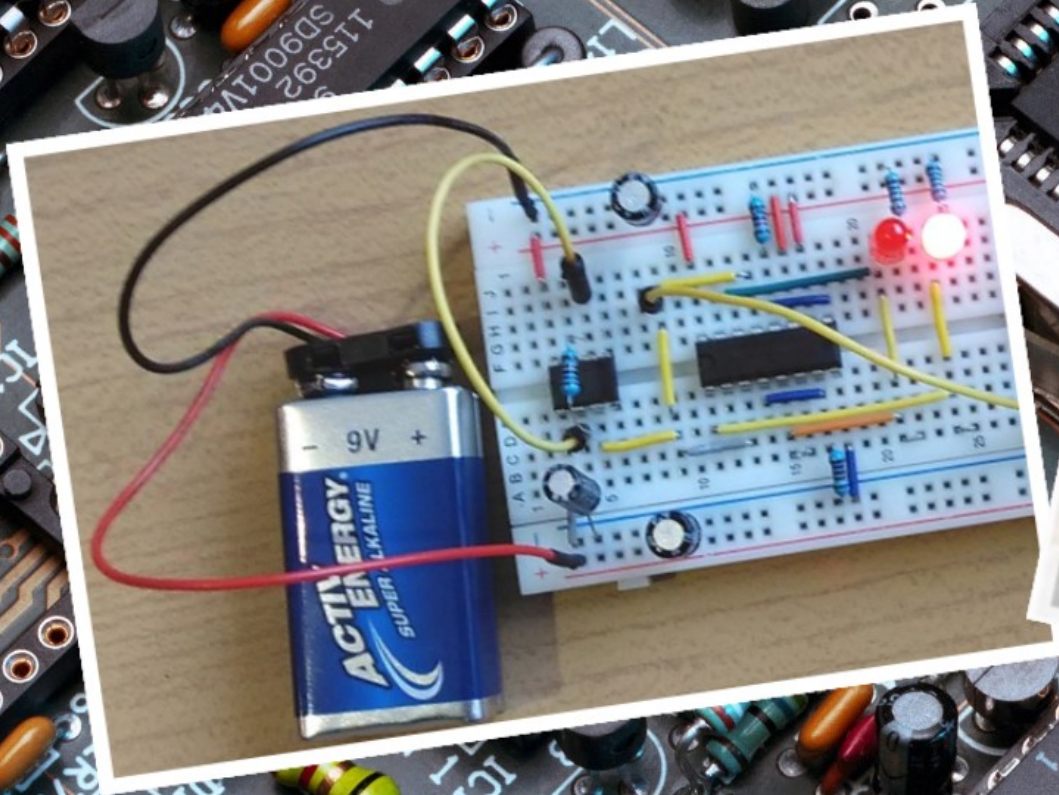


# A digitális elektronika alapjai



## 11. Sorrendi logikai áramkörök – 5. rész

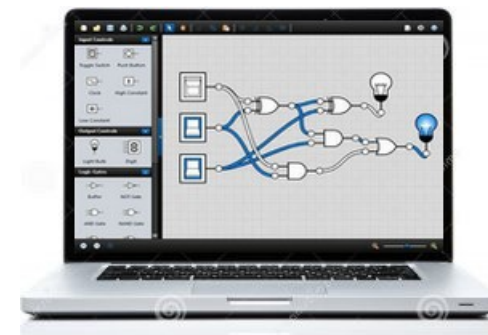
# Felhasznált és ajánlott irodalom

- 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 \(online demo\)](#)

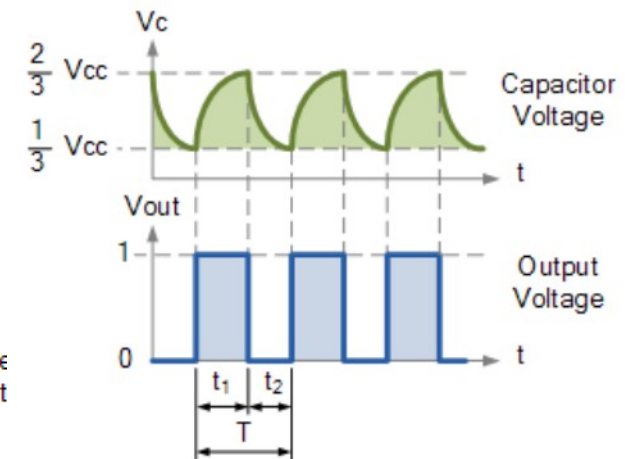
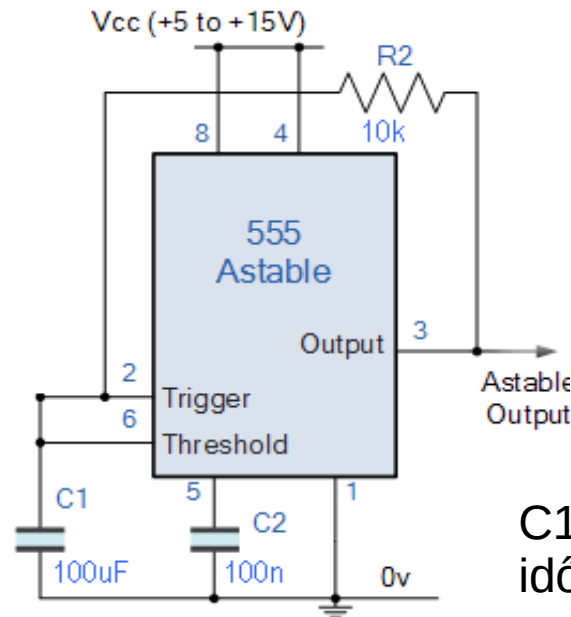


# Emlékeztető: NE555 órajel generátor

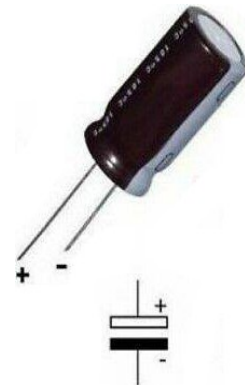
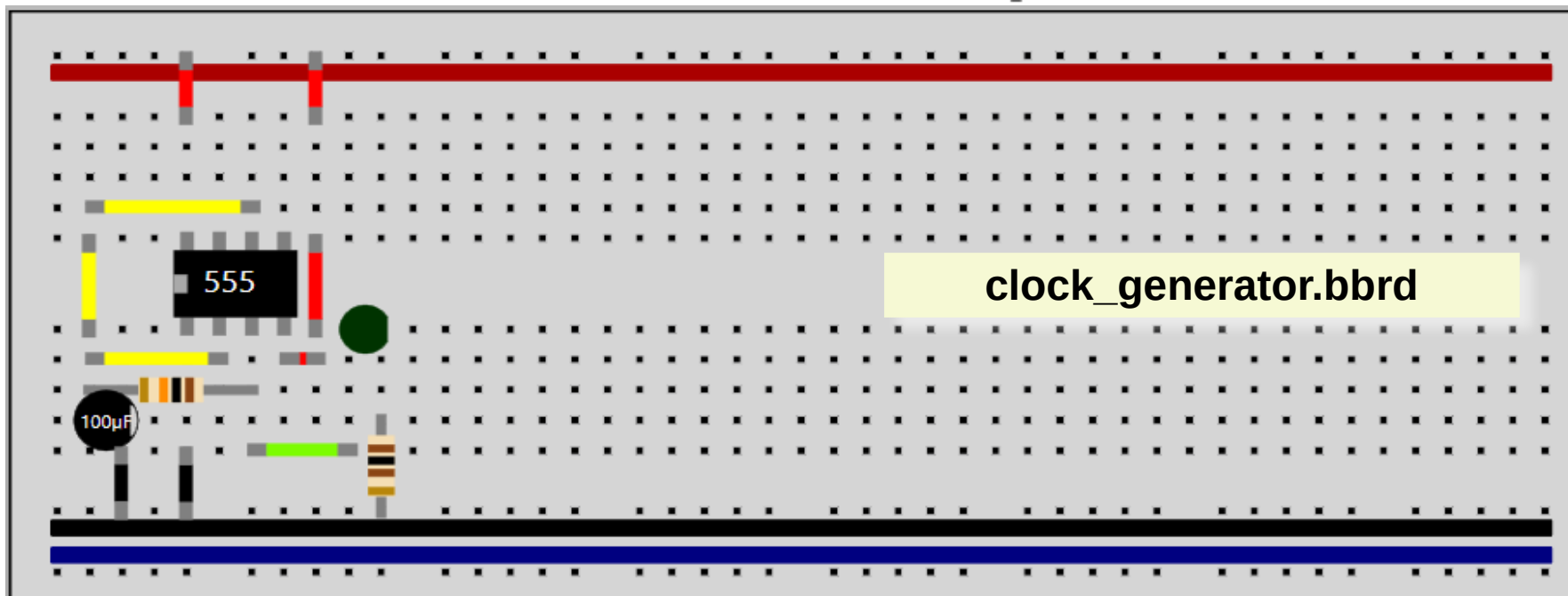
- Az NE555 IC-vel egyszerűen építhetünk egy órajel generátort (astabil multivibrátor)

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

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

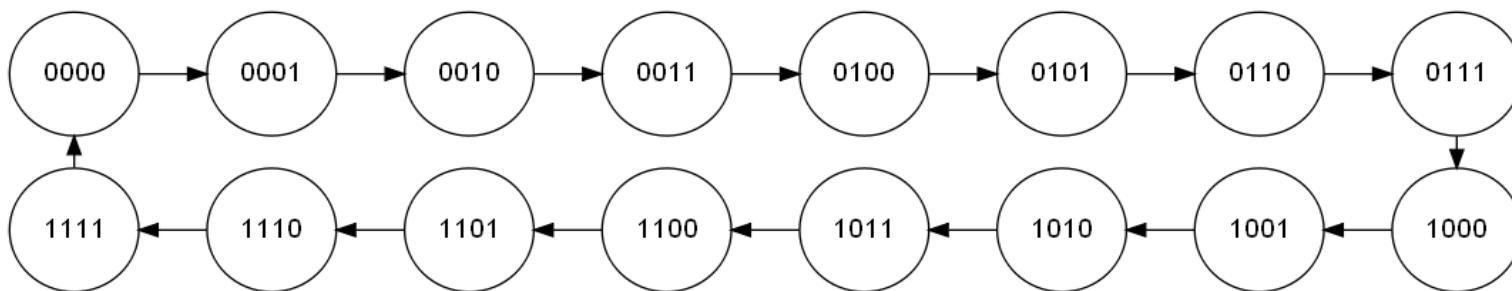


C1 töltése és kisütése azonos időállandóval történik,  $t_1 = t_2$

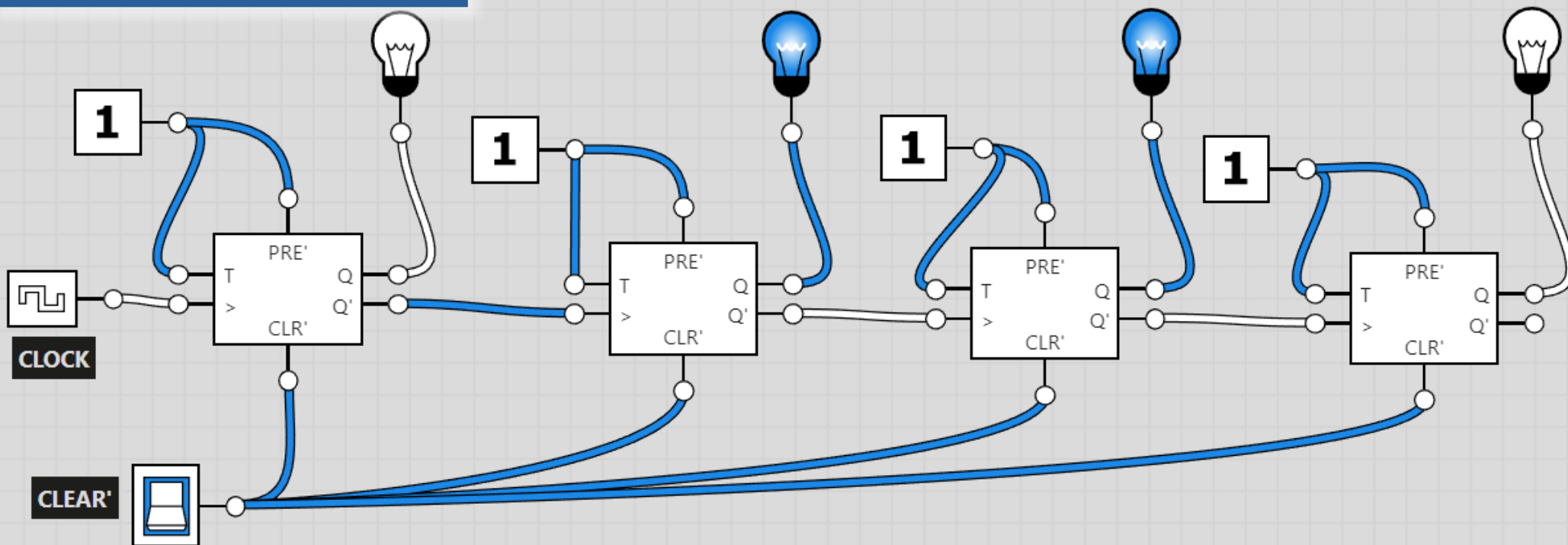


# Emlékeztető: Aszinkron bináris számláló

- Négy T flip-floppal megépíthetjük a 4 bites aszinkron bináris számlálót (a számláló ciklikus működésű, minden 16. órajel visszaállítja a kiindulási állapotba)

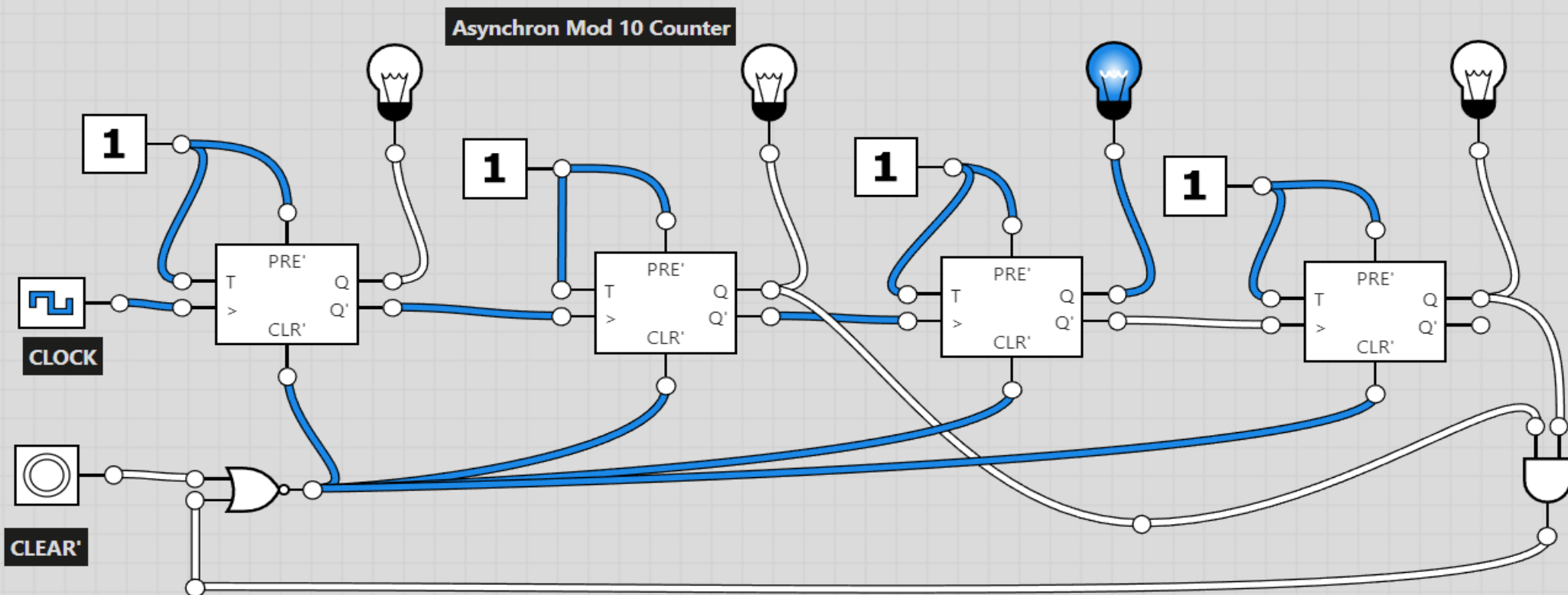
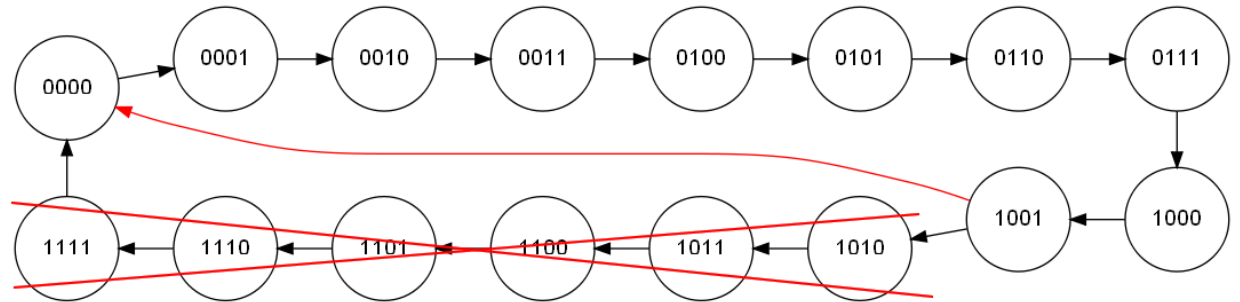


binary\_counter.logicly



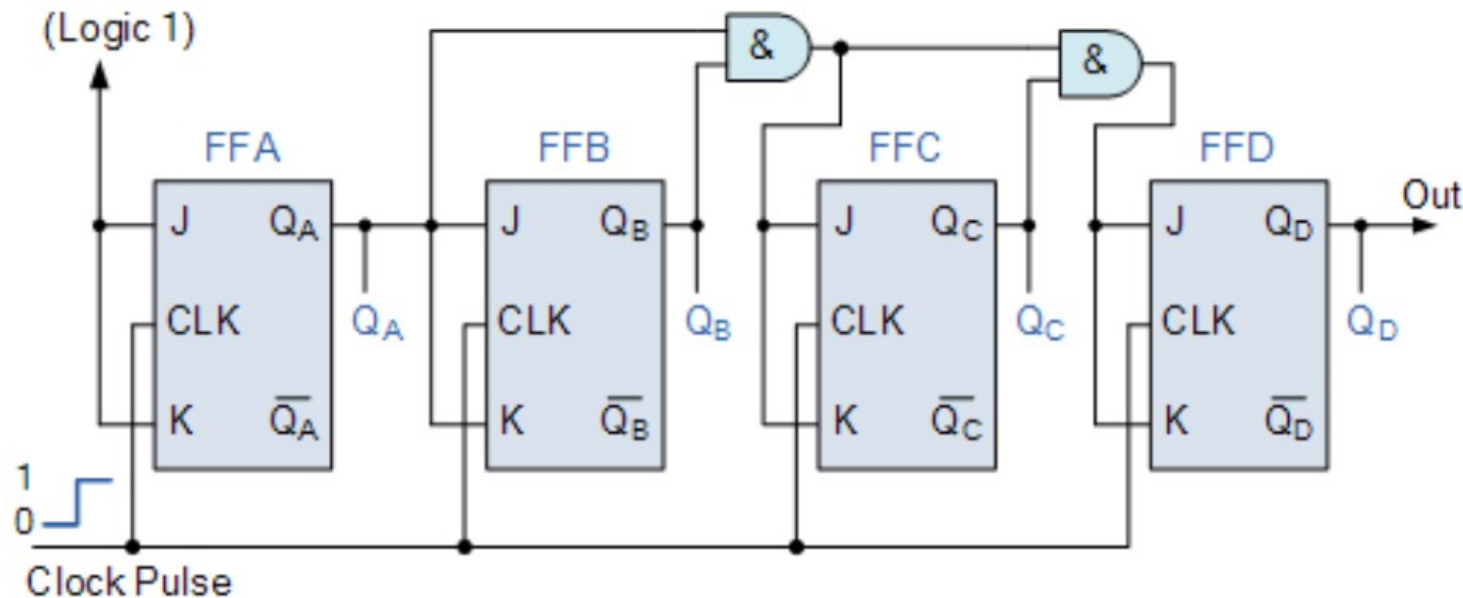
# Modulo 10 számláló

- 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 **1010** állapotra váltana a számláló, nullázzuk a számlálót



# Emlékeztető: Négybites bináris szinkron számláló

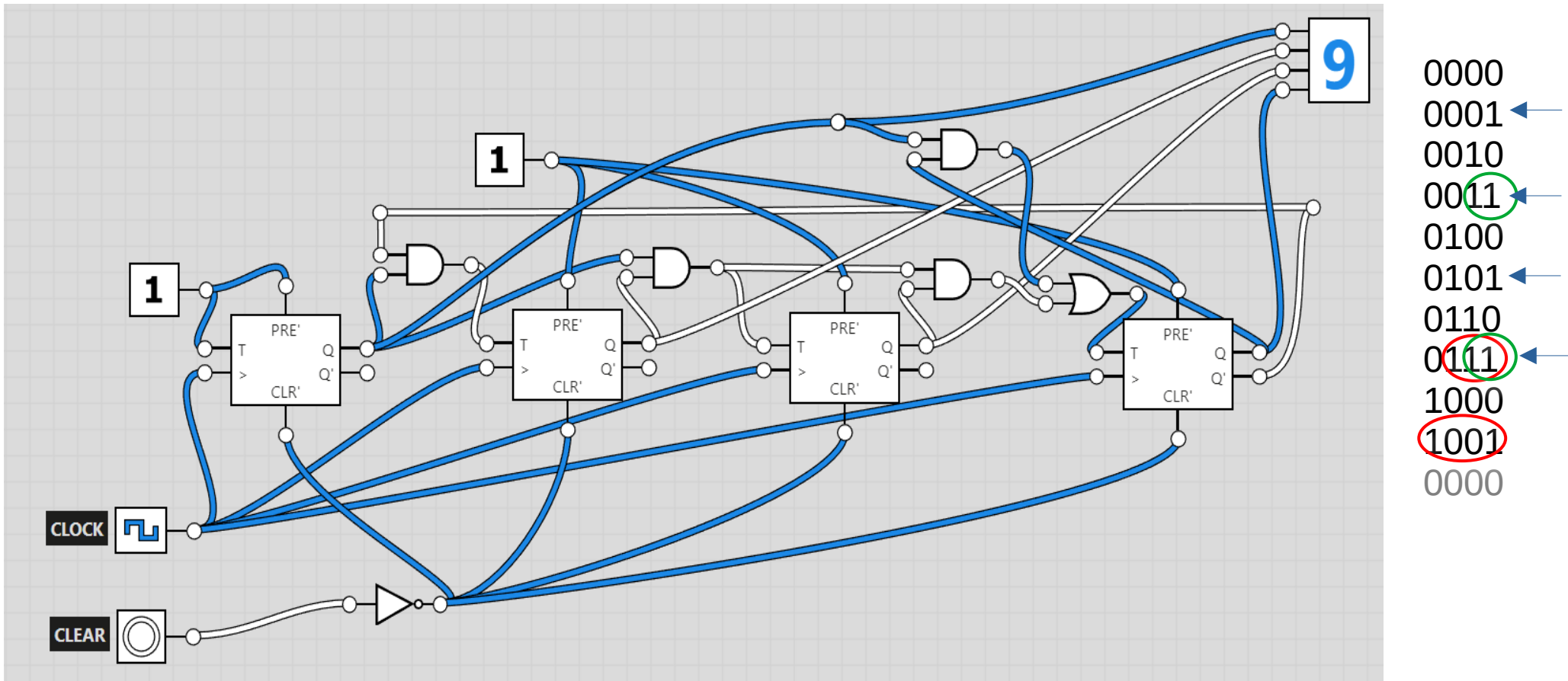
- Gondoljuk végig az egyes fokozatok átbillenésének feltételeit:
  1. fokozat: Minden órajelre állapotot vált
  2. fokozat: Ha  $Q_A = '1'$ , akkor a következő órajelre állapotot vált
  3. fokozat: Ha  $Q_A$  és  $Q_B = '1'$ , akkor a következő órajelre állapotot vált
  4. fokozat: Ha  $Q_A$  és  $Q_B$  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 ←

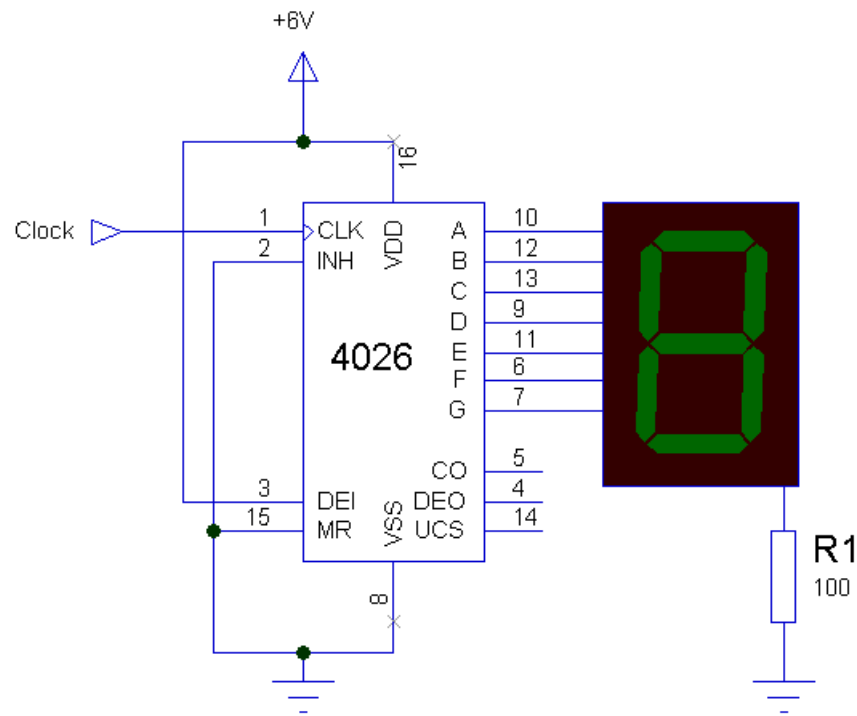
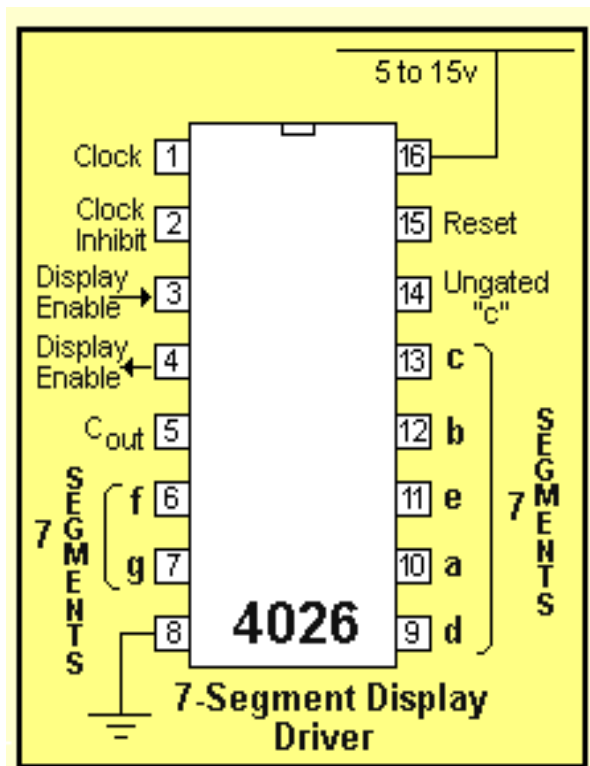
# Modulo 10 szinkron számláló

- **Modulo 10** (dekád) számlálónál így alakulnak az átbillenés feltételei:
  1. fokozat: Minden órajelre állapotot vált
  2. fokozat: Ha  $Q_A = '1'$ , és  $Q_D = '0'$ , akkor a következő órajelre állapotot vált
  3. fokozat: Ha  $Q_A$  és  $Q_B = '1'$ , akkor a következő órajelre állapotot vált
  4. fokozat: Akkor billen, ha  $Q_A$  és  $Q_B$  és  $Q_C = '1'$ , vagy  $Q_A = '1'$  és  $Q_D = '1'$



# CD4026: dekád számláló és 7-szegmens dekódoló

- A **CD4026** valójában egy ötfokozatú Johnson számláló, melyet egy 7-szegmens dekóder követ
  - ❖ **1. Clock:** számláló bemenet (felfutó élre lép a számláló)
  - ❖ **2. Clock inhibit:** számlálás tiltása (L: enged, H: tilt)
  - ❖ **3. Display enable:** megjelenítés engedélyezés (L: tilt H: enged)
  - ❖ **5. Carry out:** számláló átvitel (minden tizedik órajelre)
  - ❖ **15. Reset:** számláló nullázása (L: nincs törlés, H: számláló törlése)

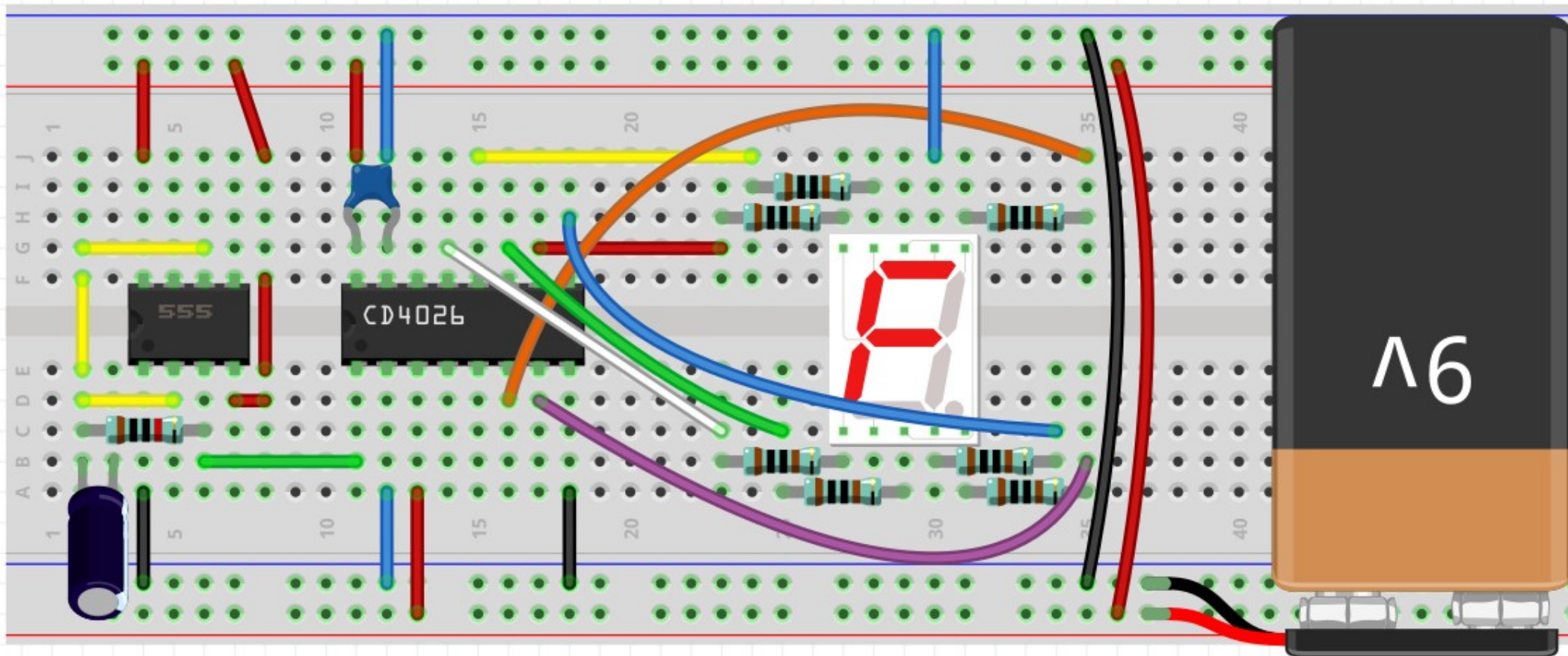


( [Charles Clark: Digital Counters | Johnson, Ring, and More](#) )



# CD4026 alkalmazási példa

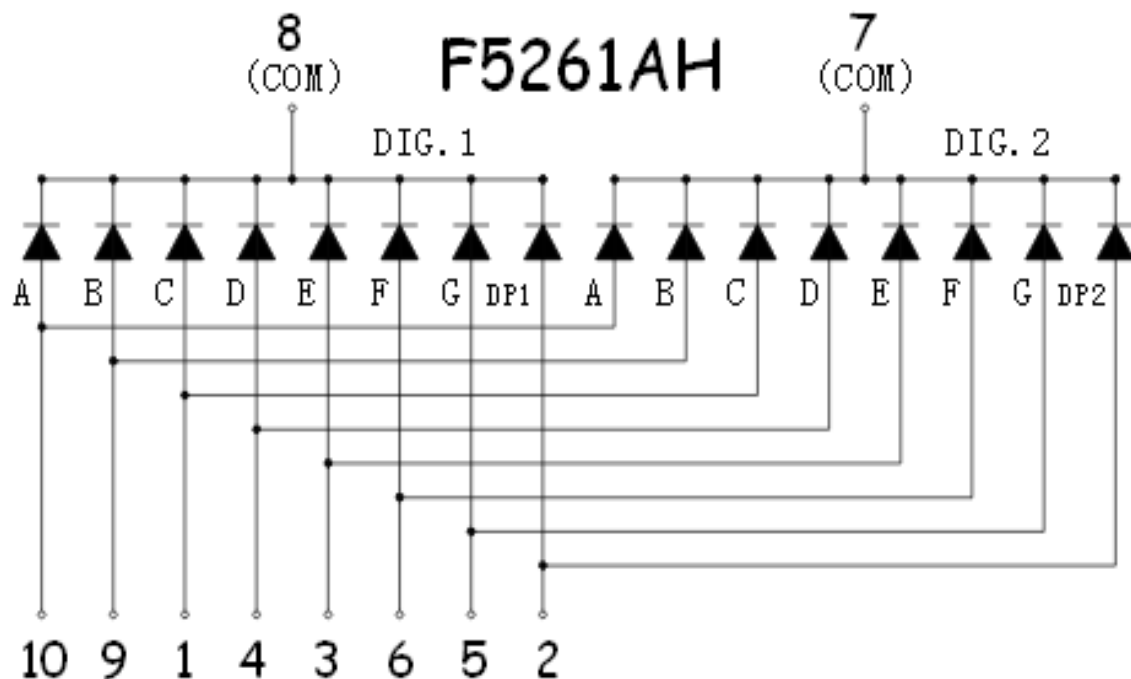
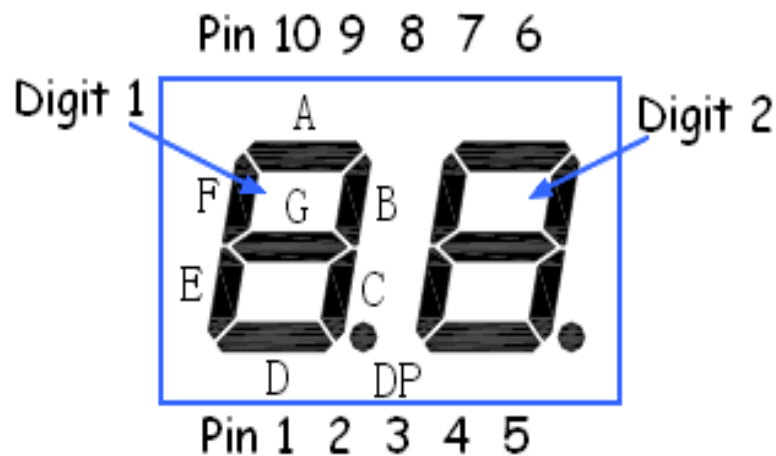
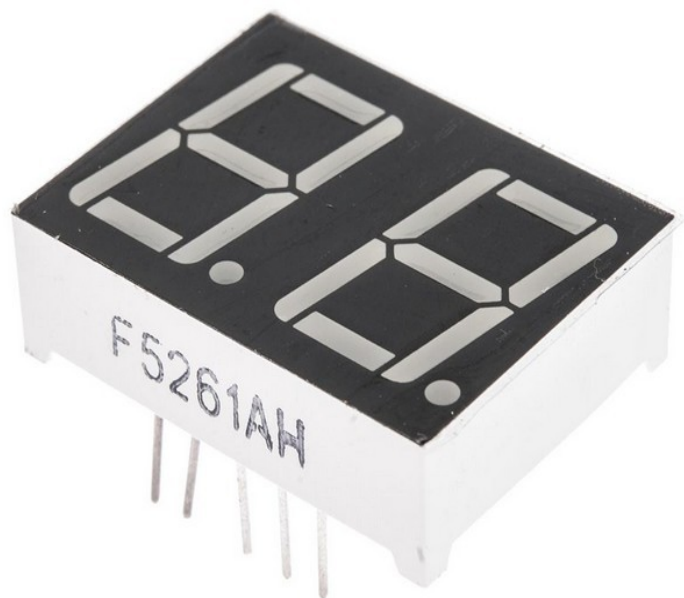
- A **CD4026** IC-hez – ha nem kapcsolunk hozzá teljesítmény-meghajtó áramkört (pl. ULN2004) – akkor közös katódú kijelző kell (mi a **F5261AH** típusú kijelzőt használtuk – ez volt kéznél)
- Itt egy **NE555** órajel generátor impulzusait számláljuk



# Az F5261AH kijelző

## ■ Jellemzők:

- ❖ 2 számjegy (hétszegmensű)
- ❖ 2 tizedespont
- ❖ Közös katódú felépítés
- ❖ 10 kivezetés (8 lepárhuzamosított anód + 2 katód)
- ❖ Szín: vörös
- ❖ Méret: 0,56"

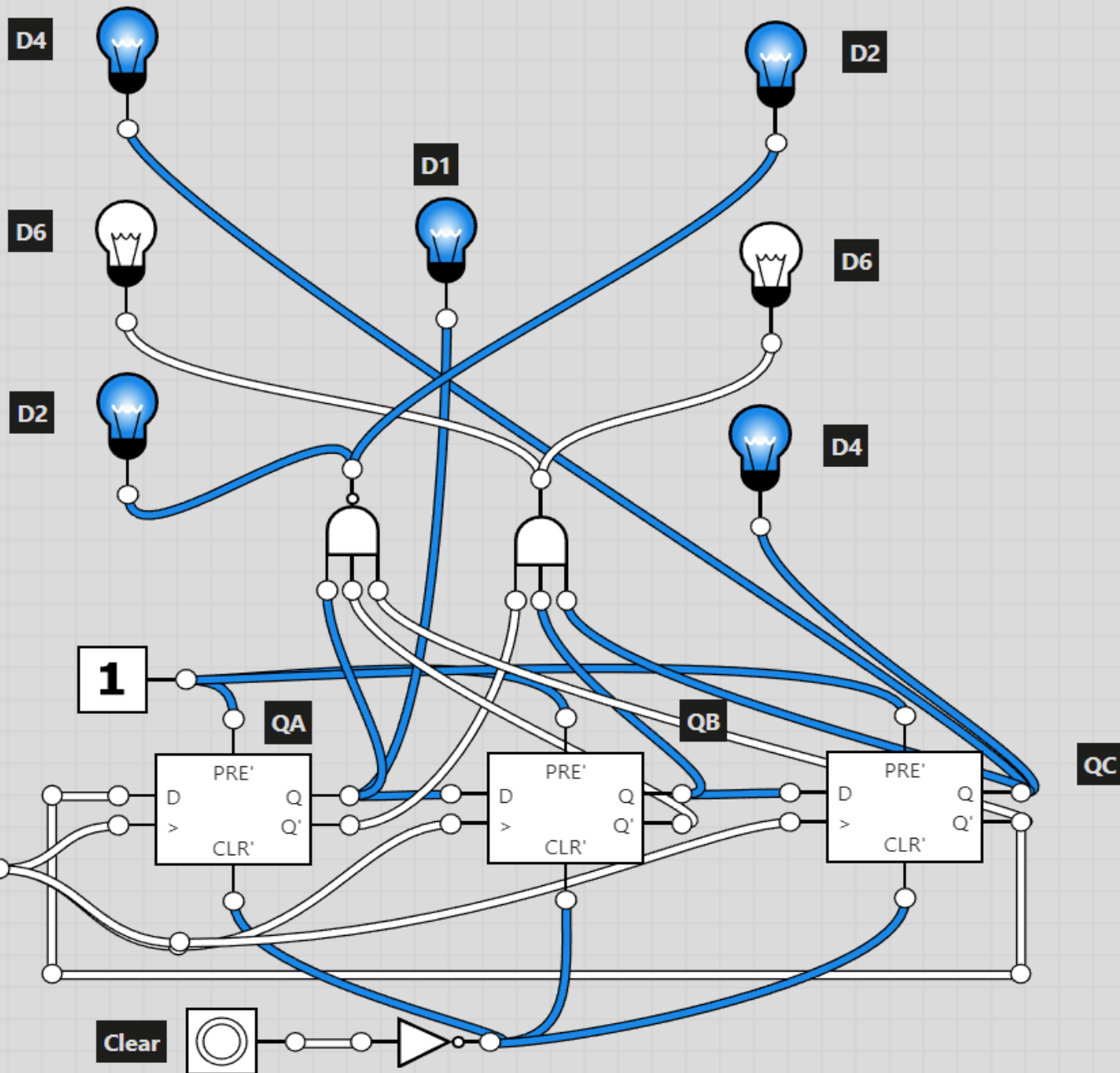


# Dobókocka számláló és dekóder

Johnson számlálóból könnyen lehet modulo számlálót építeni

Itt egy modulo 6 számlálót használunk dobókocka gyanánt

DICE equations:  
 $D1 = QA$   
 $D2 = (QA.QB'.QC)'$   
 $D4 = QC$   
 $D6 = QA'.QB.QC$



QA	QB	QC	N
0	0	0	2
1	0	0	1
1	1	0	3
1	1	1	5
0	1	1	6
0	0	1	4

# A 4060 14-fokozatú aszinkron bináris számláló és oszcillátor

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

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

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

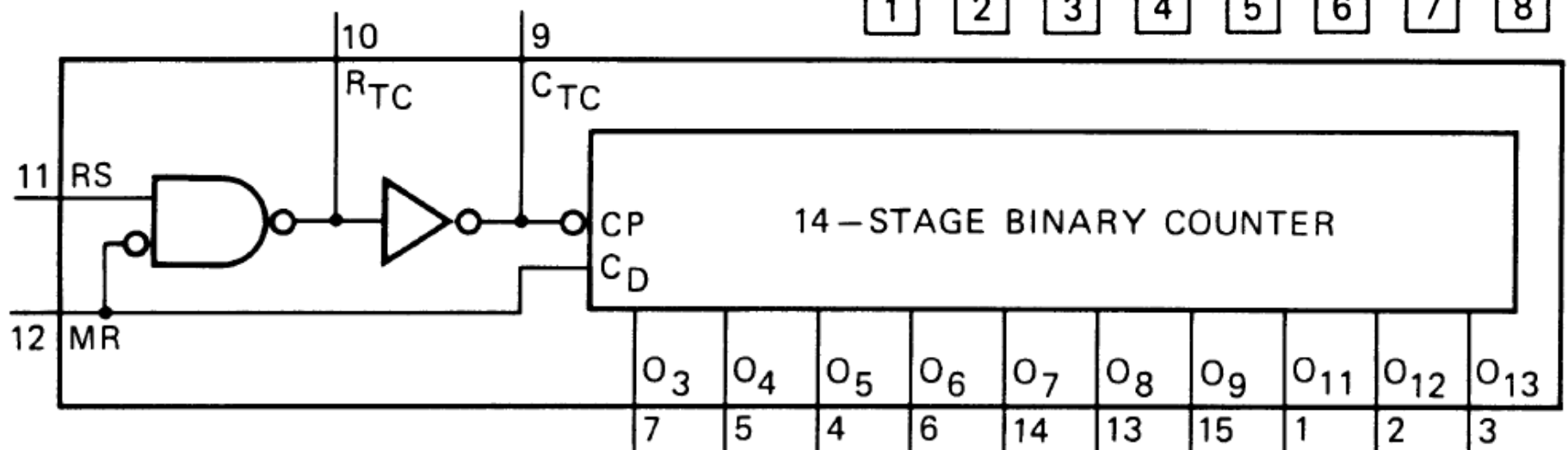
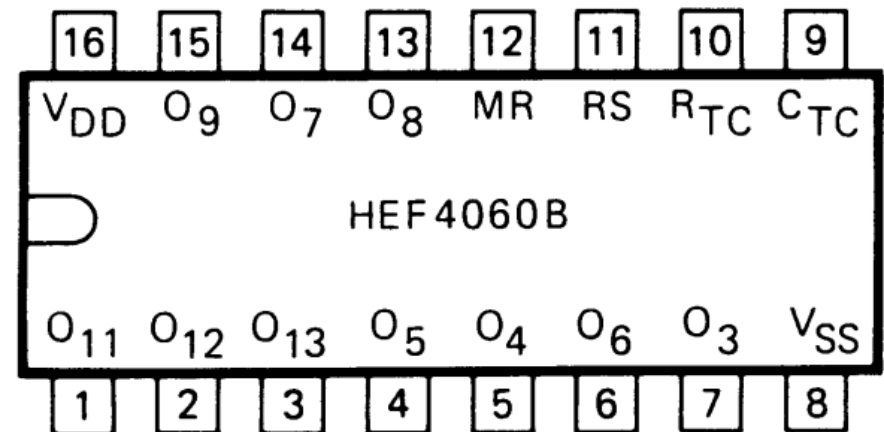
**MR** – master reset

**RS** – oszcillátor bemenet

**RTC** – külső ellenállás

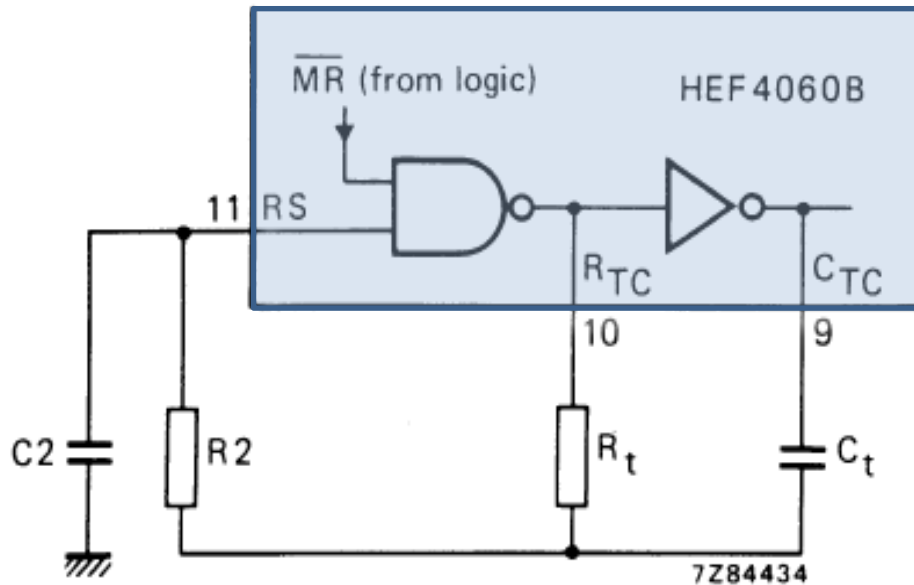
**CTC** – külső kapacitás

$O_0 - O_2$  – számláló kimenetek



# Az oszcillátor konfigurálása

## R-C oszcillátor

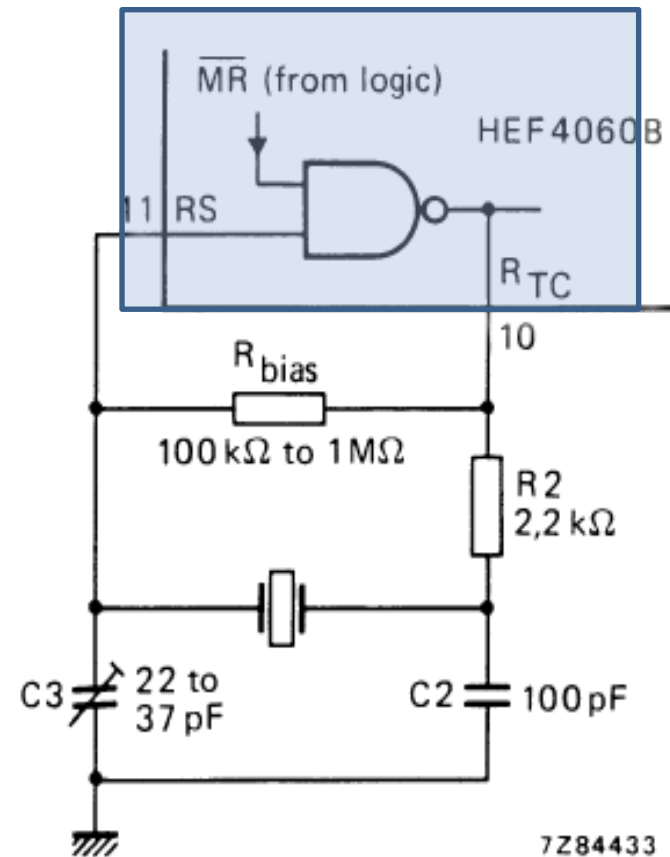


**C2** a szórt kapacitás (legyen minimális!), **R2** pedig a bemeneti védődiódák hatásának minimalizálására kell ( $R2 \gg R_t$  legyen!).

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

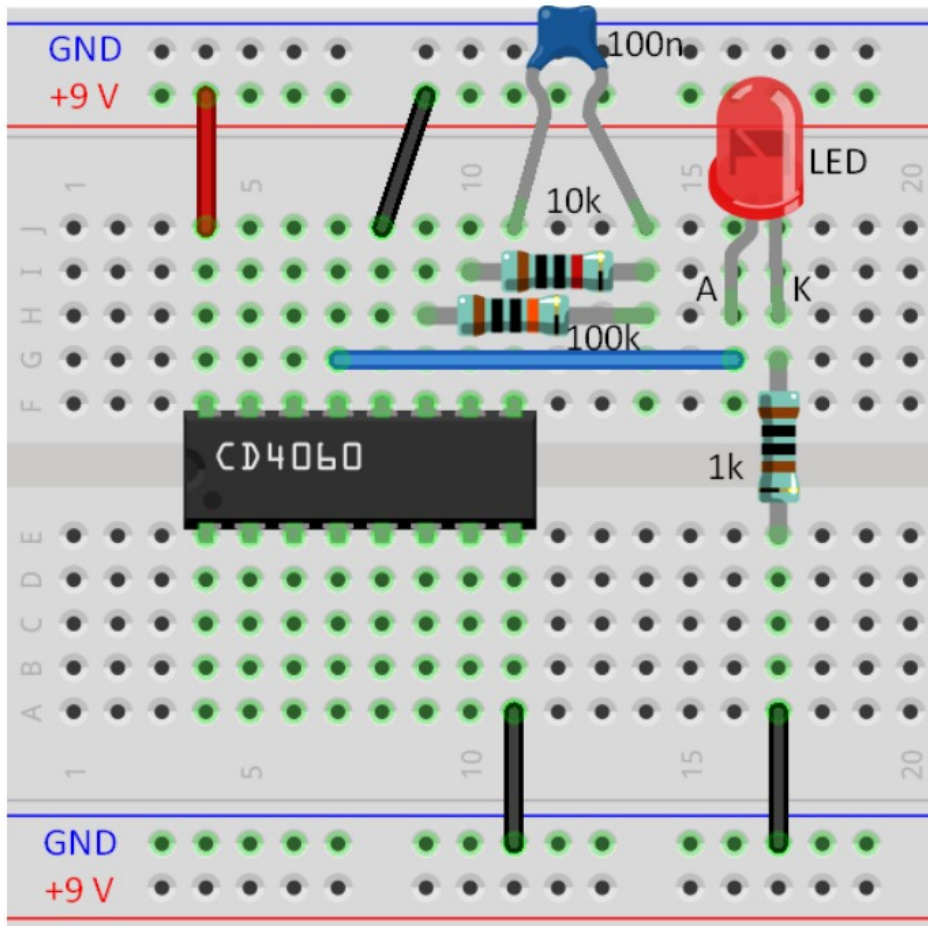
$C_t \geq 100 \text{ pF}$  és  $10 \text{ k} \leq R_t \leq 1 \text{ M}$  legyen!

## Kvarc oszcillátor



# Frekvenciaosztó

- Az  $R_t = 10k\Omega$  és  $C_t = 10nF$  adatokkal a számolt periódusidő  $0,0023s$ , a mért értékek:  $f \approx 453,1 Hz$ ,  $T \approx 0,002207 s$ . A számláló minden fokozata felezi a frekvenciát, illetve duplázza a periódusidőt



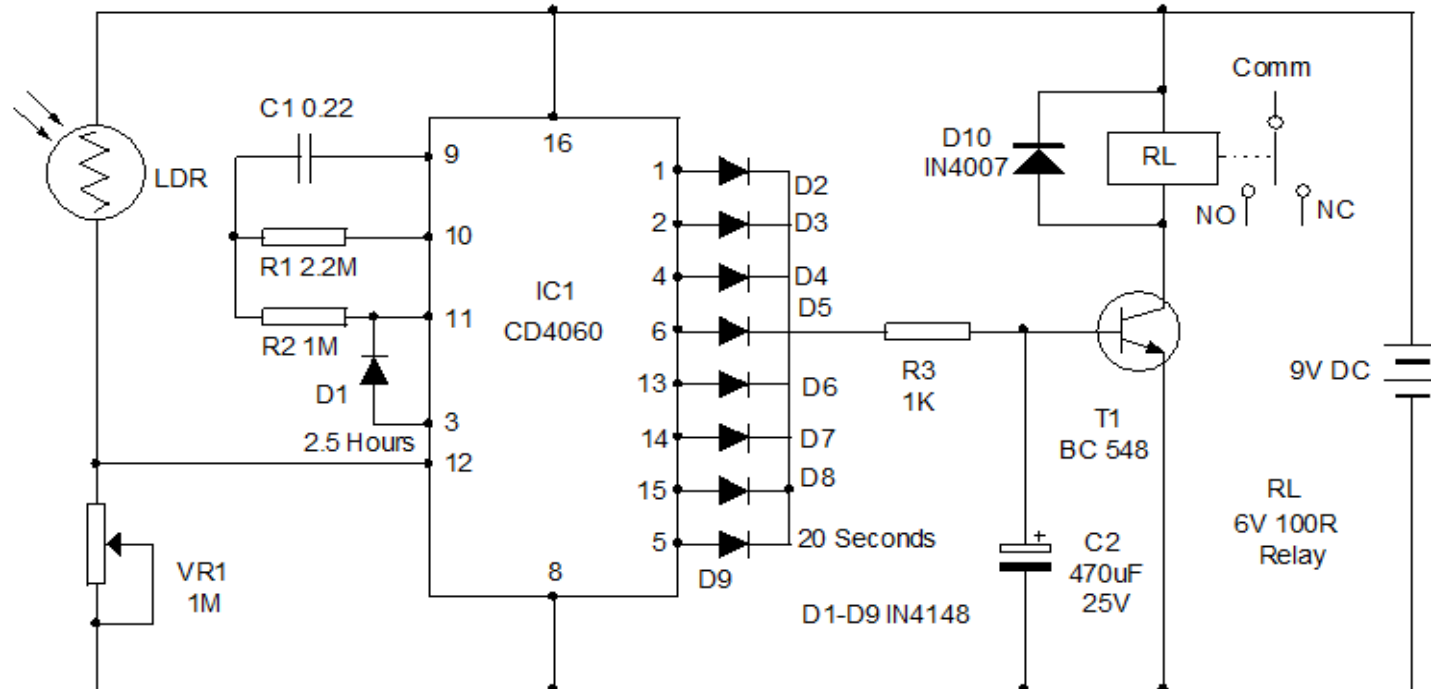
Pin	Output	Ratio	Tn [s]
7	O3	1:16	
5	O4	1:32	
4	O5	1:64	
6	O6	1:128	
14	O7	1:256	0,66
13	O8	1:512	1,13
15	O9	1:1024	
1	O11	1:4096	9,04
2	O12	1:8192	
3	O13	1:16384	36,1

mért értékek

# Időkapcsoló hűtőgéphez

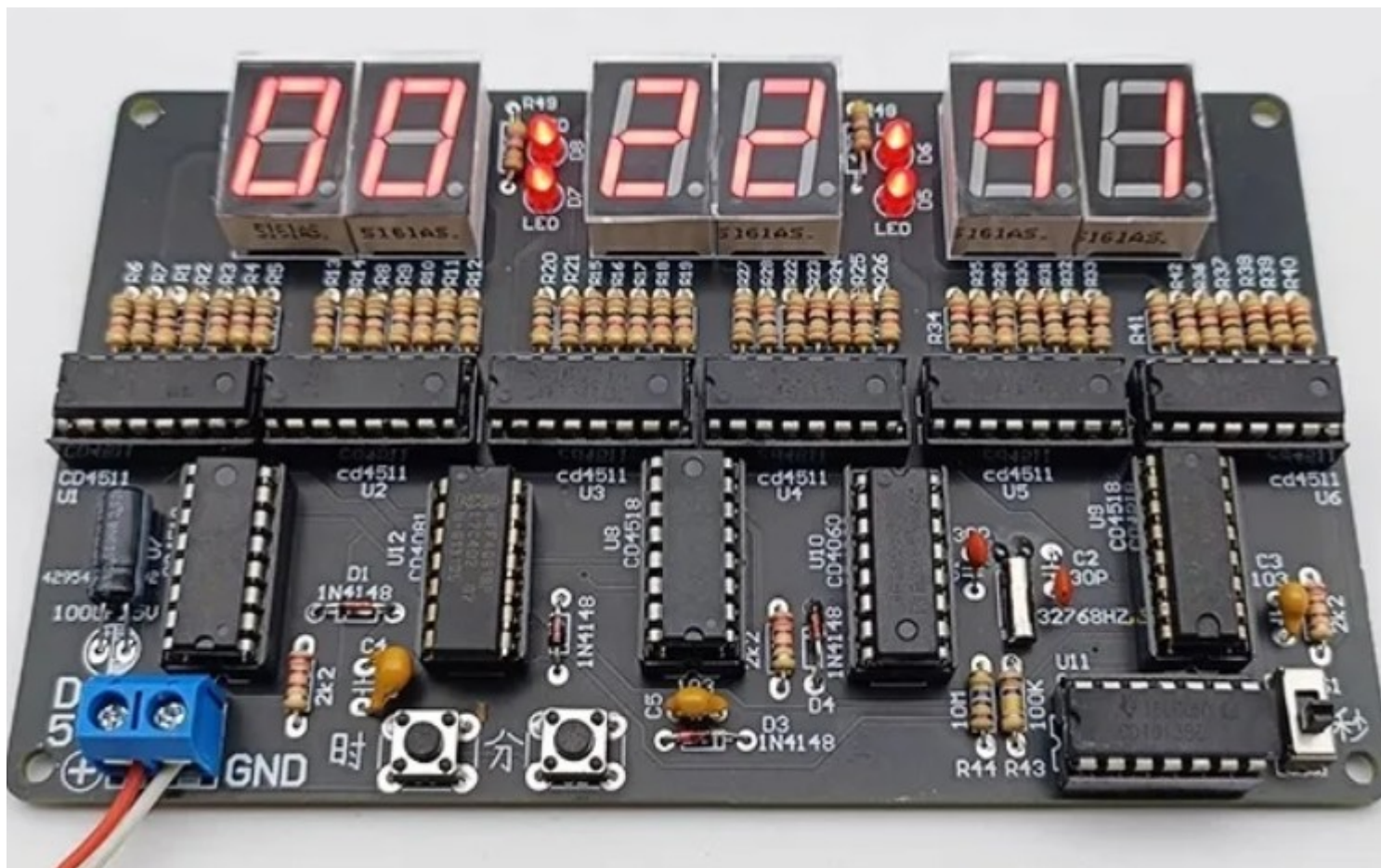
**CD4060 alkalmazási mintapélda:** Ha az áram alkonyattól 3 órán át drágább, készíthetünk olyan kapcsolást, ami ebben az intervallumban lekapcsolja a hűtőt.

- 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 kimenet a D1 diódán keresztül leállítja a számlálót, a következő RESET-ig nem számlál. (Link: [elprocus.com/5-different-timer-circuits/](http://elprocus.com/5-different-timer-circuits/))



# Építsd magad óra

- Az Aliexpressen hirdetett [építsd magad óra](#) szintén 4000-es sorozatú CMOS logikai IC-kből áll. Az időalapját egy **CD4060** IC szolgáltatja, melynek oszcillátorát egy 32kHz-es kvarc stabilizálja. Az  $1:2^{14}$ -es leosztás után 2 Hz az órajel, amit egy **CD4013** IC-ből kialakított frekvenciaosztó felez tovább





# A 4000-es sorozat tipikus tagjai

4001	CMOS Quad 2-Input NOR Gate
4011	CMOS Quad 2-Input NAND Gate
<b>4013</b>	<b>CMOS Dual D-Type Flip Flop</b>
<b>4017</b>	<b>CMOS Decade Counter with 10 Decoded Outputs</b>
<b>4021</b>	<b>CMOS 8-Stage Static Shift Register</b>
<b>4022</b>	<b>CMOS Octal Counter with 8 Decoded Outputs</b>
4023	CMOS Triple 3-Input NAND Gate
4025	CMOS Triple 3-Input NOR Gate
<b>4026</b>	<b>CMOS Decade Counter/Divider with Decoded 7-Segment Display Outputs and Display Enable</b>
<b>4027</b>	<b>CMOS Dual J-K Master-Slave Flip-Flop</b>
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
<b>4060</b>	<b>CMOS 14-Stage Ripple-Carry Binary Counter/Divider and Oscillator</b>
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
<b>4094</b>	<b>CMOS 8-Stage Shift-and-Store Bus Register</b>