

Dlouhodobá maturitní práce



Střední **průmyslová** škola
na Proseku

26-41-M/01 Elektrotechnika

Depo kolejových vozidel

Nela Šmejkalová

Vedoucí: Ing. Augusta Petr Ph.D.
Zaměření: Automatizace měst a budov
2024



Střední průmyslová škola na Proseku
190 00 Praha 9, Novoborská 2

ZADÁNÍ PRAKTICKÉ MATURITNÍ PRÁCE

Žák: Nela Šmejkalová
Obor: 26-41-M/01 - Elektrotechnika
Školní rok: 2024/2025
Téma práce: Návrh a výroba elektrotechnického zařízení
Název práce: Depo kolejových vozidel
Ved. práce: Ing. Petr Augusta, Ph.D.
Oponent: bude jmenován ředitelem školy v souladu s vyhláškou 177/2009 Sb.

Termín odevzdání – řádný termín:

28. 2. 2025 do 12:00 hodin

Termíny odevzdání – opravné termíny: podzimní opravný termín: nejpozději poslední pracovní den v červnu do 12:00 hodin

jarní opravný termín: nejpozději první pracovní den v březnu do 12:00 hodin

Délka obhajoby maturitní práce před maturitní komisí: 15 minut včetně doplňujících otázek

Poučení: Dle vyhlášky 177/2009 Sb. § 15 odst. 7 – Neodevzdá-li žák pro vážné důvody práci v termínu stanoveném podle odstavce 1 písm. b), omluví se písemně řediteli školy nejpozději v den stanovený pro odevzdání maturitní práce; uzná-li ředitel školy omluvu žáka, určí žákovi náhradní termín pro odevzdání maturitní práce. Pokud žák maturitní práci neodevzdá v termínu podle odstavce 1 písm. b) bez písemné omluvy s uvedením vážných důvodů nebo pokud mu omluva nebyla uznána, posuzuje se, jako by danou zkoušku vykonal neúspěšně.

Dle školského zákona č. 561/2004 Sb. § 79 odst. 7 - Profilová část maturitní zkoušky je veřejná s výjimkou zkoušek konaných formou písemné zkoušky a jednání zkušební maturitní komise o hodnocení žáka; zkoušky konané formou praktické zkoušky jsou neveřejné v případech, kdy je to nutné z důvodu ochrany zdraví, bezpečnosti práce a u zdravotnických oborů také z důvodu ochrany soukromí pacienta.

Pokyny pro vypracování:

- Navrhněte a realizujte konstrukci modelu depa kolejových vozidel standardizovaných modelářských rozměrů s přesuvnou vozidél s alespoň třemi různými pozicemi.
- Navrhněte a realizujte elektrickou část modelu včetně DPS s řídicí jednotkou, vnitřním osvětlením reagujícím na intenzitu venkovního světla, s informační tabulí nebo displejem, senzory přítomnosti lokomotivy na pozici v depu a ovládacími tlačítky.
- Navrhněte a realizujte program pro model depa, který bude řídit pohyb lokomotiv, evidovat obsazené pozice v depu, řídit přesuvnu a inteligentně umísťovat lokomotivy na volné pozice.
- vypracování rešerší pro seznámení s řešenou tematikou (V práci musí být vypracovány rešerše v takovém rozsahu, aby byla odůvodněna každá část návrhu od volby koncepce řešení až po volbu jednotlivých komponent, či návrh programu. Zároveň práce nesmí obsahovat rešerše nadbytečné, které s návrhem nesouvisí. Minimální počet rešerší jsou dvě.)
- vytvoření technické dokumentace umožňující reprodukci navrženého zařízení
- pořízení fotodokumentace a videozáznamů průběžné práce z realizovaného zařízení
- vypracování návodu pro uvedení do provozu a manuálu obsluhy zařízení
- prezentace pro obhajobu práce

Požadavky:

- vypracování jednoduchého průzkumu trhu a stanovení základní funkce navrhovaného výrobku
- stanovení návrhových parametrů zařízení
- návrh a realizace mechanické konstrukce řešeného zařízení



Střední průmyslová škola na Proseku
190 00 Praha 9, Novoborská 2

- návrh a realizace elektrické části zařízení včetně plošného spoje, zapojení řídicího systému a senzorů
- návrh a realizace programu pro komunikaci řídicí jednotky se zařízením
- otestování navrženého zařízení v reálných podmínkách a zhodnocení funkčnosti
- vypracování pracovních výkazů za jednotlivé měsíce, vč. nákladů na materiál do formuláře (šablony)

Hodnocení:

- výsledná známka z maturitního projektu s obhajobou se skládá z hodnocení:
 - hodnocení v závěrečném posudku vedoucího maturitního projektu
 - hodnocení v závěrečném posudku oponenta maturitního projektu
 - hodnocení obhajoby maturitního projektu před maturitní komisí

Hodnocení práce – plagiátorství:

Odevzdané textové části práce budou posouzeny systémem na kontrolu plagiátů odevzdej.cz. V případě míry shody přesahující 15 % bude práce posouzena předmětovou komisí a výsledek posouzení bude poté předán k rozhodnutí maturitní komisí. Pokud se ukáže při hodnocení práce, či při samotné obhajobě, že je práce plagiátem, maturitní komise rozhodne, že práce bude hodnocena známkou nedostatečný.

Kritéria hodnocení maturitního projektu:

- samostatný a tvůrčí přístup k práci
- dodržování stanovených termínů
- prezentace dosažených výsledků projektu při konzultacích
- dodržení stanoveného rozsahu práce – minimálně pět citovaných zdrojů (nelze citovat web Wikipedia), alespoň dvě témata pro rešerši
- kvalita vypracovaných rešerší
- dodržení typografických pravidel
- kvalita provedení praktické části práce
- splnění pokynů k vypracování
- prezentace výsledků projektu a schopnost obhajoby práce (prezentace)

Rozsah práce:

- Minimální rozsah textové části práce (rešerše a popis praktického řešení) je 15 normostran textu (bez formálních částí – obsah, literatura atd.).
- Minimální rozsah praktické části je stanoven pokyny k vypracování práce, tj. splněním cílů práce.
- V případě zavedení distanční výuky, nebo nařízení karantény v předmětu Projekt, trvající déle než 45 kalendářních dnů (vč. období prázdnin), nemusí žák odevzdávat fyzický prototyp, který je součástí praktické části práce. V tomto případě bude při hodnocení kladen důraz na dokumentační část projektu (výkresy, modely, schémata, simulace, ...), podle které musí být prototyp realizovatelný.

Počet vyhotovení práce:

- Maturitní práce bude odevzdána v elektronické podobě.
- Veškeré uložené textové dokumenty, včetně příloh (i fotodokumentace a videozáznamů), budou odevzdány v původním formátu (zdrojový formát např. .DOCX) i ve formátu .PDF.
- Textová část dokumentu bude obsažena v jednom souboru a bude obsahovat všechny formální části (titulní strana, anotace, obsah atd.), pro zadání bude v dokumentu jedna nečíslovaná stránka.
- Elektronická verze práce (včetně prezentace) bude uložena na Google Classroom (přesné pokyny k odevzdání budou zaslány žákům na školní e-mail, nebo prostřednictvím školního informačního systému v průběhu února 2025).

V Praze dne 4. 10. 2024

.....
Ing. Lukáš Procházka
ředitel školy

převzal dne: 19. 10. 2024

podpis žáka: Šmejhalová

Poděkování

Text poděkování Běžně se děkuje rodinným příslušníkům za jejich morální podporu, vedoucímu práce za jeho vedení, dalším konkrétním učitelům a konzultantům za věcné připomínky atd.

Poděkování

Text poděkování Běžně se děkuje rodinným příslušníkům za jejich morální podporu, vedoucímu práce za jeho vedení, dalším konkrétním učitelům a konzultantům za věcné připomínky atd.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou maturitní práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje (literaturu, projekty, SW, atd.), které jsou uvedené v seznamu literatury.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze, 2024

.....

Podpis autora práce

Abstrakt

Např. Tato práce se zaměřuje na návrh vizualizačního zařízení pro platformu umístěnou v běžném běhacím pásu. Cílem této platformy je analyzovat stabilitu pacienta při chůzi nebo běhu pomocí posturografických metod. V práci je popsán výběr vhodných komponent...

Klíčová slova: Zde uveďte klíčová slova práce.

Abstrakt

Např. Tato práce se zaměřuje na návrh vizualizačního zařízení pro platformu umístěnou v běžném běhacím pásu. Cílem této platformy je analyzovat stabilitu pacienta při chůzi nebo běhu pomocí posturografických metod. V práci je popsán výběr vhodných komponent...

Klíčová slova: Zde uveďte klíčová slova práce.

Abstract

e.g. This thesis focuses on the design of a visualization device for a platform positioned in a traditional treadmill. This platform aims to analyze the stability of a patient while walking or running using posturographic methods. The thesis described a selection of appropriate components...

Keywords: key words of the thesis.

Abstract

e.g. This thesis focuses on the design of a visualization device for a platform positioned in a traditional treadmill. This platform aims to analyze the stability of a patient while walking or running using posturographic methods. The thesis described a selection of appropriate components...

Keywords: key words of the thesis.

Obsah	
Úvod	1
1 Motory s lineárním pohonem	2
1.1 Krokový motor s lineárním pohonem	2
1.2 Synchronní lineární motory	3
1.3 Asynchronní lineární motory	4
2 LCD Displeje	5
2.1 Porovnání LCD, LED a OLED displejů.....	5
3 Senzory	7
3.1 IR senzory	7
3.2 Snímače intenzity světla	8
3.2.1 Fotorezistor.....	8
3.2.2 Fototranzistor.....	8
3.2.3 Fotodioda.....	8
4 Návrhové parametry	9
5 Praktická část	10
5.1 Návrh elektrické části.....	10
5.1.1 Řídící jednotka.....	10
5.1.2 Použité komponenty.....	10
5.1.3 Dimenzování zdroje napětí.....	11
5.2 Návrh DPS	12
5.2.1 Arduino MEGA shield	12
5.2.2 DPS na osvětlení.....	12
5.2.3 Návrh plošných spojů.....	13
5.2.4 Seznam součástek	13
5.2.5 Výroba plošných spojů.....	13
5.2.6 Osazení plošných spojů.....	13
5.3 Návrh konstrukce	14
5.3.1 Konstrukce depa	14
5.3.2 3D model	14
5.3.3 3D tisk	15
5.3.4 2D návrhy	15
5.4 Návrh programu.....	16
5.4.1 Vývojový diagram	16
5.4.2 Funkce depa.....	16
5.5 Realizace a problémy	17
Závěr	18
Zdroje	19
Příloha A	i
Příloha B	ii
Příloha C	iii
Příloha D	iv

Seznam obrázků

Obr. 1_Ukázka lineárního pohonu [1]	2
Obr. 2_Popis lineárního krokového motoru [1].....	3
Obr. 3_Lineární pohon s krokovým motorem [5]	3
Obr. 4_Fyzikální princip lineárního motoru [1].....	3
Obr. 5_Asynchronní lineární motor [1].....	4
Obr. 6_LCD displej [16]	5
Obr. 7_Vrstvy OLED displeje [18].....	6
Obr. 8_Ukázka LED displeje [17]	6
Obr. 9_Senzor přerušení IR senzoru [19]..	7
Obr. 10_IR senzor překážek [20].....	7
Obr. 11_Senzor s fotorezistorem [23].....	8
Obr. 12_Senzor s fototranzistorem [24]....	8
Obr. 13_Senzor s fotodiodou [25]	8
Obr. 14_Arduino MEGA [27]	10
Obr. 15_Návrh DPS-Arduino shield.....	13
Obr. 16_3D model kolejového depa	14
Obr. 17_Střecha garáže	15
Obr. 18_2D návrh garáže	15
Obr. 19_Schéma DPS-Arduino MEGA	ii

Seznam tabulek

Tab. 1_LCD vs. LED vs. OLED [2][5][6] 6

Úvod

Depo kolejových vozidel mě napadlo díky dědovi. Jako malá jsem si s ním a mými bratry neustále hrála a stavěla všechno možné. Proto mě zajímalo, jaké by to bylo, postavit si něco, co se jen tak neprodává, k tomu to ještě vylepšit o automatizaci a zároveň udělat dědovi radost. Ráda bych, aby se depo dalo potom případně i nadále používat s již koupenými modely a vytvořit tak něco nového a užitečného. Škola mi dala dobré základy a základní zkušenosti, ale těším se, až to všechno posunu o něco dál a naučím se nové věci, rozšířím svoje znalosti a třeba objevím něco, co mi bylo doposud neznámé.

Cílem práce je navrhnout a sestavit funkční depo pro elektrické lokomotivy velikosti TT. V práci se bude nacházet automatická přesuvna vlaků a garáže s hlídáním obsazenosti pomocí infračerveného senzoru a zobrazením na informační tabuli (displeji). Také manuální ovládání výjezdu vlaků a zapnutí/vypnutí celého projektu. Osvětlení depa bude řízeno automaticky podle intenzity okolního světla. Díky vlastní automatizaci a programování, bude možné časem projekt ještě rozšiřovat a vylepšovat. Okolí depa bude dekorováno mnou vyrobenými a navrženými stromy, kameny... to stejné i garáže, přesuvna i osvětlení.

Místo točny jsem si zvolila přesuvnu z toho důvodu, že je mnohem méně častá a chtěla jsem vyzkoušet pro mě něco úplně nového. Zároveň jsou přesuvny v internetových i v kamenných modelářských obchodech málo k dostání anebo drahé, proto jsem ráda, že si můžu zkusit vyrobit vlastní podle mého vkusu.

V následujících kapitolách budu rozvádět a zkoumat různé senzory, které bych mohla potřebovat a které jsou pro mě nevhodné. Podíváme se na různé displeje, jestli je lepší LCD, LED nebo OLED displej a kde se používají. Dále bude prostor na návrhové parametry, a především na praktickou část. V praktické části už bude můj postup výroby a navrhování programovatelné, konstrukční, mechanické a elektrické části.

Lineární motory jsou pohony vykonávající lineární (přímočarý) pohyb. Na rozdíl od rotujícího stroje negeneruje lineární motor točivý pohyb u poháněného objektu. Klasické řešení takového pohybu je využití točivých strojů s převodovkou a systémem, který převádí točivý pohyb na přímočarý. Vyznačují se dlouhodobou stabilitou parametrů, vyšší přesností a dynamikou a umožňují navrhovat netradiční řešení. Nevýhodou tohoto řešení je ale vyšší cena.

1 Motory s lineárním pohonem

Lineární motory jsou pohony vykonávající lineární (přímočarý) pohyb. Na rozdíl od rotujícího stroje negeneruje lineární motor točivý pohyb u poháněného objektu. Klasické řešení takového pohybu je využití točivých strojů s převodovkou a systémem, který převádí točivý pohyb na přímočarý. Vyznačují se dlouhodobou stabilitou parametrů, vyšší přesností a dynamikou a umožňují navrhovat netradiční řešení. Nevýhodou tohoto řešení je ale vyšší cena.

Lineární motory dokážou vyvinout sílu od 50 N až do 16 000 N a jejich rychlost může být od velmi pomalých 0,01 mm/s až po rychlé 15 m/s. Jsou velmi přesné, s možností polohování s přesností na 5 μm , které jsou ideální pro úlohy, kde je vyžadována vysoká přesnost. K dispozici jsou také provedení s integrovaným vodním chlazením, která umožňují dosažení vyšší trvalé síly, což zlepšuje výkon motoru při dlouhodobém provozu. Ukázka lineárního pohonu viz Obr. 1. [1][2]

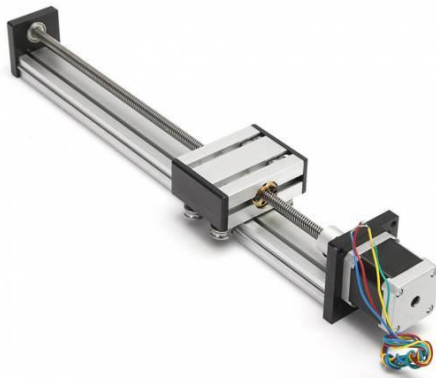


Obr. 1_Ukázka lineárního pohonu [1]

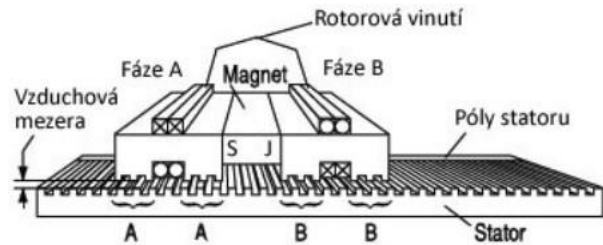
1.1 Krokový motor s lineárním pohonem

Krokové motory jako takové se řadí mezi elektromotory, které mají jednu celou otáčku rozdělenou do několika kroků. Celá 360° otáčka je typicky rozdělena do 200 kroků, což znamená, že při jednom kroku se hřídel pootočí o 1,8°. Dostupné jsou ale i motory, u nichž se provede krok hřídele o 2; 2,5; 5, 15 nebo 30°. Krokový motor je složen z rotoru a statoru, kde stator je nepohyblivá část a rotor usazený na hřídeli v ložiscích rotuje v závěsu za rotujícím magnetickým polem vytvořeným kolem statoru. [3][4]

Krokové lineární motory se používají k polohování lehkých těles a vyrábějí se buď jako dvoufázové nebo třífázové. Je to pojezdová plošina usazená na trapézovém šroubu, který je poháněn krokovým motorem. Jak takovýto motor vypadá naleznete na Obr. 3 a jeho popis na Obr. 2. [1][5]



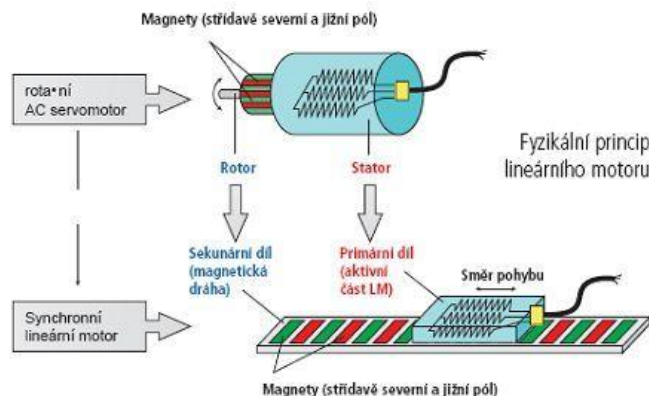
Obr. 3_Lineární pohon s krokovým motorem [5]



Obr. 2_Popis lineárního krokového motoru [1]

1.2 Synchronní lineární motory

Synchronní stroj je střídavý elektrický stroj, u něhož jsou otáčky TMP (točivé magnetické pole) shodné s otáčkami rotoru. Synchronní motor je točivý elektrický stroj, který obvykle funguje na třífázový střídavý proud. Jeho rotor se otáčí přesně synchronně s točivým magnetickým polem vytvářeným státorem. Dnes se s nimi nejčastěji setkáváme v oblasti řídicí elektroniky, kde jsou oblíbené díky své nízké hmotnosti a vysoké účinnosti, která dosahuje 95 až 98 %. Popis fyzikálního principu lineárního motoru viz Obr. 4. [6]



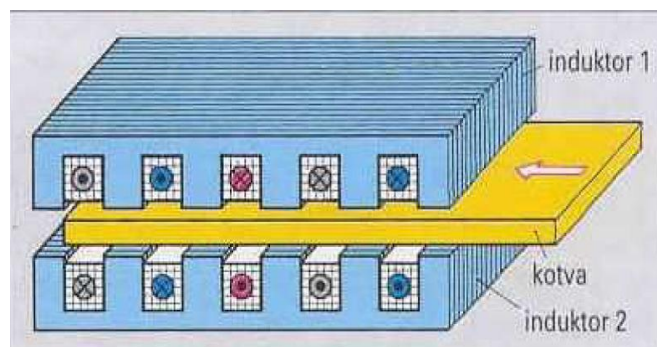
Obr. 4_Fyzikální princip lineárního motoru [1]

„Statorem je u lineárních motorů označován primární díl a rotorem sekundární díl. Primární část je tvořena stejně jako u klasických strojů feromagnetickým svazkem složeným z elektrotechnických plechů a trojfázového vinutí uloženého v jeho drážkách. Proti primárnímu dílu je konstrukčně uspořádána sekundární část tvořená permanentními magnety, které jsou nalepené na ocelové podložce.“ [1]

1.3 Asynchronní lineární motory

Asynchronní motor je točivý elektrický stroj, který je konstrukčně nejjednodušší, nejlevnější a nejpoužívanější. Je téměř bezúdržbový a má vysokou provozní spolehlivost. Jeho výkon může dosahovat od desítek wattů až po jednotky megawattů, například ve vodních elektrárnách. U indukčních strojů se elektrická energie přenáší ze statoru do rotoru pomocí elektromagnetické indukce. Používají se např. v čerpadlech, kompresorech, ventilátorech, jeřábech a v praxi se obvykle využívají pro otáčivý pohyb hřídele kolem své osy. [7]

Existují právě ale i varianty umožňující lineární pohyb, kde se stroj pohybuje pouze po přímce. Pracují na principu asynchronního stroje. Jsou buď jednostranné nebo oboustranné. Asynchronní lineární motor viz Obr. 5. [1]



Obr. 5 _Asynchronní lineární motor [1]

2 LCD Displeje

Displeje LCD (LCD = Liquid Crystal Display) fungují na technologii tekutých krystalů. Tekuté krystaly jsou látky, které se kromě tekutého a pevného stavu vyskytují také v tzv. „kapalné krystalické fázi“ ve které jsou stále tekuté, ale mají navíc optické a elektromagnetické vlastnosti pevných látek.

Dnes jsou LCD displeje skoro všude, nachází se v mnoha zařízeních, od televizorů a počítačů po chytré telefony, tablety nebo hodinky. V dnešní době je už máme jako tenké ploché obrazovky, které lze ohýbat i rolovat. Jejich důležité vlastnosti z praktického hlediska jsou např. nízká hmotnost, malé rozměry a dobrá cena. LCD displej viz Obr. 6. [8][9]



Obr. 6_LCD displej [16]

2.1 Porovnání LCD, LED a OLED displejů

Každá technologie má různé výhody i nevýhody. LCD a LED používají stejný základní princip blokování světla z podsvícení k vytvoření obrazu, ale jsou různé v konstrukci a schopnostech. LCD mají tekuté krystaly kterými se ovládá kolik světla nimi prochází, ale LED jsou jednotlivá světla, která lze naprogramovat tak, aby vyzařovala různé barvy. Každý pixel displeje má přiřazené 3 diody – červenou, zelenou a modrou (RGB) – jejichž kombinace a různá intenzita svitu dokáže vytvořit až 68 miliard barev. Vzor LED displeje viz Obr. 8. [10][12]

„LED displeje vynikají z hlediska živých barev, vysokého kontrastního poměru a energetické účinnosti. Na druhou stranu LCD displeje nabízejí cenovou dostupnost, širší pozorovací úhly a jsou méně náchylné k problémům s vypalováním.“ [11]

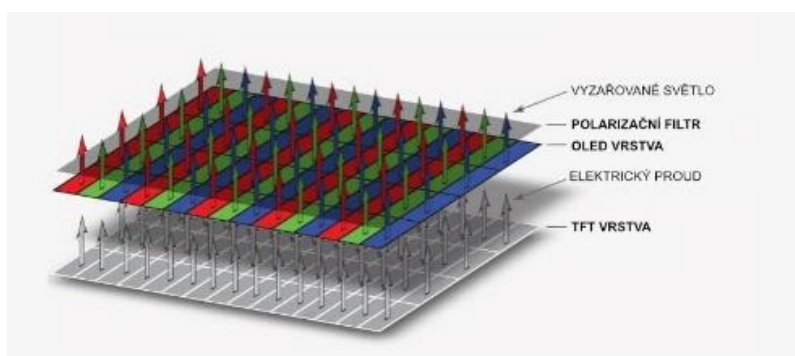
U OLED každý pixel vyzařuje svoje vlastní světlo a díky tomu není potřeba podsvícení jako u LCD a LED displejů. Díky tomu dosahují hlubokých černých tónů a vysokého kontrastu.

2. LCD Displeje

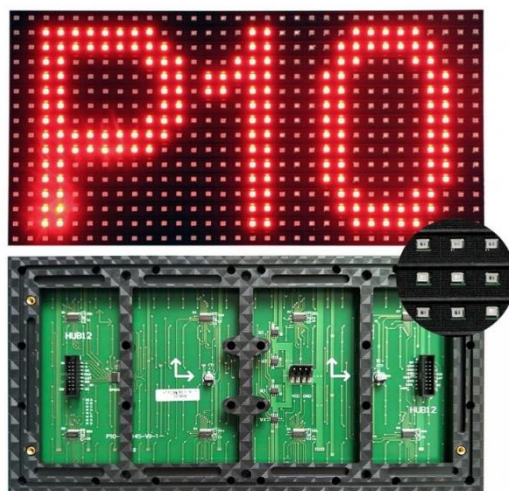
To způsobují pixely, které mohou být na sobě nezávisle zapnuty nebo vypnuty. Z hlediska výroby je panel OLED jednodušší, tenčí a potřebuje méně energie než LED a LCD. Vrstvy OLED displeje viz Obr. 7. Porovnání všech třech druhů displejů viz Tab. 1. [9]

TYP	LCD	LED	OLED
Princip	Technologie tekutých krystalů, potřebuje externí zdroj	Pole jednotlivých diod, fungují jako vlastní zdroj světla	Využívá organické materiály k vytvoření vlastního světla
Kvalita obrazu	Nižší kontrast, méně sytý obraz	Vysoký jas a kontrast	Vynikající kontrast, živější barvy obrazu
Energie a životnost	Vyšší spotřeba energie	Energeticky účinnější než LCD	Nižší spotřeba energie než LCD a LED

Tab. 1_LCD vs. LED vs. OLED [2][5][6]



Obr. 7_Vrstvy OLED displeje [18]



Obr. 8_Ukázka LED displeje [17]

3 Senzory

Senzorů je spousta druhů a vybíráme si je podle toho, jaké potřebujeme, aby měli vlastnosti a v jakém prostředí se budou nacházet. Citlivá část senzoru se označuje jako čidlo, které snímá sledovanou fyzikální nebo jinou veličinu a podle určitého definovaného principu ji přetvoří na měřicí veličinu. [26]

3.1 IR senzory

IR neboli infračervené senzory vyzařují infračervené světlo a tím dokážou určit teplotu objektu nebo jeho přítomnost. Záření není pro lidské oko viditelné. Dobré je, že nezáleží na barvě objektu a nevadí jim znečištěné prostředí, dokážou „propálit“ prach, mlhu, páru atd. Proto se dají často používat i venku. Senzory zvládají přijímat signál od objektů jejichž teplota je nad absolutní nulou ($-273,15\text{ °C}$).

Infračervené senzory se skládají z vysílače a přijímače, které musí pracovat na stejné vlnové délce. Vysílač je tvořen z infračervené LED (světlo emitující dioda), která při napájení elektrinou vyzařuje infračervené záření. Přijímač je fotodiody citlivá na IR záření, které přijímá a tím je elektrický proud zesílen a přeměněn na napět'ový signál. Pomocí tohoto napět'ového signálu je pak aktivován požadovaný výstup.

Často používané jsou např. senzory přerušení IR paprsku, které najdeme na vratech do garáží. Senzor reaguje na přerušení paprsku infračerveného světla vysílaného mezi vysílačem a přijímačem. Dále jsou teplotní IR senzory, které zachycují infračervené tepelné záření a pomocí toho je pak určena teplota objektu, a další. Příklad senzoru přerušení IR paprsku a IR senzor překážek viz Obr. 9 a Obr. 10. [14][15]



Obr. 9_Senzor přerušení IR
senzoru [19]



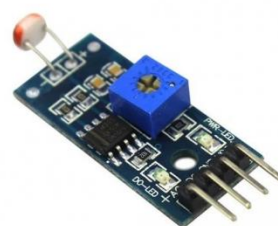
Obr. 10_IR senzor překážek [20]

3.2 Snímače intenzity světla

Světelné senzory neboli snímače intenzity světla, jsou zařízení, která detekují množství světla v okolí a převádějí tuto informaci na elektrický signál. Existují různé typy těchto snímačů, které se liší na základě technologie, kterou využívají. Např. fotorezistor, fototranzistor, fotodiody atd...

3.2.1 Fotorezistor

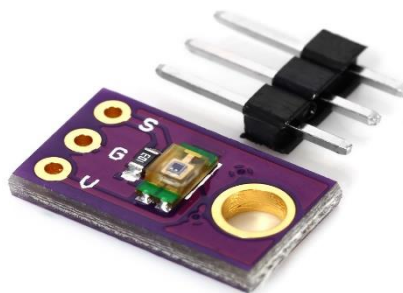
Asi nejčastěji se dají najít senzory využívající fotorezistor. Je to speciální rezistor se světlocitlivou vrstvou, jehož odpor se snižuje, když intenzita světla stoupá. Uvádí se na něj vysoká spolehlivost a citlivost a že má schopnost rozpoznat širší spektrum světla. Senzor s fotorezistorem viz Obr. 11. [21][22]



Obr. 11_Senzor s fotorezistorem [23]

3.2.2 Fototranzistor

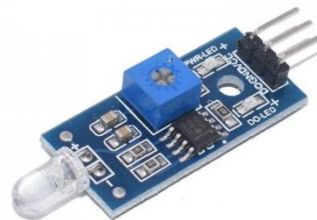
Další často používanou technologií je fototranzistor. Který je citlivější než fotodiody a poskytuje vyšší zesílení signálu. Světlo, které na ně dopadne, způsobí zvýšení proudu mezi kolektorem a emitorem. Používají se jako světelné spínače ale i jako snímače pohybu. Mají vysokou citlivost a rychlou odezvu. Senzor s fototranzistorem viz Obr. 12. [21]



Obr. 12_Senzor s fototranzistorem [24]

3.2.3 Fotodiody

Fotodiody generují proud nebo napětí, když jsou osvětleny. Přeměňují světelnou energii na elektrický proud. Často se používají v automatickém ovládání osvětlení, fotoaparátech a optických komunikacích a mají rychlou odezvu, nízkou spotřebu energie a dobrou citlivost. Bohužel mají menší přesnost při nízké intenzitě světla. Senzor s fotodiódou viz Obr. 13. [21]



Obr. 13_Senzor s fotodiódou [25]

4 Návrhové parametry

Cílem práce je návrh, sestavení a naprogramování automatického depa kolejových vozidel.

Celá deska, na kterém projekt bude, bude mít rozměry alespoň 850 mm na délku, 500 mm na šířku a 40 mm na hloubku. Celkově se tam vejdou tři garáže, koleje a přesuvna se třemi polohami. Celkovou váhu předpokládám do max 2 kg. Délka jednotlivé větší koleje je 166 mm a kratší koleje 83 mm. Dohromady se bude na projektu nacházet 5 delších kolejí a 3 nebo 4 kratší koleje. Jedna lokomotiva je dlouhá 137 mm. Od těchto parametrů se budou odvíjet i velikosti garáží a přesuvny.

U garáží se bude nacházet displej neboli jakási informační tabule, na které se bude zobrazovat obsazení jednotlivých garáží. Ale přesuvna bude díky programu sama vědět která garáž je obsazena a která ne, a posílat lokomotivy na nejbližší preferovanou garáž. Samotné zapnutí a vypnutí depa a k tomu vypouštění vlaků z garáží, bude řízeno manuálně neboli tlačítky. Práce bude napájena z extérního zdroje.

Aby projekt vypadal jako správný model, bude tam osvětlení řízené okolním světlem, vyrobené stromy, kameny a podobné drobnosti, pravděpodobně z 3D tisku, aby to působilo jakoby „reálně“.

5 Praktická část

Krátké shrnutí celé praktické části.

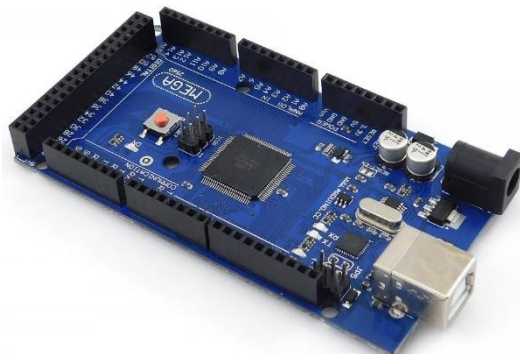
5.1 Návrh elektrické části

Blokové schéma elektrické části kolejového depa je k vidění na **Obr.** v příloze **A**.

5.1.1 Řídící jednotka

Jako řídící jednotku jsem zvolila Arduino MEGA, nebo přesněji jeho klon Arduino MEGA Precise s mikrokontrolerem ATmega2560 [27]. A to z toho důvodu, že s Arduinem už mám nějaké zkušenosti ze školy, a hlavně vyhovuje všem mým požadavkům.

Při počítání požadovaných pinů, které budu potřebovat, jsem zjistila, že mi klasické Arduino UNO nebude stačit, a proto používám Arduino MEGA. To nabízí 54 digitálních I/O pinů, 16 analogových pinů a tři 5 V pin, oproti tomu, Arduino UNO má pouze 14 digitálních, 6 analogových a jen jeden 5 V pin. Já využívám 25 analogových pinů a potřebovala jsem co nejvíce pinů na napájení, aby to Arduino vůbec zvládlo zátěž tolika prvků.



Obr. 14_Arduino MEGA [27]

5.1.2 Použité komponenty

Komponenty jsem vybírala na základě mých potřeb a doporučení spolužáků a učitelů. Jednou z nejhlavnějších částí, je lineární posun přesuvny. K tomu jsem díky vypracované rešerši na krokové lineární motory, vybrala ten, který mi vyhovoval jak rozměrově, tak i funkčně nejlépe: CNC lineární pohon s krokovým motorem T8x8 - 300 mm [5]. Bylo mi jasné, že potřebuji krokový motor, protože je nejpřesnější. Ke krokovému motoru je také driver a ten jsem vzala takový, který byl k tomu mému motoru doporučený: TB6600 [28]. Rozměrově i maximální zátěž je v pořádku, takže nebyl důvod vybírat jiný.

Další důležitou komponentou je zdroj napětí. Vybraný zdroj je LED zdroj 12 V 120 W vnitřní [29]. Více o výběru zdroje viz kapitola Dimenzování zdroje napětí. Na zobrazení obsazenosti v garážích je použit LCD displej HD44780 20 x 4 znaků [30], vybraný opět pomocí vypracované rešerše. Přidat ventilátor. Ke snímání intenzity venkovního osvětlení je použit Světelný senzor TEMA6000 [24] a k osvětlení depa ? a nastříhaný LED pásek SQ3-W300 [31]. Další senzory na snímání polohy lokomotivy je 5x využít IR senzor přerušení paprsku – LED 3mm - 0-25cm [19].

Lokomotiva se musí po depu nějak pohybovat a k tomu k jsou potřeba koleje. Koleje jsem si vybrala TILLIG – G2 Rovná kolej 83,0mm [32] a TILLIG – G1 Rovná kolej 166,0mm [33] k nim bylo potřeba tři H můstků L298N Dual H Most DC [34] k otáčení polarity, aby lokomotivy mohli jezdit i opačně, jelikož jsou poháněny střídavým proudem.

5.1.3 Dimenzování zdroje napětí



5.2 Návrh DPS

Jedna z povinných částí projektu, je navrhnout a vyrobit plošný spoj. V mém kolejovém depu se nacházejí celkově dva plošné spoje. Jeden hlavní, shield na Arduino MEGA, a druhý, pouze na rozvedení vodičů na osvětlení.

5.2.1 Arduino MEGA shield

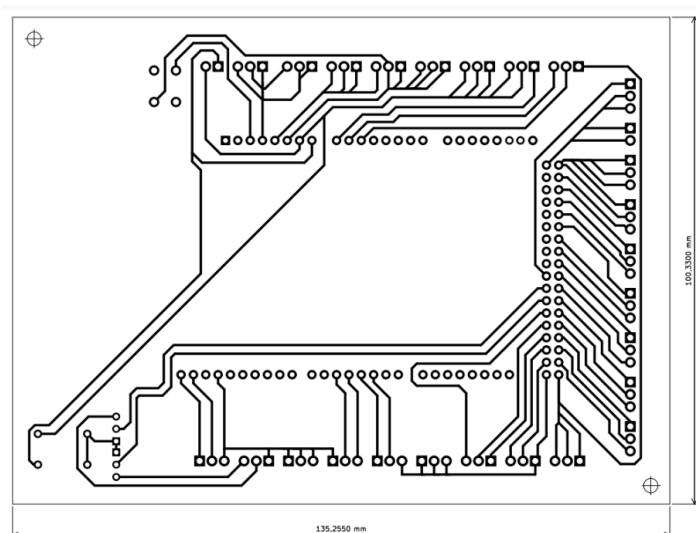
Arduino shield je sice koupitelná komponenta, ale rozhodla jsem se si ho vyrobit sama, protože takhle alespoň obsahuje především jen využití piny (shield obsahuje i piny navíc v případě možného rozšíření) a na internetu jsem nenašla přesně takový, který potřebuji, jak velikostně, tak i prakticky. Shield se používá na pevné připojení vodičů, které povedou do Arduina, a proto se na plošném spoji nacházejí svorkovnice napojené měděnými cestičkami, na mnou použitými piny z Arduina.

Schéma plošného spoje pro Arduino MEGA viz Obr. 19 v příloze **B** a vykreslený návrh DPS na Obr. 15. Schéma také obsahuje dělič napětí a dva tranzistory na spínání osvětlení v depu.

5.2.2 DPS na osvětlení

Druhý plošný spoj je jenom malá „rozvodnice“ vodičů na osvětlení. Ze svorek od Arduina vedou 3 potřebné vodiče na tento plošný spoj a z něj už vedou pouze vodiče připojené na LED pásy a LED diody na osvětlení. Schéma DPS (**obr**) lze najít v příloze **C**.

5.2.3 Návrh plošných spojů



Obr. 15_Návrh DPS-Arduino shield

Druhý plošný spoj

5.2.4 Seznam součástek

Celkový seznam součástek z obou plošných spojů viz ... v příloze D a osazovací plán viz ... v příloze E.

Vložit seznam a os. plán do příloh

5.2.5 Výroba plošných spojů

Oba plošné spoje jsem navrhla v aplikaci KiCad, jelikož měla všechny potřebné funkce a pouzdra na součástky které jsem využila. Zároveň jsme v ní pracovali ve škole, takže mám zkušenosti s fungováním aplikace. V čem a jak jsem to vyrobila...

5.2.6 Osazení plošných spojů

Jak jsem to osadila, co jsem k tomu potřebovala atd..?

5.3 Návrh konstrukce

V této podkapitole jsou shrnuty veškeré návrhy konstrukce depa. Od návrhu celého kolejového depa ve 3D, přes navrhování garáží, lamp a informační tabule také ve 3D, až po 2D návrhy dřevěné konstrukce vyřezávané laserem.

5.3.1 Konstrukce depa

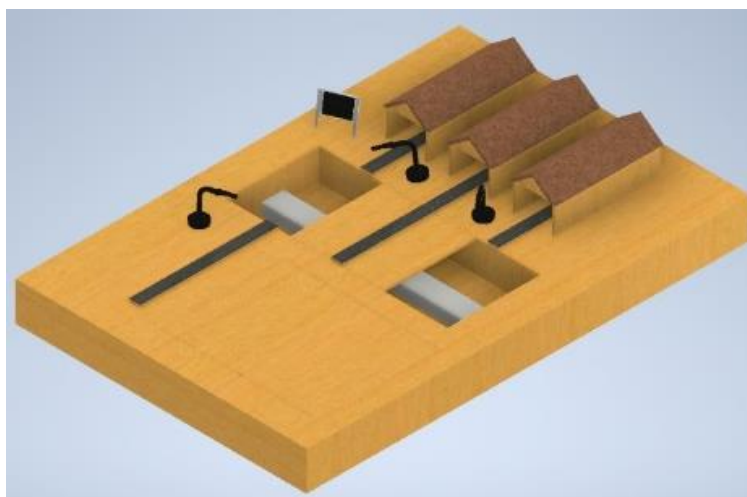
Velká část depa je vytvořena ze dřeva, a to ?? z topolové překližky. Horní část, strany a stěny garáží jsou z 4 mm překližky a spodní část tvoří 8 mm překližka. Je to z toho důvodu, že veškeré komponenty jsou poměrně těžké a bylo potřeba silnějšího materiálu.

Přístupnost k jednotlivým prvkům je navržena tak, že vedle příjezdové koleje se nachází sundavací víko, pod kterým je instalační krabice se zdrojem, Arduinem a dalšími komponenty. Krabice je chlazena pomocí dvou ventilátorů umístěných naproti sobě. Díky otvorům ve dřevěné stěně depa, na obou stranách, tamtudy může proudit vzduch.

Co je z čeho udělané a jak, jak se to dá rozebrat, jak se dostat k prvkům

5.3.2 3D model

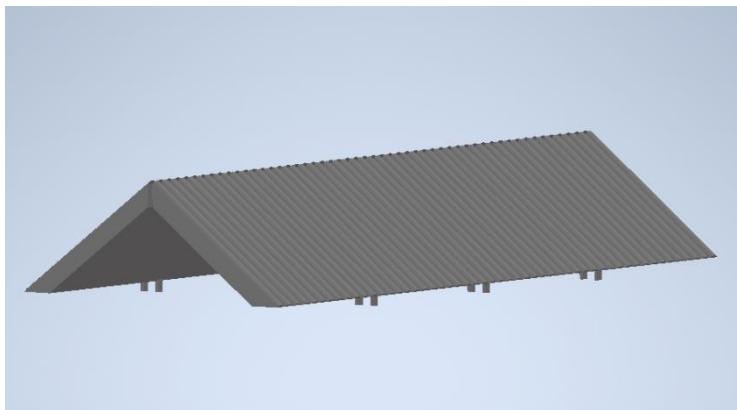
Na Obr. 16 jde vidět prvotní návrh 3D modelu celého depa.



Obr. 16_3D model kolejového depa

5.3.3 3D tisk

Z 3D tisku jsou vytisknuté střechy, které se dají odejmout z dřevěné konstrukce garáží. Jejich 3D návrh viz Obr. 17. Vytisknuté jsou také lampy, viz ..., a informační tabule, viz ...

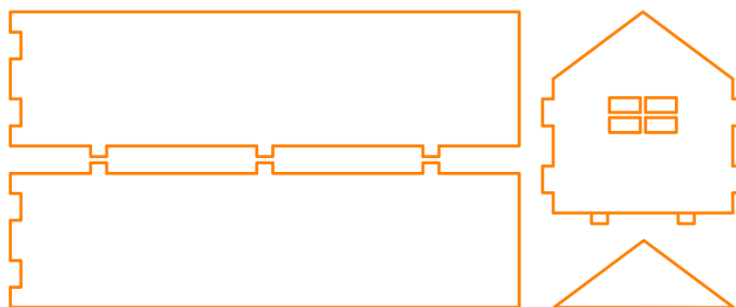


Obr. 17_ Střecha garáže

Přidat upravené fotky

5.3.4 2D návrhy

Tyto 2D návrhy jsou navrženy na řezání laserem. Na Obr. 18 je zobrazený návrh garáže. Jsou navrženy tak, že jsem je mohla hezky zacvaknout do sebe a slepit, tímto způsobem drží pohromadě. Na stejném principu je i postavená konstrukce „krabice“ depa viz ...



Obr. 18_2D návrh garáže

Dát sem návrh krabice

5.4 Návrh programu

Jak funguje program, jaké má funkce

5.4.1 Vývojový diagram

Vývojový diagram programu je k dispozici na obr v příloze E.

5.4.2 Funkce depa

Jak depo funguje + k čemu jsou tlačítka

5.5 Realizace a problémy



Závěr

V závěru autor zhodnocuje, zdali splnil všechny body zadání, pokud některé nesplnil, či ne zcela splnil, popisuje zde relevantní důvody proč. Těmi není rozhodně, že tématu nerozumí, že to nestihl apod. Naopak může popsat, kam až došel a na základě fyzikálních zákonů např. nebylo možné pokračovat. Nebo že nepoužil PLC automat, jelikož daný problém vyřešil s ohledem na ekonomickou stránku věci výhodněji, při zachování všech požadavků. Vše však musí být řádně zdůvodněno! Je vhodné do závěru též uvést krátký text o tom, jak by bylo možné práci nad rámec zadání dále rozvinout, čímž autor ukáže, že tématu porozuměl a zná potenciální možnosti i nedostatky svého řešení.

Zdroje

- [1] *Lineární motory.* Online. ELUC. [2013]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/806>. [cit. 2024-10-13].
- [2] *Lineární motory, lineární pohyb.* Online. SEW-EURODRIVE. C2024. Dostupné z: https://www.sew-eurodrive.cz/vyroby/motory/linearni_pohyb/linearmotoren.html. [cit. 2024-10-13].
- [3] *Princip krokových motorů a jejich využití.* Online. SHARPLAYERS. C2021-2024. Dostupné z: <https://eshop.sharplayers.cz/a/co-jsou-krokovy-motory>. [cit. 2024-10-13].
- [4] *Krokový motor – druhy a příklady aplikací krokových motorů.* Online. TME. C2024. Dostupné z: <https://www.tme.eu/cz/news/library-articles/page/41861/krokovy-motor-druhy-a-priklady-aplikaci-krokovych-motoru/>. [cit. 2024-10-13].
- [5] *CNC lineární pohon s krokovým motorem T8x8 - 300 mm.* Online. DRATEK. [2013]. Dostupné z: <https://dratek.cz/arduino/5440-cnc-linearni-pohon-300-mm-s-krokovym-motorem.html>. [cit. 2024-10-13].
- [6] *Synchronní motor, moment synchronního stroje, rozběh synchronního motoru.* Online. MATURITKA. C2021. Dostupné z: <https://www.maturitka.cz/es-ustni-21.php>. [cit. 2024-10-13].
- [7] *Princip asynchronního motoru - základní vztahy, rozdělení, točivé pole.* Online. MATURITKA. C2021. Dostupné z: <https://www.maturitka.cz/es-ustni-11.php>. [cit. 2024-10-13].
- [8] *Displeje LCD.* Online. ELUC. [2013]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/627>. [cit. 2024-10-11].
- [9] *LCD displej: Co to je, jak funguje a který je nejlepší?* Online. TOPLY. C2016-2024. Dostupné z: <https://toply.cz/pojmy/displej/lcd/>. [cit. 2024-10-11].
- [10] *Co je LCD vs LED vs OLED?* Online. LENOVO. C2024. Dostupné z: <https://www.lenovo.com/us/en/glossary/lcd-vs-led/?orgRef=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F>. [cit. 2024-10-12].
- [11] *Je lepší LED nebo LCD displej?* Online. LEDER. Dostupné z: <https://cz.leder-ledvision.com/info/is-led-or-lcd-display-better--96717483.html>. [cit. 2024-10-12].
- [12] *LED displej: Co to je, jak funguje a který je nejlepší?* Online. TOPLY. C2016-2024. Dostupné z: <https://toply.cz/pojmy/displej/led/>. [cit. 2024-10-12].
- [13] *OLED displej: Co to je, jak funguje a který je nejlepší?* Online. TOPLY. C2016-2024. Dostupné z: <https://toply.cz/pojmy/displej/oled/>. [cit. 2024-10-12].
- [14] *Everything you should know about IR sensors.* Online. ELECTRONIC SOLUTIONS INC. C2024. Dostupné z: <https://www.electronicsinc.com/everything-you-should-know-about-ir-sensors>. [cit. 2024-10-15].
- [15] *Infračervený senzor – co to je a k čemu se používá?* Online. BOTLANDBLOG. [2019]. Dostupné z: <https://botland.cz/blog/infracerven-y-senzor-co-to-je-a-k-cemu-se-pouziva/>. [cit. 2024-10-15].
- [16] *Znakový LCD displej 16x2 I2C (žlutý).* Online. PÁJENÍČKO. <https://pajenicko.cz/>. Dostupné z: <https://pajenicko.cz/znakovy-lcd-displej-16x2-i2c-zluty>. [cit. 2024-10-15].

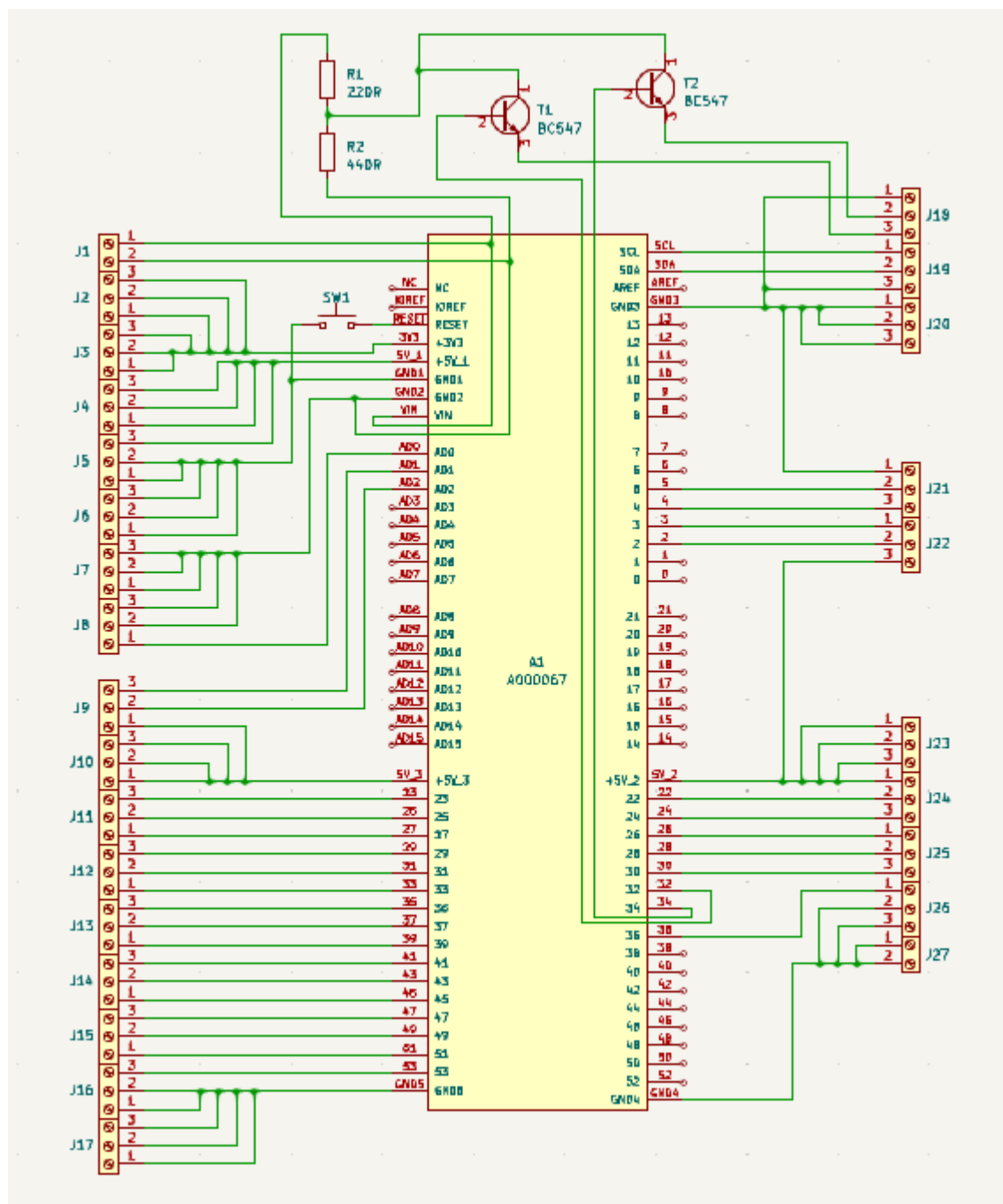
- [17] *Maticový 32x16 LED displej modul červený*. Online. LÁSKAKIT. C2024. Dostupné z: <https://www.laskakit.cz/sada-4x-maticovy-32x16-led-displej-modul-cerveny/>. [cit. 2024-10-15].
- [18] *Co je OLED displej a jak funguje?* Online. ALZA. C1994-2024. Dostupné z: <https://www.alza.cz/slovník/oled-displej-art15340.htm>. [cit. 2024-10-15].
- [19] *IR senzor přerušení paprsku - LED 5mm - 0-25cm*. Online. BOTLAND. C2024. Dostupné z: <https://botland.cz/pohybove-senzory/18688-ir-senzor-preruseni-paprsku-led-5mm-0-25cm-5904422366469.html>. [cit. 2024-10-15].
- [20] *Infračervený senzor překážek*. Online. DRATEK. [2013]. Dostupné z: <https://dratek.cz/arduino/3086-infracerveny-senzor-prekazek.html>. [cit. 2024-10-15].
- [21] *Senzor světla*. Online. WIKIITRIANGLE. [2023]. Dostupné z: <https://wiki.itriangle.cz/books/itriangle-cz/page/senzor-sv%C4%9Btla>. [cit. 2024-10-21].
- [22] *Snimace optických velicin*. Online. In: SPŠ, SOŠ a SOU Hradec Králové. [2011]. Dostupné z: https://vyuka.hradebni.cz/file.php/133/snimace_optickyh_velicin.pdf. [cit. 2024-10-13].
- [23] *Světelný senzor, 4 pin modul*. Online. In: LASKAKIT. C2024. Dostupné z: <https://www.laskakit.cz/arduino-svetelny-senzor--4-pin-modul/>. [cit. 2024-10-21].
- [24] *Světelný senzor TEMT6000*. Online. In: DRATEK. [2013]. Dostupné z: <https://dratek.cz/arduino/1737-svetelny-senzor-temt6000.html>. [cit. 2024-10-21].
- [25] *Senzor světla fotodioda*. Online. In: VOKOLO. C2024. Dostupné z: <https://www.vokolo.cz/modul-fotodioda/>. [cit. 2024-10-21].
- [26] *Automatizace senzory*. Online. In: JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUĎĚJOVICÍCH. C2022. Dostupné z: https://home.pf.jcu.cz/~kyklop/SERYM/SDC/prednasky/pdf/Automatizace_senzory.pdf. [cit. 2024-10-21].
- [27] *Klon Arduino MEGA precise*. Online. DRATEK. [2013]. Dostupné z: <https://dratek.cz/arduino/946-eses-klon-arduino-mega-precise.html>. [cit. 2024-11-17].
- [28] *Výkonný driver TB6600 4.5A pro krokové motorky nová verze*. Online. TECHFUN.SK. C2016. Dostupné z: [techfun.sk/cs/produkt/výkonný-driver-tb6600-4-5a-pro-krokové-motorky-nová-verze/](https://techfun.sk/cs/produkt/vykonný-driver-tb6600-4-5a-pro-krokové-motorky-nová-verze/). [cit. 2024-11-17].
- [29] *LED zdroj 12V 120W vnitřní*. Online. T-LED. [2009]. Dostupné z: <https://www.t-led.cz/p/led-zdroj-12v-120w-vnitřní-5203>. [cit. 2024-11-17].
- [30] *LCD2004 Displej HD44780 - Modrý, 20 x 4 znaků*. Online. DRATEK. [2013]. Dostupné z: <https://dratek.cz/arduino/986-display-modry-20x4-znaku-hd44780.html>. [cit. 2024-11-17].
- [31] *LED pásek zalitý SQ3-W300*. Online. T-LED. [2009]. Dostupné z: <https://www.t-led.cz/p/led-pasek-vodeodolny-sq3-w300-7114>. [cit. 2024-11-17].
- [32] *TILLIG 83102 TT G2 Rovná kolej 83,0mm TI83102*. Online. ELEKTRICKÉ VLÁČKY. C2024. Dostupné z: <https://www.elektrickevlacky.cz/modelova-zeleznice-tillig-83102-tt-g2-rovna-kolej-830mm/p-1038.html>. [cit. 2024-11-17].
- [33] *TILLIG 83101 TT G1 Rovná kolej 166,0mm TI83101*. Online. ELEKTRICKÉ VLÁČKY. C2024. Dostupné z: <https://www.elektrickevlacky.cz/modelova-zeleznice-tillig-83101-tt-g1-rovna-kolej-1660mm/p-1037.html>. [cit. 2024-11-17].

- [34] *H můstek pro krokový motor - L298N Dual H Most DC*. Online. DRATEK. [2013]. Dostupné z: <https://dratek.cz/arduino/877-arduino-h-mustek-pro-krokovy-motor-l298n-dual-h-most-dc.html>. [cit. 2024-11-17].

Příloha A

Blokové schéma

Příloha B



Obr. 19_Schéma DPS-Arduino MEGA

Příloha C

Druhý plošňák

Příloha D

Seznam součástí DPS