



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

223360
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 B 7/09

(22) Přihlášeno 20 03 80

(21) (PV 1934-80)

(40) Zveřejněno 28 01 83

(45) Vydáno 15 03 86

(75)
Autor vynálezu

BANSEVIČUS RAMUTIS-PETRAS JUOZO ing., KAUNAS, BUDGINAS
STASIS-ALGIMANTAS JUOZO ing., GINETIS VITAUTAS POVILO ing.,
KASPARAITIS ALBINAS JUOZO ing., VILNJUS (SSSR)

(54) Měřicí hlava pro indikaci okamžiku doteku s povrchem předmětu

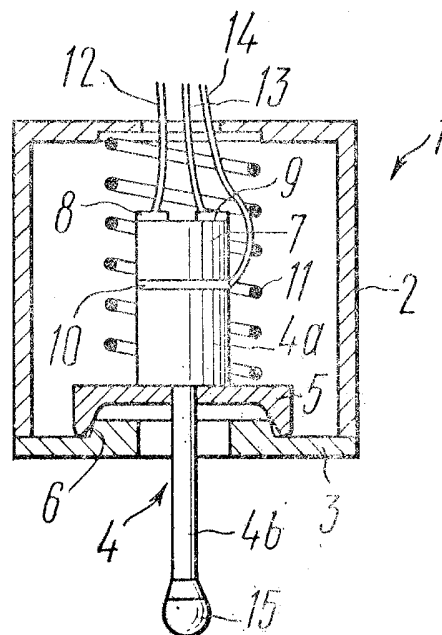
1

Vynález se týká měřicí hlavy pro indikaci okamžiku doteku s povrchem předmětu a lze využít zejména v souřadnicových strojích.

Měřicí hlava obsahuje kmitavou soustavu, která je uložena v pouzdru (1) a je opatřena dříkem (4), jehož konce mají značně rozdílné průměry, přičemž na konci s větším průměrem je připevněn piezoelektrický měnič (7) a na konci s menším průměrem kontaktní hrot (15). Dřík (4) je v pouzdru pevně uchycen v uzlové rovině kmitavé soustavy. Piezoelektrický měnič (7) je opatřen přívody (8, 10), které jsou propojeny s výstupem generátoru (16) elektrických kmitů a elektrodami (9, 10), které jsou propojeny se vstupem na fázi citlivého obvodu (17), jehož další vstup je propojen s výstupem generátoru (16).

Vynález lze využít v zařízeních pro přesnou kontrolu rozměrů a vzájemné polohy předmětů.

2



Obr. 1

Vynález se týká měřicí hlavy pro indikaci okamžiku doteku s povrchem předmětu.

Vynález může být použit v přístrojích pro kontrolu rozměrů, nebo vzájemné polohy detailů, nebo částí mechanismů. Vynález může být rovněž úspěšně použit u souřadnicových strojů.

Přesnost zajištěná zařízením pro kontrolu rozměrů a vzájemné polohy předmětů je závislá hlavně na přesnosti zjištění okamžiku doteku mezi kontaktním hrotem měřicí hlavy a bodem doteku na povrchu tělesa, jehož poloha v prostoru má být určena.

Měřicí hlava může být tvořena zařízením reagujícím na velmi malý posuv kontaktního hrotu, který je uspořádán na konci prodlouženého dřívku, při jeho doteku s povrchem tělesa.

Pro zajištění velmi přesné indikace musí být tyto měřicí hlavy opatřeny velmi citlivým ústrojím reagujícím na velmi malé změny polohy dřívku s kontaktním hrotem vůči povrchu tělesa. Konstrukce takového zařízení je spojena se značnými obtížemi, zejména jestliže se požaduje zjišťování polohy kontaktního hrotu vůči povrchu tělesa, který je uspořádán jak podél, tak i příčně k ose dřívku. Mimoto je u takových měřicích hlav obtížné zajistit větší změnu polohy kontaktního hrotu vůči tělesu tak, aby vlastní měřicí hlava byla chráněna před poškozením při doteku s předmětem.

Jsou známy měřicí hlavy obsahující piezoelektrický měnič spojený za účelem uvedení kontaktního hrotu do kmitavého pohybu mechanicky s tímto kontaktním hrotem. Tyto měřicí hlavy mají jednoduchou konstrukci a současně zajišťují i velkou přesnost indikace.

K řešení podle vynálezu je nejbližší měřicí hlava pro indikaci okamžiku doteku s povrchem předmětu, která sestává z pouzdra, generátoru elektrických kmitů, piezoelektrického měniče tvořeného dřívkem z piezoelektrického materiálu upevněného jedním svým koncem v pouzdru a opatřeného přívody spojenými s výstupem generátoru pro buzení mechanických kmitů v piezoelektrickém měniči s frekvencí rovnající se frekvenci generátoru. Na druhém konci dřívku je připevněn kontaktní hrot a měřicí hlava dále obsahuje měřicí zařízení střídavého proudu procházejícího piezoelektrickým měničem od jednoho k druhému výstupu generátoru a dále prahový obvod připojený na výstup měřicího zařízení. Toto známé řešení je popsáno v autorském osvědčení SSSR č. 234 765, zveřejněném 10. 1. 1969. Při přenosu střídavého napětí z generátoru do dřívku z piezoelektrického materiálu vznikají torzní kmity, které se přenáší do kontaktního hrotu. Dotkne-li se kmitající kontaktní hrot povrchu předmětu, pak se značně sníží činitel jakosti kmitajícího systému tvořeného dřívkem a kontaktním hrotem, čímž se zvýší odpor piezoelektrického měniče a sníží jím protékající proud. To vede ke změně

signálu na výstupu měřicího zařízení, která se indikuje prahovým obvodem.

V případě dosednutí kontaktního hrotu na povrch předmětu, který probíhá ve směru osy dřívku, působí na kontaktní hrot poměrně velké síly, způsobené buď smykovým třením vznikajícím mezi kmitajícím kontaktním hrotem a povrchem předmětu nebo úderem hrotu na povrch předmětu, což velmi výrazně snižuje činitel jakosti kmitajícího systému v okamžiku doteku.

V případě dosednutí hrotu na povrch předmětu, který leží napříč k ose dřívku, působí však na kontaktní hrot příčné síly způsobené točným třením. Protože je koeficient točného tření mnohem menší než koeficient smykového tření, snižuje se činitel jakosti kmitajícího systému v okamžiku dotyku podstatně méně výrazně, čímž se nepříznivě ovlivňuje přesnost indikace tohoto okamžiku.

Amplituda proudu protékajícího piezoelektrickým měničem závisí nejen na činiteli jakosti kmitajícího systému, ale také na amplitudě střídavého napětí na výstupu generátoru elektrických kmitů, které lze jen obtížně stabilizovat. Prahový obvod proto v závislosti na amplitudě napětí z generátoru reaguje při různých polohách měřicí hlavy vůči povrchu, což také snižuje přesnost indikace.

Uvedené nedostatky známé měřicí hlavy pro indikaci doteku s povrchem předmětu odstraňuje měřicí hlava, která sestává z pouzdra, generátoru elektrických kmitů, kmitavé soustavy, která je uspořádána v pouzdru a obsahuje kontaktní hrot a piezoelektrický měnič, který je opatřen přívody, které jsou propojeny s výstupy generátoru pro buzení mechanických kmitů v piezoelektrickém měniči s kmitočtem rovným kmitočtu generátoru, přičemž piezoelektrický měnič je mechanicky spojen s kontaktním hrotem pro uvádění tohoto kontaktního hrotu v kmitavý pohyb a měřicí hlava dále sestává z měřicího zařízení pro generování signálu měřicího se v závislosti na jakosti kmitavé soustavy a prahového obvodu, jehož vstup je připojen k měřicímu zařízení. Podstata vynálezu spočívá v tom, že kmitavá soustava obsahuje převodník pružných kmitů tvořený dřívkem, jehož konce jsou různého průměru, přičemž na větším průměru dřívku je připevněn piezoelektrický měnič, na menším průměru dřívku je připevněn kontaktní hrot a dřív je v pouzdru měřicí hlavy pevně uchycen v oblasti uzlové roviny kmitavé soustavy, přičemž měřicí zařízení je tvořeno na fázi citlivým obvodem, jehož jeden vstup je spojen s výstupem generátoru a jehož výstup je propojen se vstupem prahového obvodu, a piezoelektrický měnič je opatřen elektrodami, které jsou odizolovány vůči přívodům a jsou propojeny s druhým vstupem na fázi citlivého obvodu pro přívod napětí, které na piezoelektrickém mě-

ničí vzniká v důsledku jeho kmitů a jehož kmitočet je roven kmitočtu generátoru, který má hodnotu blízkou hodnotě rezonančního kmitočtu kmitavé soustavy, avšak není s tímto rezonančním kmitočtem shodný.

Výhodné provedení měřicí hlavy podle vynálezu spočívá v tom, že jeden přívod a jedna elektroda jsou sdruženy a tvoří jednotný celek.

Nový a vyšší účinek vynálezu spočívá v tom, že je zajištěna ostrá změna činitele jakosti kmitavé soustavy nezávisle na poloze indikovaného povrchu ke kmitajícímu kontaktnímu hrotu a dále zpracování elektrického signálu odpovídajícího činiteli jakosti kmitavé soustavy je nezávislé na amplitudě napětí budících kmitů kmitavé soustavy.

Provedení měřicí hlavy podle vynálezu zajišťuje ostrou změnu fázového posunu mezi napětím na vstupech na fázi citlivého obvodu a následně i signálu na jeho výstupu v okamžiku dotyku kontaktního hrotu s povrchem předmětu nezávisle na poloze tohoto povrchu vůči kontaktnímu hrotu, přičemž fázový posuv a následně i výstupní signál jsou nezávislé na amplitudě napětí budících kmitů kmitavé soustavy. To umožňuje zvýšení přesnosti indikace okamžiku dotyku.

Vynález je dále popsán na příkladu jeho provedení, který je objasněn na základě příložených výkresů, které znázorňují: obr. 1 uspořádání jednotlivých částí měřicí hlavy podle vynálezu, obr. 2 schéma elektrického zapojení měřicí hlavy podle vynálezu a obr. 3a,b grafické znázornění amplitury kmitů kontaktního hrotu a fázový posuv mezi napětím přiváděným k piezoelektrickému měniči a napětím snímaným z piezoelektrického měniče v závislosti na kmitočtu.

Podle obr. 1 je měřicí hlava tvořena pouzdrem 1 skládajícím se z pláště 2 a zespodu k němu připevněného víka 3. V pouzdru 1 je uspořádán transformátor pružných kmitů tvořený dříkem 4 a přírubou 5, opřenu o obrubu 6 víka 3 v zafixované poloze vůči pouzdru 1 ve vodorovné rovině.

Dřík 4 je zhotoven z materiálu o malém koeficientu vnitřního tření, například z pružinové oceli, a sestává ze dvou válcových částí 4a, 4b, přičemž průměr druhé válcové části 4b je menší než průměr první válcové části 4a. Délka druhé válcové části 4b značně přesahuje její průměr. Dřík 4 je zalisován v přírubě 5 svou druhou válcovou částí 4b v tom místě, kde přechází do první válcové části 4a tak, že první válcová část 4a dřívku 4 se nachází uvnitř pouzdra 1 a druhá válcová část 4b dřívku 4 vystupuje z pouzdra 1 ze strany víka 3, ve kterém je vytvořen otvor pro průchod druhé válcové části 4b dřívku 4.

Měřicí hlava dále obsahuje piezoelektrický měnič 7, vytvořený ve tvaru válce z piezokeramického materiálu opatřeného přívodem 8 a elektrodou 9, uspořádanými na různých místech jedné čelní plochy piezokeramického válce a také elektrodou 10 na

protilehlé čelní ploše piezokeramického válce, kde je piezoelektrický měnič 7 mechanicky spojen s první válcovou částí 4a dřívku 4. Elektrody 9, 10 a přívod 8 jsou k piezokeramickému válci přilepeny pomocí lepidla, které zajišťuje akustický kontakt mezi piezoelektrickým měničem 7 a dříkem 4. Uvnitř pouzdra 1 je dále uspořádána pružina 11 obklopující druhou válcovou část 4b dřívku 4 a opírající se jedním svým koncem o vrchní část pláště 2 a druhým koncem o přírubu 5 a přitlačující tak přírubu 5 k obrubě 6, čímž je zajištěno dosednutí příruby 5 na pouzdro 1 měřicí hlavy ve svíslém směru. K přívodu 8 a k elektrodám 9, 10 jsou připájeny vývody 12, 13, 14 procházející otvorem v horní části pláště 2. Na konci druhé válcové části 4b dřívku 4 je uspořádán kontaktní hrot 15, který je k dřívku 4 připevněný, nebo je s ním vytvořen jako jeden celek.

Rozměry dřívku 4 jsou voleny tak, že uzlová rovina kmitavé soustavy tvořené dříkem 4, piezoelektrickým měničem 7 a kontaktním hrotem 15 prochází přírubou 5.

Pružina 11 umožňuje dřívku 4 vykonávat značný posuv v podélném i příčném směru a chrání jej před poškozením při dotyku kontaktního hrotu 15 s povrchem předmětu.

Podle obr. 2 je měřicí hlava spojena s generátorem 16 elektrických kmitů, k jehož vstupu je vývodem 12 připojen přívod 8 piezoelektrického měniče 7. Dále je měřicí hlava spojena s na fázi citlivým obvodem 17, jehož první vstup 18 je připojen ke vstupu generátoru 16 a druhý vstup 19 je vývodem 13 připojen k elektrodě 9 piezoelektrického měniče 7. Výstupy generátoru 16 a na fázi citlivého obvodu 17 jsou uzemněny a společně vývodem 14 propojeny s elektrodou 10 piezoelektrického měniče 7. Výstup na fázi citlivého obvodu 17 je připojen na vstup prahového obvodu 20.

Generátor 16 je zapojen jako generátor kmitů stabilizovaného kmitočtu v pásmu zvukových nebo nadzvukových kmitočtů. Na fázi citlivý obvod 17 představuje zapojení vytvářející výstupní signál závislejší od fázového rozdílu signálů střídavého proudu přiváděných na jeho vstupy. Takové na fázi citlivé obvody se uplatňují v současné radiotechnice. Prahový obvod 20 je obvod se dvěma stabilními stavy, který se při vstupním signálu pod prahovou hodnotou nachází v jednom stavu a při signálu přesahujícím prahovou hodnotu v druhém stavu. Prahový obvod 20 může být například zapojen jako Schmidtův klopný obvod.

Místo jedné elektrody 10 (obráz. 1) piezoelektrického měniče 7 mohou být použity dvě oddělené elektrody připevněné na různých částech čelní plochy piezokeramického válce. Jedna z výše uvedených oddělených elektrod je v tom případě přívodní elektroda upevněná proti přívodu 8 a spojená s neuzemněným výstupem generátoru 16

a druhá z uvedených elektrod je snímací, upevněná proti elektrodě 9 a spojená se vstupem na fázi citlivého obvodu 17, který je na obr. 2 připojen k elektrodě 10.

Měřicí hlava pracuje následujícím způsobem:

Střídavé elektrické napětí vytvářené generátorem 16 se přivádí přes přívod 8 a elektrodu 19 na piezoelektrický měnič 7, kde vybuzuje mechanické kmity s kmitočtem, rovnajícím se kmitočtu generátoru 16. Tyto kmity se přenášejí do kmitavé soustavy tvořené podle obr. 1 piezoelektrickým měničem 7, dřikem 4 a kontaktním hrotem 15, takže kontaktní hrot 15 kmitá s kmitočtem generátoru 16 v rovině kolmé k podélné ose dříku 4.

Protože dřík 4 představuje transformátor pružných kmitů a je připevněn k pouzdru 1 měřicí hlavy v oblasti uzlové roviny kmitající soustavy, má tato kmitající soustava bez doteku kontaktního hrotu 15 s povrchem nějakého předmětu vysokou jakost. V takovém případě bude mít závislost amplitudy mechanických kmitů kmitající soustavy na kmitočtu generátoru 16 průběh znázorněný na obr. 3a plnou čarou, podle které má amplituda A mechanických kmitů kmitavé soustavy maximální velikost při shodě kmitočtu f generátoru 16 s rezonančním kmitočtem f_r kmitavé soustavy a rychle se zmenšuje při odchylce kmitočtu generátoru 16 od rezonančního kmitočtu kmitavé soustavy.

Mechanické kmity, vznikající v kmitavé soustavě vybuzují střídavé napětí na elektrodě 9 piezoelektrického měniče 7 vůči elektrodě 10, to jest společnému bodu. Toto střídavé napětí má kmitočet rovnající se kmitočtu mechanických kmitů a má s nimi i shodnou fázi. Na druhé straně mechanické kmity vznikající v kmitavé soustavě zůstávají fázově pozadu za budícím napětím vytvářeným v generátoru 16. V případě kmitavé soustavy vyznačující se vysokým činitelem jakosti, má změna fázového posunu mechanických kmitů a tím i napětí na elektrodě 9 vůči napětí generátoru 16 v závislosti na jeho kmitočtu průběh znázorněný na obr. 3b plnou čarou, podle kterého fázový posun $\Delta\varphi$ mezi napětím na elektrodě 9 a napětím generátoru 16 při shodě kmitočtu f generátoru 16 s rezonančním kmitočtem f_r kmitající soustavy má hodnotu blízkou 90° a při odchylce kmitočtu generátoru 16 od rezonančního kmitočtu kmitavé soustavy se prudce zmenšuje nebo zvětšuje.

Kmitočet generátoru 16 se volí tak, aby se lišil od rezonančního kmitočtu kmitavé soustavy, avšak byl k němu blízký, takže bez doteku kontaktního hrotu 15 s povrchem předmětu je fázový rozdíl mezi napětím na elektrodě 9 a napětím na výstupu generátoru 16 značně odlišný od 90° a amplituda mechanických kmitů je v oblasti vrcholu

rezonance, jak je znázorněno na obr. 3 pro případ, když je kmitočet f_r generátoru 16 zvolen poněkud nižší než rezonanční kmitočet kmitavé soustavy.

Napětí z výstupu generátoru 16 a elektrody 9 procházejí přes vývody 18, 19 na jednotlivé vstupy na fázi citlivého obvodu 17, přičemž napětí na jeho výstupu bez doteku kontaktního hrotu 15 s povrchem nějakého předmětu má fázový posun, který se značně liší od 90° .

V okamžiku doteku kontaktního hrotu 15 s povrchem předmětu se činitel jakosti kmitavé soustavy sníží. Závislost amplitudy mechanických kmitů a fázového posuvu na kmitočtu v případě snížení jakosti kmitavé soustavy je znázorněna na obr. 3a a 3b čárkovaně a v souladu s touto závislostí amplituda mechanických kmitů při rezonančním kmitočtu v tomto případě vzrůstá značně méně, než v případě kmitavé soustavy s vysokým činitelem jakosti a fázový posuv mezi napětím generátoru 16 a napětím na elektrodě 9 při kmitočtu generátoru 16 blízkém rezonančnímu kmitočtu soustavy se podstatně neliší od 90° .

Zmenšení činitele jakosti v okamžiku dotyku vede i ke zmenšení amplitudy mechanických kmitů. Tato amplituda však závisí nejen na velikosti činitele jakosti kmitavé soustavy, ale i na amplitudě výstupního napětí generátoru 16.

Zmenšení činitele jakosti kmitavé soustavy v okamžiku doteku vede také ke změně fázového posunu mezi napětím generátoru 16 a napětím na elektrodě 9, což vyvolává odpovídající změnu výstupního signálu na fázi citlivého obvodu 17 i výstupního signálu prahového obvodu 20. Při snížení činitele jakosti kmitavé soustavy na určitou hodnotu danou prahovou úrovní prahového obvodu 20 je změna výstupního signálu na fázi citlivého obvodu 17 tak velká, že způsobí změnu stavu prahového obvodu 20, což právě indikuje styk kontaktního hrotu 15 s povrchem předmětu.

Vzhledem k tomu, že kontaktní hrot 15 kmitá v rovině kolmé k podélné ose dříku 4, působí v okamžiku dotyku kontaktního hrotu 15 s povrchem předmětu na kontaktní hrot 15 nezávisle na poloze kontaktního hrotu 15 vůči tomuto povrchu síly, způsobené kluzným třením nebo nárazy hrotu 15 na povrch, v důsledku čehož se při libovolné vzájemné poloze předmětu a kontaktního hrotu 15 docílí výrazné snížení činitele jakosti kmitavé soustavy. Takové prudké snížení činitele jakosti způsobí prudkou změnu fázového posunu mezi napětím na výstupu generátoru 16 a napětím na elektrodě 9, přičemž zmíněný fázový posuv je nezávislý na amplitudě výstupního napětí generátoru 16. Při vhodné volbě prahové úrovně prahového obvodu 20 je tak zabezpečena vysoká přesnost indikace okamžiku doteku kontaktního hrotu 15 s po-

vrchem předmětu, a to nezávisle na poloze sledovaného povrchu.

Měřicí hlava podle vynálezu se může použít v souřadnicových strojích pro kontrolu rozměrů nebo vzájemné polohy nástrojů nebo částí mechanismů. Vysoká přesnost indikace okamžiku doteku zajišťovaná měřicí

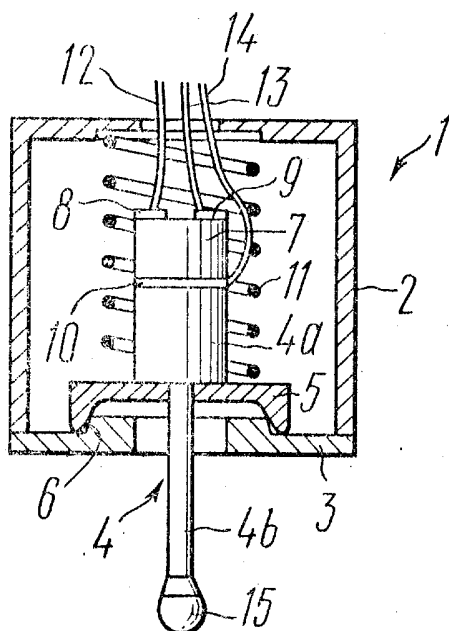
cí hlavou podle vynálezu umožňuje provádět uvedenou kontrolu s vysokou přesností, která je zajištěna nezávisle na vzájemné poloze kontaktního hrotu 15 a povrchu předmětu v okamžiku doteku, to jest nezávisle na směru přestavování měřicí hlavy v souřadnicovém stroji.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

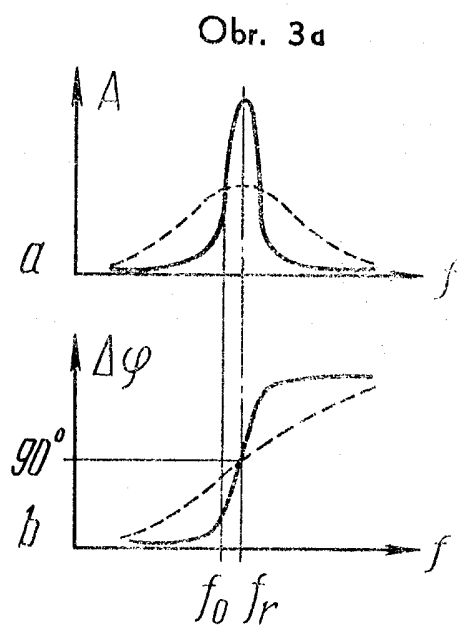
1. Měřicí hlava pro indikaci okamžiku doteku s povrchem předmětu, která sestává z pouzdra, generátoru elektrických kmitů, kmitavé soustavy, která je uspořádána v pouzdru a obsahuje kontaktní hrot a piezoelektrický měnič, který je opatřen přívody, které jsou propojeny s výstupy generátoru pro buzení mechanických kmitů v piezoelektrickém měniči s kmitočtem rovným kmitočtu generátoru, přičemž piezoelektrický měnič je mechanicky spojen s kontaktním hrotem pro uvádění tohoto kontaktního hrotu v kmitavý pohyb a měřicí hlava dále sestává z měřicího zařízení pro generování signálu měřicího se v závislosti na jakosti kmitavé soustavy a prahového obvodu, jehož vstup je připojen k měřicímu zařízení, vyznačující se tím, že kmitavá soustava obsahuje převodník pružných kmitů tvořený dřívkem (4), jehož konce jsou různého průměru, přičemž na větším průměru dřívku (4) je připevněn piezoelektrický měnič (7), na menším průměru dřívku (4) je při-

pevněn kontaktní hrot (15) a dřív (4) je v pouzdru (1) měřicí hlavy pevně uchycen v oblasti uzlové roviny kmitavé soustavy, přičemž měřicí zařízení je tvořeno na fázi citlivým obvodem (17), jehož jeden vstup je s výstupem generátoru (16), a jehož výstup je propojen se vstupem prahového obvodu (20), a piezoelektrický měnič (7) je opatřen elektrodami (9, 10), které jsou odizolovány vůči přívodům (8, 10) a jsou propojeny s druhým vstupem na fázi citlivého obvodu (17) pro přívod napětí, které v piezoelektrickém měniči (7) vzniká v důsledku jeho kmitů, a jehož kmitočet je roven kmitočtu generátoru (16), který má hodnotu blízkou hodnotě rezonančního kmitočtu kmitavé soustavy, avšak není s tímto rezonančním kmitočtem shodný.

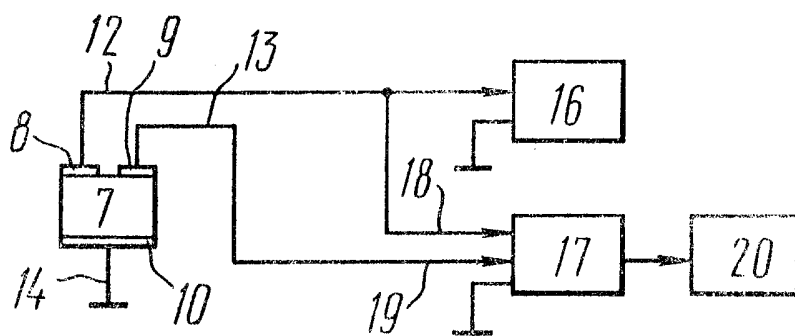
2. Měřicí hlava podle bodu 1, vyznačující se tím, že jeden přívod (10) a jedna elektroda (10) jsou sdruženy a tvoří jednotný celek.



Obr. 1



Obr. 3b



Obr. 2