



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

210274

(11) (B1)

(21) (PV 9208-79)
(22) Přihlášeno 21 12 79

(40) Zveřejněno 31 10 80

(45) Vydáno

Int. Cl.³
H 05 B 7/16

(75)
Autor vynálezu

SMOLÍK ANTONÍN ing., KOLÍN,
JONÁŠOVÁ BLANKA ing. a
RYBÁŘ OLDŘICH, LIBEREC

(54) **Zapojení zdroje stejnosměrného proudu pro chemicko-tepelné zpracování v anomálním doutnavém výboji, zejména pro iontovou nitridaci**

Předmětem vynálezu je zapojení zdroje stejnosměrného proudu pro chemicko-tepelné zpracování v anomálním doutnavém výboji, zejména pro iontovou nitridaci.

V současné době se stále více využívá k chemicko-tepelnému zpracování povrchu kovových předmětů, zejména různých konstrukčních částí, anomálního doutnavého výboje. Tento výboj vzniká v atmosféře plynů nebo par, jejichž ionty se zúčastňují reakce s kovem zpracovávané části, vlivem působení elektrického potenciálu mezi zpracovávaným tělesem a recipientem, do něhož je těleso umístěno. Procházejícím elektrickým proudem se těleso současně ohřívá na teplotu vhodnou pro daný proces. Dosud se tohoto postupu nejvíce využívá k nitridování. Tento proces je všeobecně označován jako iontová nitridace. Důležitou součástí zařízení pro iontovou nitridaci je zdroj stejnosměrného proudu. Jelikož režim doutnavého výboje v pracovní atmosféře recipientu je velice labilní — zvláště při náběhu procesu přechází doutnavý výboj vlivem nečistot a nehomogenit na povrchu zpracovávané části snadno do nežádoucího a škodlivého režimu „oblouk“ — jsou na zdroj, zejména na jeho řídicí obvody, kladeny náročné požadavky. Dosud známá zapojení zdroje pro účely iontové nitridace neumožňují v plné míře samočinně potla-

čovat veškeré poruchy anomálního doutnavého výboje a znova obnovovat optimální režim procesu.

Nevýhody známých zapojení odstraňuje v převážné míře zapojení zdroje stejnosměrného proudu podle vynálezu pro chemicko-tepelné zpracování v anomálním doutnavém výboji, zejména pro iontovou nitridaci, sestávajícího z řízeného tyristorového usměrňovače, proudových transformátorů, meziobvodu, převodníku proudu, řídicích obvodů usměrňovače, převodníku napětí a detektoru poruch výboje, kde podstata vynálezu spočívá v tom, že řízený tyristorový usměrňovač je svými vstupy připojen přes proudové transformátory ke svorkám třífázové symetrické soustavy napětí a jeho jeden výstup je připojen přes meziobvod tvořený tlumivkou nebo/a odporem v sériovém zapojení, k výstupní svorce zdroje a jeho druhý výstup je připojen k výstupní svorce zdroje s výstupy proudových transformátorů jsou připojeny ke vstupům převodníku proudu, jehož výstup je připojen současně na vstup řídicích obvodů řízeného tyristorového usměrňovače a vstup detektoru poruch výboje, přičemž výstup detektoru poruch výboje je spojen se vstupem řídicích obvodů řízeného tyristorového usměrňovače a výstup detektoru poruch výboje je spojen se vstupem řídicích obvodů, k jejichž vý-

stupu je připojen řízený tyristorový usměrňovač a vstupy převodníku napětí jsou připojeny k výstupním svorkám zdroje a výstup převodníku napětí je připojen na vstup detektoru poruch výboje. Další podstata vynálezu je, že řídicí obvody řízeného tyristorového usměrňovače sestávají z regulátoru proudu, obvodu výběru maximálního signálu, obvodu fázového vertikálního řízení, řízeného usměrňovače úhlu fázového řízení, prvního komparátoru, obvodu zadání žádané hodnoty proudu a přepínače spojených tak, že vstup pro přivádění signálu je spojen se vstupem skutečné hodnoty proudu regulátoru proudu a vstup žádané hodnoty regulátoru proudu je spojen s výstupem obvodu zadání žádané hodnoty proudu, přičemž výstup regulátoru proudu je připojen na vstup obvodu výběru maximálního signálu a současně na vstup prvního komparátoru, na jehož druhý vstup je připojen výstup řízeného omezovače úhlu fázového řízení, který je současně připojen na vstup obvodu výběru maximálního signálu, jehož výstup je připojen na vstup obvodu fázového vertikálního řízení, jehož výstup je spojen výstupem s řízeným tyristorovým usměrňovačem, přičemž vstupy je spojen se vstupem řízeného omezovače úhlu fázového řízení, na jehož druhý vstup je připojen výstup přepínače, jehož druhý výstup je připojen na vstup obvodu žádané hodnoty proudu, přičemž vstup je připojen k signálovému vstupu přepínače a vstup pro ovládání přepínače je připojen k výstupu z prvního komparátoru. Podstatou vynálezu dále je, že detektor poruch výboje sestává ze čtyř komparátorů, derivačního členu, dvou obvodů logického součtu, obvodu logického součinu a obvodu vyhodnocení četnosti poruch, zapojených tak, že ke vstupu detektoru poruch výboje je připojen vstup druhého komparátoru, derivačního členu a čtvrtého komparátoru a výstup druhého komparátoru je připojen ke vstupu druhého obvodu logického součtu a výstup derivačního členu je spojen se vstupem třetího komparátoru, jehož výstup je spojen se vstupem prvního obvodu logického součtu a výstup prvního obvodu logického součtu je připojen k výstupu detektoru poruch výboje a spojen se vstupem obvodu vyhodnocení četnosti poruch, jehož výstup je spojen se vstupem druhého obvodu logického součtu, přičemž výstup druhého obvodu logického součtu je spojen s výstupem detektoru poruch výboje a výstup čtvrtého komparátoru je spojen se vstupem obvodu logického součinu, jehož výstup je napojen na vstup prvního obvodu logického součtu a vstup detektoru poruch výboje je spojen se vstupem pátého komparátoru, jehož výstup je spojen se vstupem obvodu logického součinu.

Hlavní výhoda zapojení podle vynálezu spočívá v tom, že umožňuje samočinně potlačovat veškeré poruchy anomálního dout-

navého výboje a znovu obnovovat optimální režim procesu. Zapojení detekuje tři druhy poruch:

poruchu typu 1. — zvýšení proudu nad kritickou mez, poruchu typu 2. — náhlé zvýšení nastaveného pracovního proudu, poruchu typu 3. — oblouk v recipientu. U poruch typu 2. a 3. se vyhodnocuje četnost. Při výskytu poruchy typu 1. se uzavírá usměrňovač a tím úplně zaniká proud v recipientu. Po krátké bezproudové prodlevě (cca 1 až 3 s) dochází k pozvolnému náběhu (čas. konstanta cca 1 až 10 s) na původně nastavenou hodnotu proudu. Bezprostředně po vyhodnocení poruchy typu 2. nebo 3. se snižuje pracovní proud na hodnotu vedoucí k zániku poruchy. Po zániku poruchy typu 2. a 3. se okamžitě navozuje režim, v němž byl proces před poruchou. Při zvýšení četnosti poruch typu 2. a 3. nad kritickou mez dochází k uzavření usměrňovače a tím k úplnému zániku proudu v recipientu na dobu nutnou k deionizaci prostředí v recipientu. Po uplynutí prodlevy na deionizaci (cca 10 až 60 s) dochází k pozvolnému náběhu na původně nastavenou hodnotu proudu, tak jako po poruše typu 1. Uvedený mechanismus na jedné straně zabraňuje poškození (tj. přepálení zpracovávané části dlouhotrvajícími nebo příliš častými oblouky a na druhé straně umožňuje ohodnotit kvalitu probíhajícího procesu podle výskytu poruch a přizpůsobit rychlost zvyšování žádané hodnoty proudu při nájedu na požadovaný výkon zařízení.

Příklad zapojení podle vynálezu je znázorněn schematicky na připojených výkresech, kde na obr. 1 je blokové schéma zapojení zdroje stejnosměrného proudu pro chemicko-tepelné zpracování v anomálním doutnavém výboji, na obr. 2 je blokové schéma zapojení řídicích obvodů řízeného tyristorového usměrňovače a na obr. 3 je blokové schéma zapojení detektoru poruch výboje.

Zapojení zdroje stejnosměrného proudu podle vynálezu pro chemicko-tepelné zpracování v anomálním doutnavém výboji, zejména pro iontovou nitridaci (obrázky 1), sestává z řízeného tyristorového usměrňovače **1**, proudových transformátorů **2**, meziobvodu **3**, převodníku proudu **4**, řídicích obvodů **5** usměrňovače převodníku napětí **6** a detektoru **7** poruch výboje a je vytvořeno tak, že řízený tyristorový usměrňovač **1** je svými vstupy připojen přes proudové transformátory **2** ke svorkám **X**, **Y**, **Z** třífázové symetrické soustavy napětí a jeho jeden výstup, například kladný, je připojen přes meziobvod **3** tvořený tlumivkou nebo odporem a nebo jejich sériovým zapojením, k výstupní svorce **A** zdroje a jeho druhý výstup, například záporný, je připojen k výstupní svorce **B** zdroje. Výstupy proudových transformátorů **2** jsou připojeny ke vstupům převodníku **4** proudu, jehož výstup je připojen současně na vstup **1**, řídicích obvodů **5** řízeného ty-

ristorového usměrňovače 1 a vstup i_1 detektoru 7 poruch výboje. Výstup o_1 detektoru 7 poruch výboje je spojen se vstupem i_2 řídicích obvodů 5 řízeného tyristorového usměrňovače 1 a výstup o_2 detektoru 7 poruch výboje je spojen se vstupem i_3 řídicích obvodů 5, k jejichž výstupu o_1 je připojen řízený tyristorový usměrňovač 1 a vstupy převodníku 6 napětí jsou připojeny k výstupním svorkám A, B zdroje a výstup převodníku 6 napětí je připojen na vstup i_2 detektoru 7 poruch výboje. Podle vynálezu (obr. 2) řídicí obvody 5 řízeného tyristorového usměrňovače 1 sestávají z regulátoru 8 proudu, obvodu 9 výběru maximálního signálu, obvodu 10 fázového vertikálního řízení, řízeného omezovače 11 úhlu fázového řízení, prvního komparátoru 12, obvodu 13 zadání žádané hodnoty proudu a přepínače 14 spojených tak, že vstup i_1 pro přivádění signálu je spojen se vstupem 81 skutečné hodnoty proudu regulátoru 8 proudu a vstup 82 žádané hodnoty regulátoru 8 proudu je spojen s výstupem obvodu 13 zadání žádané hodnoty proudu. Výstup regulátoru 8 je připojen na vstup 91 obvodu 9 výběru maximálního signálu a současně na vstup 121 prvního komparátoru 12, na jehož druhý vstup 122 je připojen výstup řízeného omezovače 11 úhlu fázového řízení, který je současně připojen na vstup 92 obvodu 9 výběru maximálního signálu, jehož výstup je připojen na vstup obvodu 10 fázového vertikálního řízení, jehož výstup je spojen výstupem o_1 s řízeným tyristorovým usměrňovačem 1, přičemž vstup i_2 je spojen se vstupem 111 řízeného omezovače 11 úhlu fázového řízení, na jehož druhý vstup 112 je připojen výstup 143 přepínače 14, jehož druhý výstup 144 je připojen na vstup obvodu 13 žádané hodnoty proudu, přičemž vstup i_3 je připojen k signálovému vstupu 141 přepínače 14 a vstup 142 pro ovládání přepínače 14 je připojen k výstupu z prvního komparátoru 12. Detektor 7 poruch výboje podle vynálezu (obr. 3) sestává ze čtyř komparátorů 15, 17, 21, 23, derivačního členu 16, dvou obvodů 18, 20 logického součtu, obvodu 22 logického součinu a obvodu 19 vyhodnocení četnosti poruch, zapojených tak, že ke vstupu i_1 detektoru 7 poruch výboje je připojen vstup druhého komparátoru 15, derivačního členu 16 a čtvrtého komparátoru 21. Výstup druhého komparátoru 15 je připojen ke vstupu 201 druhého obvodu 20 logického součtu a výstup derivačního členu 16 je spojen se vstupem třetího komparátoru 17, jehož výstup je spojen se vstupem 181 prvního obvodu 18 logického součtu a výstup prvního obvodu 18 logického součtu je připojen k výstupu (o_2) detektoru 7 poruch výboje a spojen se vstupem obvodu 19 vyhodnocení četnosti poruch, jehož výstup je spojen se vstupem 202 druhého obvodu 20 logického součtu. Výstup druhého obvodu 20 logického součtu je spojen s výstupem o_1 detektoru 7 po-

rch výboje a výstup čtvrtého komparátoru 21 je spojen se vstupem 221 obvodu 22 logického součinu, jehož výstup je napojen na vstup 182 prvního obvodu 18 logického součtu a vstup i_2 detektoru 7 poruch výboje je spojen se vstupem pátého komparátoru 23, jehož výstup je spojen se vstupem 222 obvodu logického součinu.

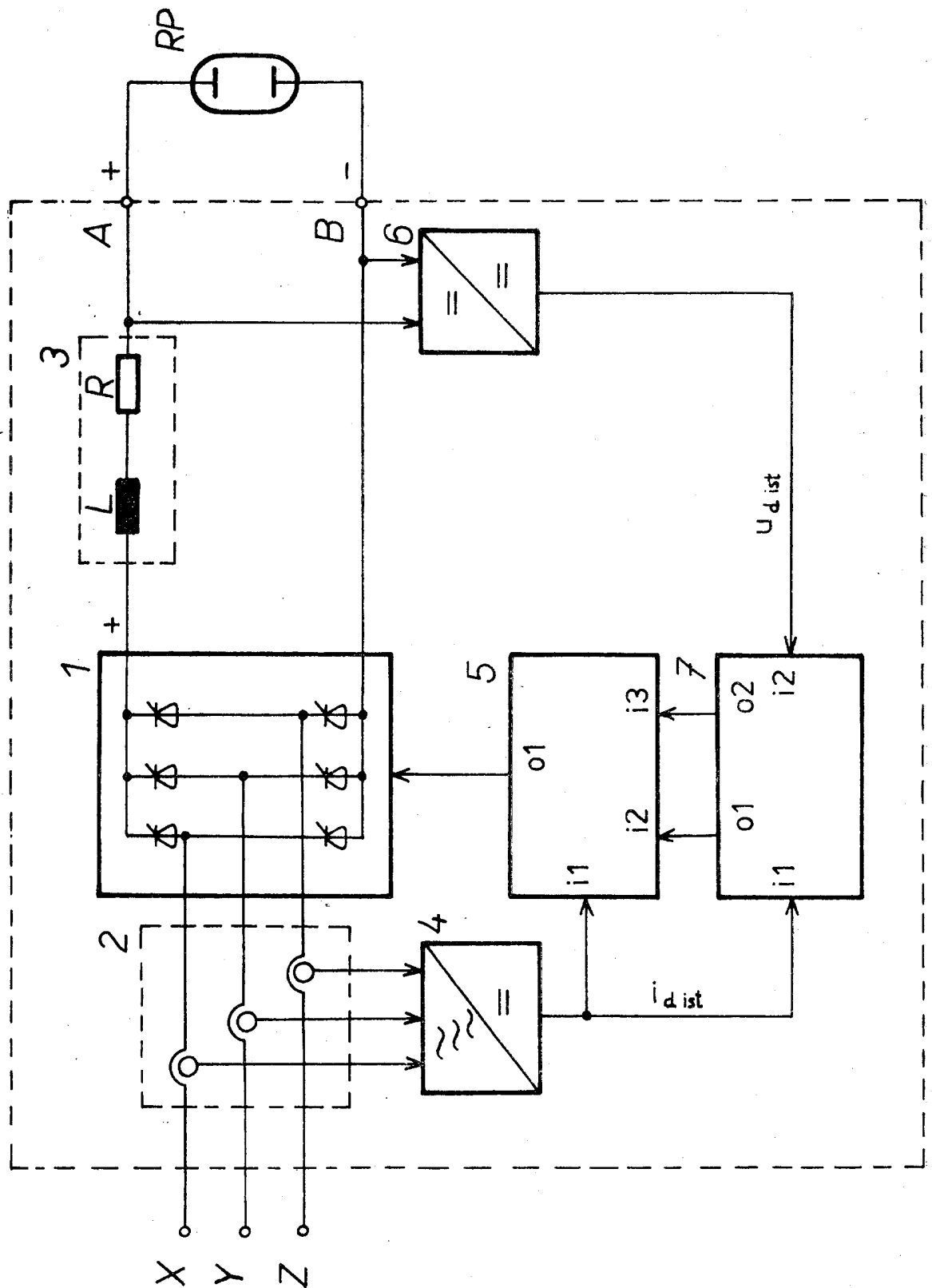
Zapojení zdroje podle vynálezu pracuje takto: Řízený tyristorový usměrňovač 1 přes meziobvod 3 dodává stejnosměrný proud nitridačnímu recipientu RP (obr. 1), který je připojen k výstupním svorkám A, B zdroje. Informace o proudu recipientem RP, to jest výstupním proudem řízeného tyristorového usměrňovače 1 se získává nepřímo, a to pomocí trojice proudových transformátorů 2, zařazených do vstupních fázových přívodů řízeného tyristorového usměrňovače 1. Převodník proudu 4 převádí sekundární proud proudových transformátorů 2 na napěťový signál skutečné hodnoty proudu $-i_d$ ist. Tento signál je pak využíván pro regulace proudu v řídicích obvodech 5 řízeného tyristorového usměrňovače 1 a dále v detektoru 7 poruch výboje. Napětí na výstupu zdroje — svorky A, B, to jest současně napětí na recipientu RP, je snímáno převodníkem 6 napětí. Signál skutečné hodnoty napětí $-u_d$ ist z výstupu převodníku 6 napětí se využívá v detektoru 7 poruch výboje pro zjištění režimu „oblouk“. V ustáleném bezporuchovém stavu reguluje regulátor 8 proudu výstupní proud zdroje na konstantní hodnotu, danou nastavením potenciometru v obvodu 13 zadání žádané hodnoty proudu. Bezprostřední řízení řízeného tyristorového usměrňovače 1 zajišťuje obvod 10 fázového vertikálního řízení prostřednictvím změny úhlu fázového řízení α . Úhel fázového řízení α je závislý na vstupním napětí obvodu 10 fázového vertikálního řízení, které je přivedeno z výstupu obvodu 9 výběru maximálního signálu. Zvyšované kladné hodnoty tohoto napětí zvětšují úhel α , řízený tyristorovým usměrňovačem 1 se uzavírá a napětí na svorkách A, B se snižuje. Naopak snižování kladné hodnoty vstupního napětí obvodu 10 fázového vertikálního řízení otevírá řízený tyristorový usměrňovač 1. Obvod 9 výběru maximálního signálu vybírá ze dvou kladných napětí, přivedených na jeho vstupy 91 a 92 větší a toto pak přenáší na svůj výstup. Pro řízení řízeného tyristorového usměrňovače 1 se tedy uplatňuje vždy to napětí na vstupech 91 a 92 obvodu 9 výběru maximálního signálu, které žádá menší stupeň otevření řízeného tyristorového usměrňovače 1 a tedy nižší napětí na jeho výstupech. Vstup 91 obvodu 9 výběru maximálního signálu je využit pro řízení řízeného tyristorového usměrňovače prostřednictvím regulátoru 8 proudu, vstup 92 obvodu 9 výběru maximálního signálu slouží k řízení prostřednictvím řízeného omezovače 11 úhlu fázového řízení. Řízení regulátoru 8 proudu se tedy využívá v ustá-

leném bezporuchovém stavu. Řízený omezovač **11** úhlu fázového řízení řídí řízený tyristorový usměrňovač **1** při poruchách. Tento řízený omezovač **11** úhlu fázového řízení zahrnuje generátor napětí, které se pozvolna snižuje z kladné hodnoty, které odpovídá nulové výstupní napětí řízeného tyristorového usměrňovače **1**, na volitelnou hodnotu, určující maximální žádané otevření řízeného tyristorového usměrňovače **1**. Při přivedení logického signálu a poruše na vstupy **111** a **112** řízeného omezovače **11** úhlu fázového řízení z detektoru **7** poruch výboje, dochází ke skokovému zvýšení napětí na výstupu řízeného omezovače **11** úhlu fázového řízení a tím ke skokovému uzavření řízeného tyristorového usměrňovače **1**. To má za následek zánik poruchy, což se na výstupech **111** nebo **112** řízeného omezovače **11** úhlu fázového řízení projeví jako povel k opětovnému pozvolnému snižování hodnoty výstupního napětí řízeného omezovače **11** úhlu fázového řízení a tedy ke znovuotevření řízeného tyristorového usměrňovače **1**. Vstup **111** řízeného omezovače **11** úhlu fázového řízení je využíván pro signál o poruše typ 1 — zvýšení proudu nad kritickou mez a pro signál o nadměrném zvýšení četnosti poruch typ 2 a 3, přičemž porucha typu 2 je náhlé zvýšení pracovního proudu a porucha typu 3 je „oblouk“. Vstup **112** řízeného omezovače **11** úhlu fázového řízení je využíván pro signál o poruchách typu 2 a 3. Tím je přechod u řízení řízeného tyristorového usměrňovače **1** řízeným omezovačem **11** úhlu fázového řízení na řízení regulátorem **8** proudu automatický a plynulý. První komparátor zjišťuje porovnáním napětí na výstupu regulátoru **8** proudu a napětí na výstupu řízeného omezovače **11** úhlu fázového řízení, jak je řízený tyristorový usměrňovač **1** právě řízen, a to, zda regulátorem **8** proudu nebo řízeným omezovačem **11** úhlu fázového řízení. Svým výstupem ovládá první komparátor **12** přepínač **14** tak, aby signál o poruchách typu 2 a 3 přivedený z výstupu **o₂** poruch výboje na vstup **141** přepínače **14** byl směřován přes výstup **144** přepínače **14** do obvodu **13** zadání žádané hodnoty proudu v případě, že je řízený tyristorový usměrňovač **1** řízen regulátorem **8** proudu, nebo přes výstup **143** přepínače **14** do řízeného omezovače **11** úhlu fázového řízení, je-li řízený tyristorový usměrňovač **1** právě řízen řízeným omezovačem **11** úhlu fázového řízení. Působení poruchových signálů v řízeném omezovači **11** úhlu fázového řízení je popsáno výše. V obvodu **13** zadání žádané hodnoty proudu způsobí signál o poruše

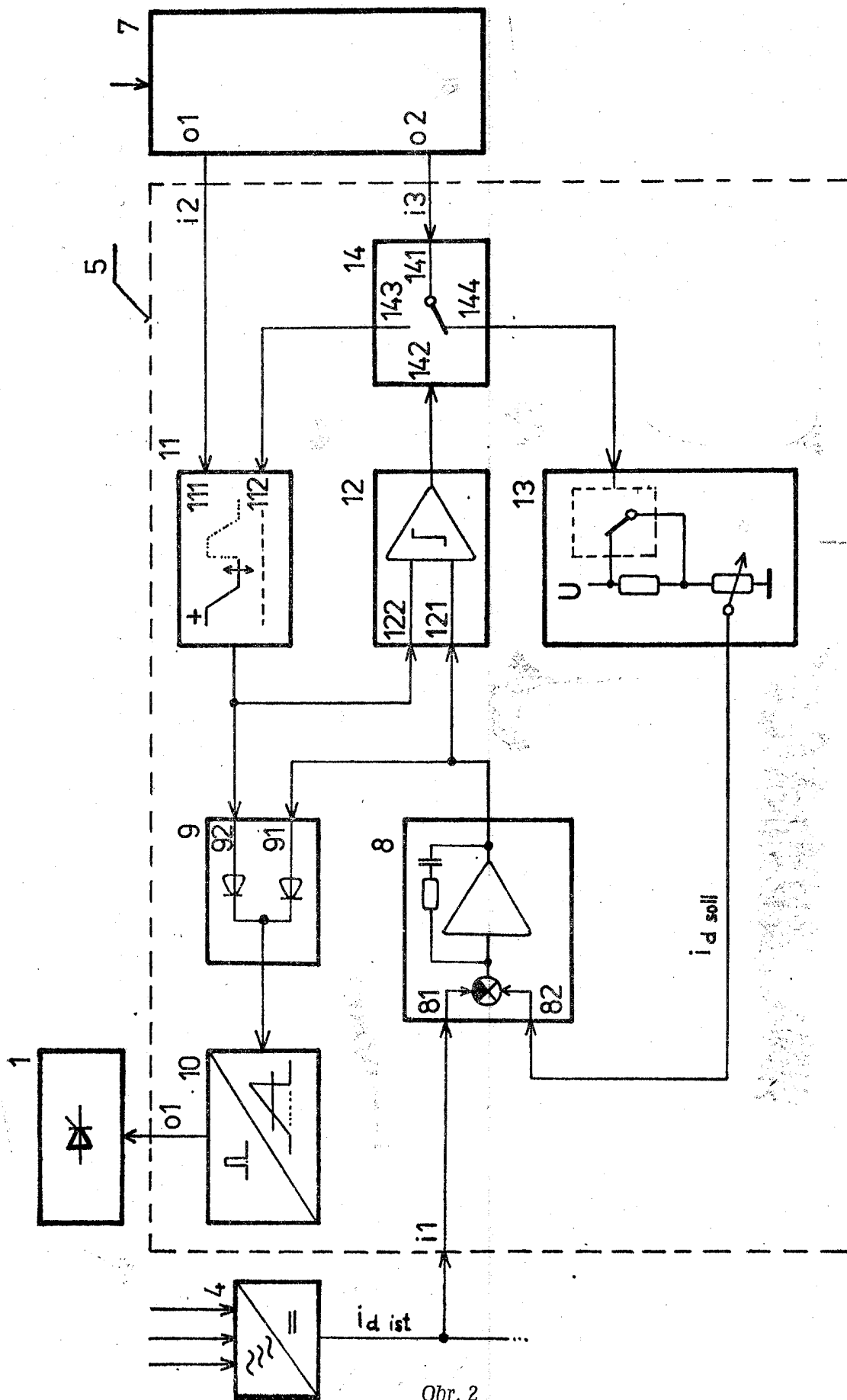
typu 2 a 3 skokové snížení nastavené žádané hodnoty proudu na hodnotu, která zajistí zánik poruchy. Po zániku poruchy se žádaná hodnota proudu skokem změní na původní nastavenou hodnotu. Zapojení detektoru **7** poruch výboje (obr. 3) pracuje takto: Signál skutečné hodnoty proudu i_d ist z převodníku **4** proudu je v druhém komparátoru **15** porovnáván s napětím, odpovídajícím maximálnímu přípustnému provoznímu proudu I_d max. Při překročení této hodnoty přechází výstup druhého komparátoru **15** do stavu log. 1, to jest „logická jednička“, což charakterizuje poruchu typu 1. Signál skutečné hodnoty proudu i_d ist je derivován derivačním členem **16**. Jeho výstupní napětí je porovnáváno ve třetím komparátoru **17** s napětím odpovídajícím maximální přípustné rychlosti nárůstu proudu I_d max. v recipientu **RP**. Při překročení této hodnoty přechází výstup třetího komparátoru **17** do stavu log. 1, což vyznačuje porucha typu 2. Porucha typu 3 — „oblouk“ se vyhodnocuje takto: K identifikaci oblouku v recipientu **RP** se využívá skutečnosti, že oblouk se vyznačuje podstatně menším úbytkem napětí než anomální doutnavý výboj při stejném procházejícím proudu. Čtvrtý komparátor **21** porovnává skutečnou hodnotu proudu i_d ist z převodníku **4** proudu s napětím, odpovídajícím přibližně nejnižšímu pracovnímu proudu I recipientu **RP**. Pokud je tato hodnota vyšší, je výstup čtvrtého komparátoru **21** a tedy i vstup **221** obvodu **22** logického součinu ve stavu log. 1. Výstup pátého komparátoru **23** přechází do stavu log. 1 při poklesu skutečné hodnoty napětí u_d ist z převodníku **6** napětí pod úroveň napětí, které odpovídá největšímu možnému úbytku napětí na oblouku U_r . Na výstupu obvodu **22** logického součinu se tedy objeví stav log. 1 při oblouku, to jest poruše typu 3. První obvod **18** logického součtu slučuje signály poruch typu 2 a 3. Signál z jeho výstupu je zaveden do řídicích obvodů **5** řízeného tyristorového usměrňovače **1**, kde působí tak, jak bylo popsáno. Výstup obvodu **19** vyhodnocení četnosti poruch přechází do stavu log. 1 při překročení přípustné četnosti p max poruch typu 2 a 3 na dobu t_d nutnou k deionizaci atmosféry v recipientech **RP**. Druhý obvod **20** logického součtu slučuje informaci o poruše typu 1 a informaci o překročení přípustné četnosti poruch typu 2 a 3. Signál z výstupu druhého obvodu **20** logického součtu je zaveden do řídicích obvodů **5** řízeného tyristorového usměrňovače **1**, kde působí tak, jak bylo výše popsáno.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

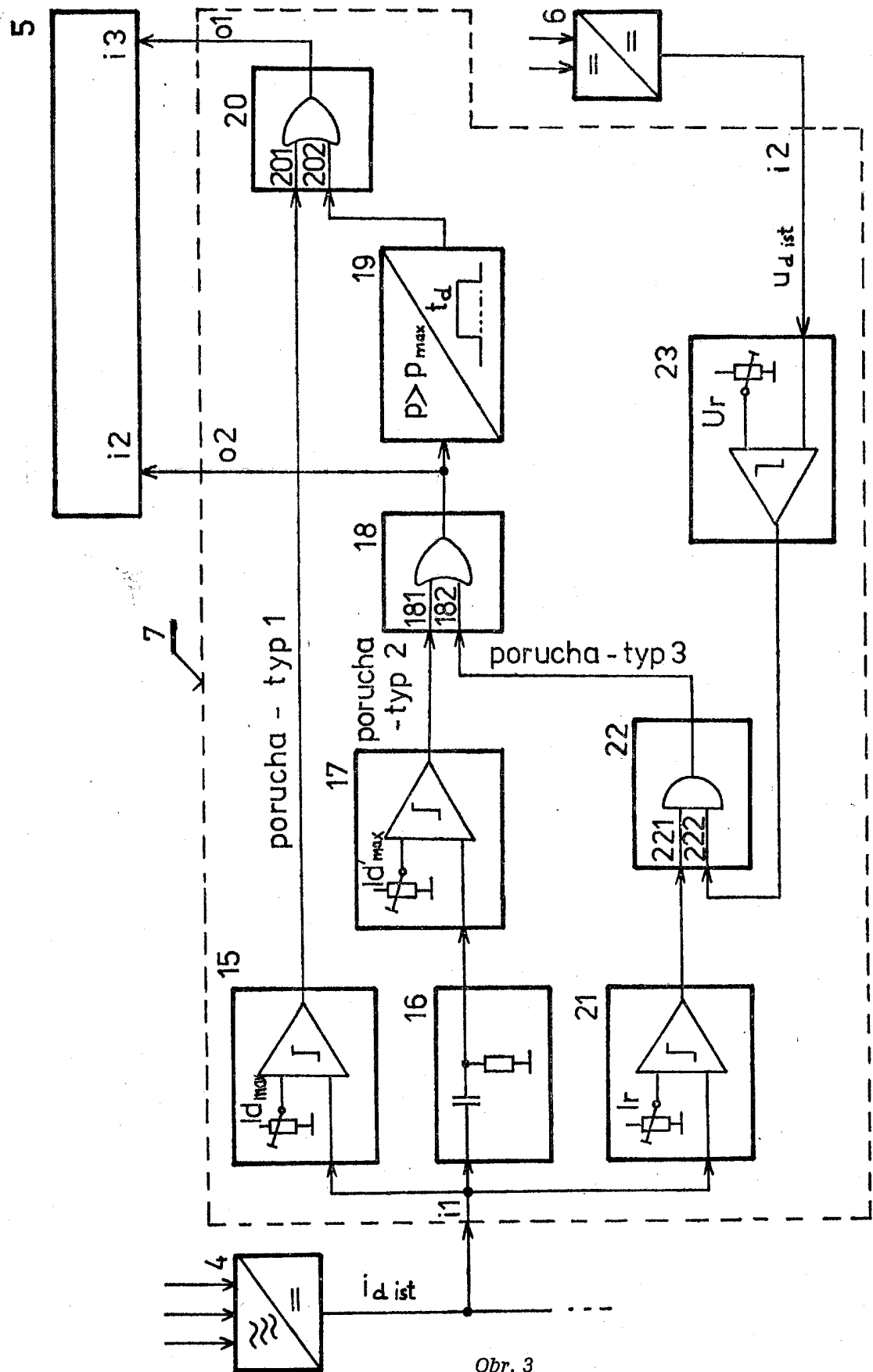
1. Zapojení zdroje stejnosměrného proudu pro chemicko-tepelné zpracování v anodním doutnavém výboji, zejména pro iontovou nitridaci, sestávající z řízeného tyristorového usměrňovače, proudových transformátorů, meziobvodu, převodníku proudu, řídicích obvodů usměrňovače, převodníku napětí a detektoru poruch výboje, vyznačující se tím, že řízený tyristorový usměrňovač (1) je svými vstupy připojen přes proudové transformátory (2) ke svorkám (X, Y, Z) třífázové symetrické soustavy napětí a jeho jeden výstup je připojen přes meziobvod (3) tvořený tlumivkou a nebo odporem v sériovém zapojení, k výstupní svorce (A) zdroje a jeho druhý výstup je připojen k výstupní svorce (B) zdroje a výstupu proudových transformátorů (2) jsou připojeny ke vstupům převodníku (4) proudu, jehož výstup je připojen současně na vstup (i_1) řídicích obvodů (5) řízeného tyristorového usměrňovače (1) a vstup (i_1) detektoru (7) poruch výboje, přičemž výstup (o_1) detektoru (7) poruch výboje je spojen se vstupem (i_2) řídicích obvodů (5) řízeného tyristorového usměrňovače (1) a výstup (o_2) detektoru (7) poruch výboje je spojen se vstupem (i_3) řídicích obvodů (5), k jejichž výstupu (o_1) je připojen řízený tyristorový usměrňovač (1) a vstupy převodníku (6) napětí jsou připojeny k výstupním svorkám (A, B) zdroje a výstup převodníku (6) napětí je připojen na vstup (i_2) detektoru (7) poruch výboje.
2. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že řídicí obvody (5) řízeného tyristorového usměrňovače (1) sestávají z regulátoru (8) proudu, obvodu (9) výběru maximálního signálu, obvodu (10) fázového vertikálního řízení, řízeného omezovače (11) úhlu fázového řízení, prvního komparátoru (12), obvodu (13) zadání žádané hodnoty proudu a přepínače (14) spojených tak, že vstup (i_1) pro přivádění signálu je spojen se vstupem (81) skutečné hodnoty proudu regulátoru (8) proudu a vstup (82) žádané hodnoty regulátoru (8) proudu je spojen s výstupem obvodu (13) zadání žádané hodnoty proudu, přičemž výstup regulátoru (8) proudu je připojen na vstup (91) obvodu (9) výběru maximálního signálu a současně na vstup (121) prvního komparátoru (12), na jehož druhý vstup (122) je připojen výstup řízeného omezovače (11) úhlu fázového řízení, který je současně připojen na vstup (92) obvodu (9) výběru maximálního signálu, jehož výstup je připojen na vstup obvodu (10) fázového vertikálního řízení, jehož výstup je spojen výstupem (o_1) s řízeným tyristorovým usměrňovačem (1), přičemž vstup (i_2) je spojen se vstupem (111) řízeného omezovače (11) úhlu fázového řízení, na jehož druhý vstup (112) je připojen výstup (143) přepínače (14), jehož druhý výstup (144) je připojen na vstup obvodu (13) žádané hodnoty proudu, přičemž vstup (i_3) je připojen k signálovému vstupu (141) přepínače (14) a vstup (142) pro ovládání přepínače (14) je připojen k výstupu z prvního komparátoru (12).
3. Zapojení podle bodu 1 a 2, vyznačující se tím, že detektor (7) poruch výboje sestává ze čtyř komparátorů (15, 17, 21, 23), derivačního členu (16), dvou obvodů (18, 20) logického součtu, obvodu (22), logického součinu a obvodu (19) vyhodnocení četnosti poruch, zapojených tak, že ke vstupu (i_1) detektoru (7) poruch výboje je připojen vstup druhého komparátoru (15), derivačního členu (16) a čtvrtého komparátoru (21) a výstup druhého komparátoru (15) je připojen ke vstupu (201) druhého obvodu (20) logického součtu a výstup derivačního členu (16) je spojen se vstupem třetího komparátoru (17), jehož výstup je spojen se vstupem (181) prvního obvodu (18) logického součtu a výstup prvního obvodu (18) logického součtu je připojen k výstupu (o_2) detektoru (7) poruch výboje a spojen se vstupem obvodu (19) vyhodnocení četnosti poruch, jehož výstup je spojen se vstupem (202) druhého obvodu (20) logického součtu, přičemž výstup druhého obvodu (20) logického součtu je spojen s výstupem (o_1) detektoru (7) poruch výboje a výstup čtvrtého komparátoru (21) je spojen se vstupem (221) obvodu (22) logického součinu, jehož výstup je napojen na vstup (182) prvního obvodu (18) logického součtu a vstup (i_2) detektoru (7) poruch výboje je spojen se vstupem pátého komparátoru (23), jehož výstup je spojen se vstupem (222) obvodu (22) logického součinu.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3