



Středoškolská technika 2012

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

DIODOVÉ HODINY

Dominik Roček

Středisko Vyšší odborná škola a Středisko technických a uměleckých oborů
Mariánská ulice 1100, Varnsdorf

	Dominik Roček	Diodové hodiny	PIC16F84A
--	---------------	----------------	-----------

Úkolem tohoto projektu je navrhnout a zhotovit hodiny, které budou místo klasických hodinových ručiček zobrazovat čas pomocí LED diod soustředěných do kruhu - 12 diod pro hodiny, 60 diod pro minuty, 2 diody pro vteřiny (diody budou každou sekundu blikat) a 2 diody pro zobrazení ranního a odpoledního času (AM/PM). Dále budou doprovázeny zvukovým zařízením (sirénou), které v každou celou hodinu pípne. Řízeny budou pomocí mikroprocesoru PIC16F84A za pomoci posuvných registrů 4094.

Časování mikroprocesoru

U programování mikroprocesorů neexistuje žádná přímá instrukce, která by udávala, o jak přesně dlouho se má proces mikroprocesoru zpozdít, takže pro tento účel můžeme používat (spočítat) tzv. zpožďovací smyčku, čítač nebo časovač. Každá instrukce mikroprocesoru má pro svoje provedení určen počet instrukčních cyklů. Instrukce pro přesun dat, aritmetické instrukce, logické instrukce a instrukce pro nastavení a nulování potřebuje pro svoje provedení jeden instrukční cyklus, zatímco instrukce pro řízení programu potřebují pro svoje provedení buď jeden nebo dva instrukční cykly. Jeden cyklus je roven čtyřnásobku periody oscilátoru, tj. $TCY = 4 * TOSC$. Oscilátor musí být připojen ke každému mikroprocesoru a je zdrojem velmi přesného hodinového signálu - frekvence. Z níž pak jednoduše vypočteme periodu oscilátoru pomocí vzorce $TOSC = 1 / fOSC$.

Spožďovací smyčka

Princip zpožďovací smyčky spočívá v odečítání libovolného čísla (z principu většinou číslo 1) od jiného čísla, čímž dojde k námi požadovanému zpoždění.

Pro jednoduchost mějme číslo 100. Od něho budeme postupně odečítat číslo 1. Každé odečtení bude trvat 1 ms (v reálu je doba odečtení závislá právě na frekvenci oscilátoru - odečtení čísla 1 trvá jeden instrukční cyklus). Pokud tedy budeme odečítat číslo 1 od čísla 100 do nuly, budeme mít zpoždění 100 ms. Pokud ale máme například 8-bitový mikroprocesor, dokáže nám pracovat pouze s čísly od 0 do 255. Tím pádem by největší zpoždění v našem

příkladem mohlo být jen 255 ms. Tento problém vyřešíme tzv. dvousmyčkovou zpoždovací smyčkou. Budeme mít 2 čísla - první například 16 a druhé 203. Budeme odečítat číslo 1 od čísla 16. Až dosáhneme nuly, odečteme číslo 1 od čísla 203 a znovu budeme odečítat číslo 1 od čísla 16. Tento postup budeme opakovat do té doby, než druhé číslo bude nulové. Tím získáme zpoždění 3248 ms ($16 * 203$). Můžeme vytvořit i třismyčkovou, čtyřsmyčkovou až n-smyčkovou smyčku, ale jejich počítání už bude velmi složité (viz. kapitola 3.2.3).

Stoprocentně přesného časování nikdy nedosáhneme. Můžeme totiž navrhnout program, který bude k dosažení výsledku využívat pokaždé jiného postupu, takže může například provádět jednou více výpočtů, podruhé méně výpočtů nebo je kombinovat a tím nikdy nezajistíme přesné časování. Ani oscilátor není stoprocentně přesný.

Princip časovače

Princip časovače spočívá v přičítání čísla 1 do registru TMR0 každý jeden instrukční cyklus, tj. $f_{CY} = f_{OSC} / 4$. Pokud tedy budeme mít 1 MHz oscilátor, tak se nám po každých 4 μ s přičte k registru TMR0 číslo 1. Až registr TMR0 přeteče, tj. bude jeho hodnota větší, než se kterou dokáže mikroprocesor pracovat (u 8-bitového mikroprocesoru je to hodnota 255), přejde program do režimu přerušení. V přerušení můžeme provádět další výpočty a operace, dokud ho neukončíme příslušnou instrukcí. Program se vrátí na adresu, ze které přešel do režimu přerušení a pokračuje dále, dokud nedojde znovu k přetečení registru TMR0 (přičítání do registru TMR0 se provádí i v programu přerušení!). Tím zajistíme přesné načasování, se kterým můžeme dále pracovat.

Pro přesnější počítání v námi zvolených intervalech můžeme využít předděličku. Při jejím použití nám bude defaultně dělit kmitočet dvakrát. Tudíž bychom v příkladě výše přičítali k registru TMR0 číslo 1 jednou za 8 μ s (nezapomínejme, že předdělička dělí kmitočet, nikoliv periodu!). U předděličky můžeme nastavit následující dělicí poměry: 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64, 1:128 a 1:256. Registr TMR0 nemusí vždy začínat od čísla 0. Můžeme do něj nastavovat libovolnou hodnotu, tím se nám při použití správného dělicího poměru může zpřesnit náš interval až řádově na mikrosekundy.

Princip čítače

Princip čítače je velmi podobný principu časovače, jen jako zdroj signálu nepoužijeme oscilátor, ale například tlačítko připojené na pin RA4 (viz. kapitola 1.2). Přičítat číslo 1 budeme tedy po každém stisknutí tlačítka. Nevýhodou je, že přičtení k registru TMR0 trvá dva instrukční cykly.

V mé práci jsem použil jak zpoždovací smyčky, tak i časovač. K jejímu dokončení to bylo nutné, jelikož můj výrobek je na přesném časování závislý.

Mikroprocesor PIC 16F84A

Mikroprocesor PIC16F84A je jeden z mnoha mikroprocesorů firmy Microchip. Jedná se o 8-bitový mikroprocesor, který využívá 35 instrukcí (procesor typu RISC), díky čemuž probíhá zpracování instrukcí velmi rychle. Je postaven na Harvardské koncepci (paměť pro program a pro data je rozdělena).

Mikroprocesor má 14 bitovou programovou sběrnici a 8 bitovou datovou sběrnici (proto 8-bitový procesor, tj. dokáže pracovat v dekadické soustavě s hodnotami od 0 do 255). Dále obsahuje jeden 8-bitový pracovní registr nazývaný W (working = pracovní), proměnné registry F (files) a registry, které mají speciální význam a nelze je měnit ani používat jejich názvy pro jiné, námi definované, registry. Mezi speciální registry můžeme zařadit například registry PORTA a PORTB, které slouží pro komunikování s bránami procesoru. Dalšími speciálními registry jsou TRISA a TRSIB (slouží pro určení vstupních a výstupních portů), registry OPTION a INTCON (slouží například pro nastavení již zmíněné předděličky a jejího

poměru; příslušným bitem můžeme nastavit zdroj signálu pro TMR0; také lze povolit nebo vypnout globální přerušení, přerušení od TMR0, atd.), registr STATUS a další.

Tento mikroprocesor je napájen 5V a maximální proud, který můžeme odebírat z jednoho jeho pinu je 20 mA (s tím, že je zde podmínka, že z celého PORTB můžeme odebírat maximálně 100 mA).

Posuvný registr 4094

Posuvný registr 4094 je integrovaný obvod, který dokáže pomocí tří vstupů ovládat 8-bitový registr na principu posouvání jednotlivých bitů a následně je vysílat na své výstupy.

Pro řízení registru slouží vstupy DATA, CLOCK a STROBE. Pomocí signálu DATA volíme informaci, kterou chceme do registru zapsat na nultý bit (0 nebo 1), následně vyšleme signál CLOCK (hodinový signál), kterým posuneme bit na další pozici. Až odvysíláme všech 8 bitů, vyšleme signál STROBE, který všechny bity odvysílá na výstupy posuvného registru 4094. Posuvný registr disponuje pinem Qs, který slouží pro přetečení registru (jako devátý bit), nebo pinem Q's, což je negovaný Qs. Ty nejčastěji slouží pro připojení dalšího posuvného registru 4094 a tím ho rozšíří. Teoreticky můžeme za sebe zapojit nekonečně mnoho posuvných registrů 4094 a tím pomocí třech vstupů ovládat nekonečně mnoho výstupů.

MPLAB IDE

Nástroj určený pro psaní, vývoj a ladění aplikací pro mikroprocesory PIC od firmy Microchip. Jeho vývojové prostředí není složité, bohužel ale není v české verzi.

Program obsahuje všechny prvky pro simulaci celého procesu (programu) - ať už jde o Debugger, pomocí kterého jsme schopni program krokovat po jednotlivých instrukcích a sledovat, co program vykonává, o Watch, ve kterém si můžeme přehledně seřadit všechny definované, ale i speciální registry, ale je zde také Stimulus, ten slouží pro simulaci tlačítek na pinech procesoru, StopWatch, který simuluje stopky a zobrazuje počet instrukčních cyklů, a mnoho dalších užitečných prvků. Dále můžeme v nastavení programu nastavovat frekvenci oscilátoru, typ oscilátoru, konfigurační slovo mikroprocesoru atd. Program lze také rozšířit o různé doplňky, například kompilátory jazyka C nebo emulátory.

Ovládání

Po zapnutí se hodiny přepnou do režimu nastavení hodin. Zde uživatel pomocí tlačítek 6 a 5 může nastavit aktuální hodnotu hodin. Defaultně svítí bílá dioda pro signalizaci ranního času. Pokud je odpolední čas, musí uživatel držet tlačítko 5 nebo 6, dokud nepřejde přes dvanáctou hodinu, tím bílá dioda zhasne a rozsvítí se růžová, která signalizuje odpolední čas.

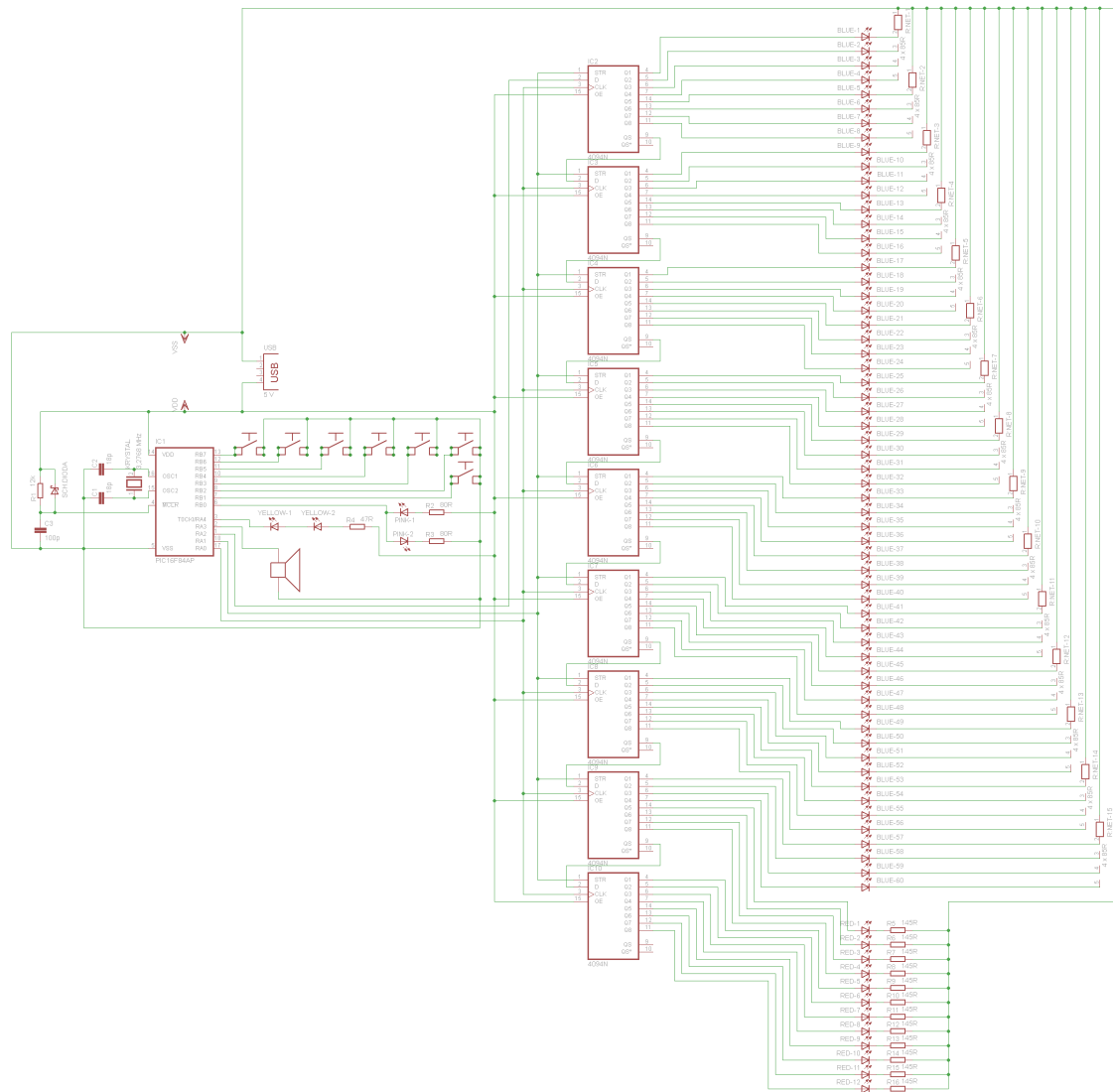
Stiskem tlačítka 4 přejdou hodiny do režimu nastavení minut. Zde uživatel pomocí tlačítek 6 a 5 nastaví aktuální hodnotu minut. Z režimu nastavení minut se lze vrátit zpět do režimu nastavení hodin pomocí tlačítka 7.

Po nastavení hodin i minut, stisknutím tlačítka 4, začnou hodiny počítat čas automaticky - začnou blikat žluté diody pro signalizaci sekund (v režimu nastavení času jsou žluté diody zhaslé).

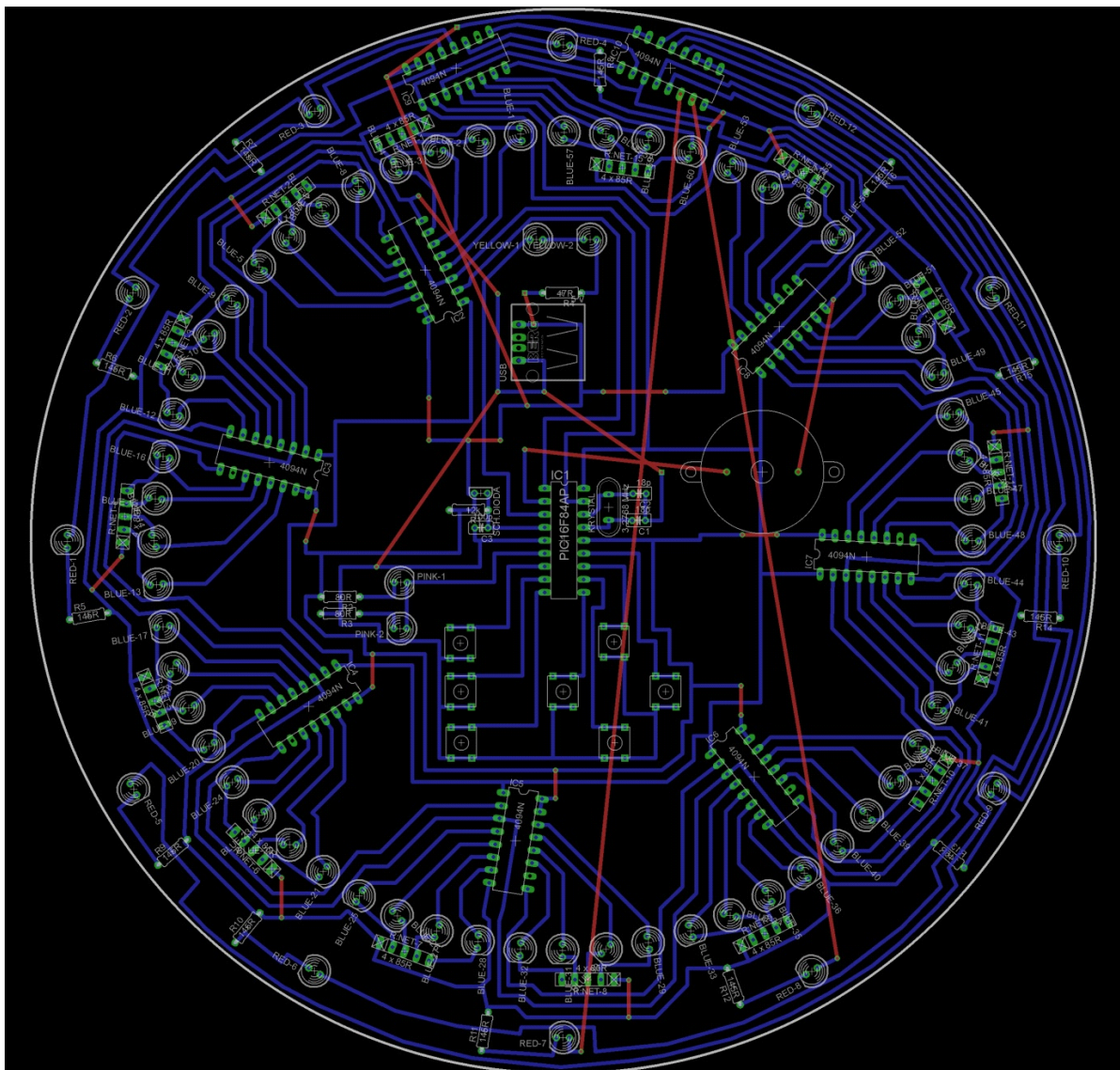
Pokud hodiny automaticky počítají čas, uživatel může přejít do režimu nastavení hodin pomocí tlačítka 1.

Jestliže uživateli nevyhovuje, aby bílá dioda signalizovala ranní čas a růžová odpolední čas, zkrátka při nastavování hodin nechá svítit takovou diodu, která mu v ten okamžik vyhovuje (na počítání času to nemá vliv).

Schema zapojení



Plošný spoj



Seznam součástek

NÁZEV SOUČÁSTKY	POPIS SOUČÁSTKY	KUSŮ
RR 4X82R 2%	Odporová síť - 4 rezistory pro modré diody; 82 Ω / 1 rezistor	15
RR W1 82R	Předřadný rezistor pro růžovou a bílou diodu; 82 Ω	2
RR W1 150R	Předřadný rezistor pro červené diody; 150 Ω	12
RR W1 12K	Rezistor pro zpožděné zapnutí mikroprocesoru (RC); 12 k Ω	1
MRR 47R	Předřadný rezistor pro 2 žluté diody	1
CKS 100P/50V	Kondenzátor pro zpožděné zapnutí mikroprocesoru (RC); 100 pF	1
CKS 18P/50V	Kondenzátory pro oscilátor; 18 pF	2
Q 3,2768MHZ	Oscilátor; 3,2768 Mhz	1
BAT42	Shottkyho dioda pro zpožděné zapnutí mikroprocesoru	1
4094	Posuvný registr 4094	9
LED 5MM YELLOW	Žluté diody pro zobrazení sekund	2
LED 5MM CYL.BLUE	Modré diody pro zobrazení minut	60
LED 5MM CYL.RED	Červené diody pro zobrazení hodin	12
LED 4,8MM ROSE	Růžové diody pro zobrazení AM/PM	2
P-B1720A	Mikrospínače (tlačítka)	7
KPL21N30W	Siréna s vlastním generátorem zvuku (pípání)	1
DIL16PZ	16-ti pinová precizní patice pro 4094	9
DIL18PZ	18-ti pinová precizní patice pro mikroprocesor	1
USB konektor USB1X90	USB konektor pro napájení hodin	1
PIC16F84A-04I/P	Mikroprocesor PIC16F84A; 4 MHz	1
Cuprexit	Deska pro výrobu plošných spojů; průměr cca 21 cm	1