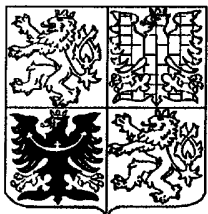


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 66-94

(13) A3

5(51)

G 10 K 11/16

(22) 16.07.91

(32) 16.07.91

(31) 91US/9104876

(33) WO

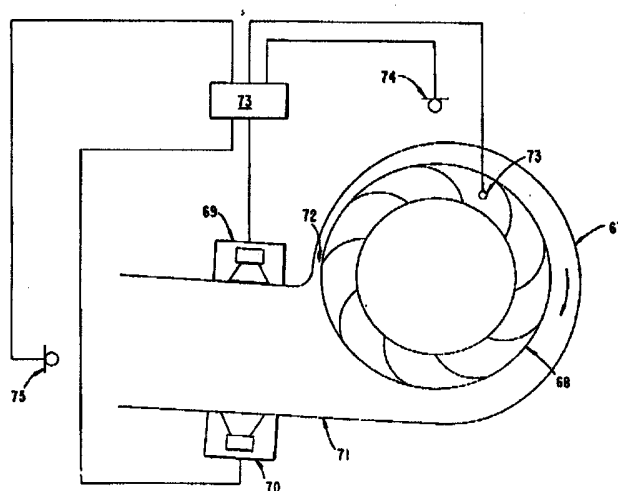
(40) 18.05.94

(71) NOISE CANCELLATION TECHNOLOGIES, INC.,
Linthicum, Maryland, US;

(72) Ziegler Eldon W., Columbia, Maryland, US;
McLoughlin Michael P., Sykesville, Maryland, US;
Verschueren Luc, Pocono, Connecticut, US;
Eghtesadi Khosrow, Shelton, Connecticut, US;
Arnold Michael, Westminster, Maryland, US;
Friesen Robert, Pasadena, Maryland, US;

(54) Vysoceúčinný ventilátor s adaptabilním
odstraňováním hluku

(57) Kompaktní vysoceúčinný ventilátor je opatřen mikrofony (74,75) a reproduktory (69,70) a adaptabilní řídicí jednotka (73) pro odrušení hluku. Konstrukce ventilátoru eliminuje širokopásmový hluk a adaptabilní řídicí jednotka pak snižuje zbývající tonální složku hluku.



Vysocoučinný ventilátor s adaptabilním odstraňováním hluku

Pril.	URAD PRŮMYŠLOVÉHO VLASTNICTVÍ	16. 11. 94	DOŠLO	0 0 9 2 6 5 5	č. j.
-------	-------------------------------------	------------	-------	---------------	-------

Oblast techniky

Vynález se týká zvýšení účinnosti jak odstředivých, tak axiálních ventilátorů při současném odstranění zvýšeného hluku, způsobeného zvýšením jejich účinnosti.

Jako příklad je na tomto místě s odkazem na obrázek 13 ukázáno typické dmychadlo nebo odstředivý ventilátor.

Geometrie skříně odstředivého ventilátoru je charakterizována expanzním úhlem β , rozvinutou délkou r_0 a šířkou skříně W_s . Expanzní úhel definuje stupeň rozšíření spirálové skříně ventilátoru. Jak je známé, jsou používány dva typy expanze; buď lineární nebo exponenciální. Pro případ lineární expanze poloměr zakřivení spirálové skříně je matematicky popsán vztahem

$$r = r_0 (1 + \beta y),$$

kde r je poloměr v určité obvodové poloze, r_0 je poloměr zakřivení na počátku spirály a β je úhel rozšíření na počátku spirály. Je zřejmé, že poloměr zakřivení spirály se zvětšuje lineárně v závislosti na obvodové poloze y . Matematický popis exponenciálního rozšíření je

$$r = r_0 \exp(\beta y)$$

Rozvinutá délka r_0 definuje délku, podél které se skříň ventilátoru rozšiřuje. Nejmenší vzdálenost mezi oběžným kolem a skříní dmychadla způsobuje u skříně její uzavření a je proto nazývána závěrná vůle a je označena CC. Závěr přispívá k usměrňování proudu z oběžného kola do výfuku skříně ventilátoru. Geometrie závěru je obvykle charakterizována poloměrem závěru r_c . U předmětného vynálezu je dosaženo vyšší účinnosti právě snížením závěrné vůle CC.

Tonální složka hluku odstředivého ventilátoru je generována v oblasti závěru skříně vzájemným působením nejednotného toku opouštějícího oběžné kolo. Tento děj způsobuje velké tlakové ztráty v závěru ventilátoru, které se dále přemění ve zvukové vlnění

s přechodovou frekvencí lopatek, BPF ($BPF = Z.N$, kde Z je počet lopatek oběžného kola a N je rotační rychlost oběžného kola) a vyšší harmonické. Je zřejmé, že rychlostní profil při výtoku z ventilátoru se vyrovnává, když se zvětšuje vzdálenost mezi lopatkami oběžného kola a závěrem ventilátoru. Zvětšená vůle tak způsobuje snížení tlakových ztrát v oblasti závěru a následně je vhodným způsobem ke snížení tonálních složek hluku odstředivého ventilátoru, ale snižuje účinnost ventilátoru a zvyšuje náhodný širokopásmový hluk.

Dalším konstrukčním parametrem, který ovlivňuje tonální hluk dmychadla, je poloměr zakřivení závěru r_c . Jak však bylo zjištěno, vliv tohoto parametru má menší význam, než závěrná vůle CC . Bylo však také prokázáno, že snížení hluku až o 6 dB může být dosaženo zvětšením poloměru závěru r_c , aniž by se ovlivnilo provedení dmychadla nebo jeho účinnost.

Běžný ventilátor je charakterizován tím, že konec závěru je rovnoběžný s lopatkami oběžného kola. Takové uspořádání způsobuje tlakové ztráty, které jsou ve fázi podél celé délky závěru a tudíž zvyšují vyzařování hluku. Odklonění buď lopatek oběžného kola nebo konce závěru nebo obou, vzhledem k ose oběžného kola, způsobuje postupný fázový posuv ztrátových tlaků působících podél délky závěru, což se projeví v určitém snížení vyzařovaného zvuku.

Rozmístěním lopatek nepravidelně na oběžném kole, zvuková energie, generovaná obíhajícími lopatkami může být rozprostřena přes širší zvukové pásmo. Toto může být žádoucí ze subjektivního hlediska, ale celkový generovaný zvukový výkon obvykle zůstává nezměněn. Bylo prokázáno, že za jistých pracovních podmínek nepravidelně rozmístěné lopatky mohou způsobit mimopásmové tóny, mající vyšší hladinu než původní tón, způsobený obíhajícími lopatkami.

Neise a Koopmann s úspěchem snížili tón způsobený obíhajícími lopatkami použitím akustického rezonátoru v závěru ventilátoru. Rezonátor byl vytvořen ze série perforovaných desek se stejným zakřivením jako původní závěr tak, aby zachovával původní geometrii skříně ventilátoru. Rezonátor mohl být laděn změnou jeho délky

prostřednictvím pohyblivé vidlice. Použitím rezonátoru mohl být tón snížen až o 29 dB, což znamená snížení celkové zvukové hladiny do 7 dB (A). Aerodynamické provedení dmyhadla nebylo přidáním rezonátoru k jeho skříni ovlivněno. Takovýto systém pracuje při jediné rychlosti ventilátoru.

Relativně málo ventilátorů má vysloveně řešeno snížení hluku v širokém pásmu. Neis předkládá v přihlášce vynálezu přechodové síťoviny podle Petrova. Jemná síťovina, umístěná na čelní hraně lopatky (tj. okolo vnitřního obvodu lopatkového kola), způsobuje v malém měřítku turbulentní obtékání za sítí. Výsledkem ohraničení lopatky je vytvoření turbulentní vrstvy a místo odtržení proudu je v souladu s tím posunuto směrem k zadní hraně lopatky. Druhá přechodová síť umístěná okolo vnějšího obvodu oběžného kola vyrovnává výstupní rychlostní profil a proto pravděpodobně dále snižuje turbulenci ve vírech za lopatkami a v důsledku toho může způsobovat i snížení hluku. Jak bylo pozorováno, hlavní nevýhoda přechodových sítí spočívá ve snížení účinnosti ventilátoru, zejména s oběžnými koly, majícími dopředu zakřivené lopatky.

Nejsouhrnější experimentální zkoumání působení konstrukčních parametrů na hluk odstředivého regulátoru bylo do současnosti provedeno Morinushiem. Jeho zjištěním bylo, že je zde pět (5) důležitých konstrukčních parametrů, týkajících se generování hluku a aerodynamického provedení odstředivého regulátoru, charakterizujících oběžné kolo s lopatkami dopředu zakřivenými a mající vnější průměr 0,18 m. Těchto pět konstrukčních parametrů je tvořeno:

- 1) poměr šířky ku vnitřnímu průměru oběžného kola $\frac{W}{D}$;
- 2) axiální vstupní vůle C_i
- 3) úhel nastavení lopatky (definovaný jako úhel mezi tetivou lopatky a radiální čarou vycházející z osy oběžného kola;
- 4) poměr výšky lopatky ku délce tětivy
- 5) úhel rozšíření spirály.

Dosavadní stav techniky

Předložený vynález představuje důležitý krok vpřed od prvotních pokusů zkonstruovat tiché ventilátory a jejich lopatky, které jsou používány k přemísťování např. vzduchu.

K absorpci hluku byly při počátečních pokusech používány pasivní techniky jako různé tlumiče, isolační tkaniny a různé stěny.

Zatímco takováto opatření snižovala pouze některé zvuky, jejich větší část zůstávala a tudíž vyvstávala otázka jak dále i ty odstranit. Konstrukteři aby snížili tento hluk, jednoduše jej převedli do oblasti širokopásmové a to za cenu následného snížení účinnosti ventilátoru.

Teprve nedávno byl využit další, třetí prostředek aktivního vyrušení hluku. Tento způsob využívá lineární průtočné techniky nebo "kanálového" řešení. Nevýhody takového řešení jsou, že trubka, resp. kanál, musí být extrémně dlouhý a mikrofony musí samy být v proudu vzduchu.

Předložený vynález překonává všechna předchozí řešení. Systém podle této přihlášky snižuje náhodnou složku hluku lepším konstrukčním řešením ventilátoru. Tento systém rovněž odstraňuje tonální hluk použitím adaptabilní aktivní řídicí jednotky. Výhody řešení dle předložené přihlášky vynálezu jsou následující. Není třeba použít dlouhý kanál, není třeba, aby mikrofony byly přímo umístěny v proudu vzduchu, čímž se snižují náklady na instalaci mikrofonů, ventilátory mají v podstatě zcela tichý chod a jsou vysoce účinné, čímž se snižují i požadavky na elektrický příkon.

Je nejvýhodnější, když ventilátor pracuje co nejbližší oblasti maximální účinnosti. Výhodné vodítko pro zajištění takové podmínky je parametr známý jako specifická rychlost, který váže všechny veličiny, které ovlivňují výběr kteréhokoliv zařízení pro dmychání vzduchu

$$N_S = \frac{Q_1/2n}{p_S^{3/4}}$$

kde N_s = specifická rychlost

Q = průtočná rychlost v Cfm

n = rotační rychlost v ot/min

P_s = statistický tlak daný výškou v palcích vodního sloupce.

Význam specifické rychlosti je odvozen ze skutečnosti, že pro kterýkoliv konstrukční návrh ventilátoru je zde dosažitelná hodnota účinnosti pro danou hodnotu specifické rychlosti bez ohledu na velikosti ventilátoru nebo rotační rychlost. Druh aplikace ventilátoru určuje specifickou rychlost, při níž musí ventilátor pracovat a optimální volba ventilátoru je, když tento má vysokou účinnost při specifické rychlosti požadované aplikací.

Na obr. 14 jsou znázorněny rozsahy vhodných specifických rychlostí, kterým jsou přiřazeny odpovídající součiny. Jak je znázorněno na obrázku, odstředivé ventilátory s dopředu zakřivenými lopatkami mohou být používány v rozsahu specifických rychlostí od 7000 do 55000 s nejlepšími výsledky v intervalu od 20000 do 35000, oběžná kola se smíšeným průtokem mohou být využívána v rozsahu od 20000 do 70000, nejlépe však v rozsahu 30000 až 55000, zatímco vrtulové ventilátory mohou pracovat v rozsahu od 90000 do 215000, avšak neúčinněji v rozmezí 100000 až 150000.

Provozovatel ventilátoru má obvykle určitou volnost ve volbě specifické rychlosti jako výběrového kritéria, protože číselná hodnota specifické rychlosti pro dané provedení je přímo úměrná rotační rychlosti. Správným výběrem rotační rychlosti pro požadované zařízení může být dosaženo takové specifické rychlosti, aby tato spadala do rozsahu oblasti s velkou účinností pro požadovaný typ ventilátoru. Přiblížení se tomuto je zejména jednoduše dosažitelné u ventilátorů poháněných řemenem. Při přímém použití pohonu elektromotorem je dosažení požadovaných hodnot rotační rychlosti omezenější.

Tam, kde jsou požadovány vysoké účinnosti v oblasti specifické rychlosti, ležící mezi ventilátory se smíšeným průtokem a axiálními ventilátory, někteří výrobci mohou dodávat speciálně pro zákazníka navržený ventilátor; pro rozsah otáček ležící pod standardními ventilátory mohou být dodávány ventilátory se specifickou rychlostí od 3000. Ventilátory mohou být také dodávány pro specifické rychlosti tak nízké jako např. 1000.

Podle obrázku 14 ventilátor obecně pracuje, za účelem snížení hlukové hladiny, se specifickou rychlostí podle sklonu čáry, ohraničující oblast ve tvaru diamantu od 200 až k vrcholu oblasti při specifické rychlosti 300, kde je dosaženo vyšší účinnosti. Pokud volba specifické rychlosti je mimo uvedené sklony, průběhy hluků se mění z tonálního na náhodné.

Ventilátory podle stávajícího stavu techniky představovaly kompromis mezi jejich účinností a přijatelnou hlučností. Často zvýšení účinnosti ventilátorů vyžaduje menší vůle mezi oběžným kolem a skříní ventilátoru, přičemž snížení širokopásmové hlukové hladiny vyústí naopak v silnější tonální zvuk. Avšak tyto tóny jsou posuzovány jako méně přijatelné než širokopásmový, nahodilý¹ hluk. Proto účinnosti byly snižovány, aby se dosáhlo u ventilátoru přijatelného širokopásmového, nahodilého¹ hluku. Avšak "hladina" širokopásmového hluku je vyšší než odpovídající účinnost ventilátoru.

Bartenwerfer et.al.¹ v článku "Snížení hluku u odstředivých ventilátorů akusticky řešenou skříní". Nois Control Engineering, May-June 1977, sv. 8, č. 5 str. 100 až 107, popsal způsob celoplošného snížení zvukové hladiny prostřednictvím akusticky řešené skříně ventilátoru. Avšak toto řešení není přijatelné v některých prostředích a propouští podstatné tonální hluky.

Neise a Koopmann v článku "Aktivní zdroje v závěrech odstředivých ventilátorů ke snížení jemných tónů" (Journal of Vibration and Acoustics) popisují užití laděných resonátorů, umístěných v závěru odstředivých ventilátorů, aby vytvořily sekundární zdroj zvuku částečně rušícího tón, vytvářený průchodem lopatek. Navíc popi-

sují elektrický systém, který generuje rušící zvuk filtrováním signálu, proměného s časem, z ventilátoru a ručním nastavováním fáze amplitudy každé frekvenční složky rušícího signálu. Elektronický systém využíval drahé laboratorní zkušební vybavení a požadované ruční nastavení jej činilo neupotřebitelným v odpovídajících aplikacích. Ani laděné rezonátory ani elektronický systém se nepřizpůsobují změnám fáze frekvence nebo amplitudy hluku generovaného ventilátorem. Navíc jednoduše přidání tonální odstředivosti hluku k nezdokonalému ventilátoru nezvyšuje účinnost ventilátoru ani nesníží širokopásmový náhodný hluk. Neise jde dále ve stejném směru v článku "Přehled metod pro snižování hluku u odstředivých ventilátorů", zveřejněném v Journal of Engineering for Industry 104, str. 151-161, 1982.

Neise v UK. patentu č. 2 117 646 popisuje aplikaci své technologie, čímž se pokouší překonat problém stálého nuceného ladění délky rezonátoru. Využívá systém, ve kterém je zvukový zdroj ovlivňován změnami frekvence, odpovídajícími rychlosti oběžného kola. Fázuje zvukový zdroj opačně ke zvuku, který si přeje, aby byl odstraněn a uvádí, že hluky jsou odstraněny alespoň částečně. Aby dosáhl částečného ztišení, používá nastavitelný obvod pro posun fáze, využívající zvukový měnič. Aby aktivoval zvuk s protifází, používal mikrofon na straně reproduktorové skříně. V nejnovějším provedení používá obvod k fázovému posuvu, který je nastavován tak, že ke změně hladiny zvuku s opačnou fází je využívána amplituda.

Metody adaptabilního odrušování hluku podle stávajícího stavu techniky, aplikované na odstranění hluku ventilátorů, používají kanál, ve kterém je zabudováno proti směru dmychaného vzduchu čidlo pro detekci hluku a ve směru proudu je pak umístěna akční jednotka generující zvuk pro odstranění vlastního hluku ventilátoru.

Chaplin v článku "Anti-noise-the Essex Breakthrough" Chartered Mechanical Engineer, str. 41-48, 1983 spolu s G.L.Warmakem v US patent. spisu č. 4 473 906 a Erickssonem v "Aktivní odhlučňovací systém s on-line pracujícím reproduktorem, se zjišťováním odchylky a zpětnou vazbou" z US patentového spisu č. 4 677 676 popisují ta-

kové metody. Tyto metody však vyžadují takovou délku kanálu, že jsou nepoužitelné u malých zařízení, dále vyžadují vyšší náklady a je nebezpečí instalace čidla v místě s možností turbulentního proudění vzduchu. Odstraňují hluk pouze v jednom směru, často na výstupní straně. Aby byl vyrušen také hluk na vstupní straně ventilátoru, je třeba použít druhé instalace. Vzájemné působení však toto činí složitým.

Hill v US patentovém spisu č. 5 010 516 popisuje aktivní akustický systém zeslabující hluk ventilátoru, vyvolaný rotací lopatek, využívající sinusový signál, odvozený od rotační rychlosti, vytvářený akcelerometrem připojeným k ventilátoru a využívaný pro adaptabilní filtr, který ovládá reproduktor, generující zvuk pro odrušení.

Quinlan v článku v "Proceedings of Inter-noise" 89, str. 479-482, nazvaném "Aktivní ovlivňování hluku vytvářeného malými axiálními ventilátory" popsal snížení hluku u axiálních ventilátorů za použití zařízení, produkujícího elektromagnetický sekundární zvuk, ale tato metoda se nepřizpůsobuje změnám v hluku a nezlepšuje účinnost ventilátoru.

Podstata vynálezu

Předmětem tohoto vynálezu jsou tiché ventilátory, využívající zcela adaptabilní řídicí jednotku.

Dalším znakem vynálezu je jak ventilátor s tichým chodem, tak současně dosažení jeho vyšší účinnosti.

Dalším předmětem vynálezu je dosažení nižšího širokopásmového hluku u ventilátoru s účinnější konstrukcí a elektronické odstranění tonální složky hluku.

Následujícím předmětem vynálezu je zmenšení závěrné vůle u odstředivých ventilátorů a následné snímání a elektronické odstranění zvýšeného hluku.

Ještě dalším předmětem vynálezu je rychlý adaptabilní systém ke sledování změn frekvence, fáze a amplitudy hluku, vydávaného

účinnějším ventilátorem v důsledku zmenšení jeho vůlí. Znakem předmětu vynálezu je také eliminace potřeby použít rezonátory u tichých ventilátorů.

Předmětem vynálezu je dále zmenšení všech rozměrů ventilátoru a jeho skříně.

Dalším předmětem vynálezu je snížení elektrického příkonu ventilátoru.

A konečně ještě dalším předmětem vynálezu je snížení nákladů na mikrofony, potřebné k ovládnání systému.

Popis vynálezu

Předložený vynález poskytuje účinnější a tišší ventilátor, čehož je dosaženo spojením vysoce účinné konstrukce ventilátoru s aktivním adaptabilním rušením tonálního zvuku. Účinnost ventilátoru je zlepšena zmenšením vůlí u ventilátoru, jako např. mezi oběžným kolem a skříní ventilátoru, mezi lopatkami oběžného kola a závěrem ventilátoru. Obecně zmenšení těchto vůlí vede ke zvýšení tonálního zvuku při mnohonásobné frekvenci rotujících lopatek. Tyto tóny jsou odstraňováním aktivní adaptabilní metodou, která reaguje automaticky na změnu hluku frekvence, fáze a amplitudy tonálních složek tohoto hluku. Navíc metoda podle vynálezu nepotřebuje použití kanálů resp. náhubku, jak tomu bylo u aktivních systémů pro odstranění hluku podle stávajícího stavu techniky. Řešení podle předloženého vynálezu odstraňuje hluk jak na vstupní straně, tak na výstupní straně ventilátoru.

Je velmi dobře známo ze současného stavu techniky v daném oboru, že aktivní odstraňování hluku ve volném prostoru kriticky závisí na vlnové délce zvuku, který má být odstraněn, a rovněž na poloze zdrojů zvuku pro odstraňování hluku. Například jednoduchý dvoupolohový model ukazuje, že dva zdroje musí být umístěny v rozsahu přibližně $1/10$ vlnové délky, aby zmenšily amplitudu hluku o 6 dB. Další zmenšení amplitudy dokonce vyžaduje menší rozteč.

Užitím dokonce relativně krátkého kanálu však rozteč mezi dvěma zdroji zvuku může být zvětšena tak, že nejkratší vlnová délka, kterou je možno odrušit, je přibližně rovna dvojnásobku největšího rozměru pravouhlého kanálu nebo 1,7 násobku průměru kruhového kanálu. Například hluk z malého ventilátoru, vyfukujícího do kanálu s největším rozměrem 6" by mohl být odstraněn přibližně do frekvence 1100 Hz.

V současné době nejúčinnější aplikací zařízení pro aktivní ovládní náhodných hluků je jeho použití u lineárních systémů, tj. tam, kde hluk se šíří kanálem a tudíž je účinněji snímán, analyzován a rušen.

Obecně může být vstupní mikrofon umístěn blízko zdroje hluku a rušící reproduktor dostatečně daleko po směru proudu dmychaného vzduchu, aby se tak poskytl čas řídicí jednotce k určení potřebné frekvence, fáze a amplitudy zvuku. Další mikrofon může přiléhat na ventilátor, nebo být umístěn ve směru "proti proudu" aby snímal zbytkový hluk, informace o němž je pak posílána k řídicí jednotce, jež provede příslušná nastavení pro jakoukoliv odchylku.

Po léta byly prováděny pokusy s přímými měniči tak, že rušící zvukové vlny nepřerušovaly vstupní mikrofonní signály. Tato práce byla obtížná, komplikovaná a nikdy nevedla k přijatelnému řešení. Další koncepce měla využívat klopný obvod nebo "synch puls". Toto řešení bude pracovat pro opakující se tóny, ale zřejmě nebude dodávat řídicí jednotce správné informace k analýze náhodného širokopásmového neopakujícího se šířícího se zvuku.

Další řídicí jednotky byly popsány v mnoha publikacích a na nejrůznějších sympoziích. Cestu k vytvoření elektronické náhrady za akustickou vlnu, vzniklou v kanálu ve ventilátoru ukazuje obr. 2. Regulovaná soustava je ve skutečnosti šířící se zvuková vlna spolu se "vzorem" komplexní řady přenosových funkcí, které dovolují řídicí jednotce vyhodnotit jak se šířící se zvukové vlny mění při průchodu kanálem. Řídicí jednotka obsahuje digitální procesor s vysokou pracovní rychlostí a sestává z jednoho nebo více adaptabilních filtrů, zahrnujících jeden, který nahrazuje akustic-

kou zpětnou vazbu. Je třeba si uvědomit, že systém může dosáhnout universálního odstranění hluku (podél celého průřezu kanálu) pouze s rovinnými vlnami. Zkoušení v laboratoři i v praxi naznačuje, že mody vyšších řádů budou stále přítomny v jednokanálovém systému při chybném umístění mikrofону a tudíž řídicí jednotka vyruší pouze zvláštní fázi.

Je zřejmé, že řídicí jednotka musí zajistit:

- 1) odezvu ke změnám zdroje hluku (změna amplitudy a frekvence tonálního zvuku) a
- 2) odezvu na změny systému (teplota, průtočná rychlost, přenosové charakteristiky, chyby zařízení).

Délka systému pro odstranění hluku je stanovena:

- 1) délkou mikrofonní sondy a jejího umístění mimo oblast s nejturbulentnějším prouděním na výstupu a
- 2) vzdáleností mezi mikrofonem k reproduktoru, jež poskytuje řídicí jednotka požadované časové zpoždění, potřebné pro anaftování šířícího se zvuku.

Pro manipulaci s materiály jsou používány odstředivé ventilátory s radiálními lopatkami. Tyto ventilátory s "lopatkovým kolem" vytvářejí velmi silný tón, odpovídající frekvenci otáčení lopatek a rovněž vyšší harmonické, velmi podobné zvukům vakuové pumpy. U této aplikace ventilátorů materiál postupuje do kanálů, poté do složky systému pro aktivní rušení hluku, odstraní tóny až do frekvence tónů, vznikajících u závěru ventilátoru. Aktivní systém má výhodu oproti konvenčním tlumičům hluku v tom, že se nemůže ucpat materiálem, např. po několika hodinách provozu, jak by se mohlo stát právě u konvenčních tlumičů.

Velmi důležitou podmínkou při použití aktivní zvukové řídicí jednotky je znalost vlastní podstaty hluku. Konvenční absorpční tlumiče zeslabují jistou část hluku s neměnnou frekvencí. Aktivní systém naopak dosahuje větší snížení hluku, přičemž se přizpůsobu-

je změnám hlukové frekvenc. Zatímco pasivní tlumičové provedení může být chápáno ve smyslu, že způsobí ztráty hluku resp. jej sníží v oktávovém pásmu, provedení aktivního systému závisí na skutečném vlnovém spektru. Z tohoto důvodu je požadováno provedení analýz alespoň v 1/3 oktávového pásma pro předvídání aktivních nebo aktivních/pasivních požadavků systému. Navíc je naléhavé znát přesnou frekvenci kterýchkoliv čistých tónů, za níž existují již módy vyšších řádů pro danou velikost kanálu ventilátoru, protože jednokanálový aktivní systém nebude dosahovat úplného vyrušení hluku nad touto frekvencí. Za účelem správné aplikace systému pro aktivní rušení hluku jsou sledovány následující parametry:

- 1) výkon zdroje hluku
- 2) horní frekvence hluku, který má být snížen
- 3) znalost zvukové složky, která má být odrušena
- 4) měření, resp. analýzy hluku alespoň v 1/3 nebo ještě užším rozsahu oktávového pásma. Na základě těchto informací lze navrhnout a předpokládat provedení daného systému.

Přehled obrázků na výkresech

Obr. 1 ukazuje schematický pohled na odstředivý ventilátor, využívající poznatku podle předloženého vynálezu.

Obr. 2 představuje půdorys ventilátoru z obr. 1

Na obr. 3 je schematický náčrt axiálního ventilátoru, využívajícího poznatků vynálezu.

Na obr. 4 je nakreslen bokorys ventilátoru z obr. 3

Obr. 5 představuje bokorys jednoho ztělesnění vynálezu u odstředivého ventilátoru.

Na obr. 6 je další bokorys odstředivého ventilátoru, u kterého je uplatněn předmět vynálezu.

Obr. 7 zobrazuje zdvojené příčné uspořádání reproduktorové soustavy.

Obr. 8 zobrazuje další zdvojené uspořádání reproduktorové soustavy.

Obr. 9 na tomto obrázku je znázorněn radiální ventilátor, využívající předmětný vynález.

Obr. 10 představuje dvojité uspořádání reproduktorů podle předloženého předmětu vynálezu u radiálního ventilátoru.

Na obr. 11 je radiální ventilátor, využívající poznatku podle předloženého vynálezu.

Obr. 12 ukazuje další dvoureproduktorové uspořádání podle tohoto vynálezu.

Obr. 13 uvádí rozměry odstředivého ventilátoru a konečně

Obr. 14 představuje graf výběrových kritérií.

Příklady provedení vynálezu

Obrázky 1 a 2

Obrázek 1 představuje příklad vynálezu aplikovaného na odstředivý ventilátor 10. Vůle mezi oběžným kolem ventilátoru a obklopujícího skříní 12 je daleko menší než je tomu u dnešních běžných ventilátorů, aby se zlepšila účinnost ventilátoru 10. Výsledkem malé vůle je rozdíl tlaku u závěru 13 ventilátoru a následkem toho je generován tonální hluk. Zvukový zdroj pro odstranění hluku, obecně označovaný jako měnič 14, je umístěn podle možností co nejbližně závěru 13 ventilátoru, ať již přímo u závěru 13 nebo prostřednictvím vhodného kanálu ve tvaru trubky, nátrubku či prstence. Zvukový zdroj pro odstranění hluku může sestávat z jednoho nebo více reproduktorů, označených na obr. 1 pozicemi 15 a 16 nebo z piezoelektrických elementů. Kuželovitý kanál 17 krátké délky poskytuje akustické spojení při vysokých frekvencích.

Jak bylo uvedeno, účinnost ventilátoru 10 byla zlepšena snížením vůlí v samotném ventilátoru tak jako mezi oběžným kolem a skříní ventilátoru 20, mezi lopatkami oběžného kola a opěrkami 51 jak je naznačeno na obr. 3 a mezi lopatkami oběžného kola a závěrem 13 podle obr. 1. Čím menší jsou tyto vůle, tím hlasitější tonální hluk vzniká. Hluk je odstraňován jak u vstupní části 22 ventilátoru, tak

ve výstupní části 23.

Zvukové čidlo, například mikrofon nebo piezoelektrický element 24, je zabudováno do ventilátoru, aby poskytlo odchylkový signál, který je měřítkem účinnosti systému pro aktivní odstranění hluku. Přesná poloha čidla se může měnit tak dlouho, až je mimo oblast turbulentního proudění a měří složenou hladinu zvuku, složenou z hluku ventilátoru a zvuku ze systému pro odstranění hluku. Aktivní plně adaptabilní řídicí jednotka pro odstranění hluku 25 poskytuje rušící signál měničů 14, tvořícímu rušící zdroj, kterým se sníží úroveň odchylkového signálu. Aktivní řídicí jednotka může být synchronního typu, tak jak je popsáno v US patentovém spisu č. 4 878 188 nebo jako jednoduché čidlo nesynchronního typu, popsané Zieglerem v US patentové přihlášce ser. č. 477 432.

Obr. 3 a 4 ukazují vynález, použitý u axiálního ventilátoru 50. Opět je zde vůle 51 mezi hranami 52 lopatek a obklopující skříň 53 zmenšena za účelem zvýšení účinnosti ventilátoru. Je zde opět generován výsledný tonální hluk v důsledku rozdílů tlaků při průchodu lopatek kolem opěrek 54, nesoucích ventilátor.

Pro akustickou vazbu při odstraňování hluků v požadovaných frekvencích je použit kuželový kanál 55 s krátkou délkou. Těmito hluky jsou často hluky s frekvencí a jejich harmonických, danou míjením lopatek kolem opěrek 54, ačkoliv mohou se objevovat i hluky, dané rotační rychlostí hřídele ventilátoru. Zdroj pro rušení hluku jako jsou reproduktory 56,57, je umístěn přímo v tělese ventilátoru nebo v kanálu, napojeném na ventilátor. Zdroj pro rušení hluku může sestávat z reproduktorů, pracujících v oblasti slyšitelnosti zvuku, nebo z piezoelektrických elementů. Zvukové čidlo 58 nebo 59, jako např. mikrofon, poskytující odchylkový signál a aktivní řídicí jednotka, jsou používány, jak je popsáno v souvislosti s odstředivým ventilátorem.

Další varianty využití předmětu vynálezu u odstředivých ventilátorů předkládají obrázky 5 až 8.

Na obr. 5 je znázorněna skříň ventilátoru 60 s aktivní řídicí

jednotkou 61 pro odstranění hluku, spojenou s reproduktorem 62 a kuželový kanál 63, ústící u jazyku 64 skříň ventilátoru. Mikrofon 65 je umístěn mimo skříň - nad ní. Rychlostní čidlo 66 měří rychlost lopatkového ventilátoru.

Na obr. 6 skříň ventilátoru 67, s lopatkami 68, má pár reproduktorů 69 a 70, které jsou umístěny na protilehlých stranách výfukové komory 71, takže odstraňují hluk, vytvořený v důsledku těsné vůle 72 mezi lopatkami a skříň. Aktivní řídicí jednotka 73 pro odstranění hluku je propojena s reproduktory 69 a 70 a rovněž s rychlostním čidlem a mikrofony 74 a 75. Signály z obou mikrofonů jsou měřeny a analyzovány aktivní řídicí jednotkou 73 pro odstranění hluku za účelem dosažení maximální eliminace všech tonálních hluků.

Obr. 7 představuje skříň ventilátoru 76 a lopatkový ventilátor 77 v podstatě v podobné konfiguraci, jako je zobrazená na obr. 6, se dvěma reproduktory 78,79, usazenými na výfukovém potrubí 80, s aktivní řídicí jednotkou pro odstranění hluku 81, rychlostním čidlem 82 a mikrofonom 83. Hlavní rozdíl u tohoto uspořádání je, že reproduktory jsou uspořádány příčně.

Obr. 8 ukazuje skříň ventilátoru 84, lopatkový ventilátor 85 a dva mikrofony 86,87, propojené s řídicí jednotkou 88, která má vstupy od čidel 89 a výstupy k reproduktorům 90,91 umístěným naproti sobě na kanálech 92,93, které dodávají zvuk k jazyku 94 ventilátoru, aby vyrušil hluk generovaný v důsledku malé vůle 95.

Obrázky 9 až 12 znázorňují různé varianty montáže reproduktorů a umístění mikrofonů u axiálních ventilátorů. Obrázek 9 ukazuje axiální ventilátor 100, mající lopatky 101 a skříň 102 s nosnými členy 103. Čidlo rychlosti 104 a mikrofon 105, umístěný po směru proudu vzduchu, jsou propojeny s řídicí jednotkou 106, např. vyráběnou Noise Cancellation Technologies, Inc. a navrženou NCT 2000. Řídicí jednotka 106 je spojena s reproduktorem, umístěným vedle skříň ventilátoru 102 tak, aby vyrušila všechny tonální hluky.

Obr. 10 ukazuje ventilátor 110, opatřený lopatkami 111 a skříň 112, umístěný v kanále 113. Čidlo rychlosti 114 a dva mikrofo-

ny 115 a 116, jeden umístěný ve směru proudu vzduchu, druhý proti směru proudu, tj. před a za oběžným kolem, jsou spojeny s aktivní řídicí jednotkou 116 pro vyrušení hluku, který ovládá reproduktory 117 a 118.

Na obr. 11 je axiální ventilátor 120, mající válcovou skříň 121 a lopatky 122 okolo motorového pohonu 123. Řídicí jednotka 124 dostává informace o rychlosti prostřednictvím sensoru 125 a o tonálním hluku z mikrofону 126. Reproductor 127 bezprostředně přiléhá za oběžným kolem ve směru proudu vzduchu k motorovému pohonu 123.

Obrázek 12 představuje axiální ventilátor 130 s válcovou skříňní 131 a lopatkami 132. Je opatřen motorovým pohonem 133 a na něm vepředu a vzadu umístěnými reproduktory 134 a 135. Reproductory jsou řízeny aktivní řídicí jednotkou, která prostřednictvím čidla 137 reaguje na rychlost ventilátoru a měří pomocí mikrofónů 138 a 139 hluk ventilátorů. Jeden z mikrofónů 138 je umístěn v proudu vzduchu před ventilátorem, druhý 139 za ventilátorem.

Výše byla detailně popsána vybraná provedení podle vynálezu. Je však zřejmé, že na základě poznatků vynálezu by bylo možné s využitím obvyklých zkušeností z daného oboru vyvinout další varianty a alternativy. Je tudíž zřejmé, že předložená uspořádání jsou míněna jen jako ilustrativní, neomezující rozsah vynálezu, jenž je dán v plné šíři v přiložených nárocích.

66-94

příl.	URAD PRŮMYŠLOVÉHO VLASTNICTVÍ	16. II. 94	DOŠLO	009265	č.j.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

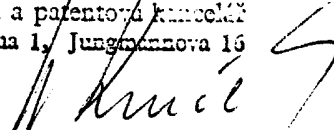
1. Zařízení pro aktivní odstranění hluku, vytvářeného rotací lopatek v tekutinovém pohybujiícím se systému, zvyšující účinnost systému, přičemž zařízení se skládá z:
 - prostředku, který udržuje tekutinu v ohraničeném a vymezeném prostoru, prostředku k urychlení a kompresi vzduchu v uvedeném prostoru tak, aby se snížil širokopásmový hluk, přičemž se propouští tonální složka, jako převládající zdroj hluku
 - prostředku ke sledování průchodové frekvence lopatek
 - prostředku pro detekci hluku generovaného prostředkem k urychlení a kompresi při protlačování tekutiny ohraničeným a vymezeným prostorem a pro vytvoření signálu, nesoucího informaci o tomto hluku
 - prostředku pro hlasitou reprodukci, přiléhajícímu k prostředku obklopujícímu tekutinu
 - prostředku elektronického řízení pro příjem signálu nesoucího informaci o průchodové frekvenci lopatek a pro příjem signálu odpovídajícího generovanému hluku a rovněž pro vytvoření ekvivalentního, proti hluku působícího zvuku, dodávaného uvedenému prostředku pro hlasitou reprodukci, čímž generovaný zvýšený hluk se akusticky sníží tímto ekvivalentním proti hluku působícím zvukem za současného zvýšení účinnosti systému pro uvádění tekutiny do pohybu
2. Zařízení podle bodu 1, ve kterém prostředek k urychlení a kompresi tekutiny je tvořen odstředivým ventilátorem, majícím malou vůli mezi skříní a rotační částí opatřenou lopatkami
3. Zařízení podle bodu 2, kde prostředek pro detekci hluku je tvořen alespoň jedním mikrofonním prostředkem
4. Zařízení podle bodu 3, kde mikrofonní prostředek obsahuje dva mikrofony, z nichž jeden je umístěn blízko vstupu do skříně ventilátoru, zatímco druhý je umístěn blízko výstupu pohybujiící se tekutiny z uvedeného systému.

5. Zařízení podle bodu 2, ve kterém prostředek pro hlasitou reprodukci obsahuje alespoň jeden reproduktor, umístěný v přechodu skříňně ventilátoru ve tvaru šroubové plochy do výfukového kanálu, upravený pro vytváření zvuku, působícího proti frekvenci, fázi a amplitudě tonální složky hluku.
6. Zařízení podle bodu 1, ve kterém systémem pro pohon tekutiny je axiální ventilátor, zabudovaný v tělese průtočného kanálu.
7. Zařízení podle bodu 6, u kterého prostředek pro detekci hluku obsahuje alespoň jeden mikrofonní prostředek.
8. Zařízení podle bodu 7, ve kterém mikrofonní prostředek obsahuje dva mikrofony, jeden je umístěn v protisměru proudu dmychané tekutiny a druhý po směru proudu tekutiny za oběžným kolem ventilátoru.
9. Zařízení podle bodu 6, ve kterém prostředek pro hlasitou reprodukci obsahuje alespoň jeden reproduktor, zabudovaný ve středu axiálního ventilátoru.
10. Zařízení podle bodu 6, kde prostředek pro hlasitou reprodukci obsahuje dva reproduktory zabudované ve směru, resp. v protisměru proudu dmychané tekutiny.
11. Plně adaptabilní aktivní systém pro odstranění hluku vznikajícího při činnosti rotujících lopatek v zařízení pro udělení pohybu plynu za současného zvýšení účinnosti zařízení, přičemž tento systém obsahuje:
 - prostředek tvořící skříň, ohraničující ventilátor, pro snížení širokopásmových hluků, zatímco tonální složka hluku je propouštěna
 - prostředek k dopravě plynu v uvedeném prostoru takovým způsobem, aby se snížily jakékoliv širokopásmové hluky, přičemž tonální složka hluku je propouštěna
 - sledovací prostředek upravený ke sledování frekvence prostředku dopravujícího plyn a ke generování signálu nesoucího informaci o této frekvenci

- hlukem aktivované prostředky k detekci hluku, generovaného pohybem plynu skrze prostředek, tvořící skříň a k vytvoření signálu, nesoucího informaci o tomto hluku
 - reproduktorový prostředek, umístěný blízko prostředku, tvořícího skříň a
 - adaptabilní řídicí prostředek pro příjem jednak signálů, nesoucích informaci o frekvenci prostředku, dopravujícího plyn a jednak signálů od hlukem aktivovaných prostředků, přičemž adaptabilní řídicí prostředek kontinuálně vytváří zvukový signál s opačnou a stejně velkou amplitudou jakou má tonální hluk a účinně jej snižuje, přičemž se zvyšuje účinnost zařízení dopravujícího plyn.
12. Systém podle bodu 11, ve kterém uvedené zařízení je představováno odstředivým ventilátorem a plynem je vzduch.
 13. Systém podle bodů 11, ve kterém je uvedeným zařízením odstředivý ventilátor, přičemž reproduktorový prostředek je umístěn blízko přechodu skříňe ve tvaru šroubové plochy do výfukového kanálu a je upraven k vytváření zvuku, který působí proti frekvenci, fázi a amplitudě tonálního hluku.
 14. Systém podle bodu 11, ve kterém reproduktorový prostředek je umístěn vně prostředku, tvořícího skříň ventilátoru, takže je mimo proud pohybujícího se plynu.
 15. Systém podle bodu 14 a kterého prostředek tvořící skříň zahrnuje krátký kanál.
 16. Systém podle bodu 15, který obsahuje jednak hlukem aktivovaný prostředek tvořený dvěma mikrofony, přiléhajícími k prostředku, tvořícímu skříň, přičemž každý z mikrofonů je upraven pro generování signálu, představujícího informaci o hluku způsobovaného zařízením dopravujícím plyn a jednak adaptabilní řídicí prostředek pro sloučení obou signálů, za účelem zvýšení schopnosti kontinuálně a dle potřeby vytvářet signál pro reproduktorový prostředek, jenž pak generuje zvuk s opačnou a stejně velkou amplitudou.

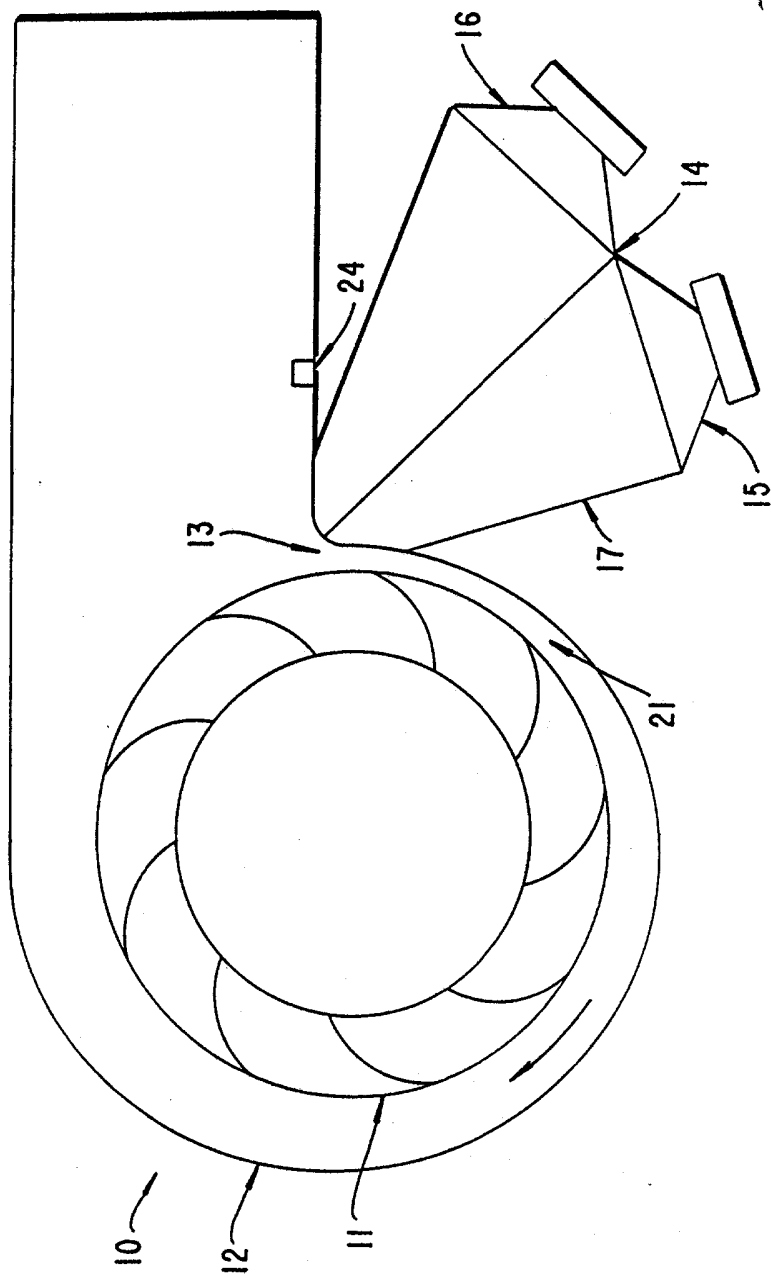
17. Systém podle bodu 16, kde uvedeným zařízením je odstředivý ventilátor.
18. Systém podle bodu 11, kde uvedeným zařízením je axiální ventilátor zabudovaný v průtočném kanále, přičemž prostředek pro detekci hluku obsahuje alespoň jeden mikrofonní prostředek.
19. Systém podle bodu 18, který má dva mikrofonní prostředky, umístěné přilehle k prostředku tvořícímu skříň.
20. Systém podle bodu 18, kde reproduktorové prostředky obsahují alespoň jeden reproduktor uchycený na střed náboje uvedeného axiálního ventilátoru.

JUDr. Ivan KORBČEK
Advokátní a patentová kancelář
110 09 Praha 1, Jungmannova 19



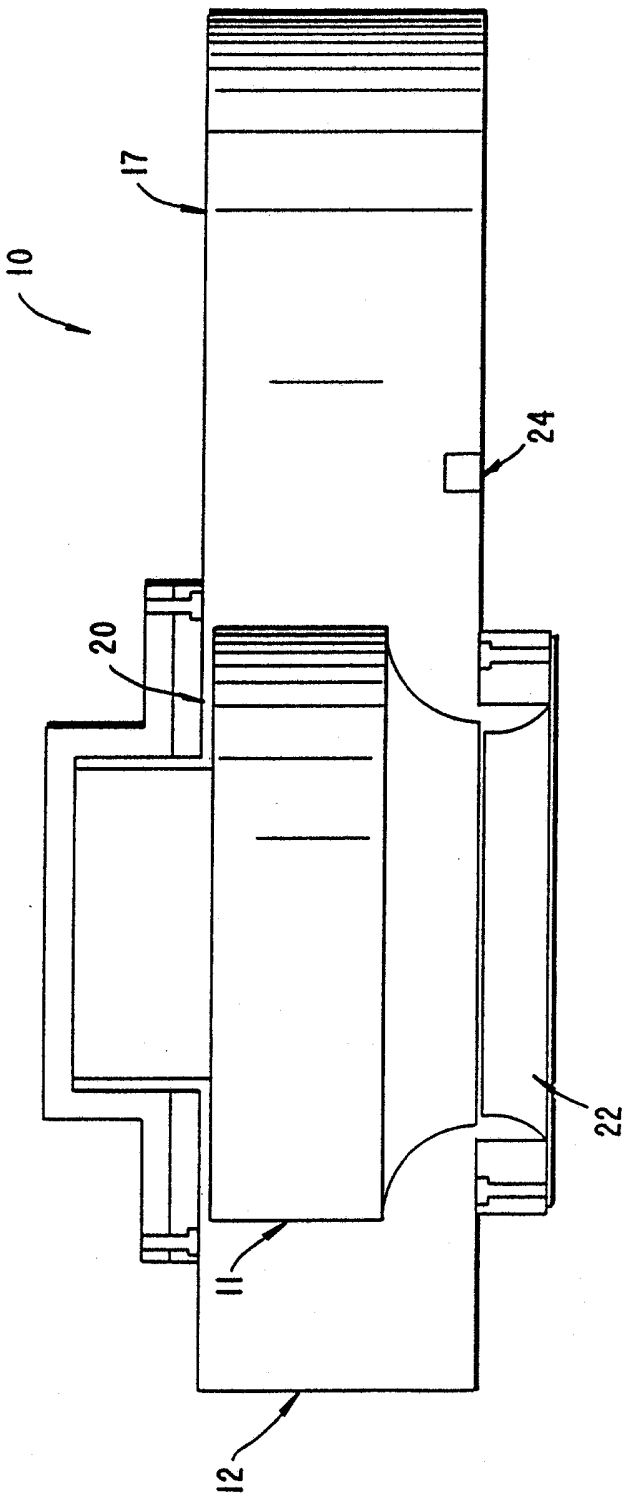
PRIL.
 PROGRAMSLOVENO
 ELASTICITAT
 16. 11. 97
 00510
 009265
 2. J.

1 / 1



OBR. I

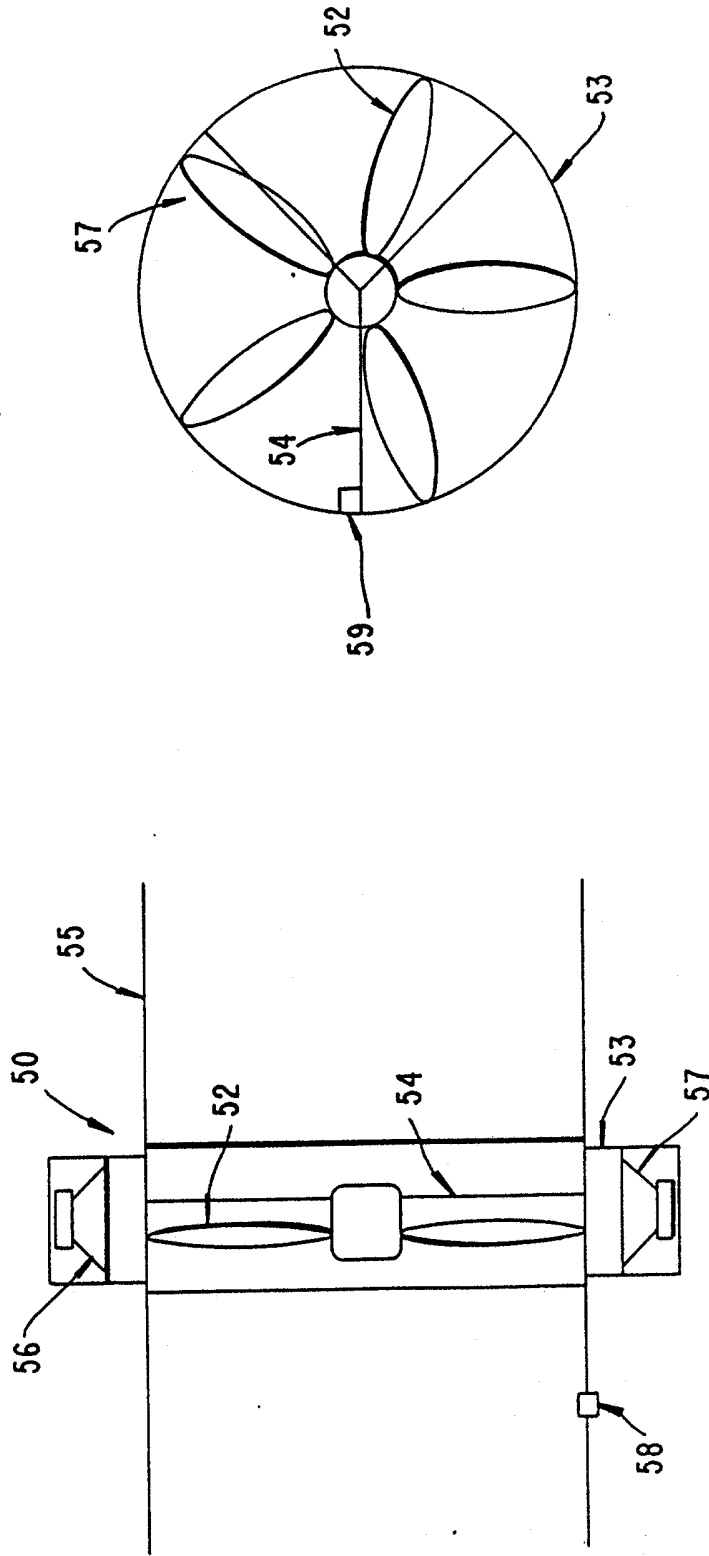
2/13



PRIL.
PŘEMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ
GRAD
16. 11. 97
00810
009265
z.j.

OBR. 2

3 / 13



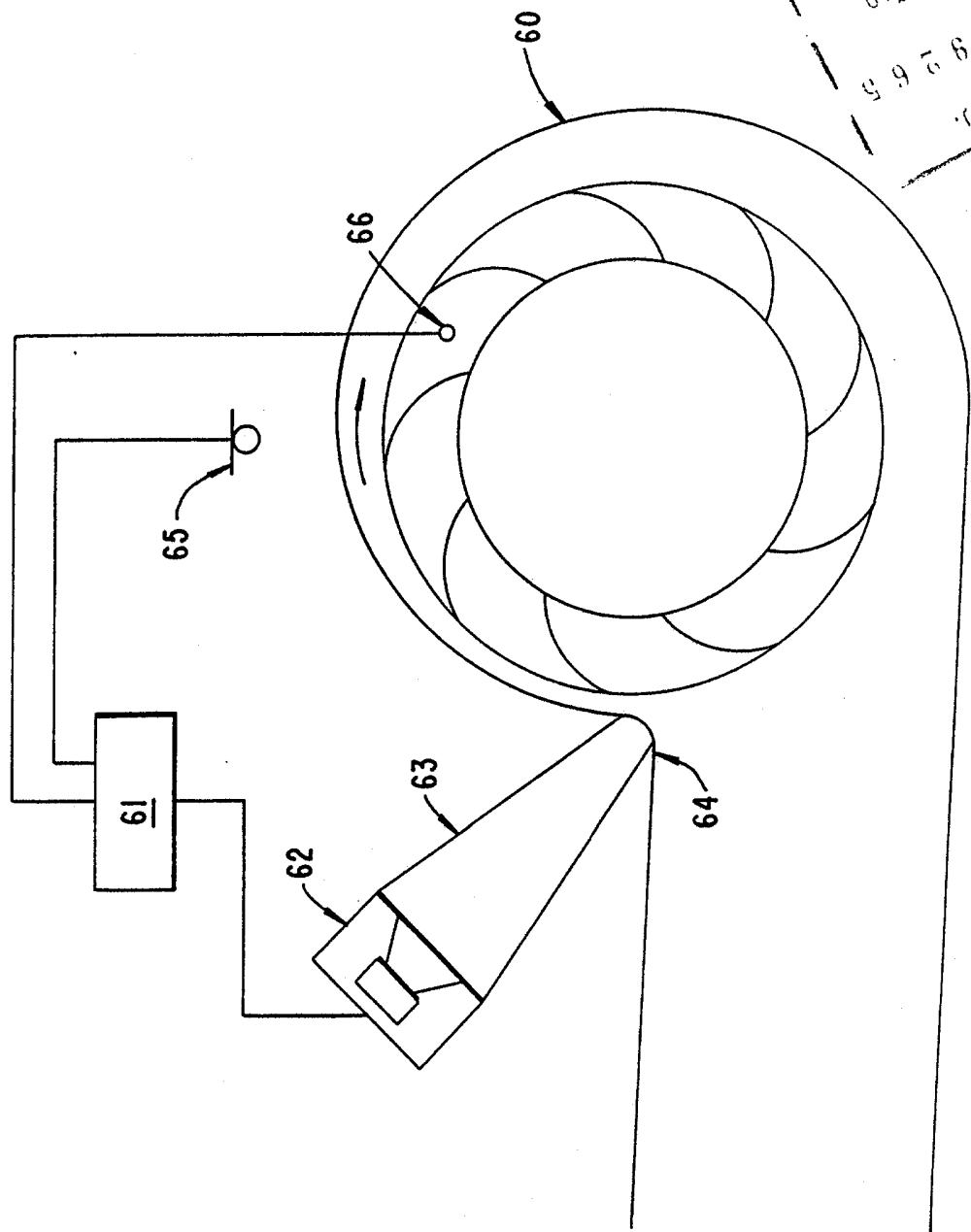
OBR. 4

OBR. 3

PRIL.
PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ
ÚRAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ
16. II. 94
DOŠLO
009265
Č. J.

PRIL.
 PERMYSCOVENHO
 URAD
 ELASTICTIV
 16.11.94
 00510
 009265
 2.1

4/13

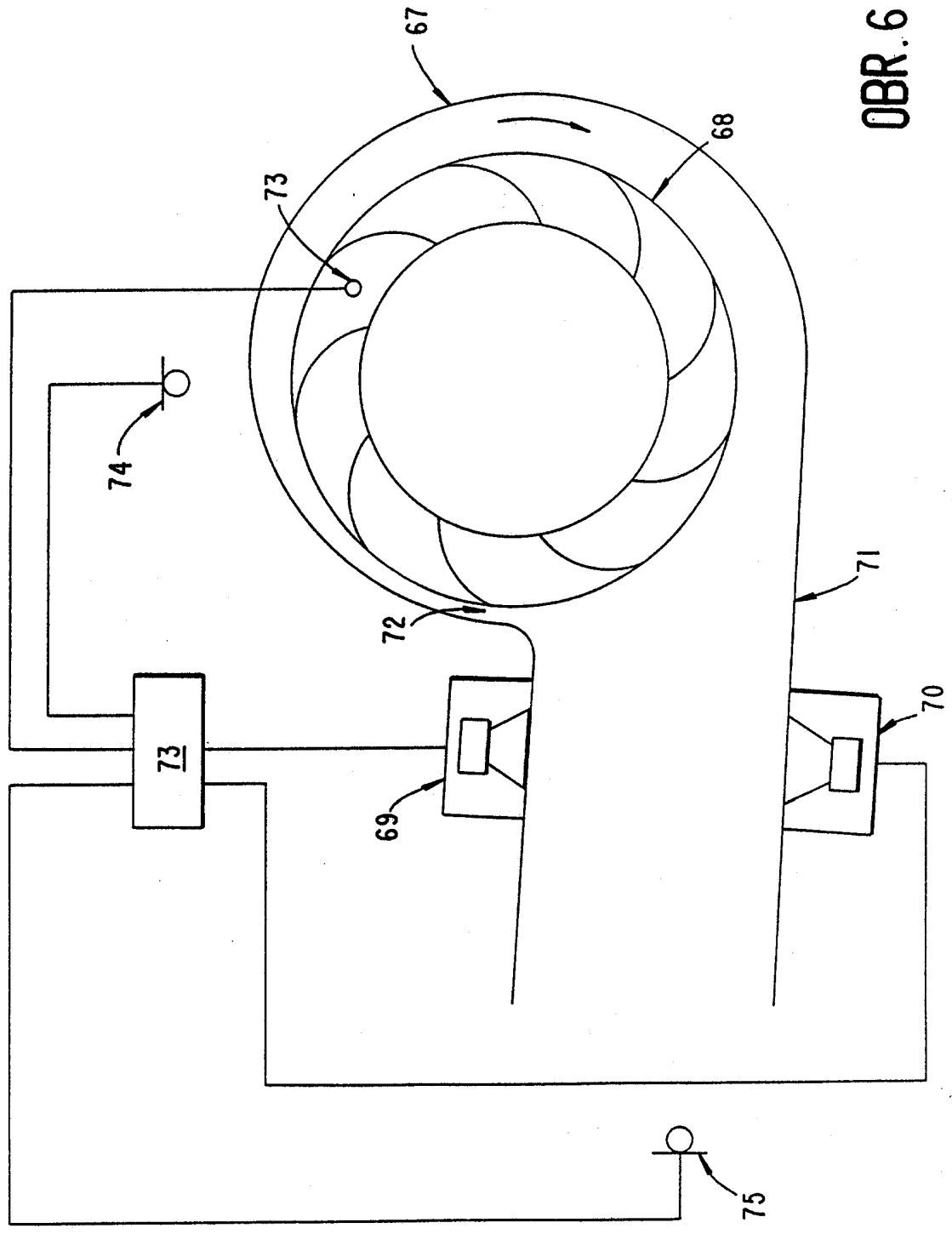


OBR. 5

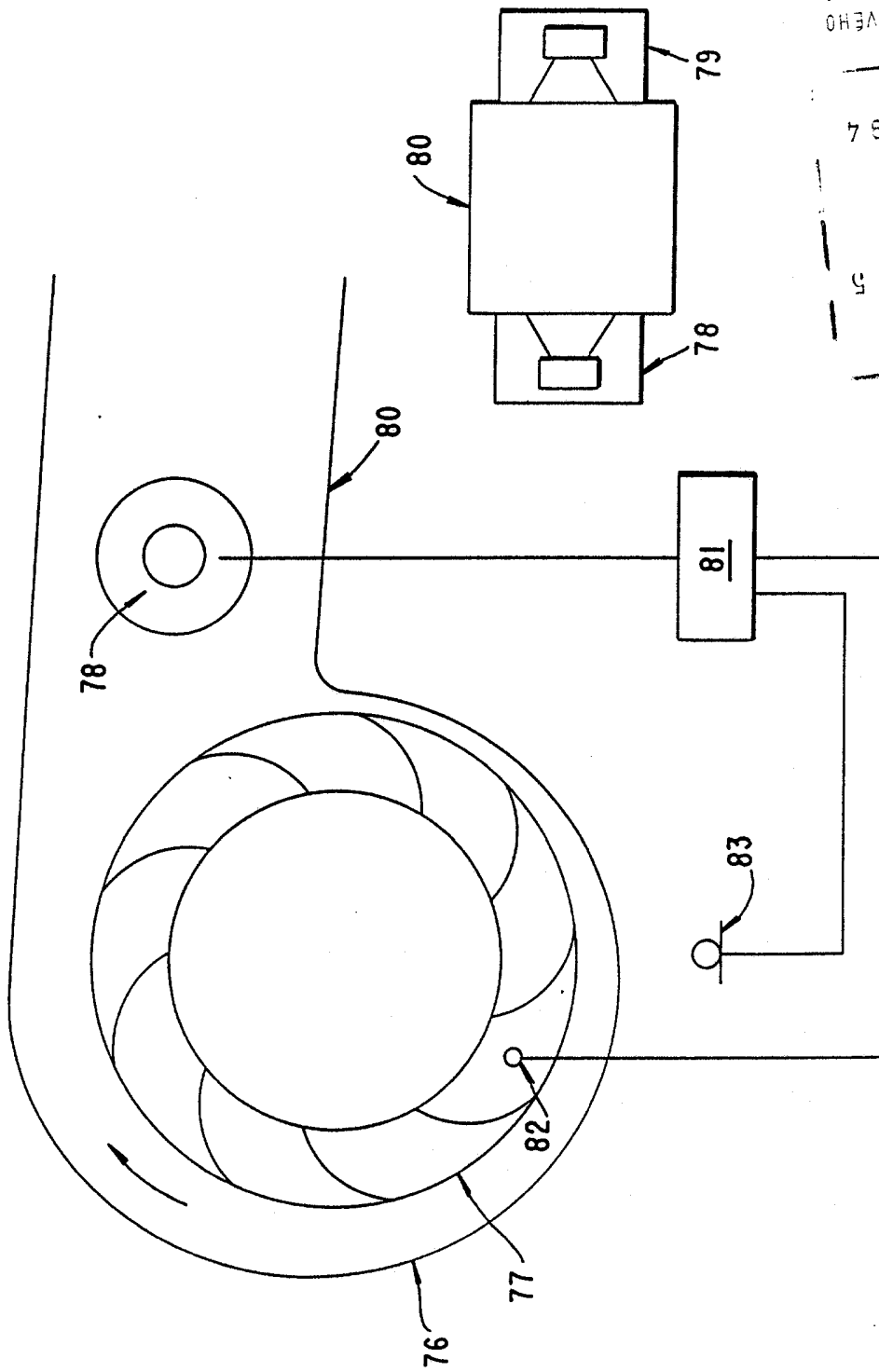
Č. j.	0092605
DOSLO	16. 11. 94
ÚŘAD PRŮMYŠLOVÉHO VLASTNICTVÍ	
PŘÍL.	

5 / 13

OBR. 6



6 / 13

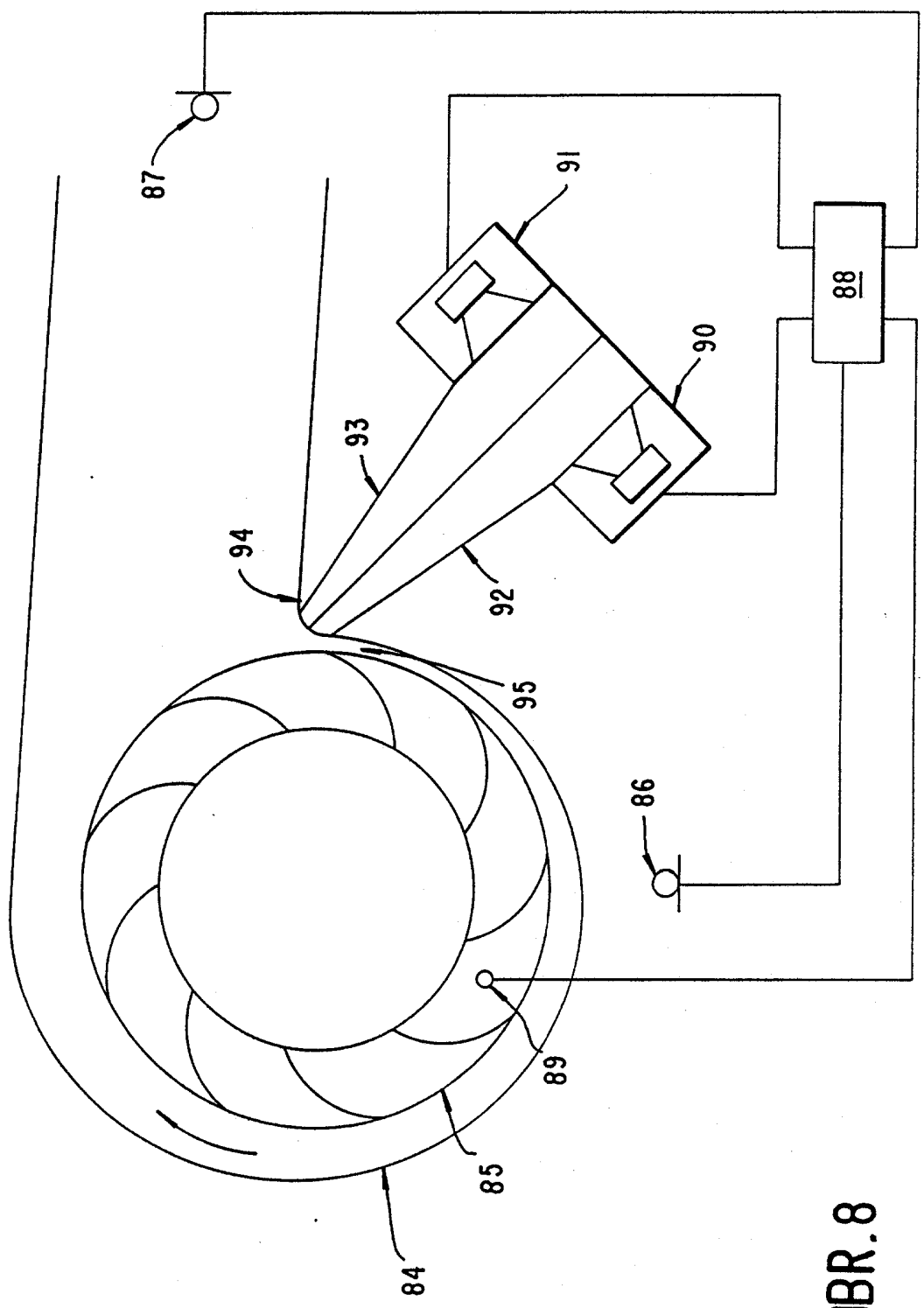


PRIL.
 PRŮMYSLOVÉHO
 ÚRAD
 00510
 0 0 9 2 6 5
 1 6 . 11 . 9 4
 VLASTNICTVÍ

OBR.7

č.j.
0 0 9 2 6 0
DOŠLO
16. II. 94
URAD
PRŮMYS. ÚVĚHO
VLASTNICTVÍ
PŘÍL.

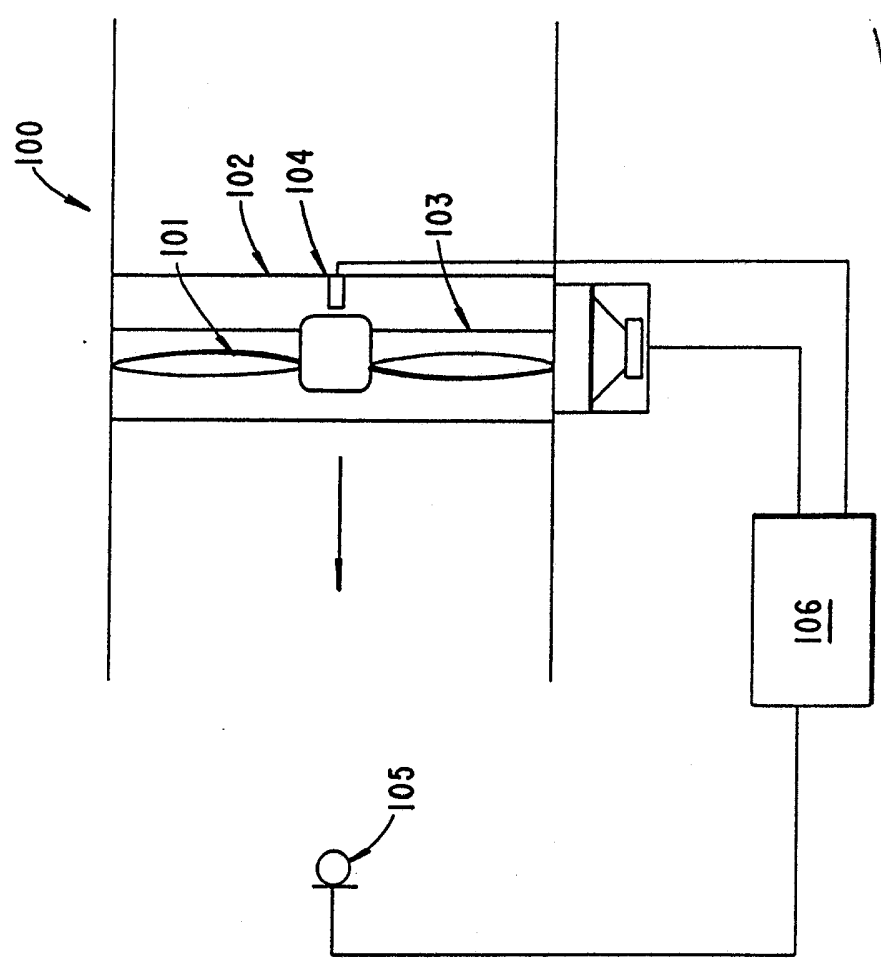
7/13



OBR. 8

PRIL.
PRŮMYSL. OVEHO
VLASTNICTVÍ
U RAD
16. 11. 97
DOŠLO
009265
2.1

8/13

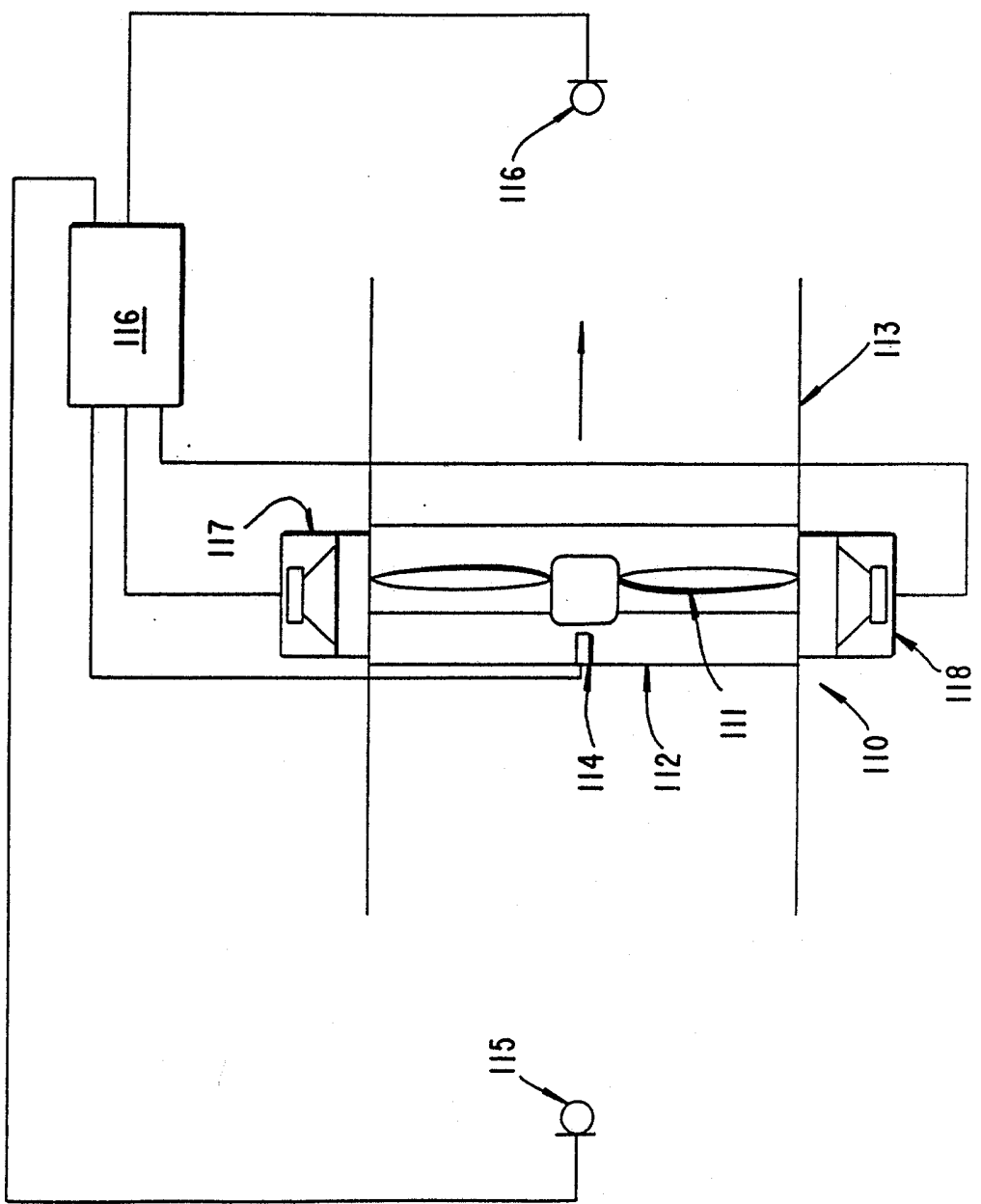


OBR. 9

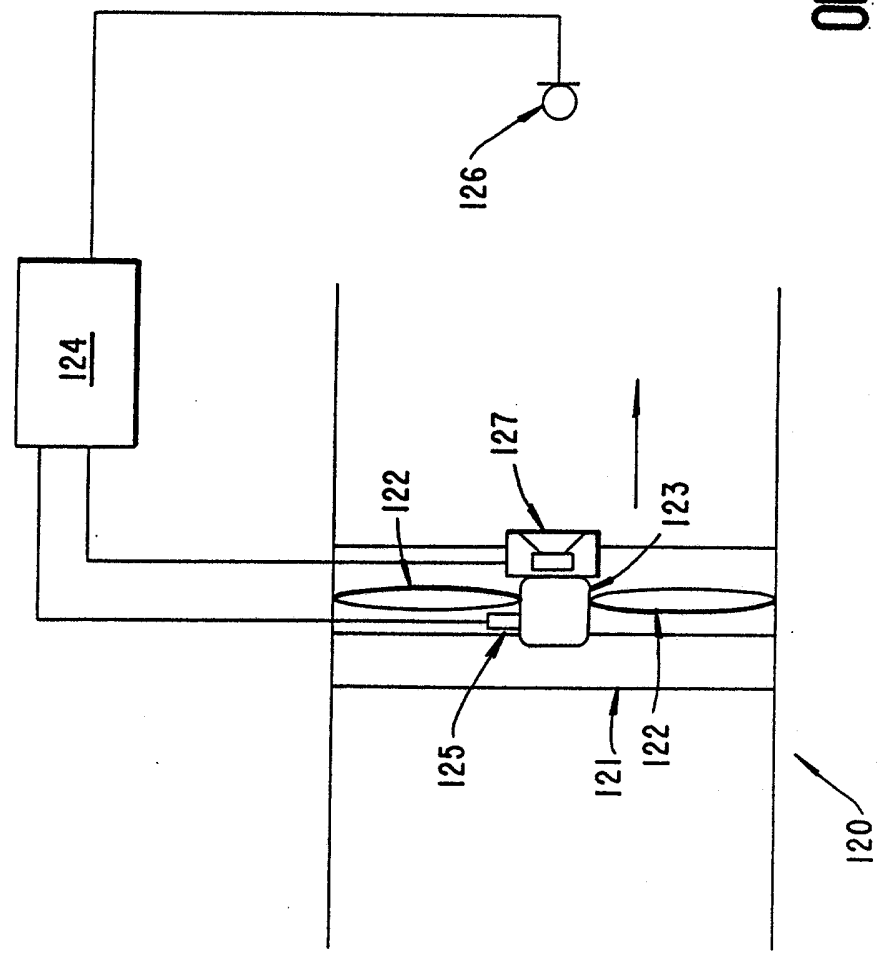
č.j.	009265
DOŠLO	16. II. 94
URAD	PRŮMYŠLOVÉHO VLASTNICTVÍ
PRÍL.	

9/13

OBR. 10



10/13



OBR. 11

0092600
 DOŠLO
 16. 11. 91
 ÚRAD
 PRŮMYŠLOVÉHO
 VLASTNICTVÍ
 PŘÍL.

66-94
Ej. 9265

11 / 13

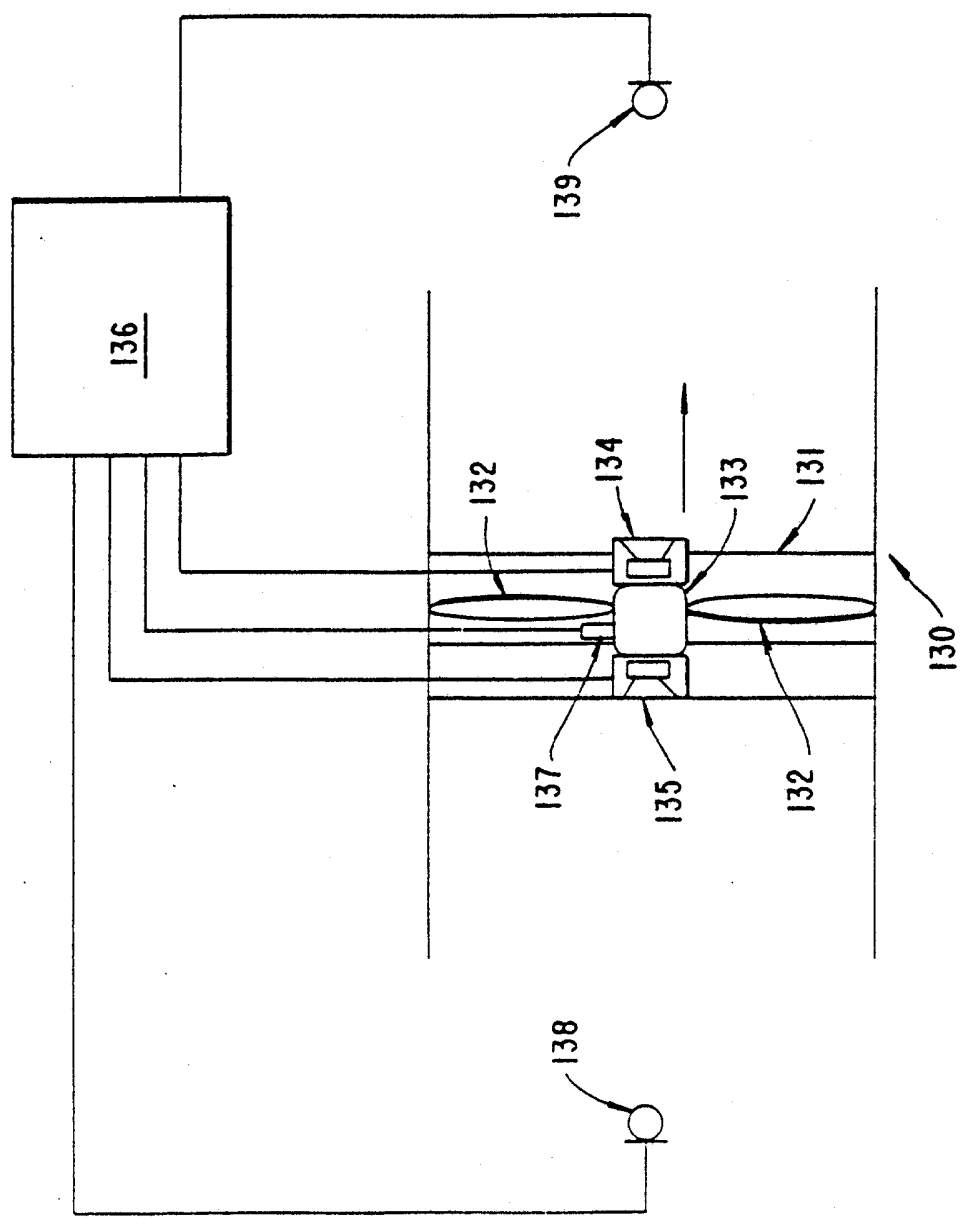
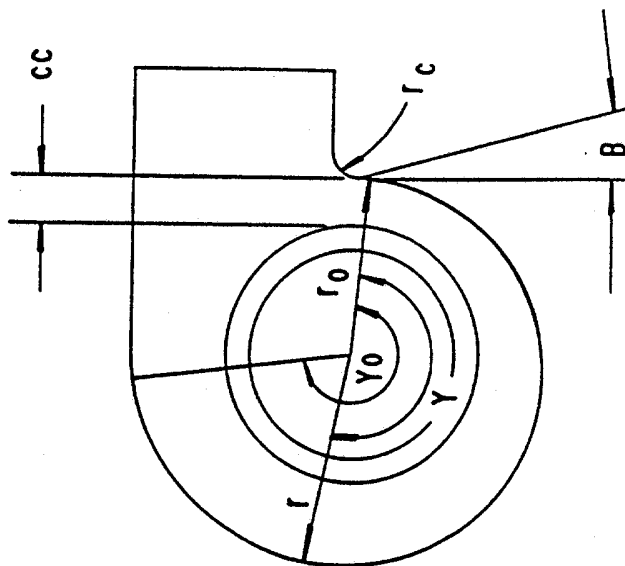


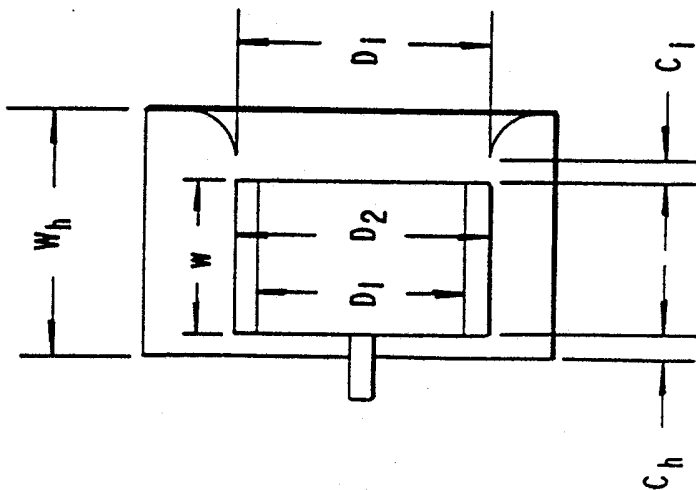
FIG. 12

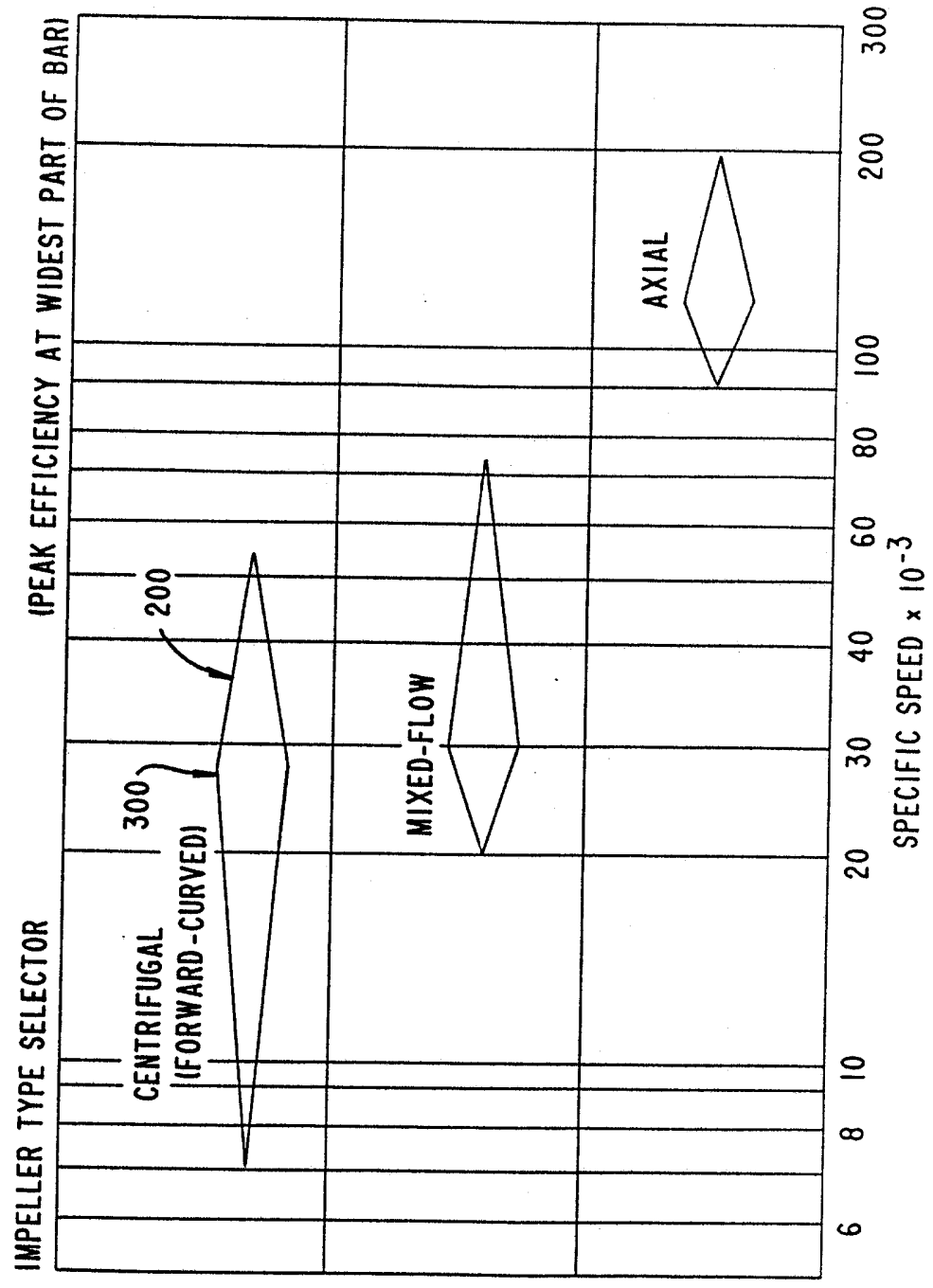
OBR. 13(B)



PRIL.
PRŤMYSLOVÉHO VLASTNÍCTVÍ
U RAD
16. II. 97
DOŠLO
009265
2.J.

OBR. 13(A)





PRILL
 MAJESTICIA
 PROGRAM OVER
 OVERSIGHT
 76 11 91
 01200
 892600
 12

OBR.14