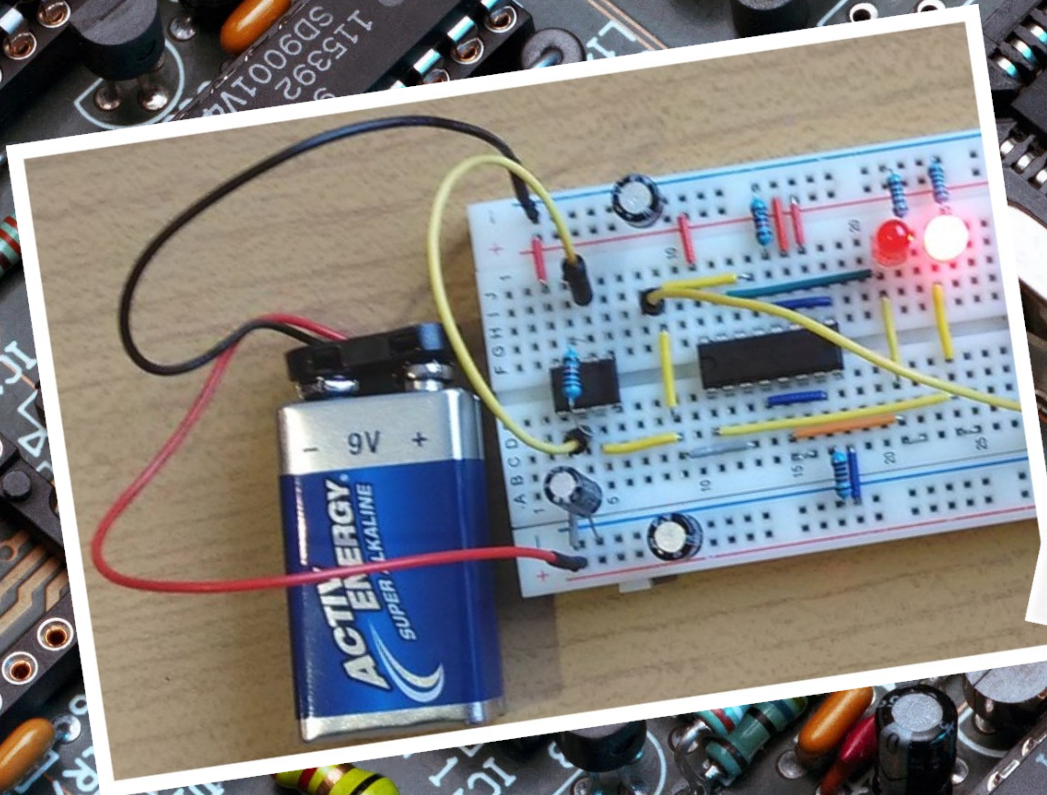


# A digitális elektronika alapjai



## 10. Sorrendi logikai áramkörök – 3. rész

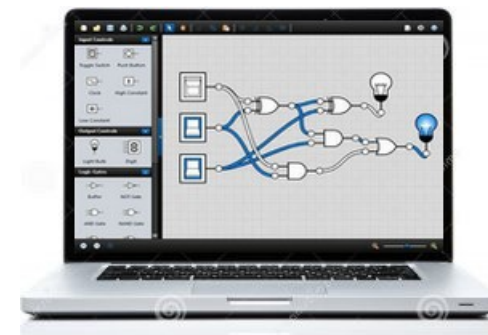
# Felhasznált és ajánlott irodalom

- Gulyás Dénes: [Számítógép architektúrák](#) (*interaktív jegyzet*)
- Mike Gábor: [A digitális elektronika alapjai](#) (*jegyzet és videók*)
- Zalotay Péter: [Digitális technika](#)
- Végh János: [Ismerkedés a digitális elektronikával](#)
- Mészáros Miklós: [Logikai algebra alapjai, logikai függvények I.](#)
- Mingesz Róbert: [Digitális technikai tananyagok](#)
- F-alpha.net: [Digital Electronics](#)
- Electronics Tutorials: [Logic Gates](#), [Combinational logic](#), [Sequential logic](#)
- M. Morris Mano and Michael D. Ciletti: [Digital Design](#)
- Simon Fraser University: [CMPT-150: Introduction to Computer Design](#)

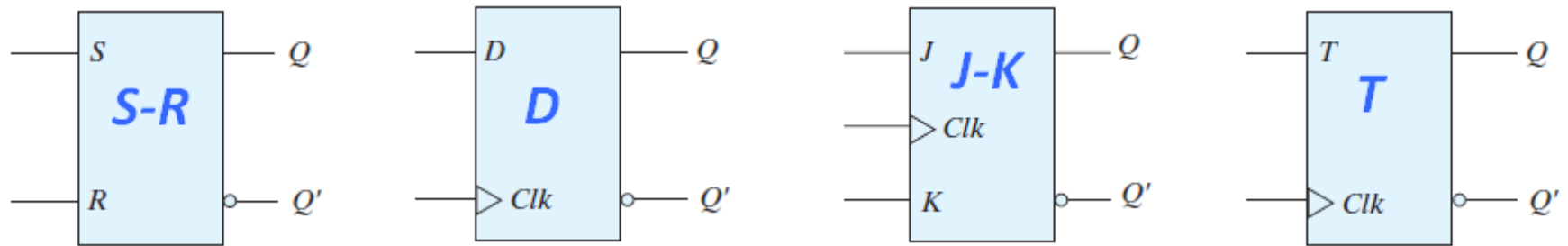


## Logikai áramkör szimulátorok

- LogiSim szimulátor: [www.cburch.com/logisim/](http://www.cburch.com/logisim/)
- Falstad.com: [Circuit simulator](#)
- CircuitVerse: [Simulator](#)
- University of Genoa: [Deeds Simulator](#)
- Gatecat: [Breadboard Simulator v1.0](#)
- Logic.ly: [Logic.ly Simulator \(online demo\)](#)

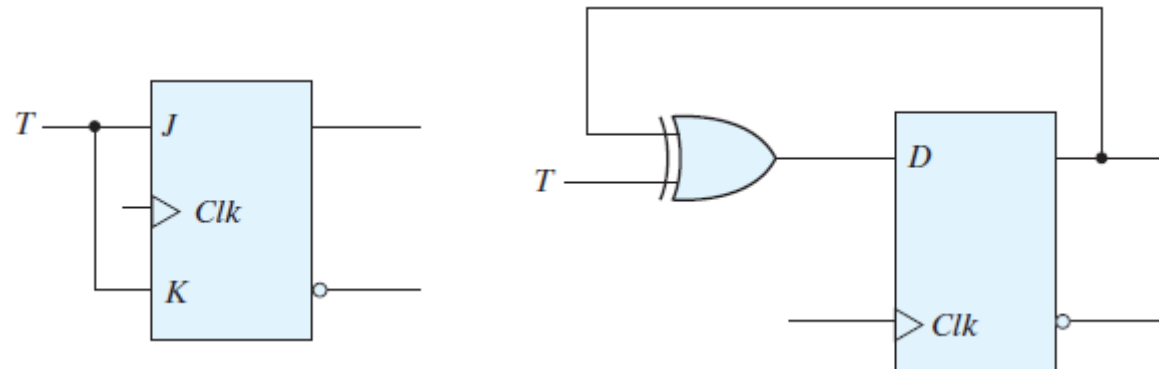


# Emlékeztető: Sorrendi logikai áramkörök alapelemei



- Az **S-R** tároló egyszerű felépítésű, de gyakorlati célokra csak korlátozottan alkalmazható
- Az élvezérelt **D**, **J-K** és **T** bistabil billenőköröket angol kifejezéssel **flip-flop**-nak is nevezik. Ezek az órajel felfutó élénél váltanak állapotot, ha annak feltétele teljesül
- A **T-flip-flop** minden órajelre állapotot vált, ha **T = 1** teljesül

**T** flip-flopot élvezérelt **J-K** vagy **D** tárolóból alakíthatunk ki

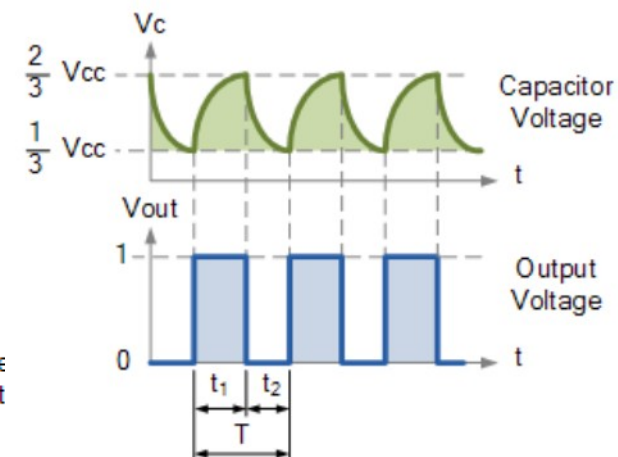
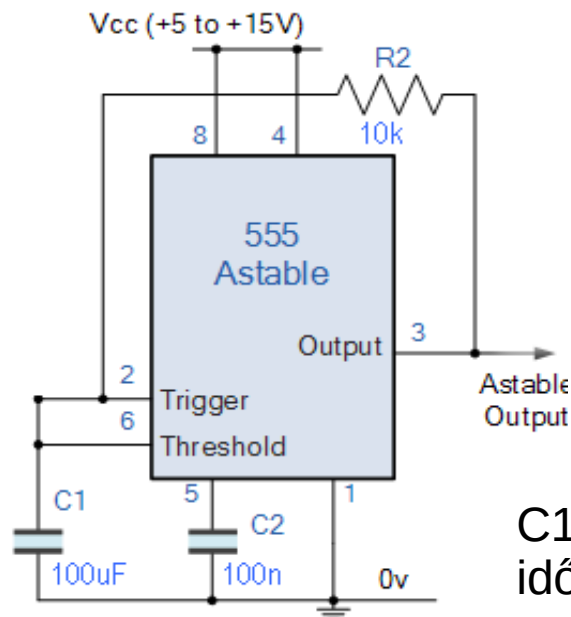


# NE555 órajel generátor

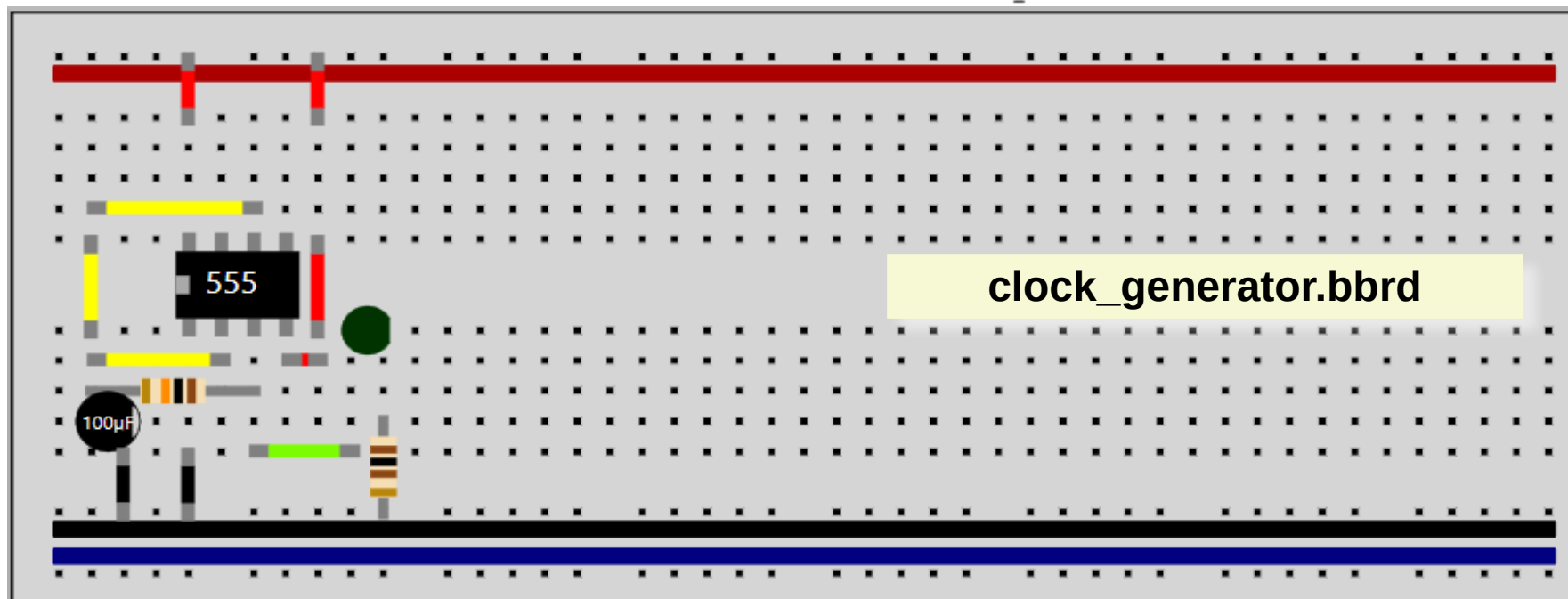
- Az NE555 IC-vel egyszerűen építhetünk egy órajel generátort (astabil multivibrátor)

$R = 10\text{ k}\Omega$  és  $C = 100\text{ }\mu\text{F}$  választással a léptetés kb. 1,7 másodpercenként történik

$$T = 0.693 \cdot 2 \cdot R_2 \cdot C_1$$

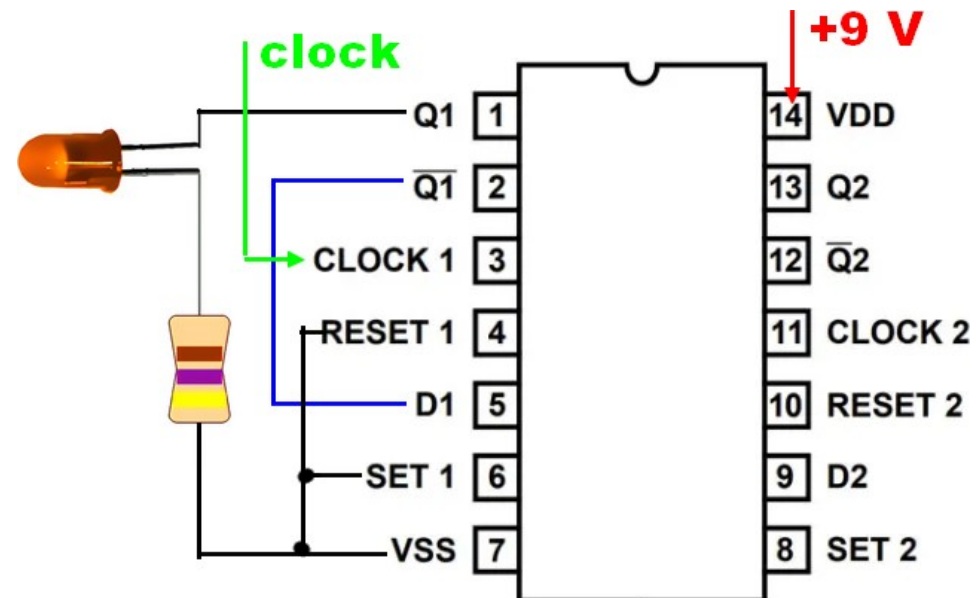
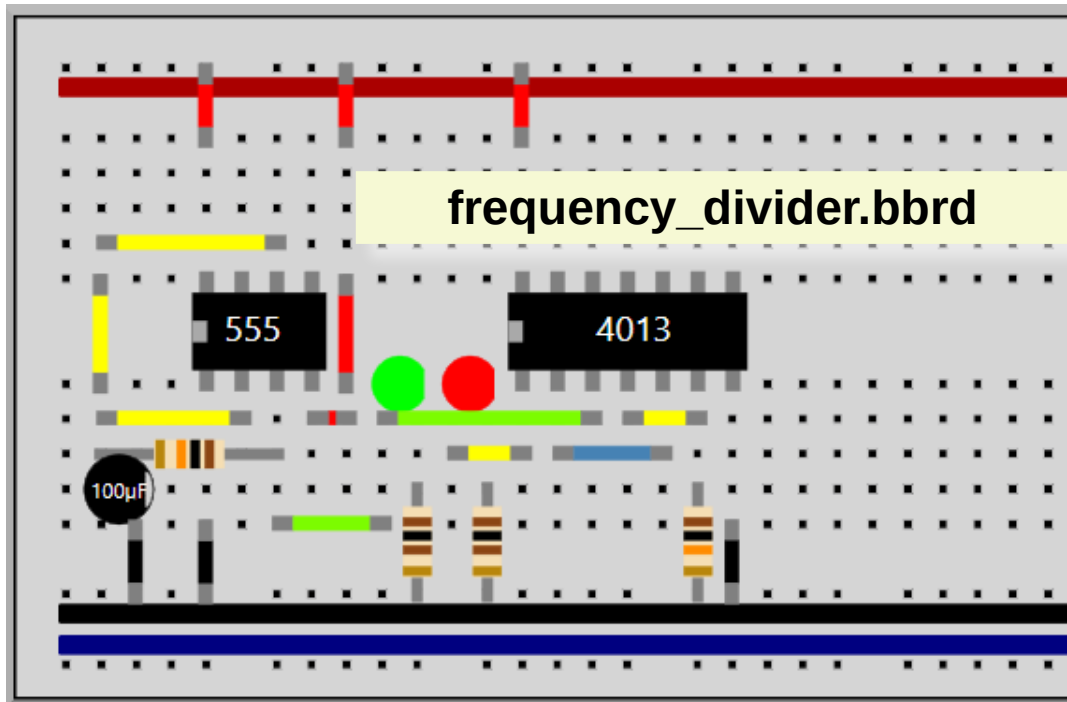
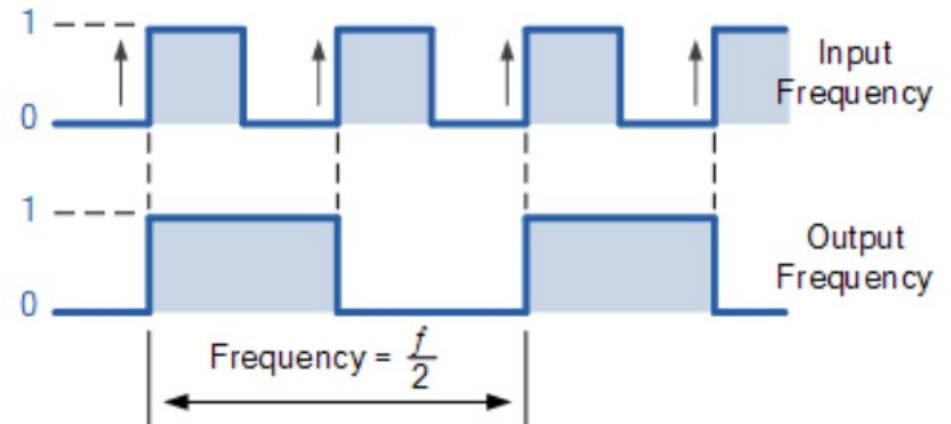
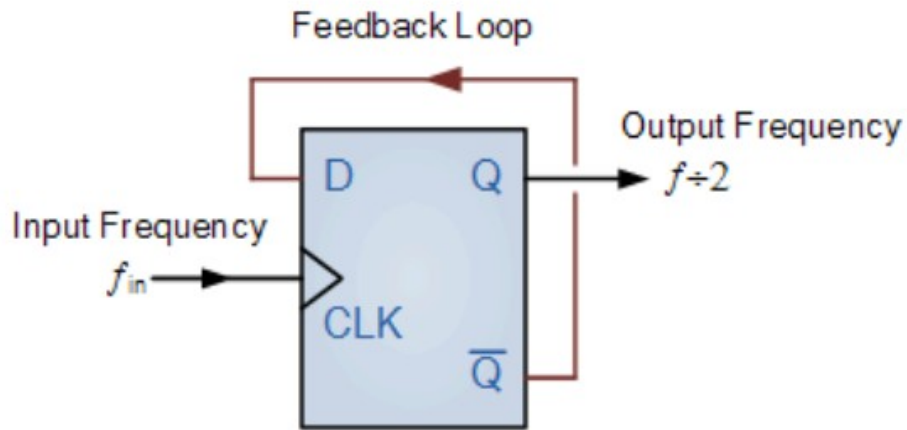


C1 töltése és kisütése azonos időállandóval történik,  $t_1 = t_2$



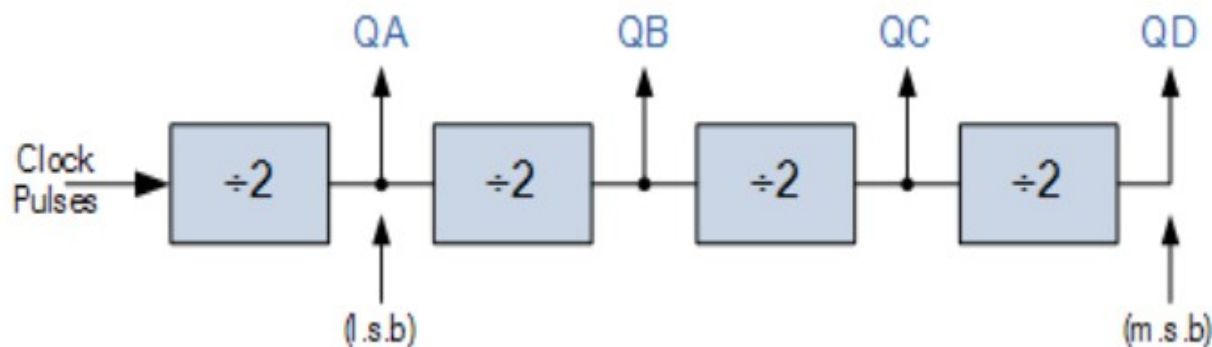
# T flip-flop, mint frekvenciaosztó

- A T billenőkör  $T = 1$  esetén frekvenciaosztóként használható



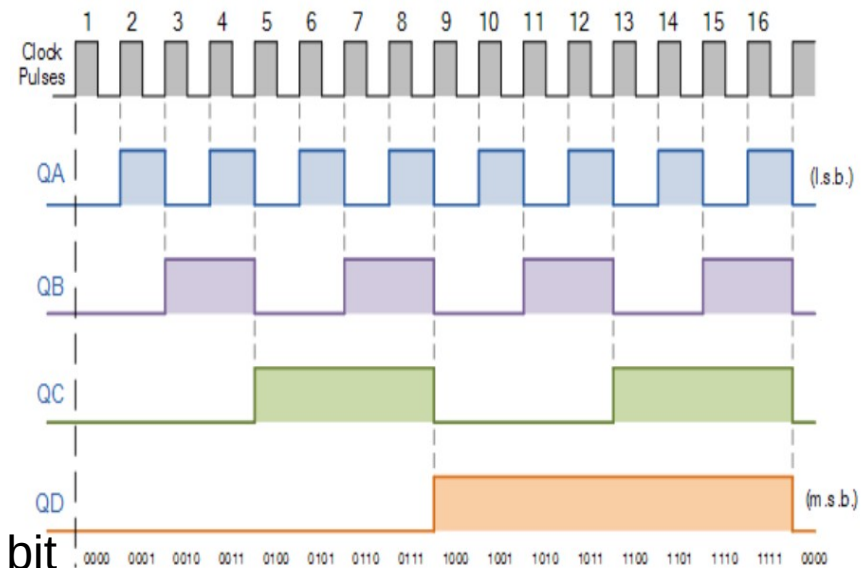
# Aszinkron bináris számláló

- **Számláló:** olyan regiszter, amely a bejövő impulzusok hatására állapotok egy előírt sorrendjén megy végig ciklikusan. A bejövő impulzus lehet egyenletes időközönként bejövő órajel, vagy véletlen időközönként bekövetkező esemény által generált jel
- **Bináris számláló:** ha a számláló állapotai a bináris számok sorrendjében váltakoznak (például: 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, ... 1110, 1111).
- **Aszinkron számláló** (vagy ripple counter): nincs közös órajel, az egyes fokozatok átbillenése szolgáltat bemenő jelet a következő fokozatnak
- **Szinkron számláló:** az egyes fokozatok közös órajel hatására, egyszerre billenek, ha adott a billenés feltétele



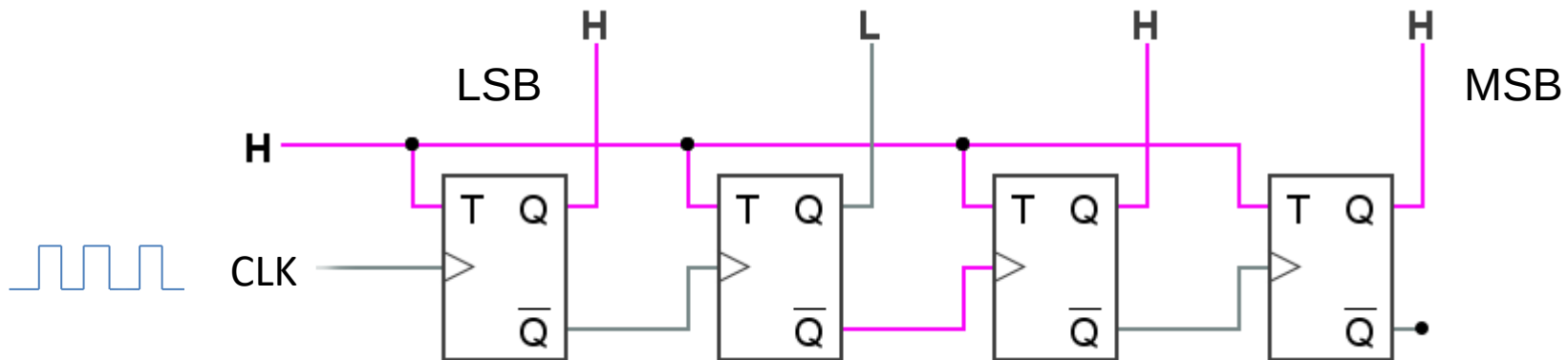
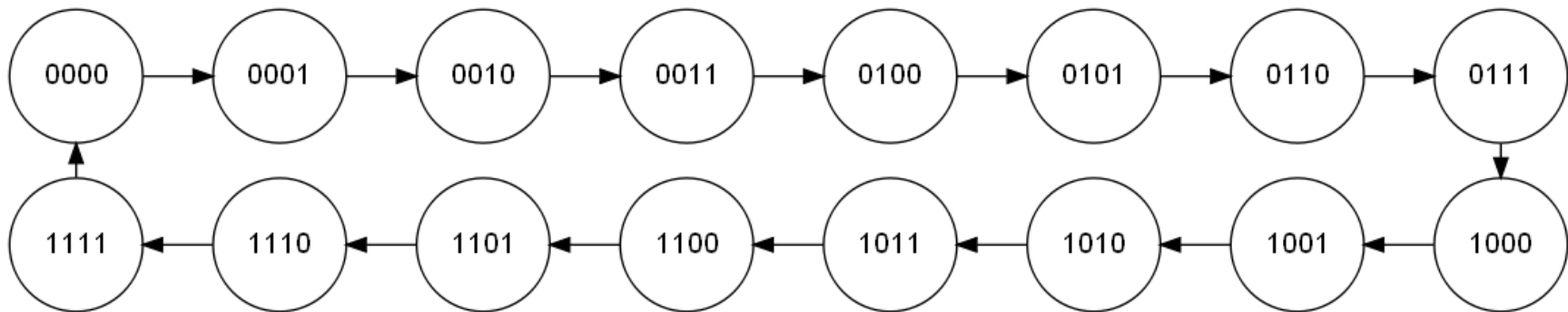
lsb = least significant bit

msb = most significant bit



# N-bites aszinkron bináris számláló

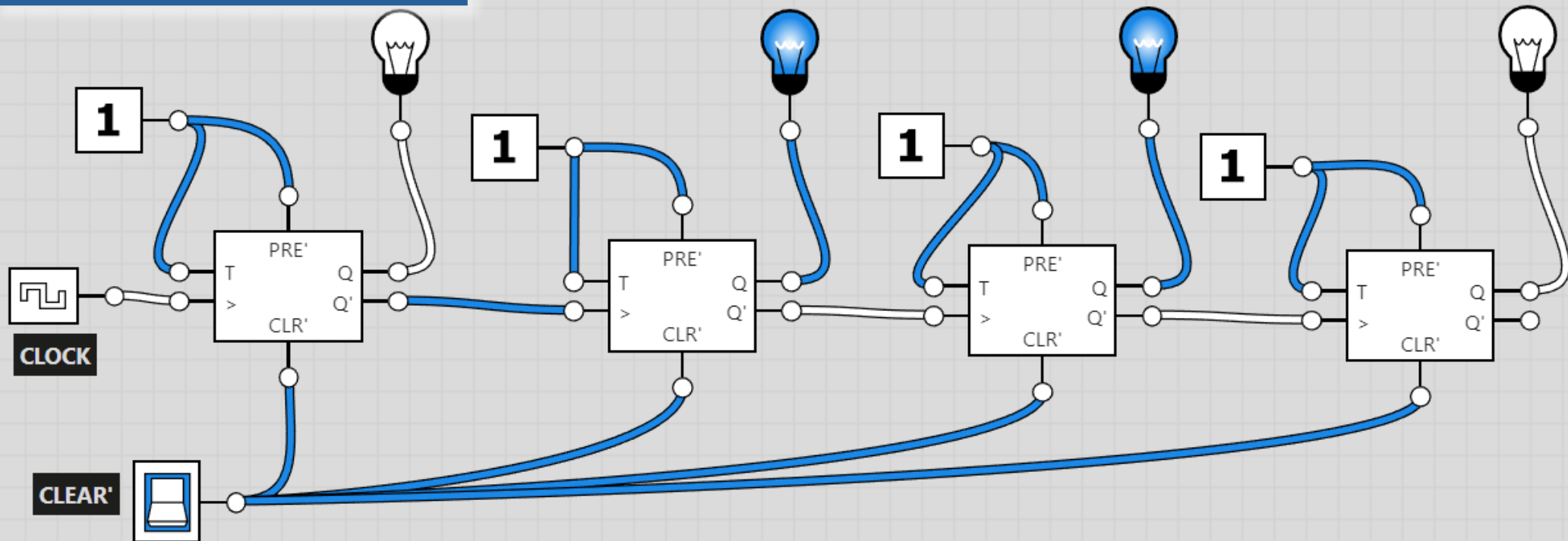
- $N$  db T-flip-flop sorba kapcsolásával  $N$ -bites bináris számlálót alakítunk ki, amelyben az 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, ... 1110, 1111 állapotok 0-tól  $2^N - 1$ -ig lépkednek sorban, azaz  $2^N$  állapot váltakozik ciklikusan
- Az alábbiakban a 4-bites ( $N=4$ ) esetet mutatjuk be, amelyben az állapotok sorrendje: 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, ... 1110, 1111



# Aszinkron bináris számláló szimuláció

- Négy T flip-floppal megépíthetjük az előző oldalon vázolt **modulo 16** számlálót (a számláló ciklikus működésű, minden 16. órajel visszaállítja a kiindulási állapotba)
- Az egyes fokozatok frekvenciaosztása 1:2, 1:4, 1:8 és 1:16

binary\_counter.logicly

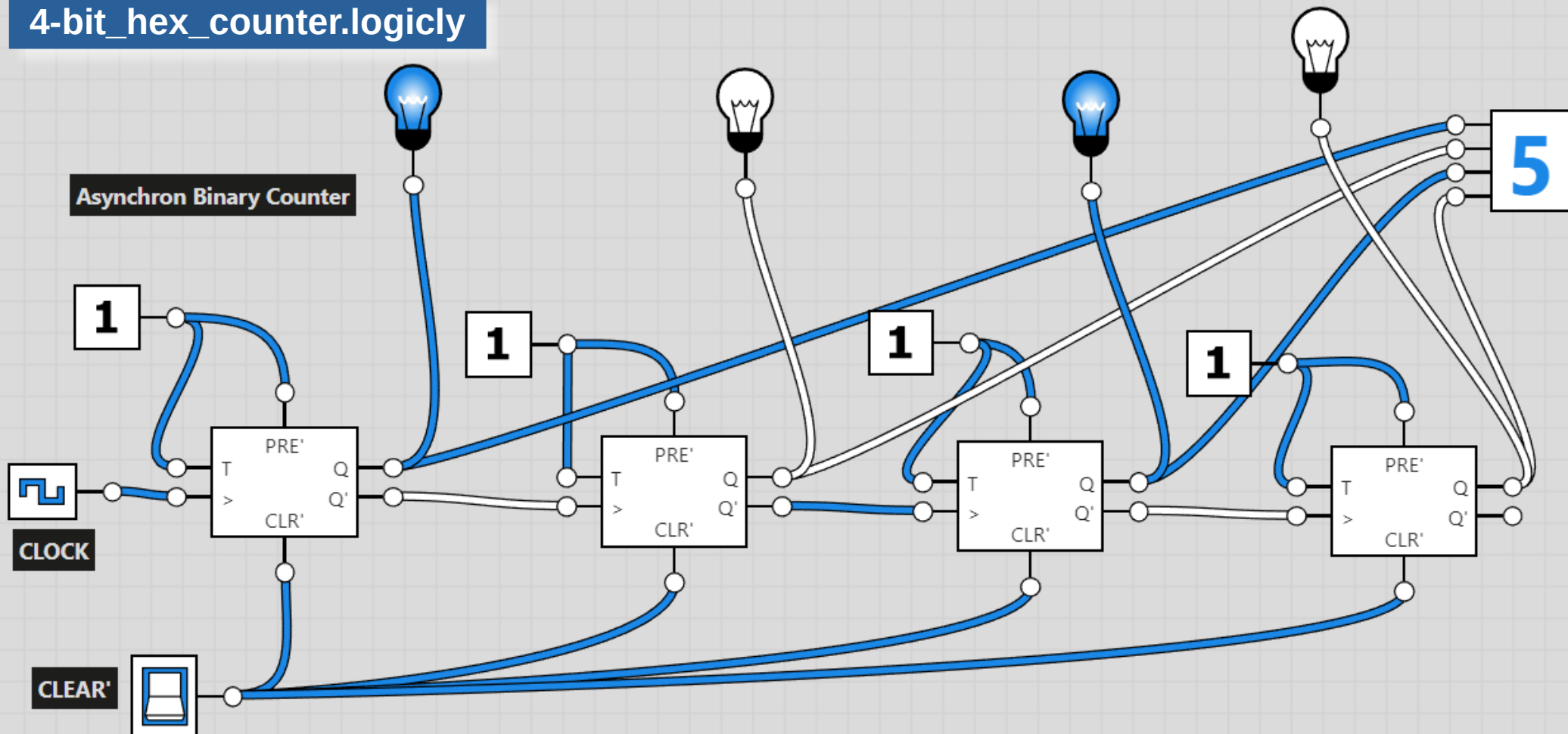




# Olvassuk össze a biteket!

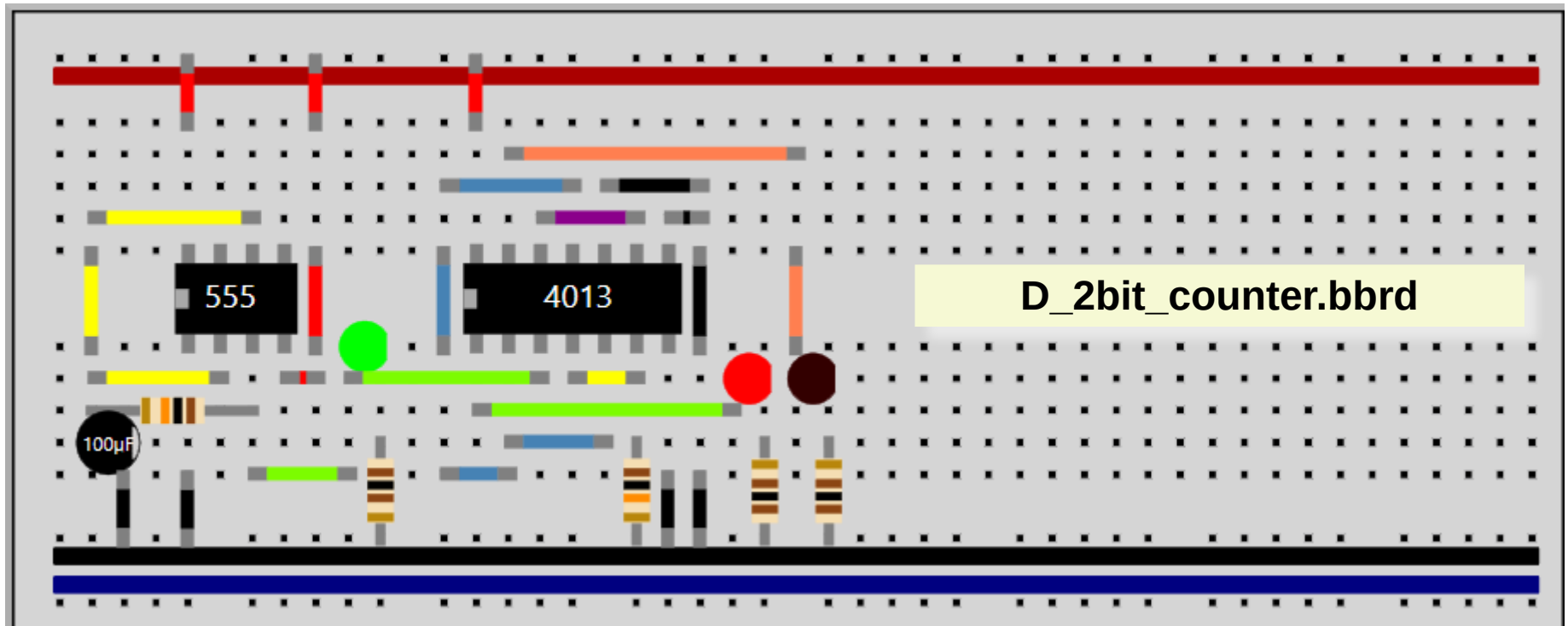
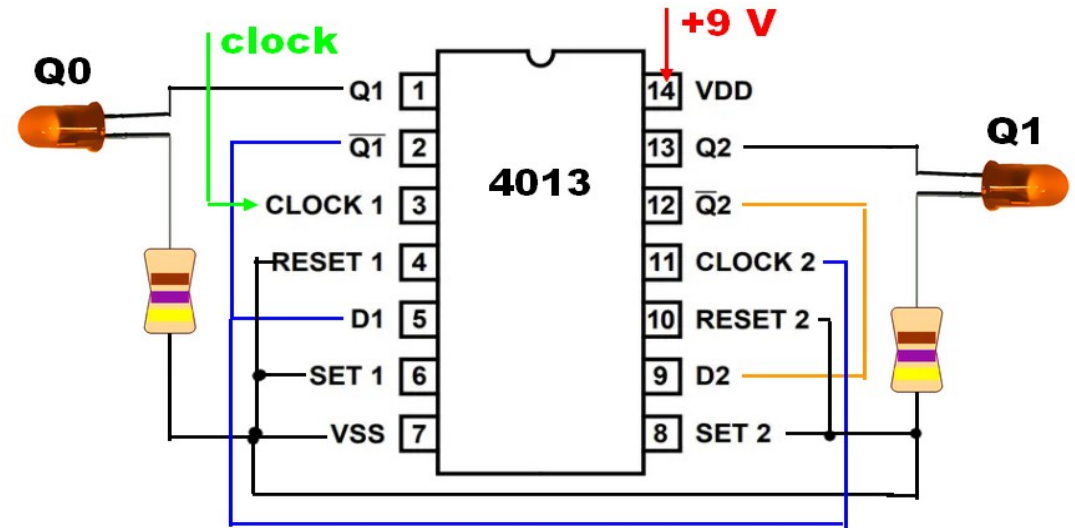
- A számkijelző alkatrész bekötésével binárisan és hexadecimálisan is leolvashatjuk, hogy hol tart a számlálás

4-bit\_hex\_counter.logicly



# 2 bites számláló D tárolókból

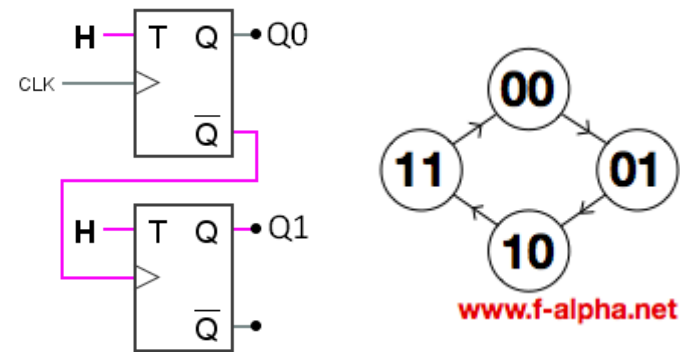
- Két, T tárolóvá alakított D tároló sorbakötésével egy 2 bites számlálót építhetünk



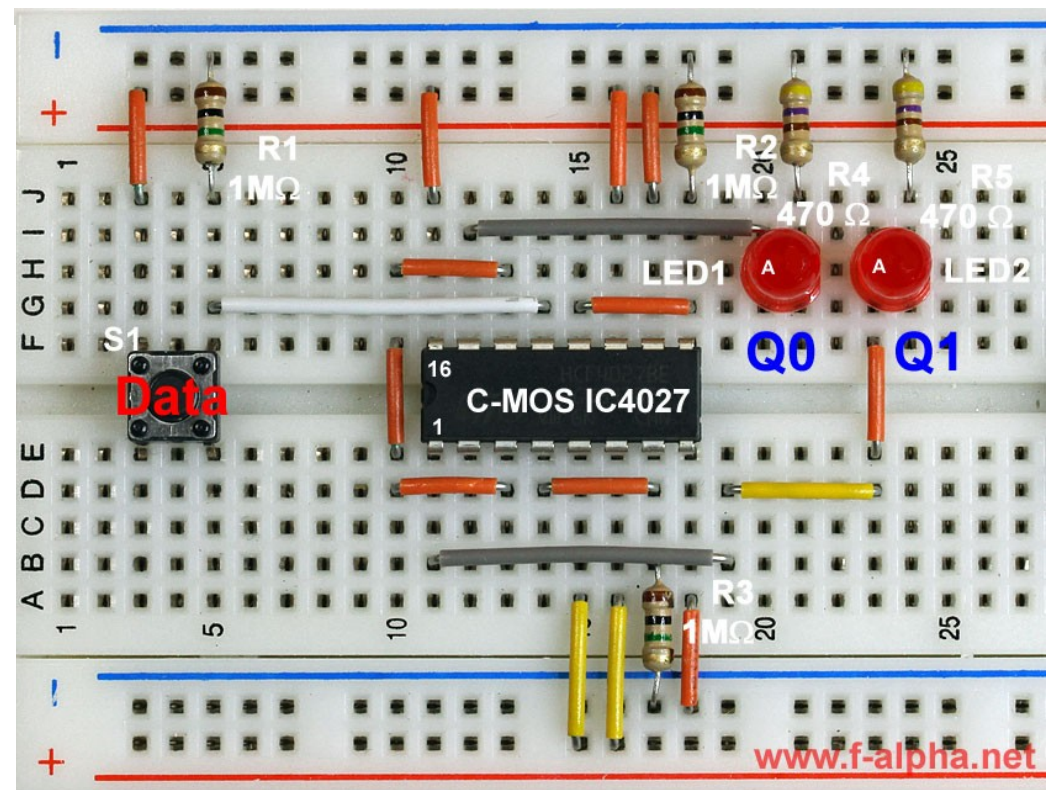
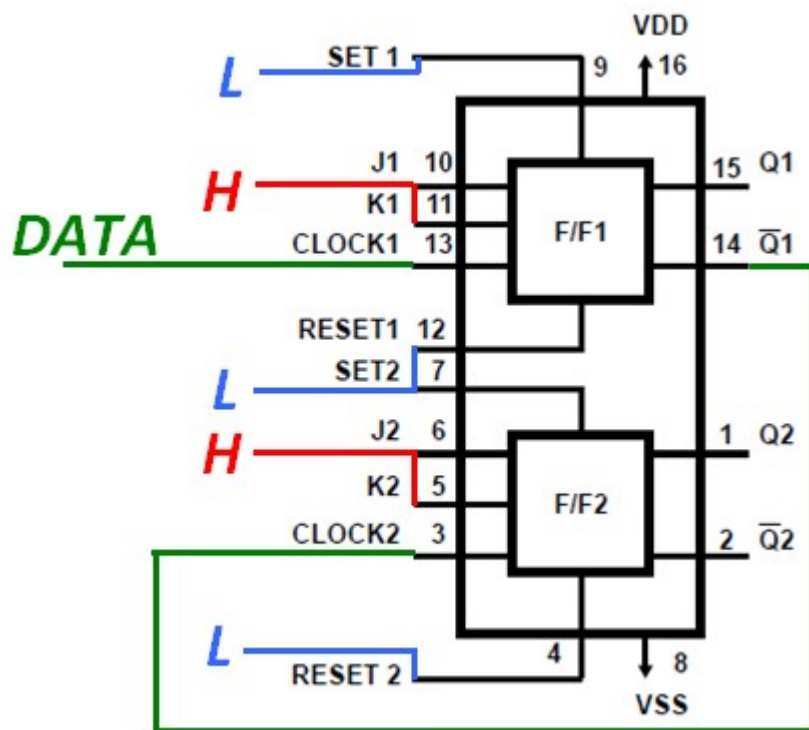


# 2 bites aszinkron bináris számláló JK tárolóból

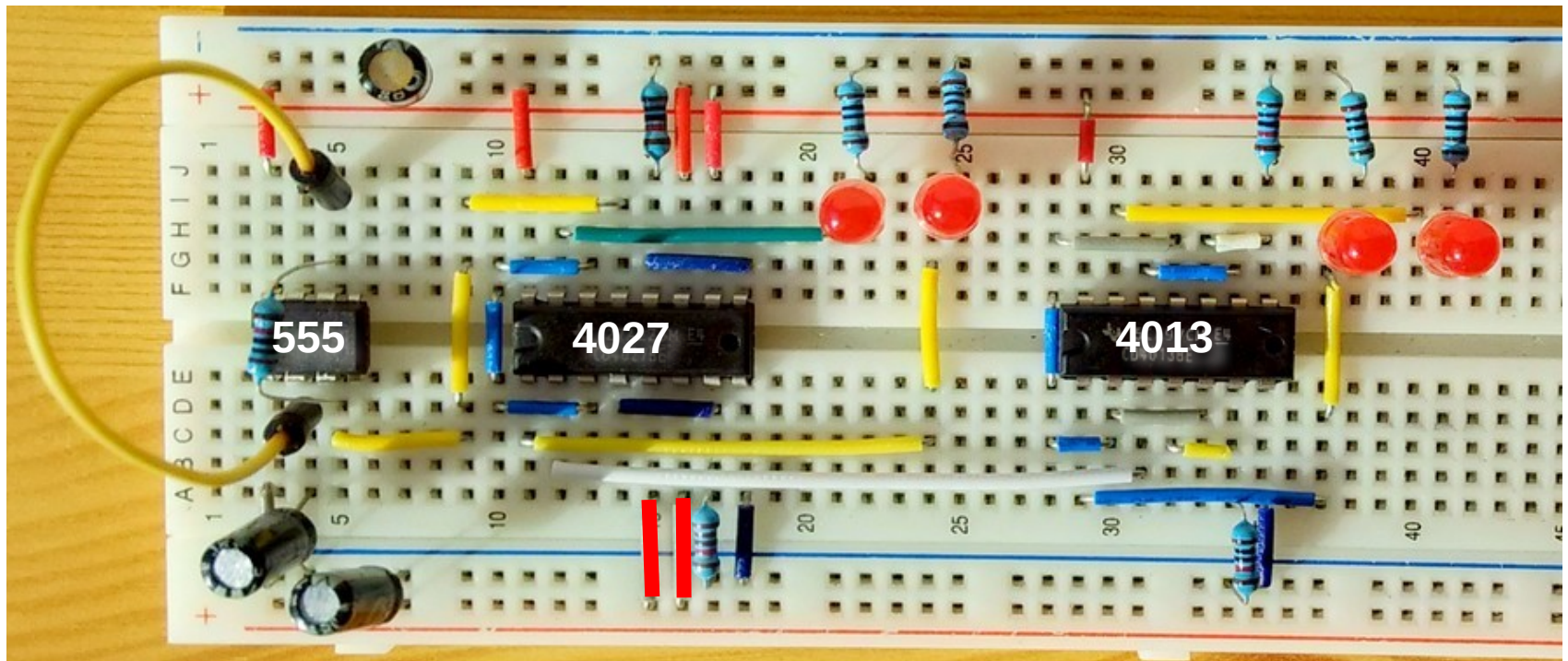
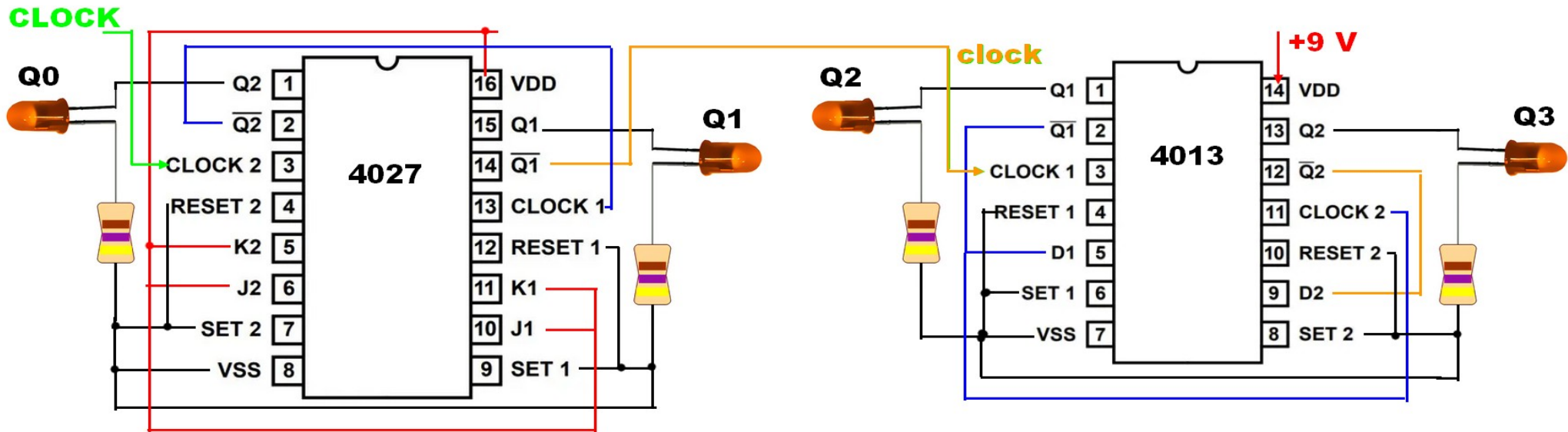
- A **CD4027** IC-ben található két élvezérelt **J-K flip-flop** sorbakötésével is építhetünk 2-bites aszinkron bináris számlálót
- A **Set/Reset** bemeneteket alacsony (*L*), a **J-K** bemeneteket pedig magas (*H*) szintre kell kötni



Link: [f-alpha.net/electronics/digital-electronics/counter/lets-go/experiment-2-2-bit-counter/](http://f-alpha.net/electronics/digital-electronics/counter/lets-go/experiment-2-2-bit-counter/)



# 4 bites bináris számláló J-K és D tárolókból

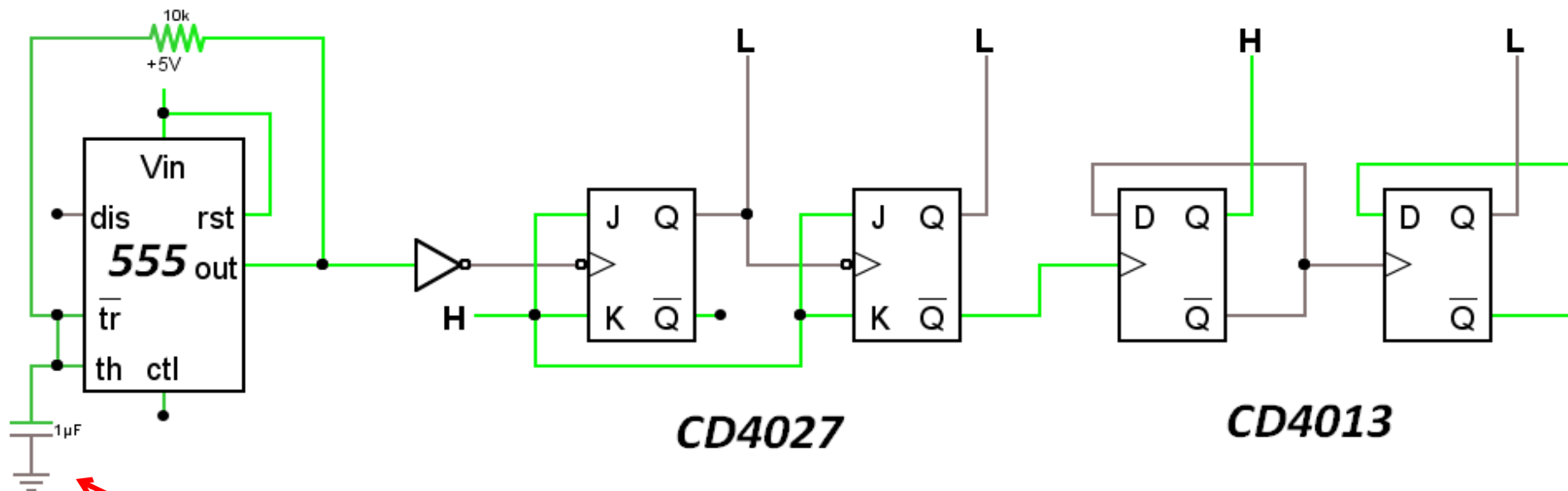


# A számláló működésének vizsgálata

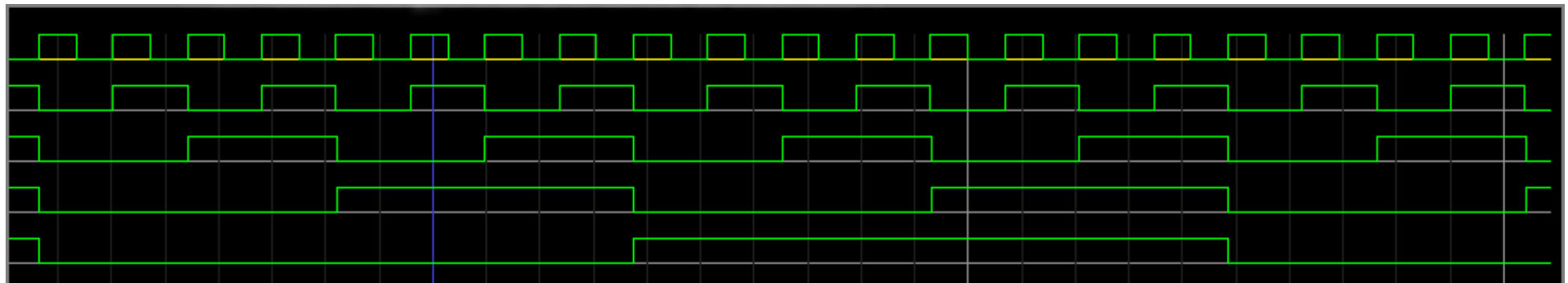
A 4-bites aszinkron számláló működését Paul Falstad szimulátorában is vizsgálhatjuk.

Link: [www.falstad.com/circuit/](http://www.falstad.com/circuit/)

**Megjegyzés:** ebben a szimulátorban a *J-K* flip-flop negatív órajelet vár, az általunk használt **CD4027** IC pedig pozitív órajelet. Ügyeljünk erre a különbségre!



A szimulációhoz gyorsítanunk kellett az oszcillátort



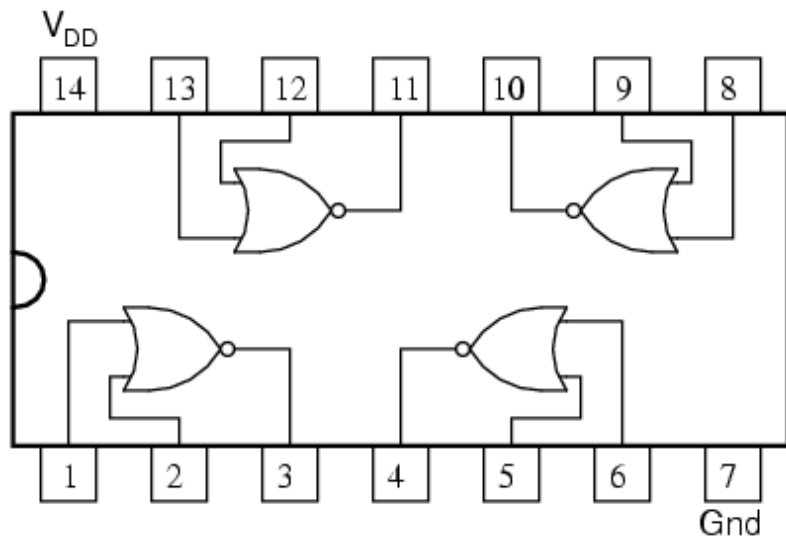
# A 4000-es sorozat tipikus tagjai

---

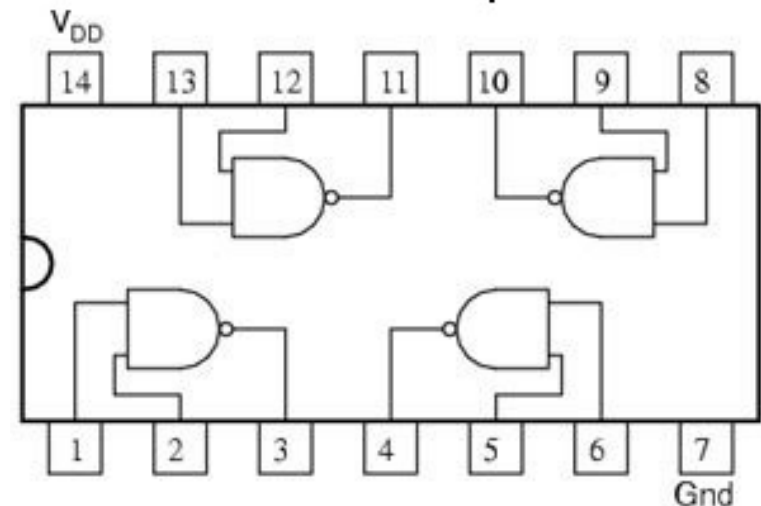
4001	CMOS Quad 2-Input NOR Gate
4011	CMOS Quad 2-Input NAND Gate
4013	CMOS Dual D-Type Flip Flop
4017	CMOS Decade Counter with 10 Decoded Outputs
4021	CMOS 8-Stage Static Shift Register
4022	CMOS Octal Counter with 8 Decoded Outputs
4023	CMOS Triple 3-Input NAND Gate
4025	CMOS Triple 3-Input NOR Gate
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

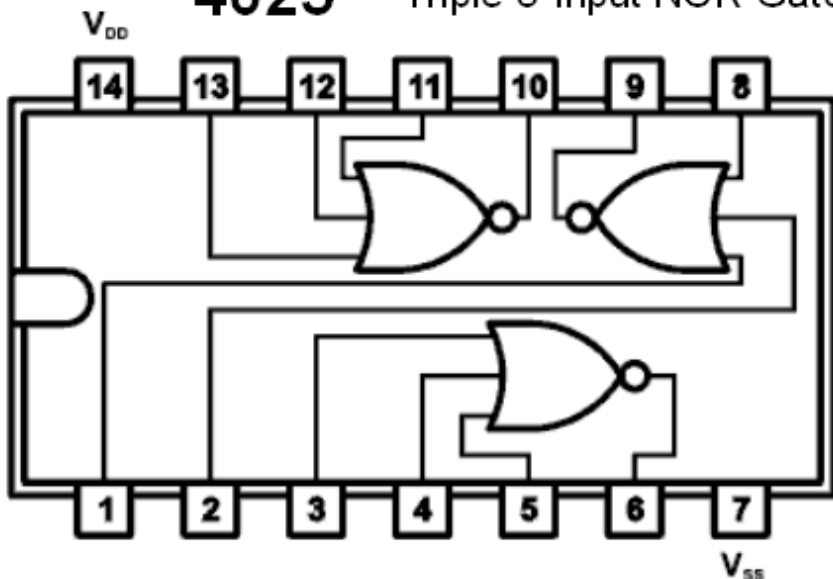
**4001** Quad 2-Input NOR Gate



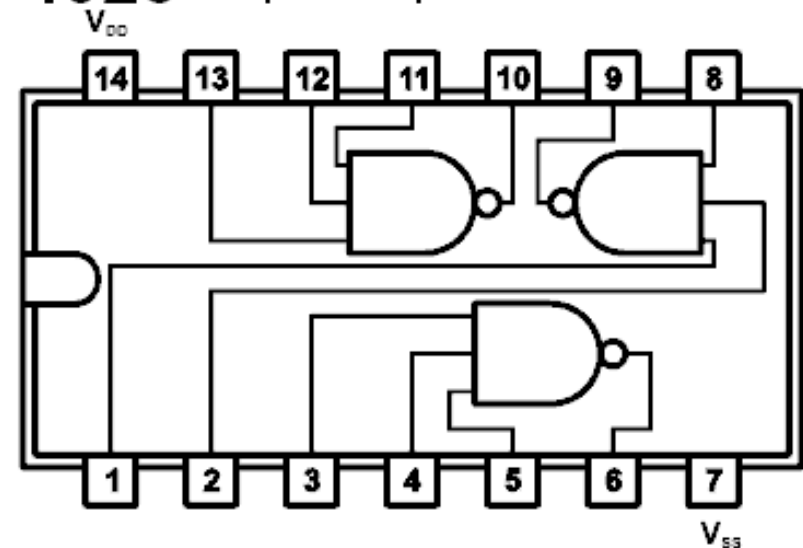
**4011** Quad 2-input NAND



**4025** Triple 3-Input NOR Gate



**4023** Triple 3-Input NAND Gate

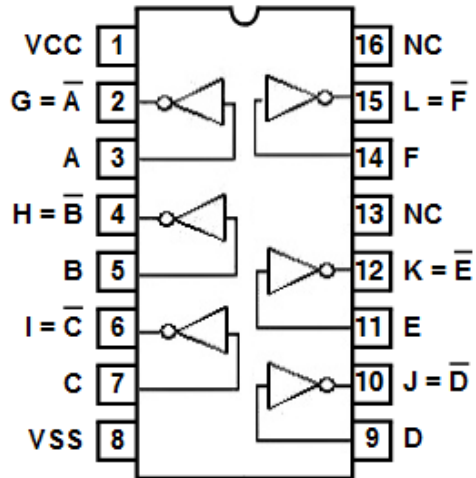




# A 4000-es sorozat tipikus tagjai

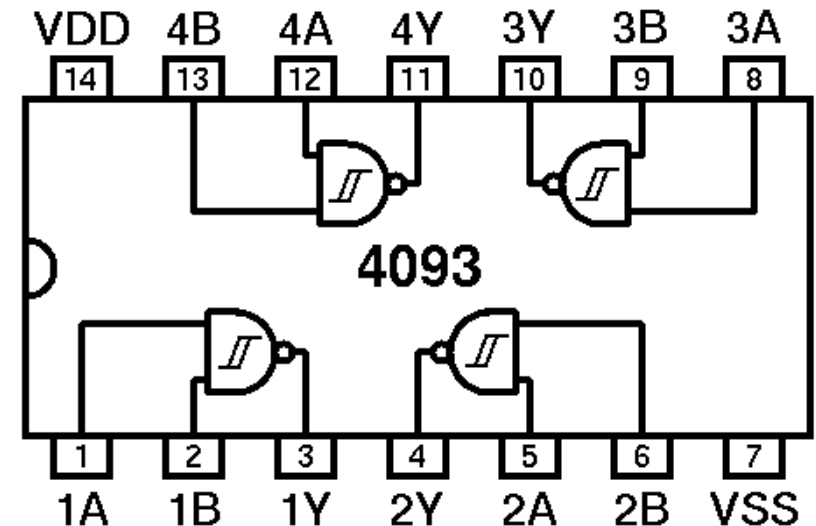
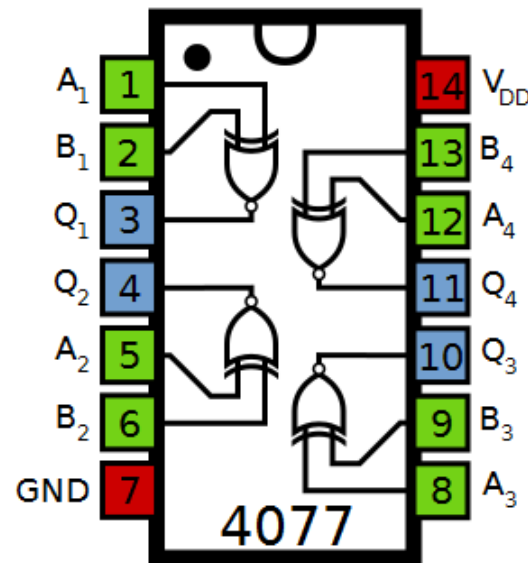
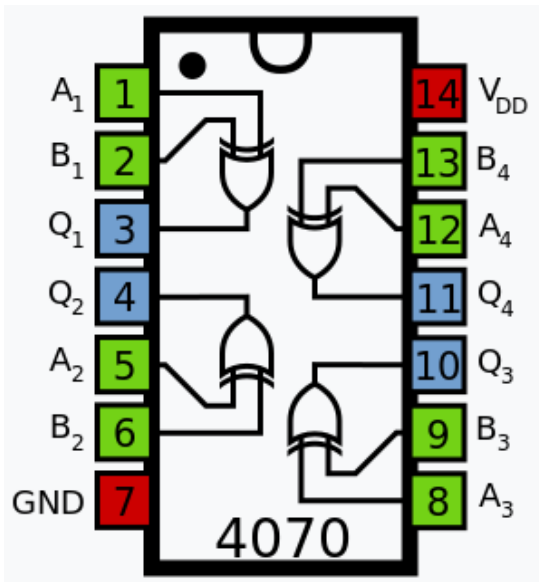
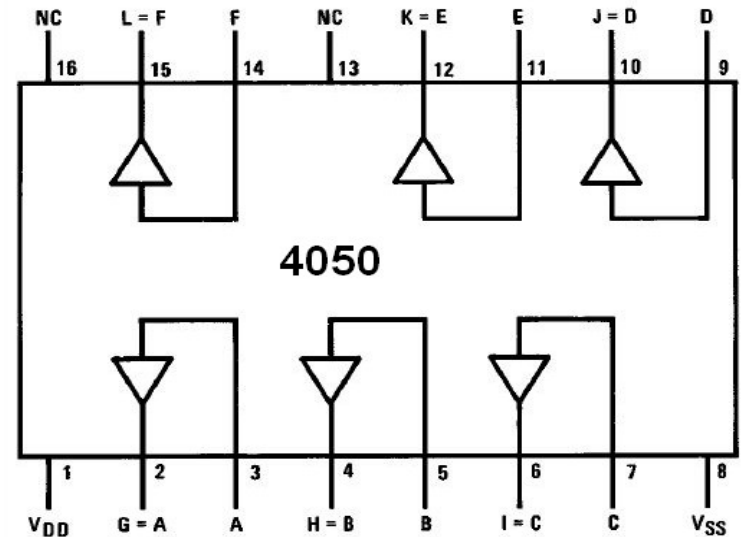
## 4049

Hex Inverting Buffer/Converter



## 4050

Hex Non-Inverting Buffer/Converter



# A 4000-es sorozat tipikus tagjai

