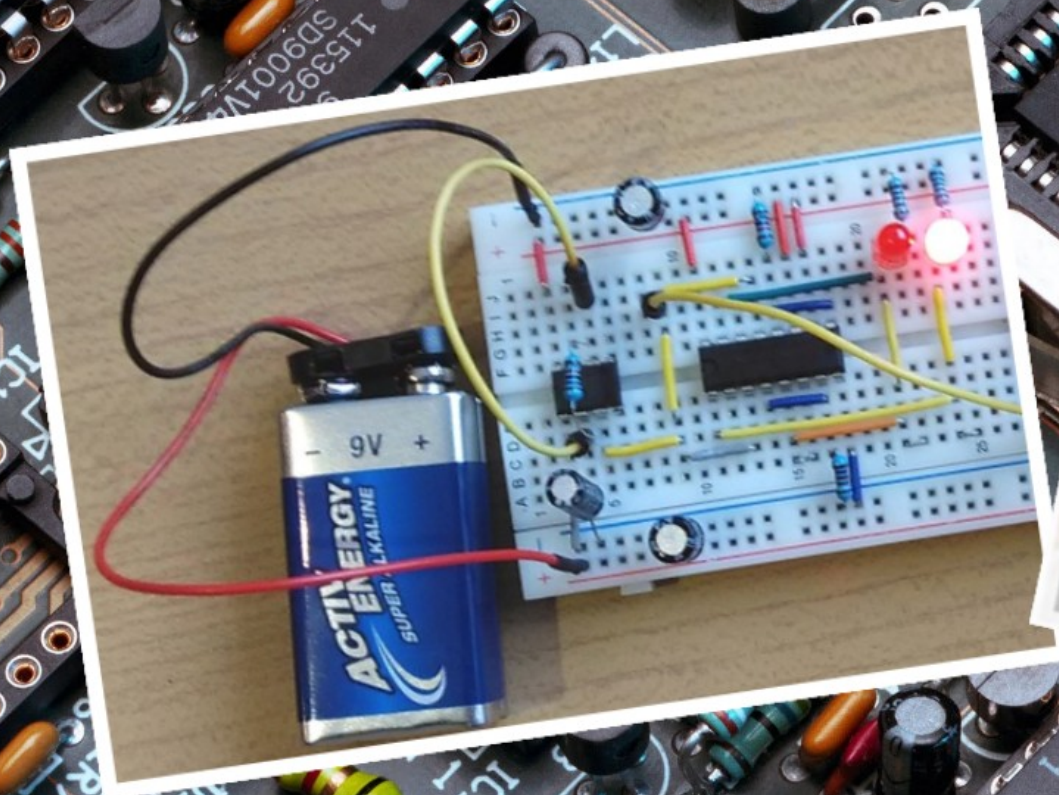


A digitális elektronika alapjai



11. Sorrendi logikai áramkörök – 4. rész

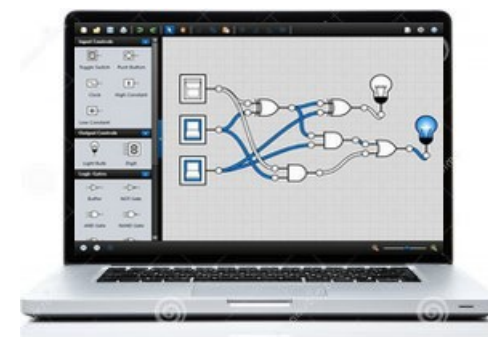
Felhasznált és ajánlott irodalom

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

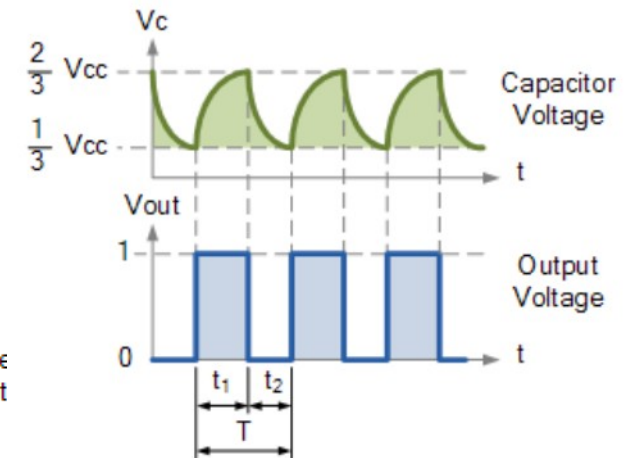
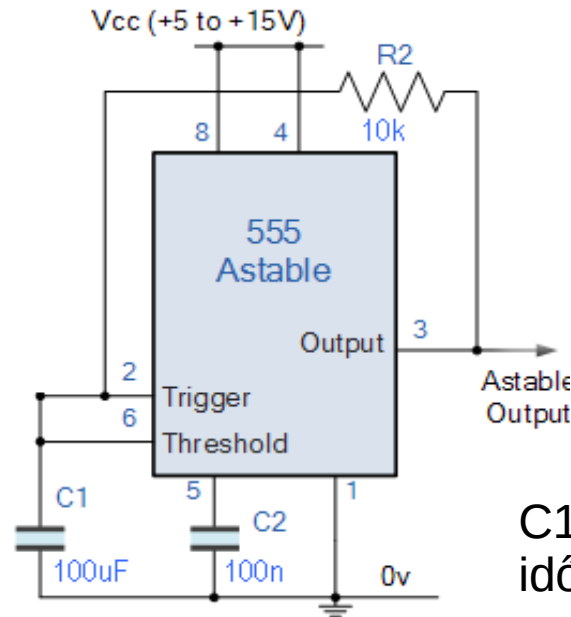


Emlékeztető: NE555 órajel generátor

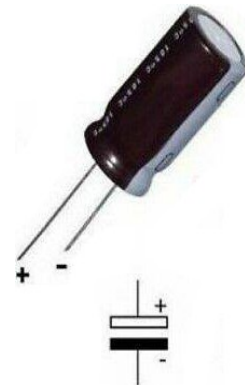
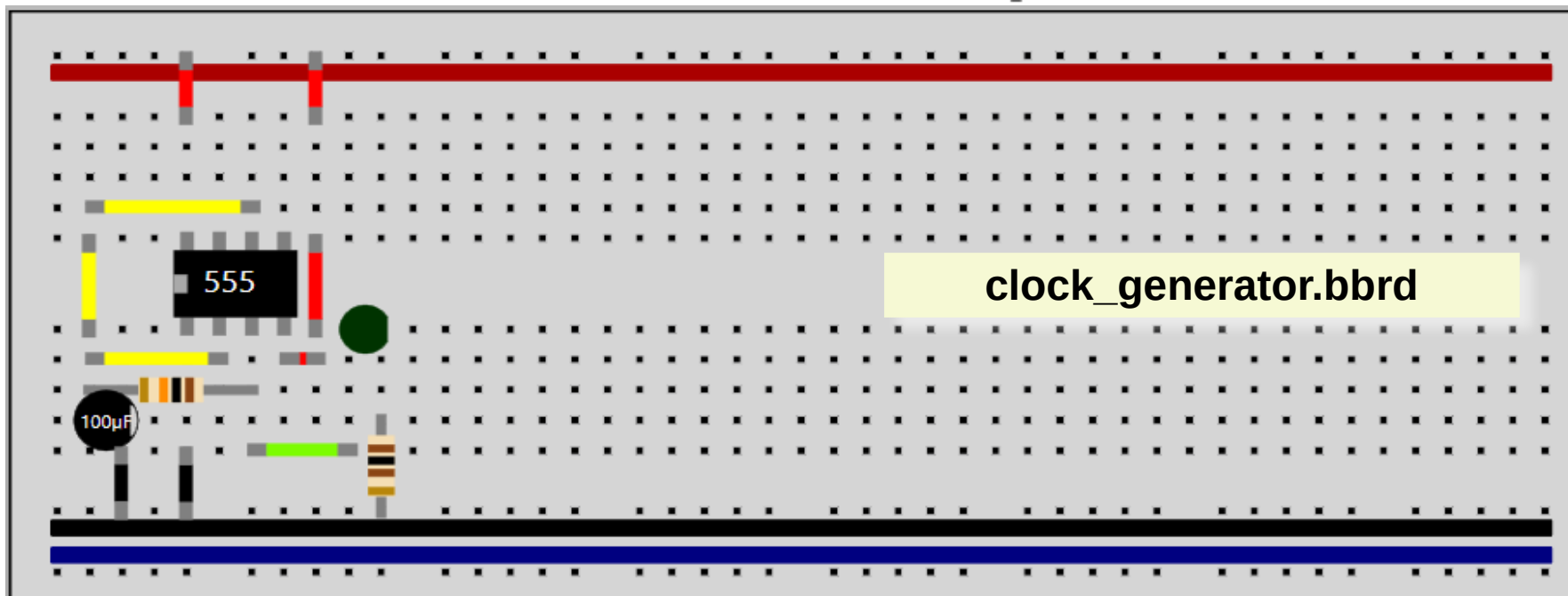
- Az NE555 IC-vel egyszerűen építhetünk egy órajel generátort (astabil multivibrátor)

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

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

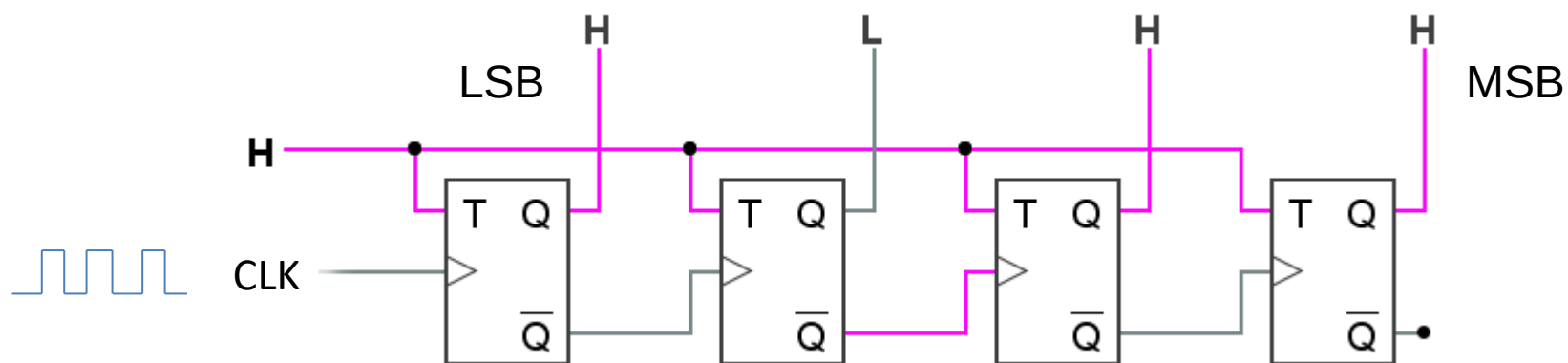
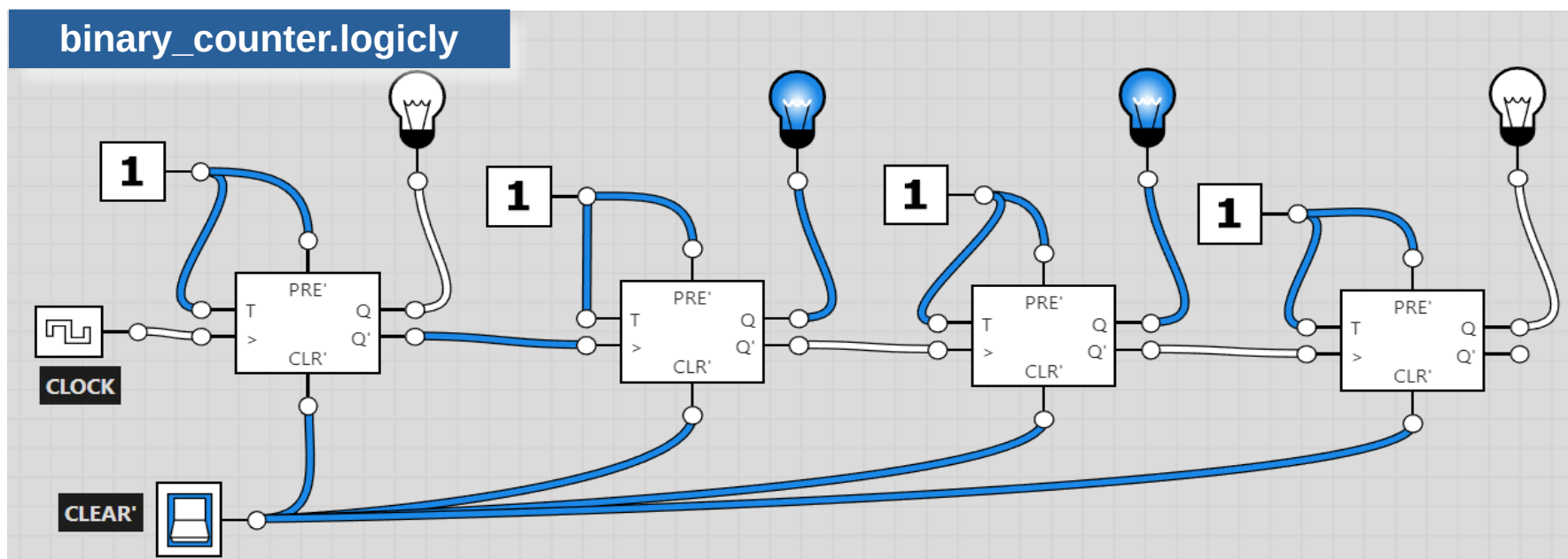


C1 töltése és kisütése azonos időállandóval történik, $t_1 = t_2$



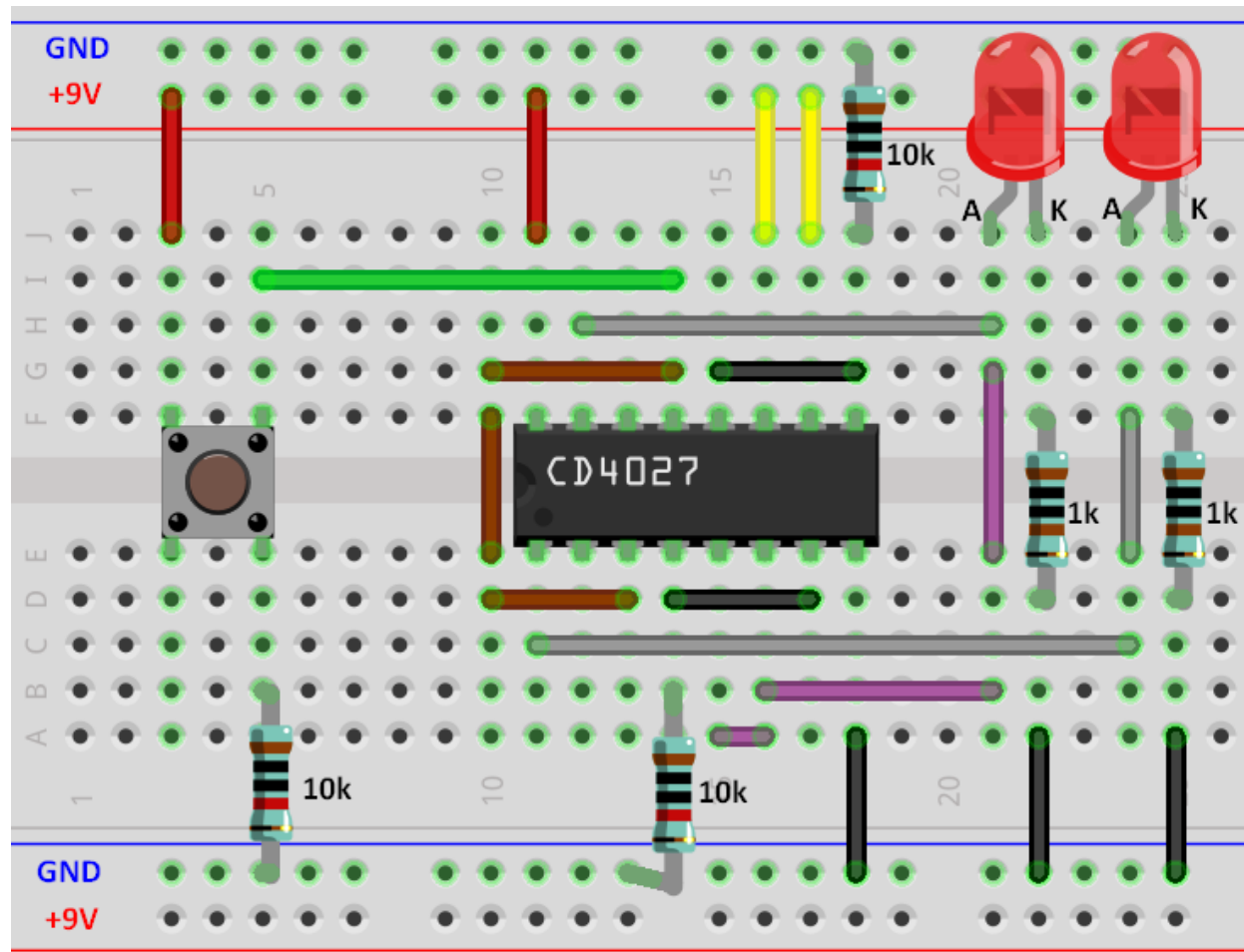
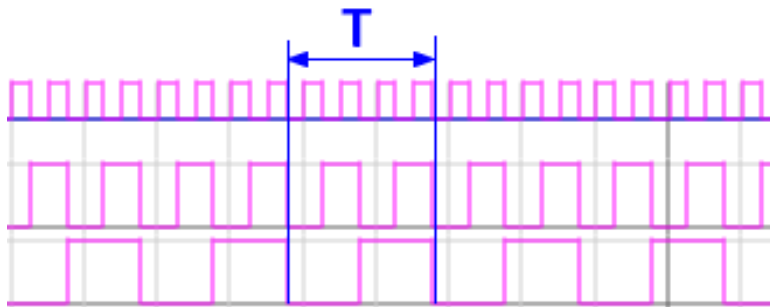
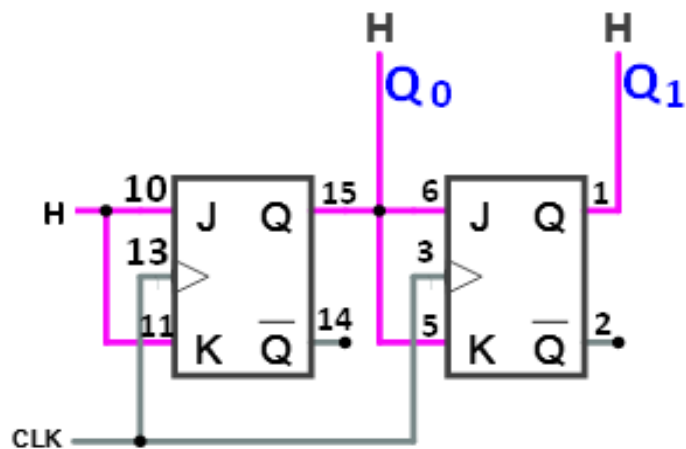
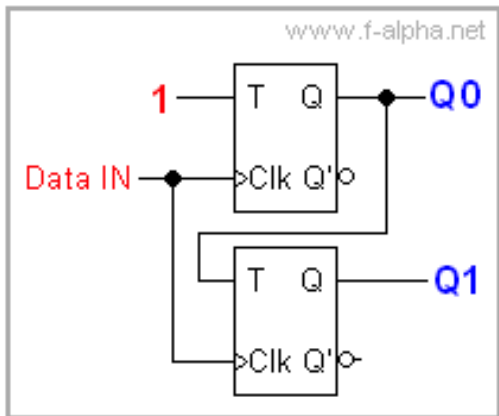
Emlékeztető: aszinkron bináris számláló

- 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



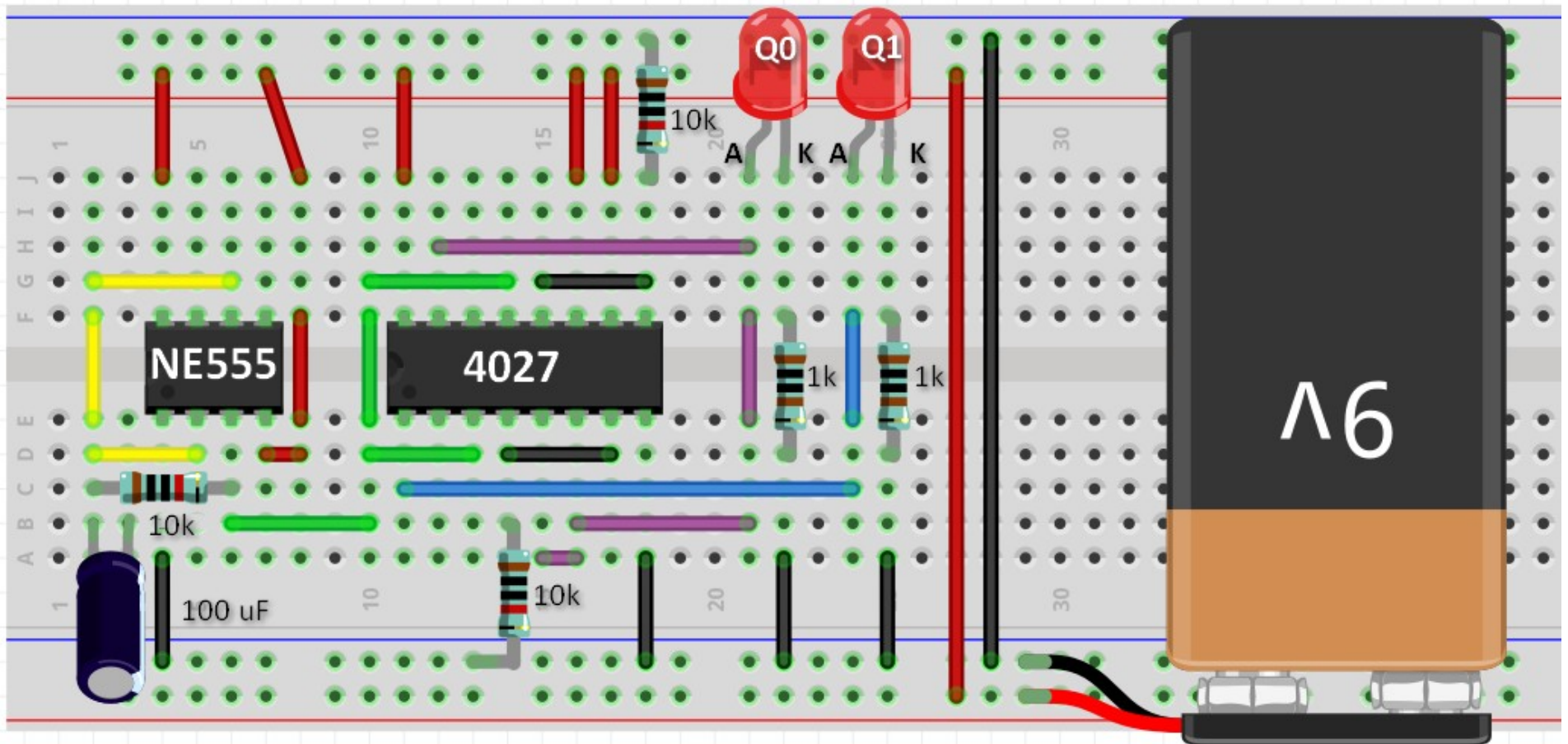
Kétbites bináris szinkron számláló

- Szinkron számlálóknál közös az órajel.
- Az első fokozat minden órajelre állapotot vált.
- A második fokozat csak akkor vált, ha az első fokozat kimenete '1'



Kétbites bináris szinkron számláló

- Nyomógomb helyett egy astabil multivibrátorral is megépíthetjük a kapcsolást, kiküszöbölve így a kontaktus pergéséből adódó többlet-impulzusokat



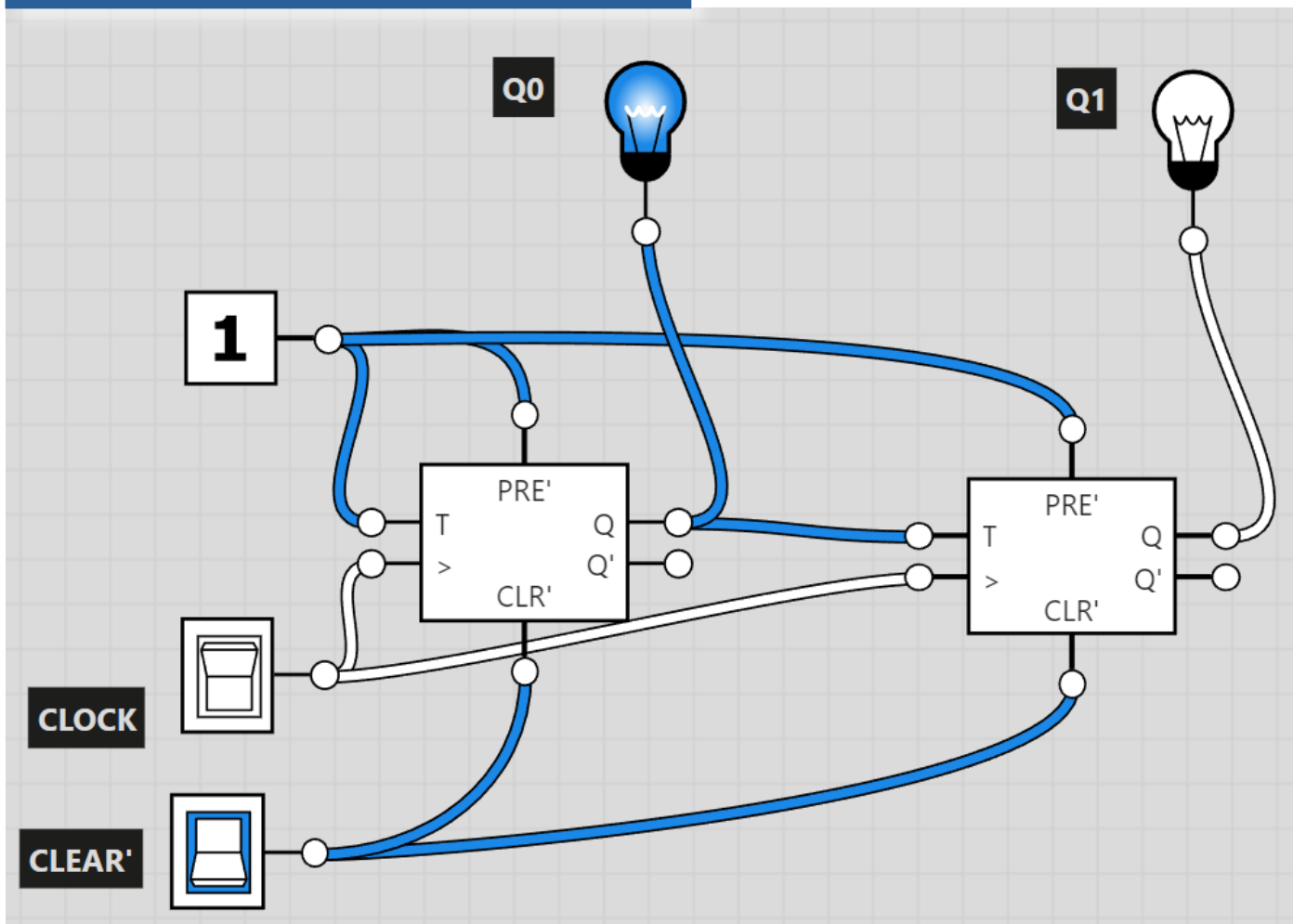
Tápellátási problémák

- Ne lepődjünk meg, ha az előző oldalon bemutatott kapcsolás első nekifutásra nem működik, vagy nem megfelelően működik!
- Az elem belső ellenállása és az IC-k tápellátására szolgáló vezetékek induktivitása miatt gyors állapotváltáskor ideiglenesen leeshet a tápfeszültség egy pillanatra, ami megzavarja az áramkörök működését
- **Megoldás:** Minden IC tápfeszültség és GND kivezetése közé kössünk egy 100 nF-os kondenzátort, a tápfeszültség sínek közé pedig egy min. 100 μ F-os kondenzátort (ha lehet, akkor a low ESR fajtából választva)

Kétbites bináris szinkron számláló szimulációja

- A számláló működését a **Logicly** szimulátorban vizsgáljuk meg

2bit_synchron_counter.logicly



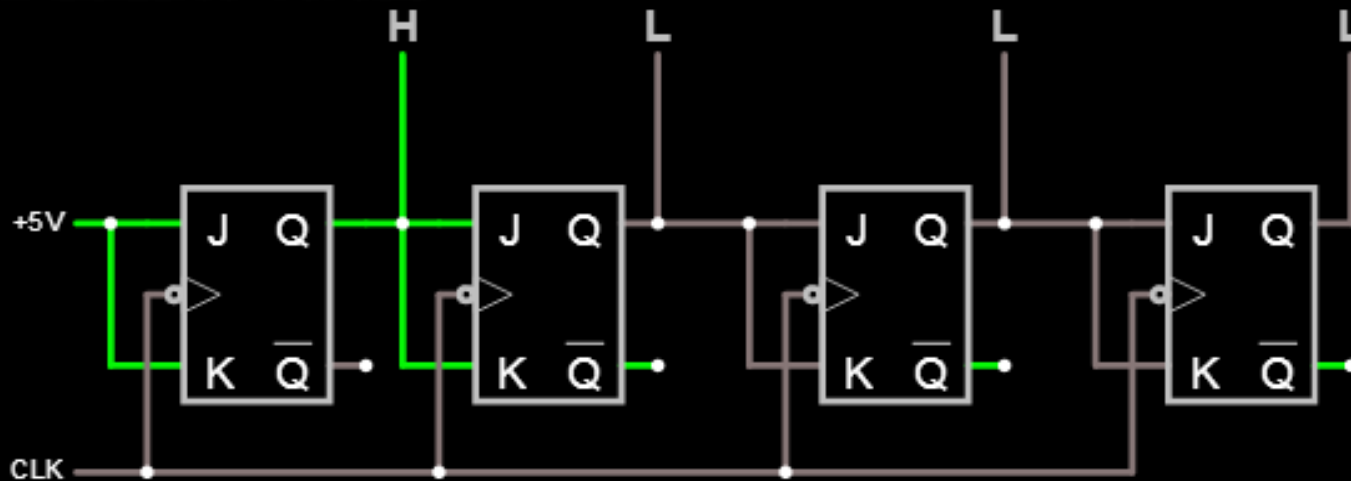
jelenlegi állapot		következő állapot	
Q0	Q1	Q0	Q1
0	0	1	0
1	0	0	1
0	1	1	1
1	1	0	0
0	0	1	0
1	0	0	1
0	1	1	1

Az átmenet mindig az órajel felfutó élénél történik

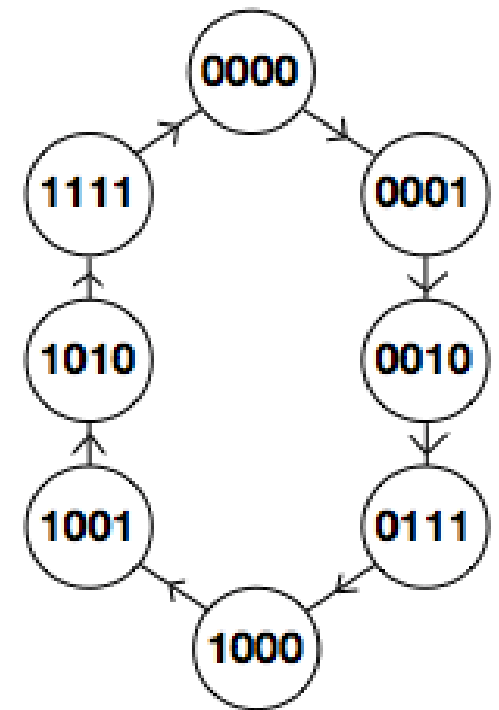
A bővítés buktatói

- A kétbites szinkron számláló további bővítése nem olyan triviális, mint az aszinkron számlálóknál! Ha egyszerűen összekötünk négy fokozatot, akkor a kimenetek nem az általunk elvárt módon változnak

www.falstad.com/circuit/



t = 10.25 s
time step = 5 μs

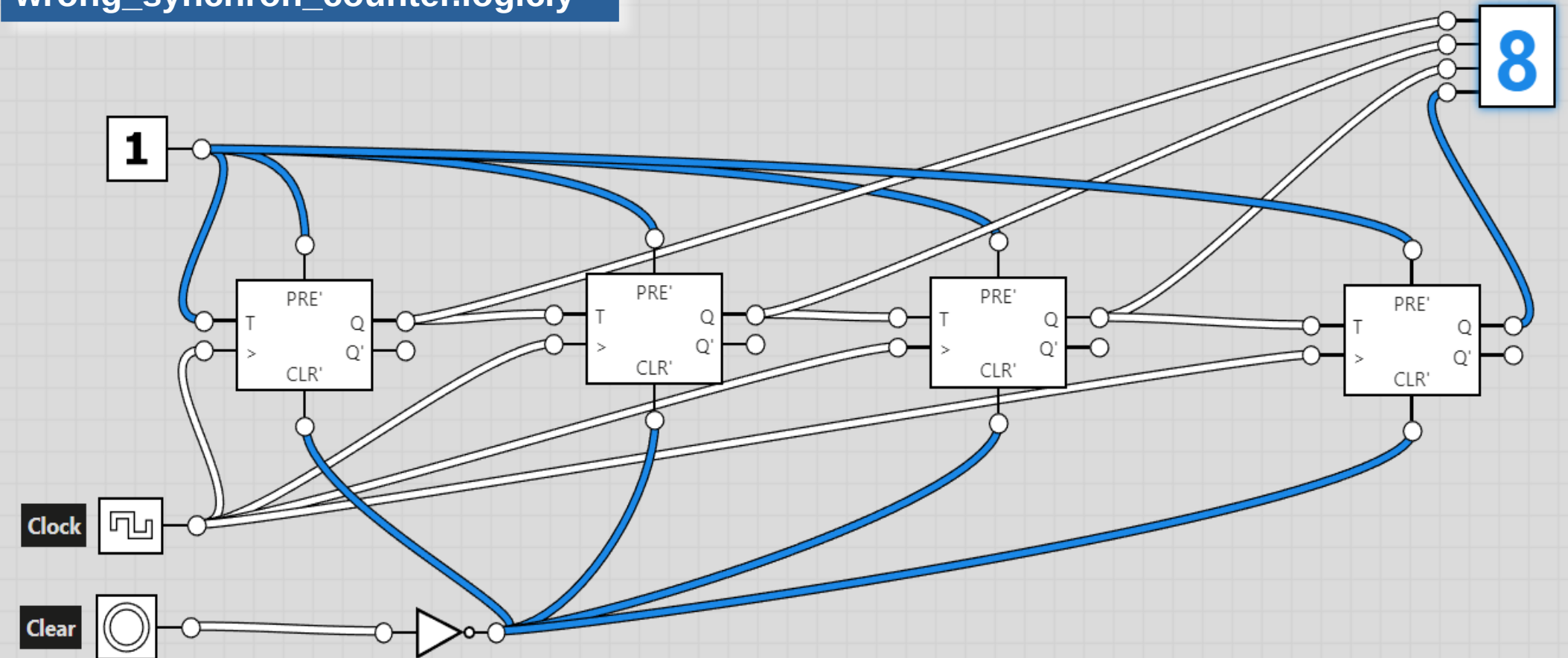


www.f-alpha.net

A bővítés buktatói

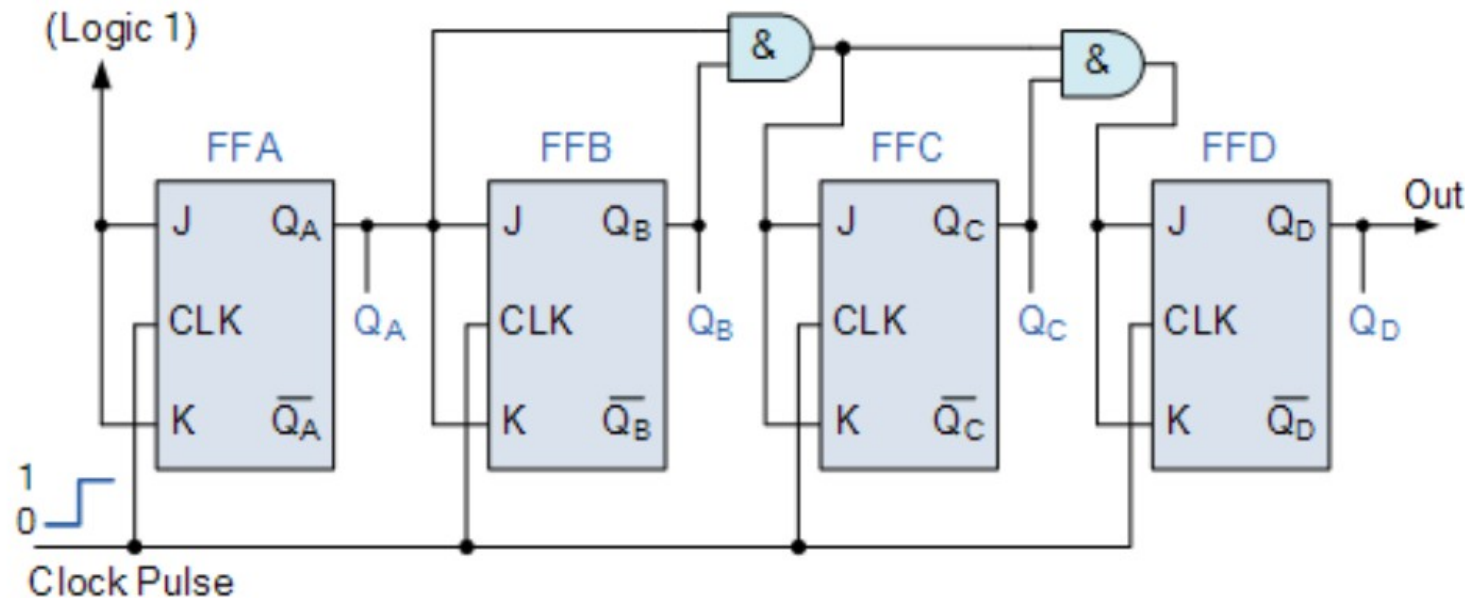
- A hibás működésű szinkron számlálót a **Logicly** szimulátorban megvizsgálva a **0, 1, 2, 7, 8, 9, A, F** számlálási sorrendet tapasztaljuk
- A hiba kijavításához át kell gondolnunk az átbillenési feltételeket

wrong_synchron_counter.logicly



Négybites bináris szinkron számláló

- Gondoljuk végig az egyes fokozatok átbillenésének feltételeit:
 1. fokozat: Minden órajelre állapotot vált
 2. fokozat: Ha $Q_A = '1'$, akkor a következő órajelre állapotot vált
 3. fokozat: Ha Q_A és $Q_B = '1'$, akkor a következő órajelre állapotot vált
 4. fokozat: Ha Q_A és Q_B és $Q_C = '1'$, akkor a következő órajelre állapotot vált.
- Az ábrán a soros átvitelű kapcsolás látható, ahol a hárombemenetű **ÉS** kapu helyett az előző fokozat $Q_A \cdot Q_B$ eredményét használtuk fel

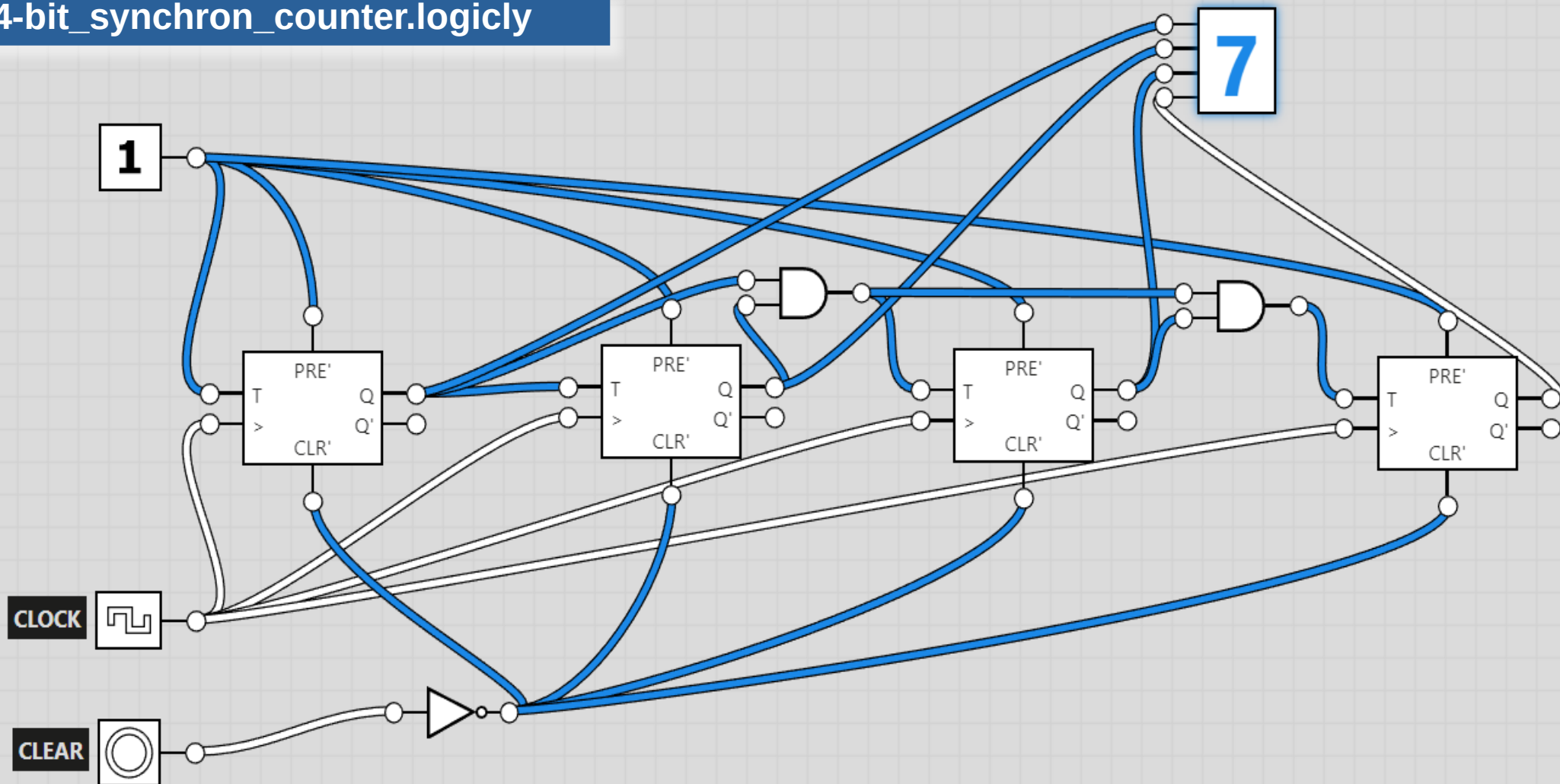


0000
0001 ←
0010
0011 ←
0100
0101 ←
0110
0111 ←
1000
1001 ←
1010
1011 ←
1100
1101 ←
1110
1111 ←

Négybites bináris szinkron számláló

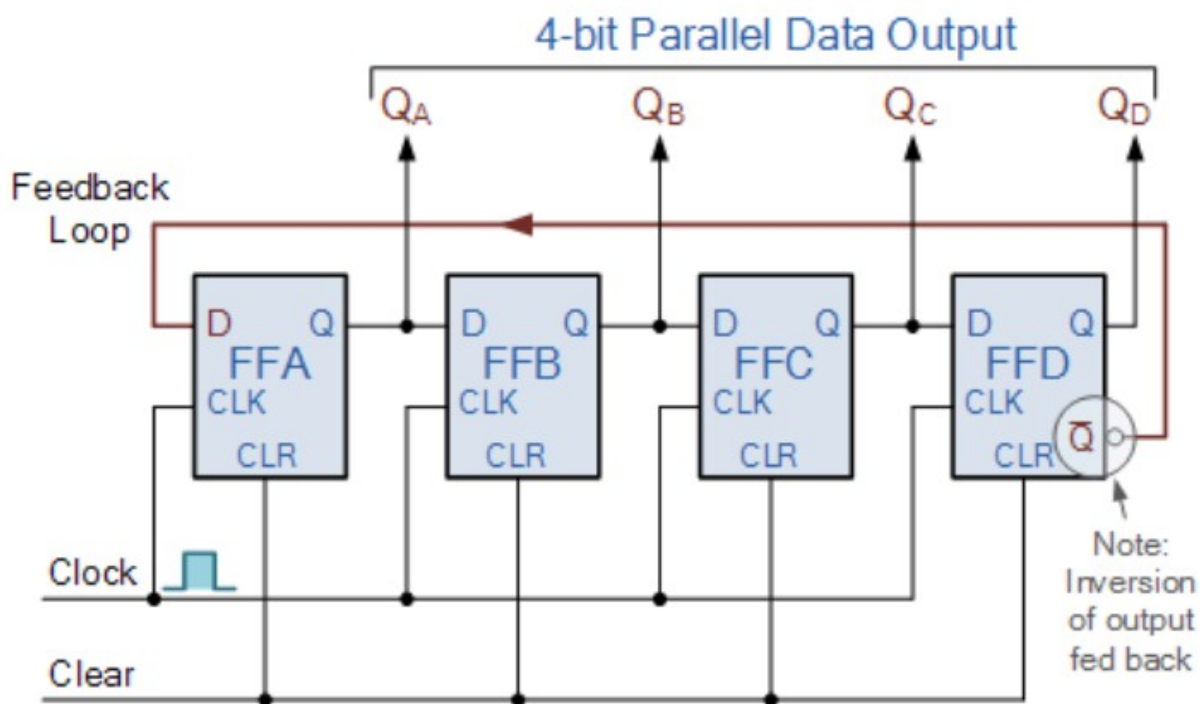
- A számláló működését a **Logicy** szimulátorban ellenőrizve, a sorrend valóban 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

4-bit_synchron_counter.logicy

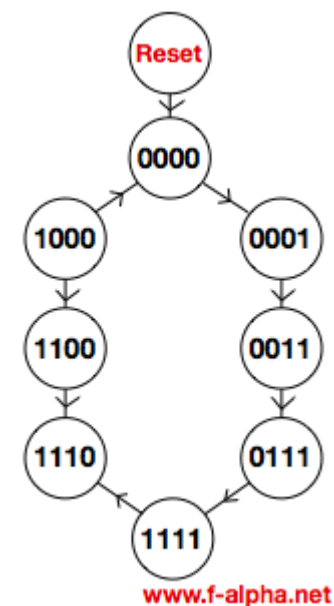


Johnson számlálók

- A **D típusú flip-flopokból** (beleértve az előző előadásban bemutatott, transmission gate kapukkal megvalósított élvezérelt tárolókat is) általában gyűrűs, vagy „csavart gyűrűs”, ún, Johnson számlálók lehet legkönnyebben építeni
- A **Johnson számláló** „állapotsűrűsége” $2N$, azaz egy négyfokozatú Johnson számláló 8 állapotot vesz fel

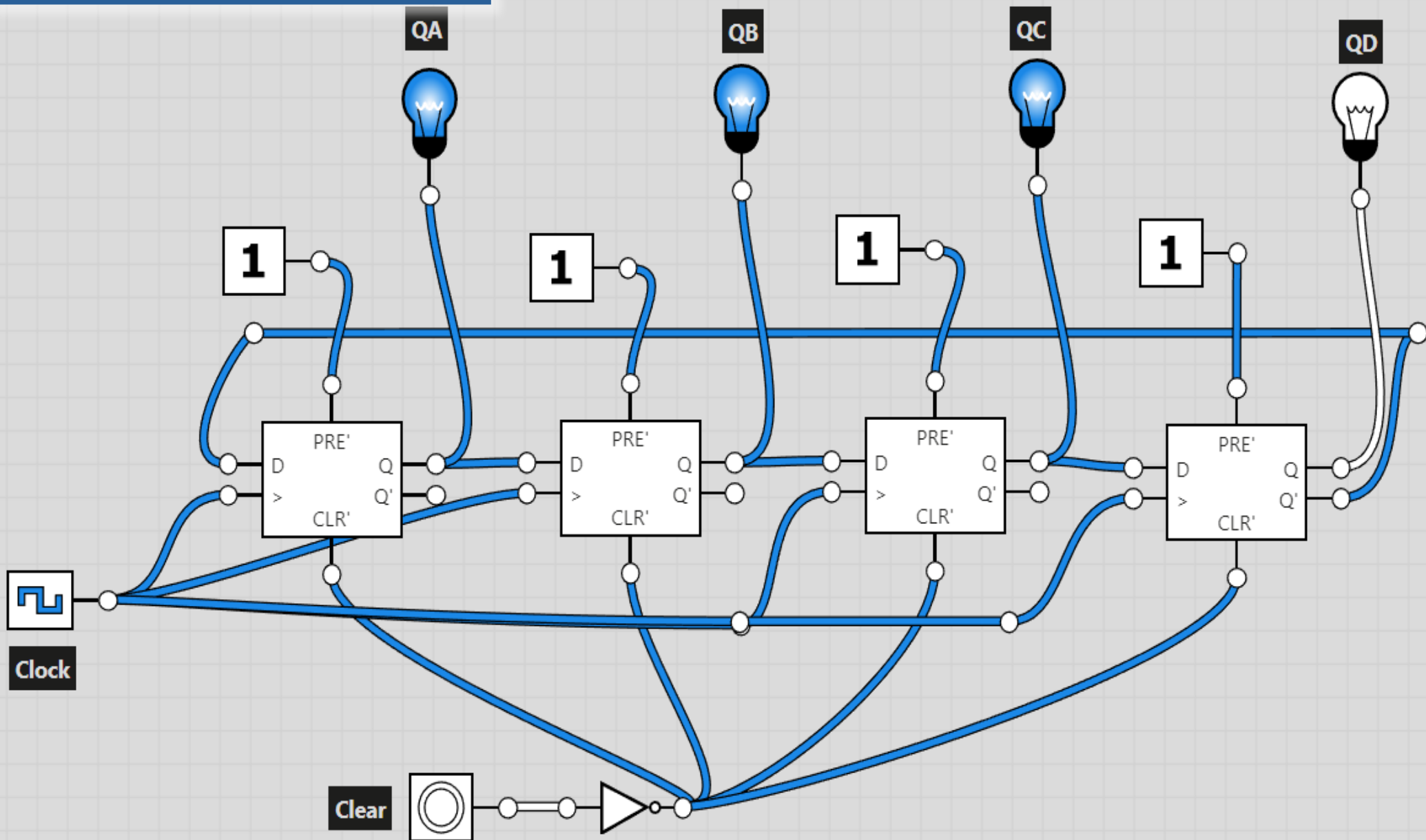


Állapot	Q0	Q1	Q2	Q3
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	1	0
4	1	1	1	1
5.	0	1	1	1
6.	0	0	1	1
7	0	0	0	1
0	0	0	0	0



Négybites Johnson számláló szimulációja

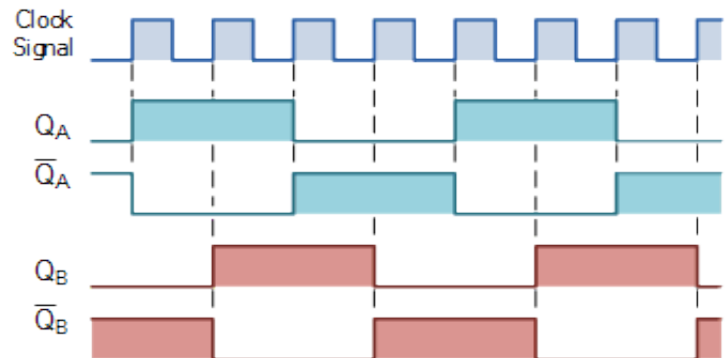
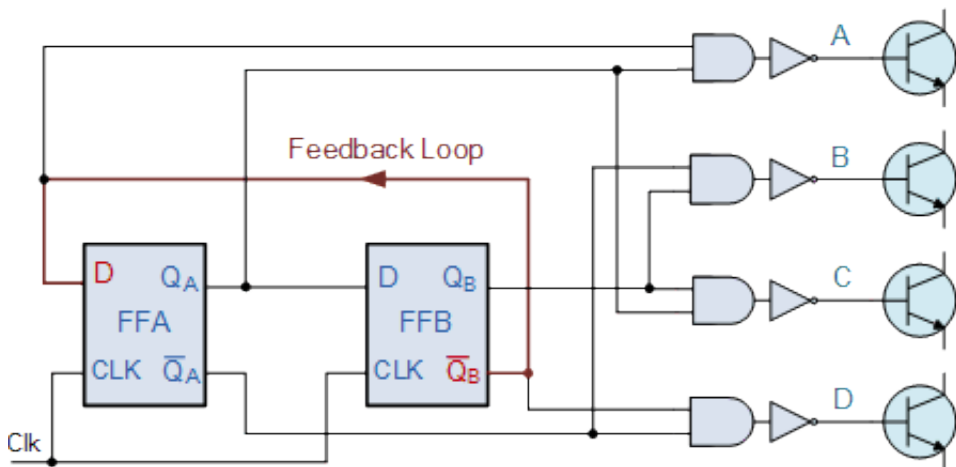
4-bit_johnson_counter.logicly



Johnson számláló alkalmazása

2-bites kvadratura generátor

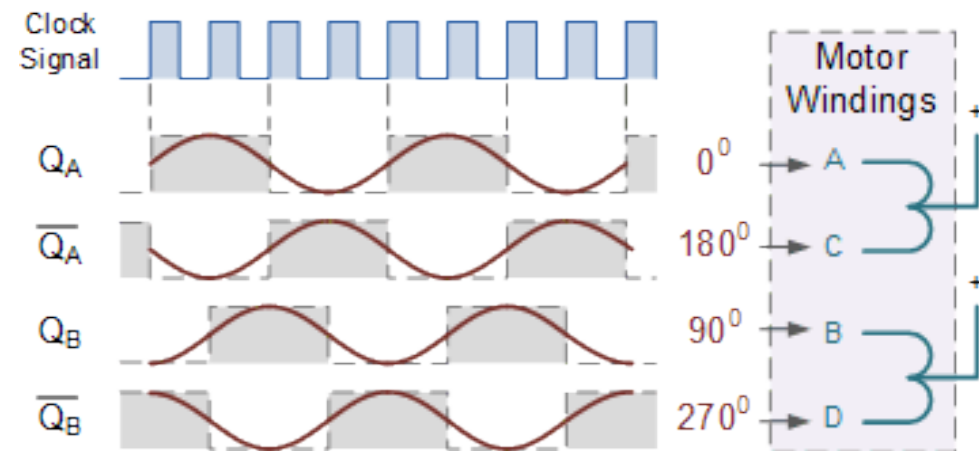
Négyfázisú órajelet állít elő



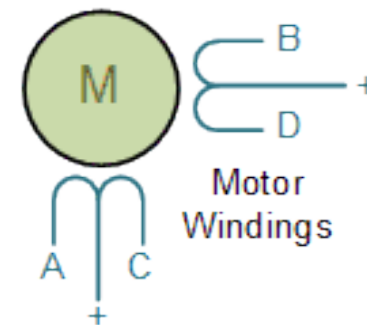
4-phase output for Bi-polar, Unipolar or Universal Motors

Unipoláris léptetőmotor vezérlése

A sebességet az órajelet frekvenciája szabja meg.

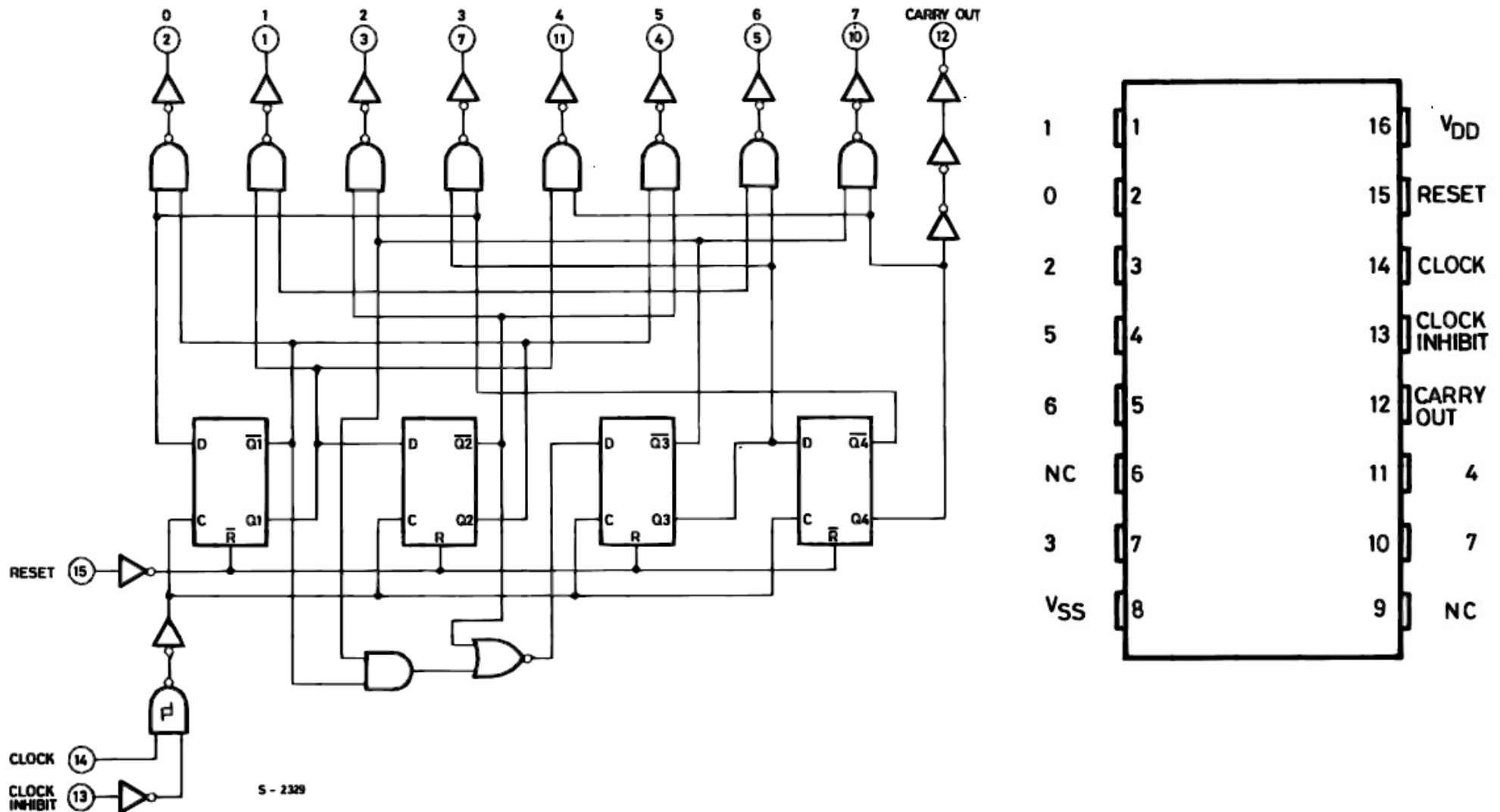


2-phase Stepper Motor



CD4022: oktális számláló és dekóder

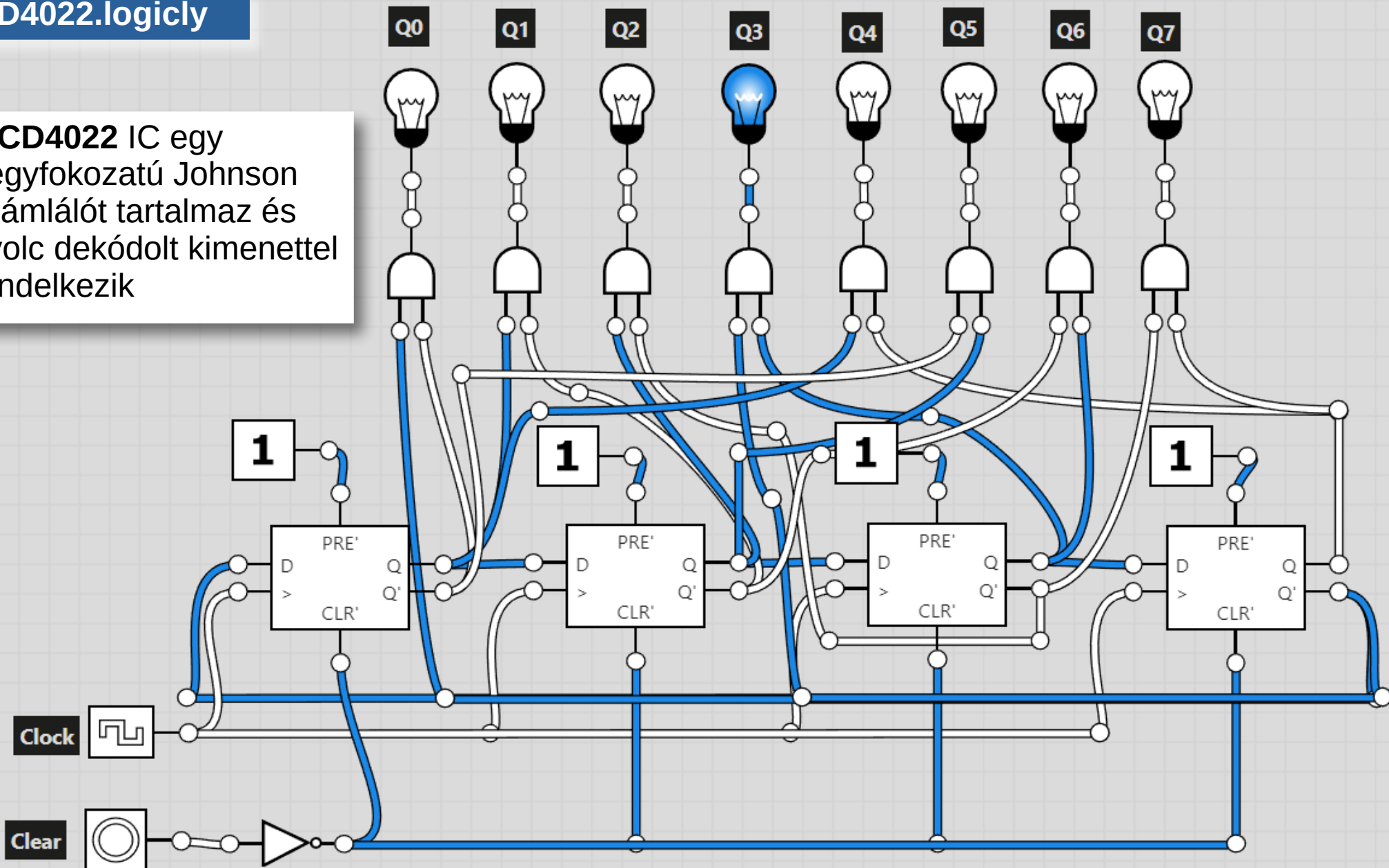
- Négyfokozatú Johnson számláló, dekódolt kimenetekkel (0 – 7) és átvittel



CD4022 szimuláció

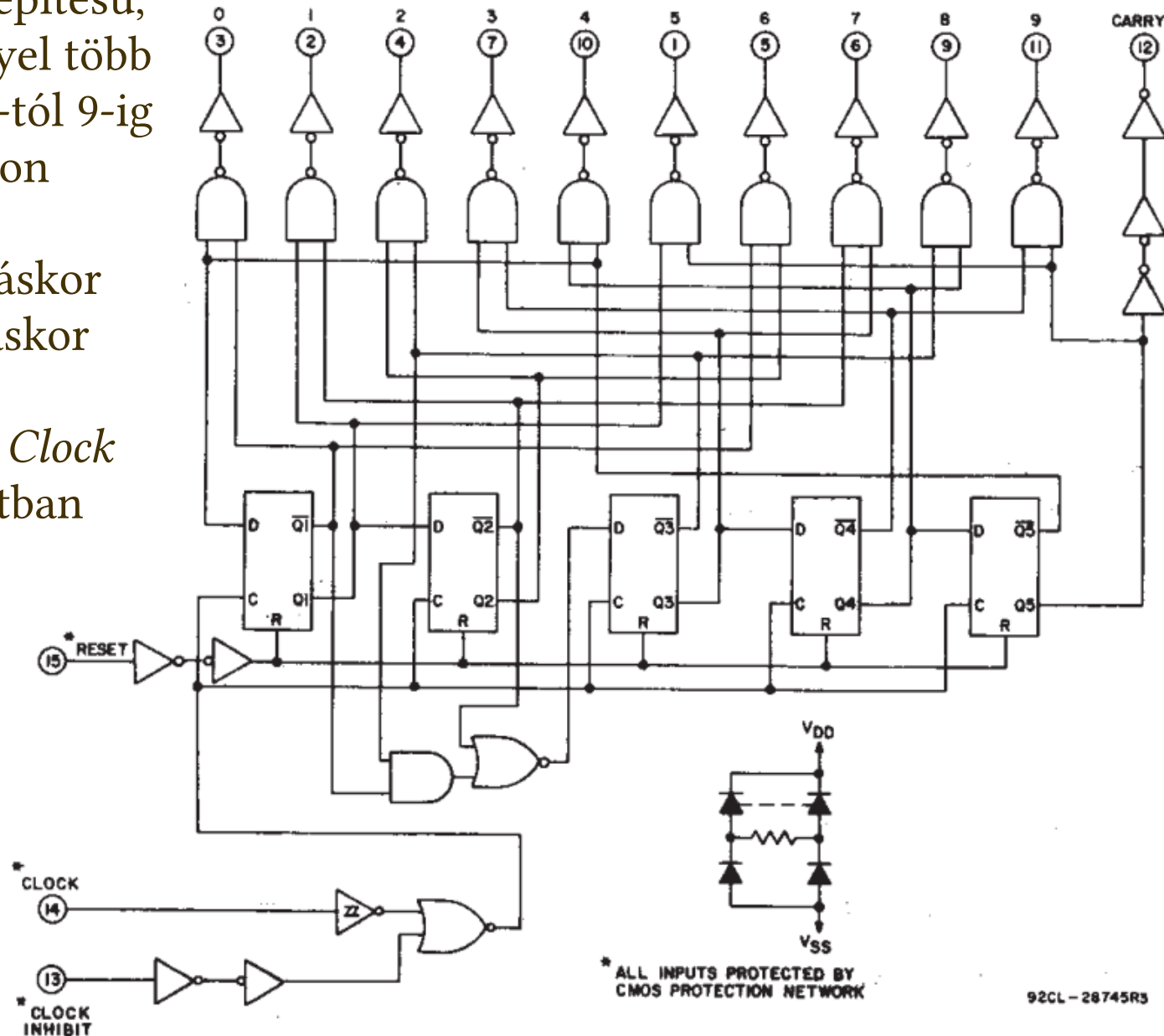
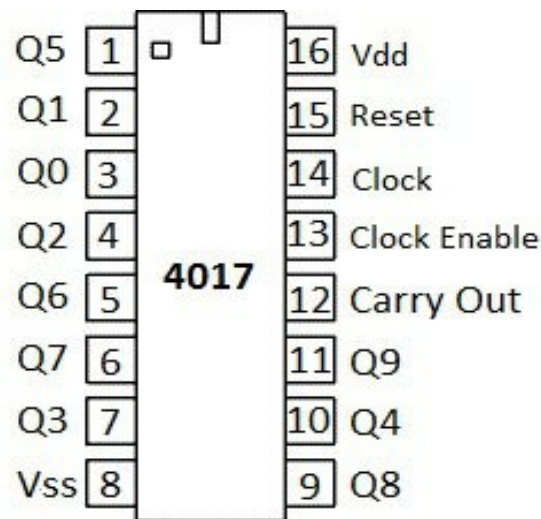
CD4022.logicly

A **CD4022** IC egy négyfokozatú Johnson számlálót tartalmaz és nyolc dekódolt kimenettel rendelkezik



CD4017: decimális számláló és dekóder

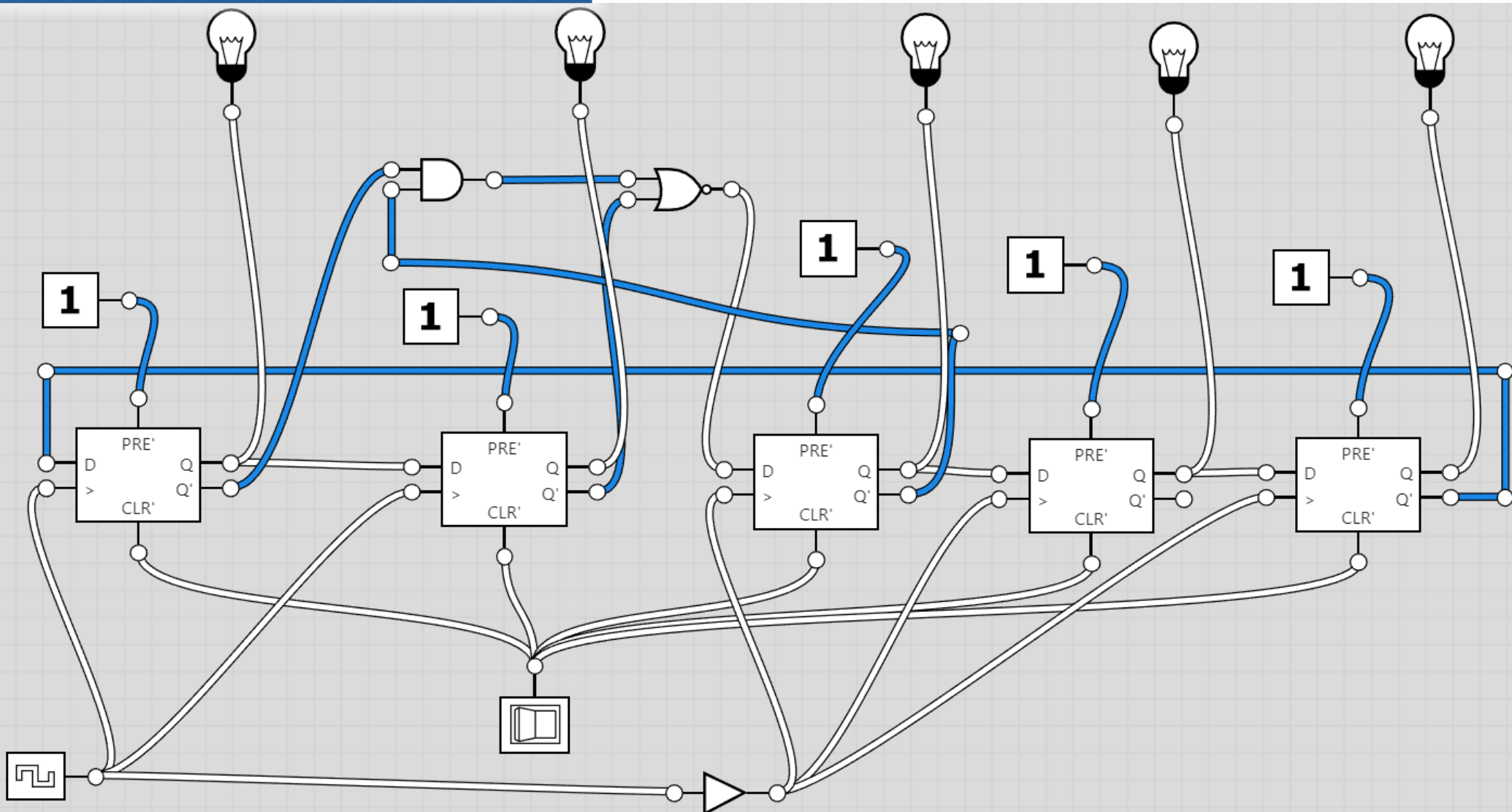
- A **CD4017** IC hasonló felépítésű, mint a **CD4022**, csak eggyel több fokozatot tartalmaz, így 0-tól 9-ig számlál (ötfokozatú Johnson számláló).
- **Reset**: magas szintre húzásakor törli a számlálót. Számláláskor alacsony legyen!
- **Clock enable**: valójában *Clock inhibit*, ami magas állapotban tiltja a számlálást



CD4017 – számláló rész

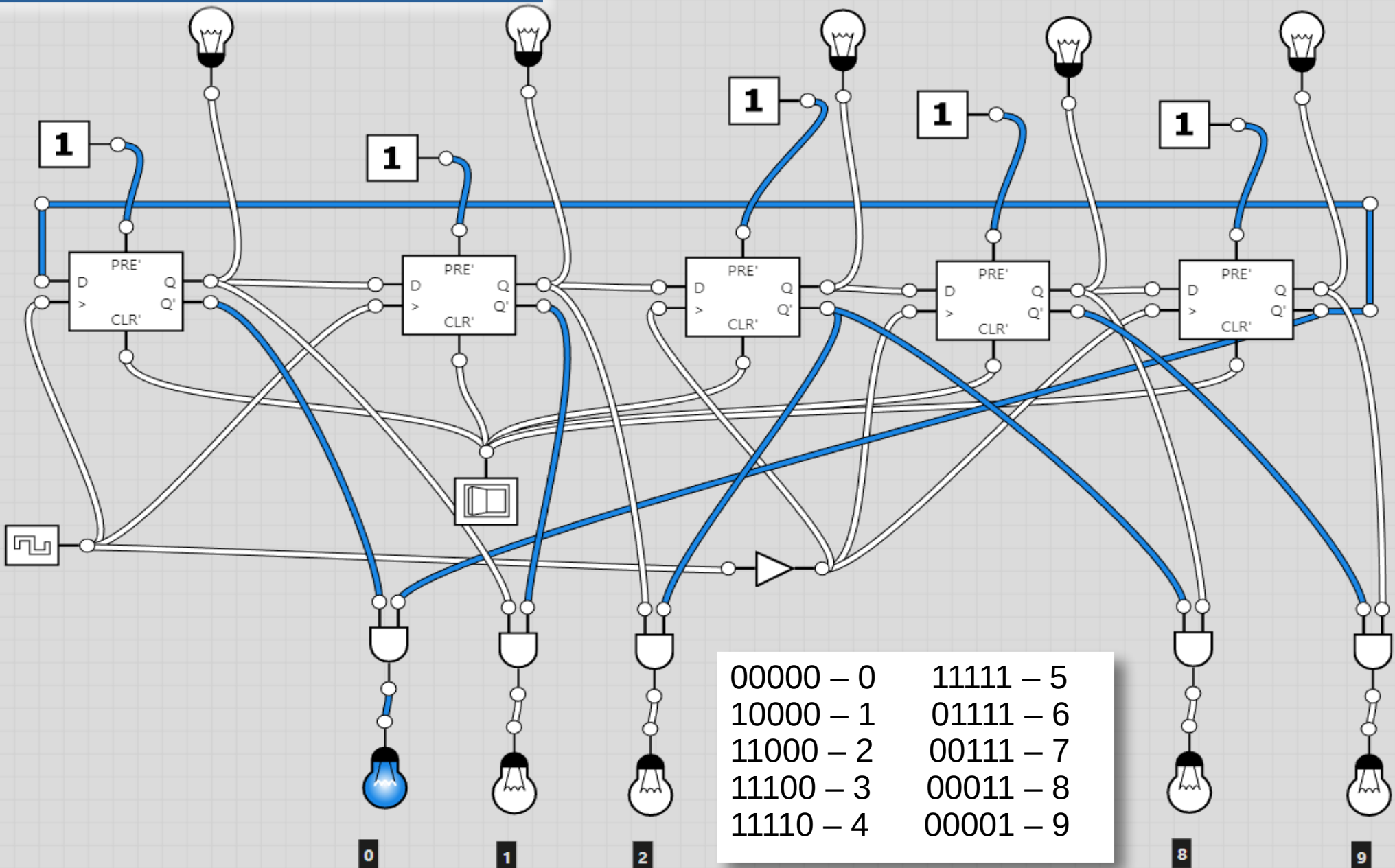
- Az ábrán az IC fő része, az ötfokozatú Johnson számláló látható

CD4017_counter_part.logicly



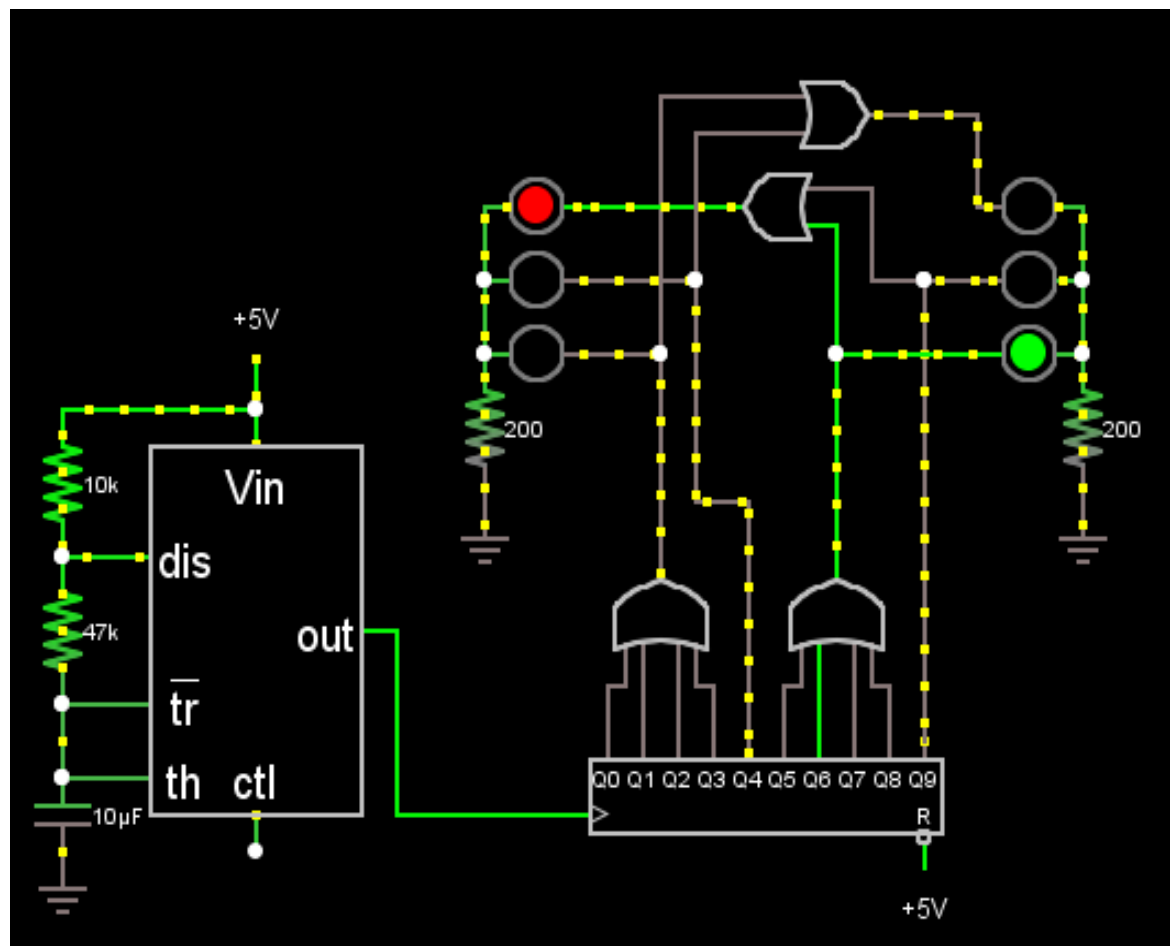
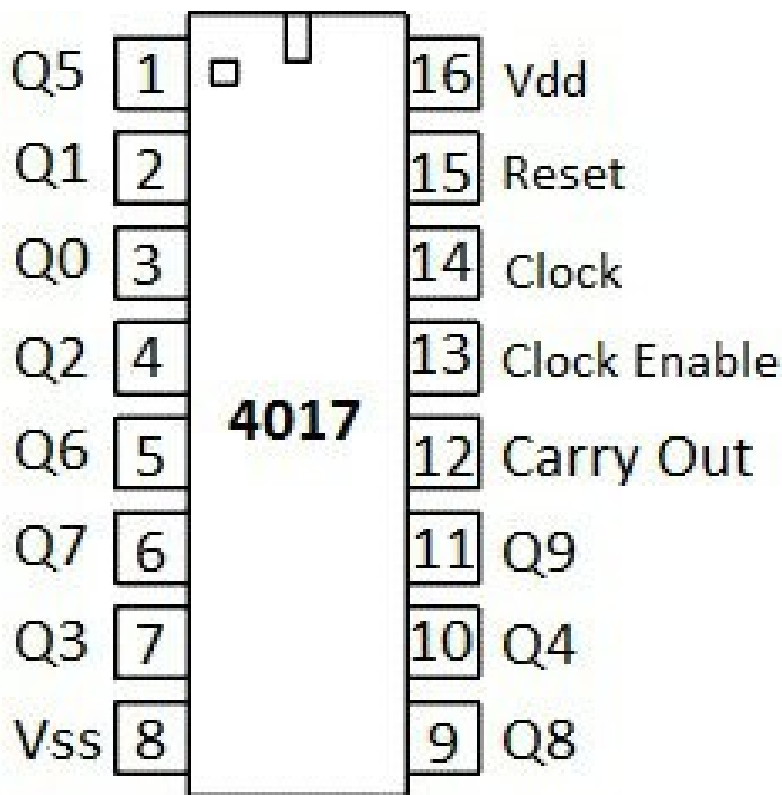
CD4017 – számláló és dekóder

CD4017_counter_decoder.logicly

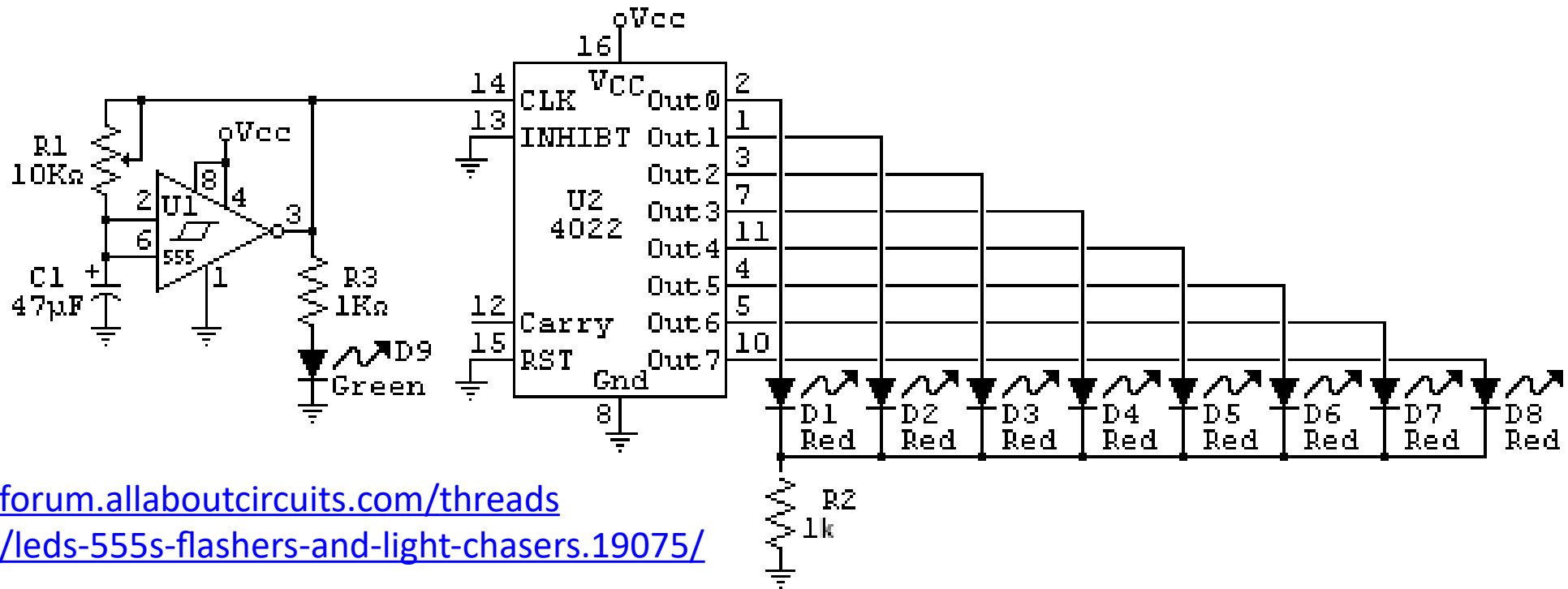


CD4017 alkalmazási mintapélda

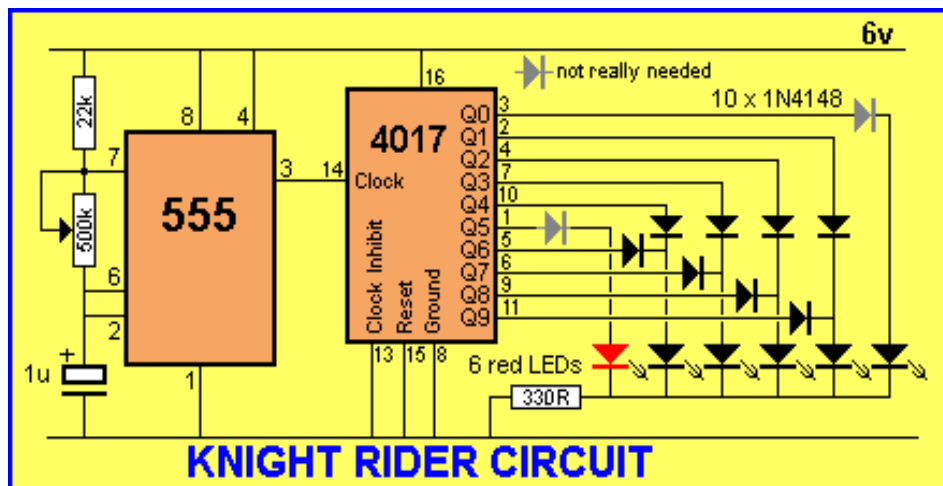
- **Alkalmazási mintapélda:** közlekedési lámpa
A számláló 10 kimenete 10 fázisra osztja a számlálási ciklust.
Forrás: falstad.com/circuit/e-traffic.html



LED futófény kapcsolások



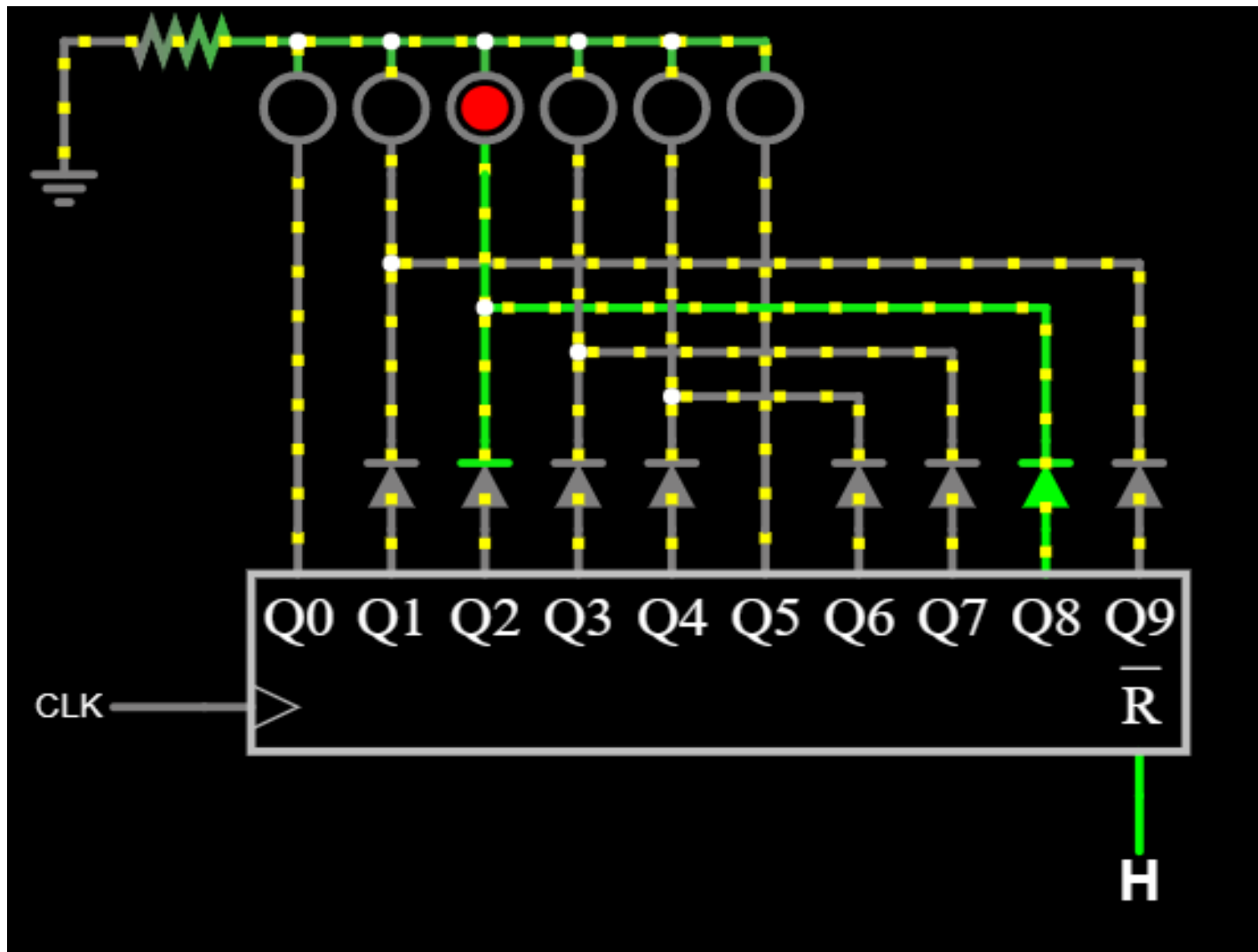
forum.allaboutcircuits.com/threads/leds-555s-flashers-and-light-chasers.19075/



CD4017 dekád számláló és dekóder
A diódák VAGY kapcsolatot létesítenek.
A hat LED-en oda-vissza futó fény mozgását
10 fázisra bontjuk
Link: selvanmani.blogspot.hu/2014/02/led-knight-rider-circuit.html

Falstdad.com – LED Flasher

- A Falstad.com áramkör szimulátor LED Flasher mintapéldája az előző oldalon bemutatott Knight Rider villogót modellezi



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