

Průběh vývoje měřicí techniky elektromechanického rezonátoru

Oblast techniky

Vynález se týká zapojení pro měření rezonanční frekvence, elektromechanického rezonátoru a jiných ekvivalentních rezonátorů např. strunového tenzometru.

Současný stav techniky

V měřicí technice je často nutné měřit vlastní rezonanční frekvenci mechanických rezonátorů pracujících v akustickém pásmu. Dosud jsou známa zapojení pro výše uvedená měření, kde je cívka elektromechanického rezonátoru vybuzena jedním impulsem z vnějšího obvodu a tímto impulsem jsou v rezonátoru vybuzeny tlumené kmity, jejichž frekvence se po určité době změní. Známý měřicí obvod je realizován klasickým zapojením oscilátoru v jehož obvodu rezonátor vybaven jednak snímací a jednak budící cívkou. Pomocí oscilátoru se rezonátor rozkmitá a pro účely měření se vypne, aby nedošlo k zavlečení chyb. Vlastní frekvence se pak měří při tlumeném kmitání. V jiném známém měřicím obvodu je rezonátoru vnucován signál na subharmonické frekvenci, kdy se tato frekvence postupně mění a mezi změnami je kontrolována amplituda kmitů rezonátoru. Mezi změnou frekvence vnucovaného signálu je kontrolován nárůst amplitudy signálu z rezonátoru na rezonančním hrub. Tak je nalezen optimální budící signál, kterým se rezonátor úplně vybudí a po vypnutí buzení se změní frekvence rezonátoru. Další známý obvod je sestaven tak, že k rezonátoru jsou připojeny zesilovací obvody tvořené zesilovačem se zpětnovazebním zesilovačem chyby a s ním pak filtrační obvod, jímž je rezistor v serii s ukostřeným filtračním členem. Uzel mezi rezistorem a filtračním členem je spojen se vstupem časovacího obvodu, jehož výstup je spojen s ovládacím vstupem přívodního spínače a zároveň se vstupem napětového zdroje, jehož výstup je přes přívodní spínač spojen s rezonátorem.

Nevýhodou uvedených obvodů je jejich značná citlivost na rušivé parazitní vlivy , jako je např. kapacita a odpor vedení , rušivá napětí nakmitaná z okolí a pod. , čímž je pak měření zatíženo poměrně velkou systémovou chybou . Také není průběžně sledován stav kmitání rezonátoru , čímž je k vyvolání jeho kmitů dodávána větší energie než je nutná . Taktéž nelze často zabránit rozkmitání rezonátoru na harmonických frekvencích . Znamé měřicí obvody dostatečně nerespektují skutečné vlastnosti rezonátoru a jeho přívodního vedení , které bývá až 5 km dlouhé . Rozkmitávání se děje naprosto asynchronně a rezonátoru se tak vnucuje určité chování bez možnosti se přizpůsobit jeho aktuálnímu stavu . Dále není přesně definován okamžik změření frekvence rezonátoru vzhledem k jeho stavu, čímž jsou do měření zavlečeny další chyby, které nelze zpětně korigovat .

Podstata vynálezu

Nevýhody dosud známých zapojení jsou v podstatné míře odstraněny zapojením pro měření frekvence elektromechanického rezonátoru podle vynálezu , sestávajícího jednak z rozkmitávacích obvodů tvořených energetickým zdrojem a časovacím obvodem a jednak ze zesilovacích obvodů zpětně snímaného signálu rezonátoru spojených s filtračním členem , který je spojen s prvním vstupem čítače a zároveň se vstupem časovacího obvodu , jehož výstup je spojen s ovládacím vstupem přívodního spínače a zároveň s prvním vstupem energetického zdroje , jehož výstup je přes přívodní spínač zapojen na vstup zesilovacích obvodů spojeného s cívkou rezonátoru . Podstatou vynálezu je , že mezi vstupní svorku měřicí soupravy a vstup zesilovacích obvodů je vřazen první spínač , na jehož výstup je zapojen druhý spínač s ukostřeným druhým pólem . Ovládací vstupy obou těchto spínačů jsou spojeny s výstupem časovacího obvodu . Mezi výstup zesilovacích obvodů a vstup časovacího obvodu je vřazen fázovací obvod , jehož vstup je ještě spojen jednak se druhým vstupem energetického zdroje , tvořeného převodní-

kem napětí/ proud a jednak přes komparátor s prvním vstupem řídicího obvodu čítače , do jehož druhého vstupu je zapojen výstup filtračního obvodu . Druhý vstup čítače je spojen s výstupem řídicího obvodu čítače .

Výhoda zapojení podle vynálezu spočívá v tom , že kmitání rezonátoru je současně kontrolováno a měření je prováděno vždy za stejných podmínek . Každý rozkmitávací impuls je spouštěn na základě předchozí analýzy kmitů a počátečního testu . Průběžně , během celého rozkmitávání rezonátoru je nastavována amplituda , fáze a délka rozkmitávacího impulsu , na základě počátečního testu je nastaven optimální tvar a základní časové parametry celého měřícího procesu . Na rozdíl od známých zapojení je podstatně snížen vliv parazitních vlivů jak statických tak i dynamických . Je zabráněno rozkmitání rezonátoru na harmonických frekvencích . Okamžiky změření frekvence jsou přísně definovány fyzikálním průběhem kmitů v čase . Případným použitím matematického modelu rezonátoru lze ještě mnohé rušivé vlivy kompenzovat .

Objasnění výkresu

Na připojeném výkresu na obr.1 je schematicky znázorněn příklad zapojení pro měření frekvence elektromechnického rezonátoru podle vynálezu . Zakreslené spojení mezi jednotlivými funkčními bloky mohou být realizovány sběrnicemi , zejména v případě , že jsou některé definované funkční bloky periferií mikropočítače . Na obr.2 je objasněn průběh signálu generovaného rezonátorem po rozkmitávacím impulsu.

Uskutečnění vynálezu

Rezonátor 14 je tvořen ocelovou strunou plnicí funkci mechanického rezonančního obvodu a cívku , která má budicí a zároveň snímací funkci rezonátoru 14 . Jeho výstup je zapojen na vstupní svorku 15 měřicí soupravy , která je přes první spínač 1 spojena s prvním vstupem 301 zesilovače 3 tvořícího vstup zesilovacích a filtračních obvodů 16 . Výstup zesilovače 3 je spojen jednak přes rezistor 5 se společným uzlem 600 a jednak se vstupem zesilovače 4 chyby , jehož výstup je zapojen do druhého vstupu 302 zesilovače 3 . První výstup zesilovacích a filtračních obvodů 16 je tvořen společným uzlem 600 , kterým je spojen vstup filtračního členu 6 , zatímco jejich druhý výstup je tvořen výstupem 602 tohoto filtračního členu 6 , který je zapojen na druhý vstup 112 řídicího obvodu 11 čítače 12 . Výstup tohoto řídicího obvodu 11 je spojen s druhým vstupem 122 čítače 12 , jehož první vstup 121 je spojen se společným uzlem 600 . Energetickým zdrojem 9 je převodník napětí/proud , jehož druhý vstup 902 je spojen se společným uzlem 600 , zatímco jeho výstup je přes přívodní spínač 13 spojen se vstupní svorkou 15 měřicí soupravy . Do společného uzlu 600 je dále zapojen jednak přes komparátor 7 první vstup 111 řídicího obvodu 11 čítače 12 a jednak přes fázovací člen 8 vstup časovacího obvodu 10 . Výstup časovacího obvodu 10 je spojen jednak s prvním vstupem 901 energetického zdroje 9 a jednak s ovládacím vstupem přívodního spínače 13 . Mezi prvním vstupem 301 zesilovače 3 a signálovou zemí je zapojen druhý spínač 2 , jehož ovládací vstup je společně s ovládacím vstupem prvního spínače 1 připojen k výstupu časovacího obvodu 10 .

Funkce zapojení je následující:

Prvním impulsem , probíhajícím podle obr . 2 v době t_0 , generovaným energetickým zdrojem 9 a přivedeným přes přívodní spínač 13 na cívku rezonátoru 14 se jeho struna rozkmitá . Délka rozkmitávacího impulsu je nastavitelná v časovacím obvodu 10 . Současně

s náběžnou hranou rozkmitávacího impulsu se překlápí první a druhý spínač 1 , 2 a to tak , že se první spínač 1 rozpojí a druhý spínač 2 sepne . Tím se odpojí první vstup 301 zesilovače 3 od rezonátoru 14 , aby nedošlo k zahlcení zesilovače 3 rozkmitávacím impulsem a indukčními špičkami z rezonátoru 14 . Překlápěním prvního a druhého spínače 1 , 2 se zároveň virtuálně rozšiřuje přenášené pásmo zesilovače 3 a tím se zvýší rychlost odezvy zesilovačích a filtračních obvodů 16 . Je to způsobeno tím , že tyto obvody nereagují na extrémní vnější podmínky , čímž se snižuje požadavek na rychlost přechodu do normálního stavu z doby t_0 do t_2 . Kromě mechanických rezonančních obvodů , jejichž frekvenci je zapotřebí měřit v době t_2 , obsahuje rezonátor 14 i parazitní elektrické rezonanční obvody . Kmity vyvolané rozkmitávacím impulsem se v obou těchto rezonančních obvodech superponují a je těžké je od sebe oddělit zvláště v době t_1 . Pomocí obou spínačů 1 , 2 je na základě předchozího testu rezonátoru 14 , zablokován přístup všech parazitních kmitů do prvního vstupu 301 zesilovače 3 v době t_0 a t_1 . Překlápění prvního spínače 1 a druhého spínače 2 řídí až v průběhu doby t_2 časovací obvod 10 . Zesilovač 4 chyby zesiluje chybová napětí , která vznikají působením různých rušivých vlivů . Zápornou zpětnou vazbou zavedenou do druhého vstupu 302 zesilovače 3 se tyto rušivé vlivy kompenzují . Signál se dále zbavuje nakmitaného rušivého napětí pomocí rezistoru 5 a filtračního členu 6 a upravený se pak přivádí na nastavitelný fázovací člen 8 , který v závislosti na dalších podmínkách spouští další rozkmitávací impuls , generovaný energetickým zdrojem 9 a časovacím obvodem 10 . Tímto způsobem se udržuje netlumené kmitání rezonátoru 14 . Ze společného uzlu 600 je upravený signál přiváděn na první vstup 901 energetického zdroje 9 , který pracuje jako převodník napětí-proud s inverzním průběhem , tzn. , že výstupní proud je nepřímo úměrný vstupnímu napětí převodníku . Zároveň se tento obvod chová jako generátor funkcí , takže jeho výstupní signál může být obdélníkovitého a/nebo trojúhelníkovitého a/nebo

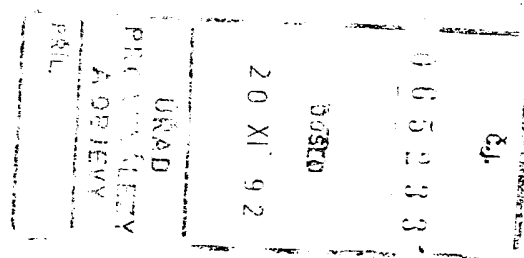
sinusového průběhu . Vstupní napětí na druhém vstupu 902 energetického zdroje 9 má vliv na amplitudu výstupního proudu a tím i na velikost rozkmitávacího impulsu , čímž udržuje kmity rezonátoru 14 na optimální úrovni . V závislosti na vlastnostech rezonátoru 14 dodává minimální energii potřebnou k udržení jeho kmitů . Fázovací člen 8 určuje optimální fázi spuštění každého budicího impulsu v závislosti na průbězích kmitů rezonátoru 14 , přičemž časovací obvod 10 ovlivňuje dobu , resp. délku průběhu výstupní funkce energetického zdroje 9 . Všechny zmíněné parametry rozkmitávacího impulsu , kterými jsou amplituda , fáze , délka a jeho tvar mají podstatný vliv na frekvenci kmitů rezonátoru 14 a lze je vzájemně nastavit tak , aby mu nevnucovaly jinou frekvenci než rezonanční . Jejich vzájemný vztah se během kmitání průběžně sleduje a upravuje . Vlastní měření frekvence probíhá po časově ustáleném rozkmitání rezonátoru 14 . Kontrola jeho stavu se provádí komparátorem 7 a energetickým zdrojem 9 . Výstupní signály z obou těchto obvodů podávají stavové informace kmitání rezonátoru 14 , včetně jeho parametrů a odezvy na rozkmitávací impulsy . Po ustáleném rozkmitání rezonátoru 14 , kdy vliv budicího impulsu na frekvenci rezonátoru 14 je minimální , se vysílání dalšího budicího impulsu zastaví . V tomto okamžiku přechází rezonátor 14 do tlumeného kmitání . Komparátor 7 sleduje stav tlumených kmitů a při určité úrovni amplitudy zjištěné na základě předchozího testu , předává řídicímu obvodu 11 čítače 12 na jeho první vstup 111 jednu z podmínek ke spuštění čítače 12 ke změření frekvence rezonátoru 14 . Pokud filtrační člen 6 indikuje na vstupní svorce 15 měřicí soupravy přítomnost rušivého napětí , předává řídicímu obvodu 11 čítače 12 na druhý vstup 112 další podmínku pro přechod do speciálního měřicího režimu .

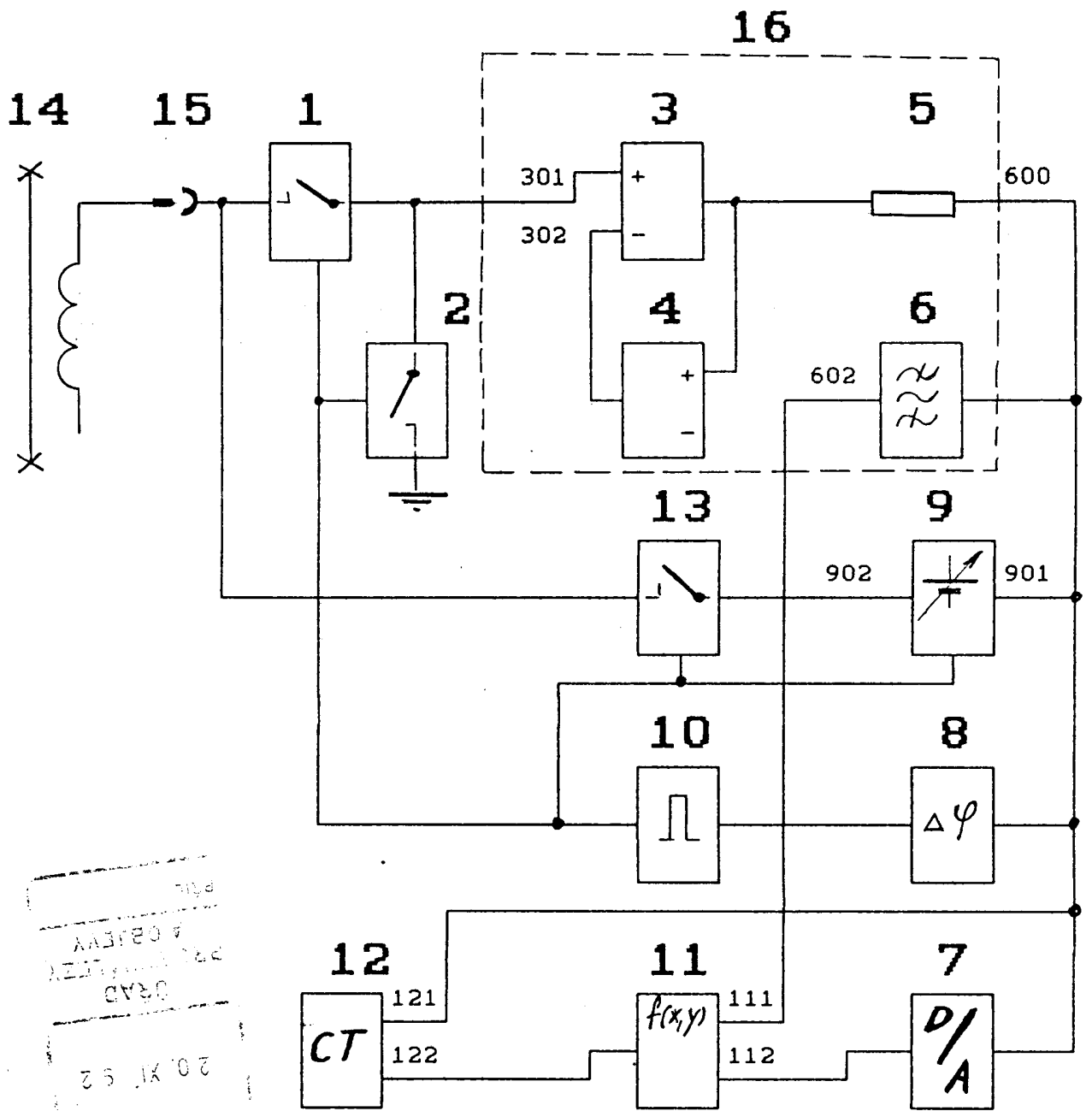
Využitelnost vynálezu

Zapojení podle vynálezu lze využít všude tam , kde je vyžadováno přesné změření rezonanční frekvence mechanického rezonátoru zejména v bezobslužném provozu , např. u rozsáhlých stavebních a důlních děl jako jsou mosty , přehradý , tunely , štoly a pod.. Využití je možné i v přesných vážních systémech a dalších oblastech, kde není vyžadováno velmi rychlé změření hodnot .

PATENTOVÉ NÁROKY

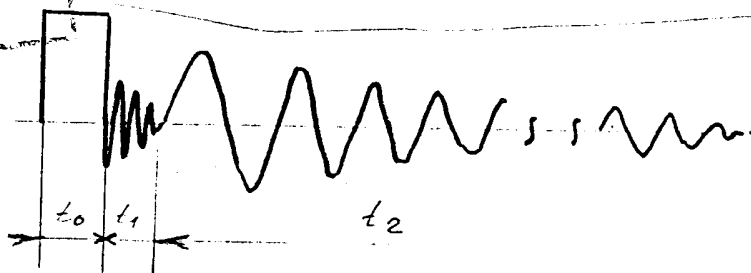
Zapojení pro měření frekvence elektromechanického rezonátoru sestávající z rozkmitávacích obvodů tvořených energetickým zdrojem a časovacím obvodem, jejichž výstupy jsou přes přívodní spínač spojeny s rezonátorem, k němuž jsou připojeny zesilovací a filtrační obvody zpětně snímaného signálu rezonátoru k nimž jsou připojeny vstupy čítače a časovacího obvodu vyznačené tím, že mezi rezonátor (14) a vstup zesilovacích a filtračních obvodů (16) je vřazen první spínač (1), na jehož výstup je zapojen druhý spínač (2) s ukostřeným druhým pólem, kde ovládací vstupy obou těchto spínačů (1,2) jsou spojeny s výstupem časovacího obvodu (10), přičemž mezi výstup zesilovacích a filtračních obvodů (16) a vstup časovacího obvodu (10) je vřazen fázovací obvod (8), jehož vstup je ještě spojen jednak s druhým vstupem (902) energetického zdroje (9) tvořeného převodníkem napětí/proud a jednak přes komparátor (7) s prvním vstupem (111) řídicího obvodu čítače (11), do jehož druhého vstupu (112) je zapojen výstup (602) filtračního členu (6), zatímco do druhého vstupu (122) čítače (12) je zapojen výstup řídicího obvodu (11) čítače (12).





065238
 20. XI. 52
 03302
 20. XI. 52
 03302
 065238

Obr. 1



Obr. 2