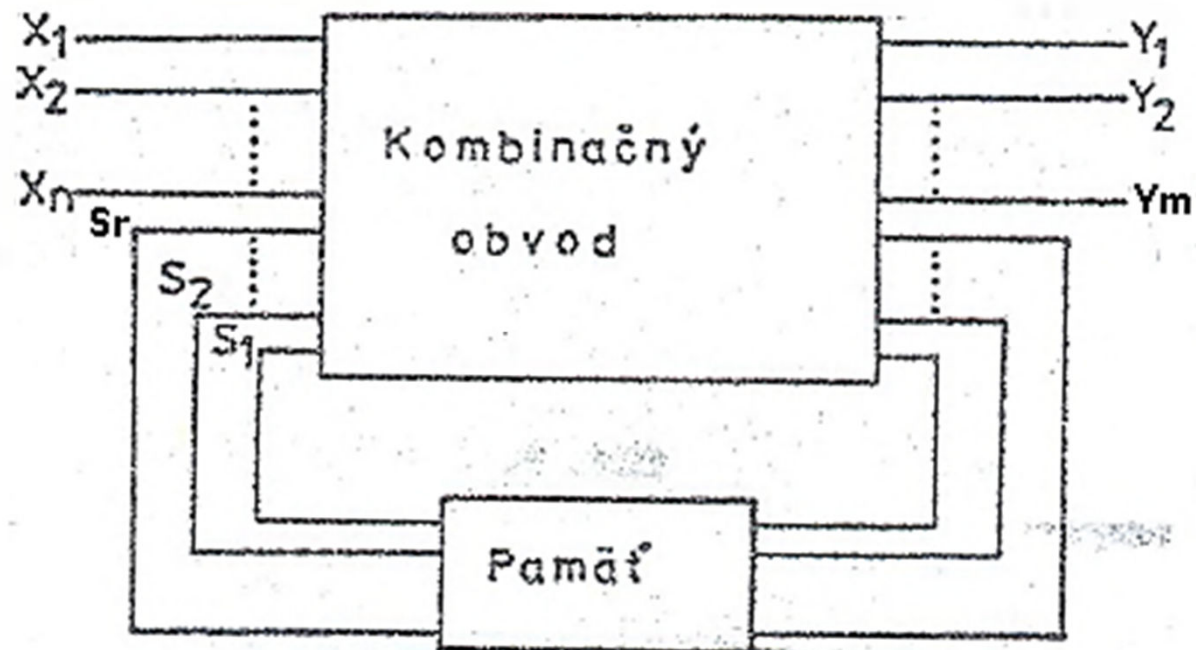


# **SEKVENČNÉ OBVODY**

26.11.2015

- **Kombinačné obvody** sa vyznačujú tým, že výstupná funkcia závisí len od kombinácií vstupných premenných.
- **Sekvenčné obvody** obsahujú pamäťové prvky, čo spôsobuje, že výstupná funkcia **nezávisí len** od kombinácií vstupných premenných, ale aj od **vnútorných stavov obvodu**.

- Bloková schéma



$X_1, X_2 \dots X_n$  - vstupné premenné

$Y_1, Y_2 \dots Y_m$  - výstupné pre-  
menné

$S_1, S_2 \dots S_r$  - vnútorné stavy

## Matematický model sekvenčného obvodu:

- Matematickým modelom, ktorý reprezentuje chovanie sa sekvenčného automatu, je **konečný automat**.
- Konečný automat možno opísať usporiadanou päticou:

$$A = (X, S, Y, \sigma, \lambda)$$

- kde  $X$  je konečná neprázdna množina symbolov  $X_1 X_2 X_3, \dots X_N$ , ktorej prvky sa nazývajú **vstupné stavy automatu**

## Matematický model sekvenčného obvodu:

- *S* je konečná neprázdna množina symbolov  $S_1, S_2, S_3 \dots S_R$ , ktorej prvky sa nazývajú *vnútorne stavy automatu*
- *Y* je konečná neprázdna množina symbolov  $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_M$ , ktorej prvky sa nazývajú *výstupné stavy automatu*

## Matematický model sekvenčného obvodu:

- $\delta$  je *prechodová* -(vnútorná) *funkcia* automatu, zobrazenie:

$$\delta : S \times X \rightarrow S$$

- $\lambda$  je *výstupná funkcia* automatu, zobrazenie:

$$\lambda : S \rightarrow Y$$

- Automat, ktorého výstupná funkcia má definičnú oblasť  $S \times X$ , teda každej dvojici  $S_i, X_j$  priraduje určitý výstupný stav  $Y_k$  sa nazýva automat typu **Mealy**

## Matematický model sekvenčného obvodu:

- Automat, ktorého výstupná funkcia je definovaná iba na množine  $S$ , t.j. každému vnútornému stavu  $S_i$  priraduje určitý výstupný stav  $Y_j$  sa nazýva automat typu **Moore**
- Automat Mealy možná v diskretnom čase popísať vzťahmi:

$$S'(t+1) = f[S(t), X(t)]$$

$$Y(t) = g[S(t), X(t)]$$

- automat Moore vzťahmi:

$$Y(t) = g'(S(t))$$

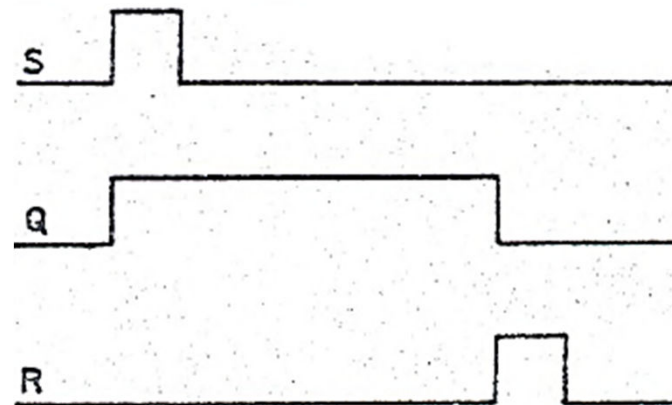
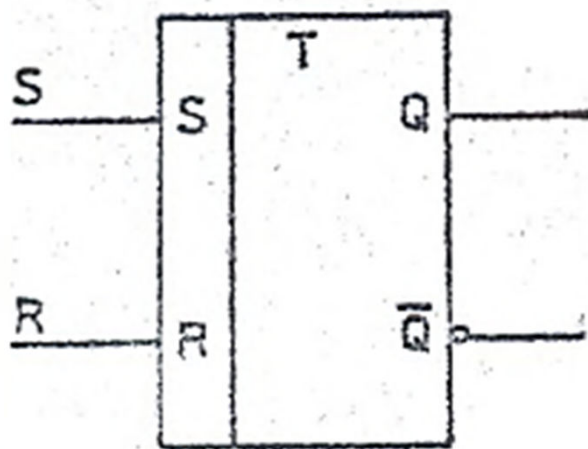
## Klopné obvody:

- Klopný obvod je najjednoduchší **pamäťový sekvenčný obvod**, ktorý modeluje elementárny automat.
- Zaznamenáva prítomnosť prechodnej informácie a uchováva tento stav; aj keď sa informácia stratí (*elementárna pamäť*).
- Základne typy klopných obvodov: **RS klopný obvod, D klopný obvod, T klopný obvod, JK klopný obvod, Čítače.**



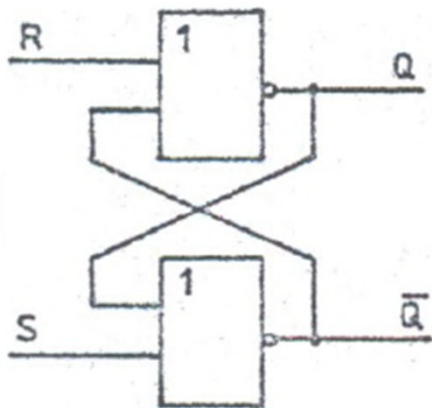
## RS klopný obvod:

- je obvod s dvoma vstupmi **S** a **R** a jedným výstupom **Q** (aj komplementárny tvar **Q'**).
- úroveň, na ktorú reaguje klopný obvod, je úroveň 1 (aktívna úroveň)



## RS klopný obvod:

- Vstup **S** je **nastavovací vstup (Set - nastavenie)** a aktívne úroveň na tomto vstupe nastavuje výstup **Q** na úroveň 1.
- Vstup **R** je **nulovací vstup (Reset - nulovanie)** a aktívna úroveň na tomto vstupe nuluje výstup **Q** na úroveň 0.



Vstupy		Výstupy	
S	R	$Q_{n+1}$	$\bar{Q}_{n+1}$
0	0	$Q_n$	$\bar{Q}_n$
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0 ?	0 ?

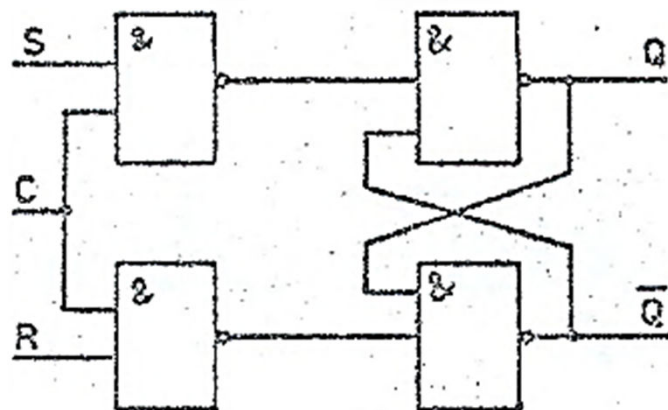
## Vlastnosti RS klopného obvodu:

- RS klopný obvod je sekvenčný obvod s **dvoma stabilnými stavmi** ( $Q=0$  a  $Q=1$ ), pričom prechody z jedného stavu do druhého stavu možno znázorniť stavovým diagramom.
- RS klopný obvod je **asynchronny** sekvenčný obvod, pretože sa preklápa iba v závislosti od aktívnej úrovne vstupov RS a výstup sa mení v čase, ktorý závisí iba od oneskorenia použitých hradieľ.

## Vlastnosti RS klopného obvodu:

- RS klopný obvod je **pamäťový sekvenčný obvod**, pretože uchováva informáciu jedného bitu (0 alebo 1) aj po ukončení aktívnej úrovne na vstupe R, resp. S.
- Je možno vytvoriť aj RS klopný obvod, ktorý sa preklapa v **presne definovaných okamžikoch**, určených hodinovými impulzami (**spúšťaný klopný obvod**)

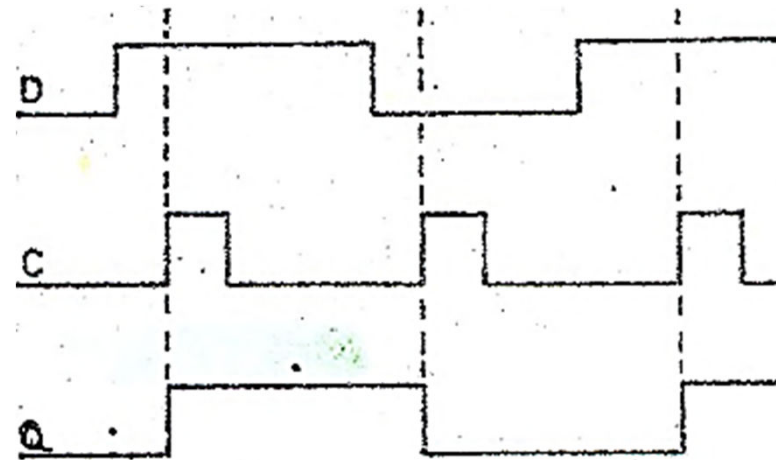
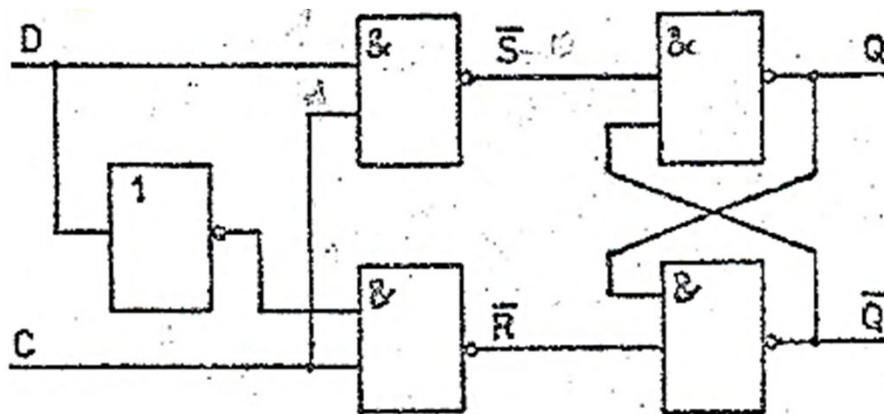
# Vlastnosti RS klopného obvodu:



Vstupy			Výstupy	
C	S	R	$Q_{n+1}$	$\bar{Q}_{n+1}$
↑	0	0	$Q_n$	$\bar{Q}_n$
↑	0	1	0	1
↑	1	0	1	0
↑	1	1	$1^0$	$1^0$

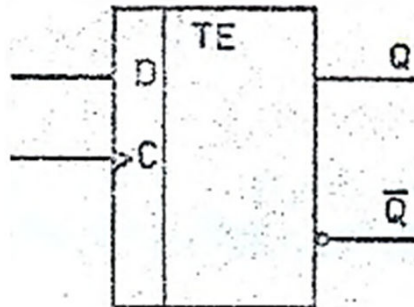
## D klopný obvod:

- je odvodený od RS klopného obvodu.
- Má jeden **informačný vstup D** a **vstup hodinových impulzov C**



## Vlastnosti D klopného obvodu:

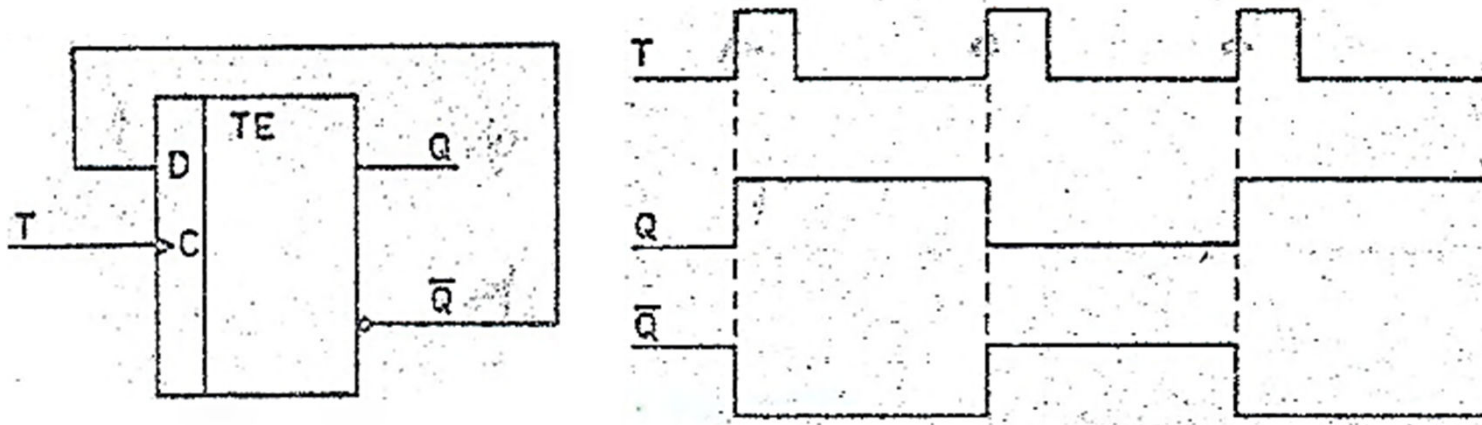
- D klopný obvod je **synchrónny (vzorkovací)** sekvenčný obvod, pretože informácia so vstupu D sa prenáša na výstup Q v okamžiku čela hodinového impulzu C
- D klopný obvod je **pamäťový sekvenčný obvod**, pretože uchováva informáciu jedného bitu aj po ukončení hodinového impulzu



Vstup	Výstup
D	$Q_{n+1}$
0	0
1	1

## T klopný obvod:

- Je určitou modifikáciou D klopného obvodu, ktorý možno vytvoriť **zavedením spätnej väzby** z výstupu  $Q'$  na vstup D

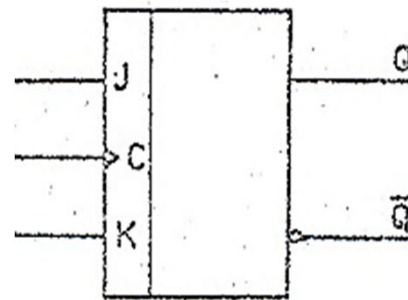
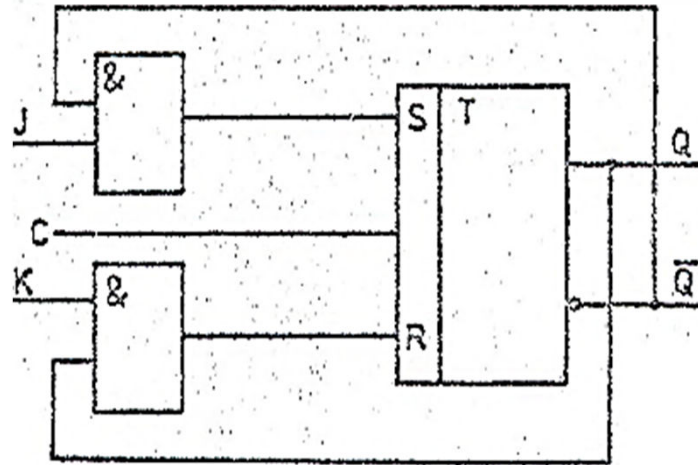


- Z hľadiska časových závislostí medzi T a Q možno T-KO chápať ako **delič 1:2**, čo má významné použitie najmä v čítačoch impulzov.



# JK klopný obvod:

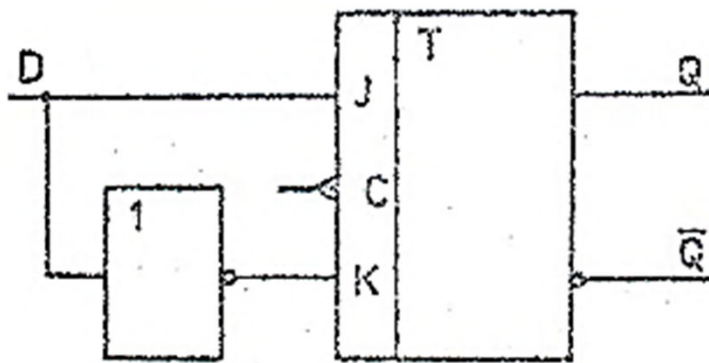
- je **sekvenčný obvod** s dvoma vstupmi **J**, **K** a výstupom **Q**,
- Je odvodený od synchronného klopného obvodu, pričom nemá zakázaný stav



Vstupy		Výstup
J	K	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_n}$

## JK klopný obvod:

- JK klopný obvod je **najuniverzálnejším** klopným obvodom, na báze ktorého možno vytvoriť aj **obvody D a T**.
- D klopný obvod na báze JK klopného obvodu možno realizovať zapojením podľa:



Vstupy			Výstup
D	J	K	$Q_{n+1}$
0	0	1	0
1	1	0	1

## Čítače:

- sú sekvenčné obvody, ktoré slúžia na registrovanie počtu impulzov, teda sú to **pamäťové obvody**, ktoré možno využiť v rôznych aplikáciách, ako sú: počítanie impulzov, delenie frekvencie, matematické operácie, atď.
- Základnými prvkami čítačov sú klopne obvody, ktoré sú zapojené kaskádne.

## Čítače:

### Podľa spôsobu preklápania:

- **Asynchrónne čítače** využívajú asynchrónne preklápanie klopných obvodov, t. j. klopné obvody sa preklápajú postupne.
- Okamžik preklopenia určuje obvykle zmena výstupu susedného klopného obvodu.
- **Synchrónne čítače** využívajú synchrónne t. j. súčasné preklápanie klopných obvodov spoločnými hodinovými impulzmi.

## Čítače:

### Podľa smeru počítania:

- Čítače môžu **sčítavať impulzy** alebo **odčítavať impulzy** od vopred nastaveného počtu.
- V prvom prípade hovoríme **čítači vpred**, v druhom prípade o **čítači vzad**. V niektorých aplikáciách sú potrebné obidva režimy, preto sa používajú **reverzné čítače**, u ktorých možno meniť smer počítania.
- Základnými prvkami čítačov sú JK, resp. D klopné obvody.