

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

24322

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01H 11/00 (2006.01)

G01H 11/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2012 - 26060**
(22) Přihlášeno: **16.05.2012**
(47) Zapsáno: **17.09.2012**

(73) Majitel:

Viditech s r. o., Brno, CZ

(72) Původce:

Habanec Jiří Ing., Brno, CZ

Hapal Petr Ing., Náměšť nad Oslavou, CZ

Doseděl Martin Ing., Židlochovice, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Veronika Zemanová, Mendlovo nám. 1a, Brno, 60300

(54) Název užitého vzoru:

Zařízení pro analýzu a vyhodnocování vibrací

CZ 24322 U1

Zařízení pro analýzu a vyhodnocování vibrací

Oblast techniky

Technické řešení se týká zařízení pro analýzu a vyhodnocování vibrací, které zahrnuje procesor se vstupy pro propojení se snímači vibrací a které je zvláště vhodné pro provozní monitoring a diagnostiku točivých strojů.

Dosavadní stav techniky

Z dosavadního stavu techniky je známa řada přístrojů pro provozní monitoring a diagnostiku točivých strojů, resp. pro měření vibrací u točivých strojů. Jednak jsou to starší přístroje analogové, které obvykle zajišťují pouze výstrahu nebo odstavení stroje při překročení dovolené meze vibrací. Obvykle je měřena hodnota rychlosti či zrychlení vibrací, případně dráha, tedy hodnota výchylky vibrací, přičemž výstupem je signál ve formě stejnosměrného elektrického napětí (t.j. efektivní hodnoty střídavého napětí měřené v určitém frekvenčním rozsahu). Toto napětí je porovnáváno pomocí analogového komparátoru s přednastavenou mezní hodnotou. V případě jejího překročení po dostatečně dlouhou dobu dojde k vybavení ochrany a odstavení monitorovaného stroje z provozu. Takováto zařízení mají z dnešního pohledu relativně nízkou úroveň funkční bezpečnosti.

Další generací přístrojů jsou přístroje kombinované s analogovým předzesilovačem měřeného signálu a jeho následným softwarovým zpracováním pomocí specializovaného procesoru či kontroléru. Zde je signál ze snímače vhodným způsobem upraven pomocí vstupních analogových zesilovačů a vhodně vyfiltrován. Takto upravený signál je dále přiveden do analogově-číslíkového převodníku, který je v naprosté většině případů již součástí procesoru či kontroléru. Digitalizovaný signál je následně dále zpracováván, ovšem již výhradně v číslicové formě. Prováděny jsou zejména úkony filtrace, sumace či integrace. Výsledkem tohoto typu zpracování je výsledná požadovaná veličina, kterou je podobně jako u předchozích typů přístrojů nějaké vyjádření rychlosti, výchylky či zrychlení, avšak ve formě čísla, které lze snadno porovnat s přednastavenou mezí.

Mezi velmi sledované vlastnosti v dnešní době patří zejména funkční bezpečnost, kterou definují některé normy, např. ČSN EN 61508 či EN ISO 13849, formou jednotlivých stupňů. Požadovaný vyšší stupeň integrity bezpečnosti s sebou přináší vyšší nároky na jednotlivé komponenty a na snižování jejich počtu. Vystává zde tedy potřeba přístrojů certifikovaných pro určitý stupeň integrity funkční bezpečnosti.

Pro nebezpečné a důležité stroje bývá předepsána pravidelná kontrola správnosti celého elektronického řetězce měření, včetně sepnutí relé (spínače) při signálu na vstupu odpovídajícímu nebezpečným vibracím. Snímače se musí ale vymontovat ze stroje a na specializovaném pracovišti změřit jejich charakteristika.

Ochrana před stavem, že snímač nedává signál, i když evidentně signál dávat má, je v zařízeních dle dosavadního stavu techniky většinou zabezpečena už i u analogových přístrojů. Pokud snímač dává příliš vysoký signál bez mechanické příčiny, relé v nejhorším případě vypne stroj. Lepší přístroje hlídají napěťové poměry ve vstupních obvodech. Tím ovšem není zajištěno hlášení poruchy snímače, jehož konstanta se změnila o 20 %, což už může být nebezpečné. Proto je úkolem technického řešení zajistit takový způsob měření, resp. takové zařízení, které umožňuje ověřit správnou funkci snímačů, resp. navazujícího elektronického řetězce, na místě, například vždy při rozjíždění stroje nebo na popud obsluhy a to bez nutnosti odpojení snímačů a které by současně umožňovalo sledovat a hodnotit změny parametrů snímače a posouzení, zda v případě použití dvou snímačů (při dvoukanálovém měření) změně vibrací v jednom kanálu odpovídá změna v kanálu druhém (což by měla, neboť oba snímače jsou na společném hřídeli).

Přístroje, které jsou předmětem této přihlášky vycházejí z koncepce zajištění dvou hlavních funkcí průmyslového měření vibrací - ochrany před nebezpečnými vibracemi a diagnostiky točivých

strojů. V dřívějších letech plnily takové přístroje pouze zabezpečovací funkce, s rozvojem počítačů a digitální techniky se začala prosazovat i vibrodiagnostika, na začátku pochůzkově, v dnešní době již jako součást měření vibrací alespoň u velkých (a drahých) investičních celků. Protože diagnosticky zaměřená část měření vibrací vyžaduje měření a vyhodnocování v dlouhých časových úsecích, řeší se zabezpečení a diagnostika paralelními systémy (přístroji), které mají větší společný jen snímač vibrací. Takže u drahých investičních celků je většinou drahá diagnostika a drahé nebo středně drahé zabezpečení. Ovšem většina rotačních strojů je v průmyslu mimo velké investiční celky a tyto stroje mají buď středně drahé (např. ventilátory vyšších výkonů), nebo levné (např. ventilátory malých výkonů) zabezpečení bez diagnostických funkcí. Provozovatel těchto strojů musí pro jejich údržbu mít kvalifikované zaměstnance, nebo si je v případě poruchy najmout, včetně specialisty na identifikaci poruchy s příslušnou měřicí technikou. Ten mu podle své kvalifikace určí poruchu nebo kombinaci poruch, navrhne způsob opravy, následuje oprava a měření po opravě. Zde se tedy provádí diagnostika stroje až na základě vyšších vibrací, tedy většinou po dlouhé době, po kterou se porucha vyvíjela (o to může být oprava složitější i dražší).

Podstata technického řešení

Výše uvedené úkoly jsou vyřešeny zařízením pro analýzu a vyhodnocování vibrací, které zahrnuje procesor se vstupy pro propojení se snímači vibrací, přičemž procesor zahrnuje:

- alespoň jeden konvertor pro převod analogového signálu ze snímače na digitální signál,
- alespoň jeden modul vybraný ze skupiny, kterou tvoří modul vzorkování a výpočtu spektrální analýzy rychlosti vibrací nebo dráhy vibrací nebo axiálního posuvu rotoru točivého stroje, modul vzorkování a výpočtu spektrální analýzy zrychlení vibrací, a modul výpočtu efektivní hodnoty rychlosti vibrací, přičemž každý z těchto modulů je propojený s konvertorem, a
- srovnávací obvod propojený s alespoň jedním z uvedených modulů pro srovnávání hodnot získaných z těchto modulů se zadanými hodnotami, a
- generátor testovacího signálu, který je spínačem propojovatelný s konvertorem pro zajištění průchodu generovaného testovacího signálu z generátoru do srovnávacího obvodu.

S výhodou procesor dále zahrnuje rozhodovací modul, který je propojený s modulem vzorkování a výpočtu spektrální analýzy rychlosti vibrací, s modulem vzorkování a výpočtu spektrální analýzy zrychlení vibrací, a s modulem výpočtu efektivní hodnoty rychlosti vibrací.

Také je výhodné, když procesor dále zahrnuje záznamový modul pro sledování trendů, který je propojený s rozhodovacím modulem a uzpůsobený pro ukládání hodnot z modulů a který je dále propojitelný se zobrazovací jednotkou pro zobrazení grafů hodnot vyhodnocených nebo zanalyzovaných ve vybraném časovém období.

Pro zajištění rozsáhlé flexibility funkcí zařízení je výhodné, když procesor dále zahrnuje uživatelský paměťový modul, který je propojený s modulem a/nebo s modulem a který je uzpůsobený pro ukládání vyhodnocených nebo zanalyzovaných hodnot a pro jejich analyzování dle definic zadaných uživatelem.

Také je vhodné, když procesor dále zahrnuje vstupy pro propojení se snímači teploty.

V obzvlášť výhodném provedení zařízení podle tohoto technického řešení procesor také zahrnuje záznamník pro ukládání hodnot vyhodnocených nebo zanalyzovaných ve stanoveném časovém období.

Srovnávací obvod je s výhodou propojený se spínačem pro hlášení poruchového stavu, spínačem pro varovnou signalizaci a se spínačem pro zajištění vypnutí stroje.

Z hlediska sledování spolehlivosti snímačů zahrnuje zařízení dle tohoto technického řešení s výhodou alespoň dva konvertory, z nichž každý je uzpůsobený pro zpracovávání signálu z jed-

noho snímače vibrací, a dále zahrnuje porovnávací modul, který je pro vzájemné porovnávání signálů ze snímačů propojený přes moduly s jím příslušnými konvertory.

Pro diagnostické účely se v přístrojích provádějí dvě frekvenční analýzy pro každé měřené místo vibrací - FFT analýza rychlosti vibrací a FFT analýza zrychlení vibrací. Frekvence čar spektra se upřesňuje automatickým výpočtem. V setupu je možno nastavit podmínky analýzy a tím dosahovat vylepšené výsledky. V setupu přístroje lze volit FFT analýzu rychlosti pro 10 x zmenšený frekvenční rozsah přístroje je možno s tímto rozsahem použít pro nízkootáčkové stroje (vodní turbíny atd).

V takovémto přístroji pro měření vibrací jsou splněny všechny požadavky na základní funkci průmyslových měřicích přístrojů pro měření vibrací, to je velmi spolehlivá ochrana před nebezpečnými vibracemi přepřehující stávající normy a předpisy a splňující také veškeré dosud známé požadavky vibrodiagnostiky točivých strojů s dvěma uloženími tím, že prováděná analýza má parametry dosahované doposud jen u drahých jednoúčelových analyzátorů (volba průměrování, volba okna, volba frekvenčního rozsahu), jsou zaznamenávány rozběhy a doběhy stroje, podrobné trendy všech veličin a pomocí řady kritérií jsou z těchto měření a veličin stanoveny jednotlivé příčiny poruchového stavu točivého stroje, signalizován obsluze jejich vývoj a poskytnuta pomoc při jejich odstranění. Hardware tohoto přístroje je společné pro tři druhy přístrojů s rozdílnou funkčností dosaženou odlišným firmware.

Přístroje které jsou předmětem této přihlášky řeší ochranu před nebezpečnými vibracemi spolehlivěji než většina zabezpečovacích přístrojů na světovém trhu a zároveň provádějí automatickou diagnostiku stroje, který je měřen, jednotlivé poruchy jsou určeny již na počátku jejich vývoje a jsou signalizovány obsluze, aby se mohl provést preventivní zásah. Cena přístroje dle této koncepce je srovnatelná s cenou přístrojů s funkcí pouze zabezpečovací.

Přehled obrázku na výkrese

Na obr. 1 je znázorněno schéma příkladného provedení přístroje pro měření vibrací, který zahrnuje zařízení podle tohoto technického řešení.

Popis příkladných provedení

V provedení z obr. 1 jsou využity dva snímače 2 vibrací, z nichž každý je přes jednotku 3 zajišťující elektromagnetickou kompatibilitu (electromagnetic compatibility protection), vstupní filtr 4 a analogový zesilovač 5 připojený k procesoru 1, a to ke vstupu ADC konvertoru 7 pro převod analogového signálu na digitální. Pro přizpůsobení přístroje danému měřenému stroji, určení počátečních stavů atd. slouží modul 10 zadávání konstant. Konvertor 7 je propojený dle potřeby buď přímo, nebo přes modul 31 výpočtu integrace s dalšími výpočetními moduly, v tomto případě s modulem 8 vzorkování a výpočtu spektrální analýzy rychlosti vibrací, modulem 9 vzorkování a výpočtu spektrální analýzy zrychlení vibrací, a modulem 10 výpočtu efektivní hodnoty rychlosti vibrací (tato efektivní hodnota je měřena ve frekvenčním rozsahu 10 až 1 kHz). Uvedené moduly 7, 8, 9 jsou propojeny s rozhodovacím modulem 32.

Například modul 8 provádí výpočetně rozklad číselného obrazu (odpovídajícího signálu rychlosti) na jednotlivé složky určené frekvencí a amplitudou a ty jsou mimo jiné v rozhodovacím modulu 32 porovnávány s číselnými obrazy možných mechanických poruch daného stroje. Podle toho, jaký snímač 2 má být k zařízení podle vynálezu připojen, se modul 8 může přeprogramovat na zpracovávání signálu dráhy vibrací nebo axiálního posuvu rotoru točivého stroje.

Tak rozhodovací modul 32 umožňuje zjistit a signalizovat například nevyváženost stroje, ohyb hřídele, nesouosost atd. Za tímto účelem je rozhodovací modul 32 opatřen také rozhraním 41 pro propojení s klávesnicí přes konektor 51, rozhraním 43 pro propojení se zobrazovací jednotkou přes konektor 53 a rozhraními 42 pro propojení s počítačem přes konektor 52. Číselné obrazy signálů z modulu 9 jsou v tomto provedení předávány do rozhodovacího modulu 32 a rovněž do ložiskového modulu 27, v němž jsou vypočítávány ložiskové efektivní hodnoty, tedy efektivní

nebo maximální hodnota číselného obrazu signálu zrychlení vibrací (měřených například ve frekvenčním pásmu 500 Hz až 5 kHz) a ty jsou dále zasilány do záznamového modulu 24 pro tvorbu zaznamenávání trendů. Modul 9 provádí výpočetně rozklad číselného obrazu (odpovídajícího signálu zrychlení vibrací) na jednotlivé složky určené frekvencí a amplitudou a ty jsou mimo jiné v rozhodovacím modulu 32 porovnávány s číselnými obrazy možných mechanických poruch daného stroje a ty jsou mimo jiné v rozhodovacím modulu 32 porovnávány s číselnými obrazy možných poruch, projevujících se na vyšších frekvencích. Rozhodovací modul 32 umožňuje zjistit a signalizovat poruchu valivého ložiska, poruchy převodovky atd. Modul 10 je dále propojen s krátkodobým záznamníkem 11 určeným hlavně pro záznam číselného obrazu efektivní rychlosti vibrací v okamžiku zásahu ochrany stroje a jistou dobu před ním (Postmort rekord - tedy záznam veličin za určitý čas, který je možno vyčíst z přístroje dodatečně po zastavení stroje, aby se zjistila příčina zásahu ochrany) a jednak se srovnávacím modulem 12 pro srovnávání okamžitých hodnot z modulu 10 s danou hodnotou, který ovládá spínač 13 pro hlášení poruchového stavu, dále spínač 14 pro varovnou signalizaci v případě, že okamžitá hodnota z modulu 10 překročí první danou limitní hodnotu a spínač 15 pro zajištění vypnutí stroje, při překročení druhé dané limitní hodnoty.

Krátkodobý záznamník 11 je opatřený rozhraním 42 pro komunikaci s počítačem a rozhraním 41 pro propojení s klávesnicí. Srovnávací modul 12 a krátkodobý záznamník 11 jsou přednostně užity pro vyhodnocení obrazu signálu efektivní rychlosti vibrací, ale mohou zpracovávat i jiné veličiny, například teploty, stav ložiska atd.

Toto příkladné provedení zařízení pro měření a analýzu a vyhodnocování vibrací zahrnuje rovněž snímač 22 otáček se synchronizační jednotkou pro vzájemnou synchronizaci signálů měřených více přístroji na jednom stroji. Snímač 22 otáček je připojený přes jednotku 23 zajišťující elektromagnetickou kompatibilitu k procesoru 1.

Dále jsou v tomto příkladném provedení použity čtyři teplotní senzory 16, z nichž každý je přes jednotku 17 zajišťující elektromagnetickou kompatibilitu a přes vstupní obvody 18 měření teploty propojený se samostatnou řídicí jednotkou 19 měření teplot stroje, která je připojená k procesoru 1 (zakreslena je jen jedna sada z uvedených čtyř). V procesoru jsou řídicí jednotky 19 propojené se srovnávacími obvody 12 pro srovnávání zjištěných hodnot (propojení nezakreslena) a rovněž s modulem 20 pro zadávání výpočetních konstant.

Dále zařízení obsahuje konektor 51 pro sériové propojení více přístrojů s počítačem s využitím protokolu Modbus. Alternativně mohou být přístroje připojeny přímo do počítačové sítě prostřednictvím Ethernet.

Zařízení rovněž obsahuje konektor 53 pro propojení se zobrazovací jednotkou (například LCD nebo grafický displej) pro odečítání naměřených hodnot / zjištěných analýz a konektor 51 pro propojení s ovladači (například klávesnicí nebo dotykovým displejem) pro ovládání jednotlivých funkcí zařízení a pro zadávání požadavků na zobrazení dat.

Příkladné provedení zařízení znázorněné na obr. 1 dále zahrnuje záznamové moduly 24 pro záznam trendů, v nichž jsou ukládány hodnoty získané z modulů 8, 9, 10, a z teplotních senzorů 16 za delší časový úsek, přičemž tyto záznamové moduly 24 umožňují zobrazení vývoje uvedených hodnot například za posledních 8 hodin nebo 240 hodin nebo 300 dní. Záznamový modul 24 je propojený se zobrazovací jednotkou 53 a/nebo je přes rozhraní 52 zpřístupnitelný ze vzdáleného počítače.

Oba záznamové moduly 24 jsou také propojené s porovnávacím modulem 34 pro porovnávání signálů ze snímačů 2.

Záznamové moduly 24 lze případně doplnit dalšími moduly pro provádění operací požadovaných uživatelem.

Celé zařízení je z hlediska měření a vyhodnocování vibrací dvoukanálové, to znamená, že za provozu jsou k němu připojeny dva snímače 2 a signály z obou snímačů 2 jsou přiváděny do porov-

návacího modulu 34, kde jsou tyto signály navzájem porovnávány a je vyhodnocováno, zda si snímané hodnoty navzájem odpovídají. Tak je možno zjistit například sníženou citlivost jednoho ze snímačů 2.

U dvoukanálového přístroje použitého pro měření na dvou uloženíh jednoho hřídele měříme fázový posuv mezi prvními harmonickými složkami signálů měřených na jednotlivých ložiscích, což je důležitý parametr pro diagnostické účely. Za pomoci přídavného snímače, použitého tak, aby generoval 1 impuls / 1 otáčku vypočítá přístroj absolutní hodnotu fáze vzhledem k pevnému bodu na hřídeli, aby bylo možno provádět postupy a výpočet provozního vyvažování stroje.

Jak je zřejmé z obr. 1 obsahuje procesor 1 podle tohoto technického řešení rovněž generátor 25 testovacího signálu, kterým je celý měřicí a výpočetní řetězec přístroje automaticky při každém zapnutí přístroje, nebo na požadavek obsluhy testován. Generátor 25 testovacího signálu je naprogramován v procesoru 1, vychází z procesoru 1 jako analogový signál, (který je možno vidět například osciloskopem), a je připojen pomocí multiplexoru na vstup zesilovače 5 (multiplexor zajistí, že je připojen buď snímač 2 nebo střídavý signál z generátoru 25). Zesilovačem 5 se signál příslušně zesílí (velikost zesílení je známa, takže za správně fungujícím zesilovačem 5 musíme na jeho výstupu vidět osciloskopem uvedený střídavý signál zesílený A krát. Každý jiný signál než A krát zesílený značí chybu zesilovače 5. Ze zesilovače 5 jde analogový střídavý signál do vstupu procesoru 1 a tam se nejprve převádí do digitální podoby ADC konvertorem 7, v digitální podobě se integruje (což je matematická operace, která musí být naprogramována), případně se provádějí další naprogramované operace, až se dostane do srovnávacího obvodu 12, kde by se pro další použití vyčítala číselná podoba střídavého signálu ze snímače 2, ale protože je právě připojen generátor 25 testovacího signálu, musí se na tomto místě vyčíst správná (předem naprogramovaná) číselná podoba střídavého signálu z generátoru 25. Pokud je odlišná, je chyba v některé z řady operací, které předcházely, a toto musí být nějakým způsobem signalizováno obsluze stroje, například na displeji chybovým hlášením chyba „elektroniky“.

S výhodou zahrnuje procesor 1 také uživatelský paměťový modul 26, který může uživatel prostřednictvím počítače nebo klávesnice naprogramovat tak, aby ukládal průběžně měřené veličiny do velkokapacitní paměti 71 a aby inicializoval speciální měření. Velkokapacitní paměť 71 je uspořádána vně procesoru 1 a jak je naznačeno na obr. 1, je k němu připojena, a to do uživatelského paměťového modulu 26. Uživatelský paměťový modul 26 je opatřen rozhraním 43 pro propojení se zobrazovací jednotkou a rozhraním 42 pro propojení s počítačem. Uživatel si může vybrat, které veličiny a výsledky výpočtů budou uloženy do velkokapacitní paměti 71 na základě volitelného časového úseku nebo při procentuální změně některé z veličin. Doporučené použití tohoto uživatelského paměťového modulu 26 s velkokapacitní pamětí 71 je vytvoření kruhového zaznamenávání s periodou jeden, například jeden měsíc, takže v každém okamžiku lze z velkokapacitní paměti 71 vyčíst podrobný záznam veličin, analýz atd. a jejich vývoj za poslední měsíc.

Uživatelský paměťový modul 26 také dodává další údaje do rozhodovacího modulu 32, který řídí vnější velkokapacitní paměť podle uživatelem zvolených kritérií, která jsou potřebná pro stanovení typu a významu poruchy stroje.

Zařízení z obr. 1 pracuje následovně: Snímače 2 vibrací jsou upevněny k měřeným místům, například každý na jedno z dvojice ložisek, v nichž je uložený hřídel monitorovaného točivého stroje. Dále jsou na čtyři vybraná místa stroje upevněny snímače 16 teploty a rovněž může být ke stroji upevněn snímač otáček. Za chodu stroje snímače 2 vibrací snímají zrychlení nebo rychlost nebo dráhu vibrací, a vysílají odpovídající signály přes obvod 3 zajišťující elektromagnetickou kompatibilitu, vstupní filtry 4 a analogové zesilovače 5 do procesoru 1. V procesoru 1 jsou signály z analogových zesilovačů 5 převáděny konvertorem 7 na digitální signály, které jsou upravovány seřizovacími konstantami a - je-li třeba - přes modul 31 výpočtu integrace následně přiváděny do modulů 8, 9, kde jsou analyzovány na základě zadaných kritérií, a do modulu 10 výpočtu efektivní hodnoty vibrací. Z modulu 10 jsou výsledné hodnoty zasílány do rozhodovacího modulu 32 a do záznamového modulu 24. Z modulu 8 jsou vypočtené hodnoty zasílány do rozhodovacího modulu 32 a do porovnávacího modulu 34. Z modulu 9 jsou vypočtené hodnoty

zasílány do rozhodovacího modulu 32 a do ložiskového modulu 27. Ze všech modulů 8, 9, 10 jsou rovněž zasílány vypočtené hodnoty do srovnávacího obvodu 12 pro srovnávání zjištěných hodnot se zadanými, do záznamníku 11 a do uživatelského paměťového modulu 26. Na základě signálů ze srovnávacího obvodu 12 jsou ovládány spínač 13 hlášení poruchového stavu (například výpadek některé z vnitřních pamětí nebo zapojení snímače), spínač 14 vyslání varovného signálu a spínač 15 odstavení / vypnutí stroje v případě překročení stanovené limitní hodnoty. Údaje ukládané do záznamníku 11 jsou využitelné v případě poruchy stroje, resp. odstavení stroje, kdy je možno ze záznamníku 11 vyčíst hodnoty nasnímané v určitém časovém údobí před poruchou. Hodnoty zasílané do záznamového modulu 24 pro zaznamenávání trendů lze zobrazit na zobrazovací jednotce, případně při dálkovém přístupu k zařízení také na obrazovce vzdáleného počítače, přičemž lze volit režim zobrazování a znázornit vývoj naměřených hodnot za období posledních několika hodin, několika dní či stovek dní. Trendy jsou průběžně vyhodnocovány a v případě potřeby je hlášena nutnost provedení údržby stroje. Trendy svou stavbou umožňují u sledovaných veličin zaznamenat podrobný vývoj za dlouhý časový úsek. Jejich průběh je důležitým kritériem pro diagnostické soudy. Kromě toho se pro další diagnostické účely trendují dle potřeby i jiné veličiny dlouhodobě i krátkodobě.

V modulech 8, 9, probíhá výpočet (z digitalizovaného signálu) amplitud a frekvencí všech složek původního signálu. V modulu 10 probíhá výpočet efektivní hodnoty rychlosti vibrací v různých frekvenčních pásmech z digitalizovaného signálu. Ve srovnávacím obvodu 12 se naměřené hodnoty efektivní hodnoty rychlosti vibrací (jejich digitalizovaný tvar) porovnávají s hodnotami danými normami, jejich překročení je signalizováno a v případě překročení maximální povolené hodnoty musí vyvolat okamžité odstavení stroje, který je přístrojem hlídán.

V modulu 27 ložiskové efektivní hodnoty, která vyjadřuje stav valivého ložiska, se v intervalech řádově minutových provádí automaticky analýza signálu zrychlení vibrací a provede se výpočet efektivní hodnoty v daném frekvenčním pásmu.

Vždy při zapnutí přístroje automaticky nebo na podnět uživatele generátor 25 testovacího signálu vyšle měrný signál (ve formě sinusoidy střídavého napětí s přesnou amplitudou a frekvencí), tento signál projde přes analogové zesilovače 5 dále do procesoru 1 a ve srovnávacím obvodu 12 se kontroluje, zda signál odpovídá požadované hodnotě a v negativním případě se vydá výstraha, která se objeví na displeji, při neakceptovatelných rozdílech se vyvolá automaticky odstavení stroje. Zařízení z obr. 1 je z hlediska vibrací dvoukanálové, proto by v případě změny na jednom kanálu měla být zaznamenána změna i na druhém kanálu.

Jak bylo uvedeno správná funkce elektronického řetězce měření se ověřuje automaticky v obou kanálech tak, že se na vstup kanálu A i B během doby náběhu přístroje připojí obdélníkový měrný signál - testovací signál (například s parametry 43 mV, 228,9 Hz), zesilovači 5, AD konvertory 7 musí dát po výpočtu (integrace, výpočet efektivní hodnoty rychlosti vibrací) správný výsledek, který musí být v toleranci například v rozmezí 9,5 až 11 mm/s. Přesto, že se očekává, že výsledek bude buď v toleranci nebo zcela mimo, interně lze kontrolovat pro servisní potřebu změny vyhodnocení a vyvodit z toho patřičné důsledky. Tímto měrným signálem je kontrolován tedy hardware mimo displeje, relé a vlastních snímačů. Displej totiž nemusí být nutně funkční z hlediska bezpečného vypnutí stroje při nebezpečných vibracích, ale snímače a relé ano.

Jak bylo uvedeno výše snímače 2 vibrací mohou být snímače zrychlení nebo snímače rychlosti nebo snímače dráhy vibrací, případně snímače axiálního posuvu rotoru. Podle typu snímače 2 vibrací se pak naprogramuje funkce zařízení podle vynálezu, tedy zejména dráha signálu ze snímače 2 vibrací jednotlivými prvky zařízení podle vynálezu, úprava signálu, například integrace - tedy zda signál bude nebo nebude veden přes modul 31 výpočtu integrace, dále výběr hodnot ve srovnávacím obvodu 12 a podobně.

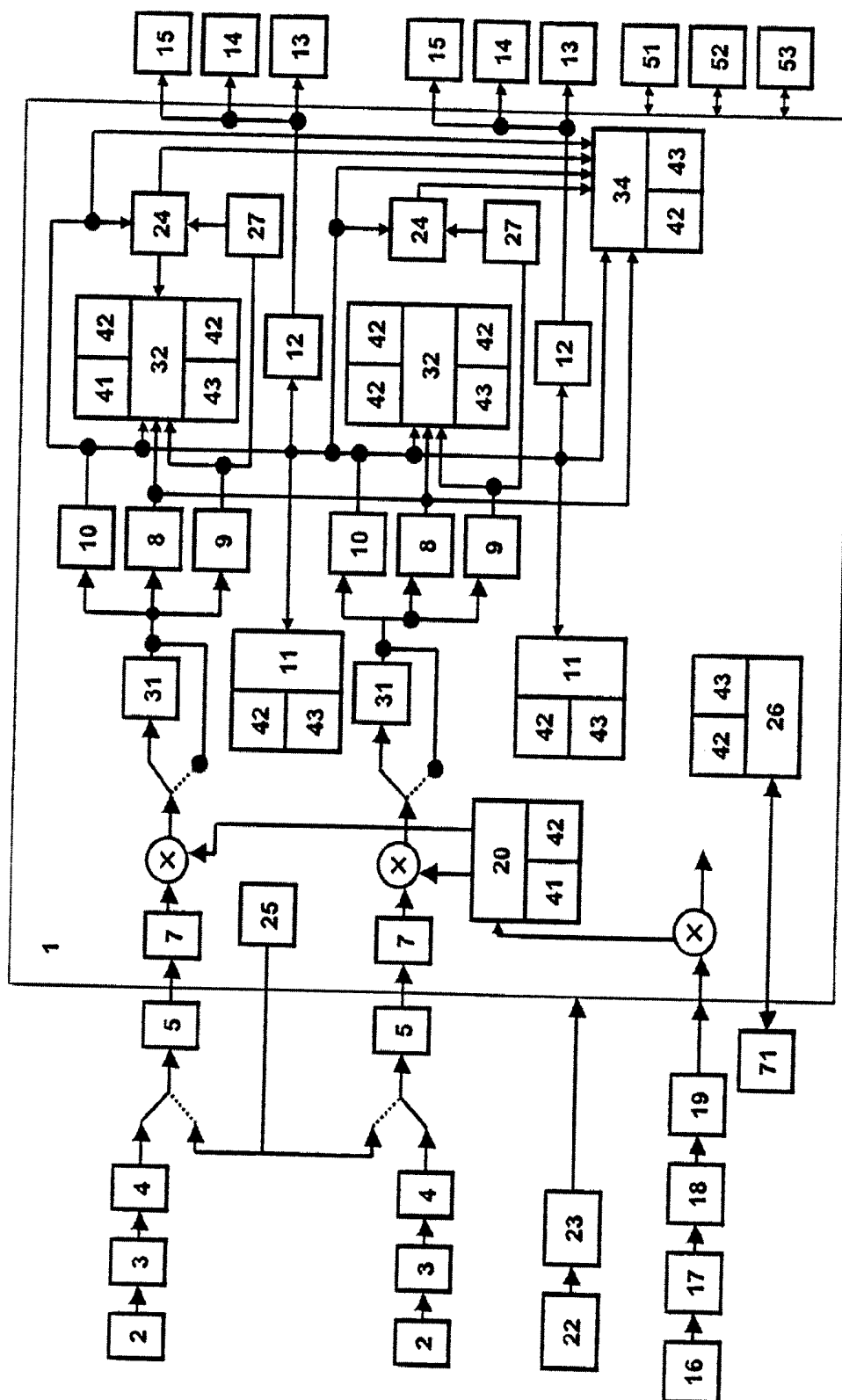
Odborníkovi z dané oblasti bude zřejmé, že na obr. 1 pro zajištění srozumitelnosti nejsou naznačeny všechny součásti a všechna propojení a že existují alternativní propojení jednotlivých součástí, která by rovněž umožňovala správnou funkci zařízení podle tohoto technického řešení. Totéž platí pro připojení záznamového modulu 24 pro sledování trendů a uživatelského paměťo-

vého modulu 26. Z důvodu přehlednosti nejsou na obr. 1 rovněž naznačeny například zobrazovací jednotka (displej), buffery a podobně, ani jejich propojení s jednotlivými částmi procesoru 1.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro analýzu a vyhodnocování vibrací, které zahrnuje procesor (1) se vstupy pro propojení se snímači (2) vibrací, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že procesor (1) zahrnuje
 - alespoň jeden konvertor (7) pro převod analogového signálu ze snímače (2) na digitální signál,
 - alespoň jeden modul (8, 9, 10) vybraný ze skupiny, kterou tvoří modul (8) vzorkování a výpočtu spektrální analýzy rychlosti vibrací nebo dráhy vibrací nebo axiálního posuvu rotoru točivého stroje, modul (9) vzorkování a výpočtu spektrální analýzy zrychlení vibrací, a modul (10) výpočtu efektivní hodnoty rychlosti vibrací, přičemž každý z těchto modulů (8, 9, 10) je propojený s konvertorem (7), a
 - srovnávací obvod (12) propojený s alespoň jedním z uvedených modulů (8, 9, 10) pro srovnávání hodnot získaných z těchto modulů (8, 9, 10) se zadanými hodnotami, a
 - generátor (25) testovacího signálu, který je spínačem propojovatelný s konvertorem (7) pro zajištění průchodu generovaného testovacího signálu z generátoru (25) do srovnávacího obvodu (12).
2. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že procesor (1) dále zahrnuje rozhodovací modul (32), který je propojený s modulem (8) vzorkování a výpočtu spektrální analýzy rychlosti vibrací nebo dráhy vibrací nebo axiálního posuvu rotoru točivého stroje, s modulem (9) vzorkování a výpočtu spektrální analýzy zrychlení vibrací, a s modulem (10) výpočtu efektivní hodnoty rychlosti vibrací.
3. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 a 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že procesor (1) dále zahrnuje záznamový modul (24) pro sledování trendů, který je propojený s rozhodovacím modulem (32) a uzpůsobený pro ukládání hodnot z modulů (8, 9, 10) a který je dále propojitelný se zobrazovací jednotkou pro zobrazení grafů hodnot vyhodnocených nebo zanalyzovaných ve vybraném časovém období.
4. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že procesor (1) dále zahrnuje uživatelský paměťový modul (26), který je propojený s výstupem modulu (8, 9, 10) a/nebo s modulem (32) a který je uzpůsobený pro ukládání vyhodnocených nebo zanalyzovaných hodnot a pro jejich analyzování dle definic zadaných uživatelem.
5. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že procesor (1) dále zahrnuje vstupy pro propojení se snímači (16) teploty.
6. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že procesor (1) dále zahrnuje záznamník (11) pro ukládání efektivních hodnot rychlosti vibrací vyhodnocených nebo zanalyzovaných ve stanoveném časovém období, propojený s modulem (10) výpočtu efektivní hodnoty rychlosti vibrací.
7. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že srovnávací obvod (12) je propojený se spínačem (13) pro hlášení poruchového stavu, spínačem (14) pro varovnou signalizaci a se spínačem (15) pro zajištění vypnutí stroje.

8. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že zahrnuje alespoň dva konvertory (7), z nichž každý je uzpůsobený pro zpracovávání signálu z jednoho snímače (2) vibrací, a dále zahrnuje porovnávací modul (34), který je pro vzájemné porovnávání signálů ze snímačů (2) propojený přes moduly (8) s jím příslušnými konvertory (7).



Obr. 1