

INFELOR Rendszertechnikai Vállalat

Kórházi számítógépes rendszerek automatizálási és műszerezési
előfeltételeinek biztosítása

- Automatikus légzésfunkciós vizsgálórendszer -

Káldi Tamás, Pótz Péter és Keresztély Zsolt

A különböző országokban működő és tervezés alatt álló kórházi számítógépes rendszerek célkitűzéseikben, a szolgáltatások fontossági sorrendjében a legnagyobb változatosságot mutatják. Egy alkalmazási terület azonban mindig szerepel a listán, legtöbbször előkelő helyen: a műszeres vizsgálatokat végző szervezeti egységek valamilyen szintű számítógépes segítése. Forgalmának volumene miatt egy általános kórházban a klinikai-kémiai laboratórium kerül szóba leggyakrabban.

Érdeemes áttekinteni ennek a nagy gyakorisággal előforduló célkitűzésnek a hátterét. A feladat megoldása a többi felmerülő területhez viszonyítva nehezebbnek tűnik, itt ugyanis a szervezési feltételek biztosításán túl, igényes műszaki előfeltételeket is biztosítani kell. Korszerű laboratóriumi műszerezés nélkül ugyanis nem várható eredményes számítógéppalkalmazás, de a labor-automatizálást kiszolgáló rendszerek is fejlettebb számítástechnikai megoldásokat kívánnak meg. Végül, de természetesen elsősorban, a siker érdekében a jó működést megalapozó érdemi szakterületet, pl. a klinikai kémiát, a légzésfunkciós vizsgálatot is magasabb szintre kell emelni.

Az, hogy a felsorolt nehézségek ellenére a labor-alrendszerek ilyen előkelő helyet foglalnak el a számítógépesítési programokban arra mutat, hogy a vizsgáló laboratóriumok működése valóban a kórházak központi problémája. Ez így is van, hiszen a laboratóriumok munkájának mennyisége és minősége adja egyre fokozódó mértékben a gyógyítási munka szilárd, objektív bázisát. E terület fejlesztése azonban más okból is hálás: a laboratóriumok működésével kapcsolatban egyértelmű, vitathatatlan célkritériumok tűzhetőek ki. Ilyen a szolgáltatás minőségének (megbízhatóság, pontosság) javítása, a vizsgálatok költségének csökkentése, és

talán a legjelentősebb: a vizsgálatok idejének csökkentése, amely által a bennfekvés ideje igen jelentős mérséklése látszik elérhetőnek. Az ebből származó világosnak tűnő előny ellenére az ilyen irányú törekvések hazai kórházainkban nem mondhatók tipikusnak. Ez a hely mutatkozik alkalmasnak arra, hogy hangot adjunk annak a vizsgálatok területén túl is érvényes meggyőződésünknek, miszerint helytelen a számítógépek kórházi alkalmazását a kórházi kapacitás extenzív jellegű fejlesztésének szükséglete miatt elodáztatni. A számítógép-alkalmazások legfőbb célja a gyógyító kapacitás növelése, éppúgy mint a kórházi ágyak szaporításának, sőt ha az orvosképzési, munkaerő ellátási és építőkapacitási problémákat is figyelembe vesszük, a számítógépesítés hatékonyabb eszközének bizonyulhat az utóbb említett mód kizárólagos alkalmazásával szemben.

Vannak megfontolások, amelyek - az egészségügy objektív igényeivel egybehangzón - arra mutatnak, hogy a magyar számítástechnikában kialakult helyzet kedvezően támasztja alá a kórházi és szűrőhálózati vizsgáló laboratóriumok számítógépesítésének fejlesztését. A laborautomatizálás tipikusan kisszámítógépes terület, így módon az ismert okok miatt jól illeszkedik a hazai számítástechnikai fejlesztésbe, sőt nemzetközi együttműködési kötelezettségeinket figyelembe véve fontos feladatunk is. A téma az u.n. "nem ipari real-time alkalmazások" körébe tartozik. Az R-10 gép jellemzőinél fogva real-time feladatokra különösen alkalmasnak minősül, elmaradás mutatkozik azonban a kimonodottan ipari periféria fejlesztése területén, így kerül előtérbe a nem ipari alkalmazás. Az elismerten fejlett magyar orvostechnikai ipar fejlesztett bennünket arra a reményre, hogy hazai erőből megfelelő színvonalú "orvosi periféria" hozható létre. Így került sor arra, hogy a MEDICOR Művek megbízása alapján a MEDICOR, az Országos Korányi Tbc és Pulmonológiai Intézet és az INFELOR együttműködésével olyan műszerrendszer fejlesztése induljon meg, amely eleve figyelembe veszi a számítógépesítés által támasztott korszerű követelményeket.

A meglévő laboratóriumok számítógépesítésénél általában különböző cégek által különböző időben gyártott heterogén műszerparkkal állunk szemben. A mérések automatizálásának és gépi kiértékelésének az a szokásos módszere, hogy a meglévő műszerekből kiindulva, azoknak meglehetősen vegyes kimenő jeleit alakítják tetemes ráfordítással számítógépbe vihető formára. Az így kialakított rendszer körültekintő tervezés esetén életképes, de még szerencsés esetben sem közelíti meg a

korszerű, rendszertechnikai módszerekkel felépített műszerezés előnyeit.

A heterogén műszerparkkal mégis mindig szembe kell nézni a gyakorlatban, hiszen teljes új beruházásra ritkán van lehetőség, és az összes orvosi mérési igényt sem lehet azonos korszerűségi szinten kielégíteni. Ismeretes, hogy pl. a kémiai elemzés területét kiszolgáló korszerű automatikus analizátorok előállítására csak néhány speciális világcég vállalkozik a feladat bonyolultsága miatt. A jól szervezett számítógéppel segített laboratórium a mérések egy részének hagyományos elvégzése esetén is nagy előnyöket kínál a jelenlegi állapottal szemben.

Azzal, hogy a MEDICOR Művek vállalkozott egy orvosi szakterületet teljesen lefedő egységes, korszerű műszerrendszer kifejlesztésére és gyártására, nagy lépést tett a számítógépesített kórház műszaki előfeltételeinek biztosítása felé.

A RESPIRATRON műszerrendszer tervezésének első lépéseként a felhasználói igények széleskörű felmérése történt meg. E felmérés alapján született az Orvostechikai Rendszerterv című dokumentum (ORT), amely a légzésfunkciós vizsgálatok területén szóbajöhető paramétereket, és az ezen gyógyászati terület által igényelt mérési összeállításokat, a műszerrendszer várható alkalmazásait írja le.

A paraméterek a következő csoportokba sorolhatók :

1. Időfüggvények (folyamatos regisztrátum) pl. pneumotachogram.
2. Folyamatos regisztrátum szélsőértékei, pl. vitálkapacitás.
3. Folyamatos regisztrátum bizonyos idő intervallumban mért amplitúdója pl. FEV₁.
4. Folyamatos regisztrátum bizonyos intervallumban mért meredeksége.
5. Valamely paraméter egy másik paraméter függvényében, pl. légzési sebesség - térfogat diagram.
6. Hányados, ill. szorzat jellegű mennyiségek, pl. respirációs kvóciens.
7. Idő szerinti integrálással nyerhető mennyiségek, pl. percventilláció.
8. Paraméter szerinti integrálással nyerhető mennyiségek, pl. oxigénfogyasztás.

9. Folyamatos időszerinti differenciálással nyerhető paraméterek, pl. differenciált kapnogram.

Az ORT adatlapok tartalmazzák a fenti csoportokba sorolt paraméterek definícióját, maximális és minimális értékeiket, mérésük módját, diagnosztikai értéküket, stb. A paraméterek összegyűjtése a megvalósíthatóság és gazdaságosság messzemenő figyelmen kívül hagyásával történt, az e szempontok szerinti elbírálás egy következő tervezési fázis feladata volt.

Az ORT két csoportra osztva (egészséges és beteg páciensek) felsorolja és leírja a várható alkalmazásokat, amelyek :

egészséges páciensek esetén :

- szűrővizsgálat
- sportorvosi vizsgálat
- munkaképességcsökkenés vizsgálatok
- alkalmassági vizsgálatok

beteg páciensek esetén :

- globális spirometria
- légzésmechanikai vizsgálat
- preoperatív vizsgálatok
- postoperatív vizsgálatok.

Kitér az ORT a légzésfunkciós vizsgálatok egy speciális problémájára, ti. arra, hogy a belégzett és kilégzett levegő fizikai állapota különböző, a közvetlen összehasonlíthatósághoz tehát korrekciót kell végezni.

A tervezés következő fázisa az ORT és a logikai tervezés közötti szakadék áthidalása volt. Ezt a feladatot az Elektronikai Rendszerterv (ERT) elkészítésével kívántuk megoldani. Az ERT volt hivatva biztosítani, hogy az ORT-be szándékosan nyakló nélkül felvett paraméterek és alkalmazások közül csak a gazdaságosan mérhető és megvalósíthatók szerepeljenek a rendszerben. Az ERT központi problémája volt : hogyan kell a paramétereket csoportosítani úgy, hogy lehetőleg kevés számú mérőegység, "modul" segítségével valamennyi alkalmazást le lehessen

sen fedni éspedig olymódon, hogy az egyes alkalmazásokban minél kevesebb "felesleges", más alkalmazások esetén szükséges paraméter szerepeljen. Az egyes variánsok elbírálására számszerű értékelési rendszert dolgoztunk ki. Az ezen értékelés után versenyben maradt két csoportosítás közül a fejlesztést finanszírozó vállalat választotta ki a számára alkalmasat.

Az ERT megadja az ORT által felvetett - a ki és belégzett levegő fizikai állapotának különbségéből származó - probléma megoldását és leírja a korrekciót végző háromváltozós függvény lineáris közelítésének számítását.

Szerepel az ERT-ben az egyes paraméterek kiszámításának kváziformális leírása is, amely alkalmas arra, hogy tetszőlegesen csoportosított paraméterek esetén nyerjük az ezen paramétereket kiszámító modul működésének leírását. A rendszer moduljainak logikai tervezése e kváziformális leírás alapján indult.

Az ERT utolsó fejezete ismerteti a terv készítésének időpontjában ismeretes, a témakörbe vágó műszereket, és kísérletet tesz az értékelésre.

Az ERT elkészítésekor olyan megoldást kellett keresnünk, amelyben :

- valamennyi alkalmazást le lehet fedni ugyanazzal a modulkészlettel,
- biztosítani kellett a rendszer kiterjeszhetőségét, vagyis azt, hogy a rendszerbe legyenek beilleszthetők újabb, jelenleg meghatározatlan készülékegységek, végül
- biztosítani kellett a készülék csatlakoztathatóságát más, esetleg nem időazonos működésű rendszerekhez, ennek érdekében el kellett látni olyan nemzetközileg szabványosított interface-szel, amely biztosítja számítógéppel, vagy más, hasonló rendszerrel való együttműködést.

A feladat megoldására sinorientált architektúrájú moduláris megoldást választottunk. A modulokat sinrendszer köti össze, amelyen az információ zajlik. Ez a sin 12 bit széles, és 16 paraméter időmultiplexelt átvitelére alkalmas egy adott konfigurációban. A modulok autonóm működésűek, tehát tápfeszültség és minimális vezérlőjeligényűktől eltekint-

ve önmagukban is működőképeseek. A modulok két csoportba sorolhatók: lehetnek feldolgozómodulok vagy szervizmodulok. Minden feldolgozómodul előlapján szerepelhetnek kijelzők, amelyek a modul által mért paramétereket jelenítik meg, lehetséges azonban a specializált kijelzőmodulok használata is. A modulok e sinrendszerre bárhol csatlakozhatnak, sorrendjük a működést nem befolyásolja.

A sinrendszer és külső adatfeldolgozó rendszer közötti kapcsolatot egy szervizmodul biztosítja, amely a kiválasztott paraméterek értékét a megfelelő időpontban, azonosítóval ellátva, jegysorosan bocsátja ki BSI (British Standard Interface) interface-en át.

Valamennyi digitálisan mért paraméter mérése három digit pontossággal történik, az analóg paraméterek feszültség és áram formájában is rendelkezésre állnak pl. regisztrálás céljára.

A rendelkezésre álló modulok választéka, funkciójuk és az általuk mért paraméterek, definíciójukkal együtt a következők:

1. Feldolgozómodulok:

1.1. S modul

1.1.1. Tachogram: a szájból lezárt orrnyílások mellett légzés alkalmával ki és beáramló levegő térfogatsebessége

1.1.2. Spirogram: a ki- és beáramló levegő térfogata.

1.2. F modul

1.2.1. Vitálkapacitás: maximális belégzés után erőltetve kifújható maximális levegőmennyiség

1.2.2. Erőltetett belégzési térfogat: erőltetett kilégzés után, hirtelen, maximális erővel maximálisan beszívható levegőmennyiség 1 mp alatt

1.2.3. Erőltetett kilégzési térfogat: maximális belégzés után erőltetve, maximális erővel hirtelen, a kilégzés első másodpercében kifujt levegő mennyisége

1.2.4. Tiffeneau szám belégzésre: megadja, hogy az erőltetett belégzési térfogat hány százaléka a vitálkapacitásnak

1.2.5. Tiffeneau szám kilégzésre : megadja, hogy az erőltetett kilégzési térfogat hány százaléka a vitálkapacitásnak

1.2.6. Peak-flow : az áramló levegő térfogatsebességének csúcserőértéke.

1.3. N modul

1.3.1. Légzésszám: az egy perc alatt befejezett kilégzések száma

1.3.2. Légzési volumen : az egy légzés során kilégzett levegő térfogata

1.3.3. Percventilláció : a légzés során 1 perc alatt megmozgatott levegő térfogata.

1.4. T modul

1.4.1. Testhőmérséklet

1.5. V modul

1.5.1. Szisztolés vérnyomás

1.5.2. Diasztolés vérnyomás

1.5.3. Pulzusszám

1.6. G modul

1.6.1. Oxigénfogyasztás : az 1 perc alatt felhasznált oxigén térfogata

1.6.2. Széndioxidtermelés : az 1 perc alatt kiürített széndioxid mennyisége

1.6.3. Respirációs kvóciens: a széndioxidtermelés és az oxigénfogyasztás hányadosa.

2. Szervizmodulok :

2.1. Tápegység

2.2. Vezérlőmodul

2.3. K modul (3 db háromdigites paraméter kijelzésére alkalmas)

2.4. FJ modul : a kiválasztott paraméter adott, beállítható értékének elérésekor figyelmeztető jelzést ad (négy paraméter

figyelésére alkalmas)

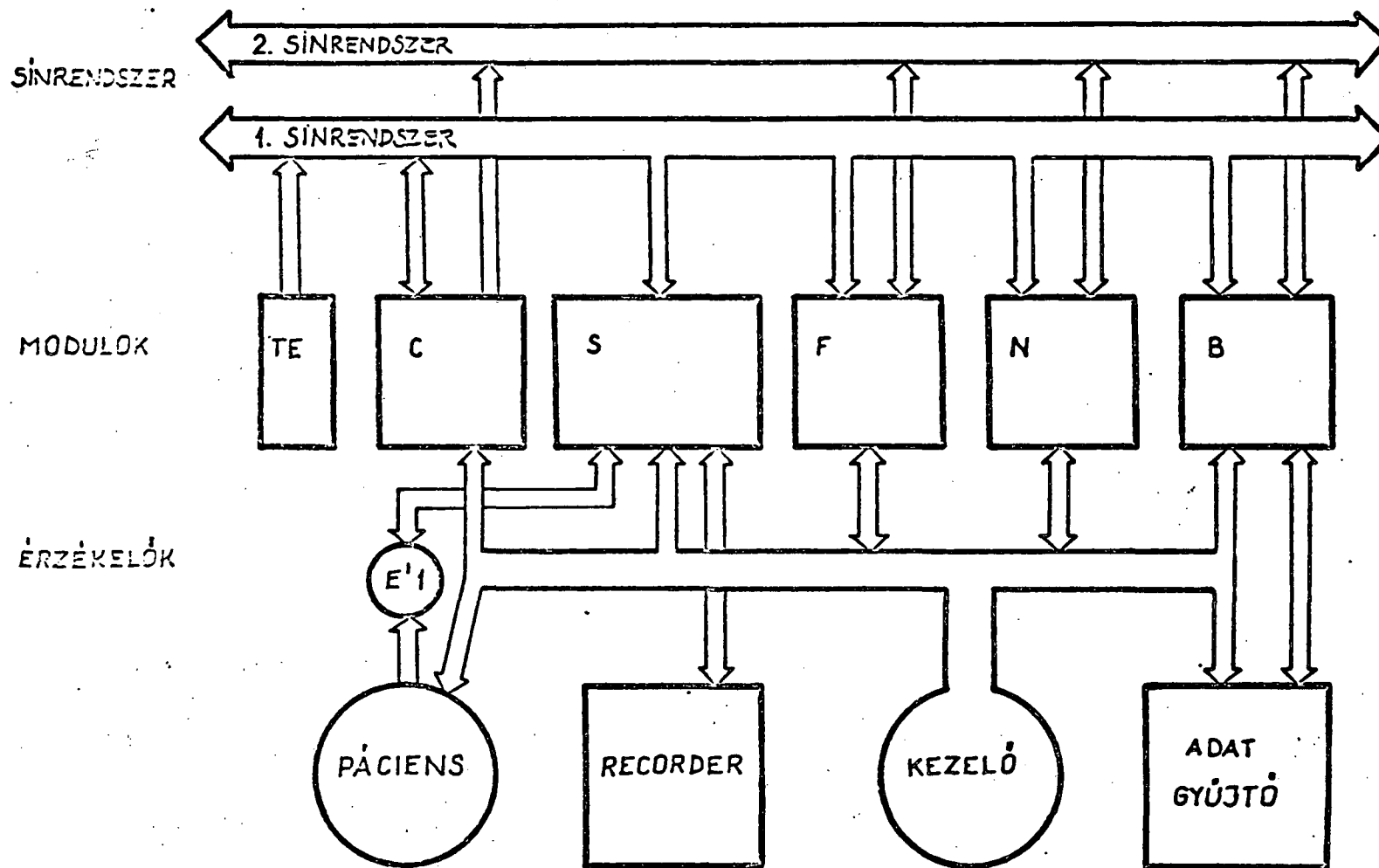
2.5. VJ modul : a kiválasztott paraméter adott, beállítható értékének elérésekor vészjelzést ad (négy paraméter figyelésére alkalmas)

2.6. E modul : három paraméter figyelésével megállapítja az ergosztázis beállításának tényét és időpontját,

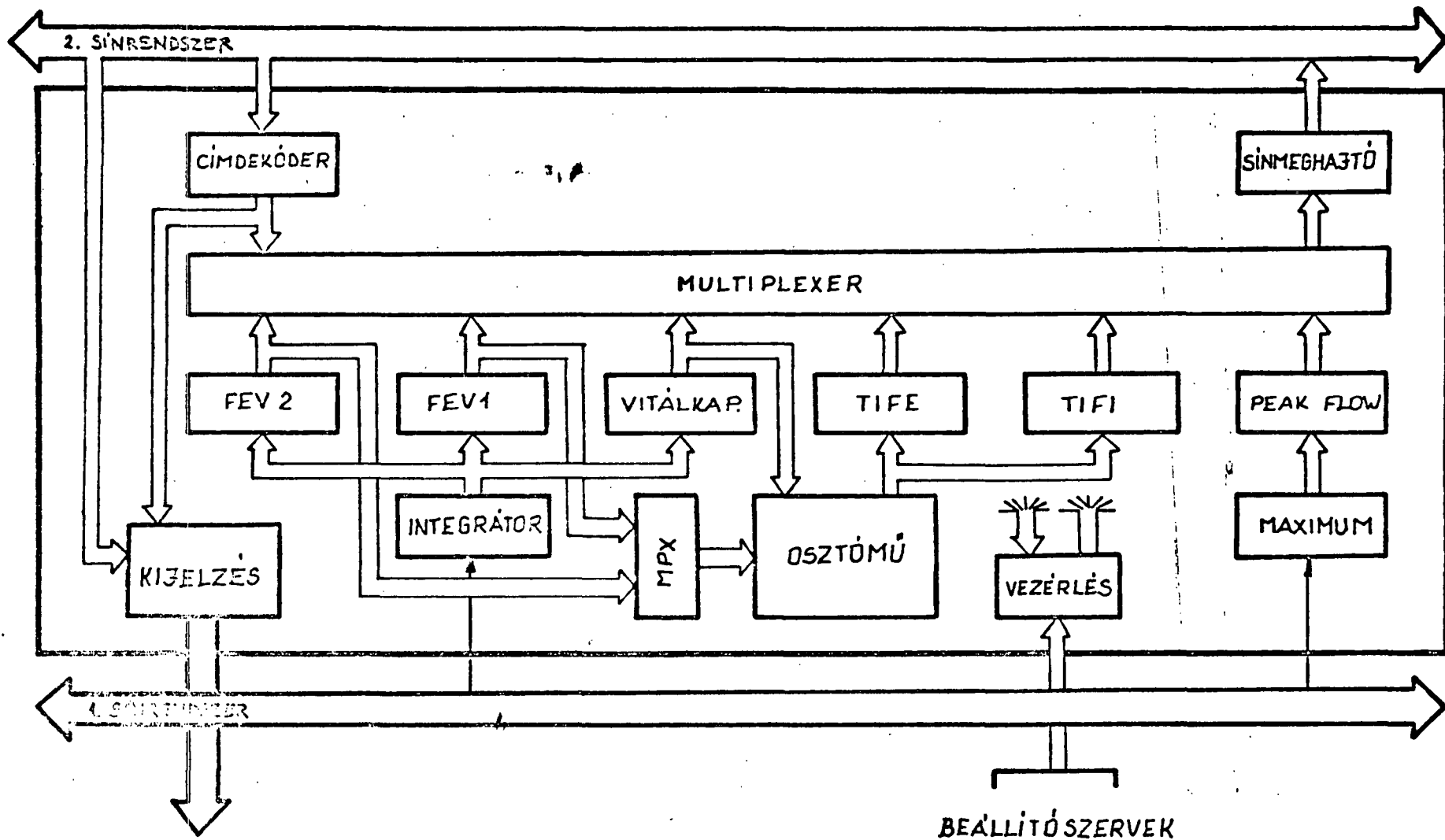
2.7. B modul : biztosítja a paraméterek átadását külső adatgyűjtő számára BSI interface-en át.

Jól látható módon e készülék és a laboratóriumban vagy a kórház más helyén üzemelő számítógép között a funkciókat úgy osztottuk fel, hogy lehetőleg a méréstechnikai funkciók minél nagyobb része essen az RSP modulok oldalára. Ezt a szükség diktálta így, mivel a műszer várható alkalmazási területein pillanatnyilag nem áll rendelkezésre egyetlen számítógép sem, és a jelek szerint a következő néhány évben sem lesz ez általános. Ha azonban a jövőt kívánjuk fürkészni, azt találjuk, hogy az egy kristálylemezken megvalósítható központi egységek, a mikroprocesszorok megjelenése a piacon az autonóm működésű, viszonylag komplex aritmetikai műveleteket is magában elvégző mérőműszerek csillagát fényesíti, a problémának ilyen megközelítése tehát még a jövő szempontjából sem tekinthető elhibáztattnak.

A szerzők köszönetüket fejezik ki dr. Hutás Imre igazgató főorvosnak és munkatársainak, valamint Sători Gyulának a Medicor Művek Spirometriai Laboratórium vezetőjének és munkatársainak a munkában nyújtott értékes orvosi, orvostechnikai és technológiai támogatásért.



1. ábra
 A RESPIRATRON rendszer vázlatja egy
 fiktív alkalmazás esetén



2. ábra
F modul blokkvázlat

Irodalom

1. Marion, L. et. al.: On-line Computerized Spirometry in 738 Normal Adults. American Review of Respiratory Disease, Vol. 100: 780-790.
2. Brandt, H.J., von Bunau, H.: Messwertverarbeitung durch Analogrechner zur Sofortdarstellung Standardisierter Zeitmittelwerte in der Spiroergometrie. Pneumologie 143: 61-77 (1970).
3. Gulesian, P.J.: The Design of Modern Instrumentation for the Measurement of Gas Expired from the Lung. Med.and Biol. Engng. 9: 247-254 (1971).
4. Amrein, R. et al.: Neue Normalwerte für die Lungenfunktionsprüfung mit der Ganzkörperplethysmographie. Deutsche Medizinische Wochenschrift Nr. 36: 1785-1793.
5. Aström, T., O. Wigertz: A Digital Computer for Automatic breath by breath calculation of respiratory functions. Reports from the Laboratory of Aviation and Naval Medicine, Karolinska Institutet, Stockholm, 1966.márc.
6. Berlin, M.M.: Computers in the Laboratory, Computers and automation Vol. 19, No 6.
7. Rittel, H.F., E. Waterloh: Entstehung, Erfassung und elektronische Verarbeitung von Signalen für die Atmung. Prax.Pneumol. 27 (1973): 27-35.
8. - Bedside Processors Handle Intensive Care in Hospitals. Electronics (szept. 5.) 1974: 29-30.

