

DIGITÁLIS TECHNIKA

7

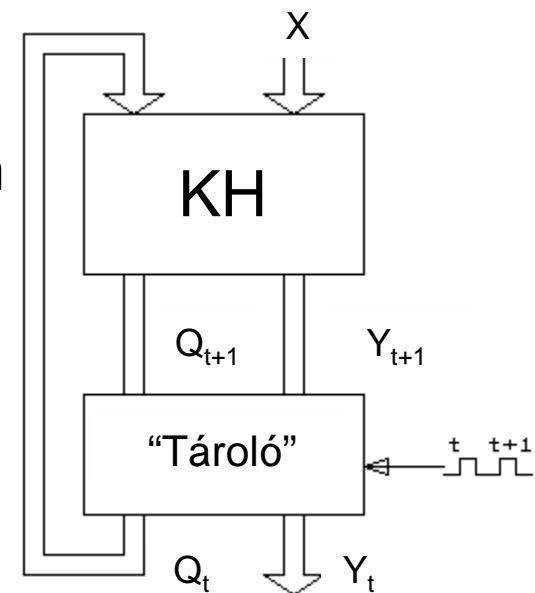
Előadó:
Dr. Oniga István

Szekvenciális (sorrendi) hálózatok

- Szekvenciális hálózatok fogalma
- Tárolók
 - RS tárolók
 - JK tárolók
 - T és D típusú tárolók
- Számlálók
 - Szinkron számlálók
 - Aszinkron számlálók
- Regiszterek
- <http://www.play-hookey.com/digital/>
- <http://www.asic-world.com/digital/seq.html>

SZEKVENCZIÁLIS HÁLÓZATOK FOGALMA

- A kombinációs hálózatok kimenetei csak a bemenetek állapotaitól, kombinációjától függenek, semmi mástól.
- A sorrendi áramkörök "emlékeznek", memória jellegük van memória elemi áramköröket tartalmaznak
- A legtöbb digitális áramkör működése függ az előzményektől, az időtől, és az események sorrendjétől
- Ha egy KH egyszerűen visszacsatolunk:
 - *aszinkron sorrendi hálózat*
- Ha a visszacsatolt jeleket csak bizonyos időközönként engedjük vissza a bemenetre (egy külső órajel mindegyik periódusában csak egyszer)
 - *szinkron sorrendi hálózat.*



$$Y = f(X, Q)$$

TÁROLÓK

· ÜZEMMÓDJAIK:

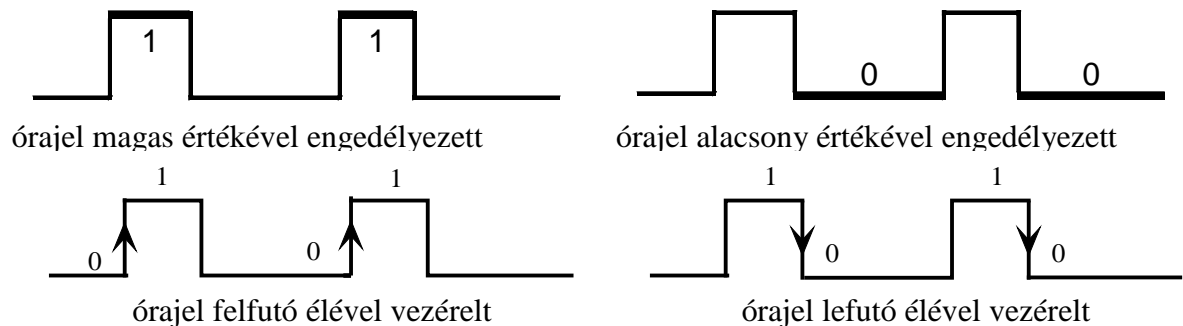
- beírás SET a tárolóba logikai „1” beírása
- törlés RESET a tárolóba logikai „0” beírása
- tárolás STORE az előző állapot (0 vagy 1) megtartása

· TÍPUSAIK:

- R-S tároló
- J-K tároló
- D tároló
- T tároló

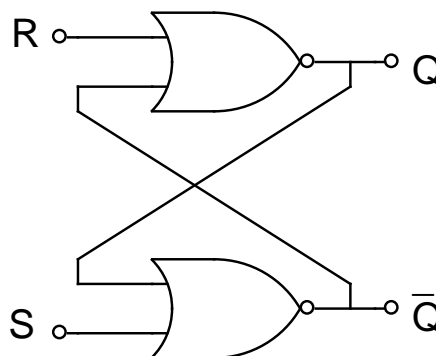
· VEZÉRLÉSI TÍPUSOK:

- sztatikus tárolók
- kapuzott tárolók
- élekkel vezérelt tárolók
- vegyes vezérlésű tárolók

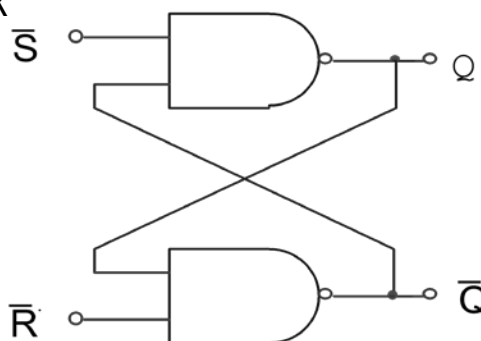


S-R tároló (latch)

- olyan billenő áramkör (flip-flop), melynek mindkét állapota stabil (bistabil)
- Két bemenet:
 - S = set, beíró = logikai „1” beírása
 - R = reset, törlő = logikai „0” beírása
- egy (Q), vagy két (Q, /Q)kimenete
- Az n-edik állapotot n indexszel, a következő állapotot n+1 indexszel, jelöljük
- S-R latch NOR kapukkal
 - Kerüljük az S = R = 1 állapotot
- S-R latch NAND kapukkal
 - Kerüljük az S = R = 0 állapotot



R	S	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
0	0	Q_n	\bar{Q}_n
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	tiltott	tiltott

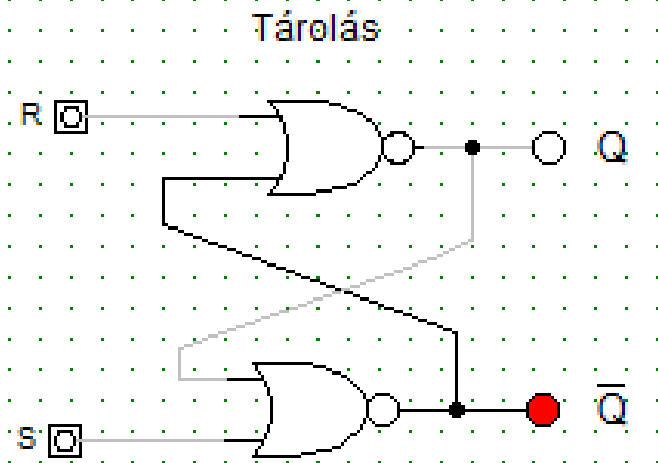
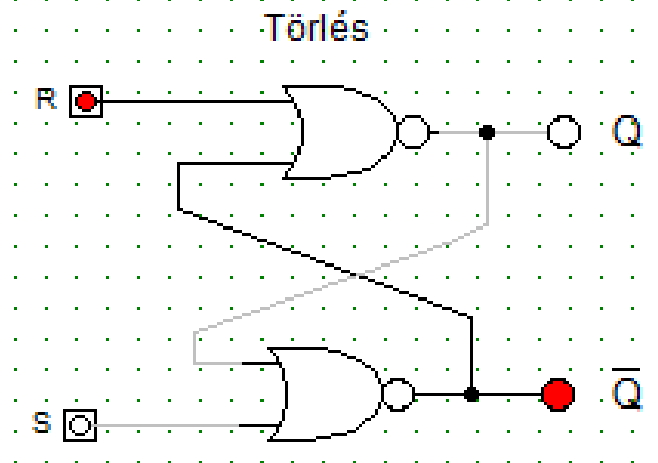
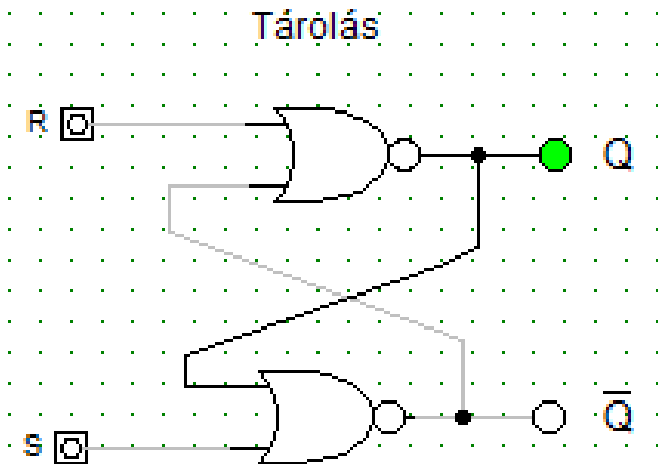
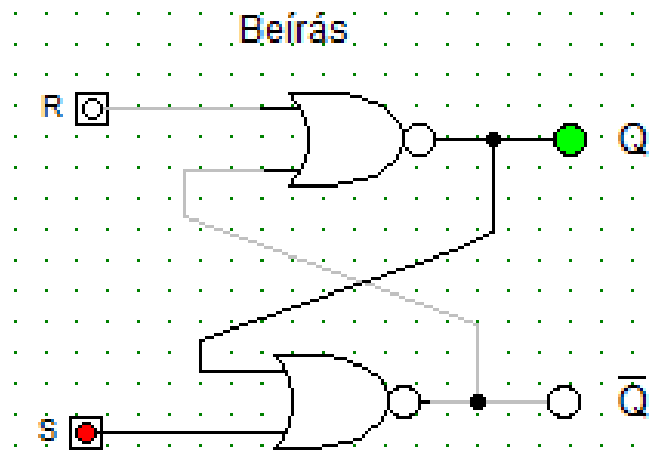


\bar{S}	\bar{R}	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
0	0	tiltott	tiltott
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	Q_n	\bar{Q}_n

RS NOR Latch http://www.play-hookey.com/digital/sequential/rs_nor_latch.html

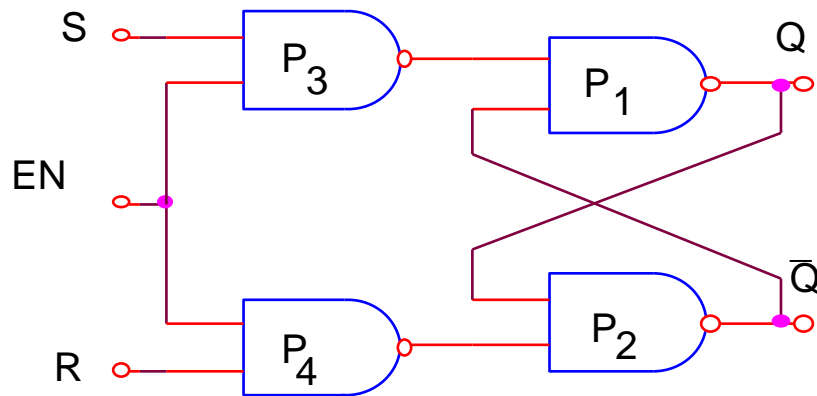
RS NAND Latch http://www.play-hookey.com/digital/sequential/rs_nand_latch.html

S-R tárolók

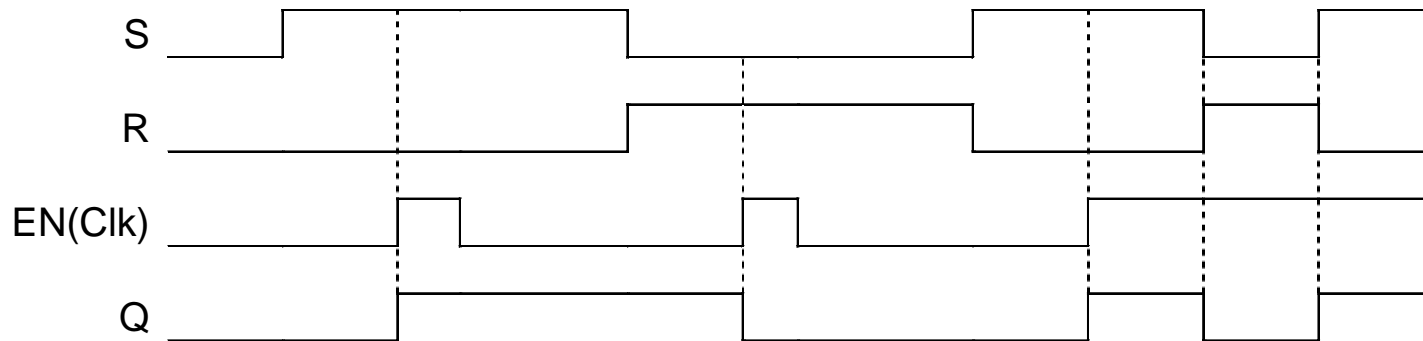


Kapuzott S-R tárolók

Engedélyező bemenet EN

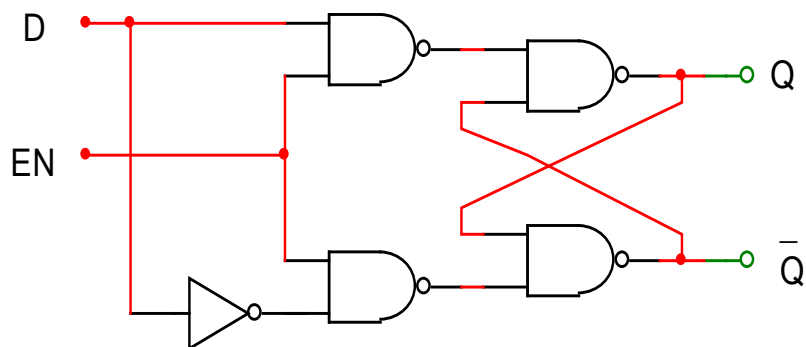


EN	S_n	R_n	Q_{n+1}
0	X	X	Q_n
1	0	0	Q_n
1	1	0	1
1	0	1	0
1	1	1	Tiltott

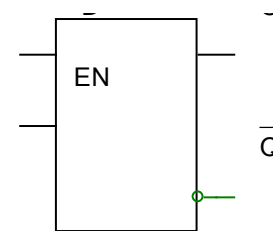


Clocked RS Latch http://www.play-hookey.com/digital/sequential/clocked_rs_latch.html

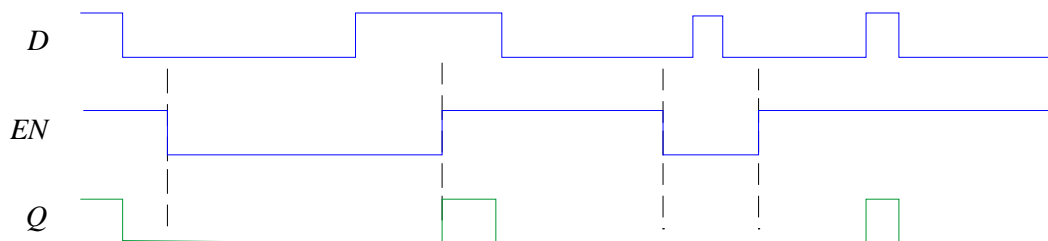
Kapuzott „D” tároló



EN	D	Q_{n+1}	\overline{Q}_{n+1}
0	0	Q_n	Q_n
0	1	Q_n	Q_n
1	0	0	1
1	1	1	0



- Egy bemenet = D
- Engedélyező bemenet = EN
- Ha $EN = 0 \Rightarrow Q_{n+1} = Q_n$
- Q követi D-t ha az $EN = 1$ (aktív)
- „Átlátszó”

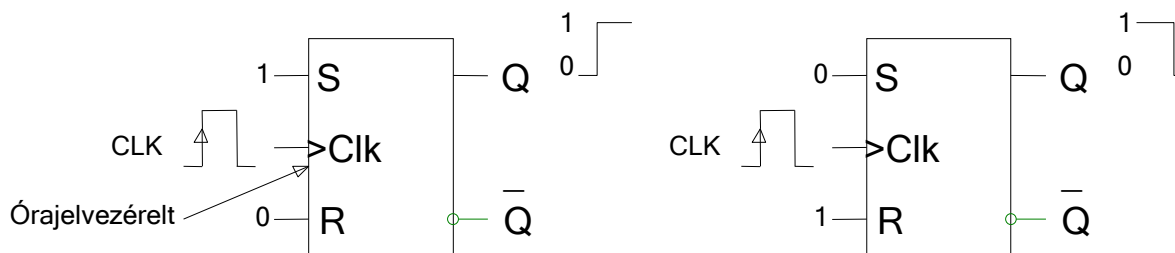


```
module v_Dlatch_G (input EN, D, output reg Q);  
    always @(EN or D)  
        begin  
            if (EN)  
                Q = D;  
        end  
end endmodule
```

D Latch http://www.play-hokey.com/digital/sequential/d_nand_latch.html

Órajelvezérelt S-R tárolók

- három bemenete van:
 - S (Set, beíró), R (Reset, törlő)
 - Clk (Clock) órajelbemenet (háromszöggel van jelölve)
- Egy (Q), vagy két (Q_n, \bar{Q}_n) kimenete van.
- Ha töröljük, Q_{n+1} 0 lesz, ha írjuk, akkor pedig 1.

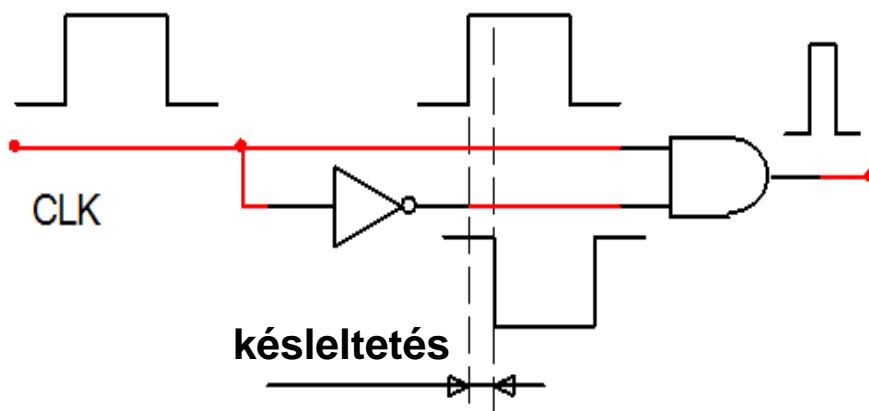
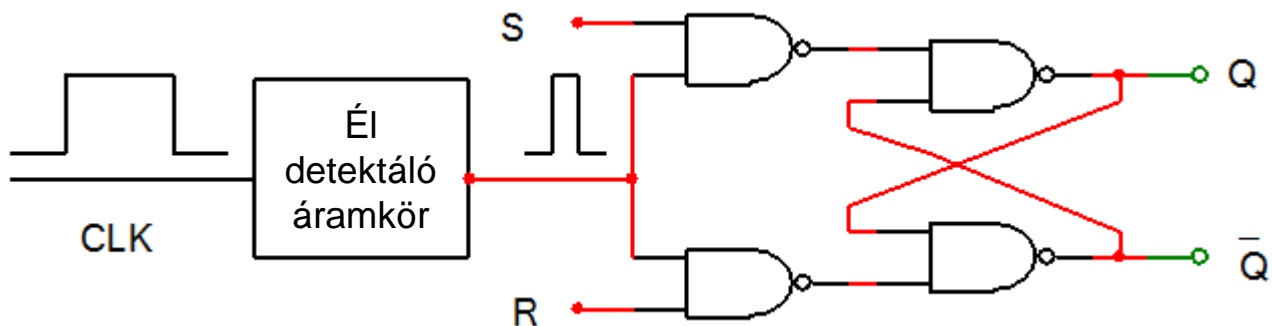


- Ha nem írjuk, és nem töröljük, $Q_{n+1} = Q_n$ (n+1-edik kimeneti állapota megegyezik a n-edik állapottal).
- Szinkron működés

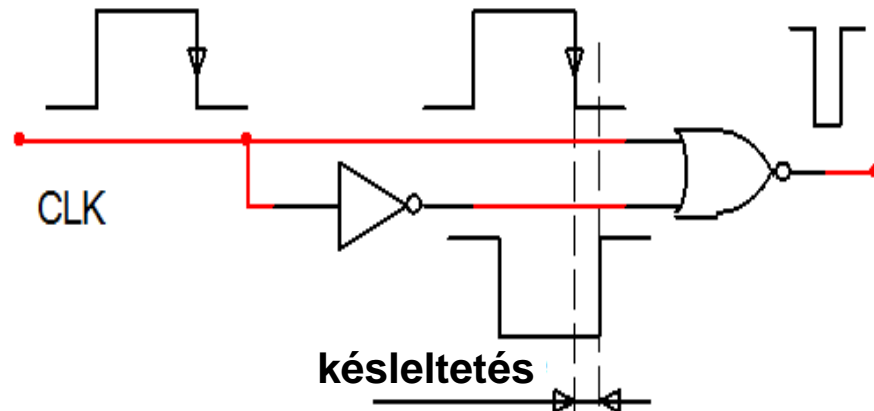
RS Flip-Flop http://www.play-hookey.com/digital/sequential/rs_nand_flip-flop.html

Órajelvezérelt S-R tárolók

S, R szinkron bementek mert változások az órajel aktív élére történnek



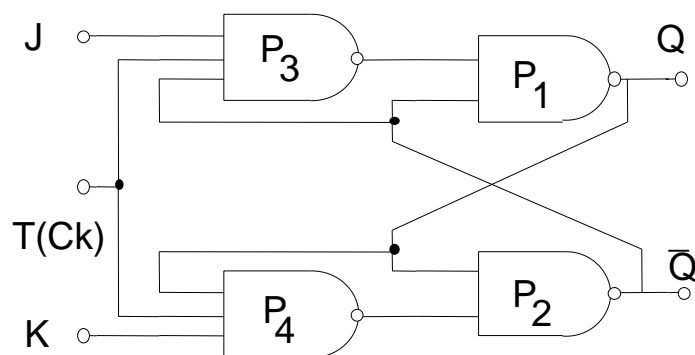
Felfutó-él detektálás



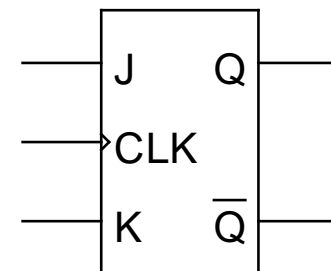
Lefutó-él detektálás

J-K tároló

- Csak órajel vezérelt lehet
- Három bemenete van: a J (beíró), a K (törölő) és a Clk (Clock) órajelbemenet
- Működése megegyezik az órajelvezérelt S-R tárolóval, azonban az S-R tárolóval ellentétben ha egyszerre írjuk és töröljük, akkor is definiáltan működik
- Ha egyszerre írjuk, és töröljük a tárolót, órajel periódusról órajel periódusra negálja az előző állapotát, azaz $Q_{n+1} = \overline{Q}_n$ lesz.



J_n	K_n	Q_{n+1}
0	0	Q_n
1	0	1
0	1	0
1	1	\overline{Q}_n

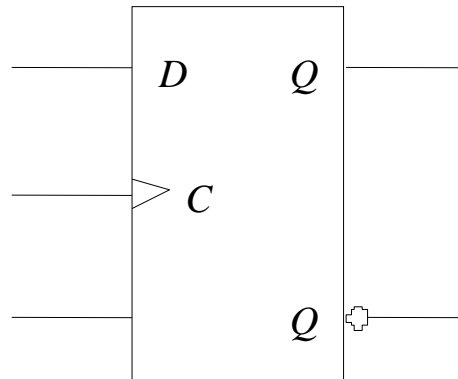
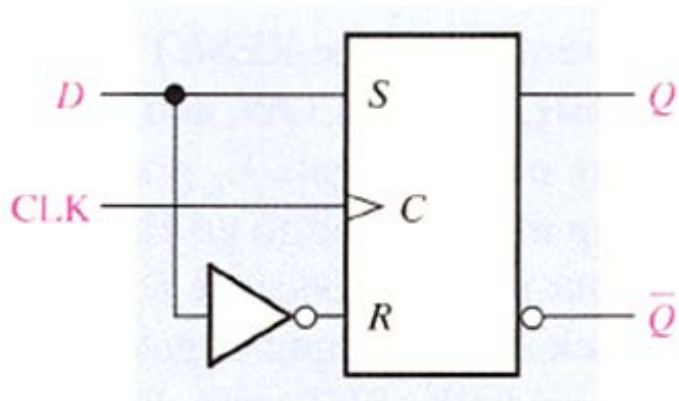


- Ha az órajel időtartama nagyobb mind a kapuknak a terjedési ideje, a visszacsatolás miatt a kimenetek oszcillálhatnak

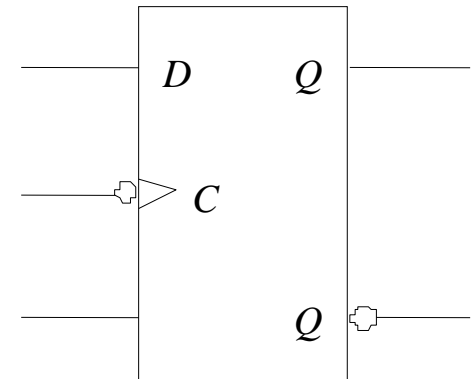
JK Flip-Flop http://www.play-hookey.com/digital/sequential/jk_nand_flip-flop.html

Élvezérelt D tároló

- A D tárolók kimenete felveszi a bemenetükre érkező jel értékét, ha az órajel engedi.
- Egyszerű működésük ellenére a legjelentősebb tárolók (1 bites memória).



(a) Felfutó éllel vezérelt



(b) Lefutó éllel vezérelt

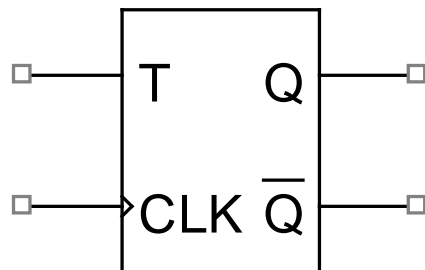
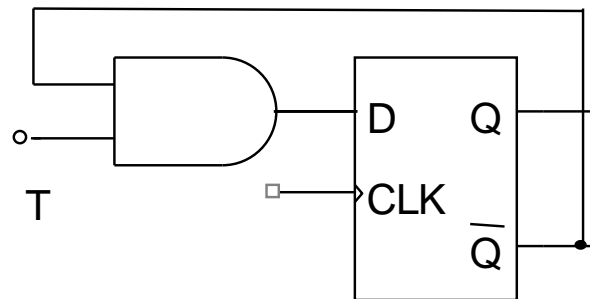
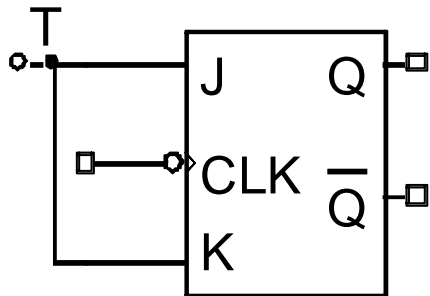
```
module v_DFF_1 (input C, D,  
                output reg Q);  
always @(posedge C)  
    Q <= D;  
endmodule
```

```
module v_DFF_1 (input C, D,  
                output reg Q);  
always @(negedge C)  
    Q <= D;  
endmodule
```

D Flip-Flop http://www.play-hokey.com/digital/sequential/d_nand_flip-flop.html

Élvezérelt T tároló

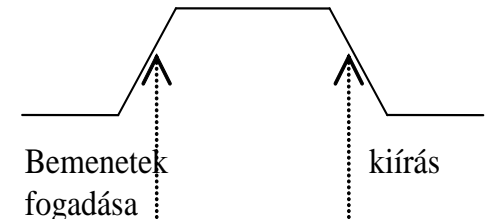
- J-K tároló J és K bemeneteit összekötjük és elnevezzük T-nek
- Ha működtetjük őket ($T = 1$), Q a negáltjára változik az órajel ütemében
- Ha $T=0$, a kimenet megtartja értékét
- Egyszerű működésük ellenére gyakran használt tárolók (számlálók).



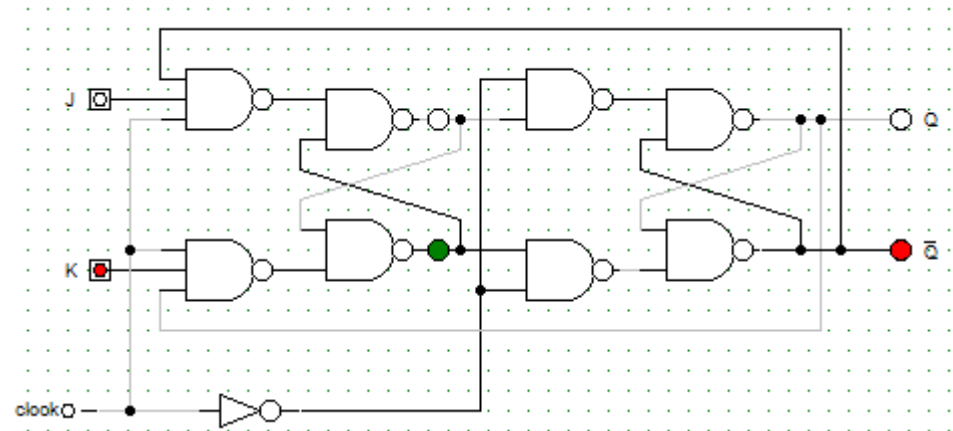
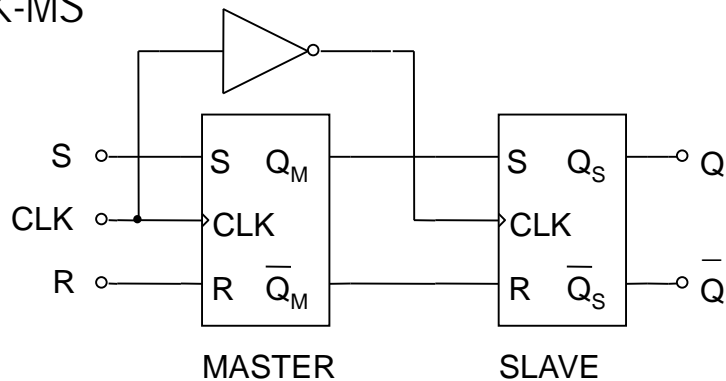
T	Q_{n+1}
0	Q_n
1	\overline{Q}_n

Master-Slave flip-flopok

- Mester-Szolga tárolók
- A J-K flip-flop hiányosságát küszöböli ki.
- Kimenetén csak akkor jelenik meg az új állapot értéke, amikor a bemeneti vezérlés már hatástalan (Közbenső tárolású tárolók).
- A Mester az órajel felfutó élére vezérelt, a Szolga pedig a lefutó élre.
- Az órajel felfutó élére történik a bemenetek kiértékelése.
- Az órajel lefutó élére jelennek meg a kimenetek új állapotai .

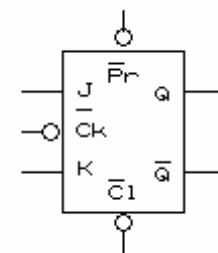
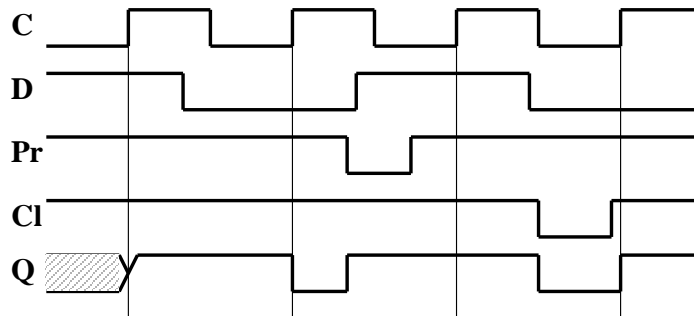
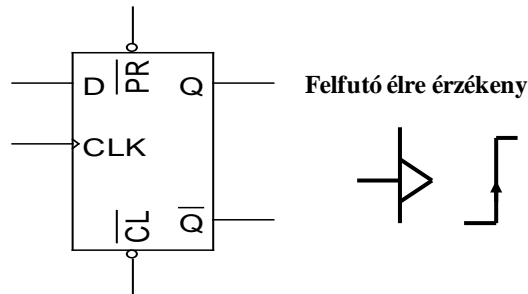


- SR-MS
- JK-MS

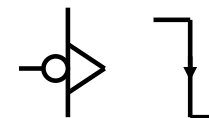


Vegyes vezérlésű tárolók

- Szinkron vezérlő bemenetek : S-R, J-K, D, T (orajelvezérelt)
- Aszinkron vezérlő bemenetek: **Cl (Clear) törlő** és **Pr (Preset) beíró bemenet**.
- A Pr aszinkron beíró, illetve Cl törlő bemenetek aktív szintje 0.

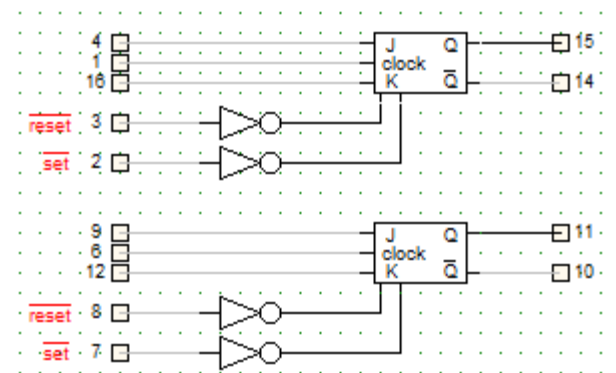


Lefutó élre érzékeny



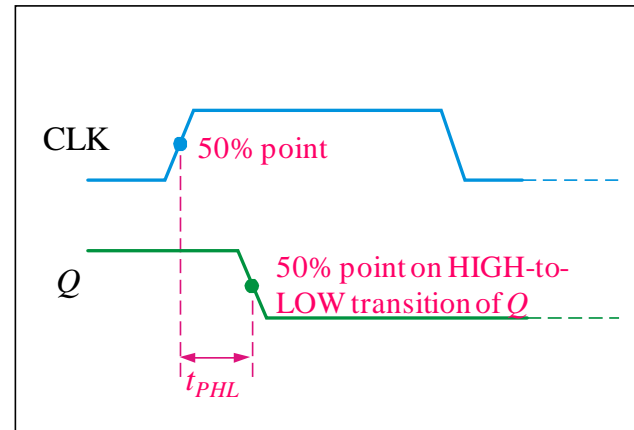
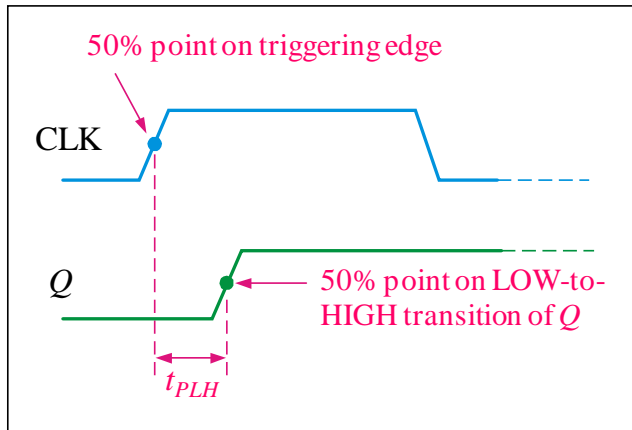
Példák

- 7472E - JK-MS FF - 3 bemenetű ES kapuval
- 7473E - két JK-MS FF külön C_k és C_l bemenetekkel
- 7476E - két JK-MS, C_k , P_r , és C_l bemenetekkel
- 7474 - két DFF külön D, C_k , P_r , C_l , bemenetekkel.
- 7475 - négy DFF, két-két DFF közös D és C_k bemenetekkel
- 74HC76 – két JJ-FF Set és Reset bemenetekkel

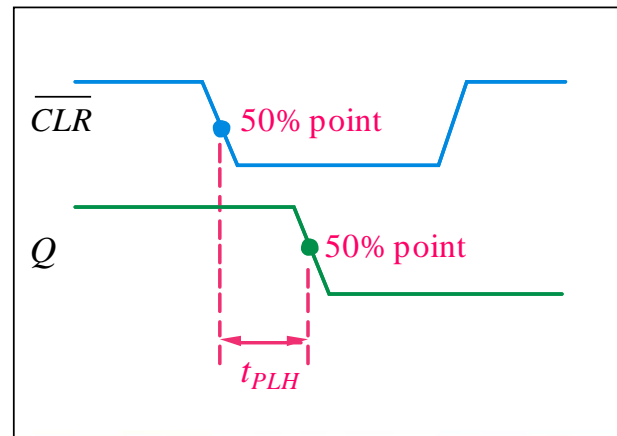
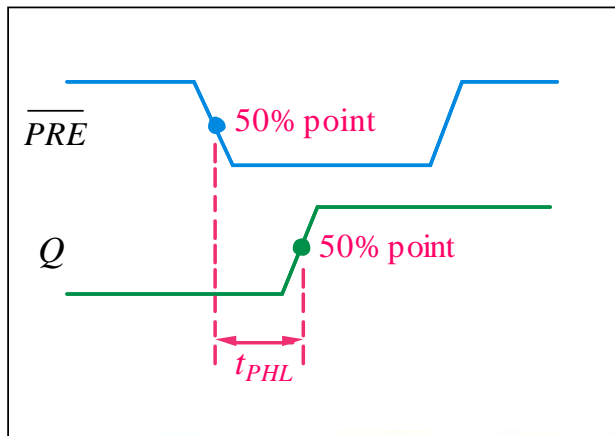


Flip-Flopok jellemzői (1)

- Késleltetési idő a szinkron bemenetekhez képest (Pl. 4ns a 74AHC IC családnál)

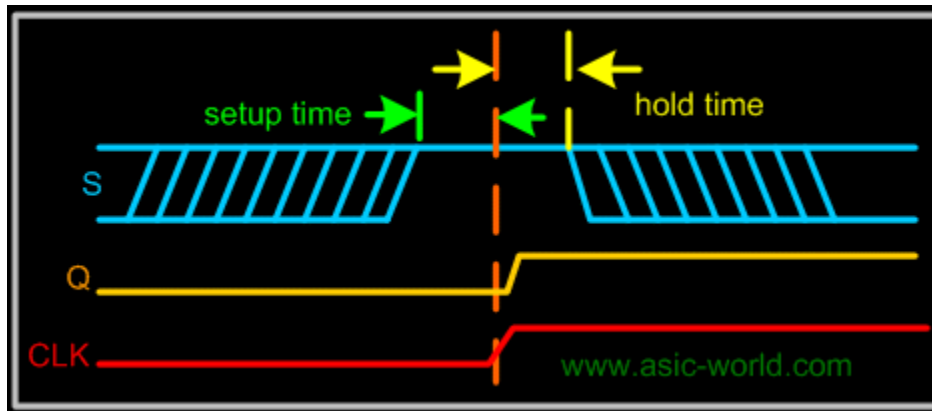
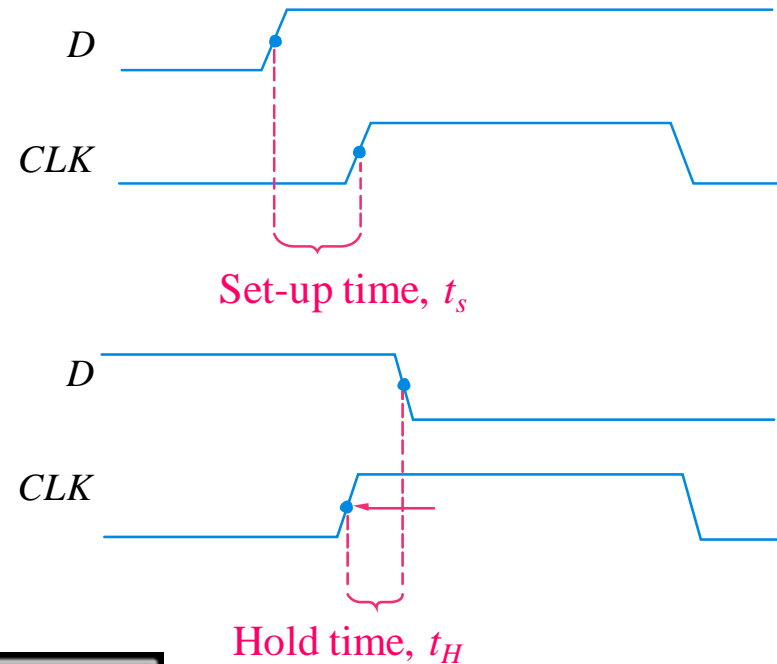


- Késleltetési idő a aszinkron bemenetekhez képest (Pl. 5ns a 74AHC IC családnál)



Flip-Flopok jellemzői (2)

- Beállási idő –setup time - a minimális idő amennyivel az adatok jelen kell legyenek, az órajel előtt.
- Tartási idő – hold time - a minimális idő ameddig az adatok nem változhatnak az órajel után.

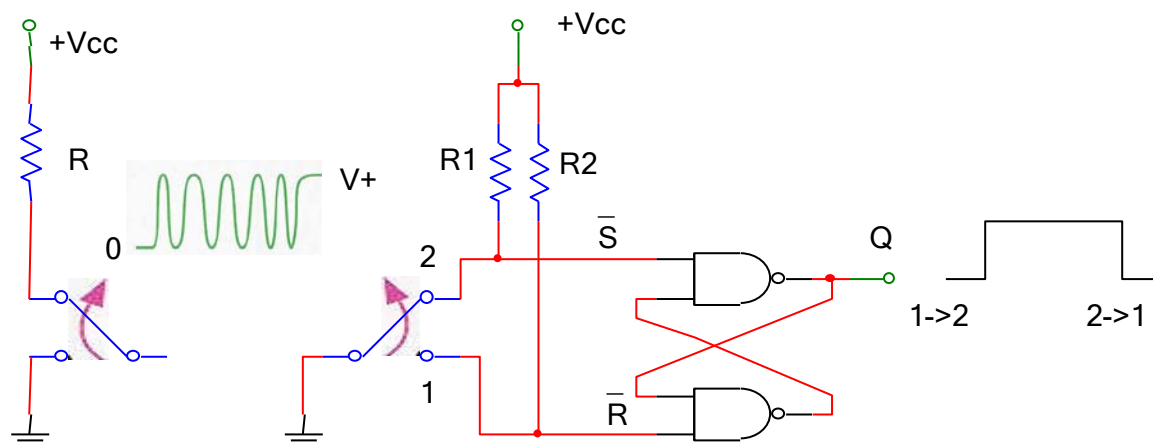


A tárolók alkalmazásai (1)

- Tipikus alkalmazások:
 - Pergésmentesítés
 - Memóriák
 - Frekvenciaosztás
 - Számlálók

• Pergésmentesítés

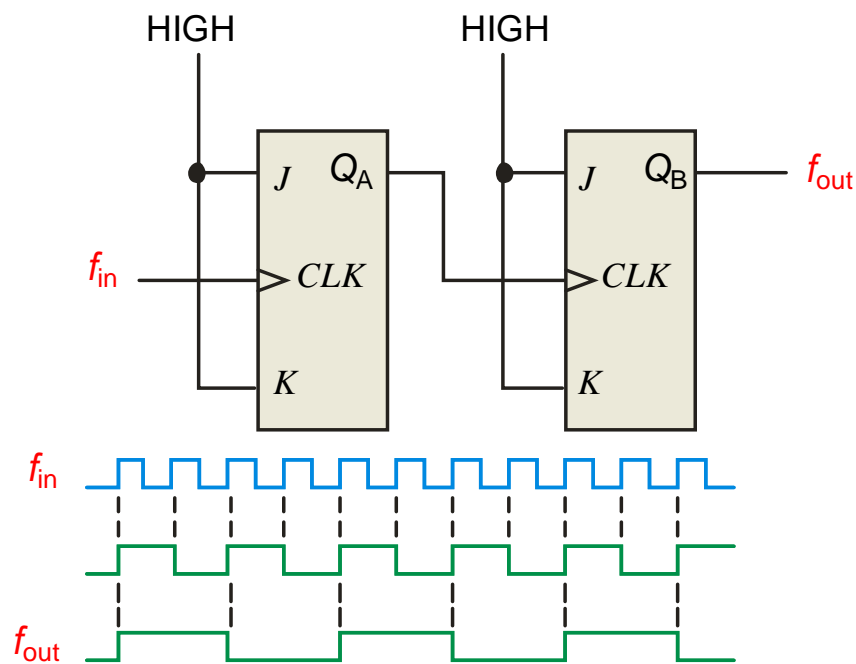
- A kapcsoló nyitásánál illetve zárásánál apró szikrák jelennek meg
- tévesen többszöri ki-bekapcsolást okoznak
- Megoldás: SR latch használata



A tárolók alkalmazásai (2)

- Minden felfutó élre a kimenet az előző állapot negáltjára vált
- Egy flip-flop kettővel osztja a bemenőjelet, két flip-flops négyel

Frekvenciaosztás



Számlálók

