

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

217990
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
F 04 B 43/12

(22) Přihlášeno 04 02 81

(21) (PV 828-81)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 04 02 80
(8003625) Velká Británie

(40) Zveřejněno 26 02 82

(45) Vydáno 15 01 85

(72) (73)
Autor vynálezu
a současně
majitel patentu

LENTON DOUGLAS FRANCIS, SURREY (Velká Británie)

(54) Peristaltické čerpadlo

1

Vynález se týká peristaltického čerpadla, zejména pro lékařské a laboratorní účely.

Známa peristaltická čerpadla sestávají z otočné čerpací hlavy, která je opatřena řadou válečků otočných kolem os, které jsou přibližně rovnoběžné s osou otáčení hlavy, dále hnacího ústrojí pro otáčení hlavy a držáku pružné trubice, jehož oblouková plocha je uspořádána těsně u hlavy a je přibližně soustředná s touto hlavou. Uvedený držák slouží pro přitlačování čerpací trubice k hlavě. Válečky se při otáčení hlavy dostávají postupně do tlačného styku s trubicí, v důsledku čehož je touto trubicí protlačována kapalina. Peristaltická čerpadla používána pro lékařské a laboratorní účely, například pro provádění transfúzí, infúzí nebo perfúzí se pohánějí poměrně velkými elektrickými synchronními motory nebo krokovými motory, které jsou spolu s čerpacím ústrojím, to jest hlavou a držákem, uspořádány ve společné jednotce. Tyto poměrně velké motory vyžadují síťové napájení 240 V a rozměrný převodný mechanismus spojující motor s čerpací hlavou, neboť je třeba zajistit potřebný převodový poměr, aby se mohla čerpat malá objemová množství potřebná pro lékařské účely. Navíc, čerpací ústrojí je obvykle uzpůsobeno pro práci s pouze jediným z mnoha rozdílných stan-

2

dardních průměrů pružných trubic, používaných v peristaltických čerpadlech, takže rychlost čerpání lze měnit pouze v omezeném rozsahu daném rozsahem otáček motoru. Pružná trubice je kritickou součástí čerpadla, její konce jsou při nasazení spojeny s vhodnými přívody a vývody. Trubice má být přitom vyjímatelná, aby se mohla stabilizovat. Čerpadlo musí být po nasazení nebo výměně trubice kalibrováno, což se provádí nastavením držáku trubice. Tato kalibrace musí být provedena školeným technikem a je časově náročná. Kromě toho se zjistilo, že nastavení čerpadla se po delší době provozu tohoto čerpadla samovolně mění.

Při chirurgických operacích se trubice peristaltického čerpadla smí použít pouze pro jeden účel a v průběhu operace je často třeba trubicí čerpadla vyměnit nebo použít trubicí s jiným průměrem, aby se dosáhlo jiného rozsahu průtočných rychlostí. Lékařské aparatury, například soupravy pro intravenózní infúzi, ve kterých je přívodní trubice součástí zásobníku krve, se dodávají v několika různých rozměrech, které odpovídají mezinárodním normám.

Pro lékařské a laboratorní účely je potřebné peristaltické čerpadlo, ve kterém by se mohla snadno vyměňovat čerpací trubi-

ce, aby se trubice dané soupravy mohla použít přímo jako čerpací trubice. Dalším požadavkem je, aby se jediné peristaltické čerpadlo mohlo použít pro čerpání kapalin v širokém rozsahu průtočných rychlostí, například pro provádění perfúzí u dospělých pacientů na jednom konci rozsahu a u nemluvnat na druhém konci rozsahu. Takový široký rozsah vyžaduje u známých peristaltických čerpadel použití několika různých čerpacích jednotek. Další nedostatek známých čerpacích jednotek spočívá v tom, že čerpací trubice se obtížně vyměňují, jednotky jsou nedostatečně flexibilní a jsou rozměrné. Uvedené jednotky nelze v důsledku jejich rozměru a potřeby síťového elektrického napájení konstruovat jako přenosné nebo mobilní, takže nejsou vhodné pro mobilní zařízení, například záchranné vozy. Další nevýhoda známých peristaltických čerpadel spočívá v tom, že při chirurgických operacích musí být výstupní konec čerpací trubice nepřetržitě vizuálně sledován, zda se v něm v kapalině zaváděné do těla pacienta nevyskytují cizí tělesa, aby se předešlo embólii.

Úkolem vynálezu je konstrukce peristaltického čerpadla, která odstraní nedostatky dosud známých čerpadel tohoto typu. Dalším úkolem je konstrukce poměrně lehké a snadno přenosné jednotky.

Peristaltické čerpadlo podle vynálezu se vyznačuje tím, že držák pružné čerpací trubice je otočně uložen na svém jednom konci a je výkyvný mezi otevřenou polohou, ve které je pružná čerpací trubice uvolněna od válečkové hlavy a definovanou uzavřenou polohou, ve které oblouková strana držáku přitlačuje pružnou čerpací trubici k válečkové hlavě, přičemž držák je opatřen západkou a zádržkou pro aretování držáku v jeho uzavřené poloze.

Západka a zádržka jsou uspořádány u konce držáku odlehlého od čepu, na kterém je držák uložen. Západka je přitom otočně uspořádána na držáku a spolupůsobící zádržka je uspořádána v definované poloze vedle válečkové hlavy. Popsaná konstrukce umožňuje snadnou výměnu pružné čerpací trubice, přičemž po výměně této pružné čerpací trubice a uzavření držáku se vnitřní oblouková plocha držáku automaticky nastaví do přesně definované polohy vzhledem k válečkové hlavě a držák může být v této poloze zaaretován. Výměnu pružné čerpací trubice tedy může provést každá kompetentní osoba a nejsou třeba služby školeného technika, jak tomu bylo dosud.

Vnitřní strana držáku je s výhodou tvořena vyjímatelnou obloukovou vložkou přitlačující pružnou čerpací trubici o určitém průměru k válečkové hlavě, přičemž oblouková vložka je uložena v držáku a je vyměnitelná za nejméně jednu jinou obloukovou vložku pro pružnou čerpací trubici s jiným definovaným průměrem. Tyto obloukové vložky umožňují použití peristaltického čer-

padla pro různé rozměry čerpacích trubic, takže peristaltické čerpadlo může čerpat přesně definovaná množství kapaliny v širším rozsahu průtočných rychlostí, než mohlo být dosaženo se stávajícími peristaltickými čerpadly. Držák a jeho oblouková vložka mohou být tvořeny výlisky z umělé hmoty.

Pro lékařské účely, to jest pro přívod nebo odvod kapalin z těla dospělého člověka, se používají tři standardní průměry čerpacích trubic pro peristaltická čerpadla. Držák čerpací trubice je proveden tak, aby mohl být vybaven třemi různými obloukovými vložkami pro tyto různé standardní průměry čerpací trubice. Ve všech případech musí být zajištěno přitlačení zvolené čerpací trubice k válečkům válečkové hlavy. Držák může být také vybaven další obloukovou vložkou, kterou je možno k válečkům přitlačovat dvojitou pružnou trubici, takže peristaltické čerpadlo se může použít pro současný přívod a odvod kapaliny.

Standardní válečková hlava je s výhodou výměnná za jinou válečkovou hlavu, například válečkovou hlavu s redukčním převodem, která může mít stejný počet válečků jako standardní válečková hlava, avšak obsahuje redukční převodovku, kterou se snižuje rychlost jejího otáčení. Tato válečková hlava s redukcí umožňuje spolu s dalšími výměnnými obloukovými vložkami použití peristaltického čerpadla s pružnými trubicemi o malých průměrech, které jsou vhodné například pro dětské lékařství.

Pro speciální účely, například pro srdeční operace, se může použít speciální válečková hlava pro dvojitou pružnou trubici, která umožňuje současně přivádění a odvádění kapaliny. Tato speciální válečková hlava obsahuje dvě řady válečků, které jsou uspořádány tak, že jedna řada válečků je proti druhé řadě posunuta přibližně o 20 %, takže peristaltické čerpadlo může přivádět a odvádět krev způsobem, který se fyziologicky více blíží činnosti lidského srdce.

Hnací ústrojí peristaltického čerpadla je s výhodou tvořeno stejnosměrným motorem s tištěným vinutím, který je s válečkovou hlavou spojen redukční převodovkou. Takový motor je poměrně malý a vyžaduje napájení pouze 12 V stejnosměrných, které lze získat z jedné automobilové baterie, takže peristaltické čerpadlo je snadno přenosné a použitelné pro ambulantní účely. Motor s tištěným vinutím může být napájen impulsně, takže jeho otáčky mohou být v závislosti na zatížení motoru a jeho požadovaných otáčkách regulovány s třídou napájecích impulsů. Redukční převodovka je tvořena planetovým soukolím, které obsahuje jedno nebo více planetových kol, která jsou uspořádána na nosném kole, které je otáčeno motorem. Jednotlivá planetová kola sestávají z prvního pastorku, který je v záběru se stacionárním ozubeným věncem, a druhého pastorku, který je spojen s prv-

ním pastorkem a je v záběru s otočným ozubeným věncem, který je spojen s válečkovou hlavou. Elektronické regulační obvody pro peristaltické čerpadlo obsahují obvody pro nastavení rychlosti hnacího ústrojí, aby bylo možno v širokém rozsahu a pro jakýkoliv zvolený průměr pružné trubice přesně regulovat rychlost čerpání. Elektronické obvody dále umožňují vizuální indikaci okamžité rychlosti čerpání. Tato vizuální indikace může být odvozena od signálu odpovídajícího rychlosti otáčení hnacího ústrojí nebo válečkové hlavy a dalšího signálu, který odpovídá průměru pružné trubice přitlačené k válečkové hlavě. Signál odpovídající rychlosti otáčení může být generován například fotoelektrickým tachometrem, který snímá rychlost otáčení hnacího ústrojí nebo válečkové hlavy, zatímco signál odpovídající průměru pružné trubice může být generován spínači pro snímání druhu obloukové vložky vložené do držáku. Bylo zjištěno, že poměr otáček motoru k rychlosti čerpání není při daném průměru pružné trubice lineární a může se měnit přibližně o 20 % nad rychlost hnacího ústrojí, protože při vyšších otáčkách válečkové hlavy se zvyšuje účinnost peristaltického čerpadla. Z tohoto důvodu je výhodné začlenit do elektronických regulačních obvodů automatický korekční obvod, který tyto nelineární změny automaticky kompenzuje.

Dále je výhodné, jestliže elektronické regulační obvody obsahují obvody pro detekci závad a bezpečnostní obvody pro sledování činnosti peristaltického čerpadla, které generují varovný signál nebo vypnou hnací ústrojí, jestliže se v peristaltickém čerpadle vyskytne závada nebo jestliže se v kapalině čerpané peristaltickým čerpadlem zjistí nějaká nepravidelnost. Varovný signál může být generován akustickým nebo optickým varovným zařízením. Bezpečnostní obvody obsahují spínače pro vypnutí hnacího motoru, jestliže otáčky motoru nadměrně stoupnou, nebo dojde k závadě ve snímači otáček motoru. Varovné zařízení v případě tohoto vypnutí hnacího motoru generuje varovný signál. Průtok kapaliny pružnou čerpací trubicí může být na výstupní straně peristaltického čerpadla přidavně sledován fotoelektrickým detektorem, který umožňuje zjištění bublin nebo cizí hmoty, například vzduchových bublin nebo krevních sraženin v čerpané krvi, vypnutí hnacího motoru a spuštění varovného zařízení. Elektronické obvody dále obsahují prostředky pro ruční vyřazení bezpečnostních obvodů, takže hnací motor může být po zastavení v důsledku zjištění závady nebo znečištění čerpané kapaliny znovu spuštěn, a to i v případě, že závada nebo znečištění nebyly odstraněny, jestliže se zjistí, že při dalším čerpání nehrozí nebezpečí.

Vynález je dále objasněn na příkladech jeho provedení, které jsou popsány pomocí

výkresů, které znázorňují: obr. 1 perspektivní pohled na první provedení peristaltického čerpadla podle vynálezu, držák pružné čerpací trubice je zde v uzavřené poloze, obr. 2 perspektivní pohled podobný pohledu z obr. 1, držák pružné čerpací trubice je zde v otevřené poloze, obr. 3 čelní pohled na peristaltické čerpadlo, ze kterého je patrný držák pružné čerpací trubice v otevřené poloze, válečková hlava je sejmuta, obr. 4 řez v rovině IV — IV z obr. 1, válečková hlava je sejmuta, obr. 5 boční pohled s částečným řezem v rovině V — V z obr. 2, válečková hlava je sejmuta, obr. 6 axiální řez standardní válečkovou hlavou, obr. 7 axiální řez válečkovou hlavou vhodnou pro dětské lékařství, obr. 8 perspektivní pohled na držák pružné čerpací trubice a jeho obloukovou vložku, obr. 9 blokové schéma obvodu pro regulaci otáček motoru a poplášných obvodů peristaltického čerpadla a obr. 10 blokové schéma logických obvodů displeje.

Peristaltické čerpadlo znázorněné na obr. 1 až 4 sestává z válcového pouzdra **1**, které je sestaveno ze tří částí **2**, **3**, **4**. Horní část **2** a spodní část **4** jsou tvořeny výlisky z umělé hmoty, zatímco střední část **3** je vyrobena z kovu a slouží pro odvod tepla. Spodní část **4** je opatřena nahoru vystupující obrubou **5**, která obklopuje střední část **3**, takže chrání tuto střední část **3** před dotykem z vnější strany. Spodní část **4** je se střední částí **3** spojena třemi svorníky **6** s nasazenými trubkovými rozpěrky **7**, které jsou uspořádány rovnoměrně kolem válcového pouzdra **1**. S horní částí **2** je střední část **3** spojena čtyřmi svorníky **8** uspořádanými rovnoměrně kolem válcového pouzdra **1** a zašroubovanými do kolíků **9**, které jsou prodlouženými sloupku **10**, vystupující směrem dolů z horní části **2**. Tyto svorníky **6**, **8**, kolík **9** a sloupek **10** slouží také pro připevnění vnitřních součástí peristaltického čerpadla, které bude podrobně popsáno později.

Na jedné straně horní části **2** válcového pouzdra **1** je vytvořen výřez **12**, ve kterém je uložen digitální displej **13**, který indukuje průtok kapaliny čerpané peristaltickým čerpadlem. V tomto výřezu **12** jsou dále po stranách digitálního displeje **13** uspořádána spouštěcí tlačítko **14**, zastavovací tlačítko **15**, zkušební tlačítko **16** a nouzové tlačítko **17**. Ze spodní části výřezu **12** vystupuje část regulačního kolečka **18** pro nastavování potenciometru **19**, který je uspořádán uvnitř válcového pouzdra **1** a slouží pro nastavení otáček hnacího motoru, což bude podrobně popsáno později. Na horní straně **21** válcového pouzdra **1** je centrálně uložena válečková hlava **22**, která je připevněna na hnacím hřídeli **23**, který prochází otvorem **24** v horní části **2** válcového pouzdra **1**. Válečková hlava **22** obsahuje válečky **32**, které se odvalují po pružné čerpací trubicí **25**, která je k těmto válečkům **32** přitlačována oblou-

kovým držákem **26**. Válečková hlava **22** je konstruována tak, aby se mohla snadno vyměňovat. Z tohoto důvodu je válečková hlava **22** k horní straně **21** válcového pouzdra **1** připevněna bajonetovým uzávěrem, který sestává z kovového prstence **27** připevněného na horní straně **21** válcového pouzdra **1** souose s hnacím hřídelem **43** a uloženého v polodrážce vytvořené kolem obvodu kruhového vybrání **28** v horní straně **21** válcového pouzdra **1**. Otvor **24** je vytvořen v kuželovitém výstupku **29**, který vystupuje ze dna kruhového vybrání **28** a tvoří vodící kužel usnadňující nasazení válečkové hlavy **22** na válcové pouzdro **1** a spojení hnacího hřídele **23** s válečkovou hlavou **22**. Mezi střední částí **3** válcového pouzdra **1**, která je z kovu a slouží pro odvod tepla, a mezi kovovým prstencem **27** bajonetového uzávěru je vytvořen neznázorněný tepelný spoj umožňující odvod tepla válečkovou hlavou **22**.

Peristaltické čerpadlo pro lékařské účely může být opatřeno dvěma výměnnými válečkovými hlavami **22**, to jest standardní válečkovou hlavou **22** znázorněnou na obr. 6, která je vhodná pro pružné čerpací trubice **25** standardního průměru používané pro přivádění a odvádění kapaliny z těla dospělého člověka, a válečkovou hlavou **22** pro dětské lékařství, která je znázorněna na obr. 7 a je vhodná pro pružné čerpací trubice **25** s menšími průměry, které se používají v dětském lékařství. Bylo zjištěno, že optimální výsledky se dosáhnou s válečkovou hlavou **22**, která je opatřena pěti válečky **32** rozloženými rovnoměrně kolem válečkové hlavy **22** na kružnici s průměrem nejvýše 63,5 mm, s výhodou 51 mm. Válečky **32** přitom mají průměr přibližně 12,5 mm. Zjistilo se, že toto provedení válečkové hlavy **22** umožňuje čerpání krve bez poškození červených krvinek.

Válečková hlava **22** znázorněná na obr. 6 obsahuje válečkovou klec **30**, která je otočně uložena na dutém náboji **31** a nese pět volně otočných válečků **32**. Válečková klec **30** sestává z horní příruby **33** a spodní příruby **34**, které radiálně vystupují ze středového pouzdra **35**. Válečková klec **30** je přitom zavěšena na krytu **36**. Středové pouzdro **35** je na dutém náboji **31** otočně uloženo pomocí kluzného ložiska **37**, zatímco kryt **36** je pomocí tlačné podložky **38** otočně uložen na horním konci dutého náboje **31**. Integrovaní součástí krytu **36** je středový primární hřídel **39**, který prochází směrem dolů dutým nábojem **31** a na jeho spodním konci je vytvořena drážka **40**, do které zapadá hnací křídélko **41** na horním konci hnacího hřídele **23**. Spodní konec středového primárního hřídele **39** je opatřen výztužným pouzdrem **42** a jeho poloha je zajištěna podložkou a pojistným kroužkem **43** na středovém primárním hřídeli **39** a prstencovým osazením **44**, vytvořeným na dutém náboji **31**. Spodní část **45** dutého náboje **31** je kuželovitě rozšířen tak, že jeho vnitř-

ní plocha **46** je komplementární ke kuželovitému výstupku **29** na horní straně **21** válcového pouzdra **1**. Vnitřní plocha **46** a kuželovitý výstupek **29** slouží k vedení válečkové hlavy **22** při jejím nasazování na válcové pouzdro **1**. Kryt **36** je s válečkovou klecí **30** spojen svorníky **47**, které procházejí horní přírubou **33** válečkové klece **30**.

Válečky **32** jsou otočně uloženy na dutých hřídelích **48**, jejichž konce zasahují do otvorů **49** v přírubách **33**, **34** válečkové klece **30** a jsou zajištěny svorníky **50**, které procházejí dutými hřídeli **48** a jejich horní konce jsou našroubovány do krytu **36**. Válečky **32** jsou na dutých hřídelích **48** uloženy otočně pomocí kluzných ložisek **51** a na koncích jsou utěsněny vložkami **52** z umělé hmoty, které se otáčejí ve styku s horní přírubou **33** a spodní přírubou **34** válečkové klece **30**.

Na spodním konci kuželovitého rozšíření **45** dutého náboje **31** je vytvořen výstupek **53** bajonetového uzávěru pro připevnění válečkové hlavy **22** k válcovému pouzdru **1**. K horní straně výstupku **53** je svorníky **55** připevněn prstencový držák **56**, který nese obloukový chránič **57**, který vystupuje kolem válečkové hlavy **22** a chrání válečky **32**, které nedosedají na pružnou čerpací trubici **25**, proti náhodnému doteku obsluhy peristaltického čerpadla — obr. 1 a 2. Obloukový chránič **57** je opatřen ovládací rukojetí **58**, která je k tomuto obloukovému chrániči **57** připevněna svorníky **59**. Při nasazování válečkové hlavy **22** na válcové pouzdro **1** zapadne dutý náboj **31** na kuželovitý výstupek **29**, takže hnací křídélko **41** zapadne do drážky **40** ve středovém primárním hřídeli **39** a obloukový chránič **57** se natočí tak, aby se křídélka výstupku **53** dostala do zákrytu s odpovídajícími vybráními ve vnitřním obvodu kovového prstence **27** tvořícího bajonetový uzávěr. Křídélka výstupku **53** zapadnou do těchto vybrání a prstencový držák **56** obloukového chrániče **57** dosedne na horní stranu tohoto kovového prstence **27**.

Prstencový držák **56** obloukového chrániče **57** pak může být pomocí ovládací rukojeti **58** natočen tak, aby se bajonetový uzávěr utáhl. Bajonetový uzávěr je proveden tak, že obloukový chránič **57** se při úplném uzavření tohoto bajonetového uzávěru nachází ve správné poloze, ve které chrání válečky **32**, které nedosedají na pružnou čerpací trubici **25**. Válečková hlava **22** pro dětské lékařství, která je znázorněna na obr. 7, má podobnou konstrukci jako standardní válečková hlava **22**, znázorněná na obr. 6, s rozdílem spočívajícím v tom, že válečková hlava **22** podle obr. 7 obsahuje redukční planetovou převodovku pro snížení rychlosti otáčení válečkové klece **30** a zvýšení otočného momentu. Součástí z obr. 7, které jsou obdobou součástí z obr. 6, jsou označeny shodnými vztahovými značkami. Válečková hlava **22** znázorněná na obr. 7,

je opatřena vyvýšeným krytem **60**, který je tvořen dutým tělesem s vnitřním vybráním **61** pro uložení redukčního soukolí **62**. Primární hřídel **63** pro spojení válečkové hlavy **22** s hnacím hřídelem **23** je vyroben odděleně od krytu **60**, se kterým je spojen prostřednictvím redukčního soukolí **62**. Dutý náboj **31** je sestaven ze dvou částí, kuželovitě rozšíření **45** tvořící spodní část dutého náboje **31** je se střední válcovou částí **64** dutého náboje **31** spojeno svorníky **65**. Horní konec střední válcové části **64** dutého náboje **31** je stupňovitě rozšířen a zasahuje do vnitřního vybrání **61** v krytu **60**. Na stupňovitě rozšířené střední válcové části **64** dutého náboje **31** je souose připevněn stacionární ozubený věnec **65** s vnitřním ozubením, připevnění je provedeno svorníky **66** a spojovacími kolíky **67**. Hnaný ozubený věnec **68** je svorníky **69** upevněn k vnitřní stěně krytu **60** nad stacionárním ozubeným věncem **65**, souose s tímto stacionárním ozubeným věncem **65**. Primární hřídel **63** je ve střední válcové části **64** dutého náboje **31** uložen v kluzných ložiskách **70** a jeho poloha je zajištěna pojistným kroužkem a podložkou **71** na jeho spodním konci. Na horním konci je primární hřídel **63** opatřen hlavici **72** se stupňovitě se rozšiřujícím profilem, který je komplementární ke stupňovitě rozšířenému hornímu konci střední válcové části **64**. Tato hlavice **72** je prostřednictvím tlačné podložky **73** uložena na vnitřním osazení dutého náboje **31**. Směrem nahoru vystupuje z hlavice **72** primárního hřídele **63** výstředně uspořádaný převodový hřídel **74**. Spodní konec převodového hřídele **74** je zašroubován do hlavice **72**. Na převodovém hřídeli **74** je volně otočně uložena soustava pastorků **75**, **76**. Spodní pastorek **75** má více zubů než horní pastorek **76**. Spodní pastorek **75** je v záběru se stacionárním ozubeným věncem **65**, zatímco horní pastorek **76** je v záběru s hnaným ozubeným věncem **68** připevněným ke krytu **60**. Při otáčení primárního hřídele **63** se převodový hřídel **74** jako celek otáčí kolem osy tohoto primárního hřídele **63**, takže soustava pastorků **75**, **76** se v důsledku záběru spodního pastorku **75** se stacionárním ozubeným věncem **65** rovněž otáčí. Otáčení horního pastorku **76**, který je v záběru s hnaným ozubeným věncem **68** připevněným na krytu **60** způsobí otáčení tohoto krytu **60** a tudíž i otáčení válečkové klece **30**.

Na horní straně **21** válcového pouzdra **1** je vedle válečkové hlavy **22** uspořádán obloukový držák **26** pro přitlačování pružné čerpací trubice **25** — obr. 1, která je vyrobena z pružného a průsvitného syntetického materiálu, k válečkové hlavě **22**. Držák **26** má v půdorysu tvar kruhového oblouku a může být vylisován z umělé hmoty, například nylonu. Držák **26** je na svém konci na vstupní straně peristaltického čerpadla otočně uložen na čepu **80**, který vystupuje z horní strany **21** válcového pouzdra **1**. Dr-

žák **26** je výkyvný mezi otevřenou polohou znázorněnou na obr. 2 a 3, ve které je protilehlý, výstupní konec držáku **26** oddálen od válečkové hlavy **22**, a uzavřenou polohou znázorněnou na obr. 1 a 4, ve které je držák **26** soustředný s válečkovou hlavou **22**. Na výstupním konci je držák **26** opatřen otočnou západkou **81**, která je opatřena háčkem **82**, který po uzavření držáku **26** přijde do záběru se zádržkou **83** vytvořenou na horní straně **21** válcového pouzdra **1**, a může být natočen tak, že držák **26** v uzavřené poloze zablokuje. Západka **81** a zádržka **83** slouží kromě blokování držáku **26** také k ustavení držáku **26** do přesné polohy vzhledem k válečkové hlavě **22**. Západka **81** se může natáčet pomocí ruční páčky **84**, která s touto západkou **81** tvoří jeden celek a v uzavřené poloze držáku **26** zapadne do vybrání **85**, vytvořeného ve vnějším obvodu držáku **26**, takže lícuje s vnějším obvodem tohoto držáku **26**, čímž se zmenšuje nebezpečí náhodného otevření. Ve vnitřním obvodu držáku **26** je vytvořen kanálek **86** s pravoúhlým průřezem, — obr. 8, ve kterém je uložena oblouková vložka **87** vylisovaná z nylonu nebo jiné umělé hmoty, která tvoří vnitřní plochu držáku **26**, která dosedá na pružnou čerpací trubici **25** a přitlačuje ji k válečkům **32**. Tato oblouková plocha je po uzavření držáku **26** soustředná s válečkovou hlavou **22** a nachází se v malé přesně definované radiální vzdálenosti od dráhy válečků **32**. Základní těleso obloukové vložky **87** má pravoúhlý příčný průřez. Kanálek **86** probíhá také kolem zaoblených konců držáku **26** a na obloukové vložce **87** jsou vytvořeny směrem ven zahnuté konce **88**, **89**, zapadající do zaoblených konců kanálku **86**. V zahnutých koncích **88**, **89** obloukové vložky **87** jsou vytvořeny drážky nebo výřezy **90**, **91** pro sevření pružné čerpací trubice **25**. Oblouková vložka **87** je do kanálku **86** zatlačena s přesahem, lze ji však z držáku **26** snadno vyjmout ručním vytáhnutím některého ze zahnutých konců **88**, **89** obloukové vložky **87** z kanálku **86**.

Poblíž otočně uloženého vstupního konce držáku **26** vystupuje z horní strany **21** válcového pouzdra **1** kolík **92**, na kterém je nasazeno pouzdro **93** z umělé hmoty, a který spolupůsobí s přilehlým výřezem **90** obloukové vložky **87** a zajišťuje sevření pružné čerpací trubice **25**. Šířka výřezu **90** je poněkud menší než vnější průměr pružné čerpací trubice **25**. Při uzavření držáku **26** dosednou obloukové plochy **94** na protilehlých stranách výřezu **90** na pouzdro **93** nasazené na kolíku **92**, takže pružná čerpací trubice **25** je zatlačena do výřezu **90** a mírně zdeformována, v důsledku čehož dojde k pevnému sevření pružné čerpací trubice **25** mezi výřezem **90** a kolíkem **92**, čímž se zabrání podélnému přemísťování nebo prokluzování pružné čerpací trubice **25** mezi válečkovou hlavou **22** a držákem **26**. Vedle

zádržky **83** vystupuje z horní strany **21** válcového pouzdra **1** měřicí sloupek **95**, ve kterém je uloženo ústrojí pro sledování obsahu transparentní pružné čerpací trubice **25**. V měřicím sloupku **95** je na straně přivrácené k držáku **26** vytvořen pravoúhlý sledovací výřez **96** a pružná čerpací trubice **25** při uzavřeném držáku **26** prochází mezi válečkovou hlavou **22** a držákem **26** tímto sledovacím výřezem **96**. Na horní a spodní straně sledovacího výřezu **96** končí světlovody, jejichž druhé konce jsou opticky spojeny se světelným zdrojem a fotoelektrickým snímačem, které jsou uspořádány uvnitř válcového pouzdra **1**. Výřez **91** na tomto konci držáku **26** má podobnou šířku jako výřez **90**, avšak plošky **92** vymezující tento výřez **91** jsou seříznuty, takže pružná čerpací trubice **25** je při uzavření držáku **26** zahnutým koncem **89** obloukové vložky **87** zatlačena do sledovacího výřezu **96**.

Měřicí sloupek **95** současně zatlačí pružnou čerpací trubici **25** do přilehlého výřezu **91**, takže pružná čerpací trubice **25** je sevřena i na této straně peristaltického čerpadla, čímž se zabrání posunutí této pružné čerpací trubice **25**. Sledovací výřez **96** je otevřen směrem k válečkové hlavě **22** a jeho osa svírá s radiálním směrem úhel přibližně 45°, což usnadňuje vyvedení pružné čerpací trubice **25** z prostoru mezi držákem **26** a válečkovou hlavou **22** a zabráňuje deformaci této pružné čerpací trubice **25**. Jestliže se v peristaltickém čerpadle má použít dvojitá pružná čerpací trubice **25** a příslušná oblouková vložka **87**, které se používají pro současné přivádění a odvádění krve pacienta, použije se provedení, ve kterém je přírodní trubice vedena sledovacím výřezem **96**, zatímco výstupní trubice prochází mezi měřicím sloupkem **95** a válečkovou hlavou **22**.

Při přikládání pružné čerpací trubice **25** na válečkovou hlavu **22** se držák **26** vykloní do otevřené polohy znázorněné na obr. 2 a pružná čerpací trubice **25** se provlékne mezi kolíkem **92** a přilehlým zahnutým koncem **88** obloukové vložky **87** kolem obvodu válečkové hlavy **22**, načež se pružná čerpací trubice **25** provlékne sledovacím výřezem **96** v měřicím sloupku **95**. Poté se držák **26** uzavře, takže přitlačí pružnou čerpací trubici **25** k válečkům **32** válečkové hlavy **22**, které ve styku s pružnou čerpací trubicí **25** tuto pružnou čerpací trubici **25** zploští. Držák **26** je v této uzavřené poloze zajištěn otočením západky **81** do blokující polohy, což se provede ruční páčkou **84**. Pružná čerpací trubice **25** je po uzavření držáku **26** sevřena ve výřezech **90**, **91** na koncích obloukové vrstvy **87**, což účinně zabráňuje podélnému přemísťování této pružné čerpací trubice **25**. Po uzavření držáku **26** jsou válečky **32** na straně válečkové hlavy **22** obepnuté držákem **26**, tímto držákem **26** zakryty, zatímco na protilehlé straně válečkové hlavy **22** jsou válečky **32** zakryty oblouko-

vým chráničem **57**, takže válečky **32** nejsou přístupné a nikdo se jich nemůže náhodně dotknout, čímž se zabrání poškození.

Po zablokování držáku **26** v jeho uzavřené poloze je pružná čerpací trubice **25** přitlačována obloukovou vložkou **87** k válečkové hlavě **22**, takže při otáčení válečkové hlavy **22** je pružná čerpací trubice **25** s odstupy stlačována válečky **32**, přičemž stlačená místa se postupně přemísťují podél úseku pružné čerpací trubice **25** sevřené koncem držáku **26** a válečkovou hlavou **22**, takže kapalina nacházející se v pružné čerpací trubicí **25** je peristalticky přemísťována. Jestliže je třeba změnit rozsah rychlosti čerpání, který je dán rozsahem rychlosti otáčení válečkové hlavy **22**, je nutné použít pružnou čerpací trubici **25** s jejím průměrem, v důsledku čehož se pro přitlačování nové pružné čerpací trubice **25** k válečkům **32** válečkové hlavy **22** musí použít i jiná oblouková vložka **87**. Stávající obloukovou vložku **87** lze z držáku **26** snadno vyjmout a zaměnit za novou obloukovou vložku **87** vhodnou pro novou pružnou čerpací trubici **25**.

Pohon peristaltického čerpadla je podle obr. 4 zajištěn stejnosměrným motorem **100** s tištěným vinutím, který je uspořádán uvnitř válcového pouzdra **1**. Stejnosměrný motor **100** je upevněn na střední části **3** válcového pouzdra **1**, pomocí svorníků **8** a kolíků **9**. Hřídel **101** stejnosměrného motoru **100** je s hnacím hřídelem **23** spojen prostřednictvím redukčního planetového soukolí **102**, které je uloženo v převodové skříni **103** z umělé hmoty, která je připevněna ke spodní straně horní části **2** válcového pouzdra **1**. Hřídel **101** zasahuje do spodního konce převodové skříně **103** a je opatřen hnacím křídélkem **104**, které zapadá do odpovídající drážky **105** v přilehlém konci krátkého hřídele **106**, který je v převodové skříni **103** v kuličkových ložiskách **107** otočně uložen souose s hřídelem **101**. K hornímu hranatému konci krátkého hřídele **106** je pomocí svorníku **108** připevněna nosná deska **109** planetového kola **110** a vyvažovacího tělesa **111**, které jsou na této nosné desce **109** uspořádány excentricky vzhledem ke krátkému hřídeli **106**. Vyvažovací těleso **111** je k nosné desce **109** připevněno svorníkem **120**. Planetové kolo **110** sestává ze dvou pastorků a je volně otočně uloženo na planetovém hřídeli **112**, který je k nosné desce **109** upevněn svorníkem **113**. Planetové kolo **110** je na planetovém hřídeli **112** uloženo pomocí kuličkových ložisek **114**. Planetové kolo **110** sestává ze dvou pastorků **115**, **116**, přičemž spodní pastorek **116** má více zubů než horní pastorek **115**. Spodní pastorek **116** je v záběru s ozubeným věncem **117** s vnitřním ozubením, který je připevněn na převodové skříni **103**, zatímco horní pastorek **115** je v záběru s ozubeným věncem **118** s vnitřním ozubením, který je

přípevněn na obrubě kola **119**, ke kterému je přípevněn hnací hřídel **23**. Kolo **119** je v horní části **2** válcového pouzdra **1** uloženo na hnacím hřídeli **23**, který je v otvoru **24** uložen v kuličkových ložiskách **120** a je otočný vůči nosné desce **109** a převodové skříni **103**. Při otáčení hřídele **101** stejnosměrného motoru **100** se otáčí nosná deska **109**, takže spodní pastorek **116**, který je v záběru se stacionárním ozubeným věncem **117**, se rovněž otáčí. V důsledku toho se otáčí i horní pastorek **115**, který je v záběru s ozubeným věncem **118**, upevněným na kole **119**, takže toto kolo **119** se spolu s hnacím hřídelem **23** rovněž otáčí.

Z obr. 4 a 5 je patrné, že uvnitř válcového pouzdra **1** jsou uloženy tištěné spoje **121**, **122**, na kterých se nacházejí elektrické součásti regulačních obvodů peristaltického čerpadla. Spodní tištěný spoj **121** je pomocí svorníků **8** přípevněn pod stejnosměrným motorem **100**. Tento spodní tištěný spoj **121** je propojen s horním tištěným spojem **122**, který má prstencový tvar a je uspořádán kolem převodové skříně **103**. Spojení je provedeno vhodnými kabely a konektory — nejsou znázorněny. Horní tištěný spoj **122** je přípevněn sevřením mezi sloupky **10** a trubkovými rozpěrami **123**, které jsou nasazeny na kolících **9**. Na horním tištěném spoji **122** je přípevněn potenciometr **19** pro regulaci otáček stejnosměrného motoru **100**, světelný zdroj a fotoelektrické čidlo propojené s měřicím sloupkem **95**, dva mikrosplínače **124** pro snímání rozměru obloukové vložky **87** zasazené do držáku **26**, dvoupólový mikrosplínač **125** pro zablkování činnosti peristaltického čerpadla pokud na čerpadle není správně nasazena válečková hlava **22** a pro detekování druhu instalované válečkové hlavy **22** a další mikrosplínač **126**, který až do zablkování držáků **26** v jeho uzavřené poloze blokuje činnost peristaltického čerpadla. Na horním tištěném spoji **122** jsou uspořádány ještě další elektronické součásti. Mikrosplínače **124** jsou opatřeny pákami **127**, které jsou na svých volných koncích opatřeny sledovacími kladkami **128**, které zasahují do otvorů **129** v horní straně **21** válcového pouzdra **1**, takže na ně mohou dosednout neznázorněné vačkové výstupky obloukové vložky **87** zasazené do držáku **26**, při jeho přesunu do uzavřené polohy. Pro každou válečkovou hlavu **22** se obvykle používají čtyři obloukové vložky **87**, přičemž tři z těchto obloukových vložek **87** jsou opatřeny vačkovými výstupky, které aktivují jeden nebo oba mikrosplínače **124**, jestliže je držák **26** uzavřen, takže snímací elektronika detekuje rozměry obloukové vložky **87** a tudíž i průměr pružné čerpací trubice **25** použité v peristaltickém čerpadle. V blízkosti sledovacích kladek **128** je v boční straně kanálku **86** držáku **26** vytvořen výřez **130** — obr. 2 a 8, který umožňuje dosednutí vačkových výstupků obloukové vložky **87** na tuto sledovací kladku **128**.

Dvoupólový mikrosplínač **125** je opatřen pákou **131**, jejíž sledovací kladka **132** zasahuje do otvoru **133** v horní straně **21** válcového pouzdra **1** a dosedá na ovládací rukojeť **58** válečkové hlavy **22**. Při natočení ovládací rukojeti **58** za účelem utažení bajonetového uzávěru a uchycení válečkové hlavy **22** na válcovém pouzdru **1** aktivuje tato ovládací rukojeť **58** dvoupólový mikrosplínač **125**, který tak detekuje správné nasazení válečkové hlavy **22**. Mikrosplínač **126** je opatřen pákou **134**, která je vychylována raménkem **135** přípevněním na spodním konci čepu **80** držáku **26** pružné čerpací trubice **25**, takže mikrosplínač **126** detekuje uzavření držáku **26**.

Stejnoseměrný motor **100** s tištěným vinutím má velmi rychlou dynamickou odezvu, což umožňuje impulsní regulaci jeho otáček, která se provádí tak, že plné napětí se přivádí po delší nebo kratší dobu, v závislosti na zatížení stejnosměrného motoru **100** a požadovaných otáčkách. Z obr. 9 je patrné, že elektrický proud, který je do regulačních obvodů přiváděn přívodem **137** — obr. 1 a 2 — například ze zdroje 12 V stejnosměrných, je k stejnosměrnému motoru **100** přiváděn přes zesilovač **140**, který je se stejnosměrným motorem **100** propojen vedením **141**. Zesilovač **140** se zapíná a vypíná stisknutím spouštěcího tlačítka **14** a zastavovacího tlačítka **15**, které tento zesilovač **140** řídí prostřednictvím spouštěcího klopného obvodu **142**. Otáčky stejnosměrného motoru **100** se snímají optickým tachometrem **143**, který je připojen přímo k hřídeli **101** stejnosměrného motoru **100**. Stejnoseměrný motor **100** má s výhodou 117 kroků na otáčku, což umožňuje plynulou činnost stejnosměrného motoru **100** při nízkých otáčkách, se zanedbatelným škubáním, a zabráňuje kývání stejnosměrného motoru **100** při těchto nízkých otáčkách. Kotouč **144** optického tachometru **143**, který je přípevněn na hřídeli **101** stejnosměrného motoru **100** je opatřen sekcemi, jejichž počet má společného jmenovatele s počtem kroků na otáčku a činí 26 na otáčku hřídele **101**. Signál generovaný fotodetektozem **145** optického tachometru **143** je veden do invertujícího zesilovače **146**, průběh signálu je sinusový s amplitudou 1 V špička-špička a s kmitočtem v rozsahu 400 Hz 15 kHz, který odpovídá rozsahu pracovních otáček stejnosměrného motoru **100**. Tento sinusový signál je v invertujícím zesilovači **146** zesílen. Invertující zesilovač **146** je zapojen tak, že jeho vstup se automaticky centruje na střední hodnotu přecházejícího signálu z optického tachometru **143**, čímž se automaticky kompenzují všechny změny úrovně signálů z optického tachometru **143**, které vznikají v důsledku změny rychlosti nebo teploty. Vstupní napětí se v invertujícím zesilovači zesílí na napětí o amplitudě přibližně 8 V s pravoúhlým průběhem, které

je bez stejnosměrné složky vedeno do invertující části invertujícího zesilovače **146**, kde z předních hran kladných impulsů výstupního signálu zesilovače vznikají krátké záporné impulsy. Výstup invertujícího zesilovače **140** je propojen s indikátorem **147** poruchy optického tachometru **143**, regulátorem **148** otáček stejnosměrného motoru **100** prostřednictvím vedení **149** s řídicími obvody digitálního displeje **13** z obr. 1 a 10.

Otáčky stejnosměrného motoru **100** se regulují řízeným vybíjením kondenzátoru v regulátoru **148** rychlosti. Rychlost nabíjení tohoto kondenzátoru se může nastavit pomocí víceotáčkového regulačního potenciometru **19**. Zesilovač **140** se sepne vždy, jakmile napětí na kondenzátoru dosáhne předem nastavené referenční úrovně. Jestliže je tedy potenciometr **19** nastaven na svůj minimální výkon, nabíjí se kondenzátor maximální rychlostí, která je určena omezovacím odporem, kterým se nastavuje maximální přípustná rychlost, takže stejnosměrný motor **100** je zapnut po dlouhou dobu a otáčí se tudíž rychleji, dokud rychlost vybíjení kondenzátoru, která je dána optickým tachometrem **143** se nevyrovná rychlosti nabíjení určené nastavením potenciometru **19** a připojeného omezovacího odporu, kdy se obvod dostane do vyváženého stavu a stejnosměrný motor **100** běží nejvyšší přípustnou rychlostí. Jestliže se pak potenciometr **19** nastaví regulačním kolečkem **18** na vyšší odpor, způsobí rychlost otáčení stejnosměrného motoru **100** rychlejší vybíjení kondenzátoru optickým tachometrem **163**, které přesahuje nabíjení, takže stejnosměrný motor **100** je odpojen od přívodu energie a zatížení stejnosměrného motoru **100** peristaltickým čerpadlem způsobí klesnutí otáček stejnosměrného motoru **100**, dokud se opět nedosáhne vyváženého stavu, načež se stejnosměrný motor **100** opět impulsně zapíná a vypíná podle potřeby tak, že se udržuje nastavená zvolená rychlost. Tento způsob regulace otáček zajišťuje, že energie přiváděná do stejnosměrného motoru **100** automaticky kompenzuje změny zatížení stejnosměrného motoru **100** a při jakékoliv nastavené rychlosti v rámci celého rozsahu rychlostí se udržují přibližně konstantní otáčky.

Digitální displej **13** má čtyři desítkové řády a jeho jednotlivé znaky jsou sestaveny ze sedmi segmentů, které jsou tvořeny fotoemisními diodami. Digitální displej **13** indikuje průtok v ml za minutu s přírůstkem 0,1 ml v rozsahu 5 až 150 ml za minutu, což platí pro standardní válečkovou hlavu **22**, a s přírůstkem po 0,01 ml za minutu v rozsahu od 0,50 do 15 ml za minutu, jestliže je použita válečková hlava **22** s redukcí 10:1. Velikost průtoku se odvozuje od otáček stejnosměrného motoru **100** a využívají se výstupní impulsy z invertujícího zesilovače **146**, které se vedou do binárně kódovaného

desítkového čítače **150** se čtyřmi dekadami — obr. 10, ke kterému je připojen vyrovnávací registr **151**, do kterého se zavádí celkový počet impulsů za předem stanovený čítací interval. Velikost čítacího intervalu se reguluje časovacím a selekčním obvodem **152**, který řídí desítkový čítač **150** a vyrovnávací registr **151**. Číslo, které se objeví na digitálním displeji **13**, se tedy rovná počtu impulsů, které přijdou v průběhu čítacího intervalu, který je určen nastavením časovacího a selekčního obvodu **152**. Změnou tohoto čítacího intervalu je tedy možno indikovat průtok v pružných čerpacích trubicích **25** s různými průměry. V tomto případě se požaduje indikovat průtok pro tři pružné čerpací trubice **25** s rozdílnými průměry a příslušné obloukové vložky **87** použité se standardní válečkovou hlavou **22** a pro další tři pružné čerpací trubice **25** s různými průměry použité s válečkovou hlavou **22** s redukovanými otáčkami. Uvedená indikace je umožněna tím, že časovací a selekční obvod **152** je řízen mikrosčítačem **124** detekujícími typ obloukové vložky **87** a dvoupólovým mikrosčítačem **125** detekujícím typ válečkové hlavy **22**. Mikrosčítače **124** jsou obloukovými vložkami **87** spínány v binárním kódu, kterým se identifikuje použitá pružná čerpací trubice **25** a časovací a selekční obvod **152** se nastavuje podle průměru této pružné čerpací trubice **25**. Dvoupólový mikrosčítač **125** signalizuje typ válečkové hlavy **22** nasazené na peristaltickém čerpadle, to jest indikuje, zda se jedná o standardní válečkovou hlavu **22**, nebo válečkovou hlavu **22** s redukcí. Signál z dvoupólového mikrosčítače **125** se kombinuje se signály z mikrosčítačů **124**, což umožňuje správné nastavení časovacího a selekčního obvodu a určení umístění desetinné tečky na digitálním displeji **13**, které se provádí obvodem **153**. Časovací a selekční obvod **152** se tedy automaticky nastavuje podle průměru pružné čerpací trubice **25** a typu válečkové hlavy **22**, čímž se snižuje možnost chyby obsluhy při nastavení měření průtoku podle různých průměrů pružných čerpacích trubic **25** a typů válečkových hlav **22**.

Jednotlivé časovací obvody v časovacím a selekčním obvodu **152** se mohou kalibrovat, což umožňuje přesné nastavení indikace na jednotlivé průměry pružných čerpacích trubic **25** a podmínky měření průtoku, což se provádí šesti nastavovacími potenciometry **157**, které jsou připojeny k jednotlivým časovacím bodům a připevněny na spodní straně spodního tištěného spoje **121** — obr. 4, takže jsou přístupné ze spodní strany válcového pouzdra **1**.

Časovací a selekční obvod **152** zajišťuje lineární indikaci průtoku, která je odvozena od otáček stejnosměrného motoru **100**. Průtok však v praxi není lineárně závislý na otáčkách stejnosměrného motoru **100**,

protože při zvýšení otáček válečkové hlavy **22** se zvyšuje i účinnost peristaltického čerpadla. Z těchto důvodů je nutno údaje o průtoku korigovat podle otáček stejnosměrného motoru **100**, což se provádí rychlostním kompenzačním obvodem **155**, do kterého jsou vedením **149** přiváděny impulsy z optického tachometru **143**, a který podle rychlosti čerpání zkracuje časové intervaly odměřované jednotlivými časovacími obvody v časovacím a selekčním obvodu **152**. Tento rychlostní kompenzační obvod **155** lze rovněž kalibrovat kalibračním potencio-metrem **156**, který je připevněn na spodní straně spodního tištěného spoje **121**, takže je přístupný ze spodní strany válcového pouzdra **1**.

Výstupní signály z vyrovnávacího registru **151** jsou do digitálního displeje **13** rozváděny multiplexerem **157** a binárně dekadickým dekodérem **158** pro sedmisegmentové znaky. Multiplexer **157** umožňuje snížení počtu spojů mezi digitálním displejem **13** a vyrovnávacím registrem **151**. Multiplexer **157** postupně skanuje a dekoduje binární data uložená ve vyrovnávacím registru **151**, jeho činnost je přitom řízena oscilátorem **159**. Multiplexer **157** postupně aktivuje zmíněné čtyři dekady digitálního displeje **13** a mění indikované znaky rychlostí, která není zjistitelná lidským okem, takže na digitálním displeji **13** je neustále patrný číslíkový údaj hodnoty průtoku peristaltickým čerpadlem.

V elektronických obvodech peristaltického čerpadla je zapojeno několik obvodů indikujících závady a bezpečnostních obvodů, které sledují činnost peristaltického čerpadla a v případě závady v peristaltickém čerpadle nebo nepravidelnosti v čerpání kapaliny generují pomocí audiovizuálního obvodu **160** varovný signál pro obsluhu. Bezpečnostní obvody jsou tvořeny indikátorem **147** poruchy optického tachometru **143**, detektorem **161** zpomalení a zrychlení stejnosměrného motoru **100** regulovaného regulátorem **148** rychlosti a fotodetektorem **162** propojeným s měřicím sloupkem **95**. Uvedené obvody jsou propojeny s jednotlivými vstupy součtového hradla **163**, jehož výstup je propojen s typovým klopným obvodem **164**, který prostřednictvím vedení **165** aktivuje audiovizuální poplachový obvod **160**. Chybový klopný obvod **164** může být vynulován stisknutím zastavovacího tlačítka **15**, které vynuluje spouštěcí klopný obvod **142**, který je propojen s jedním vstupem součtového hradla **166**, jehož výstup je propojen s nulovacím vstupem chybového klopného obvodu **164**. Ke druhému vstupu součtového hradla **166** je připojeno spouštěcí tlačítko **14**, zatímco ke třetímu vstupu součtového hradla **166** je připojen nulovací obvod **167**, který po zapnutí peristaltického čerpadla, například po dobu 5 sekund blokuje činnost chybového klopného obvodu **164**.

Výstup chybového klopného obvodu **164**

je kromě k audiovizuálnímu poplachovému obvodu **160** připojen vedením **168** také k jednomu vstupu součtového hradla **169**, jehož výstup je propojen s blokovacím vstupem zesilovače **140**. V případě výskytu závady se tímto zapojením zablokuje činnost stejnosměrného motoru **100**. Jeden ze vstupů součtového hradla **169** je dále připojen k výstupu regulátoru **148** rychlosti stejnosměrného motoru **100**, který do součtového hradla **169** vyšle signál v případě zvýšení otáček stejnosměrného motoru **100**. Další vstup součtového hradla **169** je připojen k mikropsínači **126** indukujícímu polohu držáku **26**, který vysílá do součtového hradla **169** signál, dokud není držák **26** zajištěn ve své uzavřené poloze.

Pro kontrolu správné činnosti audiovizuálního poplachového obvodu **160** a digitálního displeje **13** se může kdykoliv stisknout zkušební tlačítko **16**, a to nezávisle na tom, zda je peristaltické čerpadlo v činnosti nebo nikoliv a bez ovlivnění běžné činnosti tohoto peristaltického čerpadla. Stisknutí zkušebního tlačítka **16** způsobí rozsvícení všech segmentů všech dekád digitálního displeje **13** a spuštění audiovizuálního poplachového obvodu **160**, to vše po dobu stisknutí zkušebního tlačítka **16**.

Kterýkoliv z popsaných indikačních obvodů závady může překloupit chybový klopný obvod **164**, který vypne přívod proudu ke stejnosměrnému motoru **100** a aktivuje audiovizuální poplachový obvod **160**. Chybový klopný obvod zůstane v překloupeném stavu, dokud není vynulován stlačením zastavovacího tlačítka **15** nebo vyřazen spouštěcím tlačítkem **14**, které umožní další činnost peristaltického čerpadla, jestliže je to nutné. Spouštěcí tlačítko **14**, které je propojeno s druhým vstupem součtového hradla **166** v případě výskytu závady a trvajícím stisknutím spouštěcího tlačítka **14** vyřazuje chybový klopný obvod **164**. Zvýšení bezpečnosti provozu peristaltického čerpadla umožňuje také nouzové tlačítko **17**, při jehož stisknutí běží peristaltické čerpadlo trvale maximální rychlostí. Nouzové tlačítko **17** přepíná regulátor **148** otáček stejnosměrného motoru **100** na maximální rychlost a vyřazuje při stisknutí také chybový klopný obvod **164**.

Jednotlivé detekční obvody závad pracují následujícím způsobem:

A Selhání optického tachometru **143**

Ladění RC obvod v indikátoru **147** poruchy optického tachometru **143** sleduje přítomnost měřicích impulsů z optického tachometru **143** na výstupu inventujícího zesilovače **146** a jestliže po zapnutí stejnosměrného motoru **100** přesáhne časový interval mezi dvěma těmito impulsy určitou maximální hodnotu, vyšle indikátor **147** poruchy signál do součtového hradla **163**, kte-

rým tento signál projde do chybového klop-
ného obvodu **164**, takže se vypne stejno-
směrný motor **100** a spustí audiovizuální
poplachový obvod **160**. Indikátor **147** poru-
chy optického tachometru **143** současně de-
tekuje mechanické selhání stejnosměrného
motoru **100** nebo elektrickou závadu v na-
pájecích obvodech tohoto stejnosměrného
motoru **100**.

B. Nadměrné změny otáček stejnosměrného motoru **100**

Jestliže se otáčky stejnosměrného motoru
100 začnou zvyšovat nebo snižovat rychlostí
přesahující určitou hranici, což je indiko-
váno stejnosměrnou složkou na vstupu ze-
silovače **140**, která přichází z regulátoru
148 rychlosti a optického tachometru **143**,
vyšle jeden ze dvou nezávislých, předem na-
stavitelných prahových obvodů v detektoru
161 zpomalení a zrychlení signál na vstup
součtového hradla **163**, které překlopí chy-
bový klopný obvod **164**. Uvedené prahové
obvody se na požadované úrovni mohou na-
stavit dvěma potenciometry **170**, **171**, které
jsou připevněny na spodní straně spodního
tištěného spoje **121** — obr. 4, takže jsou
přístupné ze spodní strany válcového pouz-
dra **1**.

C. Selhání tranzistoru napájecího stejno- směrný motor **100**

Pro zajištění peristaltického čerpadla v
případě proražení napájecího tranzistoru
stejnosměrného motoru **100** v zesilovači **140**
je v sérii s tímto tranzistorem zapojen dru-
hý tranzistor, který je řízen spouštěcím
klopným obvodem **142**, takže stlačením
spouštěcího tlačítka **14** je sepnut a stlače-
ním zastavovacího tlačítka **15** je uzavřen,
pokud není překonáno chybovým klopným
obvodem **164**. Tento druhý tranzistor tedy
normálně při překlopení spouštěcího klop-
ného obvodu **142** vede. Jestliže však v prv-
ním tranzistoru dojde k průrazu přechodu
mezi emitorem a korektorem, běžel by stej-
nosměrný motor **100** nekontrolovaně maxi-
mální rychlostí. V tomto případě se rychle
zvyší četnost impulsů generovaných optic-
kým tachometrem **143**, takže detektor **161**
zpomalení a zrychlení překlopí chybový
klopný obvod **164**, který vyřadí spouštěcí
klopný obvod **142** a vypne druhý tranzistor.
Chybový klopný obvod **164** se vynuluje stisk-

nutím zastavovacího tlačítka **16**, avšak jen
v případě odstranění závady.

I v případě závady je třeba za určitých
okolností umožnit činnost peristaltického
čerpadla, čehož lze dosáhnout trvalým stisk-
nutím spouštěcího tlačítka **14**, přičemž po-
psané bezpečnostní obvody vylučují nekon-
trollovanou činnost stejnosměrného motoru
100 v důsledku selhání napájecího tranzisto-
ru, i když je chybový klopný obvod **164**
stisknutím tohoto spouštěcího tlačítka **14**
vyřazen.

D. Mikrospínač **126** detekující uzavření dr- žáku **26**

Jestliže držák **26** pružné čerpací trubice
25 není uzavřen, je báze druhého napájecí-
ho tranzistoru stejnosměrného motoru **100**
mikrospínačem **126** spojena se zemí, takže
stejnosměrný motor **100** je vypnut. V dů-
sledku toho nemůže dojít ke spuštění stej-
nosměrného motoru **100** a otáčení válečko-
vé hlavy **22**, pokud je přístup k válečkům
32, které mohou způsobit zranění obsluhy.

E. Fotodetektor **161** sledující kapalinu

Fotodetektor **162** snímá změny světelné
propustnosti pružné čerpací trubice **25** a
kapaliny protékající touto pružnou čerpací
trubicí **25** a v případě náhlé změny intenzi-
ty světla procházejícího pružnou čerpací
trubicí **25** překlopí chybový klopný obvod
164, takže umožňuje detekci chuchvalců,
bublin a jiných cizích těles v čerpané ka-
palině. V případě zjištění závady se vypne
stejnosměrný motor **100** a zapne audiovizu-
ální poplachový obvod **160**, takže čerpání
je až do zjištění příčiny zastaveno.

Audiovizuální poplachový obvod **160** ob-
sahuje piezoelektrický bzučák pracující na
kmotočtu 400 Hz, který je modulován kmi-
točtem 2 Hz, a varovné světlo **172** — obr. 3,
které je tvořeno červeně svítící fotoemisní
diodou, která je za normálních okolností
vypnuta a při zapnutí v případě poplachu
červeně bliká s kmitočtem 2 Hz.

V předchozím popisu bylo popsáno jedno
z konkrétních provedení peristaltického
čerpadla podle vynálezu. Je však zřejmé, že
v rámci vynálezu lze provést řadu dalších
úprav a obměn, které nevybočují z rámce
připojené definice předmětu vynálezu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Peristaltické čerpadlo, které sestává z otočné válečkové hlavy obsahující válečky otočné kolem os rovnoběžných s osou válečkové hlavy, která je opatřena hnacím ústrojím a držákem trubice, jehož vnitřní oblouková strana těsně a soustředně obepíná válečkovou hlavu a přitlačuje pružnou čerpací trubici k válečkové hlavě, takže válečky se při otáčení válečkové hlavy s přitlakem odvalují po pružné čerpací trubici a přemísťují kapalinu podél této pružné čerpací trubice, vyznačující se tím, že držák (26) pružné čerpací trubice (25) je otočně uložen na svém jednom konci a je výkyvný mezi otevřenou polohou, ve které je pružná čerpací trubice (25) uvolněna od válečkové hlavy (22) a definovanou uzavřenou polohou, ve které oblouková strana držáku (26) přitlačuje pružnou čerpací trubici (25) k válečkové hlavě (22), přičemž držák (26) je opatřen západkou (81) a zádržkou (83) pro aretování držáku (26) v jeho uzavřené poloze.

2. Peristaltické čerpadlo podle bodu 1, vyznačující se tím, že západka (81) a zádržka (83) jsou uspořádány u konce držáku (26) odlehleho od čepu (80), na kterém je držák (26) uložen.

3. Peristaltické čerpadlo podle bodu 2, vyznačující se tím, že západka (81) je otočně uspořádána na držáku (26) a spolupůsobící zádržka (83) je uspořádána v definované poloze vedle válečkové hlavy (22).

4. Peristaltické čerpadlo podle bodů 1, 2 a 3, vyznačující se tím, že vnitřní strana držáku (26) je tvořena vyjímatelnou obloukovou vložkou (87) přitlačující pružnou čerpací trubici (25) o určitém průměru k válečkové hlavě (22), přičemž oblouková vložka (87) je uložena v držáku (26) a je zaměnitelná za nejméně jednu jinou obloukovou vložku (87) pro pružnou čerpací trubici (25) s jiným definovaným průměrem.

5. Peristaltické čerpadlo podle bodu 4, vyznačující se tím, že v obloukové vložce (87) je alespoň na jejím konci u vstupní strany peristaltického čerpadla vytvořen výřez (90) o definované šířce, menší než průměr pružné čerpací trubice (25), kde je dále uspořádán kolík (92) pro přitlačení pružné čerpací trubice (25) do tohoto výřezu (90) po uzavření držáku (26), takže pružná čerpací trubice (25) se zdeformuje a sevře ve výřezu (90), čímž se zabrání podélnému přemísťování pružné čerpací trubice (25).

6. Peristaltické čerpadlo podle bodu 5, vyznačující se tím, že výřezy (90, 91) jsou zakřiveny směrem od válečkové hlavy (22).

7. Peristaltické čerpadlo podle bodu 5 nebo 6, vyznačující se tím, že prostředky pro přitlačování pružné čerpací trubice (25) do výřezů (90, 91) jsou tvořeny kolíky (92, 95) přiléhajícími nebo uspořádanými těsně u

ploch (94, 97) vymezujících po uzavření držáku (26) výřezy (90, 91).

8. Peristaltické čerpadlo podle kteréhokoliv z předchozích bodů, vyznačující se tím, že ve válcovém pouzdru (1) je uspořádáno hnací ústrojí (100, 102) válečkové hlavy (22), která je na tomto válcovém pouzdru (1) uspořádána vyměnitelně.

9. Peristaltické čerpadlo podle bodu 8, vyznačující se tím, že válečková hlava (22) je k válcovému pouzdru (1) připojena bajonetovým uzávěrem (27, 53), jehož jedna část (27) je připevněna na válcovém pouzdru (1) a spolupůsobící část (53) na válečkové hlavě (22) a sestává z vystupujícího chrániče (57) válečků (32), který po otočení části (53) do bajonetového uzávěru chrání na protilehlé straně držáku (26) válečky (32) válečkové hlavy (22).

10. Peristaltické čerpadlo podle kteréhokoliv z předchozích bodů, vyznačující se tím, že válečková hlava (22) sestává z dutého náboje (31) připevněného k pouzdru (1), na kterém je otočně uložena válečková klec (30) obsahující válečky (32) a kterým otočně prochází primární hřídel (39, 63) pro spojení s hnacím ústrojím (100, 102), přičemž válečková klec (30) je nahoře uzavřena krytem (36, 60), kterým je primární hřídel (39, 63) spojen s válečkovou klecí (30).

11. Peristaltické čerpadlo podle bodu 10, vyznačující se tím, že primární hřídel (63) je s krytem (60) spojen redukční převodovkou (62), zejména planetovou redukční převodovkou.

12. Peristaltické čerpadlo podle kteréhokoliv z předchozích bodů, vyznačující se tím, že válečková hlava (22) je opatřena pěti válečky (32) rozloženými rovnoměrně kolem válečkové hlavy (22) v kružnici o průměru nejvýše 63,5 mm.

13. Peristaltické čerpadlo podle kteréhokoliv z předchozích bodů, vyznačující se tím, že hnací ústrojí sestává ze stejnosměrného motoru (100) s tištěným vinutím, který je spojen s hnacím hřídelem (23) propojeným s válečkovou hlavou (22) redukční převodovkou (102), zejména planetovou redukční převodovkou.

14. Peristaltické čerpadlo podle kteréhokoliv z předchozích bodů, vyznačující se tím, že hnací ústrojí (100, 102) je propojeno s elektronickými regulačními obvody (19, 148) pro nastavení rychlosti tohoto hnacího ústrojí (100, 102) a displejem (13) pro vizuální indikaci rychlosti čerpání, která se odvozuje od signálu odpovídajícího rychlosti otáčení hnacího ústrojí (100, 102) a dalšího signálu odpovídajícího průměru pružné čerpací trubice (25) obepínající válečkovou hlavu (22).

15. Peristaltické čerpadlo podle bodu 14,

vyznačující se tím, že signál odpovídající rychlosti otáčení hnacího ústrojí (100, 102) je generován tachometrem (143) pro snímání rychlosti otáčení motoru (100) a signál odpovídající průměru pružné čerpací trubice (25) je generován snímačem (124) pro snímání zvolené obloukové vložky (87) uložené v držáku (26) této pružné čerpací trubice (25).

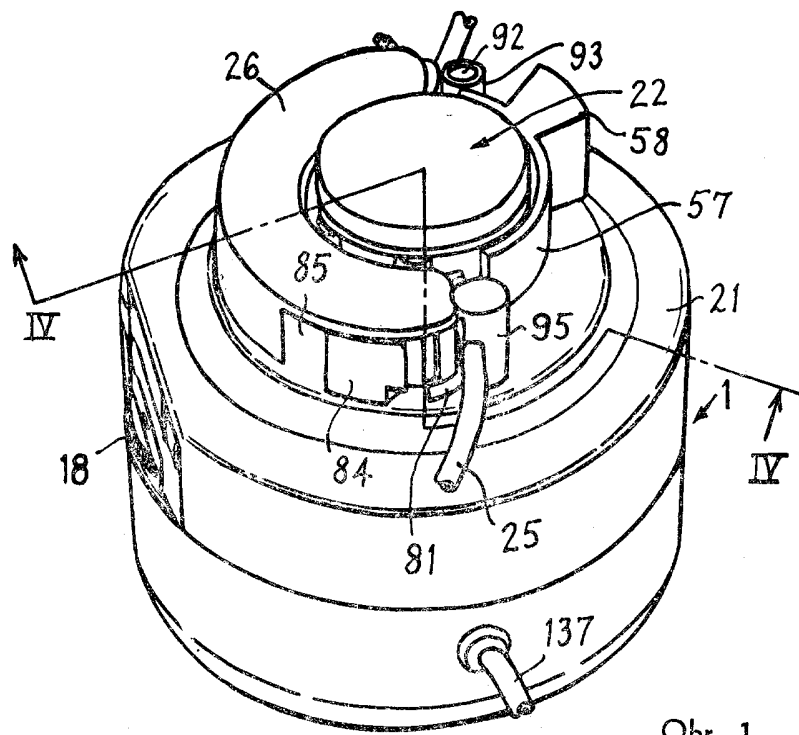
16. Peristaltické čerpadlo podle kteréhokoliv z předchozích bodů, vyznačující se tím, že elektronické regulační obvody obsahují obvody (147, 161, 162) pro detekci závad a sledování činnosti peristaltického čerpadla a prostředky (160, 164) reagující na detekční obvody (147, 161, 162) a generující varovný signál a/nebo vypínající hnací ústrojí (100, 102).

17. Peristaltické čerpadlo podle bodu 16, vyznačující se tím, že detekční obvody (147, 161, 162) závad sestávají z fotodetektoru

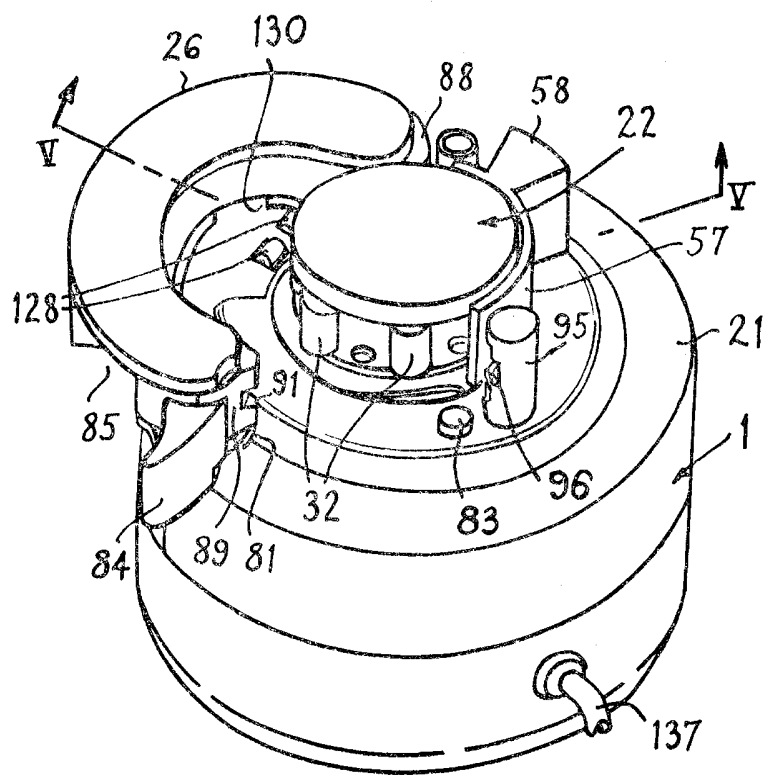
snímačícího proudění kapaliny pružnou čerpací trubicí (25) na výstupní straně peristaltického čerpadla, za účelem detekování bublin a jiné cizí hmoty a pro aktivování detekčních obvodů (160, 164) závad.

18. Peristaltické čerpadlo podle bodu 16 nebo 17, vyznačující se tím, že detekční obvody závad obsahují indikátor (147) poruchy tachometru (143) a detektor (161) nadměrného zrychlení nebo zpomalení motoru (100) a dále spínač (126) blokující činnost motoru (100) až do uzavření držáku (26).

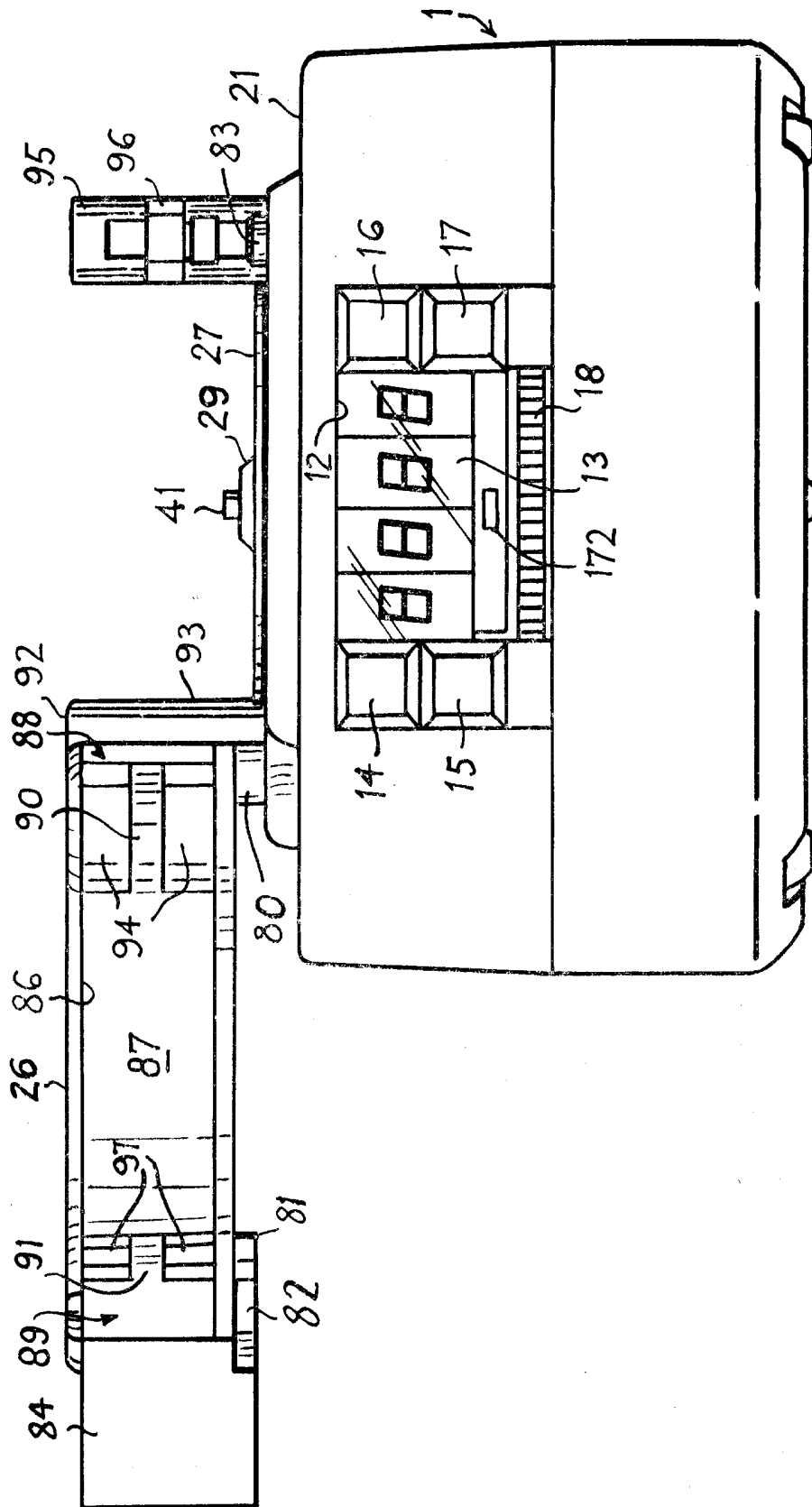
19. Peristaltické čerpadlo podle bodu 16, 17 nebo 18, vyznačující se tím, že obsahuje první ručně ovládaný spínač (14) pro vyřazení detekčních obvodů závad v případě závady a druhý ručně ovládaný spínač (17) pro téměř nepřetržité přepnutí hnacího ústrojí (100, 102) na plnou rychlost a vyřazení detekčních obvodů závad z činnosti.



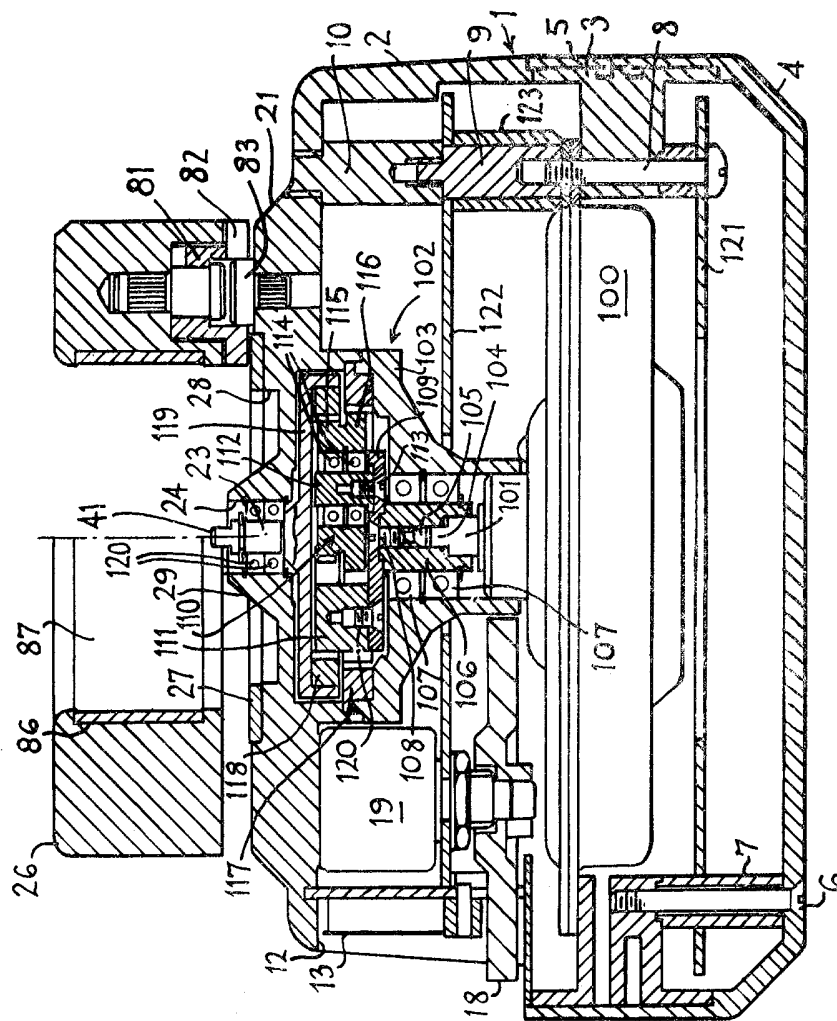
Obr. 1



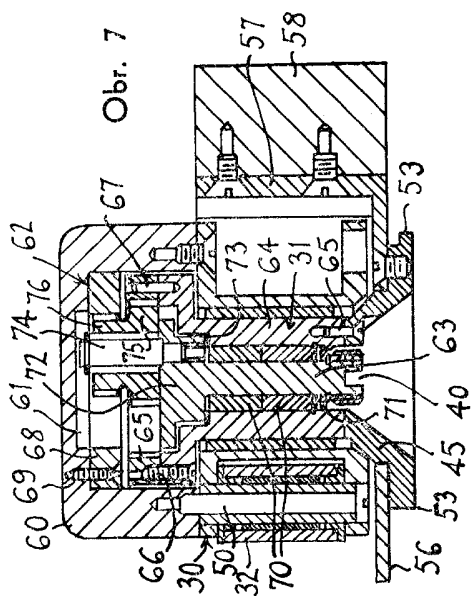
Obr. 2



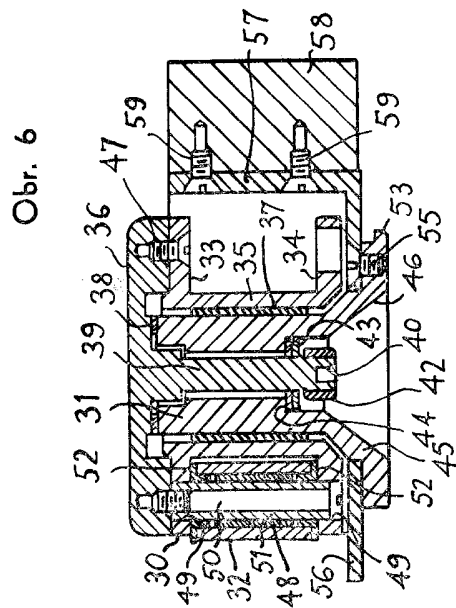
Obr. 3



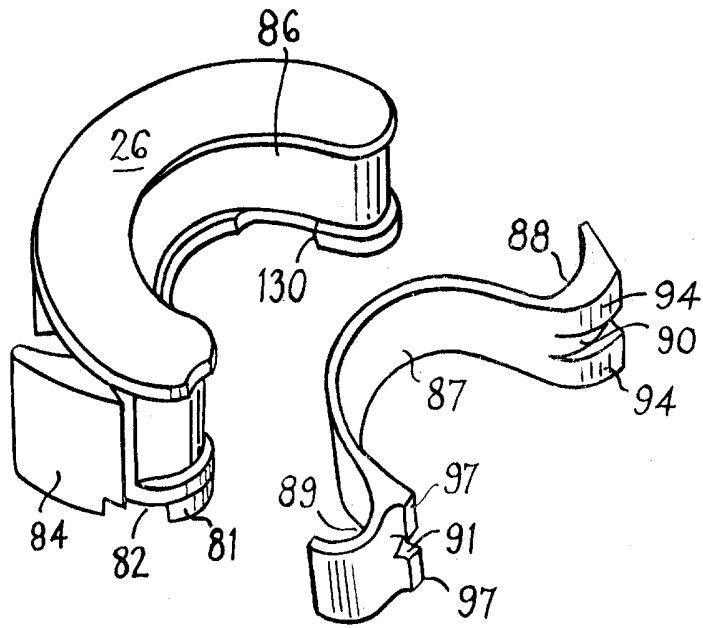
404



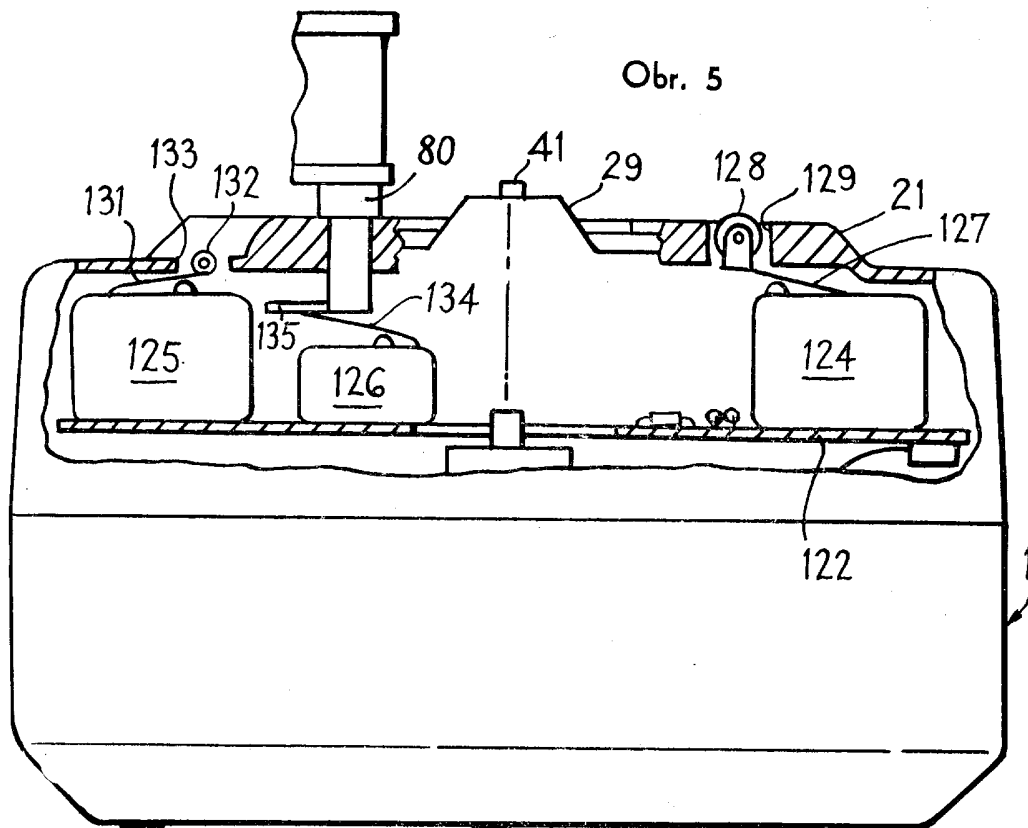
Ob. 7.



Obt. 6



Obr. 8



Obr. 5

