



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) 264 656

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
G 05 F 1/10

(21) PV 7549-87.Q
(22) Přihlášeno 20 10 87

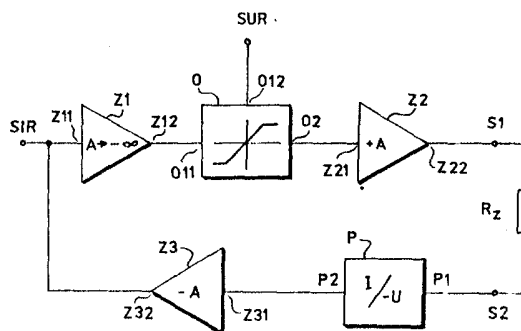
(40) Zveřejněno 15 11 88
(45) Vydáno 14 12 90

(75)
Autor vynálezu

HRDLIČKA LUBOMÍR ing., PRAHA

(54) Zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí v obou polaritách

(57) Řešení se týká zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí v obou polaritách. Oblast využití se předpokládá zejména v automatizovaných měřicích a testovacích systémech, neboť možnost rychlého nastavování různých potřebných hodnot dovozuje velkou průchodnost měřicího a testovacího zařízení. Další možnou oblastí je jeho použití jako univerzálního zdroje se základní jednotkou a výměnnými moduly výkonového zesilovače a moduly převodníku proud/napětí pro různé speciální požadavky. Podstatou zapojení zpětnovazební smyčky je, že výstup zesilovače proudové odchylky, jehož vstup je spojen s výstupem invertujícího zesilovače a svorkou řídicí veličiny proudu, je spojen se vstupem řízené veličiny oboustranného omezovače. Jeho vstup řídicí veličiny napětí je připojen na svorku řídicí veličiny napětí a jeho výstup je spojen se vstupem výkonového zesilovače. Výstup výkonového zesilovače je spojen přes zatěžovací odpor se vstupem převodníku proud/napětí, jehož výstup je spojen se vstupem invertujícího zesilovače.



OBR. 1

Vynález se týká zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí v obou polaritách.

Známa zapojení zdrojů se zpětnovazební smyčkou pro regulaci proudu a napětí pracují na principu přepínání paralelně řazených smyček zpětné vazby, např. diodami, kdy v činnosti je ta smyčka zpětné vazby, jejíž odchylka od hodnoty požadované je větší.

Nevýhodou známých zapojení je u jednodušších zapojení zpětnovazební smyčky možnost regulace pouze v jedné polaritě řízené veličiny proudu nebo napětí. Při požadavku její regulace v obou polaritách se zapojení značně komplikuje a stává se v důsledku velkého zesílení momentálně neuzavřené smyčky zpětné vazby nestabilní.

Uvedené nedostatky odstraňuje zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí v obou polaritách podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že výstup zesilovače proudové odchylky, jehož vstup je spojen s výstupem invertujícího zesilovače a se svorkou řídicí veličiny proudu, je spojen se vstupem řízené veličiny oboustranného omezovače. Vstup řídicí veličiny napětí oboustranného omezovače je připojen na svorku řídicí veličiny napětí a jeho výstup je spojen se vstupem výkonového zesilovače. Výstup výkonového zesilovače je spojen přes zatěžovací impedanci, připojenou mezi první výstupní svorku a druhou výstupní svorku, se vstupem převodníku proud/napětí, jehož výstup je spojen se vstupem invertujícího zesilovače.

V zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí při uzemněné zatěžovací impedanci je převodník proud/napětí tvořen diferenciálním zesilovačem a odporem paralelně připojeným k jeho neinvertujícímu a invertujícímu vstupu, který je dále spojen s výstupem výkonového zesilovače. Neinvertující vstup diferenciálního zesilovače je přes zatěžovací impedanci, připojenou mezi první výstupní svorku a druhou výstupní svorku, spojen se zemní svorkou a jeho výstup je spojen s druhým vstupem řídicí veličiny napětí oboustranného omezovače a zároveň se vstupem zesilovače proudové odchylky.

V zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci větších výstupních proudů, při uzemněné zatěžovací impedanci, je neinvertující vstup diferenciálního zesilovače spojen s výstupem výkonového zesilovače a jeho invertující vstup přes zatěžovací impedanci se zemní svorkou. Výstup diferenciálního zesilovače je spojen přes invertor s druhým vstupem řídicí veličiny napětí oboustranného omezovače a zároveň se vstupem invertujícího zesilovače.

Výhodou zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí v obou polaritách je kromě relativní jednoduchosti s malým počtem součástek malá energetická náročnost a velká spolehlivost. Další výhoda se projevuje v dosažení obdélníkové charakteristiky pro všechny čtyři kombinace polarit výstupního napětí a proudu v širokém rozsahu výkonů. Přínosem je rovněž dosažení velmi dobré stability

při přechodu z režimu zdroje proudu do režimu zdroje napětí a rychlé reakce na změnu nastavení a změnu zátěže. Výhodou je i možnost odděleného návrhu a oživování obou různých režimů zdroje, proudového a napěťového.

Zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí bude blíže popsáno v příkladech provedení s pomocí připojených výkresů, kde obr. 1 znázorňuje blokové schéma zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí s neuzemněnou zatěžovací impedancí, obr. 2 znázorňuje zapojení podle obr. 1 upravené pro uzemněnou zatěžovací impedanci a obr. 3 znázorňuje zapojení podle obr. 2 a obr. 1 rovněž pro uzemněnou zatěžovací impedanci, ale ve zlepšeném provedení.

Na obr. 1 je vstup **Z11** zesilovače **Z1** proudové odchylky spojen s výstupem **Z32** invertujícího zesilovače **Z3** a se svorkou **S1R** řídicí veličiny proudu za účelem řízení velikosti stabilizovaného proudu. Výstup **Z12** zesilovače **Z1** proudové odchylky je spojen se vstupem **O11** řízené veličiny oboustranného omezovače **O**, jehož vstup **O12** řídicí veličiny napětí je připojen na svorku **SUR** řídicí veličiny napětí za účelem řízení velikosti stabilizovaného napětí. Výstup **O2** oboustranného omezovače **O** je spojen se vstupem **Z21** výkonového zesilovače **Z2**, jehož výstup **Z22** je spojen přes zatěžovací impedanci **RZ**, připojenou mezi první výstupní svorku **S1** a druhou výstupní svorku **S2**, se vstupem **P1** převodníku **P** proud/napětí. Jeho výstup **P2** je spojen se vstupem **Z31** invertujícího zesilovače **Z3**, zařazeného mezi výstup **P2** převodníku **P** proud/napětí a vstup **Z11** zesilovače **Z1** pro zajištění změny polarity snímané veličiny.

Na obr. 2 je blokové schéma zapojení zpětnovazební smyčky podle obr. 1, ve kterém je převodník proud/napětí tvořen diferenciálním zesilovačem **Z4** a snímacím odporem **RS**, paralelně připojeným k jeho neinvertujícímu vstupu **Z411** a invertujícímu vstupu **Z412**. Neinvertující vstup **Z411** je dále spojen přes zatěžovací impedanci **RZ**, připojenou mezi první výstupní svorku **S1** a druhou výstupní svorku **S2**, se zemí. S výstupem výkonového zesilovače **Z2** je za účelem získání požadované polarity snímané veličiny spojen invertující vstup **Z412** diferenciálního zesilovače **Z4**, jehož výstup **Z42** je spojen se vstupem **Z11** zesilovače proudové odchylky a zároveň s druhým vstupem **O13** řídicí veličiny napětí oboustranného omezovače za účelem vykompensování úbytku napětí na snímacím odporu **RS**.

Na obr. 3 je blokové schéma zpětnovazební smyčky podle obr. 1 a obr. 2, ve kterém je invertující vstup **Z412** diferenciálního zesilovače **Z4** přes zatěžovací impedanci **RZ**, připojenou mezi první výstupní svorku **S1** a druhou výstupní svorku **S2**, spojen se zemní svorkou. Výstup **Z22** výkonového zesilovače **Z2** je spojen s neinvertujícím vstupem **Z411** diferenciálního zesilovače **Z4**, jehož výstup **Z42** je spojen se vstupem **Z31** invertujícího zesilovače **Z3** a zároveň přes invertor **Z5** za účelem vykompen-

zování úbytku napětí na snímacím odporu **RS** s druhým vstupem **O13** řídicí veličiny napětí oboustranného omezovače **O**.

Činnost zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí bude blíže vysvětlena podle blokového schéma na obr. 1, kde proudovou zpětnovazební smyčku tvoří zesilovač **Z1** proudové odchylky, oboustranný omezovač **O**, výkonový zesilovač **Z2**, zatěžovací impedan-
ce **RZ**, převodník **P** proud/napětí, invertující zesilovač **Z3**. Hodnotou veličiny na svorce **SIR** řídicí veličiny proudu se nastavuje velikost výstupního proudu a hodnotou veličiny na svorce **SUR** řídicí veličiny napětí se nastavuje velikost výstupního napětí. Na vstupu **Z11** zesilovače **Z1** proudové odchylky se zesílením $A \rightarrow -\infty$ se porovnává požadovaná hodnota řídicí veličiny proudu a veličina odpovídající snímané hodnotě proudu, vyhodnocena zesilovačem **Z3**. Získaná hodnota odchylky se upraví zesilovačem **Z1** proudové odchylky a oboustranným omezovačem **O**, jehož výstup **O2** je spojen se vstupem **Z21** výkonového zesilovače **Z2**. Napěťové zesílení výkonového zesilovače **Z2** udává rozsah výstupního napětí a jeho výstup **Z22** je spojen přes zatěžovací impedanci **RZ** s převodníkem **P** proud/napětí, který snímá skutečný výstupní proud po průchodu zatěžovací impedancí **RZ**. Napětí na výstupu **P2** převodníku **P** proud/napětí, jenž je spojen se vstupem **Z31** invertujícího zesilovače **Z3**, odpovídá snímané hodnotě výstupního proudu. Rozsah hodnot výstupního proudu je dán zesílením invertujícího zesilovače **Z3** a převodním poměrem převodníku **P** proud/napětí. Protože napětí na vstupu **P1** převodníku **P** proud/napětí je nulové, určuje rozsah výstupního napětí velikost napětí na vstupu **Z21** výkonového zesilovače **Z2** a zesílení uvedeného zesilovače. Pokud veličina na vstupu **O11** řízené veličiny oboustranného omezovače **O** je větší než hodnota veličiny na-

stavené na jeho vstupu **O12** řídicí veličiny napětí, bude omezená a zdroj se bude chovat jako zdroj napětí.

Pokud je veličina na vstupu **O11** oboustranného omezovače **O** menší než hodnota nastavená na vstupu **O12** řídicí veličiny napětí, zdroj se bude chovat jako zdroj proudu. Použití převodníku **P** proud/napětí, na jehož vstupu **P1** je potenciál blízký nule, umožňuje konstrukci vysokonapěťového zdroje bez nutnosti vysokonapěťového zesilovače pro snímání proudu z výstupu **Z22** výkonového zesilovače.

Zapojení zpětnovazební smyčky podle blokového schéma na obr. 2 se používá v případě, kdy je nutné zatěžovací impedanci uzemnit. Výstupní proud se snímá jako úbytek napětí na snímacím odporu **RS** a pomocí diferenciálního zesilovače **Z4**, jehož výstup **Z42** je spojen se vstupem **Z11** zesilovače **Z1** proudové odchylky, se upravuje na veličinu odpovídající snímané hodnotě proudu. Úbytek napětí na snímacím odporu **RS** se vykompenzuje napětí na výstupu **Z42** diferenciálního zesilovače **Z4**, který je spojen s druhým vstupem **O13** řídicí veličiny napětí oboustranného omezovače.

V zapojení zpětnovazební smyčky podle blokového schéma na obr. 2 lze proudový rozsah nastavovat pouze změnou velikosti snímacího odporu **RS**. Při požadavku větších výstupních proudů je výhodnější použití zapojení podle blokového schéma na obr. 3, ve kterém snímací odpor **RS** může být stálý a proudový rozsah lze nastavovat velikostí zesílení invertujícího zesilovače **Z3** mimo větev výkonové části zdroje.

Oblast využití uvedeného zapojení se předpokládá zejména v automatizovaných měřicích a testovacích systémech pro moderní polovodičové součástky a dále pro univerzální zdroje se základní řídicí jednotkou s výměnnými moduly výkonového zesilovače a převodníku proud/napětí pro různé speciální požadavky.

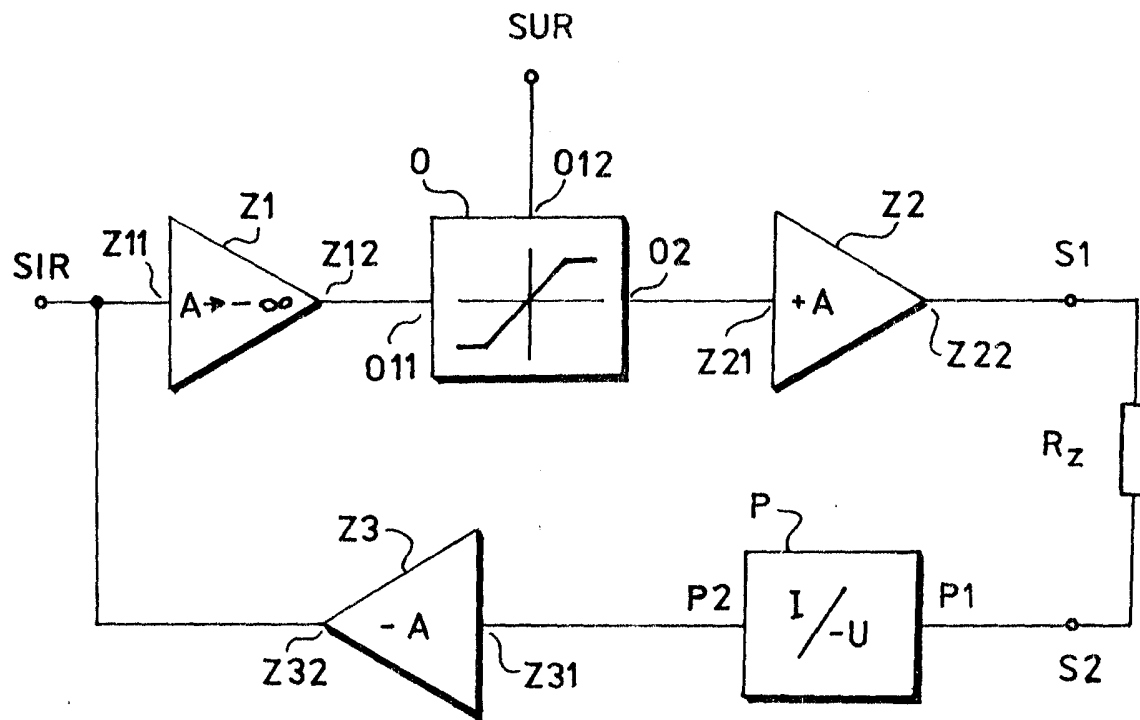
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení zpětnovazební smyčky pro regulaci proudu a napětí v obou polaritách vyznačující se tím, že výstup (**Z12**) zesilovače proudové odchylky (**Z1**), jehož vstup (**Z11**) je spojen s výstupem (**Z32**) zesilovače (**Z3**) a se svorkou (**SIR**) řídicí veličiny proudu, je spojen se vstupem (**O11**) řízené veličiny oboustranného omezovače (**O**), jehož vstup (**O12**) řídicí veličiny napětí je připojen na svorku (**SUR**) řídicí veličiny napětí a jehož výstup (**O2**) je spojen se vstupem (**Z21**) výkonového zesilovače (**Z2**), jehož výstup (**Z22**) je spojen přes zatěžovací impedanci (**RZ**), připojenou mezi první výstupní svorku (**S1**) a druhou výstupní svorku (**S2**), se vstupem (**P1**) převodníku (**P**) proud/napětí, jehož výstup (**P2**) je spojen se vstupem (**Z31**) invertujícího zesilovače (**Z3**).

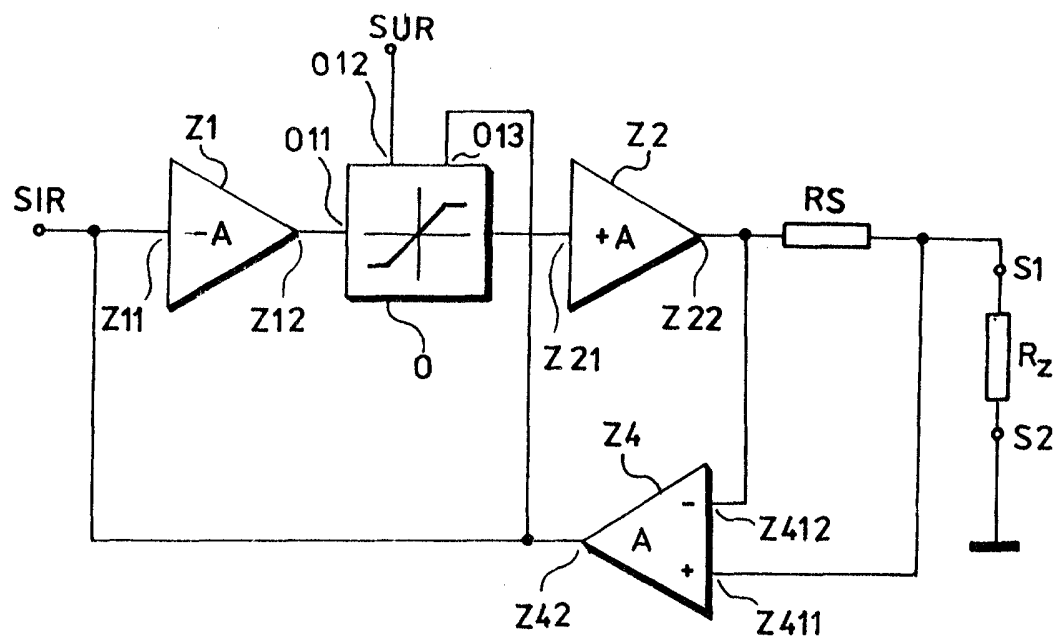
2. Zapojení zpětnovazební smyčky podle bodu 1 vyznačující se tím, že převodník (**P**) proud/napětí je tvořen diferenciálním zesilovačem (**Z4**) a snímacím odporem (**RS**) paralelně připojeným k jeho neinvertujícímu vstupu (**Z411**) a k invertujícímu vstupu (**Z412**), který je dále

spojen s výstupem (**Z22**) výkonového zesilovače (**Z2**), zatímco neinvertující vstup (**Z411**) diferenciálního zesilovače (**Z4**) je přes zatěžovací impedanci (**RZ**), připojenou mezi první výstupní svorku (**S1**) a druhou výstupní svorku (**S2**), spojen se zemní svorkou a jeho výstup (**Z42**) je spojen s druhým vstupem (**O13**) řídicí veličiny napětí oboustranného omezovače (**O**) a zároveň se vstupem (**Z11**) zesilovače (**Z1**) proudové odchylky.

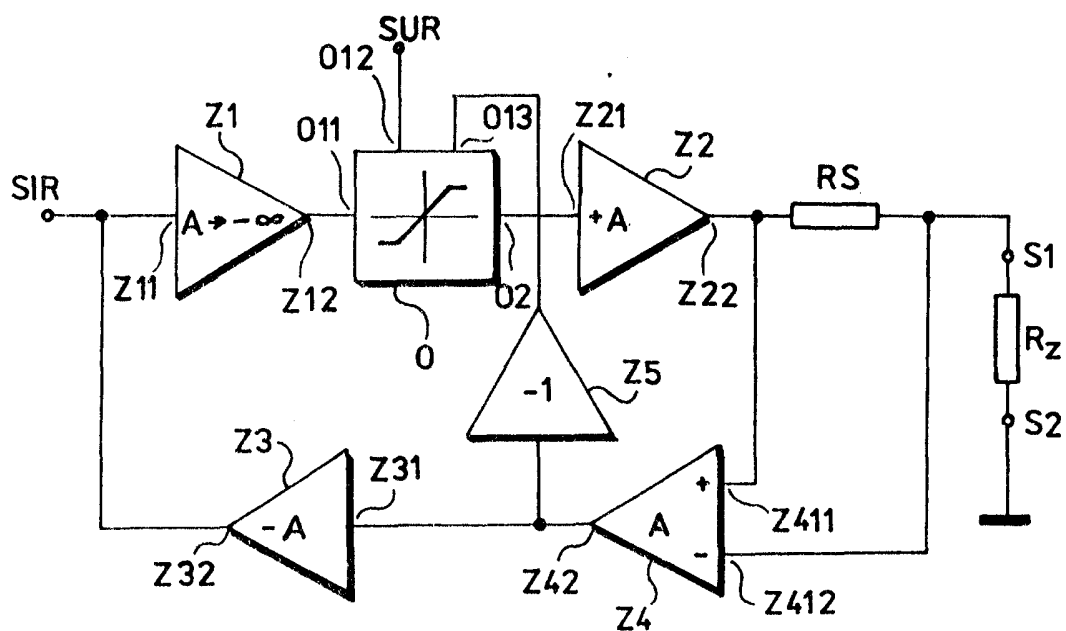
3. Zapojení zpětnovazební smyčky podle bodu 1 a 2, vyznačující se tím, že neinvertující vstup (**Z411**) diferenciálního zesilovače (**Z4**) je spojen s výstupem (**Z22**) výkonového zesilovače (**Z2**), zatímco invertující vstup (**Z412**) diferenciálního zesilovače (**Z4**) je přes zatěžovací impedanci (**RZ**), připojenou mezi první výstupní svorku (**S1**) a druhou výstupní svorku (**S2**), spojen se zemní svorkou a jeho výstup (**Z42**) diferenciálního zesilovače (**Z4**) je spojen přes inventar (**Z5**) s druhým vstupem (**O13**) řídicí veličiny napětí oboustranného omezovače (**O**) a zároveň se vstupem (**Z31**) invertujícího zesilovače (**Z3**).



OBR. 1



OBR. 2



OBR. 3