ČESKÁ REPUBLIKA

(19)

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 201-95

(13) A3

6(51) H 01 Q 1/28

(22) 30.06.93

(32) 05.08.92, 11.11.92

(31) 92/9216585, 92/9223580

(33) GB, GB

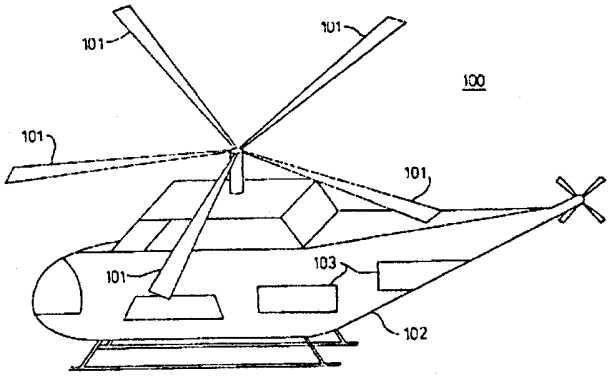
(40) 14.06.95

(71) International Business Machines Corporation, Armonk, NY, US;
IBM Deutschland GmbH, Stuttgart, DE;

(72) Brown Luther E., Stuart, FL, US;
Luck Graham, Southampton, GB;
Gibbs Terence Keith, Stubbington, GB;

(54) Anténa a komunikační systém pro použití se zařízením pro vysílání nebo přijímání radiových vln v letadle s rotujícími listy

(57) Anténa je určena pro použití se zařízením pro vysílání nebo přijímání radiových vln v letadle (100) s rotujícími listy, majícím těleso (102) opatřené rotorovými listy (101). Anténa obsahuje jeden nebo více nevodivých rotorových listů (101)., jeden nebo více elektrických vodičů, které jsou každý uloženy rovnoběžně s hlavní osou příslušného rotorového listu (101), a spojovací prostředek pro připojování antény k zařízení pro vysílání nebo příjem radiových vln. Řešení se týká rovněž komunikačního systému obsahujícího zařízení pro vysílání nebo přijímání radiových vln. Dále se řešení vztahuje na směrovou anténu obsahující tři nebo více elektricky nevodivých rotorových listů, majících každý elektrický vodič uložený rovnoběžně s hlavní osou odpovídajícího rotorového listu. Dva z elektrických vodičů, mající úhlové polohy blíže předem určené úhlové poloze, jsou připojeny přes spojovací prostředek k zařízení pro vysílání nebo přijímání radiových vln. Zbývající vodiče jsou buď připojeny k tělesu vrtulníku, nebo jsou napájeny signálem mimo fázi při srovnání se signálem vedeným na dva elektrické vodiče.



Anténa a komunikační systém pro použití se zařízením pro vysílání nebo přijímání radiových vln v letadle s rotujícími listy

Oblast techniky

Vynález se týká vysílání a přijímání radiových vln ve vysokofrekvenční spektru a konkrétněji použití rotorových listů na vrtulníku (nebo letadle s rotorovými listy) jako účinné směrové antény.

Dosavadní stav techniky

Antény pro vrtulníky se obvykle osazují těsně k tělu vrtulníku. V typickém případě anténa sestává z tuhého členu rovnoběžného s tělem vrtulníku a udržovaného v odstupu od něj distančními členy. Alternativně se používá řešení, kde anténa sestává z drátu uspořádaného mezi dvěma distančními členy použitými pro udržování antény v odstupu od těla vrtulníku. Izolátory připojují drát k distančním členům. Distanční členy jsou obvykle relativně krátké a mají za následek, že anténa je umístěna v blízkosti těla vrtulníku. Obě tyto alternativní antény se mohou stát směrovými, ale má to za následek kratší účinnou délku antény. Kromě toho je směrovost pevná vzhledem k orientaci vrtulníku..

V patentovém spisu USA č.4 042 929 je popsán navigační systém, ve kterém se používají antény na koncích každého z listů rotoru vrtulníku. Přijímané signály jsou zpracovávány na rotorovém listu a jsou zaváděny do těla vrtulníku prostřednictvím sběracích kroužků a kontaktových kartáčků. Antény sestávají z řady dipólů, zploštěných podél osy každého listu, umístěných v blízkosti konců listů.

Podobný navigační systém je popsán ve francouzské patentové přihlášce 2 624 981. Antény tohoto systému jsou uspořádány n koncích nebo na koncích rotorových listů vyrobených z nevodivého materiálu. Každá anténa sestává z kovové

vrstvy mající podlouhlý obrys rovnoběžný s délkovou osou rotorového listu, kde její délka je malá ve srovnání s délkou rotorových listů. Antény fungují jako rezonující prvky pro elektromagnetické vlny přijímané ze vzdáleného zdroje a jsou odráženy k jiné anténě upevněné na trupu vrtulníku. Tato posledně jmenovaná anténa přijímá signály jak z rezonujících prvků na rotorových listech, tak i přímo ze vzdáleného zdroje. Přijímané signály jsou zpracovávány přijímací stanicí v trupu pro určení a zobrazování polohy a kurzu vrtulníku. Tyto známé systémy jsou použitelné pouze pro účely navigace a nejsou použitelné pro účinnou interaktivní komunikaci mezi letadlem a vzdáleným zdrojem.

Podle německé patentové přihlášky 2 835 932 mohou být antény uspořádáné na koncích rotorových listů vrtulníku také použity ve spojení s kartografickým radarovým zařízením.

britská patentová přihláška 1 081 708 popisuje radarovou anténu, která má podélnou velikost odpovídající nejméně jednomu rotorovému listu letadla s rotujícími listy a je omezena pouze délkou tohoto rotorového listu. Anténa sestává z vlnovodu vloženého do rotorového listu. Materiál v okolí vlnovodů je transparentní pro elektromagnetické vlny a může sestávat ze skelného vlákna nebo z polyuretanového materiálu v kombinaci s plastovým výplňovým materiálem uloženým ve spojení s kovovou částí rotorového listu.. Vlnovod je připojen prostřednictvím nejméně jednoho poddajného vlnovodu k vrchu stožáru nesoucího rotorové listy a prostřednictvím jiného vlnovodu vedoucího stožárem k radarovému zařízení uloženému v trupu letadla. Podobné uspořádání může být použito pro dva nebo všechny rotorové listy letadla.

Populární kmitočtové pásmo pro provoz vojenských a komerčních komunikací je vysokofrekvenční pásmo. Toto pásmo leží mezi 1 MHz a 30 MHz a má řadu technických a taktických výhod vzhledem k vyšším kmitočtům, které jsou

k dispozici.V typickém moderním zařízení se používají vojenská pásma VHF (30 - 170 MHz) a UHF (225-400 MHz) vedle vysokofrekvenčního pásma HF pro spojení mezi vrtulníky a loděmi a jinými vrtulníky a letadly.

Některé výhody použití vysokofrekvenčního pásma spočívají v tom, že kmitočty vysofrekvenčního pásma jsou nejvyšší kmitočty, které se odrážejí od ionosféry pro zajištění přeskokového spojení s velkým obsahem, přičemž vyšší kmitočty poskytují pouze spojení s přímou viditelností a nejdou přes obzor a útlum při šíření se zvětšuje s kmitočtem jako funkce 20 log kmitočtu. Dosah, anténní účinnost a atmosférický šum jsou všechny funkcemi kmitočtu a nejlepší kompromis těchto činitelů se dosahuje mezi 2 a 30 MHz. Ve vysokofrekvenčním pásmu jsou také k dispozici účinnější výkonové zesilovače.

Jedním faktorem, který omezuje účinnost ve vysokofrekvenčním pásmu na letadle a vrtulnících je délka antény. Pro maximální účinnost by měla být anténa dlouhá jako je vlnová délka. Vlnová délka v metrech může být vypočítána jako rychlost šíření radiových vln v metrech za sekundu, dělená kmitočtem v hertzech. Rychlost šíření radiových vln je konstantní a je přibližně rovná 3×10^8 metrů/sek.

Pro komunikace UHF (v typickém případě 300 MHz) je vlnová délka vypočítaná z výše uvedené rovnice 1,0 metrů. To je praktická délka pro anténu, jako jsou typy popsané výše, které se osazují na vrtulník, přes značnou konkurenci nároků na prostor pro elektronické vybavení a u vojenských vrtulníků také požadavky pro umístění těžké výzbroje.

Ve vysokofrekvenčním pásmu HF při kmitočtu 3 MHz ukazuje výpočet vlnové délky, že je zapotřebí anténa délky 100 m. To je pro vrtulník nepraktická délka. To může být překonáno použitím zlomku ideální délky, dosažené z výpočtu vlno-

vé délky. Když se snižuje délka antény, klesá však účinnost antény.

Jiným hlediskem, které omezuje účinnost na letadle a vrtulnících ve vysokfrekvenčním pásmu HF je obtížnost vytvoření směrové antény. Směrová anténa má zvýšený zisk v určitém směru nebo směrech vzhledem k anténě. Nedostatek směrovosti antény má za následek ztrátu komunikačního dosahu ve srovnání s anténou, která má směrovost, a může mít také za následek, že signál je přijímán jiným přijímačem, než pro který je určen. Aby se zajistila optimální komunikace mezi směrovou anténou a jinou anténou, je třena směrovou anténu orientovat tak, že směr zvýšeného zisku je orientován směrem k požadované přijímací anténě.

Tato orientace může být dosažena fyzickým otáčením směrové antény tak, aby směřovala k jiné anténě, avšak toto dále omezuje její délku a tedy účinnost, takže toto stojí proti prospěchu ze zvýšeného zisku vyplývajícího ze směrovosti.

Běžné vrtulníky mají listy rotoru, které jsou v prvé řadě z kovu. Tyto listy rotoru jsou upevněny k převodové skříni a motorům přes trasu, která je v podstatě vodivá a sestává z kovových částí, což činí obtíže ve využití listů jako antény..

Nová generace vrtulníků opouští použití kovových rotorových listů a zaměřuje se na použití kompozitních konstrukcí. Příkladem je Aerospatiale Ecureuil, který má list rotoru z materiálu Starflex, který sestává hlavně ze skleněných vláken. Jiné vrtulníky mají listy vyrobené z uhlíkových a skleněných vláken s vnitřkem z pěnových hmot.

Podstata vynálezu

Vynález se vztahuje na anténní systém v letadle s rotujícími

listy, majícím trupové tělo opatřené rotorovými listy obsahujícími vodivý anténní prostředek, který je uspořádán po délce uvedených rotorových listů a je délkově omezen pouze délkou uvedených rotorových listů, přičemž materiál v okolí tohoto anténního prostředku je nevodivý. Anténní systém také obsahuje prostředek pro elektrické připojení uvedeného anténního prostředku k zařízení pro vysílání a přijímání radiových vln.

S takovým anténním systémem vynález přináší elektrické vodiče, které jsou každý zasazeny do povrchu jednoho z více elektricky nevodivých rotorových listů, nebo jsou na tento povrch upevněny, přičemž každý z uvedených elektrických vodičů jsou uloženy rovnoběžně s hlavní osou uvedeného nevodivého rotorového listu po v podstatě celé jeho délce a tvoří vyzařovací prvek anténního systému. Vysílané nebo přijímané radiové vlny mají vlnovou délku v rozmezí od 10 metrů do 150 metrů. Spojovací prostředek obsahuje první prostředek otáčející se s uvedenými nevodivými rotorovými listy a elektricky připojený k uvedeným vodičům, a druhý prostředek upevněný k uvedenému tělu a připojený k uvedenému zařízení pro vysílání a přijímání radiových vln, přičemž uvedený první a druhý prostředek jsou spojeny dohromady indukčními nebo kapacitními prostředky nebo kontaktními kartáčkovými prostředky.

Vynález dále přináší směrovou anténu pro použití se zařízením pro vysílání nebo přijímání radiových vln v letadle s rotujícími listy, majícím tělo opatřené třemi nebo více rotorovými listy, vyznačená tím, že obsahuje dva první elektrické vodiče (210), přičemž každý vodič je uložen rovnoběžně s hlavní osou odpovídajícího elektricky nevodivého rotorového listu a je zasazen do povrchu uvedeného rotorového listu nebo je k němu upevněn, jeden nebo více druhých elektrických vodičů, přičemž každý vodič je uložen rovnoběžně s hlavní osou odpovídajícího rotorového listu a je zasazen

do povrchu uvedeného rotorového listu nebo je k němu upevněn, přičemž uvedené druhé elektrické vodiče nejsou elektricky spojeny s uvedenými prvními elektrickými vodiči. Vynález také přináší prostředky pro zajištění spojení z více prvních elektrických vodičů do zařízení pro vysílání nebo přijímání radiových vln, a prostředek pro dynamické vybírání prvních elektrických vodičů ze všech elektrických vodičů jako těch, které mají úhlovou polohu bližší k první předem určené úhlové poloze vzhledem k tělu letadla s otáčivými listy, než ostatní z těchto vodičů, a pro dynamické vybírání ostatních z těchto vodičů jako druhých elektrických vodičů.

V prvním provedení jsou druhé elektrické vodiče elektricky připojeny k tělu letadla s rotujícími listy..

Ve druhém provedení jsou jeden nebo více druhých elektrických vodičů opatřeny signálem, který je mimo fázi se signálem vedeným do prvních elektrických vodičů.

S výhodou je jeden nebo více uvedených druhých elektrických vodičů, nenapájených signálem mimo fázi, je elektricky spojeno s tělesem letadla s rotujícími listy.

S výhodou obsahuje spojovací prostředek sběrací kroužky a kontaktní kartáčky. Sběrací kroužky a kontaktní kartáčky jsou s výhodou také prostředkem pro dynamické vybírání vodičů jako prvních vodičů nebo druhých vodičů. V jiném provedení obsahuje prostředek pro dynamické vybírání vodičů jako prvních vodičů nebo jako druhých vodičů obsahuje elektrické diody a prostředek pro řízení stejnosměrné proudové polarizace elektrických diod.

S výhodou směrová anténa dále obsahuje řídicí prostředek pro udržování první předem určené úhlové polohy vzhledem ke známému geografickému bodu. Řídicí prostředek s výhodou dále obsahuje krokový motor. S výhodou směrová an-

téna dále obsahuje prostředek pro udržování uvedené první předem určené úhlové polohy konstatní vzhledem ke vzdálenému zařízení pro vysílání nebo přijímání radiových vln.

Vynález se také vztahuje na komunikační systémy pro vysílání a přijímání radiových vln v letadle s rotujícími listy, majícím těleso opatřené rotorovými listy, a používající anténu podle výše popsaného řešení.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladech provedení s odvoláním na připojené výkresy, ve kterých znázorňuje obr.1 schematický pohled na vrtulník ukazující rotorové listy uložené nad vrtulníkem, obr.2 řez jedním z listů z obr.1 podle prvního provedení vynálezu, obr.3 řez jedním z listů podle obr.1 s druhým provedením podle vynálezu, obr.4 schematickou řezovou podrobnost prostředků zajišťujících elektrické spojení mezi listy, jako listy z obr.2, a zařízením uvnitř vrtulníku z obr.1, obr.5 schematickou řezovou podrobnost jiného prostředku pro vytvoření elektrického spojení, obr.6 schematickou řezovou podrobnost ještě dalším prostředkem pro vytvoření elektrického spojení, obr.7 polární schema vazařování ze všesměrové antény, jako je anténa vytvořená z prvků z obr.2, obr.8 schema známého systému používajícího všesměrových antén, jako je anténa vytvořená z prvků z obr.2, obr.9 polární schema vyzařování ze směrové antény, jako antény podle vynálezu, obr.10 schema komunikačního systému používajícího nejméně jednu směrovou anténu, jako je anténa podle vynálezu, obr.11 perspektivní pohled na komutátor použitý podle vynálezu, obr.12 schema připojení komutátoru z obr.11 k elektrickým vodičům podle vynálezu a obr.13 schema volby jednotlivých cívek použitých jako alternativy pro komutátor z obr.11 podle vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Obr.1 ukazuje vrtulník s rotorovými listy 101 uloženými nad

trupem 102 vrtulníku 100. Vrtulník 100 je přibližně 15 metrů dlouhý a nese různé vybavení 103 upevněné k vnějšku trupu 102. Trup 102 vrtulníku je zemní plocha pro kmitočty užité pro radiový příjem a vysílání. Vzhledem k obtížnosti najít plochu trupu 102, která není zemní plocha a která již nemá k sobě připojené jiné vybavení 103, jsou vysokofrekvenční antény obvykle krátké antény s výslednou nízkou účinností.

antény obvykle krátké antény s výslednou nízkou účinností. To vede ke snížení výkonnosti systému, která se dá obtížně překovávat bez zvýšení výkonu vysílače. Protože je dále obtížné vytvořit otáčivou anténu, jsou vysokofrekvenční antény obvykle všesměrové.

Účinnost antény může být přibližně vyjádřena následovně v izotropním zářiči:

$$\text{Účinnost} = \frac{2,5}{2,5 + \dfrac{1,5}{\dfrac{(2 * PI * h)^3}{(\text{vlnová délka})}}}$$

kde h = délka antény v metrech

vlnová délka = vlnová délka vysílaného nebo přijímaného signálu v metrech

PI = konstanta o velikosti přibližně 3,1415926

Z výše uvedené rovnice je možné odvodit, že při 3 MHz by 100 m dlouhá anténa mohla mít účinnost 1, zatímco 2 m dlouhá anténa při stejném kmitočtu by mohla mít účinnost pouze 0,0033. Toto zhoršení účinnosti, vyplývající ze zmenšené délky platí tehdy, když se anténa používá jak pro vysílací režim, tak i pro přijímací režim. Zisk přijímací antény he závislé na účinnosti a směrovosti antény, jakž i na jiných činitelích.

Vztah mezi ziskem antény a celkovou výkonností systému může být znázorněn následující rovnicí:

$$Pr = Pt + Gt\ Gr - 20 \log f - 20 \log R = 32,4 - La,$$

kde Pr = přijatý výkon (dBm)

Pt = vrcholový vysílací výkon (dBm)

Gt = vysílací zisk antény (dB)
Gr = přijímací zisk antény (dB)
f = kmitočet
R = dosah (námořních mil)
La = přídavné ztráty (dB)

Činitel 32,4 je konstanta, která obráží jednotky použité pro kmitočet a dálku.

Kmitočet a požadovaná dálka jsou pevně stanoveny pro jakékoli dané podmínky. Přídavné ztráty jsou v každém dobrém tvarovém provedení minimalizovány. Je-li všesměrová anténa s plnou vlnovou délkou použita například z lodi, potom může být možný zisk 1. Běžné vrtulníky jsou nuceny používat neúčinných všesměrových antén, jak se zjistí výše uvedenou rovnicí pro účinnost antény, takže jediná volba pro dosažení požadovaných vlastností je zvýšit vysílací výkon.

Je-li komunikační linka z vrtulníku na vrtulník, potom je ze stejné rovnice zřejmé, že vlastnosti linky budou trpět jak u vysílacích, tak i přijímacích antén.

Použití rotorového listu 200 nebo rotorových listů vrtulníku jako antény, jak je znázorněn na obr.2, dovoluje dosáhnout značně větší délku antény a tedy její účinnost. S vyjímkou vyzařovacího prvku zahrnutého v listu a popsaného níže, musí být konstrukce rotorového listu 200 v podstatě elektricky nevodivá. Použití rotorových lopatek jako antény zvyšuje účinnost systému, zejména pro spojení mezi vrtulníky, kde účinnost antény má vliv jak na vysílací zisk antény, tak i na přijímací zisk antény.

Obr.2 ukazuje první provedení vynálezu, kde má rotorový list 200 protierozní štít 210, osazený na přední okraj. Protierozní štít 210 je určen pro ochranu předního okraje rotorového listu 200 proti poškození částicemi ve vzduchu,

jako jsou částice prachu. Také poskytuje určitou ochranu proti takovým předmětů, jako jsou údery listí při zvedání nebo přistávání, když je vrtulník blízko země. Protierozní štít bude v typickém případě vyroben z kovu, jako je titan.

Protierozní štít 210 probíhá po délce rotorového listu a poskytuje tak anténu, která je v podstatě stejně dlouhá, jako rotorový list. Tím, že se vytvoří souvislé současné připojení k více než jednomu rotorovému listu, je možné dosáhnout účinné délky antény přibližně dvojnásobné, jako je délka rotorového listu. Při kmitočtu 3 MHz toto poskytne účinnost okolo 0,7 (v závislosti na délce rotorových listů), ve srovnání s hodnotou 1 pro ideální délku antény 100 metrů a 0,0033 pro dvoumetrovou anténu. V prvním provedení je použito všech rotorových listů vrtulníku.

Elektrická spojení jsou zajištěna z protierozních štítů 210 do zařízení v trupu 102 vrtulníku 100 jedním ze tří způsobů, které jsou popsány níže s odvoláním na obr.4 až 6. V typickém případě, když není realizován vynález, jsou použity přípojné vodiče pro zemnění protierozních štítů 210 pro zajištění ochrany proti úderům blesku a elektromagnetickému impulzu. Tato ochrana může být zachována použitím jiskřišť vhodného průrazové napětí, jak je dobře známo pro odborníky v oboru. Podobně mohou být použity způsoby známé odborníkům v oboru pro zabránění hromadění statických nábojů vyvolávaných pohybem rotorových listů (například ve formě vybíjecích prostředků).

Obr.3 ukazuje druhé provedení vynálezu, používající topného vlákna 310, které je již přítomné v rotorovém listu 300, jako antény. Na předním okraji rotorového listu 300 je topné vlákno 310, které se používá pro odstraňování nárazy na předním okraji rotorového listu. Vysílané a přijímané signály jsou poskytovány do radiového zařízení v trupu 102 vrtulníku 100 použitím stejných prostředků, jakých se použí-

vá pro přenos výkonu do topného vlákna 310. Toto bude popsáno níže s odvoláním na obr.4 a 6. Toto provedení bude také vyžadovat prostředky pro kombinování signálu vysílače s výkonem pro topné vláno 310 a také pro oddělování signálu přijímače od výkonu. Prostředky pro dosažení tohoto cíle jsou dobře známé v oboru a jsou v široké míře používány pro takové plochy, jako je dvojí použití v předních sklech aut jak pro odmlžovací prostředky, tak i pro přijímací antény.

Jako u protierozního štítu 210 použitého v prvním provedení, bude délka antény v podstatě podobná délce rotorového listu 300, nebo dvojnásobná jako tato hodnota, je-li použito více rotorových listů.

Celková účinnost systému se zvýší při zanedbatelném zvýšení nákladů na systém.

Je-li vysílací výkon udržován konstantní, potom se vyzařuje větší signálový výkon, čímž je signálu poskytována větší imunita proti radiovému rušení.

Anténa je umístěna nad trupem vrtulníku, takže záření z antény se stane všesměrové bez stínění antény samotným trupem.

Když se vrtulník vznáší v malých výškách, anténa je umístěna výše vzhledem k zemi, čímž jsou poskytována zlepšená spojení vzhledem k anténě osazené na trupu vrtulníku.

Ztráty vyznačené v rovnici pro účinnost systému jako přídavné ztráty zahrnují kapacitní ztráty z antény do rámu letounu. tyto ztráty jsou zmenšené vzhledem ke větší vzdálenosti od trupu k anténě.

Při srovnání s běžnou anténou typu popsaného výše, která sestává z drátové antény s izolátory umístěnými v od-

stupu od vrtulníku, je anténa podle vynálezu mechanicky mnohem robustnější a méně náchylná k poškození při provozu u země. Pro vrtulník, který má skládací ocas v omezených prostorech, je anténa podle vynálezu rovněž méně náchylná k poškození i při tomto procesu.

Bezpečnost personálu je zvýšena, protože vysílací anténa je umístěna dále od posádky s výsledným sníženým vystavením elektromagnetickému poli. Možnost snížení výkonu vysílače rovněž snižuje expozici elektromagnetickému poli.

Obr.4 ukazuje způsob vytvoření spojení z radiového zařízení v trupu 102 vrtulníku 100 k anténě. Používá kapacitního spojení mezi otáčející se deskou, která může být ve formě prvního válce 410, připojenou k anténě (jako protieroznímu štítu 210 nebo topnému vláknu 310) na jednom nebo více rotorových listů nebo jiné pevné desce, která je také ve formě druhého válce 412, soustředného s prvním válcem. Mezi oběma válci je vzduchová mezera 411, která působí jako dielektrikum. Pro izolování hřídele 421 rotorových listů od kondenzátoru tvořeného oběma válci 410, 412 je použit izolátor 422.

Obr.5 ukazuje prostředek pro připojování antény, používající indukční spojení. Jedno otáčející se vinutí 510 transformátoru se vzduchovou mezerou je připojeno k rotorovým listům přes kabel 420 a k rotorovému hřídeli spojením 511. Jiné pevné vinutí 521 transformátoru se vzduchovou mezerou je připojeno k radiovému přístroji v trupu 102 vrtulníku 100 přes kabel 520.

Obr.6 ukazuje jiný prostředek pro vytváření spojení s vyzařovacím prvkem. Vyzařovací prvek může být protierozní štít 210, prostředek 310 pro odstraňování námrazy, zabudovaný drát nebo vodivý povlak. Kabel 420 je připojen k uvedenému prvku a sleduje dráhu hřídele 421 rotorového listu. Zde

je vytvořen kontakt k přístroji v trupu 102 vrtulníku 100 prostřednictvím sběracích kroužků 620 a kontaktních kartáčků 623. Kabel 420 je připojen k vodivému sběracímu kroužku 620, otáčejícímu se s hřídelem 421 nesoucím rotorový list 101 vrtulníku. Kartáčky 623 spolupůsobí s sběracími kroužky 620 a jsou vázány k nepohyblivému vodiči.

Když jsou jako anténa použity topné vlákno 310 nebo protierozní štít 210 (nebo i běžná vysokofrekvenční anténa) a bez ohledu na to, jaké prvky pro připojení k anténě jsou použity, je zapotřebí zahrnout do systému anténní ladicí jednotku, aby se umožnilo přizpůsobení impedance antény impedanci vysílače a přijímače v širokém pásmu kmitočtů. Provedení a konstrukce ladicích jednotek antény je dobře známé pro odborníky v oboru a nebude blíže vysvětlováno v dalším popisu.

Třetí provedení antény spočívá v použití drátu zabudovaného do listu. Tento drát je s výhodou umístěn uvnitř dutiny v listu rotoru, nebo je vytvořen začleněním vrstvy kovové folie na povrchu zadního úseku listu 200. Připojení k anténě je dosaženo jedním ze tří způsobů popsaných výše, t.j. sběracími prstenci 620 a kartáčky 623 nebo kapacitním nebo indukčním spojením.

Čtvrté provedení antény používá rozprášení niklu, které se užívá pro zajištění ochrany proti korozi na kompozitních listech. Je zajištěno připojení vodivého povlaku, jak je popsáno výše, pro drát zabudovaný do listu 200.

Směrové antény se používají pro soustředění síly vyzařovaného pole buď z vysílací antény nebo na přijímací anténu. Obr.7 ukazuje polární diagram záření ze všesměrové antény 700. Radiální poloha reprezentuje relativní sílu pole vysílanou nebo přijímanou v tomto úhlovém směru. Polární polohové vyjádření všesměrové antény používající vodičů upev-

něným ke všem rotorovým listům vrtulníku má tento tvar.

Obr.8 ukazuje možnou situaci používající všesměrová vysílání. Vrtulník 811 vysílá při použití všesměrové antény, takže síla signálu, přijímaného loděmi 821 a 822 závisí pouze na jejich radiální vzdálenosti od helikoptéry 811 a ne na jejich úhlové poloze. Loď 821, s nímž má být zajištěno spojení, současně přijímá nižší sílu signálu z lodě 822. Vysílané elektromagnetické záření z vysílající helikoptéry může být v takové situaci zaznamenáno. Signály jsou často kódovány šifrovacím zařízením, i když skutečnost, že radiové signály jsou vůbec detekovány může být užitelnou informací.

Obr.9 ukazuje polární vyjádření typické směrové antény 900, v tomto případě Yagiho typu typu. Úhlové části obklopené sekundárními smyčkami 931,932 mají vyšší zisk než přilehlé oblasti 921, 922, ale tento zisk je mnohem nižší, než je zisk v úhlových polohách obklopovaných hlavní smyčkou 910 nebo zisk všesměrové antény 1100, mající polární diagram, jako na obr.11. Zisk antény 900 je zvýšen v úhlových polohách obklopovaných hlavní smyčkou 910 na účet vyzařování v nežádoucích oblastech 921, 922. Zvýšený zisk může být vyjádřen jako rovný následujícími vztahu:

Zisk (poměr) = (4 * pie * Ae) / (Wl * Wl)

kde Ae je efektivní plocha smyček a Wl je vlnová délka vysílaného nebo přijímaného signálu.

Zvýšený dosah se získá v požadovaném směru (v úhlových polohách obklopovaných smyčkou 910) během jak vysílání, tak i příjmu. Jak je popsáno níže s odvoláním na obr.12 a 10, dosáhne se zvýšené bezpečnosti proti tomu, aby signál byl přijímán jiným přijímačem, než tím, který ho má přijímat.

Obr.10 ukazuje stejnou situaci z obr.8, přičemž však vrtulník 1011 má směrovou anténu mající polární diagram, jaký je znázorněn na obr.9. Směrová anténa může být použita pro spojení například s lodí, při současné minimalizaci rizika detekce.

Pro spojení otáčející se antény s radiovým zařízením musí být použit odpovídající spojovací postup. Pro tento účel může být použit sběrací kroužek a kartáčky. Jestliže je sběrací kroužek ve formě komutátoru, potom je pouze během části oblouku opisovaného otáčející se anténou anténa selektivně připojována k zařízení pro přijímání a vysílání radiových signálů. Elektromagnetické záření z antény je pouze přijímáno z jiné antény nebo vysíláno na anténu umístěnou v této části, když je anténa připojena k zařízení pro přijímání a vysílání radiových vln.

Obr.11 je perspektivní pohled na komutátor 1100, kde jsou některé prvky otáčející se anténní a listové sestavy použity pro vysílání, zatímco ostatní prvky anténní a listové sestavy jsou uzemněny ke konstrukci letadla, nebo napájeny fázově posunutým signálem během zvolených segmentů toho kmitu, aby se vytvořila řiditelná směrová anténa.

Komutátor 1100 sestává ze skořepiny 1111, která se neotáčí s rotorovými listy, a části hřídele 1112 rotorových listů, který se otáčí s rotorovými listy. Skořepina 1111 obsahuje několik sběracích kroužků, jako jsou kroužky 1121 a 1122, s výhodou jeden sběrací kroužek na rotorový list. Sběrací kroužky jsou připojeny k zařízení pro vysílání a přijímání radiových signálů nebo do tělesa vrtulníku, jak je popsáno níže. Rotorový hřídel má kartáčky, jako kartáčky 1141 a 1142, které jsou připojeny k jednomu nebo více elektrickým vodičům na rotorovém listu. Kartáčky 1141, 1142 poskytují spojení s odpovídajícím sběracím kroužkem 1121, 1122.

Každý sběrací kroužek je rozdělen do úhlových částí, přičemž každá část je připojena buď k tělesu vrtulníku nebo k signálu s nulovým fázovým posuvem nebo k signálu s fázovým posuvem. Tímto způsobem signál poskytovaný do jednoho elektrického vodiče na rotorových listech může být učiněn závislým na fyzikální poloze vodičů vzhledem k tělesu vrtulníku. Normálně zde bude mezera 1113, 1132 mezi přerušením spojení od elektrického vodiče k vytvoření jiného spojení k elektrickému vodiči.

Použitá komutátoru předpokládá a využívá schopnost dosažení směrovosti v anténním diagramu. Také poskytuje výhodu v používání komutace různých tvarů pro řízení smyčky 910 se směrovanou energií. Vhodnou volbou spojení k elektrickým vodičům může být hlavní svazek antény učiněn směrovější a jeho směr maximálního vyzařování může být řízen vzhledem k podélné ose letadla.

Směrovost je dosažena napájením dvou nebo více listů výkonem vysílače a použitím jednoho nebo více zbývajících listů fázově posunutou energií nebo jejich uzemněním pro snížení intenzity vyzařované energie zadní smyčky.

Je-li v prvním provedení uzemněného uspořádání anténa uzemněna, když se otáčí v části oblouku umístěného v úhlu 180^{o} od aktivní části, je potom směrovost dále zvýšena. Obr.12 ukazuje typický kompozitní rotor mající pět rotorových listů. To vede k úhlu mezi rotorovými listy 72 stupňů. Je-li komutátor uspořádán tak, že připojuje kdykoli zařízení k anténnímu vodiči dvou rotorových listů 1201, 1205, když se otáčejí, potom vytvoří anténní útvar tvaru písmene V, který má směrové vlastnosti bez jakéhokoli příspěvku ze směrovosti zbývajících tří rotorových listů. Anténní vodiče rotorových listů 1202, 1204 jsou s výhodou uzemněny pro působení jako reflektor a pro další přidávání směrovosti antény. List

1203 může být buď uzemněn nebo může být otevřeným obvodem. Když se sestava rotorových listů otáčí ve směru proti hodinovým ručičkám, rotorový list, který byl připojen jako list 1202 se otáčí do polohy rotorového listu 1201. V přednostním provedení, kde list je otevřený obvod, je v komutátoru mezera mezi okamžiky, kdy je připojen k zařízení a kdy je uzemněn.

Pro komutátor je použit svisle prostřídaný systém, jak je znázorněno na obr.11. Toto řešení zajišťuje, že anténní vodiče dvou listů jsou vždy připojeny k zařízení a je dosaženo optimálního připojení.

Elektrické spojení může být také dosaženo indukčním spojením nebo kapacitním spojením používajících více cívek nebo kondenzátorů, a to jednu nebo jeden pro každý list. Jednotlivé cívky nebo kondenzátory mohou být zvoleny ve vhodné době, například diodovým řízením s obracením polarizace.

Obr.13 ukazuje uspořádání používající indukční spojení pro připojení rotorových listů 1205 a 1201, když jsou tyto rotorové listy připojeny k zařízení pro vysílání a přijímání radiových vln. Ze zařízení pro vysílání a přijímání radiových vln do zařízení znázorněného na obr.13 je vytvořeno spojení 1301.

V následujícím popisu se bude předpokládat, že se signál vysílá rotorovými listy 1205 a 1201. Pro signál, který se má přijímat, se dráha obrátí. Signál se indukčně spojí transformátorem 1302 pro izolaci proti stejnosměrnému proudu. Tento signál je impulzově synchronizován s polohou rotorového hřídele a je přítomen, když je požadováno, aby vysílaný signál procházel na rotorové listy 1205 a 1201. Signál je veden přes vysokofrekvenční tlumivku 1305 pro zabránění zkratování vysílaného signálu přívodem předpětí. Když je

přítomen impulz, dioda je polarizována v přímém směru a dovoluje signálu vysílače procházet mechanismem 1310 indukčního spojení do rotorových listů 1205 a 1201. Cívka 1312 je na rotorovém hřídeli a cívka 1311 je uložena soustředně s cívkou 1312, ale je upevněná ke trupu 102. Když není impulz přítomen, dioda je polarizována obráceným směrem a signál vysílače neprochází. Vysílaný signál se vrací do izolujícího transformátoru kondenzátorem 1303 blokujícím stejnosměrný proud. Diody musí být schopny zpracovávat vyzařovaný vysokofrekvenční výkon a blokovací kondenzátor musí být schopen vést vysokofrekvenční proud.

V přednostním provedení s pěti takovými rotorovými listy 1201, 1202, 1203, 1204 a 1205 je použit jediný spoj 1301, izolační transformátor 1302 a blokovací kondenzátor 1303 stejnosměrného proudu. Pro každý list jsou přítomny samostatné diody 1304 a indukční spojovací mechanismu 1310. Sériová zapojení diod a indukčních spojovacích mechanismů jsou zapojena paralelně mezi izolačním transformátorem a kondenzátorem pro blokování stejnosměrného proudu. Počet sériových zapojení je stejný, jako je počet listů, přičemž cívky 1312 jsou zapojeny mezi odpovídající dvojice rotorových listů.

Vysokofrekvenční tlumivky 1305 jsou zapojeny od každé diody ke zdroji časovacích impulzů. Časovací impulzy jsou získány z rotorového hřídele použitím magnetu upevněnému k rotorovému hřídeli a snímací cívky pro každý požadovaný impulz. Alternativně může být použita sestava foto-optického spojení. Impulzy se tvarují a amplituda se zpracovává podle potřeby. Po té se vedou zpožďovacím prostředkem, přičemž míra zpoždění může být řízena vně zpožďovacího prostředku. Řízení zpoždění může být použito pro zajišťování řízení úhlové polohy vyzařovací smyčky vzhledem k pevné geografické poloze. Všechny impulzy se zpožďují ve stejné míře.

Alternativně by mohly být impulzy generovány generátorem impulzů, synchronizovaný jedním impulzem polohy hřídele. Každý řídicí impulz je posunut od předchozího v případě pětilistového rotoru no 72 stupňů v časové oblasti.

Ve druhém provedení jsou dva přilehlé rotorové listy 1201, 1205 napájeny v uspořádání do tvaru písmene V primárním vysokofrekvenčním přívodem (t.j. s nulovým fázovým posunem), který sám vede ke směrové kombinaci v bipolárním tvaru (t.j. s dopřednou smyčkou a smyčkou orientovanou dozadu). Dochází však stále k významnému vyzařování na stranu opačnou k požadovanému směru. Pro zmenšení tohoto vyzařování jsou rotorové listy 1202, 1204 poháněny fázově posunutým signálem (t.j. posunutým od 0 stupňů) pro zesílení dopředné smyčky a pro zajištění určitého potlačovacího účinku na zadní smyčku. Velikost požadovaného fázového posunu může být stanovena matematickým modelováním, jak je známo odborníkům v oboru teorie antén. Stejně může být také použit rotorový list 1203 (t.j. být napájen fázovým signálem nebo uzemněn, aby působil jako reflektor).

Když se listy otáčejí přibližně o 72 stupňů proti směru hodinových ručiček, kartáčky komutátoru napájené ze zařízení pro příjem a vysílání radiových vln uvolňují rotorové listy 1205 a 1201 a místo toho zabírají do listů 1201 a 1202 jako primárních vyzařovačů. Listy 1201 a 1202 jsou potom podobně uvolňovány a do styku s kartáčky s fázově řízeným přívodem se dostanou nyní listy 1202 a 1203 pro zesílení hlavní smyčky a potlačovací účinek na zadní smyčku. Otáčení komutátoru vyvolá, že se připojení listů, a to jak primární přívod, tak i fázově řízený přívod, mění každých 72 stupňů otáčení.

Aby se zajistilo optimální spojení mezi směrovou anténou a jinou anténou, je zapotřebí, aby byla směrová anténa

orientována tak, že směr zvýšeného zisku je orientován směrem k požadované přijímací anténě. Toho může být dosaženo otáčením pouzdra komutátoru 1111, které se napojuje k vysílacímu a přijímacímu zařízení tak, že elektrické vodiče připojují zařízení přes rozdílnou část oblouku vychylovaného vodiči. Otáčení komutátoru může být dosaženo použitím krokového motoru.

Všechna moderní letecká zařízení komunikují s jiným zařízením v letadle přes číslicovou datovou sběrnici. Tato datová sběrnice vede instrukce z centrálního počítače do leteckého zařízení. Krokový motor je řízen z takové datové sběrnice přes vhodné rozhraní. Konstrukce takového rozhraní je dobře známa odborníkům v oboru navrhování leteckých zařízení. Řídicímu počítači letadla je předáno zaměření přijímače nebo vysílače, s nímž má komunikovat. Má také přístup k současnému kurzu letadla. Z nich je schopen určit požadovanou polohu komutátoru a řízení krokového motoru a proto má směrovost antény. Když letadlo mění kurz, anténa zůstává orientována v přiměřeném směru.

Ve všech obměnách vynálezu, jak byly popsány výše, jakož i ve známých anténách, je zapotřebí vřadit do systému ladicí jednotku antény, aby umožnila přizpůsobování impedance antény impedanci vysílače a přijímače po širokém pásmu kmitočtů. Tvar a konstrukce ladicích jednotek antén je dobře znám odborníkům v oboru a nebude dále vysvětlován.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Anténní systém v letadle (100) s rotujícími listy, majícím trupové tělo (102) opatřené rotorovými listy (101), obsahujícími vodivý anténní prostředek, který je uspořádán po délce uvedených rotorových listů a je délkově omezen pouze délkou uvedených rotorových listů, přičemž materiál v okolí tohoto anténního prostředku je nevodivý, a obsahující spojovací prostředek pro elektrické připojení uvedeného anténního prostředku k zařízení pro vysílání a přijímání radiových vln, přičemž uvedený spojovací prostředek obsahuje první prostředek otáčející se s uvedenými rotorovými listy a elektricky připojený k uvedenému anténnímu prostředku, a druhý prostředek upevněný k uvedenému tělu a připojený k uvedenému zařízení pro vysílání a přijímání radiových vln, vyznačený tím, že anténní prostředek zahrnuje elektrické vodiče (210, 310), které jsou každý zasazeny do povrchu jednoho z více elektricky nevodivých rotorových listů (200, 300), nebo jsou na tento povrch upevněny, přičemž každý z uvedených elektrických vodičů jsou uloženy rovnoběžně s hlavní osou uvedeného nevodivého rotorového listu (200, 300) po v podstatě celé jeho délce a tvoří vyzařovací prvek anténního systému, přičemž uvedené vysílané nebo přijímané radiové vlny mají vlnovou délku v rozmezí od 10 metrů do 150 metrů, a přičemž uvedený první a druhý prostředek (410, 510, 620 a 412, 521, 623) jsou spojeny dohromady indukčními nebo kapacitními prostředky (400, 500) nebo kontaktními kartáčkovými prostředky (600).

2. Anténní systém podle nároku 1 vyznačený tím, že každý z uvedených elektrických vodičů (210) je uložen podél povrchu předního okraje jednoho z uvedených nevodivých rotorových listů (200, 300) a slouží současně jako protierozní štít pro ochranu rotorového listu proti poškození.

3. Anténní systém podle nároku 1 vyznačený tím, že

každý z uvedených elektrických vodičů je uložen podél povrchu předního okraje jednoho z uvedených nevodivých rotorových listů (200, 300) a je současně použit jako topné vlákno (310) a obsahuje prostředek pro kombinování nebo oddělování vysílaného nebo přijímaného radiového signálu od výkonu dodávaného do topného vlákna (310).

4. Anténa podle kteréhokoli z nároků 1 nebo 2 vyznačený tím, že elektrické vodiče jsou vodivý povlak uložený na povrch uvedených nevodivých rotorových listů (200, 300).

5. Anténní systém podle kteréhokoli z nároků 1 až 4 vyznačený tím, že uvedený spojovací prostředek obsahuje první plochu (410) a druhou plochu (412), přičemž první plocha (410) se otáčí s rotorovými listy (101), druhá plocha (412) je upevněna k trupovému tělu (102) a první plocha (410) a druhá plocha (412) jsou kapacitně spojeny.

6. Anténa podle kteréhokoli z nároků 1 až 4 vyznačený tím, že uvedený spojovací prostředek obsahuje první transformátorové vinutí (510) a druhé transformátorové vinutí (521), přičemž první vinutí (510) se otáčí s rotorovými listy (101), druhé vinutí (521) je upevněno k trupu (102) a první vinutí (510) a druhé vinutí (521) jsou indukčně spojena.

7. Anténní systém podle kteréhokoli z nároků 1 až 4 vyznačený tím, že spojovací prostředek obsahuje sběrací kroužky (620) a kontaktní kartáčky (623).

8. Komunikační systém pro vysílání nebo přijímání informace ve formě radiových vln v letadle s rotujícími listy, majícím tělo opatřené rotorovými listy, vyznačený použitím anténního systému obsahujícího elektrické vodiče (210, 310), které jsou každý zasazen do povrchu jednoho z více elektricky nevodivých rotorových listů (200, 300) nebo je

k němu upevněn, přičemž každý z uvedených elektrických vodičů jsou uloženy rovnoběžně s hlavní osou jednoho z uvedených nevodivých rotorových listů po v podstatě celou jejich délku a tvoří vyzařovací prvek anténního systému, přičemž uvedené vysílané nebo přijímané vlny mají vlnovou délku v rozmezí od 10 metrů do 150 metrů, a použitím spojovacího prostředku obsahujícího první prostředek (410, 510, 620) otáčející se s uvedenými nevodivými rotorovými listy a elektricky spojený s uvedenými vodiči (210, 310), a druhý prostředek (412, 521, 623) upevněný k uvedenému tělu a připojený k uvedenému zařízení pro vysílání a přijímání radiových vln, přičemž uvedený první a druhý prostředek jsou vzájemně spojeny indukčními nebo kapacitními prostředky (400, 500) nebo kontaktními kartáčkovými prostředky (600).

8. Použití anténního systému podle kteréhokoli z nároků 1 až 7 v komunikačním systému pro přijímání a vysílání informace ve formě radiových vln.

9. Směrová anténa pro použití se zařízením pro vysílání nebo přijímání radiových vln v letadle (100) s rotujícími listy, majícím tělo (102) opatřené třemi nebo více rotorovými listy (101), vyznačená tím, že obsahuje dva první elektrické vodiče (210), přičemž každý vodič je uložen rovnoběžně s hlavní osou odpovídajícího elektricky nevodivého rotorového listu (200) a je zasazen do povrchu uvedeného rotorového listu nebo je k němu upevněn, jeden nebo více druhých elektrických vodičů (210), přičemž každý vodič je uložen rovnoběžně s hlavní osou odpovídajícího rotorového listu (200) a je zasazen do povrchu uvedeného rotorového listu nebo je k němu upevněn, přičemž uvedené druhé elektrické vodiče nejsou elektricky spojeny s uvedenými prvními elektrickými vodiči, přičemž uvedené první a druhé elektrické vodiče (210) tvoří vyzařovací prvky pro uvedené radiové vlny, které mají vlnovou délku v rozmezí od 10 m do 150 m,
prostředek (1100) pro zajišťování spojení z více prvních

elektrických vodičů (210) do zařízení pro vysílání nebo přijímání radiových vln, a prostředek (1121, 1122, 1141, 1142) pro dynamické vybírání prvních elektrických vodičů (210) ze všech elektrických vodičů jako těch, které mají úhlovou polohu bližší k první předem určené úhlové poloze vzhledem k tělu (102) letadla (100) s otáčivými listy, než ostatní z těchto vodičů, a pro dynamické vybírání ostatních z těchto vodičů jako druhých elektrických vodičů.

10. Směrová anténa podle nároku 9 vyznačená tím, že druhé elektrické vodiče (210) jsou elektricky připojeny k tělu (102) uvedeného letadla (100) s rotačními listy.

11. Směrová anténa podle nároku 9 vyznačená tím, že jeden nebo více uvedených druhých elektrických vodičů (210) jsou opatřeny signálem, který je mimo fázi se signálem vedeným na uvedené první elektrické vodiče (210).

12. Směrová anténa podle nároku 11 vyznačená tím, že jeden nebo více uvedených druhých elektrických vodičů (210), nenapájených signálem mimo fázi, je elektricky připojeno k tělu (102) letadla (100) s rotujícími listy.

13. Směrová anténa podle kteréholi z nároků 9 až 12 vyznačená tím, že uvedený spojovací prostředek obsahuje sběrací kroužky (1121, 1122) a kontaktní kartáčky (1141, 1142).

14. Směrová anténa podle kteréhokoli z nároků 9 až 13 vyznačená tím, že uvedený prostředek pro dynamické vybírání vodičů (210) jako prvních vodičů nebo jako druhých vodičů obsahuje sběrací kroužky (1121, 1122) a kontaktní kartáčky (1141, 1142).

15. Směrová anténa podle kteréhokoli z nároků 9 až 14 vyznačená tím, že uvedený prostředek pro dynamické vybírání vodičů (210) jako prvních vodičů nebo jako druhých vo-

dičů obsahuje elektrické diody (1305) a prostředek (1306, 1305) pro řízení stejnosměrné proudové polarizace elektrických diod.

16. Směrová anténa podle kteréhokoli z nároků 9 až 15 vyznačená tím, že dále obsahuje řídicí prostředek (1152) pro udržování první předem určené úhlové polohy vzhledem ke známému geografickému bodu.

17. Směrová anténa podle nároku 16 vyznačená tím, že řídicí prostředek (1152) obsahuje krokový motor.

18. Směrová anténa podle kteréhokoli z nároků 9 až 17 vyznačená tím, že dále obsahuje prostředek pro udržování uvedené první předem určené úhlové polohy konstatní vzhledem ke vzdálenému zařízení pro vysílání nebo přijímání radiových vln.

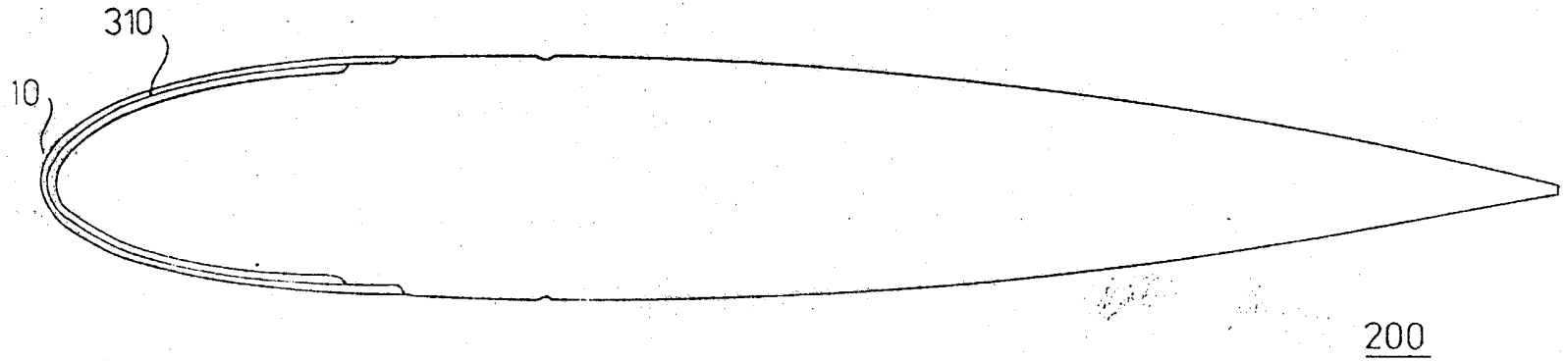
19. Směrová anténa podle kteréhokoli z nároků 9 až 18 vyznačená tím, že délka každého elektrického vodiče je v podstatě podobná délce rotorových listů (200).

20. Komunikační systém pro vysílání a přijímání radiových vln v letadle (100) s rotujícími listy, majícím tělo (102) opatřené rotorovými listy (101), vyznačený použitím směrové antény připojené k zařízení pro vysílání nebo přijímání uvedených radiových vln v uvedeném letadle majícím tři nebo více elektricky nevodivých rotorových listů (200),

20. Použití anténního systému podle kteréhokoli z nároků 9 až 19 v komunikačním systému pro přijímání a vysílání informace ve formě radiových vln.

JUDr. Petr KALENSKÝ
advokát

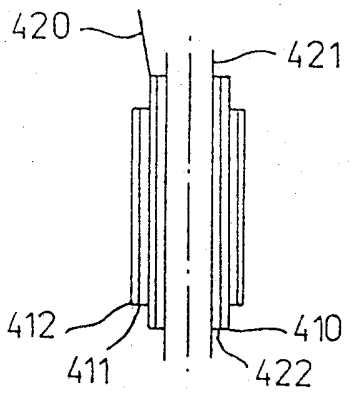
OBR. 1



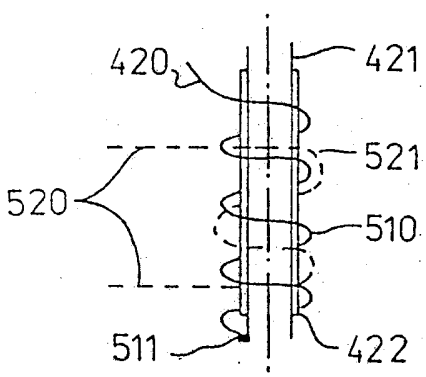
OBR. 2

JUDr. Petr KALENSKÝ

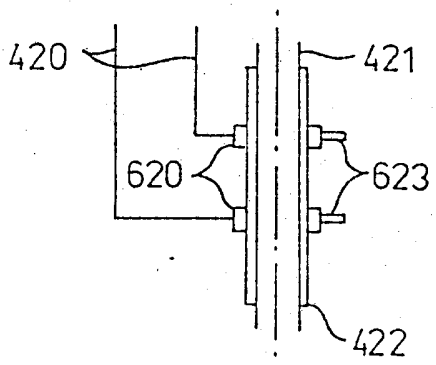
OBR. 3



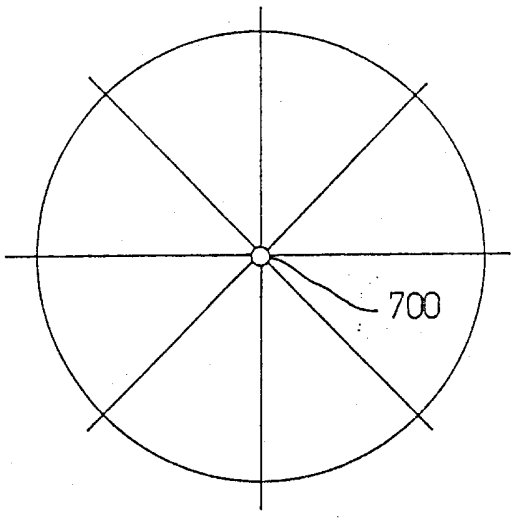
OBR. 4



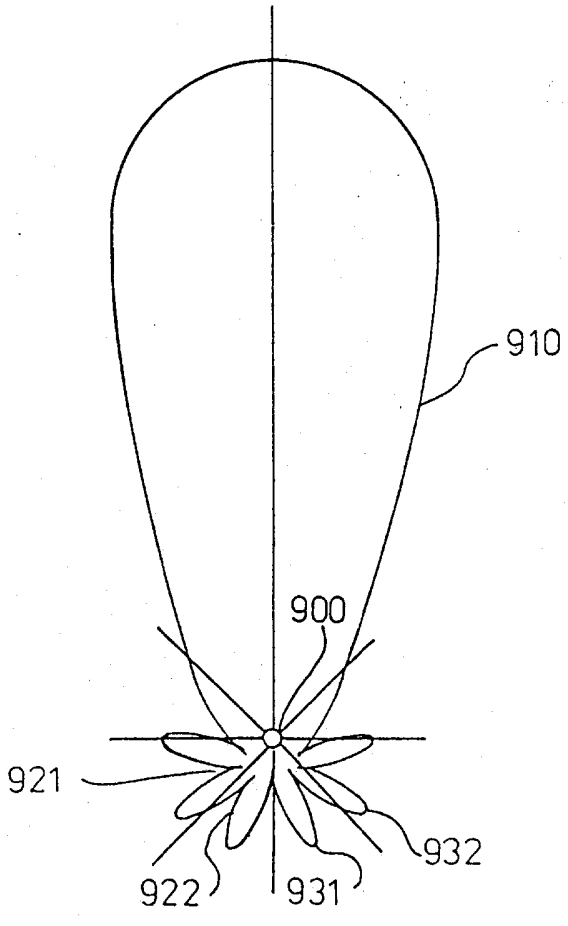
OBR. 5



OBR. 6

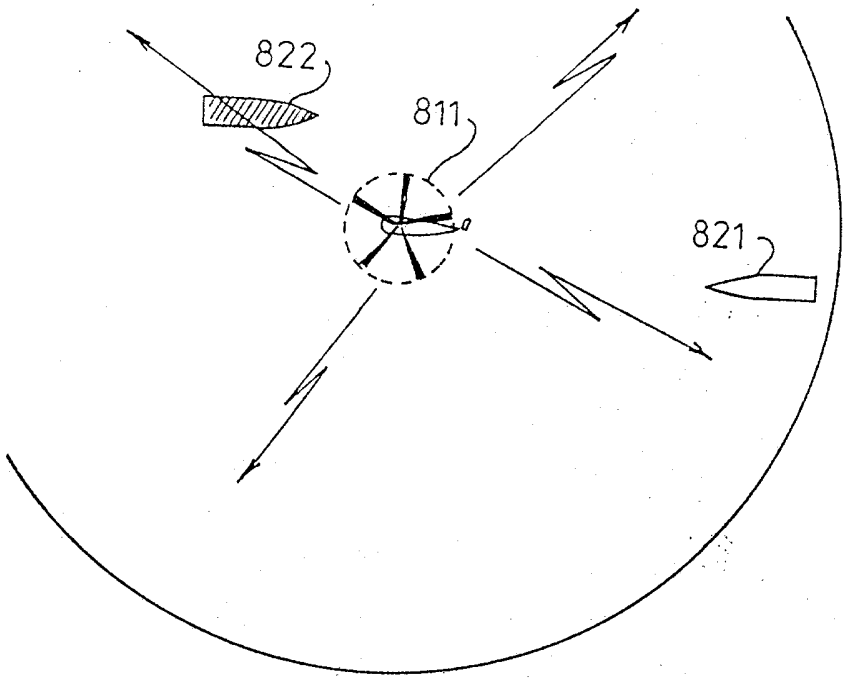


OBR. 7

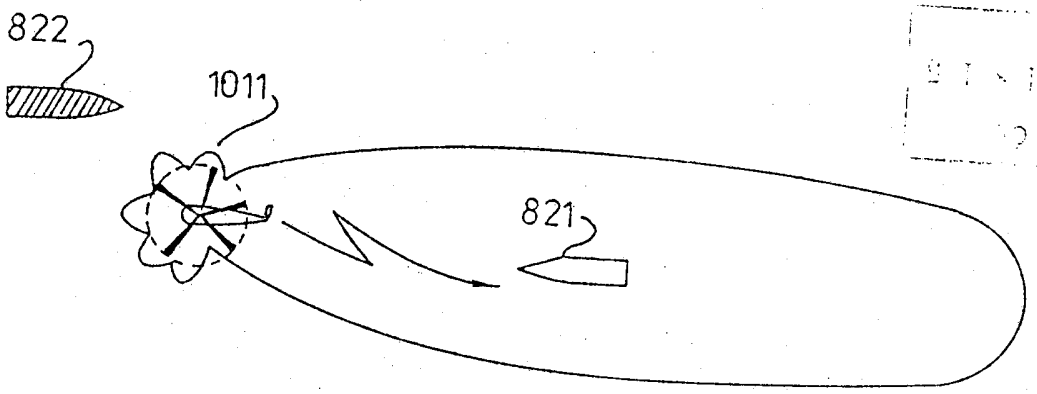


OBR. 9

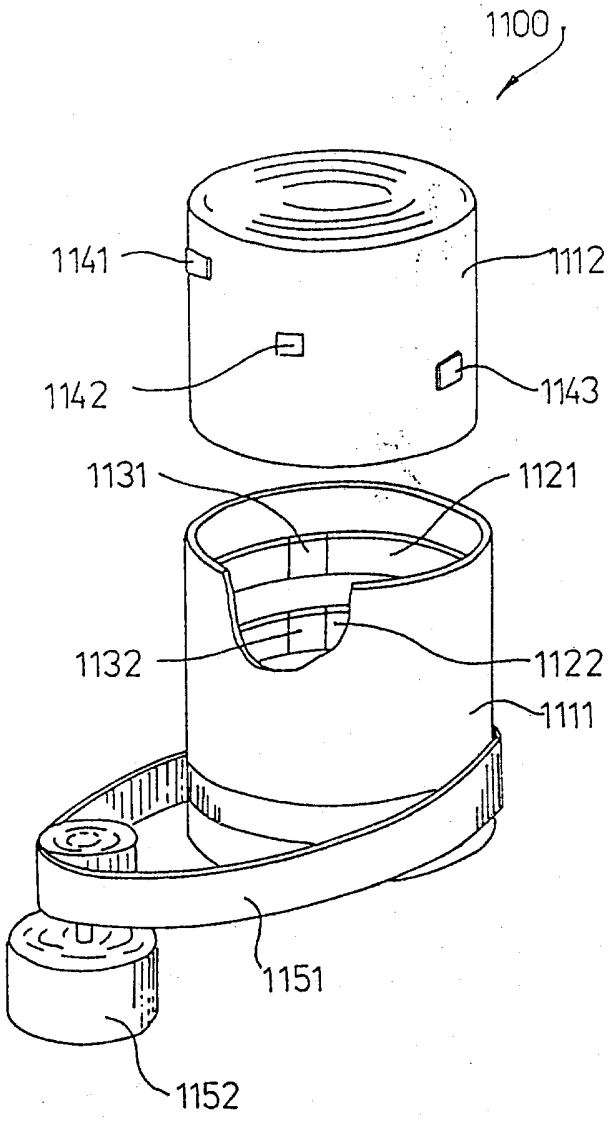
PV 2011-95



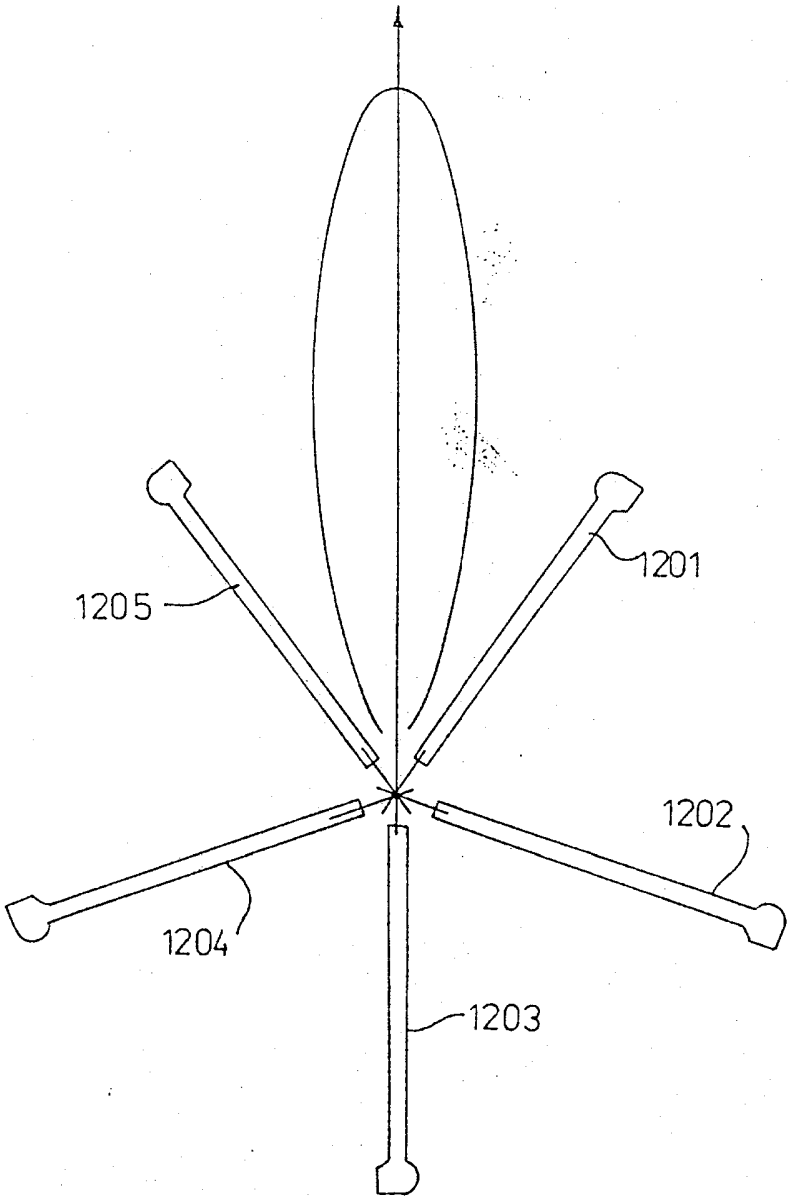
OBR. 8



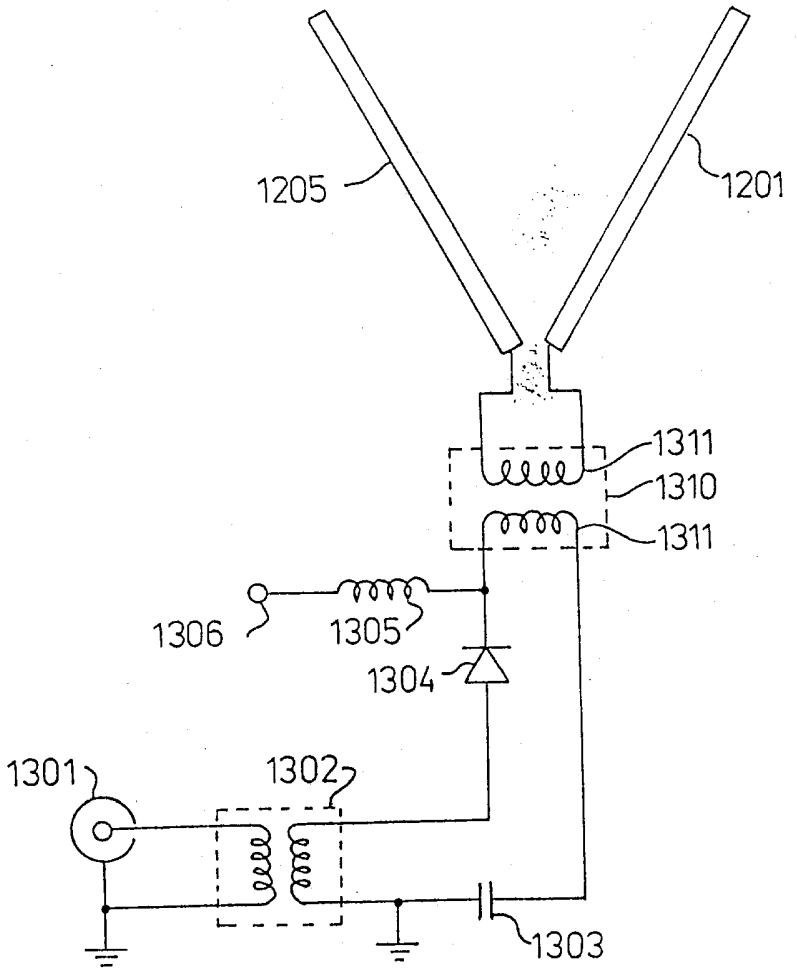
OBR. 10



OBR.11



OBR. 12



OBR. 13