



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

226 764

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 22 12 80
(21) PV 9184-80

(51) Int. Cl.³ G 01 H 3/00

(40) Zveřejněno 26 08 83
(45) Vydáno 01 08 85

(75)

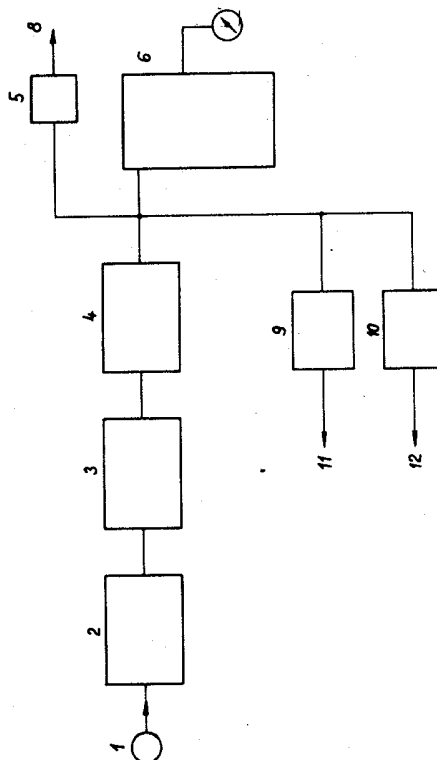
Autor vynálezu ŠIROKORAD JURIJ ing. CSc.,
VEČEŘA JIŘÍ ing., BRNO

(54) Zapojení k měření a vyhodnocování parametrů vibrací

Vynález se týká zapojení k měření a vyhodnocování parametrů vibrací, zejména vibrací rotačních soustrojí s tepelnými turbínami a kompresory.

U zapojení podle vynálezu je na vstup dvoučinného detektoru připojen zesilovací člen s předřazenými integrátorem a snímačem a na výstup dvoučinného detektoru jsou připojeny oddělovací zesilovač s analogovým výstupem, přepínač indikačního přístroje a komparátory s digitálními výstupy.

Vynález může být použit v energetice, např. u turbín a kompresorů, v letecké technice, dále při výrobě, provozu a zkoušení strojních součástí, např. elektromotorů, spalovacích motorů apod.



Vynález se týká zapojení k měření a vyhodnocování parametrů vibrací, zejména vibrací rotačních soustrojí s tepelnými turbínami a kompresory.

Bezpečný provoz rotačních soustrojí, zejména parních a plynových turbín a kompresorů vyžaduje během jejich chodu trvalé měření vibrací. Měření vibrací je u těchto soustrojí velmi ztíženo tím, že vibrační snímače jsou často vystavovány nadměrným teplotám, zrychlení a značné amplitudě, která v provozu má často mnohonásobně vyšší hodnoty, než je jmenovitá hodnota. Signály z vibračních snímačů, i když mají většinou lineární charakter, jsou poměrně slabé, k dalšímu zpracování je proto nezbytně nutné jejich značné zesílení. Hlavní požadavky kladené na zařízení k měření vibrací jsou provozní spolehlivost, přesnost, odolnost vůči zvýšené teplotě, snadná obsluha, možnost přepínání měřicího rozsahu a zejména spolehlivé vyhodnocení a signalizace dosažení předem nastavených mezí výstrahy a ochrany.

V současné době existuje řada zapojení k měření a vyhodnocování vibrací. U většiny známých zapojení je signál od vibračního snímače veden do výstupního zesilovače a integrátoru, z něž je veden do diodového detektoru, kde je usměrněn. Takto získaný usměrněný signál, který je úměrný velikosti vibrací, je potom veden jednak do ukazovacího přístroje a jednak do jednoho nebo dvou paralelně zapojených komparátorů pro vyhodnocení nastavitelných mezí. U některých zapojení je usměrněný signál paralelně veden přes oddělovací zesilovač na svorky analogového výstupu pro případné připojení na registrační přístroj, měřicí ústřednu apod. Nevýhodou těchto zapojení je, že neumožňují přepínání měřicích rozsahů a v oblasti malých výchylek vykazují zhoršenou linearitu měření. V poruchových provozních režimech kontrolovaných zařízení neumožňují tato zapojení identifikovat dosažené maximum vibrací.

Jiná známá zapojení k měření a vyhodnocování vibrací mají za vstupním zesilovačem a integrátorem připojen měřítkový zesilovač, který umožňuje změnu měřicího rozsahu. Střídavý signál z měřítkového zesilovače je veden na diodový detektor a odtud je usměrněný signál veden paralelně na měřicí přístroj, komparátory a oddělovací zesilovač obdobně jako ve výše uvedeném případě. Nevýhodou tohoto nejčastěji používaného zapojení je, že při přepnutí rozsahu měření zůstává původní nastavení komparátorů vůči tomuto rozsahu stejné, takže při přepnutí na větší citlivost může dojít k zásahu komparátoru a k případnému odstavení kontrolovaného zařízení v provozu.

Ve snaze vyhnout se těmto nežádoucím důsledkům proto některé výrobní firmy používají blokovací přepínače, připojené na výstupy komparátorů. Uvedená opatření mají ovšem při opomenutém zpětném přepnutí za následek trvalé vyřazení výstrahy a ochrany u kontrolovaného soustrojí z provozu. Jiní výrobci nabízejí zapojení, u nichž je každý měřicí kanál zdvojen. Přitom jeho první větev je připojena na ukazovací přístroj a oddělovací zesilovač, jeho druhá větev je připojena pouze na komparátory. Poslední zde uvedené zapojení je ovšem značně složitě a drahé.

Značnou část výše uvedených nevýhod dosavadních zapojení odstraňuje zapojení podle vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že na vstup dvoučinného detektoru je připojen zesilovací člen s předřazeným integrátorem a snímačem a na výstup dvoučinného detektoru jsou připojeny oddělovací zesilovač s analogovým výstupem, přepínač indikačního přístroje

a komparátory s digitálními výstupy. V první ze dvou, na vstupním konci propojených paralelních spojových větví dvoučinného detektoru jsou za sebou řazeny druhý operační zesilovač, první dioda, čtvrtý odpor a šestý odpor, kde druhý operační zesilovač je k první spojové větvi připojen svým druhým vstupem, v uzlu, spojujícím první vstup druhého operačního zesilovače s výstupem první diody, je zařazen třetí odpor a v uzlu, spojujícím výstup první diody s uzemněním, je zařazen první kondenzátor, v druhé ze spojovacích větví jsou za sebou řazeny první odpor, druhý odpor a třetí operační zesilovač, kde třetí operační zesilovač je k výstupu pátého odporu připojen svým prvním vstupem a svým druhým vstupem je připojen na uzemnění, na uzlu prvního odporu se druhým odporem je připojen první vstup prvního operačního zesilovače, druhý vstup prvního operačního zesilovače je připojen na uzemnění a na výstup tohoto prvního operačního zesilovače je připojena druhá dioda, jejíž výstup je jednak připojen na druhou spojovou větev mezi druhý odpor a pátý odpor a jednak s druhým kondenzátorem, přičemž uzel čtvrtého odporu se šestým odporem v první spojové větvi je spojen s uzlem pátého odporu s prvním vstupem třetího operačního zesilovače ve druhé spojové větvi.

Výhodou zapojení podle vynálezu je, že nastavení mezi výstrahy i ochrany zůstává neměnné a nezávislé na změně měřicího rozsahu, takže umožňuje naprosto bezpečnou změnu citlivosti měření vibrací během provozu.

Dva příklady zapojení podle vynálezu jsou znázorněny na výkresech, kde na obr. 1 je zapojení v blokovém schématu a na obr. 2 je zapojení v prováděcím schématu.

Podle obr. 1 na výstup snímače 1 upevněného na ložiskovém stojanu spalovací turbíny, jsou za sebou zapojeny integrátor 2, zesilovací člen 3 a dvoučinný detektor 4. Na výstup tohoto dvoučinného detektoru 4 jsou paralelně připojeny oddělovací zesilovač 5, přepínač 6 a dva komparátory 9, 10. K analogovému výstupu 8 oddělovacího zesilovače 5 je připojen neznázorněný záznamový přístroj, s výstupem přepínče 6 je spojen vstup indikačního přístroje 7 a na digitální výstupy 11, 12 komparátorů 9, 10 je připojeno neznázorněné zabezpečovací zařízení. Zatímco první komparátor 9 je určen k vysílání výstražných signálů do neznázorněného zabezpečovacího zařízení, druhý komparátor 10 slouží k vysílání zásahových signálů.

Elektrický střídavý signál ze snímače 1 po integraci v integrátoru 2 a po zesílení v zesilovacím členu 3 vstupuje do lineárního špičkového detektoru 4, umožňujícího přesné měření a sčítání velikostí kladných a záporných amplitud vibrací, tj. tzv. měření špička - špička. Usměrněný signál, který je přímo úměrný dvojitě amplitudě vibrací, je z výstupu dvoučinného detektoru 4 přiváděn jednak na vstup oddělovacího zesilovače 5, dále na vstup přepínče 6, umožňujícího měnit měřicí rozsah i během provozu soustrojí, a dále do obou komparátorů 9, 10, v nichž se průběžně porovnává a vyhodnocuje velikost přijímaného usměrněného signálu s předem nastavenými mezemi pro výstražné a zásahové signály, ovlivňující ochrannou funkci neznázorněného zabezpečovacího zařízení.

V prováděcím schématu podle obr. 2 na výstup snímače 1 připojený integrátor 2 se skládá ze vstupního devátého odporu 13, k jehož výstupu jsou paralelně připojený první pól třetího kondenzátoru 17 a první vstup čtvrtého operačního zesilovače 14, přičemž výstup čtvrt-

tého operačního zesilovače 14, spojený s druhým pólem třetího kondenzátoru 17, tvoří společný výstup integrátoru 2, druhým vstupem čtvrtého operačního zesilovače 14 je tento integrátor 2 připojen na společné uzemnění 15.

Zesilovací člen 3 obsahuje sériově řazený sedmý odpor 16 a osmý odpor 19, kde na vodičový uzel výstupu sedmého odporu 16 se vstupem osmého odporu 19 je připojen první vstup pátého operačního zesilovače 18, výstup pátého operačního zesilovače 18 potom je propojen s výstupem osmého odporu 19 a druhým vstupem pátého operačního zesilovače 18 je zesilovací člen 3 připojen na společné uzemnění 15. Vstup sedmého odporu 16 je totožný se vstupem zesilovacího členu 3 a výstup osmého odporu 19 splývá s výstupem tohoto zesilovacího členu 3.

Struktura dvoučinného detektoru 4 je charakterizována dvěma paralelními spojovacími větvemi, které jsou svými navzájem spojenými vstupními konci společně připojeny na výstup zesilovacího členu 3 a svými navzájem spojenými výstupními konci jsou společně propojeny na vstupy oddělovacího zesilovače 5, přepínače 6 a obou komparátorů 9, 10.

V první z těchto spojových větví jsou za sebou řazeny druhý operační zesilovač 21, první dioda 23, čtvrtý odpor 25 a šestý odpor 27. Přitom druhý operační zesilovač 21 je k první spojové větvi připojen svým druhým vstupem a v uzlu spojujícím první vstup druhého operačního zesilovače 21 s výstupem první diody 23, je zařazen třetí odpor 22. V uzlu, spojujícím výstup první diody 23 se společným uzemněním 15, je zařazen první kondenzátor 24.

Ve druhé ze spojových větví jsou potom za sebou řazeny první odpor 20, druhý odpor 28, pátý odpor 26 a třetí operační zesilovač 32. Třetí operační zesilovač 32 je k výstupu pátého odporu 26 připojen svým prvním vstupem. Na uzel prvního odporu 20 se druhým odporem 28 je připojen první vstup prvního operačního zesilovače 29, druhý vstup prvního operačního zesilovače 29 je připojen na společné uzemnění 15. Výstup prvního operačního zesilovače 29 je propojen se vstupem druhé diody 30, výstup druhé diody 30 je jedním uzlem připojen na druhou spojovou větev mezi druhým odporem 28 a pátým odporem 26 a druhým uzlem se zařazeným kondenzátorem 31 je napojen na společné uzemnění 15. Také druhý vstup třetího operačního zesilovače 32 je připojen na společné uzemnění 15.

Na navzájem spojené výstupy šestého odporu 27 první spojové větve a třetího operačního zesilovače 32 druhé spojové větve jsou potom podobně jako u prvního příkladu zapojení připojeny oddělovací zesilovač 5 s analogovým výstupem 8, přepínač 6 indikačního přístroje 7 a dále první komparátor 9 s prvním digitálním výstupem 11 a druhý komparátor 10 se druhým digitálním výstupem 12.

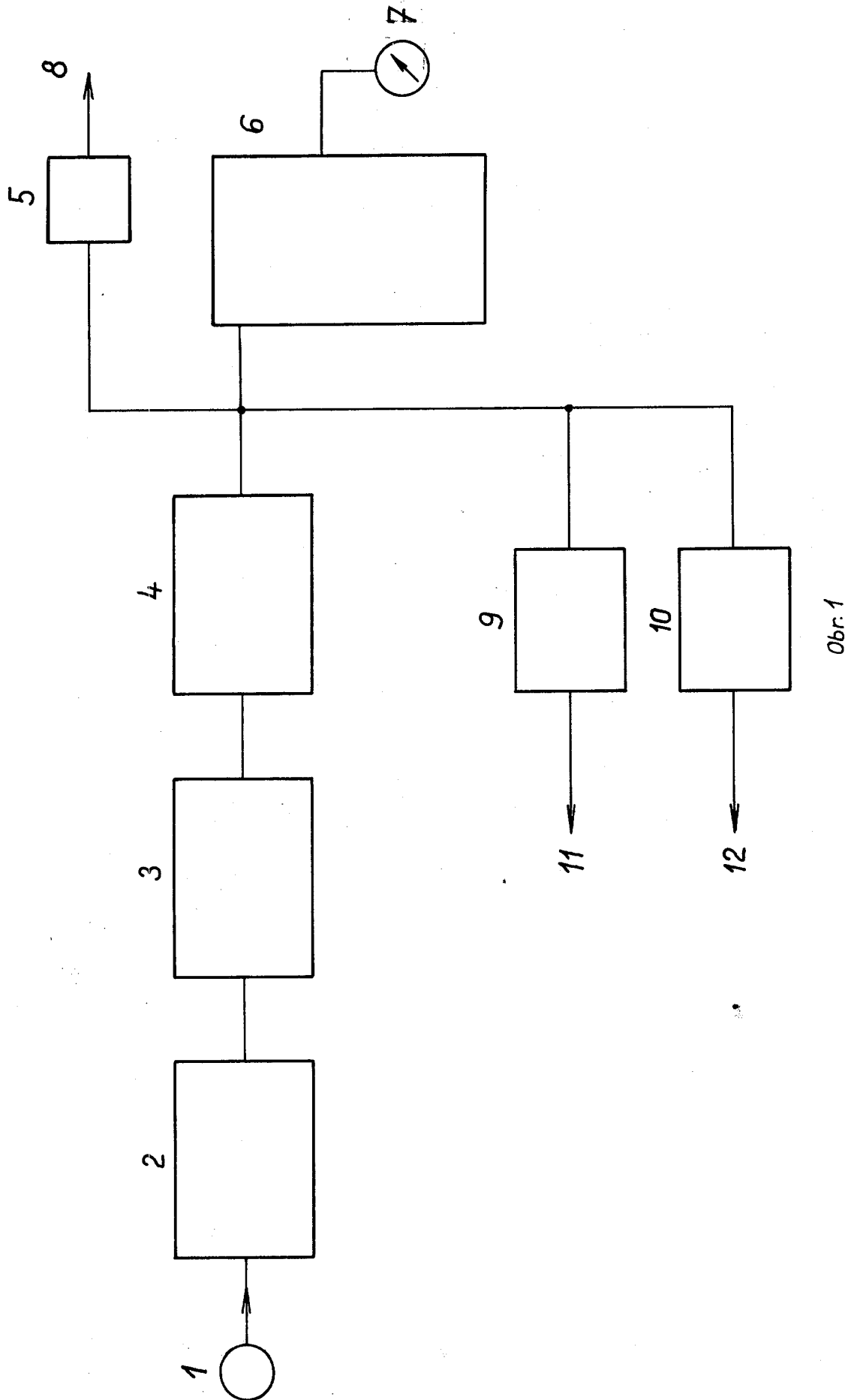
Elektrický snímáný střídavý signál, jehož velikost je úměrná rychlosti vibračního pohybu v měřeném místě, je ze snímače 1 zaváděn na vstup integrátoru 2, v němž je tato rychlost elektrickou cestou integrována, takže výstupní střídavý signál z integrátoru 2 je úměrný výchylce tohoto pohybu. Při průchodu zesilovacím členem 3 je střídavý signál zesílen na úroveň, nutnou k funkci lineárního dvoučinného detektoru 4, v němž potom dochází k oddělení zpracování kladné a záporné části zesíleného střídavého signálu. Přitom v první spojové větvi dochází k usměrnění záporné části tohoto střídavého signálu, zatímco ve druhé spojové větvi dochází k obrácení polarity a k usměrnění kladné části střídavého signálu. Na výstupních kondenzátorech 24, 31 jsou získána záporná napětí úměrná špičkovým hodnotám

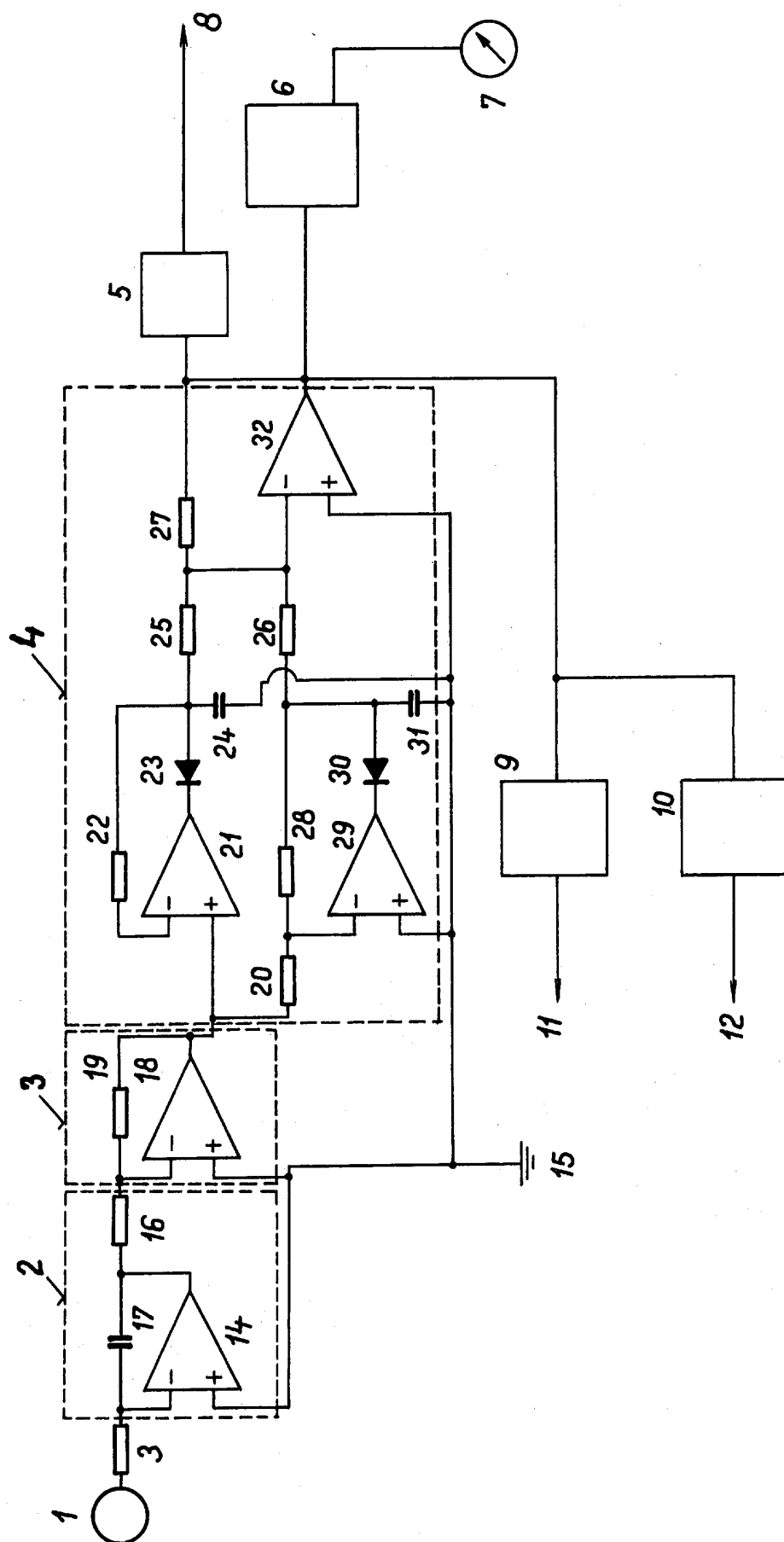
snímaného střídavého signálu. Ve sčítacím zesilovači, obsahujícím spolu s odpory 25, 26, 27 třetí operační zesilovač 32, dochází k sečtení obou záporných napětí a k obrácení jejich polarity, takže na výstupu dvoučinného detektoru 4 je kladné stejnosměrné napětí, jehož velikost je úměrná součtu kladných a záporných částí střídavého signálu, a tím i součtu obou krajních výchylek vibrací v měřeném místě.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zapojení k měření a vyhodnocování parametrů vibrací, obsahující integrátor, na jehož vstup je připojen vibrační snímač a na jehož výstup je připojen zesilovací člen, vyznačující se tím, že na vstup dvoučinného detektoru (4) je připojen zesilovací člen (3) s předřazeným integrátorem (2) a snímačem (1) a na výstup dvoučinného detektoru (4) jsou připojeny oddělovací zesilovač (5) s analogovým výstupem (8), přepínač (6) indikačního přístroje (7) a komparátory (9, 10) s digitálními výstupy (11, 12).
2. Zapojení k měření a vyhodnocování parametrů vibrací podle bodu 1, vyznačující se tím, že v první ze dvou na vstupním konci propojených paralelních spojových větví dvoučinného detektoru (4) jsou za sebou zapojeny druhý operační zesilovač (21), první dioda (23), čtvrtý odpor (25) a šestý odpor (27), kde druhý operační zesilovač (21) je k první spojové větvi připojen svým druhým vstupem, jehož první vstup je přes třetí odpor (22) spojen s výstupem první diody (23), která je přes první kondenzátor (24) spojena s uzemněním (15), v druhé ze spojových větví jsou za sebou řazeny první odpor (20), druhý odpor (28), pátý odpor (26) a třetí operační zesilovač (32), kde třetí operační zesilovač (32) je k výstupu pátého odporu (26) připojen svým prvním vstupem a svým druhým vstupem je připojen na uzemnění (15), přičemž k uzlu prvního odporu (20) s druhým odporem (28) je připojen první vstup prvního operačního zesilovače (29), zatímco druhý vstup prvního operačního zesilovače (29) je připojen na uzemnění (15) a na výstup prvního operačního zesilovače (29) je připojena druhá dioda (30), jejíž výstup je připojen jednak na druhou spojovou větev mezi druhý odpor (28) a pátý odpor (26) a jednak na kondenzátor (31), přičemž uzel čtvrtého odporu (25) se šestým odporem (27) v první spojové větvi je spojen s uzlem pátého odporu (26) s prvním vstupem třetího operačního zesilovače (32) ve druhé spojové větvi.

2 výkresy





Obr. 2