

Automatizovaný merací systém a jeho aplikácia v skúšobníctve VN

J. Michalík¹, M. Rapšík², M. Gutten¹, R. Zahoranský³

¹ Žilinská univerzita, Elektrotechnická fakulta, Žilina

² SEPS, a.s. Bratislava

³ Žilinská univerzita, Strojnícká fakulta, Žilina

E-mail : gutten@fel.uniza.sk

Anotace:

V tomto článku sú popísané základné vlastnosti sériového prenosu dát a ich využitie v číslicovom meracom systéme a v skúšobníctve.

ÚVOD

Pod pojmom číslicový merací systém rozumieme takú zostavu zariadení a ich prepojení, ktorá umožňuje komplexné riešenie meracích úloh včítane ich automatických prevedení.

Prenos informácií v číslicových meracích systémoch patrí medzi ich najdôležitejšie funkcie. Súboru technických prostriedkov zabezpečujúcich prenos dát medzi meracím prístrojom a PC hovoríme rozhranie. Podľa spôsobu prenášania dát sa delí prenos na paralelný a sériový.

Keďže sériová komunikácia je najviac používaná v číslicových meracích systémoch, v článku sú vysvetlené základné vlastnosti sériového prenosu dát.

SÉRIOVÝ PRENOS DÁT

Pre prenos dát medzi zariadeniami sa často používa sériová komunikácia. Zatiaľ, čo snaha po zrýchlení toku dát (napr. medzi jednotlivými obvody v jednom prístroji) vedie k používaniu synchronného prenosu (dáta, synchronizačné impulzy, rámec), pre malé objemy dát a väčšiu vzdialenosť je naopak výhodná asynchrónna komunikácia. Pojem “malý objem dát” je myslený ako rýchlosť rádovo 1 až 100 kb/s. Asynchrónna komunikácia minimalizuje počet vodičov potrebných k prenosu, čím sa stáva komunikačné vedenie ekonomicky výhodnejšie.

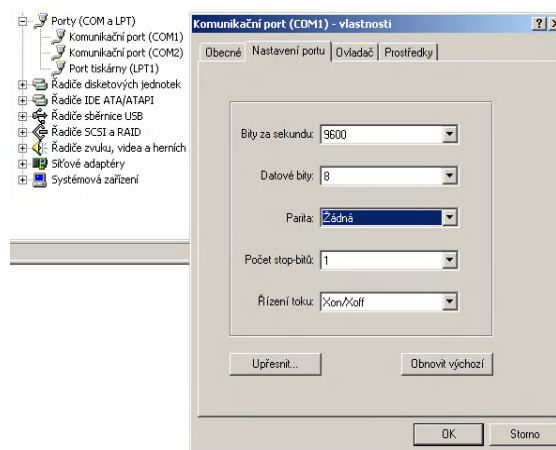
Medzi dnes najpoužívanéjšie sériové rozhrania patrí:

- prúdová slučka
- RS-232
- RS-485
- RS-422
- RS-423

Na prevod medzi jednotlivými rozhraniami je možné použiť prevodníky sériových rozhraní vo forme počítačových kariet alebo externých zariadení. Na prevod medzi úrovňou TTL sériového portu (napríklad mikrokontroléry 8051) a rozhraním RS-232 je možné použiť integrovaný obvod 232 (MAX 232). Na prevod medzi úrovňou TTL sériového portu a rozhraním RS-485 je možné použiť integrovaný obvod 75176.

Pri používaní sériovej komunikácie je potrebné nastaviť tieto parametre:

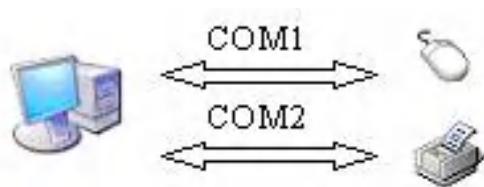
- prenosovú rýchlosť (...1200, 2400, 4800, 9600, 19200 Baud),
- paritu: N – none (bez parity), E – even (párna), O – odd (nepárna), M – mark (značka), S – space (medzera),
- počet dátových bitov (5, 6, 7, 8, 9),
- počet stop bitov (1; 1,5; 2),
- spôsob riadenia toku (žiadne, hardvérové, Xon/Xof).



Obr. 1: Dialógové okno pre nastavenie parametrov sériového portu COM1 v OS MS Windows

SÉRIOVÉ ROZHRIANIE RS-232 A 485

Medzi najbežnejšie rozhranie pre komunikáciu medzi zariadeniami na krátku vzdialenosť je **rozhranie RS-232**. Používa sa pre pripojenie zariadení komunikujúcich maximálnou rýchlosťou 115,2 kBd na vzdialenosť maximálne 15 m. Komunikujú po ňom hlavne periférie rozširujúce počítač napr. externé modemy, myši, tlačiarne (obr.2) a pod. Signály RS-232 sú odvodené od napäťových úrovní. Na každom komunikačnom porte môže byť iba jedno zariadenie napr. COM1 – modem, COM2 – myš a pod.. Amplitúda sa pohybuje v zápornom stave medzi –15 až –5V a v kladnom stave medzi +5 a +15V.



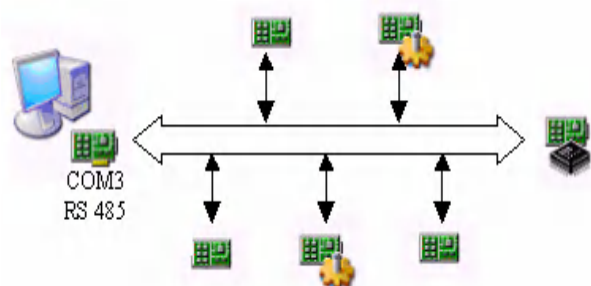
Obr. 2: Obr.2 Príklad použitia RS-232 v PC

Okrem signálov pre prenos dát - RxD a TxD obsahuje ešte ďalšie signály pre riadenie toku dát. Tieto pomocné riadiace signály neobsahujú linky typu RS-422 ani RS-485 a musia byť nahradené komunikačným protokolom. Mnohé zariadenia komunikujúce po linke RS-232 tieto signály nevyužívajú.

Nevýhodou rozhrania RS-232 je obmedzená komunikačná vzdialenosť a nemožnosť jeho vetvenia. Pre prenos dát na väčšiu vzdialenosť je vhodné použiť rozhranie RS-485 alebo RS-422. Linky môžu byť vedené až na vzdialenosť 1600 m (vodiče s kapacitou do 65 pF/m) a dajú sa vetviť. Každý zo signálov linky je prenášaný po dvojici vodičov, najlepšie v prevedení skrútených dvojvodičov (twisted pair). Vodiče označované **a** a **b** sú vysielačom budené v protifáze a prijímač vyhodnocuje ich napätový rozdiel. Týmto princípom sa odstráni súčtové (aditívne) rušenie.

Oproti rozhraniu RS-232 je **rozhranie RS-485** odlišné. Pre každý signál sa používajú dva vodiče. Ak je signál aktívny, je na prvom vodiči záporné a na druhom vodiči kladné napätie. Ak je signál neaktívny je to naopak. Jedná sa teda o rozdiely medzi vodičmi 1 a 2, ktoré udávajú logické úrovne.

U rozhrania RS-485 môže byť na jedno vedenie pripojených viac zariadení (obr.3) obdobne ako u koaxiálnych ethernet sietí. Pri tomto rozhraní sa využívajú Master a Slave (riadiace a riadené) zariadenia. Master odosiela periodicky pakety pre jednotlivé Slave zariadenia. Pre každý signál sa používa krútený dvojvodič. Tento typ vedenia eliminuje šum, ktorý sa vytvára hlavne na dlhších vzdialenostiach a v priemyselnom prostredí.



Obr. 3: Príklad použitia RS-485 v PC

ČÍSLICOVÝ MERACÍ SYSTÉM VO FORME VÝKONOVÉHO ANALYZÁTORA D4000

V súčasnosti sa pri meraní elektrických veličín a diagnostike elektrických zariadení v laboratóriu alebo v teréne vyžaduje stále väčšia presnosť a spoľahlivosť merania s vylúčením ľudského faktora. Rovnaký dôraz sa kladie aj na ďalšie spracovanie nameraných údajov a ich archiváciu.

Jednou z možností realizácie týchto požiadaviek v praxi je použiť dostupný merací prístroj, ktorý má požadovanú presnosť, spĺňa bezpečnostné a prevádzkové podmienky a disponuje komunikačným rozhraním, pomocou ktorého je možné tento prístroj pripojiť k bežnému počítaču.

Jedným z takýchto číslícových meracích systémov je trojfázový výkonový analyzátor D4000 od firmy LEM, ktorý bol použitý aj pri návrhu a stavbe meracieho a diagnostického systému transformátorov DST [2].



Obr. 4: Predný panel výkonového analyzátoru D4000

Trojfázový výkonový analyzátor (obr.4) slúži k meraniu prúdu, napätia a výkonu vo všetkých troch fázach. Meria jednosmerné aj striedavé hodnoty s analýzou neharmonického priebehu. Dokáže automaticky prepínať 8 napätových a 6 prúdových rozsahov. Rozsah meranej frekvencie je od 0,1 Hz až do 300 kHz.

Na analyzátore je možné nastaviť minimálny čas pre priemerovanie signálu a čas pre aktualizované zobrazovanie veličín. Uvedený čas je možné meniť v piatich úrovniach (100 ms, 250 ms, 500 ms, 1 s a 2s).

Na prístroji je možné voliť synchronizáciu, ktorá je požadovaná pre meranie frekvencie a čiastočne pre harmonickú analýzu. Pri vhodne zvolenej synchronizácii merané a zobrazované hodnoty vykazujú lepšiu stabilitu.

Pre zvolenie synchronizácie sa používajú nasledovné kritériá:

- prúdová synchronizácia pre meranie prúdu, napätia a výkonu
- napätová synchronizácia pre meranie napätia.

POPIS ČINNOSTI VÝKONOVÉHO ANALYZÁTORA D4000 Z HEADISKA SÉRIOVÉHO PRENOSU DÁT

Merací analyzátor disponuje sériovým rozhraním RS-232-C a rozhraním IEEE-488. Prístroj sa pripája k sériovému portu počítača (COM) 9 žilovým vodičom pomocou konektora CANON. V prípade použitia rozhrania RS-232-C je možné prepojiť iba dve zariadenia (PC - merací prístroj). V prípade použitia rozhrania IEEE-488 je možné do siete zapojiť až 15 zariadení, čo je výhodnejšie pre automatizovaný systém.

Základné nastavenie parametrov komunikačného rozhrania je nasledovné:

Prenosová rýchlosť	: 9600 Baud
Parita	: N
Terminátor	: CR
Handshake	: N
IEEE adresa	: 5

Komunikačný protokol tohto prístroja je jednoduchý a obsahuje príkazy na ovládanie prístroja, prepínanie rozsahov, čítanie stavových registrov prístroja a čítanie nameraných hodnôt, vrátane harmonických zložiek FFT.

Príkazy sa zadávajú v textovom formáte. Každý vysielaný príkaz musí byť ukončený znakmi CR (CARRIAGE RETURN - hodnota 13_D) a LF (LINE FEED - hodnota 10_D). Každý reťazec znakov odpovede je taktiež ukončený týmito znakmi. Príkazom FUNC je možné zadať aj kombináciu viacerých požadovaných parametrov pre príkaz „DATA?“:

FUNC "VOLT", "VOLT1", "VOLT2", "VOLT3",
"CURR", "CURR1", "CURR2", "CURR3",
"POW:FACT", "VOLT1:FFAC", "VOLT2:FFAC",
"VOLT3:FFAC" + Chr(13) + Chr(10)

Príkaz „DATA?“ potom vráti znakový reťazec s nameranými hodnotami v požadovanom poradí fázových a združených napätí a prúdov, výkonu, atď. [5]

ZÁVER A APLIKÁCIA V SKÚŠOBNÍCTVE

Vývoj číslicových meracích systémov, medzi ktoré patrí aj výkonový analyzátor D4000, naznačuje trend vývoja s dobou, ktorá jednoznačne sa nezaobíde bez výpočtovej techniky.

Výhodou týchto systémov je požadovaná presnosť, garancia bezpečnostných a prevádzkových

podmienok a prítomnosť komunikačného rozhrania, pomocou ktorého je možné tieto prístroje pripojiť k bežnému počítaču.

Takéto riešenie má viacero výhod. Okrem už spomínanej presnosti garantovanej výrobcom meracieho systému bez nutnosti kalibrácie, je možné tento prístroj použiť nielen pri bežnom meraní v manuálnom režime ale aj integrovať ho do centrálného automatizovaného meracieho systému.

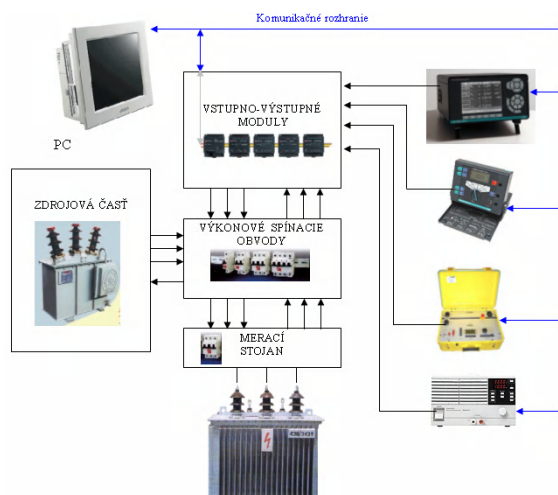
Výsledky jednotlivých meraní je možné zaradiť a uchovávať v databáze meraní, poprípade zobrazit' a vytlačiť protokol aktuálneho merania napr. vo formáte Microsoft Excel [3].

Táto filozofia bola použitá aj pri návrhu a stavbe centrálného meracieho a diagnostického systému transformátorov DST, ktorý je určený pre výrobcov transformátorov i pre organizácie zaoberajúce sa opravami transformátorov [2].

Na vývoji tohto systému sa podieľali Katedra merania a aplikovanej elektrotechniky, Elektrotechnická fakulta Žilina, Katedra obrábania a automatizácie, Strojnícka fakulta Žilina a firma Lambda control s.r.o. Liptovský Hrádok.

To, že tento prístup má svoje uplatnenie a opodstatnenie, ukázala aj prax a niekoľkoročná bezporuchová prevádzka systému DST v štyroch opravárenských pracoviskách v SR a ČR.

Meracie prístroje boli pri realizácii meracieho systému DST vybraté hlavne s dôrazom na presnosť a schopnosť diaľkového ovládania cez priemyselné sériové komunikačné rozhranie RS-232-C/IEEE-488. Zostava silových zariadení (indukčný regulátor, prevodový transformátor, ...) a ich prepojenie s meracími prístrojmi umožňuje komplexné riešenie meracích úloh spolu s automatickým prevedením.



Obr. 5: Bloková schéma komunikačného zapojenia systému DST

Na obr.5 je bloková schéma komunikačného zapojenia systému DST.

Hlavnou riadiacou a vyhodnocovanou jednotkou je priemyselný počítač. Merací software DST komunikuje pomocou priemyselných komunikačných rozhraní s podradenými meracími prístrojmi a vstupno-výstupnými modulmi, ktoré ovládajú výkonové spínacie obvody.

V súčasnosti tieto pracoviská používajú systém DST pri kontrole kvality svojich opráv - k určeniu skutočnosti, či bude oprava ekonomicky výhodná a hlavne k meraniu parametrov transformátora po oprave.

Merania transformátorov sú jednoduchšie, komplexnejšie a vďaka vysokej presnosti systémov sú namerané hodnoty v súlade s požiadavkami noriem STN.

LITERATURA

- [1] Michalík, J., Gutten, M.: Prehľad diagnostických a meracích systémov transformátorov, Zborník prednášok IV. Medzinárodnej konferencie: Nové smery v diagnostike a opravách elektrických strojov a zariadení, str. 215 - 218, ŽU Žilina, 2002
- [2] Gutten, M.: Diagnostic and Monitoring of Power Transformers, 5-th International Conference Elektro 2004, Žilina 2004, p. 300-301
- [3] Michalík, J., Gutten, M., Beňová, M., Koreňčíak, D.: Diagnostické a meracie systémy výkonových transformátorov, Časopis ADVANCES in Electrical and Electronic Engineering 2/2003, str. 3 – 7
- [4] Gutten, M., Šimko, M., Michalík, J.: Monitoring of power transformers with THERMOVISION utilization, Smolenice 2005
- [5] LEM Norma GMBH: Operating Instruction Power Analyzer D4000, LEM Norma GMBH, manuál k prístroju LEM D4000
- [6] Prosr, P., Polanský, R., Pihera, J., Trnka, P.: Využití programových prostředků pro provozní diagnostiku elektrických strojů, In Diagnostika 05, Plzeň, Západočeská univerzita, 2005, s. 185-188, ISBN 80-7043-368-1