



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

220475

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
A 61 M 1/03

(22) Přihlášeno 16 12 80
(21) (PV 8867-80)

(40) Zveřejněno 15 09 82

(45) Vydáno 15 11 85

(75)

Autor vynálezu

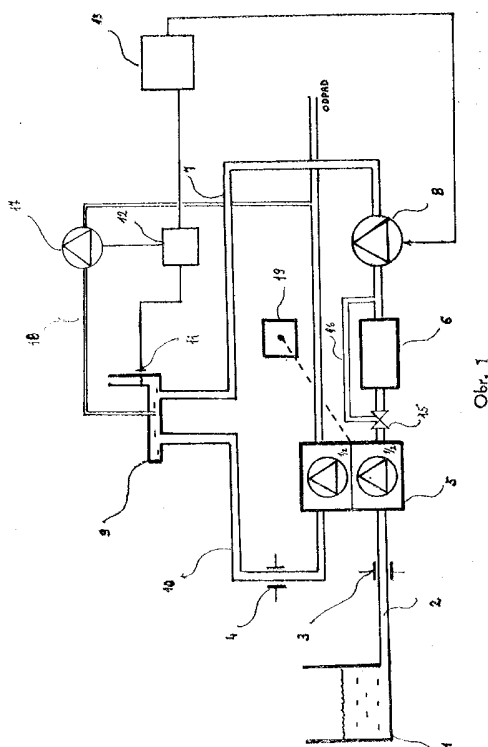
SKÁLA MIROSLAV ing., KUNŠTÁT, DIVOKÝ JAROSLAV ing., NOVOTNÝ
ZDENĚK, BRNO

(54) Zařízení pro řízenou ultrafiltraci, zejména při dialýze

1

Vynález se týká zařízení pro řízenou ultrafiltraci, zejména při dialýze, které obsahuje zdroj dialyzátu, průtokové čerpadlo a podtlakové čerpadlo vzájemně propojené trubkami, přičemž měření a řízení ultrafiltrace nezávisí na kolísání průtoků vlivem pohonu.

2



Obr. 1

Vynález se týká zařízení pro řízenou ultrafiltraci, zejména při dialýze, které obsahuje zdroj dialyzátu, průtokové čerpadlo a podtlakové čerpadlo vzájemně propojené trubkami.

Dialyzačního přístroje se používá jako umělé ledviny pro dialýzu krve i k mnoha jiným účelům, například k čištění různých chemických a biologických produktů. Rozpuštěné látky v různých roztocích, které procházejí membránou rychlostí vztaženou na rozdíl koncentrace těchto látek na protilehlých stranách membrány. Voda však prochází dialyzačními membránami způsobem, který závisí více na transmembránovém tlaku a méně na koncentraci. Podle toho například při dialýze krve závisí množství vody, která z krve pacienta přechází přes dialyzační membránu (tento jev je znám jako „ultrafiltrace“), na celkovém transmembránovém tlaku, který opět závisí na poklesu tlaku krve a na proudových drahách dialyzačního roztoku v dialyzátorech i na dalších tlakových faktorech. Množství ultrafiltrátu z krve pacienta je důležitým kritériem při léčení urémie. Lékaři, kteří u svých pacientů dialýzu provádějí, si zpravidla přejí, aby při každé jednotlivé dialýze došlo k specifickému, předem stanovenému množství ultrafiltrace. Běžný způsob je ten, že se pacient zváží před a po dialýze a pro stanovení množství ultrafiltrace se vypočítá váhový úbytek. Tato metoda je pracná a zdoluhavá, neboť je nutno sledovat i jiné faktory, které mohou způsobit změnu váhy jako je například přijímání potravy nebo vyměšování během 4 až 8 hodin trvání dialýzy krve a úbytek váhy expirací nelze podchytit vůbec. Dále je měření rychlosti ultrafiltrace velice důležité proto, že odstraňování přebytku vody příliš rychle, způsobuje u pacienta podrobeného dialýze krve ztrátu vědomí. Proto se ultrafiltrace provádí extrémně malou rychlostí. Měření množství ultrafiltrace je prováděno různými zařízeními nebo přístroji. Tyto přístroje nebo zařízení pro měření ultrafiltrace pracují v podmínkách, kde připravovaný čistý dialyzát přitéká do dialyzátoru a použitý dialyzát stále odtéká do odpadu, nebo cirkuluje daný určitý objem předem připraveného dialyzátu. Oba dva uvedené principy měření ultrafiltrace mohou být provozovány buď kontinuálně, nebo v libovolném čase. Kontinuální vyhodnocování může navíc obsahovat přesnou informaci o celkové ultrafiltraci a oba principy mohou vyhodnocovat okamžitou ultrafiltraci. Jsou známa zařízení pro měření ultrafiltrace, která obsahují jednopístové čerpadlo a pracují tak, že do nádoby na kterou je zapojeno v sérii průtokové čerpadlo a dialyzátor je dávkováno vždy stejné množství čistého dialyzátu a odebráno stejné množství zředěného dialyzátu. V nádobě pak dochází ke zředění čistého a použitého dialyzátu. Odchylny hladiny indikují množství ultrafiltrátu. Potřebného pod-

tlaku je dosahováno pohybem pístu čerpadla při vyprazdňování. Jiná známá zařízení obsahují tři čerpadla a to průtokové pro dávkování dialyzátu, podtlakové pro vytvoření požadované ultrafiltrace a odtokové, přičemž je průtokové čerpadlo i odtokové čerpadlo připojeno na přesné měřiče průtoků, které zabezpečují přes regulace těchto čerpadel přesné průtoky. Průtokové měřiče bývají ve většině případů regulovány pomocí tlakových nebo jiných snímačů. Regulační smyčky musí splňovat přísná kritéria nutná pro přesné ovládání akčních prvků. Nevýhodou je, že zde vyvstává problém přesného měření a sterilizace zařízení.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro řízenou ultrafiltraci, zejména při dialýze, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že zdroj čistého dialyzátu je připojen přívodní trubkou přes jednu polovinu dvojitěho čerpadla a trojcestný ventil na dialyzátor v místě vstupu dialyzátu, popřípadě přímo přes trojcestný ventil na výstup dialyzátu z dialyzátoru, který je připojen přes podtlakové čerpadlo propojovací trubkou do přečerpávací nádržky, ze které je vyvedena odtoková trubka zapojená přes druhou polovinu dvojitěho čerpadla jednak na odpad a jednak přes ultrafiltrací čerpadlo zpět do přečerpávací nádržky, ke které je přiřazen snímač úrovně hladiny použitého dialyzátu propojený přes blok pro kontinuální měření okamžité ultrafiltrace s ultrafiltracním čerpadlem a blokem řízení podtlakového čerpadla, který je propojen s podtlakovým čerpadlem, přičemž mezi zdroj čistého dialyzátu a jednu polovinu dvojitěho čerpadla je zapojen první ventil pro nastavení průtoku v přívodní trubce a mezi přečerpávací nádržku a druhou polovinu dvojitěho čerpadla je zapojen druhý ventil pro nastavení průtoku odtokové trubce.

Výhodou tohoto řešení podle vynálezu je docílení jednoduché konstrukce. Přesnost měření ultrafiltrace nikterak nezávisí na měření přesnosti průtoků ani při kolísání průtoku vlivem pohonu. Přesnost navrhovaného zařízení je srovnatelná s přesností zařízení předních výrobců. Zařízení může pracovat jak s vnějšími sety určenými pro jedno použití tak s trvale propojovacími trubkami, které je pak nutné sterilizovat. Vlastní způsob vyhodnocení ultrafiltrace je libovolný; lze odečítat okamžitou ultrafiltraci nebo průběžnou ultrafiltraci. Popsané zařízení pracuje kontinuálně a je naprosto nezávislé na přesném měření průtoků vstupní a výstupní strany dialyzátoru.

Příklad provedení zařízení pro řízenou ultrafiltraci zejména při dialýze podle vynálezu je znázorněno na přiložených výkresech, kde na obr. 1 je základní schéma zařízení a na obr. 2 je jeho další varianta.

Zařízení pro řízenou ultrafiltraci, zejména při dialýze tvořené zdrojem 1 čistého dialyzátu, který je připojen přívodní trubkou

2 přes jednu polovinu dvojitého čerpadla 5, spojeného s pohonnou jednotkou 19, a trojcestný ventil 15 na dialyzátor 6 v místě vstupu dialyzátu nebo přímo přes trojcestný ventil 15 a zkratovací vedení 16 na výstup dialyzátu z dialyzátoru 6. Dialyzátor 6 je dále napojen přes podtlakové čerpadlo 8 propojovací trubkou 7 do přečerpávací nádržky 9, ze které je vyvedena odtoková trubka 10 zapojená přes druhou polovinu dvojitého čerpadla 5, spojeného s pohonnou jednotkou 19, jednak na odpad a jednak přes ultrafiltrační čerpadlo 17 a vedení 18 pro odvod ultrafiltrátu zpět do přečerpávací nádržky 9. K této nádržce je přiřazen snímač 11 úrovně hladiny použitého dialyzátu propojený přes blok 12 pro kontinuální měření okamžité ultrafiltrace s ultrafiltračním čerpadlem 17 a blokem 13 řízení podtlakového čerpadla propojeným s podtlakovým čerpadlem 8. Dále je mezi zdroj 1 čistého dialyzátu a jednu polovinu dvojitého čerpadla 5 zapojen první ventil 3 a mezi přečerpávací nádržku 9 a druhou polovinu dvojitého čerpadla 5, spojeného s pohonnou jednotkou 19, je zapojen druhý ventil 4, přičemž dále může být s výhodou zapojen mezi dvojité čerpadlo 5, spojené s pohonnou jednotkou 19, a trojcestný ventil 15 oddělovací stupeň, který je tvořen oddělovací nádržkou 21 a oddělovacím čerpadlem 14, které je spojeno přes blok 20 řízení oddělovacího čerpadla 14 se snímačem 22 úrovně hladiny čistého dialyzátu. Dále bude popsána funkce zařízení, které je propojeno pomocí trubek nebo setů pro jedno použití. Čistý dialyzát je veden ze zásobníku 1 tohoto dialyzátu přes ventil 3, který slouží k libovolnému omezení průtoku v přívodní trubce 2 na jednu polovinu dvojitého čerpadla 5, které nasává a vede dialyzát přes trojcestný ventil 15 buď přímo přes dialyzátor 6 v běžném pracovním provozu, nebo přes zkratovací potrubí 16 za dialyzátor 6 při nastavování počátečních podmínek, nutných pro správnou a přesnou činnost zařízení. Dále je dialyzát nasáván podtlakovým čerpadlem 8, které vytváří žádoucí podtlak daný blokem 13 řízení podtlakového čerpadla a je veden propojovací trubkou 7 do přečerpávací nádržky 9. Z této přečerpávací nádržky 9 je dále použitý dialyzát nasáván odtokovou trubkou 10 přes ventil 4 a druhou polovinou dvojitého čerpadla 5 do odpadu, přičemž do přečerpávací nádržky 9 je dále zapojeno vedení 18 pro odvod ultrafiltrátu a ultrafiltrační čerpadlo 17, které slouží pro udržování konstantní hladiny v přečerpávací nádržce 9. Kontrola konstantní hladiny je zabezpečena snímačem 11 úrovně hladiny použitého dialyzátu a blokem 12 pro kontinuální měření okamžité ultrafiltrace, který řídí nejen otáčky ultrafiltračního čerpadla 17, ale ovlivňuje i otáčky podtlakového čerpadla 8, které je řízeno z bloku 13 řízení podtlakového čerpadla. Tímto blokem se dá tedy řídit a nastavovat řízená ultrafiltrace. Vlastní podstata řízené ultrafiltra-

ce spočívá v tom, že v přípravné fázi je nutné zařízení nastavit do počátečních podmínek. To znamená, že dialyzátor 6 je vyražen z činnosti tím, že čistý dialyzát protéká přes trojcestný ventil 15 a zkratovací potrubí 16 a pomocí prvního ventilu 3 a druhého ventilu 4 je omezen tak, aby hladina v přečerpávací nádržce 9 byla konstantní. Po dosažení tohoto ustáleného stavu je poloha prvního a druhého ventilu 3 a 4 zafixována a mimo opětovné nastavování pracovních podmínek výše uvedeným způsobem z důvodu kontroly nebo případné korekce nejsou dále v pracovní době ovládány. Tím je bez nutnosti přesného měření průtoku dosaženo nastavení zařízení na nulovou ultrafiltraci, tedy do počátečních podmínek. Další fáze je pracovní a znamená, že trojcestný ventil 15 uzavře zkratovací vedení 16 a připojí do obvodu dialyzátor 6. Vzhledem k tomu, že v této pracovní fázi dochází k ultrafiltraci v závislosti na podtlaku nastaveném podtlakovým čerpadlem 8, je množství čistého dialyzátu obohaceno o ultrafiltrát a tento použitý dialyzát je čerpán do přečerpávací nádržky 9. Vzhledem k tomu, že dvojité čerpadlo 5 nasává oběma polovinami stejná množství čistého a použitého dialyzátu hromadí se v přečerpávací nádržce 9 objem odpovídající množství ultrafiltrátu. K přečerpávací nádržce 9 je přiřazen snímač 11 úrovně hladiny použitého dialyzátu, který společně s blokem 12 pro kontinuální měření okamžité ultrafiltrace řídí ultrafiltrační čerpadlo 17 tak, aby byla v přečerpávací nádržce 9 konstantní hladina. V bloku 12 pro kontinuální měření okamžité ultrafiltrace je z řídicího signálu pro otáčky ultrafiltračního čerpadla 17 případně zpětnou vazbou otáček ultrafiltračního čerpadla 17 do bloku 12 pro kontinuální měření okamžité ultrafiltrace zpracována informace o průměrném výkonu ultrafiltračního čerpadla 17, která je úměrná okamžité ultrafiltraci. Tento signál současně ovlivňuje činnost podtlakového čerpadla 8 a jemně doregulovává nastavenou ultrafiltraci v bloku 13 řízení podtlakového čerpadla. Zařízení si prostřednictvím bloku 13 řízení podtlakového čerpadla 8 doreguluje automaticky podtlak tak, aby bylo dosaženo požadované ultrafiltrace. Činnost zařízení lze zlepšit oddělovacím stupněm, který tvoří oddělovací nádržka 21 a oddělovací čerpadlo 14, blok 20 řízení oddělovacího čerpadla a snímač 22 hladiny čistého dialyzátu. Přídavný oddělovací stupeň má za úkol vytvořit stejné tlakové poměry na obou polovinách dvojitého čerpadla 5, neboť při změnách ultrafiltrace v průběhu pracovního režimu dialýzy by bylo nutno provést korekci nastavení prvního i druhého ventilu 3 a 4, což v případě zapojení oddělovacího stupně do obvodu není zapotřebí, neboť změna ultrafiltrace během pracovního režimu neznámá změnu tlakových poměrů na dvojitém čerpadle 5.

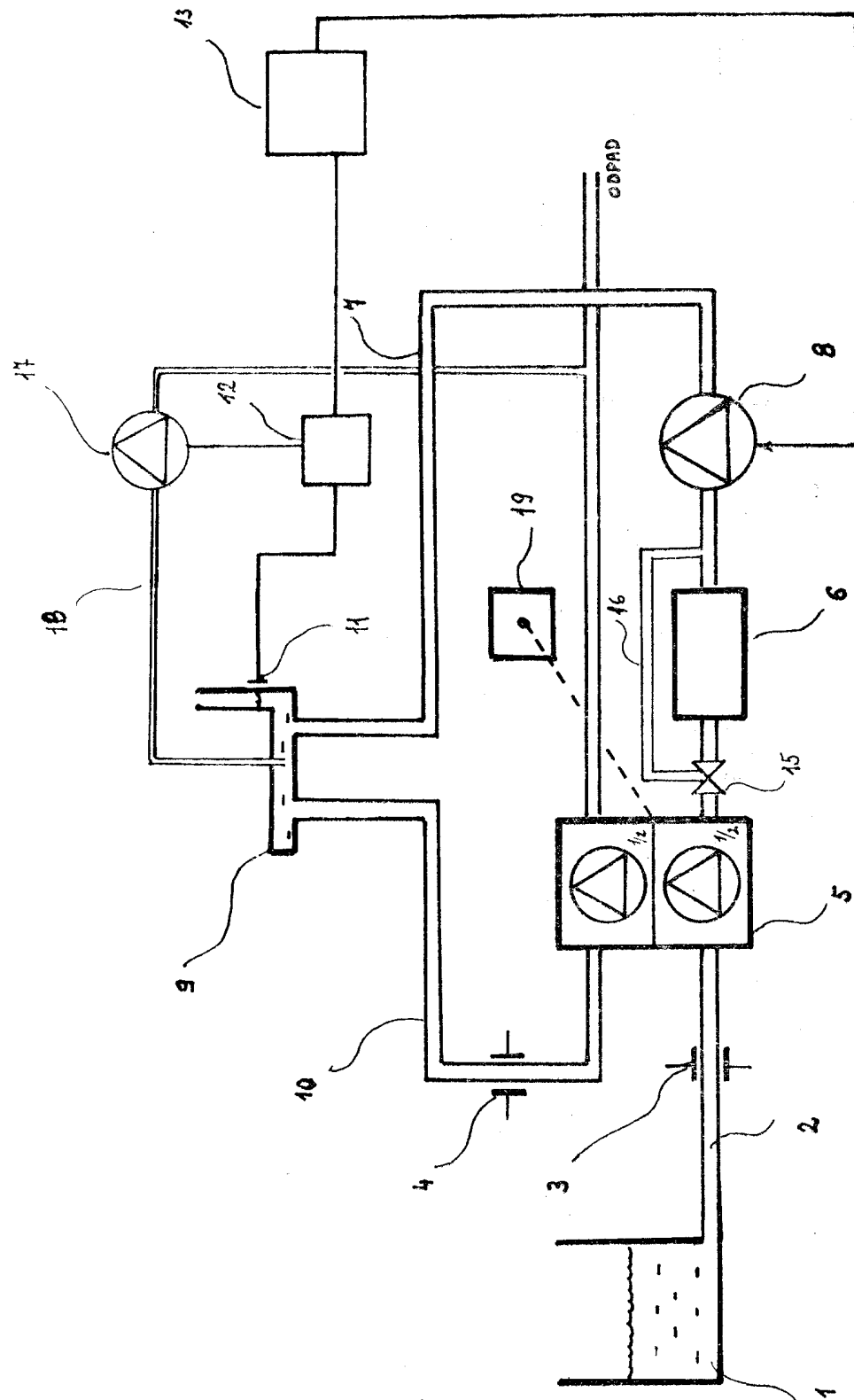
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro řízenou ultrafiltraci, zejména při dialýze, které obsahuje zdroj dialyzátu, průtokové čerpadlo a podtlakové čerpadlo, vzájemně propojené propojovacími trubkami, vyznačující se tím, že zdroj (1) čistého dialyzátu je připojen přívodní trubicí (2) přes jednu polovinu dvojitého čerpadla (5) spojeného s pohonnou jednotkou (19) a trojcestný ventil (15) na dialyzátor (6) v místě vstupu dialyzátu, popřípadě přímo přes trojcestný ventil (15) na výstup dialyzátu z dialyzátoru (6), který je připojen přes podtlakové čerpadlo (8) propojovací trubicí (7) do přečerpávací nádržky (9), ze které je vyvedena odtoková trubka (10) zapojená přes druhou polovinu dvojitého čerpadla (5), spojeného s pohonnou jednotkou (19), jednak na odpad a jednak přes ultrafiltrační čerpadlo (17) zpět do přečerpávací nádržky (9), ke které je přiřazen snímač (11) úrovně hladiny použitého dialyzátu propojený přes blok (12)

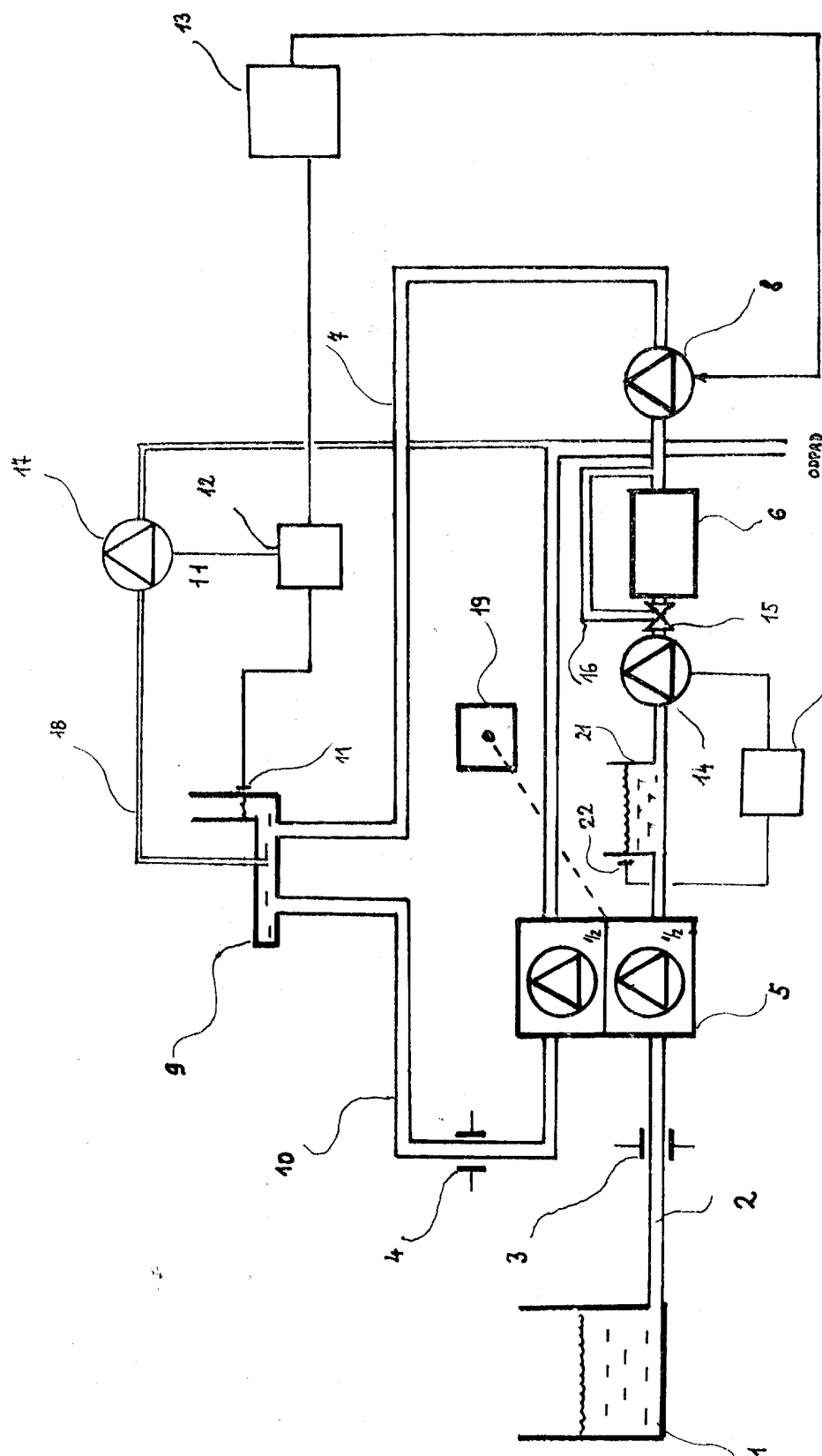
pro kontinuální měření okamžité ultrafiltrace s ultrafiltračním čerpadlem (17) a blokem (13) řízení podtlakového čerpadla (8), který je spojen s podtlakovým čerpadlem (8), přičemž mezi zdroj (1) čistého dialyzátu a jednu polovinu dvojitého čerpadla (5), spojeného s pohonnou jednotkou (19), je zapojen první ventil (3) pro nastavení průtoku v přívodní trubce (2) a mezi přečerpávací nádržku (9) a druhou polovinu dvojitého čerpadla (5) spojeného s pohonnou jednotkou (19) je zapojen druhý ventil (4) pro nastavení průtoku v odtokové trubce (10).

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi dvojitě čerpadlo (5), spojené s pohonnou jednotkou (19), a trojcestný ventil (15) je zapojena oddělovací nádržka (21) a oddělovací čerpadlo (14), které je propojeno přes blok (20) řízení oddělovacího čerpadla se snímačem (22) úrovně hladiny čistého dialyzátu.

2 listy výkresů



Obr. 1



Obz. 2