



Středoškolská technika 2024

**Setkání a prezentace prací středoškolských
studentů na ČVUT**

Arduino FM rádio

autor

Ondřej Kvarda

Střední škola strojírenská a elektrotechnická

Nová Paka

Poděkování

Děkuji Bc. Radomíru Mikyskovi a Ing. Anatoliji Sokolanovi za pomoc, kterou mi během práce poskytovali.

Anotace

Cílem mé ročníkové práce je vytvoření funkčního FM rádia s nastavitelnou frekvencí a hlasitostí. Součástí práce je také vytvoření krabičky za pomoci 3D tiskárny, do které bude výrobek uložen, a naprogramování čipu pro funkčnost ovládání výrobku.

Annotation

The goal of my year project is to create a functional FM radio with adjustable frequency and volume. Part of the work is also the creation of a box with the help of a 3D printer, in which the product will be stored and programming the chip for the functionality of the product control.

Obsah

Úvod.....	5
1 Použití jednotlivých součástek	6
1.1 ATmega328p	6
1.2 TEA5767	6
1.3 PAM8403	7
1.4 Reproduktor.....	7
1.5 LCD displej	8
1.6 Rotační enkodér KY-040.....	8
1.7 Stereo potenciometr	9
1.8 Anténa	9
1.9 Ostatní součástky	10
1.9.1 Rezistory	10
1.9.2 Kondenzátory	10
1.9.3 Krystalový oscilátor	10
2 Konstrukce FM rádia	11
2.1 Vytvoření schématu a PCB desky	11
2.2 Vytvoření krabičky	13
2.3 Programování	15
Závěr	17
Použitá literatura	18
Návod k použití.....	19

Úvod

Cílem práce bylo vyrobit funkční FM rádio. Prvním krokem bylo vytvoření schématu a návrhu PCB desky v programu Eagle. Následovalo vyfrézování PCB desky, zapájení všech potřebných součástek a naprogramování čipu Atmega328p. Nakonec proběhl tisk 3D krabičky, do které byly připevněny ovládací prvky a PCB deska.

FM rádio jsem si jako výrobek pro svou ročníkovou práci vybral hlavně proto, že jsem chtěl vytvořit užitečný produkt. Při jeho tvorbě jsem měl navíc možnost zlepšit se v práci s Arduinem.

1 Použití jednotlivých součástek

1.1 ATmega328p

ATmega328P od firmy Atmel je 8bitový mikrokontrolér s 28 piny v pouzdře DIP. S externím krystalem běží až do frekvence 20 MHz a jeho provozní napětí se pohybuje mezi 1,8 V až 5 V.

V uváděném projektu tento čip slouží pro zpracování údajů z ovládacích prvků, pro nastavení modulu FM přijímače na správnou frekvenci a pro komunikaci s LCD displejem.



Obrázek 1 - mikročip ATmega328p (RS Components 2024)

1.2 TEA5767

TEA 5767 je hlavním komponentem, pomocí kterého funguje samotný příjem frekvencí. Tento čip pracuje s frekvencemi v rozmezí 76 MHz – 108 MHz, což je ideální rozsah pro FM rádia.



Obrázek 2 - čip TEA5767 (LaskaKit 2024)

1.3 PAM 8403

PAM 8403 je audiozesilovač s napájením 5 V, který umožňuje připojení dvou reproduktorů od 4 Ω do 8 Ω s výkonem každého 3 W. V mém projektu zesiluje vystupující audio signál vycházející z čipu TEA5767.



Obrázek 3 - zesilovač PAM8403 (LaskaKit 2024)

1.4 Reproduktor

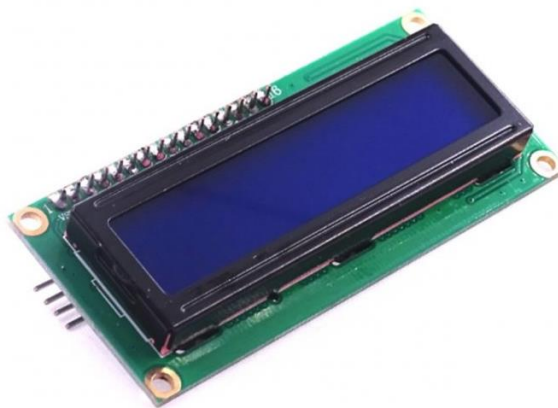
Reproduktory jsou elektroakustické měniče, které přeměňují elektrický signál na zvuk. Do rádia jsem použil reproduktor s příkonem 5 W a impedancí 4 Ω .



Obrázek 4 - Reproduktor 5 W (LaskaKit 2024)

1.5 LCD displej

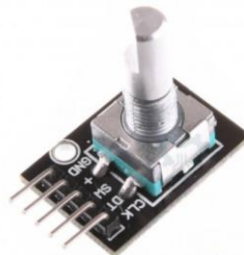
Displej z tekutých krystalů je zobrazovací zařízení skládající se z omezeného počtu pixelů seřazených před zdrojem světla. V projektu jsem použil LCD displej s připojeným I2C převodníkem pro zjednodušení zapojení do schématu.



Obrázek 5 - LCD displej + I2C převodník (LaskaKit 2024)

1.6 Rotační enkodér KY-040

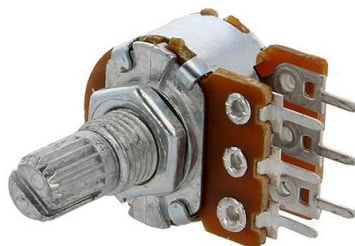
Rotační enkodér slouží jako digitální náhrada víceotáčkového potenciometru. Výstupem enkodéru jsou dva obdélníkové signály fázově posunuté o 90° . Dle fázového posunu lze určit směr otáčení a podle počtu impulzů můžeme počítat jeho aktuální polohu. V rádiu je použit pro naladění frekvence a díky tlačítku, které je v něm zabudované, lze přeskakovat mezi několika přednastavenými frekvencemi.



Obrázek 6 - Keyes encoder KY-040 (LaskaKit 2024)

1.7 Stereo potenciometr

Potenciometr je proměnný rezistor. Potenciometry umožňují regulovat a měnit proud protékající obvodem. V obvodu je použité tandemové provedení logaritmického potenciometru o hodnotě 50 k Ω pro ovládání hlasitosti zvuku.



Obrázek 7 - Potenciometr B50K stereo (Kondik 2024)

1.8 Anténa

Anténa je elektrotechnické zařízení pro příjem rádiových vln. Antény jsou používány pro příjem rozhlasu, televize a dalších bezdrátových signálů. Pro svůj výrobek jsem využil teleskopickou anténu především z důvodu její skladnosti.



Obrázek 8 - Teleskopická anténa (Onpira 2024)

1.9 Ostatní součástky

1.9.1 Rezistory

Rezistor je pasivní elektrotechnická součástka, která se v elektrickém obvodu projevuje elektrickým odporem. Rezistor obvykle zařazujeme do obvodu proto, abychom omezili elektrický proud nebo získali úbytek elektrického napětí. V rádiu jsou použity pro správnou funkci čipu ATmega328p, dále pro zamezení nechtěných napětěových špiček (v kombinaci s kondenzátory) a pro snížení hlasitosti reproduktoru.

1.9.2 Kondenzátory

Kondenzátor je pasivní, frekvenčně závislá elektrotechnická součástka, jejíž charakteristickou vlastností je kapacita. V rádiu jsou použity pro vyrušení nechtěných napětěových špiček (v kombinaci s rezistory) a pro správnou funkčnost krystalového oscilátoru.

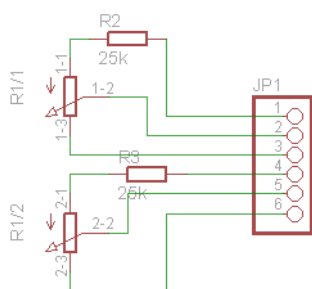
1.9.3 Krystalový oscilátor

Krystalové oscilátory se vyznačují vysokou přesností a stabilitou kmitočtu. Rezonanční kmitočet závisí na tvaru, hmotě a síle krystalového výbrusu. Neharmonické oscilátory nejčastěji vytvářejí pravoúhlý signál, nebo jeho deformace. V rádiu je použit pro správnou funkci čipu ATmega328p krystalový oscilátor 16 MHz.

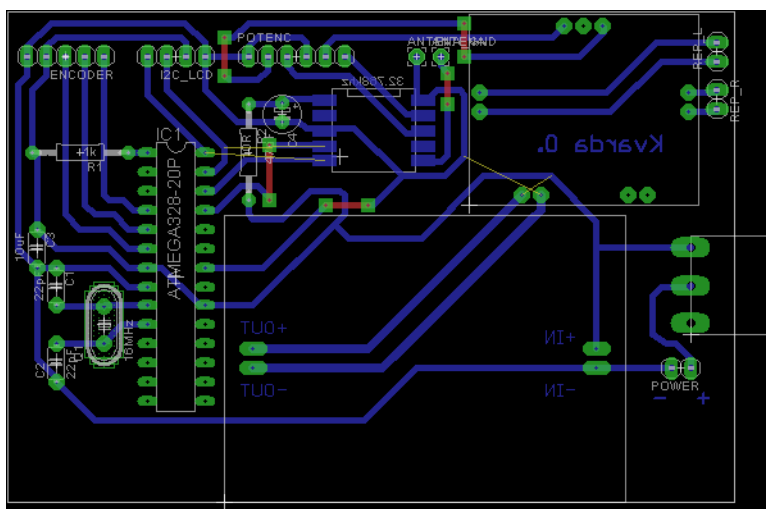
2 Konstrukce FM rádia

2.1 Vytvoření schématu a PCB desky

Schéma jsem vytvořil v programu Eagle. Jde o schéma, které zajišťuje funkčnost čipu ATmega328p, propojení ostatních součástek na jeho výstupy a správné zapojení modulu TEA5767. Pro ideální zkonstruování jsem si v Eaglu vytvářel vlastní součástky pro zesilovač PAM8610 napájený 12 V a pro step-up boost měnič napětí. Tyto součástky jsem nakonec musel vyměnit za již zmíněný zesilovač PAM8403, který je napájen pouze 5 V. To jsem si ale uvědomil pozdě a už jsem to nezvládl upravit pro vyfrézování nové PCB desky. Z důvodu správné funkce finálního výrobku jsem musel upravit za pomoci různých propojek několik cest, které nebyly pro jiné součástky přizpůsobeny. U PCB desky pro potenciometr jsem potřeboval přidat 2 rezistory navíc, aby ohmická hodnota potenciometru nemohla na jedné straně dosáhnout 0.



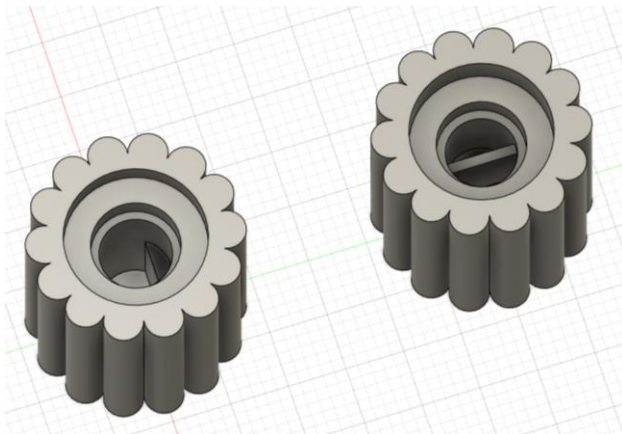
Obrázek 10 - Schéma zapojení potenciometru (Eagle 2024)



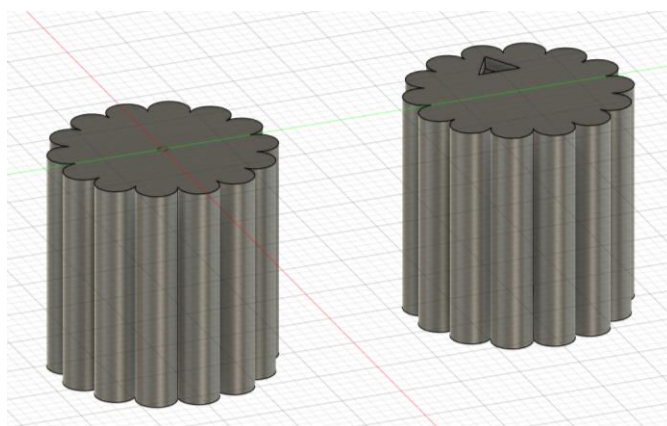


2.2 Vytvoření krabičky

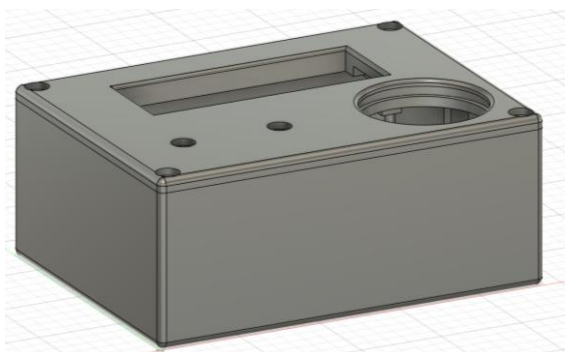
Krabičku jsem vymodeloval v programu Fusion 360.



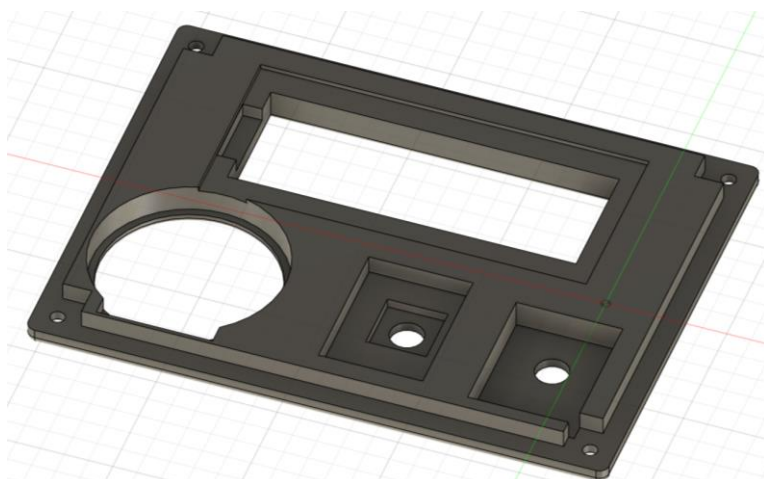
Obrázek 143 - Kryt potenciometru + enkodéru - spodní pohled (Fusion 360 2024)



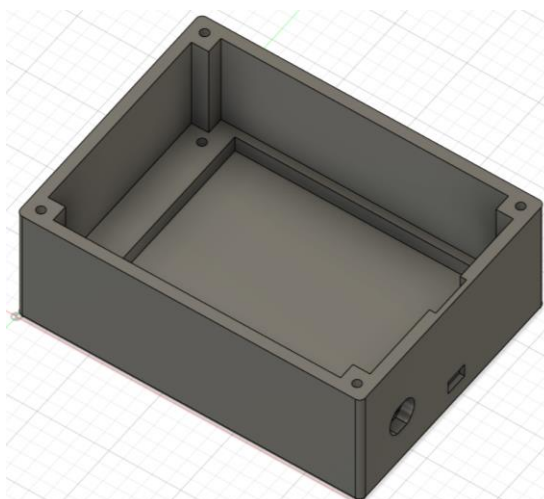
Obrázek 13 - Kryt potenciometru + enkodéru - vrchní pohled (Fusion 360 2024)



Obrázek 15 - Krabička FM rádia - komplet (Fusion 360 2024)



Obrázek 16 - Víčko krabičky FM rádia - spodní pohled (Fusion 360 2024)



Obrázek 15 - Krabička FM rádia (Fusion 360 2024)

2.3 Programování

Program jsem napsal v programu ArduinoIDE a jako programátor čipu ATmega328p jsem použil Arduino UNO.

Program:

```
#include <TEA5767Radio.h>
#include <Bonezegei_LCD1602_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <Encoder.h>

#define preset_switch 4 // Digitální pin pro přepínání mezi přednastavenými
frekvencemi
#define num_presets 8 // Počet přednastavených frekvencí

Encoder enco(3, 2);
TEA5767Radio radio = TEA5767Radio();
Bonezegei_LCD1602_I2C lcd(0x27);

// Pole s přednastavenými frekvencemi
float presets[num_presets] = {88.5, 90.5, 92.1, 98.4, 100.7, 103.4, 105.3, 106.4};
int current_preset = 0; // Index aktuální přednastavené frekvence

void setup() {
    lcd.begin();
    lcd.setPosition(0, 0);
    Wire.begin();
    pinMode(preset_switch, INPUT_PULLUP); // Nastaví digitální pin pro přepínání
přednastavených frekvencí na vstup s pull-up odporem
}

float freq = presets[current_preset]; // Nastaví frekvenci na aktuální přednastavenou
frekvenci
char freq_str[10];
long encoder_position = 0; // Initial encoder position
boolean rotated = false;
unsigned long lastRotationTime = 0;
unsigned long rotationDelay = 100; // Delay in milliseconds between frequency changes

void loop() {
    // Encoder setup
    long new_position;
    new_position = enco.read();

    // Kontrola přepínače pro přednastavené frekvence
    if (digitalRead(preset_switch) == LOW) {
        // Přepněte na další přednastavenou frekvenci
        current_preset = (current_preset + 1) % num_presets;
```

```

    freq = presets[current_preset];
    rotated = false; // Resetovat stav rotace
    delay(1); // Zpoždění pro odstranění skoku v hodnotě enkodéru
}

// Změna frekvence pomocí enkodéru
if (new_position != encoder_position) {
    if (!rotated && (millis() - lastRotationTime >= rotationDelay)) {
        if (new_position > encoder_position) {
            if (freq <= 108) {
                freq += 0.1;
            } else {
                freq = 87.5;
            }
        } else {
            if (freq >= 87.5) {
                freq -= 0.1;
            } else {
                freq = 108;
            }
        }
    }

    lastRotationTime = millis();
    rotated = true;
} else {
    rotated = false;
}

// Nastaví frekvenci na rádio
radio.setFrequency(freq);

// Aktualizuje displej pouze v případě, že se frekvence změnila
static float last_displayed_freq = 0.0;
if (freq != last_displayed_freq) {
    dtostrf(freq, 6, 2, freq_str);
    lcd.clear();
    lcd.print("Freq: ");
    lcd.print(freq_str);
    lcd.print(" MHz");
    last_displayed_freq = freq;
}

encoder_position = new_position;
}

```

Závěr

Při konstrukci FM rádia se vyskytly menší potíže kvůli použití jiných součástek než původně zamýšlených, na které byla PCB deska od počátku stavěná. Další vznikly při chybném připojení pinů čipu TEA5767 k ATmega328p ve schématu. Všechny problémy se mi úspěšně podařilo opravit a výsledkem práce je tedy plně funkční FM rádio s frekvenčním rozsahem od 87,5 MHz do 108 MHz.

Použitá literatura

Jan Kesi: Elektronika 1 analogová technika

<https://hackaday.io/project/176053-fm-receiverradio-using-arduino-and-tea5767>

https://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/studijni_materialy/ov/uc_text_oscil%C3%A1tory.pdf

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Kondenz%C3%A1tor>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Ant%C3%A9na>

https://embedded.fel.cvut.cz/sites/default/files/kurzy/lpe/rotary_encoder/Rotary_Encoder.pdf

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Reproduktor>

<https://botland.cz/mp3-wav-ogg-midi-prehravace/6641-pam8403-5v-3w-stereofonni-zvukovy-zesilovac-dvoukanalovy-zeleny-5904422359850.html>

<https://www.hwkitchen.cz/atmega328-arduino-uno-bootloader/>

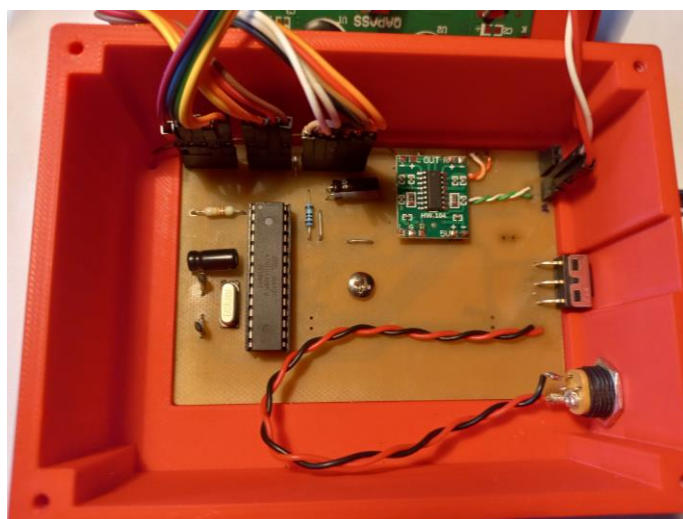
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Návod k použití

1. Umístěte FM rádio na pevnou podložku
2. Vytáhněte anténu
3. Připojte rádio k napájení 5 V
4. Zapněte rádio přepínačem na pravé straně rádia
5. Nastavte si frekvenci otočným enkodérem umístěným uprostřed přední stěny rádia (přednastavené frekvence přepínáte stlačením enkodéru)
6. Nastavte si vyhovující hlasitost potenciometrem umístěným v levé části přední stěny rádia
7. Užijte si poslech



Obrázek 20 - přední strana FM rádia



Obrázek 19 - Vnitřní strana krabičky



Obrázek 18 - pravá stěna FM rádia



Obrázek 17 - vnitřní strana víčka