

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

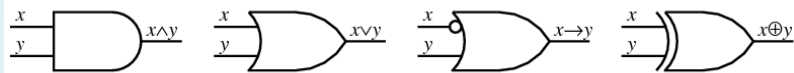


Figure 2. Logic gates

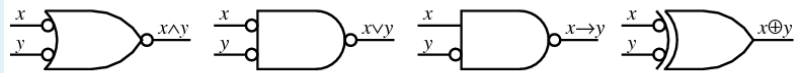


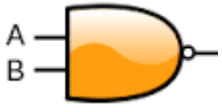
Figure 3. De Morgan equivalents



Figure 4. Venn diagrams

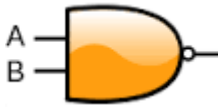


A digitális elektronika alapjai:
Sorrendi logikai áramkörök – 2. rész

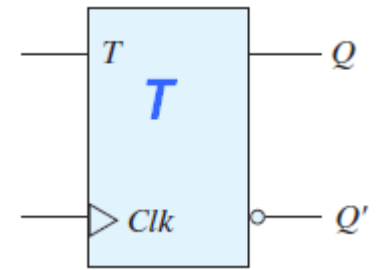
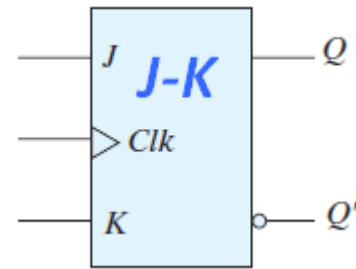
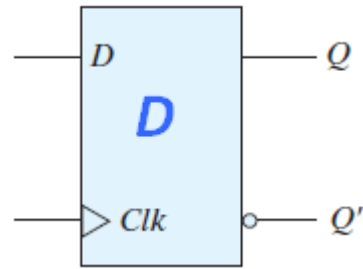
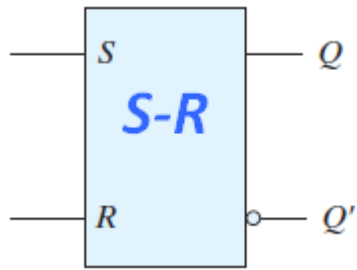


Felhasznált anyagok

- M. Morris Mano and Michael D. Ciletti: [Digital Design - With an Introduction to the Verilog HDL, 5th. Edition](#)
- Electronics Tutorials: [Asynchronous Counter](#)
- F-alpha.net: f-alpha.net/electronics/digital-electronics/counter/
- Falstad.com: [Circuit simulator](#)
- Logisim szimulátor: www.cburch.com/logisim/

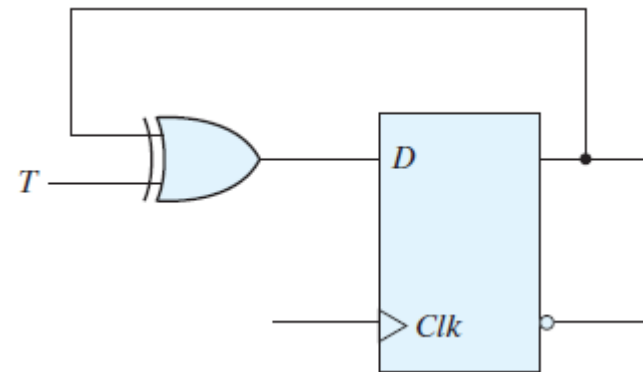
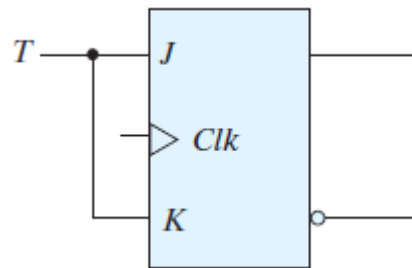


Szekvenciális áramkörök alapegységei



Az **S-R** tároló egyszerű felépítésű, de gyakorlati célokra csak korlátozottan alkalmazható.
Az élvezérelt **D**, **J-K** és **T** bistabil billenőkört 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.





Azinkron 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.

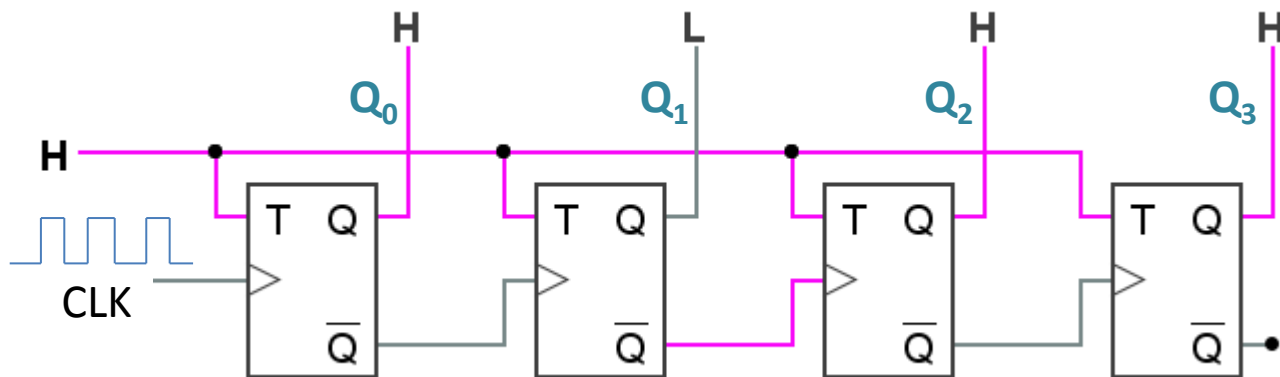
Bináris számláló: ha a számláló állapotai a bináris számok sorrendjében váltakoznak (például: 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, ... 1110, 1111).

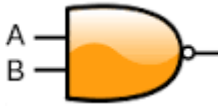
Azinkron számláló (vagy *ripple counter*): nincs közös órajel, az egyes fokozatok átbillenése szolgáltat bemenő jelet a következő fokozatnak.

Szinkron számláló: az egyes fokozatok közös órajel hatására, egyszerre billennek, ha adott a billenés feltétele.

Az alábbi ábrán egy **négyfokozatú azinkron bináris számláló** látható.

A kapcsolás négy sorbakötött **T flip-flop**, amelyek **T** bemenete magas szintre van kötve, s mindegyik fokozat **Q'** kimenete adja a következő fokozat bemenő (óra)jelét.



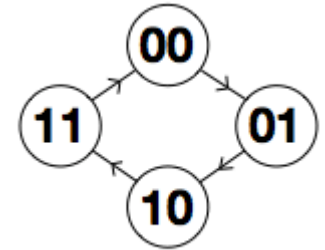
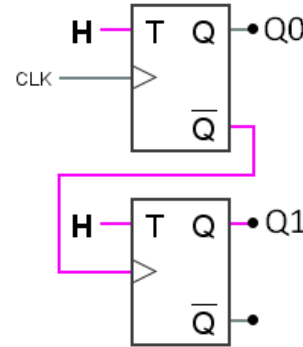


2-bites aszinkron bináris számláló

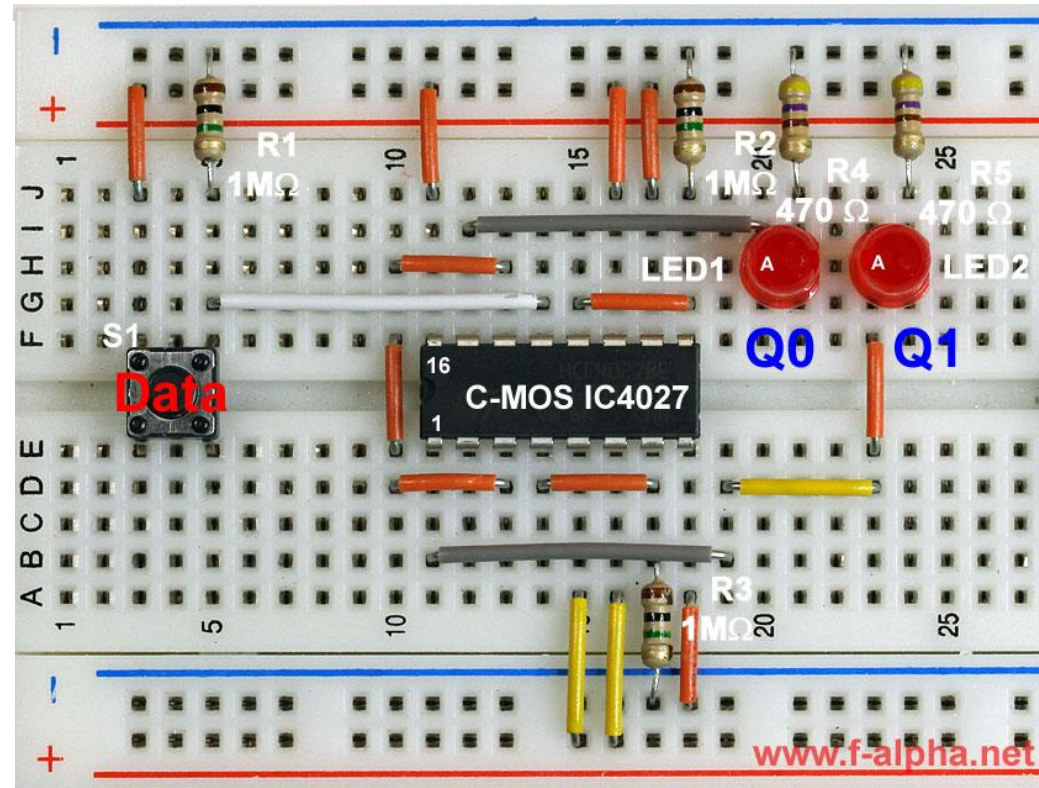
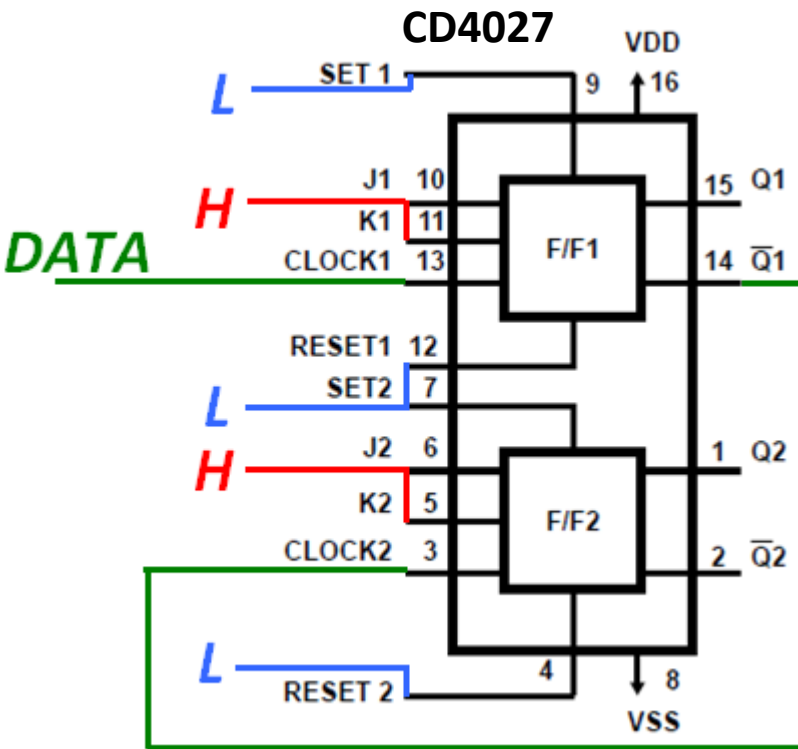
A **CD4027** IC-ben található két élvezérelt J-K flip-flop sorbakötésével építhetünk egy 2-bites aszinkron bináris számlálót.

A Set/Reset bemeneteket alacsony, a J-K bemeneteket magas szintre kell tartani.

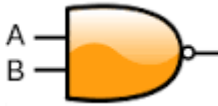
Link: f-alpha.net/electronics/digital-electronics/counter/lets-go/experiment-2-2-bit-counter/



www.f-alpha.net



www.f-alpha.net

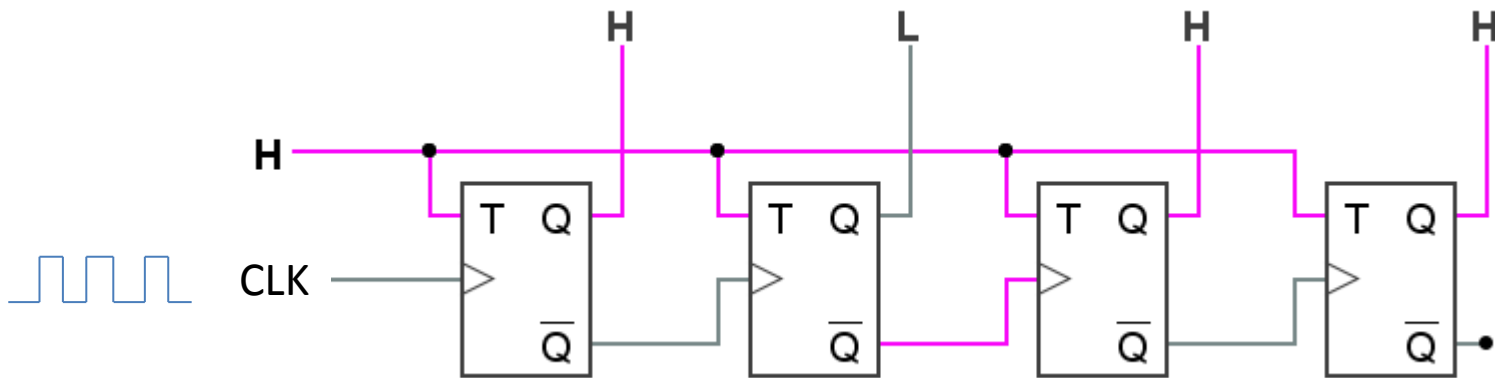
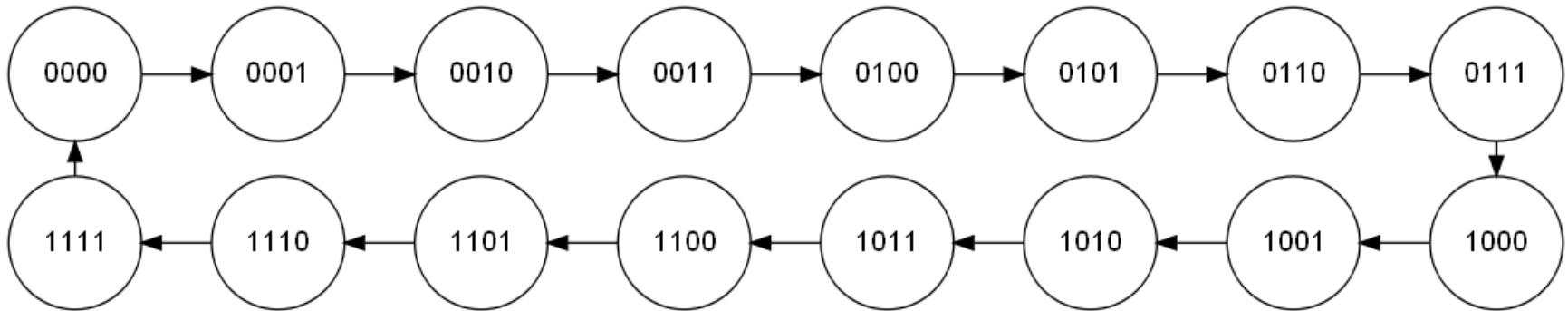


4-bites aszinkron bináris számláló

N flip-flop sorba kapcsolásával N -bites számlálót alakíthatunk ki.

Az 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:

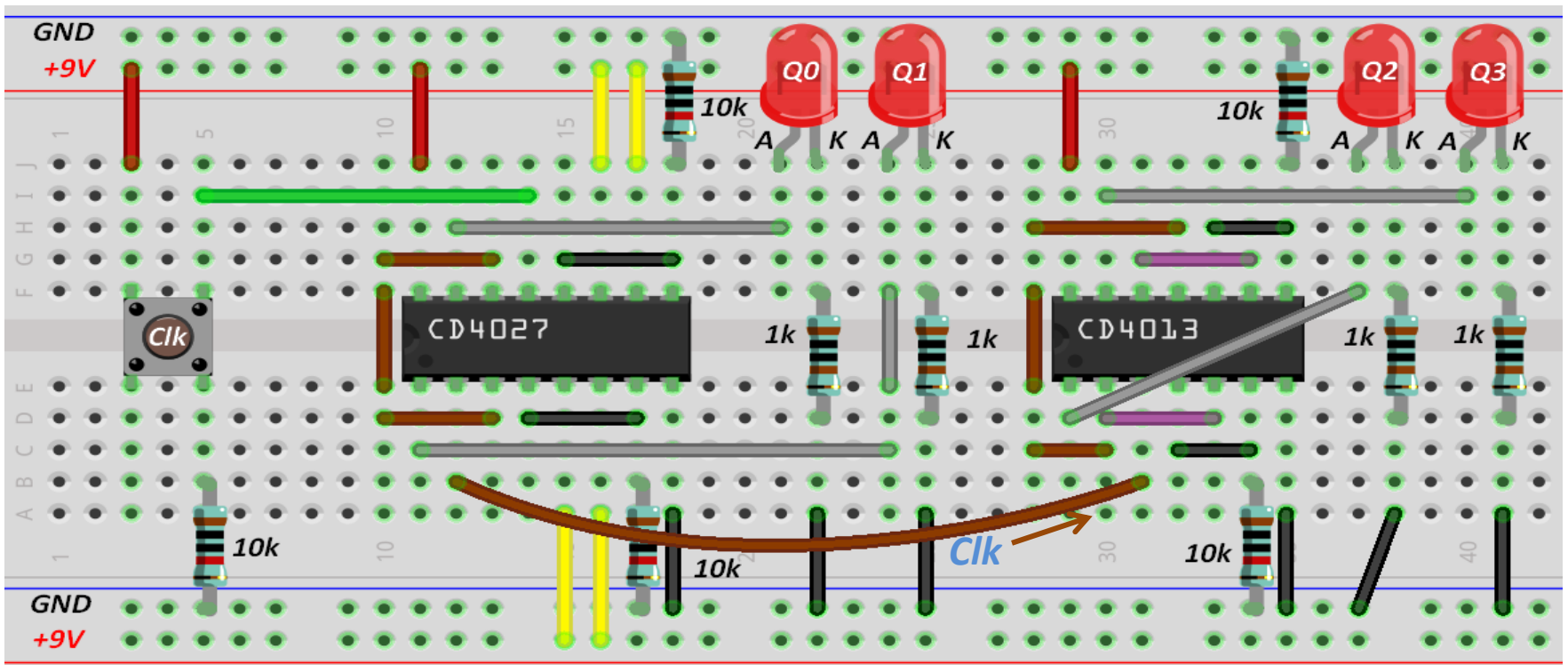
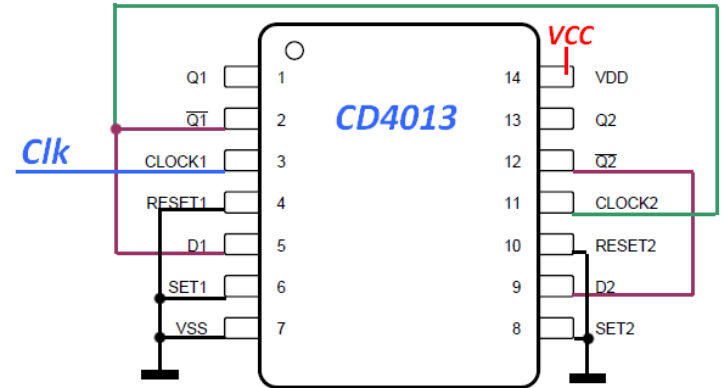


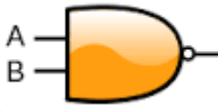


4-bites aszinkron bináris számláló

Két darab kétbites számláló sorbakötésével 4-bites bináris számlálót építhetünk.

A második 2-bites számlálót élvezérelt **D**-tárolókból építjük meg (**CD4013**), mivel az IC készletünkben nincs több **J-K** flip-flop.

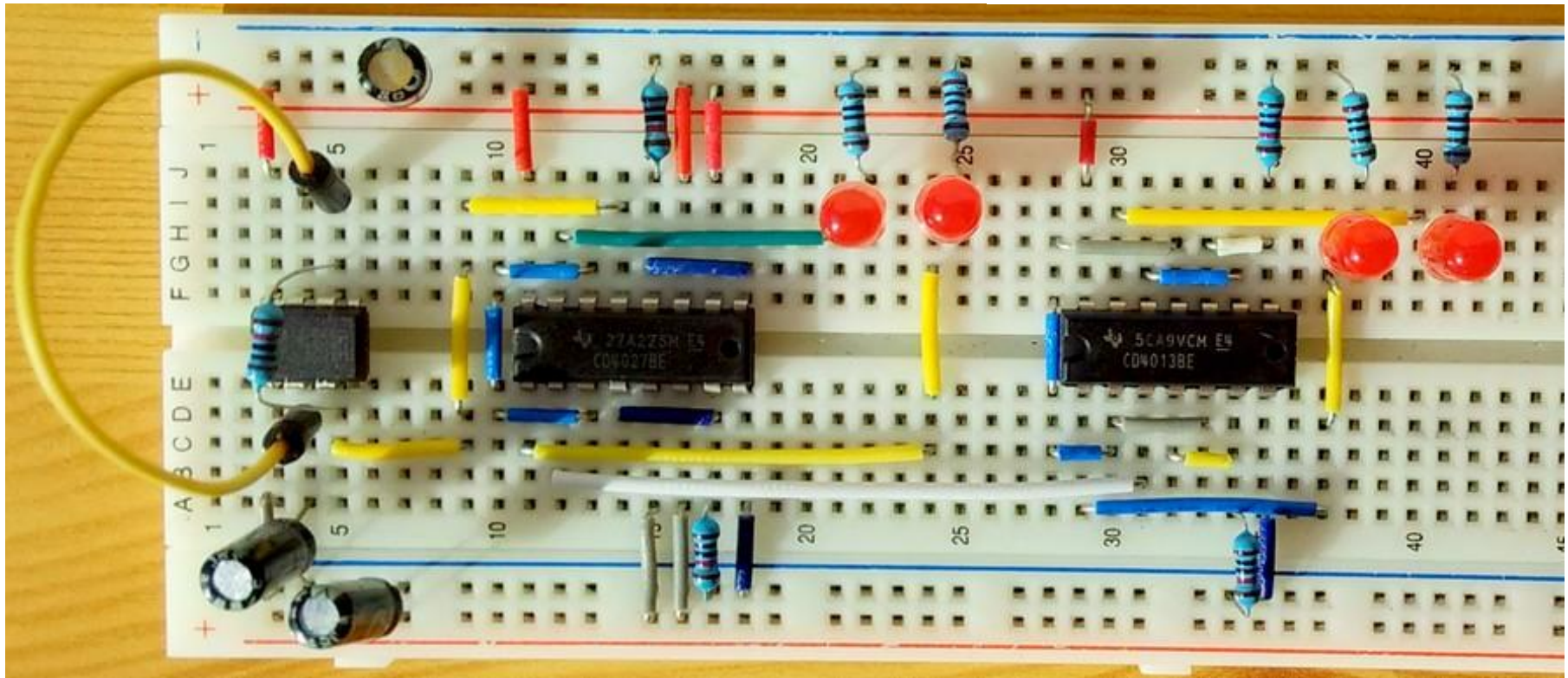
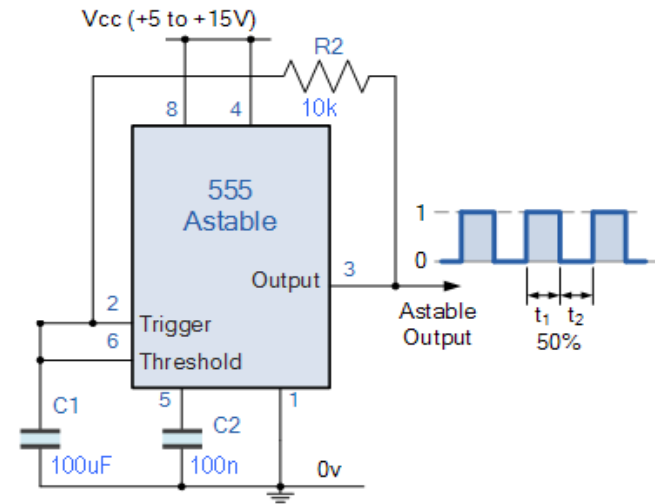


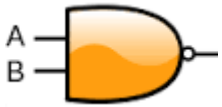


4-bites számláló

A nyomógomb bosszantó pergése miatt egy **NE555**-ből kialakított astabil multivibrátorral hajtjuk a számlálót. $R = 10\text{ k}\Omega$ és $C = 100\text{ }\mu\text{F}$ választással a léptetés kb. 1,7 másodpercenként történik.

$$T = 0.693 \cdot 2 \cdot R2 \cdot C1$$



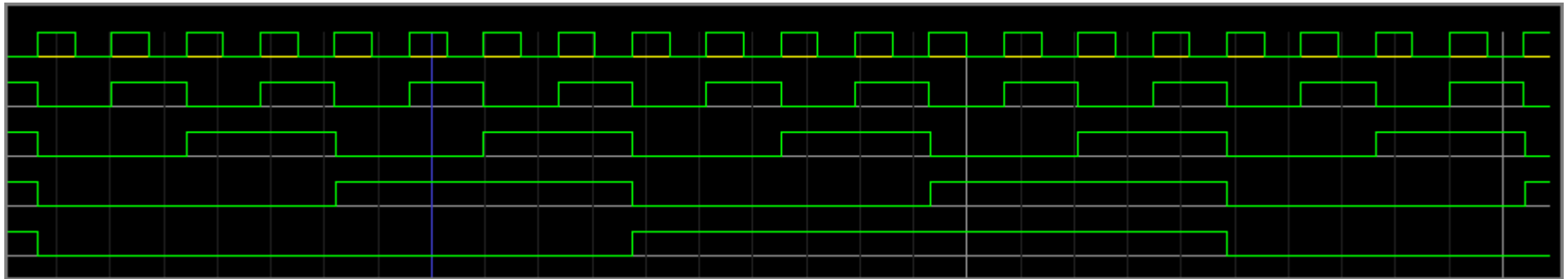
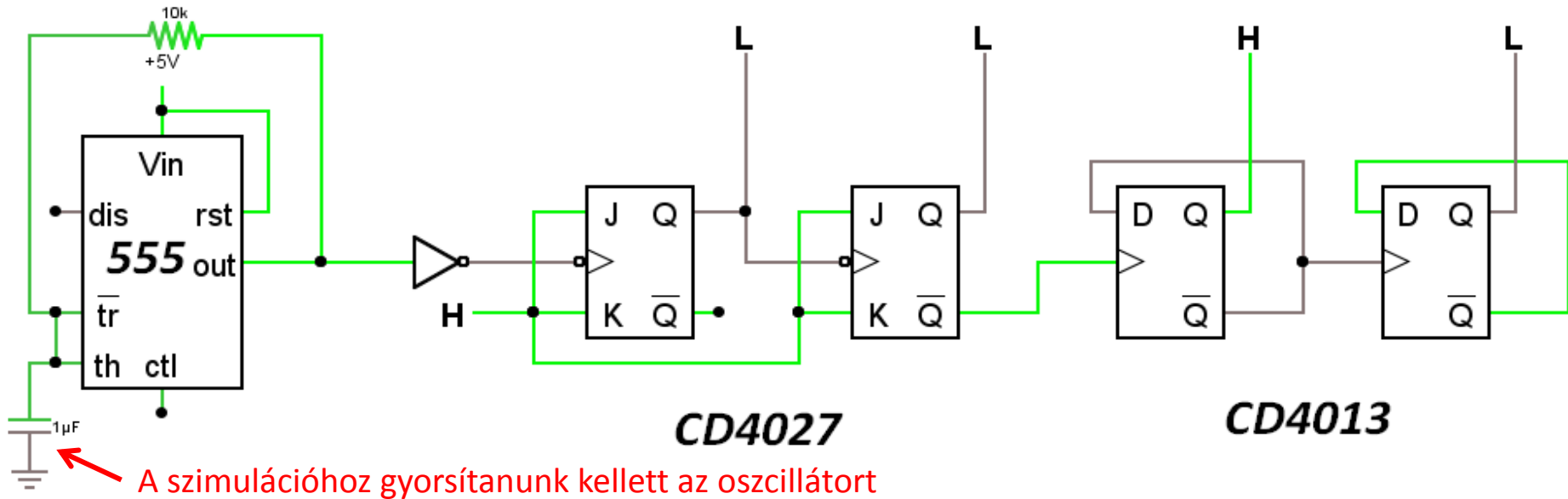


A számláló működésének vizsgálata

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

Link: www.falstad.com/circuit/

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





A 4060 14-fokozatú aszinkron bináris számláló és oszcillátor

A 4060 IC egy oszcillátort és egy 14-fokozatú aszinkron bináris számlálót tartalmaz.

HEF4060: kisfeszültségű (3 – 15 V), CD4060: „nagyfeszültségű” (5 – 20 V) kivitel.

A számláló kimenetek közül $O_0 - O_2$ és O_{10} nincs kivezetve.

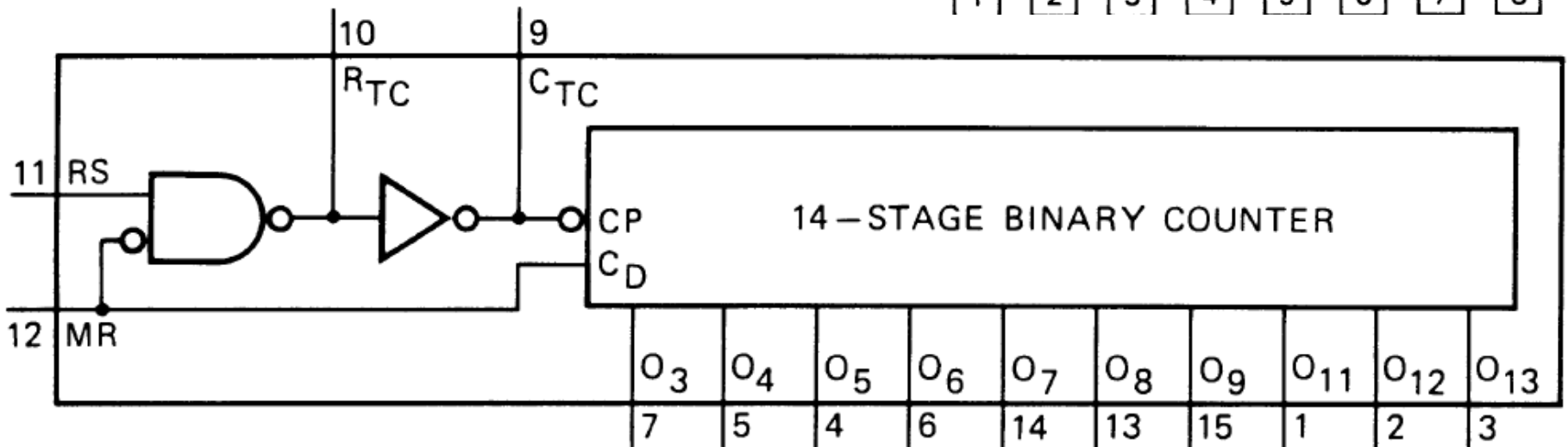
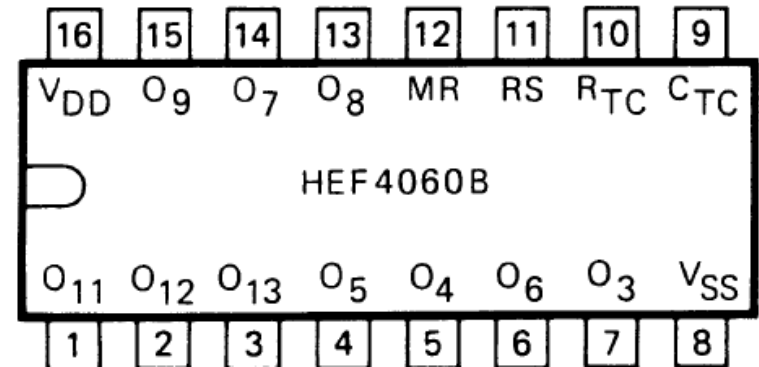
MR – master reset

RS – oszcillátor bemenet

RTC – külső ellenállás

CTC – külső kapacitás

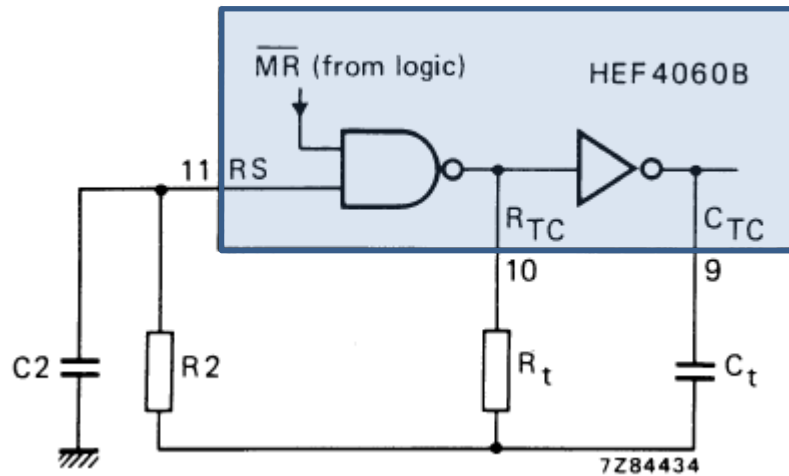
$O_0 - O_2$ – számláló kimenetek





Oscillátor konfigurálása

R-C oszcillátor

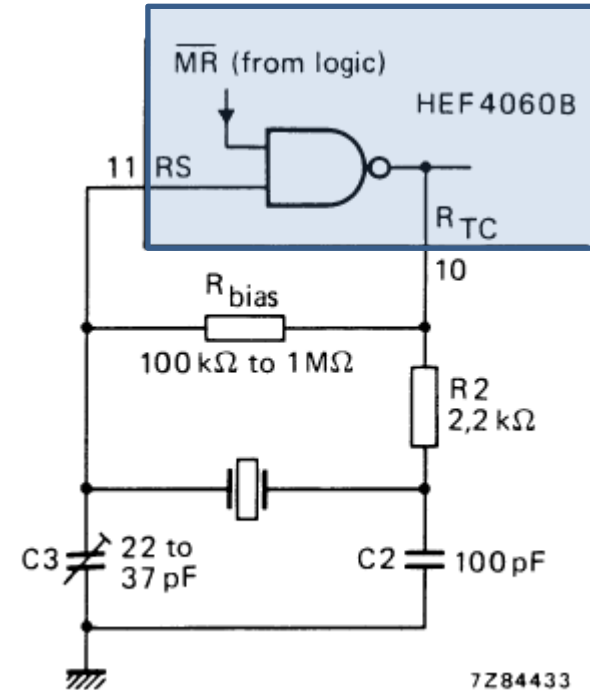


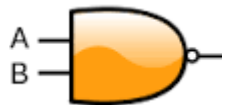
C2 a szórt kapacitás (legyen minimális!), **R2** pedig a bemeneti védődiódák hatásának minimalizálására kell ($R2 \gg R_t$ legyen!).

$$T = 2,3 \cdot R_t \cdot C_t$$

$C_t \geq 100 \text{ pF}$ és $10 \text{ k} \leq R_t \leq 1 \text{ M}$ legyen!

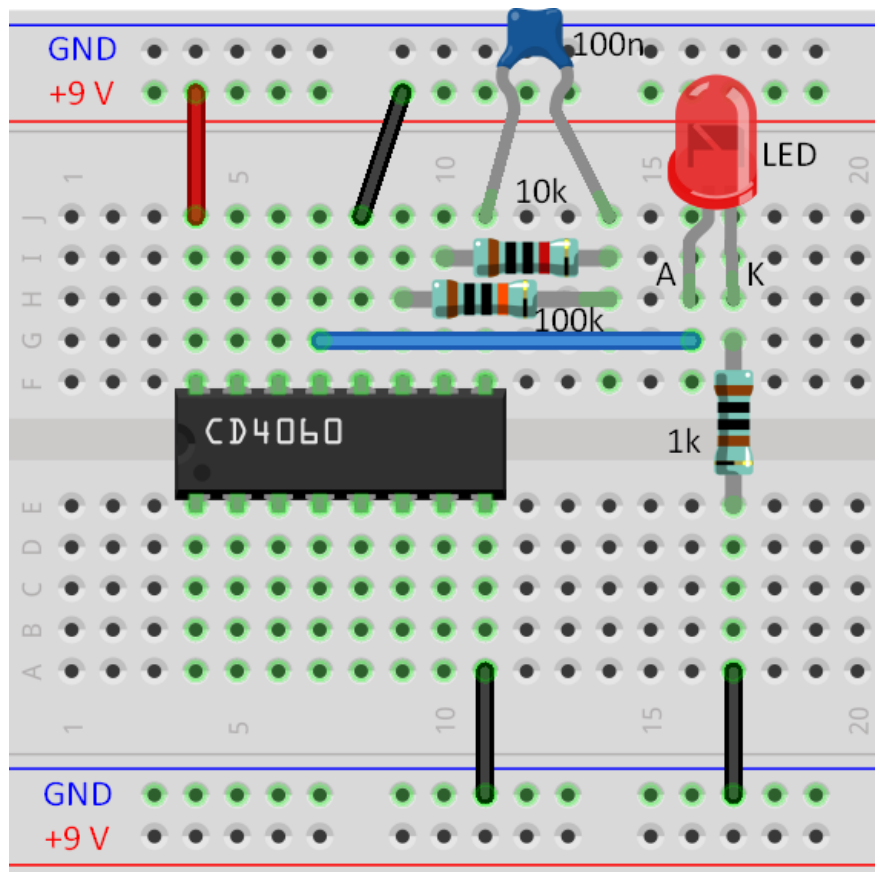
Kvarc oszcillátor





Frekvenciaosztó

A fenti adatokkal a számolt periódusidő 0,0023s, a mért értékek: $f \approx 453,1$ Hz, $T \approx 0,002207$ s.
A számláló minden fokozat felezi a frekvenciát, illetve duplázza a periódusidőt.



Pin	Output	Ratio	Tn [s]
7	O3	1:16	
5	O4	1:32	
4	O5	1:64	
6	O6	1:128	
14	O7	1:256	0,66
13	O8	1:512	1,13
15	O9	1:1024	
1	O11	1:4096	9,04
2	O12	1:8192	
3	O13	1:16384	36,1

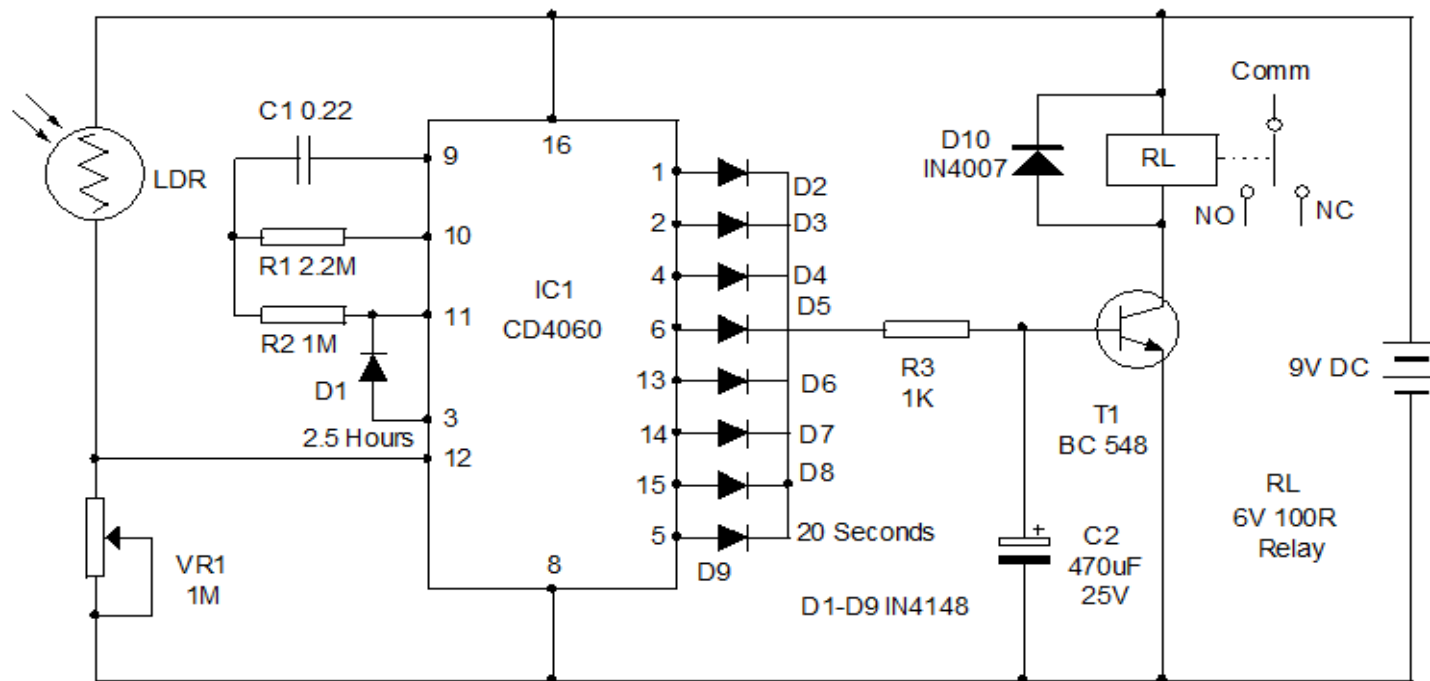
mért értékek

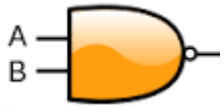


Kapcsolóóra hűtőgéphez

CD4060 alkalmazási mintapélda: Ha az áram alkonyattól 3 órán át drágább, készíthetünk olyan kapcsolást, ami ebben az intervallumban lekapcsolja a hűtőt.

- A relé elengedett állapotában működhet a hűtő (Comm és NC kontaktusok).
- Nappal a fényérzékelő RESET-ben tartja az áramkört, a hűtő működik.
- Alkonyatkor a számlálás elindul, a relé valamelyik kimenet hatására behúz, a hűtő leáll.
- Kb. 2,5 óra múlva, amikor a Q13 kimenet bebillen (a többi meg nullába áll), a relé elenged, a hűtő működik. A Q13 kimenent a D1 diódán keresztül leállítja a számlálót, a következő RESET-ig nem számlál. (Link: elprocus.com/5-different-timer-circuits/)



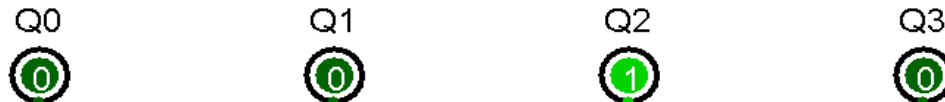
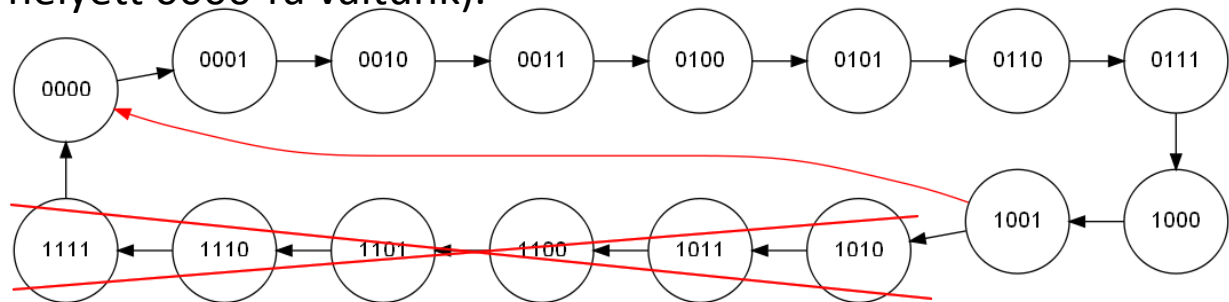


Modulo 10 számláló

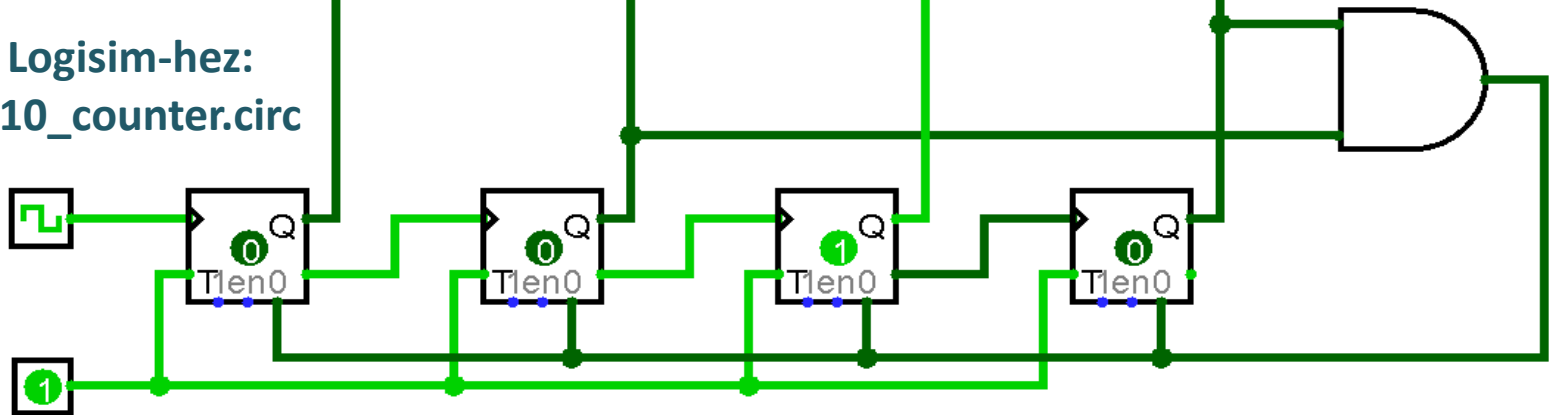
Az N -fokozatú bináris számláló 2^N állapoton lépked végig.

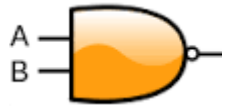
A modulo számlálóknál „lerövidítjük” a ciklust, csak adott számú állapoton megyünk végig (mod M számláló esetén 0 -tól $M-1$ -ig számlálunk).

A **modulo 10** számlálónál amikor a 11-edik állapotra váltana a számláló, RESET-eljük a számlálót (1010 állapot helyett 0000-ra váltunk).



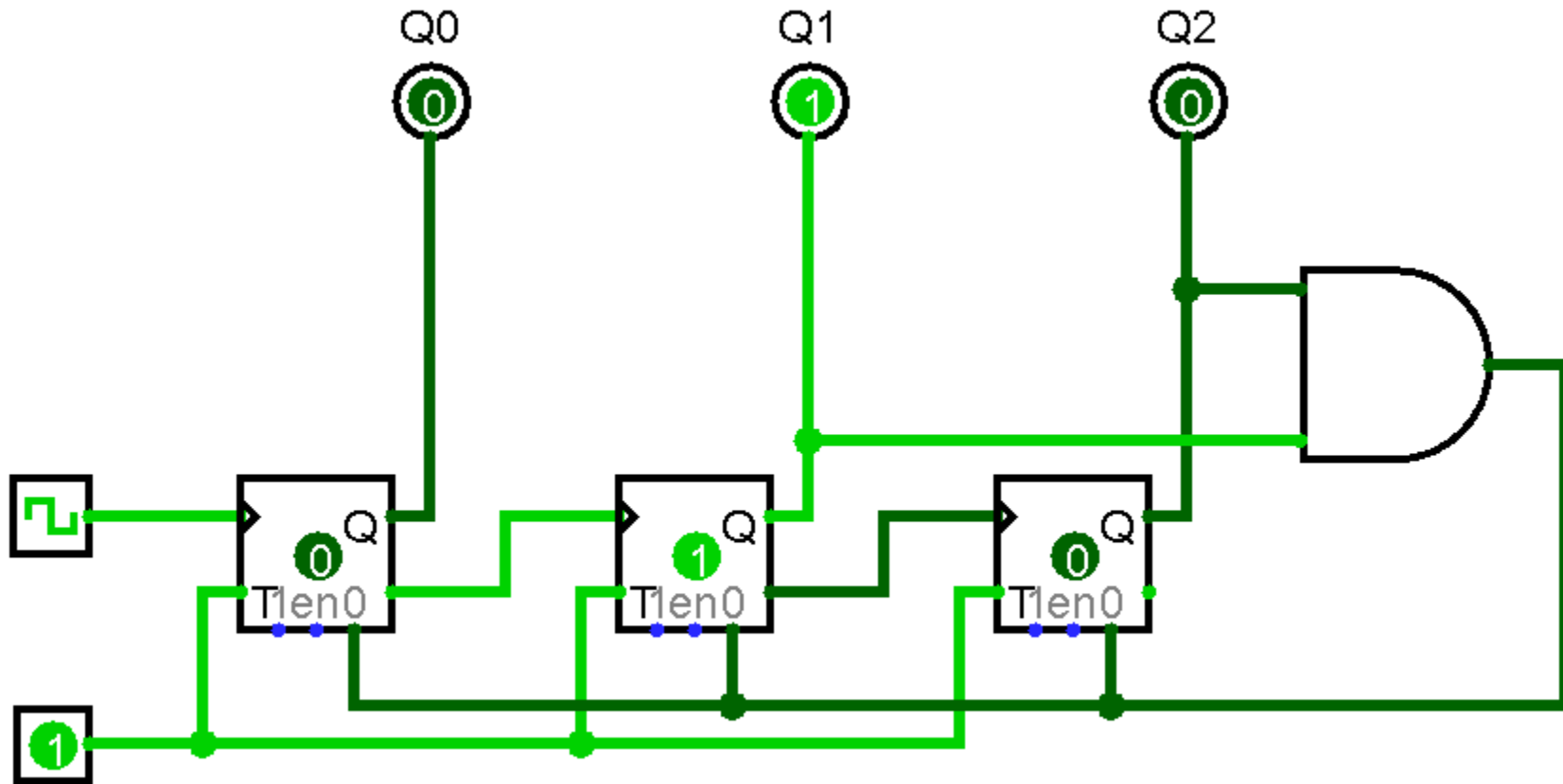
Mintapélda Logisim-hez:
digi06/mod10_counter.circ



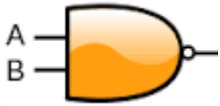


Modulo 6 számláló

Például digitális óráknál egy **mod 10** és egy **mod 6** számláló sorba kapcsolásával számláljuk a másodperceket, illetve a perceket.

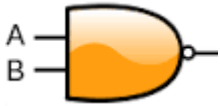


Mintapélda Logisim szimulátorhoz: `digi06/mod6_counter.circ`

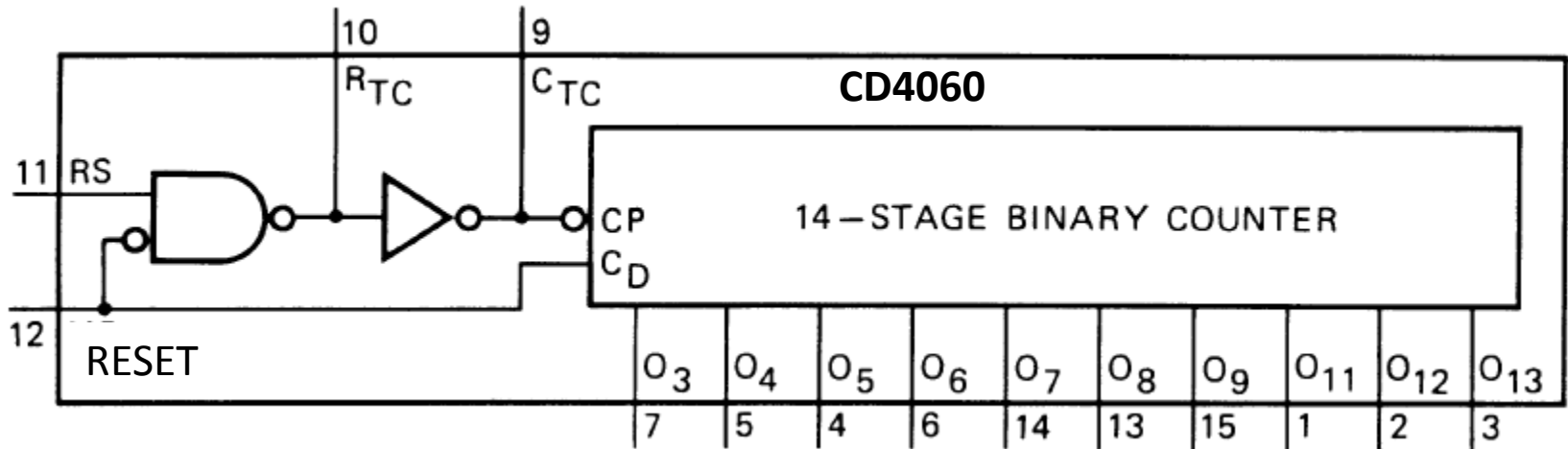
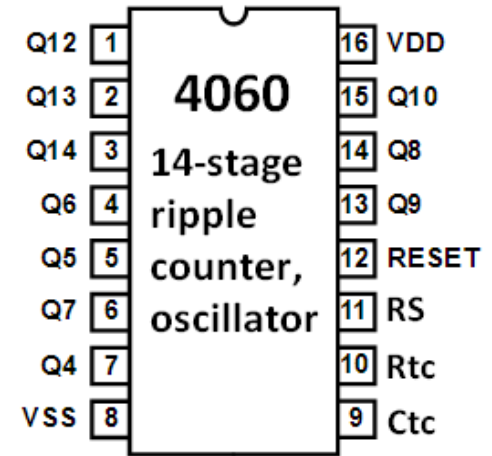
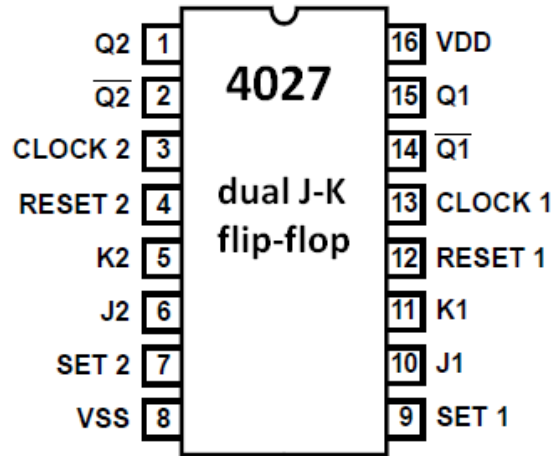
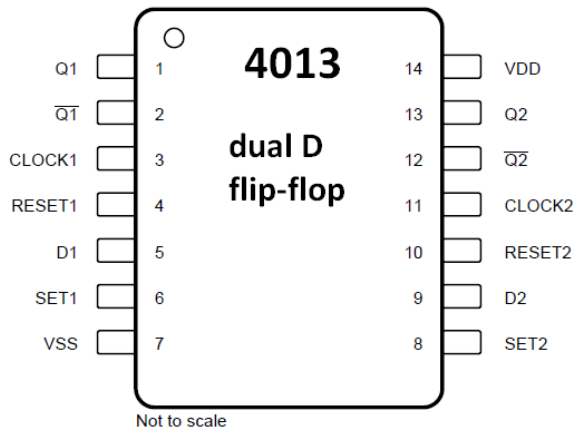


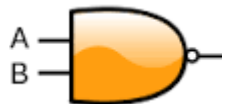
A 4000-es sorozat tipikus tagjai

- 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



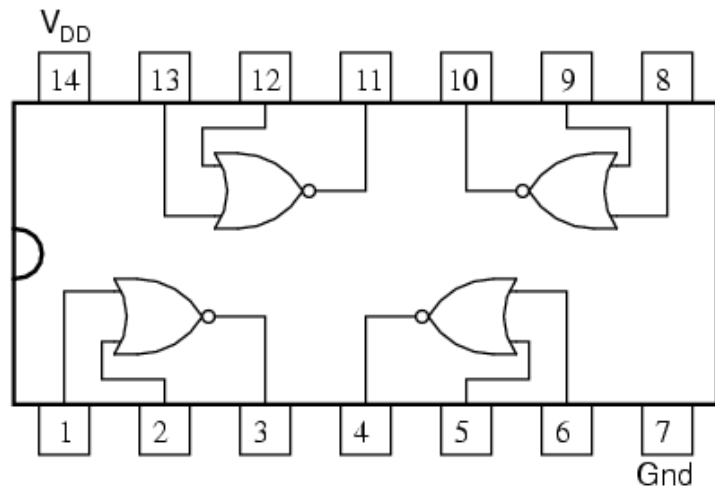
Flip-flops, ripple counters



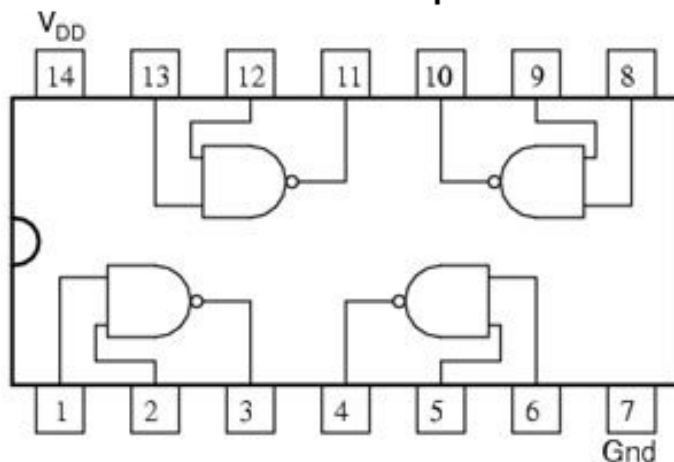


A 4000-es sorozat tipikus tagjai

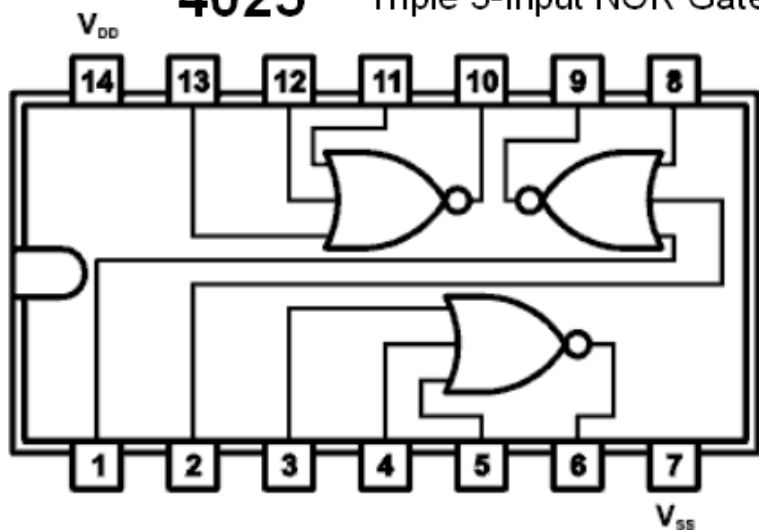
4001 Quad 2-Input NOR Gate



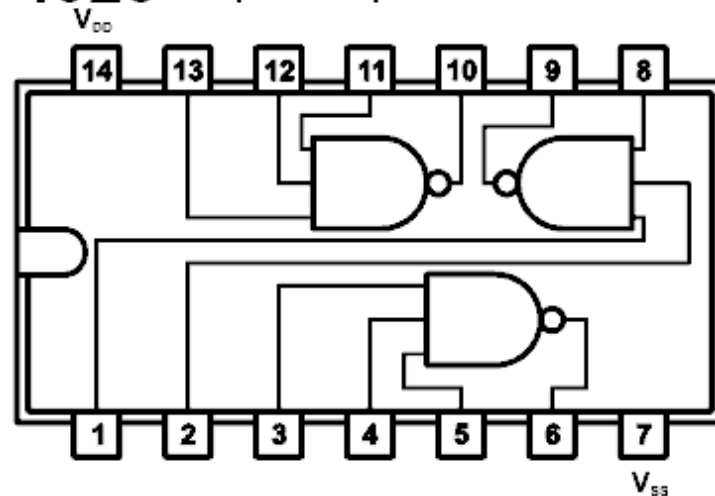
4011 Quad 2-input NAND

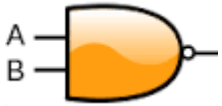


4025 Triple 3-Input NOR Gate



4023 Triple 3-Input NAND Gate

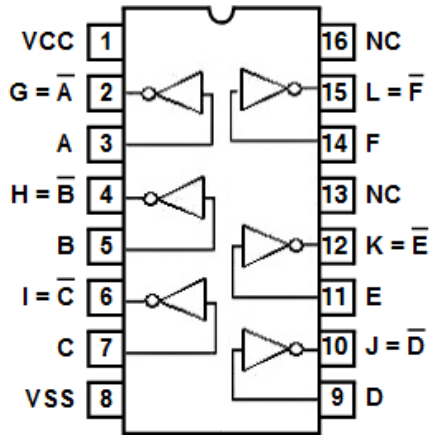




A 4000-es sorozat tipikus tagjai

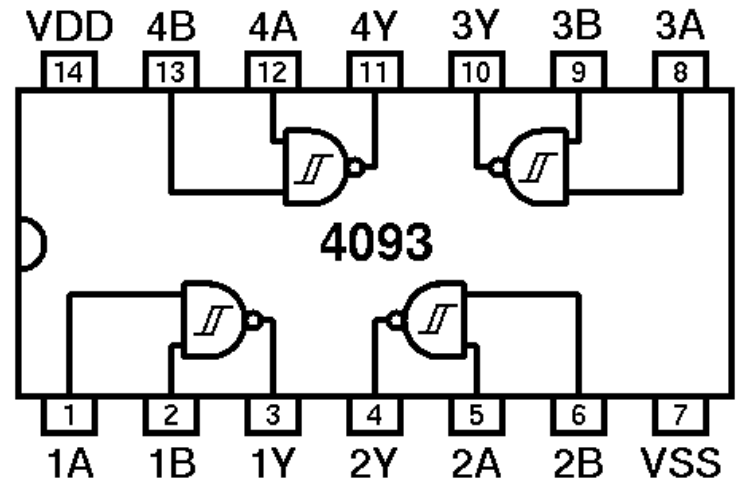
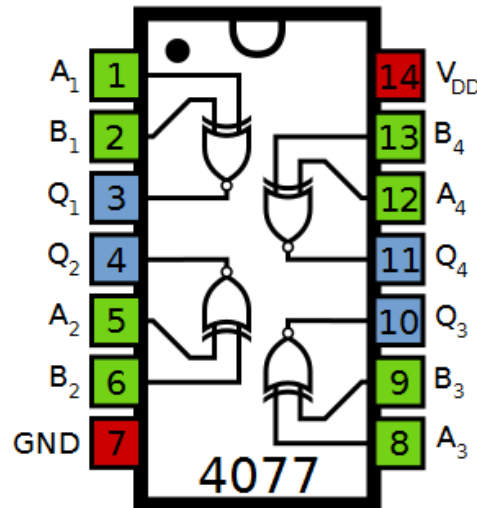
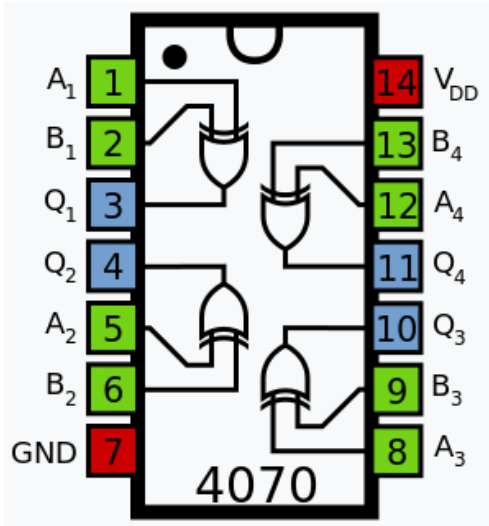
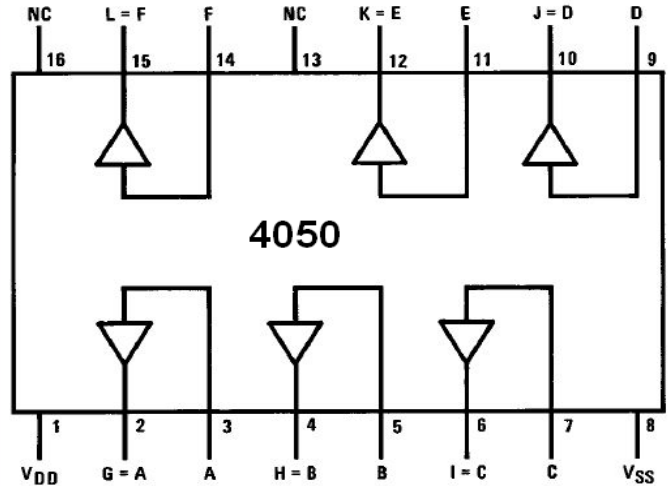
4049

Hex Inverting Buffer/Converter



4050

Hex Non-Inverting Buffer/Converter





A 4000-es sorozat tipikus tagjai

