

Számítógépes vezérlő- és mérőberendezések, 1. rész

Dr. Balogh Kálmán*

Bevezetés

Az informatikai megoldások elterjedésével egyre gyakrabban használnak fel számítógépeket ipari, anyagvizsgálati mérőberendezésekben is. Cikksorozatunkban összefoglaljuk a számítógépes mérőrendszerekkel kapcsolatos legfontosabb általános kérdéseket.

Először a tisztán analóg, valamint a számítógépet is tartalmazó mérőrendszerek felépítésének és jellemzőinek a különbségeit mutatjuk be. Ez után a mérési folyamat szakaszait, majd a számítógépes mérőrendszerek általános felépítését ismertetjük: az egyetlen PC-s és az összetett rendszereket, a mérőeszközök virtuális, informatikai megvalósítását, a számítógépes fejlesztő rendszereket, és az oktatási környezeteket.

Látni fogjuk, hogy a digitális rendszereket – bonyolultságuk miatt – nem elég időközönként tesztelni. A rendszer biztonságos használása csak úgy biztosítható, ha a minősbiztosítás a fejlesztéstől a rendszerbe állításon, az üzemeltetésen és a karbantartáson keresztül a rendszer egész élettartamára, az összes életciklusra kiterjed. A rendszer egyes komponenseinek, illetve egészének a kalibrálását a minősbiztosítási folyamatba kell ágyazni. A minősbiztosítás életszakaszonként, illetve rendszerkomponensenként speciális, de egymással összehangolt és egyensúlyos eljárásokat igényel.

A digitális rendszerek használatához a minősbiztosítás és a kalibrálás specifikumain túl a speciális képességek kihasználása is hozzá tartozik: a konfigurálási és szoftverfejlesztési lehetőségek mellett ez a mérőeszközök kezelését és statisztika alkalmazását is lehetővé teszi.

A biztonságos használatához alapvető szükséges feltétel a rendszer felügyelete. Jól felépített számítógépes rendszerek esetén a felhasználó, az operátort és a rendszeradminisztrátort automatikus, a rendszerbe épített ellenőrző, monitorozó, hibajelző felügyeleti funkciók segítik.

Egy számítógépes rendszer megvásárlása egyszeri esemény, azonban a felhasználás biztonsága és hatékonysága érdekében célszerű, ha ezzel tartós kapcsolat létesül az eladó és a vásárló között. Az eladó elvárható szolgáltatásait két csoportban ismertetjük: a vásárlás előtti lehetőségeket, illetve a felhasználó lehetőségeit a vásárlás után.

Számítógépes mérőrendszerek használatában nagy jelentősége van a különböző típusú (interfész, ill. folyamat) szabványoknak, továbbá a különböző tanúsító szervezeteknek, ezért kitérünk erre a témakörre.

Befejezésül a számítógépes rendszerek és az emberi képességek különbségeiből adódó csapdákra hívjuk el a figyelmet.

Az analóg és a digitális mérőberendezések különbségei

A mérések analóg érzékelőkön alapulnak. Ahhoz, hogy az analóg jeleket a számítógép feldolgozhassa, digitalizálni kell őket. Így a számítógépet tartalmazó rendszerek több komponensből állnak, felépítésük bonyolultabb a hagyományos mérőberendezésénél. Mégis előnyös lehet alkalmazásuk, mert a számítógépek univerzalitása az ilyen rendszereket nagyobb rugalmassággal ruházza föl, és a rendszer teljesítménye is megnövelhető az analóg rendszerekéhez képest a mérési adatok nagy tömegének a gyors, áttekinthető tárolása, elemzése, sokrétű megjelenítése miatt. Számítógépes rendszerrel a mérőeszközöket előre megtervezhetjük, és vezérelhetjük a végrehajtást.

Digitális komponensekkel drága analóg feldolgozó berendezéseket lehet helyettesíteni. Hisz egy analóg berendezés csak egyféle – bár esetleg nagyon bonyolult – funkcióra képes, ám a digitális berendezések funkcionalitása az általuk végrehajtható programok sokféleségén múlik.

A számítógépek közvetlenül összekapcsolhatatlan, eredetileg független analóg berendezések összekapcsolását is lehetővé teszik, így nagyobb léptékű, rugalmasan konfigurálható, a felhasználási igényekhez szélesebb skálán alkalmazkodó rendszerek hozhatók létre. Ez a lehetőség vezetett el a valós idejű (real-time) mérésadatgyűjtő, felügyelő- és vezérlőrendszerek kifejlesztéséhez, aminek fontos alkalmazási területei, pl. az orvosi, a repülésirányítási és az automata gyártórendszerek. A valós idejű rendszerek tehát funkciók és alkalmazási területek szerint speciális típusokba sorolhatók; az előbbi példák az anyagvizsgálatától sok szempontból különböző igényeket támasztanak a számítógépes rendszerekkel szemben, amelyekről nem lesz szó a továbbiakban.

A mérési folyamat szakaszai általában a következők:

- a gerjesztés/jelgenerálás és adatgyűjtés paramétereinek beállítása,
- a generált jelek tárolása és a gerjesztés,
- a gerjesztésre adott válaszjelek és környezeti paraméterek jeleinek rögzítése a gerjesztő jelekhez kapcsolva,
- az eredmények kiértékelése és bemutatása,
- a folyamat dokumentálása és az archiválás.

A számítógépes mérőrendszerek általános felépítése

A számítógépes mérőrendszerek a mért jelek analóg és a számítógép digitális volta miatt több, jól meghatározott szerepű komponensre bonthatók. Fontos az egyes részegységek feladatának, teljesítményének az ismerete, mert a berendezés túlterhelését, az ebből adódó hibás eredményeket így könnyebben elkerüljük, a berendezést

- a feladathoz hangolhatjuk,
- más feladathoz átalakíthatjuk, sőt
- tovább is fejleszthetjük.

A számítógépes mérőrendszerek *funkcionális egységei* a következők:

- Vezérlő, felügyelő, adminisztrációt támogató komponens.
- Érzékelő vagy jeladó, transducer, (elő)erősítő/jeljavító (signal conditioning), digitalizáló/adatgyűjtő vagy jelgeneráló komponensek.
- Elemzést, kiértékelést támogató komponens.
- Megjelenítést, dokumentálást, archiválást támogató komponens.

Az egyszerűbb mérőrendszerek egyetlen PC-t tartalmaznak, a bonyolultabb, a környezetet többféle módszerrel mérő, így szükségképpen nagyobb rendszerekbe beágyazott rendszerek olyan számítógéphálózatot, amely PC-től különböző számítógépeket is tartalmazhat. Nemcsak a funkciók gazdagsága, hanem a nagyobb teljesítmény vagy megbízhatóság igénye miatt is szükség lehet több számítógép összekapcsolására.

Egyetlen PC-t alkalmazó rendszerek például a KFKI AEKI (Atomenergia Kutató Intézet) Signalysér-Defectophone magnetoakusztikus emissziós mérőrendszer családjának alapkiépítésben egyetlen PC-t tartalmazó tagjai.

A rendszer akusztikus jelek érzékelése (mikrofon(ok)) alapján értékeli a vizsgált berendezés állapotát. Segítségével, pl. tartály vagy tartozékok szivárgását, az anyag fáradását, feszültségét, repedését lehet megállapítani. A hangot vagy maga a szivárgás kelti, vagy a mérőberendezéshez tartozó mágnes. Bár a két digitalizáló kártya tág határok között paraméterezhető (300–10 000 000 minta/s), előfordulhat adatvesztés, ha túl erős inger éri az érzékelőket. A rendszer mind egyedi, mind folyamatos (sorozat-) mérésekre alkalmas. A rendszer konfigurálására, paraméterezésére, vezérlésére, felügyeletére, a mérések kiértékelésére és megjelenítésére, mérőeszközök adminisztrálására a könnyen

* KBalogh@matavnet.hu

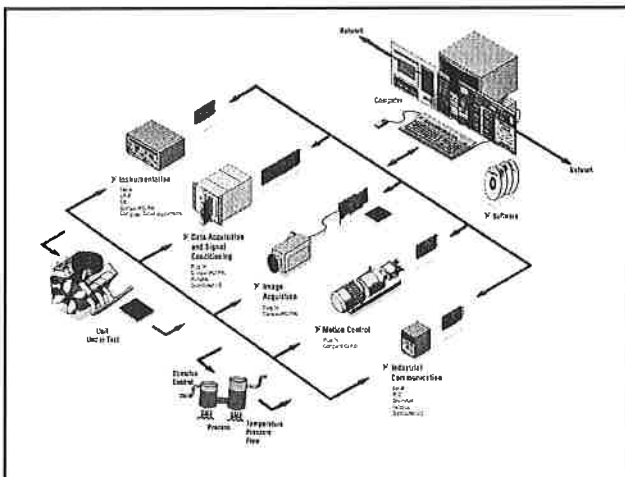
használható, menüs-ablakos-grafikus Windows-os felület szolgál. Az egész rendszer a PC-n keresztül kezelhető, a paraméterek beállításától a kiértékelés, megjelenítés vezérléséig. A rutinszerű méréseket beépített automatizmusok teszik kényelmessé. Kísérletezéshez a paraméterek és a felhasználható elemző eszközök szabad megválaszthatóságával ad támogatást. A fejlesztéshez a Windows-os PC-n kívül egy speciális, kereskedelmi forgalomban beszerezhető mérésadatgyűjtő/digitalizáló kártyát használtak föl, amely a PC ISA buszára illeszkedik.

Összetett számítógépes (több számítógépből álló) rendszerek. Példa: a KFKI AEKI magnetoakusztikus emissziós mérőrendszer csatládjához többgépes konfigurációk is tartoznak. A Signalyser-Defectophone két PC-t tartalmazhat, ha a mérőeszközök száma ezt megkívánja. A szívágás érzékelője nagyobb rendszer részeként működik. Ez rendszeresen automatikus önteszteket is végez.

Már a PC-s rendszerek is nagyon nagy kapacitásúak és nagy megbízhatóságúak lehetnek. Mind az MS (Microsoft által gyártott operációs rendszerrel felszerelt), mind a Unix kiszolgálók sokprocesszoros (SMP és NUMA architektúrájú) gépek, sőt több, fűrtözéssel összekapcsolt (így nagy megbízhatóságú rendszert alkotó) gépek lehetnek. A korábbi centrális (egy központi gépre kötött terminálok) mellett/helyett a kétrétegű (kliens-szerver) és a többretegű (vékony kliens lehetővé tevő, pl. webes interfészt nyújtó) számítógép-hálózatok terjednek. Lehetőség van mobil eszközök, sőt a központi rendszerről időlegesen leválasztott, autonóm működésre képes számítógépes alrendszer használatára, ami az off-line műveletek előtt és után file és/vagy adatbázis szinkronizálással kényelmesen összhangba hozható a központtal.

Rendszerek *beágyazott komponenseit* jellemzi – még az univerzális PLC-ket (Programmable Logical Controllereket, beágyazott számítógépeket) is –, hogy nincs közvetlen felhasználói interfészük, az általánosnál kisebb az áramfelvételük, a méretük, a házuk. Ellenállóbbak a környezeti hatásokkal szemben. Esetükben is fontos a moduláris felépítés, amit a gyártófüggetlenség érdekében szabványok támogatnak.

Egy egyetlen PC-t tartalmazó általános alrendszert mutat be az 1. ábra.



1. ábra

A rendszerek helyes felépítése esetén a digitális eszköz, a számítógép mindig a szükséges mértékig "fekete doboz" – fontos a pillanatnyi problémához, lépéshez, szempontoz illeszkedő *absztrakciós szint(ek)* helyes megválasztása a fejlesztés és a felhasználás idején.

A rendszerekkel szemben támasztott *felhasználói követelmények* legfontosabb típusai a következők:

- Áthidalandó távolságok, a hálózat és az eszközök számára igénybe vehető geometriai jellemzők.
- Pontosság (mérési, ill. számítási).
- Analóg adatmennyiségek a jeladókon és az érzékelőkön.

- Elvárt feldolgozási sebesség (különösen mérésorozatonál, ill. real-time rendszernél fontos).

- A működőképességre, a rendelkezésre állásra vonatkozó követelmények.

- A tervezett leállások: helyi vagy távoli karbantartás, csere (a sw-re vonatkozólag megfelelő sw. esetén még távolról is lehetséges).

- A hibamentes működés folyamatossága:

- folyamatos működés közbeni (táv)felügyelet, karbantarthatóság (hw. és sw. szempontból),

- hiba miatti újraindítás megengedett gyakorisága – leállások időtartama.

- Speciális körülmények, környezeti tényezők (hőmérséklet, nyomás, elektromágneses és radioaktív sugárzás, páratartalom, por, légnemű vagy folyadék közeg, rezgés, rázkódás, ütés) túrése.

A fentiek alapján határozható meg a megfelelő *rendszer architektúrája*:

- a főbb analóg és digitális eszközök (funkció, és az azt megvalósító hw/op. rsz./alkalmazási csomag/alkalmazás),

- a hálózat, a hálózati eszközök (modem, terminál szerver, transceiver, repeater, hub, switch).

Egy-egy architektúra (-változat) alapján meghatározhatók az egyes komponensekre vonatkozólag

- a kezelni kívánt analóg és/vagy digitális adatmennyiségek,

- a szükséges (átmeneti és permanens) tároló kapacitás,

- a feldolgozási és/vagy adattovábbítási sebesség,

- az időtartamok, időzítések.

Fontos a szűk keresztmetszetek megkeresése, mert a rendszer teljesítményét azok határozzák meg. A költségek kímélése érdekében a komponensek kiegyensúlyozására érdemes törekedni (kivéve, ha egy komponens tömegtermék volta miatt olcsóbb, mint egy testre szabott).

Komponensek közötti interfészek – Szabványok szerepe a számítógépes mérőrendszerek felépítésében

A mérőrendszer nyitottságát, a meglévő és leendő komponensek összekapcsolhatóságát nagyszámú szabvány és ipari szabvány betartása biztosítja. Ezek a szabványok a rendszerek különböző szintjeit, analóg és digitális komponenseit fogják át.

A hardver interfész *szabványok*, hálózati protokollok a hardvertől az alapszoftveren át az alkalmazásig terjednek, hét szabványos absztrakciós szintet meghatározza.

Sikeres *ipari szabványok* megalkotói: Intel, Motorola, IBM (PC-s és egyéb), HP.

PC-s hardver interfész szabványok például:

- kapcsolódási lehetőségek kártyákkal a belső buszhoz

- általában: [E]ISA, PCI

- notebook esetén: PCMCIA

- beágyazott rendszerek esetén: PC104 ISA/PCI, PXI/CompactPCI, VISA/VXI, MXI/VXI (számítógépek, pl. PLC-k és felhasználói munkajellemzők szoros összekapcsolásához), GPIB (General Purpose Interface Bus, = HP-IB), VME-bus.

- külső kapcsolódási lehetőségek a sebesség növekvő sorrendjében

- a soros porton keresztül: RS 232 (20 Kbps; ~15 m az áthidalható távolság), USB (Universal Serial Bus; 1,5 Mbps), RS 422; 485 (10 Mbps; ~1200 m az áthidalható távolság; egy portra 31 eszköz kapcsolható) – a portok száma speciális kártyákkal 16-ra növelhető; UART: bitsorozat/byte konverzió; szinkron kapcsolathoz non-UART kapcsolat kell, amelynek a DMA-t (Direct Memory Access-t) alkalmazó változata a gyorsabb;

- a párhuzamos porton keresztül pl. a kétirányú változat: EPP (Extended Parallel Port, IEEE 1284) 2 MBps (16 Mbps); ezzel csak ~2 m az áthidalható távolság;

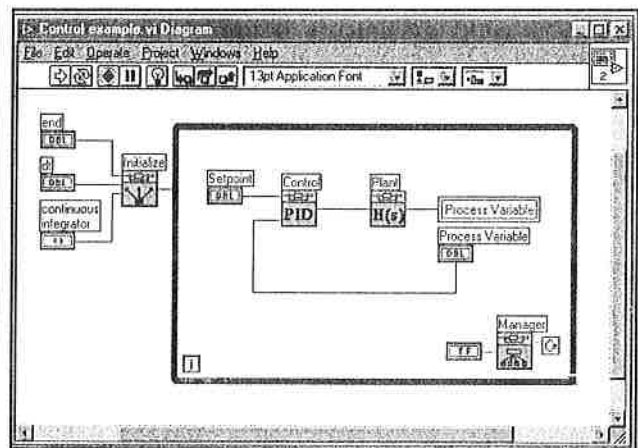
- hálózati kártyán keresztül: Ethernet (10/100 Mbps; 1 Gbps), TCP/IP mind a lokális (néhány száz méter), mind a távoli elérést lehetővé teszi megfelelő hálózati eszközök esetén; lehetővé teszi (szükséges feltétel) a kapcsolt eszköz szabványos (akár globális) címzését (IP-cím) és távmenedzselhetőségét (SNMP MIB-ek).

Vezetékes (réz vagy optikai) mellett egyre nagyobb a jelentősége a vezeték nélküli átvitelnek. Pl. a mobil eszközökkel való kapcsolat esetén várhatóan gyorsan elterjed majd a GSM WAP (Wireless Application Protocol), amely a nevével tágabb: az egész ügyfél/kiszolgáló folyamatot támogatja. Rádióhullámokat alkalmaz a helyi széles sávú adatátvitel támogatására a számítógép és közeli perifériái között a Bluetooth ipari szabvány. Lokális hálózatok vezeték nélküli összekapcsolását szolgálják távoli rendszerekkel a széles sávú mikrohullámú és lézertechnikán alapuló adatátviteli formák.

Szoftver „szabványok”, például:

- **Általános szoftver szabványok**
- Operációs rendszerek:
 - Az MS operációs rendszerei a legelterjedtebbek, de szinte mostanáig nem érték el a Unix rendszerek stabilitását:
 - DOS (16 bites),
 - Windows 16 és 32 bites munkaállomás, és 32 és 64 bites kiszolgáló változatok; a Windows NT munkaállomás és kiszolgáló változatokból kifejlesztett Windows2000 változatok már sokkal kevésbé instabilak, mint a korábbi MS operációs rendszerek.
 - A korábban drága Unix egyre olcsóbbá (sőt „a” Linux – a támogatás költségeit leszámlítva – ingyenes), kiszolgáló oldali operációs rendszerből felhasználót közvetlenül is kiszolgálóvá vált. Hátránya, hogy még mindig nem eléggé egységes: a szabványosított alapokon túl a legfontosabb nagy gyártók (az SCO, az IBM/Sequent (a Bullé is ilyen), a HP, a Sun, a Compaq (volt DEC)) megvalósításai különböznek. A Unix alapú megoldások olcsóbbá válásához az is hozzájárult, hogy PC-ken is megvalósították.
- SQL alapú, relációs adatbáziskezelők:
 - a felhasználás módja szerinti típusok:
 - produktív (OLTP – On-line Transaction Processing) ABKR-ek,
 - elemzést, döntést támogató, adattárházi, ABKR-ek (OLAP, ROLAP, MOLAP, HOLAP, statisztikai, adatbányászati eszközök);
 - a megvalósítás módja szerinti típusok:
 - relációs, objektumrelációs („univerzális”), továbbá (nem natív SQL) objektumorientált ABKR-ek (adatbáziskezelő rendszerek);
 - az alsó kategóriákban nem minden termék az, aminek mondja magát;
 - „az” SQL csak részben határozza meg a termékek funkcionálisát
 - OLTP-hez ODBC interfész;
- Programozási nyelvek, pl.: C, C++, Visual Basic, Pascal, Ada, Java;
- Szoftver komponensekkel kapcsolatosak:
 - az MS világában: DLL (dinamikusan betöltődő programkönyvtár), távoli vagy lokális szoftverkomponensek összekapcsolására pedig a DCOM+, a COM, az ActiveX és az OLE;

- platformfüggetlenek: CORBA, IIOP.
- A valós idejű (real-time) vezérlőrendszerekre, illetve a beágyazott rendszerekre alkalmazási területenként is változó speciális ipari szabványok vonatkoznak. Sok a gyártóspecifikus megoldás. Ezek egy része a végrehajtáshoz, ezen belül az időzítéseket, megszakításokat, speciális perifériákat kezelő valós idejű operációs rendszerekhez és programozási nyelv, illetve perifériafüggő futtató rendszerekhez kapcsolódik. A lehetőségek másik része a fejlesztő környezetekben jelenik meg, ahol speciális grafikus modellezési eszközök (pl. speciális adatfolyam és állapot-átmeneti diagramok, (ld. a 2. ábrát), a modellekből nyelvi generáló és fejlesztő eszközök állnak rendelkezésre.
- A beágyazott rendszerek perifériáival kapcsolatos jelentős ipari szabvány az IVI (Interchangeable Virtual Instruments), amely a hardverperifériák szoftver meghajtóihoz (a driverekhez) ad gyártófüggetlen interfészt az alkalmazási program felé. Az IVI-től eltérő jelentős perifériaszabvány még a DeviceNet (az ODA – Open DeviceNet Association szabványa), a CAN és a Fieldbus (USA-gyártók), valamint a Profibus (európai eredetű), és a Siemens PLC Protocol.
- A korábban említett Microsoft OLE folyamatszabályozásra való alkalmazására jött létre az OLE for Process Control megállapodás.
- Végül az alkalmazási szintre, amely az összes többire épül, vonatkozik az SPC (Statistical Process Control) szabvány, amely azzal foglalkozik, hogy hogyan célszerű statisztikai módszerekkel kiértékelni a termékelőállítási folyamatokat; nyomon követve őket növelni a hatékonyságukat.



2. ábra

**Számítógépes vezérlő- és mérőberendezések
beszerzésével és rendszerbe állításával
kapcsolatosan**

- vezetői tanácsadás,
- igényfelmérés,
- oktatás,
- teljes folyamat megtervezése,
- termék/gyártó kiválasztás,
- fejlesztés,
- minőségbiztosítás



A&K Know-How Informatikai és Oktatási Bt.

1039 Budapest, Család u. 19. I. • Tel.: (1) 388-21-04
Dr. Balogh Kálmán • E-mail: KBalogh@matavnet.hu