



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

219520
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 G 7/00

(22) Přihlášeno 07 07 80
(21) (PV 4844-80)

(40) Zveřejněno 27 08 82

(45) Vydáno 15 08 85

(75)

Autor vynálezu

JELÍNEK VLADIMÍR ing., JIŘIČNÝ VLADIMÍR ing. CSc., STANĚK
VLADIMÍR ing. CSc., ŠMÍD JIŘÍ ing. CSc., PRAHA

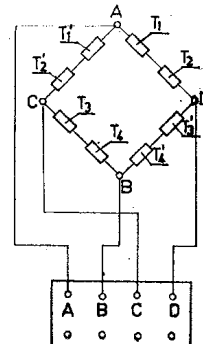
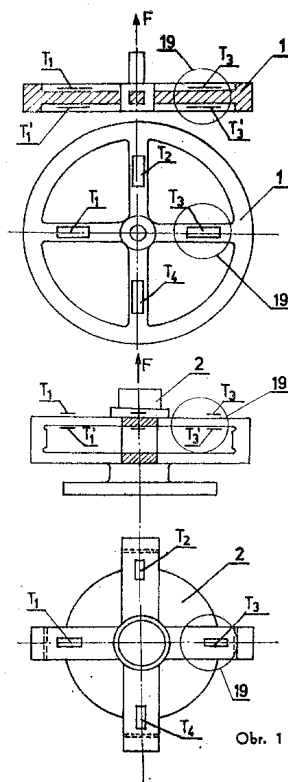
(54) Zařízení na měření hmotnosti

1

2

Vynález popisuje zařízení na měření hmotnosti, resp. tažných a tlačných sil, které sestává z mechanické části, jejíž podstatou je deformační část siloměrného členu běžné konstrukce a z elektronické části, jejíž podstatou je stejnosměrný Wheatstonův můstek. Zařízení je konstruováno tak, že pro získání výstupního napěťového signálu ze stejnosměrného Wheatstonova můstku v oblasti maximální citlivosti a linearity diferenciálního zesilovače je deformační část siloměrného členu n -násobně předimenzována vůči očekávanému maximálnímu zatížení.

Popsané zařízení odstraňuje nevýhody dosud známých zařízení na měření hmotnosti a zaručuje vysokou citlivost měření.



Obr. 1

Vynález se týká zařízení na měření hmotnosti, případně tažných nebo tlačných sil při vysokých relativních hodnotách balastního zařízení, dále jen táry, s vysokou relativní přesností.

V řadě technologických kontinuálních procesů metalurgického, chemického, farmaceutického nebo potravinářského průmyslu a výrobě stavebních hmot je třeba stanovovat hmotnost s vysokou relativní přesností, blížíci se přesnosti analytických vah nebo přesného stanovení hmotnosti přívazků, představujících malý zlomek táry, tj. například při stanovení hmotnosti materiálu uloženého nebo přisypávaného do kontejnerů značné hmotnosti nebo při přípravě směsí, když některé komponenty představují pouze malý podíl hmotnosti směsi. Výhodným prostředkem ke kontinuálnímu sledování hmotnosti jsou především elektrické metody, umožňující stanovení hmotnosti měřením velikosti deformace siloměrného členu pomocí tenzometrů odporových nebo polovodičových, zapojených do Wheatstoneova můstku.

Nevýhodou dosud používaných tenzometrických zařízení při vysokých požadavcích na přesnost stanovení hmotnosti, tažných a tlačných sil jsou problémy spojené s nelinearitou, stabilitou a teplotní závislostí, která se zejména u polovodičových tenzometrů neobejde bez teplotní kompenzace. Zvýšené nároky na citlivost se u odporových tenzometrů řeší zvýšením napájecího napětí, sériovým zapojením více tenzometrů v jedné větvi můstku, velkým stupněm zesílení. Kompenzace vlivu teploty se provádí převážně v elektrické části můstku.

Uvedené nevýhody jsou eliminovány v zařízení na měření hmotnosti podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že pro získání výstupního napěťového signálu ze stejnosměrného Wheatstoneova můstku v oblasti maximální citlivosti a linearitý diferenciálního zesilovače je deformační část siloměrného členu n -násobně předimenzována vůči očekávanému maximálnímu zatížení. Výhoda předimenzování siloměrného členu podle vynálezu spočívá v tom, že deformace siloměrného členu vyvolaná daným zatížením je menší a umožňuje vyhodnocovat výstupní signál ze stejnosměrného Wheatstoneova můstku v oblasti maximální citlivosti a linearitý diferenciálního zesilovače. Uvedený postup tedy ve svém principu snižuje hladinu šumu ve výstupním signálu, způsobenou siloměrným členem. U předimenzovaného siloměrného členu je zajištěna linearita vztahu mezi zatížením a výstupním signálem v širokém rozmezí zatížení a umožňuje tak volbu libovolné okamžité úrovně výstupního signálu jako nuly veličiny zatížení. Tím je dosaženo stanovení relativně malých změn hmotnosti při vysoké hodnotě táry se stejnou citlivostí jako při nulové táře. Volbou okamžité úrovně výstupního signálu jako nulového zatížení se

dále dosahuje potlačení vlivu eventuelních dlouhodobých driftů v siloměrné a zejména elektronické části.

Příkladné provedení podle vynálezu a popis činnosti zařízení na měření hmotnosti je schematicky znázorněno na výkresech, v nichž představuje

obr. 1 příklady použitelných siloměrných členů běžné konstrukce, tvořících podstatu mechanické části zařízení na měření hmotnosti, jejich osazení tenzometry a způsob zapojení tenzometrů do můstku,

obr. 2 blokové schéma měřicí elektronické části zařízení na měření hmotnosti;

obr. 3 blokové schéma vyhodnocovací elektronické části zařízení na měření hmotnosti.

Z použitelných siloměrných členů běžné konstrukce je uveden jako příklad siloměrný člen ve tvaru jednoduchého 1 a dvojitého 2 kříže, jejichž deformační části jsou označeny číslem 19. Každý z nich je osazen osmi odporovými tenzometry T_1 až T_4 , T_3' až T_4' , přičemž v každé větvi Wheatstoneova můstku jsou sériově zapojeny dva tenzometry. Vždy polovina tenzometrů, tj. T_1 až T_4 sleduje tahové namáhání povrchových vláken siloměrného členu v místě největšího ohybového momentu, druhá polovina tenzometrů, tj. T_1' až T_4' délkovou kontrakci povrchových vláken siloměrného členu na vnitřní straně průhybu siloměrného členu a naopak, v závislosti na směru působící síly. Sériovým zapojením dvojice tenzometrů sousedních ramen měrného členu do jedné větve Wheatstoneova můstku se dvojnásobně zvyšuje její ohmická hodnota. Při tomto uspořádání jsou všechny tenzometry můstku aktivní. Je tak dosaženo maximální citlivosti této mechanicko-elektrické transformace a je zajištěna kompenzace teplotních vlivů na tenzometrické snímače.

Na obrázku 2 je schematicky znázorněn postup zpracování výstupního signálu z měrné diagonály A, B Wheatstoneova stejnosměrného můstku 3, do kterého jsou zapojeny odporové tenzometry snímající mechanické změny deformačních částí 19 siloměrného členu např. 2. Můstek je napájen ze stabilizovaného stejnosměrného zdroje 4 různým (2; 4; 6 V) napětím v závislosti na požadované citlivosti. Vyvažování můstku lze provést vyvažovacími prvky 5. Výstupní napěťový signál z můstku je veden přes nulovací prvky 6 do diferenciálního zesilovače 7 umožňujícího zesílení signálu na několika volitelných úrovních (1X, 10X, 100X), podle požadované citlivosti měření. Pro potřeby vyhodnocení je za výstupní dělič 9 vhodné připojit výstupní zesilovač, který výstupní napěťový signál 10 zesílí 300X z milivoltové úrovně 0 až 5 mV na voltovou úroveň 11 nula až 1,5 V. Elektronická část zařízení na měření hmotnosti umožňuje tedy ovlivnit citlivost měření jednak velikostí napájecího stejnosměrného napětí můstku

2; 4; 6V, dále velikostí zesílení diferenciálního zesilovače $1\times$, $10\times$, $100\times$ a poměrem odporového děliče 9 výstupního napětí nastavitelným poměrem 1:1, 1:2, 1:4 až 1:16. Nulovací prvky můstku 6 umožňují elektricky vykompenzovat vyvážením mostu výstupní napěťový signál 10 odpovídající velké konstantní složce síly — táře, což je zejména výhodné při sledování malých změn síly superponované na velkou konstantní sílu. K výstupům 10, 11 elektronické části je připojeno vyhodnocovací zařízení s milivoltovou 10 úrovní pro kontinuální zápis výstupního signálu a s voltovou 11 úrovní výstupního signálu pro numerické vyhodnocení a digitalizaci výstupního napěťového signálu na příslušnou fyzikální veličinu — hmotnost, sílu, tlak.

Uspořádání vyhodnocovací elektronické části zařízení je na obrázku 3, kde přerušovaná čára značí povelové trasy mezi jednotkami, plná čára pak signálové trasy. Výstupní napěťový signál 11 (např. úroveň 0 až 1,5 V) je přes přepínací nízkourovňovou skupinu 12 veden na digitálně analogový převodník 13. Digitalizovaný signál je na povel řídící jednotky 14 převzat aritmetickou jednotkou 15. Přepočít digitalizovaného signálu je prováděn v aritmetické jednotce 15 podle programu uloženého ve feritové paměti 16 prostřednictvím řídící jednotky 14 ve dvou režimech podle nastavení ovládacího klíče.

Režim „Nuluj“, při kterém je digitalizovaná úroveň výstupního signálu zapsána do operační feritové paměti 16 jako úroveň odpovídající nulovému zatížení.

Při režimu „Vážení“ dostává aritmetická jednotka 15 povel vypočítat hmotnost odpovídající právě změřené úrovni výstupního signálu vztaženou k nulové úrovni hmotnosti zapsané v paměti při režimu „Nuluj“. Následná hmotnost je pak v digitální formě převedena na číslíkové tablo 17.

Číselná hodnota citlivosti zařízení ve formě hmotnost/napětí pro dané nastavení měřicí části zařízení (napájecí napětí, zesílení, výstupní poměr děliče) je zadávána přímo do programu uloženého v paměti 16 ne-

bo v případě častých změn v požadavcích na citlivost měření prostřednictvím paměti konstant — digisvíče — 18. Celé zařízení bylo vyrobeno z běžně dostupných součástek.

Vyhodnocovací elektronická část zařízení ve výše popsaném provedení umožňuje:

přepočít výstupního napětí na příslušnou fyzikální veličinu, tj. hmotnost, sílu, tlak;

posloupnost vyhodnocení v režimech „Nuluj“ a „Vážení“ umožňuje eliminovat z výsledné hodnoty měřené veličiny konstantní složku, identifikovanou v režimu „Nuluj“ a tím digitalizovat fluktuace kolem této hodnoty s maximální přesností;

opakování posloupnosti těchto režimů eliminuje vliv dlouhodobých driftů na měřenou veličinu, bez ohledu na příčinu jejího vzniku;

pouhou modifikací programového vybavení uloženého v paměti 16 lze toto zařízení využít ke zpracování více výstupních signálů, čímž získáme vícekanálové zařízení na měření hmotnosti;

modifikace programového vybavení lze rovněž využít ke statistickému zpracování sledované veličiny.

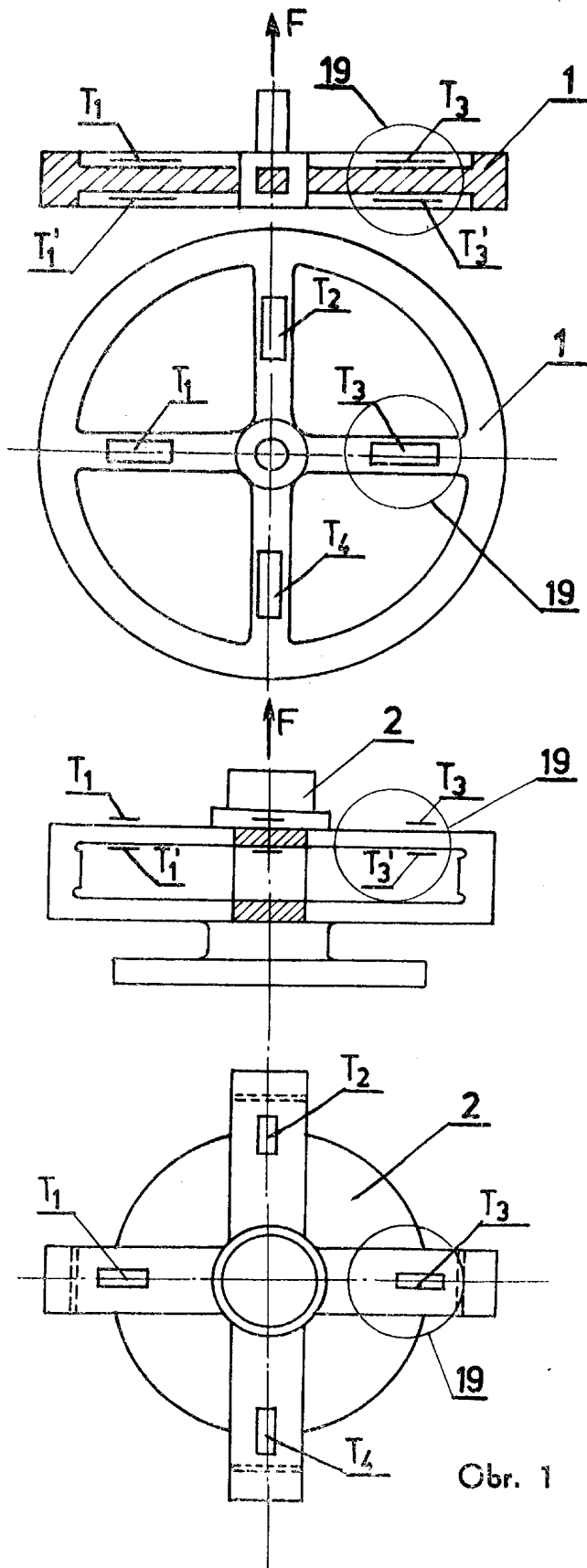
V popsaném provedení bylo při táře 150 kilogramů zařízení schopno rozlišit přívažek o hmotnosti 2 g. Citlivost zařízení zůstala stejná v rámci chyby v celém rozsahu hmotnosti od nuly do 150 kg.

Přechod na vyšší hmotnosti, které se vyskytují např. při vážení surovin dávkovaných do vysoké pece (cca 20 t), vyžaduje pouze změnu dimenzování deformačních částí siloměrného členu, přičemž výpočet vychází ze zásady, aby deformace siloměrného členu odpovídající maximálnímu očekávanému zatížení vyvolala takový výstupní signál z Wheatstonova můstku, který ještě spadá do oblasti maximální citlivosti operačního zesilovače. Tomuto požadavku pak odpovídá n-násobné předdimenzování siloměrného členu vůči maximálnímu ohybovému momentu. Např. v našem případě je mez půtažnosti více než trojnásobná oproti maximálnímu ohybovému momentu vyvolanému maximálním očekávaným zatížením 150 kg.

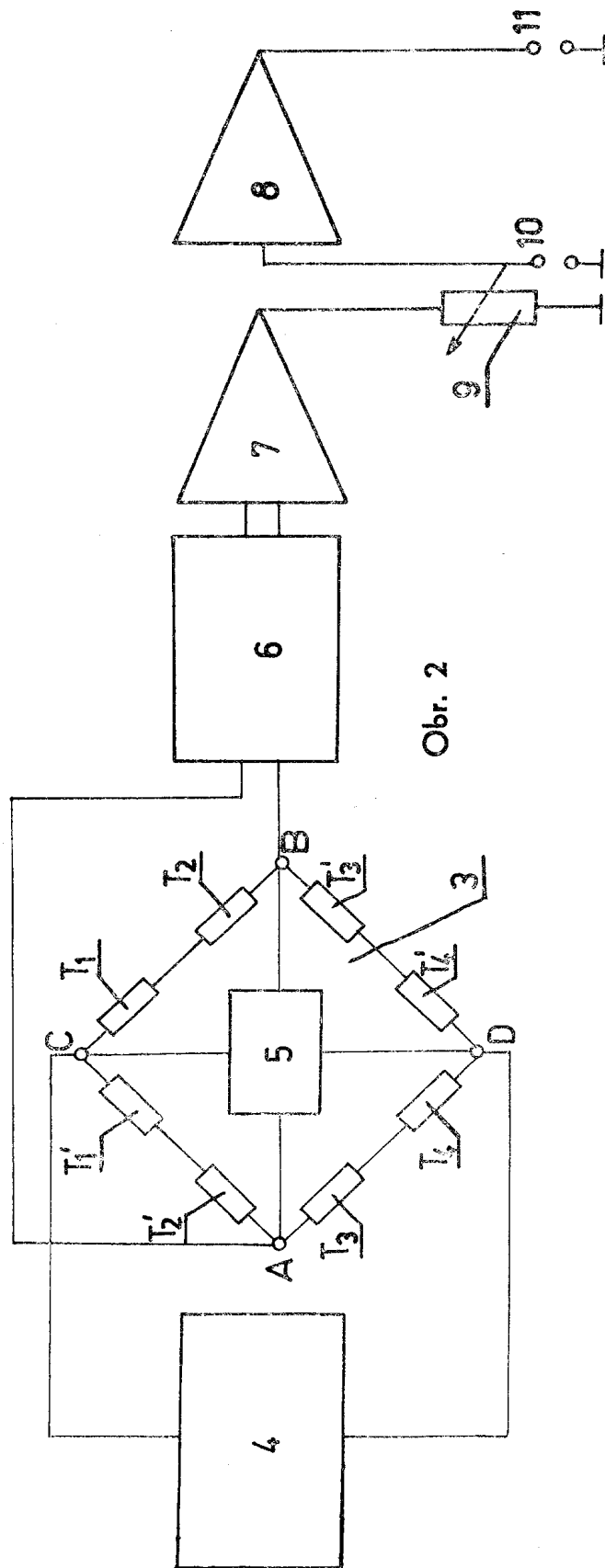
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

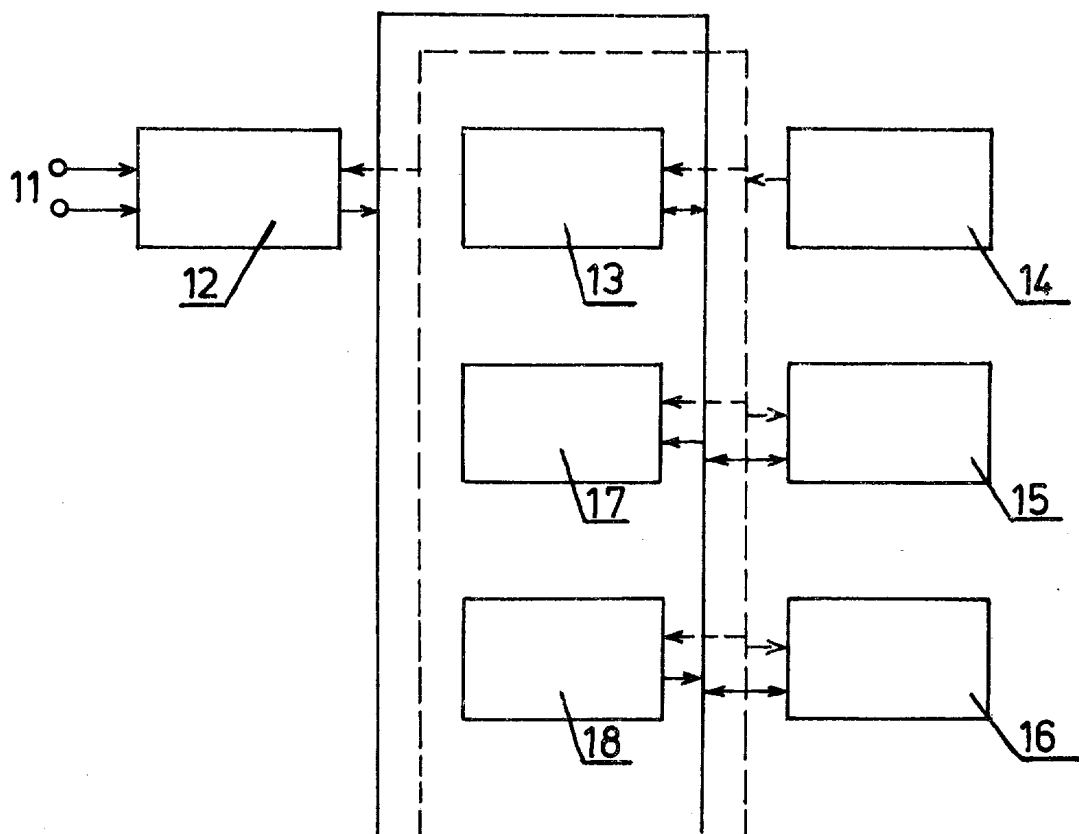
Zařízení na měření hmotnosti, sestávající z mechanické části, jejíž podstatou je deformační část siloměrného členu běžné konstrukce a z elektronické části, jejíž podstatou je stejnosměrný Wheatstonův můstek, napojený na diferenciální zesilovač výstupního signálu můstku, vyznačené tím, že pro

získání výstupního napěťového signálu ze stejnosměrného Wheatstonova můstku v oblasti maximální citlivosti a linearity diferenciálního zesilovače je deformační část (19) siloměrného členu (1) n-násobně předdimenzována vůči očekávanému maximálnímu zatížení.



Obr. 1





Obr. 3