

DIGITÁLNÍ STRUNOVÉ APARATURY

Ing. Jan Záruba, CSc. - Stavební ústav ČVUT, Praha

Jiří Kohout, prom.fyz. - Tesla Elstroj, Praha

Současný rozvoj strunových aparatur koncepčně koordinovaný Stavebním ústavem ČVUT je téměř výhradně orientován na digitální techniku. V tomto směru je nejvýznamnější spolupráce s pracovníky Tesla Elstroj a výrobcem ZFA-Vinohrady. Současně je připravována rozsáhlejší spolupráce s n.p. Transporta Chrudim, koncepčně orientovaná na zařízení s elektrickým odečtem váhy měřené strunovým dynamometrem.

Výstupním údajem strunových snímačů je frekvence elektrického napětí, která frekvencemi v rozsahu 500 až 2000 Hz popisuje měřenou veličinu.

Funkce odečítací aparatury je popsána rovnicí:

$$n = \frac{(f - A)^2}{B} + C;$$

n výstupní číselný údaj
f frekvence na vstupu
A, B, C konstanty

Frekvenční forma vyhodnocovaného signálu je vhodná nejen pro dálkový přenos, ale i pro snadný převod na digitální údaj, který lze např. realizovat prostým čítáním pulzů. Větším problémem je linearizace výstupního číselného údaje, kterou lze zajistit dodatečně v rámci dalšího vyhodnocení nebo ji zařadit již do převodníku. S ohledem na potřebu rychlé orientace v registrovaných výsledcích je dáována přednost převodníkům s vestavěnou linearizací. Digitální strunové aparatury mají řadu výhodných vlastností, využitelných zejména pro konstrukci automatických měřicích ústředí a pro jednoúčelová integrační zařízení.

Základem návrhu měřicí ústředny je universální digitální aparatura, která je funkční obdobou číslicového voltmetru. Její frekvenčně-číslíkový převodník s linearizací obsahuje

čítačový měřič délky periody s linearizací dosaženou proměnným časovým měřítkem. Časové měřítko je odvozeno ze signálu krystalového oscilátoru 10 MHz a je měněno řízenou děličkou podle okamžitého stavu řídicího čítače. Shodný počet pulzů je zaveden i na vstup výstupního čítače, který je reversibilní a umožňuje předvolbu počátečních podmínek. Tj. volba znaménka konstanty B a hodnoty konstanty C uvedené rovnice strunové aparatury s linearizací. Hodnoty konstant B a C lze volit výměnou dvou ROM pamětí typu LH 74188, tímto způsobem lze volit i experimentálně určené korekční závislosti. Jedná se vždy o náhradu požadované korekční závislosti 32 úseky lomené čáry. Schema odpovídající aparatury je na obr. 1.

Pro zavedení průmyslové výroby byla zvolena upravená varianta aparatury, která má možnost přepínání frekvence odečtů omezenou na dvě (na 5 a 50 Hz), volitelné změnou drátové spojky v tištěném spoji aparatury. Dále má zajištěno interní bateriové napájení, kontrolní zařízení vstupního signálu hlasitým odposlechem, čtyřnásobný paralelní vstup umožňující sčítat nebo odčítat max. 4 paralelní údaje (diferenciální měření, průměrování údaje paralelních tenzometrů, násobení citlivosti měření konstantami 1, 2, 3, 4 apod.). Základní tištěný spoj je opatřen konektorem pro připojení přídavných zařízení na samostatném tištěném spoji. Předpokládá se připojování číslicovo-analogového převodníku, přídavné děličky umožňující využít aparaturu pro integrační měření, komparátoru pro indikaci překročení mezního stavu nebo pro posouzení významu dynamické složky namáhání integrací rozdílů po sobě následujících odečtů apod. Aparatura je umístěna do typizované přístrojové skřínky s rozměry 70 x 350 x 250 mm na jeden plošný spoj. Obdobná koncepce je volena i pro současně vyvíjený automatický přepínač a jednotku řízení digitálního záznamu. Cílem tohoto vývoje je maximálně úsporná, stavebnicově řešená malá měřicí ústředna pro cca 16 měřicích míst s automaticky vyhodnotitelnou formou digitálního záznamu, s možností paralelního analogového záznamu a dodatečného rozšíření počtu měřicích míst.

Domníváme se, že morální životnost takto koncipované měřicí ústředny zajistí její uplatnění i v pokročilém stadiu rozvoje mikroelektroniky. Problém měřicí ústředny řízené mikroprocesorem je ve stadiu koncepční přípravy.

Z výstupních signálů strunových snímačů lze poměrně snadno získat signál s hustotou pulzů přímo úměrnou měřené veličině, který je optimální formou pro integrační měření. Pro požadovanou transformaci se prozatím nejlépe osvědčilo původní řešení frekvenčního směšovače, který je elektronickou obdobou stroboskopu. Konstrukce jednodücelových integračních zařízení vyžadovala řešení problému jednoduchých matematických operací prováděných bez potřeby změny využívaného typu frekvenčního vyjádření vyhodnocovaných veličin. Navržené funkční principy byly ověřeny na funkčním vzorku korelátoru.

Za nejvýznamnější považujeme původní návrh max. úsporné pulzní násobičky, která využívá vlastnosti nezávislých pravděpodobností, u kterých je hodnota logického a algebraického součinu stejná. V současné době je snahou využít tyto principy pro konstrukci čidel veličin vyšších řádů (jako je např. plocha hysteresní smyčky) se zaměřením na experimentální řešení problémů únavy, životnosti a predikce porušení stavebních i jiných konstrukcí.

Záruba, J.: Strunová měřicí metoda a její možnosti uplatnění v automaticky pracujících systémech (disertační práce 1976);

Záruba, J., Kohout, J., Smutný, E.: Digitální staticko-dynamická strunová aparatura (zpráva Praha 1979);

Záruba, J.: Digitální strunová aparatura s linearizací (AO 187 530);

Záruba, J.: Korelátor pro statistické vyšetřování náhodných procesů (AO 157524);

Záruba, J.: Způsob porovnávání frekvencí elektronickým stroboskopem (AO 135864).

