UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Laboratorní model automatické mycí linky pro automobily

Pavel Malý

Bakalářská práce

2013

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: **2012/2013**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Pavel Malý**
Osobní číslo:	**I09339**
Studijní program:	**B2646 Informační technologie**
Studijní obor:	**Řízení procesů**
Název tématu:	**Laboratorní model automatické mycí linky pro automobily**
Zadávající katedra:	**Katedra řízení procesů**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce bude návrh a konstrukce laboratorního modelu mechatronického systému - automatické mycí linky pro automobily. Laboratorní model bude určen k výuce programování PLC automatů v laboratořích specializace. Rozraní zařízení bude umožňovat přímé připojení PLC automatu, a bude tak umožňovat testování navržených algoritmů řízení. Koncepce řešení chování systému bude kopírovat reálné chování soustavy. Budou použity příslušné snímače a akční členy simulující reálné chování skutečného systému. Součástí elektronického řídicího systému soustavy bude návrh a realizace příslušných řídicích obvodů a výkonových akčních členů systému. Snímače budou realizovány buď skutečnými snímači příslušných veličin, nebo simulovány, například pomocí programového vybavení mikrokontroléru.
Teoretická část:
- seznámení s funkcí reálného zařízení - automatické mycí linky na automobily,
- seznámení s funkcí snímačů a akčních členů použitých v reálných zařízeních z pohledu automatického řízení.

Implementační část:
- návrh mechanické části laboratorního modelu,
- návrh elektronické řídicí jednotky laboratorního modelu,
- realizace návrhů mechanické a elektronické části modelu,
- testování realizovaného zařízení.

Požadavky na studenta:
Základní znalosti z návrhu a realizace mechanického a elektronického systému.
Základní znalosti práce v návrhovém software PCB Eagle.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Matoušek David, Práce s mikrokontroléry ATMEL AVR - 3.díl - edice uP a praxe 2.vydání, BEN - technická literatura, Praha 2006
Plíva Zdeněk, Eagle Prakticky, BEN - technická literatura, Praha 2010
Záhlava Vít, Návrh a konstrukce DPS, BEN - technická literatura, Praha 2010

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Libor Havlíček, Ph.D.**
Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **20. prosince 2012**
Termín odevzdání bakalářské práce: **10. května 2013**

Univerzita Pardubice Česká republika

L.S.

prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan

Ing. Daniel Honc, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. března 2013

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 15. 08. 2013 Pavel Malý

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Liboru Havlíčkovi Ph.D, za pomoc a poskytnuté rady. Dále zejména svému otci, který mě pomáhal s realizací mechanické části, tj. řezáním, vrtáním a dolaďováním této části. Poděkoval bych také p. Ing. Bukovskému, za rady pro návrh mechanické části. Dále Ing. Pavlu Rozsívalovi, za zapůjčení programátoru pro mikroprocesor a za jeho rady v této problematice. Poděkování patří také firmě Autoelektrik s.r.o., která mě zapůjčila nástroje pro osazení plošných spojů.A v neposlední řádě p. Urbanovi, který mě poskytl cenné rady s elektronikou. Nesmím také zapomenout na moji rodinu, která za mnou celou dobu stála.

Anotace

Cílem této práce je vytvořit model mycí linky pro automobily a to jak mechanickou část, tak elektronickou. Velikost modelu bude úměrná skutečné mycí lince v poměru 1:18. Řídicí systém bude tvořen mikroprocesorem.

Klíčová slova

Řízení motoru, Mycí linka, Mikroprocesor

Title

Laboratory model automaticwashforcars

Annotation

The aim of this work is create a model of cash for cars on mechanical part and electronic part too. The size of model will be proportional of real wash in ratio 1:18. A directional system will be create of microprocessor.

Keywords

Direction of engines, Wash for cars, Microprocessor

Obsah

Seznam obrázků **10**

Seznam tabulek **12**

1 Úvod **13**

2 Seznámení s funkcí reálného zařízení - automatické mycí linky na automobily **14**

2.1 Rozdělení a popis 14

2.1.1 Mycí linky portálové 14

2.1.2 Mycí linky tunelové 15

2.2 Fungování mycí linky 16

2.2.1 Funkce 16

2.3 Závěr celkového mytí 17

3 Seznámení s prvky reálné mycí linky z pohledu automatického řízení **17**

3.1 Posun portálu 17

3.2 Svislé a vodorovné kartáče 18

3.3 Sušení 18

3.4 Nanášení vody, vosku a chemických prostředku 19

3.5 Doplňkové vybavení 19

3.5.1 Robowash 19

3.5.2 Mytí podvozku a kol 20

4 Návrh mechanické části laboratorního modelu **20**

4.1 Software pro návrh mechanické části 21

4.2 Návrh modelu 22

5 Návrh elektronické řídící jednotky **23**

5.1 Mikroprocesor a jeho obvody 24

5.2 Zdroj 25

5.2.1 Měnič napětí 26

5.2.2 Stabilizátor 30

5.3 Snímače 32
5.3.1 Bezkontaktní snímání polohy pomocí optických snímačů 32
5.4 Řízení motorů 34
5.4.1 Stejnosměrné motory 35
5.4.2 Řízení motoru pomocí pulzně šířkové modulace 36
5.5 Signalizace 37
6 Realizace návrhů mechanické a elektronické části modelu 38
6.1 Mechanická část 38
6.1.1 Podlahová část 38
6.1.2 Portálová část 39
6.1.3 Svislý pohyb 41
6.1.4 Vodorovný pohyb 42
6.2 Elektronická část 44
6.2.1 Konektory a ovládací prvky v modelu 44
6.2.2 Rozhraní mezi PLC a mikroprocesorem 44
6.2.3 Snímače 47
6.2.4 Řízení motorů 50
6.2.5 Signalizace a volba mycích programů 51
6.3 Programová část 52
6.3.1 Problematika programu 52
6.3.2 Ošetření koncových spínačů 54
7 Závěr 56
Literatura 58

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Popis mycí linky 14
Obrázek 2 – Tunelová mycí linka 15
Obrázek 3 – Redukční převodovka s elektromotorem 18
Obrázek 4 – Ventilátor 18
Obrázek 5 – Pístové čerpadlo 19
Obrázek 6 – Spirálové vakuové čerpadlo 19
Obrázek 7 – Návrh celého laboratorního modelu v 3D aplikaci 20
Obrázek 8 – Prostředí SketchUp 21
Obrázek 9 – Princip posuvu pomocí závitové tyče 22
Obrázek 10 – Blokové schéma elektronické řídicí jednotky 24
Obrázek 11 – Základní blokové schéma zdroje napětí 26
Obrázek 12 – Blokové schéma měniče napětí 26
Obrázek 13 – Princip klasického transformátoru 27
Obrázek 14 – Schéma a charakteristiky jednocestného usměrňovače 28
Obrázek 15 – Schéma a charakteristika dvoucestného usměrňovače 29
Obrázek 16 – Topologie stabilizátorů 30
Obrázek 17 – Jednocestná závora 33
Obrázek 18 – Reflexní závora 33
Obrázek 19 – Světelný závěs 34
Obrázek 20 – Princip stejnosměrného motoru 35
Obrázek 21 – Přehled typů stejnosměrných motorů a jejich otáčkové a momentové charakteristiky 36
Obrázek 22 – Charakteristika PWM signálu 37
Obrázek 23 – Siréna 37
Obrázek 24 – Zobrazování pomocí LED displeje 38
Obrázek 25 – Model podlahové části 39
Obrázek 26 – Model portálu zpředu 40
Obrázek 27 – Detail kolejnice 41
Obrázek 28 – Model části svislého pohybu 42
Obrázek 29 – Model části vodorovného pohybu 43
Obrázek 30 – Kartáč 43
Obrázek 31 – Blokové schéma zobrazení řídicích signálů 44

Obrázek 32 – Deska tištěného spoje obsahující zdroj a mikroprocesor 45
Obrázek 33 – ATmega32 od firmy Atmel 46
Obrázek 34 – Princip snímání výšky vozidla 47
Obrázek 35 –Plošný spoj vysílače infračervené závory 48
Obrázek 36 – Plošný spoj přijímačů infračervené závory 48
Obrázek 37 – Návrh plošného spoje pro komparátory 49
Obrázek 38 – Infračervený měřič 49
Obrázek 39 – Mikrospínač Zippy 50
Obrázek 40 – Plošný spoj řízení motorů 51
Obrázek 41 – Časová rampa točení motorů 52
Obrázek 42 – Časový průběh čítače 0 mikroprocesoru 53
Obrázek 43 – Laboratorní model automatické mycí linky pro automobily 55

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Funkce a úkony reálné myčky 16

1 Úvod

Cílem bakalářské práce je vytvořit model mycí linky pro simulaci mytí automobilů v rozměrech 1:18. Tento model se skládá z mechanické části, elektronické části a programové části. Jde tedy o velice rozsáhlou problematiku. Model obsahuje čidla, které snímají polohu automobilu a akční členy, které pohybují jednotlivými částmi. V modelu není použita voda, díky které by musel model obsahovat bezpečnostní prvky a krytí. Akční členy jsou ovládány mikroprocesorem. Celý model však řídí PLC. Práce obsahuje teoretickou část a praktickou část. V teoretické části jsou popsány možnosti pro návrh mechanické i elektronické části. Je v ní také popsána reálná mycí linka. Praktická část obsahuje popis složení mechanické části, rozložení čidel a akčních členů. V elektronické části je popsána řídicí elektronika modelu a návrhy plošných spojů.

2 Seznámení s funkcí reálného zařízení - automatické mycí linky na automobily

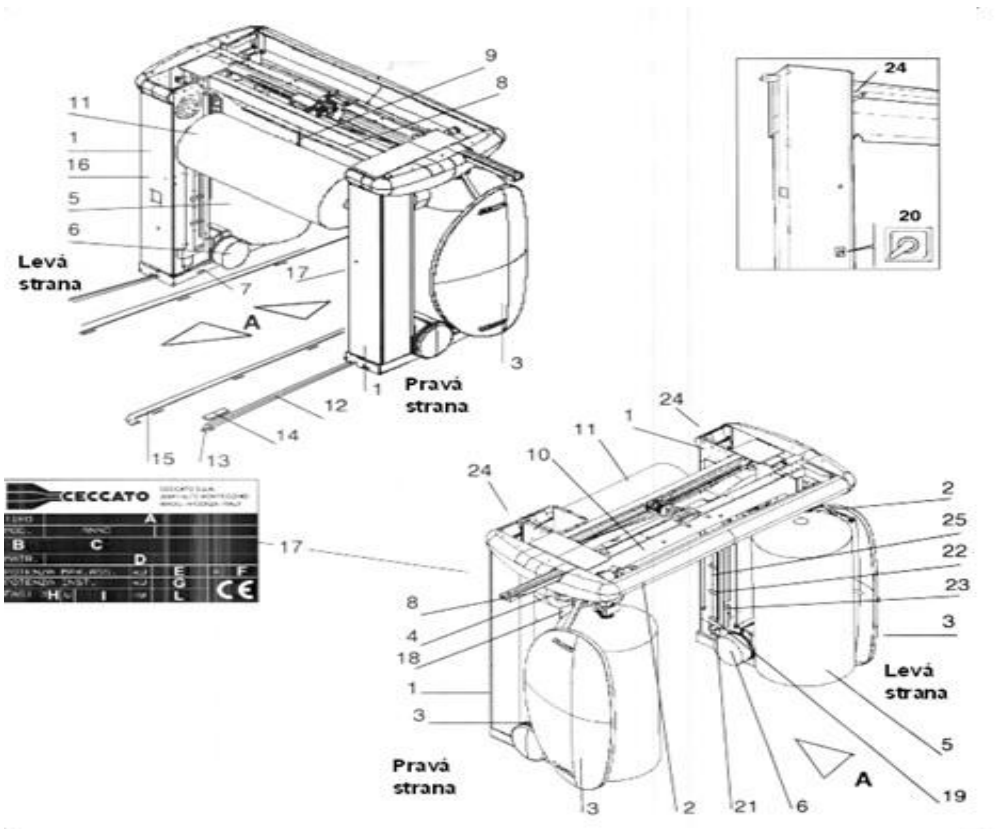
Od dob výroby prvních automobilů uběhlo již několik desítek let. Tehdy i dnes bylo mytí nedílnou součástí jejich provozu. S rozvojem techniky a se zájmem člověka nahrazovat lidskou práci právě technikou, která se oproti lidem zdá být „neporuchová“, se i do oblasti mytí automobilů dostala tato chuť nahrazovat. Ovšem i dnes se k mytí automobilů nepoužívá pouze automatických myček, ale i „klasického“ způsobu mytí.

2.1 Rozdělení a popis

Automobilové mycí linky, dále jen „automyčky“, se dají rozdělit do dvou skupin.

2.1.1 Mycí linky portálové

První skupinou automyček jsou automyčky portálové. U těchto automyček omývaný automobil vjíždí na předem určené místo, kde dále po celý proces stojí. Stojící vůz objíždí konstrukce s kartáči, tryskami a fukary. Tato konstrukce se nazývá portál. Portál přejíždí dopředu a dozadu po vodících zařízeních, například kolejnicích. Tohoto pohybu je používáno jak při mytí tak i při sušení.



Obrázek 1 – Popis mycí linky [1]

1 - Konstrukce portálu, 2 - Horní trysky nastavitelné, přední arkáda, 3 - Ochranné kryty, 4 - Boční ventilátory sušení, 5 - Svislé kartáče, 6 - Kartáč mytí kol, 7 - Stavěcí fotobuňka kartáče mytí kol, 8 - Tryska vodorovného sušení (2 ventilátory). U vodorovné arkády vysokotlakého oplachování, 9 - Horní pojistka, 10 – Semafor, 11 - Vodorovný kartáč, 12 - Koleje pro posun portálu, 13 - Koncový doraz, 14 - Zarážka portálu, 15 - Vodící lišta kol vozidla, 16 - Tlačítko nouzového zastavení (umístěné na pravé straně portálu), 17 - Identifikační štítek linky, 18 - Fotobuňka pro kontrolu pohybu ofukovací trysky, 19 - Fotobuňka umístění vozidla, 20 - Centrální vypínač, 21 – Robowash, 22 - Arkáda oplachování (“středního tlaku“), 23 - Arkáda pro změkčovadla, 24 - Trysky vodorovného kartáče (voda), 25 - Boční arkáda vysokotlakého oplachování

2.1.2 Mycí linky tunelové

Druhou možností je automyčka tunelová. Zde je logika obrácená. Konstrukce linky je pevně daná. Pohyb linky ve vodorovném směru je zde téměř nulový. Při příjezdu do linky je automobil pohybujícím se objektem, přičemž tento vodorovný pohyb zde zajišťuje v mnoha případech pásový dopravník. Na rozdíl od portálové linky, zde může být omyto více automobilu najednou a to ve formě fronty.

Obrázek 2 – Tunelová mycí linka [2]

Použití automyček, ovšem nepatří pouze do sféry osobních automobilů, ale také nákladních, či autobusů. Používá se zde zejména technika portálová. Hlavní rozdíl je zde zejména ve velikosti komponent. Mohou se ovšem objevit i speciální druhy, které využívají více pohyblivých portálů.

2.2 Fungování mycí linky

Mnou zvolený typ linky je linka portálová, budu tedy popisovat tu. Druhy portálových linek jsou různé. Tato skutečnost je dána rozměry, použitými technologiemi a výrobci, ovšem principiálně se v základu tyto linky neliší. Jak již bylo řečeno, automobil dojede na předem určené místo. Toto místo kontrolují senzory a řidiči je signalizováno, zda nestojí příliš daleko nebo naopak, jestli má jet ještě dál. Problém stání automobilu v ose linky, je řešen vyhrazením příslušného prostoru a znázorněním jej například čárami na zemi. Pokud řidič zastaví v tomto poli, třeba i ne přímo uprostřed, svislé kartáče se mu přizpůsobí pomocí senzoru. Poloha každého svislého kartáče se nastavuje individuálně, přičemž je zde rezerva v podobě kartáčových třásní. Navíc jsou zde také mechanické spínače, pro případ, že by kartáče dojely dál a hrozila by možnost poškození nebo dokonce zranění. Jsou obsaženy i na vodorovném válci. Tyto spínače, při sepnutí, vypnou celý proces mytí.

2.2.1 Funkce

Při správném postavení automobilu v daném poli, začíná následné mytí. Rozsah mytí a použité služby si řidič zvolí před samotným mytím. Funkce jsou nabízeny ve formě programu. Program obsahuje soubor funkcí. Záleží na jednotlivých společnostech a typech linek, které druhy mycích programu nabízí. Každá funkce se dá rozložit na soubor úkonu, které funkce vykonává. Úkony mohou být různé. V tabulce 1 jsou některé uvedeny.

Tabulka 1 – Funkce a úkony reálné myčky

Funkce	Úkon
Mytí a mytí kol	Posuv portálu Nanesení pěny pomocí trysek Točení kartáčů Točení kartáčů určená pro kola Omytí vodou pomocí trysek
Sušení	Posuv portálu Foukání vzduchu pomoci vysokotlakých fukarů
Nanášení vosku	Posuv portálu Nanesení vosku s vodou pomocí trysek

Tyto funkce jsou využívány v náležitém sledu. První funkcí, která je použita, je funkce mytí a mytí kol, kdy jsou z automobilu pomocí pěny odstraněny nečistoty a prach. Na automobil je nanesena pěna, následně všechny točicí se kartáče auto myjí. Nakonec se omyjí kola automobilu a vodou se opláchne zbylá pěna.

Po omytí, je nutné kapky vody odstranit, aby nedocházelo k uschnutí a nebyla tak zmařena celá předchozí snaha. Kapky by zanechaly na kapotě nehezkou mapu.

Proto zde nastupuje funkce sušení. Portál objíždí automobil a vysokotlaké fukary tlačí kapky vody po karosérii automobilu od jednoho konce ke druhému.

Na automobil je možné nanést vosk, pro jeho lepší ochranu před sluncem, ale i drobnými částečky, které by mohli přispět k poškrábání laku. Vosk také navozuje pocit nového laku. Voskování není standardní funkci a je nutné si za ní připlatit. Také ne každá linka tuto funkci nabízí.

Vosk se přidává do vody. Voskování probíhá před funkcí sušení. Voskování může být také prováděno mimo linku jako ruční práce. Parametrů voskování je potom několik. Jde v například o rozdělení životnosti vosku, před dalším vhodným nanesením nebo o to, jestli se jedná o tvrdý nebo měkký vosk. Některé vosky, je také nutné přeleštit ručně. V případě nanesení vosku v lince, moc možností výběru vosku nebývá.

2.3 Závěr celkového mytí

Po usušení je téměř celý proces dokončen. Na displeji se rozsvítí nápis, vyzívající řidiče k opuštění mycí linky. Mezitím je puštěno odpouštění vody pomocí kanálků. Linka je připravena pro dalšího zákazníka.

3 Seznámení s prvky reálné mycí linky z pohledu automatického řízení

Snímače, akční členy, ale i řídicí systémy jsou různé od výrobce k výrobci. Každý používá jiné technologie. Následující popis platí tedy pouze jednoho výrobce.

3.1 Posun portálu

Celá portálová konstrukce se pohybuje po kolejnicích, které obsahují mechanismy proti vykolejení a překlopení. Pohyb celého portálu není řízen skokovými změnami, ale inverzním mechanismem, který zabraňuje ostrým startům. Pohyb zprostředkovávají redukční elektropřevodovky [1].

Obrázek 3 – Redukční převodovka s elektromotorem [3]

3.2 Svislé a vodorovné kartáče

Všechny kartáče jsou řízeny pomocí měření výkonu. Jako akční členy pro pohyb kartáčů slouží elektromotory. Rotační pohyb kartáčů zajišťují redukční elektropřevodovky. Tato mycí linka obsahuje také naklápění kartáčů, proto je zde použito čtyř čidel reagujících na blízkost, přední a zadní části vozidla. Pro jejich náklon je použito pneumatického zvedáku. Bezpečnost zde zajišťují indukční čidla [1].

3.3 Sušení

Sušení zajišťují čtyři ventilátory, poháněné elektromotory. Mají nízkou rychlost a hlučnost. Dva přivádějí vzduch do vodorovné ofukovací trysky a dva dopostraních trysek svislých. Kontrola tvaru vozidla, pro vodorovnou trysku, zabezpečuje fotobuňka. Pohyb této trysky zajišťuje redukční převodovka s volnoběžkou. Vzduchový okruh je zajištěn tlakovým spínačem [1].

Obrázek 4 – Ventilátor [4]

3.4 Nanášení vody, vosku a chemických prostředku

Mycí linka obsahuje dvojitý přívod vody, je tak přivedena recyklovaná i čistá voda. Jsou zde průtokoměry, které měří přívod vody, je tak zajištěn optimalizovaný přívod, aby nedocházelo k plýtvání.Chemické prostředky jsou nanášeny pomocí vakuových čerpadel s nastavitelným výkonem, které jsou vybaveny sacími a výtlačnými ventily. Základní model obsahuje dávkovač šampónu a vosku. Pro dávkování speciálních vosků a změkčovadel je nutné použít dávkovač speciální. Linka dále obsahuje systém pro dávkování a tvorbu pěny. Koncentraci pěny je možné měnit za předpokladu, že je možný nárůst spotřeby vody. Změkčovadla jsou koncentrovaná a pro jejich přípravu se nepoužívá zásobníku. Oplachování vodou je klasicky středotlaké. Voda je pomocí odstředivého čerpadla hnána do svislých arkád. U lepšího modelu jde poté o oplachování svislými i vodorovnými arkádami, za použití pístového čerpadla. Vosk je rozpuštěn pomocí ohřívače a vstřikován dávkovacími čerpadly [1].

Obrázek 5 – Pístové čerpadlo [5]

Obrázek 6 – Spirálové vakuové čerpadlo [6]

3.5 Doplňkové vybavení

3.5.1 Robowash

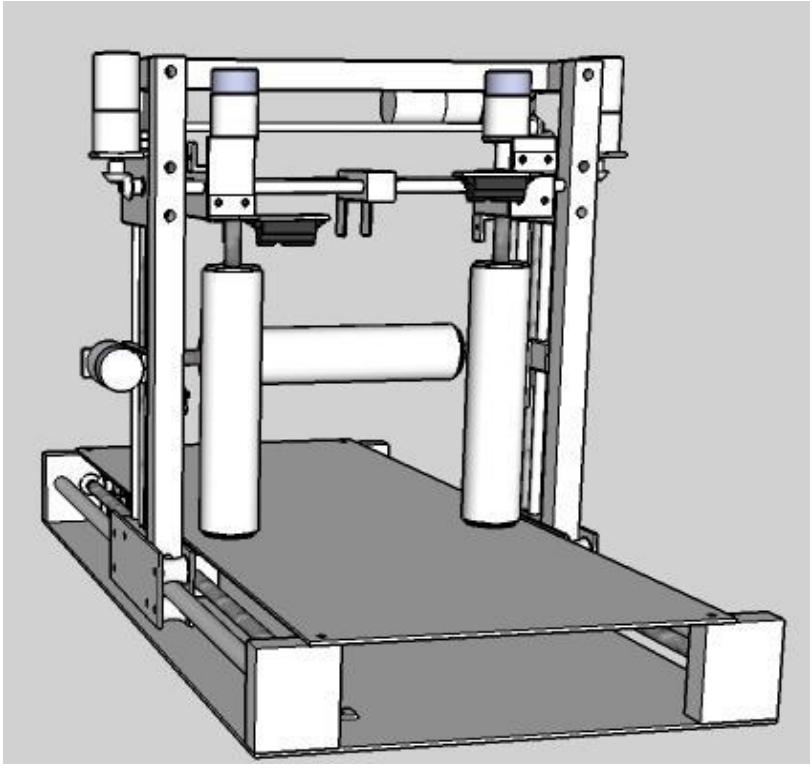
Zařízení, které používá vysokého tlaku vody. Je poháněno pístovým čerpadlem a osazeno dvěma otočnými tryskami. Ty se střídavě pohybují svislým směrem. Jejich pohyb zajišťují pneumatické válce a jsou ovládány fotobuňkami v oblasti kol vozidla, které zajišťují pečlivé mytí kol [1].

3.5.2 Mytí podvozku a kol

Pro omytí podvozku slouží systém podélných ramp s tryskami, kterými stříká voda středně vysokým tlakem. Tento systém je obsažen v podlaze mycí linky. Je také možné mýt kola navíc zvlášť a to pomocí výsuvných kartáčů, které vysouvá pneumatický válec. Polohu kol kontroluje fotobuňka [1].

4 Návrh mechanické části laboratorního modelu

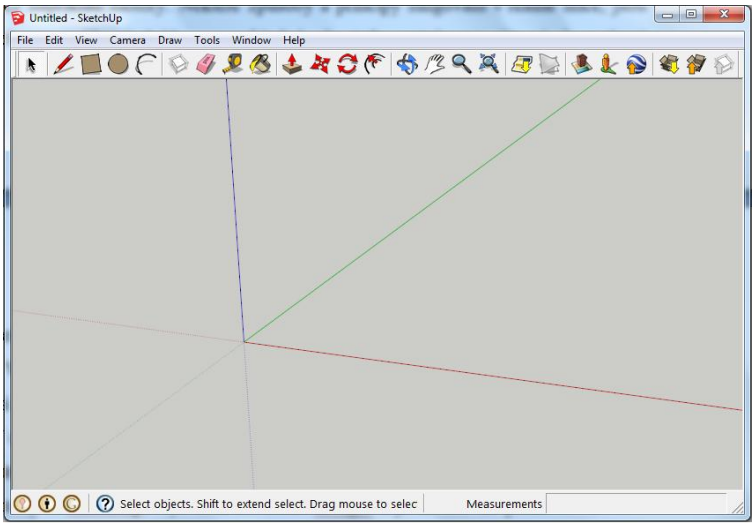
Návrh mechanické části představuje řešení složité konstrukce a to zejména vzhledem k poměru rozměrů modelu,akčních členů a snímačů reálné linky. Rozměry skeletu jsou v poměru menší, než například rozměry motorů. Některé způsoby a principy fungování v reálné lince, jsou v modelu, o velikosti 1:18, nevyrobitelné. Je tedy nutné vytvořit návrh v rámci možnosti, který však musí vykonávat stejnou funkci a musí disponovat srovnatelnými vlastnostmi. Vše je nutné domyslet do sebemenšího detailu. Dříve se musela každá součást ručně nanést na plátno v poměrném zobrazení a poté tyto součásti poskládat.V dnešní době grafických technologií, je možné celý problém vyřešit virtuálně. Využil jsem tedy tuto možnost a vytvořil celý model v softwaru se zobrazením a modelováním ve 3D.



Obrázek 7 – Návrh celého laboratorního modelu v 3D aplikaci

4.1 Software pro návrh mechanické části

Software se nazývá SketchUp. Vytvořila ho firma Google a je možné ho používat ve verzi freeware. Je samozřejmě možné zakoupit profesionální verzi. Obsahuje také českou lokalizaci.



Obrázek 8 – Prostředí SketchUp

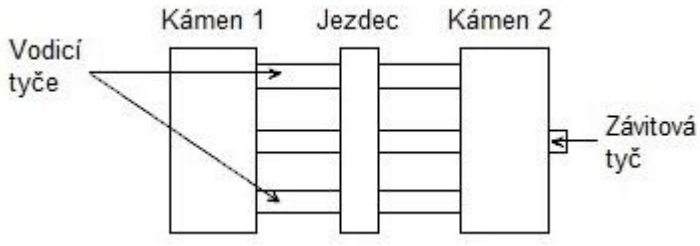
Na obrázku 8 je vidět počáteční okno aplikace. V levém horním rohu, pod názvem aplikace, jsou vyjíždějící nabídky. První je klasická nabídka, v kterém je například tisk, či ukládaní. Následuje nabídka Edit, kde je například možné vrátit se o krok zpátky, vkládat a kopírovat objekty nebo vytváření soustav objektů. Záložka Viewobsahuje zobrazení pracovní plochy, nastavení nástrojové lišty, ale také vytvoření animace. Další je nabídka Camera, kde se nastavuje pohled na pracovní plochu. Je zde také možné použít předdefinovaných pozic kamery. Záložka Draw obsahuje kreslící nástroje pro vytvoření objektů, záložka Tools poté nástroje pro úpravu těchto objektů. V záložce Window se nalézají informace o modelech, nastavují se materiály, textury, scény a také nastavení celého programu. Poslední záložka Help skrývá nápovědu a další informace o aplikaci. Pod řádkem s těmito nabídkami je základní ovládací panel, který se nechá rozšířit v nabídce View. Prvním nástrojem, je šipka vybírací šipka. Následují 4 základní nástroje, které vytvoří základní tvary, čáru, obdélník, kruh a oblouk. Těmito tvary je možné vytvořit cokoliv. Další je nástroj pro vytváření komponent. Výhodu vytvoření komponenty je, že do ní nelze omylem zasáhnout. Pro odstranění tvarů nebo dokonce objektů se používá guma. Ve chvíli kdy je potřeba zjistit vzdálenost dvou bodů je možné použít nástroj metr. Následuje nástroj pro změnu barvy, který je označen plechovkou. Další čtveřicí nástrojů je možné upravovat tvary a velice tím zjednodušit kreslení. Pro práci s kamerou slouží další čtveřice nástrojů. Následují nástroje,

které jsou tu hlavně pro práci přes Google. Stojí za zmínku pouze ikona Getmodels, která umožňuje stáhnout modely, které publikovali jiní lidé. Tyto modely jsou volně ke stažení. Lze samozřejmě publikovat také ikonkou Sharemodels. V některých případech je lepší možností použít již vytvořené modely.

Pod panelem nástrojů je pracovní plocha, na které je zobrazen 3 rozměrný systém. Ve spodní části aplikace stojí za zmínku kolonka Measurements, v které je možné vidět hodnoty například při měření nebo je zadávat při kreslení. Spoustu nástrojů je možné najítkliknutím pravého tlačítka myši na pracovní plochu. Aplikace používá tlačítka shift, ctrl a alt, s nimiž je možné si práci ještě více ulehčit. Obsahuje také přichytávání. Jde o velice intuitivní aplikaci.

4.2 Návrh modelu

Výchozí bod celého návrhu souvisel se skutečností realizace 1:18.Mycí linka má omývat automobily v tomto měřítku a to jak osobní, tak dodávky. Její velikost je tedy odvozena od maximální velikosti dodávky v daném měřítku. Vytvořil jsem si tedy pomyslný kvádr, který představuje právě maximální velikost dodávky. Podle tohoto kvádru jsem zjistil maximální šířkusvislých kartáčů a maximální výšku pro vodorovný kartáč. Kartáče jsou však ještě o přibližně 15mm posunuty od zamýšleného kvádru, aby byl zaručen hladký přejezd kolem vozidla. Délka celého modelu byla navrhnuta tak, aby portál mohl přejet před a za vozidlo. Vzešla však otázka, jak realizovat posuny, jak pro kartáče, tak celého portálu. Reálných možností však moc nebylo, vzhledem k rozměrům modelu a pro dobré řízení posuvu. Nejlepší možností bylo řídit celý model stejnosměrnými motorky. Hřídel vytváří rotační pohyb a tak bylo nutné s touto skutečností pracovat. Bylo také nutné použít systém, pro posuvy, který je co nejjednodušší a zároveň dostatečně robustní. Jednoduchostí je také myšleno možnost zakoupení nebo vyrobení součástí, v takto malém měřítku. Vzhledem k těmto skutečnostem bylo nejvíce výhodné použít posuv přes závit. Tento systém byl použit u všech posuvů.



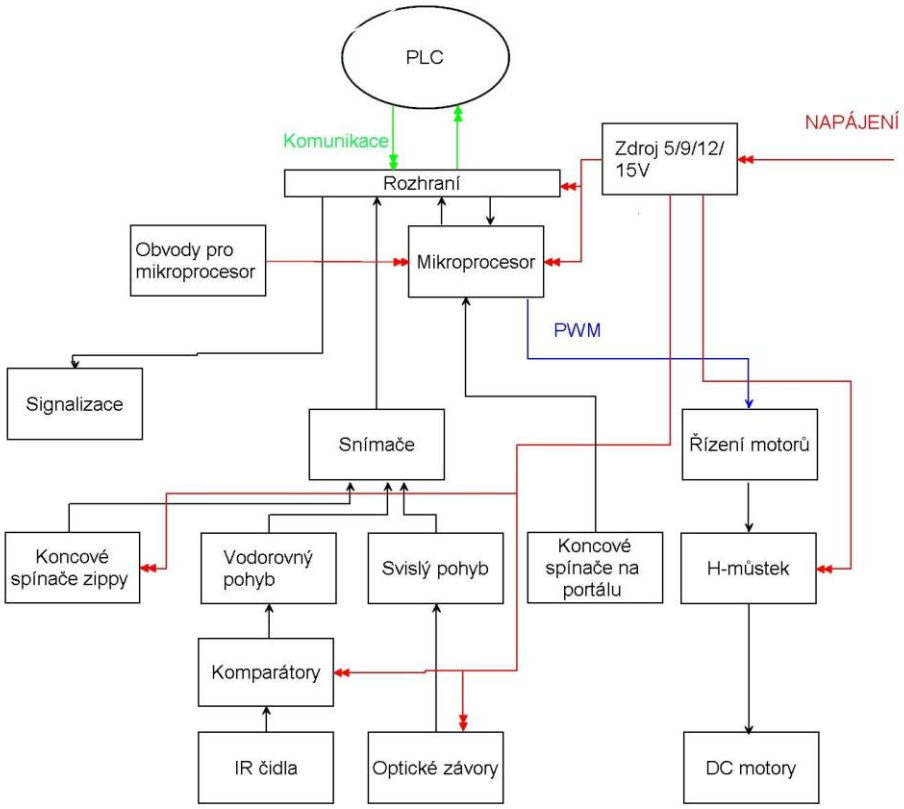
Obrázek 9 – Princip posuvu pomocí závitové tyče

Celý návrh je tedy odvozen od skutečné velikostikvádru, představující automobil, rozměrůkartáčů a minimálních rozměrů pro realizaci posuvu, pomocí závitových tyčí. Původní plán byl použít jako kartáče malířské válečky, ale nepodařilo se mi najít vhodné, proto jsou kartáče realizovány pomocí novodurové trubky s izolací. Posledním problémem bylo vyřešit posuv celého portálu, přesněji konstrukčně vyřešit pojezd. Celý portál měl, jako u reálné linky, jezdit po kolejnicích. Reálně ovšem koupit nebo vytvořit kolejnice a k nim kolečka bylo velice náročné. Použil jsem tedy obdobu kolejnic a posadil celý portál na tyče po obou stranách, které jsou ukotveny pouze na krajích. Je kolem nich tedy volný prostor. Portál je stabilizován k tyči pomocí do čtverce usazených kladek, přičemž 2 jsou pod tyčí a 2 nad ní.

Celý model obsahuje 7 motorů. 3 motorypředstavují pohon pro kartáče, přičemž každý motor pohaní jeden kartáč. 1 motor posouvá celým portálem, 1 zajišťuje svislý posuv a 2 zajišťují vodorovný posuv. Svislé kartáče konající vodorovný posuv, konají tento posuv nezávisle na sobě. Upevnění všech motorů jsem nenavrhoval v modelu, ale dodělával až přímo na míru. Stejně tak i některé další držáky, spínače, závory a čidla. Samozřejmě by bylo možné vše navrhnout v aplikaci, ale pouze za předpokladu strojového vrtání a řezání, kdy jsou součástky vyráběny s přesností na setiny milimetru.K přenášení točivé síly z hřídele motoru jsem použil přímé ozubené soukolí, kuželové nebo jsem připojil hřídel proti hnané části, pomocí spojky.

5 Návrh elektronické řídící jednotky

Návrhů elektronické řídící jednotky může být celá řada. Při návrhu, bychom měli postupovat systematicky. Celý projekt řídící jednotky, je třeba rozložit na elementární části a ty následně, řešit samostatně. Poté z těchto elementárních částí vytvořit strukturu, která ukazuje celou hierarchii problému. Při řešení projektu mycí linky, jsem pro zobrazení hierarchie použil blokové schéma.



Obrázek 10 – Blokové schéma elektronické řídicí jednotky

5.1 Mikroprocesor a jeho obvody

V celé struktuře projektu musí být samozřejmě někdo nebo něco, kdo bude všechno řídit. Celá struktura, v tomto případě mycí linky, by byla pouze jednotkou,kterýměří a „hýbe“ akčními členy,kdyby zde nebyl řídící člen.

Řídicí systém může představovat PC, PLC , mikroprocesor a při řešení triviálnějších problémů, může stačit i několik sekvenčních, či kombinačních obvodů. V projektu mycí linky jde o řízení mikroprocesorem. Mikroprocesor zde ovšem netvoří nejvyšší řídicí jednotku hierarchie, ale pouze prostředníka PLC a nižších členů hierarchie. Slouží pro generování PWM signálu, pro řízení motorů a pro přizpůsobení signálů z koncových spínačů na portále.

Mikroprocesor je elektronická součástka, která se musí před použitím naprogramovat. Jde o integrovaný obvod, tvořen CPU, ALU, registry, sběrnicemi, vstupně-výstupním rozhraním a dalšími obvody. Využívá se pro řízení nebo může být použit jako jednotka pro provádění dílčích úkonů. Může samostatně fungovat. Můžeme zde najít čítače, časovače, A/D popřípadě D/A převodníky nebo paměť EEPROM. Mikroprocesor disponuje malou spotřebou.

Nahrazuje velkou řadu dalších logických obvodů, které jsou v něm obsaženy. Následná realizace daného problému se dá potom řešit pomocí programu. Programem se dá měnit činnost stávajícího hardwaru, aniž by bylo nutné zasahovat do jeho celkové konstrukce [7].

Každý procesor má svoji vnitřní architekturu. Mezi nejznámější architektury patří CISC a RISC. Instrukční sada CISC, CompleteInstruction Set Computing, obsahuje velkou škálu instrukcí. Tyto instrukce mají proměnlivou délku a dobu, kterou se instrukce vykonává. Obsahuje složené funkce, jako například násobení. Tyto funkce se dají však nahradit jednoduššími instrukcemi. Používá se u čipů malým počtemregistrů. Jsou velice náročné na výrobu [8].

V praxi se však používá více RISC, ReducedInstruction Set Computing, která obsahuje méně instrukcí. Je zde kladen větší důraz na jednoduchost. Z jednoduchých funkcí se vytvářejí složité. Délka provádění jedné instrukce, je jeden strojový cyklus. Registry slouží pro všechny typy instrukcí [9].

K programování slouží již zmíněné instrukce z instrukční sady. Každá instrukce představuje sled logických nul a jedniček. Programátor zde přistupuje přímo obecně k hardwaru mikroprocesoru.Jde o programování na nejnižší úrovni, poté už je jen programování strojovým kódem. K programování se používá prostředí Assembleru. U novějších mikroprocesorů se však používá i vyšších jazyků, jako je například jazyk C, které jsou uživatelsky přívětivější.

5.2 Zdroj

Ale ani téměř nejvýše postavený mikroprocesor, by nefungoval bez napájení, které mu dodává zdroj.Elektrické zdrojejsou zařízení měnícívstupní energiena výstupní elektrickou energii. Vstupní energii může představovat například solární, tepelná nebo také elektrická energie.

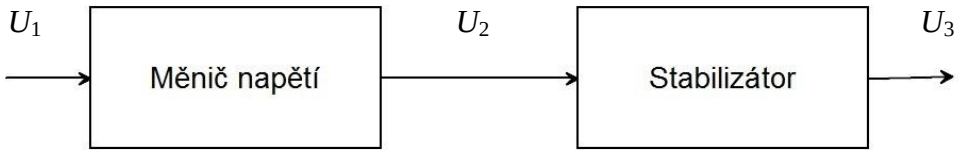
Zdroje se z hlediska vstupní energie dělí:

- Síťové (230V – střídavé napětí)
- Elektrochemické (baterie)
- Jiné (solární energie)

Z hlediska průběhu výstupní veličiny na:

- Stejnosměrné
- Střídavé
- Jiné (Impulsní)

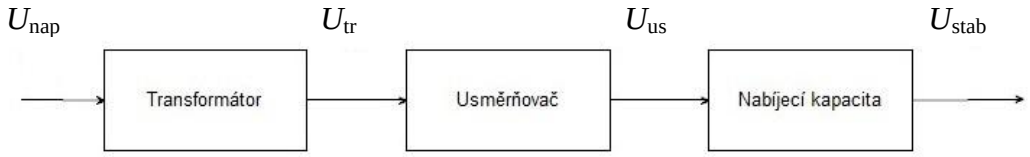
Napájecí zdroj se skládá z měniče a stabilizátoru. V tomto případě je vstupní energii elektřina. Střídavé napětí U_1, představuje tuto energii. Měnič napětí přemění tento signál na U_2, které je oproti původnímu signálu amplitudově zvětšen, popřípadě zmenšen a usměrněn. Následuje stabilizátor, který nestabilní napětí stabilizuje. Napětí U_3 je poté stejnosměrného charakteru [10].



Obrázek 11 – Základní blokové schéma zdroje napětí

5.2.1 Měnič napětí

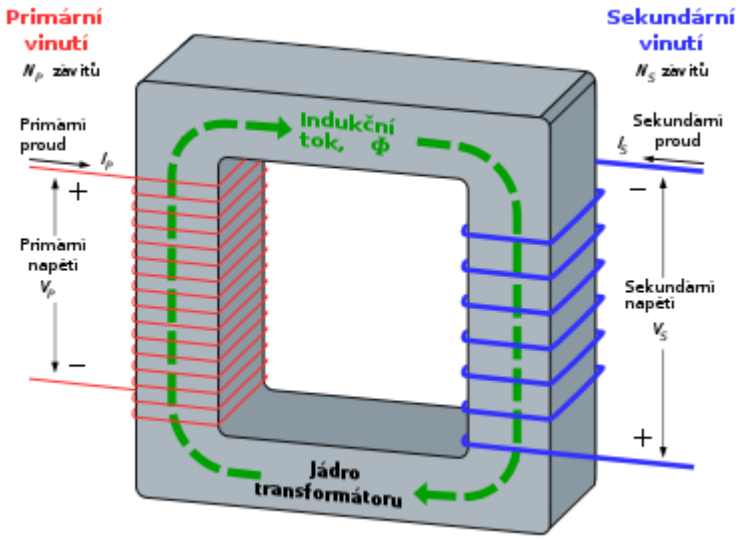
Měnič lze rozdělit na tři části: transformátor, usměrňovač a filtraci.



Obrázek 12 – Blokové schéma měniče napětí

Transformátor

Slouží ke změně velikosti amplitudy napětí a proudu a také jako filtr, který zabraňuje vyzařování vyšších harmonickýchzpět do sítě. Vstupní napětí je galvanicky odděleno od výstupního. Jde o největší součást zdroje. Při napájení ze sítě je nutné dodržovat bezpečnostní předpisy[10].



Obrázek 13 – Princip klasického transformátoru [11]

Tělo transformátoru je tvořeno feromagnetickým materiálem. Kolem těla je z každé strany obtočen jeden vodič a tvoří tak vinutí. Na primární vinutí je přiveden proud, který indukuje magnetické pole. Indukční tok následně přenese energii na sekundární vinutí. Tam se začne podle Faradayova indukčního zákona indukovat napětí. Vztah mezi primárním a sekundárním napětím je vyjádřen ve vzorci (5.1), proudu potom (5.2) [10].

$$V_S = \frac{N_S}{N_P} \cdot V_P \tag{5.1}$$

$$I_S = \frac{N_P}{N_S} \cdot I_P \tag{5.2}$$

(5.3)

(5.4)

Napětí mezi sekundárním a primárním vinutím je přímo úměrné poměru závitů vinutí, proud potom nepřímo. Výkony obou vinutí se musí rovnat. Výkon je potom dán součinem napětí a proudu příslušnéhovinutí.Výstupem sekundárního vinutí je sinusový signál o frekvenci, která je přivedena na primární vinutí.

Usměrňovač

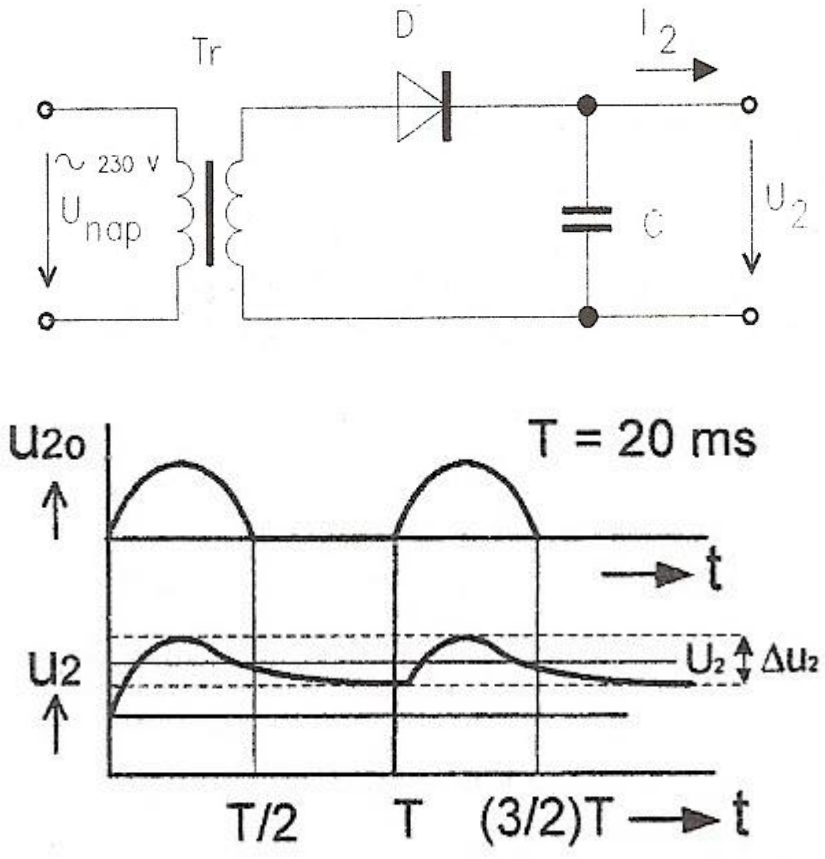
Představuje převodník střídavého napětí na stejnosměrné napětí.

Je možné je rozdělit na:

- Neřízené usměrňovače (obsahují polovodičové diody)
- Řízené usměrňovače (obsahují tyristory, jsou málo časté)

Jednocestný usměrňovač

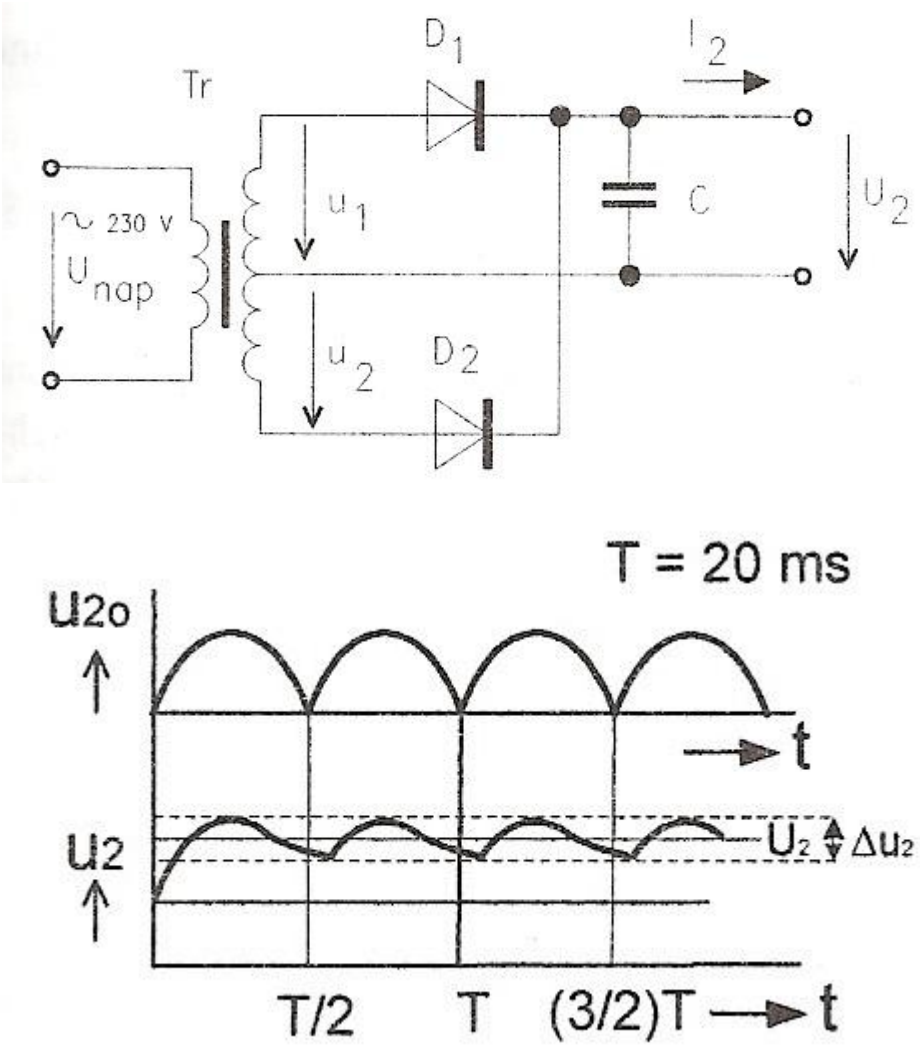
Usměrňovačje složen z diody a filtračního kondenzátoru, podle zapojení na obrázku14. Na vstup usměrňovače přichází střídavý, nejčastěji sinusový, signál. Ten prochází diodou D, která signálu nepropustí spodní půlvlny.Na výstupu diody je tedy signál, který je už stejnosměrný a obsahuje pouze kladné půlvlny.Ty je potřeba vyfiltrovat a doladit. K tomuto úkolu slouží nabíjecí kapacita. V praxi se jedná o více kondenzátorů [10].



Obrázek 14 – Schéma a charakteristiky jednocestného usměrňovače [10]

Dvoucestný usměrňovač

Funguje podobně jako usměrňovač jednocestný, ale usměrňuje dvakrát více. Dioda D_1 propustí kladné půlvlny a dioda D_2propustí záporné.První pól kapacity je připojen na katody diod a druhý pól je připojen do středu vinutí. Stejně jako u usměrňovače jednocestného, zde nabíjecí kapacita pracuje jako filtr [10].



Obrázek 15 – Schéma a charakteristika dvoucestného usměrňovače [10]

Nabíjecí kapacita

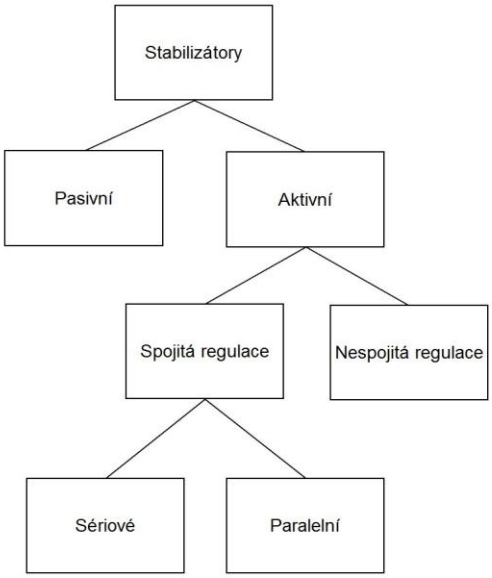
Stabilizátory potřebují pro správné fungování, usměrněné a vyfiltrované napětí. Právě kapacita vytvoří tento charakter napětí, tedy s nenulovými hodnotami. Velikosti pro návrh kapacit jsou závislé na zvlnění usměrněného napětí. Používá se zde elektrolytických kondenzátorů s velkými kapacitami. Pro výpočet hodnoty se používá vzorec činitele zvlnění. Činitel zvlnění je rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou napětí [10].

$$p_{zv} = \frac{\Delta U}{U_s} \cdot 100 \qquad (5.5)$$

kde p_{zv} – činitel zvlnění, %
ΔU – rozdíl maximálního a minimálního zvlnění
U_s – hodnota středního napětí zvlnění

5.2.2 Stabilizátor

Jde o elektronickou část zdroje, která stabilizuje změny výstupního napětí. Tyto změny jsou způsobeny odebíráním proudu nebo samotnou změnou vstupního napětí. Stabilizovat lze ovšem nejen napětí, ale také proud. Je zde také teplotní požadavek a závislost na faktorech typu prostředí, či rušení. Zmenšují také velikost zvlnění, dají se tedy nazvat filtry[10].



Obrázek 16 – Topologie stabilizátorů

Pasivní stabilizátory

Mají nelineární voltampérovou charakteristiku prvků, jako jsou například Zenerovy diody a u starších přístrojů doutnavky. Samotný proces stabilizace je postaven na skutečnosti rozdílné velikosti stejnosměrného odporu a dynamického odporu, právě zmíněných součástek. Podle vzájemné velikosti těchto odporů se rozhodne, zda jde o proudový nebo napěťový stabilizátor. Pro stabilizátory napětí se používají právě Zenerovy diody a pro proudové stabilizátory potom tranzistory [10].

Aktivní stabilizátory se spojitou regulací

Stabilizace je zde provedena pomocí zpětné vazby z výstupu stabilizátoru. Na vstup je přivedena odchylka napětí nebo proudu od požadované hodnoty, která se díky zpětné vazbě stalé zmenšuje. Tato zpětná vazba může používat sériovou nebo paralelní regulaci [10].

Sériová regulace

Jako nepoužívanější a nejvíce stabilní se používá sériově zapojený tranzistor k zátěži. Mezi výhody patří velice dobrá stabilita a schopnost potlačit zvlnění. Naopak nevýhodou jsou rozměry stabilizátoru. Jsou zde využívány také operační zesilovače [10].

Paralelní regulace

U paralelní regulace je používán také tranzistor, tentokrát však paralelně a oproti regulaci sériové je toto zapojení méně používané. Záporná zpětná vazba obsahuje regulační tranzistor. Zapojení obsahuje předřadný odpor, přes který teče proud a tvoří se na něm úbytek napětí. Velikost tohoto proudu zajistí, že jestliže napětí na vstupu začne kolísat nebo proud do zátěže se zvětší, výstupní napětí zůstane konstantní. Výhodu zde tvoří tento princip, který díky dobře navrženému odporu lépe odolává zkratu. Oproti sériové regulaci je zde menší účinnost, kterou snižuje právě odpor a tranzistor v paralelním zapojení [10].

Integrované stabilizátory

Z důvodů složitosti, ceny a kvality se dnes používají stabilizátory integrované. Tyto stabilizátory vytlačily ostatní druhy stabilizátorů. Pracují s proudy, které jsou až desítky ampér. Dělí se na hybridní a monolitické, kde však většinu tvoří stabilizátory monolitické. Dále se dělí na ty, co mají pevné výstupní napětí a ty, u kterých je možno toto napětí měnit [10].

Stabilizátory s nastavitelným výstupním napětím

Pracují v určitém rozsahu napětí. Toto napětí je dáno vnitřními pasivními prvky. Jsou konstruované zejména pro malé výkony.Tyto výkony lze zvyšovat pomocí výkonových tranzistorů. Velmi používaným integrovaným stabilizátorem s nastavitelným výstupním napětím je typ 723. Tyto obvody se vyrábějí v kulatých pouzdrech a pouzdrech typu DIL [10].

Stabilizátory s pevným napětím

Tyto stabilizátory pracují s většími proudy. Používají se na deskách plošných spojů. Velice rozšířenými jsou typy 78xx. Pro stabilizování záporných úrovní potom 79xx.Obsahují 3 svorky. První svorku pro přívod vstupního napětí, druhou pro zapojení na zem a třetí pro výstupní napěťovou úroveň. Toto pořadí je pouze schematické. Skutečná součástka může mít svorky v jiném pořadí, které je dáno výrobcem. Potlačuje dobře zvlnění[10].

5.3 Snímače

Snímače nebo také čidla, by se daly charakterizovat jako smysly, kterými řídicí systém vnímá měřený objekt. Tyto smysly, potom, například ve formě napětí, či sledu impulzů, informují řídicí systém o chování objektu.

Snímat můžeme polohu, rychlost a hustotu, avšak ne vždy přímo. Někdy je nutné použít další veličinu, z které následně teprve zjistíme požadovanou informaci.

Poloha se dá měřit kontaktně i bezkontaktně. Při kontaktním snímání dochází ke kontaktu měřeného média a snímače.U bezkontaktního snímání jde potom o měření „na dálku“. Polohu je možné měřit snímači, které při měření mění svůj odpor, indukčnost, kapacitu, magnetický tok nebo tok světelných paprsků či vlnění o jiné frekvenci jako například ultrazvuk [12].

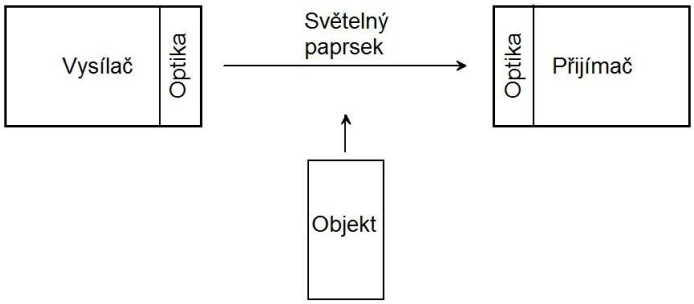
Pro měření polohy automobilu mycí linky je nejvýhodnější snímat bezkontaktně.

5.3.1 Bezkontaktní snímání polohy pomocí optických snímačů

Snímače generují binární signál v závislosti na tom, kde se měřený prvek nachází. Jsou tvořeny vysílači a přijímači, které tvoří optosoučástky. Vysílač tvoří například fotodioda a přijímač fototranzistor nebo také fotodioda. Vysílač i přijímač obsahují také optiku, která napomáhá k zesílení signálu. Tyto snímače se také označují jako světelné závory a dají se rozdělit do tří skupin [12].

Jednocestná závora

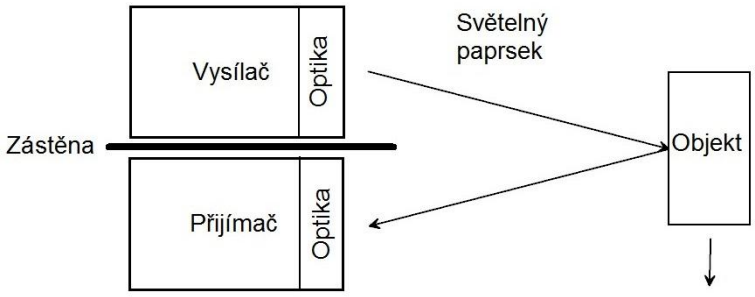
Na jedné straně je umístěn vysílač, který vysílá signál. Na druhé straně je potom přijímač. Pokud je překážka mezi vysílačem a přijímačem, signál do přijímače nedorazí, pokud ovšem ano, je přijímán signál z vysílače, do té doby, dokud se měřená překážka opět nevrátí mezi vysílač a přijímač. Vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem může být až 100 m [12].



Obrázek 17 – Jednocestná závora

Reflexní snímače

Vysílač a přijímač jsou na jedné straně pod sebou a mezi nimi je zástěna. Vysílač vyšle signál. Signál letí k překážce a odrazí se od ní. Tento odražený signál zachytí vysílač. Vše se děje za předpokladu, že síla signálu je dostatečná k odražení a k dopravení signálu do vysílače. Maximální vzdálenost vysílače a přijímače od překážky je 500 m [12].

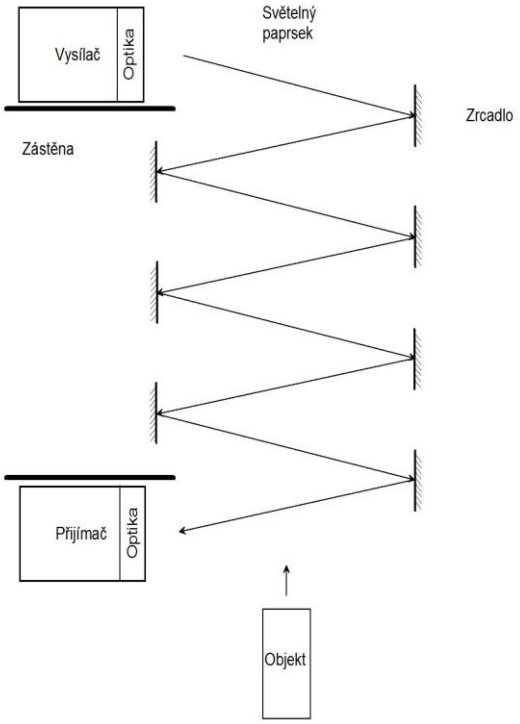


Obrázek 18 – Reflexní závora

Reflexní snímače s použitím odrazky

Pro odraz je zde použita odrazka. Odrazka zde zaručí menší výkonový úbytek, než při odrazu přímo od překážky. Při zapojení několika závor pod sebe a logickým propojením, se vytvoří optická mříž. Tato mříž potom snímá celou plochu mezi přijímací a vysílací stranou. Lze také

využít soustavu zrcadel a použít tak jeden vysílač a přijímač. Tomuto způsobu se říká světelná závěs. Použití odrazek místo zrcadel je z hlediska světelnosti a náchylnosti na znečištění nevýhodné, ale prostorově a montážně je to výhodnější. Použití planárního zrcadla by, při změně polohy reflektující plochy, mohlo působit potíže. Používá se tedy speciální systém trojzrcátek. Každé zrcátko je umístěno v jedné rovině a navzájem jsou kolmo spojeny. Tvoří tak objekt, podobající se rohu krychle. Tento systém zaručí dobrý odraz od reflektující plochy [12].



Obrázek 19 – Světelný závěs

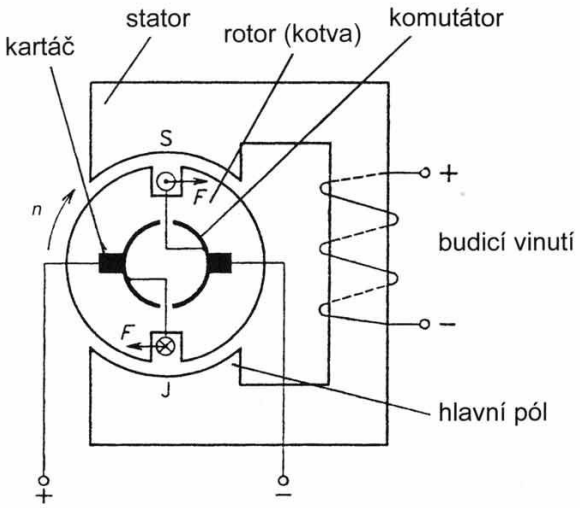
5.4 Řízení motorů

Motory můžeme popsat, jako stroje, které mění energii, na mechanický pohyb. Energii zde mohou tvořit například deriváty ropy, v minulosti pára, nebo v současnosti velice používaná elektřina. Nejvhodnější je však, pro případ modelu mycí linky, energie elektrická. Elektrické motory se dělí na střídavé a stejnosměrné. Pro model je nejvíce vhodná varianta stejnosměrná.

5.4.1 Stejnosměrné motory

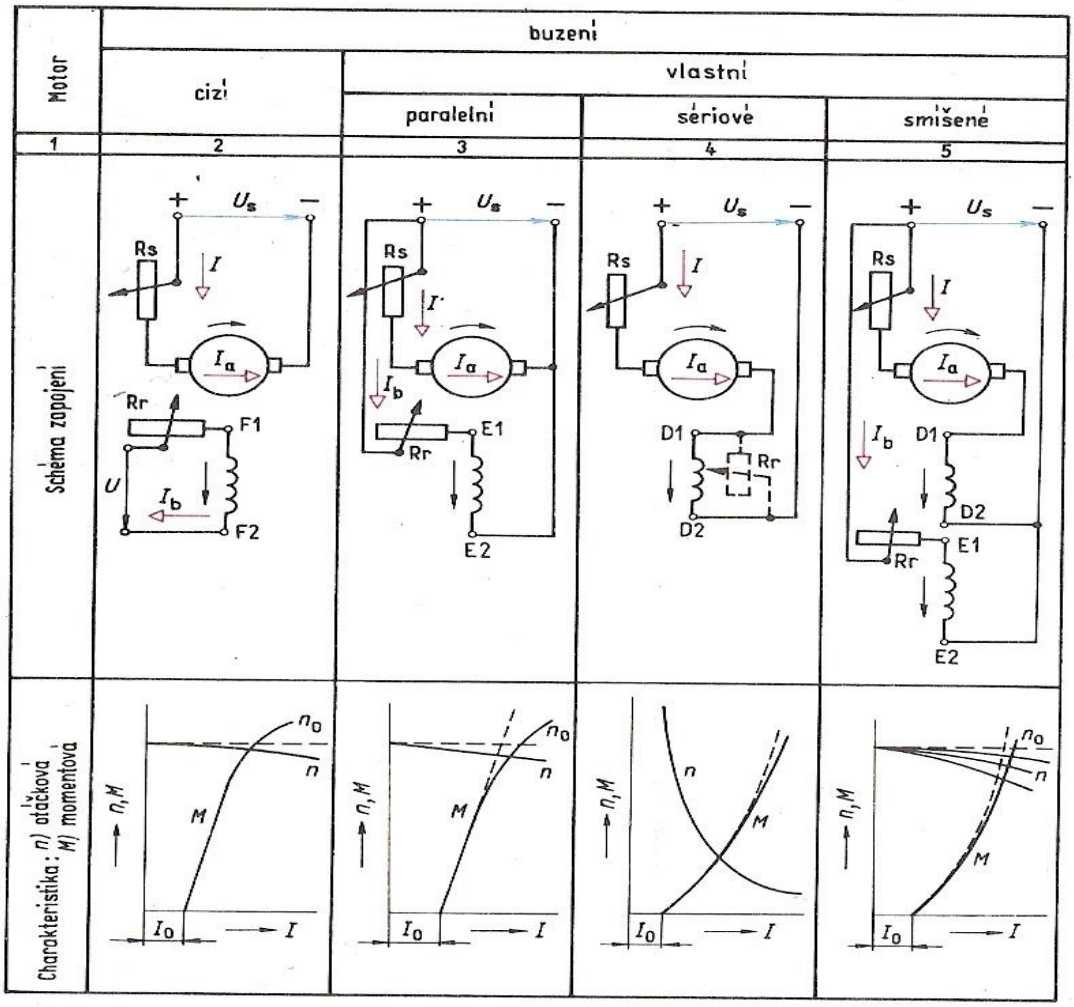
Stejnosměrné motory se skládají z rotoru, kotvy, a statoru. Stator obsahuje sběrací ústrojí a rotor komutátor. Sběrací ústrojí tvoří uhlíky nebo také kartáčky. Tyto kartáčky předávají elektrický proud. Ten jde přes komutátor a následně je přiveden do kotvy [13].

Celý princip je založen na myšlence působení síly magnetického pole na vodič, kterým prochází proud. Stator obsahuje dva magnetické póly, severní a jižní. Jde o elektromagnet. Při vybuzení magnetu se vytvoří mezi severním a jižním pólem magnetické pole. Na svorky plus a minus je připojen zdroj stejnosměrného napětí. Toto napětí je přiváděno přes vodivé uhlíky mechanicky na rotor. Když je toto napětí přivedeno do smyčky, která je po obvodu statoru, začne se vytvářet magnetické pole kolem vodiče, který tvoří smyčku. Vzájemné působení magnetických polí elektromagnetu a smyčky způsobí, že se začne stator vychylovat kolem své osy. Vychyloval by se však pouze do té polohy, kdy by síly nezačaly působit v opačném směru.Rotor však díky setrvačnosti o kousek tento okamžik přejede. V tu chvíli komutátor přepne póly napájení statoru a ten se začne se pochybovat dál v původním směru otáčení [13].



Obrázek 20 – Princip stejnosměrného motoru [14]

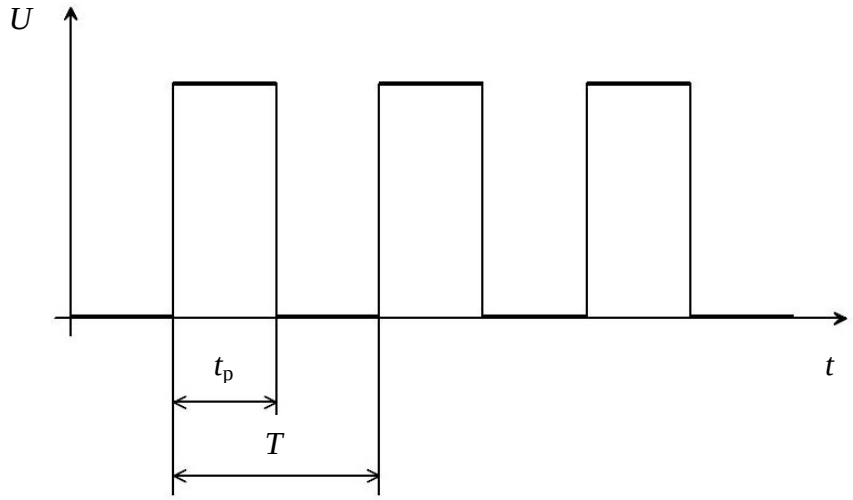
Stejnosměrné motory se dělí na motory s cizím a vlastním buzením. Motory s cizím buzením mají zvlášť vyvedeny svorky napájení statoru a rotoru. Motory s vlastním buzením se dělí na paralelní, sériové a smíšené. Svorky jsou vyvedeny pouze jedny[13].



Obrázek 21 – Přehled typů stejnosměrných motorů a jejich otáčkové a momentové charakteristiky [13]

5.4.2 Řízení motoru pomocí pulzně šířkové modulace

Pulzně šířková modulace, značená také jako PWM, je diskrétní modulace. Přenáší signál veličin typu napětí, proud a další. Je dvouhodnotová. Signál, který přenáší, má hodnotu logické 0 nebo 1, tedy zapnuto či vypnuto. Velikost signálu je následně dána střídou, tedy poměrem mezi logickou 0 a logickou 1. Hodnota PWM je udávána v procentech a to v rozmezí 0 – 100 %. Při 0 % je šířka pulzu logické 1 rovna 0 a střída je potom 0:1. Při 100 % je šířka pulzu logické 1 rovna periodě. Střída 1:1 potom představuje rovnost šířek pulzů obou logických úrovní. Modulace PWM je hojně využívána ve výkonové elektrotechnice.



Obrázek 22 – Charakteristika PWM signálu

Na obrázku22 je vidět průběh signálu PWM modulace. Perioda je označena jako *T*, šířka pulzu potom t_p.

5.5 Signalizace

Jedná se o proces, při kterém jsou uživateli podávány informace a upozornění. Tyto upozornění mohou znamenat například poruchy, stavy snímačů či mikroprocesoru. Signalizace může být tvořena světlem, zvukem a v neposlední řadě také pohybem.Světlo může být zastoupeno žárovkami, diodami, displeji nebo majáky, které mohou signalizovat nebezpečí. Signalizace zvuky se používá v místech, kde je informace světlem nemožná. K zvukovým signalizacím se používají například sirény. Používá se však také současně se světelnou signalizací, a to jako signalizace dodatková.

Obrázek 23 – Siréna [15]

Obrázek 24 – Zobrazování pomocí LED displeje [16]

6 Realizace návrhů mechanické a elektronické části modelu

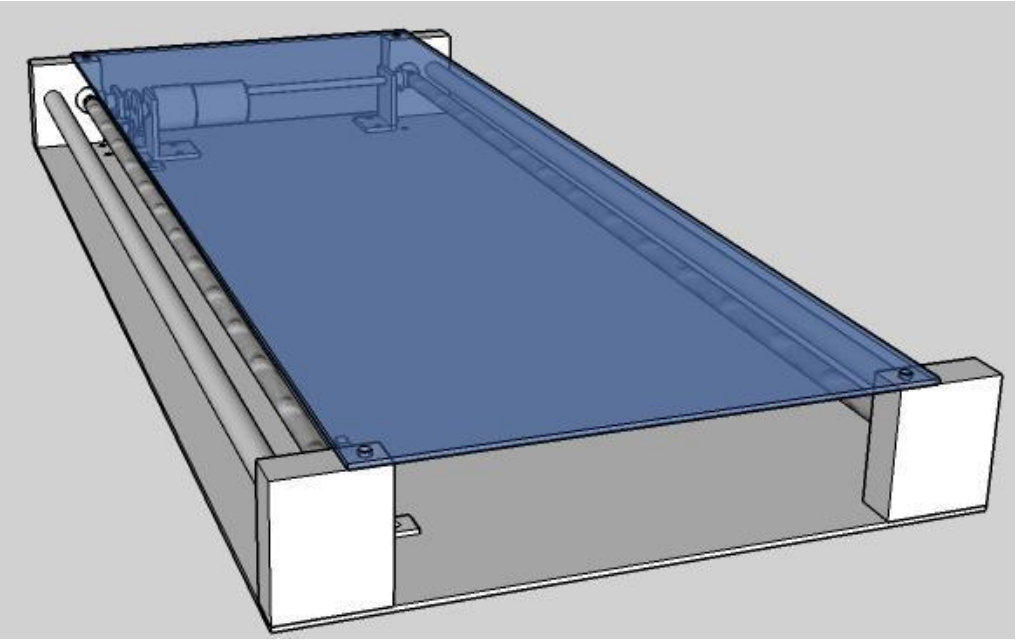
6.1 Mechanická část

Celý model je rozdělený na 4 části:

- Podlahová část
- Portálová část
- Svislý pohyb
- Vodorovný pohyb

6.1.1 Podlahová část

Základem celého modelu je spodní hliníková deska o velikosti 560x260x2 mm. K ní jsou v rozíchpřidělány 4 stojící kameny, pomocí 2 šroubů M4, vyrobené z duralového profilu 15x40 mm a výšce 50 mm. Mezi 2 protilehlými stojícími kameny, na vnější straně, je umístěna železná tyč o průměru 10 mm, která slouží jako vodící. Její konce jsou osoustruženy na 8 mm. Na vnitřní straně je tyč závitová. U jedné tyče jde o závit metrický pravotočivý a na druhé metrický levotočivý. Jeden konec závitové tyče je osoustružen na průměr 6 mm a druhý na 4 mm. Na něm je přiděláno kuželové kolo. Mezi oběma závitovými tyčemi je, na úrovni kuželových kol kovová tyčka o průměru 4 mm. Na koncích má přidělaná další kuželová kola. Ty s kuželovými koly na závitových tyčích, tvoří kuželové soukolí. Na tyčce je dále přiděláno ozubené kolo o průměru 22 mm. Zuby tohoto kola zapadají do zubů stejného kola, připevněného na hřídeli stejnosměrného motoru. Motor i tyčkou jsou přidělány držáky o profilu L na spodní desku pomocí šroubů M4 a zajištěny matkou. Ke spodní desce jsou ještě připevněny koncové spínač, také pomocí držáku o profilu L, šrouby M3 a také zajištěny matkou. Poslední částí je horní deska, která je užší než spodní. Její šířka je 210 mm.

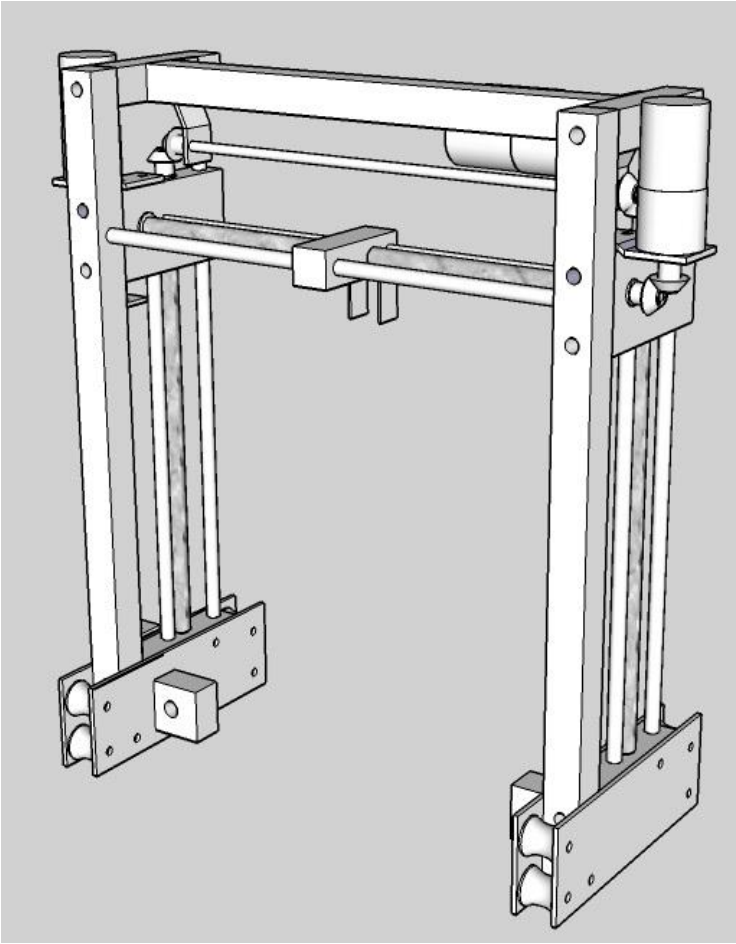


Obrázek 25 – Model podlahové části

6.1.2 Portálová část

Celý portál se pohybuje pomocí kolejnic. K nim je přidělán stojícími kameny, vyrobených z duralových profilů 16x16 mm. Ty tvoří páteř celého portálu. Jsou dlouhé 313 mm. Dole jsou k nim přidělané další profily pomocí šroubů M6. V každém profilu jsou zapuštěny 3 svislé tyče. 2 jsou vodící a 1 závitová. Závitová tyč o velikostí závitu M8, je dole osoustružená na průměr 6 mm. Nahoře je osoustružená na 6 mm a potom na 4 mm. Vodicí tyč, která je blíže k stojícím kamenům, je zapuštěná do kamene 15x40 mm. Druhá tyč jim prochází až nahoru do dalšího kamene 16x16 mm, kde je také zapuštěna. Tvoří tak opěrný bod jako stojící kámen. Obě vodící tyče mají průměr 6 mm. Profil 15x40 mm zde tvoří jakýsi multifunkční kámen. Mezi oběma stranami jsou tyče pro vodorovný posuv, kámen, který slouží jako držák, příčný středový kámen a tyčka pro přenos síly motoru. Příčný středový kámen slouží jako hlavní spojení mezi pravou a levou stranou. Vodorovné tyče, jsou zde pro vodorovný posuv. 2 jsou vodící o průměru 6 mm a 2 závitové se závitem M8. Jedna závitová má levý a druhá pravý závit. Na jedné straně jsou zmenšeny průměr 6 mm. Na těchto koncích je drží středový kámen. Ten nemá jiný účel, než držet tyto dvě tyče a hliníkový plech, vyrobený do U, který slouží pro spínání koncových spínačů. Na druhé straně jsou tyče osoustruženy na 6 mm a potom na 4 mm. Na těchto koncích jsou přidělány kuželová kolečka, které mají proti sobě druhá kuželová kolečka. Ty jsou přidělány na hřídele motorů. Motory jsou přidělány držáky na kámen 15x40 mm, pomocí dvou šroubů M4. Poslední tyčkou je tyčka přenášející sílu motoru pro svislý posuv. Má průměr 4 mm. Na jejich koncích jsou

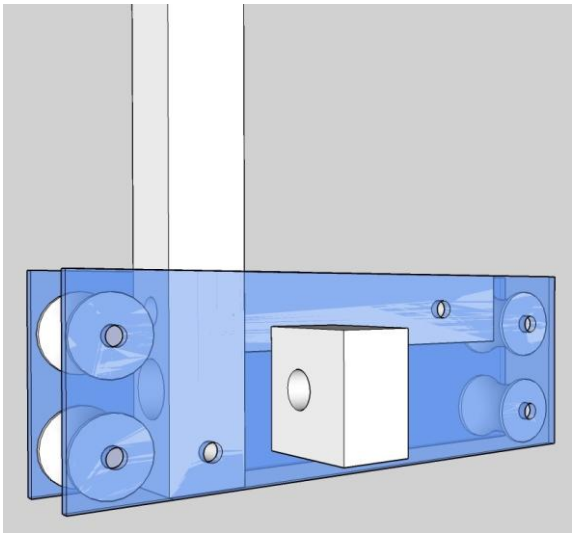
kuželová kolečka, která jsou připojena na další kuželová kolečka, která jsou přidělána na konce svislých závitových tyčí. Síla na tuto tyčku se přenáší pomocí přímého ozubeného soukolí. Motor pro svislý posuv je přidělán na dlouhý středový kámen, pomocí hliníkového držáku.



Obrázek 26 – Model portálu zpředu

Kolejnice

Kolejnice je tvořena destičkami postavenými proti sobě. Mezi těmito destičkami jsou na rohách umístěny kladky. Ty jsou vysoustruženy z kulatiny o průměru 16mm. Mezi tyto desky jsou přidělány také kameny, které jsou součástí portálu. K vnitřním destičkám jsou ještě připevněny kameny, které slouží jako jezdci pro posuv portálu. Jsou přidělány šrouby M4. Jeden jezdec má pravý a druhý má levý závit.

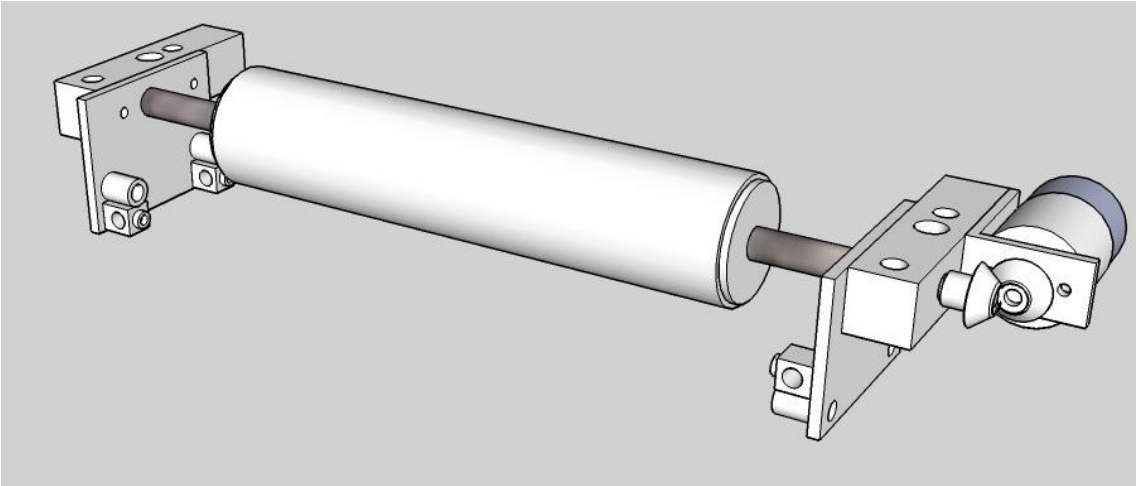


Obrázek 27 – Detail kolejnice

6.1.3 Svislý pohyb

Hlavní částí je kartáč. Ten je přidělán na závitovou tyč o průměru 8 mm. Tato tyč je na jedné straně osoustružena na průměr 6 mm a na druhé na 6 mm a potom na 4 mm. Tyč ukotvena v jezdících kamenech. Ty jsou vytvořeny z duralového profilu 16x16 mm. Na jedné straně je do jezdce závitová tyč zapuštěna a neprochází, na druhé je potom průchozí. Na průchozí straně je na tyč přiděláno kuželové kolo. Toto kolo navazuje na druhé kuželové kolo, které je přiděláno k hřídeli motoru. Motor je přidělán pomocí L profilu k jezdícímu kameni pomocí šroubů M4.

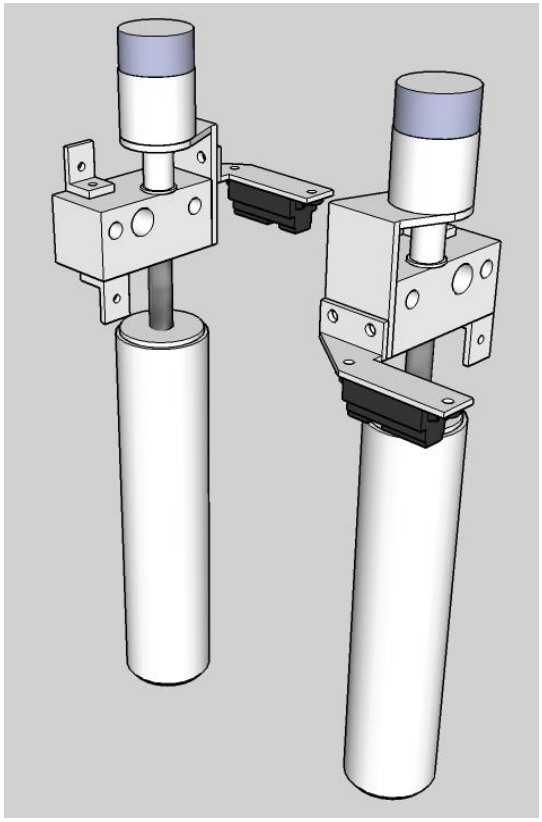
Na obou stranách kartáče jsou umístěny destičky s infračervenými závorami. Tyto destičky mají rozměry 40x51x3 mm a jsou vyrobeny z plexiskla. Jsou připevněny k jezdícím kamenům pomocí šroubů M3. Na destičce jsou přidělány plastové trubičky a kostičky. Trubičky mají vnitřní díru 5 mm pro zastrčení vysílacích LED diod. Do kostiček budou zastrčeny přijímací diody.



Obrázek 28 – Model části svislého pohybu

6.1.4 Vodorovný pohyb

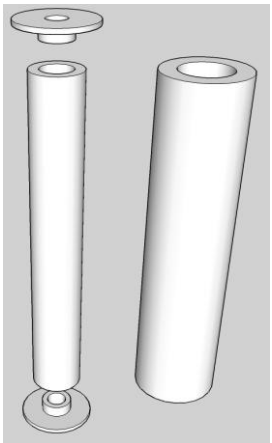
Základem jsou zde jezdící kameny, které jsou vyrobeny z duralového profilu 25x25 mm. Jimi prochází 3 tyče, 2 vodící o průměru 6 mm a 1 závitová se závitem M8. V každém kameni je odlehčený závit M8, tedy, neprochází celou šířkou kamene. Jeden závit je levý, druhý pravý. Kolmo k těmto 3 tyčím prochází tyč, na které je přidělán kartáč. Jde o závitovou tyč M8. Ta je osoustružena a prochází jezdícím kamenem o průměru 6 mm. Po průchodu kamenem je zmenšena na průměr 4 mm. Na tento konec je přidělán kovový váleček, který slouží jako spojka mezi motorem a zmíněnou závitovou tyčí. Má v sobě 2 šrouby, kterými lze přitáhnout hřídel a tyč, aby neprokluzovaly. Motor je přidělán na čelo kamene přes profil L a přichycen šrouby M4. Pod tyto šrouby je na jedné straně přichycen držák s čidlem. Na druhé straně, kde je čidlo výš, jsou vyvrtány díry v držáku motoru. Mají průměr 4 mm, procházejí jimi šrouby M4 a jsou zataženy matkou. Čidla jdou k držákům připevněna 2 šrouby M3 a také zataženy matkou. Na jezdící kameny jsou ještě přidělány držáčky pro připevnění koncových spínačů a to jak nahoře, tak dole. Jsou vyrobeny z plastu a připevněny šrouby M3.



Obrázek 29 – Model části vodorovného pohybu

Kartáč

Je tvořen 4 částmi. Tělo tvoří novodurová trubička. Její vnější průměr je 20 mm. Kolem ní je tepelná izolace, jejíž vnější průměr je 33 mm. Trubička a izolace je stažena mezi 2 matičky, vysoustružené z 30 mm kovové tyče. Uvnitř matičky je závit M8.

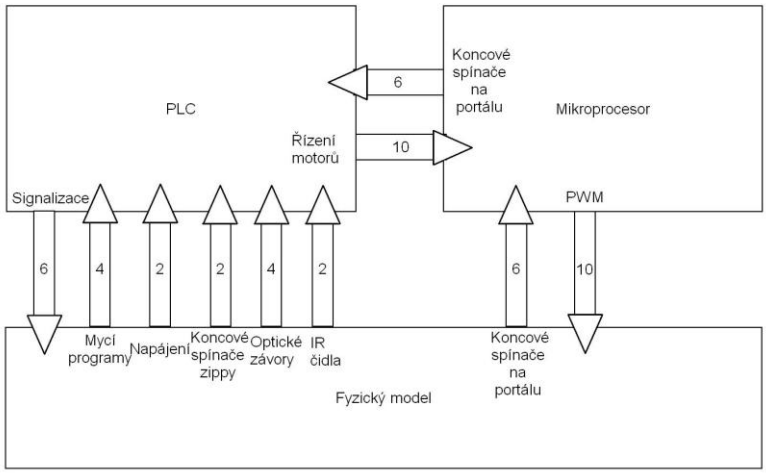


Obrázek 30 – Kartáč

Celý model je umístěn v souboru v příloze na CD, kde je možné zjistit jednotlivé rozměry. Soubor je formátu, který dokáže otevřít program SketchUp.

6.2 Elektronická část

Laboratorní model obsahuje řídicí signály. Jsou zde signály, které vystupují z modelu. Ty charakterizují stavy čidel. Poté tu jsou signály vstupní. Ty představují řízení motorů a stavy signalizace. Se signály pracuje jak mikroprocesor, tak PLC. Blokové schéma na obrázku 31 zobrazuje, kde jsou tyto signály použity a zobrazuje také signály komunikace mezi PLC a procesorem.



Obrázek 31 – Blokové schéma zobrazení řídicích signálů

6.2.1 Konektory a ovládací prvky v modelu

Model je nutné napájet vstupním napětím. Konektor je umístěn na zadní desce modelu. Je 2 pólový. Pro připojení modelu k PLC je na zadní desce umístěn 37-pinový konektor. Pro naprogramování mikroprocesoru je, také na zadní desce, umístěn konektor ISP, kde je možné připojit ISP programátor. Je však bezpečnější odpojit konektor od PLC. Celý přístroj se zapíná vypínačem, umístěným na předním panelu. Pokud je model pod napětím rozsvítí se dioda napájení. Ostatní diody jsou na modelu umístěny za účelem zobrazování signalizace. Tlačítka na předním panelu jsou určena pro určení mycího programu.

6.2.2 Rozhraní mezi PLC a mikroprocesorem

Mezi PLC a mikroprocesorem musí probíhat komunikace. PLC posílá informaci na vstupy mikroprocesoru, na který vstup má přivádět PWM signál.Na obrázku 31 je zřetelné, že je zde také druhý směr, tedy z mikroprocesoru do PLC. Jde pouze o úpravu signálů z koncových

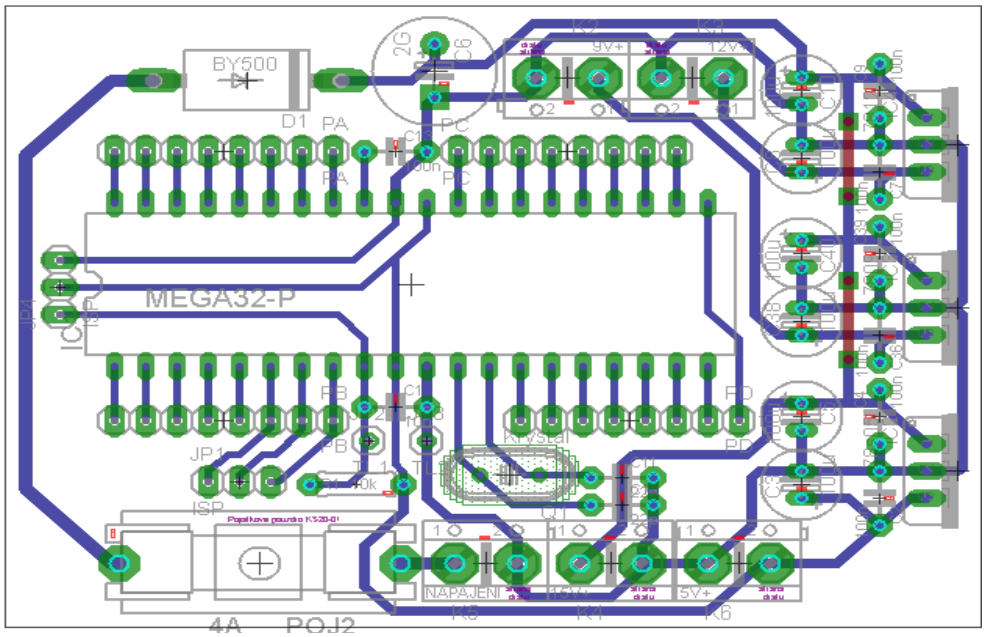
spínačů na portálu, které se spínají k zemi. PLC by s tímto spínáním nedokázalo pracovat, je tedy nutné o korekci, přes mikroprocesor.

Řídicí elektronika je rozdělena na 3 části:

- Zdroj a mikroprocesor
- Snímače
- Řízení motorů
- Signalizace a volba mycích programů

Zdroj a mikroprocesor

Napájení a řídící jednotka, v tomto případě mikroprocesor, jsou umístěny na jedné desce plošného spoje.



Obrázek 32 – Deska tištěného spoje obsahující zdroj a mikroprocesor

Zdroj

Vstupní transformátor není zakomponován v návrhu zdroje. Celá deska je napájena přes svorkovnici P. Napájecí napětí je 15 V. Po zapojení teče proud přes pojistku o hodnotě 4A, diodu, proti otočení napájecího napětí a filtrační elektrolytický kondenzátor. Za těmito vstupními součástkami následují 3 bloky. Každý tento blok obsahuje stabilizátor a filtrační kondenzátory. Z každého bloku vychází jedna napěťová úroveň a je vyvedena svorkami. Před stabilizátory je také vyvedeno napájecí napětí. První úrovní je na napájecí napětí 12 V, realizované stabilizátorem 7812. Slouží pro přívod napětí do řídicího systému pro motory a je na svorkách C. Druhý blok dává napětí 9V, tvoří ho stabilizátor 7809 a je jím napájen

infračervený vysílač závory. Napětí je vyvedeno na svorkách B.Posledním je blok dávající napětí 5 V. Tento blok napájí nejvíce částí modelu. Proto obsahuje stabilizátor 78s05 kterým, oproti předchozím stabilizátorům, může protéct 2A. Předchozí jsou stavěné pouze na 1 A. Napětí je vyvedeno na svorkách A.

Mikroprocesor s obvody

Jako řídicí mikroprocesor byl použit čip od firmy Atmel s označením ATmega32. Ten je programován v AVR studiu v jazyce C.

Stručné informace

- 32KBytes programovatelná FLASH paměť
- 131 instrukcí v instrukčním souboru
- 32x8 účelových pracovních registrů
- 1024KBytes EEPROM paměť
- JTAG rozhranní
- 32 programovatelných vstupně výstupních pinů, rozděleno do 4 portů
- Dva 8-bitové čítače/časovače a jeden 16-bitový
- Operační napětí 4,5V – 5,5V

Obrázek 33 – ATmega32 od firmy Atmel [17]

Napájecí napětí mikroprocesoru je přivedeno přímo ze stabilizátoru. Z mikroprocesoru je vyvedeno všech 32 I/O pinů. Dále jsou také vyvedeny piny, pro naprogramování procesoru přes ISP. Ty jsou vyvedeny přímo na konektor rozhraní.Na piny 12 a 13 je připojen krystal s frekvencí 10MHz. Reset, který je na pinu 9, je přiveden přes rezistor k napájecímu napětí a přes tlačítko a kondenzátor na GND. Referenční napětí AREF na pinu 32 pro analogově digitální převodník je připojeno přes kondenzátor ke GND, externí napětí AVCC na pinu 30, pro tentýž převodník, potom na napájecí napětí VCC. Je tomu tak, protože převodník nebyl použit.

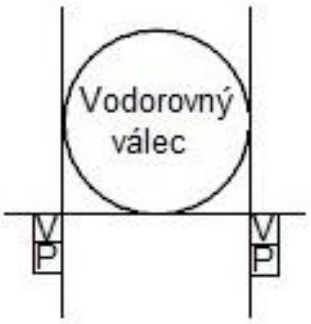
6.2.3 Snímače

Snímání v modelu je několik, dá se však rozložit do 3 skupin:

- Snímání výšky vozidla
- Snímání šířky vozidla
- Koncové spínače

Snímání výšky vozidla

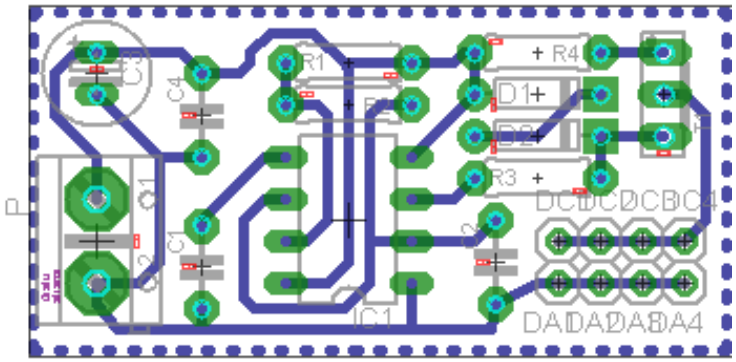
Pro snímání výšky jsou v modelu obsaženy 4 infračervené závory. Na obrázku 34 je vidět princip, kterým fungují. Vodorovný kartáčopisují tečny. Jedna vodorovná a dvě svislé. V místech, kde se tyto tečny protínají, jsou umístěny vysílací diody. Pod nimi jsou přijímací diody. Na druhé straně jsou umístěny opačně, aby nedocházelo k rušení z druhého zdroje vysílače. Pro tento účel je kolem vysílací i přijímací diody navíc přiděláno mechanické stínění. Jsou tedy tvořeny 4 nezávislé paprsky.



Obrázek 34 – Princip snímání výšky vozidla

Vysílač

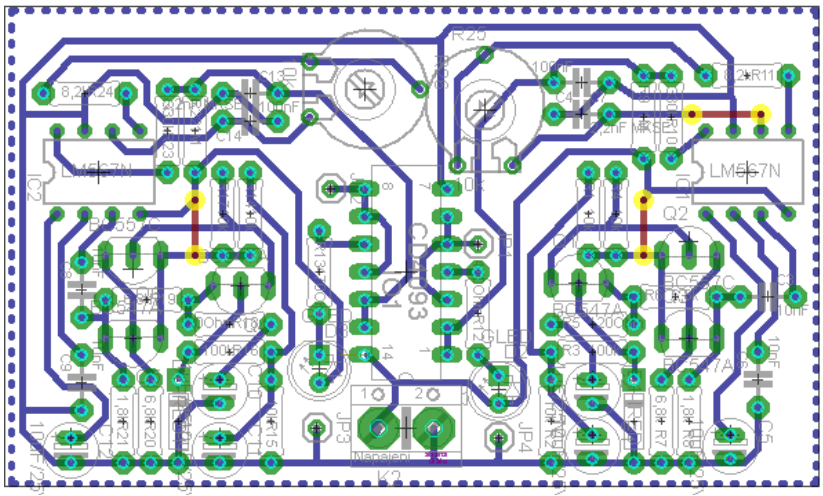
Na obrázku 35 je vidět plošný spoj vysílače. Schéma je převzato z již vytvořené optické závory, která je volně prodejná, ale návrh plošného spoje jsem si vytvořil sám. Na vstupní svorky P přichází napájecí napětí 9 V. Srdcem celého obvodu je integrovaný obvod NE555, který generuje signál. Na svorkách DA a DC jsou připojeny 4 vysílací diody.



Obrázek 35 –Plošný spoj vysílače infračervené závory

Přijímač

Obrázek 36 zobrazuje návrh plošného spoje pro přijímač. Opět bylo schéma převzato z již vytvořené stavebnice. Bylo však upraveno. Byly odebrány některé nepotřebné obvody. Tím se zmenšily rozměry původního plošného spoje a bylo tak možné umístit 2 přijímače na jeden plošný spoj. Na svorky P je přivedeno napájecí napětí 5 V. Integrovaný obvod CD4093 obsahuje 4 dvouvstupová hradla NAND. Na jejich výstupu jsou připojeny zelené LED diody, které svítí pří dopadu světla na přijímací infračervenou diodu. K dekódování signáluje zde použit integrovaný obvod LM567.

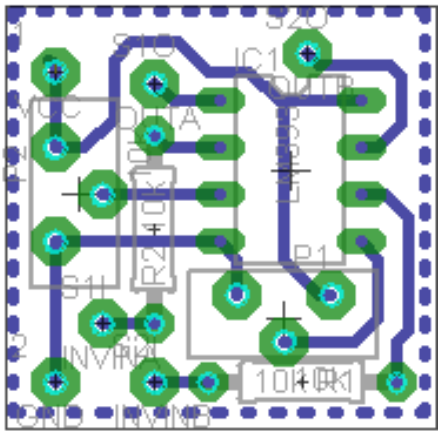


Obrázek 36 – Plošný spoj přijímačů infračervené závory

Snímání šířky vozidla

Ke snímání šířky automobilu jsou použity infračervené snímače od firmy SHARP. Obsahují jak vysílače, tak přijímače. Senzory obsahují 3 svorky. Dvě svorky slouží pro napájení snímače, v mém případě napětím 5 V. Třetí je výstup, na kterém je možné změřit napětí, které

se mění v závislosti na vzdálenosti objektu. Jde tedy o měřič vzdálenosti. Bohužel je měření vzdálenosti nevhodné, z hlediska špatné citlivosti při měření těchto malých vzdáleností. Snímač je tedy použit jako optická závora. Aby mohl být senzor použit jako optická závora, je třeba použít určitou referenci, podle které bude měřit. Referenční bod představuje podlaha, na které stojí automobil. Tuto referenci zajišťuje komparátor. Na jeho invertující vstup je přiveden signál ze senzoru, na neinvertující vstup potom signál z jezdce trimru. Pomocí tohoto trimru se nastaví na vstupu komparátoru referenční napětí, které odpovídá právě vzdálenosti od podlahy. Na výstupu komparátoru je potom 5 V nebo 0 V. Toto zapojení je vytvořeno na plošném spoji, který obsahuje komparátory pro oba senzory. Celý plošný spoj napájen 5 V.



Obrázek 37 – Návrh plošného spoje pro komparátory

Obrázek 38 – Infračervený měřič [18]

Koncové spínače

Koncové spínače jsou nutné, aby nedošlo k mechanickému poškození. Je možné je však využít také jako snímaní dojezdu. V podlahové části myčky jsou pro tento účel použity 2 mikrospínače Zippy. V portálové části jsou potom koncové spínače, pro dojezdy jezdících kamenů svislého a vodorovného posuvu, vytvořeny pomocí obyčejných šroubů. Tyto šrouby tvoří kladné póly. Zem potom tvoří konstrukce linky. Šroub je tedy přidělán ke konstrukci plastovým držákem. Mezi šroubkem a plastovým držákem je umístěna pružinka a to z důvodu řízení motorů pomocí PWM. Při dotyku hlavy šroubku a elektrické země, se motory ještě dotáčejí a je tedy nutné, aby šroubky nebyly přidělány napevno.

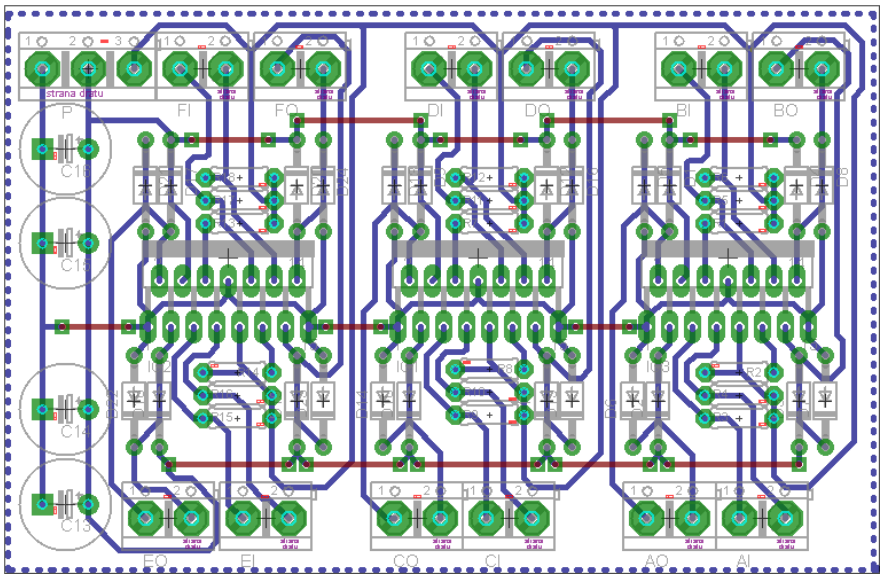
Obrázek 39 – Mikrospínač Zippy [19]

6.2.4 Řízení motorů

V modelu mycí linky jsou použity 2 různé typy stejnosměrných motorů. Prvním je typ určený pro posuvy a druhým pro otáčení kartáčů. Liší se rozměry, velikostí otáček a také zatěžovacím proudem. Oba mají napájecí napětí 12 V.

Pro řízení těchto motorů jsou použity H-můstky. Byly zde použity H-můstky v integrovaném obvodu L298N. Tento obvod obsahuje vždy 2 H-můstky. V modelu je potřeba řízení pěti motorů, pro dané účely, jsou tedy potřeba 3 tyto obvody. I když je navrhnuto řízení všech 3 motorů pro otáčení kartáči najednou, tak jsou fyzicky použity 2 H-můstky. Jeden pro svislé kartáče a druhý pro kartáč vodorovný.Řídicí signály jsou však přivedeny na oba můstky stejně, to znamená, že oba můstky jsou ovládány stejným signálem z mikroprocesoru. Jsou tak využity všechny můstky. Integrovaný obvod L298N vyžaduje vedle klasického napájení ještě přívod napětí 5 V, které představuje logickou úroveň, proto jsou tedy napájecí svorky tři. Celé zapojení obsahuje také elektrolytické kondenzátory pro filtraci. Pro zlepšení funkce

integrovaného obvodu jsou nutné další součástky. Důležité jsou hlavně rekuperační diody. Ty jsou připojeny na výstupu obvodu, stejně jako motory. Diody omezují napěťové špičky, které se tvoří při rychlém odpojení indukční zátěže. Tyto diody by měly být velice rychlé. Je také nutné ošetřit vstupy. Vstupní signály pro řízení můstku jsou klasicky přivedeny jako PWM signály z procesoru. Jsou zde však ještě vstupy ENABLE, které povolují řízení. Ty jsou přes odpory připojeny na napětí 5 V.



Obrázek 40 – Plošný spoj řízení motorů

6.2.5 Signalizace a volba mycích programů

Signalizace je tvořena LED diodami. 4 jsou umístěné v podlahové části a 2 v portálové části. Diody v podlahové části signalizují funkce mycí linky, které nejsou fyzicky vytvořeny, jako je například nanášení pěny a recyklace vody. Diody v portálové části jsou informativní pro řidiče automobilu. Spínání diod zajišťuje PLC, anody diod jsou fyzicky přivedeny na rozhraní.

Pro volbu mycích programů jsou na předním panelu podlahové části umístěny 4 tlačítka, je tedy možné vybrat ze 4 mycích programů. Tlačítka jsou připojena přes rozhraní k PLC.

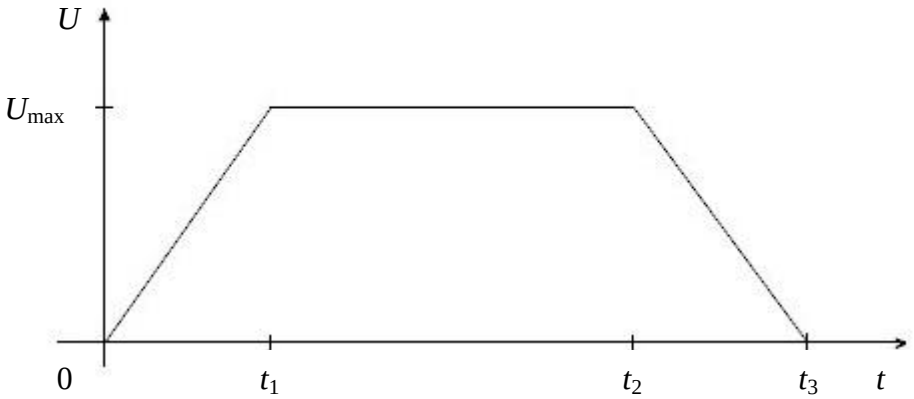
Veškerá schémata a návrhy plošných spojů jsou obsaženy v příloze na CD. Je zde také umístěna tabulka, která popisuje veškeré kontakty modelu mycí linky. V této tabulce lze pomocí názvu signálu zjistit, které kontakty jsou navzájem spojené. Popis, jak tato tabulka funguje je uveden v dokumentu na přiloženém CD.

6.3 Programová část

Mikroprocesor je v modelu mycí linky umístěn ze 2 důvodů. Prvním a také hlavním důvodem,je nutnost ovládat motory pomocí signálu PWM a to z toho důvodu, aby nestávaly skokové změny a nedošlo například k poškození mycí linky.

6.3.1 Problematika programu

Aby nedocházelo k již zmíněným skokovým změnám je nutné motory pomalu roztáčet a zastavovat a to jak na jednu, tak na druhou stranu. Například v případě, že se motor točí doleva a přijde požadavek na otáčení doprava, musí se motor pomalu zbrzdit na nulové otáčky a následně roztočit na druhou stranu, dá se tedy říci, že musí fungovat po jakési časové rampě.

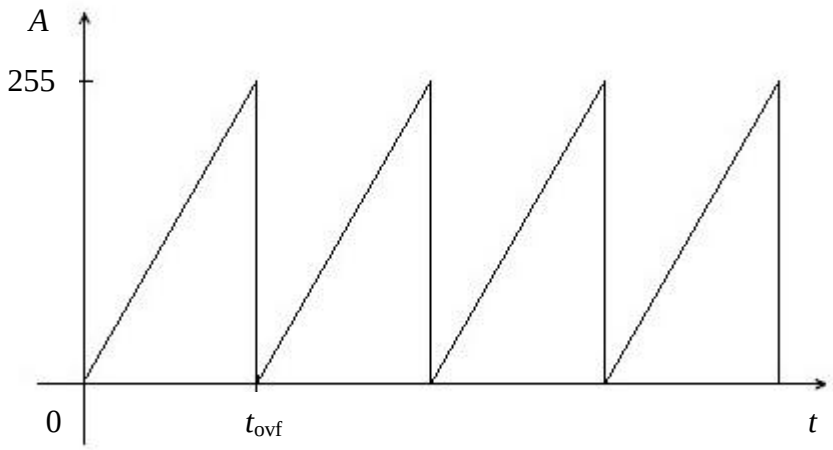


Obrázek 41 – Časová rampa točení motorů

Časová rampa je závislost napětí *U* a času *t*. Maximální napětí, které je přivedeno na svorkách motoru, je potom značeno U_{max}. Přijde-li požadavek na roztočení motoru, začne napětí na svorkách motoru lineárně růst a to právě do hodnoty U_{max}. Čas t_1 představuje právě tento okamžik. Po nějaké chvíli přijde požadavek na vypnutí motoru, tento okamžik je značen t_2. Od této doby začne napětí na svorkách motoru linárně klesat. V okamžik t_3 dojde k zastavení motoru.

K vytvoření rampy je vhodný signál PWM díky změně své střídy. Mikroprocesor ATmega32 dokáže generovat na určitých vstupech tento signál, které se nazývá hardwarové PWM. Bohužel však těchto signálu dokáže generovat omezeně a pro model mycí linky to nestačí. Je tedy nutné vytvořit signál PWM pomocí programu. Toto řešení se nazývá softwarové PWM. Při použití hardwarového řešení se používá registr OCR, který je součástí čítače

mikroprocesoru. Tento registr nepřímo udává střídu signálu PWM. U softwarového řešení je nutné použít čítač také. Použije se však pro jeho vlastnost přetečení, které vyvolá přerušení. Pokud je přerušení povoleno, program skočí do předem definované rutiny, kde provede dané instrukce. Doba, kdy dojde k přerušení je dána rozlišením čítače. V programu jsem použil čítač 0, který má 8-bitové rozlišení. Přetečení u něj nastává každých 256 cyklů. Dále je doba dána velikostí frekvence procesoru a dále předděličkou, která vydělí frekvenci procesoru daným číslem. Předdělička se nastavuje přímo v registru čítače. Velikosti dělení, které lze použít, jsou napsány v datasheetu mikroprocesoru.



Obrázek 42 – Časový průběh čítače 0 mikroprocesoru

Princip softwarové PWM

Čítač napočítá do 255 a přeteče v čase t_{ovf}. Následně začne čítat znovu od 0. Tento stále se opakující děj je vynikající možnost pro vytvoření PWM signálu. Podle doby, za kterou se má motor roztočit do plných otáček, zjistíme, kolikrát bude muset čítač přetéct. Vytvořil jsem si tedy proměnou *ISRcount*, která tyto přetečení počítá a zvyšuje se o 1 každou chvíli, kdy přeteče. Dosáhne-li čítání maximální hodnoty, proměnná *ISRcount* se vynuluje a začne čítat znovu. Jedno přetečení proměnné *ISRcount*, představuje jednu periodu *T* signálu PWM. Pro vytvoření PWM signálu tedy stačí, vytvořím-li proměnou, která bude představovat jakýsi práh, kdy začne být v signálu PWM logická nula. Tuto proměnou jsem si pojmenoval *ch* jako channel, který představuje kanál jednotlivého signálu PWM na pinu mikroprocesoru. Při požadavku na zvyšování otáček tuto proměnnou zvyšuji a tím zvyšuji poměr logické 1 proti logické 0. V případě kdy se *ch* a *ISRcount*rovnají, zůstává *ch* konstantní. Při snižování otáček

motoru je potom minimální hodnota *ch* rovna 0. Jelikož jsou tyto PWM signály přivedeny na každý motor 2, aby se roztáčel na obě strany, je nutné také hlídat úroveň *ch* druhé strany otáčení.

Model mycí linky obsahuje 5 signálů pro motory a to na každém motoru 2, tedy dohromady 10. Mikroprocesor musí tedy nastavovat *ch*, ideálně, pro všechny tyto signály najednou. To však není možné, protože kód v mikroprocesoru se zpracovává postupně. Zkontrolovat a obsloužit všechny motory tedy trvá, z hlediska mikroprocesoru, delší dobu. Proto jsem při programování použil předděličku 1/8, čítač tedy počítá 8-krát pomaleji, než je hodinový cyklus mikroprocesoru. Pokud by měl čítač a mikroprocesor stejnou frekvenci, přerušení by nastalo dříve, než se stačí zkontrolovat úrovně signálů na vstupecha obsloužit všechny motory.

Přijde-li požadavek na roztočení motoru na jednu stranu, je nutné, aby druhý signál měl nulové napětí. Je tomu tak, protože integrovaný obvod LM298N má na vstupních pinech logické obvody.

6.3.2 Ošetření koncových spínačů

Druhým důvodem je nutnost ošetřit koncové spínače na jezdícím portálu. Tyto spínače jsou, díky malým rozměrům, vytvořeny pouze tak, že spínají k zemi. Spínače zippy, které jsem použil u podlahové části, by se nevešly do těchto prostor. Jelikož PLC nepoužívá pull-up rezistory jako mikroprocesor, je nutné přivádět na jeho vstup logickou 1. Pokud ovšem přivedu tento signál na vstup mikroprocesoru, tak ho mikroprocesor vyhodnotí jako změnu logické úrovně, protože díky pull-up rezistorům, je na vstupu mikroprocesoru implicitně nastavená logická 1. Po sepnutí spínače k zemi se tedy změní logická úroveň.

Celý program je uložen v příloze na přiloženém CD.

Obrázek 43 – Laboratorní model automatické mycí linky pro automobily

7 Závěr

Celý model byl zaměřen do oblasti několika oborů. Řešil jsem problémy nejen v oblasti elektroniky a programování, ale také ve strojním zaměření. Moje práce začínala od mechanické části, kde jsem několikrát změnil předešlé nápady, než jsem došel k provedení, které je nyní použito. Abych věděl, jak bude celý model vypadat ve skutečnosti, bylo nejdříve nutné vytvořit ho jako model v modelovacím softwaru. Jako software jsem použil SketchUp od firmy Google. Ten svoji jednoduchostí a intuitivností, plně vyhovoval pro tuto práci. Zpočátku byl vytvořen návrh bez určitých rozměrů. Poté jsem však začal znovu a vytvořil jsem model v reálných rozměrech. Umístění pohonů a částí pro přenos točivého momentu, jako jsou ozubená kola, se do poslední chvíle měnilo. Nakonec jsem použil ke všem pohybům přenos energie pomocí závitové tyče a to díky své jednoduchosti ale také tuhosti. Umístění čidel se řešilo, až když byl celý model hotov. Po dokončení mechanické části jsem začal řešit část elektronickou. Původní myšlenkou bylo ovládat model pouze mikroprocesorem. To se však nakonec změnilo a mikroprocesor byl použit pouze pro řízení motorů a ošetření koncových spínačů, přičemž úrovně čidel a ovládání zabezpečuje PLC. Nakonec jsem použil mikroprocesor ATmega32 od firmy Atmel. Pro snímání polohy automobilu jsem použil IR čidla. Měření výšky automobilu nedělalo problém. Při snímání šířky vozidla byly však nutné úpravy, jak po elektronické stránce, kde jsem musel vytvořit navíc plošný spoj pro komparátory, tak v přimontování čidel k mechanické části.Pro řízení motoru jsem použil H-můstky. Po osazení původního návrhu plošného spoje a následném zkoušení, H-můstek nefungoval. Chybu jsem našel v zapojení, bohužel jsem nepřišel na způsob opravy, který by byl korektní.Navrhl jsem tedy nový a použil integrovaný obvod L298. Po vytvoření mechanické části a elektronické části přišlo na řadu zkompletování celé mycí linky. Rozdělal jsem tedy celou mechanickou část a začal od začátku. Nalakoval jsem kovové vodící tyče, upravil převodový poměr u posuvu celého portálu a umístil koncové spínače v podlahové části na druhou stranu. Dále jsem vytvořil přihrádku z PVC desky, v které jsou uloženy plošné spoje. Přihrádku jsem umístil do podlahové části. Z PVC desky byl také vytvořen kryt portálu. Nastal problém při řešení přenosu signálů na pohyblivý portál, ten jsem následně vyřešil použitím plochého kabelu. Následně jsem celý model upravil také vizuálně polepu částí modelu.

Tato práce mě obohatila o zkušenosti v návrhu komplexnějších problémů, kdy se musí spojit spoustu věcí. Například umístění stejnosměrných motorů, které jsou poměrně velké a k nim nalézt odpovídající převod, k hnanému médiu, který je možné koupit, popřípadě vyrobit. Ve většině mých problému měly velkou váhu rozměry, možná vyrobitelnost a také přijatelná cena. Pokud bych měl začít znovu, řešil bych tuto práci z jiné strany. Nejsem si jistý, jestli moje řešení je v praxi použitelné, ale mohlo by aspoň napomoct k řešení jinému. Tato práce byla z mého pohledu dosti náročná, ale o to víc jsem rád, že jsem si ji vybral.

Literatura

[1] Automatická mycí a sušící linka: Návod pro použití a údržbu [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: www.tlumoceni-preklady.cz/download/6658/202.doc

[2] FIRETECH s.r.o. *Tunelová mycí linka* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://imgdata.info-pardubice.eu/8c/171807.gif

[3] KARS. Šneková převodovka s motorem [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.kars-brno.cz/pictures/p%C5%99evodovky/prevodovka_W_s%20_motorem.jpg

[4] KOTLENAUHLÍ.CZ. Ventilátor VPA [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.kotlenauhli.cz/fotky25771/fotos/_vyrp15_1184ventilator_vpa.jpg

[5] HCS CENTRUM. Pístová čerpadla [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://eshop.hcscentrum.cz/user/shop/category/291%281%29%280%29.jpg

[6] ITT LOWARA DEUTSCHLAND. Spirálové vakuové čerpadlo [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.de.all.biz/img/de/catalog/15948.jpeg

[7] VÁŇA, Vladimír. *Mikrokontroléry ATMEL AVR: popis procesorů a instrukční soubor*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2003, 335 s. ISBN 80-730-0083-0.

[8] *CISC* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/CISC

[9] *RISC* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/RISC

[10] HUSÁK, Miroslav. *Návrh napájecích zdrojů pro elektroniku: přednášky*. Vyd. 1. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2006, 154, v s. ISBN 80-010-3398-8.

[11] *Základní princip transformátoru* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0b/Transformer3d_col3_cs.svg/400px-Transformer3d_col3_cs.svg.png

[12] CHLEBNÝ, Jan aj. *Automatizace a automatizační technika*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ComputerPress, 2009, vii, 296 s. ISBN 978-80-251-2523-6.

[13] VOŽENÍLEK, Ladislav, Karel PETRÁK a František LSTIBŮREK. *Základy elektrotechniky II: pro 2. a 3. ročník elektrotechn. učebních a studijních oborů středních odb. učilišť*. 3., nezměn. vyd. Praha: SNTL, 1993, 457 s. ISBN 80-030-0446-2.

[14] ELEKTRIKA. *Princip stejnosměrných motorů* [online]. 2008 [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: http://elektrika.cz/obr/08_principstejnostimotoru_01v.jpg

[15] GES ELECTRONICS. Siréna EST PS5 [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.ges.cz/images/pictures/e/est_ps5.jpg

[16] ACS LINE. Led101 [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.forzapro.cz/_soubory/image/eshop_polozky/2765/001_led101-velky-led-display-pro-obsluhu-vydeje-2plus4-cislice.jpg

[17] GM ELECTRONIC. ATmega32-16PU [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.gme.cz/dokumentace/432/432-180/pctdetail.432-180.1.jpg

[18] GM ELECTRONIC. GP2Y0A21YK0F-KIT [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.gme.cz/dokumentace/539/539-014/pctdetail.539-014.1.jpg

[19] GM ELECTRONIC. Mikrospínač ZIPPY SM-05S-05A0-Z [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.gme.cz/mikrospinace-s-konektory-ocky-vodici/mikrospinac-zippy-sm-05s-05a0-z-p631-102/