

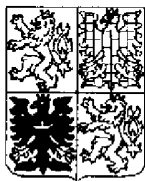
PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 3320

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **12.09.2000**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **23.02.2000**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/511552**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.10.2001**
(Věstník č. 10/2001)

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

G 01 B 21/00

G 01 M 19/00

(71) Přihlašovatel:

GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady, NY,
US;

(72) Původce:

Mercer Gary David, Simpsonville, SC, US;
Li Ming Cheng, Cincinnati, OH, US;
Baum Charles Robert, West Chester, OH, US;

(74) Zástupce:

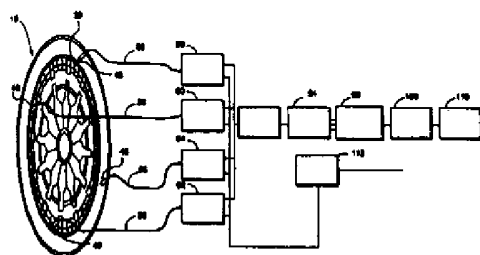
Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Měřicí systém pro měření posuvu součástí rotoru

(57) Anotace:

Měřicí systém pro měření osového posuvu trubky (28) vzhledem k osově stacionární součásti (38) v otočné sestavě (10) rotoru (12) obsahuje alespoň jednu sondu (48) pro snímání posuvu, uzpůsobenou pro umístění kolmo na podélnou osu trubky (28), systém izolovaných kabelů (50, 56, 36), uzpůsobených pro průchod sestavou (10) rotoru (12), sestavu (78) distančních modulů (58, 60, 62, 64), umístěnou v osovém směru za sestavou (10) rotoru (12), ke které jsou připojeny kabely (50, 56, 36) Telemetrický systém (112, 116) je funkčně připojený k uvedené sestavě (78) distančních modulů (58, 60, 62, 64) pro odebrání vzorků signálů od uvedené sestavy (78) distančních modulů (58, 60, 62, 64) a pro předávání údajů do pozemní stanice.





01-2558-00-Če

Měřicí systém pro měření posuvu součástí rotoru

Oblast techniky

Vynález se obecně týká měřicího systému pro měření osového posuvu v otáčivém prostředí, a zejména se týká měření vzájemného osového pohybu mezi přiléhajícími sousedícími součástmi v sestavě rotoru plynové turbíny.

Dosavadní stav techniky

U moderních strojních zařízení plynových turbín, vyvinutých majitelem tohoto vynálezu, jsou lopatky prvního a druhého stupně plynové turbíny opatřeny uzavřeným chladicím okruhem, chlazeným parou nebo vzduchem, přiváděným přívodním systémem, procházejícím sestavou rotoru plynové turbíny.

Je velice důležité zjišťovat opotřebení, ke kterému dochází v důsledku vzájemného osového pohybu mezi osovými přívodními trubkami a otáčejícími se oběžnými koly turbíny. Rotor, u kterého je takovéto měření vyžadováno, má průměr o velikosti přibližně 59 palců, přičemž má maximální rychlost otáčení 4 200 otáček za minutu.

Parní přívodní trubky jsou uloženy hluboko v sestavě rotoru, přičemž snímače nebo sondy, používané pro měření osového posuvu těchto trubek, musejí být uspořádány v oblasti, která leží ve vzdálenosti přibližně 24 palců od

středové osy stroje, tj. od osy rotoru, a proto musejí odolávat opakovanému působení odstředivého zrychlení o velikosti více než 12 000 g's.

Kromě toho teplota součástí, které mají být měřeny, leží v rozmezí od 75° F do 250° F, přičemž oblast, kterou musí vedení pro signály procházet, má teplotu v blízkosti 1 000° F. Systém musí odolávat sériím čtyřicetiminutových cyklů až na maximální rychlost a teplotu. Je vyžadována životnost, která přesahuje 5 000 takovýchto cyklů.

Jednotka může být buď samostatně napájena, nebo může být poháněna z vnějšího energetického zdroje prostřednictvím otočné energetické napájecí spojky. Signál o velikosti posuvu bude přenášen do stacionární plošiny prostřednictvím zapouzdřeného otočného telemetrického systému.

Podstata vynálezu

V souladu s příkladným provedením předmětu tohoto vynálezu je využíváno systému distančních snímačů, který je komerčně dostupný u firmy Bentley Nevada, a to pro snímání osového posuvu čtyř osově umístěných parních přívodních chladicích trubek, uspořádaných v devadesátistupňových intervalech kolem osy rotoru, vzhledem ke stacionárním součástem sestavy rotoru, přičemž trubky a stacionární součásti se otáčejí kolem osy rotoru.

Měření je prováděno s pomocí snímačů, které nemají žádné pohyblivé součásti, které by se mohly zadírat opotřebovávat nebo ubývat, přičemž je standardní snímací sonda dimenzována

na maximální teplotu o velikosti 350° F, která leží mírně nad očekávanou teplotou příslušné oblasti měření.

Snímače nebo sondy jsou orientovány kolmo ke směru pohybu každé parní přívodní trubky a jsou zaměřeny na místo měření, které v daném případě představuje skloněná nebo zakřivená oblast (nebo zaoblení obruby) na trubce. To umožňuje, aby byla trubka uložena v příslušném rozmezí měřicí vzdálenosti sondy.

Běžné kabely jsou připojeny k obvodově rozmístěným sondám, přičemž tyto kabely zahrnují minerálním izolačním materiálem potažené kovové úseky, které překlenují oblast s vysokými teplotami, a ohebnými úseky pro oblast s nízkými teplotami, určenými pro připojení k sondám na jednom konci a k oscilátorovým demodulačním modulům na druhém konci.

Všechny moduly se otáčejí v blízkosti středové osy stroje na nosném prstenci modulů, který je nesen dvěma neustále mazanými kuličkovými ložisky mezi skříní stroje a telemetrickým pouzdem. Moduly jsou napájeny prostřednictvím otočného indukčního napájecího systému, uspořádaného na vnějším průměru nosného prstence modulů.

Rektifikátory, filtry a regulátory otočného prstence indukčního napájecího systému poskytují stejnosměrný proud o napětí 24 V, určený pro napájení modulů. Výstupní signály o napětí 2 až 18 V stejnosměrného proudu z distančních modulů Proximity® jsou připojeny k telemetrickému pouzdu prostřednictvím otočných kruhových přípojek a ohebného spojovacího uspořádání.

Telemetrické pouzdro odebírá vzorky signálů rychlostí přibližně jednou za vteřinu, a poté digitálně přenáší příslušné údaje do pozemní stanice prostřednictvím rádiového frekvenčního spojovacího vedení. Testovací blokový získávací systém potom přijímá digitální údaje od pozemní stanice prostřednictvím sériového vedení.

V důsledku tvaru obrub nebo výstupků na trubkách, používaných jako cíle pro měřicí systém, bude výstup systému v podstatě nelineární. Z toho důvodu musí být provedena podrobná kalibrace na místě před uvedením do provozu, pokud jsou vyžadovány absolutně přesné výsledky měření posuvu trubky. Po této kalibraci může následovat slícování zakřivení, načež jsou výsledné koeficienty vloženy do počítače pro výpočet technických jednotek.

Takže z hlediska širších aspektů se předmět tohoto vynálezu týká měřicího systému pro měření osového posuvu trubky vzhledem k osově stacionární součásti v otočné sestavě rotoru, mající podélnou osu, přičemž tento měřicí systém obsahuje:

alespoň jednu sondu pro snímání posuvu, uzpůsobenou pro umístění v blízkosti podélné osy trubky,

systém izolovaných kabelů, uzpůsobených pro průchod sestavou rotoru,

sestavu distančních modulů, umístěnou v osovém směru za uvedenou sestavou rotoru, ke které jsou připojeny uvedené kabely, a

telemetrický systém, funkčně připojený k uvedené sestavě distančních modulů pro odebírání vzorků signálů od uvedené sestavy distančních modulů a pro předávání údajů do pozemní stanice.

Sonda pro snímání posuvu je s výhodou orientována v podstatě kolmo k podélné ose uvedené trubky v místě měření.

Místo měření je s výhodou opatřeno výstupkem na vnější povrchové ploše trubky.

Alespoň jedna sonda pro snímání posuvu s výhodou obsahuje čtyři sondy pro snímání posuvu, rozmístěné v obvodově od sebe vzdálených místech kolem uvedené podélné osy uvedené sestavy rotoru.

Alespoň jedna sonda je s výhodou připojena k uvedenému systému kabelů, které vedou radiálně do středové oblasti sestavy rotoru, osově podél uvedené sestavy rotoru, a jsou funkčně připojeny k uvedené sestavě distančních modulů.

Sestava distančních modulů s výhodou obsahuje čtyři distanční moduly, uspořádané pro otáčení spolu s uvedenou sestavou rotoru.

Sestava distančních modulů může být s výhodou samostatně napájena.

V souladu s dalším aspektem předmětu tohoto vynálezu byl rovněž vyvinut měřicí systém pro měření osového posuvu jedné součásti vzhledem k jiné součásti v otáčivém prostředí, přičemž tento systém obsahuje:

prostředky pro snímání osového posuvu jedné součásti vzhledem k jiné součásti, přičemž se obě součásti otáčejí kolem společné osy, a

prostředky pro přenášení údajů od uvedené snímací sondy do stacionárního místa, vzdáleného od uvedeného místa měření.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude v dalším podrobněji objasněn na příkladech jeho konkrétního provedení, jejichž popis bude podán s přihlédnutím k přiloženým obrázkům výkresů, kde:

obr. 1 znázorňuje v částečném řezu zobrazený částečný axonometrický pohled na sestavu rotoru, opatřenou měřicím systémem podle tohoto vynálezu;

obr. 2 znázorňuje částečný pohled v řezu na oblast sestavy rotoru, kde jsou uloženy parní přívodní trubky, přičemž je zde znázorněno místo uspořádání snímací sondy na oběžném kole turbíny, a přičemž je špička snímací sondy umístěna v těsné blízkosti obruby nebo výstupku na osově umístěné parní přívodní trubce;

obr. 3 znázorňuje částečný boční nárysný pohled na otočný soubor elektroniky pro využití spolu s předmětem tohoto vynálezu;

obr. 4 znázorňuje pohled v řezu, přičemž řez je veden podél čáry 4-4 z obr. 3;

obr. 5 znázorňuje pohled v řezu, přičemž řez je veden podél čáry 5-5 z obr. 3;

obr. 6 znázorňuje pohled v řezu, přičemž řez je veden podél čáry 6-6 z obr. 3; a

obr. 7 znázorňuje funkční blokové schéma měřicího systému pro měření osového posuvu podle tohoto vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Jak je znázorněno na vyobrazení podle obr. 1, tak sestava 10 rotoru 12 obsahuje rotor 12, oběžné kolo 14 prvního stupně turbíny, oběžné kolo 16 druhého stupně turbíny, oběžné kolo 18 třetího stupně turbíny a oběžné kolo 19 čtvrtého stupně turbíny, kterážto oběžná kola 14, 16, 18 a 19 jsou od sebe vzájemně oddělena rozpěrnými koly 20, 22 a 24.

Každé oběžné kolo 14, 16 a 18 je opatřeno velkým množstvím lopatek (na vyobrazeních neznázorněno), které spolupracují se stacionárními tryskami (na vyobrazeních rovněž neznázorněno), a to všeobecně známým způsobem.

Uvnitř sestavy 10 rotoru 12 pak velké množství osově probíhajících parních chladicích kanálů nebo trubek (z nichž jsou zobrazeny pouze dvě trubky, které jsou označeny vztahovými značkami 26 a 28) přivádí chladicí páru k lopatkám oběžného kola 14 prvního stupně a oběžného kola 16 druhého stupně, přičemž chladicí trubky 26 a 28 probíhají od zadního kola 30, kde chladicí okruh probíhá radiálně směrem dovnitř

prostřednictvím velkého množství trubek 32, 34 atd., načež probíhá v osové směru ven z rotoru 12.

Místo, označené šipkou A, je jedním z míst, kde může být měřen vzájemný osový pohyb chladicí trubky 28 podle tohoto vynálezu.

Kabely od měřicích snímačů musejí procházet sestavou 10 rotoru 12 k distančním modulům, které budou podrobněji popsány v dalším. Tyto kabely nejprve probíhají radiálně směrem dovnitř do středové oblasti rotoru 12, načež probíhají směrem zpět do kanálu elektroniky, jak bude rovněž podrobněji popsáno v dalším.

Na vyobrazení podle obr. 1 jsou znázorněny osově části kabelů, které jsou označeny vztahovou značkou 36. Jelikož všechna čtyři měřicí místa a příslušná uspořádání snímacích sond jsou ve skutečnosti totožná, bude podrobněji popsáno pouze jedno.

Na vyobrazení podle obr. 2 je znázorněn nadsazeně přehnaný detailní pohled, znázorňující osově probíhající parní chladicí trubku 28, procházející rozpěrným kolem mezi prvním a druhým stupněm turbíny, kde je tato chladicí trubka 28 upevněna prostřednictvím pevné objímkové spojky 38. Volný konec 40 chladicí trubky 28 je uložen v pevném prstenci 42 v oběžném kole 14 prvního stupně a je do něj vložena „cívkovitá“ spojka 44.

Pro účely tohoto popisu je měření osového pohybu chladicí trubky 28 vzhledem k pevné objímkové spojkce 38 prováděno podél zakřivené obruby nebo výstupku 46 na chladicí

trubce 28, a to v bezprostřední blízkosti pevné objímkové spojky 38.

Snímací sonda 48 je orientována kolmo na směr pohybu chladicí trubky 28. Vystředěním na zakřivené ohrubě nebo výstupku 46 bude chladicí trubka 28 ležet v rozmezí měřicí vzdálenosti snímací sondy 48.

Snímací sonda 48, která může být součástí komerčně dostupného systému „Bentley Nevada 3300 Series Proximity Transducer System“, má určité výhody, které spočívají zejména v následujícím:

- nemá žádné pohyblivé části, které by se mohly zadírat, opotřebovávat nebo by mohly ubývat;
- snímací sonda 48 je dimenzována na maximální teplotu o velikosti 350° F, která leží mírně nad velikostí očekávané teploty příslušné oblasti; a
- snímací sonda 48 je poměrně nenákladná.

Standardní sériový převodník nebo snímač 3300 může však být rovněž uspořádán pro hrubý obslužný provoz.

Ohebný kabel 50 prochází od snímací sondy 48 přes vodící člen 52 k přípojce 54, od které „tvrdý“ kabel 56 prochází do středové oblasti rotoru 12 a potom v axiálním směru k distančním modulům 58, 60, 62 a 64, což znamená, že jsou zde čtyři takové osově kabely 36 od čtyř příslušných převodníků nebo snímacích sond, příslušející čtyřem parním

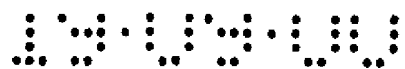
chladicím trubkám, umístěným přibližně v devadesátistupňových intervalech kolem konstrukce rotoru 12.

Parní chladicí trubka 28 se bude za provozu roztahovat a rozpínat v důsledku vysokých teplot, které panují uvnitř sestavy 10 rotoru 12. Jelikož jsou teplotní a materiálové vlastnosti chladicí trubky 28 známe, může být rozsah jejího osového pohybu v důsledku tepelné roztažnosti stanoven předem s určitým stupněm přesnosti.

U chladicí trubky 28 dochází rovněž k jejímu pohybu v radiálním směru, což je však způsobováno v důsledku odstředivých sil, působících na chladicí trubku 28 během otáčení rotoru 12. V tomto ohledu je nutno si uvědomit, že se chladicí trubka 28 dotýká radiálně vnějšího konce, avšak nikoli radiálně vnitřního konce pevné objímkové spojky 38 (viz obr. 2).

Odstředivé síly mohou rovněž způsobit, že kruhová chladicí trubka 28 získá oválný tvar, v důsledku čehož dojde ke zvýšení radiálního pohybu v blízkosti snímací sondy 48. Jelikož měřenou povrchovou plochou je skloněná zakřivená obruba nebo výstupek 46, pak jakýkoliv pohyb chladicí trubky 28 zapříčiní změnu vzdálenosti mezi snímací sondou 48 a tímto výstupkem 46.

Snímací sonda 48 může však snímat jak radiální, tak i osový pohyb, přestože je radiální pohyb zcela malý. Osový pohyb může být výrazný (například o velikosti zhruba 0,383 palce), takže podél délky chladicí trubky 28 jsou uspořádány tři nebo čtyři v osovém směru od sebe vzdálené spojky, jako je například objímková spojka 38.



Spojka na rozpěrném kole 20 mezi prvním a druhým stupněm turbíny bude přenášet zatížení na další objímkové spojky, přičemž tyto spojky mají povrchové plochy s nízkým třením, což umožňuje, aby se chladicí trubka 28 mohla hladce roztahovat.

Jelikož může být daný systém kalibrován v závislosti na charakteristikách tepelné roztažnosti materiálu trubky, může být osový pohyb, k němuž dochází z jiných příčin, například v důsledku získávání oválného tvaru trubky působením odstředivých sil a/nebo prokluzovacího nebo posuvného pohybu, zjišťován s velkou přesností, například méně než 200 tisícín palce.

Snímaný osový pohyb je přenášen prostřednictvím kabelů 36 do čtyř po obvodu umístěných distančních modulů 58, 60, 62 a 64, uspořádaných na souboru 66 elektroniky, který je částečně schematicky znázorněn na vyobrazeních podle obr. 3 až obr. 6, a jehož funkční diagram či blokové schéma je znázorněno na vyobrazení podle obr. 7.

Jak je znázorněno na vyobrazení podle obr. 3 je soubor 66 elektroniky přizpůsoben k tomu, aby mohl být připevněn k zadnímu konci tělesa ložiska (na vyobrazení neznázorněno) rotoru 12 turbíny prostřednictvím šroubů (z nichž jsou znázorněny pouze dva, které jsou označeny vztahovou značkou 68), vodicích čepů (z nichž jsou rovněž znázorněny pouze dva, které jsou označeny vztahovou značkou 70) a/nebo prostřednictvím jiných vhodných prostředků na rámu 72 souboru 66, a to tak, aby středová osa souboru 66 byla souosá s osou sestavy 10 rotoru 12.

Přístrojová trubice 74 s uvnitř uloženými kabely 36 probíhá do rámu 72 souboru 66 a je připojena prostřednictvím pera 76 k sestavě 78 distančních modulů. Tato sestava 78 distančních modulů je připevněna prostřednictvím šroubů 80 k rámu 72 souboru 66.

Distanční moduly 58, 60, 62 a 64 jsou uzavřeny přední nosnou deskou 82, nosným prstencem 84 a zadní deskou 86. Tato podsestava je otočná spolu s přístrojovou trubicí 74 v ložiskách 88 a 90, přičemž tato ložiska 88 a 90 jsou udržována na svém místě prostřednictvím přídržné matice 92. Za ložisky 88 a 90 je umístěna v osovém směru zatěžovací pružina 87.

Vodicí trubice 91 o větším průměru (která je v osovém směru spojena s přístrojovou trubicí 74) prochází středem čtyř distančních modulů 58, 60, 62 a 64 a je připojena k zadní nosné desce 86.

Před distančními moduly 58, 60, 62 a 64 jsou umístěny stacionární primární cívka 93 a otočná sekundární cívka 94. Stacionární primární cívka 93 je nesena prstencem 96 a držáky 98. Otočná sekundární cívka 94 je připojena k napájecímu zdroji 100. Tím je umožněno vlastní napájení sestavy distančních modulů 58, 60, 62 a 64 a rovněž shromažďování údajů o reálném čase během testování. Cívky 93 a 94 jsou připojeny k lineárnímu zesilovači 108 a ke zdroji 110 střídavého proudu (viz obr. 7).

Tři stacionární kruhové přípojky 102, 104 a 106 jsou umístěny za distančními moduly 58, 60, 62 a 64, přičemž je

jedna přípojka využívána pro kalibrování souboru 66 na srovnávací teplotu, a zbývající dvě přípojky jsou každá určeny pro uložení dvou ze čtyř kabelů 36, vedoucích od snímací sondy 48.

Pružná budicí spojka 112 (využívající soustavu 114 vodičů z materiálu Kevlar) je umístěna mezi zadní nosnou deskou 86 modulu a kluzným prstencem 116, uloženým na montážní desce 118.

Na vyobrazení podle obr. 5 je znázorněna soustava 114 vodičů v pružné budicí spojkce 112 v pohledu zezadu. Je to právě pružná budicí spojka 112 a kluzný prstenec 116, které převádějí signály z otočných součástí do stacionárních součástí. Funkční diagram neboli blokové schéma daného uspořádání je znázorněno na vyobrazení podle obr. 7.

Pružná budicí spojka 112 a kluzný prstenec 116 jsou součástmi otočného telemetrického systému pro dálkové měření, který je dostupný u firmy Accumetrics, Inc. Tento telemetrický systém odebírá vzorky signálů rychlostí přibližně jednou za vteřinu, a poté digitálně přenáší získané údaje do pozemní stanice prostřednictvím radiového frekvenčního spojovacího vedení. Testovací blokový získávací systém potom přijímá digitální údaje od pozemní stanice prostřednictvím sériového vedení.

Přestože byl předmět tohoto vynálezu popsán ve spojitosti s jeho příkladným provedením, které je v současné době považováno za nejpraktičtější a nejvýhodnější, je zcela pochopitelné, že se předmět tohoto vynálezu neomezuje pouze na shora popsané provedení, neboť je naopak určen k tomu, aby

pokryl různé modifikace a ekvivalentní uspořádání, spadající do myšlenky a rozsahu následujících patentových nároků.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Měřicí systém pro měření osového posuvu trubky (28) vzhledem k osově stacionární součásti (38) v otočné sestavě (10) rotoru (12), mající podélnou osu, v y z n a č u j í c í s e t í m , že tento měřicí systém obsahuje:

alespoň jednu sondu (48) pro snímání posuvu, uzpůsobenou pro umístění v blízkosti podélné osy trubky (28),

systém izolovaných kabelů (50, 56, 36), uzpůsobených pro průchod sestavou (10) rotoru (12),

sestavu (78) distančních modulů (58, 60, 62, 64), umístěnou v osovém směru za uvedenou sestavou (10) rotoru (12), ke které jsou připojeny uvedené kabely, a

telemetrický systém (112, 116), funkčně připojený k uvedené sestavě (78) distančních modulů (58, 60, 62, 64) pro odebrání vzorků signálů od uvedené sestavy (78) distančních modulů (58, 60, 62, 64) a pro předávání údajů do pozemní stanice.

2. Měřicí systém podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená sonda (48) pro snímání posuvu je orientována v podstatě kolmo k podélné ose uvedené trubky (28) v místě měření.

3. Měřicí systém podle nároku 2, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedené místo

měření obsahuje výstupek (46) na vnější povrchové ploše trubky (28).

4. Měřicí systém podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená alespoň jedna sonda (48) pro snímání posuvu obsahuje čtyři sondy pro snímání posuvu, rozmístěné v obvodově od sebe vzdálených místech kolem uvedené podélné osy uvedené sestavy (10) rotoru (12).

5. Měřicí systém podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená alespoň jedna sonda je připojena k uvedenému systému kabelů, které vedou radiálně do středové oblasti sestavy (10) rotoru (12), osově podél uvedené sestavy (10) rotoru (12), a jsou funkčně připojeny k uvedené sestavě (78) distančních modulů (58, 60, 62, 64).

6. Měřicí systém podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená sestava (78) distančních modulů (58, 60, 62, 64) obsahuje čtyři distanční moduly (58, 60, 62, 64), uspořádané pro otáčení spolu s uvedenou sestavou (10) rotoru (12).

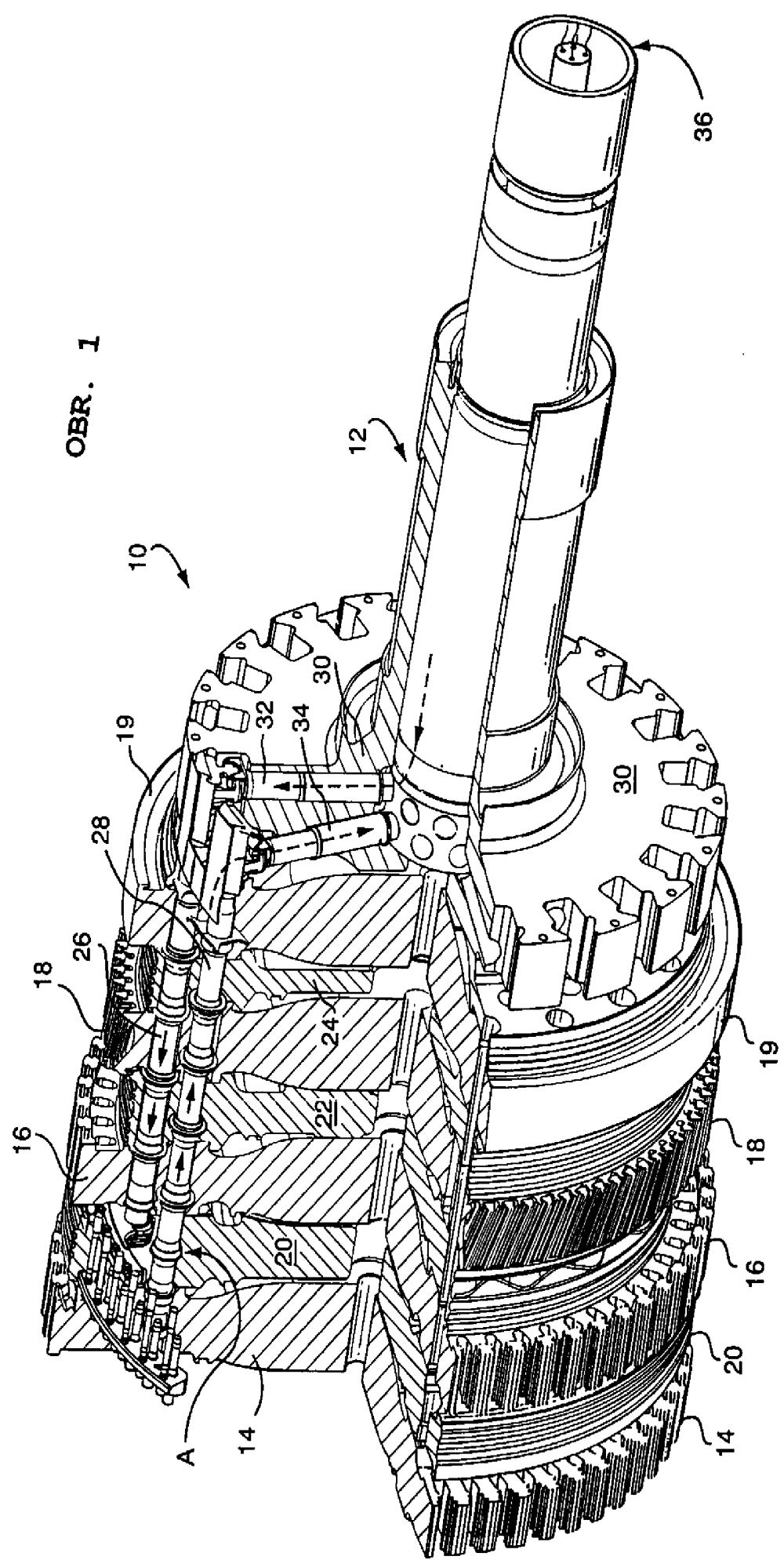
7. Měřicí systém podle nároku 7, v y z n a č u j í c í s e t í m , že uvedená sestava (78) distančních modulů (58, 60, 62, 64) je samostatně napájena.

8. Měřicí systém pro měření osového posuvu jedné součásti (28) vzhledem k jiné součásti (38) v otáčivém

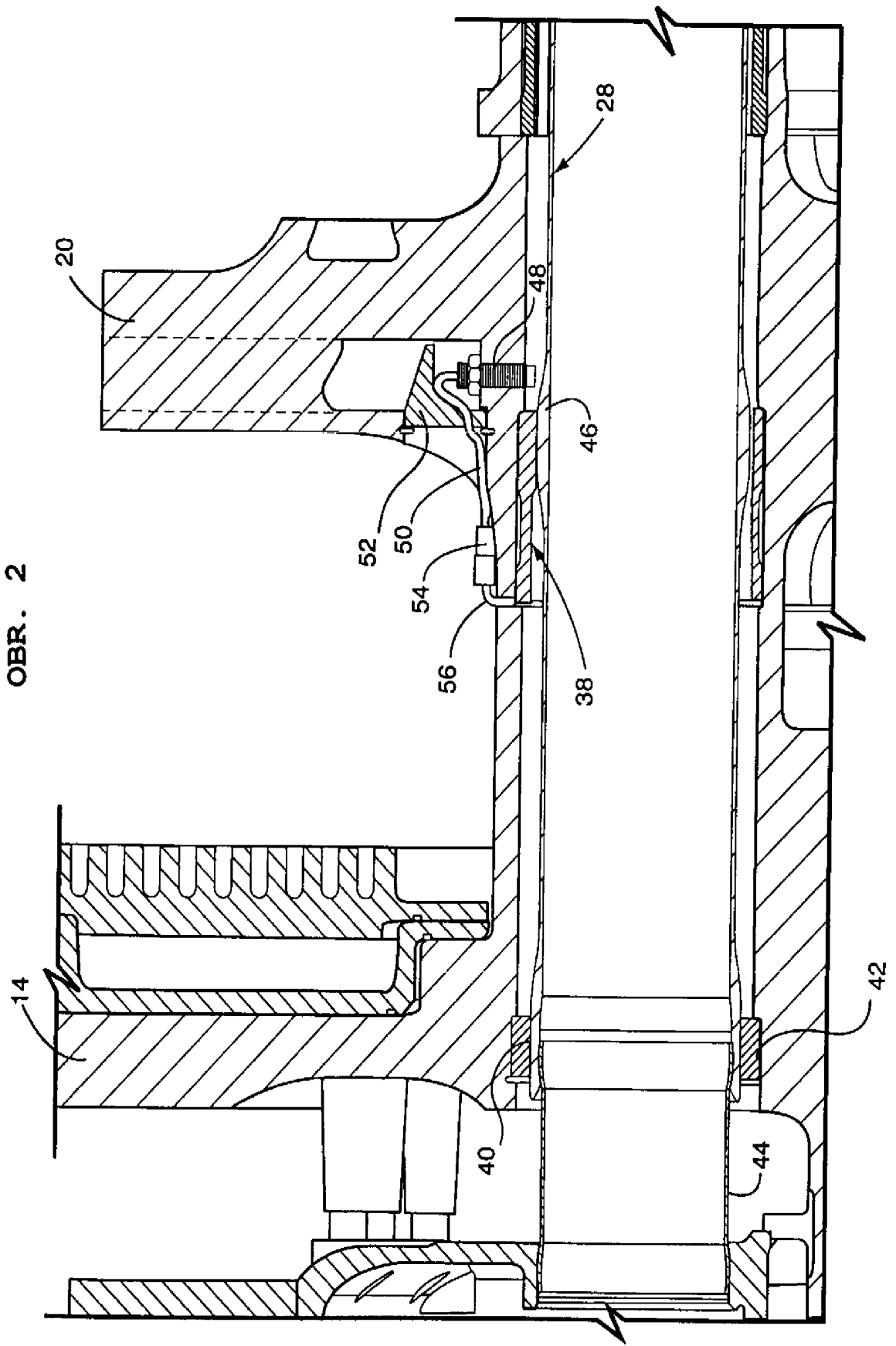
prostředí, v y z n a č u j í c í s e t í m , že tento systém obsahuje:

prostředky (48) pro snímání osového posuvu jedné součásti vzhledem k jiné součásti, přičemž se obě součásti otáčejí kolem společné osy, a

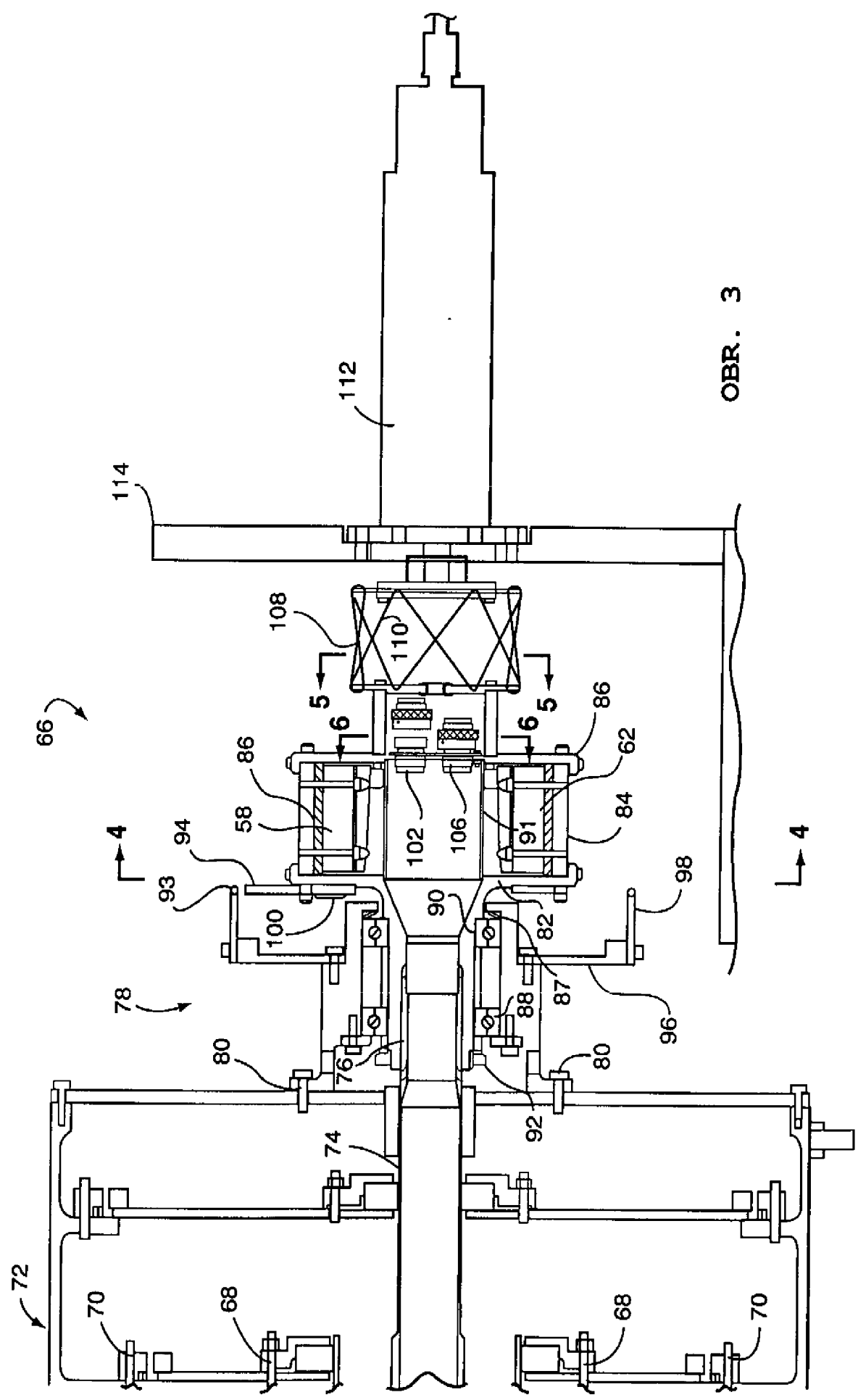
prostředky (50, 56, 36) pro přenášení údajů od uvedené snímací sondy do stacionárního místa (78), vzdáleného od uvedeného místa měření.



OBR. 2

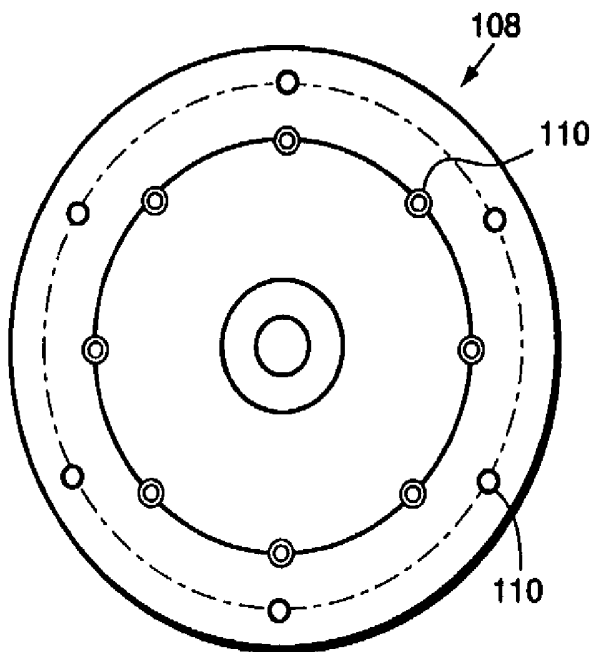
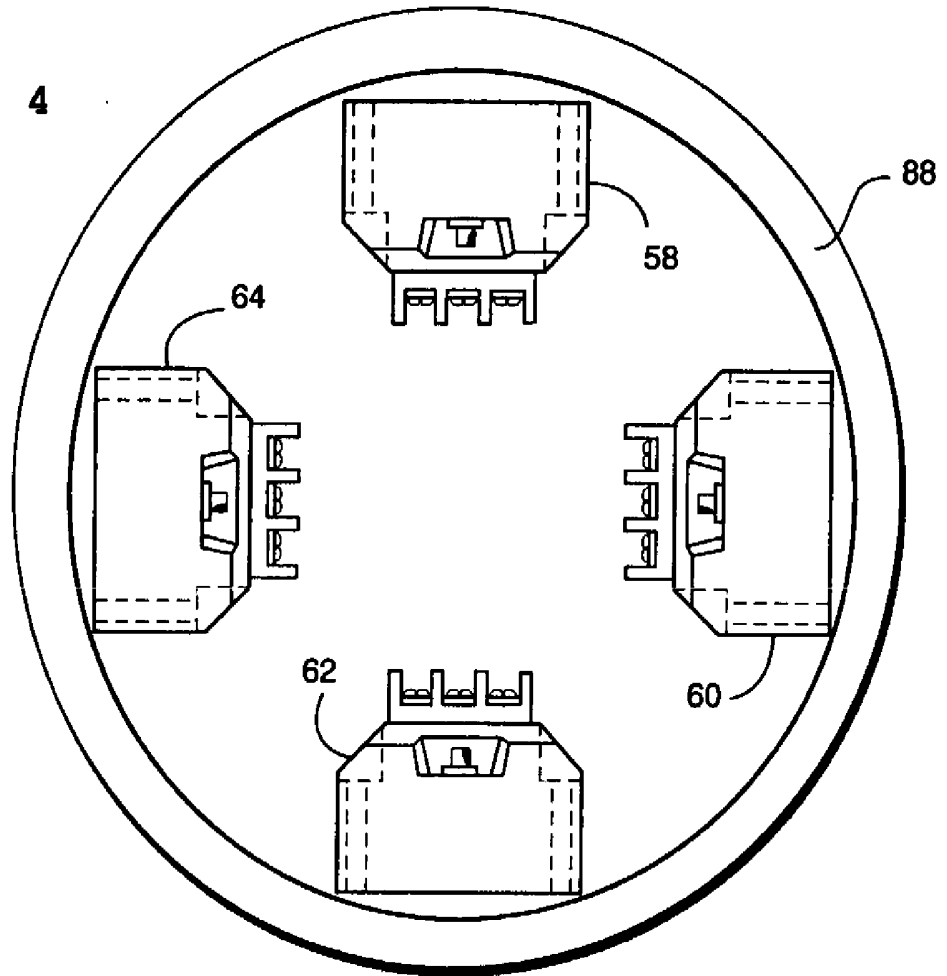


190900



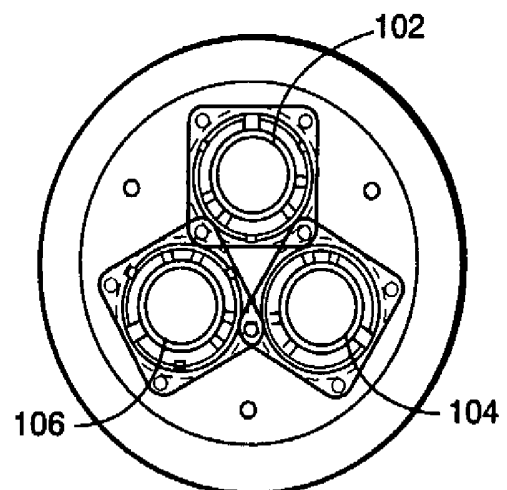
OBR. 3

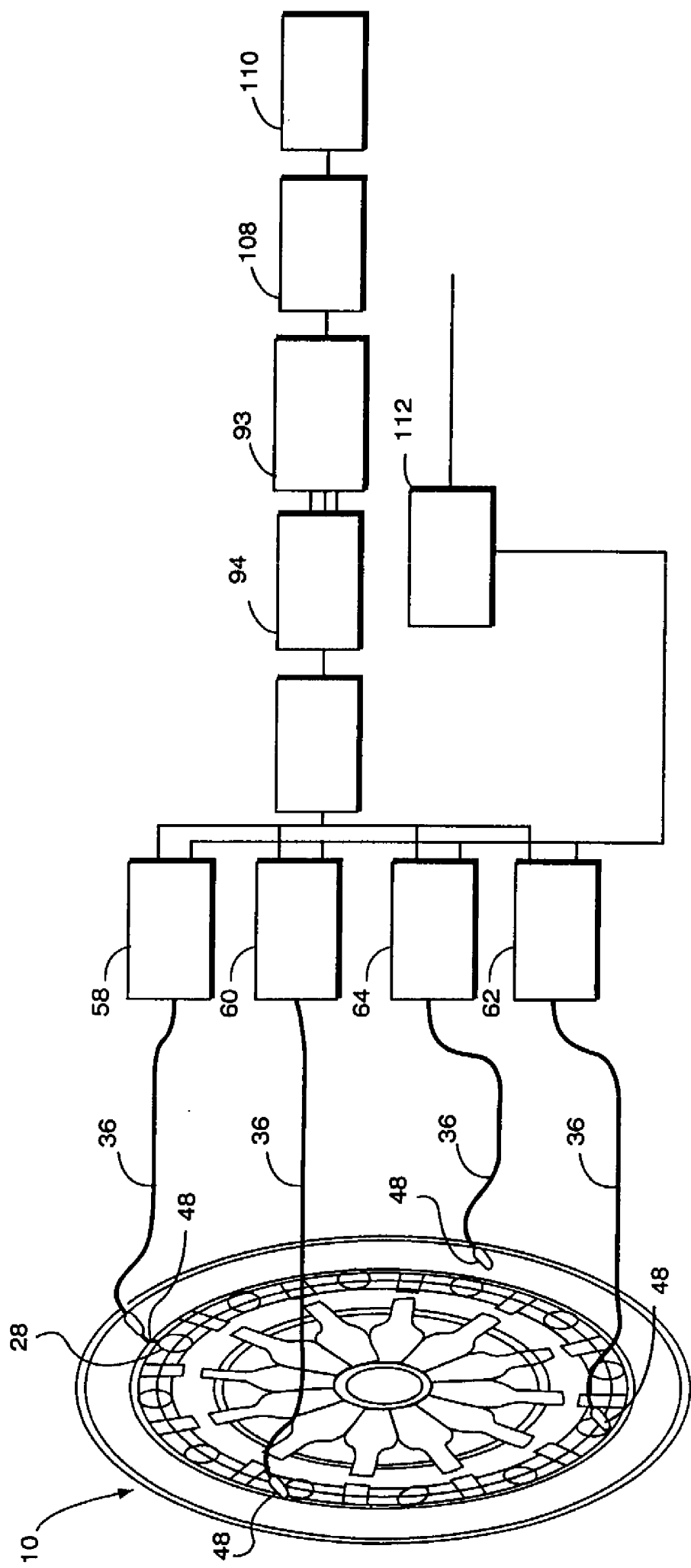
OBR. 4



OBR. 5

OBR. 6





OBR. 7

130900