

PB170 – ALU

Ondrej Klinovský, Jakub Malošík

20. februára 2021

Cieľom tohto projektu bolo vytvoriť aritmeticko-logickú jednotku (ALU) so štyrmi operáciami. ALU pracuje so 4-bitovými číslami v doplnkovom kóde. Zvolili sme dve aritmetické operácie (sčítanie a odčítanie) a dve logické (logický súčin a súčet).

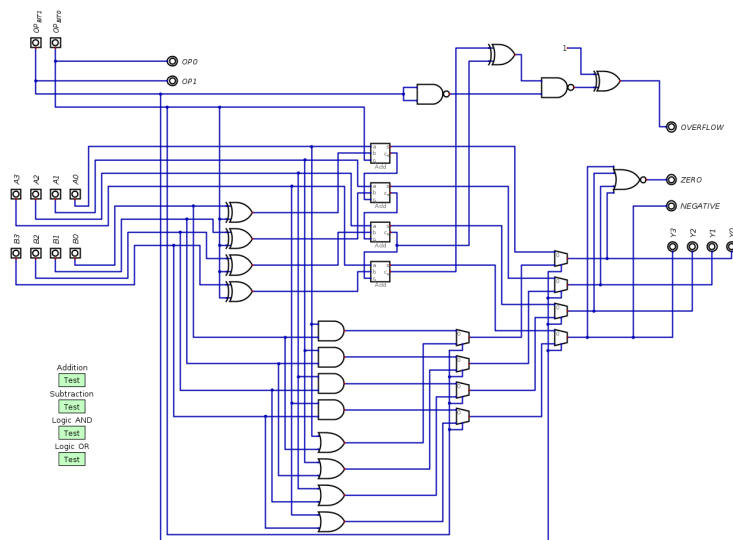
ALU sa ovláda pomocou dvoch tlačítiek a ôsmych prepínačov. Prepínače predstavujú vstup pre dve 4-bitové čísla. Operáciu nad týmito číslami je možné zvoliť s dvomi tlačítkami nasledovne:

X	Y	operácia
0	0	sčítanie
0	1	odčítanie
1	0	logický súčin
1	1	logický súčet

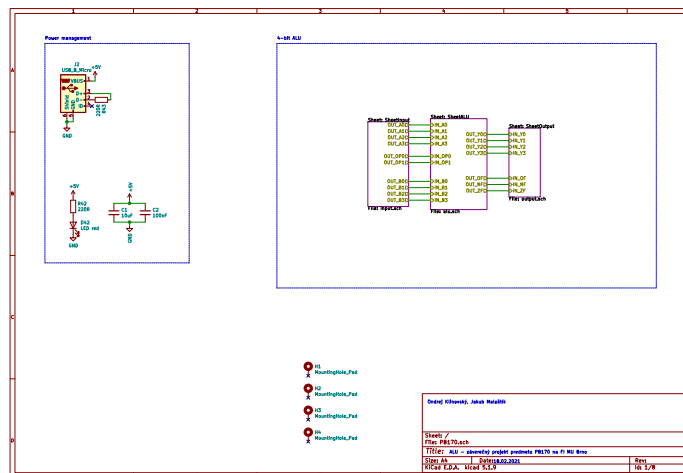
Výstup ALU pozostáva zo štyroch LED-diód predstavujúcich výsledok zvolenej operácie a troch LED-diód predstavujúcich príznaky operácie: nulový výsledok, záporný výsledok a pretečenie aritmetickej operácie.

Celý obvod sme si rozdelili na tri časti: vstup, výstup a samotná ALU. Výstup je najjednoduchšia časť, tvorí ho sedem LED-diód reprezentujúcich 4-bitový výsledok a tri príznaky. Výstup je o niečo zložitejší. Nachádzajú sa tu dve tlačítka napojené na D klopné obvody, vďaka ktorým sme schopní meniť operáciu ALU. Osem prepínačov slúži pre zadávanie dvoch 4-bitových čísel pre ALU. Na každý vstup je napojená jedna LED-dióda pre zobrazenie dát, s ktorými ALU pracuje.

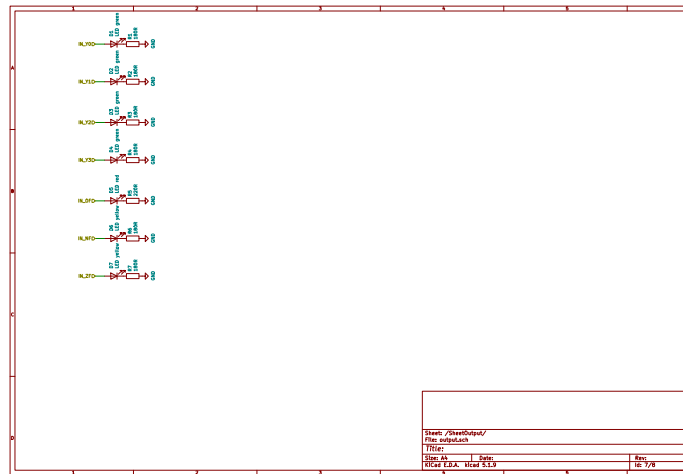
Treťou, najkomplikovanejšou časťou je ALU, ktorá sa pozostáva z aritmetickej (sčítačky) a logickej časti, multiplexeru a logiky pre zobrazenie príznakov. Multiplexer na základe významnejšieho bitu operácie rozhoduje, či na vstup pošle výsledok aritmetickej alebo logickej časti. Obe majú na vstupe dve 4-bitové čísla a operačný bit (menej významný bit operácie) a na výstupe 4-bitový výsledok. V logickej časti sa nachádzajú štyri AND brány a štyri OR brány smerujúce do multiplexeru, ktorý na základe operačného bitu rozhodne, ktorý výsledok pošle na výstup. V aritmetickej časti nie je multiplexer potrebný. Odčítanie je možné



Obr. 1: Prvotný návrh sme spravili v simulátore digitalnych obvodov Digital. Na obázku je vidieť celá schéma obvodu ALU. Pre zjednodušenie návrhu sme použili vstavané komponenty ako sčítačky alebo multiplexer. Vstupy su riešené jednoduchými prepínačmi.

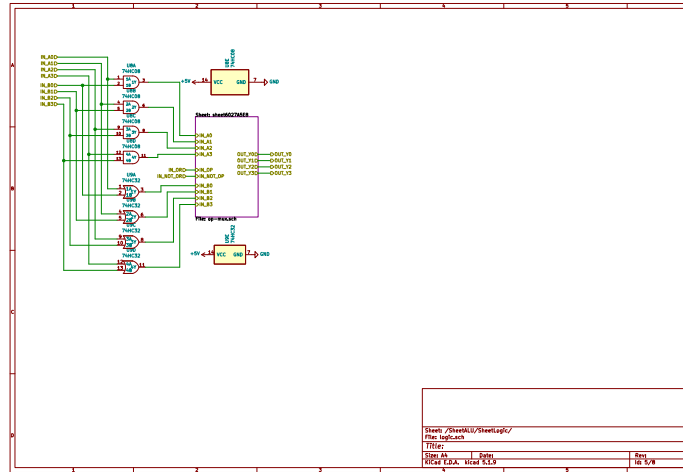


Obr. 2: Na tejto schéme môžeme vidieť vľavo napájanie obvodu (prevziate z poskytnutej šablóny) a vpravo samotný obvod rozdelený na tri podschémy, zľava: vstup, ALU a výstup.

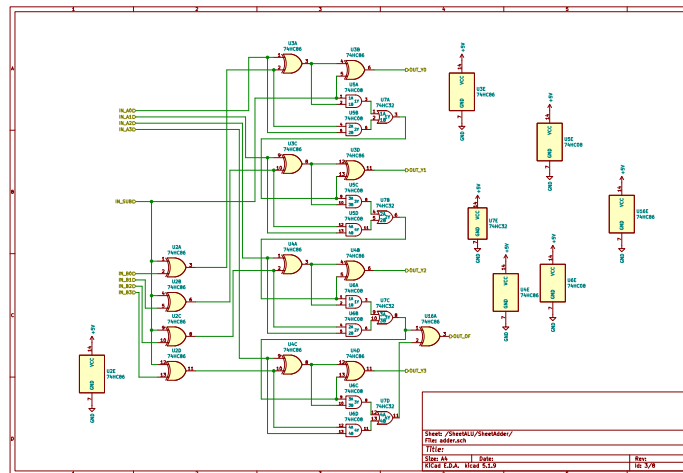


Obr. 5: Štyri horné LED predstavujú výsledok operácie a tri LED pod nimi predstavujú príznaky pretečenia, negatívneho výsledku a nulového výsledku.

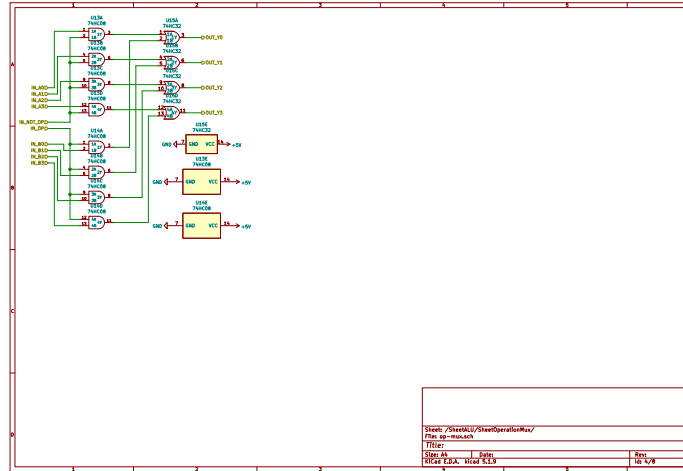
zmeny. V prípade odčítania (operačný bit má hodnotu 1) XOR invertuje všetky bity čísla B. Pripočítanie jednotky je docielené tým, že operačný bit je napojený na carry-in vstup sčítačky. V prípade sčítovania bude mať carry-in hodnotu 0. Okrem 4-bitového čísla má sčítačka na výstupe bit signalizujúci pretečenie, ktorý je výsledkom XOR operácie dvoch najvýznamnejších bitov výsledného čísla.



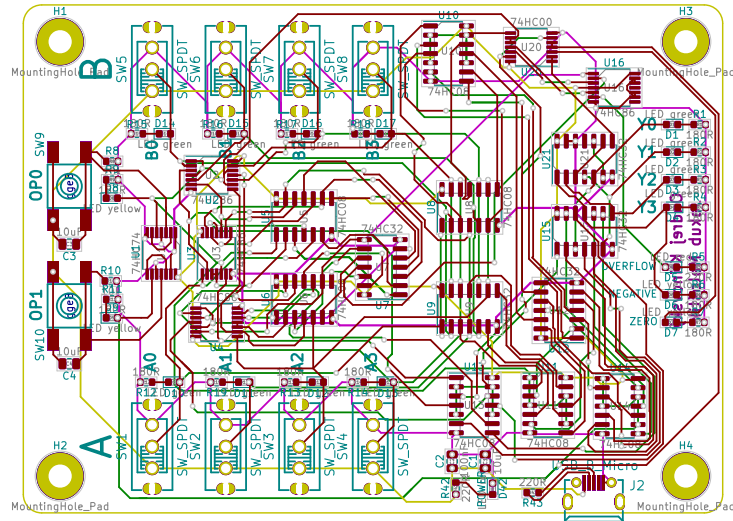
Obr. 6: Na tejto schéme sa nachádza časť obvodu zodpovedná za logické operácie AND a OR. Jedna z týchto operácií sa vyberie pomocou multiplexeru.



Obr. 7: Obvod pre sčítanie a odčítanie. Vľavo môžeme vidieť štyri XOR brány pre prevracanie hodnôt čísla B, ktoré ďalej pokračujú do bitových sčítačiek. Výstupný signál OUT_OF (príznak pretečenia) je výsledok operácie XOR, ktorej vstupom sú signály carry-out sčítačiek dvoch najvýznamnejších bitov.



Obr. 8: V multiplexeri sa pomocou obvodov AND a OR vyberie jedna štvorica vstupov na základe vstupného bitu a predá na výstup.



Obr. 9: Nakoniec sa poukladajú jednotlivé súčiastky, nakreslí sa ohraničenie dosky a “routujú” sa jednotlivé spojenia medzi vyznačenými nožičkami. Táto doska bola routovaná na štvorvrstvovej pcb doske, kde sa jednotlivé spojenia môžu viesť každou zo štyroch vrstiev. Horná a spodná vrstva (červená a zelená) slúžia na logické spájanie jednotlivých vstupov a výstupov obvodov a dve prostredné vrstvy (žltá a purpurová) slúžia zväčša na vedenie napájania jednotlivých súčiastok