej Buček, Ph.D., Brezno 97701, SK
Jaromír Hašana, Rajhrad, CZ
Ing. Miroslav Zemánek, Ph.D., Míchov, CZ
- (74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Okružní
2824, 370 01 České Budějovice, České Budějovice
3

- (54) Název užitého vzoru:
Adaptivní dělič vysokého napětí

CZ 33122 U1

Adaptivní dělič vysokého napětí

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká adaptivního děliče vysokého napětí, který je určen jako součást systémů pro měření vysokého napětí a vysokonapětěových pulzů v rozvodných sítích elektrické energie, v laboratořích a všude tam, kde při měření dochází k výkyvům napětí od velmi vysokého po nízké hodnoty, kdy obě tyto extrémní hodnoty je zapotřebí změřit s dostatečnou přesností.

10

Dosavadní stav techniky

Děliče vysokého napětí se používají především v měřicí technice, za účelem rozšíření rozsahu měření v závislosti na nastaveném dělicím poměru děliče. Obecně se děliče rozdělují na odporové, kapacitní, induktivní a kombinované vysokonapětěové děliče. Odporové vysokonapětěové děliče se pak používají především pro měření stejnosměrného a střídavého impulzního napětí, kdy proud protékající děličem by neměl přesáhnout hodnoty v řádech miliampér. Jako takový je dělič napětí součástí voltmetru, kde jeho jednotlivé měřicí rozsahy obvykle odpovídají určitému poměru dělení napětí.

20

V případě klasických odporových vysokonapětěových děličů, jsou tyto tvořeny obecně dvěma rezistory s pevnými neměnnými hodnotami odporu, zapojenými sériově za sebou. Dělicí poměr takové soustavy je pak konstantní a lze jej vyjádřit jako $k = \frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$.

25

Vysokonapětěový dělič však obecně nelze použít pro měření vysokého i nízkého napětí současně, aniž by nedocházelo k výraznějšímu zkreslení naměřených hodnot především u měřených nízkých hodnot. Měření ve velkém rozmezí napětí se obvykle provádí tak, že pro měření vysokých hodnot napětí (obvykle v rozsahu stovek až desítek tisíc voltů), je použito vysokonapětěové sondy s příslušným měřicím zařízením přizpůsobeným parametrům sondy, a pro měření nízkých hodnot napětí, obvykle v rozsahu desítek až stovek voltů, je použito sondy nízkonapětěové s příslušným měřicím zařízením přizpůsobeným parametrům sondy. Je tedy zapotřebí použít dvou různých kusů měřicích sond, obvykle s různými měřicími výstupy. Znamená to zvýšené náklady na obstarání a provoz takovéto měřicí soustavy, což přináší i problém s prostorovým rozmístěním jednotlivých měřicích prvků, a navíc to neumožňuje provádět spojitě měření.

30

35

Úkolem technického řešení je zkonstruovat adaptivní napětěový dělič vysokého napětí, který by umožňoval s vysokou přesností měřit, jak maximální hodnoty napětí vysokonapětěových pulzů, tak i nízké hodnoty napětí v oblastech doznívání těchto elektrických vysokonapětěových pulzů.

40

Podstata technického řešení

Nedostatky známých řešení odstraňuje adaptivní dělič vysokého napětí pro měření vysokého napětí a vysokonapětěových pulzů, podle tohoto technického řešení, který je určen jako součást měřicích elektrických zařízení pro měření elektrického napětí v rozvodných sítích elektrické energie, laboratořích a podobných zařízeních, kde je nutné sledovat chování vysokého elektrického napětí stejnosměrné nebo střídavé charakteristiky.

45

Adaptivní dělič vysokého napětí pro měření vysokého napětí a vysokonapětěových pulzů obsahuje vysokonapětěový odporový modul a nízkonapětěový odporový modul. Oba moduly jsou zapojené do série za sebou mezi vysokonapětěovým vstupem elektrického napětí do adaptivního děliče vysokého napětí a zemnicím kontaktem. Koaxiální výstup nízkého elektrického napětí

50

z adaptivního děliče vysokého napětí je vyveden mezi vysokonapětovým a nízkonapětovým odporovým modulem. Vysokonapětový odporový modul je tvořen pasivními rezistory s neměnnou odporovou charakteristikou.

- 5 Podstata technického řešení spočívá v tom, že nízkonapětový odporový modul adaptivního děliče vysokého napětí pro měření vysokého napětí a vysokonapětových pulzů obsahuje alespoň jednu odporovou součástku s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou.

10 Ve výhodném provedení je odporovou součástkou s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou varistor.

V jiném výhodném provedení je odporovou součástkou s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou dioda.

- 15 V dalším výhodném provedení je odporovou součástkou s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou JFET tranzistor.

V jiném výhodném provedení je odporovou součástkou s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou IGFET tranzistor.

- 20 V dalším výhodném provedení je odporovou součástkou s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou vakuová dioda.

25 V jiném výhodném provedení je odporovou součástkou s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou trioda.

V následujícím výhodném provedení je odporovou součástkou s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou bipolární tranzistor.

- 30 Hlavní výhodou adaptivního děliče vysokého napětí pro měření vysokého napětí a vysokonapětových pulzů podle tohoto technického řešení je, že spojitou změnou dělicího poměru umožňuje měřit jak vysoké hodnoty napětí v řádu desítek kilovoltů, tak i nízké hodnoty napětí v řádu desítek voltů při zachování vysoké přesnosti v celém měřicím rozsahu, a to s jediným děličem vysokého napětí, resp. přístrojem (sondou) opatřeným tímto adaptivním děličem vysokého napětí.

Objasnění výkresů

- 40 Technické řešení bude blíže objasněno pomocí výkresů:

Obr. 1 schéma zapojení děliče vysokého napětí podle dosavadního stavu techniky, s pasivními odpory;

- 45 Obr. 2 schéma zapojení děliče vysokého napětí podle technického řešení, s obecně znázorněnou nízkonapětovou aktivní odporovou součástkou s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou;

50 Obr. 3 příklad uspořádání děliče vysokého napětí s pasivními odpory zapojenými do série ve vysokonapětovém odporovém modulu a kombinací do série i paralelně zapojených pasivních odporů, varistoru a potenciometru u nízkonapětového odporového modulu;

- 55 Obr. 4 příklad uspořádání děliče vysokého napětí s pasivními odpory zapojenými do série ve vysokonapětovém odporovém modulu a kombinací paralelně zapojených varistorů u nízkonapětového odporového modulu;

Obr. 5 příklad uspořádání děliče vysokého napětí s kombinací paralelně zapojených diod u nízkonapětového odporového modulu.

5

Příklady uskutečnění technického řešení

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní případy uskutečnění technického řešení jsou představovány pro ilustraci, nikoli jako omezení technického řešení na uvedené příklady. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zajistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním technického řešení, která jsou zde popsána.

Známy dělič 11 vysokého napětí pro měření vysokého napětí a vysokonapětových pulzů podle obr. 1 obsahuje vysokonapětový odporový modul 2 a nízkonapětový odporový modul 3. Oba odporové moduly 2, 3 jsou zapojené do série za sebou mezi vysokonapětovým vstupem 4 elektrického napětí do děliče 11 vysokého napětí a zemnicím kontaktem 6. Koaxiální výstup 5 nízkého elektrického napětí z děliče 11 vysokého napětí je vyveden mezi oběma odporovými moduly 2, 3. Vysokonapětový odporový modul 2 je tvořen pasivními rezistory 9 s neměnnou odporovou charakteristikou, stejně tak jako nízkonapětový odporový modul 3.

Nízkonapětový odporový modul 3 adaptivního děliče 1 vysokého napětí pro měření vysokého napětí a vysokonapětových pulzů, podle obr. 2, podle tohoto řešení, obsahuje alespoň jednu odporovou součástku 7 s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou.

25

Odporovou součástkou 7 s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou může být podle obr. 3 a 4 např. varistor 8, dioda 10, JFET tranzistor (polem řízený tranzistor s přechodovým hradlem), IGFET tranzistor (Insulated Gate Field Effect Transistor), vakuová dioda, trioda nebo bipolární tranzistor.

30

Odporová součástka 7 s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou, kterou je osazen nízkonapětový odporový modul 3 s proměnnou odporovou charakteristikou, mění svou odporovou charakteristiku v závislosti na velikosti přivedeného elektrického napětí. U těchto odporových součástek 7 s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou se elektrický odpor obecně snižuje se zvyšováním hodnoty přiloženého elektrického napětí, a tudíž dochází při snižování napětí k nárůstu jejich elektrického odporu, a tím ke zvyšování dělicího poměru adaptivního děliče 1 vysokého napětí např. na hodnotu 1:100 z hodnoty 1:1000 při nejvyšších přípustných napětích. Tímto zvýšením se zajišťuje zvýšená přesnost měření v oblasti nízkých napětí. Jelikož je zmíněná závislost elektrického odporu odporové součástky 7 s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou na přiloženém napětí obecně monotónní, představuje uvedené technické řešení relevantní způsob měření elektrických napětí.

Adaptivní dělič 1 vysokého napětí spojitou změnou dělicího poměru umožňuje měřit jak vysoké hodnoty napětí v řádu desítek kilovoltů, tak i nízké hodnoty napětí v řádu desítek voltů při zachování vysoké přesnosti v celém měřicím rozsahu. Příkladem je měření vysokonapětových pulzů a bezpečného napětí na vysokonapětových zařízeních před jejich revizí a manipulací s nimi. Jedná se kupříkladu o měření hodnoty bezpečného dotykového napětí u vysokonapětových zařízení provozovaných v prostorech normálních a nebezpečných, jež představuje hladinu desítek voltů (konkrétní hranice definuje např. norma ČSN 33 2000-4-41).

50

Příklady zapojení podle obr. 3 a 4 představují dvě různá řešení pro měření stejnosměrného a střídavého vysokého napětí s pomalu se měnící amplitudou signálu. Naopak řešení podle obr. 5 představuje zapojení pro měření elektrického napětí stejnosměrného, ale i střídavého napětí s frekvencí v řádu stovek hertzů.

55

Příklad podle obr. 3 představuje zapojení, kdy vysokonapětový odporový modul 2 je tvořen čtyřmi do série zapojenými pasivními rezistory 9 s nominální hodnotou 5 GΩ, 1 GΩ, 500 MΩ a 100 MΩ. Nízkonapětový odporový modul 3 je pak tvořen dvěma paralelně zapojenými větvemi elektrického obvodu, kde na jedné větvi jsou do série zapojeny tři pasivní rezistory 9 nominální hodnoty 100 MΩ, a 2x 10 MΩ, a na druhé větvi jsou do série zapojeny pasivní rezistor 9 nominální hodnoty 2,7 MΩ, varistor 8 obchodní označení VCR07D330K a pasivní rezistor 9 s proměnlivým odporem maximálně dosahující hodnoty 2,5 MΩ.

Příklad podle obr. 4 představuje zapojení, kdy vysokonapětový odporový modul 2 je tvořen dvěma do série zapojenými pasivními rezistory 9 s nominální hodnotou 200 MΩ. Nízkonapětový odporový modul 3 je tvořen pěti paralelně vedle sebe zapojenými varistory 8 obchodní označení VCR07D330K.

Další příklad podle obr. 5 představuje zapojení, kdy vysokonapětový odporový modul 2 je tvořen paralelně zapojeným pasivním rezistorem 9 nominální hodnoty 100 MΩ proti třem dvojicím protisměrně zapojených diod 10 obchodní označení HV6. Nízkonapětový odporový modul 3 je tvořen do série zapojeným potenciometrem a dvěma paralelně zapojenými větvemi elektrického obvodu osazenými protisměrně vždy osmi diodami 10 obchodní označení HV6 na každé větvi.

Použitím systému paralelního zapojení několika varistorů 8 vedle sebe podle obr. 4 je docíleno toho, že výsledný nízkonapětový odporový modul 3 má menší odpor, a tak i výsledný součet odporů adaptivního děliče 1 vysokého napětí bude menší. Takto uspořádaný obvod potřebuje mnohem menší čas k ustálení, a tím se dosahuje vyšší možné rychlosti měření, tzn. měření signálů s vyšší rychlostí kmitání. Naopak použitím jediného varistoru 8 podle obr. 3 se docílí lepší voltampérové charakteristiky, čímž se dá lehčeji spočítat závislost dělicího poměru a adaptivní dělič 1 vysokého napětí se lehčeji kalibruje.

Průmyslová využitelnost

Zařízení lze využít všude tam, kde je v měřicí technice využíván odporový vysokonapětový dělič s možností jeho využití nejen pro vysoká napětí, ale i pro nízká a především střídavá. S výhodou se tak využije při měření vysokých napětí stejnosměrného i střídavého proudu s možností s vysokou přesností změřit i spodní napětěvé charakteristiky vysokonapětových pulzů v místech, kde vysokonapětová charakteristika přechází do nízkonapětového pásma.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Adaptivní dělič (1) vysokého napětí pro měření vysokého napětí a vysokonapětových pulzů zahrnující vysokonapětový odporový modul (2), tvořený pasivními rezistory (9) s neměnnou odporovou charakteristikou a nízkonapětový odporový modul (3), které jsou zapojené do série za sebou mezi vysokonapětovým vstupem (4) elektrického napětí do adaptivního děliče (1) vysokého napětí a zemnicím kontaktem (6), přičemž BNC koaxiální výstup (5) nízkého elektrického napětí z adaptivního děliče (1) vysokého napětí je vyveden mezi moduly (2, 3), **vyznačující se tím**, že nízkonapětový odporový modul (3) obsahuje alespoň jednu odporovou součástku (7) s napětěvě proměnlivou odporovou charakteristikou.

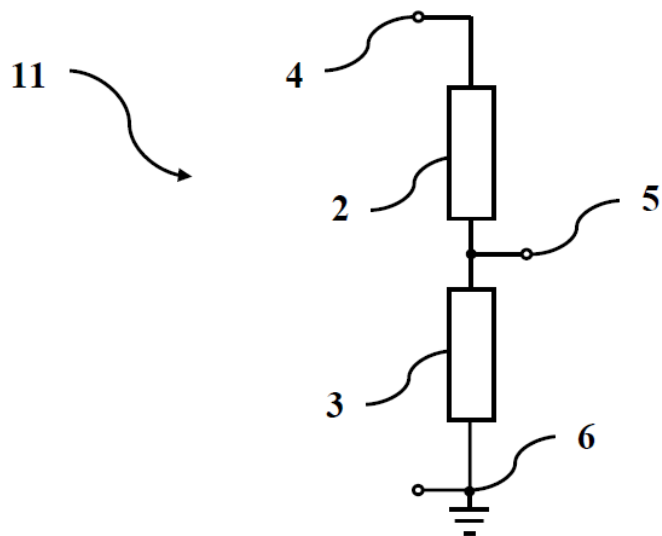
2. Adaptivní dělič napětí (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odporovou součástkou (7) s napětěvě proměnlivou odporovou charakteristikou je varistor (8).

3. Adaptivní dělič napětí (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odporovou součástí (7) s napěťově proměnlivou odporovou charakteristikou je dioda (10).
- 5 4. Adaptivní dělič napětí (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odporovou součástí (7) s napěťově proměnlivou odporovou charakteristikou je JFET tranzistor.
5. Adaptivní dělič napětí (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odporovou součástí (7) s napěťově proměnlivou odporovou charakteristikou je IGFET tranzistor.
- 10 6. Adaptivní dělič napětí (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odporovou součástí (7) s napěťově proměnlivou odporovou charakteristikou je vakuová dioda.
7. Adaptivní dělič napětí (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odporovou součástí (7) s napěťově proměnlivou odporovou charakteristikou je trioda.
- 15 8. Adaptivní dělič napětí (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odporovou součástí (7) s napěťově proměnlivou odporovou charakteristikou je bipolární tranzistor.

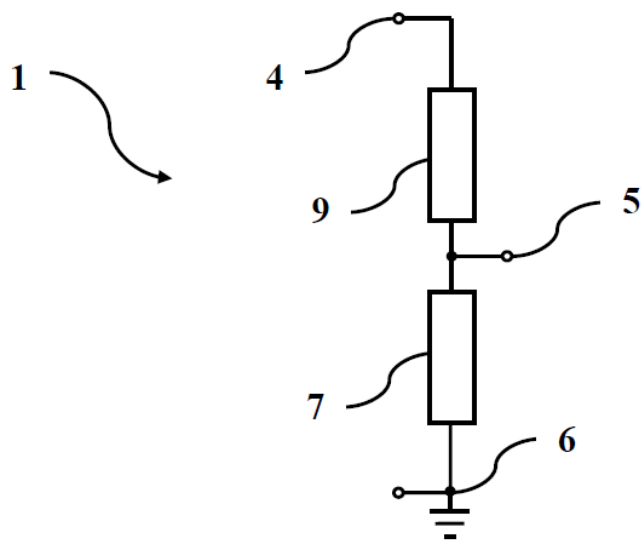
4 výkresy

Seznam vztahových značek:

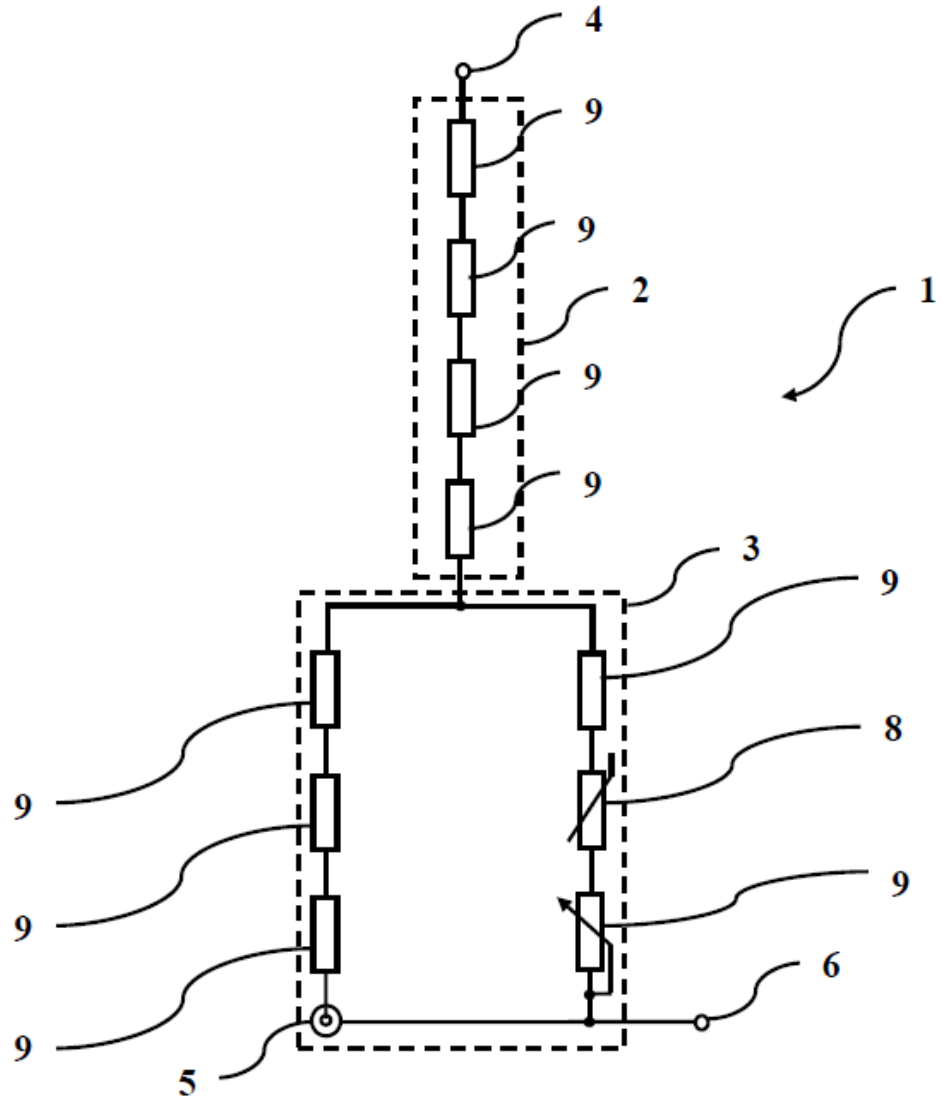
- 1 adaptivní dělič vysokého napětí pro měření vysokého napětí a vysokonapětových pulzů
- 2 vysokonapětový odporový modul
- 3 nízkonapětový odporový modul
- 4 vysokonapětový vstup elektrického napětí do adaptivního děliče napětí
- 5 koaxiální výstup nízkého elektrického napětí z adaptivního děliče napětí
- 6 zemnicí kontakt
- 7 odporová součástka s napětově proměnlivou odporovou charakteristikou
- 8 varistor
- 9 rezistor
- 10 dioda
- 11 dělič vysokého napětí.



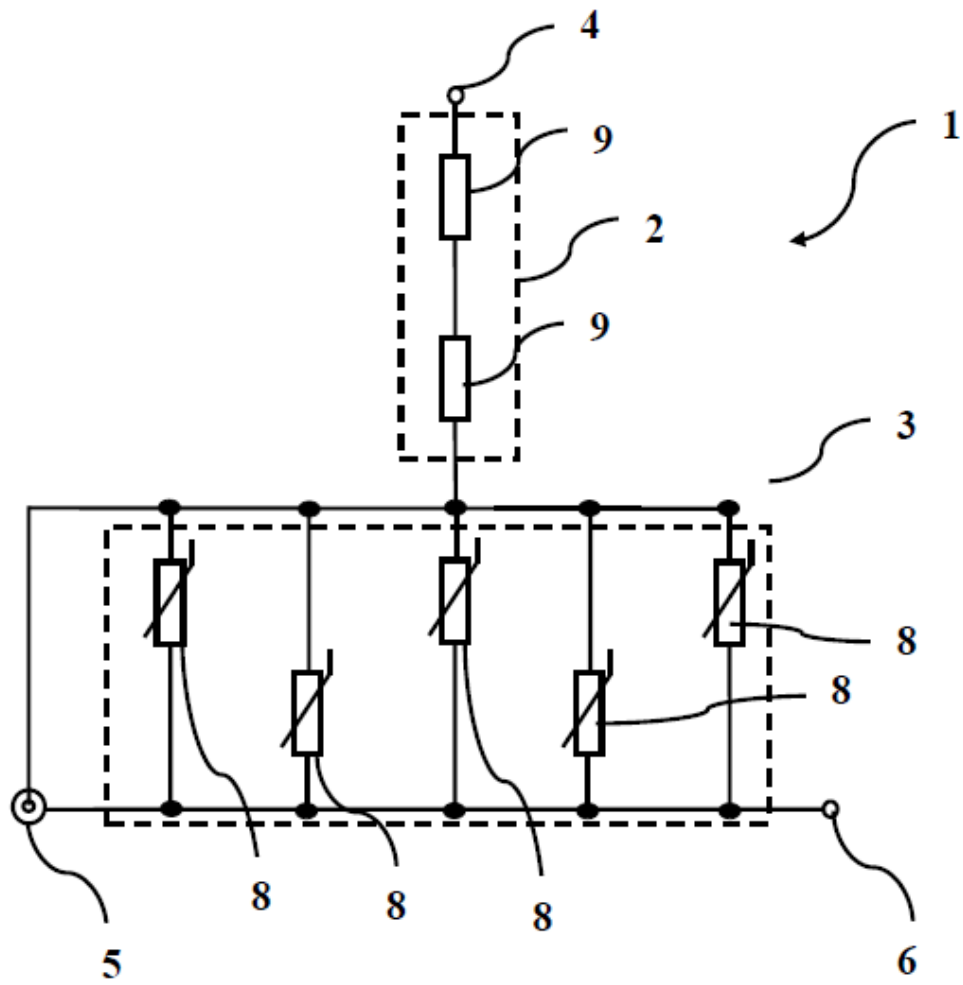
Obr. 1



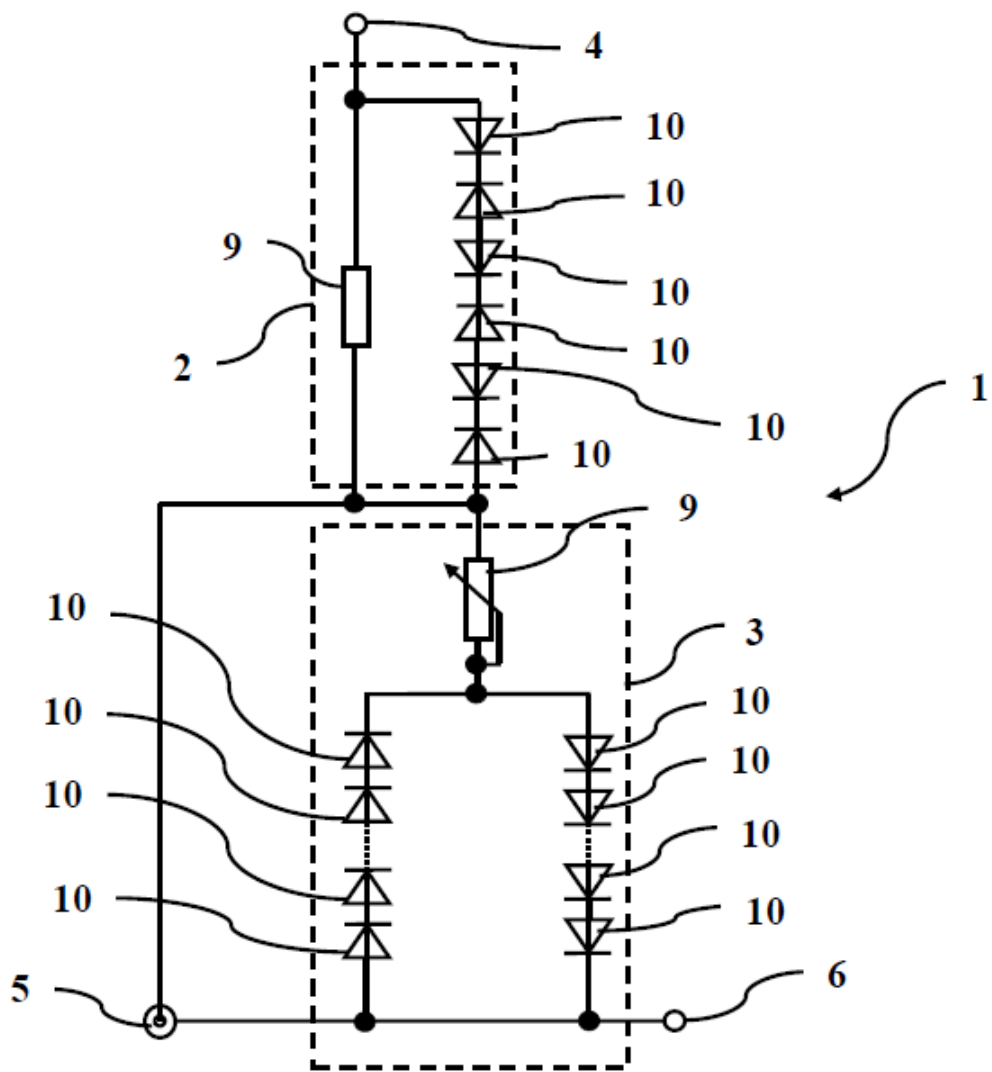
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5