



URAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

201479
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
F 04 D 15/00

(22) Přihlášeno 29. 03. 79

(21) [PV 2074—79]

(40) Zveřejněno 29. 02. 80

(45) Vydáno 31. 05. 82

(75)

Autor vynálezu

NIKL MILAN ing., PROSTĚJOV a
POLEDNA FRANTIŠEK ing., OLOMOUC

(54) Zapojení automatického čerpacího zařízení

Vynález se týká zapojení automatického čerpacího zařízení, sestávajícího nejméně ze tří paralelně zapojených čerpacích agregátů se společným výtlačným potrubím, dále z tlakovací jednotky, příslušných armatur a propojovacích potrubí a posléze z frekvenčního měniče.

Dosud realizované systémy plynulé regulace parametrů Q a H čerpacích stanic pracují buď s regulací všech čerpacích agregátů na stejné otáčky, u čerpacích stanic s velkým kolísáním dopravní výšky, nebo s regulací jednoho hlavního čerpacího agregátu, např. pomocí stejnosměrného elektromotoru. Takové uspořádání je popsáno v popise vynálezu k čs. autorskému osvědčení č. 160820.

Ostatní čerpací agregáty pracují s konstantními otáčkami a jsou poháněny asynchronními elektromotory. Regulační čerpací agregát udržuje při měnícím se odběru vody z trubicí sítě konstantní tlak, který se nastaví při uvádění čerpací stanice do provozu. Pro jednotlivé typy čerpadel je výrobcem dáno minimální množství $Q_{min.}$, při kterém může čerpadlo ještě pracovat bez nebezpečí kavitace, chvění nebo i přehřívání čerpané kapaliny. Aby byla zajištěna plynulá a spojitá regulace tlaku v celém pracovním rozsahu čerpací stanice, je nutné, aby

maximální výkon regulačního agregátu $Q_{max.}$ byl o hodnotu $Q_{min.}$ a o tzv. regulační rezervu Q_r větší než jmenovitý výkon regulačního čerpadla Q_n - vše při tomtéž regulačním udržovaném tlaku:

$$Q_{max.} = Q_n + Q_{min.} + Q_r.$$

Obvyklá hodnota $Q_{min.}$ je 20 až 30 % Q_n , hodnota Q_r se volívá 3 až 5 % Q_n .

Další nevýhodou čerpacích zařízení podle shora uváděného čs. autorského osvědčení č. 160820 je, že regulační čerpací agregát se stejnosměrným elektromotorem musí najíždět jako první a vypínat se jako poslední a dále, že při jeho poruše není možný automatický provoz. Při náhradě stejnosměrného elektromotoru asynchronním nebo synchronním elektromotorem v případě, že všechny čerpací agregáty ve stanici jsou shodné, přičemž otáčky jednoho z čerpacích agregátů by byly regulovány měničem frekvence, připojitelným na kterýkoliv čerpací agregát, by tato poslední jmenovaná nevýhoda odpadla. Všechny čerpací agregáty by však musely být dimenzovány, i výškově situovány s ohledem na výkon $Q_{max.}$, potřebný pro zajištění plynulé regulace. Hodnotu $Q_{max.}$ je nutno při projekčním návrhu volit v souladu s výrobcem čerpadel, garantovaným pracovním rozsahem, takže

ji není možno libovolně zvětšovat za cenu příslušného snižování sací výšky čerpadla. Vzhledem k tomu by nebylo možno volit při využití předmětu vynálezu pracovní body neregulačních čerpadel nepatrně za optimum jejich účinnosti, aby tak byl při postupně narůstající dopravní výšce zajištěn provoz všech čerpadel co nejbližší optima. Neregulační čerpadla by musela být přitom zapínána jako první po předchozím dosažení plného výkonu regulačních čerpadel.

Uvedené nevýhody řeší vynález, kterým je zapojení automatického čerpacího zařízení, sestávajícího nejméně ze tří paralelně zapojených čerpacích agregátů se společným výtlakovým potrubím, z tlakovací jednotky, příslušných armatur a propojovacích potrubí a dále z frekvenčního měniče a jeho podstata spočívá v tom, že v napájecím obvodu nejméně dvou regulačních čerpacích agregátů je zapojena dvojice spínačů, kde první spínač každé dvojice je připojen na elektrickou síť o stálé frekvenci a druhý spínač každé dvojice je připojen na frekvenční měnič.

Vyšší účinek zapojení podle vynálezu se projevuje tím, že je možno dosáhnout zcela plynulé automatické regulace tlaku, aniž by byl u regulačních čerpacích agregátů překročen výkon Q_n . Tím odpadá předimenzování motorů nad hodnotu výkonu potřebnou pro neregulační provoz příslušného čerpacího agregátu. Dále odpadá korigování výškového situování horizontálních čerpacích agregátů, zakopávání celé stanice, s ohledem na snížení sací schopnosti regulačního čerpacího agregátu, při zvyšování jeho výkonu nad hodnotu Q_n .

Příklad provedení konkrétního zapojení podle vynálezu je schematicky znázorněn na připojených výkresech, kde na obr. 1 je schéma zapojení čerpacího zařízení včetně zapojení napájecího zařízení motorů čerpacích agregátů, na obr. 2 je schéma zapojení, kde k řadě tří čerpacích agregátů jsou připojeny dva přídavné agregáty a na obr. 3 je graf znázorňující postupné najíždění čerpacích agregátů při zvyšujícím se odběru vody v trubicí síti.

Podle vynálezu sestává čerpací zařízení ze tří paralelně zapojených čerpacích agregátů 1, 2, 3, přičemž čerpací agregáty 1, 2 jsou regulační a čerpací agregát 3 je neregulační, které jsou připojeny přes zpětnou a uzavírací armaturu do společného výtlakového potrubí 9, na které jsou dále napojena tlakovací čerpadla 7 a 8 a větrník 17. Motory regulačních čerpacích agregátů 1, 2 jsou opatřeny dvojicemi spínačů 11, 21 a 12, 22, z nichž první spínače 11, 12 každé dvojice jsou připojeny na elektrickou síť 10 o stálé frekvenci, např. 50 Hz a druhé spínače 21, 22 každé dvojice jsou připojeny na frekvenční měnič 20, přičemž motor neregulačního čerpacího agregátu 3 je spojen samostatným spínačem 15 na elektrickou síť

10 o stálé frekvenci. Frekvenční měnič 20 je připojen na elektrickou síť 10 o stálé frekvenci přes spínač 25 frekvenčního měniče 20. Výstupní frekvence zadává frekvenčnímu měniči 20 tlakový regulátor 30, do jehož obvodu je zařazen sčítací člen 31, do kterého jsou přivedeny výstupní signály z tlakového čidla 32 a výstupního průtokového čidla 33. V alternativním provedení čerpacího zařízení pro větší výkon o dvojí velikosti čerpacích agregátů podle obr. 2, jsou navíc k čerpacím agregátům 1 až 3 připojeny paralelně přídavné čerpací agregáty 4 a 5. Součtové množství všech čerpacích agregátů je snímáno průtokovým čidlem 34. Druhý spínač 23 umožňuje, aby rovněž motor čerpacího agregátu 3 mohl být připojen na frekvenční měnič 20. Podle obr. 3 je na diagramu znázorněn paralelní provoz čerpacího zařízení zapojeného podle obr. 1 pro variantu regulace kmitočtu právě do hodnoty kmitočtu elektrické sítě 50 Hz. Tlakový regulátor 30 ve spolupráci se sčítacím členem 31 řídí frekvenci frekvenčního měniče 20 a tím i otáčky motorů čerpacích agregátů 1 a 2 tak, aby průběh tlaku při rostoucím odběru vody v trubicí síti, odpovídal závislosti znázorněné přímkou 50.

Popis postupného najíždění regulačních čerpacích agregátů 1, 2 neregulačního čerpacího agregátu 3, tlakovacích čerpadel 7, 8 a způsobu regulace otáček pomocí frekvenčního měniče 20 při zvyšujícím se odběru vody v trubicí síti je následující: Při zvýšení odběru vody na hodnotu G_0 nestačí tlakovací čerpací agregáty 7 a 8, součtová Q-H křivka 48, krýt zvyšující se odběr vody a tlakové, průtokové nebo jiné čidlo automaticky způsobí zapnutí spínače 25 frekvenčního měniče 20 a druhého spínače 21. Spínač 25 frekvenčního měniče 20 připojí frekvenční měnič 20 na síť 10 a zůstane sepnut po celou dobu provozu regulačních čerpacích agregátů 1 nebo 2. Druhý spínač 21 připojí motor regulačního čerpacího agregátu 1 na frekvenční měnič 20 a regulační čerpací agregát 1 se rozběhne. Výstupní frekvence frekvenčního měniče 20 a tím také otáčky regulačního čerpacího agregátu 1 jsou určovány tlakovým regulátorem 30 ve spolupráci se sčítacím členem 31 tak, aby průběh tlaku při dále se zvyšujícím odběru vody odpovídal přímce 50. Q - H křivka 41 odpovídá maximálním otáčkám regulačního čerpacího agregátu 1 a v popisované variantě při 50 Hz také Q - H křivce neregulačního čerpacího agregátu 3. Při dosažení Q_1 , daného průsečíkem přímky 50 a Q - H křivky 41 další průtokové, výkonové, otáčkové nebo jiné čidlo automaticky způsobí zapnutí druhého spínače 22 a tím připojení motoru, regulačního čerpacího agregátu 2 na frekvenční měnič 20. Tlakový regulátor 30 ve spolupráci se sčítacím členem 31 a frekvenčním měničem 20 zajistí snížení otáček regulačního čerpacího agregátu 1 a nastavení stej-

ných otáček regulačního čerpacího agregátu 2 tak, aby tyto po ustálení odpovídaly $Q-H$ křivce 401 a součtové $Q-H$ křivce 402 regulačních čerpacích agregátů 1 a 2. Oba motory paralelně pracujících regulačních čerpacích agregátů 1 a 2 jsou napájeny ze společného zdroje proměnné frekvence, což až na zanedbatelné výrobní odchylky motorů a čerpadel zaručuje rozdělení množství Q_1 rovnoměrně na oba regulační čerpací agregáty 1 a 2 tak, že pracují s množství

$$Q = \frac{Q_1}{2} = \frac{Q_{\max.}}{2},$$

protože Q_1 je maximální množství jednoho regulačního nebo neregulačního čerpacího agregátu pro dosažení tlaku daného přímkou 50. Při dále se zvyšujícím odběru vody z trubicí sítě je výstupní frekvence frekvenčního měniče 20 určována tlakovým regulátorem 30 ve spolupráci se sčítacím členem 31 tak, aby průběh tlaku odpovídal přímce 50. Oba paralelně pracující regulační čerpací agregáty 1 a 2 se v rozsahu množství Q_1 až Q_2 dělí rovnoměrně o okamžité množství Q . Při dosažení množství Q_2 , daného průsečíkem přímky 50 a součtové $Q-H$ křivky obou čerpacích agregátů při maximálních otáčkách, další průtokové, výkonové, otáčkové nebo jiné čidlo automaticky způsobí zapnutí samostatného spínače 15 a tím i zapnutí neregulačního čerpacího agregátu 3. Po jeho zapnutí tlakový regulátor 30 ve spolupráci se sčítacím členem 31 a frekvenčním měničem 20 upraví otáčky regulačních čerpacích agregátů 1 a 2 tak, aby bylo zajištěno součtové množství Q_2 . Na obr. 3 vyjadřuje křivka 41 $Q-H$ křivku neregulačního čerpacího agregátu 3 a čárkované křivky 411 a 412 součtové $Q-H$ křivky jednoho neregulačního a jednoho, respektive obou regulačních čerpacích agregátů 1, 2. Je patrné, že celkové maximální množství Q_2 obou paralelně pracujících regulačních čerpacích agregátů 1 a 2 se snížilo o množství $\frac{Q_2}{2}$,

které v daném provozním bodě dává právě zapnutý neregulační čerpací agregát 3. Podíly Q neregulačního čerpacího agregátu 3 a obou regulačních čerpacích agregátů 1 a 2

vyjadřuje vztah:

$$Q_2 = \frac{Q_2}{2} + \frac{Q_2}{4} + \frac{Q_2}{4},$$

z čehož plyne, že se při zvyšování odběru a zapnutí neregulačního čerpacího agregátu 3 sníží součtové množství obou regulačních čerpacích agregátů 1 a 2 na polovinu.

Při snižování odběru vody je postup vypínání čerpacích agregátů zcela analogický, ale v opačném sledu. Nejdříve se sníží otáčky regulačních čerpacích agregátů 1 a 2 a potom při nastaveném množství Q_2 zmenšeném o potřebnou spínací hysterese se vypne neregulační čerpací agregát 3. Nakonec se vypne při poklesu průtoku na Q_1 regulační čerpací agregát 2 a při poklesu průtoku na G_0 regulační čerpací agregát 1.

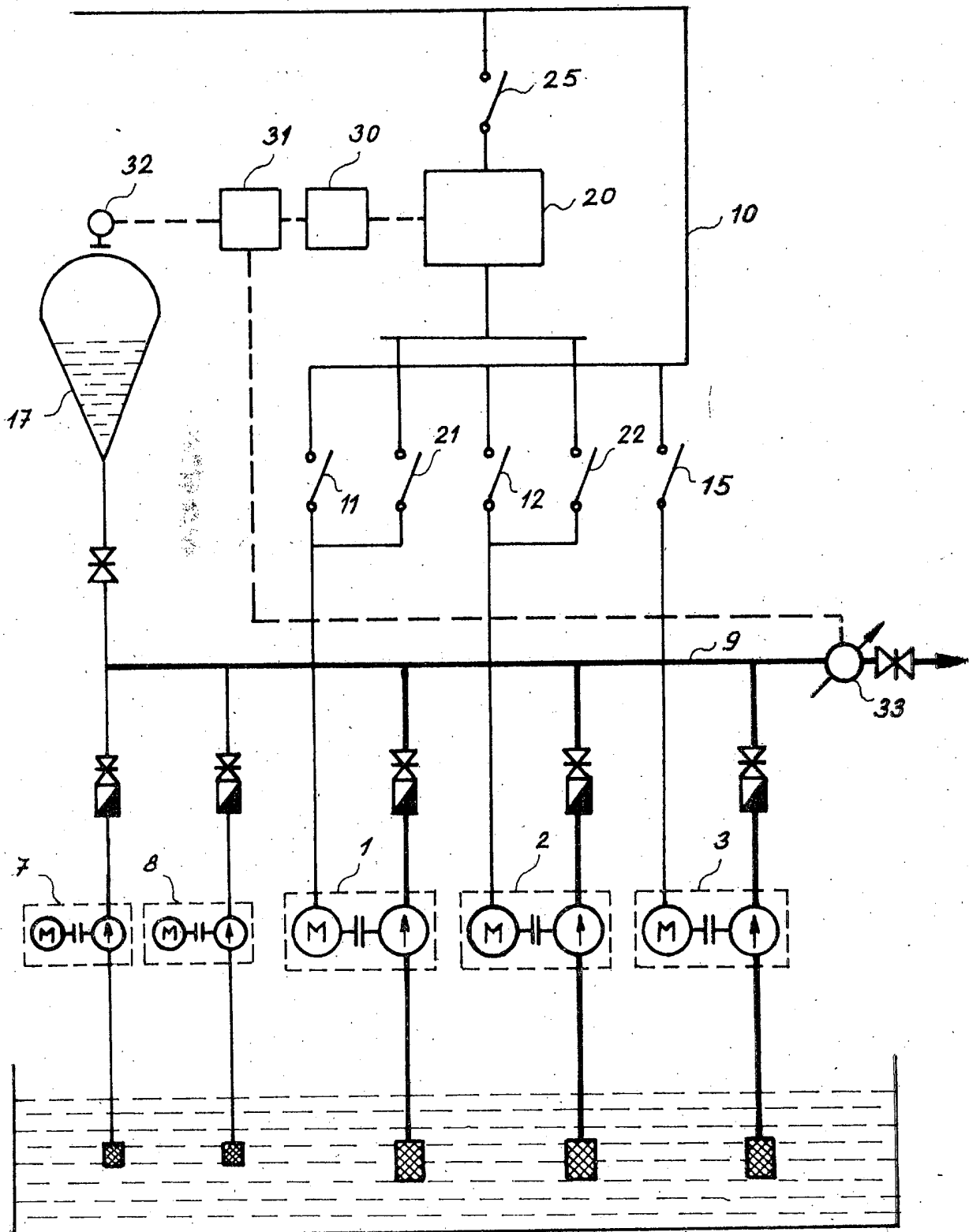
Uvedená funkce čerpacího zařízení je podmíněna tím, že frekvenční měnič 20 je výkonově dimenzován na paralelní provoz dvou regulačních čerpacích agregátů 1 a 2 při jejich jmenovitém výkonu. Stejného efektu plynulé regulace je možno dosáhnout i s frekvenčním měničem 20 dimenzovaným např. jen na 150 % Q_n .

U velkých výkonů čerpacích stanic, u kterých by frekvenční měnič 20 byl buď pro velký výkon čerpacích jednotek zcela nedostupný, nebo příliš nákladný, je velmi výhodné volit zapojení podle obr. 2. K řadě čerpacích agregátů 1, 2, 3 je připojen jeden nebo více přídavných čerpacích agregátů 5, 6. Postup zapínání čerpacích agregátů 1, 2, 3 zůstává stejný. Při dosažení množství Q_3 se zapne přídavný čerpací agregát 4 a současně se vypne čerpací agregát 3. Tlakový regulátor 30 ve spolupráci se sčítacím členem 31 a frekvenčním měničem 20 upraví otáčky čerpacích agregátů 1 a 2 tak, aby bylo zajištěno součtové množství Q_3 . Z uvedeného plyne, že pro zachování plynulosti regulace může být výkon přídavného čerpacího agregátu 4 roven součtu výkonů dvou z trojice čerpacích agregátů 1, 2, 3. Při dalším zvyšování odběru vody se při dosažení maximálního výkonu čerpacích agregátů 1 a 2 zapíná nejdříve čerpací agregát 3 připojením na síť 10 o stálé frekvenci pomocí prvního spínače 13 a potom teprve přídavný čerpací agregát 5.

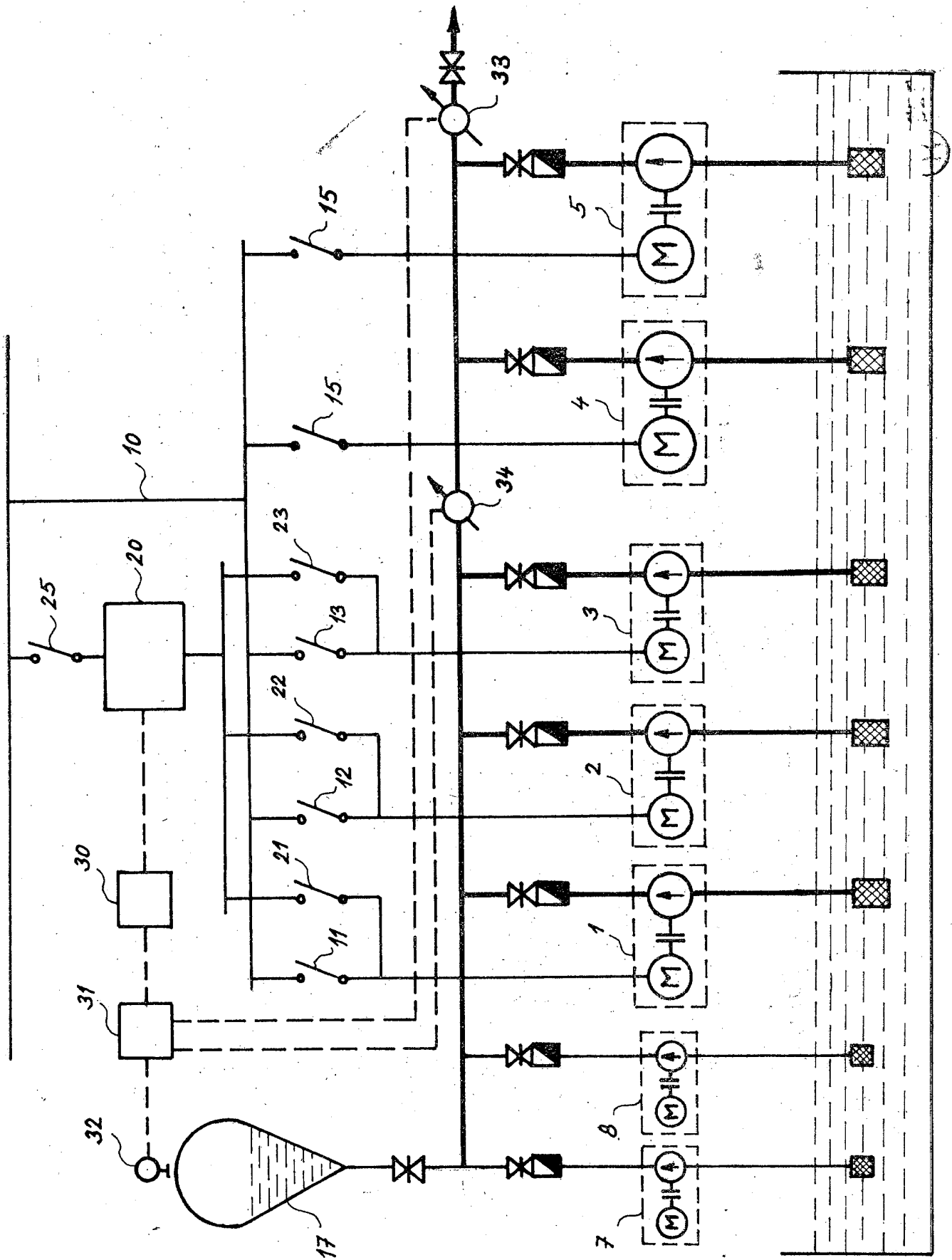
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení automatického čerpacího zařízení, sestávajícího nejméně ze tří paralelně zapojených čerpacích agregátů se společným výtlacným potrubím, z tlakovací jednotky, příslušných armatur a propojovacích potrubí a dále z frekvenčního měniče, vyznačující se tím, že v napájecím obvodu nej-

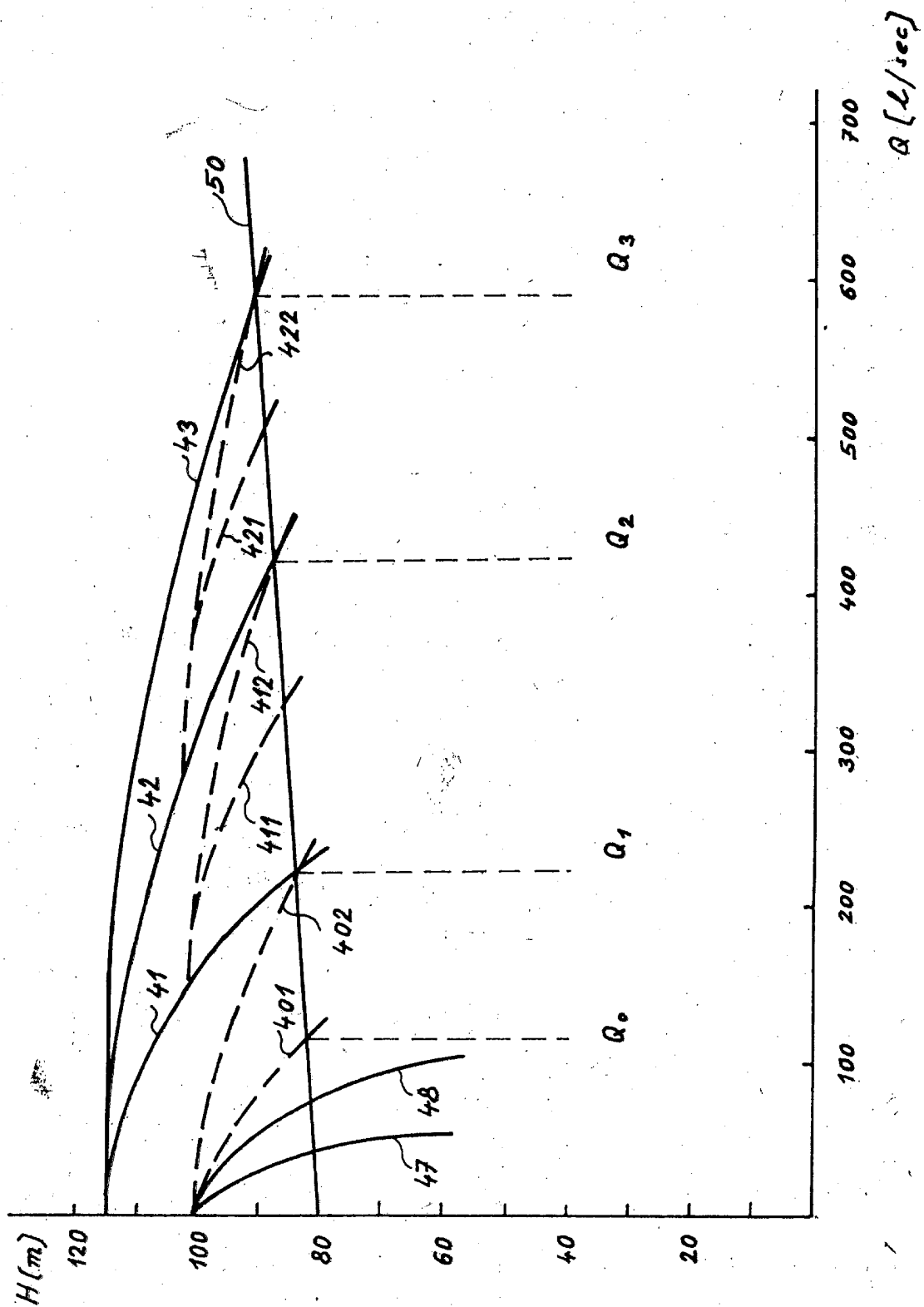
méně dvou regulačních čerpacích agregátů (1, 2) je zapojena dvojice spínačů (11, 21) a (12, 22), kde první spínač (11, 12) každé dvojice je připojen na elektrickou síť (10) o stálé frekvenci a druhý spínač (21, 22) každé dvojice je připojen na frekvenční měnič (20).



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3