

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 226 251

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 11 05 82
(21) PV 3397-82

(11) (B 1)

(51) Int. Cl.³
G 05 D 16/00

(40) Zveřejněno 29 07 83
(45) Vydáno 15 04 85

(75)
Autor vynálezu

NIKL MILAN ing., PROSTĚJOV

(54)

Způsob regulace čerpací stanice a zapojení
k provádění tohoto způsobu.

Vynález se týká způsobu regulace čerpací stanice a zapojení k provádění tohoto způsobu.

Požadavek na zúžení pracovního tlakového pásma, zdůvodněný ekonomičností návrhu trubní sítě vedl v poslední době zejména u závlahových čerpacích stanic k projektování čerpacích stanic s podstatně užším tlakovým pásmem než dříve. Zúžení pracovního tlakového pásma lze dosáhnout paralelním řazením velkého počtu čerpadel stejné velikosti nebo paralelním řazením čerpacích agregátů dvojí velikosti a zapínáním menších čerpacích agregátů mezi jednotlivá připojení větších čerpacích agregátů a jejich vypnutím po zapnutí většího čerpacího agregátu nebo jejich zapnutím po vypnutí většího čerpacího agregátu. Příklad diagramu paralelního provozu takové čerpací stanice je znázorněn na připojeném výkrese na obr. 1, ve kterém značí Y tlakovou energii dopravovaného média v J/kg, Q dopravované množství v l/s, N jmenovitý pracovní bod čerpací stanice, ZT1 až ZT4 zapínací tlaky, VT vypínací tlak a BTH blokovací tlak horní. Plně jsou vyznačeny Q - Y křivky paralelní spolupráce větších čerpacích agregátů, čárkovaně jsou vyznačeny křivky paralelní spolupráce jednoho nebo dvou menších čerpacích agregátů s většími čerpacími agregáty. Z diagramu je patrné, že největší zvýšení tlaku při přechodu z jedné na další Q - Y křivku po zapnutí některého čerpadla leží s ohledem na strmost Q-Y křivek i odběrových parabol v oblasti malých průtokových množství. Aby nebyla překročena hodnota vypínacího tlaku VT, která úzce souvisí s pevnostním dimenzováním trubní sítě, je nutno v oblasti malých průtokových množství volit nižší hodnotu zapínacího tlaku. To je možné, poněvadž při menších dopravních množstvích vlivem menších tlakových ztrát v rozvodné trubní síti je požadovaný tlak nižší než odpovídá jmenovitému provoznímu tlaku bodu N. Na diagramu dle obr. 1 jsou zapínací tlaky odstupňovány ve čtyřech stupních ZT1, ZT2, ZT3 a ZT4.

Hlavní nevýhody stávajícího způsobu spínání čerpacích agregátů jsou pomalost reakce čerpací stanice na rychlé změny odběru vody, z trubní sítě a přeregulování, to je provedení nadbytečně velkého počtu sepnutí nebo rozepnutí čerpadel, jako odezva na velké a rychlé změny odběru, vylývajících ze stále častějšího používání velkých závlahových strojů. U stávajících způsobů regulace tlaku zapínáním a vypínáním čerpacích agregátů při snížení nebo zvýšení tlaku na nastavenou hodnotu, je nutno zapnutí nebo vypnutí následujícího čerpadla zpozdit po zapnutí nebo vypnutí předcházejícího čerpadla vždy o čas, potřebný ke zvýšení nebo snížení tlaku o hodnotu spínací hystereze spínacího tlakového čidla. V opačném případě i při pomalých změnách odběru vody by docházelo k přeregulování. Při přechodu z nižšího na vyšší zapínací tlak, například při přechodu z prvního zapínacího tlaku ZT1 na druhý zapínací tlak ZT2 je při zapínání prvního většího čerpacího agregátu splněna i podmínka pro zapnutí prvního menšího čerpacího agregátu, takže jeho zapnutí je nutno zpozdit o čas, potřebný ke vzrůstu tlaku z prvního zapínacího tlaku ZT1 na druhý zapínací tlak ZT2 včetně spínací hystereze spínacího tlakového čidla. Při používaných akumulacích objemů větrníků se jedná o časy, znemožňující rychlou reakci čerpací stanice na změny odběru vody z trubní sítě a znemožňující také rychlý automatický rozběh po krátkodobém přerušení dodávky elektrického proudu. Při rychlém odběru vody, například při odstavení velkého závlahového stroje může vlivem časových zpoždění při vypínání dojít k překročení horního blokovacího tlaku BTH. Z tohoto důvodu je nutno volit velkou tlakovou rezervu, to je velký rozdíl mezi hodnotami vypínacího tlaku VT a blokovacího tlaku BTH, což zmenšuje ekonomický přínos, plynoucí ze zúžení pracovního tlakového pásma, dosaženého volbou dvojí velikosti čerpacích agregátů a odstupňováním zapínacích tlaků.

Výše uvedené nevýhody a nedostatky odstraňuje v podstatě vynález, kterým je způsob regulace čerpací stanice sestavené ze soustavy čerpadel a případně větrníku zapojených paralelně do společného výstupního potrubí, kdy při poklesu tlaku ve výstupním potrubí pod zapínací mez vyše snímač tlaku ve výstupním potrubí impuls k postupnému zapínání čerpadel a při nárůstu tlaku nad vypínací mez, vyše snímač tlaku impuls k postupnému vypínání čerpadel a jeho podstata spočívá v tom, že současně s hodnotou tlaku se sleduje jeho časová změna a při kladné časové změně

tlaku jsou negovány impulsy pro zapínání dalších čerpadel a při záporné časové změně tlaku jsou negovány impulsy pro vypínání dalších čerpadel.

Další podstatou vynálezu je, že vstup ovládacího zařízení je spojen se snímačem derivace tlaku ve výstupním potrubí.

Další podstatou vynálezu je, že snímač derivace tlaku je tvořen snímačem průtoku, zařazeným mezi výstupní potrubí a větrník.

Vyšší účinek vynálezu je dán zvýšením životnosti ovládacího zařízení, zrychlením reakce na náhlé změny odběru závlahové vody, snížením nákladů na trubní síť a zamezením vypnutí čerpací stanice z titulu překročení maximálního dovoleného tlaku v rozvodu.

Příklad konkrétního provedení vynálezu je schematicky znázorněn na přiložených výkresech, představujících na obr. 2 základní provedení zapojení čerpací stanice podle vynálezu, na obr. 3 alternativní zapojení čerpací stanice z obr. 2 s větrníkem, na obr. 4 zapojení čerpací stanice z obr. 3 se společným snímacím převodníkem a na obr. 5 zapojení stanice z obr. 3, kde snímač derivace tlaku je tvořen snímačem směru průtoku.

Čerpací stanice podle vynálezu, sestává ze dvou menších čerpadel 1, 2 a čtyř větších čerpadel 3, 4, 5, 6 zapojených paralelně do společného výstupního potrubí 7 stanice a z ovládacího zařízení 8, jehož výstup je zapojen na neznázorněné pohony čerpadel 1, 2, 3, 4, 5, 6. Na výstupní potrubí 7 je dále zapojen snímač 9 statického tlaku a snímač 10 derivace statického tlaku v tomto potrubí 7. Elektrické výstupy snímačů 9, 10 jsou zapojeny na vstup ovládacího zařízení 8. Alternativně mohou být snímače 9, 10 spojeny s výstupním potrubím 7 prostřednictvím větrníku 11, tlumícím tlakové rázy v potrubí 7. Snímač 10 derivace tlaku může být s výhodou tvořen snímačem 12 směru průtoku, zařazeným mezi výstupní potrubí 7 a větrník 11. Snímače 9, 10 tlaku a derivace tlaku mohou být alternativně spojeny s výstupním potrubím 7 nebo s větrníkem 11 prostřednictvím společného převaděče 13 úrovně tlaku v potrubí 7 na elektrický signál na svém výstupu. Vzhledem k tomu, že výstupy snímačů 9, 10 tlaku a derivace tlaku se funkčně

navzájem blokují, mohou být napojeny na vstup ovládacího zařízení 8 jak paralelně, tak i za sebou a to v libovolném pořadí. Snímač 10 derivace tlaku, tak může být se vstupem ovládacího zařízení 8 spojen prostřednictvím snímače 9 tlaku a naopak.

Před zahájením činnosti čerpací stanice se neznázorněná potrubní síť závlahového zařízení natlakuje jedním z menších čerpadel 1, 2 například na vypínací tlak VT. Po otevření neznázorněné závlahové sekce s příslušnou odběrovou parabolou 14 dojde nejprve k rychlému poklesu tlaku z bodu A diagramu na obr. 1 na první zapínací tlak ZT1. Tato tlaková úroveň způsobí, že snímač 9 tlaku vyšle do ovládacího zařízení 8 příkaz k zapínání čerpadel, přičemž snímač 10 derivace tlaku vlivem klesání tlaku vysílá do ovládacího zařízení 8 signál k provedení příkazu snímače 9 tlaku. Na základě těchto povelů ovládacího zařízení 8 vyšle signál k rozběhu prvního menšího čerpadla 1. V okamžiku rozběhu pracuje toto čerpadlo 1 v bodě B diagramu. Vzhledem k tomu, že bodu B odpovídá při stejné tlakové úrovni na odběrové parabole 14 vyšší odběrové množství Q než jaké je první menší čerpadlo 1 schopno dodávat, tlak dále klesá a povely snímačů 9, 10 zůstávají beze změny. Ovládacího zařízení 8 proto po určité časové prodlevě, potřebné k dostatečnému utlumení rázů ve výstupním potrubí 7 způsobených rozběhem prvního menšího čerpadla 1, zajistí rozběh druhého menšího čerpadla 2 a provoz stanice přejde do bodu C. Protože i v tomto bodě C jsou splněny obě podmínky pro zapojení dalšího čerpadla, kterým je v tomto případě první větší čerpadlo 3, dojde opět po prodlevě k rozběhu tohoto čerpadla 3. Vzhledem k tomu, že po rozběhu prvního většího čerpadla 3 je provoz čerpací stanice v bodě D s větším dopravovaným množstvím Q než jaké je schopna otevřená závlahová sekce odebrat, začne tlak ve výstupním potrubí 7 narůstat. Tlak se zpočátku pohybuje pod úrovní druhého zapínacího tlaku ZT2 a snímač 9 tlaku proto dále vysílá příkaz k zapnutí dalšího čerpadla, kterým je v tomto případě druhé větší čerpadlo 4. Snímač 10 derivace tlaku však registruje růst tlaku a vysílá signál do ovládacího zařízení 8 k zablokování příkazu snímače 9 tlaku. Jakmile tlak vzroste nad úroveň druhého zapínacího tlaku ZT2 zruší snímač 9 tlaku příkaz k zapnutí dalšího čerpadla a po dosažení úrovně vypínacího tlaku VT v bodě E vyšle naopak příkaz k vypínání čerpadel. Protože tlak v bodě E roste, vyšle snímač 10 derivace tlaku signál k provedení tohoto příkazu a ovládacího zařízení 8 zastaví chod jednoho z menších čerpadel 1, 2, napří-

klad druhého menšího čerpadla 2. Provoz stanice je po zastavení tohoto čerpadla 2 charakterizován bodem F. Dodávané množství Q do závlahové sítě je v tomto bodě F nižší než jaké závlahová síť odebírá a tlak ve výstupním potrubí 7 začne klesat a snímač 10 derivace tlaku zablokuje příkaz snímače 9 tlaku k vypínání dalších čerpadel. Jakmile tlak klesne pod úroveň vypínacího tlaku VT zruší snímač 9 tlaku příkaz k vypínání dalších čerpadel. Po ustálení provozu čerpací stanice v bodě G zruší snímač 10 derivace tlaku signál k blokování příkazů snímače 9 tlaku neboť derivace tlaku je nulová. Zapínání čerpadel při zvýšení odběru například z nuly na plný odběr podle druhé odběrové paraboly 15 probíhá analogicky. Tlak po rozběhu prvního většího čerpadla 3 v bodě D dále klesá a ovládací zařízení 8 na základě povelů snímačů 9, 10 tlaku a derivace tlaku zapojí nejprve druhé a posléze i třetí větší čerpadlo 4, 5. Po rozběhu posledního zmíněného čerpadla 5 se v bodě K změni záporná derivace tlaku ve výstupním potrubí 7 na kladnou a snímač 10 derivace tlaku zablokuje další zapínání čerpadel. Jakmile se provoz stanice ustálí v bodě L, snímač 10 derivace tlaku na základě nulové derivace zruší signál k zablokování příkazu snímače 9 tlaku k zapínání dalších čerpadel a ovládací zařízení 8 zapojí poslední, čtvrté větší čerpadlo 6, neboť tlak v bodě L je nižší než příslušný čtvrtý zapínací tlak ZT4. Po rozběhu posledního zmíněného čerpadla 5 se v bodě K změni záporná derivace tlaku ve výstupním potrubí 7 na kladnou a snímač 10 derivace tlaku zablokuje další zapínání čerpadel. Jakmile se provoz stanice ustálí v bodě L, snímač 10 derivace tlaku na základě nulové derivace zruší signál k zablokování příkazu snímače 9 tlaku k zapínání dalších čerpadel a ovládací zařízení 8 zapojí poslední, čtvrté větší čerpadlo 6, neboť tlak v bodě L je nižší než příslušný čtvrtý zapínací tlak ZT4. Po rozběhu posledního většího čerpadla 6 se provoz stanice ustálí v bodě N, to je v posledním tlakovém pásmu mezi čtvrtým zapínacím tlakem ZT4 a vypínacím tlakem VT a snímač 10 derivace tlaku zruší blokování příkazů snímače 9 tlaku. Dojde-li k částečnému snížení odběru vody na odběr podle třetí odběrové paraboly 16, tlak v potrubí 7 se začne zvyšovat a po dosažení vypínacího tlaku VT v bodě P vyše snímač 9 tlaku příkaz k vypnutí prvního čerpadla, kterým je v tomto případě druhé menší čerpadlo 2. Po vypnutí tohoto čerpadla 2 se pracovní režim stanice přesune z bodu P do bodu R.

Protože i v tomto bodě R tlak vlivem přebytku dopravovaného množství Q roste dál, dojde po prodlevě k vypnutí i prvního menšího čerpadla 1 a k přesunu pracovního režimu stanice do bodu S. V bodě S začne tlak vlivem nedostatku dodávaného množství Q klesat a snímač 10 derivace tlaku vyšle signál k zablokování příkazu snímače 9 tlaku k vypínání dalších čerpadel. Po poklesu tlaku pod vypínací tlak VT zruší snímač 9 tlaku příkaz k vypínání dalších čerpadel a provoz stanice se ustálí v novém pracovním bodě T. Pokud dojde k dalšímu podstatnému snížení odběru až například zpět na první odběrovou parabolu 14, dojde nejprve k nárůstu tlaku na vypínací tlak VT do bodu U. V tomto bodě U dojde na základě povelů snímačů 9, 10 tlaku a derivace tlaku k postupnému vypínání dalších čerpadel, v tomto případě čtvrtého, třetího a na konec druhého většího čerpadla 6, 5, 4. V bodě V vyšle snímač 10 derivace tlaku signál k zablokování příkazu snímače 9 tlaku k vypínání dalších čerpadel. Po poklesu tlaku pod vypínací tlak VT zruší i snímač 9 tlaku příkaz k vypínání dalších čerpadel. Po poklesu tlaku až na úroveň druhého zapínacího tlaku ZT2 do bodu W dojde k rozběhu prvního menšího čerpadla 1 a tím k přesunu režimu stanice z bodu W do bodu X. V tomto bodě X vlivem přebytku dopravovaného množství Q se tlak začne zvyšovat, snímač 10 derivace tlaku zablokuje příkaz snímače 9 tlaku k zapínání dalších čerpadel a po překročení úrovně druhého zapínacího tlaku ZT2 zruší snímač 9 tlaku příkaz k zapínání dalších čerpadel. Jakmile se provoz stanice ustálí v bodě G, zruší snímač 10 derivace tlaku signál k zablokování příkazu snímače 9 tlaku k zapínání dalších čerpadel.

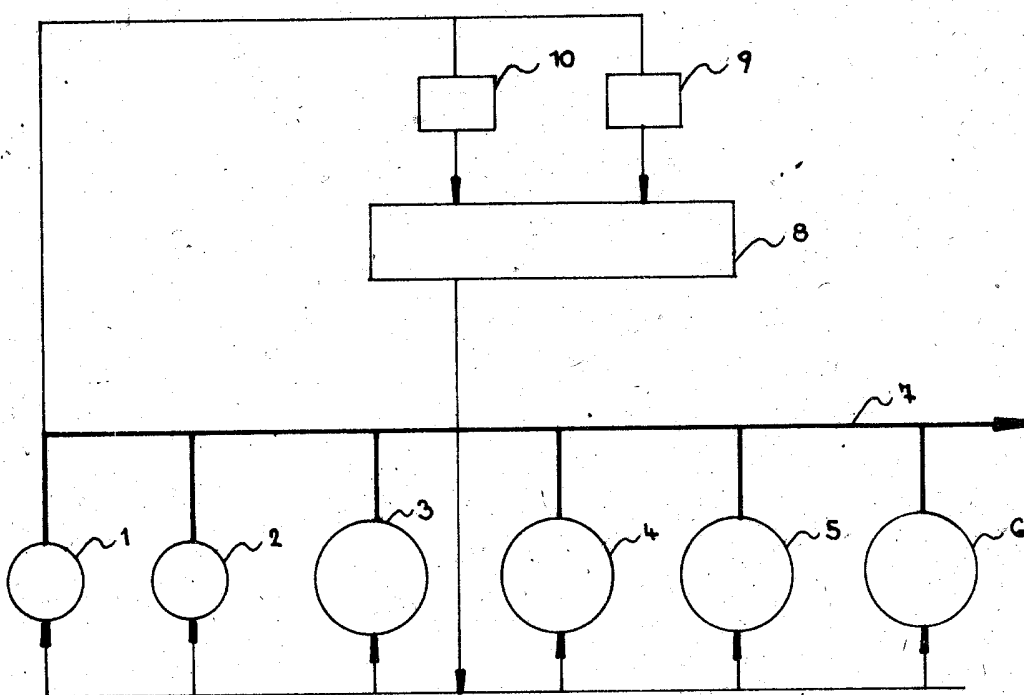
Větrník 11 tlumí tlakové rázy v potrubí 7 a vyrovnává výkyvy v odběru změnou svého vodního obsahu. V alternativním provedení podle obr. 5, je této vlastnosti větrníku 11 využito pro popisovaný způsob regulace se sledováním derivace tlaku. V případě, že snímač 9 tlaku vydá příkaz k postupnému zapínání dalších čerpadel a tlak po zapojení dalšího čerpadla nadále klesá, proudí kapalina z větrníku 11 do výstupního potrubí 7 a snímač 12 průtoku vysílá impuls k provedení příkazu snímače 9 tlaku k zapojení dalšího čerpadla. Naopak, jestliže tlak ve výstupním potrubí 7 po zapojení dalšího čerpadla vzrůstá, proudí kapalina opačným směrem a snímač 12 průtoku vyšle impuls k zablokování příkazu snímače 9 tlaku k zapojení dalšího čerpadla, neboť na výstupu snímače 12 průtoku se vlivem změny směru průtoku objeví signál

opačné polarity. Podobně v případě, že snímač 9 tlaku vydá příkaz k postupnému vypínání čerpadel a po odpojení prvního čerpadla tlak dále vzrůstá, vyšle snímač 12 průtoku na základě průtoku kapaliny z výstupního potrubí 7 do větrníku 11 signál k provedení odpojení dalšího čerpadla a v případě, že tlak klesá, vyšle snímač 12 průtoku na základě změny směru průtoku tímto snímačem 12 signál k zablokování příkazu snímače 9 tlaku k vypínání dalších čerpadel. V případě pomalých změn odběru a stabilizovaného provozu čerpací stanice, snímač 10 derivace tlaku vysílá signál k provedení příkazů snímače 9 tlaku stále, neboť snímač 10 derivace vykazuje v každém případě určitou necitlivost. V některých případech je vhodné tuto necitlivost seřídit na potřebnou úroveň úpravou vstupů a výstupů příslušných prvků.

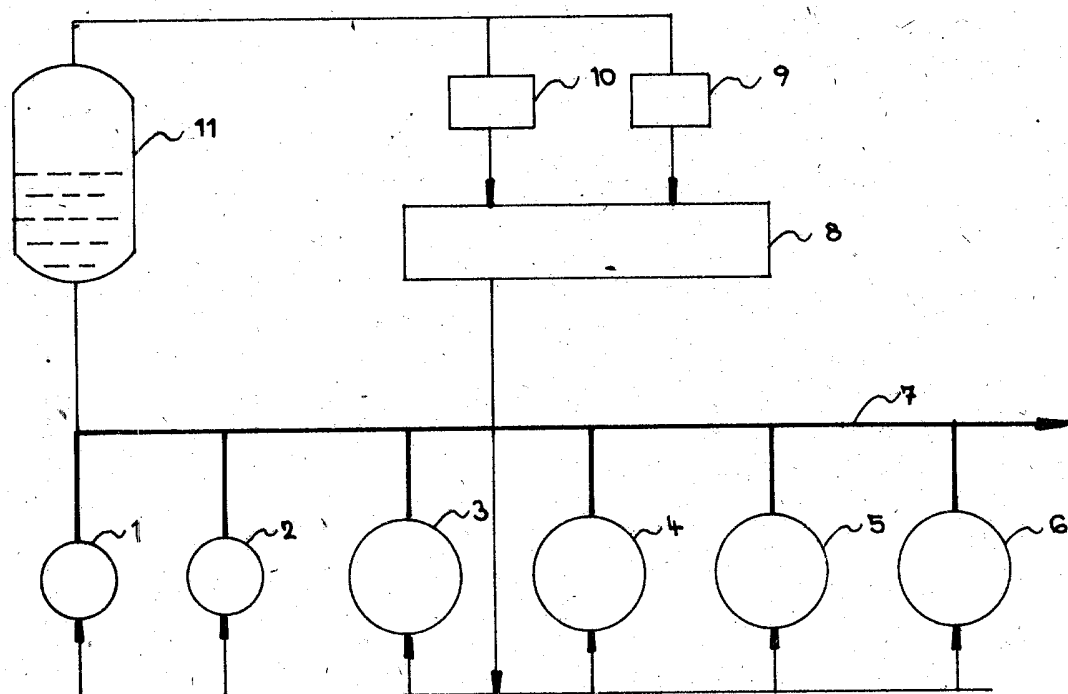
Použití předmětu vynálezu, je výhodné zejména při automatickém rozběhu čerpací stanice po krátkodobém výpadku elektrického proudu nebo při náhlém uzavření odběru vody v zavlažovacích sekcích. Vynálezu lze využít i pro stanice se stejnými čerpacími agregáty, s plynulou regulací čerpacích agregátů a případně bez použitého větrníku.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

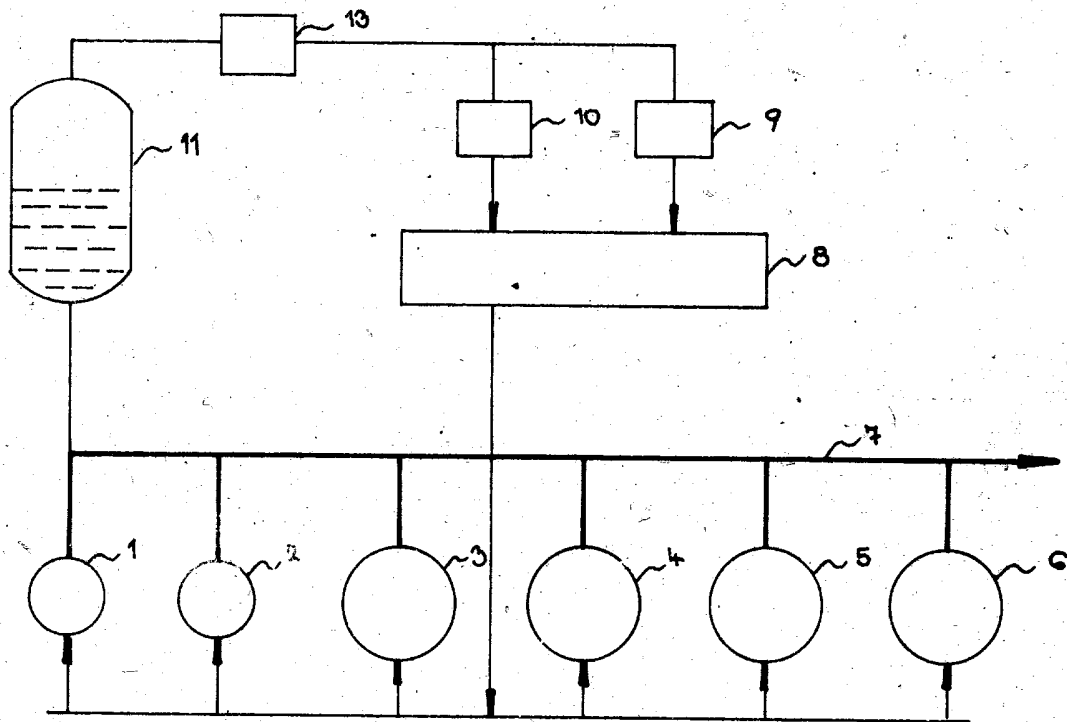
1. Způsob regulace čerpací stanice sestavené ze soustavy čerpadel a případně větrníku zapojených paralelně do společného výstupního potrubí, kdy při poklesu tlaku ve výstupním potrubí pod zapínací mez vyšle snímač tlaku ve výstupním potrubí impuls k postupnému zapínání čerpadel a při nárůstu tlaku nad vypínací mez vyšle snímač tlaku impuls k postupnému vypínání čerpadel, vyznačující se tím, že současně s hodnotou tlaku se sleduje jeho časová změna a při kladné časové změně tlaku jsou negovány impulsy pro zapínání dalších čerpadel a při záporné časové změně tlaku jsou negovány impulsy pro vypínání dalších čerpadel.
2. Zapojení k provádění způsobu podle bodu 1, kde snímač tlaku je zapojen na vstup ovládacího zařízení pohonů čerpadel, vyznačující se tím, že vstup ovládacího zařízení (8) je spojen se snímačem (10) derivace tlaku ve výstupním potrubí (7).
3. Zapojení podle bodu 2, vyznačující se tím, že snímač (10) derivace tlaku je tvořen snímačem (12) průtoku, zařazeným mezi výstupní potrubí (7) a větrník (11).



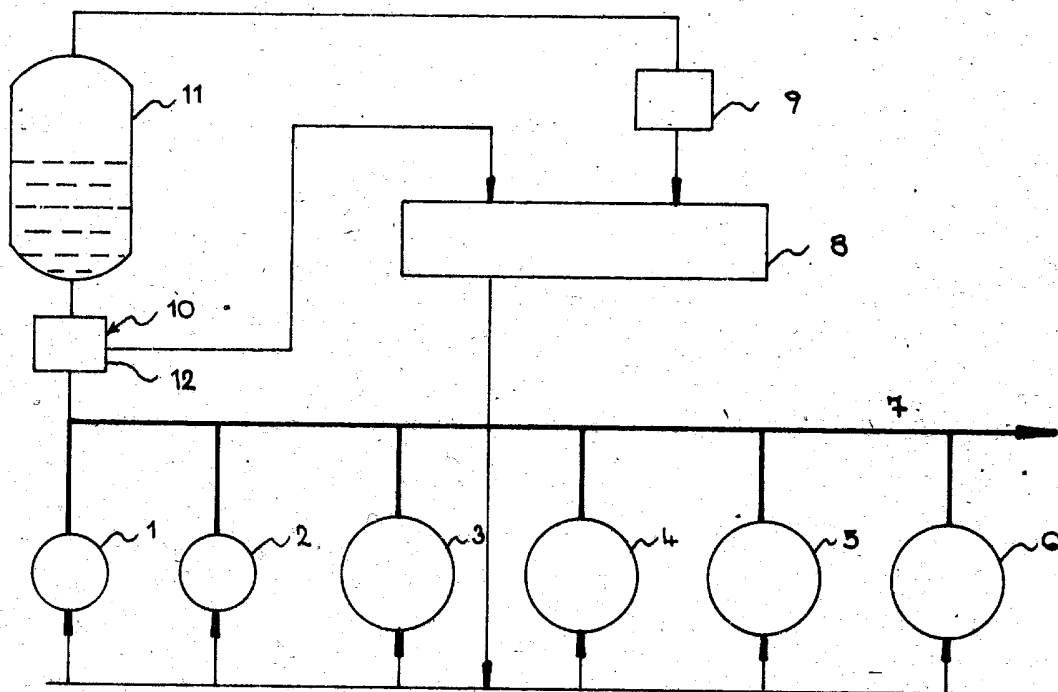
OBR. 2



OBR. 3



OBR. 4



OBR. 5