

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2019-497

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01V 1/16 (2006.01)
G01V 1/48 (2006.01)
G01V 1/50 (2006.01)
G01H 1/00 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)
G01P 15/097 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **31.07.2019**

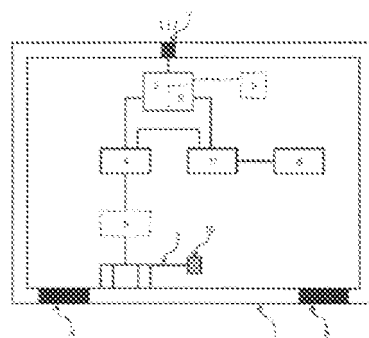
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **10.02.2021**

(Věstník č. 6/2021)

(71) Přihlašovatel:
Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové, CZ

(72) Původce:
Filip Studnička, Hradec Králové, Slezské
Předměstí, CZ
Jan Šlégr, Litomyšl, Litomyšl-Město, CZ
Petr Šeba, Bartošovice v Orlických horách, CZ

(74) Zástupce:
INPARTNERS GROUP, Ing. Dušan Kendereški,
Tuřanka 1519/115a, 627 00 Brno, Slatina



(54) Název přihlášky vynálezu:
Způsob pro detekci organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených prostorech a zařízení k jeho provádění

(57) Anotace:
Způsob detekce organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených objektech, kdy je pro zjišťování vibrací užíván piezoelektrický snímač (3), jenž je mechanicky navázán ke kontaktnímu prvku (1). Kontaktní prvek (1) je přikládán na plochu zkoumaného objektu a pomocí piezoelektrického snímače (3) se zjišťují mechanické vibrace objektu, které se převádí na elektrický signál, jenž je následně převáděn na digitalizovaný signál, který je veden do procesoru, kde se hodnotí signál z hlediska množství obsažených frekvencí v oblasti 0 až 15 Hz. Zařízení zahrnuje kontaktní prvek (1) s upevňovacím prostředkem (8), piezoelektrický snímač (3) připojený k vyhodnocovací jednotce (12), která zahrnuje A/D převodník (4), procesor (2), indikátor (7) výsledku detekce a zdroj (6) elektrické energie s vypínačem (11). Piezoelektrický snímač (3) je tvořen kratší částí (311) upevněnou ke kontaktnímu prvku (1) a delší částí (312) uspořádanou kyvně a opatřenou na konci závažím (10).

Způsob pro detekci organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených prostorech a zařízení k jeho provádění

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu pro detekci organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených prostorech a zařízení k jeho provádění. Jedná se zvláště o detekci osob ve vozidlech, na návěsech vozidel, případně kontejnerech, a podobných uzavřených a částečně uzavřených objektech, bez nutnosti otevření objektu.

Dosavadní stav techniky

15 K detekci osob v uzavřených prostorech vozidel jsou především používána zařízení pracující s rentgenovým zářením, infračerveným zářením na bázi vyzařování tepelných stop, detekcí zvuku s použitím citlivých mikrofonů a snímání částí vozidla za užití vozidlového skeneru.

20 Z dosavadního stavu techniky jsou známa zařízení pro zjišťování přítomnosti osob ve vozidle, která kromě jiných součástí využívají i pohybové senzory rozmístěné uvnitř vozidla. Pohybové senzory takovýchto zařízení musí být uspořádány uvnitř prostoru, ve kterém má být prováděna kontrola. Takto konstruovaná zařízení navíc neumožňují zkontrolovat v tomto ohledu i vnitřek dalších uzavřených objektů uspořádaných ve vozidle, aniž by objekty byly otevřeny. Proto nejsou tato zařízení reálně využitelná například ke kontrole, zda ve vozidlech, a případně kontejnerech, ve kterých je převáženo zboží, jsou ilegálně převáženy osoby či zvířata. Proto je nutno provádět prohlídky podezřelých vozidel a kontejnerů vizuálně, což je časově náročné.

Dále je známo zařízení pro detekci osob v uzavřených prostorech, které obsahuje rentgenový rám pro snímání uzavřeného prostoru. Takové zařízení sice umožňuje kontrolovat uzavřený prostor bez nutnosti jeho otevření, ale je značně náročné z hlediska nákladů na pořízení a provoz, a z hlediska obsluhy. Navíc toto zařízení využívá záření, které je zdraví škodlivé, z čehož vyplývají zjevná provozní omezení.

35 Též je znám systém detekce skrytých osob Heartbeat Detector™ Avian. Tento systém využívá principu snímání tepové aktivity srdce jedním až čtyřmi senzory, kterými jsou citlivé mikrofony, které se musí před spuštěním detekce připevnit na pevně spojené díly se snímanou plochou. Mikrofony jsou opatřeny silnými magnety a jsou upevňovány na železné části vozidla spojené napevno s karosérií vozidla. Pořízená nasnímaná data ze senzorů přesně lokalizují rázové vlny vytvořené aktivitou lidského srdce, které přenáší jakýkoli povrch nebo objekt, se kterým je tělo v kontaktu, ať již přímým nebo nepřímým. Systém shromažďuje data a analyzuje je pomocí pokročilých algoritmů zpracování signálu pro detekci skrytých osob po velmi krátkou dobu. Systém zahrnuje počítač, standardní operační systém Windows, softwarovou aplikaci firmy, dotekový monitor a sady senzorů, připojených přes kabely. Nevýhodou tohoto systému je jeho nespolehlivost při zhoršení povětrnostních podmínek, především za větru, silného deště, či krupobití, popřípadě bouřky. Zhoršené povětrnostní podmínky mají za následek nesprávné snímání akustického signálu ze snímaného vozidla, a tudíž nesprávné vyhodnocení možného výskytu skrytých osob v něm.

50 Z US patentové přihlášky US 6370481 B1 je známo zařízení a způsob pro detekci přítomnosti člověka ve vozidlech. Zařízení zahrnuje pouzdro s řídicím systémem, jenž zahrnuje zesilovač signálu, k němuž je připojena trojice senzorů. V tomto případě se jedná o senzor vozidla pro snímání vibrací vozidla, seismický senzor pro snímání vibrací země a infrazvukový senzor pro snímání vibrací vzduchu v okolí vozidla. Zesilovač signálu je spojen s A/D převodníkem jednak přímo a jednak přes filtr s dolní propustí. A/D převodník je spojen s procesorem, k němuž je dále připojena klávesnice a monitor. Tento vibrační signál z vozidla je zpracován takovým způsobem,

aby se získala míra vibrací vozidla nezávisle na vlastním tlumení vozidla. Druhý senzor snímá vibrace země v prostoru vozidla a pracuje současně s prvním senzorem, v případě, že vibrace země překročí první prahovou hodnotu, naměřené hodnoty z daného časového segmentu jsou ignorovány. Zařízení popisuje použití infrazvukového senzoru pro snímání infrazvukových vibrací větru v blízkosti vozidla, který poskytuje vhodnou alternativu k druhému senzoru. Pokud infrazvukové vibrace v požadovaném frekvenčním rozsahu překročí druhou prahovou hodnotu, naměřené hodnoty z daného časového segmentu jsou ignorovány. Úkolem je poskytnout zařízení, které by eliminovalo poškození dat, jež jsou snímána jednotlivými senzory. Z toho důvodu je kryt umístěn v blízkosti vozidla, a to v takové vzdálenosti, která zaručí, že snímané signály nebudou nepříznivě ovlivněny falešnými údaji. Nevýhodou je zejména to, že je pro vyhodnocení přítomnosti osoby ve vozidle nutné použít vícero snímačů signálů a tyto pak vyhodnocovat. Navíc je zde podmínkou, že kryt musí být umístěn v odstupu od hranice snímaného vozidla, neboť v opačném případě dojde ke zkreslení vyhodnocených údajů.

Americká patentová přihláška US 2013335354 A1 popisuje ultratenký inerciální aktuátor, který tvoří elektro aktivní polymer (EAP), substrát a jeden nebo více hmotných prvků. Ultratenký inerciální aktuátor zahrnuje pouzdro kryté víkem, kde v pouzdře je tento aktuátor uspořádán. Ultratenký inerciální aktuátor obsahuje alespoň jednu polymerní elektro aktivní vrstvu, umístěnou mezi dvojicí elektrod, nebo může obsahovat více těchto vrstev, kde se střídá polymerní elektro aktivní vrstva s dvojicí elektrod, přičemž ultratenký inerciální aktuátor má tzv. sendvičovou strukturu. Ultratenký inerciální aktuátor je určen pro vytváření hmatové odezvy, zejména v mobilních zařízeních, kde pracuje v rozsahu 100 Hz až 300 Hz.

Jeho příkladné provedení je znázorněno na obr. 2. Z obrázku vyplývá, že EAP aktuátor je připevněn k substrátu mezi dvěma hmotnostními prvky, čímž je pevně zafixován. Substrát může být proveden jako flexibilní film nebo páska o tloušťce 10 mikronů až 1 mm, který může být rozdělen na více vrstev a podpořen mechanickým upevňovacím prostředkem. Po excitaci se aktuátor v důsledku elektrochemických vlastností prodlouží a tím pádem, že je připevněn k substrátu, se tento prohne a vytvoří se tak v substrátu pnutí, čímž se v něm vytvoří mechanické vibrace. Senzor má pouzdro, které ukládá elastickou potenciální energii z deformace, vyvolané například tlakem končetiny na dotykovou obrazovku mobilního zařízení.

Americká patentová přihláška US 2003164046 A1 popisuje levný a konstrukčně jednoduchý piezoelektrický senzor, který je určen pro monitorování únavy materiálu, poškození čerpadel, ložisek u kolejových dopravních prostředků, nebo jako senzor pro spouštění airbagů při srážce automobilů.

Piezoelektrický senzor obsahuje nosič, piezoelektrický snímací prvek umístěný na nosiči, krycí vrstvu pokrývající snímací prvek a elektronickou vyhodnocovací jednotku. Snímací prvek je tvořen piezoelektrickou vrstvou. Nosič má první kontaktní vrstvu elektricky spojenou s piezoelektrickou vrstvou a krycí vrstva má druhou kontaktní vrstvu elektricky spojenou s piezoelektrickou vrstvou. Elektronická vyhodnocovací jednotka je schopna určit mechanické zatížení piezoelektrické vrstvy vyhodnocením rozdílu elektrického potenciálu mezi první kontaktní vrstvou a druhou kontaktní vrstvou.

V přihlášce je dále uvedeno, že prostřednictvím přídavného závaží může být senzor použit též jako tlakový snímač nebo akcelerometr. Přídavné závaží může být tvořeno například plochou přítlačnou deskou, která je vůči senzoru uspořádána kolmo posunutelným způsobem. Senzor může být uspořádán mezi povrchem snímaného komponentu a závažím. Prostřednictvím takto uspořádaného senzoru lze měřit zrychlení v obou směrech pomocí přídavných pružných sil, působících mezi závažím a senzorem. Přídavná tlaková síla může být vytvářena jednou nebo vícero pružinami, nebo též pružnou vrstvou, jež je uspořádána mezi senzorem a závažím a způsobuje kontinuální zatížení senzoru.

V evropské patentové přihlášce EP 0355289 A1 je popsán akcelerometr, zahrnující piezoelektrické polymerní těleso a hmotový setrvačnick. Piezoelektrické polymerní těleso je spojeno prostřednictvím první elektricky vodivé vrstvy s pevným dielektrickým substrátem. Z druhé strany je na piezoelektrickém polymerním tělese uspořádán hmotový setrvačnick. Setrvačnick je uspořádán přes druhou elektricky vodivou vrstvu, jež tvoří druhou elektrodu, přičemž elektrický výstup je vytvořen mezi uvedenou první a druhou elektricky vodivou vrstvou. U výstupu je intenzita signálu úměrná složce zrychlení, která je v podstatě kolmá k povrchu uvedeného substrátu, jenž je uspořádán pod první elektricky vodivou vrstvou.

10 Piezoelektrické polymerní těleso může zahrnovat jednu vrstvu nebo více než jednu vrstvu. Vícevrstvá konstrukce je preferována, protože může zvýšit citlivost akcelerometru, kapacitu nebo obojí.

Hmotový setrvačnick je proveden jako elektricky vodivý a plní funkci druhé elektrody. Hmotový setrvačnick je uspořádán v povrchovém kontaktu s piezoelektrickým polymerním tělesem. Hmotový setrvačnick obsahuje dvě elektricky vodivé vrstvy, které obklopují druhou elektricky vodivou vrstvu, která plní funkci druhé elektrody. Pro spojení druhé elektricky vodivé vrstvy s ostatními částmi akcelerometru je tato vrstva opatřena částí. Elektricky vodivý hmotový setrvačnick musí vykazovat dostatečnou hmotnost pro vytvoření napětí na elektrickém výstupu mezi elektricky vodivými vrstvami, když se substrát zrychluje ve směru, který je v podstatě kolmý k jeho hlavní ploše.

Uspořádání akcelerometru vykazuje horizontální sendvičovou strukturu, která je tvořena hmotovým setrvačnickem a piezoelektrickým tělesem, kde piezoelektrické těleso je pevně fixováno k první elektrické vrstvě, upevněné na dielektrickém substrátu.

V korejském patentu KR 101478446 B1 je popsán modul pro získání energie s využitím vibrací, který zahrnuje kyvně uspořádaný vetknutý nosník s jedním pevným a druhým volným koncem. Na volném konci je uspořádáno závaží z měkkého magnetického materiálu, které se nachází v magnetickém poli soustavy dvou dalších permanentních magnetů uspořádaných v magnetické jednotce. Magnetická jednotka je umístěna v odstupu od vetknutého nosníku a závaží, a uvedené permanentní magnety mají funkci fixace vhodné amplitudy vibrací. Vetknutý nosník je dále potažen piezoelektrickou vrstvou, a na pevném konci je propojen s jednotkou generující proud. Proud je generován po přeměně mechanické energie kyvného pohybu vetknutého nosníku na elektrickou energii prostřednictvím piezoelektrické vrstvy.

Podstata vynálezu

40 Cílem vynálezu je navrhnout způsob, který jednoduše a bez ovlivnění rušivými vlivy zajistí nalezení živé bytosti-osoby v objektu, například v automobilu v uzavřených prostorech a zařízení k provádění způsobu, které dokáže snímat vibrace v oblasti frekvence 0 až 15 Hz.

45 Předkládaný vynález řeší způsob detekce organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených objektech, kdy je pro zjišťování vibrací užíván piezoelektrický snímač, jenž je mechanicky navázán ke kontaktnímu prvku. Podstata tohoto způsobu spočívá v tom, že kontaktní prvek je přikládán na plochu zkoumaného objektu a pomocí piezoelektrického snímače se zjišťují mechanické vibrace objektu, které se převádí na elektrický signál, jenž je následně převáděn na digitalizovaný signál, který je veden do procesoru, kde se hodnotí signál z hlediska množství obsažených frekvencí v oblasti 0 až 15 Hz. Jako prahová hodnota se určuje průměrná hodnota zastoupení frekvencí v oblastech 0 až 4 Hz a 10 až 15 Hz, a tato prahová je porovnávána se zastoupením frekvencí v oblasti 4 až 10 Hz. Když zastoupení frekvencí v oblasti 4 až 10 Hz překročí prahovou hodnotu, ve sledovaném objektu je detekována přítomnost živého organismu.

Ačkoli je frekvence srdečního tepu kolem 1 Hz, nárokový způsob zohledňuje i „mikrovibrace“ generované srdečním/oběhovým systémem, které jsou v oblasti 4 až 10 Hz.

5 U výše popsaného způsobu detekce organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených objektech se zjišťují mechanické vibrace, které se převádí na elektrický signál, jenž je dále veden do procesoru. V procesoru se vyhodnocuje signál z hlediska hladiny zastoupení frekvencí v oblasti 0 až 15 Hz, zejména 4 až 10 Hz, poté se zjištěná hodnota množství obsažených frekvencí porovná se stanovenou prahovou hodnotou.

10 Zařízení k provádění způsobu detekce organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených prostorech podle prvního provedení, zahrnuje kontaktní prvek s upevňovacím prostředkem, piezoelektrický snímač připojený k vyhodnocovací jednotce, která zahrnuje A/D převodník, procesor, indikátor výsledku detekce a zdroj elektrické energie s vypínačem. Piezoelektrický snímač je tvořen kratší částí upevněnou ke kontaktnímu prvku a delší částí uspořádanou kyvně a opatřenou na konci závažím. Podstata tohoto zařízení spočívá v tom, že delší část je tvořena piezoelektrickým materiálem, přičemž závaží tvoří soustavu oscilátoru s vlastní frekvencí f , a je uspořádáno na delší části piezoelektrického snímače posuvně.

20 Podle druhého výhodného provedení je v tomto zařízení závaží spojeno s alespoň jednou pružinou, která je uspořádána ve směru kolmém na delší část a která je na opačném konci uchycena k pouzdru zařízení, které je v kontaktu s kontaktním prvkem. Závaží je na delší části piezoelektrického snímače uspořádáno rovněž posuvně.

25 Piezoelektrický snímač elektricky připojen na A/D převodník, jenž je dále připojen k procesoru s pamětí, kde na výstup procesoru je připojen indikátor výsledku detekce, přičemž zdroj elektrické energie je připojen přes vypínač jednak na zesilovač, jednak na A/D převodník, jednak procesor a jednak na indikátor výsledku detekce.

30 Výhodné je, že procesor je uzpůsoben pro zpracování a vyhodnocování signálu z piezoelektrického snímače z hlediska zastoupení frekvencí signálu oblasti 0 až 15 Hz, zejména 4 až 10 Hz. V procesoru je nahrán program, který toto zpracování a vyhodnocování signálu umožňuje.

Pro zpracování signálu je výhodné, obsahuje-li zařízení zesilovač signálů.

35 Pro zjednodušení manipulace se zařízením při měření je výhodné, je-li zařízení dále opatřeno akumulátorem a zahrnuje taktéž pouzdro, ve kterém jsou akumulátor, procesor, A/D převodník a piezoelektrický snímač uspořádány. Taktéž je výhodou, když pouzdro obsahuje indikátor výsledku detekce, přičemž procesor je uzpůsoben pro aktivaci indikátoru výsledku vyhodnocení. Indikátorem může být například alespoň jedna LED (luminiscenční dioda).

40 Zařízení s výhodou rovněž obsahuje upevňovací prostředek pro upevnění zařízení k plášti měřeného uzavřeného nebo částečně uzavřeného objektu, například magnet upevněný v pouzdře nebo na něm.

45 Podstatou zařízení je, že piezoelektrický snímač je svou kratší částí upevněn k ploše kontaktního prvku, zatímco jeho delší část je uspořádána způsobem, umožňující jeho setrvačný pohyb. V tomto provedení má piezoelektrický snímač kratší část mechanicky navázanou na kontaktní prvek, zatímco jeho delší část je orientována volně ve vnitřním prostoru kontaktního prvku, přičemž těžiště T piezoelektrického snímače leží na ose y. Měření vibrací nastává setrvačným pohybem delší části piezoelektrického snímače. Piezoelektrický snímač je naladěn způsobem, že umožňuje 50 snímání vibrací o frekvenci v jednotkách až desítkách Hz.

Pro ladění oscilátoru je na kyvné delší části piezoelektrického snímače posuvně uspořádáno závaží. Takovéto uspořádání piezoelektrického snímače dává možnost změny polohy těžiště T ve směru

osy y . Změna polohy těžiště T se provádí posouváním tohoto závaží na delší části ve vertikálním směru.

5 Výše uvedené uspořádání lze podpořit i modelovým příkladem vetknutého nosníku, kterým lze interpretovat chování piezoelektrického snímače, pokud na něj budou působit setrvačné síly.

V modelu nosníku jsou uvažovány poloha x , čas t a bázový vektor souřadnicového systému \mathbf{u}_x , hmotnost tělesa m_t a hmotnost nosníku m_n . Schematické zobrazení modelového příkladu vetknutého nosníku je znázorněno na Obr. 5 a 6.

10

Rychlost pohybu nosníku je dána rovnicí (1)

$$\mathbf{v} = \frac{dx}{dt} \mathbf{u}_x \quad (1)$$

15 Zrychlení pohybujícího se nosníku je dáno rovnicí (2)

$$\mathbf{a} = \frac{d^2x}{dt^2} \mathbf{u}_x \quad (2)$$

20 Potom zjednodušený zápis pohybové rovnice uložení nosníku podle Obr. 5 lze formulovat rovnicí (3) za předpokladu, že $m_n \leq 0,1m$ jako

$$m_t \mathbf{a} + l_n \mathbf{v} + k_n x \mathbf{u}_x = \mathbf{F} \quad (3)$$

25 kde l_n je koeficient tlumení daného uložení nosníku, k_n je koeficient tuhosti nosníku, \mathbf{F} je síla nebo soustava sil, která budí pohyb vetknutého nosníku.

Pro dosažení cíle vynálezu, který jednoduše a bez ovlivnění rušivými vlivy zajistí nalezení živé bytosti nebo osoby v objektu, například v automobilu, je nezbytné mít zařízení, které dokáže snímat vibrace v oblasti frekvence 0 až 15 Hz.

30

Takovým zařízením je piezoelektrický snímač podle prvního provedení, který pevně uchycen na kratší straně ke kontaktnímu, kdežto na druhé delší straně má umístěno závaží, jak je znázorněno na Obr. 5. Soustava tvořená závažím a jednotlivými částmi piezoelektrického snímače tvoří oscilátor s vlastní frekvencí f .

35

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3EI}{ML^3}}$$

40 kde E je Youngův modul pružnosti piezoelektrického snímače, I plošný moment setrvačnosti piezoelektrického snímače, M hmotnost tělesa tvořícího závaží a L délka použitého piezoelektrického snímače, resp. vzdálenost těžiště tělesa tvořícího závaží od místa pevného uchycení snímače.

45 Podle druhého provedení lze zařízení se závažím tvořícím soustavu oscilujícího geofonu s vlastní frekvencí f a spojeným s alespoň jednou pružinou interpretovat jako konstrukci klasického geofonu. Kynně uspořádaná delší část tvořená piezoelektrickým materiálem je tak použita jako snímací element místo cívky, ve které je pohybem permanentního magnetu indukováno magnetické pole. Řešení je výhodné pro použití geofonu v oblasti silných magnetických polí,

protože je při použití piezoelektrického snímače nemusí být závaží geofonu tvořeno permanentním magnetem. V takovém případě nemusí být závaží vůbec z kovu.

Tuhost delší části, resp. vetknutého nosníku ve druhém provedení je

5

$$k_N = \frac{3EI}{l^3},$$

kde E je Youngův modul pružnosti, I plošný moment setrvačnosti a l délka vetknutého nosníku. Je-li tato tuhost zanedbatelná vůči tuhosti pružiny, na které je zavěšeno kmitající závaží, platí pro rezonanční frekvenci

10

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_p}{m}},$$

15 kde k_p je tuhost pružiny a m hmotnost zavěšeného závaží. Pokud jsou tuhosti srovnatelné, chová se geofon jako složený oscilátor. Pro výslednou tuhost platí

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_N} + \frac{1}{k_p}$$

20 a rezonanční frekvence oscilátoru pak je

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3EI k_p}{(3EI + k_p l^3) m}}.$$

25 Závaží na konci piezoelektrického elementu při externím buzení vykonává kmity, přičemž na svorkách piezoelektrického elementu je možné změřit náboj, který je definovanou funkcí mechanické deformace piezoelektrického snímače. Při deformaci piezoelektrického snímače lze náboj na svorkách elementu popsat rovnicí

$$Q = d \cdot F,$$

30

kde d je piezoelektrická konstanta a F působící síla. Náboj na piezoelektrickém snímači je tedy přímo úměrný zrychlení.

35 Výhodou popsaného rezonátoru (piezoelektrického snímače) je, že pro frekvence nižší, než je vlastní rezonanční frekvence soustavy, je rezonanční křivka velmi plochá a odezva na celou řadu frekvencí vnějšího buzení je konstantní.

40 Vlastní rezonanční frekvenci určují jednak Youngův modul, který je dán výrobním procesem a jehož příkladné rozmezí je 0,9 až 1,1 GPa, rozměry (které jsou dány použitým typem piezoelektrického elementu, přičemž délka může být v rozsahu 20 až 60 mm, šířka v rozsahu 10 až 30 mm a tloušťka v rozsahu 0,2 až 0,8 mm) a hmotností závaží (která se může pohybovat od 10 do 50 gramů) a vzdáleností od místa pevného vetknutí (kontaktního prvku; tato hodnota se může pohybovat od 20 do 60 mm podle použitého senzoru). Jedná se tedy o samostatný mechanicky laděný rezonátor, který je při výrobě volbou a) hmotnosti závaží a b) vzdálenosti závaží od místa

45

pevného vetknutí naladěný na požadovanou rezonanční frekvenci.

S výhodou lze využít toho, že lze v zařízení použít několik rezonátorů s různými vlastními rezonančními frekvencemi, čímž lze docílit pokrytí celého frekvenčního pásma nutného k detekci s dostatečnou citlivostí.

5

Objasnění výkresů

Vynález bude osvětlen prostřednictvím výkresů, kde na Obr. 1 je znázorněno blokové schéma zapojení zařízení, na Obr. 1a je znázorněno příkladně uspořádání vyhodnocovací jednotky, na Obr. 2 je znázorněn vývojový diagram jednotlivých kroků nalezení živé bytosti nebo osoby v objektu, na Obr. 3 jsou znázorněny výsledky čtyř měření zařízením podle tohoto vynálezu, kde na ose x je frekvence v Hz a na ose y jsou jednotlivé časové úseky měření, přičemž intenzita barvy zobrazuje amplitudu výkonu signálu, na Obr. 4 je znázorněno schéma piezoelektrického elementu se závažím, na Obr. 5 jsou znázorněny fyzikální principy modelového příkladu vetknutého nosníku s posuvným závažím, na Obr. 6 je schematicky znázorněna soustava tvořící rezonátor o vlastní frekvenci ve formě piezoelektrického snímače s posuvným závažím, na Obr. 7 je znázorněn princip funkce piezoelektrického snímače, který je upevněn jednou svou částí k pouzdru zařízení, a na Obr. 8 je znázorněno schéma piezoelektrického elementu se závažím opatřeným pružinou.

20

Příklady uskutečnění vynálezu

Způsob pro detekci organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených objektech je objasněn pomocí vývojového diagramu, který je znázorněn na Obr. 2. V tomto konkrétním případě se způsob detekce organismů provádí v následující sekvenci. Nejprve se provádí načtení hodnot při dané snímkovací frekvenci a načtené hodnoty se uloží na konec vyrovnávací paměti (bufferu). Načež se dále zjišťuje daný počet uložených hodnot, pokud jich ve vyrovnávací paměti není dostatek, proces načítání se opakuje. V případě, je-li ve vyrovnávací paměti dostatečný počet hodnot, následuje výpočet zastoupení frekvencí dat ve vyrovnávací paměti s cílem nalezení maxima výkonu v oblasti mezi 4 až 10 Hz. Poté se nalezené maximum výkonu porovná s prahovou hodnotou. V případě, že maximum výkonu nepřekročí prahovou hodnotu, měření je ukončeno s výsledkem „prostor je prázdný“. V případě překročení prahové hodnoty se měření ukončí s výsledkem „v prostoru se nachází živý organizmus“.

35

Na Obr. 3 jsou znázorněny výsledky čtyř měření zařízením k provádění způsobu podle vynálezu. V prvním grafu je výsledek měření na podložce položené na zemi, na druhém grafu výsledek měření na prázdném automobilu, na třetím grafu je výsledek měření na automobilu, ve kterém seděl člověk za volantem, a na čtvrtém grafu je výsledek měření na automobilu, ve kterém seděl člověk na zadním sedadle. Kritická sledovaná oblast je na třetím a čtvrtém grafu označena elipsou. Z grafu je zřejmé, že přítomnost člověka v automobilu se projeví výrazným signálem v oblasti frekvence 4 až 10 Hz.

40

Uspořádání zařízení podle tohoto vynálezu bude osvětleno v následujícím popisu na příkladném provedení zařízení k provádění způsobu pro detekci organismů, zejména živých bytostí, v uzavřených prostorech s odkazem na příslušné výkresy.

45

Zařízení k provádění způsobu je založeno na uspořádání jeho jednotlivých součástí a jejich vzájemného propojení. Obecné uspořádání zařízení je znázorněno na Obr. 1. Zařízení v tomto provedení zahrnuje kontaktní prvek 1, opatřený upevňovacím prostředkem 8. Kontaktní prvek 1 může být proveden jako pouzdro, ve kterém jsou uspořádány jednotlivé součásti, z nichž sestává zařízení. Zařízení v tomto provedení zahrnuje alespoň jeden piezoelektrický snímač 3, který je mechanicky upevněn svou kratší částí 311 ke kontaktnímu prvku 1, přičemž jeho delší část 312 je kyvně uspořádána ve vnitřním prostoru pouzdra, viz Obr. 6 a 7. Kyvným uspořádáním je myšleno to, že piezoelektrický snímač 3 je kratší částí 311 upevněn ke kontaktnímu prvku 1, jak je patrné

55

z Obr. 6, přičemž delší část 312 piezoelektrického snímače 3 je uspořádána volně. Tím je myšleno, že je uspořádána tak, aby umožňovala jeho setrvačný pohyb vůči kratší části 311. Když se tedy pohybuje kontaktní prvek 1, pohybuje se spolu s ním i kratší část 311, nebo libovolná část piezoelektrického snímače 3, pevně spojená s kontaktním prvkem 1, zatímco jeho delší část 312 vlivem vlastní hmotnosti nebo navíc také vlivem hmotnosti připevněného závaží 10 vykazuje setrvačnost, jak je patrné z Obr. 6.

Pro zpracování elektrického signálu z piezoelektrického snímače 3 se použije vyhodnocovací jednotka 12, jak je patrné z Obr. 1a. Vyhodnocovací jednotka 12 v tomto příkladu provedení zahrnuje zesilovač 5, který je elektricky spojen jednak s piezoelektrickým snímačem 3 a jednak s A/D převodníkem 4. A /D převodník 4 je dále propojen s procesorem 2 pro zpracovávání a vyhodnocování signálu, obsahujícím paměť 9 s nahranou softwarovou aplikací. Paměť 9 může být samostatnou součástí, nebo může využívat kombinace množství paměťových jednotek a je s procesorem 2 propojena. Procesor 2 je připojen na zdroj 6 elektrického napětí, kterým je například akumulátor (bateriové napájení), a na indikátor 7 výsledku detekce pro indikaci výsledku měření.

Ve výhodném provedení lze A/D převodník 4 vynechat, pokud je odpovídající A/D převodník 4 přímo integrován do procesoru 2.

Ve výhodném provedení lze zesilovač 5 vynechat, pokud je signál z piezoelektrického snímače 3 zpracovatelný A/D převodníkem 4.

Ve výhodném provedení je pro indikaci signálu použit piezoelektrický organický snímač 3. Jeho výhody spočívají v tom, že je ohebný a umožňuje tedy kyvný pohyb uvnitř pouzdra. Delší část 312 piezoelektrického snímače 3 může být tvořena organickým piezoelektrickým materiálem, např. polyvinylidendifluorid (PVDF) nebo poly[(vinylidenfluorid-co-trifluorethylen) (P(VDF-TrFE))].

Indikátorem 7 výsledku detekce může být zobrazovací jednotka různého druhu. Takovou zobrazovací jednotkou je například displej, nebo soustava LED, nebo alespoň jedna LED. Případně je možno využít jiný vhodný indikátor 7 výsledku detekce, například zvukový.

V dalším alternativním provedení lze elektrický signál z piezoelektrického snímače 3 nebo data, tedy digitalizovaný signál z procesoru 2 nebo z A/D převodníku 4 odesílat (například pomocí technologie Bluetooth) ze zařízení do jiného vhodného zařízení, kde se elektrický signál nebo data dále zpracují nebo zobrazí výsledek. Takovým zařízením může být přenosné elektronické zařízení nebo vybavené patřičným softwarem.

Zdrojem 6 elektrické energie je elektrický akumulátor nebo elektrická baterie. Tyto lze nahradit například malým solárním panelem, případně napájením z externího zdroje elektrického napětí, například z mobilu, nebo externí elektrické baterie.

S výhodou zařízení zahrnuje upevňovací prostředek 8, který je určen pro upevňování kontaktního prvku 1 k povrchu kontrolovaného objektu, například karosérii vozidla, návěsu kamionu, nebo stěně kontejneru. Upevňovacím prostředkem 8 může být magnet integrovaný do kontaktního prvku takovým 1 způsobem, aby ho bylo možné pomocí magnetu přichytit ke kovové stěně nebo rámu objektu.

Zařízení podle předkládaného vynálezu pracuje následovně:

Zařízení se připevní pomocí upevňovacího prostředku 8 (výhodně magnetu) ke karosérii zkoumaného vozidla tak, aby kontaktní prvek 1, například stěna pouzdra přiléhala ke stěně karosérie.

Zařízení se zapne a piezoelektrický snímač 3 začne snímat vibrace vozidla.

Doba měření závisí na míře rušení z okolí, ale pohybuje se od 10 sekund po cca 3 minuty.

5 Signál z piezoelektrického snímače 3 je zesílen zesilovačem 5 a přes A/D převodník 4 je přiváděn do procesoru 2.

Již v průběhu měření, a/nebo po provedení měření, je signál zpracován procesorem 2.

10 Obecně je hledán signál s frekvencí 0 až 15 Hz, zejména s frekvencí 4 až 10 Hz, který je charakteristický pro hemodynamiku člověka, přičemž se hodnoty zastoupení frekvencí digitalizovaného signálu v hledaném rozsahu frekvencí porovnává s prahovou hodnotou zastoupení frekvencí. Před tímto porovnáváním lze s výhodou zařadit krok vyhodnocení časových úseků digitalizovaného signálu pomocí výpočtu variance signálu, krok porovnání variance s prahovou hodnotou a krok vyřazení časového úseku, jehož variance překročila prahovou hodnotu
15 z dalšího hodnocení. Konkrétně lze toto provést s použitím matematické metody variance.

Prahová hodnota zastoupení frekvencí může být v procesoru 2 nastavena pevně, nebo může být plovoucí, aby se zohlednily okolní vibrace. Jednou z možností je před konkrétním měřením provést měření například na podložce na zemi a z tohoto prvotního měření stanovit pro následující časový úsek, nebo soustavu časových úseků, výši prahové hodnoty zastoupení frekvencí.
20

Je výhodné, když se při zpracovávání a vyhodnocování signálu získaného měřením signál rozdělí na několik dílčích časových úseků, v nich se provede vyhodnocení, a teprve poté se na základě vyhodnocení dílčích časových úseků provede závěrečné vyhodnocení celého měření a výsledek se oznámí pomocí indikátoru 7 výsledku detekce například rozsvícením LED přiřazené barvy.
25

Pro zpracování signálu, resp. pro vyhodnocení signálu z hlediska množství obsažených frekvencí, vyskytujících se v daném rozsahu 4 až 10 Hz, případně 0 až 15 Hz, je s výhodou použita Fourierova transformace.
30

Algoritmus tedy hledá v nasnímaném signálu indikace mikropohybů, které jsou vyvolané hemodynamikou, tedy tlukotem srdce a pohybem krve ve velkých tepnách, což je jev, který u živého člověka nebo zvířete není možné nijak omezit ani vyrušit (teoreticky ho je možné omezit speciálními léky, ale to je velice nestandardní). Proto je možné detekovat i osoby, které jsou v naprostém tichu a jsou naprosto nehybné, nebo osoby uspané a spící. Jelikož jde o vysoce specifické mikropohyby, je možné detekovat i osoby, které jsou odtlumené např. molitanem nebo dalším materiálem.
35

Naopak díky způsobu přenosu mechanického signálu nejsou detekovány osoby bez kontaktu se zkoumaným objektem. Vhodným algoritmem lze eliminovat okolní rušení a po vyhodnocení signálu rozhodnout, zda je v objektu někdo přítomen, případně zda jde o jednoho člověka nebo více lidí.
40

Kontaktní prvek 1 musí být v přímém kontaktu s vnější hranicí zkoumaného objektu, například auta, na rozdíl od dosavadního stavu techniky však není vůbec potřeba pronikat dovnitř, vozidlo otevírat, nebo do něj vkládat nebo instalovat nějaké sondy.
45

Rovněž je možné zjistit i přítomnost dalších živých obratlovců, např. psů, koček nebo chráněné zvěře dostatečné velikosti.
50

Výsledek může být prezentován např. dvěma LED na pouzdře, kde značí červená přítomnost člověka a zelená nepřítomnost.

55 Příklad použití 1: Policejní hlídka hledá uprchlého zločince, nebo hlídá, aby nedošlo k ilegálnímu převozu osob. Prohledávat kufr každého auta, dodávku nebo návěs nákladního vozu by bylo

5 extrémně časově i finančně náročné, nehledě na to, že by narazila na značnou nevoli lidí. Proto po zastavení vozidla nakáže policejní příslušník, aby všichni z auta vystoupili, připevní k autu detektor a zpravidla po několika sekundách přístroj například pomocí LED oznámí, zda je vozidlo skutečně prázdné, nebo se v něm někdo ukrývá. Protože může mít policejní hlídka k dispozici i vícero přístrojů, může být kontrola prováděna na několika vozidlech současně.

10 Příklad použití 2: Policie v docích nebo na vlakovém nádraží zkoumá, zda se v přepravních kontejnerech ilegálně nepřevázejí osoby. Jelikož jsou kontejnery často plné zboží, bylo by extrémně časově i finančně náročné každý kontejner otvírat a celý zkoumat. Proto policejní příslušník připevní k přepravnímu kontejneru detektor a zpravidla po několika sekundách přístroj například pomocí LED oznámí, zda se v kontejneru někdo neukrývá.

15 Průmyslová využitelnost

Předkládané zařízení a způsob lze využít k detekci organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených objektech.

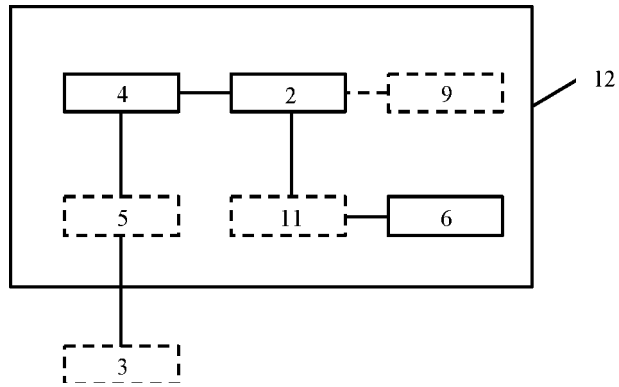
PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Způsob detekce organismů, zejména obratlovců, v uzavřených a částečně uzavřených
objektech, kdy je pro zjišťování vibrací užíván piezoelektrický snímač (3), jenž je mechanicky
navázán ke kontaktnímu prvku (1), **vyznačující se tím**, že kontaktní prvek (1) je přikládán na
plochu zkoumaného objektu a pomocí piezoelektrického snímače (3) se zjišťují mechanické
vibrace objektu, které se převádí na elektrický signál, jenž je následně převáděn na digitalizovaný
10 signál, který je veden do procesoru, kde se hodnotí signál z hlediska množství obsažených
frekvencí v oblasti 0 až 15 Hz, přičemž je jako prahová hodnota určena průměrná hodnota
zastoupení frekvencí v oblastech 0 až 4 Hz a 10 až 15 Hz a tato prahová hodnota je porovnávána
se zastoupením frekvencí v oblasti 4 až 10 Hz, přičemž když zastoupení frekvencí v oblasti 4 až
10 Hz překročí prahovou hodnotu, ve sledovaném objektu je detekována přítomnost živého
15 organismu.
2. Zařízení k provádění způsobu podle nároku 1, zahrnující kontaktní prvek (1) s upevňovacím
prostředkem (8), piezoelektrický snímač (3) připojený k vyhodnocovací jednotce (12), která
zahrnuje A/D převodník (4), procesor (2), indikátor (7) výsledku detekce a zdroj (6) elektrické
energie s vypínačem (11), přičemž piezoelektrický snímač (3) je tvořen kratší částí (311)
20 upevněnou ke kontaktnímu prvku (1) a delší částí (312) uspořádanou kyvně a opatřenou na konci
závažím (10), **vyznačující se tím**, že delší část (312) je tvořena piezoelektrickým materiálem,
přičemž závaží (10) tvoří soustavu oscilátoru s vlastní frekvencí f , a je uspořádáno na delší části
(312) posuvně.
- 25 3. Zařízení k provádění způsobu podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že závaží (10) je spojeno
s alespoň jednou pružinou (13), která je uspořádaná ve směru kolmém na delší část (312) a která
je na opačném konci uchycena k pouzdru zařízení, které je v kontaktu s kontaktním prvkem (1).
4. Zařízení podle nároku 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že upevňovací prostředek (8) tvoří magnet
30 uspořádaný na kontaktním prvku (1).

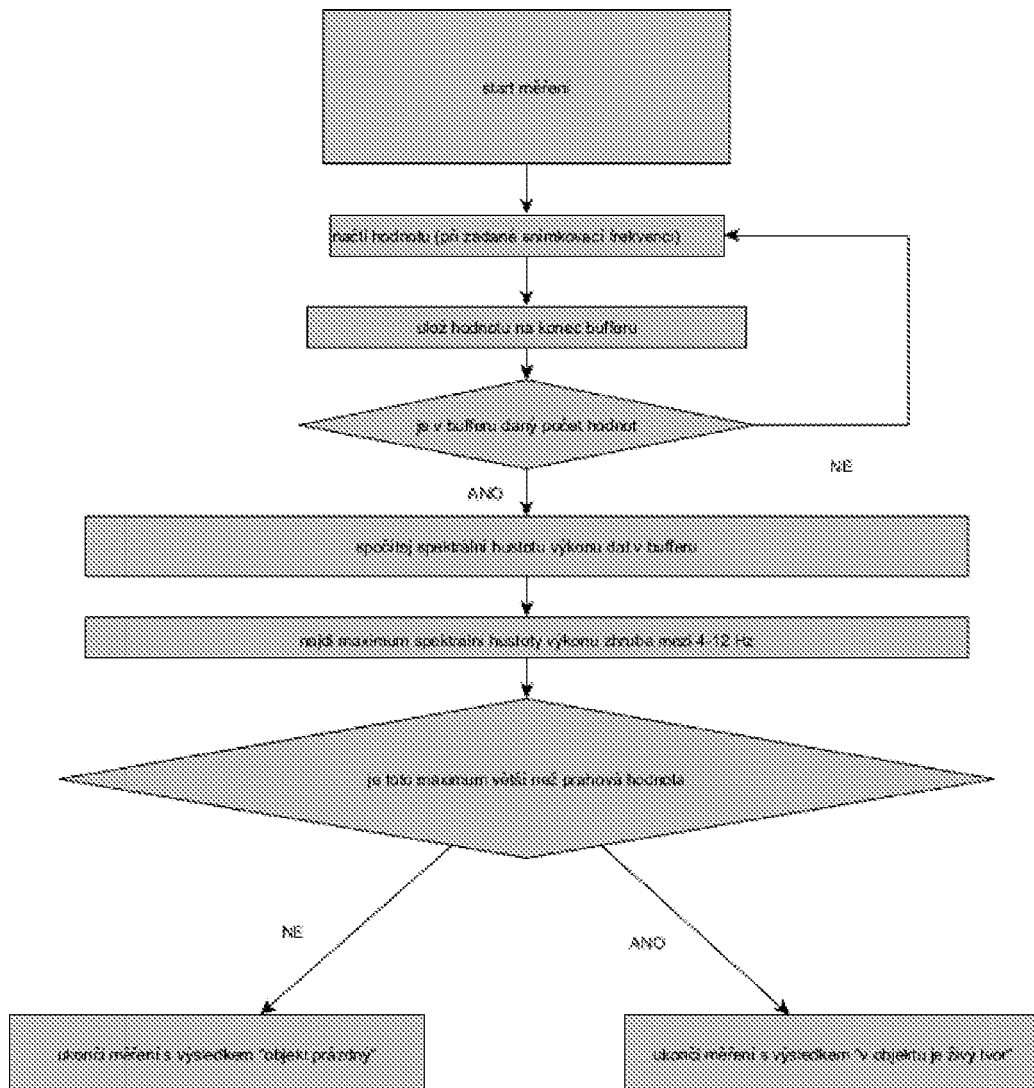
5 výkresů

Seznam vztahových značek

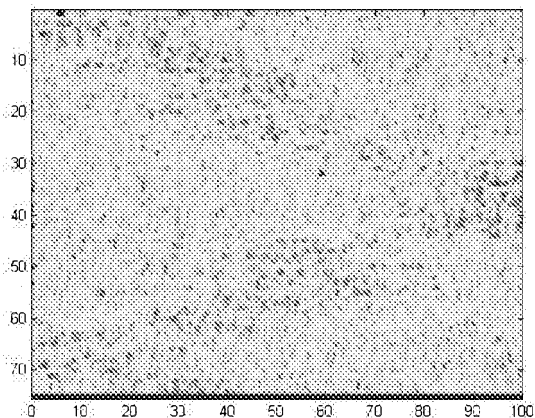
1	kontaktní prvek, zpravidla pouzdro
2	procesor
3	piezoelektrický snímač
311	kratší část
312	delší část
4	A/D převodník
5	zesilovač
6	zdroj elektrické energie
7	indikátor výsledku detekce
8	upevňovací prostředek
9	paměť
10	závaží
11	vypínač 0/1
12	vyhodnocovací jednotka
13	pružina
YY	očekávaný pohyb senzoru v jeho kritické fázi stability
YYY	vektor tíhového zrychlení



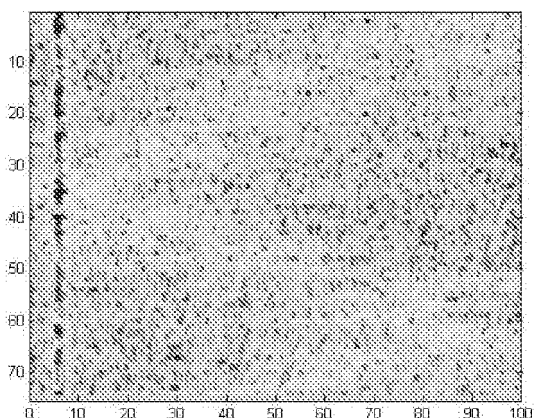
Obr. 1



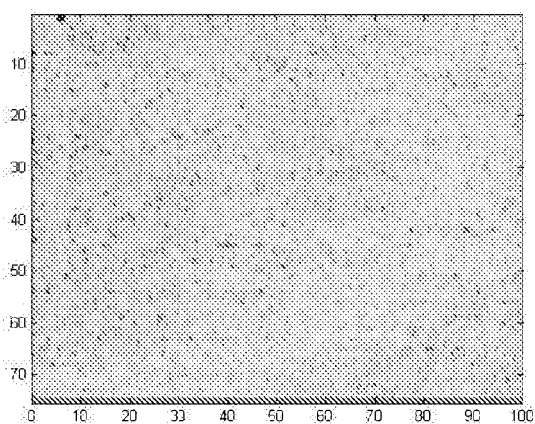
Obr. 2



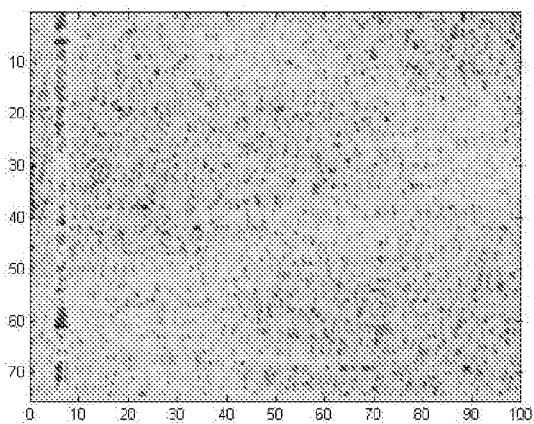
Prázdné vozidlo, senzor na boku



Vozidlo s figurantem, senzor na boku

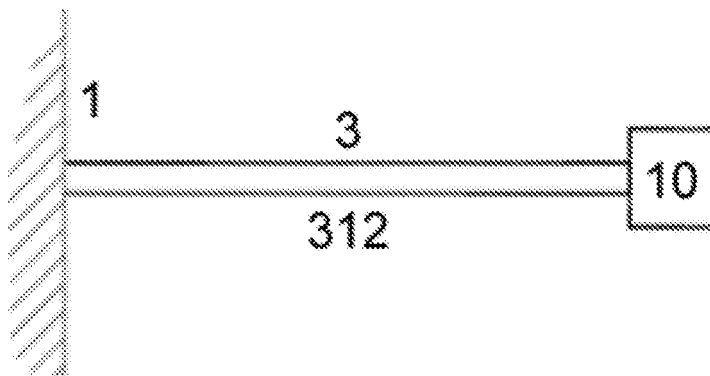


Prázdné vozidlo, senzor na kufu

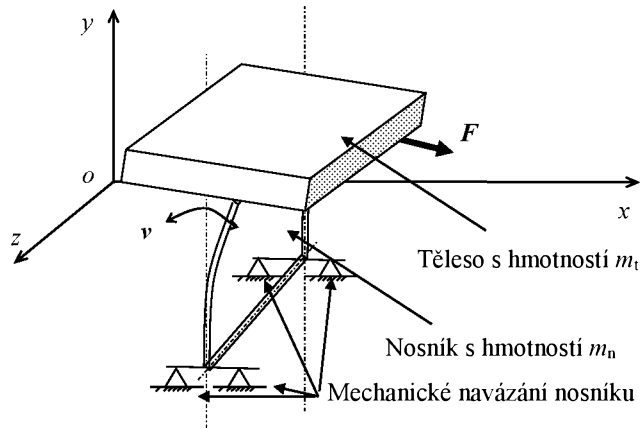


Vozidlo s figurantem, senzor na kufu

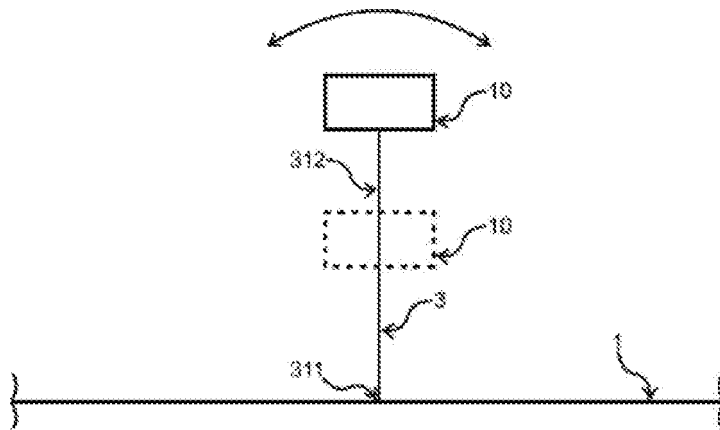
Obr. 3



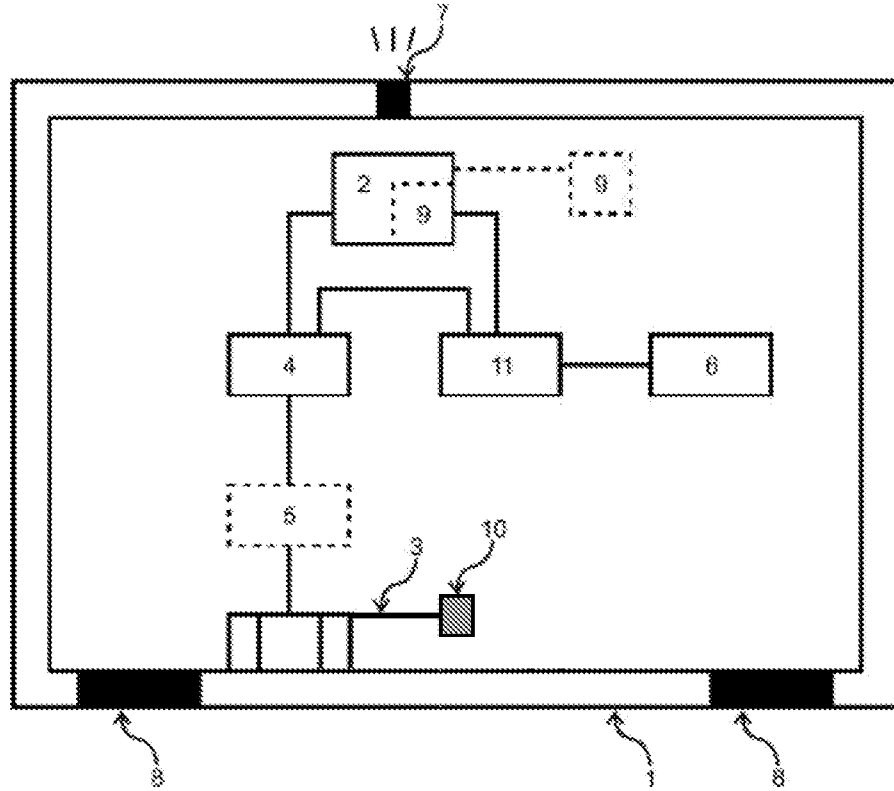
Obr. 4



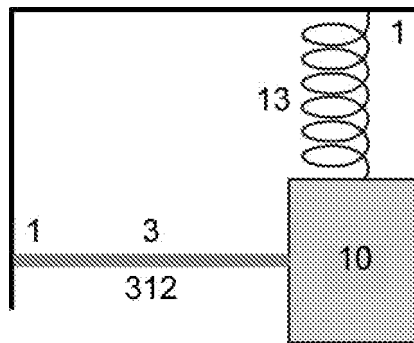
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8