



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

210348

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 02 H 7/20

(22) Přihlášeno 29 03 79
(21) (PV 2085-79)

(40) Zveřejněno 29 05 81

(45) Vydáno 15 06 83

(75)

Autor vynálezu

HANÁK IVO ing., PRAHA

(54) Zapojení obvodu pro připojení anodového napětí karcinotronu pouze při zadaném rozmezí jeho hodnoty

1

Vynález se týká zapojení obvodu pro připojení anodového napětí karcinotronu pouze při zadaném rozmezí jeho hodnoty. Zapojení obvodu podle vynálezu je součástí komplexní ochrany před poškozením nebo dokonce zničením karcinotronu nebo podobné elektronky vysoké ekonomické hodnoty.

Karcinotron, případně podobná elektronka vyžaduje při uvádění do provozu řízenou manipulaci, při níž zapnutí obvodu první anody, zatím bez napětí, se provede teprve po skončeném ažhavení, po zapnutí anodového napětí a po tepelném saturování karcinotronu.

Je známo, že řízená manipulace při uvádění karcinotronu do provozu je většinou ruční manipulace, při níž se postupně ručně zapíná žhavicí obvod, potom obvod anodového napětí a nakonec obvod první anody, tj. urychlovací elektrody, a to v intervalech a napěťových úrovních předepsaných výrobcem dotyčného karcinotronu, případně podobné elektronky. Při ruční manipulaci nelze ovšem vždy zajistit její spolehlivost vlivem složitějšího postupu v případě karcinotronu, jemuž lze připojit pouze takové anodové napětí, jehož hodnota je úzce tolerována, například $1\ 000\ V \pm 50\ V$.

Po připojení anodového napětí se připojí obvod první anody, zatím bez napětí, které se teprve potom nastaví. Teprve potom se doregulováním anodového napětí nastaví žádaný kmitočet na přesnou hodnotu. V případě, že při ruční manipulaci se nedopatřením připojí karcinotronu anodové napětí, jehož hodnota je vně předepsaného rozsahu, může dojít k vážnému poškození nebo dokonce zničení karcinotronu. Přitom není možnosti, jak při ruční manipulaci zabránit popsanému nedopatření. Tato skutečnost, to znamená vliv lidského činitele, je právě hlavní nevýhodou ruční manipulace.

Kromě ruční manipulace jsou známé manipulace zajištěné elektricky s použitím relé a zpoždovacích obvodů různě provedených. Obvykle jsou vytvořeny tak, že splňují speciální požadavky a srovnání jejich struktury se strukturou řešení podle vynálezu proto nemůže být jednoznačně kladné ani záporné. Pouze z hlediska citlivosti, spolehlivosti a napěťové selektivity lze označit tyto obvody za méně dokonalé, případně pokud by šlo o dosažení stejných účinků jako u zapojení dle vynálezu, bylo by řešení složitější a vlivem toho méně spolehlivé, případně také nákladnější.

Podstatou vynálezu je zapojení obvodu pro připojení anodového napětí karcinotronu pouze při zadaném rozmezí jeho hodnoty, které je vytvořeno z relé, jehož první vývod vinutí je přes vnější ovládací spínač a přes první spínač ovládaný relém připojen ke kladné svorce zdroje napájecího napětí U_N , k níž je připojen emitor prvního spínacího tranzistoru typu npn, jehož kolektor je spojen se společným vývodem vnějšího ovládacího spínače a prvního spínače ovládaného relém.

Báze prvního spínacího tranzistoru je přes první odpor spojena s kolektorem prvního komparačního tranzistoru typu pnp, jehož emitor je spojen se zemnicí svorkou a jehož báze je spojena jednak přes třetí odpor se zápornou svorkou zdroje anodového napětí U_A , jednak přes druhý odpor s kladnou svorkou zdroje napětí U_2 a zároveň přes pátý odpor sází druhého komparačního tranzistoru typu npn, která je přes šestý odpor spojena se zápornou svorkou zdroje anodového napětí U_A .

Emitor druhého komparačního tranzistoru typu npn je spojen s kladnou svorkou zdroje napětí U_1 , jehož záporná svorka je spojena se zápornou svorkou zdroje napětí U_2 a se zemnicí svorkou. Kolektor druhého komparačního tranzistoru typu npn je spojen přes čtvrtý odpor sází druhého spínacího tranzistoru typu pnp, jehož emitor je spojen jednak se zemnicí svorkou, jednak přes druhý spínač ovládaný relém s emitorem druhého spínacího tranzistoru typu pnp a zároveň se druhým vývodem vinutí relé. Třetí spínač ovládaný relém je zapojen v ovládacím obvodu pro připojení první anody karcinotronu ke zdroji napětí.

Hlavní výhody zapojení obvodu podle vynálezu jsou: vysoká technická účinnost, zcela spolehlivá činnost, dosažitelné a levné součásti a přiměřené pořizovací náklady. Kromě toho zapojení umožňuje programové řízení provozu karcinotronu - nebo elektronky jemu podobné - bez rizika vzniku havárie a následných škod v případě, že z jakéhokoliv důvodu zmizí anodové napětí. V tom případě není možné přivést karcinotronu jiné anodové napětí nežli předepsané hodnoty a příslušné tolerance a taktéž není možné připojení obvodu první anody, který sám o sobě může být opět opatřen obvodem podle vynálezu a chráněn obdobně jako anodový obvod.

Podstata vynálezu je dále vysvětlena pomocí připojených výkresů, na nichž je znázorněno: na obr. 1 - schéma principiálního zapojení obvodu pro připojení anodového napětí karcinotronu pouze při zadané hodnotě a na obr. 2 - schéma příkladu konkrétního zapojení obvodu podle obr. 1.

Na obr. 1 je první vývod vinutí relé 1 spojen přes vnější ovládací spínač 2 s kolektorem prvního spínacího tranzistoru 3 typu npn, jehož emitor je spojen s kladnou svorkou 20 zdroje napájecího napětí U_N . Kolektor a emitor prvního spínacího tranzistoru 3 typu npn jsou připojeny ke kontaktům prvního spínače 4 ovládaného relém 1. Báze prvního spínacího tranzistoru 3 je přes první odpor 6 spojena s kolektorem prvního komparačního tranzistoru 7 typu pnp, jehož emitor je spojen se zemnicí svorkou 21 a jehož báze je spojena jednak přes třetí odpor 10 se zápornou svorkou 22 zdroje anodového napětí U_A , jednak přes druhý odpor 8 s kladnou svorkou 2 zdroje 2 napětí U_2 a zároveň přes pátý odpor 17 sází druhého komparačního tranzistoru 16 typu npn, která je přes šestý odpor 18 spojena se zápornou svorkou 22 zdroje anodového napětí U_A .

Emitor druhého komparačního tranzistoru 16 typu npn je spojen s kladnou svorkou zdroje 12 napětí U_1 , jehož záporná svorka je spojena se zápornou svorkou zdroje 2 napětí U_2

a se zemnicí svorkou 21. Kolektor druhého komparačního tranzistoru 16 typu npn je spojen přes čtvrtý odpor 15 sází druhého spínacího tranzistoru 13 typu pnp, jehož emitor je spojen jednak se zemnicí svorkou 21, jednak přes druhý spínač 14 ovládaný relé 1 s kolektorem druhého spínacího tranzistoru 13 typu pnp a zároveň se druhým vývodem vinutí relé 1. Třetí spínač 19 ovládaný relé 1 je zapojen v ovládacím obvodu pro připojení první anody karcinotronu ke zdroji napětí.

Na obr. 2 je první vývod vinutí relé 1 spojen přes vnější ovládací spínač 2 s kolektorem prvního spínacího tranzistoru 3 typu npn, jehož emitor je spojen s kladnou svorkou 20 zdroje napájecího napětí U_N . Kolektor a emitor prvního spínacího tranzistoru 3 typu npn jsou připojeny ke kontaktům prvního spínače 4 ovládaného relé 1. Báze prvního spínacího tranzistoru 3 je jednak přes sedmý odpor 23 spojena s kladnou svorkou 20 zdroje napájecího napětí U_N , jednak přes první odpor 6 spojena s kolektorem prvního komparačního tranzistoru 7 typu pnp, jehož emitor je spojen se zemnicí svorkou 21 a jehož báze je spojena s katodou první diody 28, jejíž anoda je připojena ke spolu spojeným prvními vývody druhého, nastavitelného odporu 8 a třetího odporu 10, jehož druhý vývod je spolu s druhým vývodem šestého odporu 18 spojen se zápornou svorkou 22 zdroje anodového napětí U_A , jehož kladná svorka je spojena se zemnicí svorkou 21.

Druhý vývod pátého, nastavitelného odporu 17 je spolu s druhým vývodem druhého, nastavitelného odporu 8 spojen přes devátý odpor 25 s kladnou svorkou 20 zdroje napájecího napětí U_N a zároveň s katodou první Zenerovy diody 26, jejíž anoda je spojena jednak s katodou druhé Zenerovy diody 27, jednak s emitorem druhého komparačního tranzistoru 16 typu npn, jehož báze je spojena s anodou druhé diody 29, jejíž katoda je spojena s prvními vývody šestého odporu 18 a pátého, nastavitelného odporu 17.

Katoda druhé Zenerovy diody 27 je spojena se zemnicí svorkou 21. Kolektor druhého komparačního tranzistoru 16 typu npn je přes čtvrtý odpor 15 spojen jednak sází druhého spínacího tranzistoru 13 typu pnp, jednak přes osmý odpor 24 se zemnicí svorkou 21, k níž je připojen také emitor druhého spínacího tranzistoru 13 typu pnp, zatímco jeho kolektor je spojen se druhým vývodem vinutí relé 1. Kolektor a emitor druhého spínacího tranzistoru 13 typu pnp jsou připojeny ke kontaktům druhého spínače 14 ovládaného relé 1. Třetí spínač 19 ovládaný relé 1 je zapojen v ovládacím obvodu pro připojení první anody karcinotronu ke zdroji napětí.

Činnost obvodu zapojeného podle obr. 1: vychází se ze stavu, kdy vnější ovládací spínač 2 je rozpojen a absolutní hodnota anodového napětí U_A zdroje se zvyšuje od nulové hodnoty. První komparační tranzistor 7 je otevřen proudem tekoucím ze zdroje 2 napětí U_2 přes odpor 8 a přes přechod báze-emitor do země. Současně je otevřen první spínací tranzistor 3 proudem tekoucím ze zdroje napětí U_N , který nejprve protéká přechodem emitor-báze tranzistoru 3, odporem 6 a tranzistorem 7 do země. - V okamžiku, kdy anodové napětí nabude hodnoty $-U_A + \Delta U$, to znamená když jeho absolutní hodnota je rovna $(U_A - \Delta U)$, tedy je na dolní toleranční mezi, začíná procházet proud ze zdroje 12 napětí U_1 přechodem emitor-báze druhého komparačního tranzistoru 16 a odporem 18 do záporné svorky 22 zdroje anodového napětí U_A .

Druhý komparační tranzistor 16 se otevírá a jeho kolektorový proud, tekoucí ze zdroje 12 napětí U_1 přes odpor 15, otevírá druhý spínací tranzistor 13. - V okamžiku, kdy anodové napětí nabude hodnoty $-U_A - \Delta U$, to znamená když jeho absolutní hodnota je rovna $(U_A + \Delta U)$, tedy je na horní toleranční mezi, začne se snižovat hodnota napětí U_3 odporového děliče, vytvořeného odpory 8 a 10, vlivem čehož se zavírá první komparační tranzistor 7 a první spínací tranzistor 3. Relé 1 je možno zapnout sepnutím vnějšího ovládacího spínače 2 pouze v případě, má-li anodové napětí U hodnotu ležící v rozmezí $-U_A - \Delta U < U < -U_A + \Delta U$, přičemž $\pm \Delta U$ značí tolerance anodového napětí U_A .

Jakmile začne relé 1 procházet proud, zablokuje se činnost obou spínacích tranzisto-

rů 3, 13 spínači 4 a 14, které jsou ovládány, to znamená sepnuty, relém 1. Spínač 12, ovládaný taktéž relém 1 a zapojený v ovládacím obvodu pro připojení první anody, tj. urychlovací elektrody karcinotronu ke zdroji napětí, zůstává sepnut trvale i v tom případě, když hodnota napětí zdroje anodového napětí U_A vybočí z rozmezí $-U_A \pm \Delta U$.

V případě, že vnější ovládací spínač 2 je rozpojen a absolutní hodnota anodového napětí U_A zdroje se snižuje z určité hodnoty, jež je vyšší nežli $(U_A + \Delta U)$, směrem k nule, přičemž relé 1 není zapnuto, to znamená, že jím neteče proud, je činnost obvodu zapojeného podle obr. 1 následující: druhý komparační tranzistor 16 a druhý spínací tranzistor 13 jsou nevodivé.

V okamžiku, když anodové napětí U_A nabude hodnoty $-U_A - \Delta U$, to znamená, když jeho absolutní hodnota je rovna $(U_A + \Delta U)$, tedy je na horní toleranční mezi, první komparační tranzistor 7 se otevírá a zároveň otevírá první spínací tranzistor 3. - V okamžiku, kdy anodové napětí nabude hodnoty $-U_A + \Delta U$, to znamená, když jeho absolutní hodnota je rovna $(U_A - \Delta U)$, tedy je na dolní toleranční mezi, druhý komparační tranzistor 16 a druhý spínací tranzistor 13 se zavírají, to znamená stávají se nevodivé. - Relé 1 je možno zapnout sepnutím vnějšího ovládacího spínače 2 pouze v případě, má-li anodové napětí U_A hodnotu ležící uvnitř rozmezí $-U_A \pm \Delta U$.

Jakmile začne relém 1 procházet proud, zablokuje se opět činnost obou spínacích tranzistorů 3, 13 spínači 4 a 14, které jsou ovládány, to znamená sepnuty, relém 1. Spínač 12, taktéž ovládaný relém 1 a zapojený v ovládacím obvodu pro připojení první anody karcinotronu ke zdroji napětí, zůstává trvale sepnut i v tom případě, když hodnota napětí zdroje anodového napětí vybočí z rozmezí $-U_A \pm \Delta U$.

Činnost obvodu zapojeného podle obr. 2: zapojení obvodu dle obr. 2 je stejné jako zapojení obvodu podle obr. 1, neboť součástí, jako jsou odpory 6 a 15, 23 a 24, diody 28 a 29, nemění strukturu ani činnost obvodu podle obr. 2 ve srovnání s obvodem podle obr. 1, ale buď pouze tvoří ochranu spínacích tranzistorů 3 a 13, což platí o odporech 6, 15, 23, 24 a diodách 28, 29, nebo nahrazují zdroj 12 napětí U_1 a zdroj 2 napětí U_2 , což platí o Zenerových diodách 27, 26 včetně odporu 25, který je součástí parametrického stabilizátoru tvořeného Zenerovými diodami 26, 27. Činnost obvodu podle obr. 2 je proto stejná jako již popsaná činnost obvodu podle obr. 1.

Činnost a účel prvků obvodu:

relé 1 ovládá spínač 12, který je zapojen v ovládacím obvodu, určeném pro připojení první anody karcinotronu ke zdroji napětí;

vnější ovládací spínač 2 prostřednictvím relé 1 umožňuje připojení první anody karcinotronu ke zdroji napětí pouze v případě, že anodové napětí U vyhovuje vztahu:

$$-U_A - \Delta U < U < -U_A + \Delta U;$$

spínací tranzistory 3 a 13 uzavírají proudový napájecí obvod vinutí relé;

spínače 4, 14, které jsou ovládány relém 1, blokuji automatickou činnost vytvářenou spínacími tranzistory 3, 13 po sepnutí spínače 12, který je zapojen v ovládacím obvodu pro připojení první anody karcinotronu ke zdroji napětí, to znamená, že po připojení první anody karcinotronu ke zdroji napětí je možné široké ladění kmitočtu, aniž by došlo působením automatiky, tvořené tranzistory 3, 13, k odepnutí napětí od první anody. Takové odepnutí může být ovšem provedeno jiným ochranným obvodem karcinotronu;

omezovací odpory 6, 15 chrání báze spínacích tranzistorů 3, 13 před nadměrným proudem v jejich vodivém stavu;

Komparační tranzistory 7, 16 uzavírají nebo otvírají spínací tranzistory 3, 13 na rozhraních $-U_A + \Delta U$, $-U_A - \Delta U$ tolerančního pásma;

napěťový dělič z odporů 8, 10 tvoří dělicí poměr, který určuje komparační napětí U_3 ;
napěťový dělič z odporů 17, 18 tvoří dělicí poměr, který určuje komparační napětí U_4 ;
odpory 23, 24 jsou určeny pro omezení zbytkového proudu spínacích tranzistorů 3, 13;

dvě Zenerovy diody 26, 27 tvoří parametrický stabilizátor, napájený ze zdroje napájecího napětí U_N přes stabilizační odpor 25. Tento parametrický stabilizátor vytváří proti zemnicí sorce 21 dvě napětí, a to: na diodě 27 napětí U_1 a na diodě 26 napětí U_2 . Při zapojení obvodu dle obr. 1 je užito dvou zdrojů 12 a 9 těchto napětí U_1 a U_2 :

odpor 25 definuje proud tekoucí Zenerovými diodami 26 a 27;

oddělovací diody 28, 29 chrání báze komparačních tranzistorů 7, 16 před průrazem nadměrným napětím v závěrném směru;

blokovací dioda 30 chrání spínací tranzistor 13 proti průrazu indukovaným napětím na vinutí relé 1 při rozpojení vnějšího ovládacího spínače 2.

Činnost obvodu podle vynálezu lze objasnit uvedením následujících vztahů:
pokud proud tekoucí do báze tranzistoru 7 je roven nule, platí, že

$$U_2 + U_A = I \cdot (\text{odpor } \underline{8} + \text{odpor } \underline{10})$$

a zároveň

$$U_2 = I \cdot \text{odpor } \underline{8} + U_3,$$

přičemž I je proud tekoucí odpory 8 a 10.

$$\text{Proud } I = \frac{U_2 + U_A}{\text{odpor } \underline{8} + \text{odpor } \underline{10}} = \frac{U_2 - U_3}{\text{odpor } \underline{8}}.$$

z toho plyne, že napětí

$$U_3 = U_A - \frac{\text{odpor } \underline{8}}{\text{odpor } \underline{8} + \text{odpor } \underline{10}} \cdot (U_2 + U_A).$$

Podobně se vypočte napětí U_4 za předpokladu, že proud tekoucí do báze tranzistoru 16 je roven nule:

$$U_4 = U_2 - \frac{\text{odpor } \underline{17}}{\text{odpor } \underline{17} + \text{odpor } \underline{18}} \cdot (U_2 + U_A).$$

Hodnota napětí U_3 platí do okamžiku otevření tranzistoru 7, pro $U \leq U_A - \Delta U$.

Hodnota napětí U_4 platí do okamžiku otevření tranzistoru 16, pro $U \geq U_A + \Delta U$.

Hodnoty U_3 a U_4 činí u křemíkových tranzistorů asi 1,2 V.

Předpokladem pro splnění účinků je velká hodnota proudového zesilovacího činitele beta dvojice tranzistorů 3 a 7, 16 a 17, jakož i nízké hodnoty omezovacích odporů 15 a 16.

Jelikož je proudový zesilovací činitel beta velký, je proud tekoucí odpory 10 a 8 a určený převážně hodnotou odporu 10 relativně malý a požadovaná tolerance anodového napětí $- \Delta U$ se nastaví hodnotou odporu 8. Podobně proud tekoucí odpory 18 a 17 a určený převážně hodnotou odporu 18 je malý a požadovaná tolerance anodového napětí $+ \Delta U$ se nastaví hodnotou odporu 17.

Opěrná napětí U_1 , U_2 jsou vytvořena parametrickým stabilizátorem, vytvořeným ze dvou Zenerových diod 26, 27, napájených ze zdroje napájecího napětí U_N přes stabilizační odpor 25.

Obvod podle vynálezu byl realizován pro případ anodového napětí karcinotronu $1\ 000\text{ V} \pm 100\text{ V}$, přičemž zdroj anodového napětí byl regulovatelný v rozmezí 200 až 2 600 V. Stabilita nastaveného rozmezí $\pm \Delta U$ anodového napětí je dána prakticky teplotní závislostí napětí Zenerových diod 26, 27 v pracovním bodě, která je pro dané použití dostatečně malá.

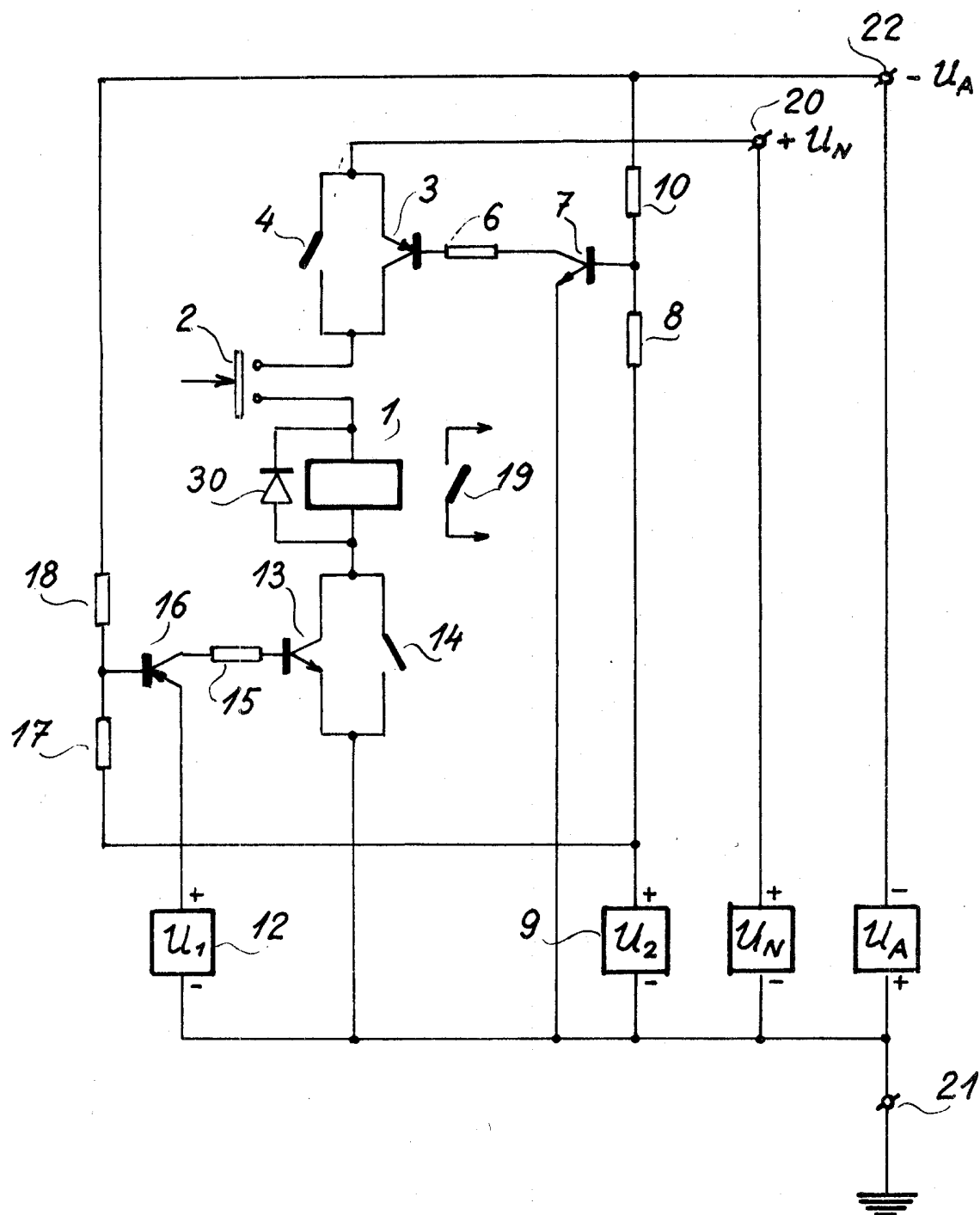
Využití obvodu podle vynálezu je možné nejen u samotného karcinotronu, ale u všech elektronek patřících do skupiny elektronek se zpětnou vlnou, s rychlostně modulovaným elektronovým svazkem, u nichž interakcí elektromagnetické vlny a elektronického svazku elektrony odevzdávají mikrovlnnou energii elektromagnetickému poli. Kmitočet této mikrovlnné energie lze měnit velikostí anodového napětí U_A , a to přibližně lineárně a v širokém rozmezí poměru kmitočtů 1:2 až 1:3. Změnou napětí první anody lze regulovat mikrovlnný výkon.

Obvod podle vynálezu je různým způsobem modifikovatelný. Spínač 19 ovládaný relém 1 může být doplněn dalšími spínači, synchronně ovládanými relém 1 a zapojenými do dalších obvodů ochranných nebo řídicích; případně může jediný spínač 19 být zapojen do obvodu, který obsahuje výkonové spínače, zapojené a ovládací účelové obvody jediné nebo více elektronek.

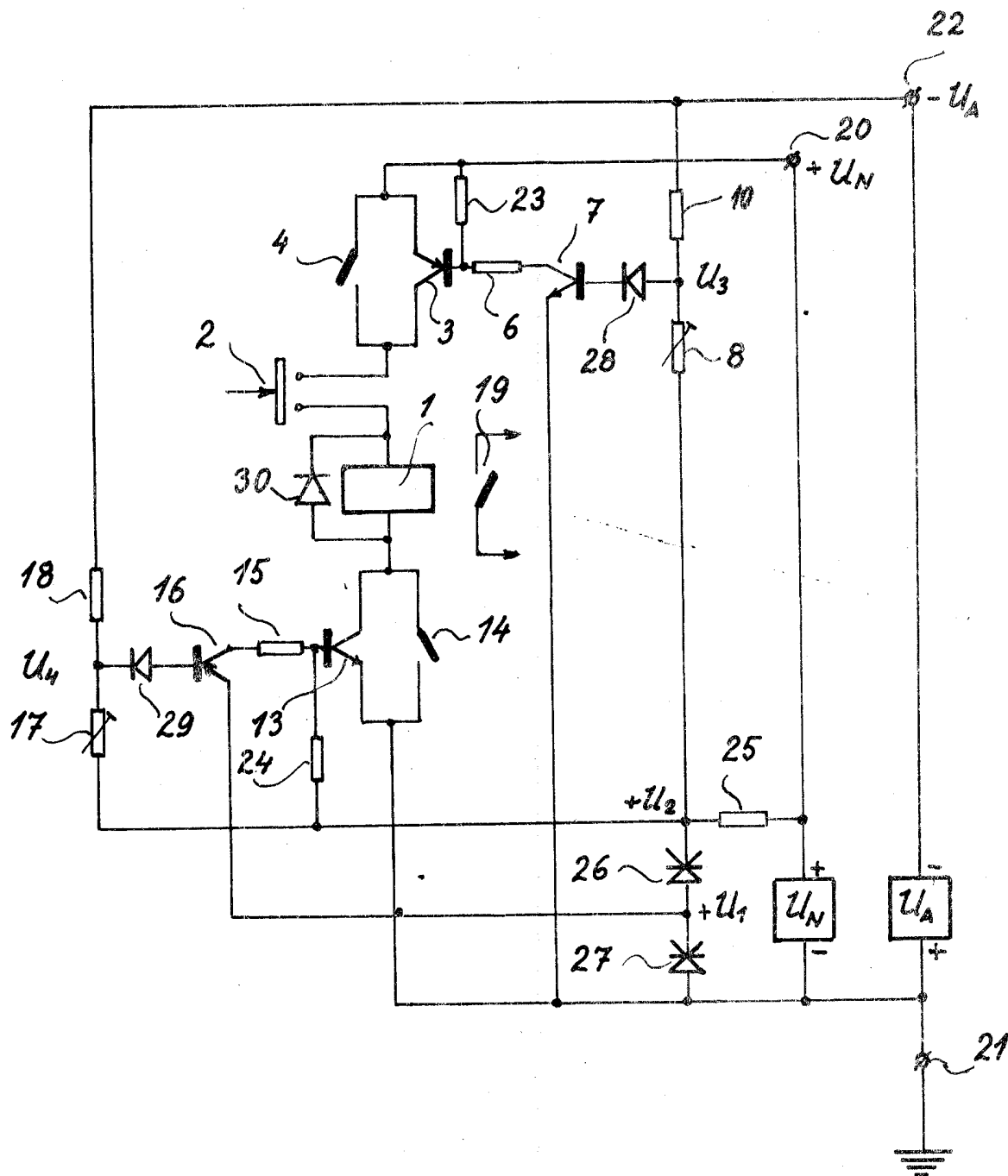
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení obvodu pro připojení anodového napětí karcinotronu pouze při zadaném rozmezí hodnoty, které je součástí komplexní ochrany před poškozením nebo dokonce zničením karcinotronu nebo podobné elektrony vysoké ekonomické hodnoty, vyznačené tím, že je vytvořeno z relé (1), jehož první vývod vinutí je přes vnější ovládací spínač (2) a přes první spínač (4) ovládaný relém (1) připojen ke kladné svorce (20) zdroje napájecího napětí U_N , k níž je připojen emitor prvního spínacího tranzistoru (3) typu npn, jehož kolektor je spojen se společným vývodem vnějšího ovládacího spínače (2) a prvního spínače (4) ovládaného relém (1) a jehož báze je přes první odpor (6) spojena s kolektorem prvního komparačního tranzistoru (7) typu pnp, jehož emitor je spojen se zemnicí svorkou (21) a jehož báze je spojena jednak přes třetí odpor (10) se zápornou svorkou (22) zdroje anodového napětí U_A , jednak přes druhý odpor (8) s kladnou svorkou zdroje (9) napětí U_2 a zároveň přes pátý odpor (17) sází druhého komparačního tranzistoru (16) typu npn, která je přes šestý odpor (18) spojena se zápornou svorkou (22) zdroje anodového napětí U_A , zatímco emitor druhého komparačního tranzistoru (16) typu npn je spojen s kladnou svorkou zdroje (12) napětí U_1 , jehož záporná svorka je spojena se zápornou svorkou zdroje (9) napětí U_2 a se zemnicí svorkou (21), a kolektor druhého komparačního tranzistoru (16) typu npn, je spojen přes čtvrtý odpor (15) sází druhého spínacího tranzistoru (13) typu pnp, jehož emitor je spojen jednak se zemnicí svorkou (21), jednak přes druhý spínač (14) ovládaný relém (1) s emitorem druhého spínacího tranzistoru (13) typu pnp a zároveň se druhým vývodem vinutí relé (1), přičemž třetí spínač (19) ovládaný relém (1) je zapojen v ovládacím obvodu pro připojení první anody karcinotronu ke zdroji napětí.

2 listy výkresů



Obr. 1



Obr. 2