



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

260440

(11)

(B1)

[51] Int. Cl.⁴
G 05 D 7/06

[22] Přihlášeno 03 03 86

[21] (PV 1421-86.F)

[40] Zveřejněno 15 03 88

[45] Vydáno 15 04 89

(73)

Autor vynálezu

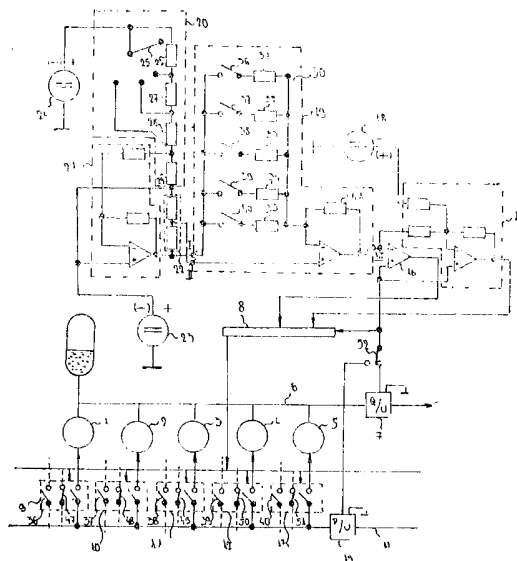
MALÝ VLADIMÍR ing., BRNO

(54) Zapojení čerpací stanice řízené od příkonu nebo od průtoku

1

2

Účelem je zjednodušení zapojení a seřizování čerpací stanice a zvýšení její spolehlivosti, čehož se dosahuje řízením zapínacích a vypínacích úrovní postupným připojováním například paralelních rezistorů (31, 32, 33, 34, 35) v obvodu prvního operačního zesilovače (19) pomocnými spínacími kontakty (36, 37, 38, 39, 40) silových spínačů (9, 10, 11, 12, 13) příslušných čerpacích agregátů (1, 2, 3, 4, 5) v chodu. Vstupní dělič (20) napětí umožňuje jednoduché přestavení regulace v případě poruchy některého z čerpacích agregátů (1, 2, 3, 4, 5).



Obr 1

Vynález se týká zapojení čerpací stanice řízené od příkonu nebo od průtoku, zejména pro závlahy.

Při provozu čerpací stanice s více čerpacími agregáty je nutno je ovládat tak, aby závislost tlakové energie na průtoku vyjádřená obvykle diagramem paralelního provozu čerpadel vykazovala požadované vlastnosti. Obvykle se jedná o udržování úzkého tlakového pásma, to je změny tlakové energie v závislosti na průtoku, avšak při požadavku zachování stability počtu jedoucích čerpadel při konstantním průtoku, a to v celém jeho rozsahu s výjimkou malých průtoků, při nichž nemůže být v trvalém provozu ani jedno čerpadlo. Spínání a vypínání čerpadel s plochou charakteristikou je s výhodou řízeno od dosaženého příkonu motorů čerpacích agregátů nebo od dosažené úrovně průtoku.

U známých zapojení pak každému čerpacímu agregátu odpovídá jeden úrovnový spínač pro sepnutí a jeden pro vypnutí silového spínače čerpacího agregátu. Logické obvody ovládacího zařízení určí, kolik čerpadel je v provozu, a vyhodnotí, která spínací nebo vypínací úroveň právě platí. Tato známá zapojení jsou proto značně složitá a nevýhodná, neboť mimo zvýšené poruchovosti vyplývající ze složitosti zapojení je nutno každou spínací a vypínací úroveň při nastavování regulace seřizovat zvlášť.

Nevýhody známého zapojení odstraňuje v podstatě vynález, kterým je zapojení čerpací stanice řízené od příkonu nebo od průtoku, zejména pro závlahy, sestávající z řady čerpacích agregátů zapojených paralelně do společného výstupního potrubí, z ovládacího zařízení zapojeného na silové spínače čerpacích agregátů, z wattmetru zařazeného mezi silové spínače a elektrickou síť a/nebo z průtokoměru zařazeného na konci výstupního potrubí a ze zapínacího spínače a vypínacího spínače, jejichž výstupy jsou napojeny na vstup ovládacího zařízení, přičemž jejich vstupy jsou napojeny na elektrický výstup wattmetru nebo průtokoměru, a jeho podstata spočívá v tom, že zapínací spínač je tvořen komparátorem, vypínací spínač je tvořen diferenciálním zesilovačem, na jehož první invertující vstup je připojen výstup prvního zdroje stejnosměrného napětí, zatímco na jeho druhý invertující vstup je připojen výstup prvního operačního zesilovače připojený zároveň na první vstup komparátoru, na jehož druhý vstup je zapojen výstup wattmetru nebo průtokoměru připojený zároveň na neinvertující vstup diferenciálního zesilovače, na neinvertující vstup prvního operačního zesilovače je zapojen výstup druhého zdroje stejnosměrného napětí, zatímco na jeho invertující vstup je zapojen výstup třetího zdroje stejnosměrného napětí, vstupní rezistor prvního operačního zesilovače je tvořen soustavou paralelních rezistorů spojených jednotlivě v sérii s pomocnými spínacími kontakty silových spínačů, nebo zpětnovazební

rezistor prvního operačního zesilovače je tvořen soustavou sériových rezistorů spojených jednotlivě paralelně s pomocnými rozpnacími kontakty silových spínačů.

Další podstatou vynálezu je, že výstupy druhého zdroje stejnosměrného napětí a třetího zdroje stejnosměrného napětí jsou na vstupy prvního operačního zesilovače zapojeny prostřednictvím vstupního děliče napětí, druhého operačního zesilovače a napěťového děliče tak, že vstupní dělič napětí je zapojen mezi výstup druhého zdroje stejnosměrného napětí a výstup třetího zdroje stejnosměrného napětí, na který je připojen svým vstupem, přičemž svým výstupem je připojen na invertující vstup druhého operačního zesilovače, jehož neinvertující vstup je zapojen na výstup druhého zdroje stejnosměrného napětí, napěťový dělič je zapojen mezi výstup druhého zdroje stejnosměrného napětí a výstup druhého operačního zesilovače a jeho výstup je zapojen na neinvertující vstup prvního operačního zesilovače, na jehož invertující vstup je zapojen výstup druhého operačního zesilovače.

Konečně je podstatou vynálezu, že počet vstupních rezistorů vstupního děliče napětí odpovídá počtu čerpacích agregátů sníženému o dva.

Vyšší účinek vynálezu spočívá v jednoduchosti zapojení, ve zvýšení jeho spolehlivosti a v jednoduchém seřizování, kdy nastavením tří spínacích úrovní jsou nastaveny zároveň i všechny ostatní spínací úrovně od nich odvozené bez ohledu na počet zapojených čerpacích agregátů v čerpací stanici.

Příklad konkrétního provedení zapojení čerpací stanice podle vynálezu je znázorněn na připojených výkresech představujících na obr. 1 základní schéma zapojení čerpací stanice s pěti čerpacími agregáty, na obr. 2 detail alternativního zapojení prvního operačního zesilovače ze zapojení z obr. 1 a na obr. 3 diagram paralelního chodu čerpací stanice se zapojení podle obr. 1 nebo 2.

Zapojení čerpací stanice podle vynálezu sestává z pěti shodných čerpacích agregátů 1, 2, 3, 4, 5 zapojených paralelně do společného výstupního potrubí 6, na jehož konci je zařazen průtokoměr 7, z ovládacího zařízení 8 zapojeného na silové spínače 9, 10, 11, 12, 13 čerpacích agregátů 1, 2, 3, 4, 5 zařazené mezi neznázorněné elektromotory čerpacích agregátů 1, 2, 3, 4, 5 a elektrickou síť 14. Mezi silovými spínači 9, 10, 11, 12, 13 a elektrickou sítí 14 je dále zařazen wattmetr 15.

Na vstup ovládacího zařízení 8 jsou napojeny výstup zapínacího spínače tvořeného komparátorem 16 a vypínacího spínače tvořeného diferenciálním zesilovačem 17. Na první invertující vstup diferenciálního zesilovače 17 je připojen výstup prvního zdroje 18 stejnosměrného napětí úměrného rozdílu mezi úrovní zapínacího průtoku QZ a úrovní vypínacího průtoku QV při stejném počtu jedoucích čerpacích agregátů. Na jeho dru-

hý invertující vstup je připojen výstup operačního zesilovače **19** připojený zároveň na první vstup komparátoru **16**, na jehož druhý vstup je připojen výstup průtokoměru **7** nebo wattmetru **15** připojený zároveň na neinvertující vstup diferenciálního zesilovače **17** a na vstup ovládacího zařízení **8**.

Na vstupy prvního operačního zesilovače **19** jsou prostřednictvím vstupního děliče **20** napětí, druhého operačního zesilovače **21** se zesílením — 2 a napětového děliče **22** zapojeny výstup druhého zdroje **23** stejnosměrného napětí úměrného úrovní druhého zapínacího průtoku **Q22** při jediném například prvním čerpacím agregátu **1** v chodu a výstup třetího zdroje **24** stejnosměrného napětí úměrného úrovní předem zvoleného největšího průtoku **QMAX** tak, že vstupní dělič **20** napětí je zapojen mezi výstup druhého zdroje **23** stejnosměrného napětí a výstup třetího zdroje **24** stejnosměrného napětí, na který je připojen svým vstupem, přičemž svým výstupem je připojen na invertující vstup druhého operačního zesilovače **21**, jehož neinvertující vstup je zapojen na výstup druhého zdroje **23** stejnosměrného napětí. Napětový dělič **22** je zapojen mezi výstup druhého zdroje **23** stejnosměrného napětí a výstup druhého operačního zesilovače **21** a jeho výstup je zapojen na neinvertující vstup prvního operačního zesilovače **19**, na jehož invertující vstup je zapojen výstup druhého operačního zesilovače **21**.

Počet prostřednictvím čtyřpolohového přepínače **25** vypínatelných a navzájem shodných vstupních rezistorů **26**, **27**, **28** vstupního děliče **20** napětí odpovídá počtu čerpacích agregátů **1**, **2**, **3**, **4**, **5** sníženém o dva a odpor každého z nich je shodný s odporem výstupního odporu **29** vstupního děliče **20** napětí. Napětový dělič **22** sestává ze dvou navzájem shodných rezistorů.

Jak je zřejmé z obr. 1, vstupní rezistor **30** prvního operačního zesilovače **19** je tvořen soustavou navzájem shodných paralelních rezistorů **31**, **32**, **33**, **34**, **35**, jejichž počet je shodný s počtem čerpacích agregátů **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, přičemž každý z těchto paralelních rezistorů **31**, **32**, **33**, **34**, **35** je jednotlivě spojen v sérii s pomocnými spínacími kontakty **36**, **37**, **38**, **39**, **40** silových spínačů **9**, **10**, **11**, **12**, **13** příslušných čerpacích agregátů **1**, **2**, **3**, **4**, **5** a odpor každého z nich je shodný s odporem zpětnovazebního rezistoru **41** prvního operačního zesilovače **19**. Nebo, jak je zřejmé z obr. 2, může být zpětnovazební rezistor **41** prvního operačního zesilovače **19** tvořen soustavou navzájem shodných sériových rezistorů **42**, **43**, **44**, **45**, **46**, jejichž počet je shodný s počtem čerpacích agregátů **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, přičemž každý z těchto sériových rezistorů **41**, **42**, **43**, **44**, **45** je jednotlivě paralelně spojen s pomocnými rozpínacími kontakty **47**, **48**, **49**, **50**, **51** silových spínačů **9**, **10**, **11**, **12**, **13** příslušných čerpacích agregátů **1**, **2**, **3**, **4**, **5** a od-

por každého z nich je pak shodný s odporem vstupního rezistoru **30** prvního operačního zesilovače **19**.

Mezi průtokoměr **7** a wattmetr **15** na straně jedné a ovládací zařízení **8**, komparátor **16** a diferenciální zesilovač **17** na straně druhé je zařazen dvoupolohový přepínač **52** tak, že na jeho společný výstup je zapojen vstup ovládacího zařízení **8**, neinvertující vstup diferenciálního zesilovače **17** a druhý vstup komparátoru **16** a na jeho vstupy jsou zapojeny odděleně výstupy průtokoměru **7** a wattmetru **15**.

V případě nulového odběru závlahové vody, to je při nulovém průtoku **Q**, je podle obr. 3 tlak **Y** ve výstupním potrubí **6** udržován mezi úrovněmi zapínacího tlaku **Y** a vypínacího tlaku **W** pomocí neznázorněných například dvou pomocných čerpadel. Napětí na výstupu vstupního děliče **20** napětí je úměrné rozdílu napětí úměrných úrovní třetího zapínacího průtoku **Q23** při běžících například prvních dvou čerpacích agregátů **1**, **2** a úrovní druhého zapínacího průtoku **Q22**.

Toto napětí druhý operační zesilovač **21** vzhledem k úrovní napětí na výstupu druhého zdroje **23** stejnosměrného napětí obrátí a vynásobí dvěma, čímž se na invertujícím vstupu prvního operačního zesilovače **19** objeví úroveň napětí úměrná neznázorněnému nereálnému zápornému nultému zapínacímu průtoku **Q** a na výstupu napětového děliče **22** se objeví úroveň napětí úměrná úrovní prvního zapínacího průtoku **Q21** a tato úroveň napětí se přivádí jako úroveň virtuální nuly na neinvertující vstup prvního operačního zesilovače **19**, jehož vstupní rezistor **30** má vzhledem k rozpojeným pomocným spínacím kontaktům **36**, **37**, **38**, **39**, **40** nekonečný odpor. Zesílení prvního operačního zesilovače **19** je proto rovno nule a úroveň napětí na výstupu prvního operačního zesilovače **19** odpovídá úrovní napětí na jeho neinvertujícím vstupu.

Vzhledem k nulovému průtoku **Q** je na elektrickém výstupu průtokoměru **7** nulový signál. Výchozímu například kladnému rozdílu napětí na prvním vstupu a druhém vstupu komparátoru **16** odpovídá nulový signál na jeho výstupu a ovládací zařízení **8** zůstává v klidu. Vzhledem k tomu, že napětí na výstupu prvního zdroje **18** stejnosměrného napětí je větší než úroveň napětí virtuální nuly na výstupu prvního operačního zesilovače **19** a má opačnou polaritu, je na výstupu diferenciálního zesilovače **17** úroveň napětí úměrná neznázorněnému nereálnému zápornému šestému vypínacímu průtoku, avšak s polaritou napětí opačnou, tedy shodnou s polaritou napětí na výstupu prvního operačního zesilovače **19**.

Jakmile po zahájení odběru závlahové vody již nestačí pomocná čerpadla udržet tlak **Y** ve výstupním potrubí **6** nad úrovní zapínacího tlaku **YZ** a průtok překročí úroveň

prvního zapínacího průtoku **QZ1**, překročí rovněž napětí na výstupu průtokoměru **7** napětí na výstupu prvního operačního zesilovače **19**. To se projeví změnou polaritu rozdílu napětí na vstupech komparátoru **16** a zapínacím signálem na jeho výstupu. Na základě zapínacího signálu vydá ovládací zařízení **8** příkaz například prvnímu silovému spínači **9** k připojení prvního čerpacího agregátu **1** k elektrické síti **14**. Současným růstem napětí na neinvertujícím vstupu diferenciálního zesilovače **17** roste i hodnota napětí na jeho výstupu.

Připojením prvního čerpacího agregátu **1** k elektrické síti **14** pomocí hlavních kontaktů prvního silového spínače **9** sepne zároveň i pomocný spínací kontakt **26** prvního silového spínače **9**, který připojí první paralelní rezistor **31** do obvodu vstupního rezistoru **30** prvního operačního zesilovače **19**. Tím se zesílení prvního operačního zesilovače **19** změní na hodnotu -1 a na jeho výstupu se objeví vzhledem k virtuální nule převrácené napětí jeho invertujícím vstupu s úrovní napětí úměrnou druhému zapínacímu průtoku **QZ2**. Zvýšení napětí na výstupu prvního operačního zesilovače **19** způsobí změnu záporného rozdílu napětí na vstupech komparátoru **16** na kladný, neboť napětí na jeho prvním vstupu skokem převyší úroveň napětí na jeho druhém vstupu, které se mění plynule podle změny průtoku **Q**. Diferenciální zesilovač **17** opět od úrovně napětí na výstupu prvního operačního zesilovače **19** odečte napětí na výstupu prvním zdroje **18** stejnosměrného napětí, přičemž se vzhledem k nárůstům napětí na jeho neinvertujícím vstupu se polarita napětí na jeho výstupu nezmění.

Jakmile však po rozběhu prvního čerpacího agregátu **1** začne průtok **Q** klesat a klesne pod úroveň pátého vypínacího průtoku **QV5**, klesne úroveň napětí na neinvertujícím vstupu diferenciálního zesilovače **17** pod úroveň součtového napětí na jeho invertujících vstupech a tato změna polarity rozdílu napětí na vstupech diferenciálního zesilovače **17** má za následek změnu polarity napětí na jeho výstupu vzhledem k úrovni napětí na neinvertujícím vstupu diferenciálního zesilovače **17** a na základě této změny polarity vydá ovládací zařízení **8** příkaz k odpojení prvního čerpacího agregátu **1** od elektrické sítě **14**, čímž se celé zařízení vrátí do výchozího stavu.

Naopak v případě, že průtok **Q** dále poroste, dojde po dosažení druhého zapínacího průtoku **QZ2** opět ke změně polarity rozdílu napětí na vstupech prvního operačního zesilovače **19**, k zapínacímu signálu na jeho výstupu, k připojení například druhého čerpacího agregátu **2** a k připojení druhého paralelního rezistoru **32**. V tomto případě má vstupní rezistor **30** prvního operačního zesilovače **19** poloviční odpor vzhledem k odporu jeho zpětnovazebního rezistoru **41**. Tím má první operační zesilovač **19** zesílení

-2 a napětí na jeho výstupu vzroste na úroveň úměrnou třetímu zapínacímu průtoku **QZ3** a zapínací signál na výstupu komparátoru **16** se tím zruší. Rovněž součtové napětí na invertujících vstupech diferenciálního zesilovače **17** vzroste na úroveň úměrnou čtvrtému vypínacímu průtoku **QV4**.

Podobně dojde při dalším růstu průtoku k připojení třetího čerpacího agregátu **3** po dosažení úrovně třetího zapínacího průtoku **QZ3**, k připojení čtvrtého čerpacího agregátu **4** po dosažení úrovně čtvrtého zapínacího průtoku **QZ4** a k připojení pátého čerpacího agregátu **5** po dosažení úrovně pátého zapínacího průtoku **QZ5**. Překročit úroveň předem stanoveného největšího průtoku **QMAX** lze za cenu případného poklesu tlaku ve výstupním potrubí **6** pod optimální úroveň.

Při zpětném poklesu průtoku **Q** dojde při poklesu pod úroveň prvního vypínacího průtoku **QV1** k vypnutí například prvního čerpacího agregátu **1**, při dalším poklesu průtoku **Q** pod úroveň druhého vypínacího průtoku **QV2** k vypnutí například druhého čerpacího agregátu **2**, při poklesu průtoku **Q** pod úroveň třetího vypínacího průtoku **QV3** k vypnutí například třetího čerpacího agregátu **3**, při poklesu pod úroveň čtvrtého vypínacího průtoku **QV4** k vypnutí například čtvrtého čerpacího agregátu **4** a při poklesu pod úroveň pátého vypínacího průtoku **QV5** k vypnutí pátého čerpacího agregátu **5**.

Stejně funkce dosahuje zapojení podle vynálezu i s alternativním zapojením prvního operačního zesilovače **19** podle obr. 2 s tím rozdílem, že při růstu průtoku **Q** dochází postupně k růstu hodnoty odporu zpětnovazebního rezistoru **41** prvního operačního zesilovače **19** z nuly na pětinasobek hodnoty odporu jeho vstupního rezistoru **30** postupným zařazováním odporů sériových rezistorů **42**, **43**, **44**, **45**, **46** rozpojováním pomocných kontaktů **47**, **48**, **49**, **50**, **51** silových spínačů **9**, **10**, **11**, **12**, **13**.

Zapojení pracuje i se sníženým počtem čerpacích agregátů **1**, **2**, **3**, **4**, **5** s tím, že maximální průtok nedosáhne hodnoty **QMAX**, nýbrž podle počtu jedoucích agregátů při čtyřech agregátech **QZ5**, při třech **QZ4**, při dvou **QZ3** a při jednom **QZ2**.

Stejným způsobem zapojení pracuje i v případě, že dvupolohový přepínač **52** je v druhé neznázorněné poloze. Čerpací stanice je pak řízena od změny příkonu elektromotorů čerpacích agregátů **1**, **2**, **3**, **4**, **5** sledovaného wattmetrem **15**, neboť okamžitý příkon elektromotorů je úměrný okamžitému výkonu čerpadel čerpacích agregátů **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, tedy i průtoku sledovaným průtokoměrem **7**, neboť průtok vlivem regulace probíhá v poměrně malém tlakovém rozmezí, takže výkon čerpadel je závislý v podstatě pouze na průtoku **Q**.

Stejně tak bude zapojení fungovat napří-

klad i v případě jediného společného zdroje stejnosměrného napětí, kdy jsou zdroje 18, 23, 24 stejnosměrného napětí představovány jednotlivými vývody stejnosměrných napětí příslušných napěťových úrovní. Další možností je, že vývody představující výstupy druhého zdroje 23 stejnosměrného napětí a třetího zdroje 24 stejnosměrného napětí jsou na vstupy prvního operačního zesilovače 19 připojeny přímo například tak, že na neinvertující vstup prvního operačního zesilovače 19 je zapojen výstup druhého zdroje 23 stejnosměrného napětí úměrného úrovní prvního zapínacího průtoku QZ1 a na invertující vstup prvního operačního zesilovače 19 je zapojen výstup třetího zdroje 24 stejnosměrného napětí úměrného nereálnému zápornému nultému zapínacímu průtoku.

Pro případ potřeby operativně upravovat parametry regulace čerpací stanice lze použít zdrojů 18, 23, 24 stejnosměrného napětí se stavitelným výstupním napětím.

Zapojení podle vynálezu pracuje nejlépe v případech shodnosti některých komponent, jak je popsáno výše. V případě odchylek parametrů komponent, které mají být navzájem shodné, se tyto odchylky mohou projevit ve značné nepřesnosti, nereprodukovatelnosti a nestabilitě regulace nebo její nepravidelnosti.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení čerpací stanice řízené od výkonu nebo od průtoku, zejména pro závlahy, sestávající z řady čerpacích agregátů zapojených paralelně do společného výstupního potrubí, z ovládacího zařízení zapojeného na silové spínače čerpacích agregátů, z wattmetru zařazeného mezi silové spínače a elektrickou síť a/nebo z průtokoměru zařazeného na konci výstupního potrubí a ze zapínacího spínače a vypínacího spínače, jejichž výstupy jsou napojeny na vstup ovládacího zařízení, přičemž jejich vstupy jsou napojeny na elektrický výstup wattmetru nebo průtokoměru, vyznačující se tím, že zapínací spínač je tvořen komparátorem (16), vypínací spínač je tvořen diferenciálním zesilovačem (17), na jehož první invertující vstup je připojen výstup prvního zdroje (18) stejnosměrného napětí, zatímco na jeho druhý invertující vstup je připojen výstup prvního operačního zesilovače (19) připojený zároveň na první vstup komparátoru (16), na jehož druhý vstup je zapojen výstup wattmetru (15) nebo průtokoměru (7) připojený zároveň na neinvertující vstup diferenciálního zesilovače (17), na neinvertující vstup prvního operačního zesilovače (19) je zapojen výstup druhého zdroje (23) stejnosměrného napětí, zatímco na jeho invertující vstup je zapojen výstup třetího zdroje (24) stejnosměrného napětí, vstupní rezistor (30) prvního operačního ze-

Například v případě nutnosti použít v zapojení čerpací agregáty 1, 2, 3, 4, 5 různých výkonů se dosáhne uspokojivé funkce tak, že odpory vstupních rezistorů 26, 27, 28 vstupního děliče 20 napětí se zvolí úměrné výkonům vybraných představitelů ze všech čerpacích agregátů 1, 2, 3, 4, 5 a odpor vstupního rezistoru 29 vstupního děliče 20 napětí se zvolí úměrný průměrnému výkonu čerpacích agregátů 1, 2, 3, 4, 5 a v případě poruchy některého z nich se odpojí odpor pouze toho vstupního rezistoru vstupního děliče 20 napětí, jehož odpor je úměrný výkonu vyřazeného čerpacího agregátu. Podobně odpory paralelních rezistorů 31, 32, 33, 34, 35 vstupního rezistoru 30 nebo sériových rezistorů 42, 43, 44, 45, 46 zpětnovazebního rezistoru 41 prvního operačního zesilovače 19 se zvolí úměrné výkonům příslušných čerpacích agregátů 1, 2, 3, 4, 5 a odpor příslušného zpětnovazebního rezistoru 41, respektive vstupního rezistoru 30 prvního operačního zesilovače 19 se zvolí úměrný jejich průměrnému výkonu.

Alternativně mohou být místo pomocných spínacích kontaktů 36, 37, 38, 39, 40 a pomocných rozpínacích kontaktů 47, 48, 49, 50, 51 silových spínačů 9, 10, 11, 12, 13 použity elektronické spínací prvky shodně ovládané.

silovače (19) je tvořen soustavou paralelních rezistorů (31, 32, 33, 34, 35) spojených jednotlivě v sérii s pomocnými spínacími kontakty (36, 37, 38, 39, 40) silových spínačů (9, 10, 11, 12, 13) nebo zpětnovazební rezistor (41) prvního operačního zesilovače (19) je tvořen soustavou sériových rezistorů (42, 43, 44, 45, 46) spojených jednotlivě paralelně s pomocnými rozpínacími kontakty (47, 48, 49, 50, 51) silových spínačů (9, 10, 11, 12, 13).

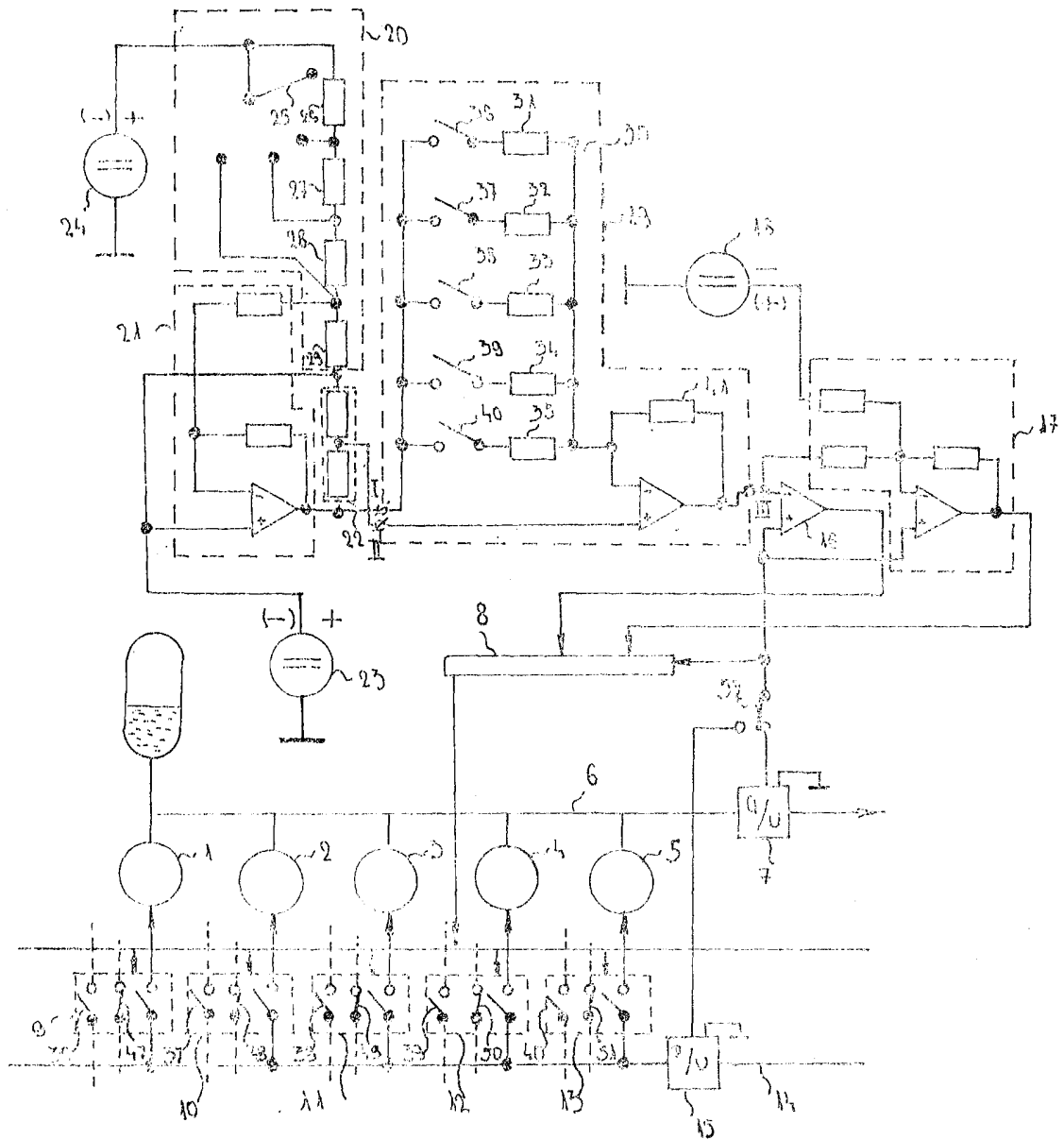
2. Zapojení podle bodu 1 vyznačující se tím, že výstupy druhého zdroje (23) stejnosměrného napětí a třetího zdroje (24) stejnosměrného napětí jsou na vstupy prvního operačního zesilovače (19) zapojeny prostřednictvím vstupního děliče (20) napětí, druhého operačního zesilovače (21) a napěťového děliče (22), přičemž vstupní dělič (20) napětí je zapojen mezi výstup druhého zdroje (23) stejnosměrného napětí a výstup třetího zdroje (24) stejnosměrného napětí, na který je připojen svým vstupem, přičemž svým výstupem je připojen na invertující vstup druhého operačního zesilovače (21), jehož neinvertující vstup je zapojen na výstup druhého zdroje (23) stejnosměrného napětí, napěťový dělič (22) je zapojen mezi výstup druhého zdroje (23) stejnosměrného napětí a výstup druhého operačního zesilovače (21) a jeho výstup je zapojen na neinvertující vstup prvního operačního zesilova-

če (19), na jehož invertující vstup je zapojen výstup druhého operačního zesilovače (21).

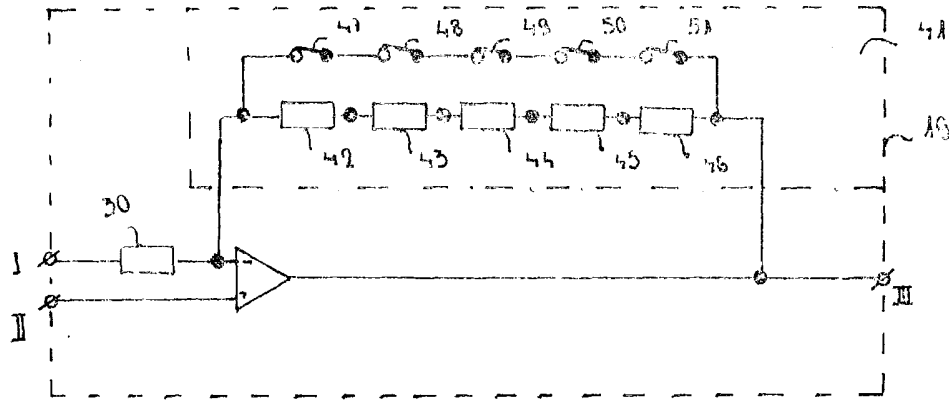
3. Zapojení podle bodu 2, vyznačující se

tím, že počet vstupních rezistorů (26, 27, 28) vstupního děliče (20) napětí odpovídá počtu agregátů (1, 2, 3, 4, 5) sníženému o dva.

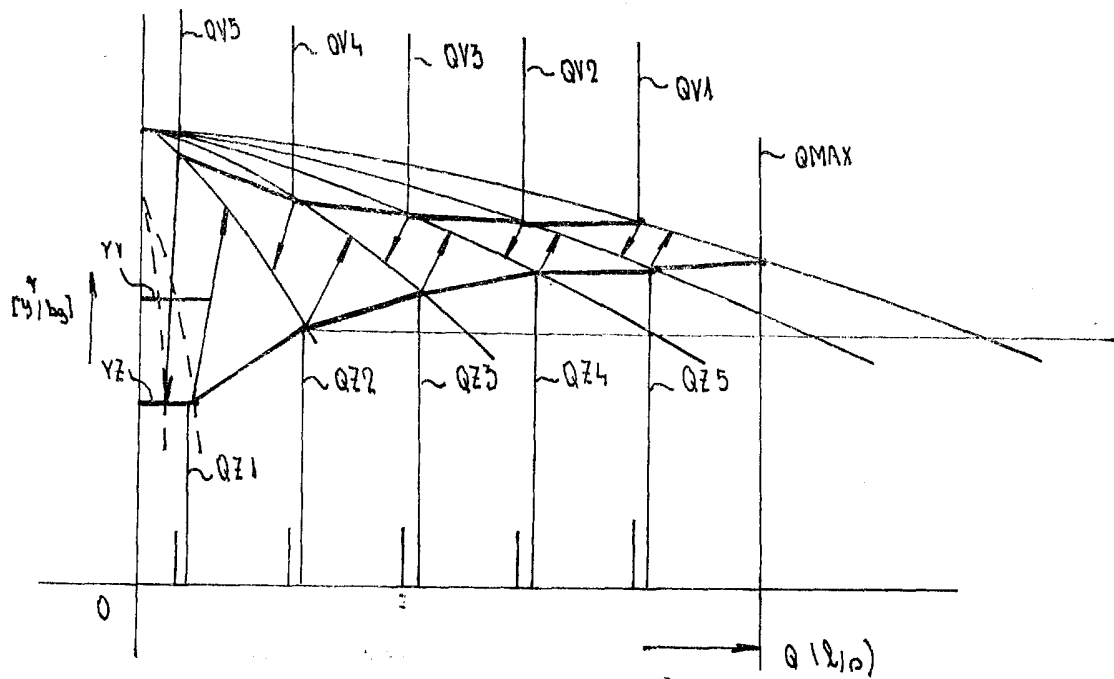
2 listy výkresů



Obr. 1



obr. 2



obr. 3