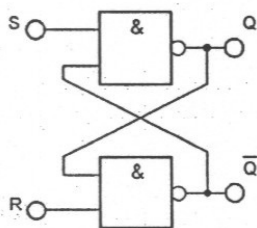


6.2 Bistabilní klopné obvody

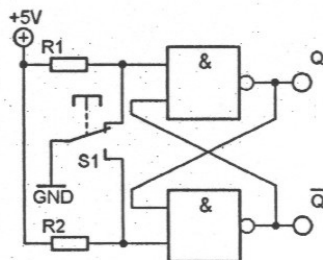
Jak bylo výše uvedeno, bistabilní klopné obvody jsou takové, které na popud vnějšího signálu (nebo signálů) zaujmou stabilní stav až do dalšího popudu. Těchto obvodů je celá řada, ale některé jsou typickými představiteli.

Nejjednodušší je tzv. klopný obvod typu RS. Sestává z pouhých dvou hradel NAND. Má dva vstupy. Jeden se jmenuje R – reset, tedy nulování, druhý se jmenuje S – set, tedy nastavení. Dva výstupy jsou navzájem invertované. Je zvykem používat pojmenování Q a invertovaný $\bar{Q}$. Oba vstupy jsou aktivní v log 0 a tento signál tedy nuluje nebo nastavuje výstup. K překlopení obvodu dochází vlivem zpětné vazby. Pokud jsou na obou vstupech log 1, stav na výstupech se nemění. V případě, kdy je na obou vstupech log 0, není výstup definován, Tento stav se jmenuje neurčitý. Následující schéma ukazuje, jak je klopný obvod zapojen a jak chování zapíšeme pomocí pravdivostní tabulky

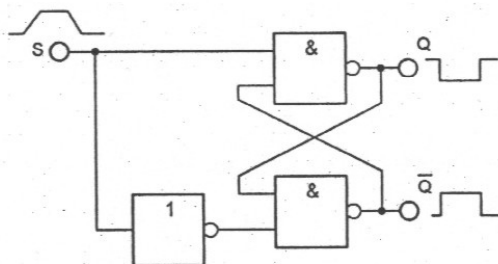


R	S	Q	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
1	1	původní stav	
0	0	neurčitý stav	

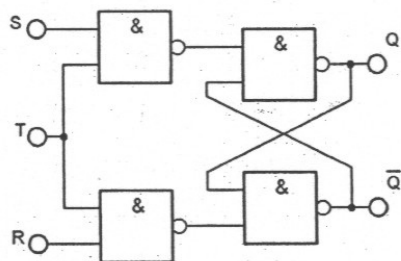
Tento obvod je základem všech klopných obvodů. Ale má i své využití jako takový. S jeho pomocí je např. možné vyřešit problémy, které přináší připojení přepínače na obvod s logickými obvody. Běžné tlačítko má řadu nedostatků. Podle konstrukce v určité poloze není sepnutý žádný kontakt, nebo naopak jsou sepnuty oba póly. Dalším jen obtížně odstranitelným nedostatkem je zakmitávání tlačítek. Podstatou tohoto jevu je, že při sepnutí dojde ke krátkodobému odskakování kontaktu a tím ztrátě propojení. V zapojení dle následujícího schématu je problém vyřešen, protože už při prvním spojení klopný obvod překlápí a na dalším ději už nezáleží. Za zmínku stojí hodnota zapojených rezistorů. Pro klasickou TTL logiku je použitelná hodnota 4k7. Tato hodnota není kritická, ale pro jiné řady obvodů je dobré ji přepočítat.



Jinou užitečnou aplikací je tvarovač signálu. Jak ukazuje schéma, má tento obvod jen jeden vstup. Pokud na tento vstup přivedeme signál s relativně pomalou náběžnou a sestupnou hranou, klopný obvod vlivem zpětné vazby tento nedostatek upraví. Je však třeba poznamenat, že pokud jsou hrany velmi pomalé, používají se k tomu jiné obvody.



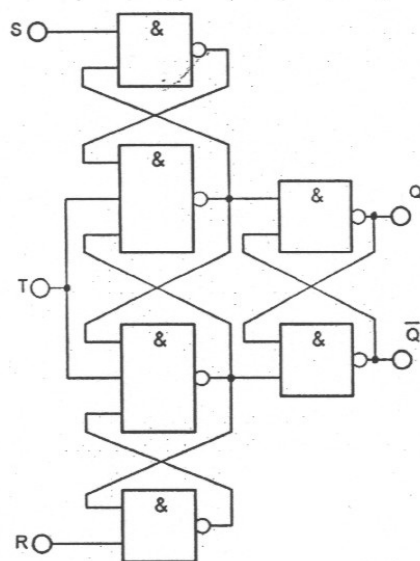
Dalším typem monostabilního klopného obvodu je tzv. RST. Ten kromě vlastního klopného obvodu typu RS obsahuje ještě řídicí hradla pro ovládání vstupem T – takt. Pokud je vstup T na úrovni log 0, jsou oba vstupy v podstatě odpojeny. Teprve s příchodem a po dobu trvání log 1 na vstupu T se přenáší stav na klopný obvod a tím i na výstup. Protože však v řídicích hradlech dochází k invertování vstupních signálů jsou vstupy aktivní v úrovni log 1.



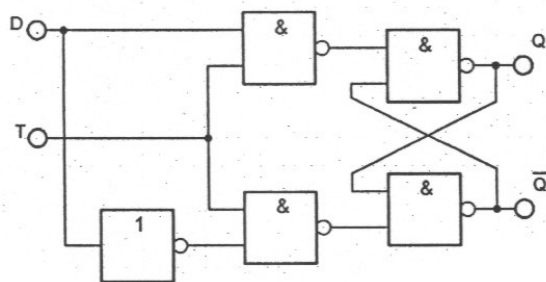
R	S	T	Q	$\bar{Q}$
1	0	1	0	1
0	1	1	1	0
1	1	1	neurčitý stav	
0	0	1	původní stav	
X	X	0	původní stav	

K tomuto obvodu je třeba ještě dodat, že vstup T je někde pojmenován jako CLK – clock. Česky se nejčastěji používá označení jako **hodiny**.

Obvod tohoto typu je často využíván, avšak v této jednoduché formě má dva závažné nedostatky. Prvním je, že k přenosu ze vstupu na výstup dochází po celou dobu trvání log 1 na vstupu T. Obvykle požadujeme, aby k přenosu došlo pouze při změně úrovně na hodinovém vstupu T. Tedy při náběžné nebo při závěrné hraně signálu. To samozřejmě již nesplní takto jednoduchý obvod, ale doplnit řídicí obvod není až tak složité. Přitom je využíváno dynamických vlastností hradel, tedy zpožděním signálu při průchodu přes hradla. Příkladem je zapojení RST obvodu řízeného náběžnou hranou signálu na vstupu T.



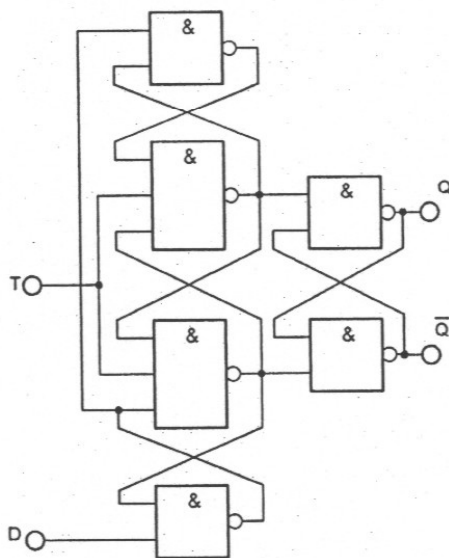
Druhým vážným nedostatkem je existence neurčitého stavu. Toto je vyřešeno u dalšího typu klopného obvodu, který se nazývá D. Aby byl odstraněn neurčitý stav, je použito principu, který byl použit v tvarovači signálu. Tedy klopný obvod má pouze jeden vstup a signál pro druhý vstup je vytvořen pomocí invertoru. Základní zapojení klopného obvodu typu D a popis funkce ukazuje schéma a pravdivostní tabulka



t_n	t_{n+1}	
D	Q	$\bar{Q}$
1	1	0
0	0	1

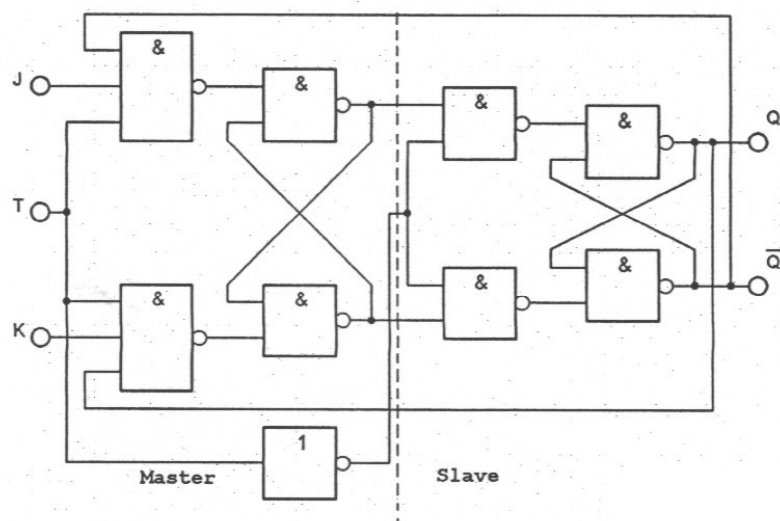
Jak je z tabulky zřejmé, s příchodem hodinového impulzu se na výstup přenesse signál ze vstupu D. To je také hlavní použití tohoto typu klopného obvodu. Tím je přechodné uložení dat. Tento obvod může být doplněn také o vstupy pro nulování a nastavení. Jistě si dovedete představit, že k tomu by byly využity třetí (nezakreslené) vstupy ve výstupním klopném obvodu. Tyto vstupy by byly aktivní při signálu log 0. Samozřejmě z principů a zákonů Boolovy algebry plyne, že není nutné, aby byly použity hradla NAND. Už v základní řadě TTL logiky je obvod 7475, který obsahuje čtyři klopné obvody typu D. Obvodově je tento obvod realizován pomocí hradel AND - NOR. Mezi integrovanými obvody najdete i řadu typů, které jsou osmicí tohoto klopného obvodu. Často se setkáte s anglickým označením latch (čti leč).

Jistě vás již napadlo, že by bylo vhodné mít D obvod, který by reagoval na hranu hodinového signálu. Toho lze docílit malou úpravou obvodu RST. Srovnajte následující schéma s posledním typem RST obvodu, který byl představen.



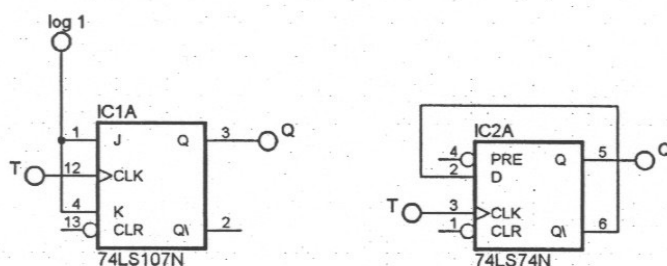
Podobným způsobem jsou řešeny i klopné obvody typu D v integrovaném provedení. V základní řadě TTL existuje obvod 7474, který obsahuje dvojici vzorkovacích obvodů D. Oproti výše uvedenému zapojení jsou tyto obvody vybaveny i na hodinovém signálu nezávislými vstupy pro nulování a nastavení.

Pro použití v praxi jsou důležité ještě tzv. dvojčinné klopné obvody. Takový může být i obvod typu RST, kdy jsou zapojeny za sebou dva dříve představené obvody. Pro první obvod je použit hodinový signál přímo, pro druhý pak po inverzi. Pokud obvody reagují na náběžnou hranu, je stav vstupů přenesen nejdříve do prvního stupně a pak po inverzi hodinového signálu do druhého stupně. Je zvykem, že první stupeň se nazývá **Master** a druhý stupeň **Slave**. Jistě znáte z angličtiny význam těchto slov, pán a otrok. Tomuto typu obvodů se pak často říká **Master - Slave**. Toto zapojení však stále ještě neřeší problém neurčitých stavů. To může být vyřešeno různě, prakticky se však ujalo řešení obvodem typu JK. Pokud se podíváte na následující schéma, uvidíte dělicí čáru, která dělí celé zapojení na levou část Master a pravou část Slave. Povšimněte si zpětné vazby z výstupu na vstup. Ta je důvodem toho, že obvod může tvořit děličku dvěma bez vnější zpětné vazby. Obvod samozřejmě může být doplněn vstupy, které nezávisle na hodinovém vstupu zajišťují nulování a nastavení. Samozřejmě už v základní řadě TTL existuje odpovídající obvod. Jeho označení je 7472 a kromě zde uvedených vstupů nastavení a nulování se vyznačuje tím, že každý vstup J i K je tvořen trojvstupovým hradlem AND. To samozřejmě rozšiřuje možnosti použití a to přesto, že v pouzdře je tento obvod jen jeden. V nabídce však můžete najít řadu součástek s dvojicí klopných obvodů, přičemž si můžete vybrat, jestli potřebujete překlopení s náběžnou nebo sestupnou hranou. V případě zájmu se podívejte na katalogové listy obvodů 74109 a 74112.



t_n	t_{n+1}	
J	K	Q
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_n}$

Možná vás zarazilo, že dosud nebyl popsán žádný bistabilní klopný obvod, který by odpovídal tomu, co jsme použili k obecnému seznámení s pojmem sekvenční obvod. Samozřejmě takový obvod, který by měl jen jeden vstup, existuje. Jeho jméno je T. To proto, že má pouze vstup pro hodinový signál. Ale jako vlastní obvod se používají buď JK nebo D. Ostatní vstupy těchto obvodů jsou zapojeny tak, že na vstupy J a K je přivedena log 1, nebo v druhém případě je vstup D propojen s výstupem $\overline{Q}$. Následující schéma ukazuje toto zapojení s konkrétními typy obvodů. Jak vidíte, jsou oba obvody vybaveny nulovacím vstupem CLR a u druhého obvodu také vstupem PRE pro nastavení. Jistě si uvědomujete, že ve skutečném zapojení by tyto vstupy musely být ošetřeny. Protože jsou aktivní v úrovni log 0, je třeba na ně připojit úroveň log 1.



6.3 Monostabilní klopné obvody

Z dříve uvedeného si jistě pamatujete, že takový obvod má jen jeden stabilní stav. Do nestabilního stavu přechází na vnější popud. K tomu účelu má jeden vstup. Nedejte se mýlit tím, že vstupů může být víc a k překlopení obvodu dochází na základě nějaké logické funkce. I v takovém případě má monostabilní klopný obvod pouze jeden vstup, který je propojen s výstupem kombinačního obvodu. Tento kombinační obvod tedy není považován za součást klopného obvodu. Doposud jsme hovořili o návratu do stabilního stavu po určité době. To je řečeno velmi neurčitě a proto je třeba se seznámit nejdříve s příslušnou terminologií.