

Virtuálna inštrumentácia ako nástroj automatizovaného monitoringu prevádzkových parametrov technických systémov

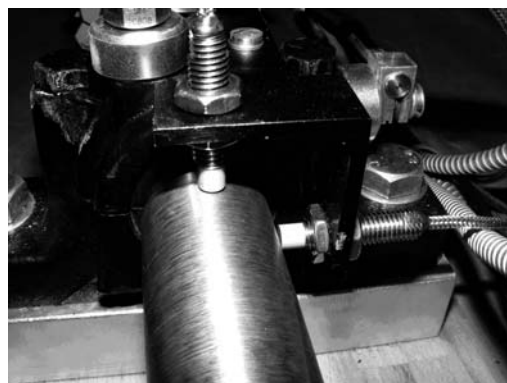
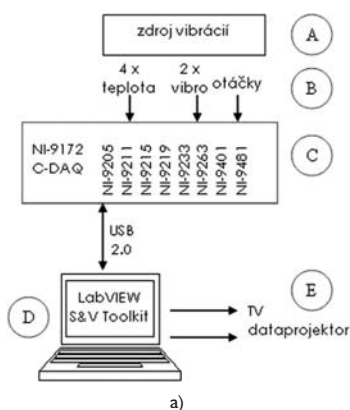
Úvod

Prevádzku výrobných systémov v čoraz väčšej miere kontrolujú technické systémy s automatizovaným zberom a spracúvaním dát. Najnovšie trendy v kontinuálnom zvyšovaní konkurencieschopnosti výroby kladú veľký dôraz na aplikovanie informačných technológií umožňujúcich vytváranie flexibilných riešení v reakcii na vznikajúce požiadavky. V praxi sa aplikácia takýchto technológií často spája napr. s elimináciou zdrojov nežiaducich javov spojených s pôsobením tzv. ľudského faktora či so skraccovaním času potrebného na implementáciu nových myšlienok do výroby. Čoraz väčší význam nadobúda získavanie a spracúvanie údajov o prevádzkových parametroch výrobných nástrojov a výrobného procesu ako takeého z hľadiska optimalizácie údržby a predikcie ďalšieho vývoja v systéme [1], [2].

Klasický prístup k monitorovacím úlohám limituje flexibilitu systému na funkcie definované jeho výrobcami (tab. 1). Veľké množstvo funkcií zvyčajne znižuje prehľadnosť ovládacích a zobrazovacích jednotiek a komplikuje ich využívanie. Naproti tomu vytváranie virtuálnych nástrojov umožňuje používateľom definovať a konfigurovať systém podľa aktuálnych požiadaviek, ako aj vytvárať pridanú hodnotu, a to najmä v podobe analytických nástrojov na spracúvanie dát a spôsobu ich zobrazovania a archivácie. Nástrojom, ktorý umožňuje využívanie softvérovo definovaných

Hľadisko	klasická	virtuálna
Kto definuje funkciu	výrobca	používateľ
Účelovosť a prepojitelnosť prístrojov	špecifické podľa funkcií, používané prevažne samostatne	špecifické podľa aplikácie, prepojitelnosť v nadväznosti na PC sieť a periférie
Kľúčový komponent	hardvér	softvér
Náklady na výrobu a opakovateľnosť použitia	vysoké	nízke, dobrá opakovateľnosť
Architektúra	uzatvorená, pevná množina funkcií	otvorená, pružná funkčnosť v prepojení na výkonnosť PC
Nadväznosť na technologický proces	pomalá, s časom obmeny 5 – 10 rokov	rýchla, s časom obmeny 1 – 2 roky
Náklady na vývoj a údržbu	vysoké	nízke, dobrý pomer medzi výkonom a cenou

Tab.1 Porovnanie klasickej a virtuálnej inštrumentácie [3]



Obr.1 a) schematické zobrazenie prezentovaného monitorovacieho systému, b) aplikácia snímačov pri meraní

prostriedkov, je tzv. virtuálna inštrumentácia, ktorá umožňuje dopĺňanie nových funkcií do programu a ich prispôbovanie individuálnym nárokom na dizajn či definovanie prístupových práv.

Hlavným motivačným faktorom vzniku prezentovanej práce bola potreba systému na automatizované monitorovanie a vyhodnocovanie rôznych prevádzkových parametrov, ktorý by poskytoval rýchlu rekonfigurovateľnosť a flexibilitu pri rôznych typoch monitorovacích úloh v pedagogickom procese aj v poloprevádzkových podmienkach.

1. Opis experimentálnej zostavy

Technický systém automatizovaného monitorovania prevádzkových stavov výrobných systémov bol navrhnutý a realizovaný na Katedre prevádzky výrobných procesov Fakulty výrobných technológií so sídlom v Prešove Technickej univerzity v Košiciach.

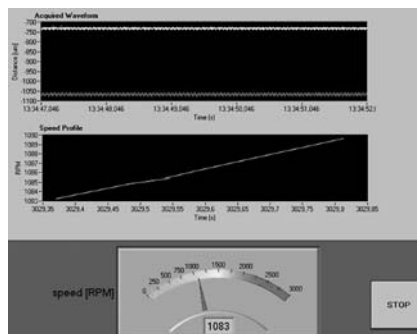
Monitorovacie systémy sa zvyčajne skladajú z týchto hlavných častí: senzorickej, zariadení na zber a spracúvanie dát a napokon nástrojov na analýzu a prezentáciu výsledkov [4]. Na obr. 1a je systém schematicky opísaný v konfigurácii na vyhodnocovanie vibrodiagnostických signálov zo zdroja A. Dáta sa snímajú pomocou snímačov tvoriacich v schéme časť B. Hardvérové jadro systému je zostavené na základe modulárneho systému National Instruments CompactDAQ, tvoreného šasi NI-9172, ktoré umožňuje pripojenie max. 8 I/O modulov (C).

Komunikácia s počítačom D prebieha prostredníctvom rozhrania USB 2.0 s rýchlosťou do 100 kS/s/kanál a 400 kS/s/modul s celkovým tokom dát do 5 MS/s. Vytváranie úloh v objektovo orientovanom programovacom prostredí LabVIEW s ďalšími rozšíreniami a ďalšie spracovanie dát v prípade použitia prenosného počítača umožňuje úplnú prenosnosť systému. Volba indikátorov môže v prípade potreby využiť napr. externé možnosti prezentované v sekcii E.

Na získavanie informácií potrebných na monitorovanie priestorovej trajektórie hriadeľa, ktoré poskytuje informácie využiteľné na diagnostiku jeho aktuálneho stavu a v dlhodobjšom horizonte vývoja stavu zariadenia a na jeho prediktívnu údržbu, sa použilo ortogonálne rozmiestnenie dvojice indukčných snímačov [5], [6] poskytujúcich na výstupe napätový signál úmerný vzdialenosti od vodivého materiálu (hriadeľa). Tento typ snímačov sa využíva na bezkontaktné merania, keď je snímač upevnený na pevnej konštrukcii – obr. 1b. Metóda analýzy orbity si vyžaduje tiež snímanie otáčok hriadeľa, čo sa v danom prípade realizovalo pomocou optoelektronickej závery. Na monitorovanie možných tepelných emisií v kľúčových uzloch zariadenia sa použil set termočlánkov s rýchlou reakciou.

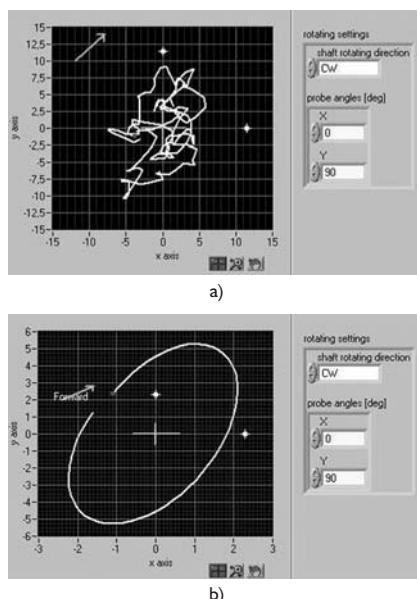
2. Výsledky

Na obr. 2 je časť čelného panela virtuálneho prístroja na meranie kmitavosti hriadeľa. Nameraný časový priebeh signálu zodpovedá fluktuáciám okamžitej vzdialenosti jednotlivých indukčných snímačov pri rotácii hriadeľa. Profil rýchlosti otáčania hriadeľa a indikátor okamžitej hodnoty otáčok v spodnej časti obrázka sú výsledkom spracovaného signálu z optoelektronického snímača. V danom prípade šlo o meranie prekročenia zvolenej prahovej hodnoty analógového signálu na optoelektronickom snímači s moduláciou signálu pri zachytení odrazu od reflexnej značky rotujúcej na kotúči.



Obr.2 Časť používateľského rozhrania virtuálneho prístroja s grafmi indikujúcimi priebeh okamžitých hodnôt vzdialenosti senzorov od rotujúceho hriadeľa. V dolnej časti grafu sa nachádza indikátor otáčok

Tzv. orbita (obr. 3) je grafickou reprezentáciou dynamiky pohybu osi rotujúceho hriadeľa v rovine xy, kolmej na os symetrie hriadeľa. Týmto zobrazením možno vytvoriť dvojrozmerný obraz pohybu osi hriadeľa. Nefiltrované zobrazenie orbity (obr. 3a) indikuje pohyb osi hriadeľa vo všetkých rádoch, kým filtrované zobrazenie (obr. 3b) indikuje synchronizovaný pohyb v určitej ráde, čo je založené na spracovaní vektorovej zložky signálu. Deformácia (sploštenie) oválneho tvaru orbity je



Obr.3 a) nefiltrované, b) filtrované zobrazenie orbity reprezentujúce 2-D dynamiku pohybu osi rotujúceho hriadeľa

viditeľná najmä v oblasti rezonančných frekvencií zariadenia.

Záver

V článku je prezentovaný vyvinutý experimentálny monitorovací systém aplikovaný na vyhodnocovanie harmonických kmitov rotujúcich hriadeľov. Systém bol vyvíjaný s využitím technológie virtuálnej inštrumentácie s cieľom zabezpečiť jeho automatizovanú prevádzku a jednoduchú rekonfigurovateľnosť pomocou modulárnych hardvérových a softvérových komponentov. Spracovanie signálu a indikovanie výsledkov sa uskutočňuje pomocou nástrojov vytvorených v objektovo orientovanom programovacom prostredí.

Po testovaní monitorovacieho systému v laboratórnych podmienkach sa plánuje jeho nasadenie v prevádzkových podmienkach so zreteľom na komplexné monitorovanie prevádzkových parametrov technických systémov prevažne bezkontaktnými metódami.

Príspevok vznikol v rámci riešenia výskumu financovaného s podporou grantového projektu VEGA 1/0531/08.

Literatúra

- [1] PROSR, P., STRNAD V.: The measuring systems construction and possibilities of their software solving. *Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne*, 2005, No. 72, s. 75 – 80.
- [2] BALBAHADUR, A. C., KIRK, R. G.: Theoretical Model for a Synchronous Thermal Instability Operating in Overhung Rotors. In: *Int. J. of Rotating Machinery*, roč. 10, č. 6 (2004), s. 469 – 475.
- [3] ŽIDEK, J.: Grafické programování ve vývojovém prostředí LabVIEW. Ostrava: VŠB TU 2005, 215 s.
- [4] FEDÁK, M., FABIAN, S.: An example of theory application in vibrodiagnostic laboratory. In: *Manufacturing Engineering*, č. 3 (2007), s. 75 – 78.
- [5] FABIAN, S., KRENICKÝ, T., RIMÁR, M.: Vibrodiagnostický systém pre predchádzanie a predpovedanie vzniku porúch funkčne dôležitých súčiastok výrobných systémov. In: *Acta Mechanica Slovaca*, roč. 12, č. 1-a (2008), ISSN 1335-2393, s. 157 – 160.
- [6] KRENICKÝ, T., KREHEL, R., DOBRÁNSKY, J.: Využitie orbitovej analýzy pri vyhodnocovaní kmitavosti hriadeľov. In: *Proc. of the Int. Scientific Conference TSO'09, FVT TU Košice, Prešov* (2009), s. 9 – 11.

RNDr. Tibor Krenický, PhD.

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta výrobných technológií
so sídlom v Prešove
Katedra prevádzky výrobných procesov
Štúrova 31, 080 01 Prešov
e-mail: tibor.krenicky@tuke.sk
<http://www.tuke.sk/fvtpo>