

# Hobbi Elektronika



		y	
		0	1
x	0	0	0
	1	0	1

		y	
		0	1
x	0	0	1
	1	1	1

		y	
		0	1
x	0	0	1
	1	1	0

		y	
		0	1
x	0	0	1
	1	1	0

Figure 1. Truth tables

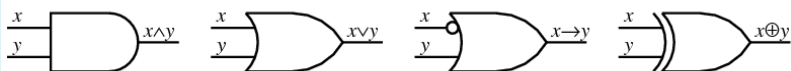


Figure 2. Logic gates

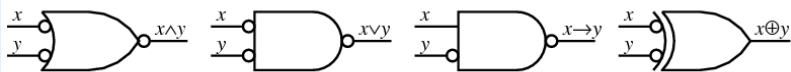


Figure 3. De Morgan equivalents



Figure 4. Venn diagrams

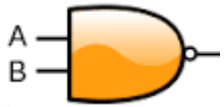


**A digitális elektronika alapjai:**  
Sorrendi logikai áramkörök – 4. rész



# Felhasznált anyagok

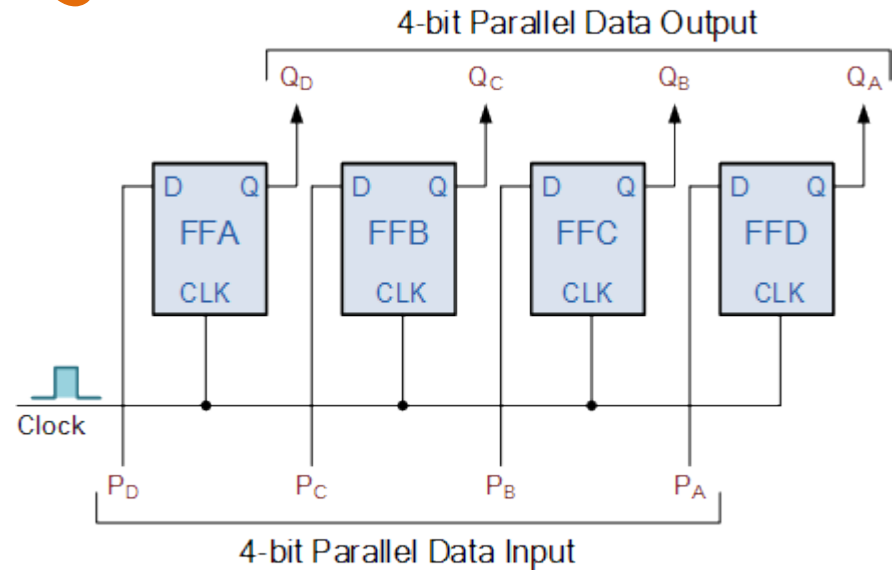
- ❑ M. Morris Mano and Michael D. Ciletti: [Digital Design - With an Introduction to the Verilog HDL, 5th. Edition](#)
- ❑ [Electronics-course.com](#) (Sequential Logic)
  - [The Shift Register](#)
- ❑ F-alpha.net:
  - [Shift register](#)
- ❑ Logisim: [Logikai áramkör szimulációs program](#)
- ❑ SimulIDE: [Elektronikus áramkörszimulációs program \(AVR, PIC szimuláció is\)](#)



# Léptetőregiszterek

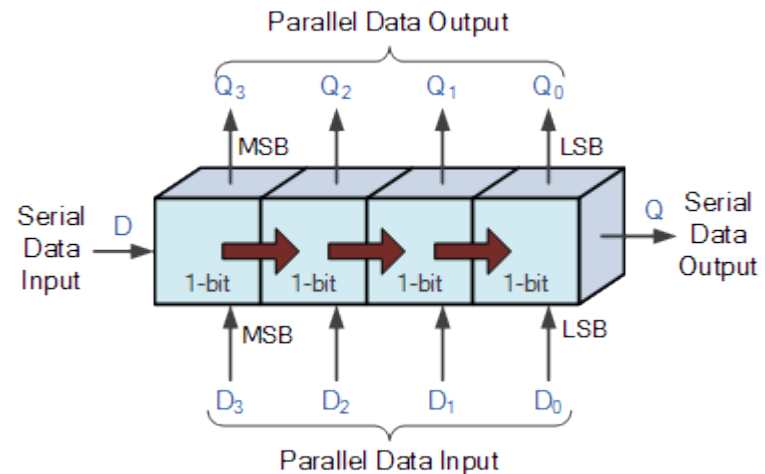
**Regiszter:**  $n$  darab összefogott (közös vezérlőjellel működtetett) tároló. Az ábrán egy 4-bites, párhuzamos beírású, és párhuzamos kimenetű regiszter látható. Mikrovezérlőben ilyenek:

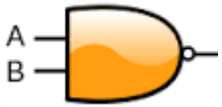
- I/O port kimeneti adatregiszter
- Utasítás-regiszter
- Utasításszámláló
- Konfigurációs regiszterek



**Léptető (shift) regiszter:** az  $n$  bites tárolóban az adatok egy közös órajellel jobbra (vagy balra) léptethetők.

- **Párhuzamos beíráshoz** külön beíró és léptető jel szükséges.
- **Soros beírásnál** nincs szükség külön beíró jelre, a léptetés egyúttal beír egy adatbitet.

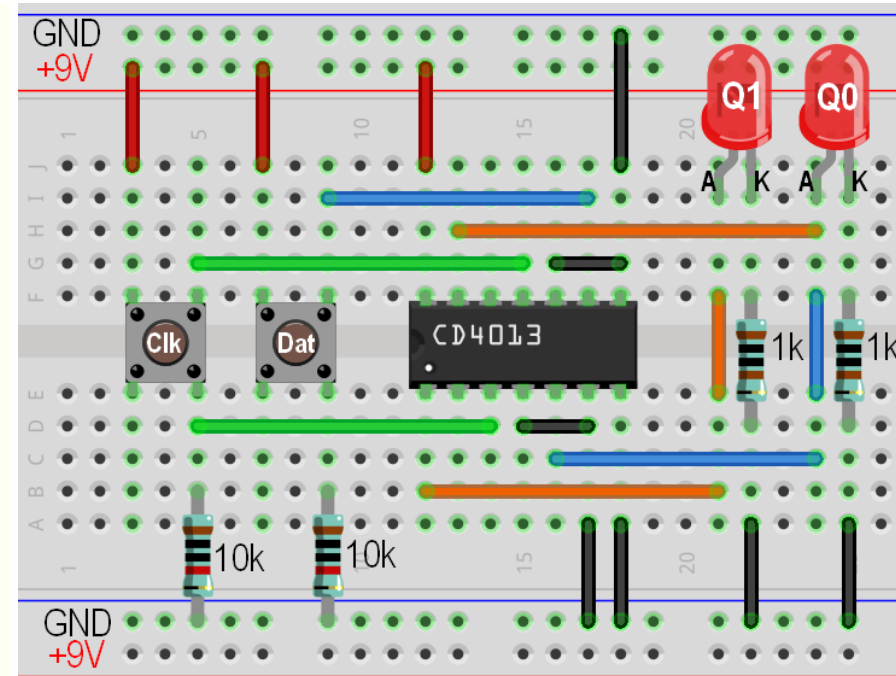
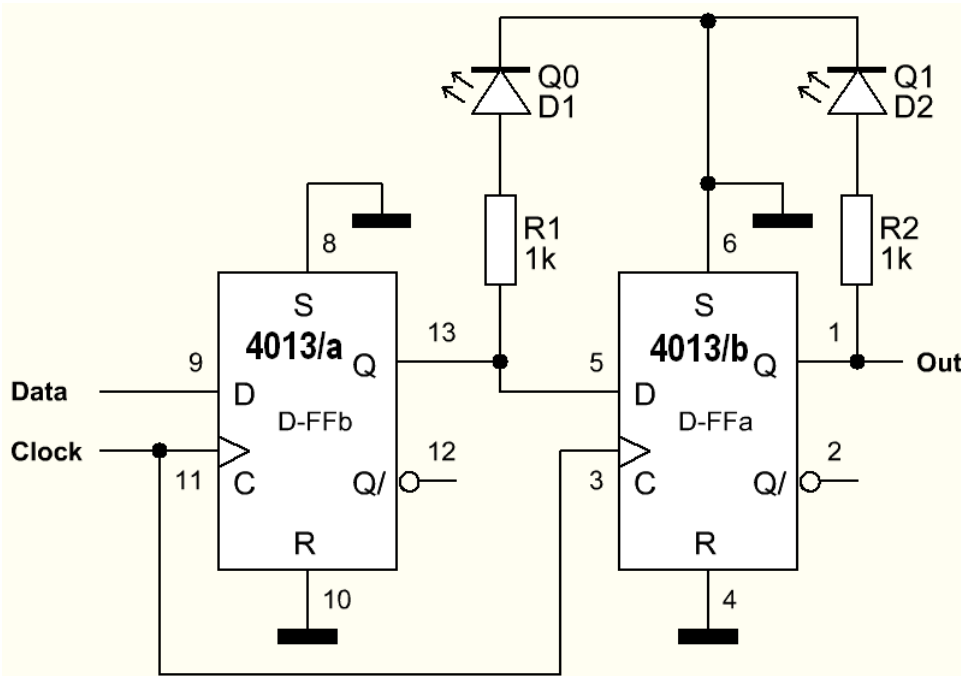


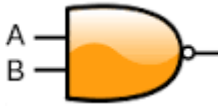


# 2 bites léptetőregiszter

Két D flip-flop sorbakötésével és az órajel közösítésével egy 2 bites léptetőregisztert alakítottunk ki. Ne feledkezzünk meg a most nem használt Reset és Set bemenetek alacsony szintre húzásáról!

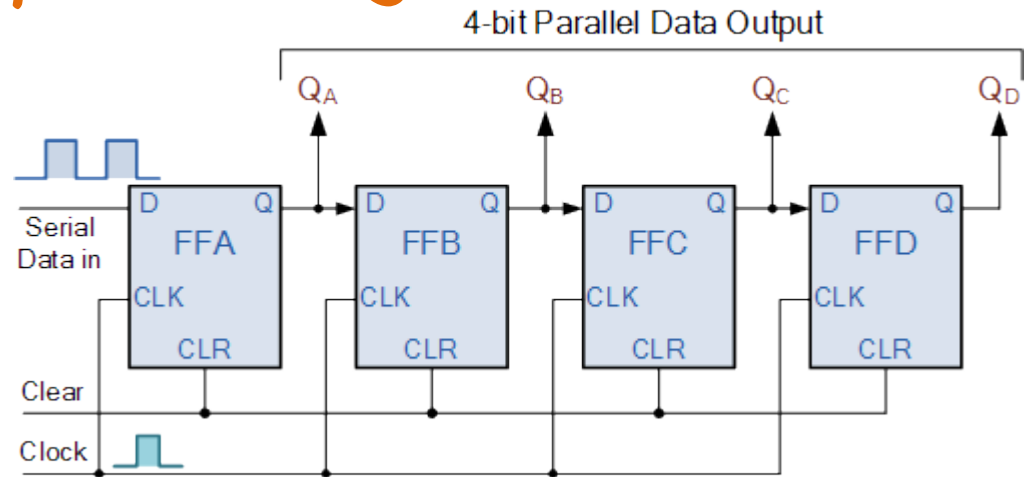
A kimenetekre – a szemléletesség kedvéért egy-egy LED-et kötöttünk.





# 4 bites léptetőregiszter

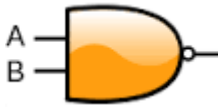
Két további **D flip-flop** hozzáadásával 4 bites léptetőregisztert alakíthatunk ki. A **Reset** bemenetek összekapcsolásával egy törlő impulzussal egyszerűen nullázhatjuk a regisztert.



A 4 bites léptetőregiszter jelalak diagramján jól látható, hogy az információ hogyan vándorol bitről bitre minden órajel felfutáskor.

Az ábra azt az esetet mutatja, amikor az adatbemenetet csak egy órajel idejére tartjuk magas szinten.

Forrás: [electronics-tutorials.ws/sequential/seq\\_5.html](http://electronics-tutorials.ws/sequential/seq_5.html)

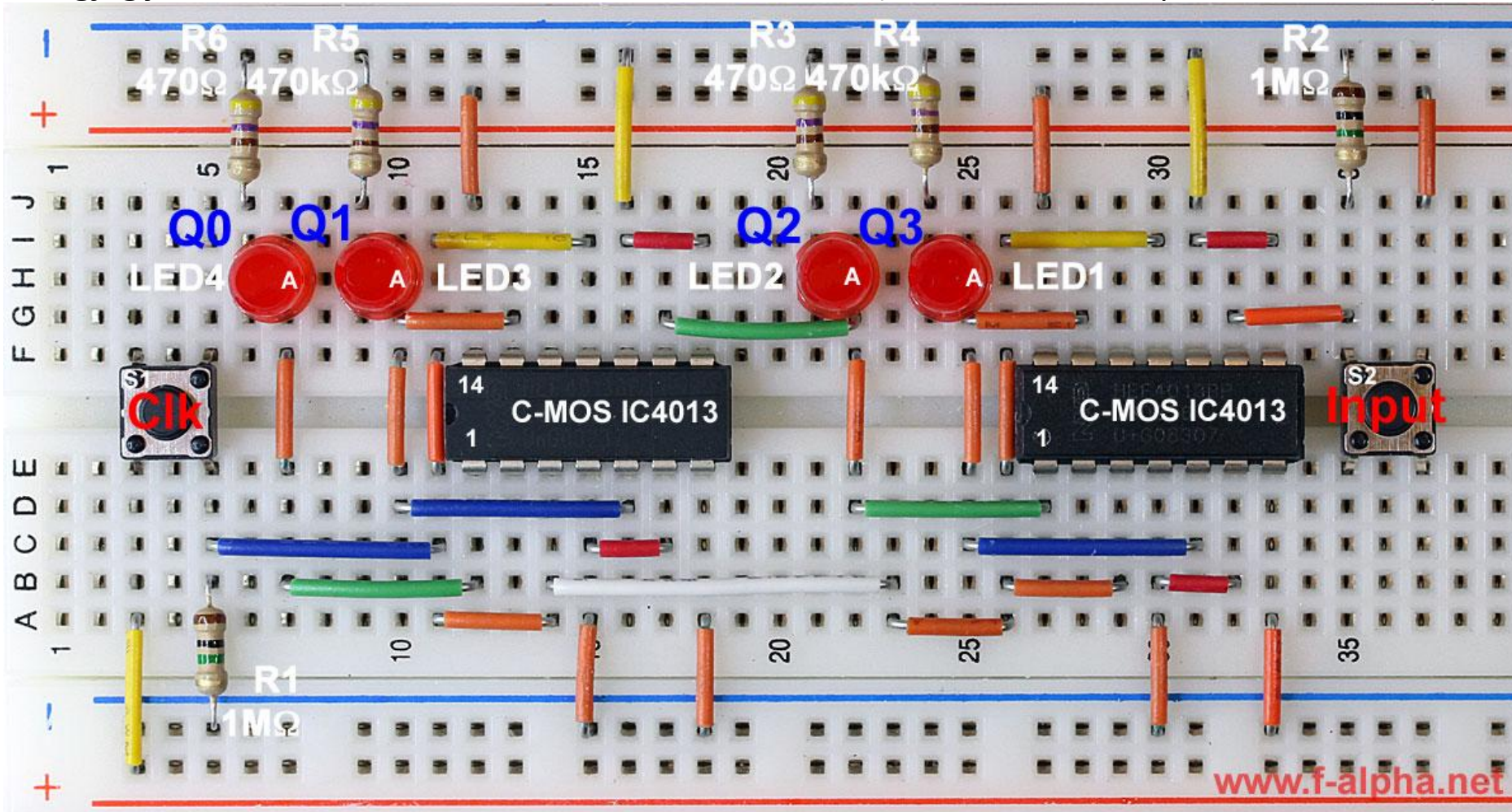


# 4 bites léptetőregiszter

Egy építési útmutató az alábbi oldalon található:

[en.f-alpha.net/electronics/digital-electronics/shift-register/lets-go/experiment-1-storage-unit/](http://en.f-alpha.net/electronics/digital-electronics/shift-register/lets-go/experiment-1-storage-unit/)

**Megjegyzés:** a LED-ek sorszámozás fordított sorrendű (a Q3 fokozatba lép be a külső adat).



www.f-alpha.net



# 4 bites léptetőregiszter szimulációja

A **SIPO\_shift\_register.circ** állomány a **Logisim** szimulátorba tölthető be.

A SIPO rövidítés jelentése: soros bemenet, párhuzamos kimenet.

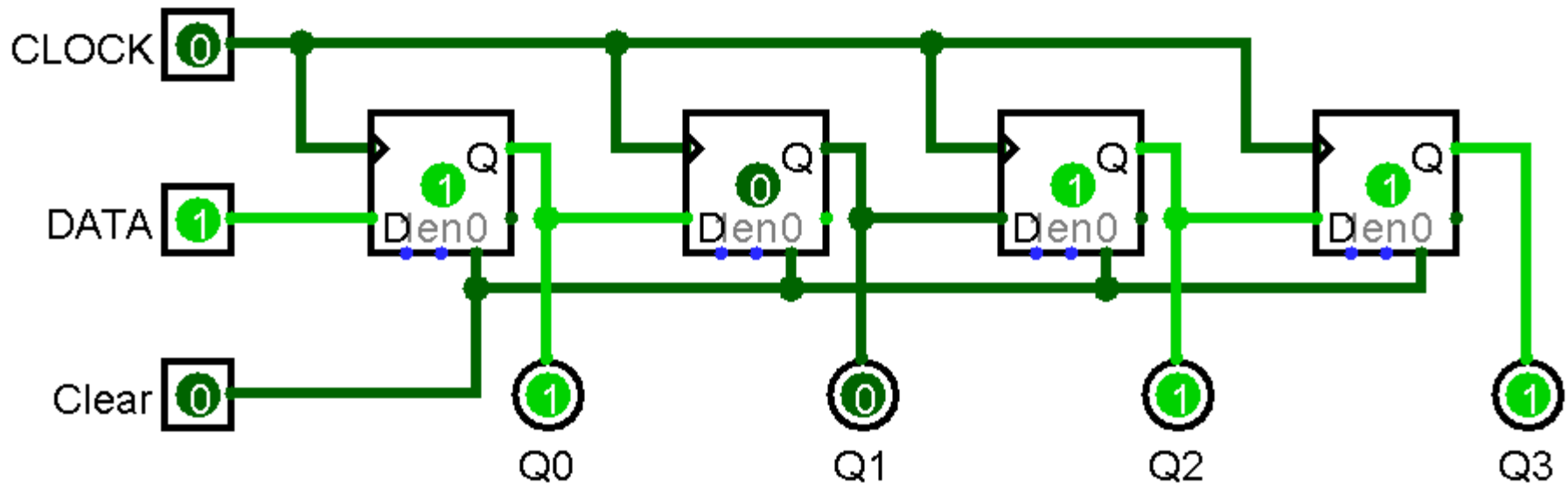
## Be- és kimenetek:

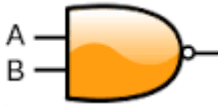
**CLOCK** – az órajel, ennek 0 -> 1 átmenete váltja ki a léptetést.

**DATA** – soros adatbemenet

**Clear** – közös RESET bemenet ('1' állapotában nullázza a regisztert)

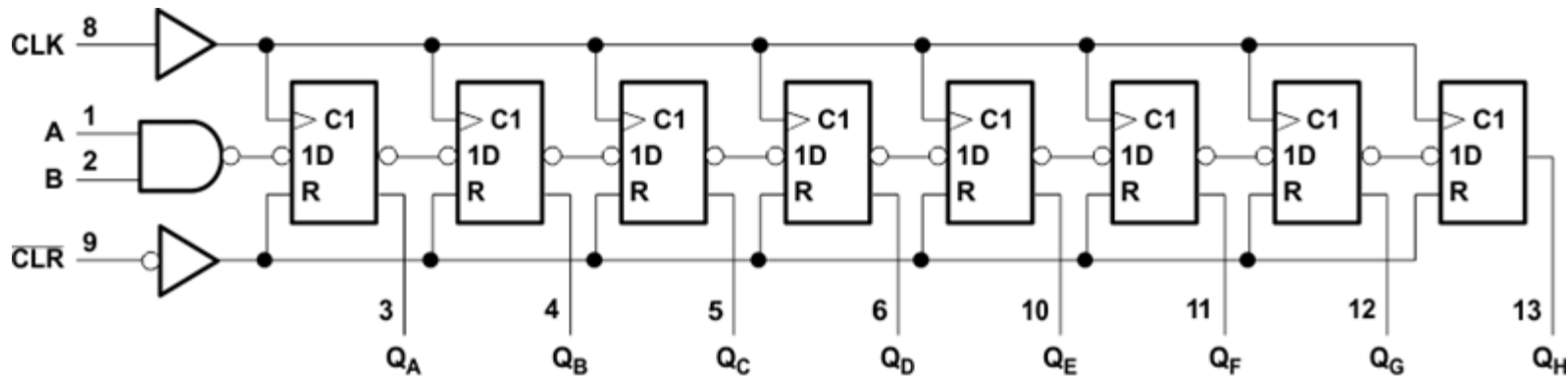
**Q0, Q1, Q2, Q3** – a négybites regiszter párhuzamos kimenetei





# 74HC164 8 bitess SIPO

VCC = 2.0 – 6.0 V



Pin numbers shown are for the D, J, N, NS, PW, and W packages.

Az eredményes adatbevitelhez A és B egyaránt 'H' legyen. Ez felfogható úgy, hogy a A az adatbemenet és B egy kapuzó/engedélyező jel. Ha nincs szükség a kapuzásra, kössük össze az A és B bemeneteket!

**Tipikus alkalmazás:** Soros – párhuzamos átalakító

Bizonyos alkalmazásoknál gondot okozhat, hogy az adatbitek mindegyik kimeneten „végigvonulnak”. Ennek kiküszöbölésére a léptetést és a kimenetvezérlést szét kell választani. Ilyen IC-k például a 74HC595 és a CD4094.

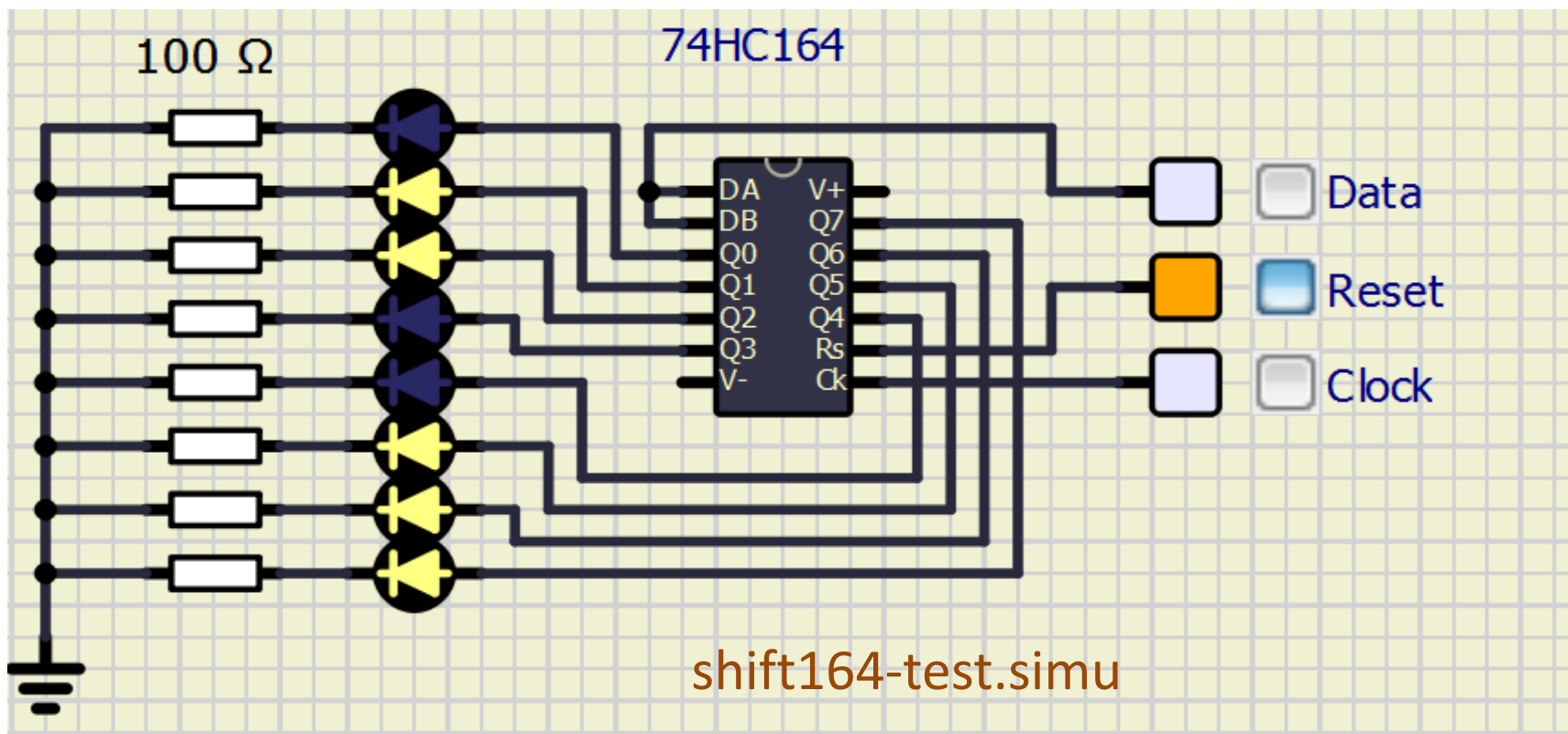


# 74HC164 vizsgálata szimulációval

SimulIDE – általános célú elektronikus áramkör-szimulációs program, analóg és digitális áramkörökhöz, illetve PIC és AVR mikrovezérlőkhöz.

Link: [sourceforge.net/p/simulide/wiki/Home/](http://sourceforge.net/p/simulide/wiki/Home/) (letöltések a Files lapon)

A **Reset** bemenet magas szinten legyen. Figyeljük meg, hogy az adatok beléptetésénél a bitek a kijelzőn végigvonulnak. Bizonyos alkalmazásoknál ez zavaró lehet.





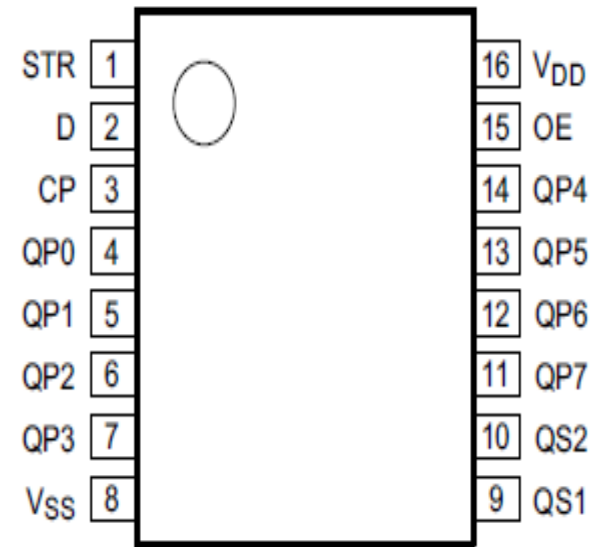
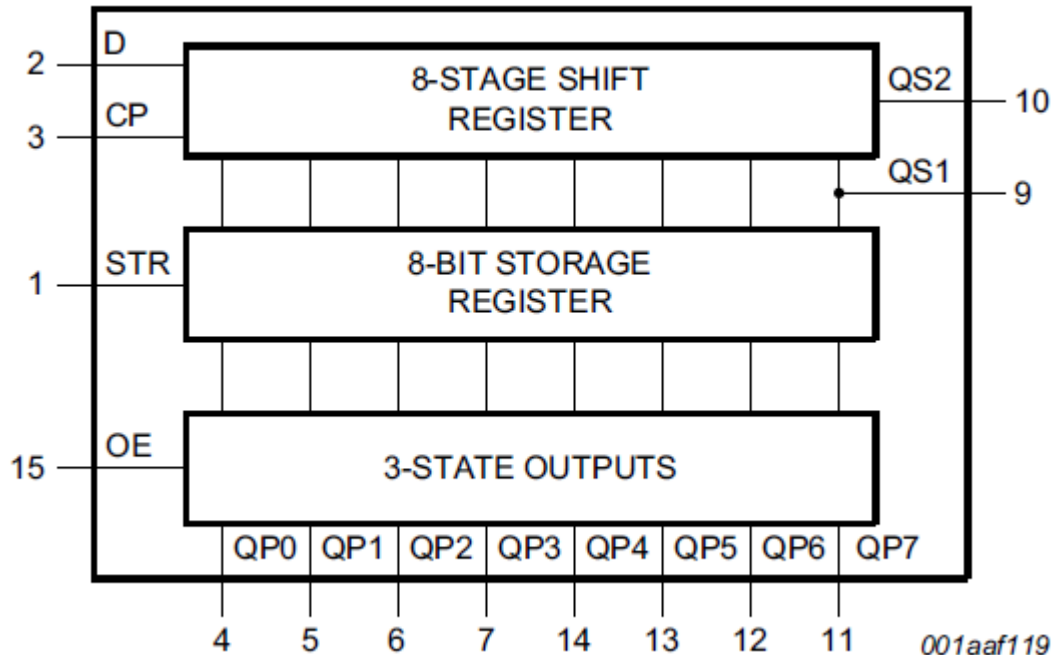
# CD4094/HCF4094/HEF4094

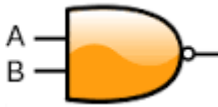
Ez az IC a 8 bites SIPO léptetőregiszter mellett egy PIPO (párhuzamos beírású és –kimenetű) regisztert is tartalmaz. A léptetőregiszter pillanatnyi állapotának áttöltése az STR bemenő jel 0->1 ármenetekor történik. A kimenet az OE jellel tiltható (0)/engedélyezhető (1).

**Tipikus alkalmazás:** sorosan vezérelt adatregiszter (deserializer), perifériabővítő IC.

Például a **NEMO-Q** gyártmányú **KAT120B** számhívó kijelzőjében **CD4094BCN** IC-k tárolják a sorosan beérkező adatokat.

## CD4094 (VCC = 3 – 18 V)





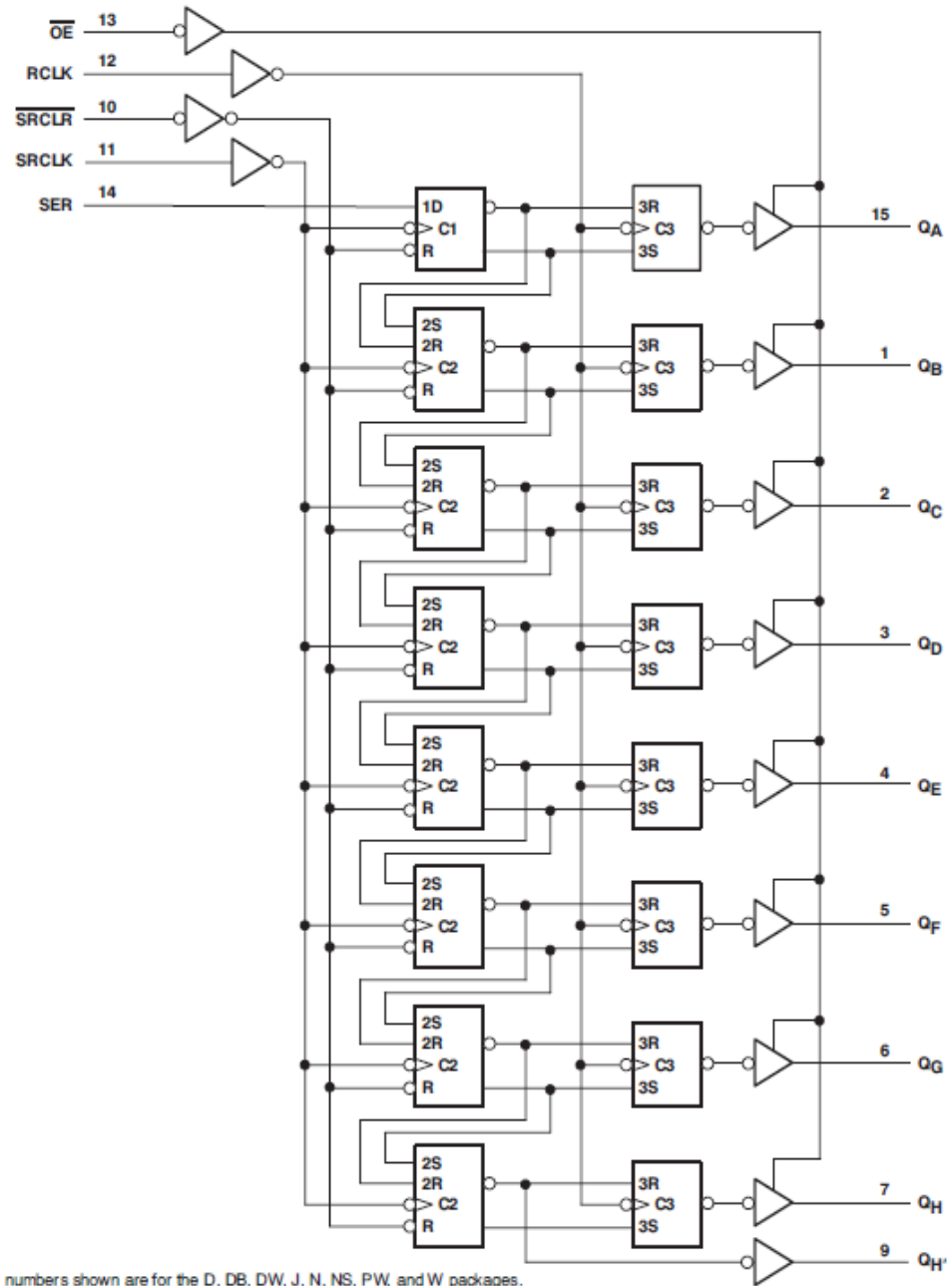
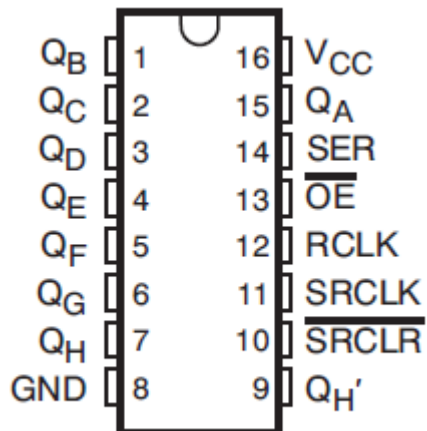
# 74HC595

VCC = 2 – 6 V

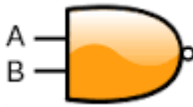
Ezt az IC-t a korábbi Energia/ Arduino projektjeinkben periféria bővítőként használtuk, SPI protokollal (pl. 7-szegmenses számkijelző vezérléséhez).

Eltérések a 4094-hez képest:

- A kimenet engedélyezése negatív logikával (alacsony szint engedélyez történik).
- Van egy törlő jel bemenet (negált)
- Csak egyféle soros kimenet van



in numbers shown are for the D, DB, DW, J, N, NS, PW, and W packages.

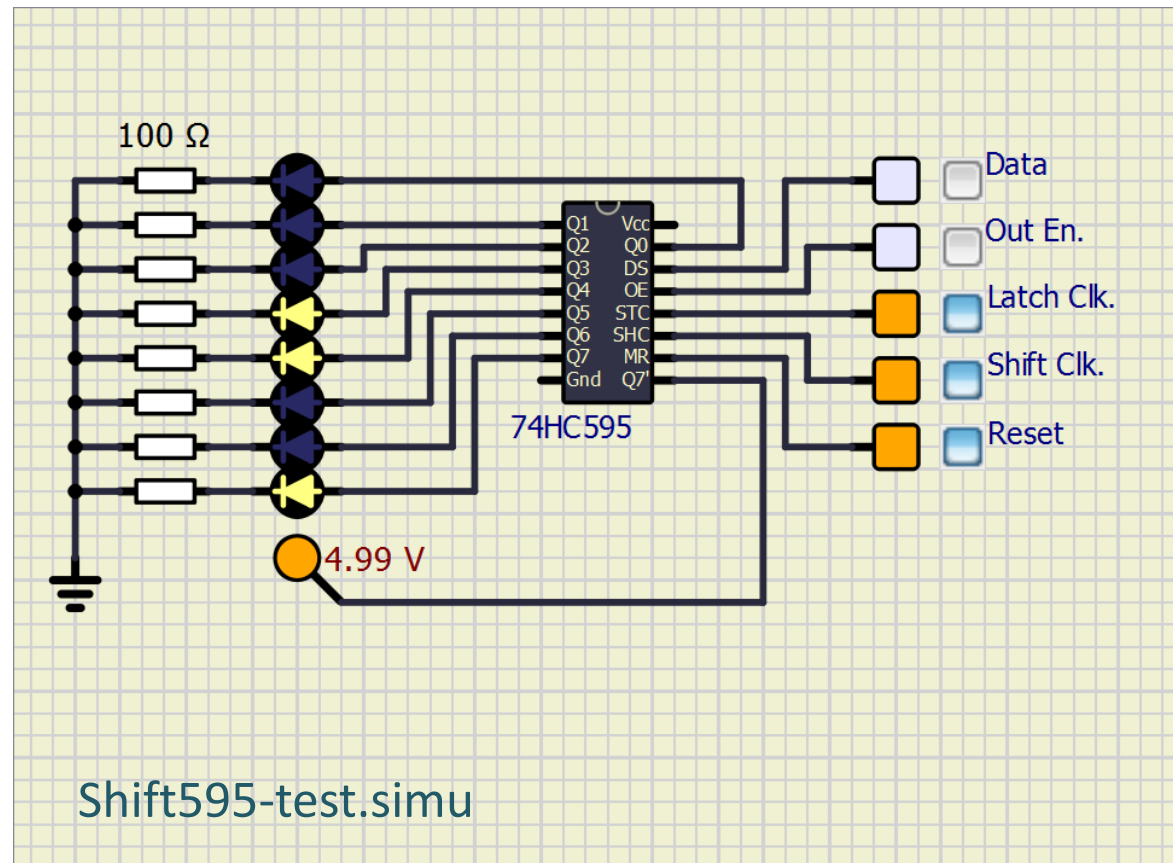


# A 74HC795 vizsgálata szimulátorban

SimulIDE – általános célú elektronikus áramkör-szimulációs program, analóg és digitális áramkörökhöz, illetve PIC és AVR mikrovezérlőkhöz.

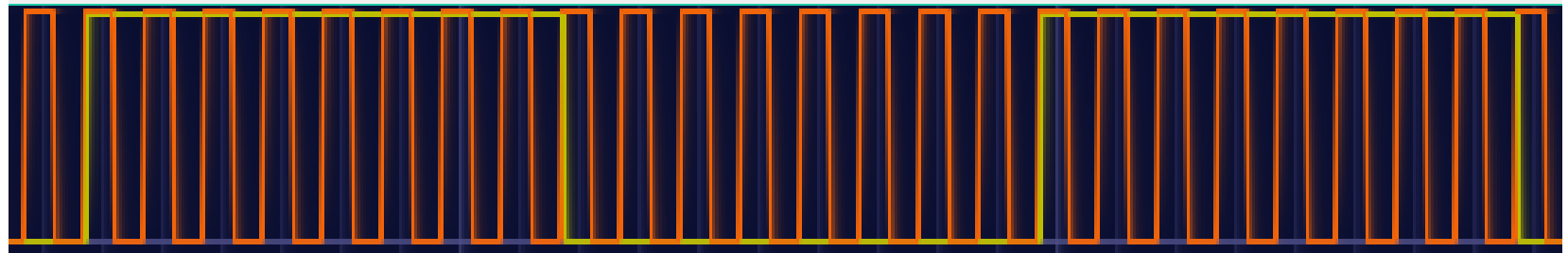
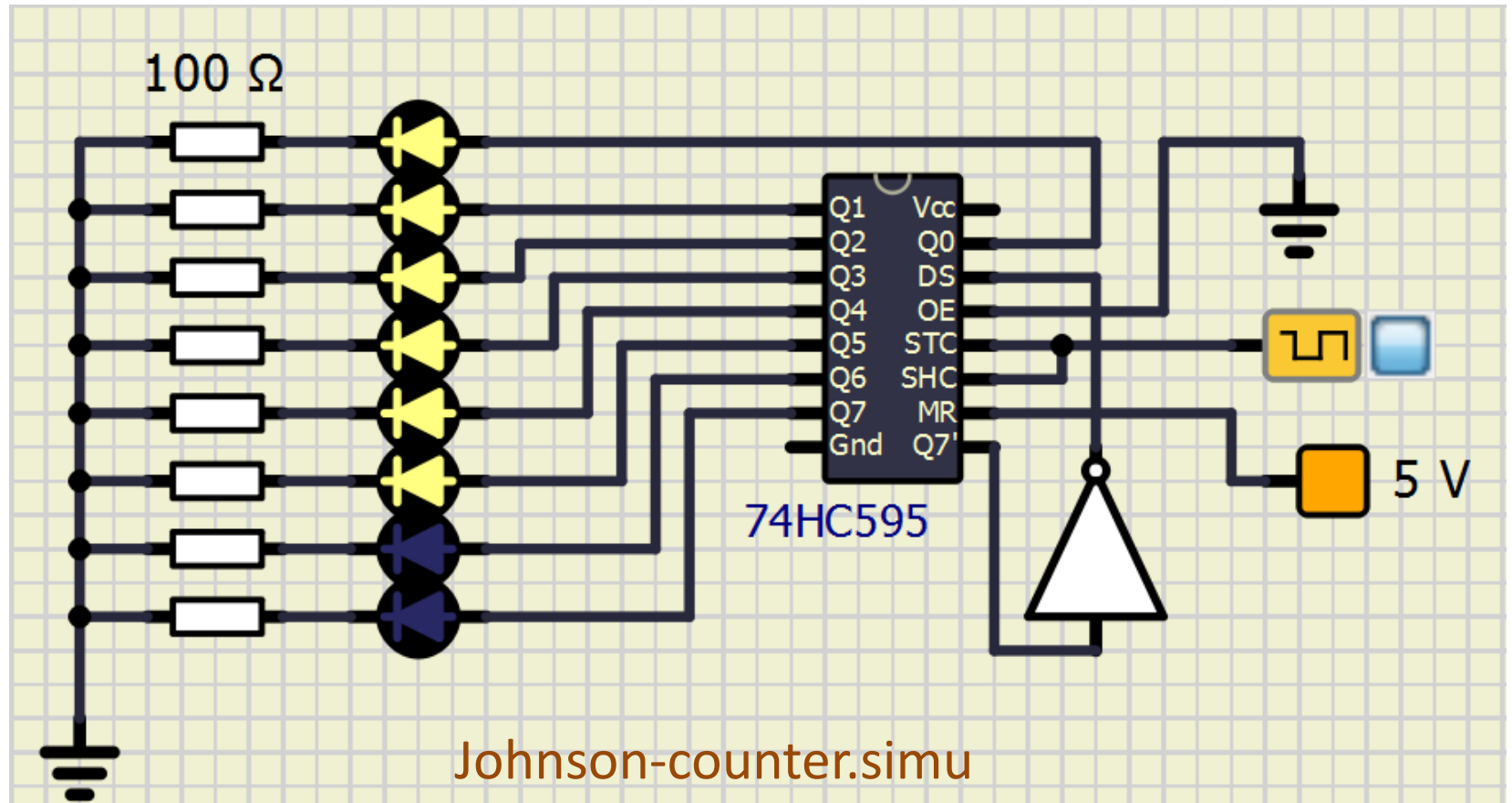
Link: [sourceforge.net/p/simulide/wiki/Home/](http://sourceforge.net/p/simulide/wiki/Home/) (letöltések a Files lapon)

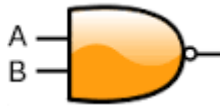
- A **Reset** jel magas legyen!
- Adatok léptetése a **Shift Clk** órajel felfutó élénél
- Adatok áttöltése a **Latch Clk** órajel felfutó élénél.
- **Out En** magas állapotában a kimenetek tiltva vannak.
- A **Reset** jel a shift regisztert törli, az adatregisztert nem.





# A 74HC595 mint Johnson számláló

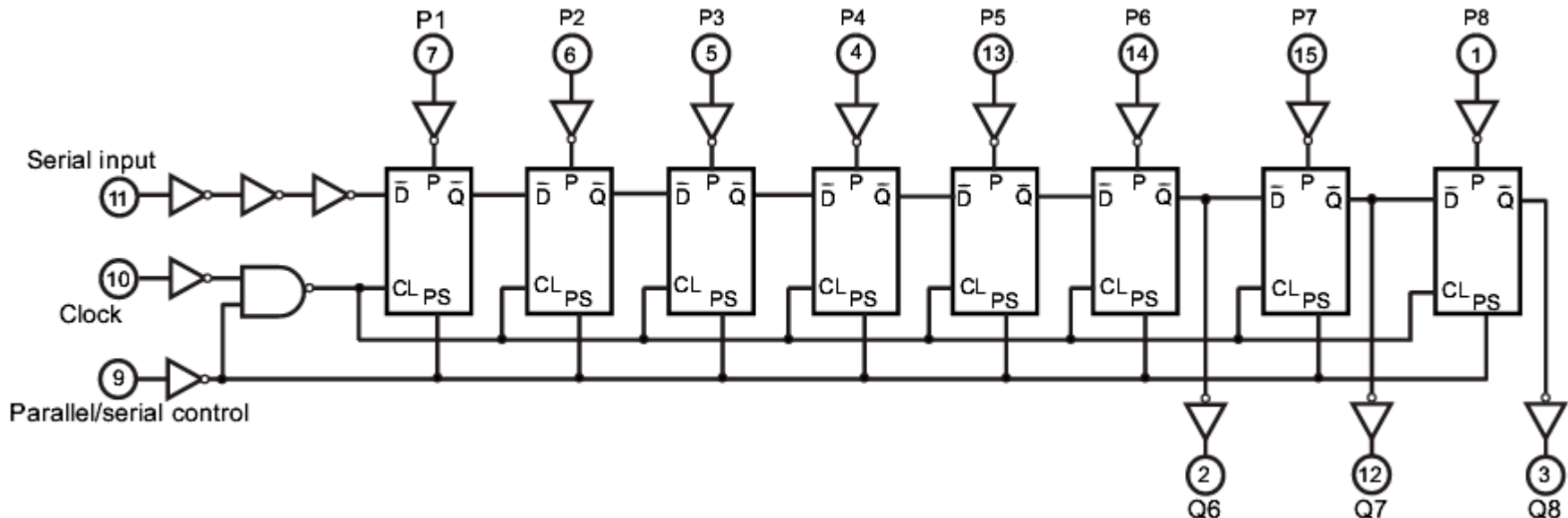
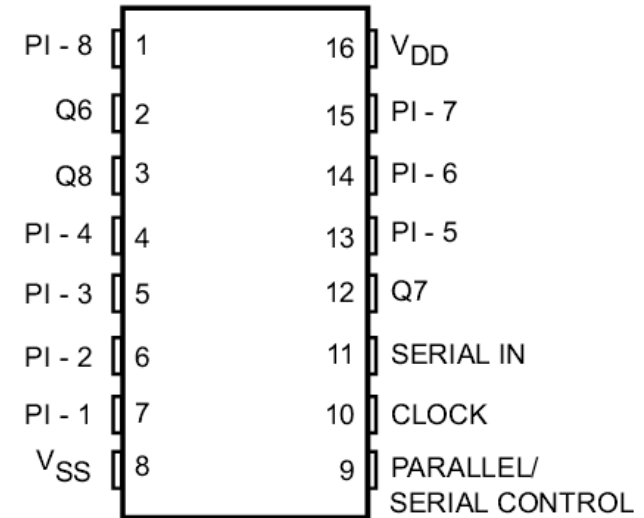


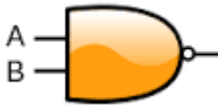


# CD4021/HCF4021

**PISO** – azaz párhuzamos bemenetű, soros kimenetű, 8 bites léptetőregiszter. Van soros bemenete is, ennek segítségével több egység is felfűzhető.

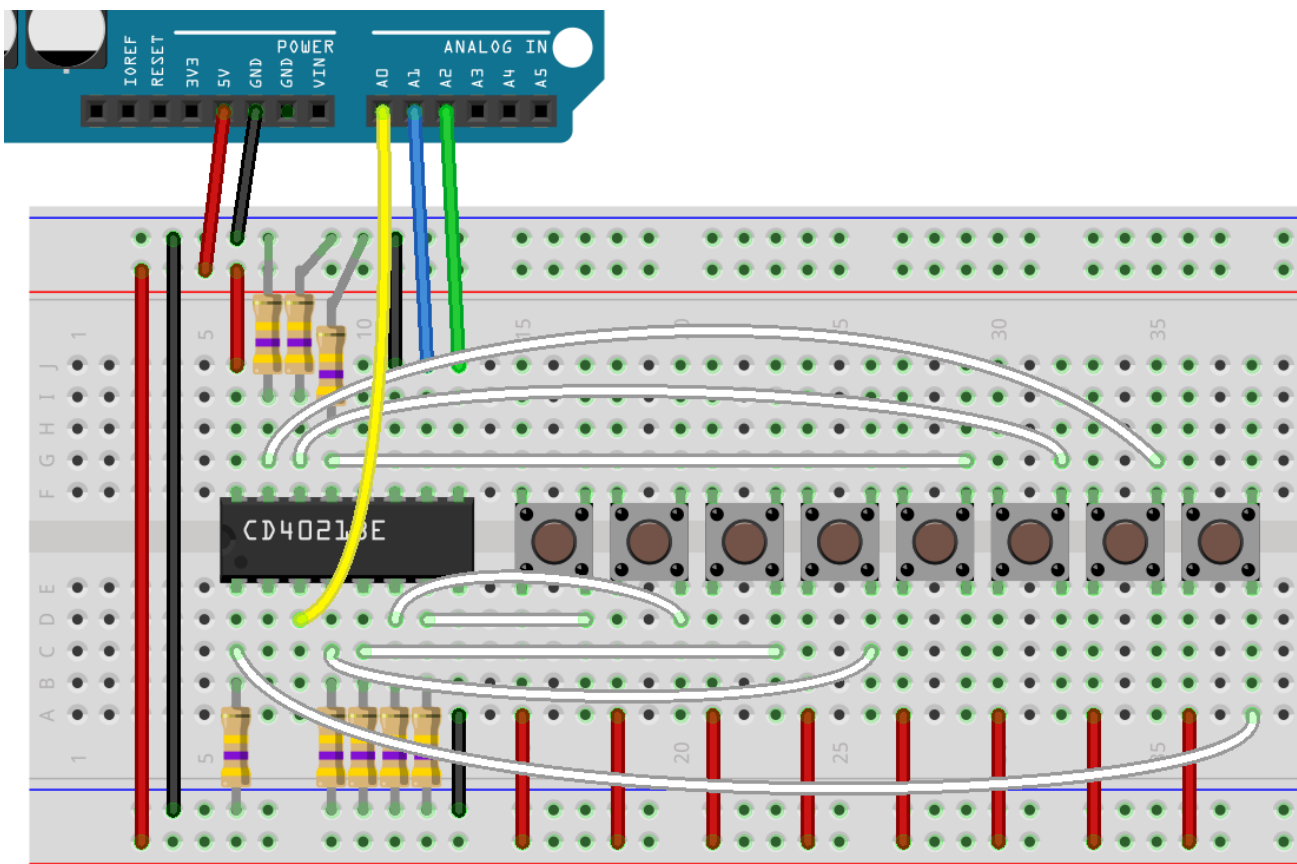
**Tipikus alkalmazás:** párhuzamosból soros átalakító (serializer)





# CD4021 alkalmazási példa

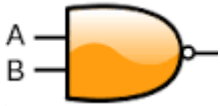
Az Interneten található számtalan Arduino oktatóanyag között találtuk ez a mintapéldát, ahol egy **CD4021** felhasználásával 8 nyomógomb állapotát figyelhetjük, mindössze 3 láb felhasználásával. Link: [hrasopfabs.github.io/magnolia/Multiple Inputs.html](https://hrasopfabs.github.io/magnolia/Multiple%20Inputs.html)



**Sárga vezeték** (3. láb) – A shift regiszter adatkimenete (MISO)

**Kék vezeték** (10. láb) – a shift regiszter léptetőjele (SCLK)

**Zöld vezeték** (9. láb) – a shift regiszter soros/párhuzamos módjának vezérlőjele (0: soros, 1: párhuzamos mód)



# 74HC165

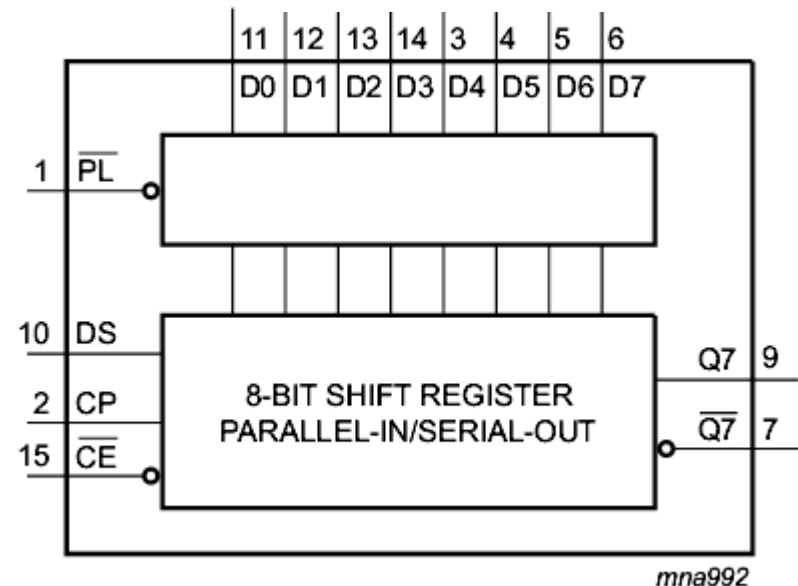
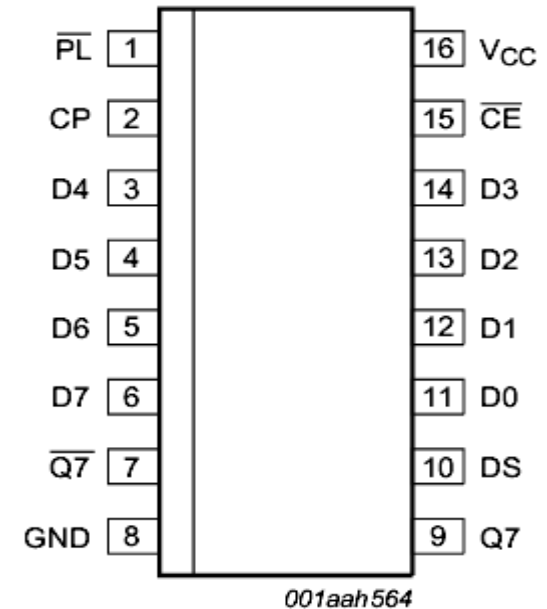
A CD4021-hez hasonlóan ez is **PISO** – azaz párhuzamos bemenetű, soros kimenetű, 8 bites léptetőregiszter (a 74HC164 „párja”). A soros bemenete segítségével több egység is felfűzhető.

**Tipikus alkalmazás:** párhuzamosból soros átalakító (serializer)

## Eltérések a CD4021-től:

- Párhuzamos beírás *alacsony szintű* jellel
- A  $\overline{CE}$  jel az órajel engedélyezésére szolgál
- Csak az utolsó fokozat kimenete van kivezetve (Q7), de ennek komplementense ( $\overline{Q7}$ ) is elérhető.
- $VCC = 2 - 6 V$

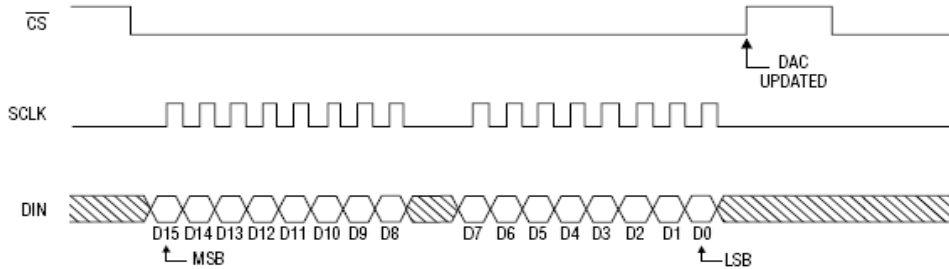
74HC165  
74HCT165



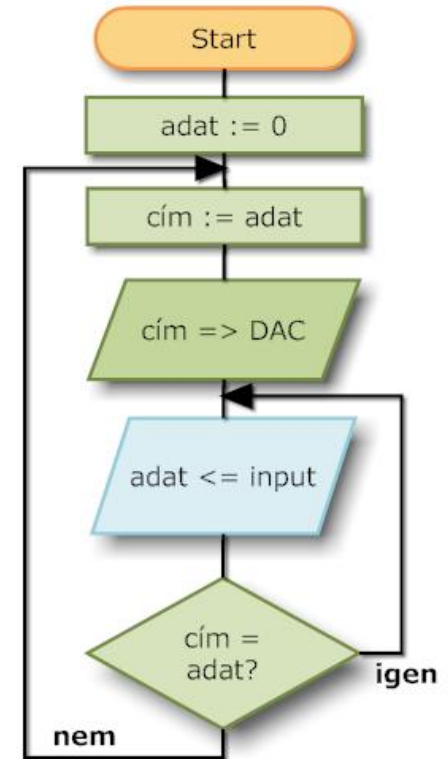
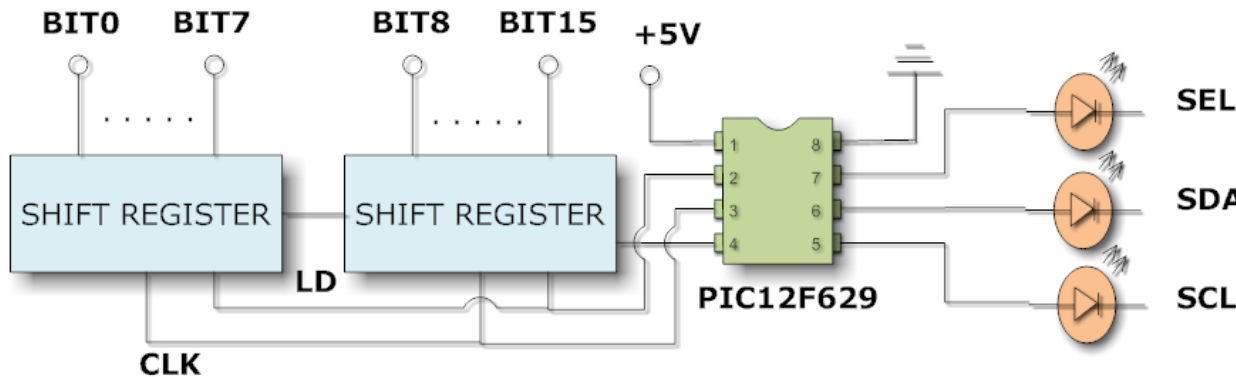
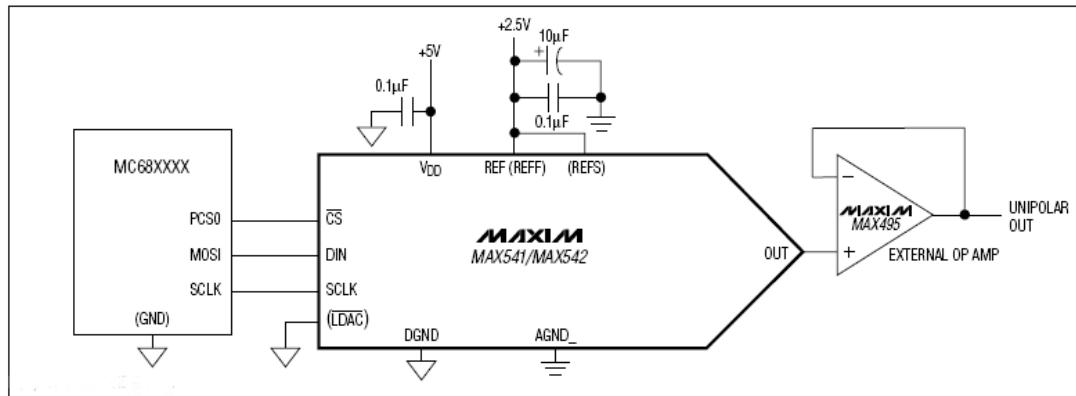


# 74HC165 alkalmazási példa

Párhuzamos/soros átalakító D/A konverter vezérléséhez (digitálisan vezérelhető tápegységbe)



Az órajel és a vezérlőjelek előállításához egy mikrovezérlőt használtunk fel.





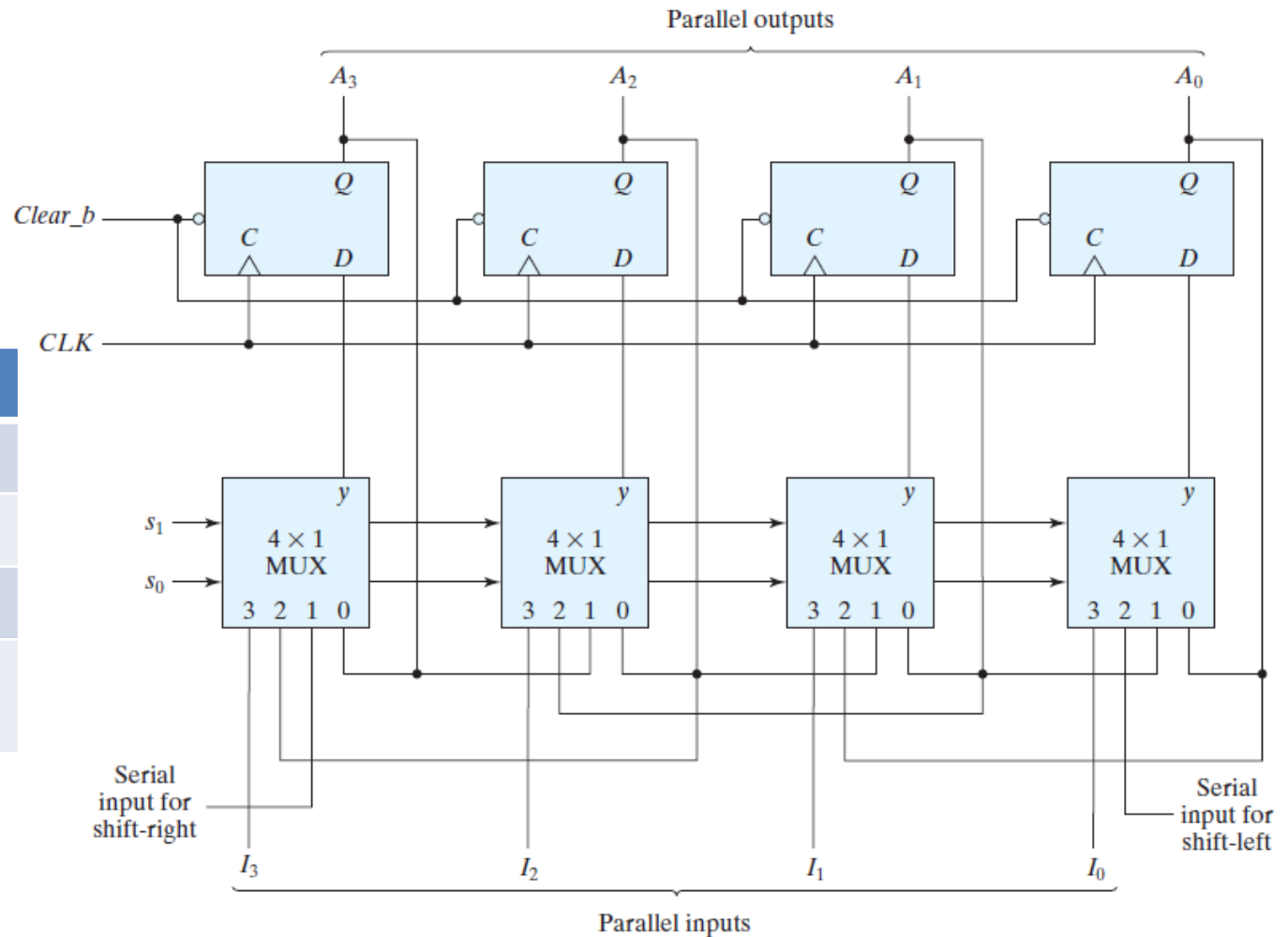


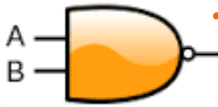
# Univerzális léptetőregiszter

Az univerzális léptetőregiszter választhatóan jobbra, vagy balra léptet, sorosan vagy párhuzamosan írható be az adat, s sorosan vagy párhuzamosan olvasható ki.

A kívánt funkció az **S0, S1** bemenetekre kapcsolt jelekkel választható ki:

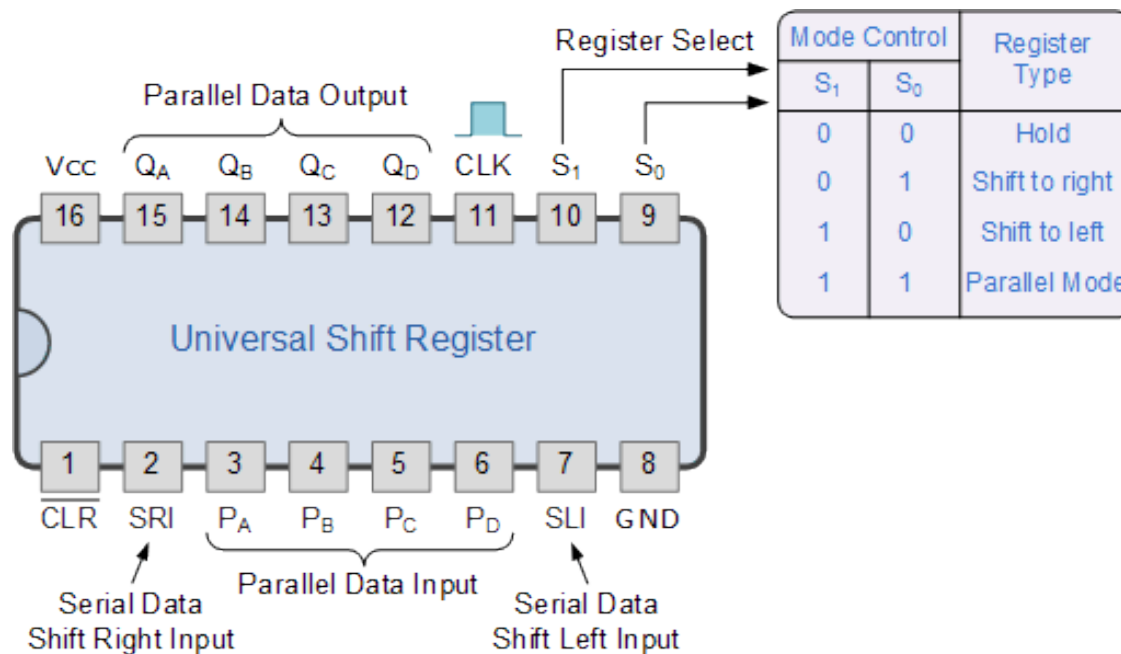
S1 S0	Funkció
00	Tétlen
01	Jobbra léptetés
10	Balra léptetés
11	Párhuzamos beírás





# 74HC194 Univerzális léptetőregiszter

A **74HC194** IC 4-bites univerzális shift regiszter, pontosan az előző oldalon felvázolt kapcsolást valósítja meg. A 74HC sorozatra jellemzően  $VCC = 2 - 6\text{ V}$  lehet.





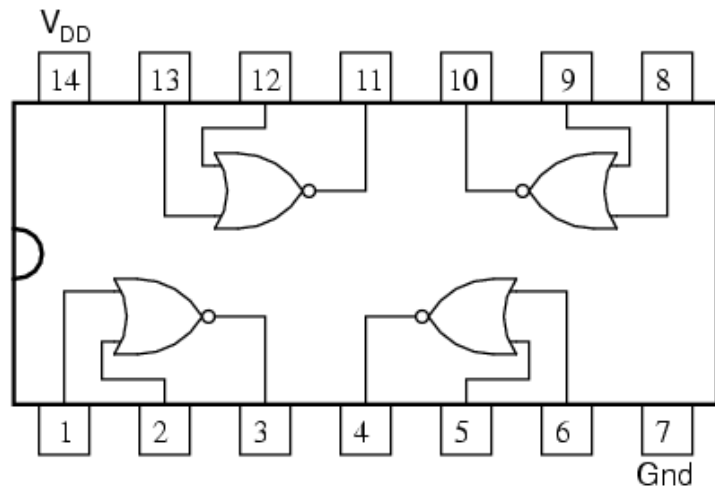
# A 4000-es sorozat tipikus tagjai

- 4001 CMOS Quad 2-Input NOR Gate
- 4011 CMOS Quad 2-Input NAND Gate
- 4013 CMOS Dual D-Type Flip Flop
- 4017 CMOS Decade Counter with 10 Decoded Outputs
- 4021 CMOS 8-Stage Static Shift Register**
- 4022 CMOS Octal Counter with 8 Decoded Outputs
- 4023 CMOS Triple 3-Input NAND Gate
- 4025 CMOS Triple 3-Input NOR Gate
- 4026 CMOS Decade Counter/Divider with Decoded 7-Segment Display Outputs and Display Enable
- 4027 CMOS Dual J-K Master-Slave Flip-Flop
- 4028 CMOS BCD-to-Decimal or Binary-to-Octal Decoders/Drivers
- 4043 CMOS Quad NOR R/S Latch with 3-State Outputs
- 4046 CMOS Micropower Phase-Locked Loop
- 4049 CMOS Hex Inverting Buffer/Converter
- 4050 CMOS Hex Non-Inverting Buffer/Converter
- 4051 CMOS Single 8-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer with Logic-Level Conversion
- 4052 CMOS Differential 4-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer with Logic-Level Conversion
- 4053 CMOS Triple 2-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer with Logic-Level Conversion
- 4060 CMOS 14-Stage Ripple-Carry Binary Counter/Divider and Oscillator
- 4066 CMOS Quad Bilateral Switch
- 4069 CMOS Hex Inverter
- 4070 CMOS Quad Exclusive-OR Gate
- 4071 CMOS Quad 2-Input OR Gate
- 4072 CMOS Dual 4-Input OR Gate
- 4073 CMOS Triple 3-Input AND Gate
- 4075 CMOS Triple 3-Input OR Gate
- 4081 CMOS Quad 2-Input AND Gate
- 4082 CMOS Dual 4-Input AND Gate
- 4093 CMOS Quad 2-Input NAND Schmitt Triggers
- 4094 CMOS 8-Stage Shift-and-Store Bus Register**

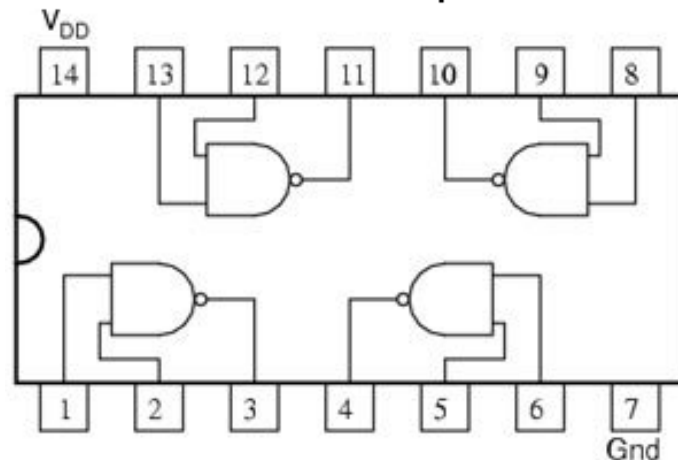


# A 4000-es sorozat tipikus tagjai

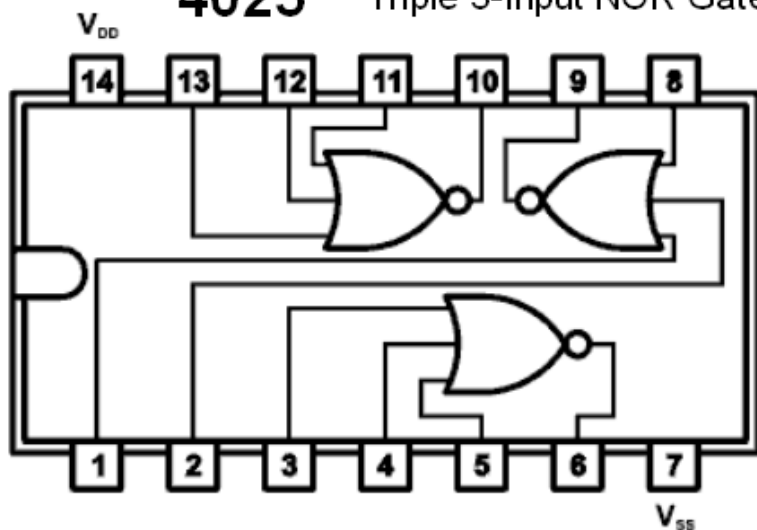
**4001** Quad 2-Input NOR Gate



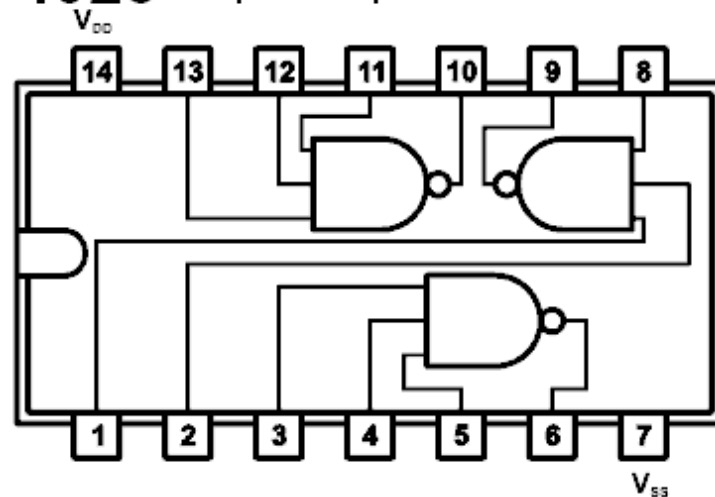
**4011** Quad 2-input NAND



**4025** Triple 3-Input NOR Gate



**4023** Triple 3-Input NAND Gate

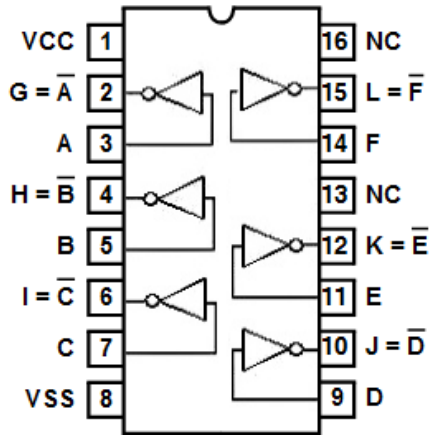




# A 4000-es sorozat tipikus tagjai

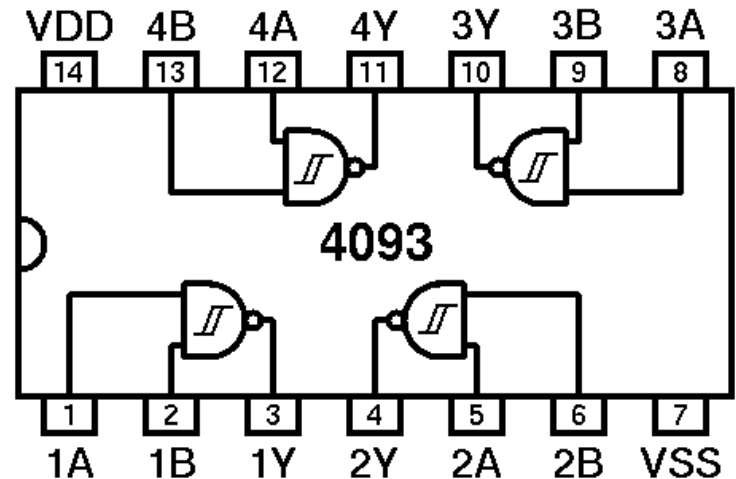
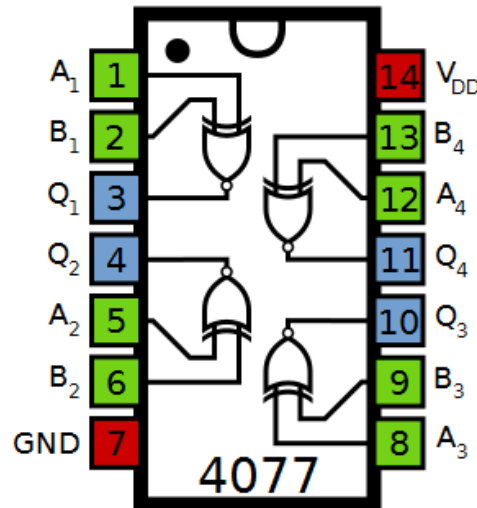
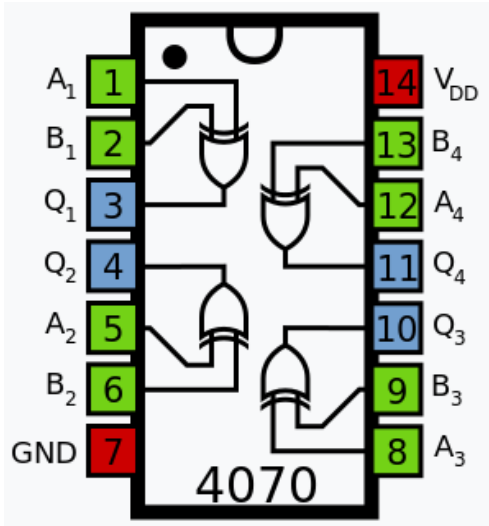
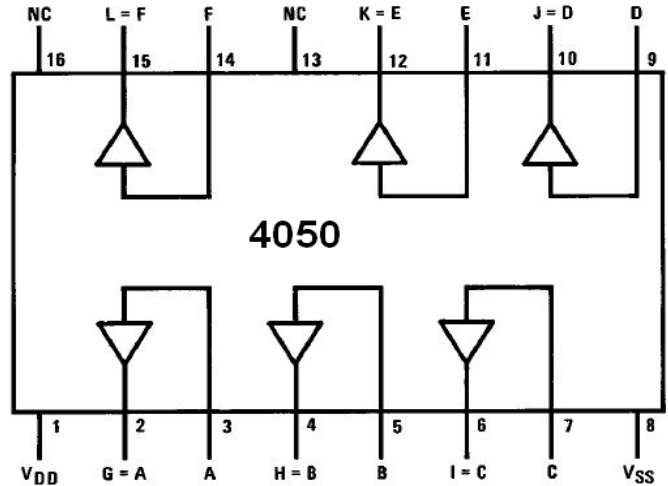
## 4049

Hex Inverting Buffer/Converter



## 4050

Hex Non-Inverting Buffer/Converter





# A 4000-es sorozat tipikus tagjai

