

Hardver alapok

(VIII BA01)

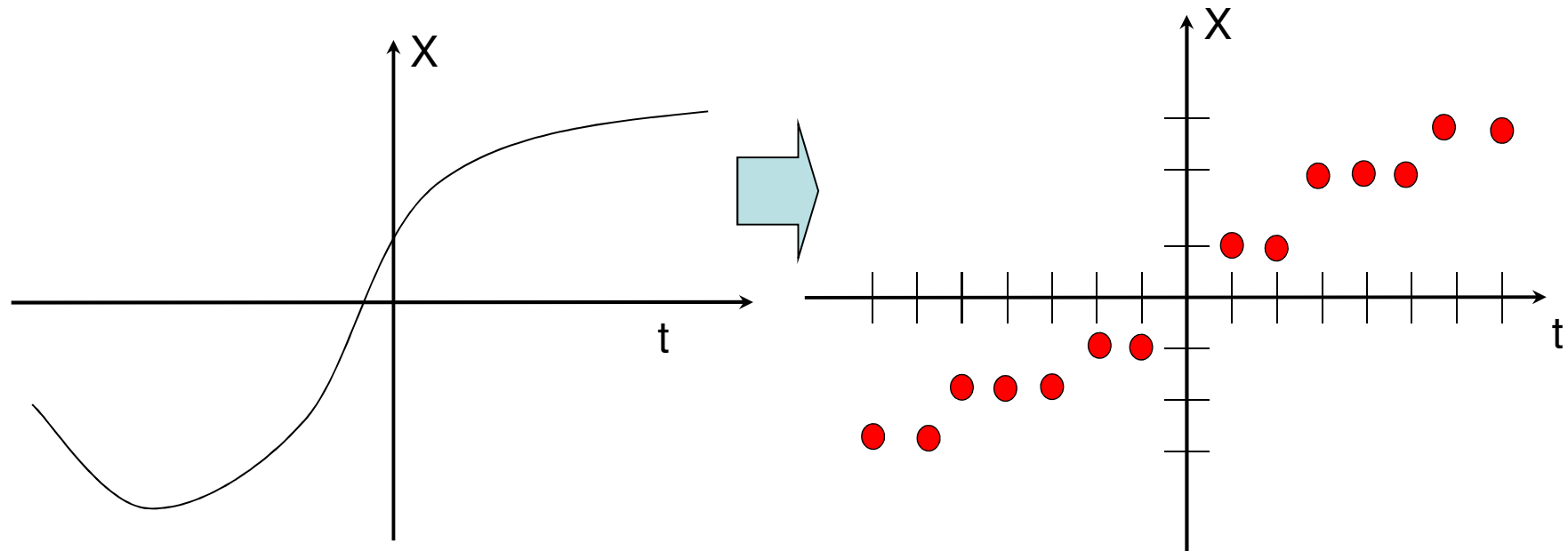
Analóg jelek feldolgozása

Pilászy György gpilasz@iit.bme.hu

2018/19. tanév őszi félév

Bevezetés

- Digitális berendezésekben kétállapotú jelekkel dolgozunk
- A külvilágban viszont gyakran folytonos jelek állnak rendelkezésre
- használjuk a számábrázolást és digitalizáljuk
- Folytonos függvényből kvantált függvény lesz
- Időben mintavételezve



A/D átalakítás

- Egy korlátozott tartományba eső folytonos feszültségjelet (V_{in}) egy referencia feszültséghez (V_{ref}) viszonyítunk
- A két jel aránya a digitális érték
- A kvantálás mértéke az ábrázolás bitszámától függ

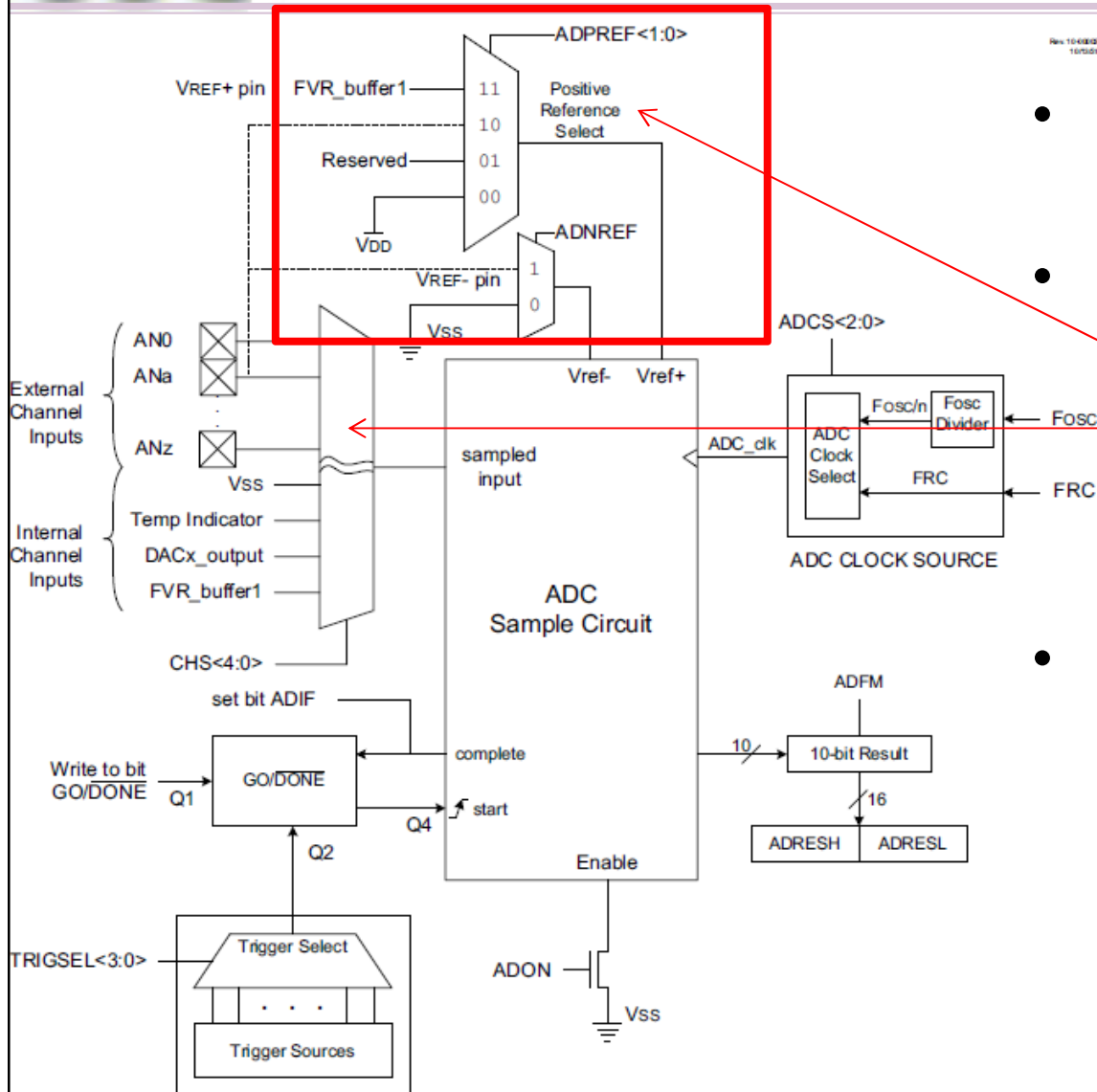
Pl.: 10 bit és $V_{ref}=1.024V$ esetén a felbontás:

$$\Delta = \frac{V_{ref}}{2^{10}} = \frac{1.024V}{1024} = 1mV / LSB$$

Az átalakítás eredménye pedig:

$$N = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \cdot 2^{10} = \frac{V_{in}}{\Delta}$$

ADC modul



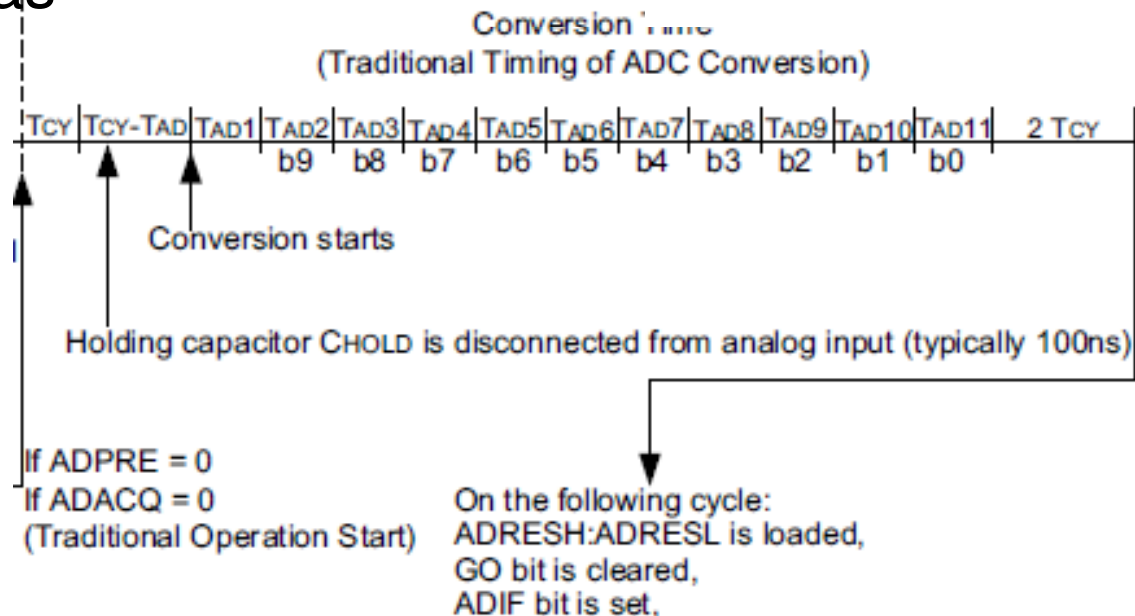
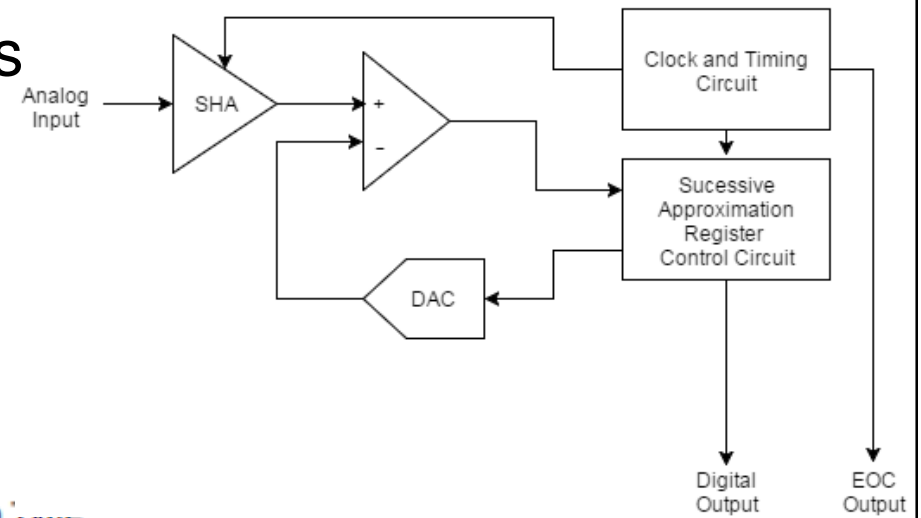
- Feladat: Analóg jelek digitalizálása
- Egy kiválasztott etalon (referencia) és egy külső feszültség arányát adja meg 10 bites egészként
- Szukszcesszív aproximációval dolgozik

Átalakítás menete

- Átalakításhoz órajel szükséges

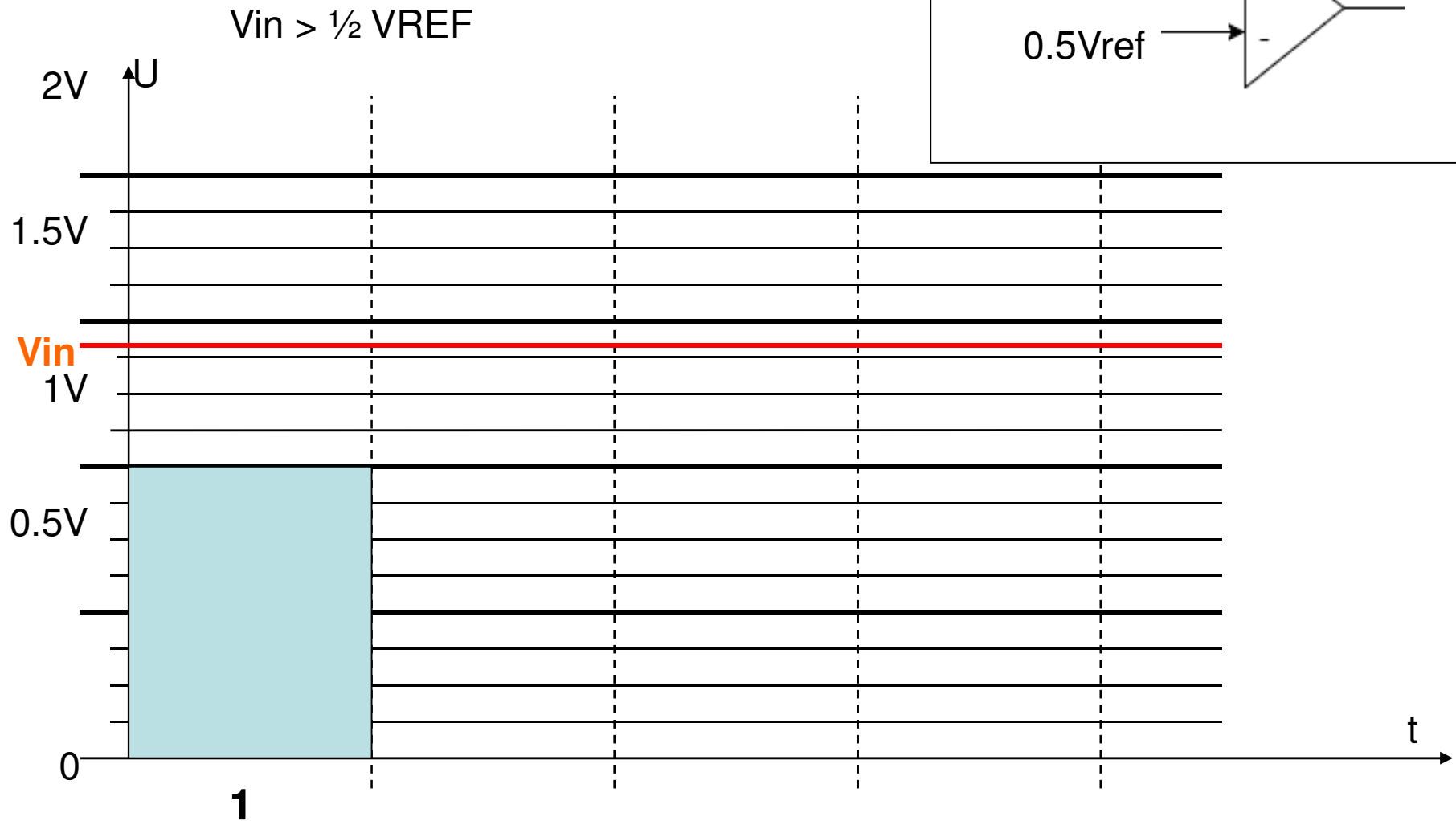
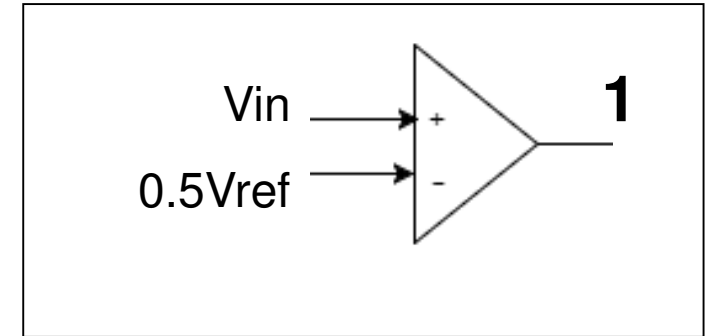
$$1\mu\text{s} < T_{AD} < 9\mu\text{s}$$

- Csatorna és referencia kiválasztása
- Minta vétele
- Átalakítás



Átalakítás menete

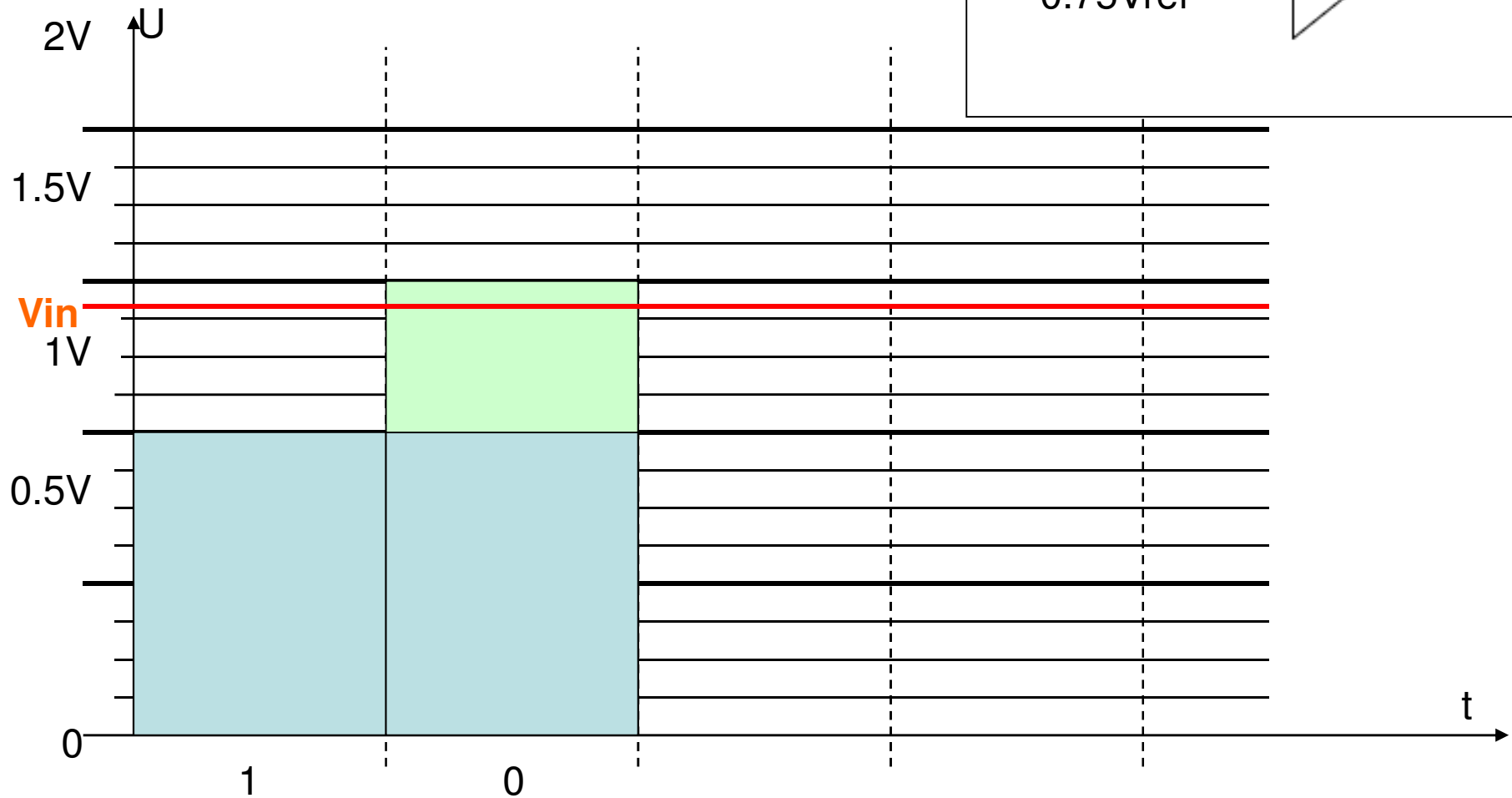
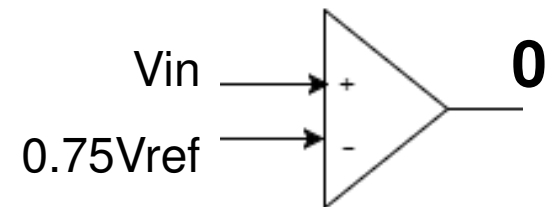
$N = 4 \text{ bit}$, $V_{\text{ref}} = 2\text{V}$



Átalakítás menete

$N = 4 \text{ bit}, V_{\text{ref}} = 2\text{V}$

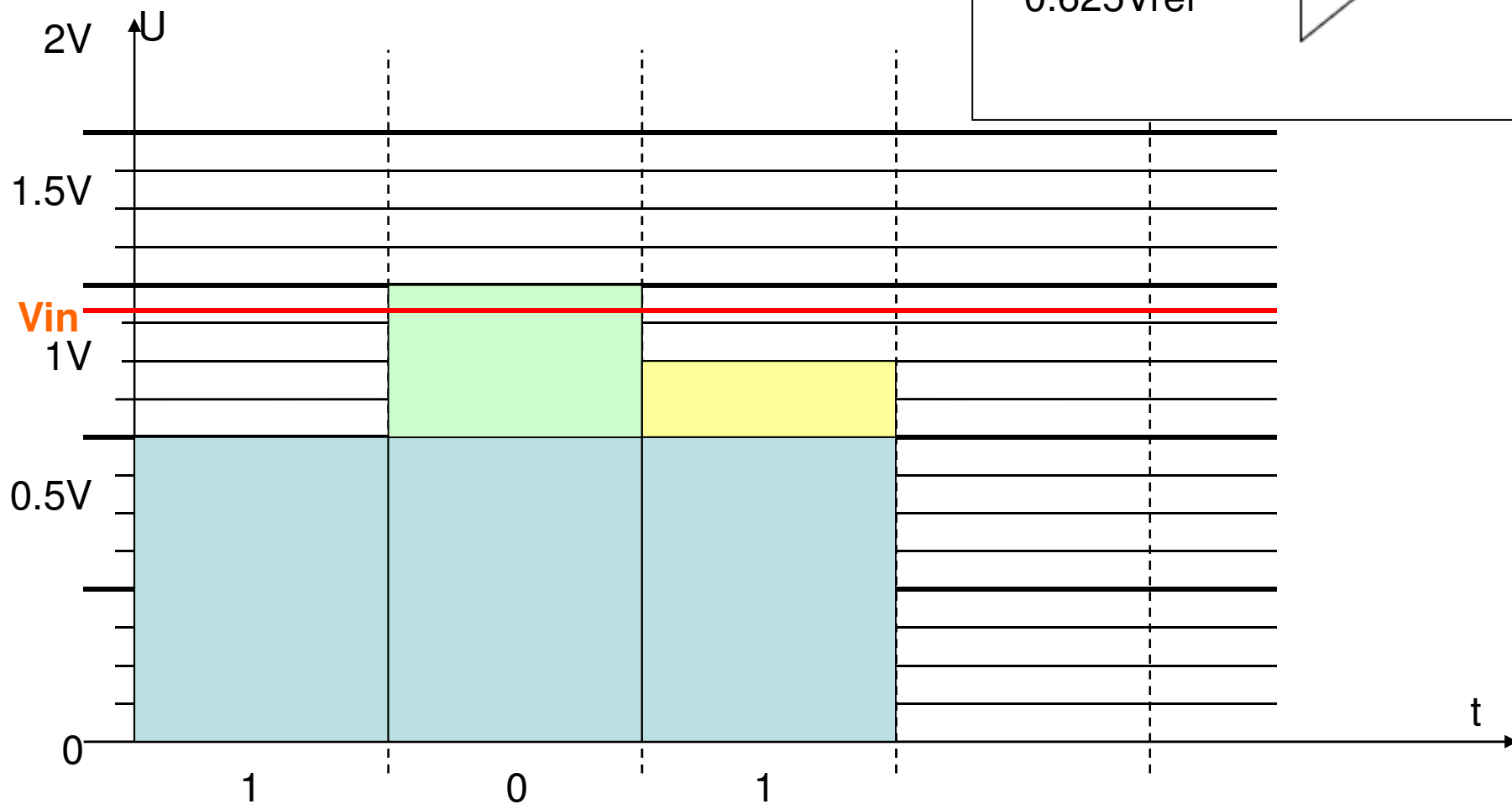
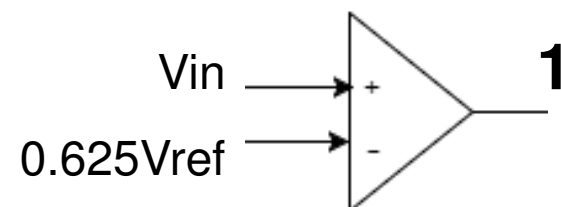
$V_{\text{in}} < \frac{1}{2} V_{\text{REF}} + \frac{1}{4} V_{\text{ref}}$



Átalakítás menete

$N = 4 \text{ bit}, V_{\text{ref}} = 2V$

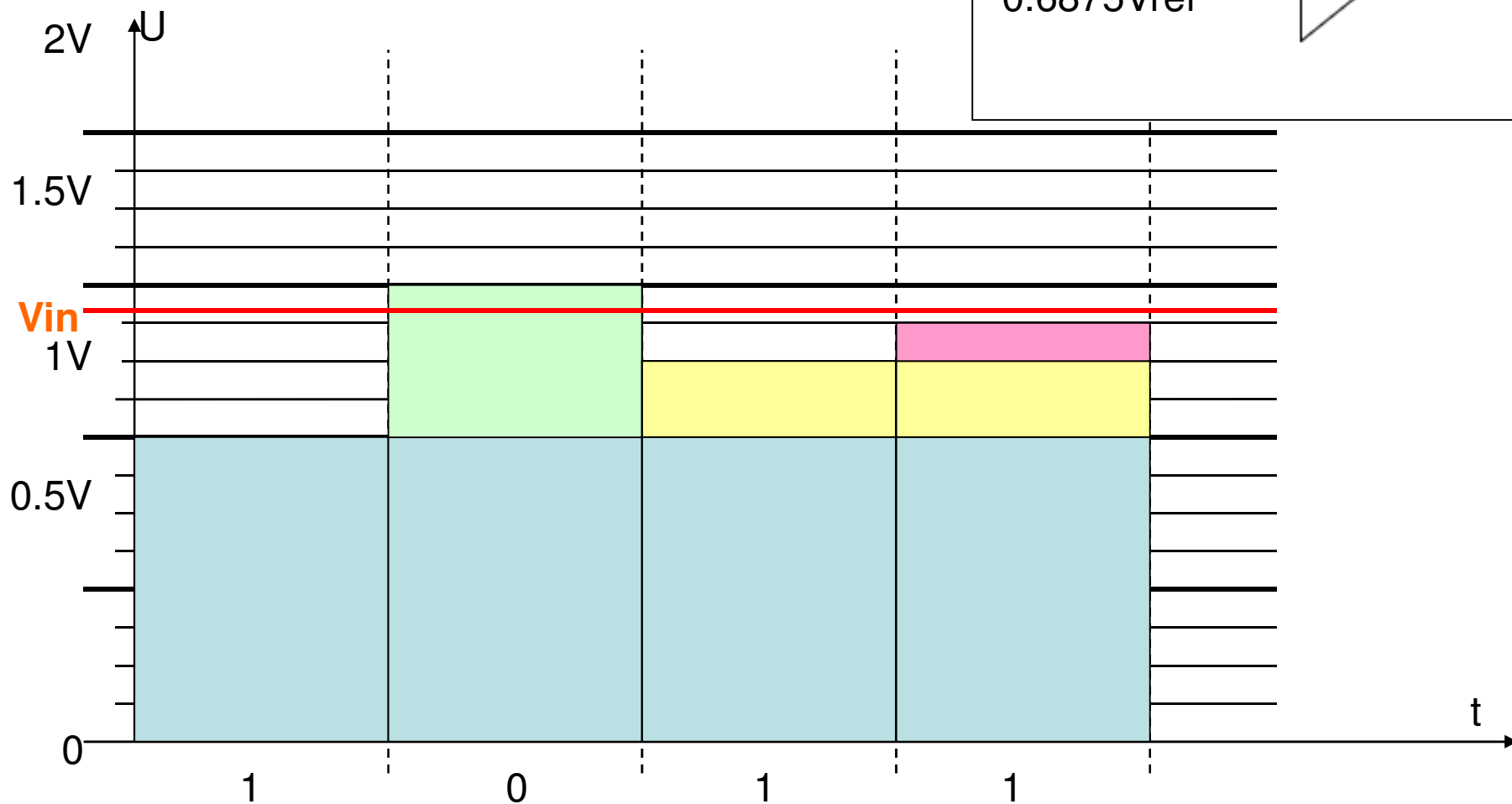
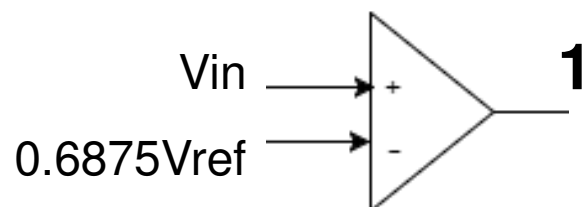
$V_{\text{in}} > \frac{1}{2} V_{\text{REF}} + \frac{1}{8} V_{\text{ref}}$



Átalakítás menete

$N = 4 \text{ bit}, V_{\text{ref}} = 2\text{V}$

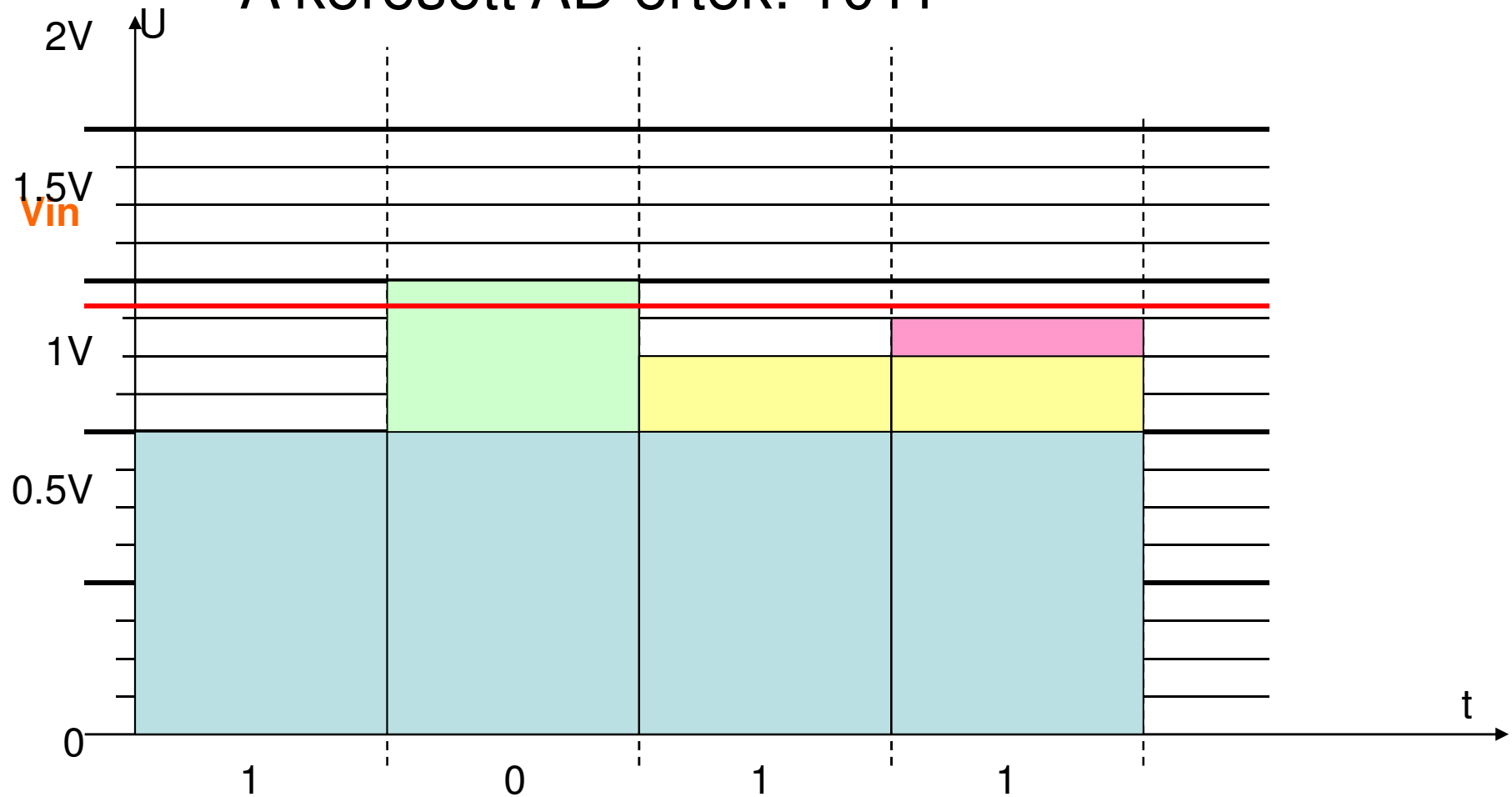
$V_{\text{in}} > \frac{1}{2} V_{\text{REF}} + \frac{1}{8} V_{\text{ref}} + \frac{1}{16} V_{\text{ref}}$



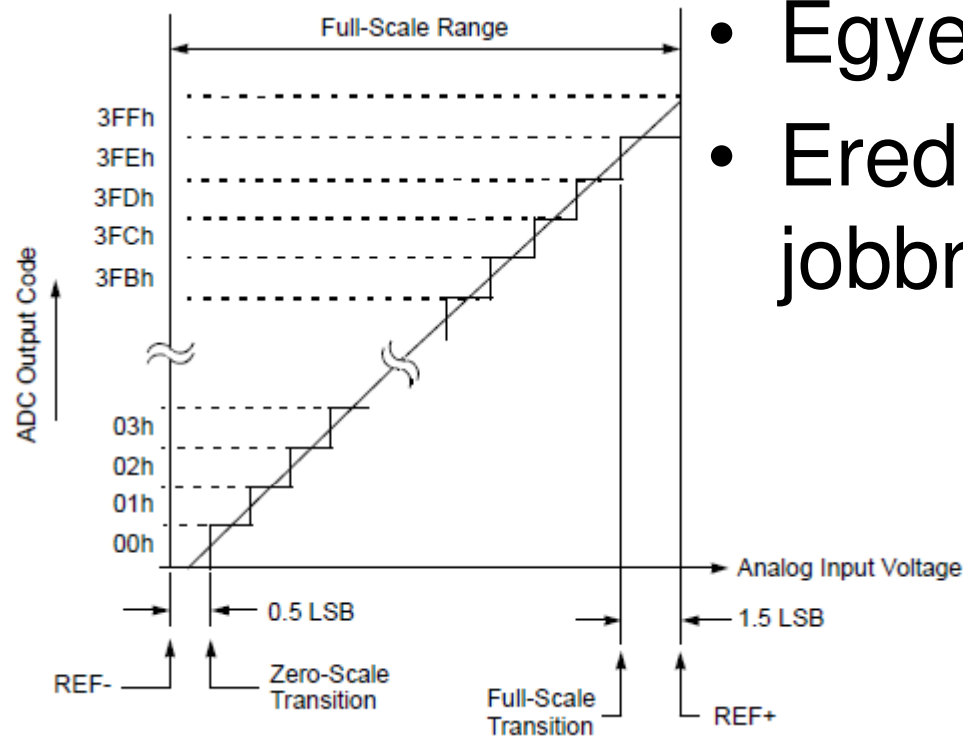
Átalakítás menete

$N = 4 \text{ bit}$, $V_{\text{ref}} = 2\text{V}$

A keresett AD érték: 1011

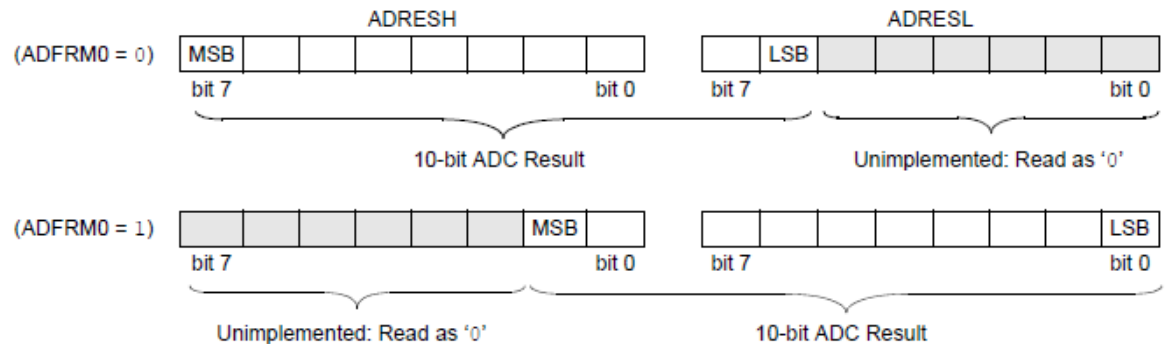


Az átalakítás eredménye



- Egyenletes kvantálás
- Eredmény „igazítható” jobbra és balra

$$\text{ADRES} = \frac{V_{\text{in}}}{V_{\text{ref}}} \cdot 2^{10}$$



ADC programozása

ADCON0

R/W-0/0	R/W-0/0	U-0	R/W-0/0	U-0	R/W-0/0	U-0	R/W-0/0
ADON	ADCONT	-	ADCS	-	ADFRM0	-	ADGO
bit7				bit0			

ADCLK

U-0	U-0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0
-	-			ADCS<5:0>			
bit7				bit0			

Bit7	ADON modul engedélyezés 1: modul engedélyezve 0: modul letiltva
Bit6	ADCONT folyamatos működés 1: folyamatos működés 0: egyszeri átalakítás
Bit4	ADCS órajel forrás kijelölése 1: saját FRC oszcillátor 0: ADCLK regiszter alapján

Bit3	ADFRM0 eredmény formátuma 1: jobbra igazított 0: balra igazított
Bit0	ADGO átalakítás indítása 1: átalakítás folyamatban 0: átalakítás leállítva/kész

Bit5-Bit0	ADCS<5:0> órajel kiválasztás ($=1/T_{AD}$) 111111 - $F_{osc}/128$ 111110 - $F_{osc}/126$ 111101 - $F_{osc}/124$... 000000 - $F_{osc}/2$
-----------	--

ADREF

U-0	U-0	U-0	R/W-0/0	U-0	U-0	R/W-0/0	R/W-0/0
-	-	-	ADNREF	-	-	ADPREF<1:0>	
bit7				bit0			

Bit4	ADNREF negatív referenciapont 1: VREF- külső portláb 0: AVSS tápfeszültség pont
------	--

Bit1:0	ADPREF pozitív referencia pont 00 Vref+ $\rightarrow$ VDD (tápfeszültség) 01 Fenntartott 10 Vref+ $\rightarrow$ külső VREF+ portláb 11 FVR buffer (belső ref.)
--------	---

Csatorna kiválasztás

ADPCH

U-0	U-0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0
-	-	ADPCH<5:0>					
bit7							
							bit0

ADPCH<5:0>	Pozitív csatorna kiválasztása	ADPCH<5:0>	Pozitív csatorna kiválasztása
000000	ANA0	011000	AND0
000001	ANA1	011001	AND1
000010	ANA2	011010	AND2
000011	ANA3	011011	AND3
000100	ANA4	011100	AND4
000101	ANA5	011101	AND5
000110	ANA6	011110	AND6
000111	ANA7	011111	AND7
001000	ANB0	100000	ANE0
001001	ANB1	100001	ANE1
001010	ANB2	100010	ANE2
001011	ANB3		 Fenntartott
001100	ANB4	111100	AVSS (analóg földpont)
001101	ANB5	111101	Hőmérséklet érzékelő
001110	ANB6	111110	DAC1 kimenet
001111	ANB7	111111	Fix feszültség ref. (FVR)
010000	ANC0		
010001	ANC1		
010010	ANC2		
010011	ANC3		
010100	ANC4		
010101	ANC5		
010110	ANC6		
010111	ANC7		

INITADC:

```
BANKSEL    ADCON0
MOVLW      B'10010000'; Jobbra igazított,FRC oszcillátor
MOVWF      ADCON0
RETURN
```

POTIOLVAS:

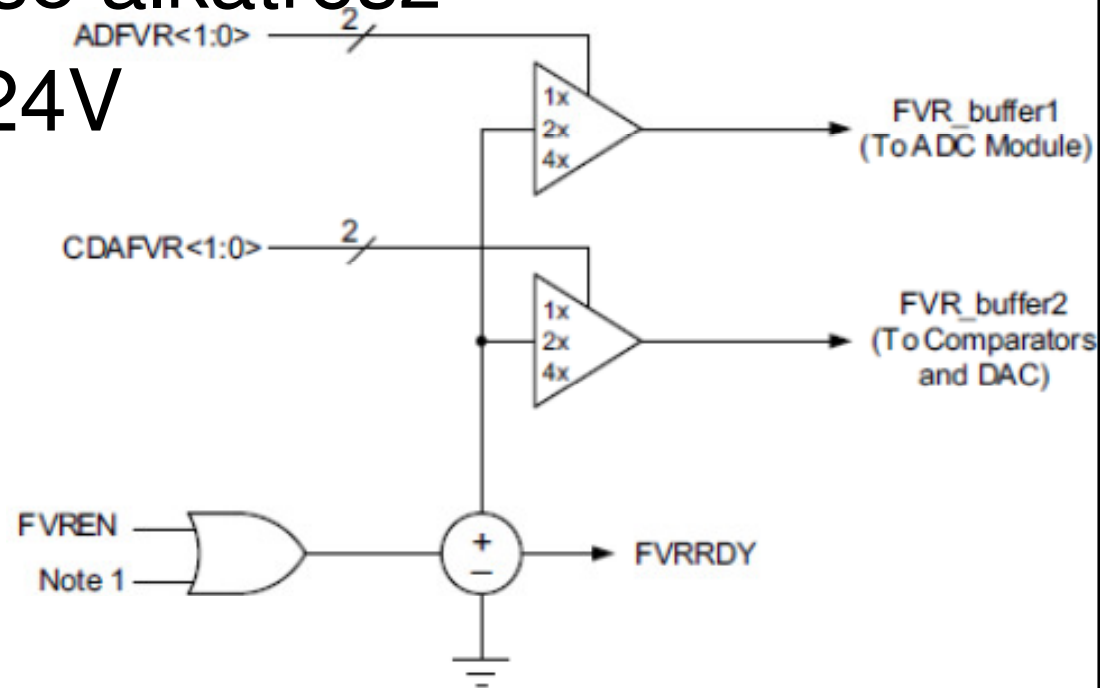
```
BANKSEL    ADCON0
MOVLW      B'00000000' ; ANA0 csatorna kiválasztása
MOVWF      ADPCH
BSF        ADCON0,ADGO ; Átalakítás indítása
BTFSC      ADCON0,ADGO ; kész van?
└─ GOTO     $-1        ; még nem
MOVF       ADRESH,W ; eredmény W-be
BANKSEL    LATA
RETURN     ; visszatérés, eredmény 8 biten a W-ben
```

További analóg perifériák

- Feszültség referencia
- Beépített hőmérséklet érzékelő
- Analóg komparátor
- D/A átalakító

Feszültség referencia

- Nem kell hozzá külső alkatrész
- Bekapcsolható 1.024V
- Felszorozható:
 $x2 \rightarrow 2.048V$
 $x4 \rightarrow 4.096V$



REGISTER 16-1: FVRCON: FIXED VOLTAGE REFERENCE CONTROL REGISTER

R/W-0/0	R-q/q	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0
FVREN	FVRRDY ⁽¹⁾	TSEN ⁽³⁾	TSRNG ⁽³⁾	CDAFVR<1:0>		ADFVR<1:0>	
bit 7							bit 0

Hőmérséklet érzékelő

A mikrokontroller chip hőmérsékletével arányos feszültséget szolgáltat $-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$ tartományban

→ A/D-vel mérhető

A mikrokontroller tápfeszültségétől (VDD) függően két mérési tartomány:

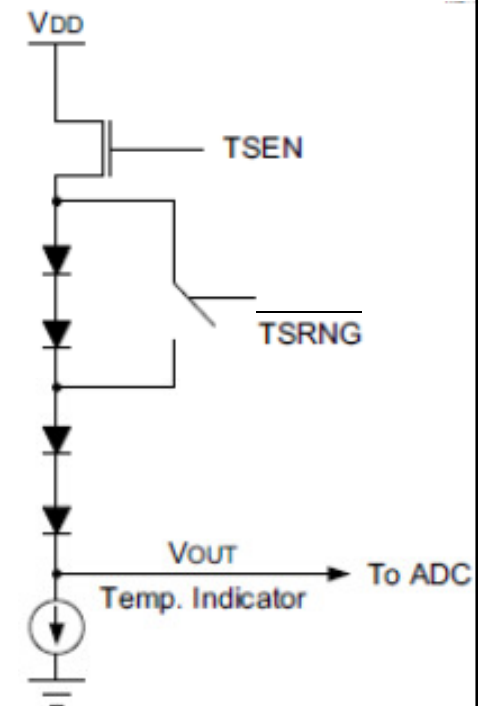
$V_{DD} > 3.6\text{V}$	$\text{TSRNG}=1$	$V_{\text{out}}=V_{DD}-4V_t$
$V_{DD} > 1.8\text{V}$	$\text{TSRNG}=0$	$V_{\text{out}}=V_{DD}-2V_t$

V_t : a hőmérséklettel arányos (termikus) feszültség

T: hőmérséklet, $^{\circ}\text{C}$ -ban

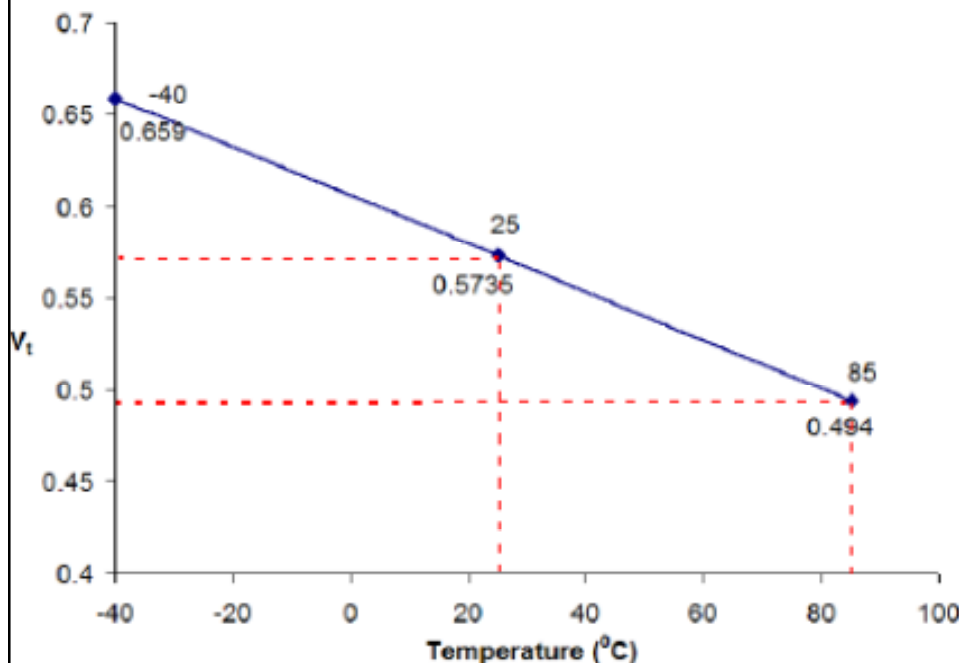
$$V_t = 0.659 - (T + 40) \cdot 0.00132$$

Mérés előtt legalább $200\mu\text{s}$ időt várni kell!

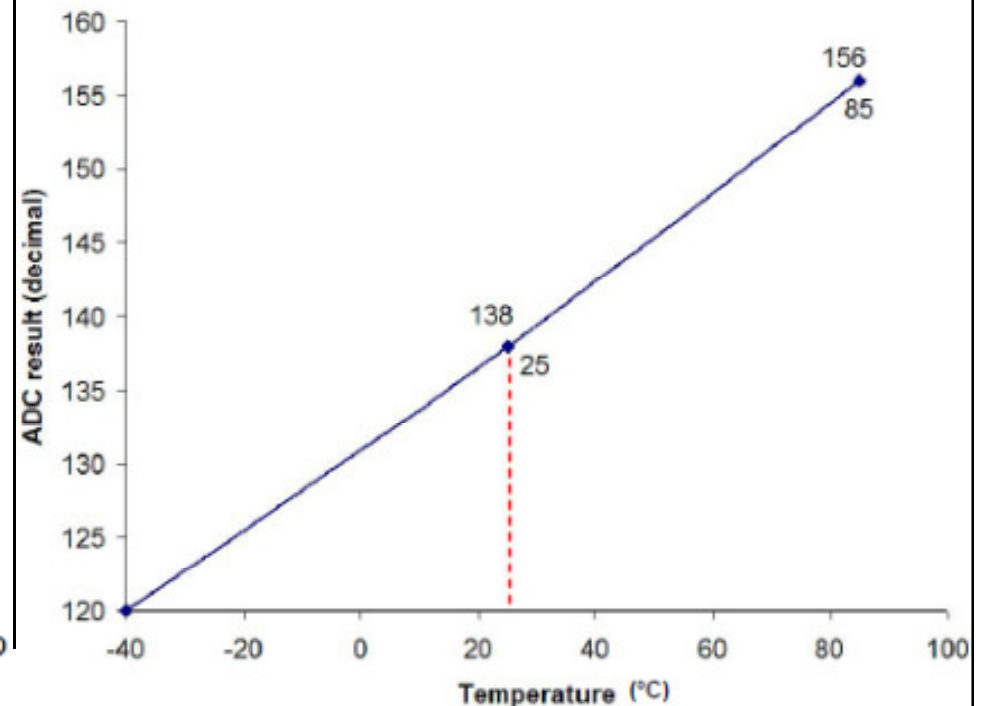


Hőmérséklet érzékelő

V_t hőmérséklet függése



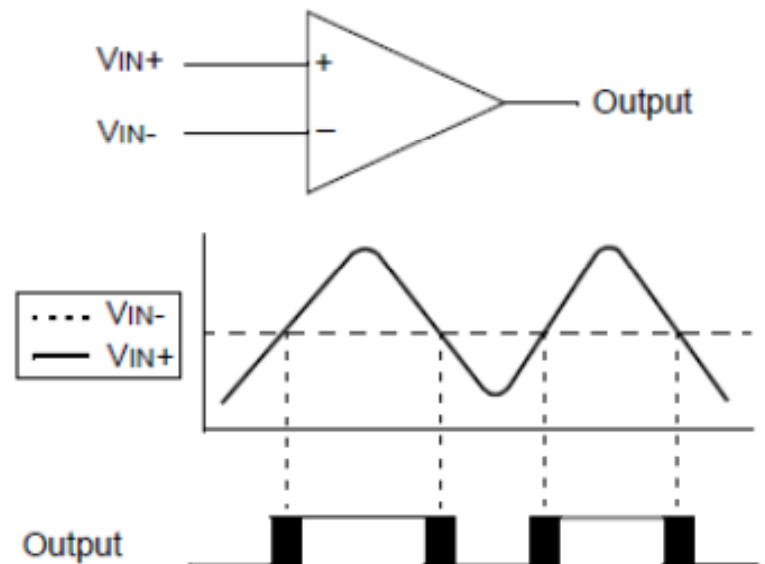
A/D érték hőmérséklet függése (8bit, 5V ref)
→ kb 3.7°C/LSB



Az alacsony felbontás miatt precíz mérésre nem alkalmas.

Analóg komparátor

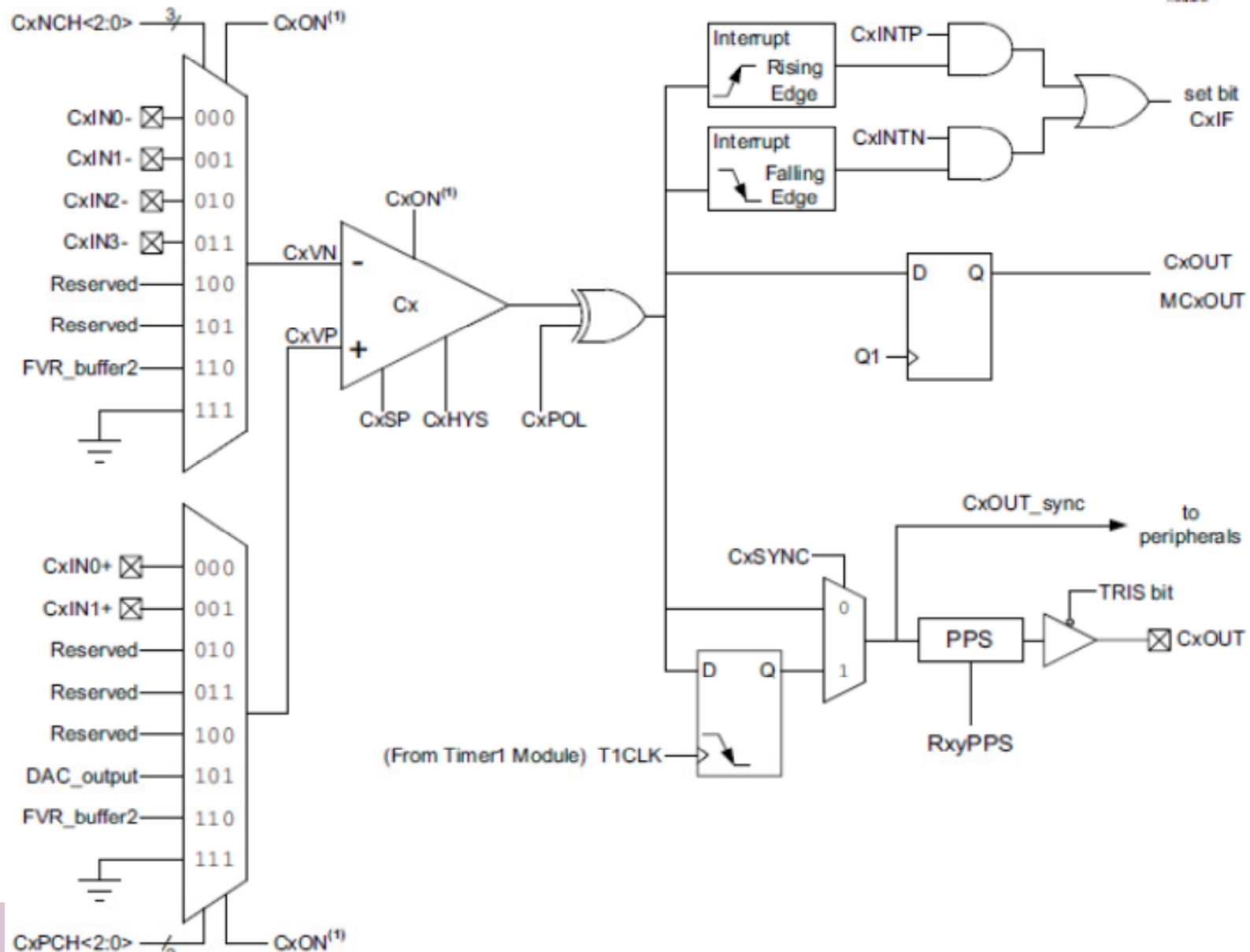
- Két analóg jelet hasonlít össze
- Kétállapotú kimenete van
- Output = 1, ha $V_{in+} > V_{in-}$
- Kiválasztható bemenetek
- Kimenete invertálható
- Megszakítást is okozhat
- Portlábra is kivezethető



REGISTER 18-1: CMxCON0: COMPARATOR Cx CONTROL REGISTER 0

R/W-0/0	R-0/0	U-0	R/W-0/0	U-0	U-0	R/W-0/0	R/W-0/0
ON	OUT	—	POL	—	—	HYS	SYNC
bit 7							bit 0

Analóg komparátor



D/A átalakító

- Digitális értékből (N) analóg feszültséget (V_{out}) állít elő
- N értéke 5 biten állítható
- Használható a komparátorhoz is
- Működhet a tápfeszültségből (VDD), a belső referenciából (FVR), vagy külső feszültségből
- Az előállított feszültség kivezethető
- A kimeneti feszültség (VDD és VSS kiválasztásakor):

$$V_{out} = \frac{(VDD - VSS) \cdot N}{2^5}$$



D/A programozása

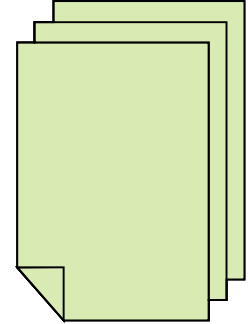
- Két regiszteren keresztül állítható
- Meg kell adni a referencia feszültséget és a multiplexer értékét

REGISTER 25-1: DAC1CON0: VOLTAGE REFERENCE CONTROL REGISTER 0

R/W-0/0	U-0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	U-0	R/W-0/0
DAC1EN	—	DAC1OE1	DAC1OE2	DAC1PSS<1:0>		—	DAC1NSS
bit 7				bit 0			

REGISTER 25-2: DAC1CON1: VOLTAGE REFERENCE CONTROL REGISTER 1

U-0	U-0	U-0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0	R/W-0/0
—	—	—	DAC1R<4:0>				
bit 7							bit 0



- Microchip weboldala
<http://www.microchip.com>
- MPLABX fejlesztői környezet és dokumentáció letöltése
<https://www.microchip.com/mplab/mplab-x-ide>
- Online help a mikrokontrollerhez és a fejlesztői környezethez
<http://microchipdeveloper.com/mcu1102:start>
- Tárgy honlapján
<https://www.iit.bme.hu>