



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

PRAKTICKÁ ZKOUŠKA Z ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

Solární nabíječka

Autor	Timotej Komosný
Obor	Elektrotechnika
Vedoucí práce	Ing. Marek Nožka
Školní rok	2019/2020



ZADÁNÍ PRAKTICKÉ ZKOUŠKY Z ODBORNÝCH PŘEDMĚTŮ

pro:

Timoteje KOMOSNÉHO

Obor vzdělání: 26-41-M/01 Elektrotechnika

Automatizační a telekomunikační systémy

Třída:

4A

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:

Solární nabíječka

Způsob zpracování a pokyny k obsahu:

- Vytvořte solární nabíječku na baterie Li-On.
- Solární panel se bude otáčet za zdrojem světla.
- Nabíječka bude zobrazovat stav baterií a hlídat co neoptimálnější způsob nabíjení.
- Celou práci průběžně zveřejňujte v Git repozitáři.
- Vytvořte poster prezentující maturitní práci.
- Připravte 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. Marek NOŽKA

Datum zadání: 4. října 2021

Datum odevzdání: 25. března 2022

V Olomouci dne 4. října 2021

Zadání převzal dne 5. 10. 2021

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

ředitel školy

podpis žáka

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

.....

Timotej Komosný

Chtěl bych vyslovit poděkování panu Ing. Marku Nožkovi za odborné konzultace a poskytnuté informace.

.....

Timotej Komosný

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

.....

Timotej Komosný

Abstrakt

Úkolem této práce je návrh a realizace zařízení, které nabíjí baterii pomocí solárních panelů. Volba této práce vyplynula ze stále větší poptávky po ekologických zdrojích elektrické energie a skladování vytvořené energie v bateriích.

Cílem je vytvořit solární nabíječku ovládanou mikrokontrolerem STM8S. Stav nabití Li-Ion akumulátoru bude vypisován na LCD displej. Solární panely se budou otáčet za zdrojem záření, samotné otáčení bude obstarávat servomotor. Zařízení bude nabíjeno Li-Ion akumulátory, proto je potřeba, aby celé zařízení mělo malou spotřebu.

Cíle bylo dosaženo za použití vývojového prostředí ST Visual Develop. Pro ovládání mikrokontroleru byly použity SPL knihovny i externí knihovna pro ovládání LCD displeje. Celý projekt byl vložen do dřevěné platformy.

Mikrokontroler je zařízení, které má širokou škálu využití. Možnosti jsou téměř neomezené, díky jeho rychlosti a ovládací schopnosti. Omezení přichází při práci s mechanickými částmi a jejich regulací. Vývojář musí být zkušený a vdané problematice se umět pohybovat. Pro nováčka může být komunikace s mikročipem velmi obtížná.

OBSAH

Obsah.....	5
Úvod.....	7
1. Jednočipový počítač	8
1.1 Druhy mikrokontrolerů	8
1.2 STM8.....	9
1.3 STM8S208RB.....	9
2. Periferie	11
2.1 LCD displej	11
2.2 Servomotor	12
2.3 Optická brána.....	13
2.4 AWU.....	14
3. Nabíjení Li-ion akumulátoru	15
3.1 Li-ion baterie	15
3.2 Fotovoltaický článek.....	16
3.3 Nabíjení Li-ion baterie.....	16
4. Napájení MCU	17
4.1 Způsob napájení Nucleo kitu.....	17
4.2 Celková spotřeba	17
5. Popis programu	19
5.1 Slovní popis programu	19
5.2 Vývojový diagram programu	20
6. Příručka k ovládání	21
Závěr.....	22
Seznam použité literatury	23

Seznam obrázků a tabulek	24
Přílohy	25

Úvod

Práce má za úkol navrhnout a vytvořit solární nabíječku Lithium-iontových baterií. Solární panely se budou natáčet za sluncem pro dosažení co největší efektivity. Stav nabití baterie bude zobrazován na LCD displej.

Mým cílem je vytvořit a naprogramovat funkční nabíječku, která bude efektivní. To znamená že vydaná spotřeba pro chod zařízení bude co nejmenší. Dále celé zařízení vložit do dřevěné krabice a všechny komponenty připevnit tak, aby byly uživatelsky přístupné.

Práce bude členěna do kapitol které se budou zabývat použitými zařízeními, jejich vlastnostmi, funkcí a využití v projektu. Dále se práce bude věnovat problematice akumulátorů, popisu programu a návodu na použití. Podklady na které nebylo v práci místo budou uvedeny v příloze.

Téma obnovitelných zdrojů energie a úschova energie, je stále více skloňováno. Proto chci do této problematiky nahlédnout, získat nejrozličnější zkušenosti abych po této práci mohl mít určitý přehled.

1. JEDNOČIPOVÝ POČÍTAČ

Jedno čipový počítač neboli mikrokontroler (MCU), je programovatelný integrovaný obvod. Vyznačuje se velkou spolehlivostí a kompaktností. Má práce na mikrokontroleru stojí. A proto, v této kapitole, bych chtěl přiblížit různé typy jednočipových počítačů a zdůvodnit můj výběr pro tuto práci.

1.1 DRUHY MIKROKONTROLERŮ

Mikrokontrolery se dělí do mnoha skupin. Rozdělují se podle typu architektury na čtyřbitové, osmibitové, šestnáctibitové a třiceti dvoubitové. Dále zda kladou důraz na nízkou spotřebu, velikost paměti a teplotní toleranci. Na trhu je široká nabídka firem které nabízí mikrokontrolery, dovolím si zde uvést některé z nich.

- **Atmel**
 - **AVR32** – zakládá si na nízké spotřebě a vysoké rychlosti pro vykonávání instrukcí
 - **Atmega** – na tomto mikročipu je postavena vývojová deska Arduino. Ta se těší oblibě mezi začátečníky díky dostupnosti, jednoduchosti a nízkým nárokům na znalost programovacího jazyka
- **Microchip**
 - **PIC16** – mikrokontrolery PIC se vyznačují nízkou cenou a velkou podporou ze strany vývojáře i uživatelů
 - **PIC32**
- **STMicroelectronics**
 - **STM32** – Velmi výkonný mikrokontroler s nízkým odběrem a velkým počtem periférií jako je I2C, SPI, USB
 - **STM8** – rodině těchto osmibitových mikročipů jsem věnoval celou kapitolu

1.2 STM8

Rodina osmibitových mikrokontrolerů od společnosti STMicroelectronics nabízí širokou paletu mikročipů pro různé typy použití.

- **STM8L** – jeho hlavní výhodou je nízká spotřeba
- **STM8AF** – používá se hlavně v automobilovém průmyslu
- **STM8T** – kapacitní dotykové snímání
- **STM8S** – nejvíce rozšířený, zaměřen na funkce a výkon

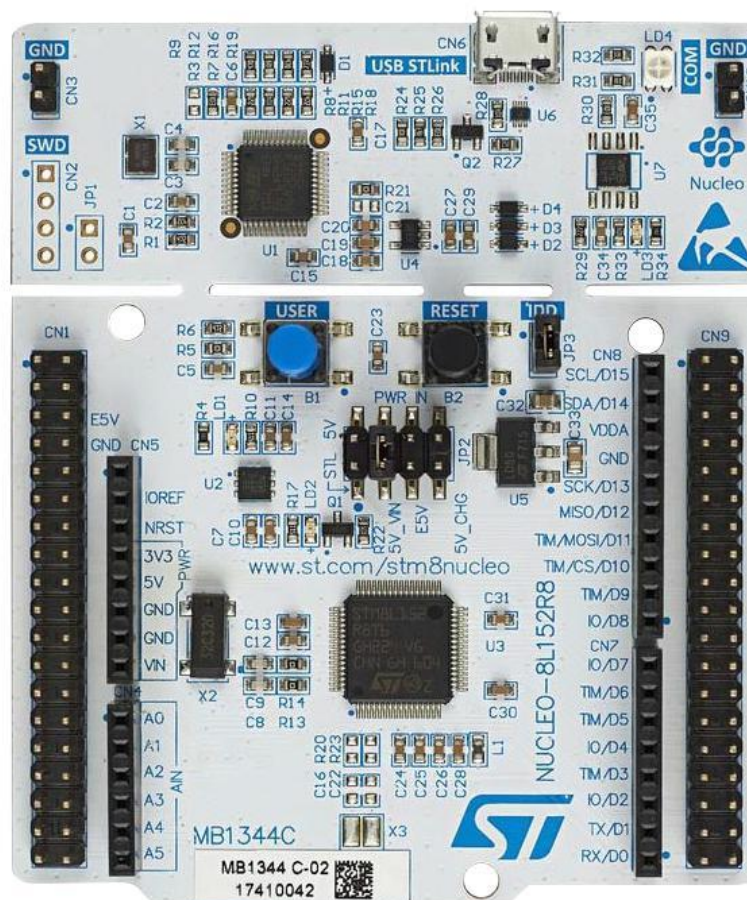
Zadání mé práce požaduje větší množství vstupů a výstupu zároveň s dostatkem funkcí. Jako je analogově digitální převodník, LCD driver nebo režim spánku. Z toho důvodu jsem se rozhodl pro skupinu STM8S, přesněji **STM8S208RB**.

1.3 STM8S208RB

Tento mikrokontroler je osazen na vývojové desce **STM8S208RBT6 Nucleo-64 board**. Podporuje propojení s Arduino Uno V3 a ST morpho. V této podkapitole vypíši funkce a vlastnosti této vývojové desky.

- Maximální taktovací frekvence procesoru až 24MHz
- 128 Kbytová paměť flash
- 2 Kbytová paměť EEPROM
- 6 Kbytová paměť RAM
- Operační napětí 2,95 – 5V
- Vnitřní nízkonapěťový 128KHz RC oscilátor
- Halt mode pro režim spánku a nízkou spotřebu
- Radič přerušení až 32 možných přerušení
- Časovač s třemi kanály pro PWM signál
- 10 bitový AD s šestnácti kanály
- Podpora I2C, SPI a UART
- 68 vstupů/výstupů

Obrázek 1: STM8S208RBT6 Nucleo-64 board.



Zdroj 1: <https://www.farnell.com/datasheets/2710940.pdf>

2. PERIFERIE

Tato kapitola se zabývá periferiemi které ve svém projektu používám. Zaměřím se na funkci samotných zařízení, na jejich vlastnosti a jak s nimi komunikovat.

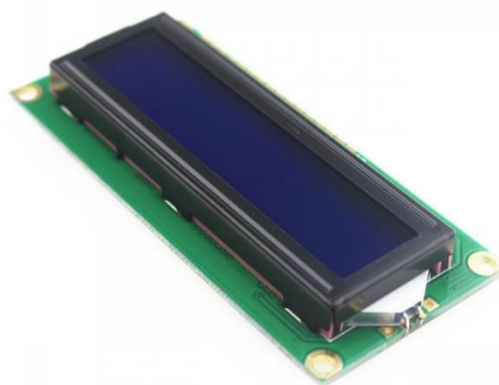
2.1 LCD DISPLEJ

LCD neboli display z tekutých krystalů je zařízení pomocí kterého zobrazujeme písmena, znaky, číslice nebo jakékoliv jiné obrazce. Jak název napovídá, zobrazování na display se provádí, přivedením napětí na segment s krystaly. Pod vlivem napětí se změní teplota a krystaly se změní na kapalnou látku. Tato technologie vyžaduje, pouze 1mA, proto jsou LCD vhodné do zařízení napájené baterií. Samotné segmenty jsou většinou špatně viditelné, proto využíváme LED diodu jako podsvícení. Její nevýhoda je spotřeba, ta se pohybuje okolo 20mA.

Displeje se vyrábí v mnoha provedeních, jako jsou alfanumerické, grafické, bez podsvícení, barevné a mnoho dalších. Pro moji aplikaci jsem potřeboval malý display, který je schopen zobrazovat znaky. Proto jsem vybral **alfanumerický display LCD 16x2**.

Při zapojení je potřeba přivést displeji 5V a připojit ho na zem. Dále připojit napětí které reguluje výraznost segmentů, z toho důvodu používáme dělič napětí. S LCD je možno komunikovat po 4 datových pinech které je potřeba připojit k mikrokontroleru. A jako poslední zapojit LED diodu jako podsvícení.

Obrázek 2: LCD displej 16x2



Zdroj 2: <https://www.laskakit.cz/16x2-lcd-displej-1602-modry/>

2.2 SERVOMOTOR

Servomotor je motor u kterého můžeme přesně nastavit polohu natočení. Otáčení obsluhuje stejnosměrný motor s maximální rychlostí 3000 otáček za minutu. Tato rychlost je z převodována pomocí ozubených kol. Na hlavní převod je připevněn na hřídel, která je připojena k potenciometru, který nám vytváří dělič napětí. Díky tomu známe přesnou polohu a můžeme se servem efektivně pracovat.

Servomotory jsou většinou navrženy pouze pro rozpětí 180°. Aby se hřídel nepřetočila je na ozubeném kole připevněna bezpečnostní záložka. Pokud je bezpečnostní záložka odstraněna, ztrácíme přehled o poloze, díky tomu nemůžeme nastavit přesnou polohu ale pouze rychlost otáčení. Tyto serva se nazývají kontinuální. Pro mou aplikaci jsem potřeboval rozsah 360°, proto jsem se rozhodl pro kontinuální servomotor hlídáný optickou branou.

Každý servomotor vyžaduje jiné napájecí napětí. Já jsem si vybral servo **SG90**, jehož potřebné napětí se pohybuje mezi 4,8 – 7,2V. Servo ovládáme pomocí PWM signálu. S periodou 20ms neboli 50Hz, se střídou 1-2ms nebo 5-10%. Kde 1ms je rovna poloze -90°, 1,5ms je 0° a 2ms představují 90°.

Požadovaný PWM signál se nastaví pomocí timeru 2. Ten se nastaví podělením frekvence jádra vestavěným prescalerem, tím dostaneme frekvenci timeru a určíme jeho strop. Timer postupně inkrementuje do té doby než dosáhne stropu, pak dojde k přetečení a celý cyklus se opakuje. Výpočet frekvence timeru:

Obrázek 3: Servomotor SG90



Zdroj 3: <http://www.datasheet-pdf.com/PDF/SG90-Datasheet-TowerPro-791970>

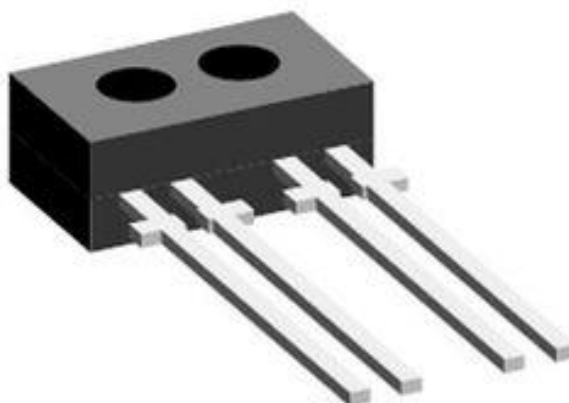
2.3 OPTICKÁ BRÁNA

Optická brána je elektronické zařízení, které je rozděleno na dvě části. První část je tvořena vysílačem, tím může být laser LED dioda nebo jiný světelný zdroj. Druhou část představuje snímač daného světelného záření. Vysílač vysílá záření na určité vlnové délce, to dopadá na snímač. Pokud je zařízení přerušeno snímač změnu vyhodnotí a provede změnu na výstupu kterou můžeme zpracovat.

Optické brány se vyrábí v mnoha provedeních. Já jsem pro svou práci vybral optickou bránu **TCRT1000**. Vysílací člen tvoří infračervená LED dioda operující na vlnové délce 950nm. Snímač je tvořen fototranzistorem. Čím více světla dopadne na něj dopadne tím více se tranzistor otevře.

TCRT1000 má maximální snímanou vzdálenost 1cm. Tuto vzdálenost lze navýšit pomocí tranzistorového zesilovače, připojeného na anodu infračervené LED diody. Měřená vzdálenost může dosahovat až desítek centimetrů.

Obrázek 4: TCRT1000



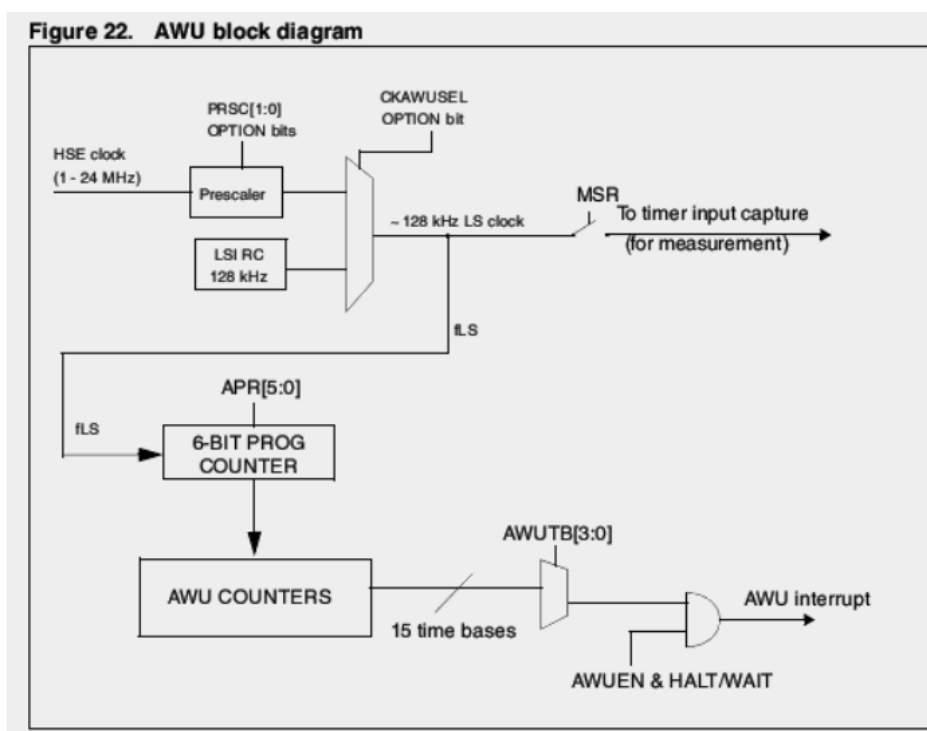
Zdroj 4: <https://www.tme.eu/cz/details/tcrt1000>

2.4 AWU

AWU neboli **auto wake up unit** je periférie vestavěná do vývojového kitu. Když mikrokontroler přejde do halt modu (režimu spánku), AWU poskytuje interní časovou základnu pro probuzení.

Při zavolání funkce „halt()“ se mikročip přepne do režimu spánku, přestane vykonávat dané instrukce dokud nenastane přerušení. V režimu spánku se zařízení výrazně sníží spotřeba energie. Stav výstupů zůstane nezměněny, proto je vhodné požadované vstupy vypnout před zavoláním funkce halt(). Po uvedení zařízení do režimu spánku je zapnut interní LSI RC oscilátor. Tento 128kHz oscilátor začne počítat uplynulý čas. Po dosažení požadovaného času AWU nastaví vlajku a tím se vyvolá přerušení z režimu spánku.

Obrázek 5: Blokové schéma AWU



Zdroj 5: mcu.cz

3. NABÍJENÍ LI-ION AKUMULÁTORU

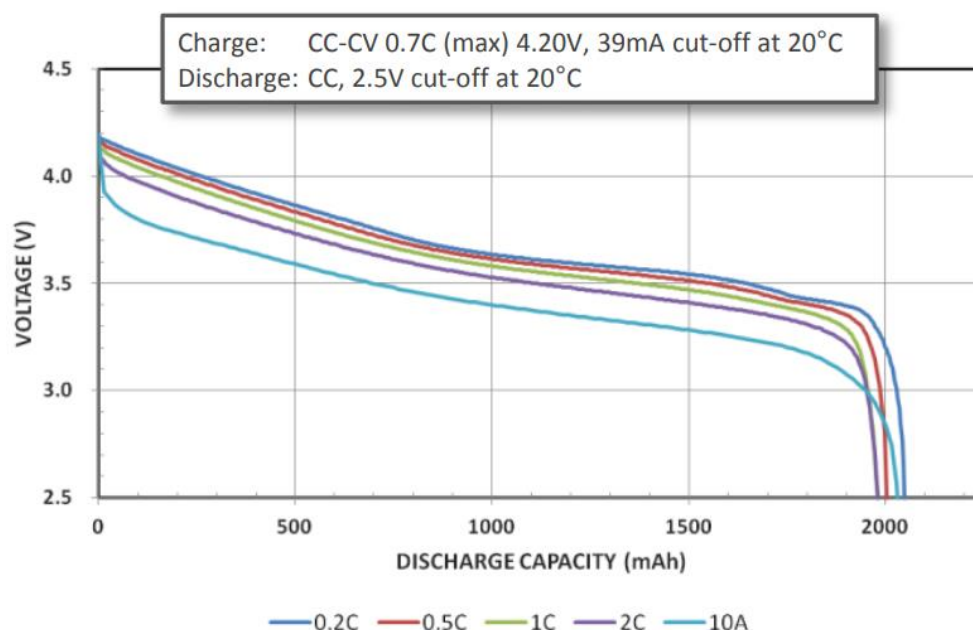
V této kapitole se zabývám Lithium-iontovými bateriemi, jejich vlastnostmi a nabíjením pomocí solární energie. Proto se zde zabírám i vlastnostmi a funkcí fotovoltaického článku.

3.1 LI-ION BATERIE

Lithium-iontová baterie se těší velké popularitě jak mezi laickou veřejností tak i odbornou. Nachází široké využití v různých odvětvích, pro jejich malé rozměry, dobíjecí schopnost a poměrně velkou kapacitu. Tyto baterie jsou použity v power-bankách, přenosných vrtácích a vůbec většině zařízení které potřebují opakované nabíjení.

Nominální napětí Li-ion článku je 3,7V. Maximální doporučená hodnota nabití je 4,2V po překročení této hodnoty se zvyšuje pravděpodobnost vzplanutí. Na druhou stranu minimální hodnota, pod kterou by napětí nemělo klesnout je hladina 3V. Pod touto hodnotou se baterie podbívá a poškozuje. Při dosažení 2V by měla být baterie nenávratně zničena. Baterie mohou dosahovat kapacity až 10000mAh pro jeden článek. Já jsem použil článek **Sanyo L 135**, ten dosahuje kapacity 2000mAh.

Obrázek 6: Nabíjecí křivka Li-ion baterie



3.2 FOTOVOLTAICKÝ ČLÁNEK

Solární panely jsou stále více oblíbené mezi veřejností díky stále nižší ceně, poměrně ekologickému provedení a jednoduchému použití. Mohou tak vznikat tak zvané „ostrovní systémy“, to znamená že tento systém není připojen do hlavní rozvodné sítě a je soběstačný.

Solární panely využívají **fotovoltaický jev**. Tento jev můžeme pozorovat když letící foton s dostatečnou silou narazí do atomu a díky jeho rychlosti dokáže uvolnit elektron z valenční vrstvy. Tím vznikne volná díra, stane-li se to v polovodičovém materiálu s PN přechodem a jsou-li elektrody propojeny, elektrony začnou putovat k opačné elektrodě a tím začne protékat proud.

Efektivita solárních článků nedosahuje příliš vysokých hodnot. Většina fotonů které přiletí na panel se odrazí, jen malému procentu se podaří uvolnit elektron. Kvůli tomu se efektivita pohybuje okolo 15-20%.

3.3 NABÍJENÍ LI-ION BATERIE

Pro nabíjení Li-ion článků existuje mnoho různých nabíjecích obvodů, které hlídají stav nabití. Já jsem se vydal jinou cestou a proto regulaci nabíjení hlídá mikrokontroler. Ten měří napětí na baterii pomocí AD převodníku a spíná tranzistor zapojený mezi solární panely a baterii.

Pro mé zapojení jsem zvolil dva solární panely 6V, které mohou dodávat výkon 1 Watt. Panely jsem zapojil do série, aby měli dostatečné napětí i když nesvítí slunce. To znamená že při plném slunečním svitu mají dohromady 12V a mohou dodat proud až 166mA. Ideální nabíjecí proud pro Li-ion baterie je 1/10 jejich kapacity. Takže pro baterii Sanyo L135, která má kapacitu 2000mAh, je ideální nabíjecí proud 200mA. Tím že panely dodávají pouze 166mA se baterie bude nabíjet pomaleji, za to se ale zvyšuje její životnost.

Jako spínací prvek jsem zvolil MOSFET, přesněji **výkonový spínač M369**, který je složen ze dvou tranzistorů MOSFET. M369 podporuje PWM signál, čím větší napětí na Gate MOSFETU přivedeme tím víc se otevře kanál mezi Source a Drain. Pro moji aplikaci stačí pouze přivádět napětí 5V a 0V.

4. NAPÁJENÍ MCU

Tato kapitola pojednává o způsobu napájení celého zařízení, jeho provedení a celkové spotřebě při různých událostech.

4.1 ZPŮSOB NAPÁJENÍ NUCLEO KITU

Modul lze napájet ze čtyř zdrojů, výběr napájení se určuje pomocí Jumperu 2(JP2).

- **STL** – celé zařízení se nabíjí přes USB port, přes tento port je možné do mikročipu nahrát program. Celý kit je napájen 5V, ale napětí může kolísat.
- **5C_CHG** – napájí modul přímo z USB portu.
- **E5V** – kit je nabíjen 5V z externího zdroje. Napětí přivedeme na piny **GND** a **E5V**. Přivedené napětí může být i 3,3V.
- **5V_VIN** – přivedené napětí na piny GND a VIN může být v rozsahu 7-12V, díky vestavěnému stabilizátoru.

Jumperem JP3 můžeme napájení celého kitu nastavit na 5V nebo na 3,3V. Konfigurace 5V z USB portu může být nestabilní. Což může ovlivňovat přesnost AD převodníku, proto v této konfiguraci je výhodnější použít 3,3V. Já jsem pro svou práci zvolil E5V a konfiguraci na 5V. Celé zařízení je napájeno dvěma Li-ion bateriemi, což znamená že se napětí pohybuje okolo 7V. Napětí jsem snížil **stabilizátorem napětí na 5V 7805**.

4.2 CELKOVÁ SPOTŘEBA

Spotřeba se rozděluje na dvě části, když je celé zařízení vzhůru a provádí operace a když je zařízení ve stavu spánku.

Velkou část spotřeby si bere ST-link(programátor/debugger), na jeho provoz je potřeba až 40mA. Programátor je potřeba pouze při nahrání programu, program potom zůstává uložen v paměti. Proto je možné debugger odpojit pomocí Jumperu 1(JP1).

Dále neustálý přísun energie potřebuje servomotor. Velikost proudu záleží na hmotnosti zátěže, může se pohybovat mezi 50mA až 100mA. Při klidovém stavu

stále spotřebovává energii, okolo 5V. Z tohoto důvodu je potřeba napájení připojit přes tranzistor zapojený jako spínač.

Dělič napětí s fotorezistory má taky spotřebu. Proto jsou rezistory připojeny na výstupy MCU a při uvedení zařízení do režimu spánku se výstupy nastaví do logické 0. Stejným způsobem je potřeba pracovat s LCD podsvícením.

Nevyhnutelnou spotřebou je stabilizátor napětí, ten přeměňuje energii na teplo a tak snižuje napětí, pro svoji funkci potřebuje 5mA. V poslední řadě je MCU, to pro svůj chod bez ST-linku má spotřebu okolo 20mA. Při vstupu do halt modu je spotřeba okolo 100 μ A. Všechny hodnoty jsou zapsány v datasheetu.

Tabulka č. 1 Spotřeba MCU při různých událostech

Měření	1.	2.	3.	4.
St-link+běžný stav	98mA	95mA	108mA	102mA
Klidový stav	70mA	67mA	62mA	65mA
Největší vytížení	119mA	111mA	130mA	125mA
Režim spánku bez omezení periférií	28mA	31mA	38mA	36mA
Režim spánku	9mA	11mA	13mA	15mA

Zdroj: Vlastní zpracování

5. POPIS PROGRAMU

V této kapitole popíšu program slovně a graficky pomocí vývojového diagramu. Popis i vyobrazení samotného programu jsou zjednodušeny pro jednodušší pochopení.

5.1 SLOVNÍ POPIS PROGRAMU

Celý program je napsán neblokujícím způsobem, to znamená že nikde nemusí zbytečně čekat a mohl by tak promeškat důležitou událost(stisk tlačítka).Po přivedení napětí na mikrokontroler se nejprve inicializují funkce, proměnné a proběhne **nastavení vstupů a výstupů**. Poté program přejde do cyklu While, zde zůstává dokud není odpojeno napájení MCU.

Program je rozdělen do mnoha dílčích funkcí jako je převod hodnoty ADC na procentuální nabití. Posun serva automatický a manuální. Obsluha optické brány a vypisování hodnot na displej. Funkce pro hlídání stisku tlačítka a pro polohu encodéru. Funkce pro nastavení ADC a PWM signálu.

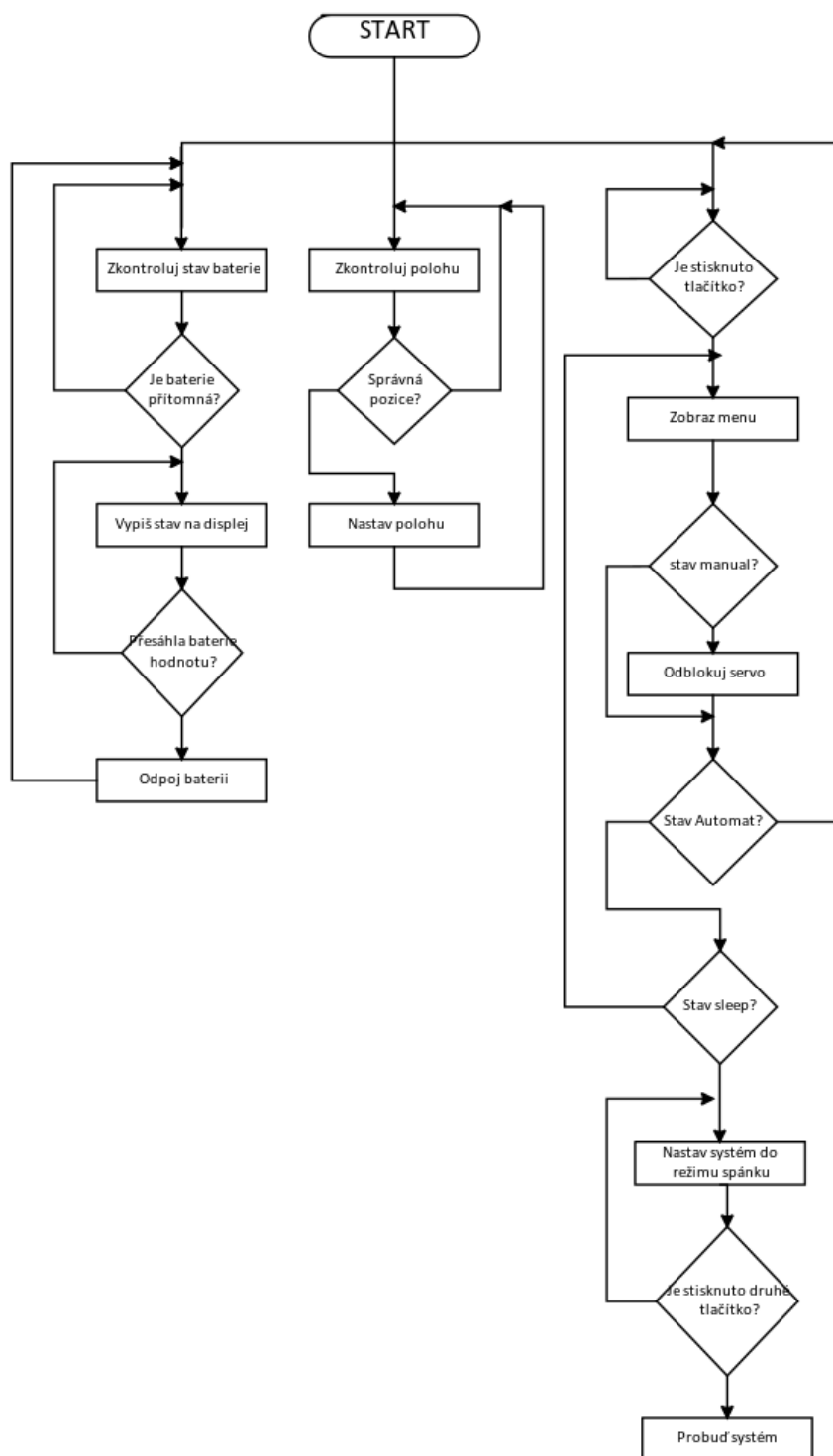
Celý program je vepsán do **stavového automatu**. Na displeji se zobrazuje nabití baterie, po stisku tlačítka se ukáže výběrové menu. První možnost je manuálně pomocí enkodéru natočit servo do požadované pozice. Jako druhá je vrátit se zpět na hlavní stranu. Při třetí volbě se zařízení přepne do režim spánku.

Při volbě režimu spánku se výstupy pro dané periferie nastaví do logické 0 a MCU je uvedeno do halt modu. AWU pomocí LSI oscilátoru napočítá 12 sekund a vyvolá se přerušení. Jestliže neuplynul požadovaný čas MCU se uspí. Pokud Bylo dosaženo požadovaného času celý kit se „probudí“ a zkontroluje nabytí baterie, posune solární panely na nejvýhodnější pozici a znovu usne. Pokud je druhé tlačítko zmáčknuto je vyvoláno přerušení (interrupt), tím se zařízení probudí a vstoupí znovu do stavového automatu.

Otočná část je řízena servomotorem. Nad solárními panely jsou umístěny dva fotorezistory odděleny bariérou. MCU vyhodnocuje změnu napětí na rezistoru a pomocí toho dává příkazy servomotoru. Pokud je provedena otočka o 360° optická

brána zaznamenaná objekt a zakáže servu pohyb dále. Jediný povolený pohyb je pouze zpět a nebo přetočení o 360° na druhou stranu.

5.2 VÝVOJOVÝ DIAGRAM PROGRAMU



6. PŘÍRUČKA K OVLÁDÁNÍ

K dispozici jsou dvě tlačítka a jeden enkodér. Při zapojení zařízení k napětí se na displeji ukáže zda je připojena baterie nebo ne. Pokud ano vypíše se její stav nabití v procentech.

Při stisku pravého potvrzovacího tlačítka se dostanete do výběrového menu, zde je možno pomocí enkodéru vybrat možnost. Na výběr je manual, automat a sleep. V levém boku je kurzor, pomocí kterého se můžete orientovat na jaké možnosti se nacházíte. Volbu potvrdíte pravým tlačítkem.

Možnost manual umožňuje manuálně pomocí enkodéru otáčet s otočnou podstavou. Při opětovném stisku se dostanete zpátky do menu. Druhá možno vás vrátí zpět na úvodní obrazovku. Poslední možnost sleep uvede celé zařízení do režimu spánku. Samo se přibližně za 30 minut vzbudí na 10 sekund. Pokud nechcete čekat užíjte levé tlačítko to celý systém probudí.

ZÁVĚR

Úkolem práce bylo navrhnout a vytvořit solární nabíječku na Li-ion akumulátory. Kde stav baterie bude vypisován na displej a bude kontrolováno nabíjení článku. Mým cílem bylo zařízení navrhnout s co nejmenší spotřebou a vytvořit různé vedlejší funkce pro lepší přehlednost.

V problematice jsem měl minimální zkušenosti. Proto jsem se nejprve věnoval jednotlivým prvkům zvlášť. Testoval jsem jejich vlastnosti a funkce, abych získal přehled a mohl je co nejlépe využít. Naučil jsem se jak postupovat v datasheetu a získat z něj potřebné informace.

Postupně jsem začal skládat program dohromady. Většinou po malých funkcích které jsem pak implementoval do programu. Celý postup jak se můj kód vyvíjel je zveřejněn na GitHubu. Podařilo se mi vyřešit veškerou problematiku na nepáživém poli a ověřit její funkčnost.

Posledním úkolem bylo celé zapojení přepojit a vložit do Dřevěné krabice. Spojit naprogramovaný mikrokontroler s danými periferiemi může být obtížné. Avšak nejobtížnějším shledávám spojení programu, fyzické a mechanické části. Bylo potřeba uchycení navrhnout tak, aby zařízení bylo stabilní ale zároveň aby otočná část jezdila plynule a nebyla omezována dráty vedenými do ovládací části.

Jako úspěch považuji drastické snížení spotřeby celého zařízení. Dále funkčnost celého programu a nabití zkušeností s jednotlivými periferiemi.

Jako vylepšení a rozšíření této práce vidím hlavně přidání solárních panelů. Rozšíření nabíjecích slotů, pro baterie Li-ion nebo i pro jiné druhy akumulátorů. Dále naprogramování části která bude šikovněji stanovovat polohu slunečního záření, například se inspirovat u PID regulátoru.

Díky této práci jsem získal mnoho zkušeností. Vyzkoušel jsem si návrh zařízení a sám řešit problémy, které se při vývoji vyskytly. Rozšířil jsem své obzory v programování a komunikaci s jednotlivými zařízeními jako LCD displej. Proto tuto práci hodnotím kladně.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Elektromyš* [online]. [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <http://www.elektromys.eu/stm8.php>
- [2] Alldatasheet. *Alldatasheet.com* [online]. [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1222310/STMICROELECTRONICS/STM8S.html>
- [3] SparkFun. *Alldatasheet.com* [online]. [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: SparkFun.com
- [4] Datasheetspdf. *Alldatasheet.com* [online]. [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <https://datasheetspdf.com/pdf/791970/TowerPro/SG90/1>
- [5] Mcu.cz. *Alldatasheet.com* [online]. [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <http://mcu.cz/startpage.php>
- [6] *Datasheet* [online]. [cit. 2022-03-25]. Dostupné z: <https://www.farnell.com/datasheets/2710940.pdf>

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Zde se vkládá jí seznamy obrázků a tabulek. Vložíte to v menu Odkazy / Vložit seznam obrázků, kde vyberete v Obecných / Popisek titulu Obrázek č. a potom Tabulka č.

Obrázek 1: STM8S208RBT6 Nucleo-64 board.....	10
Obrázek 2: LCD displej 16x2	11
Obrázek 3: Servomotor SG90.....	12
Obrázek 4: TCRT1000.....	13
Obrázek 5: Blokové schéma AWU	14
Obrázek 6: Nabíjecí křivka Li-ion baterie	15
Tabulka 1: Spotřeba MCU při různých událostech.....	18

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Poster k maturitní práci.

EKOLOGICKÁ?

Ano!

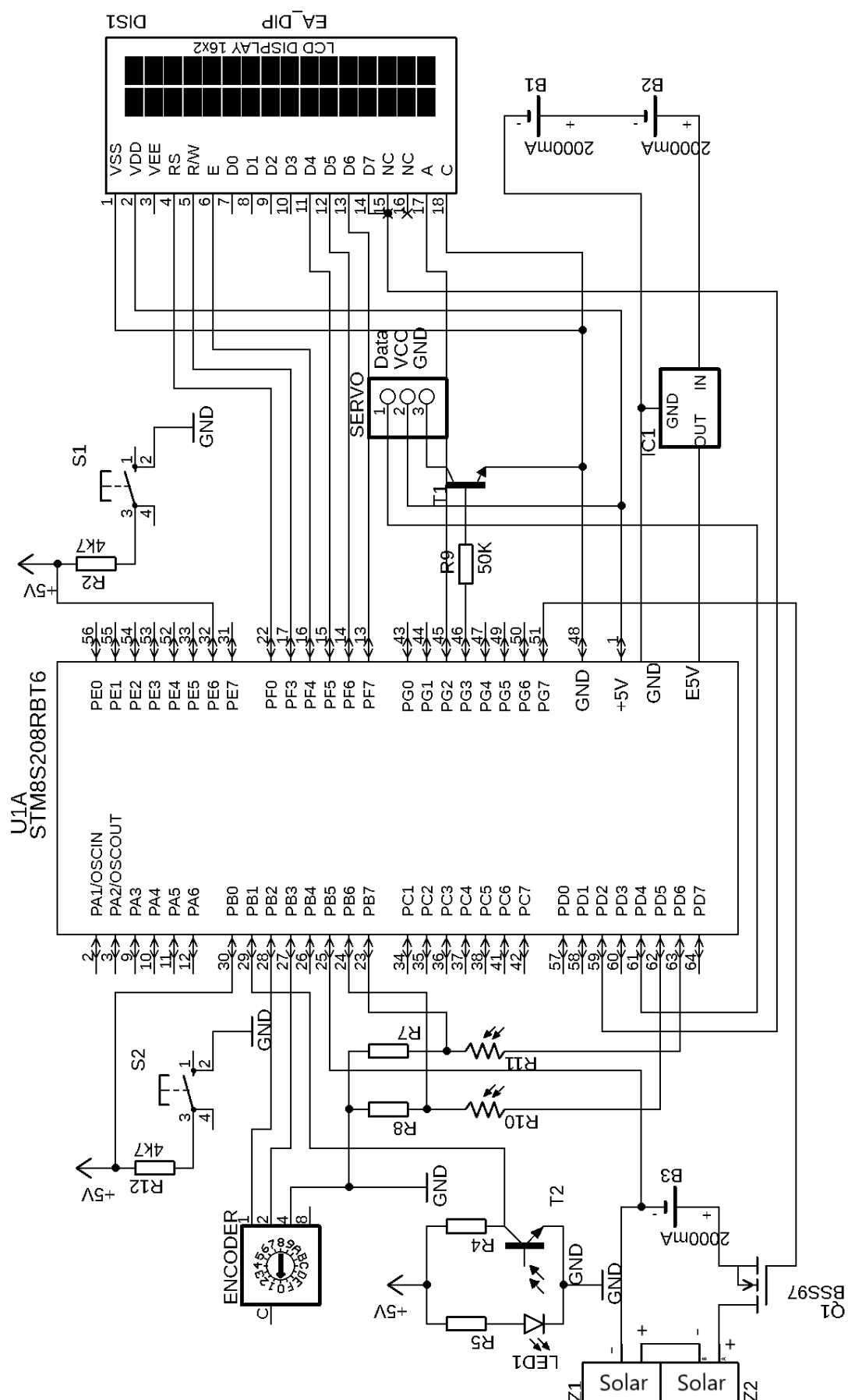
EFEKTIVNÍ?

ZARUČENĚ!



Podpora:
Sun-tracking
Low-power
Auto-charging
Sleep-mode

Příloha č.2 Schéma zapojení



Příloha č.3 Finální Výrobek



Příloha č. 4 Odkaz na GitHub

Odkaz na GitHub s uloženým postupem v programu:

<https://github.com/Woliky/STM8-SolarFlower>