

2.3. Soros adatkommunikációs rendszerek – CAN (Harmadik rész – alapfogalmak II.)

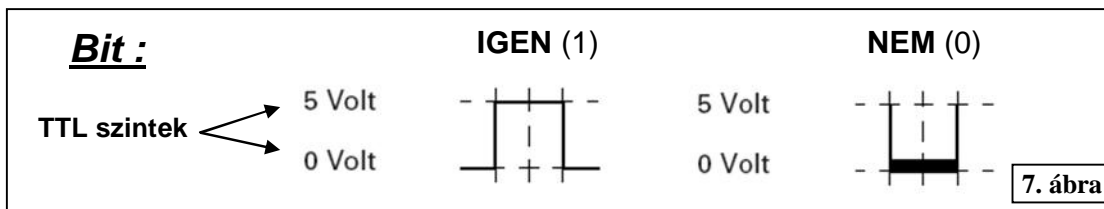
2. Digitálistechnikai alapfogalmak II.

Ahhoz, hogy valamilyen szinten követni tudjuk a CAN hálózatban létrejövő információ-átviteli folyamatokat további alapfogalmak ismeretére van szükség.

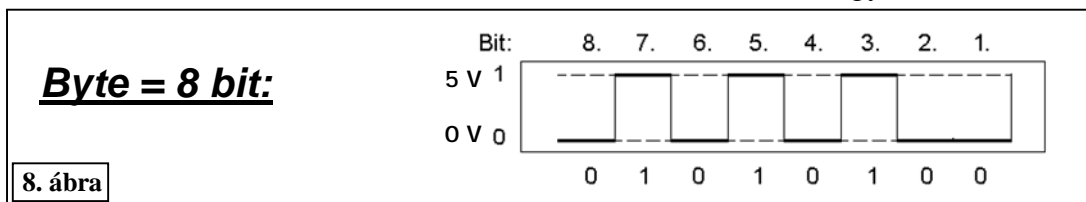
2.2. Számrendszerek – bináris kódolás

2.2.1. Bitek és bájtok

A digitális rendszerekben az információt a két bináris (bini= kettős) számjeggyel 0-val és 1-gyel ábrázolják. Ezeket, a kettes-számrendszerbeli számjegyeket, – a legkisebb információs alapegységeket – **biteknek** nevezzük. A bináris számjegyeknek két megkülönböztethető értékük van, melyek ábrázolása a „0” és az „1”. A 7. ábrán az információ alapegységeit egy feszültség hordozza, amely példánkban két értéket vehet fel, a logikai igen (1) megfelel kb. 5 V-nak, a nem (0) megfelel kb. 0 V-nak.



Egy bit két információ ábrázolására alkalmas. (Például egy fojtószelep zárt vagy nyitott.) Ha egy fizikai mennyiséget „finomabb felbontásban” akarunk leírni, több bitet kell alkalmaznunk. Két bittel már 4, három bittel nyolc különböző információ vihető át. A nyolc bitből álló információegységet **bájt**-nak (byte) nevezték el, amellyel $2^8 = 256$ különböző információ képezhető le. A 8. ábrán egy bájtnyi információt látunk. Két vezeték között a feszültség – mondjuk 8 μ s alatt – a látható módon változik. Ez a „0 1 0 1 0 1 0 0” kettes-számrendszerbeli értékhez kódolt adatot vagy utasítást hordozhatja.



2.2.2. Számolás tízes és kettes számrendszerekben

A fenti példánkból következik, hogy a téma iránt érdeklődőknek a kettes számrendszerbe történő váltással és a visszaváltással is tisztában kell lenniük. Ezért most röviden e témakörrel foglalkozunk.

A tízes – decimális (D) – számrendszer onnan kapta a nevét, hogy 10 karakterrel (0-9) írja le a számokat. Tehát a „9” után a következő számot úgy képzik, hogy a második karakter után írja az elsőt, majd a másodikat és így tovább e logika szerint, ezt mindenki ismeri.

A kettes – bináris (B) – számrendszerben a logika ugyan ez, de itt csak két karakter áll rendelkezésre. Az „1” után, a „10”, majd az „11”, majd „100” következnek. A 9. ábrán látható táblázatban a tízes számrendszerbeli számok 0-12 közötti értékeinek kettes számrendszerbeli megfelelői láthatóak.

Decimális – D	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bináris – B	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011	1100

9. ábra

„Átváltás” a bináris számrendszerből decimálisba

Lényege: Jobbról balra haladva az első helyértéken lévő számot szorozzuk meg 2^0 -nal, a második helyértéken lévő 2^1 -nel, a harmadik helyértéken lévő 2^2 -nal és így tovább, majd a szorzatok értékeit adjuk össze.

Egy példa:

Írjuk le az „101101” kettes számrendszerbeli szám (B) tízes számrendszerbeli alakját (D)!

Megoldás:

$$101101 (B) \Rightarrow 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^5 = 1 + 0 + 4 + 8 + 0 + 32 = 45 (D)$$

„Átváltás” decimális számrendszerből binárisba

Lényege: addig osztjuk a tízes számrendszerbeli számot kettővel, amíg „el nem fogy”, a maradékot „jobbról balra sorban egymásután írjuk”.

Egy példa:

Írjuk le a „84 (D)” decimális szám bináris (B) alakját!

Megoldás:

Művelet	„Maradék”
↓84/2⇒	0
↓42/2⇒	00
↓21/2⇒	100
↓10/2⇒	0100
↓5/2⇒	10100
↓2/2⇒	010100
↓1/2⇒	1010100
0	

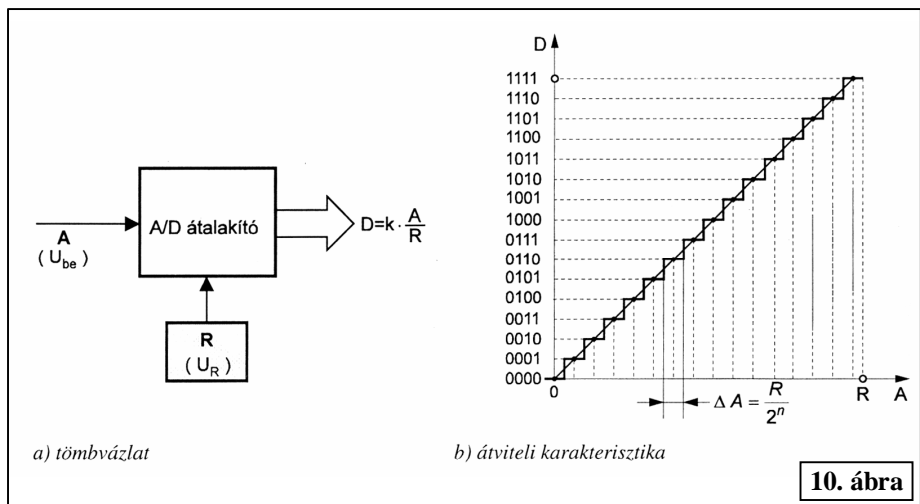
Ellenőrzés:

$$1010100 \text{ B} \Rightarrow 0 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 0 + 0 + 4 + 0 + 16 + 0 + 64 = 84 \text{ (D)}$$

2.3. Analóg jelek digitalizálása – analóg-digitális átalakítók

Az ADC (Analog to Digital Converter – gyakran A/D átalakítónak jelölik) feladata, hogy a bemenetére érkező „A” analóg jelnek megfelelő „D” digitális jelet állítson elő a kimenetén. Működéséhez egy „R” referencia feszültség szükséges, amelyhez az A/D átalakítók az „A” analóg mennyiséget viszonyítják ($D = k \cdot A/R$), és amely a kimeneti maximális értékét is meghatározza.

Példánkban (10. ábra) tételezzük fel, hogy az ADC bemenetére egy 0-5V között változó feszültség – pl. a levegőhőmérséklet jeladó jelfeszültsége – kerül, a referencia feszültség $U_R = 5V$. Az ADC kimenete négybites, tehát $k = 2^4 = 16$, ami bináris számrendszerben: $\Rightarrow 1111$ (B). Az analóg jel felbontási finomsága: $\Delta A = R/2^4 = 5 \text{ V}/16 = 0,3125V$. Ekkora feszültségváltozáshoz tartozik ugyanaz a digitális jel.



Ha például az ADC bemenetére 2,5 V kerül, akkor kimenetén:

$$D = k \cdot A/R = 16 \cdot 2,5/5 = 8 \text{ (D)}, \Rightarrow \text{binárisan } 1000 \text{ (B) jelenik meg.}$$

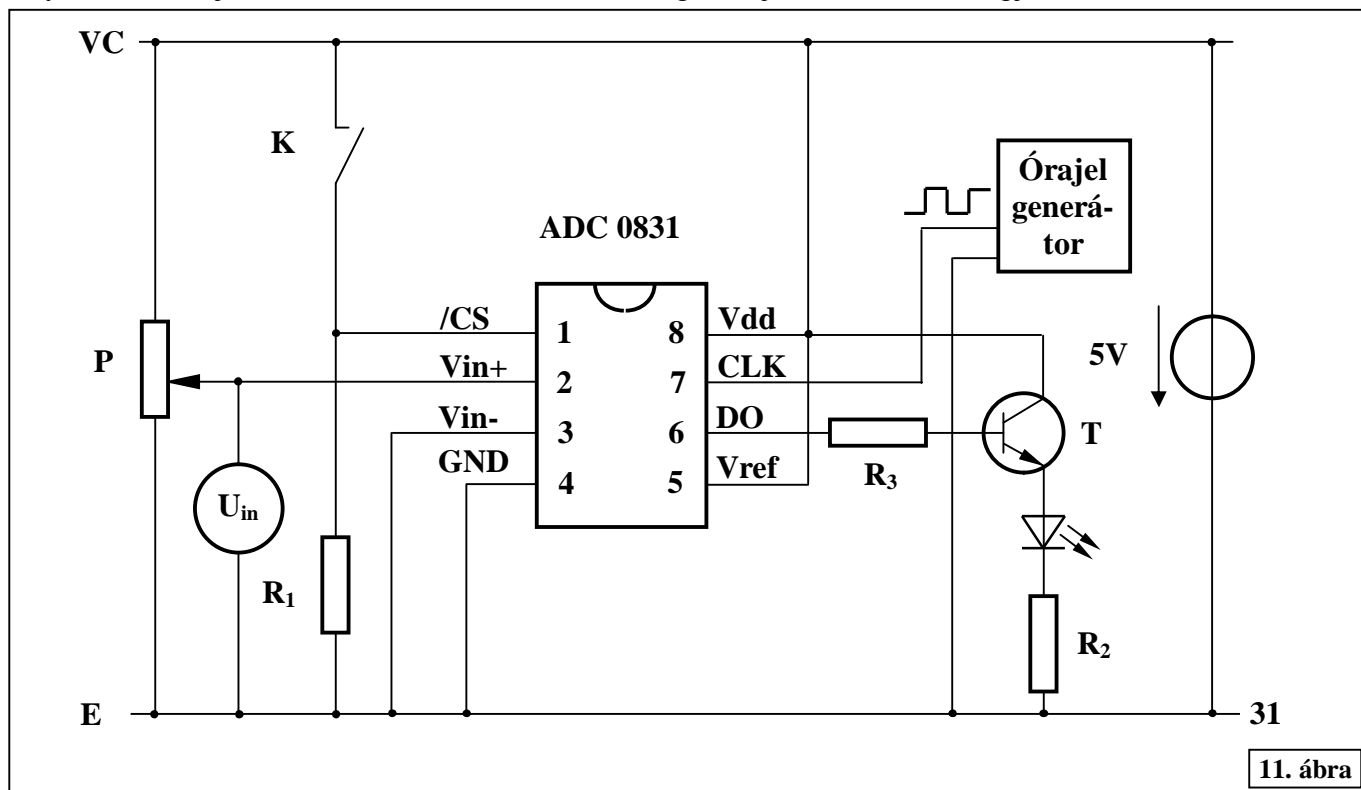
(Ugyanezt a kimeneti értéket kapnánk akkor is, ha a bemenetre $2,5 \pm 0,15625V$ kerülne.)

Párhuzamos kimenetű A/D átalakító négy kimeneti csatlakozója közül tehát a legnagyobb helyértékű potenciálja „H” (logikai 1), a másik háromé „L” szintű (logikai 0) lenne.

A **párhuzamos kimenet** azt jelenti, hogy időben egyszerre (nem egymást követve) jelenik meg a digitalizált jel. Ezért minden helyértéknek egy-egy kimeneti csatlakozás felel meg – fenti példánkban tehát összesen 4, – amelyek potenciálja például 0-vagy 5V a bemenetre kerülő feszültségtől függően.

Az alábbiakban az A/D átalakító lényegének megértéséhez egy konkrét konvertert választottunk, amelyet egy egyszerű áramkörbe helyeztünk (11. ábra). Az **ADC 0831** jelű átalakító **soros kimenetű**, tehát mindösszesen egyetlen kimeneti csatlakozója van, a **DO** jelű. Ennek potenciálját fogja az átalakító az órajel frekvenciájának megfelelően 8 bitnyi idő alatt változtatni a bemenet – **Vin+** – potenciáljától függően. Láthatjuk, hogy az ADC 0831-nek további hat csatlakozója van. Ezek: **GND**, a test; a **Vin-** - t is példánkban testeltük (a bemeneti feszültség testhez képest változik); a **VDD**, az IC „+” tápja. Esetünkben a referencia feszültség is **Vref=5V**. Az órajelet, amely egy négyszögjel, a **CLK** csatlakozóhoz kapcsoltuk. Ezt egy jelgenerátor állítja elő, amelyet a megfigyelhetőség érdekében 1Hz frekvenciájúra állítottunk. A kimenet egy kapcsolótranszisztoron keresztül világítódiodát (LED) hajt meg. A konvertálást az ADC természetesen időzítetten végzi. Erre szolgál a nyolcadik kivezetés a **/CS-** jelű, az „engedélyező”

csatlakozás. A kapcsoló kikapcsolását követően – tehát a lefutó élre – fog megkezdődni az átalakítási folyamat, az órajel által időzítetten. Az átalakított digitális jelet a LED levillogja.



Egy példa:

A fenti kapcsolásban a 0-5V között változó feszültségű analóg jeladó (pl. egy légnyelésmérő szenzor) pillanatnyi jelfeszültsége $U_{IN}=3,01V$, amit a P jelű potenciométerrel állítunk be. A referencia feszültség $U_{ref}=5V$. Az analóg-digitál átalakító típusa ADC 0831, amely 8 bites soros kimenetű konverter. Az órajel frekvenciája $f_{CLK} = 1Hz$.

Ábrázoljuk az ADC kimenete és további főbb csatlakozási pontjai potenciáljának időfüggvényeit egy átalakítási folyamat alatt!

Megoldás:

Első lépésként számítsuk ki a kimenet decimális értékét! $D=k*A/R = k*U_{in}/U_{ref} = 2^8*3,01/5=154,112$
Ennek egészrésze: **154 (D)**

A felbontási finomság: $DA = U_{IN Max.} / 2^8 = 5/2^8 = 0,0195312V$

Határozzuk meg a 154 (D) bináris értékét!

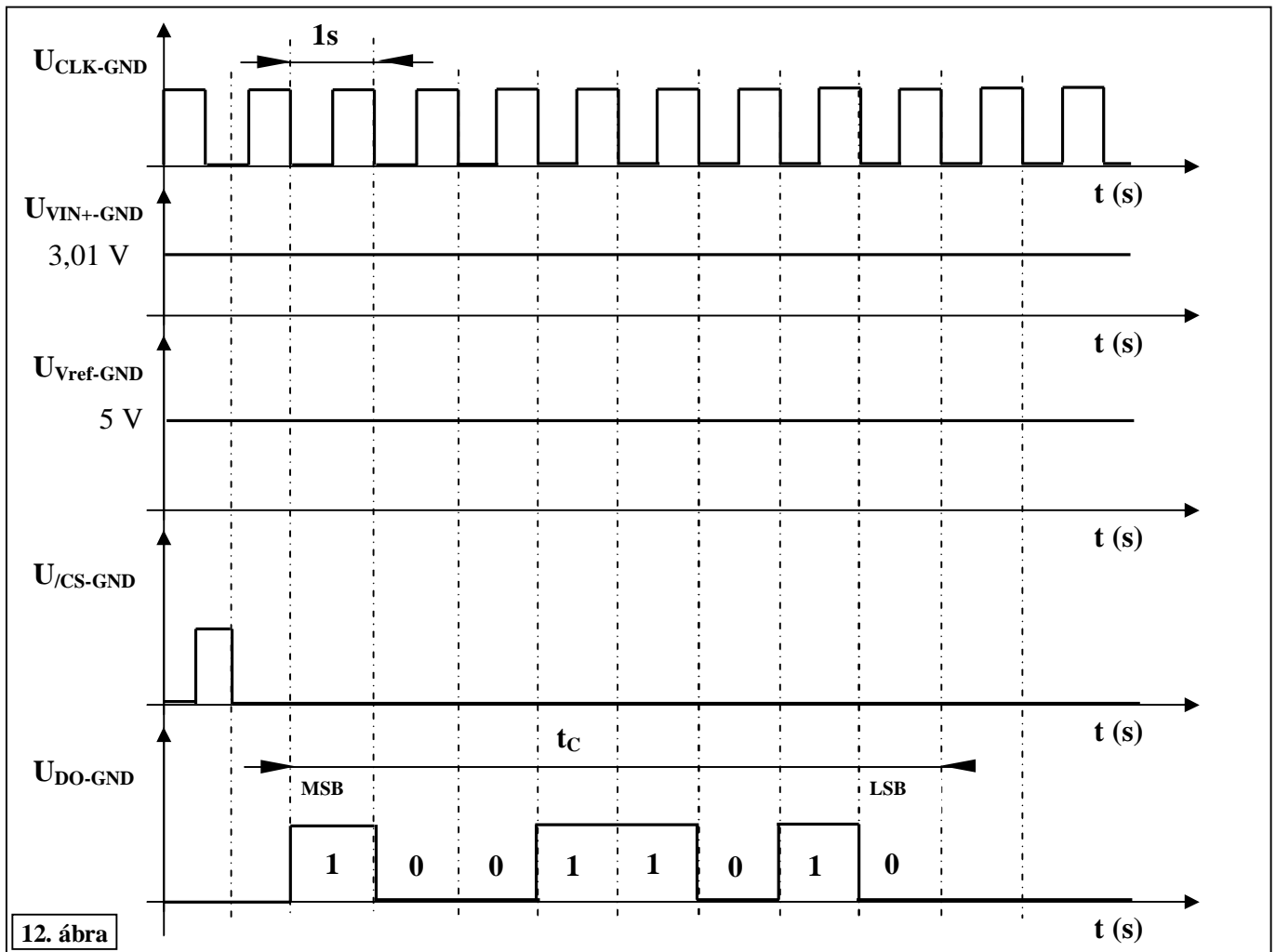
$154/2^8$	0
$377/2^7$	10
$938/2^6$	010
$2319/2^5$	1010
$579/2^4$	11010
$1442/2^3$	011010
$360/2^2$	0011010
$90/2^1$	10011010

Ellenőrzés:

$$10011010 (B) \Rightarrow 0*2^0 + 1*2^1 + 0*2^2 + 1*2^3 + 1*2^4 + 0*2^5 + 0*2^6 + 1*2^7 = 0+2+0+8+16+0+0+ 128 = 154 (D)$$

Tehát **154 (D) = 10011010 (B)**

Az átalakítás az engedélyező jel lefutó élét követően, – tehát a kapcsoló zárását követő nyitása után – az órajel lefutó élére indul. (Lásd 12. ábra!) Mivel az ADC soros kimenetű, egy vezeték-páron (OD – GND) időben egymást követve bitenként az órajelnek megfelelő frekvenciával (esetünkben 1 Hz) 8 s alatt jelenik meg a kimeneten az átalakítás eredménye, a bitsorozat.



12. ábra

A LED tehát az első két másodpercben nem világít. Ez alatt először bekapcsoljuk a kapcsolót – „felhúzzuk a /CS pont potenciálját” –, majd kikapcsoljuk a kapcsolót, tehát létrehozunk a lefutó élel, az engedélyező jelet. Ezt követő órajel lefutó-élre a harmadik másodpercben megjelenik a digitalizált jel bájtyának legnagyobb helyértékű bitje – ezt az ábrán MSB-vel jelöltük –, majd sorra másodpercenként az egyre csökkenő helyértékű bitek, egészen az utolsóig (LSB). Ezután a kimenet alacsony potenciálú marad, egészen az újabb átalakításig.

2.4. A leggyakrabban használt bitkódolási formák (RZ, NRZ, MAN, PWM kódolás)

A bitek átvitele nem egyféle kódolás szerint történhet. Nemcsak az képzelhető el, hogy a logikai-nem egy órajel-periódusideig tartó kb. 0 V-os feszültség, az igen meg egy kb. 5 V os. Gondoljuk meg ez a forma milyen értelmezési problémát jelenthet, ha egymás után sok azonos értékű bit következik, hiszen nincs él, amihez a „vevő” szinkronozni tudná. Ezért sok területen más kódolási formát alkalmaznak. (Lásd 13.ábra!)

Elterjedtebb bitkódolási formák

1. A nullára visszatérő - RZ:

- a logikai-nemet alacsony feszültségsszinttel
- a logikai-igent a periódusidő első felében magas, majd alacsony feszültségsszinttel írja le.

2. A nullára nem visszatérő – NRZ:

- a logikai-nemet alacsony feszültségsszinttel,
- a logikai-igent magas feszültségsszinttel írja le.

Ismertebb bitkódok	Logikai nem „0”	Logikai igen „1”
RZ Nullára visszatérő		
NRZ Nullára nem visszatérő		
MAN Manchester		
PWM Impulzusszélesség-modulált		

13. ábra

3. A **Manchester** – **MAN**:

- a logikai-nemet a periódusidő első felében alacsony, majd a második felében magas feszültség szinttel írja le,
- a logikai-igen ennek fordítottja.

4. Az **impulzusszélesség modulált** (Pulse Width Modulation) – **PWM**

- a logikai-nem esetén a periódusidő első kétharmadában a feszültség magas, majd alacsony,
- a logikai-igen esetén az első egyharmad a magas, és a második és harmadik kétharmad az alacsony.

Láthatjuk, hogy az NRZ kódoláson kívül mindhárom másikonál biztosított, hogy több egymást követő azonos értékű bit között is élek legyenek, amelyek segítik az értelmezést. Ennek ellenére a CAN az NRZ bitkódolási formát használja. A bitbeültetési szabállyal azonban a tervezők kikötötték, hogy adatkérő, vagy adatküldő üzenetben egymást követően legfeljebb öt azonos értékű bit következhet.

2007-09-03

CAN hálózatról szóló sorozat negyedik „cikke”, két hét múlva jelenik meg!