Co se dá dělat s obvodem D ?

První obvod je **dělička dvěma**

Budeme používat obvod 7474 , tedy obvod D řízený hranou.

Zapojení vypadá následovně:



Vstup vede na vstup CLK obvodu 7474. U tohoto vstupu ve schématické značce je trojúhelníček. Ten znamená, že CLK reaguje na vzestupnou hranu.

Vstupy R\_NEG a S\_NEG ( pin 4 ,1) vedou na +5V. tím jsou tyto vstupy neaktivní. Ve schématické značce je u nich kolečko. To znamená negaci.

Vstup D je spojen drátem s výstupem Q\_NEG . To znamená, že na vstupu D je stejná logická hodnota jako na Q\_NEG

A konečně z Q\_NEG odebíráme výstup.

Jak to funguje ?

Sem si napište , jak funguje obvod D řízený hranou:

A tuto větu teď využijeme. Protože se jedná o obvod, který pracuje „pořád dokolečka“ , musíme si na začátku zvolit nějaký stav. Je to jedno, bude to fungovat pořád. Bývá ale zvykem si zvolit log. 0 na výstupu Q.

Dále je ještě nutno upozornit na jednu věc: obvod má zpoždění. To znamená, že změna na výstupu přijde trochu později než změna na vstupu. Tady už s tím musíme počítat. Na vodorovné ose je čas, doplňte si.



A dále už si malujete sami ! Nahoře je hodinový signál, ten přivádíme do obvodu zvenku – VSTUP, je připojen na CLK obvodu. Je vytvořen střídáním log. 0 a 1

Uprostřed je stav na výstupu Q – počáteční stav, log. 0

Dole je Q\_NEG, a protože je tento vývod drátem spojen s D, tak je tohle také stav na vstupu D.

Teď si ještě jednou přeříkáme, jak funguje obvod D řízený hranou. Uděláme si seshora dolů čáry v okamžiku vzestupné hrany na CLK – VSTUP. V tomto okamžiku se mění stav na výstupech, nikdy jindy. Na vstupu D je v okamžiku vzestupné hrany hodnota ....... , to znamená, že chvíli po vzestupné hraně bude tato hodnota na výstupu Q. Pokud nechápete proč, tak si dokolečka opakujte, jak funguje obvod D, až vám to dojde. Q\_NEG samozřejmě následuje výstup Q tak, aby byl jeho negací. A postoupíme k další sestupné hraně, a k další a k další .....

Nepokračujte dál, dokud vám tohle nebude jasné.

Mělo by to vypadat nějak takhle:



Šedivě je zpoždění

čárkovaně je okamžik vzestupné hrany na hodinách

A nyní je jasné, proč se obvod nazývá „dělička dvěma“ . Kmitočet průběhu na výstupu Q je dvakrát menší než kmitočet průběhu na CLK. Dívejte se na to tak dlouho, až vám to bude jasné.

Nyní zapojíme tři děličky dvěma za sebou.



Neděste se toho, je to jednoduché. Nalevo je vstup VSTUP, sem přivádíme zvenku hodinový obdélníkový signál – střídající se hodnotu 0 a 1. Ten vstupuje na vstup CLK prvního obvodu D 7474 . Z výstupu Q\_NEG postupuje signál do vstupu CLK druhého obvodu. Zde je opět jeho kmitočet vydělen dvěma, výstup je na Q\_NEG. Ten vede na CLK posledního obvodu. Obvody tedy dělí kmitočet celkem /2 /2 /2 ( / je v naprosté většině programovacích jazyků děleno ) , takže náš obvod dělí vstupní signál osmi.

Pro další úvahy budeme děličku dvěma brát jako jeden blok , u nějž nás zajímají jenom některé vstupy a výstupy .



Ještě jednou opakujeme: zněny na výstupech Q Q\_NEG nastávají pouze v okamžiku, kdy je na CLK vzestupná hrana. Na každou vzestupnou hranu udělají výstupy změnu z 0 na 1 nebo z 1 na 0 - provedou negaci svého stavu. Pouze a jedině v okamžiku vzestupné hrany. Jinak obvod zachovává svůj předchozí stav.

Teď si to nakreslete, udělejte si pět period CLK, a nakreslete si stav na Q a Q\_NEG.

Nyní nás čeká obzvlášť komplikovaná intelektuální práce. Děličky zapojíme za sebe. Do hodinového signálu následující děličky zapojíme Q\_NEG. Ale do grafu si nakreslíme Q. Je to z toho důvodu, abychom zmenšili počet čar v grafu, jinak se v tom nevyznáme. Tam, kde v grafu vidíme vzestupnou hranu na Q, je na Q\_NEG hrana sestupná. A protože Q\_NEG je drátem spojeno s následujícím vstupem D, je sestupná hrana i na tomto vstupu D. To znamená, že až budeme kreslit průběh signálů na výstupech Q0 Q1 Q2, bude se výstup následující děličky měnit v okamžiku **sestupné** hrany na Q. Výstupy Q0 Q1 Q2 jsem tentokrát nakreslil nahoru, abychom mohli hezky rovně spojit Q\_NEG a CLK.



A nakreslíme si to ! Nejdříve první děličku, potom druhou, potom třetí.



Na vodorovné ose je samozřejmě čas. Na další stránku se podívejte až poté, co si grafy sami nakreslíte. Zvýrazněná hodnota na začátku Q0 Q1 Q2 znamená, že začínáme v log. 0

A takhle by to mělo vypadat:



Zase se na to dívejte tak dlouho, až to budete úplně celé chápat.

Dále si zapíšeme stav na výstupech Q2 Q1 Q0 vždy v okamžiku sestupné hrany na CLK. Opravdu **sestupné**, je to proto, že v tomto okamžiku už je stav na výstupech jednoznačný a nemění se. Udělejte si seshora dolů čáry v místě, kde je sestupná hrana, pak si ukazujte prstem na průsečíky této čáry s hodnotou na Q a tuto hodnotu si pište do tabulky . V grafu máme deset sestupných hran, do tabulky tedy zapište těchto deset hodnot. První sestupná hrana je dost blízko u začátku grafu, nezapomeňte na ni.



Až budete hotovi se zápisem binárních stavů, tak si do levého sloupce napíšeme jejich hodnotu desítkově. Pokud to neumíte, je nejvyšší čas přestoupit na gymnasium, tam vás s tím nikdo nebude obtěžovat.

A teď si ujasněte , co ta desítková čísla postupně dělají. A protože se chovají právě takhle, tak se naše zapojení nazývá **čítač.** Čítač čítá. Dále si všimněme další věci. Až čítač dospěje do nejvyššího možného čísla, to je u nás ...... , tak potom následuje číslo ......... . Tento jev se nazývá přetečení čítače. Takže čítač čítá a čítač přetéká. Důvod přetečení je poměrně jasný – máme tři bity , a nejvyšší číslo, které se dá zapsat pomocí tří bitů, je ........

No a teď už se těšíme na čítač se zkráceným cyklem, ten bude příště .

Tabulky a grafy jsou v souboru grafy.xlsx, kdybyste to k něčemu chtěli použít, je to na různých listech.