

Soros adatátvitel

Dr. Madarász László

A digitális adatok továbbításának két alapvető módja a párhuzamos és a soros jelátvitel. Ha a biteket egymás után, sorosan mozgatják, egyetlen jelvezeték, egyetlen jelátviteli út elegendő a jelátvitelhez. A szerző a digitális elektronika különböző területeinek áttekintése segítségével igazolja, hogy a soros jelátvitel egyre általánosabbá válik, olyan területeken is, ahol hagyományosan a párhuzamost alkalmazták. Az egyes megoldások legfontosabb jellemzőinek bemutatása mellett néhány ipari szabvány részletesebb leírása is szerepel a tanulmányban.

Bevezető

Bevezetéképpen vizsgálódjunk az IC-k egymás közötti jelkapcsolatainak területén. A digitális technika fejlődését áttekintve a párhuzamos, a multiplexelt és a soros adatkezelés különféle megoldásaival találkozunk. A korszerű mikroelektronika nyitó eseményeként szoktuk megjelölni az első mikroprocesszor előállítását. Ez az Intel 4004 típusjelű áramkör volt, 1971-ben. 4 bites processzor volt, az adatok kiküldésére és fogadására a D0 ... D3 négybites adatBUSZ szolgált. Ugyanezek a vezetékek küldte azonban ki a címértékeket is; a 12 bites cím három egymást követő lépésben, 4 bites szeletekben lépett ki. A későbbiekben az Intel és a többi mikroprocesszor-gyártó arra törekedett, hogy teljesen párhuzamos legyen a mikroprocesszor és környezete adatkapcsolata. Az 1974-ben megjelent Intel 8080 ipari szabvánnyá vált, különválasztott 8 bites adatBUSZ és 16 bites címBUSZ jellemzi.

A mikroszámítógép – a mikroprocesszor alapú elektronika – működésének alapegysége a gépi ciklus. Egy gépi ciklus egy adatmozgatásra ad lehetőséget a mikroprocesszor és környezete között. A cím a gépi ciklus elején jelenik meg a címBUSZ vezetékeken, a gépi ciklus második felében történik meg az adatmozgás az adatBUSZ-on. A mikroszámítógépben a cím és az adat kezelése párhuzamosan valósul meg, a BUSZ-ok vezetékszámát megegyezik a bitek számával.

A mikroprocesszor kiegészítő áramkörei – a memóriák, az I/O elemek, a programozható kiegészítő IC-k – az egyszerű illesztés érdekében természetesen szintén párhuzamos jelkezeléssel működnek. A szóhosszúság és az egy IC-ben kialakított memóriakapacitás növekedésével, a BUSZ-ok szélesedésével drámaian megnőtt a mikroszámítógép-elemek kivezetésszáma (a már említett

első mikroprocesszor, a 4004 14 kivezetéssel készült, a Pentium Pro 387 kivezetéses IC).

Az általános célú, informatikai alkalmazású számítógépekben, a munkaállomásokban a párhuzamos jelkezelés igen előnyös megoldás, hiszen ez biztosítja a leggyorsabb működést. Mivel a számítógéppiacon az egyik legfontosabbnak ítélt paraméter éppen a működési sebesség, a fejlesztők nem is gondolnak a párhuzamos építési mód felhagyására. A Pentium Pro 32 bites címBUSZ-ára és 64 bites adatBUSZ-ára ezért az alaplapon minden elem párhuzamosan kapcsolódik. A párhuzamos adatkezelés nagy kivezetésszámot, nagyméretű IC tokot, nagyméretű és bonyolult huzalozású NYÁK panelt is jelent azonban. Az asztali gépeknél ez az építési megoldás nem okoz nagy gondot, de a hordozható, kisméretű eszközöknél igen. Ez is arra kényszeríti a gyártókat, hogy egy note-book vagy palm-top számítógép elektronikáját lehetőleg 2-3 IC-be begyömöszöljék.

Ha a korszerű mikroelektronikai eszközökkel egy berendezés beépített (embedded) mikrogépét kell kialakítani, akkor a sebesség már másodlagos szempont lehet s a méretek, a fogyasztás és a költségek csökkentése érdekében a fejlesztők szívesen fordulnak a soros adatkezeléshez. A mikroáramköröknek van egy olyan csoportja, amelyik igen erőteljesen igényli a soros jelkezelés alkalmazását – ezek a mikrovezérlők. A mikrovezérlő, kissé leegyszerűsítve, egy teljes mikroszámítógép (CPU-val, memóriákkal, I/O egységekkel) – egyetlen chipen kialakítva. Az alkalmazások jelentős részében több-kevesebb kiegészítő áramkört kell a mikrovezérlőhöz illeszteni (programmemóriát, A/D konvertert stb.). A mikrovezérlőknél nincsenek meg a mikroprocesszorokra jellemző adatBUSZ, címBUSZ kivezetések – ezek az áramkörök a párhuzamos Portjaik felhasználásával tudnak csak külső áramkörökkel együttműködni. Egy 1K x 8 bit kapacitású, szokásos kialakítású párhuzamos adatkezelésű memória áramkörnek 8 adatpontja és 10 címvezetéke van. A mikrovezérlők többnyire multiplexelt cím/adat kezeléssel csatlakoznak a külső elemekhez, de így is 10 pontot köt le a fenti esetben a címek és adatok csatlakoztatása. Ha a külső elem soros adatkezelésű – a lekötött I/O pontok száma mindössze 2-3.

Nem szabad azonban már itt a bevezetőben sem elhallgatni, hogy a soros adatkezelés jelentős sebességcsökkenést jelent a párhuzamoshoz képest. A mikrovezérlők azonban általában olyan feladatokat látnak el, ahol ez a kisebb sebesség is elegendő. A soros jelkezelés alkalmazása mellett szól az a tény is, hogy a mikroelektronikai elemek működési sebessége rohamosan nő, s ma már a soros jelátvitel adatsebessége is akár több MByte/s is lehet.

Az előnyök között meg kell említeni, hogy ha egy kisebb kapacitású soros jelkezelésű elemmel (pl. 1K x 8 bit soros EEPROM memóriával) elkészül az áramkör és később a memóriakapacitást növelni kell, egyszerűen kicserélhető a

memória IC egy nagyobb kapacitású (pl. 8K x 8 bit) változatra. A gyártók ugyanis a különféle kapacitású soros jelkezelésű elemeiket azonos tokozással, azonos lábkiosztással készítik. Párhuzamos jelkezelésű memória IC esetén ilyenkor a teljes panelt kell áttervezni.

A soros adatkezelésű áramköröket a fentiek miatt elsősorban a mikrovezérlők kiegészítő áramkörei között találjuk meg. Sok félvezetőgyártó ajánl ilyen IC-eket, sokféle adatátviteli megoldással, bár szerencsére már megkezdődött ezen a területen is a szabványosodás. A gyártók többnyire egyszerűen soros elemnek nevezik ezeket az áramköröket (serial EEPROM, serial SRAM stb.), bár ez félvezető, mert hagyományosan a *soros hozzáférésű* elemeket szokás röviden sorosaknak nevezni; márpedig a soros adatkezelésű memóriák továbbra sem soros, hanem *véletlen hozzáférésűek*.

A készülékek közötti nagytávolságú adatátvitelt hagyományosan is soros jelátvitellel oldották meg, hiszen éppen elég költséget jelentett egyetlen vezeték, egyetlen jelút kiépítése és üzemeltetése is. A távíró volt az első nagytávolságú digitális kapcsolat, majd a telefonhálózaton kialakított digitális jelátvitel következett – a telex, illetve mára a telefax. A számítógéphálózatok (akár helyi a hálózat; akár világméretű, mint pl. az Internet) minden esetben soros jelátvitellel működnek. Az adatátvitel korszerű univerzális megoldása az ISDN (Integrated Services Digital Network) rendszer, ezen a kiterjesztett távbeszélőhálózaton beszélgetések, telefax és számítógép-kapcsolatok egyaránt megoldhatók.

A vezeték nélküli hírközlésben a soros adatkezelés természetes és kizárólagos megoldás. A rádió és a tv ma még többnyire analóg jeleket továbbít, de már megkezdődtek a kísérleti digitális adások, nemsokára a hagyományos távközlés is a soros digitális rendszerek egyik elemévé válik. A közismert távirányítók is soros adatkezeléssel küldik a készülékhez infravörös jelsorozatukat.

A mikroszámítógépek világában a soros jelkezelés nemcsak az LSI áramkörök összekapcsolásánál jelenik meg, hanem a mikroszámítógép és a hozzá csatlakozó külső egységek vonatkozásában is. Egyre nő a soros Port csatlakozóra köthető egységek választéka. Az ipari folyamatirányításban, annak minden szintjén is egyre nagyobb a soros adatkezelés aránya.

1. A soros kommunikáció néhány szabványos megoldási lehetősége

A digitális technikával egyidős soros kommunikációs jelátviteli megoldás az RS232C aszinkron soros átvitel. Ezt az EIA szabványt többször átdolgozták, kiegészítették, ma az RS232C az érvényes változat. A CCITT nemzetközi szabványként is elfogadta (V.24). Az RS232C esetében az átvitt bit időtartama nem lehet tetszőleges, egy szabványos sorból kell választani a bitidő értékét. A bitidő reciproka a Baud rate. A közepes sebességű átvitelek megengedett Baud rate értékei pl.: 1200, 2400, 4800, 9600. A Baud rate értéket a kapcsolatfelvétel előtt ki kell kötni s azt az adónak is és a vevőnek is ismernie kell.

Adásszünetben az adatvezetéken logikai 1 szint van, az adatot Start bit vezeti be (0 szint). A lefutó él után minden bitidő közepén mintát vesz a vevő a jelvezeték logikai szintjéből – így fogadja az adatot. Az adat végén paritásbit állhat, az átvitelt Stop bit (1 szint) zárja le. A Stop bit után azonnal következhet egy újabb átvitel Start bitje, de tetszőlegesen hosszú ideig is logikai 1 értéken maradhat a vonal (szünet). Mivel a kerettel (Start bit, Stop bit) kiegészített adatok közvetlenül egymás után is küldhetők vagy rövidebb-hosszabb szünetek közbeiktatásával, ezt az átviteli megoldást aszinkron soros átvitelnek szokás nevezni. Az aszinkron soros csatlakozó az IBM PC szabványos illesztő felülete, de igen sok mikrovezérlőben is megtaláljuk az aszinkron soros Portot (esetenként kommunikációs Port a neve).

A szinkron soros átvitel fogalma megváltozott az idők folyamán. A digitális technika hajnalán a szinkron soros átvitel olyan soros adatkapcsolatot jelentett, ahol a keretet az adatblokk elején lévő egy vagy több ún. szinkronszó jelentette, amit szünetek nélkül követett az adatok bitjeinek sorozata. A mai szinkron soros átviteli megoldásokban az adatbiteket egy további vezetéken kiküldött órajel sorozat segítségével lehet precízen kezelni (a későbbiekben néhány ilyen megoldás is terítékre kerül).

Az RS232C pont-pont összeköttetésre alkalmas. Eredetileg a nagytávolságú összeköttetésben a számítógép és a modem közötti kapcsolatra dolgozták ki, de később modem nélküli nagytávolságú átviteleket is létrehoztak a felhasználásával, sőt, a számítógép és a perifériák közötti jelkapcsolatra is felhasználták. Az egér pl. többnyire a számítógép RS232C soros csatlakozóján keresztül működik.

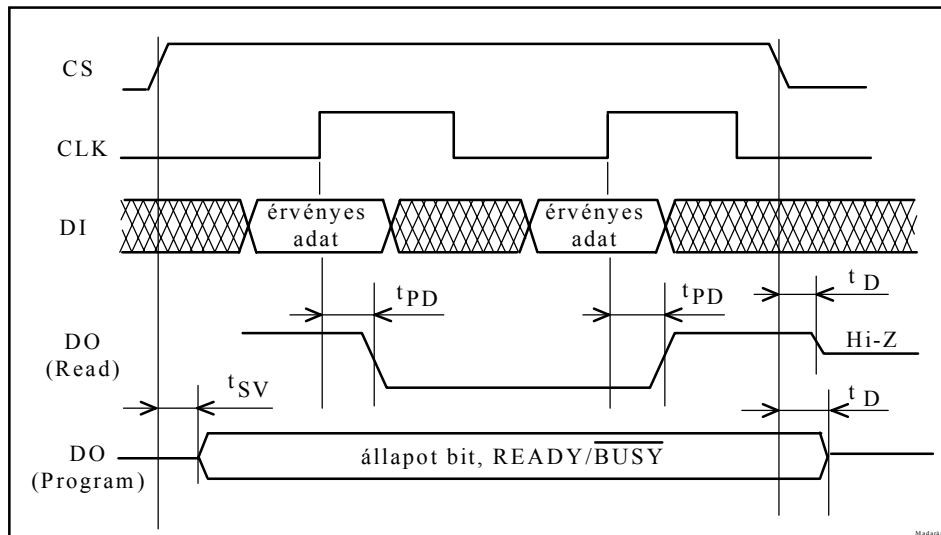
Bár a legegyszerűbb esetben egy kétirányú RS232C kapcsolathoz egy adó és egy vevő jelvezeték valamint egy GND (0V) vezeték szükséges, tehát három érrel a kapcsolat kialakítható, a szabványos megoldásban további jelek átvitelét is előírják. Sodrott érpár segítségével az RS232C 15 m távolságot hidal át (a szabvány szerint), legnagyobb adatsebessége 20 Kbit/s. A gyakorlatban azonban jóval nagyobb sebességek mellett is használják, így pl. a Maxim cég MAX 3237 RS232C adója 1 Mbit/s adatátviteli sebességet teljesít.

Az RS449 újabb soros aszinkron adatátviteli szabvány, mely két átviteli lehetőséget is tartalmaz, az RS422-t és az RS423A-t. Mindkettőnél szimmetrikus kimenő fokozatú az adó és differenciál erősítő bemenetű a vevő. Mindkettő multidrop jellegű, azaz egyidejűleg a vezetékpáron egy adó van, de több vevő is lehet. Az RS422 1200 m-es távolságig ajánlott, az adatátvitel legnagyobb sebessége 2 Mbit/s. Az RS423A esetében minden egység egyik pontja a GND pont, itt a legnagyobb távolság 600 m, a jelátvitel sebességének felső határa 300 Kbit/s.

2. Soros adatkezelésű IC-k BUSZ megoldásai

A legegyszerűbb soros adatátviteli megoldás a két IC között egyetlen adatvonalat és egy GND vezetékét használ, ilyen megoldásúak pl. a Dallas áramkörei (ld. 4. fejezet); ennél az adatkapcsolatnál nincsenek órajelek (aszinkron jelkapcsolat).

A szinkron jelátviteli megoldásokban önálló vezetéken órajelek is haladnak, melyeket a rendszer irányító egysége, a Master küld ki (akkor is, ha az adatokat éppen egy másik elem, egy Slave adja és a Master veszi). A következőkben olyan szinkron jelátviteli megoldásokkal ismerkedünk meg, melyek mára nemzetközileg alkalmazott ipari szabvánnyá váltak.



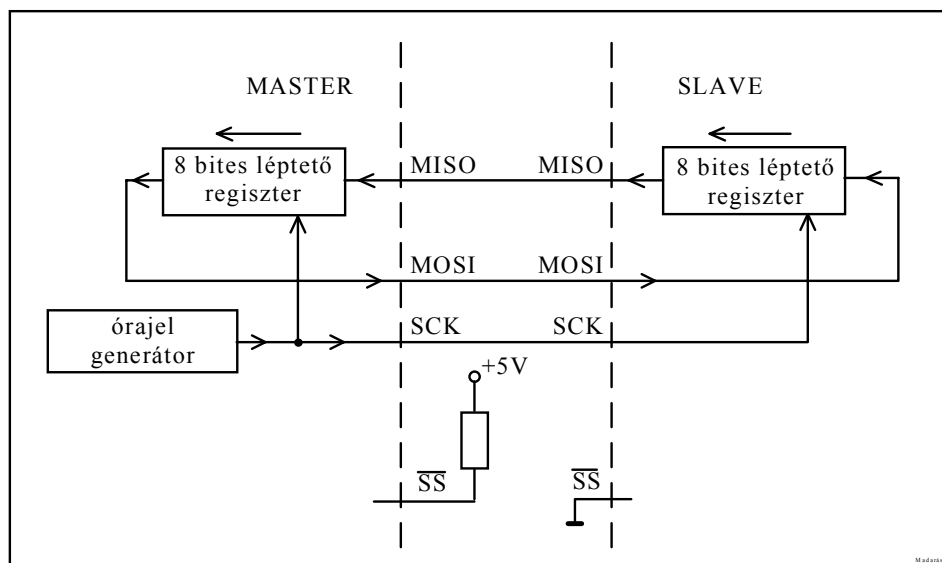
2.1. ábra. Szinkronizáció a Microwire Slave-nél

2.1. A Microwire és a General Instruments soros jelátvitel

A Microwire soros átviteli rendszert a National Semiconductor fejlesztette ki, de ma már igen sok IC gyártó alkalmazza.

A megoldás egyszerű, az adattranszfer formátuma lehetővé teszi, hogy speciális interfész nélkül is kezelhetőek legyenek az áramkörök. Háromvezetékes, szinkron soros rendszer, a három jelcsatlakozás: DI (adatbemenet), DO (adatkimenet) és CLK (órajel). Opcionálisan egy CS engedélyező, aktivizáló jel is megengedett.

A Microwire rendszerben a Master és a Slave szerep hardver módon rögzített, eleve beépített (pl. sok memória IC készül ezzel a megoldással, mind Slave jellegű). A Master küldi ki az órajeleket, s az adattranszfert is ez indítja, parancs-kiküldéssel – a parancsban cím is szerepel. A Microwire rendszert használó gyártók megegyeztek, hogy melyik áramkörtípushoz melyik címet használják – a Slave-nél a cím is rögzített, beépített. Az órajel és a DI, DO jelek kapcsolata a 2.1. ábrán látható. A General Instruments szinkron soros átvitele alapvetően megegyezik a Microwire rendszerrel, de egy további vonalat is alkalmaz ($\overline{RDY}/\overline{BUSY}$), a Slave ezen jelzi, ha belső működés miatt nem tud utasítást fogadni a Mastertől (pl. ha egy EEPROM írási folyamata zajlik). (Az eredeti Microwire szabvány is megengedi egy ilyen foglaltsági jel kiküldését, de nem ad újabb csatlakozó pontot, a DO használható fel ilyen célra.)



2.2. ábra. SPI adatkapcsolat

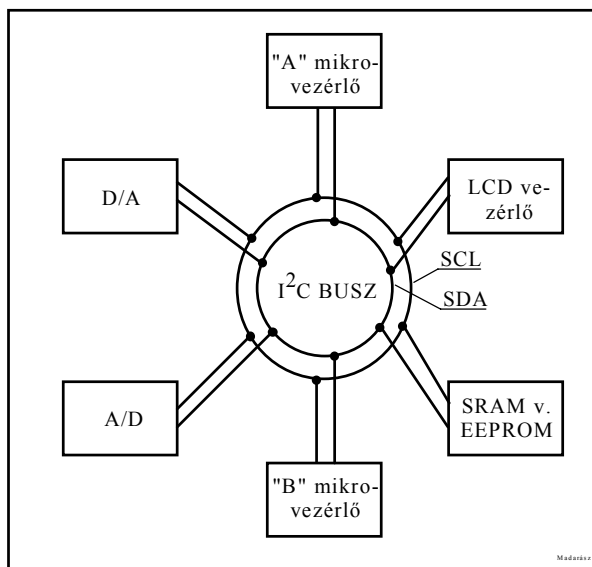
2.2. A Motorola SPI interfész

Az SPI (Serial Peripheral Interface) egy nagy sebességű soros szinkron I/O rendszer. Az SPI alkalmas egy CPU és kiegészítő áramkörei összekapcsolására, de több processzor együttműködését is lehetővé teszi. Az órajel fázisa és polaritása szoftverrel választható, így különféle megoldású soros elemek is összekapcsolhatók az SPI rendszerrel. A kiegészítő áramkörökben a Slave jelleg rögzített. A rendszer működését a 2.2. ábra mutatja be, a jelvezetékek: MOSI (Master kimenet, Slave bemenet), MISO (Master bemenet, Slave kimenet), SCK (soros órajel, a Master küldi ki), SS (Slave kiválasztás). Nyolc SCK óraciklus valósít meg egy adattranszferet. Miközben a Master eszköz kiküld egy adatot a Slave-hez (MOSI), a Slave is kiléptet egy másikat a Master számára (MISO). Ezt a kétirányú folyamatot az egyetlen órajelsorozat szinkronizálja.

Az SPI adattranszfer is tartalmaz parancsot, amit a Master küld. A parancsok az IC kapcsolatokat támogatják, pl. egy EEPROM terület folyamatos feltöltése adatokkal – egyetlen paranccsal előírható. Az SPI BUSZ-t általában 2 MHz-ig használják, de pl. a Xicor cég X25650 soros adatkezelésű EEPROM memória IC-je, mely SPI jelleggel kezelhető, 5 MHz-es adatsebességet is megenged.

2.3. Az Inter-IC (I²C vagy IIC) BUSZ

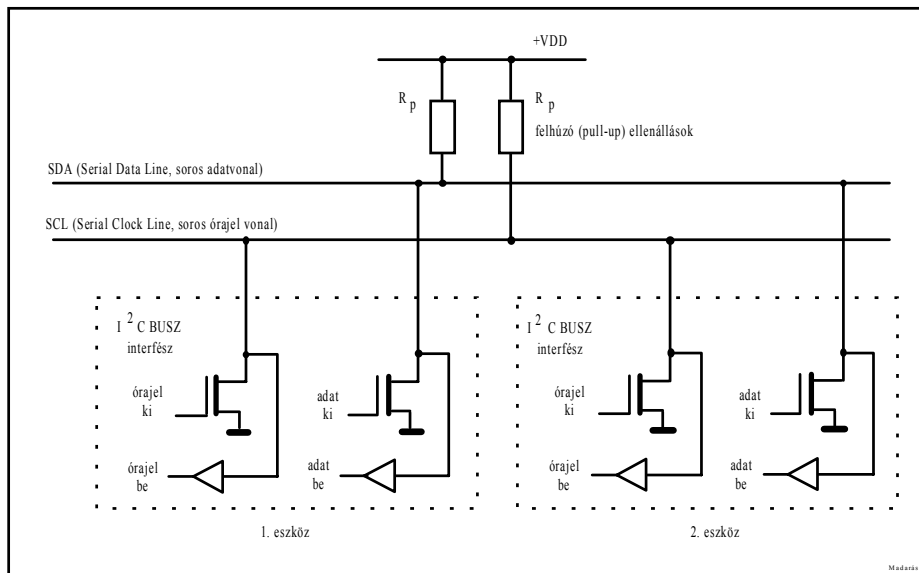
Az I²C kétvezetékes szinkron adatátviteli rendszer (2.3. ábra), melyet a Philips cég dolgozott ki, integrált áramkörök összekapcsolására, a két vezeték: SCL (órajel) és SDA (adat).



2.3. ábra. Példa I²C BUSZ konfigurációra

A Philips több mint 150 különféle IC-t gyárt, beépített I²C illesztő egységgel, de sok más gyártó mikrovezérlőiben is megtaláljuk ezt az áramköri részletet. A soros adatkezelésű memóriák, A/D konverterek között sok ezzel az illesztővel van felszerelve. A résztvevők a két vezetékre nyitott drains illetve nyitott kollektoros kimenettel csatlakoznak, a vezetékek elengedett állapotban a H logikai szintet felhúzó ellenállások biztosítják (2.4. ábra). A résztvevők

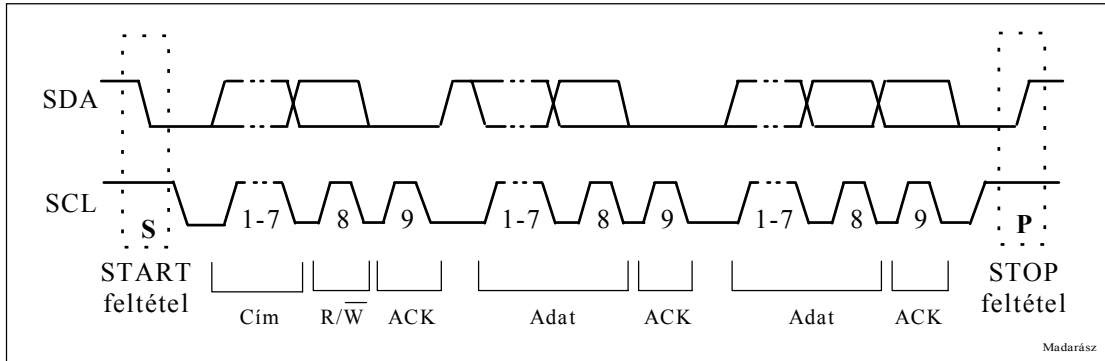
címezhetőek, a cím lehet rögzített vagy programoz-ható.



2.4. ábra. Csatlakozás az I²C BUSZ-ra

Alapvetően egy Master és egy vagy több Slave kommunikál egymással, de a rendszerben több Master is lehet. A Masterek a BUSZ feletti vezérlés jogáért versenyeznek egymással, s amelyik nyertesként kerül ki az arbitrációs folyamatból, a következőkben az kezeli a BUSZ-t. Mindig a Master küldi az órajelet az SCL vonalra. Az eredeti leírásban az adatátvitel sebessége 100 KHz volt, később ezt kiterjesztették 400 KHz-re, ma pedig általános az 1 MHz átviteli frekvencia alkalmazása.

Az adattranszfer a Master kezdeményezi, Start feltétel kialakításával, amit egy cím követ, a cím utáni egy bites vezérlő jel mutatja meg, hogy a megjelölt Slave-et a Master írni vagy olvasni kívánja. A Slave ACK (Acknowledge) jellel visszaigazolja a vételt s ezután következik az írási vagy olvasási ciklus. Az adattranszfer végét a Master Stop feltétellel jelzi. Egy teljes adattranszfer követhető a 2.5. ábrán. A rendszer eredetileg 7 bites címekkel működik, az újabb igényeknek megfelelően később bővítették ki 10 bites címekre.

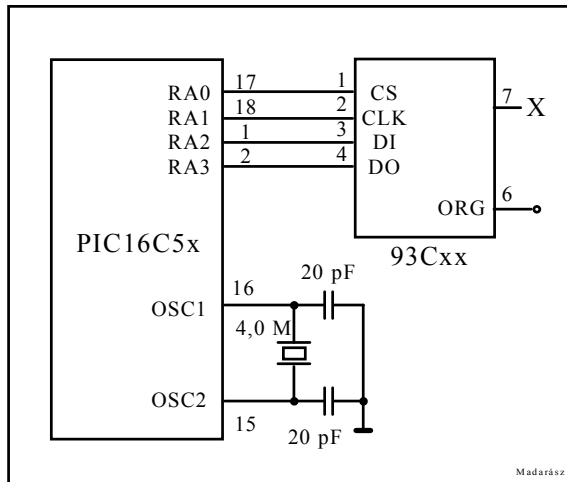


2.5. ábra Adattranszfer formátum az I²C BUSZ-on

Egy kitüntetett címérték az általános hívási cím; ha ezt küldi ki a Master, üzenete minden Slave-nek szól. Ha a Slave küld adatot (Master olvasás), akkor az adat után a Master adja ki a nyugtázó impulzust (ACK), amit a Slave érzékel.

3. A mikrovezérlők és a soros adatkezelési lehetőség

Már a legelső mikrovezérlők többségénél beépítették a soros adatátviteli egységet. Az Intel 8051 család, mely a mikrovezérlők mai példányai többségének az őse, már rendelkezett egy USART (univerzális szinkron/aszinkron vevő/adó) áramkörrel. Itt a szinkron átvitel még a szinkron szavakkal bevezetett blokk, órajelek átvitele nélkül.



3.1. ábra. Microwire SEE illesztése PIC mikrovezérlőhöz

A 8051 továbbfejlesztett változatainál további soros egységek is megjelennek. A Philips 80C524/528 családnál I²C egység jelenik meg, a 80C576 elemeknél szinkron illesztő, amit pl. Microwire elemekhez lehet használni, a 80C592-ben CAN illesztő (ld. később), a 80C654-nél ismét I²C egység. A Motorola az MC68HC11xx és MC68HC05xx mikrovezérlő

családokban SPI és USART egységeket helyezett el.

A Microchip a PIC16Cxx és 17C55x mikrovezérlők egy részében a USART mellett egy olyan szinkron soros kommunikációs egységet alakított ki, mely szoftverrel programozható SPI vagy I²C üzemmódra. A USART is alkalmas szinkron soros átvitelre, s lehetővé teszi pl. a Microwire jellegű elemek kezelését.

A 3.1. ábra jól szemlélteti a soros adatkezelés egyik leg-főbb előnyét, az összekapcsoláshoz szükséges vezetékek számának radikális csökkenését. Egy 93Cxx sorozatú soros adatkezelésű EEPROM (Microchip) és egy PIC16C5x családba tartozó mikrovezérlő (Microchip) összekapcsolási lehetősége látható itt. A Microchip soros adatkezelésű memóriák 8 illetve 16 bites szóhosszúságra programozhatók, a szószámuk széles tartományban változik – a lábkiosztásuk pedig azonos.

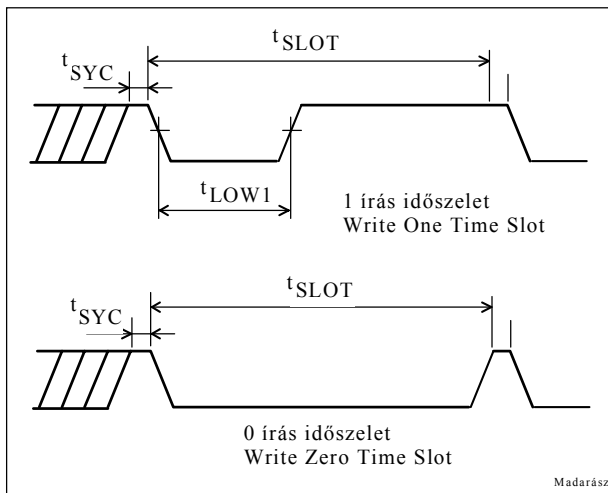
A Microchip cég a soros adatkezelésű elemek széles választékát fejleszti és gyártja. A PIC mikrovezérlők többféle soros Port egységet is tartalmaznak. Mikrovezérlői egy részénél azonban a soros adatkezelés új alkalmazására is talált módot a Microchip, a soros programozásra.

Általában a mikrovezérlők belső programtárolójába a programot programozó készülékekben, párhuzamos adatkezeléssel lehet beírni. A 8 ... 12 bites címet és az utasítások 8 ... 16 bites kódját (típustól függően) párhuzamosan, a Port pontokon át kell bevezetni a mikrovezérlőkbe.

A PIC16Cxx és a PIC17C75x mikrovezérlőknél egy további programozási lehetőség is megjelenik, a soros programozás. Mivel ezzel az eljárással a beépítés helyén, a működési környezetben is programozható a mikrovezérlő, ezt In-Circuit Serial Programming (ICSP) eljárásnak nevezte el a gyártó. A programozó csatlakozások a normál működést nem befolyásolják, a végleges készülékben is megmaradhatnak. Négy Port lábra kell rácsatlakozni a programozás érdekében. A belső programtárban egy nem törölhető területen a gyártó a programozást végrehajtó programrészleteket helyezett el, ezeket a kis szubrutinokat 8 bites parancsokkal lehet aktivizálni – így oldható meg a programozás. A programozás igen nagy biztonsággal megy végbe. Folyamatos a verifikálás, s ha a verifikálás szerint egy rekesz programozása megvalósult, egy megerősítő programozási folyamat is végbemegy, háromszoros időtartalmú programozó impulzussal.

A soros programozás lehetővé teszi, hogy a mikrovezérlőkkel a felhasználói berendezést programozás nélkül készre szereljék s a beépítés után töltsék fel a programtárolót – ez a megoldás az adatvédelmet szolgálja. Egyszerűen megoldható a szoftverfrissítés (up-grade) is, és ha szükséges, a felhasználó is bevihet a mikrovezérlőbe saját programrészleteket.

Slave lehet egyszerre, vala-mennyi nyitott drain jellegű kimenettel kapcsolódik az adatvezetékre (4.2. ábra). Minden adattranszfer a Host vezényel, de ezen belül – akár ír, akár olvas – minden egyes bit átvitelét is a Host indítja. Egy bit átvitele egy időszelvény, amely úgy kezdődik, hogy az adatvonalat a Host H szintre engedi, majd lehúzza L szintre. Ha a Host ír, az időszelvény második részében az adatvonalon megtartja az L szintet (0 írás) vagy felemeli H szintre (1 írás), a 4.3. ábra szerint. Ha a Host olvas, az időszelvény második felében elengedi az adatvonalat, így annak állapotát a Slave tudja meghatározni kimenő egysége segítségével (4.4. ábra). Azt, hogy egy éppen induló időszelvény írási vagy olvasási, a megelőző események mindig egyértelművé teszik, ezért erre már nem kell külön jelzéssel utalni a rendszerben.

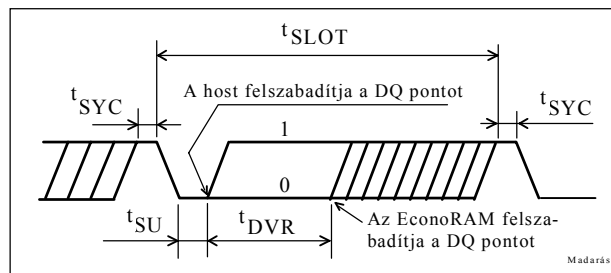


4.3. ábra. Az írás időszelvények

Az áramköröket a Host parancsok segítségével kezeli. Minden Touch Memory tartalmaz egy 48 bites egyedi azonosító számot, egy típusjelző bitsorozatot és ezek CRC ellenőrző kódját. Ezeket az információkat a Host ki tudja olvasni, de ha több Touch Memory is van a vonalon, a Host el tudja készíteni a Touch Memory elemek leltárát is (az azonosító számokat

begyűjtve).

Az azonosító segítségével a Host közvetlenül meg is szólíthat egy Touch Memory elemet. Ha RAM is van a Touch Memoryban, azt a Host képes írni és olvasni, egyes esetekben jelszóval és azonosító kóddal is védheti. Más Touch Memory elemben időzítő és számláló egység is van, ezt pl. telefonkártya jelleggel lehet alkalmazni. Az egyik Touch Memory típus beépített digitális hőmérőt tartalmaz.

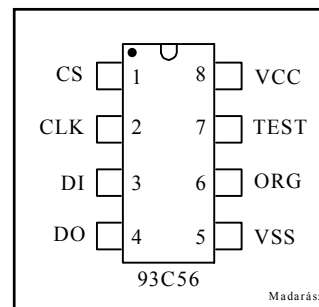


4.4. ábra. Olvasási ciklusok

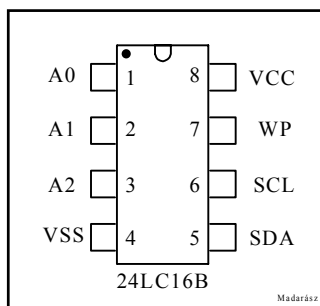
4.2. A Microchip soros adatkezelésű EEPROM memóriái

Többször találkoztunk már az eddigiekben a Microchip soros adatkezelésű EEPROM memóriáival, melyeket a gyártó egyszerűen soros EEPROM-nak (SEE) nevez. Ezek az áramkörök többféle SMD tokozásban is készülnek, de a DIL tokozású kivitelük is kicsiny, mindössze 8 kivezetéses. A cég termékei között megtalálhatók az I²C (24Cxx) és a Microwire (93Cxx) kompatibilis soros EEPROM-ok egyaránt.

Példaként vizsgáljuk meg a Microwire jellegű, 3 vezetékes adatkezelésű SEE áramkört, a 93C56-ot. A törlési és írási folyamatot belső időzítésű áramkör végzi ezeknél az elemeknél (önidőzítés), minden típusnál lehetséges a sorozatos programozás vagy olvasás is, egyetlen parancsra. Egységes a tokozásuk. A tápfeszültség be- és kikapcsolási folyamata alatt az EEPROM tartalma védett a véletlen változásoktól. Az ORG jel segítségével az EEPROM átkapcsolható 8 vagy 16 bites szóhosszúságra, kapacitása ennek megfelelően 256 x 8 vagy 128 x 16. Egyetlen, +5V-os tápfeszültségről működik, a legnagyobb órajel frekvencia 2 MHz lehet. Kis fogyasztású CMOS áramkör, a törlési és írási folyamat közben foglaltsági jelet küld ki a DO pontján. A törlési/írási ciklusok garantált minimális száma 1 millió, az adatőrzési idő minimum 40 év. A DIL tokozású kivitel lábkiosztását a 4.5. ábra mutatja be. A Master által használható utasítások: olvasás, törlés/írás engedélyezés illetve tiltás, törlés, írás, teljes törlés, teljes írás adott tartalommal.



4.5. ábra. A 93C56



4.6. ábra. A 24LC16B

Az I²C kompatibilis soros EEPROM-ok egyike a 24LC16. A kapacitása 8 x 256 x 8, azaz 8 darab 256 x 8 bit méretű blokkból áll. Önidőzített törlési és írási folyamattal működik, DIL tokozású kivitele lábkiosztása a 4.6. ábrán található meg. A 24LC16A használja az A3 ... A0 bemeneteket, ezekkel IC választást lehet elérni. A 24LC16B ezeket a pontokat nem használja, viszont a nagy sebességű működésre (400 kHz) is alkalmas. A rendszerben a IC címe: 1010xxx, ahol az xxx részleten lehet blokkot választani. A tápfeszültség-tartomány 2,5 V ... 5,5 V, aktív állapotban a tápáram felvétel 1 mA, stand by áram igénye (3 V tápfeszültségnél) 5 μ A. A Microchip az áramkörre 10 millió törlés/írás ciklust garantál, az adatőrzési idő minimum 40 év.

4.3. Soros adatkezelésű elektronikus potenciométerek

Néhány éve jelentek meg az elektronikus potenciométerek, melyekben monolitikusan, egyetlen szilícium chipen alakították ki a vezérlő egységet és a kapcsolt ellenállás hálózatot. A csuszka helyzetét beállító információt legtöbbször egy léptető regiszter fogadja. Sokszor a regiszter utolsó fokozatát is kivezetik s így több elem sorba kapcsolható (kaszkádosíthatók).

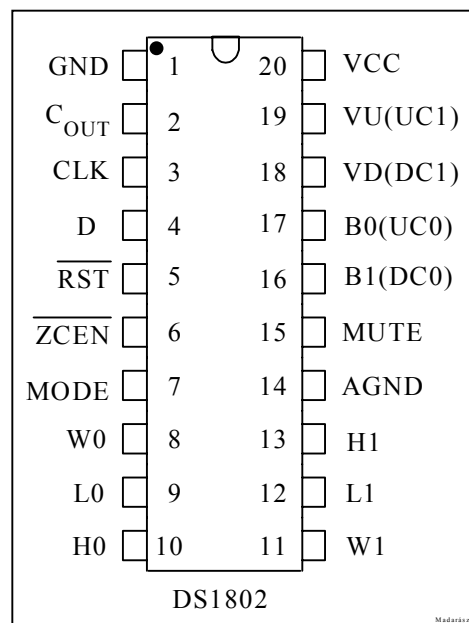
Egyes áramkörökben kétirányban léptethető számláló tartalma jelenti a csuszkahelyzetet, ekkor két nyomógombbal lehet a beállítást elvégezni (az egyik felfelé, a másik lefelé változtatja a tartalmat). Egyes potenciométerekben szinkron soros illesztő egységet találunk, s vannak I²C kompatibilis elektronikus potenciométerek is.

Ha az IC-ben EEPROM részletet is kialakítottak s az tárolja a beállítási információt, a potenciométer beállítása kikapcsoláskor sem vesz el (a Xicor minden eleme így készült, a Dallas is gyárt ilyen áramköröket). Példaként egy Dallas áramkörrel ismerkedjünk meg. A DS1802 egy kettős hangerősítő-potenciométer, logaritmikus karakterisztikával. Mindkét potenciométer 65 lehetséges csuszkahelyzettel rendelkezik, lépésenként 1 dB inkrementális értékkel, és egy csendesített (Mute) állással. A potenciométer két módon is vezérelhető:

- nyomógombos inkrementálással/dekrementálással,
- 3 vezetékes szinkron vezérléssel.

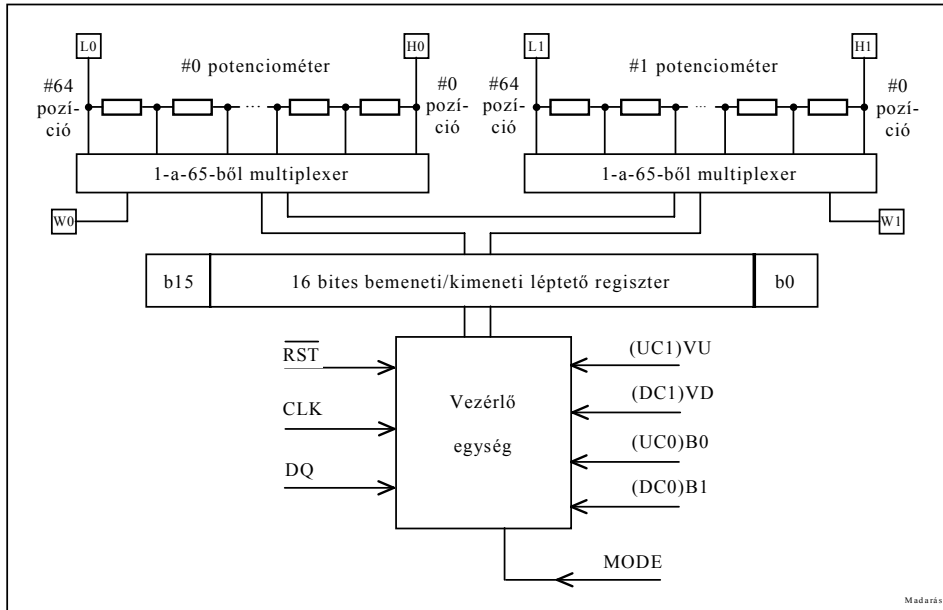
A potenciométerek üzemelhetnek egymástól függetlenül (mono üzem) vagy összekapcsoltan (sztereo üzem) – utóbbi esetben egy vezérlőjel hatására együtt változik a két egység beállítása. A DIL tokozású kivitel lábkiosztását a 4.7. ábra mutatja be.

Az áramkör vezérlése egy léptető regiszterre épül (4.8. ábra). Bekapcsoláskor a soros Port aktivizálódik, majd 10 μ s-ig aktív is marad. A nyomógomb vezérlő interfész 50 ms után éled fel. A soros Port három vezetékkel használ (RST, CLK,



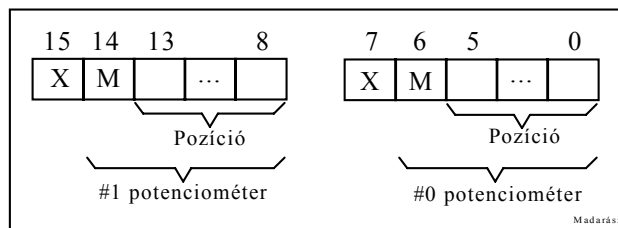
4.7. ábra. A DS1802 lábkiosztása

DQ). Az $\overline{\text{RST}}$ bemeneten lévő H szint engedélyezi a beállítást, először a #0, majd az #1 potenciométer beállító adatát kell beküldeni, mindkettőt a Mute bit követi (4.9. ábra). Az órajel frekvenciája maximum 10 MHz lehet. A DS1802 áramkör C_{OUT} kimenete egy másik hasonló áramkör DQ pontjára köthető, a 16. órajelet követő órajelek hatására itt kilép a beérkezett bitsorozat.



4.8. ábra. A DS1802 belső felépítése

Az áramkör intelligenciájára jellemző, hogy el tudja kerülni (a hangfrekvenciás erősítőben) a HF jel zavaró hatását. Ha a $\overline{\text{ZCEN}}$ bemenetet L szintre állítjuk, a DS1802 csak akkor fogad vezérlő jelet, ha a potenciométer két végpontja ekvipotenciális (azaz a HF jel nullátmeneténél).



4.9. ábra. A potenciométert beállító adatszó

A digitális vezérlésű, soros adatkezelésű elektronikus potenciométerek a korszerű, mikroprocesszoros vezérlésű hírközlési eszközök nélkülözhetetlen elemeivé váltak.

5. Soros adatkapcsolat a számítógép és perifériái között

Az IBM PC sok kiegészítő egysége (EPROM és PLD programozó, mikrovezérlő fejlesztő egység stb.) a soros Partra csatlakozik. Hagyományosan soros kezelésű elem az egér, speciális soros egység a billentyűzet. Az utóbbi évben azonban olyan illesztéseknél is megjelentek a soros megoldások, melyeket eddig csak párhuzamosan oldottak meg.

Az IEEE 1394 jelzéssel szabványosított ún. FireWire soros átviteli szabvány elsősorban multimédia alkalmazások kezelésére alkalmas. A PC és a CD meghajtó, a scanner, a CCD kamera stb. köthető össze a felhasználásával, egy néhány eres olcsó kábellel. Az IEEE 1394 kábelében két vastagabb ér van a tápellátás biztosítására és két sodrott érpár a jeltovábbításra. Az egyiket az NRZ kódolású adatjelek haladnak, a másikon TPB strobe jel. A két jel használata mellett külön órajelre már nincs szükség, a szinkron jelkapcsolat megvalósítható. A teljes kábelt külső árnyékolás és szigetelés zárja le.

Ez az átviteli rendszer 400 Mbit/s adatsebességig használható, 1998-ra várható a szabvány kiterjesztése 1600 Mbit/s értékig. A rendszer dinamikusan konfigurálódik, az egységek működés közben felkapcsolhatók vagy eltávolíthatók a rendszerből. A Texas Instruments már gyártja az IEEE 1394 csatoló integrált áramköröket.

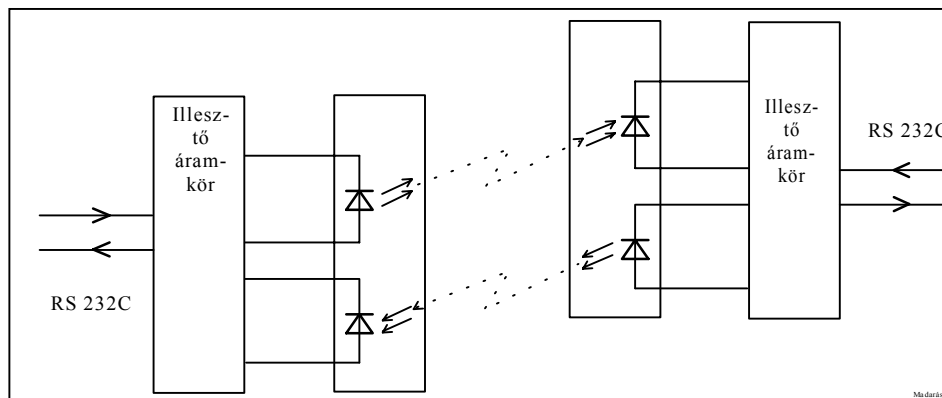
Egy másik, a számítógép és perifériái összekötésére kialakított soros illesztő megoldás az USB (Universal Serial Bus). Az USB kidolgozásába olyan óriás cégek kapcsolódtak be, mint az Intel, a Microsoft, a Digital, az IBM, a Compaq, a NEC. Az USB minden szokásos számítógép periféria csatlakoztatását meg tudja oldani, így a számítógépen elegendő egyetlen, USB szabványú csatlakozót elhelyezni. Jelenleg az USB 12 Mbit/s adatsebességig használható. Az USB kábel négy eres, csillag jelleggel lehet csatlakozni. Egy csatlakozó szegmens 5m hosszúságú lehet, és 127 eszközt tud csatlakoztatni. Az eszközök 16 kétirányú digitális ponttal rendelkezhetnek.

Már beszerezhető USB csatlakozású billentyűzet, joystick, video egység, hang egység, fejlesztés alatt van az egér, a scanner, a modem stb. Várhatóan 1998-ra a PC-ken szabványos csatlakozó lesz az USB.

Talán meglehetősen kezdeményezés, de a számítógép és perifériái összekötésére is kidolgoztak egy vezeték nélküli, infravörös fényvel működő rendszert, az IrDA szabványt. Az IrDA – Infrared Data Association – egy nonprofit szervezet neve; tagjai elhatározták, hogy az infravörös jelátvitel alkalmazási lehetőségeit kiterjesztik. Kidolgozták az IrDA jelátviteli szabványt, megalkották a hardver elemeket. Az IrDA illesztővel megvalósított csatlakozás kis teljesítmény igényű, közepes sebességű (jelenleg 115,2 Kbit/s), s a legfontosabb: vezeték nélküli, így az egységek szabadon mozgathatók! Az IrDA csatoló mára már megjelent a

desk-top, lap-top PC-kben, telefonokban, számítógépes hálózati csomópontokban, kézi mobil eszközökben.

Az IrDA jelátvitel a PC RS232C csatlakozáson keresztül kommunikál a számítógéppel, egy egyszerű illesztőn keresztül. Az IrDA infravörös adó és vevő egységét (5.1. ábra) egyetlen, integrált elemként alakítják ki (ilyen elemet többek között a Hewlett Packard is gyárt már). A rendszer megvalósítja a pont-pont kapcsolatot, de kizárja a környezeti zavarokat. A hatótávolság 1 ... 3 m, 115,2 Kbit/s adatsebesség mellett egy 1 MByte terjedelmű információs egység átvitele 100 s ideig tart. A továbbfejlesztett szabvány (IrDA 1.1) 4 Mbit/s sebességet enged meg, ezzel az 1 MByte adatmennyiség 3 s alatt továbbítható.

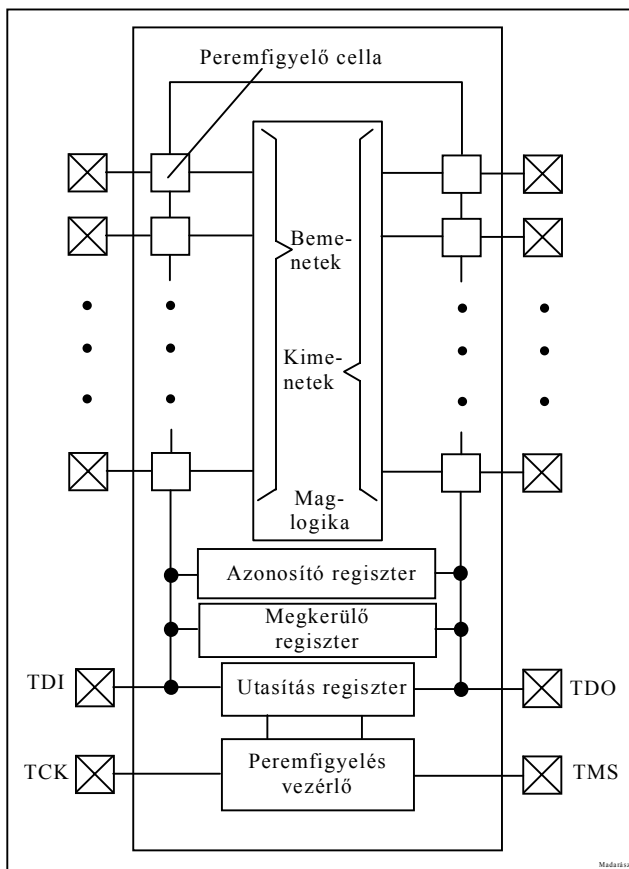


5.1. ábra. IrDA adó/vevő elemek

Megemlítjük még, hogy terjednek a rádiófrekvenciás megoldások is. Ma már beszerezhető olyan sávkódkezelő rendszer, melyben a leolvasók és a számítógép RF kapcsolatban vannak egymással. Fejlesztés alatt állnak a számítógéppel RF kapcsolatot fenntartó személyi azonosítók, riasztók, adatgyűjtők is.

6. A digitális áramkörök tesztelésének soros megoldása

A mikroelektronika fejlődése során a digitális áramkörök és készülékek tesztelése lassan megoldhatatlan problémává vált. Az LSI IC-k gyártás közben történő tesztelése az időigény mellett a csatlakoztatási gondok miatt is egyre kivihetlenebb – sok száz mikrométerű pontra kell ideiglenes jelleggel, igen pontosan és jó vezetést biztosító módon rákapcsolódni. A szerelt panelek tesztelése, az in-circuit vizsgálatok lényege, hogy egy megfelelően kialakított tűágyra fektetik a panelt, a belső pontokra vizsgáló jeleket kényszerítenek és mérik a kimenetek viselkedését. A vizsgáló jelek az áramköröket károsítják, a



6.1. ábra. A peremfigyelésre felkészített IC

hosszú idejű megbízhatóságukat rontják – az USA hadiiparában, az űrkutatásban, a repülésben pl. ezért nem is engedik meg az in-circuit teszt alkalmazását. A korszerű, felületen szerelt áramkörök használata esetén pedig sok csatlakozó pont nem is érhető el a tűágygal.

Mindezekon a gondokon segít a soros tesztelési megoldás, a Boundary Scan (peremfigyeléses teszt). A peremfigyelésre lehetőséget biztosító áramköri részleteket az IC-kben lehet elhelyezni, ezek az áramkörök ezután alkalmasak a Boundary scan végrehajtására – de a velük szerelt panel is vizsgálhatóvá válik ilyen módon. A Boundary

Scan ma már szabványos tesztelési eljárás (IEEE 1149.1).

Ha egy IC-t alkalmassá kívánnak tenni a peremfigyelésre, a chipen az eredeti IC (maglogika) körül még további részleteket kell kialakítani (6.1. ábra). Minden chip-csatlakozópont és külső láb közé egy peremfigyelő cella kerül, ezek a cellák egy léptető regisztert alkotnak. Az így létrejött léptető regiszter bemeneti

pontja a TDI (Test Data In), kimeneti pontja a TDO (Test Data Out). Ezekon kívül egy órajel (TCK, Test Clock) és egy üzemmódvezérlő pont (TMS, Test Mode Select) jelenik meg. A peremfigyelő cellákba tetszőleges tartalmat lehet beléptetni, a cella összeköthető az IC lábbal vagy a maglogikával – vagy egyszerre mindkettővel (ez a teszten kívüli, normál állapot).

Az IC már gyártás közben is tesztelhető – csak négy ponton kell csatlakozni a chiphez – ellenőrizhető a tokozás után, és a felhasználás helyén is. A bemenetekhez tetszőleges vizsgáló jeleket lehet beléptetni, a kimeneti értéket a kimenetknél lévő cellák befogadják s azok onnan kiléptethetők. A felhasználói környezetben a peremfigyelésre alkalmas IC-k sorba köthetők (kaszádósíthatók), s így a teljes panelnek is csak négy csatlakozópontja lesz a teszteléshez! A peremfigyelésre alkalmas IC-k közötti NYÁK terület, az ott lévő egyéb áramkörök tesztelését is meg lehet oldani.

A Boundary Scan alkalmas a késztermék tesztelésére is, az élesztés során, használatbavételkor, sőt, akár üzem közben is. A peremfigyelésre automatikus hibakereső megoldások is építhetők. Azt is lehetővé teszi, hogy pl. soros adatkezelésű EEPROM-okba a bekapcsolás után töltsünk tartalmat – ha az EEPROM pl. peremfigyelésre alkalmas BUSZ meghajtókra csatlakozik. Használják ezt a megoldást PLD (programozható logikai áramkör) üzem közben történő felprogramozására is.

Ha a Boundary Scan a kedves olvasó számára egy túlbonyolított, nehézkes megoldásnak tűnne, aminek nincs gyakorlati haszna – eláruljuk, hogy az Intel már a 486-os processzorokat peremfigyelésre alkalmas áramkörként készítette el, ma gyakorlatilag minden mikroprocesszor, digitális jelprocesszor tartalmazza a peremfigyelő részleteket. A Texas Instrument a BUSZ meghajtókat, puffereket gyártja peremfigyeléses kivitelben, valamint a Boundary Scan vezérlő áramköreit is kifejlesztette.

7. BUSZ megoldások az épületek információs rendszerében

Az épületeken belüli információs rendszer hagyományos megoldása, hogy egymás mellett kialakítják a telefonvezetékeztést, a számítógép-hálózatokat, esetenként a riasztó rendszer vezetékeztését, a zárt láncú tv kábelezését. Mindezek helyett egyszerűbb és gazdaságosabb megoldás, ha egyetlen kábelrendszert alakítanak ki, s integrált informatikai rendszert hoznak létre. Több ilyen rendszert is kidolgoztak a közelmúltban.

Az Instabus EIB egy épületfelügyeleti és installációs rendszer. Az EIB egy közös európai koncepció (European Installation Bus), az EIBA (EIB Association) társulás szellemi terméke. Osztott intelligenciájú, PC-ről programozható hálózat az épület villamos, gépészeti, informatikai és felügyeleti rendszereinek irányítására, felügyeletére, ellenőrzésére, üzemeltetésére. Alkalmas pl. a világítás kapcsolására, a fényerő beállítására, a napvédő redőnyök kezelésére, fűtésszabályozásra, a légkondicionáló programozására, az energiafogyasztás optimalizálására, mozgásérzékelésre, különféle vészjelzések kialakítására. A BUSZ hálózatra csatlakoznak az érzékelők, beavatkozók – egy BUSZ vonalra legfeljebb 64 rendszerelem köthető. 12 vonal alkot egy tartományt, 15 tartomány kapcsolható össze rendszerré – így összesen 11520 darab érzékelő, beavatkozó szerepelhet a rendszerben. A rendszerelemek címét a PC állítja be.

A BUSZ vezetéke egyszerű kéteres kábel, mely a rendszerelemek tápellátását is elvégzi (a tápfeszültség 24V egyenfeszültség). Az elérhető adatátviteli sebesség 9600 bit/s. A vonalak összes hossza 1000 m lehet.

Egy másik, hasonló szerepkörű BUSZ rendszer a CEBus (Consumer Electronics Bus). Itt a végpontok száma már 61000 lehet. A BUSZ kábel lehet villamos hálózati vezeték vagy sodrott érpár, esetleg koaxiális kábel vagy optikai szál. A kábel minőségétől függ a jelátviteli sebesség. A nagy sebességű megoldásban már videojel is továbbítható a hálózaton.

8. A soros BUSZ megoldások terjedése az ipari folyamatok irányításában

A gyártó rendszerek, a különféle ipari folyamatok ma már elosztott intelligenciájú, hierarchikus irányítási rendszerek felügyelete alatt működnek, s ezeket az irányítási rendszereket számítógépek alkotják. Kézenfekvő, hogy az irányítástechnikában is a számítógépes hálózatok kommunikációs rendszerei jelentek meg először. Számos példa van az Ethernet hálózat felhasználására ipari rendszerekben, a gyártócellák szintjén és a magasabb irányítási szinteken. Mivel az Ethernet egyesíti az RS232C alacsony költségét és RS422/485 multidrop lehetőségével és kidolgozott kommunikációs szabvánnyal rendelkezik, a PC-khez pedig készen beszerezhetők az Ethernet csatoló kártyák és a kezelő szoftverek, ez valóban egy hatékony megoldásnak bizonyult. Ipari adatgyűjtő készülékeket gyártanak Ethernet csatlakozózási lehetőséggel – pl. az Intelligent Instrumentation cég az EDAS-1001E-1 egységét, amely 32 digitális bemenetet és kimenetet képes kezelni.

Idővel azonban az ipari irányítás speciális igényeinek jobban megfelelő BUSZ rendszerek is megjelentek. Egy széles körben elterjedt alsó szintű irányítási

BUSZ megoldás a PROFIBUS (Process Field Bus) rendszer. A PROFIBUS felhasználható a folyamatirányítás legalsó (terepi) szintjén, a saját tápellátással rendelkező szenzorok és aktuátorok kezelésére, de a következő irányítási szintet is ki tudja szolgálni – a gépvezérlők, a PLC-k, az adatgyűjtők és a PC-k összekötésére is alkalmas. Németországban dolgozták ki, ott országos szabványként szerepel. Három változata lehetséges – elektromágneses zaj jelenlétében száloptikás szereléssel, robbanásveszélyes környezetben speciális kialakítással és normál ipari használatban RS485-nek megfelelő, sodrott érpáras kábelezéssel. A hálózat négy szegmensből állhat, a szegmensek maximális hosszúsága sebességfüggő (pl. 90 Kbit/s esetén 1200 m, 500 Kbit/s mellett 200 m).

Több Master-es rendszer, a Masterek száma legfeljebb 32 lehet. A Masterek programozottan adják át egymásnak a BUSZ feletti rendelkezés jogát (token passing). Az ISO/OSI kommunikációs referencia modell rétegei közül az 1-t (fizikai réteg) és a 2-t (adatkapcsolati réteg), valamint a 7-t (alkalmazási réteg) valósítja meg.

Az INTERBUS S a legalsó irányítási szint, a terepi szint kommunikációs rendszere, a szenzorok és aktuátorok összekötésére fejlesztették ki. A Masterre csatlakozó törzskábelre a leágazásoknál ismétlő/csatló egységek kerülnek – a törzskábel 13 km hosszú lehet. A leágazás lehet Fernbus vagy Peripheriebus. A Fernbus 256 részvevőt szolgál ki, az adatkapcsolat itt RS485 jellegű, a kábel sodrott érpár. A Peripheriebusra 8 részvevőt lehet rákötni, itt is RS485 jellegű az adatkapcsolat.

Ha szükséges, az INTERBUS lehetővé teszi összetettebb készülékek (robotvezérlő, DNC egység, PLC stb.) bekötését is a rendszerbe. Az INTERBUS S Clubba társult cégek (ez is németországi csoportosulás) INTERBUS termékei teljesen kompatibilisek egymással, így változatos rendszereket lehet kialakítani, gyártótól függetlenül.

Egy kevésbé ismert aktuátor/szenzor BUSZ rendszer a Pakscan IIE (Rotork), mely kétvezetékes megoldású. Ez is a legalsó irányítási szint kiszolgálására készült, 240 aktuátort illetve szenzort képes kezelni. A kéteres kábel teljes hosszúsága 20 km lehet. A részvevők címezhetők, a Master állomás felügyeli a rendszert. A kommunikáció RS485 jellegű, a kéteres kábel gyűrűszerűen visszatér a Masterhez. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy egyszeres kábelszakadás esetén a rendszer még hibamentesen tovább tudjon működni – a szakadást pedig jelezni tudja a kezelőnek.

A folyamatirányítás BUSZ rendszerei elnevezései nem árulkodnak sok fantáziáról – az elnevezés általában semmit nem mond a rendszer sajátosságairól. Így a CAN betűszó sem mond sokat – ez a Controller Area Network szavak kezdőbetűiből alkotott betűszó. Ez is egy szenzor/aktuátor kezelő BUSZ

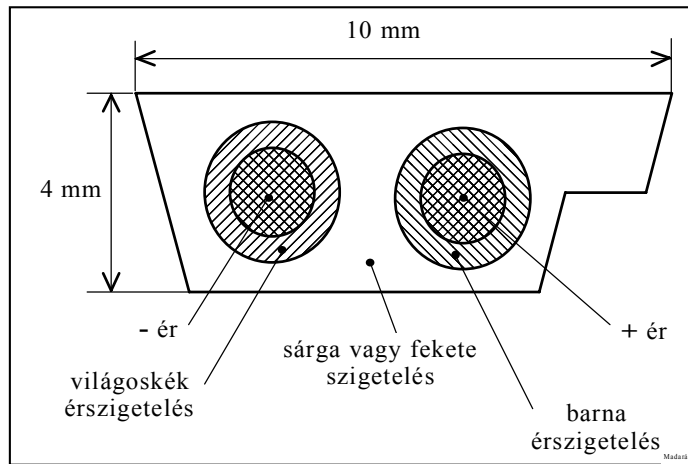
rendszer, de ezt a személygépkocsik fedélzeti irányítási rendszere számára fejlesztették ki. Ebben a programban olyan félvezetőgyártó multik vesznek részt, mint az Intel, a Motorola, a Siemens, a National Semiconductor – ezek a cégek gyártják a CAN vezérlő IC-eket.

Egy luxus kategóriájú személygépkocsiban ma a vezetékek összes hossza már meghaladja a 2 km-t, a kábelezés teljes tömege elérheti a 100 kg-ot is. A CAN – egyetlen kábel végigvezetését igényli csak a karosszéria mentén! A CAN rendszert eredetileg a Bosch cég fejlesztette ki 1987-ben – mára már széles körben alkalmazott ipari szabvánnyá nőtte ki magát ez a BUSZ rendszer.

Multi Master jellegű rendszer, kéteres kábelre épül. Az átvitel nem a szokásos címzéses megoldású, hanem objektum-orientált. Az adatra jellemző objektus azonosító szerepel az üzenet elején, s minden résztvevő, aki használni tudja az adatot, befogadja.

A Masterek BUSZ arbitráció révén, egymással versenyezve igyekeznek megszerezni a BUSZ kezelés jogát, nincs előre programozott aktivitási sorrend. Legtöbbször sodrott érpárral alakítják ki, ezen 1 Mbit/s adatátviteli sebességet lehet elérni. A kábelhossz – ipari alkalmazásokban – 10 km lehet. Az üzenetet Start bit vezeti be, ezt követi a 11 bites objektus azonosító – ami arbitrációs eseményként is szolgál, mire az utolsó bitje a vezetékre kerül, eldől, melyik Master működhet. Az üzenet következő részlete az adat, amit 15 bites CRC ellenőrző kód követ, az üzenetet a nyugtázó mező és az üzenet vége jelzés zárja le.

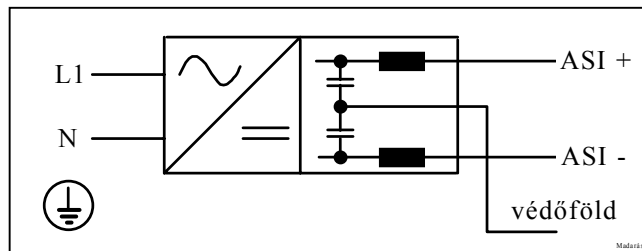
Az ipari irányítási rendszerek különleges területe a mozgó egységek kezelése, felügyelete, irányítása. A korszerű automatikus raktározási és anyagmozgatási rendszerek irányításának egy lehetséges megoldása az infravörös digitális adathálózat. A Rolltronic cég rendszere a technológiai csarnok mennyezetén helyezi el a rögzített IR adó/vevő egységeket, az automatikus targoncákon, szállító egységeken a mobil elemeket szerelik fel. A rendszerbe – IR csatolóval – PC, robotvezérlő, szerszámgep vezérlő is bekapcsolható. A rögzített IR egység RS232C vagy RS422 jelleggel kapcsolódik a központi számítógéphez. Az IR egységek hatótávolsága 40 m.



8.1. ábra. Az ASI kábel

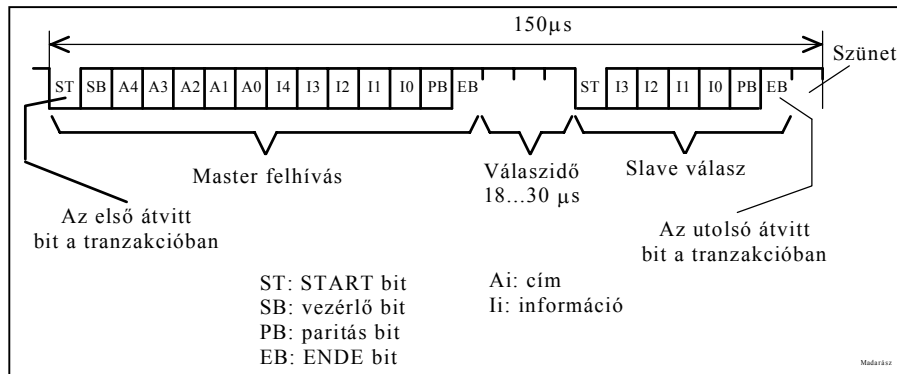
E rövid áttekintés végén egy olyan terepi BUSZ rendszert mutatunk be, mely kéteres kábellel oldja meg a szenzorok és aktuátorok összekapcsolását (és egyúttal a táplálását is), s az elemeket magas fokú intelligenciával kezelve a magasabb

irányítási szintet sok apró feladattól mentesíti. Az ASI (Aktuator-Sensor Interface) BUSZ rendszer is a terepi szint kialakítására alkalmas. Egy Master lehet a rendszerben és 31 Slave – minden részvevő a kéteres ASI kábellel csatlakozik (8.1. ábra). Minden Slave négy digitális kimenetet és négy digitális bemenetet szolgál ki, így összesen 124 I/O pontot kezel a rendszer, az ASI kábel teljes hossza 100 m lehet (ezt jelismétlőkkel 300 m-ig lehet megnövelni).



8.2. ábra. Az ASI tápegység

Az ASI rendszerben az aktuátorok, szenzorok a tápellátást az ASI kábellel kapják, egy sajátos ASI tápegységből (8.2. ábra), ez is egyszerűen az ASI kábellel van kötve. A névleges tápfeszültség 30 V. Amelyik elem jelet küld ki, tulajdonképpen a tápáramát változtatja a jel függvényében – s a vonalon a tápáramváltozás miatt kis feszültségimpulzusok jelennek meg. A vevő egységek adaptív módon kezelik az ASI kábel feszültségét, a kis feszültségimpulzusokból visszaállítják a digitális kódot.



8.3. ábra. Egy tranzakció az ASI rendszerben

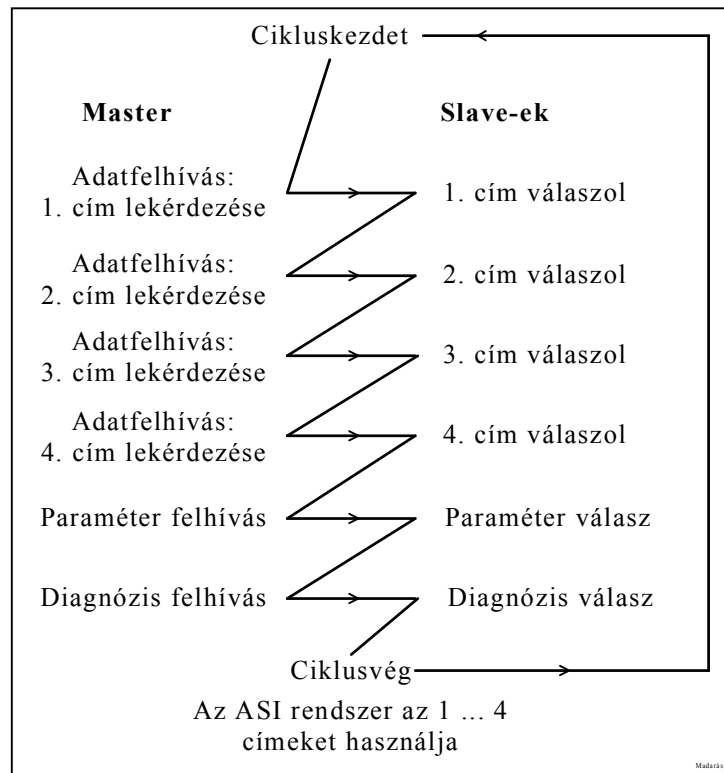
A kommunikáció alapeseménye, egysége a Master felhívás (8.3. ábra). A leggyakoribb esemény az adatfelhívás – a Master megszólít egy Slave elemet, kimenő adatot (4 bit) küld a számára – a Slave válaszol, beküldi a bemenő adatait (4 bit). A Master sorban minden létező Slave-elemet megszólít, a ciklus végén extra Master felhívásokat hajt végre – majd előlről kezdődik a ciklus (8.4. ábra). Az extra felhívások alkalmasok annak kiderítésére, hogy van-e a kábelben olyan Slave, amelyiket még nem épített be a rendszerbe a Master, ennek címet lehet adni automatikusan, fel lehet paraméterezni s ezután be lehet illeszteni a ciklusba.

Az ASI egy-Masteres, multidrop jellegű rendszer, kötött időzítésű kommunikációt valósít meg. A bitidőtartam $6 \mu\text{s}$, teljes kiépítés mellett egy ciklus teljes időtartama 5 ms.

Az ASI intelligenciáját a Master- és a Slave-elemekbe beépített ASI chip biztosítja. Az intelligens szenzorok, aktuátorok tartalmazzák az ASI chipet. Hagyományos szenzor, aktuátor is beköthető a rendszerbe, ehhez olyan csatoló doboz alkalmazása szükséges, amelyik tartalmazza az ASI chipet (intelligens csatoló).

A gyárból minden intelligens ASI elem (csatolók, szenzorok, aktuátorok) 00h címmel kerülnek ki, a rendszerbe csatlakozás után a Master tölti be az üzemi címeket. Ezt a címet az ASI chip EEPROM-ban tárolja, így a tápfeszültség kimaradásakor a cím nemvész el. Az ASI Master kialakítható PC kártyán, PLC kiegészítő egységként, önálló egységként (pl. ASI – RS232C vagy ASI – PROFIBUS stb. illesztőként). Az ASI Master két fő része a magasabb irányítási szint felé kommunikáló digitális rész és az ASI vezetékre csatlakozó analóg rész. E két rész között RS232C jellegű adatkapcsolat van – így ez a két rész egymástól távol, akár több km-re is elhelyezhető. Ha tehát az irányító rendszer a

folyamattól nagy távolságra van, ezzel a megoldással akkor is alkalmazható az



8.4. ábra. Az ASI rendszer működési ciklusa

ASI BUSZ rendszer.

Záró gondolatok

A soros adatkezelés legfontosabb előnye a vezetékmentesség. A nagy kiterjedésű ipari rendszerekben ez igen tetemes lehet. Már egy személygépkocsiban is 2 km helyett 10 m kábel elegendő a CAN rendszer használata esetén, az ASI BUSZ a 200 szenzor, aktuátor kéteres bekötése helyett egyetlen kéteres kábelt igényel csak. A nagyszámú kábelt – párhuzamos adatkezeléskor – nagyszámú fogadó elemnek kell kezelnie, a soros BUSZ rendszerek ezeket is feleslegessé teszik.

Ha készüléken belül alkalmazunk soros adatkapcsolatot – pl. a mikrovezérlő és kiegészítői között – a berendezés hatékonysága növekszik meg. Mindenképpen

egyszerűsödik a NYÁK mintázat, olcsóbb és kisebb lesz a készülék. Ha a soros átvitelt vezeték nélkül valósítjuk meg, egy további előny is megjelenik: az eszközök szabadon mozgathatók lesznek.

Ezen a néhány oldalon csak arra vállalkozhattunk, hogy érzékeltessük, milyen újszerű soros adatátviteli megoldások jelentek meg a digitális technika, az irányítás különféle szinterein. Az érdeklődőknek további információkat nyújthatnak az irodalomjegyzékben szereplő művek, de ma már van egy sokkal nagyobb határfokú információs tárház is, az Internet. Ha valamelyik kereső állomásnak megadjuk a tanulmányban szereplő egyik BUSZ rendszer nevét, bizonyos hogy több száz találatot fog jelezni, a világ minden tájáról lehet így leírásokat, ismertetéseket, tanulmányokat, felhasználási példákat gyűjteni.

IRODALOM

- [1] Microchip Technology Inc.: PIC 16/17 Microcontroller Data Book 1996/1997.
- [2] Microchip Technology Inc.: Non-Volatile Memory Products Data Book. 1996/1997.
- [3] Philips Semiconductor: I²C Peripherals Dandbook IC12. 1996.
- [4] Callahan S. – Lawrence D.: Universal Serial Bus Offers Ideal Expansion Capability for Mobile Systems. Mobile Computing technology, 1996. Mart/April, p. 21-23.
- [5] INTERBUS-S-CLUB: INTERBUS – the Field Automation. CD, ed. 3, 1996/97.
- [6] TEMIC Semiconductors: IrDA Compatible Data Transmission Design Guide. 1996. April.
- [7] Texas Instruments: Data transmission Seminar, 1996.
- [8] Dr. Madarász L.: A PIC16C mikrovezérlők. GAMF jegyzet, Kecskemét, 1996.
- [9] Dr. Madarász L.: Elektronikus potenciométerek 1.-2. rész. ELEKTRONet, 1996. május, p. 46.-47.; június, p. 3-6.
- [10] Cylax I.: Easy-to-Use Serial EEPROMs. Circuit Cellar INK, 1996. June, p. 42-51.
- [11] Cantell T.: The Little LAN That Could. Circuit Cellar INK, 1996. June, p. 98-105.

- [12] Dr. Madarász L.: Bitsoros jelkapcsolatok a mikroszámítógépekben. Rádiótechnika Évkönyve 1997., p. 94-108., 145.
- [13] Dr. Madarász L.: A DALLAS Touch Memory elemei. GAMF oktatási segédlet, Kecskemét, 1997.
- [14] Dr. Madarász L.: Kommunikáció az egy vezetékes BUSZ rendszeren – a DALLAS elektronikus azonosító elemkészlete 1-4. rész. ELEKTRONet, 1996. szeptember, p. 8-11.; október, p. 57-60.; december, p. 39-42.; 1997. február, p. 48-50.
- [15] Dr. Madarász L.: Az ASI – egy kétvezetékes aktuátor-szenzor BUSZ rendszer 1-4. rész. ELEKTRONet, 1996. október, p. 42-44.; december, p. 4-5.; 1997. február, p. 26-28.; március, p. 32-34.
- [16] Marsh D.: CANBus Ics. Marry Mechanics with Electronic Supervision and Control. EDN, 1997. Mart 3., p. 117-128.
- [17] Texas Instruments: IEEE 1394 Circuits Product Information. 1997.
- [18] Long-distance IrDA link. Elektor-Electronics, 1997. 5., p. 26-31.
- [19] Dr. Kovács K.: A jövő villanyszerelési technológiája: Instabus EIB. Elektrotechnika, 1997. május, p. 205-211.
- [20] Visegrády T.: A soros jövő. CHIP, 1997. július, p. 55-57.

Growing importance of serial data processing in digital electronics

Dr. László Madarász

Summary

The author gives a survey of the different fields of digital electronics and proves that serial signal processing is becoming more and more general. The most important characteristics of some systems are described together with some industrial standards in the study.

Vordrang der Serien-Datenverarbeitung in der digitalen Elektronik

Dr. László Madarász

Zusammenfassung

Der Verfasser gibt einen Überblick auf die verschiedenen Gebiete der digitalen Elektronik und beweist, daß Serien-Signalverarbeitung immer allgemeiner wird. In der Studie werden die wichtigsten Lösungen dargestellt und einige Industrienormen detailliert beschrieben.

Dr. Madarász László 1971-ben a BME-n védte meg villamosmérnöki oklevelét. 1971 óta a GAMF oktatója, 1984 óta tanszékvezető. Irányítástechnikai szakmérnök, mérnöktanár, egyetemi doktor. Fő szakterülete a digitális áramkörök tervezése, a mikroelektronikai elemek alkalmazástechnikája. Szakkönyveit, tankönyveit, jegyzeteit országszerte használják, rendszeresen publikál folyóiratokban is.

Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola

Elektrotechnika és Kibernetika Tanszék

6000 Kecskemét, Izsáki út 10.

(Megjelenés helye: GAMF Közleményei XIII. sz., 1996-1997)

A lektor neve: Hóka László

Beosztása: fejlesztőmérnök

Munkahelye: HOKAFU BT., Szentendre