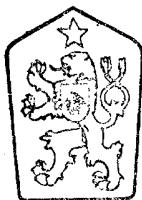


POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

220085
(11) (B1)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 20 08 81
(21) (PV 6231-81)

(40) Zveřejněno 27 08 82

(45) Vydáno 15 10 85

(51) Int. Cl.³
F 01 D 21/04

(751)

Autor vynálezu

KOPEČEK JAN ing., BYSTRICKÝ VÁCLAV, PLZEŇ

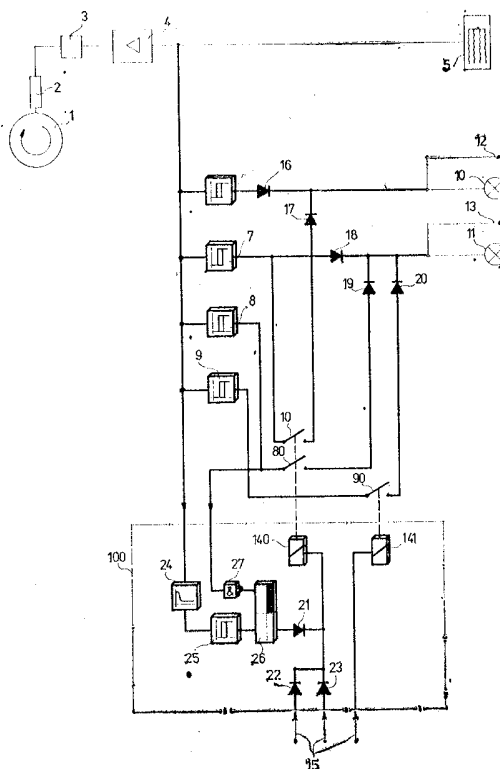
(54) Zapojení pro kontinuální měření chvění rotoru

1

Vynález se týká oboru 485 — parní turbíny. Řeší automatizaci sledování bezpečnosti provozu turbíny v oblasti chvění jejích komponentů a jejích posuvů. Jde o takové zapojení měřicího systému, které umožňuje kontinuální provozní měření chvění rotoru, jeho automatické vyhodnocování a signalizaci nebezpečných stavů. Toho se dosahuje zapojením, při němž je analogový výstup z měřicích zesilovačů veden do většího počtu hladinových členů s odstupňovanými hladinovými hodnotami. Výstupy těchto hladinových členů jsou připojeny ke vstupům logiky a k signalizačním prvkům. Proměnnost mezi je realizována přepínáním signalizace na jednotlivé hladinové členy. V logice je pak výstup měřicího zesilovače připojen přes derivační člen a přes hladinový člen pro rychlou změnu k paměťovému členu, jehož výstup je připojen k převodníku, ovládacímu spínač negátoru paměťového členu a spínač jednoho z hladinových členů s vyšší hladinovou hodnotou.

K tomuto výstupu paměťového členu a ke spínači hladinového členu s minimální hladinovou hodnotou jsou připojeny vstupy pro signály z čidel, snímajících omezující faktory. Zapojení může být upraveno i pro použití řídicího počítače.

2



Vynález se týká zapojení pro kontinuální měření chvění rotoru a vyhodnocování výsledků tohoto měření; zapojení je použitelné především u velkých parních turbín.

V dnešní době se provádí provozní měření chvění rotoru tak, že na vhodně zvolená měřicí místa stroje, resp. turbíny, se umístí snímače chvění, jejichž měřicí signál je veden do měřicích zesilovačů. V nich je signál zesílen a upraven tak, aby měl normalizovanou úroveň úměrnou amplitudě nebo rychlosti chvění, načež je veden jednak na ukazovací a zapisovací přístroje, jednak do zpravidla dvou hladinových členů, tj. analogolineárních převodníků, které v případě, že analogový signál překročí nastavenou hladinu, vydávají výstrahové signály.

Každý z výstrahových signálů má pevně přiřazený význam. Překročení první, v prvním převodníku pevně nastavené hladiny chvění, dává tzv. první předběžnou výstrahu; ta znamená, že chvění dosáhlo hodnoty, při které není vhodné stroj trvale provozovat, a že obsluha musí brát ohled na zhoršenou kvalitu mechanického chodu stroje. Překročení druhé, rovněž pevně nastavené hladiny chvění na druhém převodníku dává druhou, tzv. hlavní výstrahu; ta znamená, že chvění již dosáhlo úrovně, která přímo ohrožuje bezpečnost stroje a že tedy musí obsluha zakročit. Signalizace první, předběžné výstrahy se často objevují při nestacionárních procesech, jimiž jsou například najíždění stroje na otáčky, rychlé zatěžování stroje a podobně. Správná reakce obsluhy na tento signál bývá taková, že pozdrží nebo zpomalí změny provozního režimu stroje až do odeznění, tj. do vymizení signálu předběžné výstrahy. Při signalizaci druhé, hlavní výstrahy zpravidla obsluha odstavuje stroj; v některých případech se toto odstavení děje automaticky.

Nevýhodou dosavadního provozního měření chvění rotoru je skutečnost, že na analogový výstup měřicího zesilovače jsou pevně připojeny nejvýše dva pevně nastavené hladinové členy, jejich výstupům jsou pevně přiřazeny významy výstrah bez ohledu na provozní stav stroje a bez ohledu na eventuelní současné působení dalších faktorů, které mají vliv na stupeň závažnosti určité hladiny chvění. Například u elektrárenských turbín, u nichž jsou zpravidla provozní otáčky rotoru 3 000 1/min., je pro chvění rotoru stanovena pro první výstrahu určitá hladina, která však tento rotor v provozu běžně nedosahuje.

Může se ale stát, že se najíždí turbína za stavu, kdy je její rotor vlivem nerovnoměrného prohřátí nebo ochladnutí přechodně prohnut o určitou míru. Toto prohnutí je sice měřitelné dosavadním zařízením pro měření chvění rotoru již při protáčení turbíny, avšak při otáčkách 60 až 200 1/min. jimiž se turbína zpravidla protáčí, nedosahuje chvění rotoru předem stanovené a nastavené

hladiny pro zmíněnou první výstrahu a převodník tedy nevydá příslušný signál.

Pak ale najetí takto prohnutého rotoru na vyšší otáčky než protáčení, případně až na provozní otáčky, dojde k nepřipustně vysokému chvění a může tedy dojít i k vydání druhé, hlavní výstrahy z druhého převodníku a tím i k odstavení turbíny. Při použití dosud známého zařízení pro měření chvění rotoru je tedy možné, že obsluha stroje, případně automaty pro najíždění nejsou včas před zahájením změny provozního režimu upozorněny na nutnost vyčkat odeznění přechodné deformace, tj. prohnutí rotoru.

Předem zvolené a pevně nastavené hladiny přípustného chvění vyvolávají i další potíže; například při stanovení přípustné meze amplitudy chvění rotoru se mj. přihlíží u turbín k radiálním vůlím uvnitř stroje. Nezávisle na hodnotách těchto vůlů se však také stanoví určité meze rozdílů teplot svršku a spodku tělesa turbíny; tyto rozdíly teplot ale představují určitou deformaci tělesa turbíny, tzv. kočičí hřbet, která působí zpětně i na řečené radiální vůle uvnitř stroje tak, že při maximální dovolené diferencii teplot může zmenšit tyto radiální vůle na méně než polovinu. Pro bezchybný chod stroje by v tomto případě bylo nezbytné snížit i nastavené hladiny chvění v převodnících, což však stávající aparatury nedovolují a soudobé zařízení pro měření chvění rotoru nevydá při nebezpečně malých radiálních vůlích pokyn k výstraze. Podobně by bylo možno odvodit i to, že v soudobých zařízeních nelze zajistit korekci hladin chvění podle rychlosti jeho nárůstu a ani další faktory, které ovlivňují provozní bezpečnost chodu stroje.

Cílem vynálezu je zajistit kontinuální provozní měření chvění rotoru a jeho vyhodnocování automatickým systémem, který by se samočinně přizpůsoboval měnícím se hodnotám radiálních vůlů tepelného stroje během celého jeho provozu, různé rychlosti změn úrovně chvění, různým otáčkám, resp. dalším faktorům, majícím vliv na stupeň závažnosti určité hladiny chvění rotoru.

Nedostatky dosavadních řešení podstatně omezuje zapojení pro kontinuální měření chvění rotoru podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že analogový výstup z měřicích zesilovačů je veden do většího počtu hladinových členů, jejichž hladinové hodnoty jsou odstupňovaně nastaveny podle hodnot fyzikálních jevů, které sledují, a jejichž výstupy jsou paralelně připojeny jednak ke vstupům logiky, a také přes oddělovací diody přímo k signalizačním prvkům. Proměnnost mezí je realizována přepínáním výstrah na jednotlivé odstupňované hladinové členy.

Výhodou zapojení podle vynálezu je zejména to, že výstrahy nejsou odvozovány od pevně nastavených hladin, nýbrž od hladin proměnných podle okamžitých provozních

stavů, resp. podle rychlosti a charakteru nárůstu měřeného chvění.

Příklad možného praktického provedení zapojení podle vynálezu je znázorněn na výkresu, který představuje blokové schéma tohoto zapojení ve stavu bezporuchového chodu sledovaného stroje.

Jak je z tohoto výkresu patrné, sestává zapojení pro kontinuální měření chvění rotoru ze snímače 2 chvění rotoru 1 a s ním spojeného předzesilovače 3, z měřicího zesilovače 4 a indikátoru 5. Z místa mezi měřicím zesilovačem 4 a indikátorem 5 jsou vyvedeny vstupy sady hladinových členů 6, 7, 8, 9, jejichž výhody jsou opatřeny odělovacími diodami 16, 17, 18, 19 a napojeny na signalizaci 10, 11, 12, 13 hlavní a předběžné výstrahy.

Ke vstupům sady hladinových členů 6, 7, 8, 9 jsou ještě paralelně připojeny derivační člen 24, hladinový člen 25 rychlosti změny, paměťový člen 26 a dioda 21, jejíž výstup je připojen mezi výstupy oddělovacích diod 22, 23 omezujících faktorů a vstup levého převodníku 140, jehož výstup ovládá první a druhý spínač 70, 80. Dále toto zapojení sestává z pravého převodníku 141, připojeného k jednomu ze vstupů signálů omezujících faktorů, a který ovládá třetí spínač 90, jehož výstup je spojen přes pátou odělovací diodu 20 se vstupem signalizace 11 předběžné výstrahy, a dále obsahuje toto zapojení negátor 27, jehož vstup je připojen k paměťovému členu 26 a výstup k výstupu hladinového členu 8 nižší úrovně a také ke druhému spínači 80.

Zapojení podle vynálezu pracuje tak, že ze snímače 2 chvění rotoru 1 vychází např. elektrický signál, adekvátní amplitudě chvění rotoru 1. Tento signál je zesílen v předzesilovači 3 a charakteristiky jeho amplitudy jsou po zpracování v měřicím zesilovači 4 zobrazeny v indikátoru 5. Mezi měřicím zesilovačem 4 a indikátorem 5 je vyvedena odbočka k hladinovým členům 6, 7, 8, 9 a k derivačnímu členu 24, jehož úkolem je vydat v případě změny amplitudy signálu, úměrný rychlosti změny a vyslat jej do hladinového členu 25 rychlosti změny.

Tento hladinový člen 25 zapůsobí na základě signálu z derivačního členu 24 tehdy, když rychlost změny amplitudy přesáhne mez, na kterou je tento hladinový člen 24 nastaven. Tento stav, tzn. zapůsobí-li hladinový člen 25, je pak zanesen do paměti paměťového členu 26, jehož signál prochází dále diodou 21, za níž se setkává se signálem

některého z omezujících faktorů, jímž může například být přírůstek rozdílu teplot mezi svrškem a spodkem například vysokotlakého dílu turbíny.

Paměť je anulována negátorem 27 v případě, kdy hladinový člen 8 nižší úrovně nevydává signál. Při selhání signálů z paměťového členu a některého z omezujících faktorů se aktivuje levý převodník 140 a spojí kontakty prvního spínače 70 a současně i druhého spínače 80. Tím se spojí obvod hladinového členu 7 vyšší úrovně, který je nastaven na nižší než maximální úroveň amplitudy chvění rotoru 1, se signalizací 10 hlavní výstrahy a s výstupem 12 signalizace HV, vedeným k řídicímu automatu turbíny, a také se spojí obvod hladinového členu 8 nižší úrovně, který je nastaven na vyšší než maximální úroveň amplitudy chvění rotoru 1, se signalizací 11 předběžné výstrahy a s výstupem 13 signalizace PV, vedeným k řídicímu automatu turbíny.

Aktivace levého převodníku 140 však také znamená, že jsou spolu propojeny také obvody hladinového členu 6 maxima a hladinového členu 7 vyšší úrovně a současně i obvody hladinového členu 8 nižší úrovně a hladinového členu 7 vyšší úrovně. Vlivem popsaných propojení dochází k tomu, že hlavní výstraha je vydána pouze v případě, kdy amplituda chvění rotoru 1 přesahuje mez, nastavenou některým z hladinových členů 6, 7, 8, 9 nebo 25 a přitom některý z omezujících faktorů má provozně nepříznivou hodnotu.

Je-li nepříznivá jen amplituda chvění rotoru 1, nebo jen některý z omezujících faktorů, je vydána pouze předběžná výstraha. Jako omezující faktory mohou být vybrány kterékoliv faktory s nepříznivými provozními účinky — například počet otáček, rozdíly teplot na tělesech, rychlost změny úrovně chvění, přímé měření radiální vůle, teploty ložisek a jiné.

Výhodou zapojení podle vynálezu je zejména možnost zpracování vstupů všech odstupňovaně nastavených hladinových členů spolu se signály omezujících faktorů. Zapojením podle vynálezu je možno také v závislosti na omezujících faktorech připojit na výstupy výstrah signály z níže nastavených hladinových členů a tím provádět podle potřeby redukci hladin chvění pro výstrahové signály. Značnou výhodou zapojení podle vynálezu je i možnost jeho přizpůsobení pro řídicí programovatelnou logiku.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení pro kontinuální měření chvění rotoru, obsahující soustavu hladinových členů o různých hodnotách s oddělovacími diodami, soustavu převodníků se spínači, měřicí zesilovač, derivační člen, paměťový člen a negátor, vyznačené tím, že k výstupu měřicího zesilovače (4) jsou svými vstupy paralelně připojeny hladinové členy (6, 7, 8, 9), jejichž výstupy, opatřené oddělovacími diodami (16, 17, 18, 19) jsou upraveny tak, že k výstupu hladinového členu (6) maxima je připojen přes první spínač (70) výstup alespoň jednoho dalšího hladinového členu (7) vyšší úrovně, že výstup hladinového členu (9) minima je připojen přes třetí spínač (90) k výstupu alespoň jednoho dalšího hladinového členu (7) vyšší úrovně, k němuž je také připojen přes druhý spínač (80) výstup hladinového členu (8) nižší úrovně, a přitom výstup hladinového členu (6) maxima je připojen k signalizaci (10) hlavní výstrahy a vstupu (12) signalizace hlavní výstrahy, kdežto výstup hladinového členu (7) vyšší úrovně je připojen k signalizaci (11) před-

běžné výstrahy a ke vstupu (13) signalizace předběžné výstrahy, a že dále výstup měřicího zesilovače (4) je připojen k logice (100), ke které jsou ještě připojeny vstupy (15) signálů omezujících faktorů a výstup druhého spínače (80).

2. Zapojení podle bodu 1, vyznačené tím, že výstup měřicího zesilovače (4) je v logice (100) připojen k derivačnímu členu (24), jehož výstup je spojen s hladinovým členem (25) pro rychlou změnu, připojeným dále k paměťovému členu (26), jehož výstup je připojen přes diodu (21) ke vstupu levého převodníku (140), připojeného k prvnímu a druhému spínači (70, 80), kdežto jeho vymazávací vstup je připojen k negátoru (27), spojenému svým vstupem do logiky (100) s výstupem hladinového členu (8), a že vstupy (15) signálů omezujících faktorů jsou připojeny jednak k levému převodníku (140) přes oddělovací diody (22, 23) omezujících faktorů, a jednak jsou připojeny k pravému převodníku (141), který je dále spojen s třetím spínačem (90).

