



30th Conference of Experimental Stress Analysis
30. konference o experimentální analýze napětí
2. - 5. 6. 1992 ČVUT Praha Czechoslovakia

NEW WAYS OF AUTOMATIC SYSTEMS DEVIDEC, DATA ACQUISITION AND
FOLLOWING DATA PROCESSING

NOVÉ TRENDY V KONSTRUKCI ZAŘÍZENÍ AUTOMATIZOVANÝCH SYSTÉMŮ
MĚŘENÍ (ASM), SBĚRU DAT A ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

KULA P.

New ways of solution measuring mini modules controlled by microprocessors for automatic systems of measurement (Programmable miniature Controller), data acquisition and logging with following automatic data processing. Mini modules can be used for measurement of dynamic and static values, especially in places with difficult access. External power source not necessary device is battery powered with "sleep" mode for extended battery life.

ÚVOD

Trend rozvoje mikroelektroniky se nutně odráží i v aplikacích měřicí techniky a v následném zpracování naměřených hodnot. Zejména oblast automatizovaných měřicích systémů doznává změn k miniaturizaci, jednodušší obsluze, snížení investičních nákladů oproti použití klasických měřicích ústředí a následném zvyšování užitočnosti měřicích zařízení. Nárůst výkonosti a hustoty

integrace mikroprocesorových obvodů přináší nové možnosti při řešení malých měřicích systémů, které umožňují vytvářet autonomní mikropočítačové měřicí moduly. Technika a filozofie řešení těchto monitorovacích modulů tedy představuje soubor technických a programových prostředků pro vývoj a aplikace v oblasti automatizace měření a sběru dat.

KONCEPCE MĚŘICÍCH MINI - MODULŮ

Jedná se v podstatě o malé měřicí ústředny, které lze chápat jako programovatelné měřicí automaty s pevně zadaným algoritmem měření nebo programovatelné podle potřeb uživatele. Mají omezený počet vstupů - 8 (16), avšak s možností sdružovat moduly do vyšších hierarchických celků. Mohou být konstruovány i v provedení do klimaticky náročného prostředí, kdy modul nemá žádné ovládací prvky, jeho funkci a řídicí program lze "navolit" z malého externího počítače (např. PC LAPTOP) přes rozhraní RS 232 popř. RS 485 nebo IC² BUS.

Programovací prostředky umožňují laickou obsluhu formou interaktivní nabídky (dotazovací algoritmus). Vstupy umožňují připojit standardní snímače s výstupem na elektrickou veličinu (napětí, proud, odpor), nebo prostřednictvím bloku minikonvertorů nebo TTL rozhraní, např. diferenciální indukční snímače dráhy, posuvů, dilatací, náklonoměry (inklinometry), extenzometry, tlakové vaky, popř. jiná čidla. Naměřená data jsou automaticky ukládána do paměti modulu pro další zpracovávání nebo ořenášena on - line - v reálném čase na nadřazený modul nebo řídicí počítač.

Předností uvedených řešení je:

- umístění monitorovacího modulu přímo v místě měření (eliminace kabelového rozvodu snímačů a tím i zvýšení spolehlivosti systému)

- možnost umístění na nepřístupných místech, kde použití klasických měřících ústředěn je nereálné
- nezávislost na externím napájení
- sběr dat do zálohované paměti modulu
- přiřazení času a data k měřené hodnotě
- možnost snímání dynamických dějů (kmitání, přechodové děje, seismika)
- možnost snímání statických dějů
- spouštění měření:
 - a) ze zvolené úrovně na libovolném měřeném vstupu (automaticky)
 - b) podle naprogramovaného časového algoritmu
1 sec až 24 hodin/1 cyklus
 - c) dálkově (drátově nebo bezdrátově)
 - d) ruční
- možnost naprogramovat pro každý měřený kanál mezní hodnotu hlásiče překročení (Alarmu) se silovým výstupem pro externí návěstí
- možnost dálkového přenosu dat naměřených údajů
- informace o přeplnění paměti
- informace o poklesu napájecího napětí akumulátoru
- prostřednictvím sběrnice I²C BUS připojení externích rozšiřujících modulů

STRUČNÝ POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Základním prvkem měřícího (monitorovacího a paměťového modulu - záznamníku dat) je jednočipový mikroprocesor s vnitřním A/D 10 bit převodníkem s velmi malým odběrem a deska programovatelných vstupních zesilovačů s 8-mi měřícími kanály v základním rozsahu 10 mV - 10 V umožňující zpracovat stejnosměrné i střídavé signály. Na desce mikroprocesoru jsou použity další

obslužné obvody - hodiny reálného času, kalendář, sběrnice RS 232 (popř. RS 485), I²C BUS - sériové komunikační rozhraní s bajtově orientovanými funkcemi - patent fy Philips, integrovaný Watch Dog časovač dvojúrovňový přerušovací systém s 15-ti zdroji přerušování, úsporný režim činnosti „idle mode a power - down mode“, paměťový blok CMOS RAM 128 KB spolu s blokem hodin reálného času zálohovaných lithiovou baterií, EPROM modul pro naprogramování vlastního autonomního řízení, 8 výstupů pro alarmy, (signalizace překročení mezních hodnot) pro každý monitorovaný kanál, galvanicky oddělený výkonový výstup PWM pro řízení externího zařízení podle hodnot snímané veličiny. Prostřednictvím sběrnice I²C BUS lze moduly vzájemně propojovat, popř. připojit další externí moduly:

- řadič displeje s displejem umístěným až do vzdálenosti 15 metrů, který umožní velkoplošně zobrazit okamžitou měřenou veličinu
- klávesnici pro výběr předprogramovaných funkcí
- 8 - bitový paralelní port I/O
- převodníky A/D a D/A
- hlasový syntezátor (umožní např. po zesílení oznámit alarmový stav)

Základní měřicí systém je umístěn na desce plošného spoje o rozměrech 100 x 180 mm a tím je i dán rozměr základní varianty modulu.

Uvedené řešení umožňuje 3 základní funkce v aplikacích:

- automatické měření (monitorování v reálném čase podle zvoleného algoritmu - měřicí ústředna)
- ukládání naměřených veličin s přiřazením informace o čísle měřené hodnoty, času, a data do paměti (datový záznamník - transrecorder)

- řízení, ovládání jiných zařízení podle hodnot snímaných (monitorovaných veličin) a vloženého programu (průmyslový kontroler)

Popisované moduly byly vyvinuty fy EKSOB Brno a jsou v současné době doplňovány o stavebnicové modulární externí jednotky. Veškeré použité komponenty jsou od renomovaných zahraničních firem. Tím je zajištěna vysoká spolehlivost a modernost popsaného řešení.

MATEMATICKÉ METODY ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

Množství informací z měření v zásadě zpracováváme podle časové potřeby - rychlosti získání potřebných výsledků:

- a) on -line - v časové relaci s probíhajícím měřením
- b) post time - po ukončení měření

Popisované měřicí moduly umožňují zpracování obou variant (a, b).

Data z měření jsou přenášena (vybírána) z paměti modulu prostřednictvím sériového rozhraní v definovaných souborech do paměti externího počítače (LAPTOP) přímo v terénu, popř. v laboratoři.

Zpracování dat je rozděleno do dvou oblastí podle charakteru změn

- dynamická měření (kmitání, neperiodické děje)
- statická měření

Programové vybavení musí být optimalizováno s potřebným komfortem a jednoduchostí obsluhy. Naměřené hodnoty ve tvaru číselného kódu jsou transportovány do vyhodnocovacího počítače jako vstupní datový soubor a mohou být následně s pomocí programového vybavení zpracovány.

- výpočet hodnoty ve zvolených fyzikálních veličinách, když výstup čidla nebo převodníku $x = f(x)$, kde x je hodnota naměřené veličiny. Program počítače vypočítává hodnotu x pomocí vztahu $x = f^{-1}(y)$, kde $f(x)$ je obvykle ve tvaru polynomu.
- měření odvozených veličin, kde přímo měřené veličiny jsou $x_1, x_2, \dots, x_{n_1}$, hodnota odvozené veličiny $x = f(x_1, x_2, \dots, x_{n_1})$.
- redukce počtu členů časové řady má význam zejména tehdy, zabírá-li počet naměřených dat významnou část paměti.

V případě, je-li časová posloupnost dat obecně popsána matematickou funkcí, pak účinná redukce počtu dat (hodnot z měření) spočívá v nalezení parametru této funkce pomocí aproximační metody (např. metody nejmenších čtverců odchylek), aproximační funkci lze zvolit z různých funkcí - polynomu n -tého stupně, logaritmická, hyperbolická, exponenc. ...).
- redukce počtu členů časové řady vyloučením těch úseků, ve kterých je řada definována jednoduchou funkcí (např. přímkou). V souboru dat zůstávají pak jen hraniční body přímkových úseků a ty části řady, které nelze přesně aproximovat. Redukce tohoto typu má největší význam pro zachycení přechodových jevů, jejichž výskyt nelze předem dostatečně určit a sledování dlouhého časového úseku potřebnou vzorkovací frekvencí není možné z důvodu omezené kapacity CMOS RAM modulu paměti.
- filtrace užitečného signálu z šumu akumulací funkce nebo za pomoci synchronní digitalizace. Princip využívá skutečnosti, kdy hodnota šumu je nulová a při opakování měření (a součtu odpovídajících časových řad) dochází k nárůstu hodnot odpovídajících signálových dat, přičemž hodnoty odvozené z šumu při dostatečně velkém počtu opakování se blíží k nule. Tato metoda umožňuje amplitudově - časový průběh signálu i při vyšších hodnotách šumu než je monitorovaný signál:

- frekvenční analýza časové řady, především výpočtu výkonového spektra, kdy je s výhodou použito algoritmu rychlé Fourierovy transformace (FFT), který má i při značném počtu prvků dobu trvání na počítači PC - AT několik sec.
- rekonstrukce časové řady - vytvoření spojitého signálu z dané řady (výpočet všech dalších hodnot mezi hodnotami vzorků, kdy např. je použito interpolace polynomem nultého nebo prvního řádu.

V případě zpracovávání dat ze statických měření lze použít buď běžné programové systémy (STATGRAPHICS, ASYSTANT atd.) popř. dodávané k modulům. Pro zjednodušení zpracování dat v terénu byl vytvořen interaktivní programový systém, který umožňuje i vstup dat textovým editorem, který ohlásí každou chybu při vkládání dat. Systém zpracovává, ale i umožňuje doplňuje vložených nebo transportovaných dat, odstranění statisticky vybočujících údajů ze souboru dat, (např. šumové hodnoty), výběr dat podle kritérií třídění dat podle zadaného algoritmu, statistické zpracování (párové korelace všech kombinací, regresní analýza včetně rastrových, mnohonásobný lineární regresní model s výsledkem uspořádaným do korelační matice atd.). Veškeré zpracované údaje lze současně zobrazit v grafické formě. Pro oblast dynamických měření program zpracovává signál řadou standartních prostředků - spektrální analýza, číslíková filtrace, určení špičkové, střední hodnoty děje ve zvoleném časovém úseku, integrace a derivace a možnost zobrazení dvou monitorovaných kanálů osciloskopickou formou okének na monitoru připojeného počítače.

ZÁVĚR

Popisované moduly naznačují řešení, jež je přínosem v aplikacích s menším počtem míst měření, svou nižší pořizovací cenou, vyšší užžitnou hodnotou a jednoduchostí obsluhy. Dosažené parametry jsou srovnatelné s výrobky zahraničních firem.

Autor: Kula Petr, ing. - firma EKSO Brno, Brožíkova 8, 638 00 Brno - T/F:523290