



Vyšší odborná škola a Střední průmyslová
škola elektrotechnická Olomouc,
Božetěchova 3

PRAKTICKÁ ZKOUŠKA Z ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

Učební pomůcky pro odborné předměty

Autor	Tomáš Smida
Obor	Elektrotechnika
Vedoucí práce	Ing. Jaroslav Pospíšil
Školní rok	2021/2022



ZADÁNÍ PRAKTICKÉ ZKOUŠKY Z ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

pro: **Tomáše SMIDU**

Obor vzdělání: **26-41-M/01 Elektrotechnika**
Automatizační a telekomunikační systémy

Třída: **4B**

Ředitelství Vyšší odborné školy a Střední průmyslové školy elektrotechnické Olomouc Vám podle vyhlášky Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy č. 177/2009 Sb., o bližších podmínkách ukončování vzdělávání ve středních školách maturitní zkouškou, ve znění vyhlášky č. 90/2010 Sb., vyhlášky č. 274/2010 Sb., vyhlášky č. 54/2011 Sb. a vyhlášky č. 273/2011 Sb., určuje tuto praktickou zkoušku z odborných předmětů.

Téma: **Učební pomůcky pro odborné předměty**

Způsob zpracování a pokyny k obsahu:

- Navrhnout dva učební panely pro výuku odborných předmětů (ZAE, ELT nebo PRAXE).
- Realizovat panely - jeden pasivní (papírová forma) a jeden interaktivní s výstupem optickým a zvukovým, s možností nastavit nebo zadat vstupní parametry.
- Interaktivní panely otestovat při praktické výuce na škole.
- Vytvořit uživatelský manuál pro vyučující, kteří budou s výukovým panelem pracovat při výuce.
- Vytvořit poster prezentující maturitní práci.
- Připravit podklady pro aktivní účast v jednotlivých kolech SOČ.
- Všechny body zadání jsou závazné, při jejich neplnění může škola změnit formu praktické zkoušky z dlouhodobé na jednodenní.

Rozsah: 25 až 35 stran

Kritéria hodnocení: Hodnocení práce probíhá ve třech fázích.

Průběžné hodnocení zohledňuje postupné plnění zadaných úkolů, dodržování termínů, míru samostatnosti žáka. Hodnocení závěrečné posuzuje míru splnění všech požadavků vyplývajících ze zadání práce a funkčnost produktů. Hodnocena je přehlednost, úplnost, srozumitelnost a formální stránka textové části práce. Hodnocení obhajoby práce zahrnuje způsob a srozumitelnost projevu, vzhled prezentace, odpovědi na dotazy.

Délka obhajoby: 15 minut

Počet vyhotovení: 1x PDF verze (Thesaurus) + 1 výtisk + 1x poster (Thesaurus)

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav POSPÍŠIL

Datum zadání: 4. října 2021

Datum odevzdání: 25. března 2022

V Olomouci dne 4. října 2021

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA 3
A STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA
ELEKTROTECHNICKÁ
Božetěchova 755/3, 772 00 Olomouc
tel. 585 208 121 IČ: 00844012

[Podpis ředitele školy]
ředitel školy

Zadání převzal dne 6.10.2021

[Podpis žáka]
podpis žáka

Prohlašuji, že jsem praktickou zkoušku z odborných předmětů vypracoval samostatně a všechny prameny jsem uvedl v seznamu použité literatury.

.....

Tomáš Smida

Chtěl bych vyslovit poděkování panu Ing. Jaroslavu Pospíšilovi za odborné konzultace a poskytnuté informace.

.....

Tomáš Smida

Prohlašuji, že nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé práce nebo její části se souhlasem školy.

.....

Tomáš Smida

ABSTRAKT

Odporový dělič napětí je elektronický obvod tvořený zdrojem zajišťující vstupní napětí U_1 a děličem složeného z jednoho nebo více rezistorů. Vstupní napětí se rozdělí podle II. Kirchhoffova zákona. Cílem je dostat na výstupu (U_2) požadované napětí, výstupní napětí je vždy nižší než vstupní. Odporový dělič napětí je jeden ze základních obvodů, který se vyučuje na elektrotechnických školách.

Cílem práce bylo sestavit 2 moduly:

1. Plakát A1 se schématem a popiskem zatíženého odporového děliče napětí. Je vyvěšený v budově školy.
2. Interaktivní modul sloužící pro konkrétní ukázkou funkčnosti zatíženého odporového děliče. Modul se skládá z nastavitelného zdroje, odporů různých hodnot, které lze v modulu zapojovat v různých variantách a voltmetrů, které ukazují hodnotu na zdroji a zapojených rezistorů. Dále obsahuje spínače, které přes STM8 spínají voltmetry a LED diody znázorňující tok proudu.

Teoretická část je realizovaná plakátem zpracovaným ve vektorové grafice v programu Inkscape. Zabývá se obecnými údaji a funkcí zatíženého odporového děliče napětí. Praktická část je realizována interaktivním modulem. Modul má názorně ukázat, jak funguje zatížený odporový dělič napětí. Program pro mikrokontrolér STM8, kterým jsou ovládané RGB LED diody, spínání voltmetrů a jejich kontrolních LED diod.

Při měření napětí se musí počítat s chybou voltmetru. Každá osoba manipulující s modulem, by měla být poučena, že pracuje s elektronickým zařízením a jak má s modulem pracovat. Pokud po zapnutí modulu LED diody nesvítí, nebo se na displeji zdroje neukazují hodnoty, či jsou špatně čitelné, nejpravděpodobněji je vybitá baterie.

OBSAH

Abstrakt.....	4
Obsah.....	5
Úvod.....	7
1. Nezatížený dělič napětí.....	8
1.1 II. Kirchhoffův zákon	9
1.2 Odvození vzorce.....	9
2. Realizace plakátu	10
2.1 Využití	12
2.2 Inkscape	12
3. Interaktivní panel	14
3.1 Popis panelu	15
3.2 Popis funkce.....	16
3.3 Využití	17
4. Použité součástky	19
4.1 Analogový voltmetr	19
4.2 Power banka.....	20
4.3 Step-up měnič	21
4.4 Nastavitelný zdroj napětí	23
5. Procesorová část	25
5.1 STM8S103F3	25
5.2 Kód	27
5.3 RGB LED WS2812B.....	30

5.4	Sběrnice SPI	30
6.	Manuál.....	32
6.1	Zapojení a nastavení hodnot.....	32
6.2	Spuštění a ovládání děliče.....	32
6.3	Vzorový příklad měření	33
6.4	Upozornění.....	34
	Závěr.....	35
	Seznam použité literatury	37
	Seznam obrázků a tabulek	39
	Přílohy.....	40

Úvod

Odporový dělič napětí je elektronický obvod, který je součástí výuky na škole týkajících se odborných předmětů jako Základy elektrotechniky, Elektrotechnické měření i Praxí.

Jako první práci, která byla méně časově náročná, jsem zvolil plakát. Obsahuje základní informace o zatíženém odporovém děliči. Visí v budově školy. Má vzdělávací funkci pro žáky. Díky své barevnosti dokáže zaujmout.

Druhou časově náročnější prací byla realizace interaktivního modulu. Pro realizaci bylo nutné odzkoušet a vybrat různé typy součástek. Funkčnost obvodu, a hlavně reálnou vizualizaci jsem vyzkoušel na kusu kartonu, kde jsem si narýsoval usazení, rozměry a zaznačil rozměry. Poté stačilo vybrat vhodný materiál a rozměr desky pro usazení součástek.

Dalším důležitým bodem je naprogramování mikrokontroléru STM8 typu STM8S103F3. Kód musí obsahovat podmínky pro spínání napájení voltmetrů tlačítka a ovládání LED pásku. Program také musí být chráněn proti všem možným chybám, které se mohou vyskytnout.

Téma jsme společně vybrali s vedoucím práce panem Ing. Jaroslavem Pospíšilem, aby práce mohla být využita ke vzdělávání žáků školy a mohli si lépe představit, jak obvod funguje. Sami si můžou obvod vyzkoušet pod dozorem vyučujícího.

1. NEZATÍŽENÝ DĚLIČ NAPĚTÍ

Dělič napětí je obvod, jehož cílem je rozdělit vstupní napětí, tak aby na výstupu bylo požadované výstupní napětí, které je nižší než vstupní. Vstupní napětí označujeme jako U_0 , U_1 , U_{IN} nebo U_{VST} a výstupní napětí jako U_2 , U_{OUT} nebo U_{VYST} .

Výstupní napětí je přímo úměrné vstupnímu a platí u něho II. Kirchhoffův zákon.

Dělič napětí je tvořen dvěma a více sériově zapojenými rezistory.

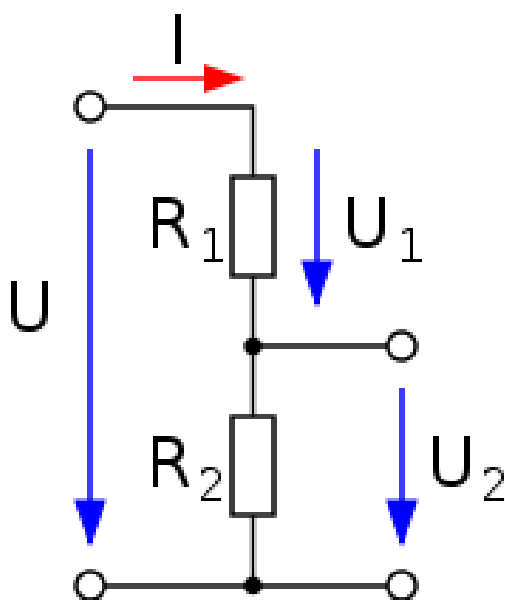
Výstupní napětí i další parametry obvodu můžeme vypočítat pomocí odvozeného vzorce.

Pomocí děliče je možné nastavovat například svítivost žárovky, pracovní bod zesilovače nebo otáčky stejnosměrného motoru. Dále se využívá u obvodů jako je voltmetr a A/D převodník.

Zatížený dělič by vznikl připojením zátěže označovanou R_z na výstupu paralelně s rezistorem R_2 .

O obvodu můžeme říct, že se jedná o dvojbran. První dvě svorky slouží pro vstupní napětí a dvě další svorky pro výstupní napětí.

Obrázek 1 Schéma nezatíženého odporového děliče napětí



Zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C4%9Bli%C4%8D_nap%C4%9Bt%C3%AD

1.1 II. KIRCHHOFFŮV ZÁKON

Tento zákon je také zvaný Kirchhoffův zákon o napětích. Definuje, že součet všech úbytků napětí na spotřebičích (rezistorech) v uzavřené části obvodu (smyčce) se rovná součtu napětí zdrojů v této smyčce. Zákon se uplatňuje, jak ve stejnosměrných, tak ve střídavých obvodech, kde se však vyjadřuje komplexními čísly a místo elektrického odporu se používá impedance. Můžeme ho uplatnit v každém uzlu obvodu. Postupovat se dá jak po směru hodinových ručiček, tak v protisměru.

Nejznámější formulace zní: **Algebraický součet napětí ve smyčce je roven nule.**

1.2 ODVOZENÍ VZORCE

Výstupní napětí nezatíženého děliče se je rovno velikosti vstupního napětí krát hodnota odporu, na kterém výstupní napětí odebíráme, děleno součtem všech hodnot rezistorů děliče.

$$U_2 = I \cdot R \quad (1)$$

$$I = \frac{U_1}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

Pro odvození konečného vzorce (3) si určíme výpočet výstupního napětí pomocí Ohmova zákona (1).

U vzorce (1) nám stačí určit pouze 1 neznámou, kterou je proud I , ten se vypočítá podle Ohmova zákona v první smyčce obvodu, tedy s použitím vstupního napětí U_1 . Tím získáme vzorec (2).

Při určení konečného vzorce (3) pro výstupní napětí, které je stejné jako napětí na rezistoru R_2 , použijeme opět Ohmův zákon, kde za proud dosadíme vzorec (2).

2. REALIZACE PLAKÁTU

První část práce představuje plakát, jehož hlavním obsahem je schéma zatíženého odporového děliče napětí. Ve schématu jsou vyznačené šipky proudu, napětí, označeny jsou všechny součástky i vstupní a výstupní svorky. Dále je na plakátu obsažen stručný popis obvodu. Plakát je tvořený barevně a určený k vyvěšení v budově školy. Rozměr má 85x60 cm a odpovídá velikostí ostatním plakátům používaným ve škole například v chodbě vedoucích do dílen. Návrhy pro tvorbu byly tvořeny v programu Inkscape.

Obrázek 2 Plakát se zatíženým děličem napětí

ODPOROVÝ
DĚLIČ NAPĚTÍ
ZATÍŽENÝ

POPIS

Napětový dělič je jednoduchý obvod realizovaný dvěma rezistory. Používá se pro získání výstupního napětí U_2 , které je úměrné vstupnímu napětí U_1 . R_z je spotřebičem obvodu.

Využití:

- Voltmetr
- A/D převodníky

ODVOZENÍ VZORCE

$$U_2 = I \cdot (R_2 \parallel R_z)$$

$$I = \frac{U_1}{R_1 + \frac{R_2 \cdot R_z}{R_2 + R_z}}$$

$$I = \frac{U_2}{\frac{R_2 \cdot R_z}{R_2 + R_z}}$$

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R_2 \cdot R_z}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_z + R_2 \cdot R_z}$$

SCHÉMA

REALIZACE
NA NEPÁJIVÉM POLI

Vypracoval Tomáš Smida

Zdroj: Vlastní zdroj

2.1 VYUŽITÍ

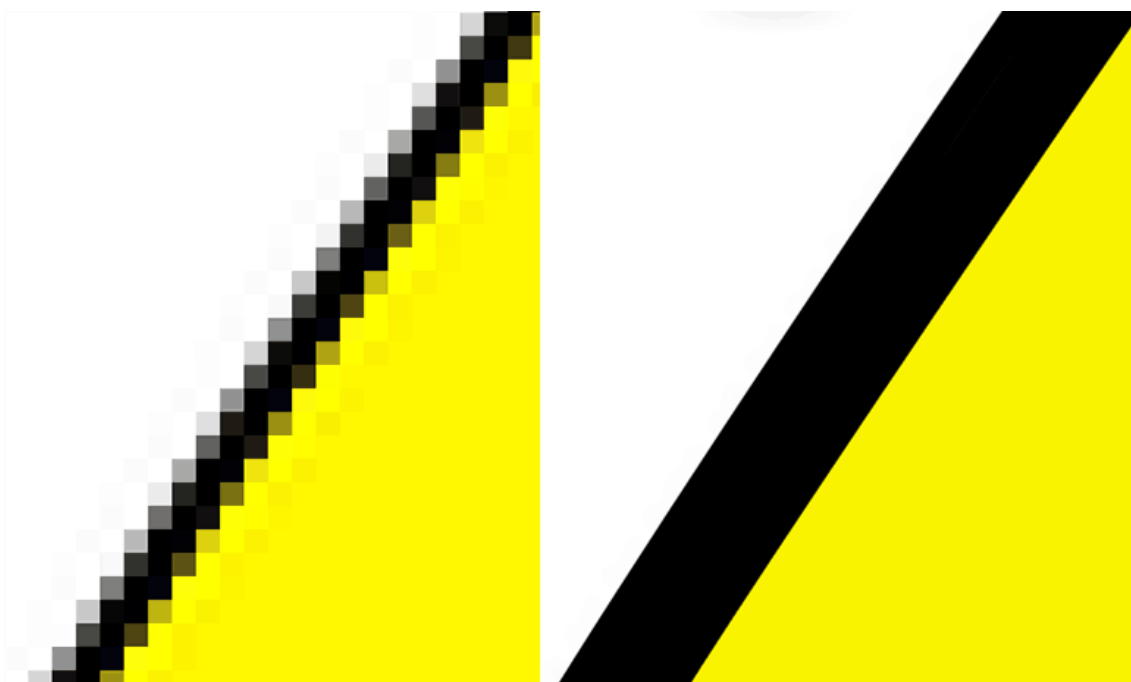
Plakát má informační a edukační funkci. Úkolem je vzdělávat žáky grafickou formou. Díky barevnosti, přehlednosti a jednoduchosti nákresu dokáže lépe zaujmout. Aby se nepletli veličiny jako proud a napětí, jsou ve schématu od sebe barevně odlišeny.

2.2 INKSCAPE

Inkscape je svobodný a otevřený vektorový grafický program pro operační systémy GNU/Linux, Windows a MacOS. Nabízí mnoho funkcí často používané pro umělecké i technické ilustrace, kliparty, karikatury, typografii, diagramy. Důležitou funkcí, využívanou v předmětu Číslicová technika i Mikroprocesorová technika jsou vývojové diagramy, které slouží jako návod, podle kterých by měl být následně vytvořený kód. Kód bývá psaný v programovacím jazyce, nejznámější jsou C, C++, Python nebo Java.

Program používá vektorovou grafiku, tedy vykresluje obraz v neomezeném rozlišení za použití křivek, na rozdíl od rastrové (bitmapové) grafiky. Pokud bychom měnili velikost obrázku, tak u vektorové grafiky nedojde ke snížení kvality, zatímco u rastrové dojde k tzv. rozkostičkování, kde vidíme jednotlivé pixely rastru. Základem vektorové grafiky je analytická geometrie. Výhodou je malá datová velikost.

Obrázek 3 Rozdíl mezi rastrovou a vektorovou grafikou po zvětšení obrázku



Zdroj: <https://vektorova-grafika.cz/rastrova-a-vektorova-grafika-jaky-je-rozdil/>

Soubory vektorové grafiky, které zajišťuje program Inkscape: .ai (adobe ilustrator), .svg (scallable vector graphics), .pdf (portable document format), .eps (encapsulated post script) a .ps(post script). Program umí také exportovat soubor do rastrové grafiky jako soubor .png (portable network graphics)

Program obsahuje komplexní sadu funkcí, jednoduché rozhraní, podporuje mnoho jazyků a uživatelé mohou přidávat do programu různé doplňky.

Inkscape má na internetu velkou komunitu uživatelů, tím pádem existuje mnoho edukačních materiálů, díky nim je jednoduché se s programem naučit pracovat. Program patří mezi neprofitující organizace, což znamená, že ho může používat kdokoliv zdarma. Má mnoho autorů, mnoho lidí přispělo do vývoje programu.

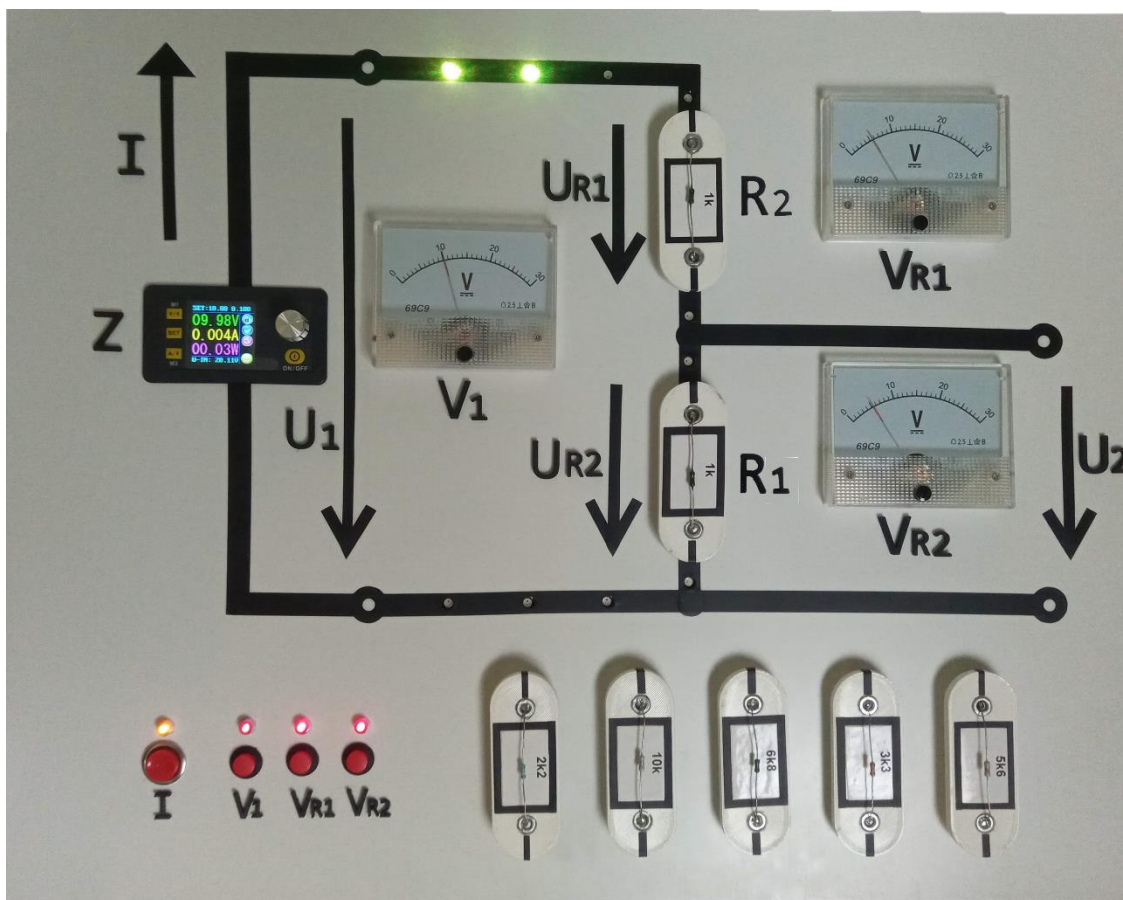
Na programu se začalo pracovat v roce 2003. Alternativní verzi programu vedli 4 bývalí vývojáři ze Sodipodi.

3. INTERAKTIVNÍ PANEL

Druhou složitější částí práce je interaktivní panel děliče napětí. Panel je složený z různých elektronických součástek umístěných na plastové bílé desce o

rozměrech 40 cm x 60 cm. Vnitřní zapojení panelu je zakryté další deskou z druhé strany. Důležitou částí je mikrokontrolér STM8, který ovládá okruh pro Kontrolní LED diody signalizují sepnutí jednotlivých voltmetrů a sepnutí okruhu RGB LED diod WS2812B. Mikrokontrolér je ovládán pomocí tlačítek. Další dražší a důležitou položku tvoří nastavitelný zdroj napětí napájecí obvod děliče. Celý obvod je napájený powerbankou. Obsahem desky jsou odnímatelné destičky s napájenými rezistory, kterými lze libovolnou kombinací měnit poměr dělení

Obrázek 4 Interaktivní panel



Zdroj: Vlastní zdroj

vstupního napětí.

3.1 POPIS PANELU

Základem panelu je plastová deska bílé barvy o rozměrech 40 cm x 60 cm. V desce jsou vyvrtané díry, kde jsou usazeny součástky jako panelový voltmetry, zdroj, tlačítka, kontrolní LED diody a svorky pro uchycení destiček s rezistory. Dále je na desce označen trasa děliče pomocí lepící černé matné fólie nařezané na pásy. Všechny veličiny (zdroje, napětí, proudu, voltmetrů a rezistorů) jsou označeny schématickou značkou vytisknutou na 3D tiskárně a nalepenou na desce. Celý panel je díky nabíjecímu zdroji (powerbance) přenositelný.

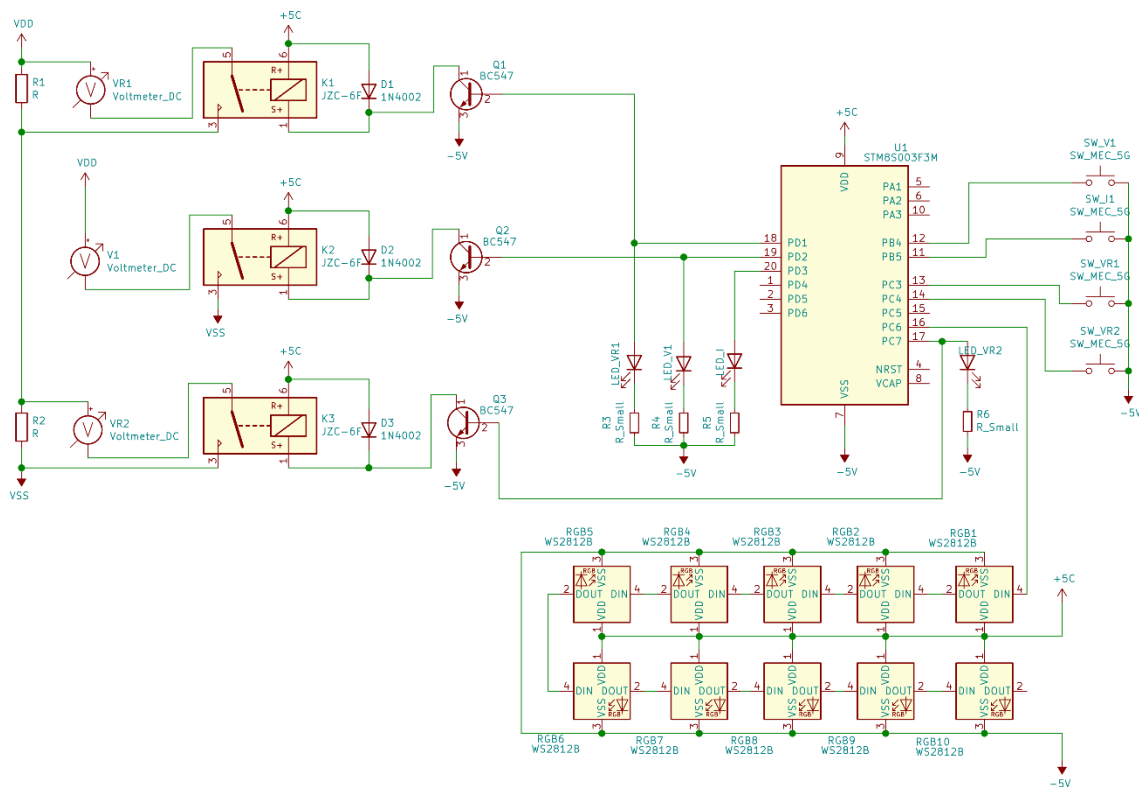
Zapojení má dva jednotlivé obvody. Prvním je samotný dělič napětí s nastavitelným zdrojem napětí napájený přes step-up měnič powerbankou. Zdroj napájí svorky, na které se dají připojit 2 destičky s rezistory s různými odpory. Druhým je obvod řízený mikrokontrolérem STM8 typu STM8S103F3, napájený přímo z powerbanky. Řídí sepínání analogových voltmetrů a okruh RGB LED diod. Napájení obvodů a STM8 je zapojené z druhé strany desky společně s celým zapojením obvodů a zakrývá je druhá deska, která vytváří podstavu modulu. Z náhledové strany panelu je jasně viditelný obvod děliče s nastavitelným zdrojem, ze kterého vedou trasy z nalepovací fólie ke svorkám pro destičky s rezistory. Po této trase je vyvrtáno několik děr, ve kterých jsou umístěny RGB LED diody.

V obvodu děliče jsou zdířky pro zapojení dvou destiček s rezistory a pro dalších pět destiček jsou na pravé dolní straně umístěné další zdířky, které jsou nezapojené a slouží jen pro odložení dalších destiček. Vedle zdroje a zdířek pro rezistory jsou zabudovány analogové voltmetry. Na pravé dolní straně jsou umístěny tři stejná tlačítka pro ovládání analogových voltmetrů. Čtvrté tlačítko se liší velikostí a slouží pro ovládání RGB LED diod. Nad každým tlačítkem je zabudovaná signalizační LED dioda.

Destičky pro rezistor má rozměry 8 cm x 3 cm s tloušťkou 0,5 cm a byly v bílé barvě vytištěny na 3D tiskárně. Mají obdélníkový tvar s půlkruhovými okraji. Po stranách jsou zašroubované pocínované banánky, na kterých je připájený rezistor

s hodnotou, která je vylepena na fotopapíru nalepeném na destičce. Okolo fotopapíru je nalepena lepicí fólie vytvářející schématickou značku rezistoru.

Obrázek 5 Schéma zapojení panelu



Zdroj: Vlastní zdroj

3.2 POPIS FUNKCE

Celý panel je napájený powerbankou s 5V výstupem. Zapíná se zmáčknutím tlačítka, který přímo ovládá powerbanku. Pro vypnutí je potřeba tlačítko podržet. Napájeny jsou dva samostatné obvody.

Prvním napájeným obvodem je dělič napětí, složen z nastavitelného zdroje, který napájí step-up měnič 24 V. Dále jsou v obvodu rezistory, které si v libovolném poměru volí uživatel modulu.

Nastavitelný zdroj je možné ovládat dvěma způsoby, pomocí ovládacích prvků (tlačítek, otočného spínače) zabudovaných přímo na panelu zdroje a druhým způsobem je ovládání přes Bluetooth například mobilem či notebookem. Po zapnutí napájení se displej zdroje hned rozsvítí. Pomocí ovládacích prvků nastavíme požadované výstupní napětí, které však nemůže být větší než vstupní napětí zobrazované na displeji. (cca 30 V). Všechny další ovládací a zobrazovací prvky jsou již realizovány druhým obvodem (procesorovým) ovládaným mikrokontrolérem STM8 typu STM8S103F3.

Mikrokontrolér je přímo napájený 5 V z powerbanky. Jeho vstupy tvoří čtyři tlačítka. Tři z nich jsou stejné a ovládají spínání relé přes zesilovací tranzistory, které následně spojí kontakt voltmetru k rezistoru. Tím nám ovládá spínání analogových voltmetrů. Čtvrté tlačítko se liší rozměry a vzdáleností od ostatních tlačítek a ovládá RGB LED diodový obvod představující průchod proudu děličem. RGB LED diody musejí mít své vlastní napájení 5 V a dva vodiče jsou signálové, vstup a výstup. Pomocí sběrnice SPI nám STM8 ovládá diody. Mikrokontrolér má dva programy signalizace proudu. Základem obou programů se po směru šipky proudu od zdroje začnou postupně rozsvěcovat žlutou barvou vždy tři RGB LED diody. Při rozsvícení čtvrté se zároveň poslední dioda (od počátku) zhasne. Vždy když se rozsvítí dioda na konci, se nám plynule program opakuje v nekonečné smyčce až do doby, kdy znovu stiskneme tlačítko ovládající program signalizace proudu. Tím se nám spustí program číslo dva, který je téměř stejný s rozdílem, že program pracuje rychleji. Z každého výstupu je zapojena kontrolní LED dioda umístěna nad příslušným tlačítkem indikující sepnutí tlačítka.

3.3 VYUŽITÍ

Panel má sloužit především pro výuku s tematikou odporového děliče, ale také Ohmova zákona i II. Kirchhoffova zákona. Především se dá využít v odborných předmětech jako jsou základy elektrotechniky, elektrotechnika, nebo také praxe.

Učitel může zavěsit modul na tabuli a názorně žákům ukázat funkčnost děliče napětí. Nebo si žáci můžou sami modul zkusit a zapojit.

Hlavní výhodou je možnost spínat libovolný voltmetr. Žáci tak mohou počítat ostatní veličiny obvodu a následně si napěťové veličiny ověřit sepnutím příslušného voltmetru. Díky možnosti výběru destiček s různými hodnotami odporu pohybujících se v rozmezí od 1 k Ω do 10 k Ω , lze různě odpory obvodu kombinovat, a s kombinací nastavení vstupního napětí vytváří mnoho možností rozdělení vstupního napětí.

4. POUŽITÉ SOUČÁSTKY

Tato kapitola se bude týkat především těch důležitějších obvodů a přístrojů jako je powerbanka, step-up měnič, nastavitelný zdroj, analogový voltmetr. Mikrokontrolér STM8 je z této kapitoly vynechaný, jelikož se ho týká celá další kapitola. Menší a jednodušší součástky jako jsou rezistory, tranzistory, kontrolní LED diody, relé a tlačítka nebudou blíže specifikovány. Jejich zapojení je možné vidět na schématu (obrázek č. 4).

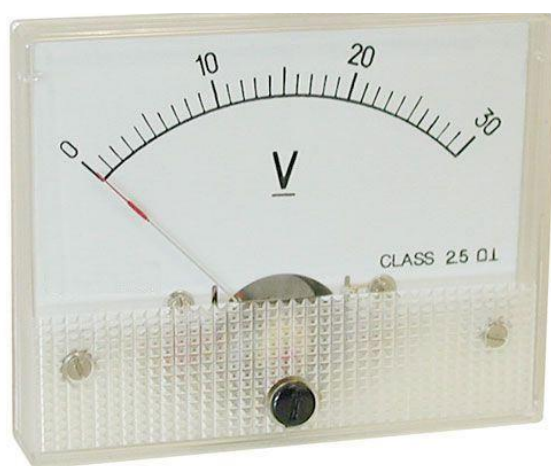
4.1 ANALOGOVÝ VOLTMETR

Tabulka 1 Parametry analogového voltmetru

Popis	Analogový panelový voltmetr 69C9 30V DC
Rozsah [V _{DC}]	30
Třída přesnosti	2.5

Zdroj: <https://www.hadex.cz/r044-analogovy-panelovy-voltmetr-69c9-30v-dc/>

Obrázek 6 Analogový panelový voltmetr 69C9 30V DC



Zdroj: <https://www.hadex.cz/r044-analogovy-panelovy-voltmetr-69c9-30v-dc/>

Jedná se o ručičkový měřící přístroj napětí. Obsahuje magnetoelektrickou měřící soustavu, která přeměňuje napětí na mechanický pohyb vychylovací ručičky. Voltmetry se k obvodu připojují vždy paralelně. Svorky musí být připojeny na správnou polaritu. Spotřeba voltmetru se dá nepřímo vyjádřit vstupním odporem R_V , čím větší je, tím je menší spotřeba voltmetru.

4.2 POWER BANKA

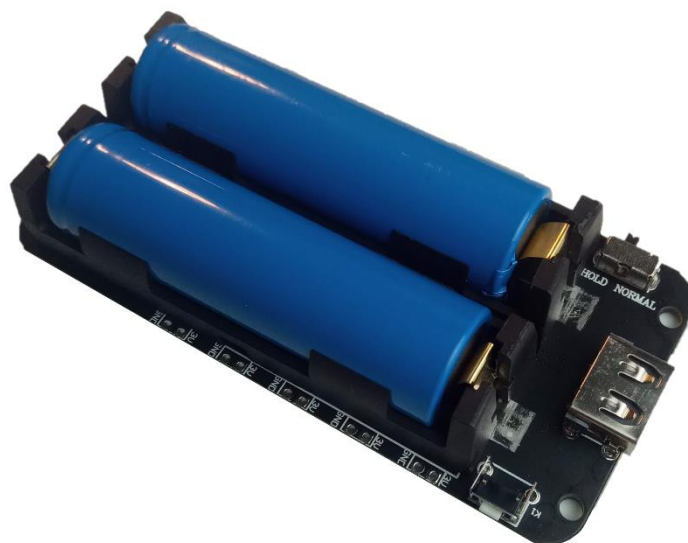
Tabulka 2 Parametry modulu powerbanky V8

Popis	Powerbanka, modul V8 pro 2x Li-Ion 18650
Vstupní napětí DC	5 V/ 600-800 A (Mikro USB, USB C)
Výstupní napětí DC	5 V/ 2,2 A + 3 V/ 1 A
Deklarovaná kapacita [mAh]	2200

Zdroj: <https://www.hadex.cz/g819-nabijecka-powerbanka-modul-v8-pro-esp32esp8266-pro-2x-li-ion-18650/>

Modul je určený pro zařízení s nižším odběrem proudu, čemuž interaktivní modul

Obrázek 7 Powerbanka, modul V8



odpovídá. Je vybavený ochranným obvodem pro vysoký odběr proudu. Dá se nabíjet pomocí konektorů USB C a mikro USB. Pracuje v módu HOLD (nastavený přepínačem na modulu), kdy po zapnutí pracuje jen, má-li odběr větší než 30 mA, jinak se po cca pěti sekundách vypne. Zapínání modulu je realizováno stisknutím zabudovaného tlačítka přímo na modulu powerbanky. Pro vypnutí powerbanky je nutné tlačítko podržet. Napětí lze odebírat pomocí USB konektoru nebo napájením pinů po stranách modulu. Lze napájet až pět párů pinů pro napájení 5 V a dalších pět párů z druhé strany na napájení 3V3.

4.3 STEP-UP MĚNIČ

Tabulka 3 Parametry step-up měniče

Popis	Napájecí modul, step-up měnič 2A s MT3608
Vstupní napětí [V _{DC}]	2-24
Výstupní napětí [V _{DC}]	2-24
Výstupní proud I _{MAX} [A]	2 (doporučeno do 1 A)
Účinnost [%]	93

Zdroj: <https://www.hadex.cz/m407-napajeci-modul-step-up-menic-2a-s-mt3608/>

Obrázek 8 Step-up měnič



Zdroj: <https://www.hadex.cz/m407-napajeci-modul-step-up-menic-2a-s-mt3608/>

Step-up měnič funguje jako napájecí modul pro nastavitelný zdroj v obvodu s děličem napětí. Přivádíme na něj vstupní napětí z powerbanky (5 V) a pomocí trimeru nastavujeme rozsah výstupního napětí měniče. V obvodu je nastaven na maximum (24 V), abychom mohli používat co největší rozsah napětí na nastavitelném zdroji. Aby však nedošlo k poškození děliče nesmí být na vstupu měniče vyšší napětí než na výstupu. Na výstupu by měl být zapojen filtrační kondenzátor 2,2 uF.

4.4 NASTAVITELNÝ ZDROJ NAPĚTÍ

Tabulka 4 Parametry laboratorního zdroje

Popis	Laboratorní zdroj-modul DPS3005-USB BT s Bluetooth
Vstupní napětí [V _{DC}]	6-40
Výstupní napětí [V _{DC}]	0-30
Výstupní proud I _{MAX} [A]	5
Vstupní proud I _{MAX} [A]	5
Přesnost měření napětí [%]	±0,5
Přesnost měření proudu [%]	±0,5
Možnost připojení	Mikro USB, Bluetooth
Kompatibilní software	Windows 7/10, Android 7 a vyšší

Zdroj: <https://www.hadex.cz/m548-laboratorni-zdroj-modul-dps3005-usb-bt-s-bluetooth/>

Obrázek 9 Laboratorní zdroj



Zdroj: <https://www.hadex.cz/m548-laboratorni-zdroj-modul-dps3005-usb-bt-s-bluetooth/>

Programovatelný zdroj dokáže držet stabilní napětí a proud a je především speciální díky možnému programování přímo z počítače, a dokonce i telefonu. Dá se k němu připojit pomocí Bluetooth modulu, který je součástí produktu. Zároveň je k němu i druhý modul umožňující se připojit drátově přes mikro USB, ten však není možné ke připojit, kvůli zabudování zdroje v interaktivním modulu. Pro požadované výstupní napětí je důležité, aby vstupní napětí bylo alespoň 1,1x větší.

Díky paměti zdroje se do něho dá ukládat až 10 hodnot nastavení zdroje. Zdroj je vybavený 1,44" LCD displejem a dá se ovládat pomocí čtyř tlačítek a otočným spínačem zabudovaným přímo na přední straně zdroje. Otočný spínač slouží pro nastavení hodnot. Pod ním je jedno tlačítko, kterým se spouští výstup zdroje. Další tři tlačítka určují, který parametr se bude měnit.

U zdroje lze nastavit tři typy ochran:

1. OVP – ochrana proti přepětí.
2. OCP – ochrana proti nadproudu.
3. OPP – ochrana proti překročení výkonu.

Aplikace pro ovládání zdroje je volně dostupná na Google Store pod názvem „DPS (H) Series.“ V samotné aplikaci můžeme ovládat vstupní parametry zdroje a sledovat i grafy.

K připojení zařízení přes Bluetooth je nutné vyhledat zařízení pod názvem „RuiDengDPS,“ a pak zadat kód 1234.

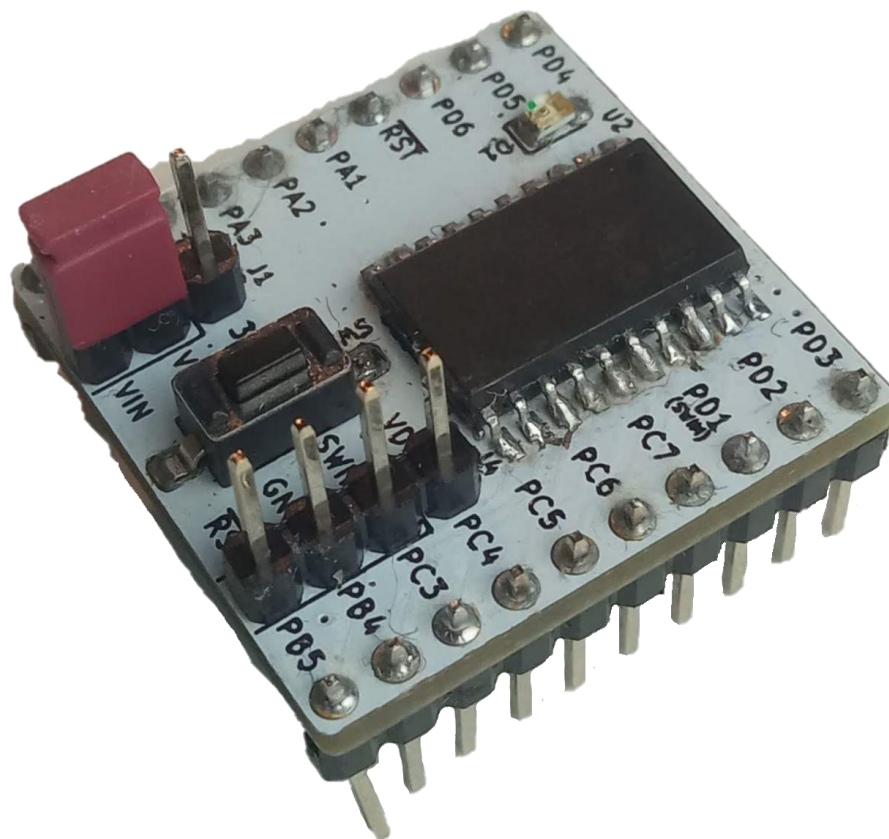
5. PROCESOROVÁ ČÁST

Základem je mikrokontrolér STM8S103F3, který pomocí tlačítek ovládá spínání voltmetrů přes relé a přes sběrnici SPI ovládá obvod s deseti RGB LED diodami.

5.1 STM8S103F3

Popis	8bitové mikrořadiče – MCU
Provozní napájecí napětí [V _{DC}]	2,95-5,5
Pouzdro	SOP-20
Jádro	STM8
Série	STM8S103F3
Velikost programovací paměti Flash [kB]	8
Maximální frekvence [MHz]	16
Počet vstupů/ výstupů	16
Velikost datové RAM paměti [kB]	1
Velikost datové EEPROM paměti [B]	640

Obrázek 10 Modul s STM8S103F3



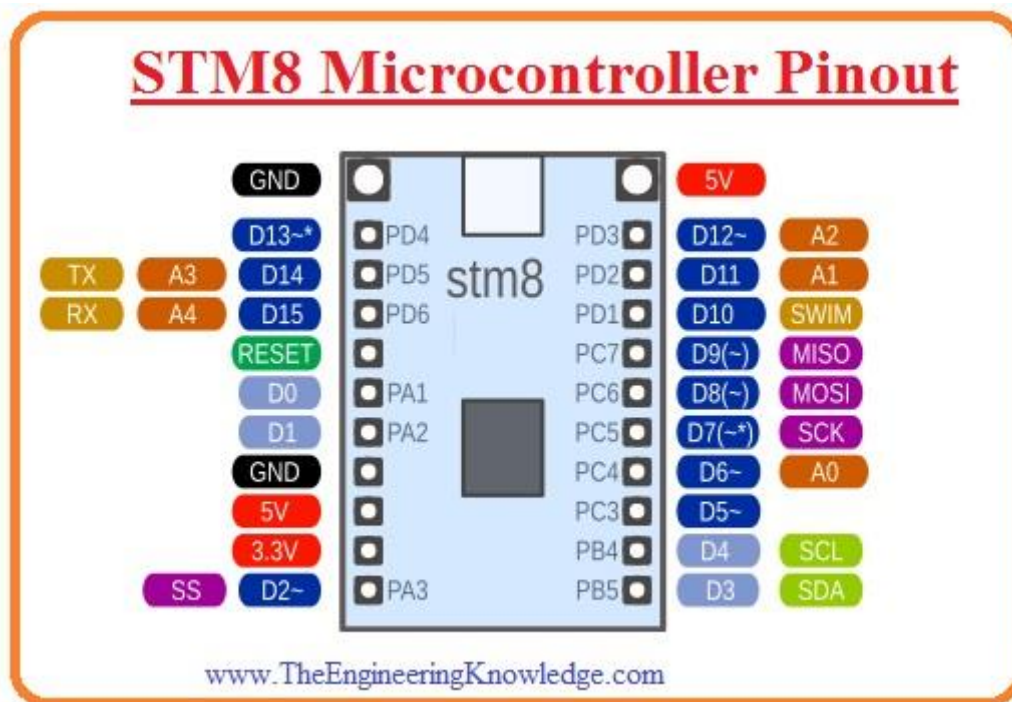
Zdroj: Vlastní zdroj

Základem tohoto typu mikrokontroléru je jádro STM8. Od ostatních typů se hlavně velikostí paměti a počtem vstupů/ výstupů. Programování je v podstatě stejné jako u nukleo kitu STM8S208RB, který se používá pro výuku ve škole. Důležité je však brát ohled na to, že paměť je daleko menší.

Mikrokontrolér je napájený na modulu pro snadnější manipulaci a programování. Dá se programovat pomocí ST-Link V2 programátorem se zabudovaným USB vstupem pro připojení k počítači. K programátoru je zabudováno pět vodičů. Tři z nich slouží pro napájení 5 V nebo 3,3 V (vybereme pouze jeden) a třetí jako GND.

Další dva vodiče slouží ke komunikaci. K nahrání kódu je nutné mít vhodný kompilátor, který nám převede programovací jazyk do strojového kódu.

Obrázek 11 Označení pinů STM8S103F3



Zdroj:

<https://www.theengineeringknowledge.com/wp-content/uploads/2020/06/STM8-Microcontroller-Pinout.jpg>

5.2 KÓD

Kód je vypracovaný v programu VS Codium. Soubor main.c s hlavním kódem obsahuje 249 řádků. V první části kódu jsou inicializovány a definovány vstupy, vybrány knihovny, se kterými program pracuje a vytvoření proměnných. Mezi důležité knihovny patří milis.h a delay.h. V další části kódu jsou vytvořeny funkce pro ovládání RGB LED diod. Diody jsou ovládány přes sběrnici SPI, která velice rychle generuje impulsy. Poslední částí kódu je část hlavní, ve které je naprogramováno celé ovládání mikrokontroléru. Program musí být v nekonečné

smyčce, aby se nám po provedení neukončil. Hlavní část kódu je rozdělena na část pro ovládání tlačítek a část pro ovládání RGB LED diod.

Obrázek 12 Ukázka kódu – podmínky pro ovládání

RGB LED diod

```

152 //WS2812B PROGRAM
153     if(LED_modul_on>0){
154         if(LED_modul_on==1){
155             Time_mode=200;
156         }
157         else{
158             Time_mode=30;
159         }
160         if(millis()-LED_timer>Time_mode){
161             colors[LED+1]=255;
162             colors[LED+2]=255;
163
164             if(LED>8){
165                 colors[LED-8]=0;
166                 colors[LED-7]=0;
167             }
168             if(colors[1]>0){
169                 colors[LED+23]=0;
170                 colors[LED+22]=0;
171             }
172
173             LED+=3;
174             if(LED>=30){
175                 LED=0;
176             }
177             LED_timer=millis();
178         }
179     }
180     else{
181         for(LED=0; LED<30; LED+=3){
182             colors[LED+1]=0;
183             colors[LED+2]=0;
184         }
185     }

```

Zdroj: Vlastní zdroj

5.3 RGB LED WS2812B

Typ RGB LED diod WS2812 je velmi rozšířený. Princip komunikace je jednoduchý a umožňuje k sobě připojovat neomezený počet LED diod. Na každé LED diodu potřebujeme tři bity pro ovládání intenzity barev červené, zelené a modré. Bit se zapisuje jako pulzy o různé délce. Bit s hodnotou 0 se zapisuje pulzem, který má mezi 200-500 ns a následnou oddělena mezerou (0V) 650-950 ns. Bit s hodnotou 1 trvá mezi 550-850 ns a oddělený mezerou 450-750ns. Při mezeře delší jak 50 us nastaví hodnoty na diodě a dochází k posílání impulzů na další diodu. Každý pixel diody má snímací frekvenci 2 KHz. Jas každé barvy je možné nastavit v osmi bitech, tedy 256 možností. Posílání data vyžaduje rychlost 800 Kb/s.

5.4 SBĚRNICE SPI

Následující odstavec je převzat z

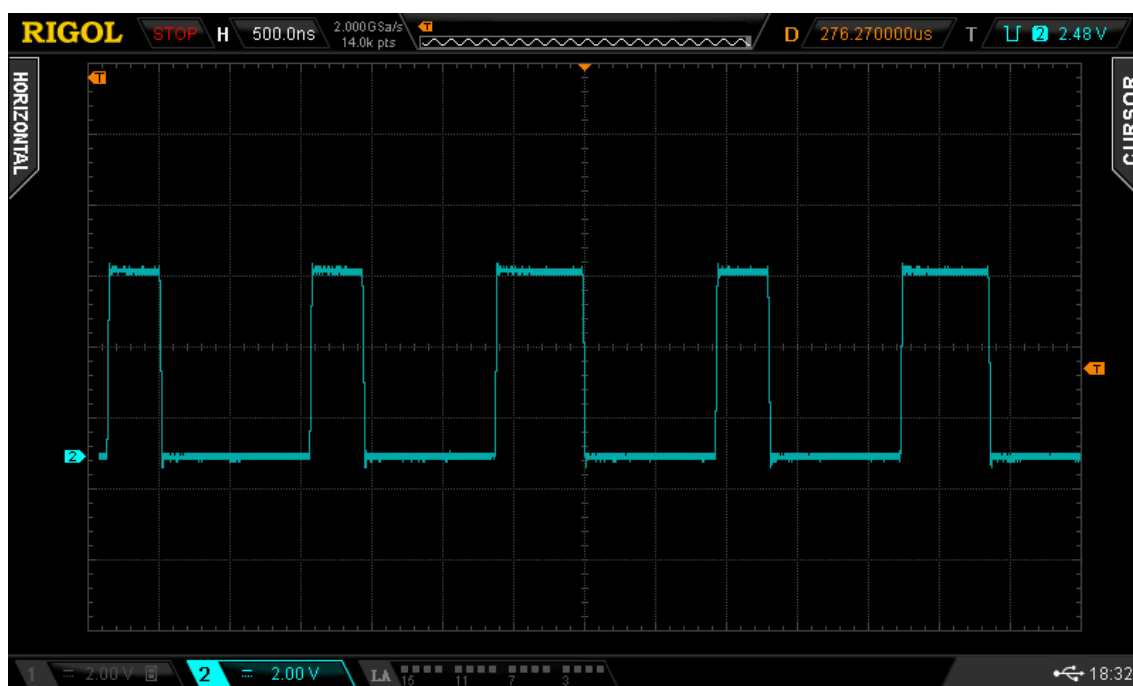
https://cs.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface

SPI (*Serial Peripheral Interface*) je sériové periferní rozhraní. Používá se pro komunikaci mezi řídícími mikroprocesory a ostatními integrovanými obvody (EEPROM, A/D převodníky, displeje...). Komunikace je realizována pomocí společné sběrnice. Adresace se provádí pomocí zvláštních vodičů, které při logické nule aktivují příjem a vysílání zvoleného zařízení (piny SS nebo CS).¹

Sběrnice běží na poloviční frekvenci jádra. U STM8 se používá pinu s označením MOSI. Na typu STM8S znamená jeden bit cca 125 ns. Pro kladný puls stačí poslat 3 bity. SPI odešle byte, který v obsahuje za sebou třikrát jedničkový bit. První i poslední bit v bytu musí být nulový.

¹ Serial Peripheral Interface – Wikipedie. [online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface

Obrázek 13 Oscilogram části komunikace zobrazující délky kladných pulzů a mezer



Zdroj:

http://www.elektromys.eu/clanky/ele_ws2812b/clanek.html?fbclid=IwAR3W5ymKG AZc-7o6dt_QGwHDM6KttVC3clozUNBv7uDDvibGgFjv-1oiop8

6. MANUÁL

Pro používání panelu je důležité si pročíst tento manuál, aby nedošlo k jeho poškození. Uživatel musí být obeznámen, že pracuje s elektronickým zařízením. Zařízení není nebezpečné, pracuje pouze s malým napětím.

6.1 ZAPOJENÍ A NASTAVENÍ HODNOT

Pro zapnutí napájení panelu musíme krátce stisknout tlačítko na panelu. Zapnutí panelu poznáme podle rozsvícení displeje nastavitelného zdroje.

Zvolíme si dva ze sedmi destiček s rezistory, které budeme v děliči chtít zapojit. S citem je vytáhneme ze zdířek a vyměníme je za destičky, které jsou zapojeny v obvodu s děličem.

U nastavení zdroje stačí nastavit napětí. Ve spodní části displeje vidíme vstupní napětí, které je přivedeno do zdroje. Výstupní napětí může být minimálně o 10% menší než požadované výstupní. To nastavíme po stisku tlačítka M1, na kterém je znak V označující napětí. V horní části displeje nastavujeme požadované napětí. Změnu hodnot provedeme otočným spínačem. Otáčením spínače měníme hodnotu vybrané pozice na displeji ohraničenou rámečkem. Při stisku otočného spínače zvolíme jinou pozici čísla. Případnou změnu proudu provedeme stiskem tlačítka M2 se znakem A označující proud, a dále se pokračuje jako u nastavení napětí. S povolením oprávněné osoby lze zdroj nastavit pomocí mobilního zařízení, nebo počítače přes Bluetooth. Pro připojení je nutné najít správné zařízení a zadat kód 1234 viz. kapitola **4.4. Nastavitelný zdroj napětí**.

6.2 SPUŠTĚNÍ A OVLÁDÁNÍ DĚLIČE

Pokud máme destičky zapojené a na zdroji je připravené výstupní napětí, tak pomocí tlačítka pod otočným spínačem, zapneme výstup zdroje. Tím nám začne obvodem procházet proud. Zbytek obvodu již řídíme mikrokontrolérem STM8, který je ovládaný tlačítky na levém spodním rohu panelu.

Menšími tlačítka V_1 , V_{R1} , V_{R2} spínáme jednotlivé voltmetry se stejným označením. Sepnutí nám indikuje kontrolní LED dioda umístěna nad tlačítkem. Dalším stiskem tlačítka voltmetr opět rozpojíme.

Tlačítko označené I nám ovládá okruh s RGB LED diodami. Program má dva režimy. Po prvním stisknutí se nám opět rozsvítí kontrolní LED dioda a začnou se postupně rozsvěcovat trojice diod. Tato trojice se nám postupně přepíná přes ostatní diody směrem k záporné polaritě zdroje. Po Rozsvícení poslední diody se nám program opakuje. Při druhém stisku tlačítka se nám spustí druhý režim, kde jediným rozdílem je rychlost programu, která je daleko vyšší. Při třetím stisknutí se nám program vypne a zhasne i kontrolní LED dioda.

6.3 VZOROVÝ PŘÍKLAD MĚŘENÍ

1. Zmáčkne zelené zapínací tlačítko, kterým zapneme powerbanku.
2. Po načtení obrazovky regulovatelného zdroje stiskneme na zdroji tlačítko s označením „V/↑“, které nám označí výstupní napětí.
3. Pomocí otočného snímače nastavíme hodnotu napětí točením vpravo nebo vlevo. Po stisknutí spínače přepneme na jinou pozici.
4. Vyjmeme destičku s rezistorem s vybranou hodnotou a vložíme ji do zdířek v obvodu jako R_1 nebo R_2 . Stejně tak učiníme i s druhou destičkou na do dalších zdířek.
5. Na regulovatelném zdroji stiskneme tlačítko s označením „ON/OFF“ pod otočným spínačem. Tím se nám sepne výstup a obvodem prochází proud a napětí, které nám ukazuje i zdroj.
6. Stiskneme tlačítko s označením „I.“ Vidíme signalizaci protékajícího proudu pomocí RGB LED diod. Po druhém stisku se signalizace zrychlí. Po dalším stisku se program vypne a RGB LED diody zhasnou.
7. Stiskneme tlačítko s označením „ V_1 .“ Sepne se Voltmetr s označením „ V_1 ,“ na kterém vidíme vstupní napětí U_1 . Dalším stisknutím se nám voltmetr opět rozpojí.
8. Stiskneme tlačítko s označením „ V_{R1} .“ Sepne se Voltmetr s označením „ V_{R1} ,“ na kterém vidíme napětí na rezistoru R_1 . Dalším stisknutím se nám voltmetr opět rozpojí.

9. Stiskneme tlačítko s označením „ V_{R2} .“ Sepne se Voltmetr s označením „ V_{R2} ,“ na kterém vidíme napětí na rezistoru R_2 . Dalším stisknutím se nám voltmetr opět rozpojí.
10. Podržení zeleného tlačítka se nám powerbanka vypne.
11. Zpracujeme změřené výsledky do protokolu.

6.4 UPOZORNĚNÍ

Jedná se elektronické zařízení, proto je nutné při provozu s tímto počítat. Obvod pracuje pouze s malým napětím, které není nijak nebezpečné. K nabíjení baterie lze využít různé zdroje na 5V například síťový adaptér.

Nedoporučuji v blízkosti panelu manipulovat s tekutinami, aby nedošlo k poškození nebo zanesení nečistot. Manipulujte s modulem s čistýma rukama a v čistém prostředí. Používat vlastní rezistory pouze za svolení oprávněné osoby. Nevystavujte přímému slunečnímu záření. Nevystavujte zařízení elektromagnetickému poli.

ZÁVĚR

Zadáním práce bylo zhotovení plakátu děliče napětí a vyhotovení interaktivního modulu s funkčním děličem napětí.

Místem pro vyvěšení plakátu má být učebna praxí. Cílem je zaujmout žáky svým vzhledem a donutit je k přečtení informací o zatíženém děliči napětí, které obsahuje. Díky krátkosti a barevnosti textu není nudný. Obsahuje jen nejdůležitější informace. Obrázek zapojení děliče na nepájivém poli může sloužit jako pomůcka při realizacích děliče v učebně s vyvěšeným plakátem. Tvorbou plakátu jsem strávil dost času díky málo zkušenostem s grafickými programy a konkrétně v programu Inkscape. Některé funkce programu se mi zdají jako dobře využitelné jiné mi připadají složitě realizovatelné a jednodušší udělat i v relativně jednodušších programech jako je Malování.

Interaktivní modul má sloužit jako názorná ukázka pro žáky, aby lépe pochopili, jak funguje dělič napětí. Plány na sestavení modulu se při realizaci měnili, podle funkčnosti, možných problémů a lepší vizualizace. Na začátku jsem si mezi zatíženým a nezatíženým obvodem zvolil nezatížený, jelikož zatížený jsem použil pro realizaci plakátu. Rozměry desky a rozmístění součástek jsem určil podle výkresu na kartonu. Vyzkoušel jsem různé typy součástek, z nichž jsem si nakonec vybral ty, které jsem ve výsledné realizaci použil. Celou funkčnost jsem si nasimuloval na nepájivém poli. Program pro STM8S103F3 jsem si nejprve realizoval na STM8S208RB Nucleo kitu.

Výhodou panelu je jeho využitelnost. Tento projekt se dá využít při probírání látky s odporovým děličem. Názorná ukázka může být daleko užitečnější než zápis v sešitě.

Nevýhodou je nepřesnost při realizaci otvorů pro součástky. Na různých místech jsou menší kosmetické chyby, kterých si však na první pohled nikdo moc nevšimne. S tím souvisí, že materiál se dá lehce poškrábat, ale odřenin jsem si všiml jen pod silným světlem.

Při práci bych ocenil více času pro realizaci, abych mohl otestovat více součástek, které by šli zakomponovat do obvodu, vyzkoušet si složitější kódy pro STM8. Modul by se určitě dal vylepšit mnoha způsoby.

Sestavování modulu bylo zábavné a naplňující. Práce se týkala téměř všech odborných předmětů. Využil jsem zkušenosti s grafickým programem, programování mikrokontroléru STM8 v jazyce C, pájení součástek a sestavování obvodů. zjistil jsem funkčnost mnoha součástek. Naučil se v programování ovládat nové periferie. Využil jsem i technické kreslení z prvního ročníku při rýsování rozměrů součástek a umístění na desce.

Problematikou sestavování slaboproudých zařízení, jejich opravou a funkčností bych se chtěl zabývat i do budoucna.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Wikipedie Otevřená encyklopedie, Ohmův zákon [online].

Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ohm%C5%AFv_z%C3%A1kon

- [2] Wikipedie Otevřená encyklopedie, Dělič napětí [online].

Dostupné z:

https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C4%9Bli%C4%8D_nap%C4%9Bt%C3%AD

- [3] ELUC Elektronická učebnice, Dělič napětí [online].

Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/436>

- [4] Inkscape, Inkscape Overview [online].

Dostupné z: <https://inkscape.org/about/>

- [5] Vektorová grafika, Jaký je rozdíl mezi rastrovou a vektorovou grafikou [online].

Dostupné z: <https://vektorova-grafika.cz/rastrova-a-vektorova-grafika-jaky-je-rozdil/>

- [6] ELUC Elektronická učebnice, Stejnosměrné analogové voltmetry [online].

Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/730>

- [7] Hadex, Nabíječka-powerbanka, modul V8 pro ESP32, ESP8266 pro 2x Li-Ion 18650 [online].

Dostupné z: <https://www.hadex.cz/g819-nabijecka-powerbanka-modul-v8-pro-esp32esp8266-pro-2x-li-ion-18650/>

- [8] Hadex, Napájecí modul, step-up měnič 2A s MT3608 [online].

Dostupné z: <https://www.hadex.cz/m407-napajeci-modul-step-up-menic-2a-s-mt3608/>

- [9] Hadex, Laboratorní zdroj-modul DPS3005-USB BT s Bluetooth [online].

Dostupné z: <https://www.hadex.cz/m548-laboratorni-zdroj-modul-dps3005-usb-bt-s-bluetooth/>

[10] Mouser Electronics, STM8S103F3M6 [online].

Dostupné z:

<https://cz.mouser.com/ProductDetail/STMicroelectronics/STM8S103F3M6?qs=V0pr1uq7fCQkPN5FOCBNQ%3D%3D>

[11] Elektromyš, WS2812 [online].

Dostupné z: http://www.elektromys.eu/clanky/ele_ws2812b/clanek.html

[12] Wikipedie Otevřená encyklopedie, Seriál Peripheral Interface [online].

Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 Schéma nezatíženého odporového děliče napětí	8
Obrázek 2 Plakát se zatíženým děličem napětí.....	11
Obrázek 3 Rozdíl mezi rastrovou a vektorovou grafikou po zvětšení obrázku	13
Obrázek 4 Interaktivní panel	14
Obrázek 5 Schéma zapojení panelu.....	16
Obrázek 6 Analogový panelový voltmetr 69C9 30V DC	19
Obrázek 7 Powerbanka, modul V8.....	20
Obrázek 8 Step-up měnič.....	22
Obrázek 9 Laboratorní zdroj.....	24
Obrázek 10 Modul s STM8S103F3	26
Obrázek 11 Označení pinů STM8S103F3.....	27
Obrázek 12 Ukázka kódu – podmínky pro ovládání RGB LED diod.....	29
Obrázek 13 Oscilogram části komunikace zobrazující délky kladných pulzů a mezer	31
Tabulka 1 Parametry analogového voltmetru	19
Tabulka 2 Parametry modulu powerbanky V8.....	20
Tabulka 3 Parametry step-up měniče	21
Tabulka 4 Parametry laboratorního zdroje	23

PŘÍLOHY

