

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta elektrotechniky a informatiky

ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA STARTOVACÍHO ZAŘÍZENÍ PRO BIKROS

Tomáš Merta

Bakalářská práce
2015

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Merta**
Osobní číslo: **I11330**
Studijní program: **B2646 Informační technologie**
Studijní obor: **Řízení procesů**
Název tématu: **Řídicí jednotka startovacího zařízení pro BIKROS**
Zadávající katedra: **Katedra řízení procesů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Řídicí jednotka bude umožňovat ovládání startovacího zařízení pro BIKROS. Základem řídicí jednotky bude zvolený typ mikropočítače firmy Atmel, řady ATmega. Úkolem mikropočítače bude zejména generování světelné a zvukové startovací sekvence závodů v bikrosu a řízení pohybu startovací rampy. Software mikropočítače bude umožňovat nastavení příslušných parametrů startovacího zařízení a tím bude umožněno jeho připojení k různým typům startovacího zařízení. Soubor parametrů startovacích ramp bude uložen v paměti mikropočítače. Zadávání parametrů bude možné pomocí klávesnice mikropočítače, nebo přes komunikační rozhraní USB osobního počítače. Součástí BP bude teoretický rozbor řešené problematiky, zaměřený na odhad parametrů řídicího systému mikropočítače a zjednodušený matematický model chování startovací rampy v průběhu startovací sekvence závodu.

Teoretická část:

Seznámení se současným stavem řešené problematiky.

Seznámení s funkcí snímačů a akčních členů používaných v tomto typu zařízení.

Návrh strategie řízení startovacího zařízení.

Implementační část:

Návrh elektronické řídicí jednotky startovacího zařízení.

Realizace elektronické řídicí jednotky startovacího zařízení.

Testování realizované konstrukce.

Požadavky na studenta:

Základní znalosti návrhu mechatronického systému, práce v návrhovém software PCB Eagle a matematického modelování.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

MATOUŠEK D. (2006) Práce s mikrokontroléry ATMEL AVR - 3.díl edice uP a praxe 2.vydání, BEN - technická literatura, Praha 2006

PLÍVA Z. (2010) Eagle Prakticky, BEN-technická literatura, Praha 2010

ZÁHLAVA V. (2010) Návrh a konstrukce DPS, BEN - technická literatura, Praha 2010

KUPKA, L., JANEČEK, J. (2007) Matlab & Simulink: řešené příklady.

Lanškroun: TG tisk a SOŠ a SOU, 2007. 224 s. ISBN 978-80-239-9532-9.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Libor Havlíček, Ph.D.

Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce:

12. prosince 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

9. května 2014



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan



L.S.



Ing. Daniel Honc, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 31. března 2014

Prohlášení

Prohlašuji:

Tuto práci jsem 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 29. 5. 2015

Tomáš Merta

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce Ing. Liboru Havlíčkovi, Ph.D. za odborné rady a spolupráci. Velké poděkování patří především mé rodině, která mě podporovala po celou dobu mého studia.

V Pardubicích dne 29. 5. 2015

Tomáš Merta

ANOTACE

Úkolem této práce je sestavit startovací zařízení pro bikros, které bude schopné ovládat startovací rampu pro bikros. Seznámit se s problematikou mikrokontrolérů a za pomoci mikrokontrolérů ovládat pneumatický píst.

Teoretická část bude obsahovat přehled možností použitých komponent pro startovací zařízení, metoda použití vzduchové brzdy, metoda zapojení pneumatického pístu, metody zapojení I/O portů.

Praktická část bude obsahovat návrh zapojení I/O portů pro řízení startovacího zařízení realizované na mikrokontroléru. Řídící jednotka bude ovládána dvěma tlačítky, která vykonají danou obsluhu.

KLÍČOVÁ SLOVA

bikros, mikrokontrolér, ATmega32, startovací rampa, elektromagnetický rozvaděč, pneumatický píst

TITLE

BICROSS STARTING DEVICE REMOTE UNIT

ANNOTATION

The aim of the following thesis is to build a starting device for bicross while simultaneously enabling control over a starting gate. It introduces the issue of micro controllers and explains how the latter command a pneumatic piston.

The theoretical part contains an overview of all the options concerning the starting gate components, the air brake method, the method of connecting a pneumatic piston, as well as method of engaging the I/O ports.

The practical part contains a proposal of I/O port attachment on the micro controller in order to co the starting gate. The control unit will be managed by two buttons, which will execute a given task.

KEYWORDS

bicross, microcontroller, ATmega32, starting gate, electromagnetic switchboard, pneumatic piston

Obsah

Seznam zkratk	8
Seznam symbolů	9
Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	12
ÚVOD	13
1 STARTOVACÍ ZAŘÍZENÍ	14
1.1 MOTIVACE.....	14
1.2 ZADÁNÍ.....	14
2 ZÁKLADNÍ POJMY	15
2.1 BIKROS.....	15
2.2 MIKROKONTROLÉR ATMEGA32.....	15
2.3 PNEUMATICKÝ VÁLEC.....	15
2.4 STARTOVACÍ RAMPA.....	15
2.5 ELEKTROMAGNETICKÝ ROZDĚLOVAČ VZDUCHU.....	16
2.6 NAPÁJENÍ.....	16
3 TEORETICKÁ ČÁST	17
3.1 SOUČASNÁ STARTOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	17
3.2 SEZNÁMENÍ S AKČNÍMI ČLENY.....	18
3.2.1 Mikrokontrolér ATmega32.....	18
3.2.2 Základní vlastnosti ATmega32.....	20
3.2.3 Popis vývodů ATmega32.....	22
3.3 PNEUMATICKÝ VÁLEC.....	22
3.3.1 Pneumatický válec – jednočinný.....	23
3.3.2 Pneumatický válec – dvojčinný.....	23
3.4 ELEKTROMAGNETICKÝ ROZVADĚČ VZDUCHU.....	26
3.4.1 Elektromagnetický rozvaděč vzduchu 5/2.....	27
3.5 SEMAFOR.....	28
3.6 NAPÁJENÍ.....	29
3.6.1 Olověný akumulátor.....	29
3.6.2 Hermeticky uzavřené akumulátory.....	29
3.7 AUDIOPAMĚŤ MP3 – TDB380.....	31
3.7.1 Zapojení TDB380.....	32

3.8 ZESILOVAČ LM386	33
3.9 DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ KP4RX.....	33
3.10 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ AVR STUDIO 6	34
3.10.1 Vytvoření projektu.....	34
3.11 POPIS PROSTŘEDÍ	35
3.12 VÝVOJOVÝ KIT ATMEGA32 EVB 5.1 V5	36
3.13 NAPÁJECÍ OBVOD VÝVOJOVÉHO KITU EVB 5.1	36
3.14 LED INDIKÁTORY	37
3.15 PROGRAMOVÁNÍ MIKROKONTROLÉRU PŘES USB	37
4 MATEMATICKÁ ČÁST	39
4.1 SIMULAČNÍ MODEL	39
4.1.1 Simulační model pádu s brzdou.....	40
4.1.2 Simulační model pádu bez brzdy.....	41
4.1.3 Parametry pro simulační modely	42
4.2 VÝPOČET SIL PNEUMATICKÉHO VÁLCE	42
4.3 VÝPOČET PADAJÍCÍ HMOTY	43
5 PRAKTICKÁ ČÁST	44
5.1 VÝVOJOVÝ DIAGRAM HLAVNÍ PROGRAM.....	44
5.1.1 Vývojový diagram podprogramu – Semafor	45
5.1.2 Vývojový diagram podprogramu – Časovač	45
5.2 ZÁKLADNÍ BLOKOVÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ.....	46
5.3 ELEKTROMAGNETICKÝ ROZVADEČ VZDUCHU	46
5.4 PNEUMATICKÝ VÁLEC SE VZDUCHOVOU BRZDOU	47
5.4.1 3D model průtoku vzduchu při zvedání startovací rampy	48
5.5 POPIS PRINCIPU PNEUMATICKÉ BRZDY	50
5.6 POPIS OVLÁDÁNÍ MIKROKONTROLÉREM	50
5.7 SEZNAM NASTAVENÝCH PARAMETRŮ.....	50
5.8 UKÁZKA PRŮBĚHU PÁDU STARTOVACÍ RAMPY	52
5.9 ZADÁVÁNÍ PARAMETRŮ POMOCÍ USB.....	52
5.10 SEZNAM POUŽITÝCH SOUČÁSTEK PRO TIŠTĚNÝ SPOJ.....	53
ZÁVĚR	54
Literatura	55
Seznam příloh.....	56

Seznam zkratk

PLC	Programable logical controller, Programovatelný logický automat
USB	Universal serial bus, Univerzální sériová sběrnice
LED	Light–Emitting Diode, Dioda emitující světlo
AVR	programovatelný mikrokontrolér Atmel
PIC	programovatelný mikrokontrolér
UEC	Union European Cycling, Evropská cyklistická federace
UCI	United Cycling International, Spojená cyklistická federace

Seznam symbolů

I	elektrický proud, A
R	elektrický odpor, Ω
U	elektrické napětí, V
V	objem, m^3
p	tlak, Pa
F	síla, N
s	zdvih, mm
S	plocha, mm^2
T	třecí síla,
W_k	kinetická energie, Nm
W_A	energie hnací síly, Nm
W_{kg}	celková energie, Nm
m	hmotnost, kg
v	<i>rychlost</i> , m/s
m_e	efektivní hmotnost, kg

Seznam obrázků

Obr. 3.1 – Blokový diagram ATmega32	21
Obr. 3.2 – Rozložení vývodů ATmega32	22
Obr. 3.3 – Ukázka jednočinného pneumatického válec.....	23
Obr. 3.4 – Ukázka jednočinného pneumatického válec.....	24
Obr. 3.5 – Průřez pneumatického dvojčinného pístu.....	25
Obr. 3.6 – Ukázka typu použitého válce od firmy Stránský a Petržík.....	25
Obr. 3.7 – Elektromagnetický rozvaděč vzduchu 5/2.....	26
Obr. 3.8 – Princip „ventilu“ 5/2.....	27
Obr. 3.9 – Ukázka semaforu	28
Obr. 3.10 – 12 V akumulátor a lineární regulátor 78L05	30
Obr. 3.11 – Ukázka TDB380.....	31
Obr. 3.12 – Ukázka zapojení Direct Play mode	32
Obr. 3.13 – Ukázka obvodu a schéma LM386	33
Obr. 3.14 – Ukázka obvodu KP4RX	33
Obr. 3.15 – Založení nového projektu	34
Obr. 3.16 – Výběr vhodného typu procesoru.....	35
Obr. 3.17 – Popis prostředí AVR Studia 6	35
Obr. 3.18 – Schéma zapojení napájecího obvodu vývojového kitu.....	36
Obr. 3.19 – Schéma zapojení LED indikátorů.....	37
Obr. 3.20 – Ukázka programu AND – Load.....	38
Obr. 4.1 – Simulační model startovací rampy s brzdou.....	40
Obr. 4.2 – Simulační model startovací rampy bez brzdy.....	41
Obr. 4.3 – Graf závislosti dráhy na čase	41
Obr. 5.1 – Vývojový diagram programu.....	44
Obr. 5.2 – Vývojový diagram podprogramu semafor.....	45
Obr. 5.3 – Vývojový diagram podprogramu časovač brzda	45
Obr. 5.4 – Blokové schéma zapojení	46
Obr. 5.5 – Ukázka elektromagnetického rozvaděče	47
Obr. 5.6 – Zapojení pneumatického válce dle schematických značek	47
Obr. 5.7 – Průtok vzduchu pneumatickým válcem při zvedání startovací rampy	48
Obr. 5.8 – Průtok vzduchu pneumatickým válcem při padání startovací rampy	49

Obr. 5.9 – Ukázka žebříkové rampy s pístem nahoře (obr. vlevo) a bubnové rampy s pístem dole (obr. vpravo)	51
Obr. 5.10 – Ukázka průběhu pádu startovací rampy v Pardubicích	52

Seznam tabulek

Tab. 3.1 – Seznam parametrů ATmega32	20
Tab. 4.1 – Tabulka parametrů pro simulační modely	42
Tab. 5.1 – Seznam nastavovaných parametrů pro startovací rampy	51

ÚVOD

Cílem bakalářské práce je realizovat startovací zařízení pro bikros, které za pomoci mikrokontroléru bude ovládat pneumatický válec. Tento pneumatický válec je spřažen se startovací rampou, na které stojí závodníci.

Bakalářská práce je rozdělena do pěti hlavních kapitol.

První kapitola obsahuje rozsah zadání bakalářské práce a důvod její realizace.

Druhá kapitola slouží k základnímu soupisu použitých členů a jejich základnímu vysvětlení.

Třetí kapitola neboli teoretická část obsahuje řešení dané problematiky startovacího zařízení. Možnosti sestavení neboli zkonstruování startovacího zařízení. Obsahuje podrobné vysvětlení použitých komponent. Ovládání použitých obvodů je vysvětleno v podkapitolách.

Matematická část obsahuje teoretické výpočty. Vytvořené modely z prostředí Matlab simulují pád startovací rampy pro bikros.

V poslední kapitole, tzv. praktické kapitole je ukázáno vytvořené základní blokové schéma zapojení, schématické zapojení s pneumatickým válcem. Na navrhnutém 3D modelu je vysvětlen princip průchodu vzduchu pneumatickým válcem. Dále je přiložen navržený vývojový diagram pro tvoření programu.

1 STARTOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Startovací zařízení slouží pro řízení startovací rampy pro bikros, na které stojí závodníci. Jde o osm metrů širokou rampu padající směrem od závodníků. Nikoliv proti nim, jak tomu je u jiných disciplín.

1.1 MOTIVACE

Bikros v současné době zažívá rozkvět. Závodníci, tratě a startovací zařízení se zrychlují. Držet krok s dobou je velmi obtížné a především finančně nákladné. Bikrosem žiji již od svých 6 let. Významným rokem byl rok 2008, kdy se bikros stal olympijskou disciplínou. Od této doby se bikros začal ubírat atraktivnějším, rychlejším směrem, ale stal se také nebezpečnějším. Abych mohl držet krok s těmi nejrychlejšími, snažil jsem se postavit si vlastní startovací zařízení. V dnešní době jsou ve světě dvě firmy a jen jedna je uznávaná cyklistickou světovou federací UCI.

ProGate a Bensink jsou těmi největšími distributory startovacího zařízení pro bikros. V minulých letech byla snaha ze strany UEC sjednotit startovací rampy, pahorky, atd. UEC hned prvním rokem zjistila, že je to nemyslitelný krok, protože většina klubů nemá na přestavbu peníze.

1.2 ZADÁNÍ

Cílem této práce je sestrojít řídicí jednotku pro startovací zařízení a seznámit čtenáře s problematikou startovacího zařízení pro bikros. Vytvoření teoretického simulačního modelu v prostředí Matlab.

Teoretická část je zaměřena na programování a seznámení s řídicí jednotkou Atmel, programovým prostředím AVR Studio, mechanickými součástmi startovacího zařízení. Zařízení bude možné použít na ostatních startovacích zařízeních. Zadání parametrů bude možné pomocí PC. Mezi tyto parametry patří doba brzdného impulsu, čas brzdného impulsu od spuštění startovací rampy a výběr náhodného čísla pro spadnutí startovací rampy.

Praktická část se zaměřuje na vytvoření programu na ovládání startovacího zařízení, zhotovení startovacího zařízení, blokové schéma a audiopaměť. Cílem této části je, aby i průměrný člověk mohl manipulovat se startovacím zařízením.

2 ZÁKLADNÍ POJMY

V této kapitole seznamujeme čtenáře se základními pojmy, které se startovacím zařízením úzce souvisí. Pochopení základních pojmů je nedílnou součástí pro další kapitoly této práce.

2.1 BIKROS

Tento základní pojem sice nespadá přímo do bakalářské práce, ale je jedním z důležitých pojmů. Bikros vznikl koncem šedesátých let minulého století v Kalifornii a USA je tím pádem kolébkou tohoto sportu. Bikros je individuální sport, při kterém osm jezdců závodí loket na loket na upravené trati se speciálními překážkami, měřící alespoň 300 metrů. Na největších závodech jezdci startují z osm metrů vysoké startovací rampy, která má sklon 22° a na jejímž konci dosahují až 60 km/h. Toto zrychlení je možné, srovnat se zrychlením sportovních vozů. Tratě obsahují různé překážky o délce až 13 metrů, které se nedají zdolat jinak než přeskočit.

2.2 MIKROKONTROLÉR ATMEGA32

Mikrokontrolér se liší od mikropočítače tím, že je realizován na samostatném čipu. Jeho obsah tvoří mikroprocesor, řídicí jednotka, vstupní a výstupní obvody, paměti RAM, ROM a jiné periferie. Hlavní výhodou mikrokontrolérů je především v menším počtu použitých součástek a možnosti přeprogramování. K těm nejpopulárnějším mikrokontrolérům patří např. PIC (Microchip), AVR (Atmel), 8051 (Intel).

2.3 PNEUMATICKÝ VÁLEC

Je to zařízení, které převádí tlak vzduchu na mechanický pohyb. Pneumatická zařízení jsou lepší volbou než hydraulická zařízení, protože nejsou tak náročné na údržbu.

2.4 STARTOVACÍ RAMPA

Startovací rampa slouží pro přípravu a rozestavení jezdců k jízdě. Rampa může být jak žebříková, tak bubnová. Šířka startovací rampy musí být minimálně osm metrů. Tuto délku stanovuje UCI.

2.5 ELEKTROMAGNETICKÝ ROZDĚLOVAČ VZDUCHU

Slouží pro rozvod vzduchu v pneumatickém válci. Bez elektromagnetického rozvaděče by nebylo možné píst brzdít.

2.6 NAPÁJENÍ

Napájení solenoidu, semaforu a dalších důležitých součástí startovacího zařízení je zajištěno 12 V baterií. Lineární regulátor 78L05 upraví napětí 12 V z akumulátoru na 5 V pro mikrokontrolér ATmega32.

3 TEORETICKÁ ČÁST

3.1 SOUČASNÁ STARTOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Jak už bylo výše zmíněno, zařízení nejsou v České republice sjednocena. Vývoj startovacího zařízení představuje velmi rozsáhlou oblast, vzhledem k počtu použitých prvků, proto si uvedeme jen ty, které jsou nejdůležitější. Například v Pardubicích se od založení sportovního bikrosového klubu startovací rampa změnila k nepoznání. Po ručním zvedáním přišlo na řadu hydraulické zvedání. Toto provedení bylo zkombinované s elektromotorem, který zajišťoval potřebný tlak oleje v hydraulickém pístu a zvedal tak startovací rampu. Po vyzvednutí byla startovací rampa přidržena dvěma magnety, které byly umístěny po obou stranách startovací rampy. Po tomto zajištění byl následně hydraulický píst vypuštěn obsluhou startovacího zařízení. Závodníci ale požadovali zrychlení pádu startovací rampy. Nejjednodušším způsobem bylo namontovat na startovací rampu dvě pružiny, které tuto rampu budou „vystřelovat“, a tím se zrychlí pád startovací rampy. To nás dostává k největšímu současnému problému s řízeným pádem rampy. Toto řešení přineslo nemalé úskalí v podobě odražení startovací rampy od startovacího pahorku. Startovací rampa měla na konci pádu tak velkou energii, která znamenala následné zpětné odražení do závodních kol jezdců. Bohužel váha startovací rampy způsobovala, že její odrazy nebyly možné dlouhodobě brzdit nebo jinak zamezit odrazu startovací rampy. Jelikož i hydraulické zvedání startovací rampy bylo náročné na provoz a údržbu, zanedlouho přišlo řešení v podobě pneumatického zvedání startovací rampy. Toto provedení již bylo spolehlivé. Nutno však dodat, že vyžaduje další technické prostředky, jako je vzduchový kompresor, elektromagneticky ovládaný rozvaděč, pneumatický válec a ovládání startovací rampy tzv. VOICE BOX. Výhodou pneumatického ovládání startovací rampy byla rychlost jejího padání. Tato výhoda však zapříčinila odraz startovní rampy od startovacího pahorku. Aby se zamezilo odražení startovací rampy od startovního pahorku, bylo zapotřebí změnit směr toku vzduchu v pneumatickém válci, proti směru jeho původního pohybu. Toto řešení zpomalí pohyb startovní rampy v posledních centimetrech pohybu. Tato úprava ale vyžaduje vybavit pneumatický válec magnetickou vložkou a připojit elektromagnetický rozvaděč k tlakové nádobě. Tím se upraví průchod vzduchu pneumatickým válcem. Tato metoda byla realizována pomocí PLC automatu. PLC automat nebyl ale dostatečně rychlý a možnosti použití ATmega32 byly mizivé. Proto bylo provedení značně komplikované. Na pneumatický válec bylo namontováno čidlo, které detekuje průchod magnetické vložky. Dnešní PLC jsou už vyspělejší a dostupnější než dříve, a tak není zapotřebí přidávat magnetickou vložku do pneumatického válce. Rychlejší, výkonnější PLC nám

umožňuje při pádu startovní rampy změnit tok vzduchu v pneumatickém válci. Princip je naprosto stejný jako u magnetické vložky. Samotný pád startovací rampy je brzděn množstvím vzduchu přivedeného proti směru pohybu startovací rampy. Množství tohoto brzdného vzduchu v pneumatickém válci je určeno délkou impulsu. Z toho plyne, že čím delší impuls bude přiveden ze startovací zařízení na elektromagnetický rozvaděč, tím bude brzdný účinek větší. Pokud bude brzdný vzduch v pneumatickém válci přiveden předčasně, bude to znamenat nedostatečné zbrzdění startovací rampy. Pokud bude brzdný impuls příliš krátký nebo v opačném případě, pokud bude brzdý impuls příliš dlouhý, bude překonána tíha startovací rampy a startovací rampa bude následně přizvednuta před jejím samotným dopadem. Již tyto dva případy vedou k omezení startovacího pohybu jezdce či možný pád ze startovací rampy. Zkrátka pro správný a bezpečný chod startovací rampy je nutné najít správně dlouhý brzdý impuls ve správnou dobu pádu startovací rampy. Pro dosažení co nejlepšího výsledku je možné namontovat do prostoru pádu startovací rampy tlumiče rázu. Tlumič rázu je hydraulický tlumič pro zmírnění dopadu startovací rampy. Tlumič funguje na jednoduchém principu přepouštění vnitřní kapaliny. Čím prudší bude dopad na tlumič rázu, tím tvrději tlumič utlumí dopad startovací rampy. Nevýhodou těchto tlumičů je vysoká pořizovací cena.

3.2 SEZNÁMENÍ S AKČNÍMI ČLENY

V následujících kapitolách shrneme použité akční členy ve startovacím zařízení s jejich základními parametry. Jádrem startovacího zařízení je mikropočítač ATmega32, který bude ovládat dané akční členy. Jedná se o ovládání pneumatického pístu, elektromagnetické rozvaděče, ovládání semaforu a v neposlední řadě audionahrávek umístěných v audiopaměti.

3.2.1 Mikrokontrolér ATmega32

Jak už jsme zmínili, mikrokontrolér ATmega32 je jádrem startovacího zařízení. Jeho výstupní porty budou ovládat semafor přes výkonové členy, protože semafor je z LED diod a samotný výstup mikrokontroléru by jej nezvládl rozsvítit, neboť při jeho sepnutí by mohlo dojít k poškození mikrokontroléru. Další výstup bude použit na ovládání elektromagnetického rozvaděče vzduchu. Tento výstup bude opět výkonový, protože na druhém konci je solenoid, který spíná elektromagnetický rozvaděč vzduchu. Další výstupy se obejdou bez výkonových členů, protože budou spínat pouze audio nahrávky umístěné v audio paměti.

3.2.1.1 Dělení mikrokontrolérů

Mikrokontroléry můžeme rozdělit dle základní koncepce na Harvardskou a Von Neumannovu architekturu. První výše zmiňovaná má oddělenou paměť dat od paměti programu. Tuto architekturu používá většina zmiňovaných mikrokontrolérů. Jak je patrné, Von Neumannova architektura má společnou paměť pro data i program. Dále rozdělíme mikrokontroléry podle typu instrukčních sad. CISC (Complex Instruction Set Computer) a RISC (Reduced Instruction Set Computer). CISC obsahuje mnoho instrukcí, které vykonávají stejné operace s menšími obměnami. RISC, jak už název napovídá, obsahuje menší množství instrukcí. Délka těchto instrukcí je zpravidla jeden hodinový takt.

3.2.1.2 Popis základních funkcí mikrokontrolérů ATmega32

1. **Vstupně/ Výstupní porty** – ATmega32 má 32 I/O portů. Tyto porty slouží ke komunikaci.

Každý port má 3 registry pro snadnější manipulaci.

- PINx (Port Input Pins) – Hodnota tohoto registru udává aktuální stav na vstupu portu. Např. příkazem „DDRA = 0xF0;“ nastavíme horní polovinu bitů portu A jako výstupních, dolní polovinu na vstupní.
- DDRx (Data Direction Register) – Směrový registr nám říká, které piny jsou nastaveny jako vstupní (hodnota = 0) a výstupní (hodnota = 1). Tyto hodnoty lze měnit dle námi požadované potřeby.
- PORTx (Data Register) – Datový registr, jehož hodnota je uložena v registru.

2. **Přerušování (Interrupt)** – Přerušování lze ovlivnit běh programu. Přerušování dělíme na interní a externí. Pokud mikroprocesor obdrží požadavek na přerušování, musí přerušit vykonávanou činnost a spustit daný obslužný program.

Interní – čítač, časovač, A/D převodník

Externí – impuls vyvolaný tlačítkem či signálem (reset tlačítko)

3. **Čítač/Časovač (Counter/Timer)** – Časovač slouží pro generování časového úseku a čítač k načtení vstupních pulzů. Např. OC0, OC1, OC2, TCCRn (řídící registr).

4. **Watchdogs** – V překladu „hlídací pes“. V praxi plní funkci bezpečnostního časovače, který chrání před zacyklením. Watchdogs používá registr WDCTR.

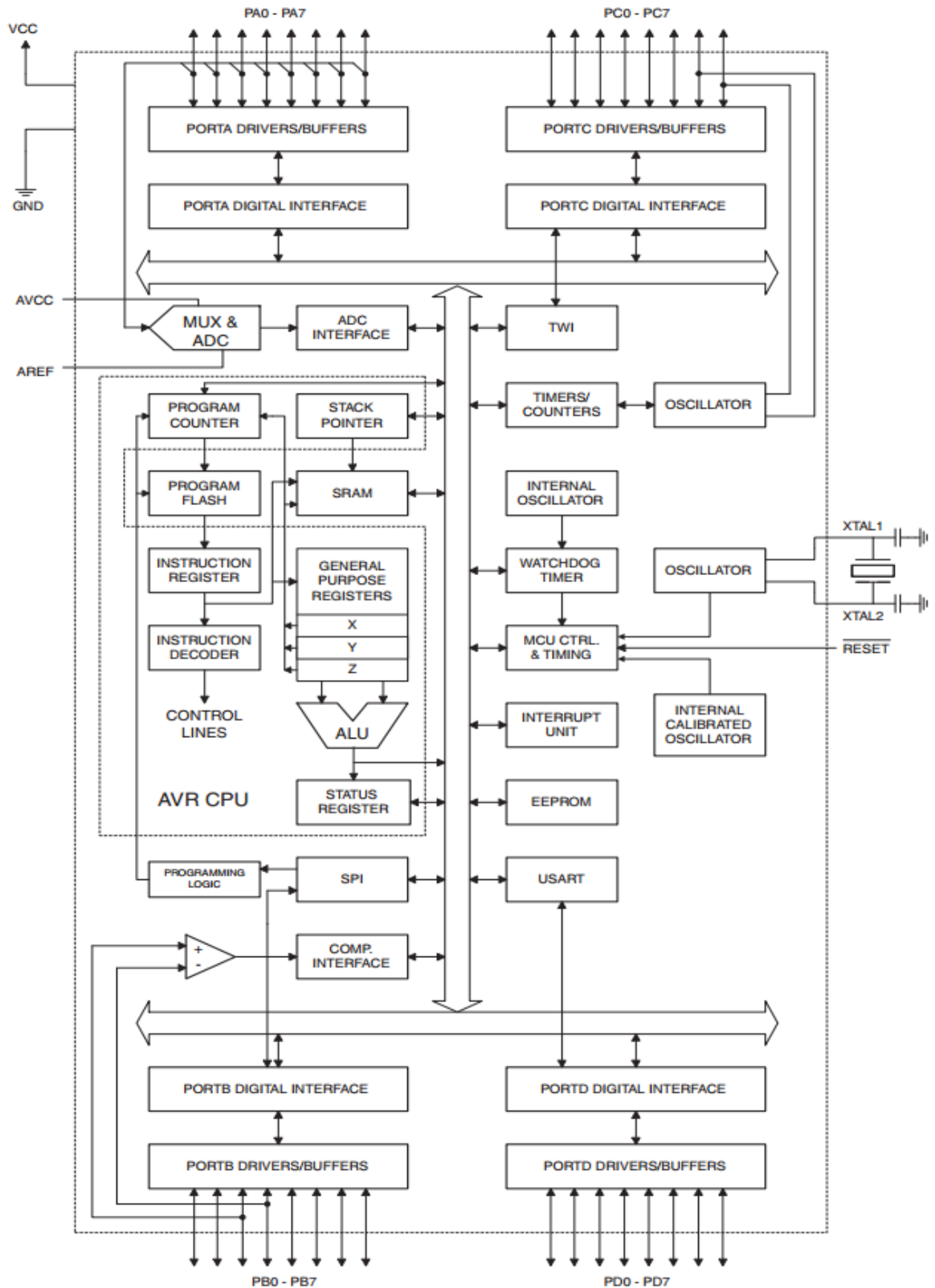
5. **A/D převodník** – ATmega32 obsahuje 8 kanálový 10 bitový analogově/digitální převodník. Pro tuto funkci je vyhrazen port A. Tento převodník také umí funkci „Sample and Hold“, která drží během převodu konstantní hodnotu.

6. **Analogový komparátor** – Komparátor je vyhrazen portu B, který obsahuje dva vstupy. Vstup AIN0 je neinvertovaný vstup a AIN1 je invertovaný vstup, což plní stejnou funkci jako komparátor s operačním zesilovačem.

3.2.2 Základní vlastnosti ATmega32

Tab. 3.1 – Seznam parametrů ATmega32

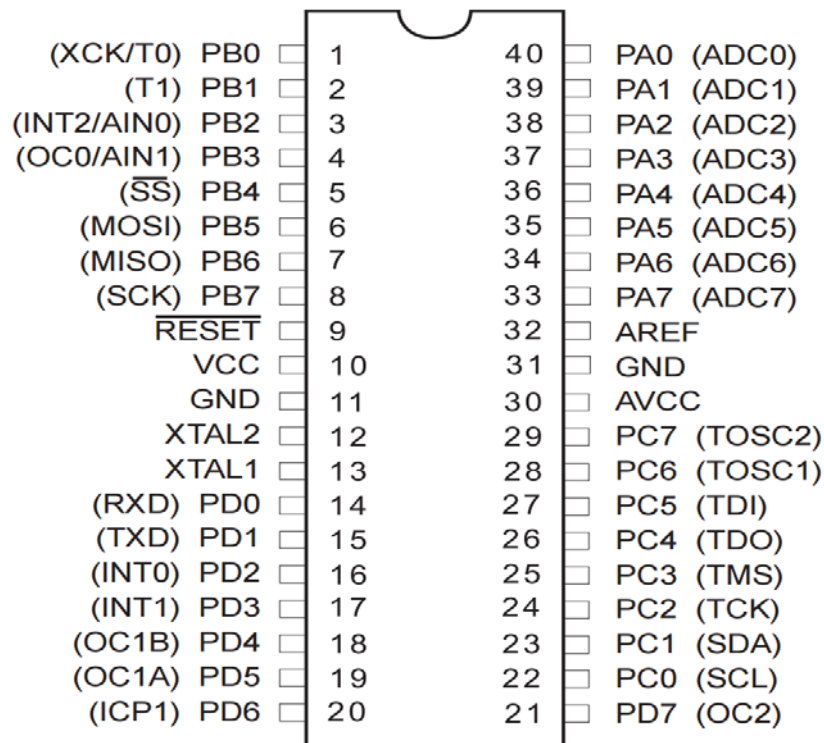
Obsah	Popis
Počet instrukcí v instrukčním souboru	131
Počet osmi bitových registrů	32
Počet vstupně – výstupních osmi bitových portů	4
Hodinový kmitočet	0 – 16 MHz
Velikost FLASH paměti pro zápis programu	32 KB
Zaručený počet přeprogramování	1000
Velikost datové paměti RAM	1 KB
Velikost datové paměti EEPROM	512 B
Zaručený počet přepsání	100 000
Programování FLASH a EEPROM pomocí	SPI, JTAG
Počet čítačů/časovačů	3
Počet PWM kanálů	4
Počet analogových komparátorů	1
Počet deseti bitových A/D převodníků	1
Podporované sběrnice	USART, SPI, I2C
Možnosti resetu	WDT, Power reset
Zabudovaný vnitřní RC oscilátor	1 – 8 MHz
Pouzdra	DIP 40



Obr. 3.1 – Blokový diagram ATmega32

3.2.3 Popis vývodů ATmega32

Mikrokontrolér má pro ovládání čtyři 8 bitové vstupně/výstupní porty. Tyto porty jsou označeny PA až PD. Zmíněné porty mohou pracovat obousměrně a lze připojit nebo odpojit zvyšovací odpory tzv. „pull – up rezistory“. Výstupní proud z každého pinu je 40 mA. Nicméně je možné celý port zatížit jen na 200 mA. Vzhledem k počtů vývodů mikrokontroléru, je mnoho bitů daných portů sdíleno s vnitřními periferiemi viz obr. 3.2.



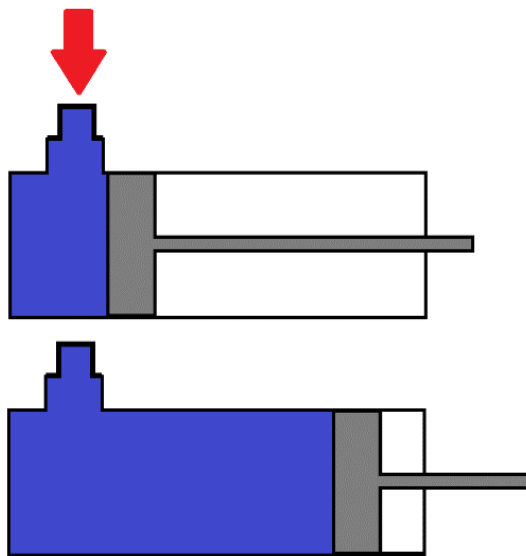
Obr. 3.2 – Rozložení vývodů ATmega32

3.3 PNEUMATICKÝ VÁLEC

Pneumatický válec rozlišujeme na jednočinný a dvojčinný. Pneumatický válec funguje na stejném principu jako píst hydraulický. Síla stlačeného vzduchu je převedena na mechanický pohyb přes pneumatický válec na pístnici. Pneumatický válec je vhodnější k použití pro startovací rampu než válec hydraulický, protože je velmi důležitá rychlost padání startovací rampy a nehrozí zde únik kapaliny a následovně znečištění použitých komponent. Pneumatický válec je vhodnější pro větší rychlosti, hydraulický válec naopak pro větší sílu.

3.3.1 Pneumatický válec – jednočinný

Jednočinný píst má pouze jeden otvor pro vzduch, který slouží jako přívod vzduchu a zároveň jako odvod vzduchu. Přívod a odvod vzduch je vyřešen přes elektromagnetický rozdělovač vzduchu. Tlak vzduchu může působit pouze v jednom směru na píst či membránu. Jednočinné válce se vyrábějí v pístovém nebo membránovém provedení. Zpětný pohyb zajišťuje vnější síla např. závaží či pružina. Maximální zdvih válce je závislý jak na délce pístu, tak na délce pístnic. U membránového válce se tlakem stlačeného vzduchu prohýbá membrána. Výchylka membrány se přenese na pístnici a vytvoří přímočarý pohyb. Zpětný pohyb má na starosti napružení membrány.

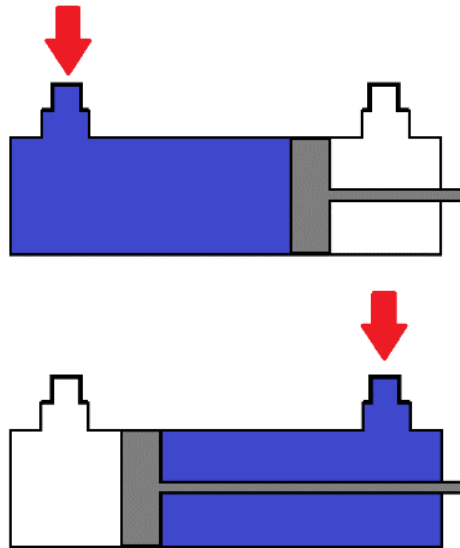


Obr. 3.3 – Ukázka jednočinného pneumatického válce

3.3.2 Pneumatický válec – dvojčinný

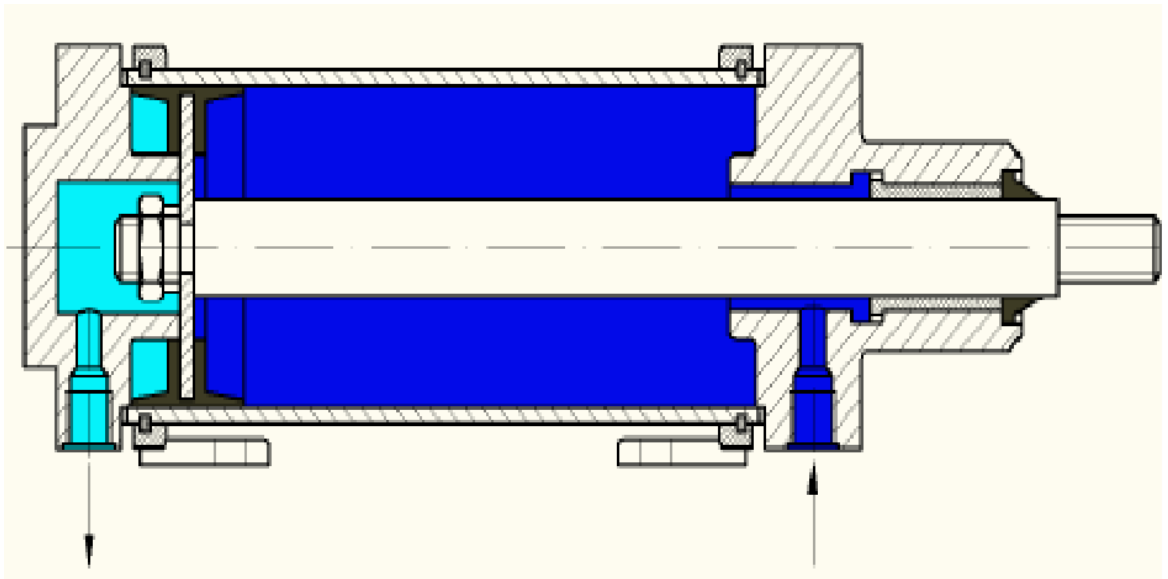
„Pneumatický dvojčinný válec má dva otvory a oba lze zapojit jako přívod vzduchu. K tomu je nutné použít elektromagnetický rozdělovač vzduchu. Pro naše použití se nejlépe hodí pneumatický dvojčinný válec. Rozsah pohybu se obvykle vymezuje zářkami pístu ve válci. Opatření zářek prudkými nárazy lze omezit pomocí pružných podložek tlumících nárazy. Nastavitelné tlumení umožňuje měkké zastavení v krajních polohách. Krátce před touto polohou se zasune tlumící válec pístní tyče do dutiny v čelní stěně válce, která má nepatrně větší průměr než tlumící válec. Vzduch, který se v této válcové dutině stlačuje, zpomalí pohyb pístu. Aby se píst mohl posunout až do krajní polohy, je dutina odzdušněna malým otvorem. Při pohybu opačným směrem prochází vzduch volně zpětným škrticím ventilem a působí

tlakem na opačnou stranu pístu. Dvojitý pneumatický válec s oboustranně vyvedenou pístní tyčí může z důvodu oboustranného vedení v kluzných ložiscích odolávat velkým příčným silám.“ (Sstzr, 2012)

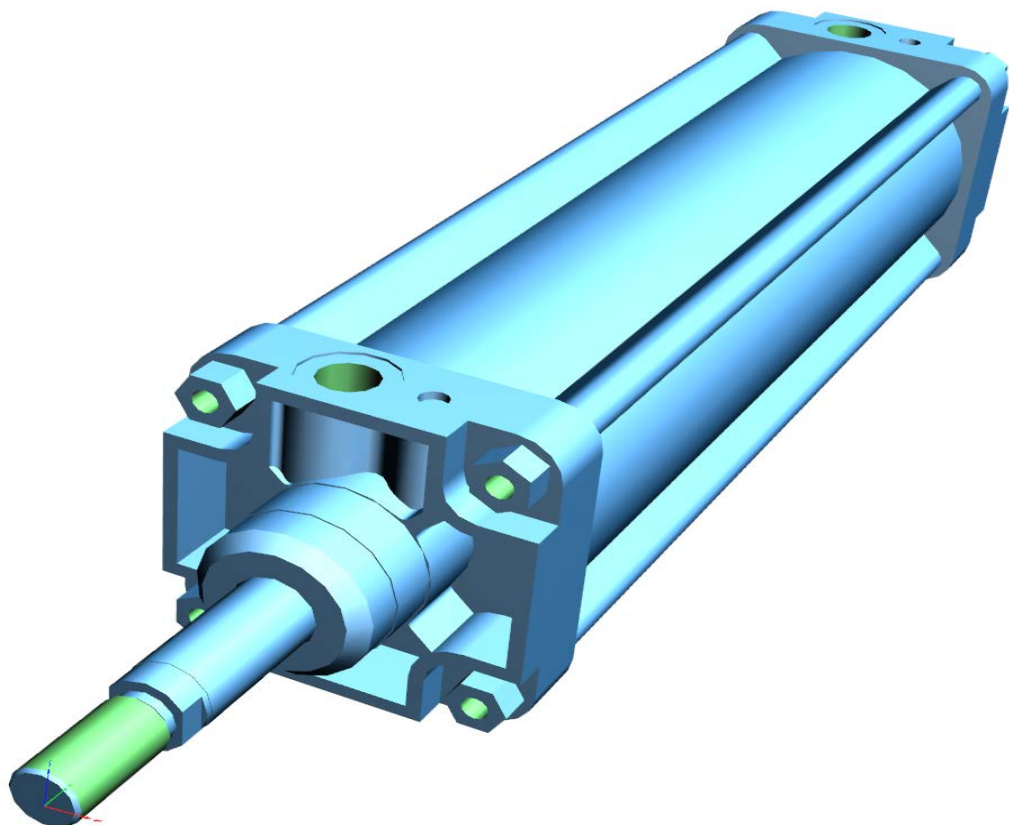


Obr. 3.4 – Ukázka jednočinného pneumatického válce

Pro zvedání startovací rampy byl použit pneumatický válec od firmy Stránský a Petržík. Pneumatický válec o zdvihu 300 mm lze použít dle výrobce až do tlaku 1 MPa. Pracovní tlak je však od 0,6 do 0,7 MPa. Tyto tlaky jsou vyhovující pro zvednutí rampy a pevnou oporu pro závodníky ve zvednuté poloze. Každá startovací rampa je jinak široká a to podle počtu jezdců, či je postavena z různých druhů materiálu. Dle toho musíme nastavit pracovní tlak. Startovací rampa vyrobená například z hliníkových komponentů bude až o cca 40 kg lehčí, než startovací rampa vyrobená ze železných profilů. Velikost tlaku pouze nepatrně ovlivňuje rychlost padání startovací rampy. Pád rampy nejvíce ovlivňuje váha startovací rampy, tření v uchycení a rychlost odvzdušnění spodní komory válce. Redukcí na výstupu z rychloodvzdušňovacího ventilu lze ovlivnit rychlost padání startovací rampy. Velký problém je s brzděním startovací rampy, kdy při její hmotnosti a rychlosti 2,616 m/s je nutné zastavit startovací rampu ve spodní poloze bez zpětného odrazu.



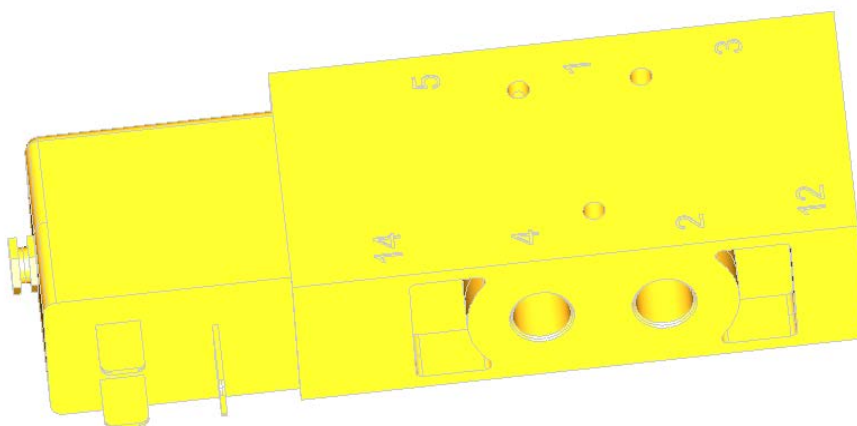
Obr. 3.5 – Průřez pneumatického dvojčinného pístu



Obr. 3.6 – Ukázka typu použitého válce od firmy Stránský a Petržík

3.4 ELEKTROMAGNETICKÝ ROZVADĚČ VZDUCHU

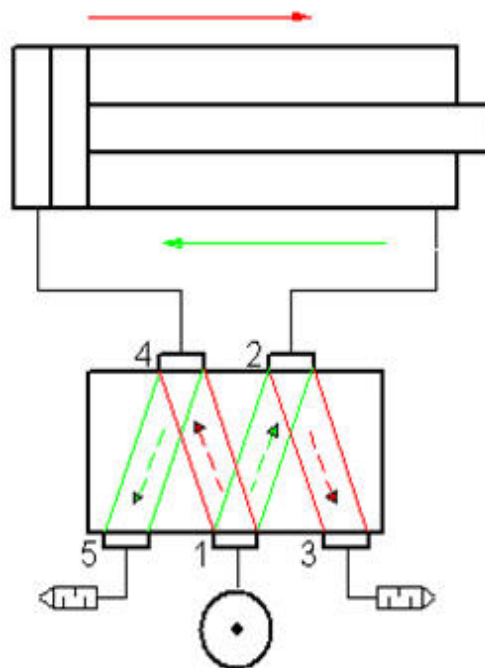
Ventily jsou zařízení, která slouží k ovládání stlačeného vzduchu. V praxi se setkáváme nejen s názvem ventil, ale někdy je používán výraz pneumatický rozvaděč či elektromagnetický rozvaděč. Ventily můžeme v samotném začátku rozdělit na tři základní oblasti. Podle vzájemné kombinace těchto oblastí se následně mění vlastnosti ventilů a tedy i jejich praktické použití. Elektromagnetické rozvaděče vzduchu lze rozdělit na elektrické, mechanické či dle způsobu ovládání. Rozvaděč může, ale i nemusí, být vybaven pevnou cívkou, která zaručuje vyšší životnost rozvaděče. Elektro-magnetický rozvaděč musí být vybaven snímačem polohy pístku. Tento snímač polohy slouží k ochraně rozvaděče. Dalším požadavkem na elektromagnetický rozvaděč je otevírání a uzavírání přívodu stlačeného vzduchu do zařízení. Výrobce v dnešní době vyrábí mnoho druhů „ventilů“, které se odlišují množstvím průchodu vzduchu, dobou sepnutí či rozepnutí. Ventily lze označit podle velikosti přívodu vzduchu či jeho závitu např. 1/8", 1/4". V souvislosti s použitím ventilů v pneumatických obvodech je rozdělujeme podle počtů vývodů a počtu funkčních stavů. To znamená, že sečteme všechny vstupy a výstupy. Další informací je počet funkčních stavů. Nejčastěji jsou dva, ale je možno, aby jich bylo i více. Podle uvedeného rozdělení označujeme ventily dvěma čísly s lomítkem např. 3/2, 5/2, 4/3. To vše záleží na naší potřebě využití. Pro lepší porozumění předvedeme elektromagnetický rozvaděč 5/2.



Obr. 3.7 – Elektromagnetický rozvaděč vzduchu 5/2

3.4.1 Elektromagnetický rozvaděč vzduchu 5/2

„Námi použitý elektromagnetický rozvaděč je 5/2. Využívá se zpravidla pro ovládání dvojčinného pneumatického válce. Z obr. 3.8 je patrné použití vždy dvou průduchů v každé poloze. Funkce ventilu 5/2 odpovídá potřebám dvojčinného pneumatického válce. Pokud má pneumatický píst vyjízďet, nestačí pouze působit stlačeným vzduchem do prostoru za píst přes průduch 1-4. Vzduch v prostoru před pístem odchází přes průduch 2-3 volně do prostoru. V opačném případě je píst zatlačován působením vzduchu přes průduch 1-2 a v prostoru za pístem je vzduch vytlačován průduchem 4-5. Ventil 5/2 má tedy dva základní funkční stavy a v každém funkčním stavu jsou vždy otevřeny dva průduchy: 1 – 2, 4 – 5 a 1 – 4, 2 – 3.“ (Edunet, 2011)



Obr. 3.8 – Princip funkce „ventilu“ 5/2

3.5 SEMAFOR

Semafor není standardní, jak jsme zvyklí. Semafor pro startovací zařízení musí mít dvě oranžové barvy. Pro představu slouží obr. 3.9. Tento semafor je složený ze čtyř segmentů. Každý segment je tvořen z několika LED diod. Napájení je od 12 – 60 V. Jmenovitý proud je dle použitých LED diod cca 80 mA. Výhoda použití LED diod namísto žárovek nám zaručuje vyšší svítivost, životnost a v neposlední řadě rychlost rozsvícení. Protože u startovacího zařízení je nutné použít přesně definované časování semaforu dle pokynů UCI. Každé světlo na semaforu se musí rozsvítit po 120 ms a to za doprovodu pípání, které je nutné synchronizovat s rozsvícením každého segmentu. Již zmíněný jmenovitý proud 80 mA by mohl být příliš mnoho pro spínání mikropočítačem ATmega32 zvláště, když po sepnutí musí svítit ještě 2250 ms. Proto je výstup galvanicky oddělen optočlenem CNY17, který zajistí elektrické oddělení ATmega32 od periferních zařízení. Výstup ovládacího zařízení je navíc posílen tranzistorem FET IRFZ44. Více o tomto zapojení v následující kapitole.

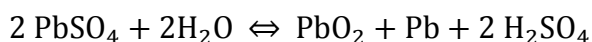


Obr. 3.9 – Ukázka semaforu

3.6 NAPÁJENÍ

3.6.1 Olověný akumulátor

„Olověný akumulátor je dnes nejpoužívanější sekundárním zdrojem. Velmi rozšířené použití těchto akumulátorů se vysvětluje jejich přijatelnou cenou, spolehlivostí a dobrým výkonem. První olověný akumulátor zhotovil r. 1859 francouzský badatel Gaston Planté. Velmi jednoduše lze říci, že olověný akumulátor tvoří olověné desky (elektrody), ponořené do zředěné kyseliny sírové. Jeden článek akumulátoru je tvořen právě dvěma deskami. Články se řadí do série a vytváří akumulátorovou baterii. Chemický proces při nabíjení a vybíjení je vratný a lze ho vyjádřit chemickou rovnicí:



(směr šipky vpravo značí pochod při nabíjení a vlevo při vybíjení)

Při nabíjení se tvoří kyselina sírová (H_2SO_4) a elektrolyt houstne. Po skončení nabíjení je na kladné elektrodě tmavohnědý oxid olovičitý (PbO_2) a na záporné elektrodě je jemně rozptýlené tmavošedé olovo. Při vybíjení je pochod opačný: elektrolyt řídne (H_2SO_4 se spotřebovává) a ve vybitém stavu je na kladné elektrodě červenohnědý a na záporné elektrodě tmavošedý síran olovnatý (PbSO_4). Hustota elektrolytu se zvětšujícím se nábojem se zvětšuje a je tedy spolehlivou známkou stavu akumulátoru. Druhým ukazatelem stavu akumulátoru je zvětšující se napětí při nabíjení. Pomocným ukazatelem je tzv. plynování elektrod. Z akumulátoru totiž při nabíjení unikají bubliny, jako by se z elektrolytu „vařil“. Tento jev však ukazuje na to, že je ukončen rozklad síranu olova a že začíná elektrolyza vody. Voda se při nabíjení rozkládá na vodík a kyslík. Proto je třeba akumulátory ve větším množství nabíjet ve větraných místnostech nebo na volném prostranství. Směs vodíku a kyslíku tvoří třaskavý plyn, který může při nahromadění explodovat.“(Hammerbauer, 2015)

3.6.2 Hermeticky uzavřené akumulátory

„Hermeticky uzavřené bezúdržbové olověné akumulátory jsou výsledkem dlouhodobého vývoje v oblasti akumulátorů pro záložní napájení. Díky trvalé snaze o co nejmenší požadavky na údržbu akumulátorů tohoto typu jsou nyní hermeticky uzavřené akumulátory zcela bez požadavků na údržbu během celé doby životnosti. Využitím nejnovějších poznatků elektrochemie bylo dosaženo vynikajících poměrů kapacita/hmotnost

spolu s možností využívat akumulátory jak v zálohovacím, tak i v cyklickém režimu.“ (Hammerbauer, 2015)

Uzavřená konstrukce umožňuje, aby akumulátor pracoval v jakékoliv poloze. Nulové požadavky na údržbu znamenají, že plyny, které vznikají při nabíjení, jsou navrženy tak, aby byly zpětně spotřebovány při vybíjení. Počet cyklů olověného akumulátoru je dán výrobcem, ale všeobecně je předpokládáno 200 až 2000 cyklů. To znamená využití mezi 5 až 10 lety. Protože bude toto startovací zařízení také používáno k mobilní startovací rampě pro dva jezdce, které má pro držení startovací rampy použít pouze magnet, zvolil jsem napájení z 12 V olověného uzavřeného akumulátoru. Tím se nevylučuje použití startovací rampy s pístem. Toto řešení je výhodné hlavně při tréninku, kdy nejsem v dosahu elektrické sítě, což samozřejmě neplatí u startovací rampy pro 8 jezdců. Použitý olověný akumulátor má kapacitu 2,2 Ah. Tento 12 V olověný akumulátor nám postačí k sepnutí solenoidu na elektromagnetickém rozvaděči vzduchu. Jeho spotřeba je samozřejmě závislá na době sepnutí neboli držení startovací rampy. Jak už bylo zmíněno, pro napájení mikrokontroléru je zapotřebí lineárního regulátoru 78L05. Tento lineární regulátor nám z 12 V baterie vytvoří vhodné napětí pro námi zvolený mikrokontrolér.

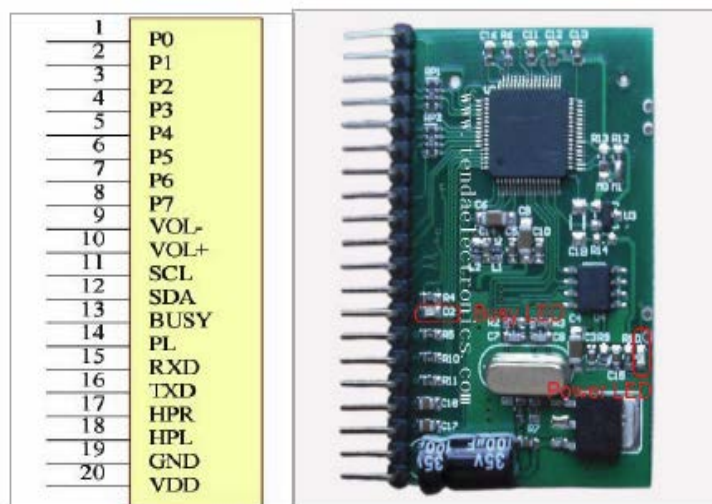


Obr. 3.10 – 12 V akumulátor a lineární regulátor 78L05

3.7 AUDIOPAMĚŤ MP3 – TDB380

Námi použitá audiopaměť podporuje přehrávání MP3 souborů z SD karty. Výstup z audiopaměti je vyveden přes potenciometr na zesilovač a z výstupu zesilovače je připojen na reproduktor. Přes audiopaměť TDB380 lze nahrávku spouštět, přepínat či ovládat hlasitost aktuální přehrávané nahrávky. Dále je možné nahrávky pouštět v nekonečné smyčce. Sepnutí dané nahrávky je velmi jednoduché. Stačí z výstupu mikrokontroléru uzemnit vstupní pin audiopaměti. Počet spínaných nahrávek je však omezen na osm. Neznamená to však, že na SD kartě může být pouze osm zvukových nahrávek, protože audiopaměť TDB380 dokáže pojmout SD karty o velikosti 32 MB až 2 GB. Audiopaměť tímto dokáže přehrávat náhodně zvukové nahrávky z SD karty limitované až do této velikosti. Ať už pro náhodné přehrávání nahrávek nebo jen jejich spínání je zapotřebí, aby zvukové nahrávky byly uloženy v kořenovém adresáři SD karty. Tím se myslí, že zvukové nahrávky nesmí být uloženy v nějaké složce či adresáři. Zvukové soubory ve formátu MP3 jednoduše přepokopírujeme na SD kartu. Nahrávky jsou předem upraveny v PC a vyčištěny od zbytečného šumu, který by mohl rušit závodníky. Při sepnutí nahrávky může dojít k tzv. „lupnutí“ v reproduktoru. Tento jev je pro závodníky velice nežádoucí a proto jsou nahrávky opatřeny tzv. „náběžnou hranou“, která eliminuje tento nežádoucí jev.

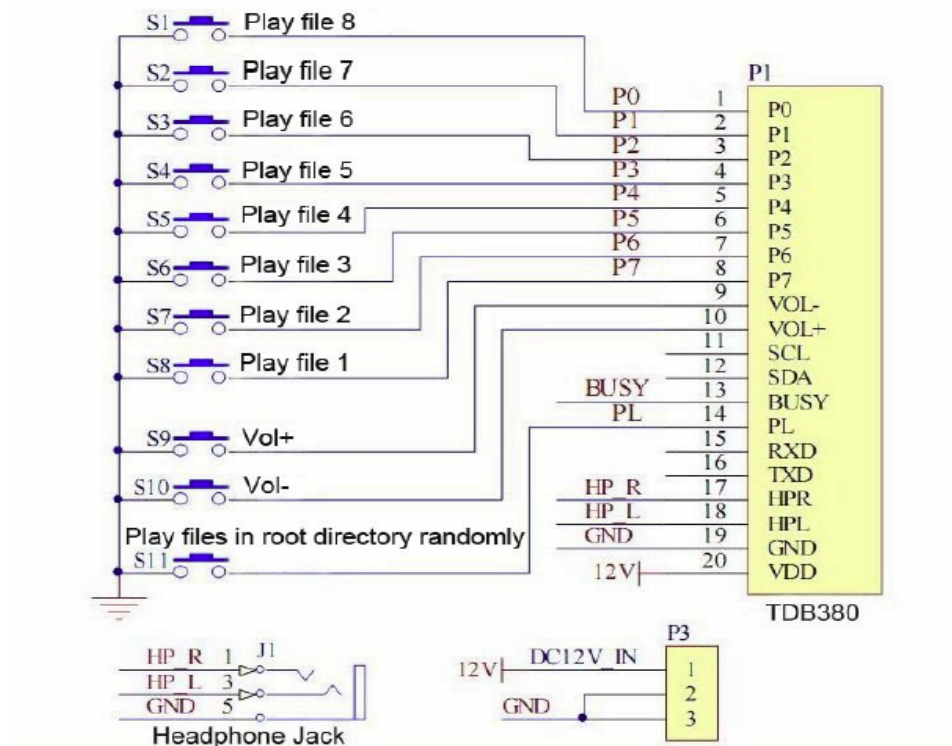
Napájení audiopaměti TDB380 je velmi široké. Výrobce udává napájení 6 V až 30 V, což je pro nás vyhovující. Avšak doporučené provozní napájecí napětí je 12 V, které nám dodává olověný akumulátor. Dalším důležitým parametrem je výstupní napětí, které výrobce udává na max. 200 mV, což dostačuje pro menší reproduktor. Tento výkon je dostačující pouze pro trénink. Pro závody je nutné použít zesilovač.



Obr. 3.11 – Ukázka TDB380

3.7.1 Zapojení audiopaměti TDB380

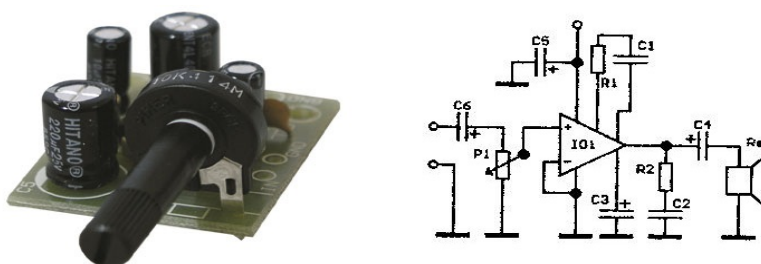
Audiopaměť umožňuje několik módů přehrávání, např. Operating mode, MP3 mode, Direct Play mode, Parallel mode a Serial mode. Pro náš účel nejlépe vyhovuje tzv. „Direction Play mode“. To znamená, že porty P4 až P7 slouží pro spínání zvukových nahrávek pomocí mikrokontroléru. Doba sepnutí audiopaměti nesmí překročit 500 ms, protože by se obsah audiopaměti začal přehrávat ve smyčce (loop).



Obr. 3.12 – Ukázka zapojení Direct Play mode

3.8 ZESILOVAČ LM386

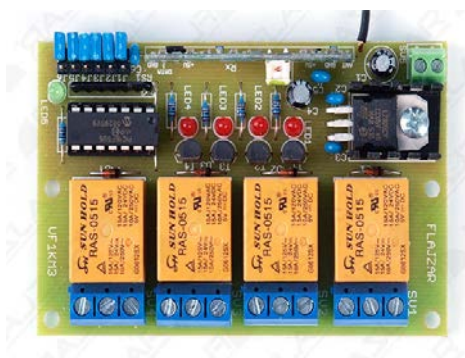
Pro zesílení výstupního výkonu z audiopaměť TDB380 je použit zesilovač LM386 o výkonu 1 W. To nám postačí na klidné prostředí při tréninku, ale pro 8 jezdců na startovní rampě při závodech by nám tento výstupní výkon určitě nestačil. Proto byl výstup z audiopaměti posílen zesilovačem s LM386. Tento obvod je vhodný pro akumulátorové napájení, zejména pro svůj malý odběr, ale také ho lze napájet již od 4 V. Zisk tohoto obvodu je od 20 do 200. Další předností tohoto zesilovače jsou jeho malé a praktické rozměry. Výkon tohoto zesilovače nám vyhovuje pro trénink jezdců. Pro závody by nám tento výstup určitě nestačil. Proto je řídicí jednotka vybavena výstupem JACK 3,5mm pro připojení externího zesilovače.



Obr. 3.13 – Ukázka obvodu a schéma LM386

3.9 DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ KP4RX

Dálkové ovládání bylo zvoleno pro jeho jednoduchost a pohodlnější ovládání. Při závodech dohlíží na startovací rampu organizátoři, ale při tréninku jednotlivců nastává problém se spuštěním startovací rampy. Dálkové ovládání má 4 kanály na frekvenci 433,92 MHz a bez problémů dosáhne na 20 až 40 metrů. K tomuto obvodu je nutné dokoupit klíčenku (vysílač), která se musí spárovat. Párování probíhá vymazáním paměti pomocí jumperů. Poté se jumper přemístí a my stiskneme libovolnou klávesu na vysílači.



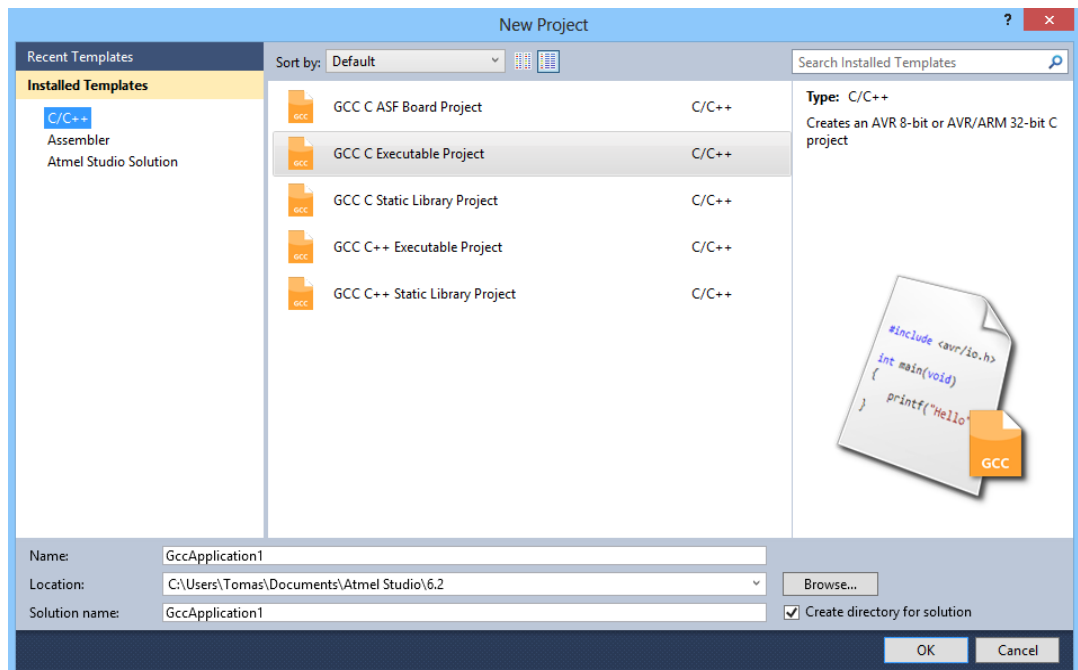
Obr. 3.14 – Ukázka obvodu KP4RX

3.10 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ AVR STUDIO 6

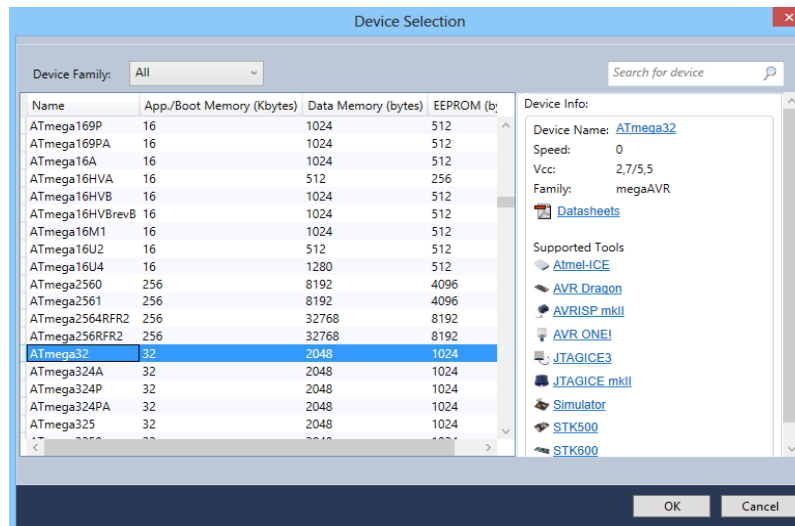
AVR Studio 6 je produkt firmy Atmel, který slouží k vývoji programového vybavení a programování mikrokontrolérů. K používání AVR Studia 6 stačí pouze registrace instalace programu, protože firma Atmel jej nabízí zdarma.

3.10.1 Vytvoření projektu

Nový projekt lze založit klávesovou zkratkou „Ctrl + Shift + N“ nebo kliknutím na File/New/Project. Poté dostaneme na výběr dva programovací jazyky Assembler a C++. Assembler je programovací jazyk, který pracuje na nižší úrovni programování. To znamená, že pracuje přímo s registry. Jazyk C++ vyžaduje překladač pro mikrokontroléry. Tento překladač nazýváme AVR GCC a je součástí AVR Studia 6. Dále je potřeba vybrat vhodný procesor. Vše ostatní AVR Studio 6 udělá za nás, včetně správného nastavení periférií a registrů.



Obr. 3.15 – Založení nového projektu



Obr. 3.16 – Výběr vhodného typu procesoru

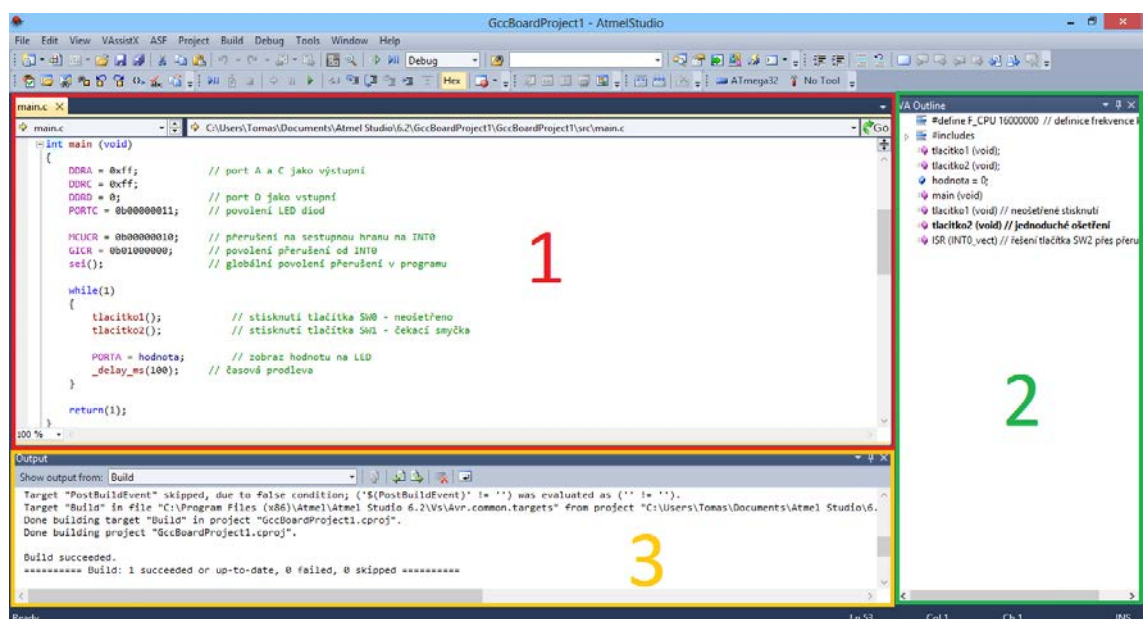
3.11 POPIS PROSTŘEDÍ

Vývojové prostředí AVR Studia 6 můžeme vizuálně jakkoliv upravovat dle našich potřeb. Nejdříve se seznámíme se základními oblastmi vývojového prostředí.

Vývojové okno (1) – V této oblasti píšeme samotný kód programu.

VA Outline (2) – Rozbalovací menu, které slouží pro stručné zobrazení použitých metod, cyklů, portů, atd.

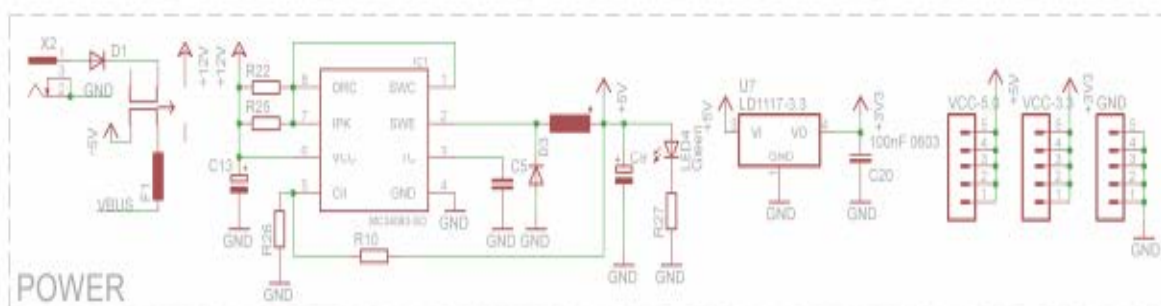
Output (3) – Výpis kompilátoru, událostí a především chyb programu.



Obr. 3.17 – Popis prostředí AVR Studia 6

3.12 VÝVOJOVÝ KIT ATMEGA32 EVB 5.1 V5

„Vývojový kit EvB 5.1 je tzv. „starter kit“ neboli vývojový kit založen na třech typech populárních mikrokontrolérů Atmel - ATMega16, ATMega32, ATMega644p. Vývojový kit je osazen množstvím periférií připojitelných k mikrokontroléru pomocí pinů (pin header), které umožňují velmi rychlé propojení a sestavení žádaného zapojení. Toto uspořádání periferních elektronických prvků je velmi intuitivní a redukuje tak čas pro čtení dokumentace. EvB 5.1 kit byl vyvinut se zvláštním ohledem pro začátečníky a uživatele bez velkých zkušeností s mikrokontroléry a umožňuje jim první krok při seznámení s touto moderní technologií. Profesionálním vývojářům a programátorům zase urychluje a usnadňuje vytvoření prvního prototypu, popř. může být kit využit jako universální platforma pro jejich projekty. Předchozí verze vývojového kitu EvB 4.3 byly úspěšně použity v mnoha velkých projektech polských technických univerzit zejména pro bakalářské a inženýrské diplomové práce. V současné době je používán na školách v polské oblasti Silesia. V České republice se používá na Technické univerzitě v Liberci, ČVUT v Praze a VUT v Brně. Kity jsou použité také na elektrotechnických učilištích a průmyslových školách.“ (And-tech.pl, 2013)



Obr. 3.18 – Schéma zapojení napájecího obvodu vývojového kitu

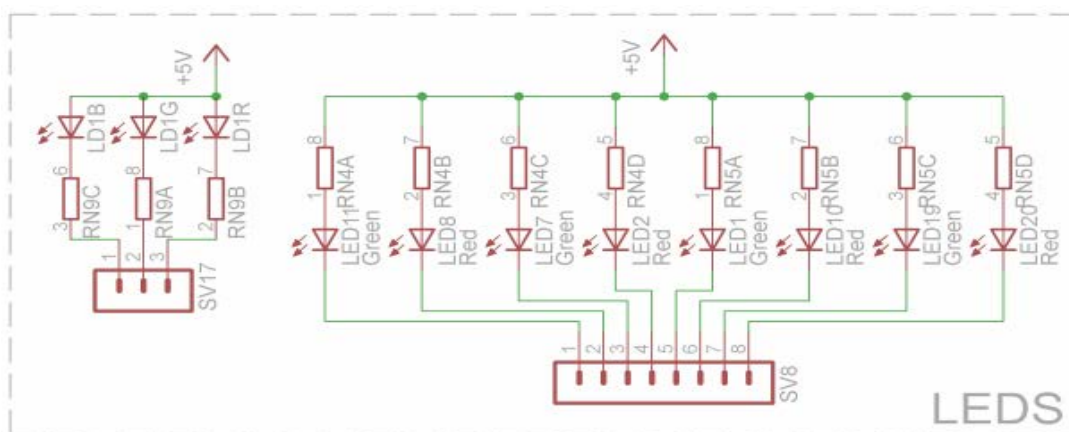
3.13 NAPÁJECÍ OBVOD VÝVOJOVÉHO KITU EVB 5.1

„Deska vývojového kitu EvB 5.1 může být napájena USB portem, po nastavení přepínače do pozice USB (může být snížený kontrast LCD displeje). Při napájení externím AC/DC adaptérem s minimálním výstupním napětím 9 VDC a maximálním napětím 24 VDC zapojeným přes klasický napájecí konektor (střední pin konektoru je připojen na kladný pól). Nastavte přepínač napájení do pozice JACK. Správné připojení zdroje napájecího napětí je signalizováno rozsvícením zelené LED, umístěné blízko napájecích pinů – GND a +5 V a tlumivky DC/DC. Měnič externího napájení GND a + 5 V jsou umístěné v levém horním rohu desky a jsou propojeny přímo se zemním potenciálem kitu a výstupem DC/DC měniče. Jsou určeny pro zapojování periférií.“ (And-tech.pl, 2013)

3.14 LED INDIKÁTORY

„Pro indikaci logických stavů lze využít osm LED s předřadnými rezistory a společným kladným napájecím napětím. LED se aktivují připojením logické nuly na vyvedené příslušné piny. Kromě jednobarevných LED je kit osazen i barevnou RGB LED. Jednotlivé barvy jsou taktéž zapojeny pro aktivaci připojením zemního potenciálu na jednotlivé katody barevných složek.“ (And-tech.pl, 2013)

Zapojení LED indikátorů je velice důležité. Pokud jsou LED indikátory zapojeny jinak, musí se obrátit či negovat výstupy z portu mikrokontroléru. V praxi jde o to, že při zkoušení nebo vývoji programu potřebujeme testovat sepnutí portů a funkčnost programu. Pokud v tomto případě chceme rozsvítit libovolný LED indikátor. Po přivedení kladného impulsu na libovolný zapojený pin mikrokontroléru LED indikátor zhasne dle programu na požadovanou dobu. Z toho vyplývá, že pro rozsvícení LED indikátoru musíme použít jiné zapojení např. zapojení na obr. 4.3.

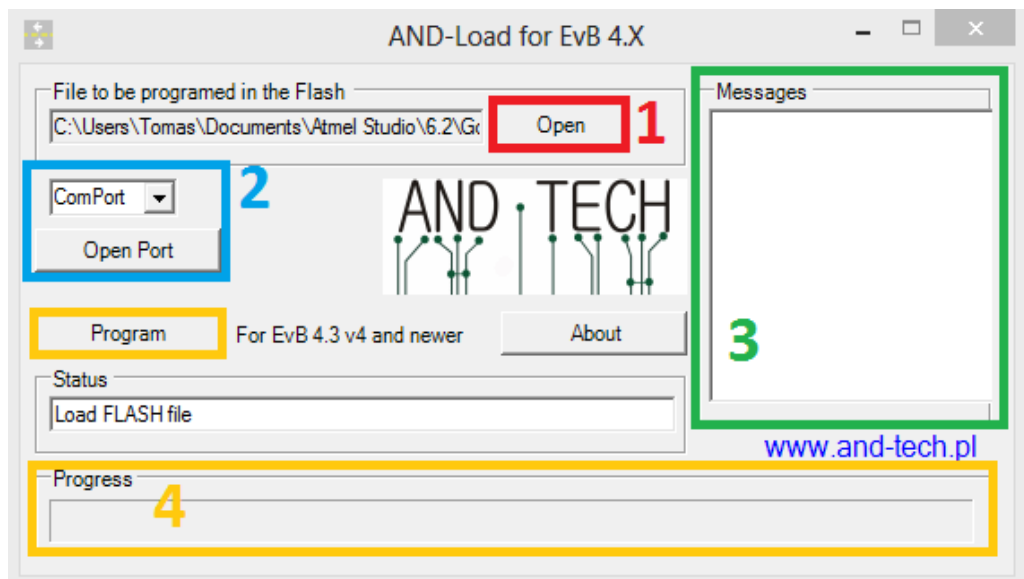


Obr. 3.19 – Schéma zapojení LED indikátorů

3.15 PROGRAMOVÁNÍ MIKROKONTROLÉRU PŘES USB

„První možností jak programovat mikrokontrolér je využít speciální program uložený v paměti, který pracuje na principu zavaděče (bootloaderu). Tento program je od prodejce kitu nahrán v paměti a připraven k Vašemu využití – umožňuje totiž odeslání Vašeho kódu do mikrokontroléru pomocí sériového rozhraní, v našem případě emulovaného pomocí USB převodníku. Pro správnou činnost je třeba stáhnout si ze stránky „http://shop.onpa.cz/download/AND-Load_v31.zip program AND-Load“. Program není třeba nijak instalovat, ZIP archiv obsahuje pouze jeden EXE soubor.“ (And-tech.pl, 2013)

Po zapnutí programu musíme vybrat soubor „*.hex“, který byl vytvořen a kompilován v AVR Studiu 6. Soubor vložíme pomocí tlačítka „Open“. Poté vybereme příslušný port. To znamená port, kde je připojen vývojový kit přes USB. Jakmile je port vybrán klikneme na „Open Port“. Vytvořený soubor se nahraje přes tlačítko „Program“ a průběh nahrání programu do mikrokontroléru je zobrazen v kolonce „Progress“ či „Messages“. Někdy vývojový kit potřebuje k nahrání programu zmáčknout tlačítko „Reset“, které je umístěno na vývojovém kitu. Tento případ nastává hlavně u nahrávání nového programu.



Obr. 3.20 – Ukázka programu AND – Load

4 MATEMATICKÁ ČÁST

Kapitola obsahuje matematickou simulaci v prostředí Matlab. Proměnné dynamického systému v prostředí Simulink jsou zadány tak, aby odpovídaly reálným hodnotám startovacího zařízení. Tyto hodnoty lze dále použít pro jednodušší nastavení startovacího zařízení pro bikros. Dále je uveden výpočet spotřeby vzduchu, který je nutný pro určení velikosti kompresoru a výpočet sil na pístní tyči pneumatického válce.

4.1 SIMULAČNÍ MODEL

Zjednodušený matematicko – fyzikální model padající hmoty si lze snadno spojit se startovacím zařízením. Tento model simuluje pád rampy a její následný odraz od země. Pokud při výpočtu zanedbáme odpor vzduchu, dostaneme zjednodušenou pohybovou rovnici, danou vztahem

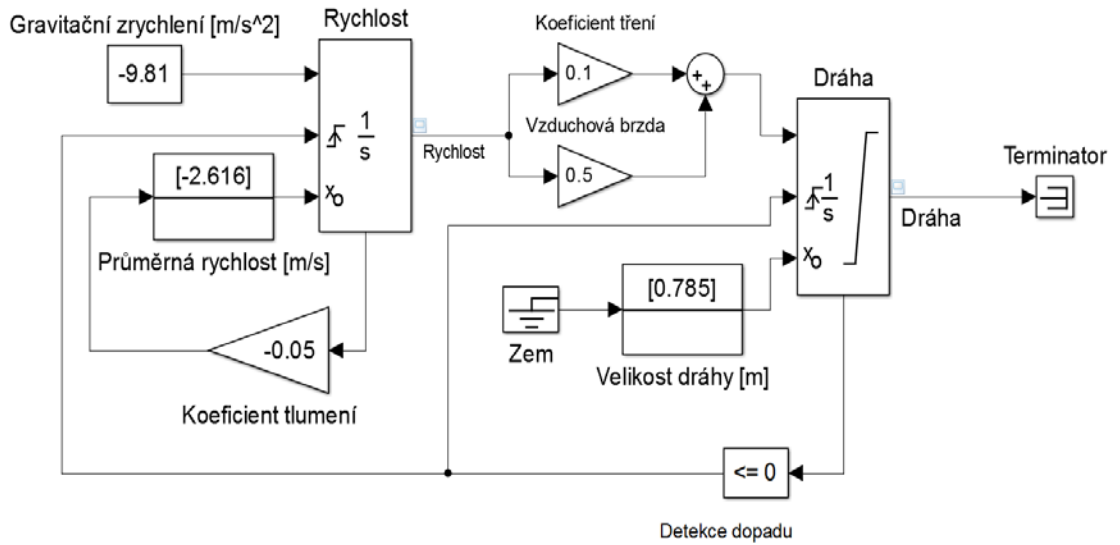
$$y''(t) = -g \quad (4.1)$$

Závislost výšky na čase si můžeme představit jako parabolu, což je v naprostém pořádku, protože po dvojitém integrování pohybové rovnice dostaneme

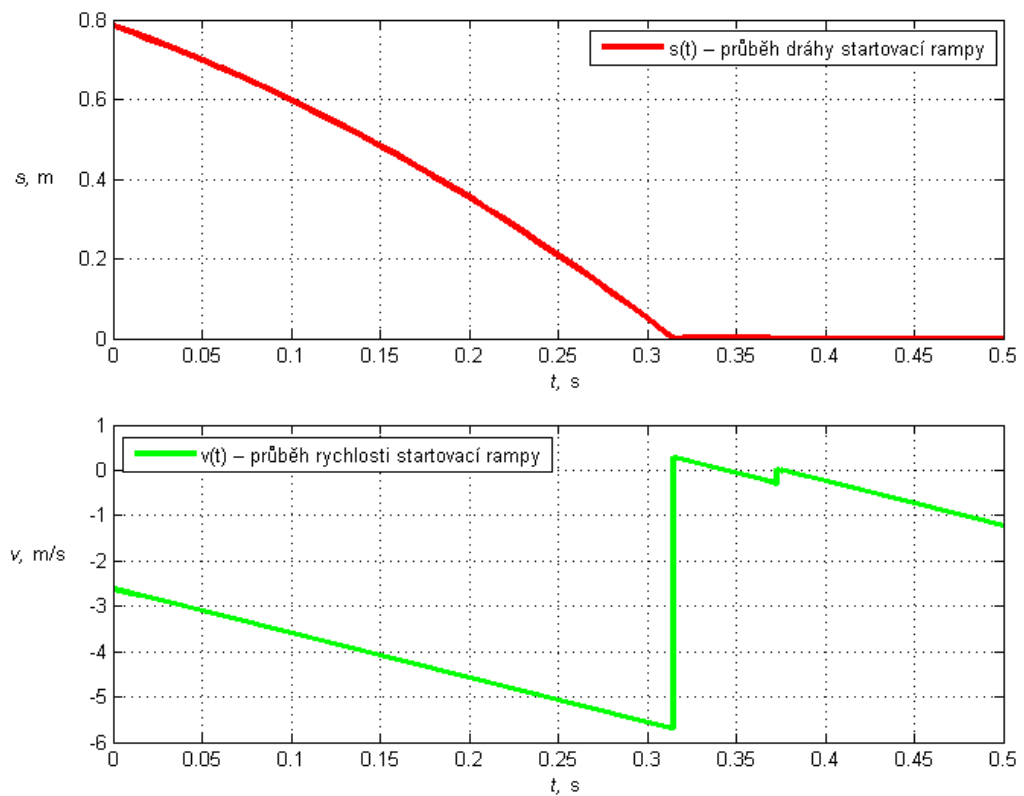
$$y(t) = y(0) - \frac{1}{2}gt^2 \quad (4.2)$$

Dalším důležitým prvkem je odraz startovací rampy od země nebo startovacího pahorku. Hmotu startovací rampy v okamžiku dopadu na zem musíme vynásobit rychlostí rampy $y(t)$ koeficientem $-1 \leq k \leq 0$ a tím získáme, že se rampa začne pohybovat nahoru. Tento okamžik lze zachytit blokem „Compare To Zero“, na jehož výstupu je vždy jednička. Na základě výsledku porovnání, lze nastavit na prvním integrátoru počáteční rychlost „x0“, která simuluje rychlost startovací rampy a pomocí bloku „Constant“ nastavit gravitační zrychlení. Na další vstup se připojí zesilovač „Gain“ s koeficientem tlumení „k“. Další úpravou bloku „Integrator“ je kliknutí na položku „State port“, která zajistí odstranění algebraické smyčky. Mezi prvním integrátorem pro rychlost a druhým integrátorem pro dráhu byli vloženy dva zesilovače. Tyto zesilovače slouží jako nastavení koeficientu tření a simulování vzduchové brzdy. Jejich parametry byly odhadnuty tak, abychom mohli zachovat základní reálné hodnoty simulovaného modelu. V druhém integrátoru pro dráhu je počáteční podmínka „x0“ pomocí které nastavíme výchozí polohu startovací rampy. Blok „Terminator“ je pro korektní ukončení signálu bez varovných zpráv.

4.1.1 Simulační model pádu s brzdou

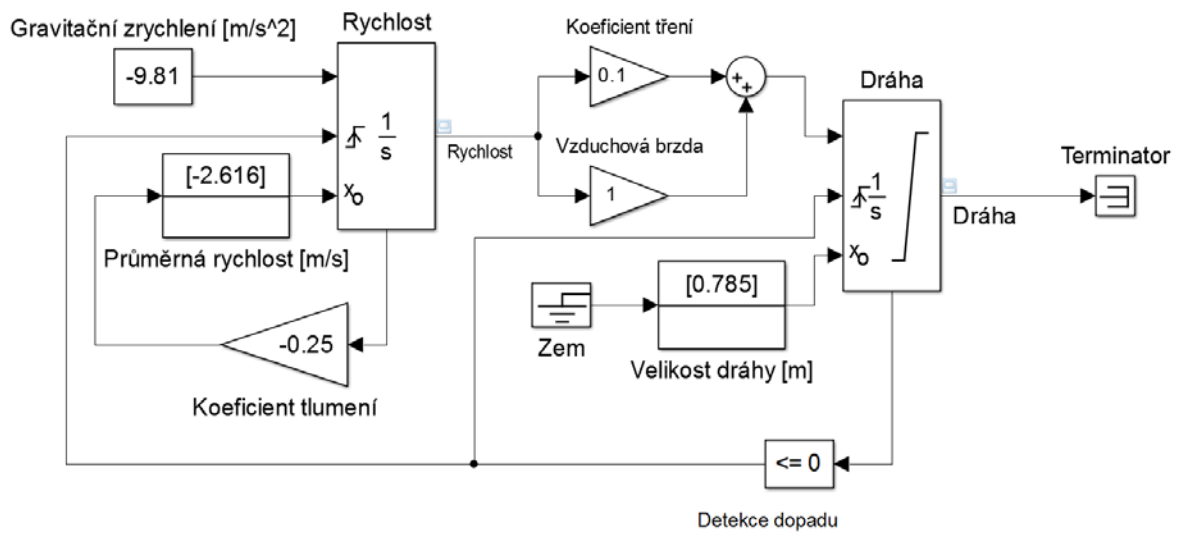


Obr. 4.1 – Simulační model startovací rampy s brzdou

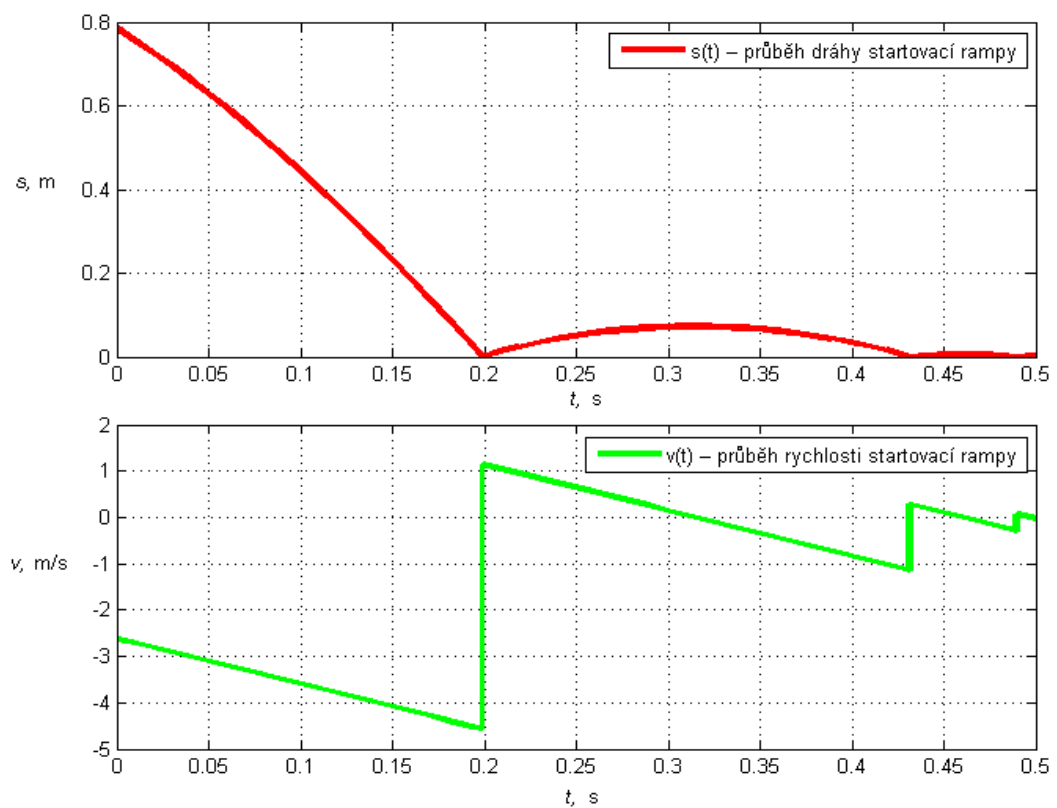


Obr. 4.2 – Graf závislosti dráhy na čase

4.1.2 Simulační model pádu bez brzdy



Obr. 4.2 – Simulační model startovací rampy bez brzdy



Obr. 4.3 – Graf závislosti dráhy na čase

4.1.3 Parametry pro simulační modely

Tyto parametry slouží pro vhodné nastavení simulačních modelů.

Tab. 4.1 – Tabulka parametrů pro simulační modely

	S brzdou	Bez brzdy
Gravitační zrychlení, m/s ²	9,81	9,81
Průměrná rychlost, m/s	2,616	2,616
Koeficient tlumení	0,05	0,25
Koeficient tření	0,1	0,1
Vzduchová brzda	0,5	1
Velikost dráhy, m	0,785	0,785

4.2 VÝPOČET SIL PNEUMATICKÉHO VÁLCE

Výpočet sil na pístní tyči pneumatického válce.

Pro výpočet vysouvání pístní tyče je dán vztah

$$F = (S_p \cdot T) = (7854 \cdot 0,6) \cdot 0,9 = 4241 \text{ N} \quad (4.3)$$

kde F – síla na pístní tyči, N,

S_p – plocha pístu při vysouvání tyče, mm²,

p – pracovní tlak, MPa,

T – třecí síla 10 %

Pro výpočet zasunutí pístní tyče je dán vztah

$$F = (S_p \cdot T) = (7363 \cdot 0,6) \cdot 0,9 = 4241 \text{ N} \quad (4.4)$$

kde F – síla na pístní tyči, N,

S_z – plocha pístu při zasouvání tyče, mm²,

p – pracovní tlak, MPa,

T – třecí síla

Pro výpočet objemu vzduchu je dán vztahem

$$V = Z(q_p + q_z) = 300 \cdot (0,007854 + 0,007363) = 4,565 \text{ l} \quad (4.5)$$

kde V – spotřeba vzduchu, l,

Z – zdvih, mm,

q_p, q_z – spotřeba vzduchu na 1 mm zdvihu při vysouvání a zasouvání, l

4.3 VÝPOČET PADAJÍCÍ HMOTY

Tento výpočet slouží pro určení kinetické energie dopadu startovací rampy. Tato kapitola poslouží pro vhodný výběr tlumičů rázu, které eliminují odskoky startovací rampy. Tím lze dosáhnout lepšího dopadu startovací rampy bez zpětného odrazu.

Pro výpočet kinetické energie „ W_k “ je dán vztah

$$W_k = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{m \cdot (v_1 - v_2 - v_3)^2}{2} = \frac{220 \cdot (2,616 - 1,313 - 0,163)^2}{2} = 143 \text{ Nm} \quad (4.6)$$

kde W_k – kinetická energie, Nm,
 m – hmotnost, kg,
 v – průměrná rychlost pádu, m/s

Pro výpočet energie hnací síly „ W_A “ je dán vztah

$$W_A = m \cdot g \cdot s = 220 \cdot 9,81 \cdot 0,05 = 108 \quad (4.7)$$

kde W_A – energie hnací síly, Nm,
 m – hmotnost, kg,
 s – zdvih tlumiče, m

Pro výpočet celkové energie „ W_{kg} “ je dán vztah

$$W_{kg} = W_k + W_A = 143 + 108 = 251 \text{ Nm} \quad (4.8)$$

kde W_{kg} – celková energie, Nm,
 W_k – kinetická energie, Nm,
 W_A – energie hnací síly, Nm

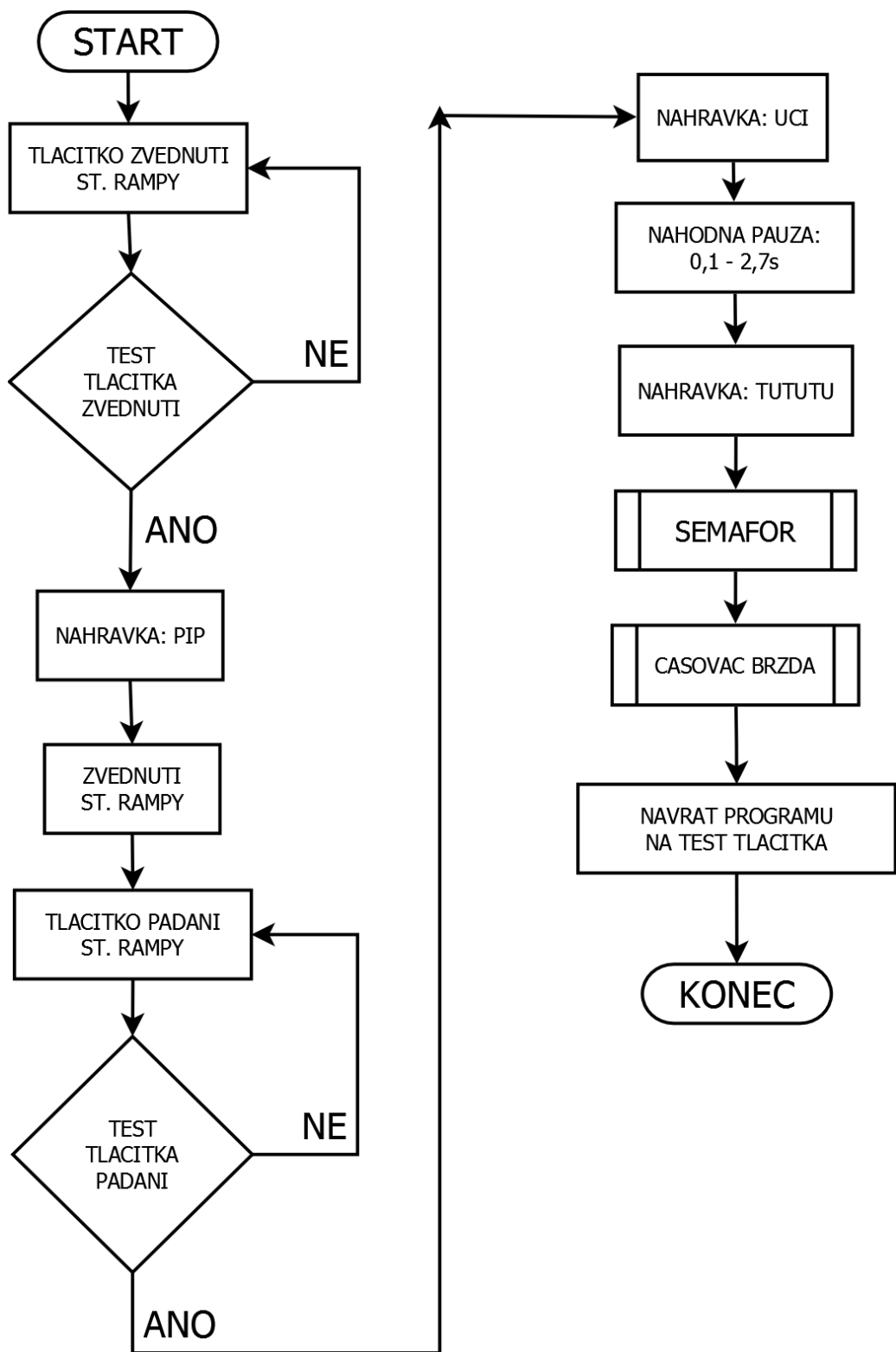
Pro výpočet efektivní hmotnosti „ m_e “ je dán vztah

$$m_e = \frac{2 \cdot W_{kg}}{v^2} = \frac{2 \cdot 251}{1,14^2} = 386 \quad (4.9)$$

kde W_{kg} – celková energie, Nm,
 m_e – efektivní hmotnost, kg,
 v – průměrná rychlost, m/s

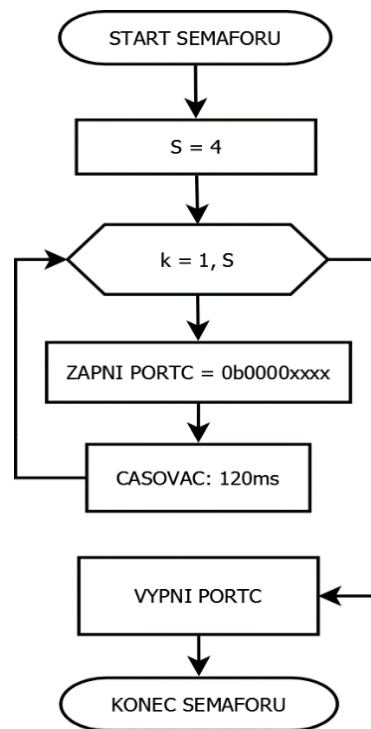
5 PRAKTICKÁ ČÁST

5.1 VÝVOJOVÝ DIAGRAM HLAVNÍHO PROGRAMU



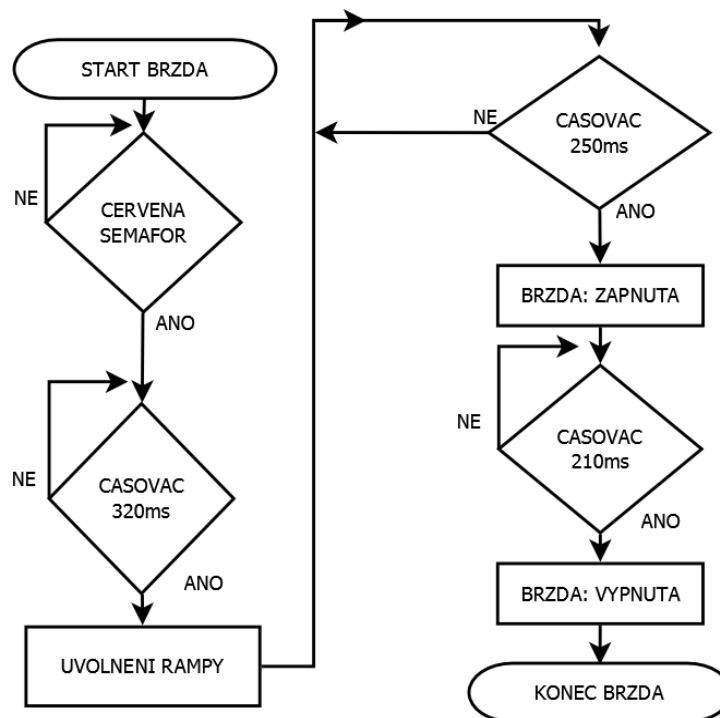
Obr. 5.1 – Vývojový diagram hlavního programu mikropočítače

5.1.1 Vývojový diagram podprogramu – Semafor



Obr. 5.2 – Vývojový diagram podprogramu semafor

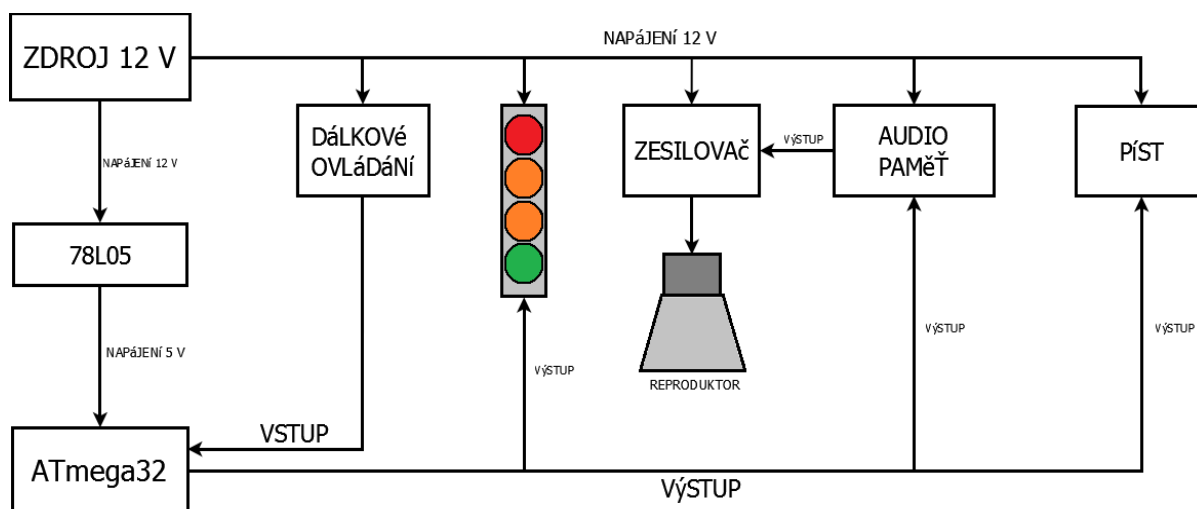
5.1.2 Vývojový diagram podprogramu – Časovač – brzda



Obr. 5.3 – Vývojový diagram podprogramu časovač – brzda

5.2 ZÁKLADNÍ BLOKOVÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ

Schéma zobrazující základní zapojení akčních členů startovacího zařízení. Na tomto schématu je patrné její základní ovládání a velikosti napájení akčních členů.



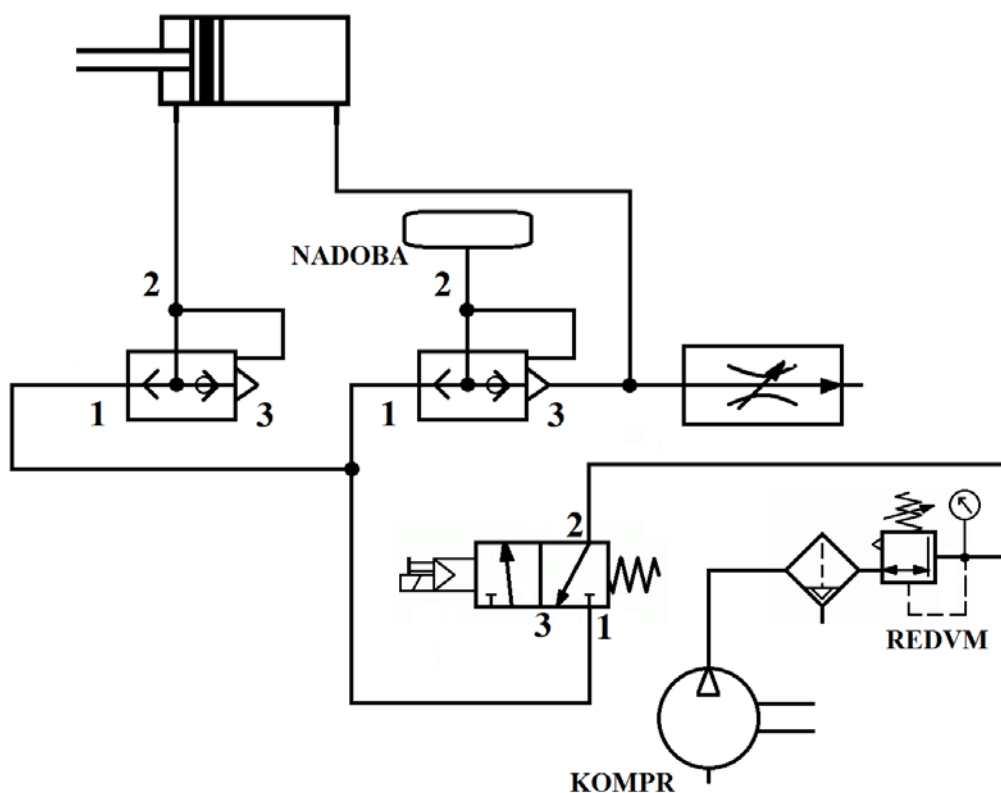
Obr. 5.4 – Blokové schéma zapojení řídicí jednotky a připojení periferií k jednotce

5.3 ELEKTROMAGNETICKÝ ROZVADĚČ VZDUCHU

Pro naše použití postačuje elektromagnetický rozvaděč vzduchu 3/2. Pro lepší pochopení budeme předpokládat, že píst je vysunut, tudíž startovací rampa je dole (nezvednuta) a solenoid bez napětí. Na solenoid přivedeme napětí z výstupu mikrokontroléru, to vyvolá změnu v rozvaděči vzduchu a vytvoří průchod vzduchu elektromagnetickým rozvaděčem na rychloodvzdušňovací ventil, který je spřažen s pneumatickým válcem. Dochází k plnění spodní komory pneumatického válce, tím se začne zvedat startovací rampa a zároveň přes tzv. „T – kus“ plnit tlaková nádobka umístěná nad pneumatickým válcem. Tato nádobka slouží pro pád neboli odjištění startovací rampy a má objem cca 1/3 objemu pneumatického válce. Při zvedání dochází k vytlačování vzduchu z horní komory pneumatického válce přes redukční ventil. Tímto ventilem lze nastavit rychlost zvedání a padání startovací rampy.



Obr. 5.5 – Ukázka elektromagnetického rozvaděče



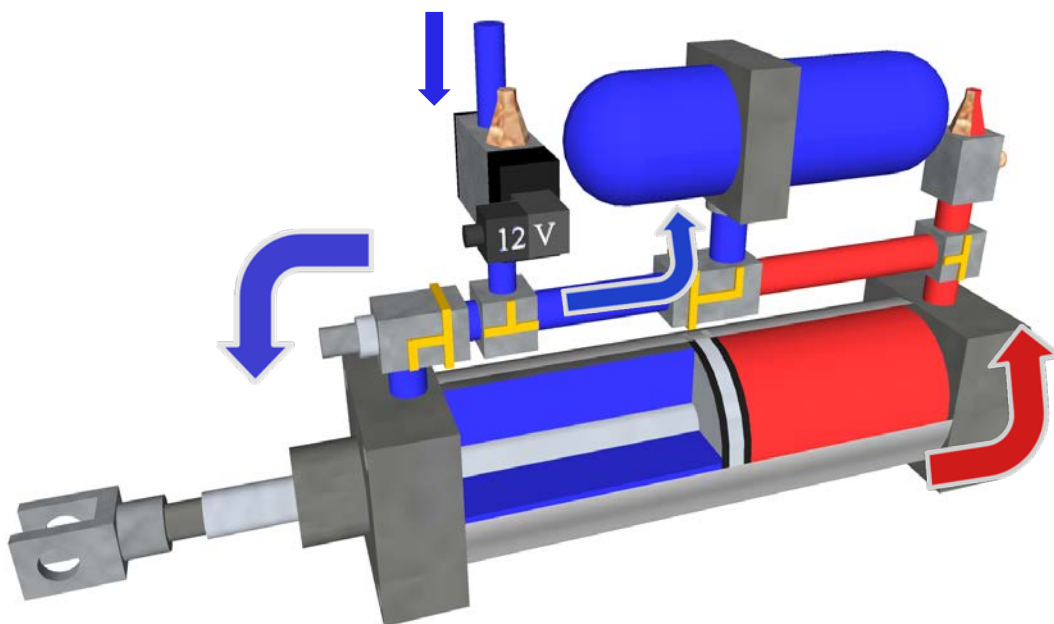
Obr. 5.6 – Zapojení pneumatického válce dle schematických značek

5.4 PNEUMATICKÝ VÁLEC SE VZDUCHOVOU BRZDOU

V předchozí kapitole bylo rozebíráno zapojení pneumatického pístu se vzduchovou brzdou. V této kapitole je zobrazena ukázka pneumatického zařízení zhotovená v programu Google SketchUp 8. Tento 3D model byl vytvořen pro lepší pochopení principu a funkčnosti zapojení pneumatického pístu.

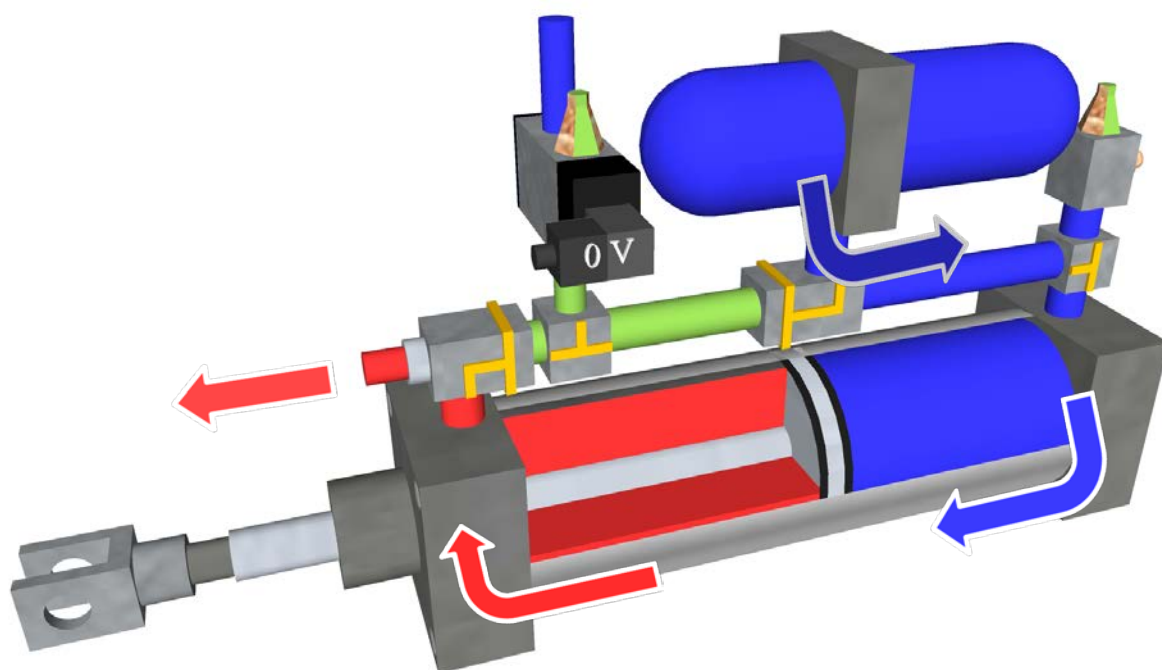
5.4.1 3D model průtoku vzduchu při zvedání startovací rampy

Modrá barva značí vzduch natlakovaný na 5,8 baru. Tento vzduch vykonává mechanický pohyb. Žluté zvýraznění značí průchod natlakovaného vzduchu nebo označení vstupu pro rychloodvzdušňovací ventil. Červená barva značí vzduch vytlačovaný mechanickým pohybem pístu. Na elektromagnetický rozvaděč vzduchu je přivedeno napětí 12 V. Elektromagnetický rozvaděč vzduchu přivede natlakovaný vzduch na spojku „T“. Díky tomu prochází vzduch rychloodvzdušňovacím ventilem do tlakového zásobníku a zároveň přes další rychloodvzdušňovací ventil do pneumatického válce pro zvedání startovací rampy. Zatímco je pneumatický válec hnán natlakovaným vzduchem a zvedá startovací rampu, tak je vzduch za pístem odváděn přes spojku „T“ ven do atmosféry přes škrťací ventil, který slouží pro regulaci rychlosti zvedání startovací rampy. Škrťací ventil ovlivňuje i následný pád startovací rampy, proto je velmi důležité, aby tento škrťací ventil nebyl příliš přiškrcen. Přes spojku „T“ se vytlačovaný vzduch dostane i k rychloodvzdušňovacímu ventilu, který vede do zásobníku vzduchu. Tento vytlačovaný vzduch však má jen atmosférický tlak. To znamená, že rychloodvzdušňovací ventil pod zásobníkem vzduchu nepřemístí přepážku v rychloodvzdušňovacím ventilu, protože z druhé strany má vyšší tlak vzduchu.



Obr. 5.7 – Průtok vzduchu pneumatickým válcem při zvedání startovací rampy

Na obr. 5.8 je model pneumatického válce, u kterého je situace rozdílná. Jedná se totiž o pád startovací rampy. Modrá barva stále značí vzduch natlakovaný na hodnotu 5,8 baru. Ten je teď ale pouze v zásobníku vzduchu. Červená barva značí vytlačovaný vzduch a zelená barva značí mezi stav, při kterém dojde ke snížení tlaku na minimum. Nejdříve mikrokontrolér vypne napětí 12 V na solenoidu, což má za následek poklesnutí tlaku za rozvaděčem vzduchu. Tento jev vyvolá přemístění přepážky rychloodvzdušňovacího ventilu pod zásobníkem. Natlakovaný vzduch projde přes spojku „T“ do horní komory pneumatického válce a zároveň do škrťícího ventilu. Natlakovaný vzduch ze zásobníku převede tlak vzduchu na mechanický pohyb. Píst v pneumatickém válci vytlačuje vzduch před pístem. Tento vytlačovaný vzduch je vytlačen přes rychloodvzdušňovací ventil, ve kterém se okamžitě přemístí přepážka tlakem vytlačovaného vzduchu a následně vypuštěn do atmosféry. Rychloodvzdušňovací ventil lze osadit škrťícím ventilem nebo jiným pasivním členem, který by zamezoval nečistotám. Jakýkoliv pasivní člen má však za následek zpomalení pádu startovací rampy.



Obr. 5.8 – Průtok vzduchu pneumatickým válcem při padání startovací rampy

5.5 POPIS PRINCIPU PNEUMATICKÉ BRZDY

Při zmáčknutí tlačítka pro pád startovací rampy mikrokontrolér vypne příslušný signál na jeho portu. To následně znamená vypnutí solenoidu, který přepne elektromagnetický rozvaděč vzduchu. Tím dojde k poklesu vzduchu na přívodu do pneumatického válce. Vzhledem k vyššímu tlaku v tlakové nádobě a spodní komoře pneumatického válce se přepnou rychloodvzdušňovací ventily a dochází k následnému pádu startovací rampy. Po poklesu tlaku v tlakové nádobě padá rampa volným pádem. Před dopadem je startovací rampa přibrzděna krátkým impulzem vzduchu proti směru jejího pohybu. Doba sepnutí a délka impulzu je dána váhou a rychlostí pádu startovací rampy.

5.6 POPIS OVLÁDÁNÍ MIKROKONTROLÉREM

V této kapitole bude probráno ovládání tlačítek a spínání jednotlivých komponent. Nejdříve je nutné ujasnit si, zda chceme daný port nastavit jako vstupní či výstupní. Jednotlivé piny lze nastavit na hodnotu log. 0 (vstup) a log. 1 (výstup). Z toho vyplývá, že příkaz „DDRC = 0b00001111“ nastaví první čtyři bity jako výstupní a následující čtyři bity jako vstupní na portu C. Mikrokontrolér ATmega32 má shodné zatížení pinů jak pro vstup, tak výstup. Porty byly odděleny obvodem CNY17 a posíleny unipolárním tranzistorem IRFZ44, aby nebyly výstupní piny mikrokontroléru přetíženy. Sepnutí unipolárního tranzistoru nám zajistí napětí na elektrodě „Gate“. Rezistor 22 k Ω slouží pro případ nedefinovaného stavu na pinu mikrokontroléru. Druhý rezistor je pouze zátěž na pinu. Dohromady tyto rezistory fungují jako dělič a jejich poměrem se určuje velikost protékajícího proudu. Výhodou tohoto zapojení oproti bipolárnímu tranzistoru je malý odpor při sepnutém stavu a tím i menší výkonová ztráta. Celé schéma je pro svojí velikost umístěno v příloze C.

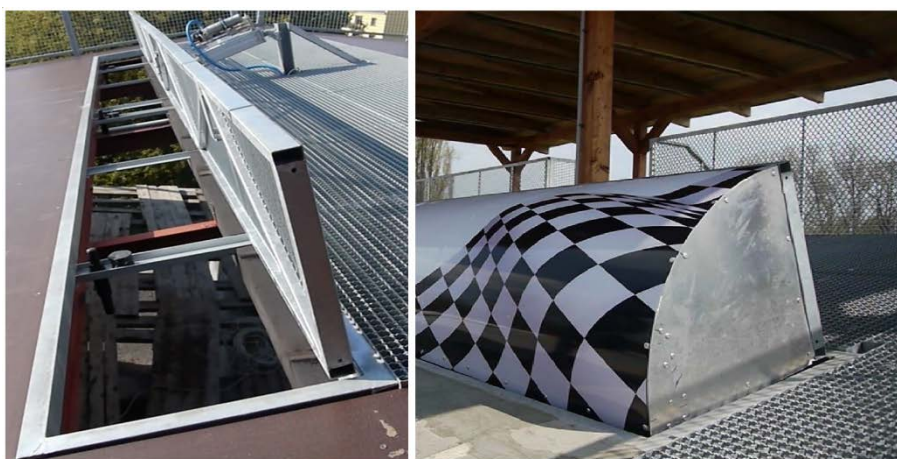
5.7 SEZNAM NASTAVENÝCH PARAMETRŮ

Kapitola obsahuje tabulku nastavených parametrů pro různé startovací rampy, které lze připojit na námi vytvořené startovací zařízení. Nastavení startovací rampy ovlivňuje několik parametrů, které mají následně vliv na rychlost pádu a její brzdění.

Startovací rampy rozdělujeme na bubnové a žebříkové. Tyto dvě skupiny se liší v jejich váze a tuhosti konstrukce. V poslední době se více uplatňují hlavně bubnové rampy, a to především pro jejich bezpečnost a tuhost. Bubnová rampa omezuje zranění končetin jezdců při pádu přes startovací rampu, v okamžiku startu závodu. Dále je důležité umístění pneumatického

válce. Toto umístění ovlivňuje geometrii startovací rampy a tím i její pohyb při zvedání a padání.

Spodní umístění pneumatického válce je lepší na brždění startovací rampy, ale jeho realizace je více finančně nákladná. V Čechách jsou všechny závodní tratě vybaveny startovací rampou pro 8 jezdců, nicméně, například v Polsku, mají startovací rampu pouze pro 6 jezdců. Jak už bylo zmíněno, bubnové startovací rampy mají větší hmotnost, protože je tvoří z 90° segment bubnu. Žebříková rampa je sice lehčí, ale na jejich koncích dochází po seřazení jezdců k jejímu pronesení. V tabulce je vidět, že žebříkové startovací rampy mají rozdílné časy brždění. To je z důvodu jejich hmotnosti. Bubnové rampy se vzhledem k jejich váze musí začít brzdit dříve a po delší dobu, než žebříkové rampy.



Obr. 5.9 – Ukázka „žebříkové“ rampy s pístem nahoře (obr. vlevo) a „bubnové“ rampy s pístem dole (obr. vpravo)

Tab. 5.1 – Seznam nastavovaných parametrů pro startovací rampy

Město	Typ	Umístění pístu	Počet jezdců	Váha, kg	Sepnutí semaforu, ms	Uvolnění rampy, ms	Zapnutí brzdy, ms	Doba brzdy, ms
Pardubice	buben	spodní	8	240	300	320	250	210
Brno 1	buben	horní	8	220	530	220	250	230
Brno 2	buben	spodní	8	240	420	200	250	230
Klatovy	žebřík	horní	8	145	320	320	260	170
Polsko	buben	spodní	6	170	500	280	240	190
Bohnice	žebřík	horní	8	130	280	210	280	170

„Sepnutí semaforu“ je posun červené barvy od zvuku „TuTuTu“. Jedná se pouze o to, aby zvuk uslyšel jezdec ve stejné chvíli, jako uvidí červenou barvu na semaforu. „Uvolnění rampy“ je doba od rozsvícení červené barvy po uvolnění startovací rampy. Tento krok je vyřešen časovačem TCCR1B. To znamená, že tento parametr má vliv na pocit závodníka. Tedy zda je rampa dle závodníka rychlá nebo nikoliv. „Zapnutí brzdy“ je doba od uvolnění startovací rampy po sepnutí brzdy. „Doba brzdy“ je doba, po kterou je rampa brzděna. Toto jsou parametry, kterými lze ovlivnit dopad startovací rampy bez jejího zpětného odrazu.

5.8 UKÁZKA PRŮBĚHU PÁDU STARTOVACÍ RAMPY

Při sepnutí tlačítka padání se odehraje několik sekvenčních kroků, než startovací rampa spadne. V této kapitole věnujme pozornost pouze vlastnímu pádu startovací rampy. Náš konkrétní případ bude startovací bubnová rampa v Pardubicích. Po dobu 320 ms od sepnutí červeného světla na semaforu se startovací rampa uvolní a začne prudce padat průměrnou rychlostí 2,616 m/s. Z toho vyplývá, že startovací rampa v momentě před bržděním dosahuje ještě vyšší rychlosti. Dalších 250 ms po uvolnění začne mikrokontrolér brzdit startovací rampu po dobu 210 ms. Na konci této poslední etapy startovací rampa pozvolně usedne na zem.



Obr. 5.10 – Ukázka průběhu pádu startovací rampy v Pardubicích

5.9 ZADÁVÁNÍ PARAMETRŮ POMOCÍ USB

Zadávání parametrů je uskutečněno za pomoci vývojového kitu a osobního počítače. Komunikace mezi vývojovým kitem a počítačem probíhá za pomoci USB převodníku, který vytvoří virtuální COM port. Zhotovený program zkompilujeme v Atmel Studiu. Poté otevřeme program AND – Load, ve kterém najdeme soubor s příponou „hex“. AND – Load pracuje na

principu zavaděče. Pod tímto pojmem si nejlépe představíme zavaděč operačního systému. Nastavení parametrů pomocí počítače přes USB bylo zvoleno proto, že nastavené časy se zadají pouze jednou a není nutné je obnovovat.

5.10 SEZNAM POUŽITÝCH SOUČÁSTEK PRO TIŠTĚNÝ SPOJ

Seznam použitých součástek	
IC1	mikrokontrolér ATmega32A
IO1	stabilizátor 78L05
Q1	krystal 16 MHz
C1, C2	keramický kondenzátor 22 pF
C4	keramický kondenzátor 100 nF
T1 - T12	12x tranzistor MOSFET - IRFZ44
OK1 - OK14	12x optočlen s NPN fototranzistorem - CNY17
R34	rezistor 10 k Ω
R5, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 37	12x rezistor 22 k Ω
R1 - R4, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 35, 36	24x rezistor 2,2 k Ω

ZÁVĚR

V úvodu bakalářské práce byla uvedena teoretická část, která obsahuje základní popis ovládacích prvků startovacího zařízení pro bikros. Jedná se o seznámení s důležitými prvky, jejichž funkce hraje důležitou úlohu v popisovaném zařízení.

Teoretická část dále obsahuje popis možnosti způsobu ovládní, přehled použitých komponent, historický vývoj ovládní startovacích ramp a jejich různých konstrukčních řešení.

V části, která se věnuje matematickému modelu startovací rampy, byl sestaven její simulační model, který následně slouží pro volbu vhodných nastavovaných parametrů pro řídicí jednotku rampy. Dále kapitola obsahuje základní, zjednodušené teoretické výpočty týkající se rychlosti padání startovací rampy, spotřeby vzduchu zásobníku pneumatického válce a síly působící na jeho pístnici.

V následující kapitole - praktické části bakalářské práce bylo navrženo konstrukční řešení pro ovládní rampy pomocí mikrokontroléru ATmega32. Tato část obsahuje blokové schéma zapojení, společně s vývojovým diagramem, podle kterého bylo postupováno při sestavování programu mikrokontroléru. Dále je v této kapitole hotoven vizualizační model pneumatického válce, na kterém byla vysvětlena funkce jednotlivých komponent pneumatického obvodu v pracovním režimu, při zvedání a padání startovací rampy. V tomto bodě byly zároveň vysvětleny parametry ovlivňující rychlost pádu a brzdění startovací rampy při a po dopadu. V závěru kapitoly bylo uvedeno funkční schéma celého pneumatického obvodu.

Téma bakalářské práce bylo pro mne velmi aktuální a perspektivní, vzhledem k mé další sportovní přípravě na závody v bikrosu. Uplatnil jsem zde nabyté znalosti ze studia v oboru řízení procesů, které jsem si díky tématu své bakalářské práce dále rozšířil. Výhledově bych se chtěl pokusit o připojení časomíry, která by prováděla měření času daného úseku na trati a tak rozšířit stávající funkce řídicí jednotky o další potřebnou funkci.

Literatura

- AND-TECH.PL. 2013. *Vývojový kit - EvB 5.1 v5*. In: [online]. Polsko, 2013 [cit. 2015-04-29]. Dostupné z: <http://and-tech.pl/wp-content/uploads/downloads/2013/10/Instrukcja-EvB5.1-v1-cze.pdf>
- BENEŠ, Napsali a přel. MYKISKA, P. MYKISKA, A. 1989. *Pneumatické řídicí systémy: nadstavbový seminář z pneumatiky : učebnice FESTO Didactic : určeno pro stud. postgrad. studia fak. strojní*. 1. vyd. Praha: ČVUT. ISBN 978-800-1001-301.
- EDUNET – ZCU.2011 *Ventily*. [online]. vyd. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: http://edUNET.souepl.cz/moc/ventily/ventily_1.htm
- HAMM;ERBAUER, J. 6. Olověné akumulátory. In: [online]. Plzeň [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: <http://canov.jergym.cz/elektro/clanky2/olov.pdf>
- MATHWORKS, INC. 2015, *Simulation of a Bouncing Ball* [online]. Corporate Headquarters 3 Apple Hill Drive Natick, MA 01760-2098 UNITED STATES, [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.mathworks.com/help/simulink/examples/simulation-of-a-bouncing-ball.html>
- NAVRÁTIL, P. 2011. *Didaktická příručka pro vývojový kit s ATMEL*. Brno, ID 119546. Dostupné z: <https://dSPACE.vutbr.cz/xmlui/handle/11012/6610>. Bakalářská práce. VUT. Vedoucí práce Ing. Martin Friedl.
- SSTZR. 2012. *Pneumatické komponenty: Válce a příslušenství*. Žďár nad Sázavou, CZ.1.07/1.1.01/02.0043. Dostupné z: <http://sstzr.cz/projekty/mechatronika/dokumenty/ucebni-texty/valce.pdf>
- TAJČ, M.; TESAŘ, J. 2013. [online]. vyd. [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: <http://www.tajned.cz/category/programming/mikrokontrolery/avr/>
- TAJČ, M.; TESAŘ, J. 2013. [online]. vyd. [cit. 2015-04-27]. Dostupné z: <http://www.tajned.cz/category/ostatni/eagle/>
- VÁŇA, V. 2003. *Mikrokontroléry ATMEL AVR: popis procesoru a instrukční soubor*. 1. vyd. Praha: BEN, ISBN 80-7300-083-0.

Seznam příloh

A – CD s programem a elektronickou verzí práce ve formátu PDF.

B – Zdrojový kód programu

C – Ilustrace

Příloha k bakalářské práci

Řídící jednotka startovacího zařízení pro bikros

Tomáš Merta

**CD S PROGRAMEM A ELEKTRONICKOU VERZÍ PRÁCE
VE FORMÁTU PDF**

- I. Bakalářská práce ve formátu PDF včetně přílohy B, C**
- II. Zdrojový kód programu pro mikrokontrolér**
- III. Fotodokumentace realizovaného startovacího zařízení**

Příloha B

Příloha k bakalářské práci

Řídící jednotka startovacího zařízení pro bikros

Tomáš Merta

ZDROJOVÝ KÓD PRO MIKROKONTROLÉR ATMEGA32

Zdrojový kód souboru

```
#define F_CPU                16000000UL// definice hodinoveho signalu
#define TIMER_VALUE         (*(volatile uint16_t*)(0x4C))
#define PRESCALER           (*(volatile uint8_t*)(0x4E))
#define OVERFLOW            (*(volatile uint8_t*)(0x58))
#include <util/delay.h>// hlavickovy soubor pro zpozdeni
#include <avr/io.h>// knihovna AVR pro Input/output
#include <stdlib.h>
uint8_t state;
uint8_t count;

int nahodnaPauza;

void tlZvedani (void);
void tlPadani (void);
void delay_ms(uint16_t ms);
void _delay_s(uint16_t s);

int main(void)
{
    DDRA = 0xff; // nastaveni PORTU A, B, C jako vystupni
    DDRB = 0xff;
    DDRC = 0xff;

    DDRD = 0x00; // nastaveni PORTU D jako vstupni
    count = 0;
    state = 0;

    srand(43) ;
    while(1)
    {
        if ((PIND&0b00000001)==0){
            tlZvedani();
        }
        else if ((PIND&0b00000010)==0){
            tlPadani();
        }
    }

    return(1);
}

void tlZvedani (void)
{
    PORTA = 0b00000001; // sepnuti zvuku pip
    _delay_ms(10);      // 10ms
    PORTA = 0b00000000;
    _delay_s(1);        //cekani na rampu
    PORTB = 0b00000001; // sepnuti solenoidu do vypnuti
}

void tlPadani (void)
```

```

{
    PORTA = 0b00000010; // sepnuti UCI
    _delay_ms(10);
    PORTA = 0b00000000;
    _delay_s(5);
    _delay_ms(300);

    nahodnaPauza= (rand()%2670+30);
    while(nahodnaPauza-->0){
        _delay_ms(1);
    }

    PORTA = 0b00000100; // sepnuti tututu
    _delay_ms(10);
    PORTA = 0b00000000; //vypnuti tututu
    _delay_ms(500); //posun cervene od zvuku

    TIMER_VALUE = 0; // Set timer value to 0
    PRESCALER = 0x04; // Set prescaler to 256 which starts the
timer

    PORTC = 0b00000001; // sepnuti semaforu - cervena barva

    while (TIMER_VALUE <= 7500); //120ms
    PORTC = 0b00000011; // sepnuti semaforu - oranzoval barva

    while (TIMER_VALUE <= 15000); //240ms
    PORTC = 0b00000111; // sepnuti semaforu - oranzova2 barva

    while (TIMER_VALUE <= 20000); //320ms
    PORTB = 0b00000000; // vypnuti solenoidu

    while (TIMER_VALUE <= 22500); //360ms
    //PORTB = 0b00000001; // zapnuti solenoidu (brzda) na urcitou
dobu

    PORTC = 0b00001111; // sepnuti semaforu - zelena barva

    while (TIMER_VALUE <= 35625); //570ms
    PORTB = 0b00000001; // zapnuti solenoidu (brzda)

    while (TIMER_VALUE <= 48750); //780ms
    PORTB = 0b00000000; // vypnuti solenoidu (brzda)

    _delay_s(1);
    _delay_ms(470);
    PORTC = 0b00000000; //vypnuti semaforu

    TIMER_VALUE = 0; // Set timer value to 0
    PRESCALER = 0; // Turns off timer

    PORTA = 0b00000000;
    PORTB = 0b00000000;
    PORTC = 0b00000000;
}

```

```
void delay_ms(uint16_t ms)
```

```

{
    //TIMER_VALUE = (uint16_t) (65535-(ms*62.5));
    TIMER_VALUE = 65000;

    PRESCALER = 0x04;    // Set prescaler to 256 which starts the
timer

    while ((OVERFLOW&0x04)==0);

    PRESCALER = 0x00;    // Set prescaler to 0 which stops the
timer

    OVERFLOW = 0x00;    // Reset overflow flag
}

void _delay_s(uint16_t s){
    uint16_t i = 0;
    for (i = 0; i<s; i++)
    {
        _delay_ms(1000);
    }
}

```

Příloha C

Příloha k bakalářské práci

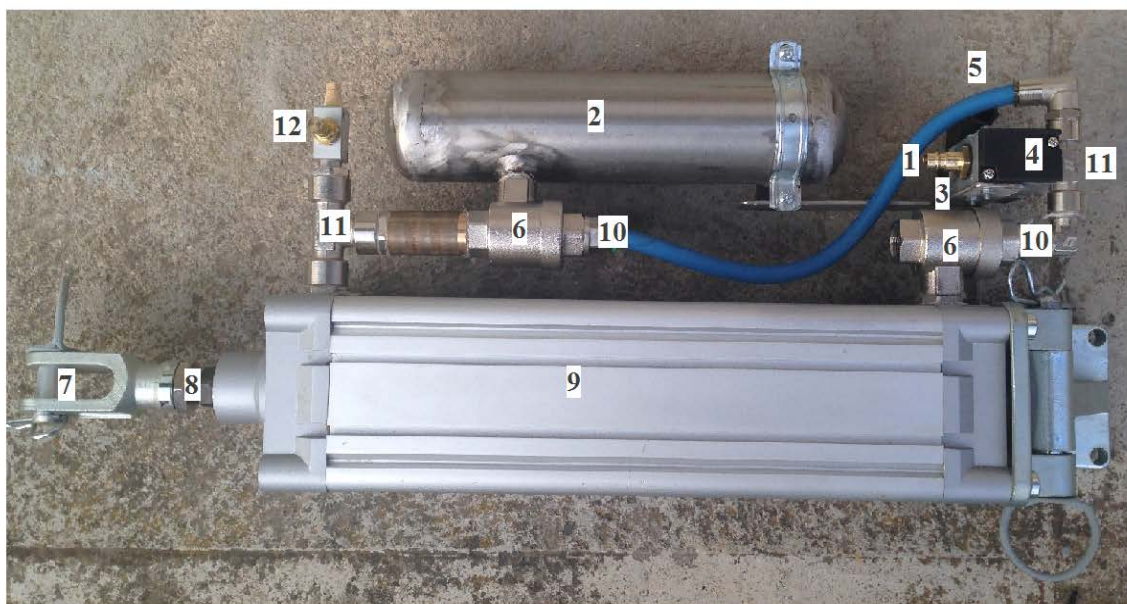
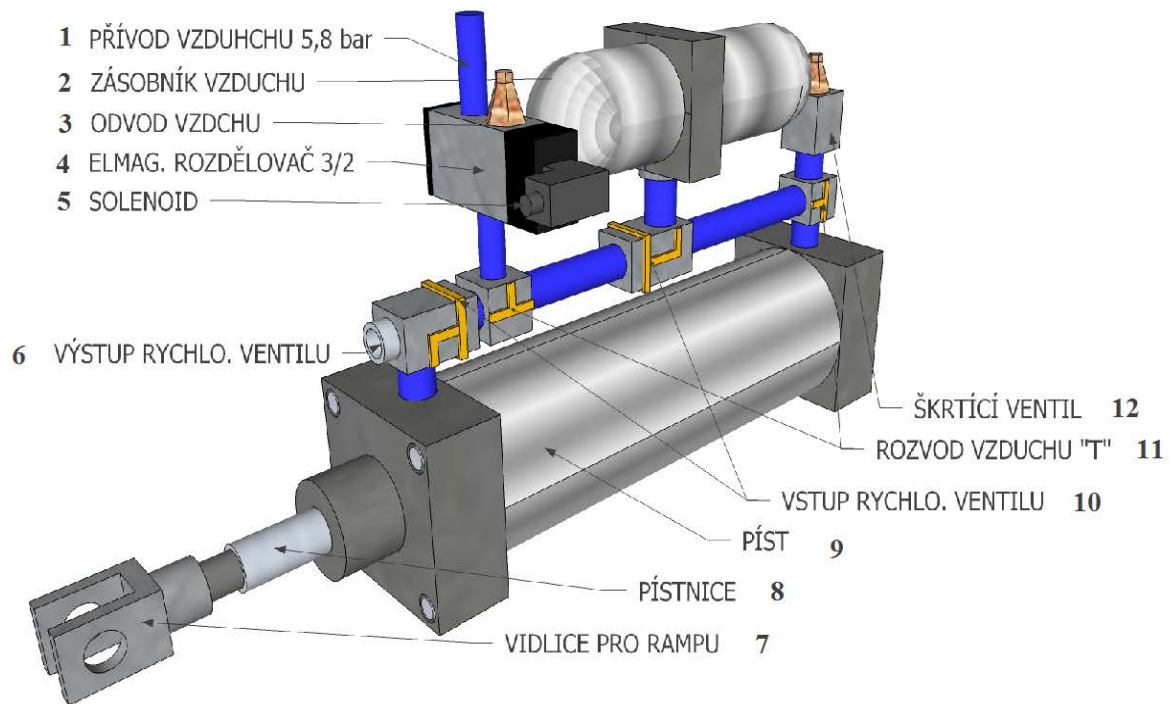
Řídící jednotka startovacího zařízení pro bikros

Tomáš Merta

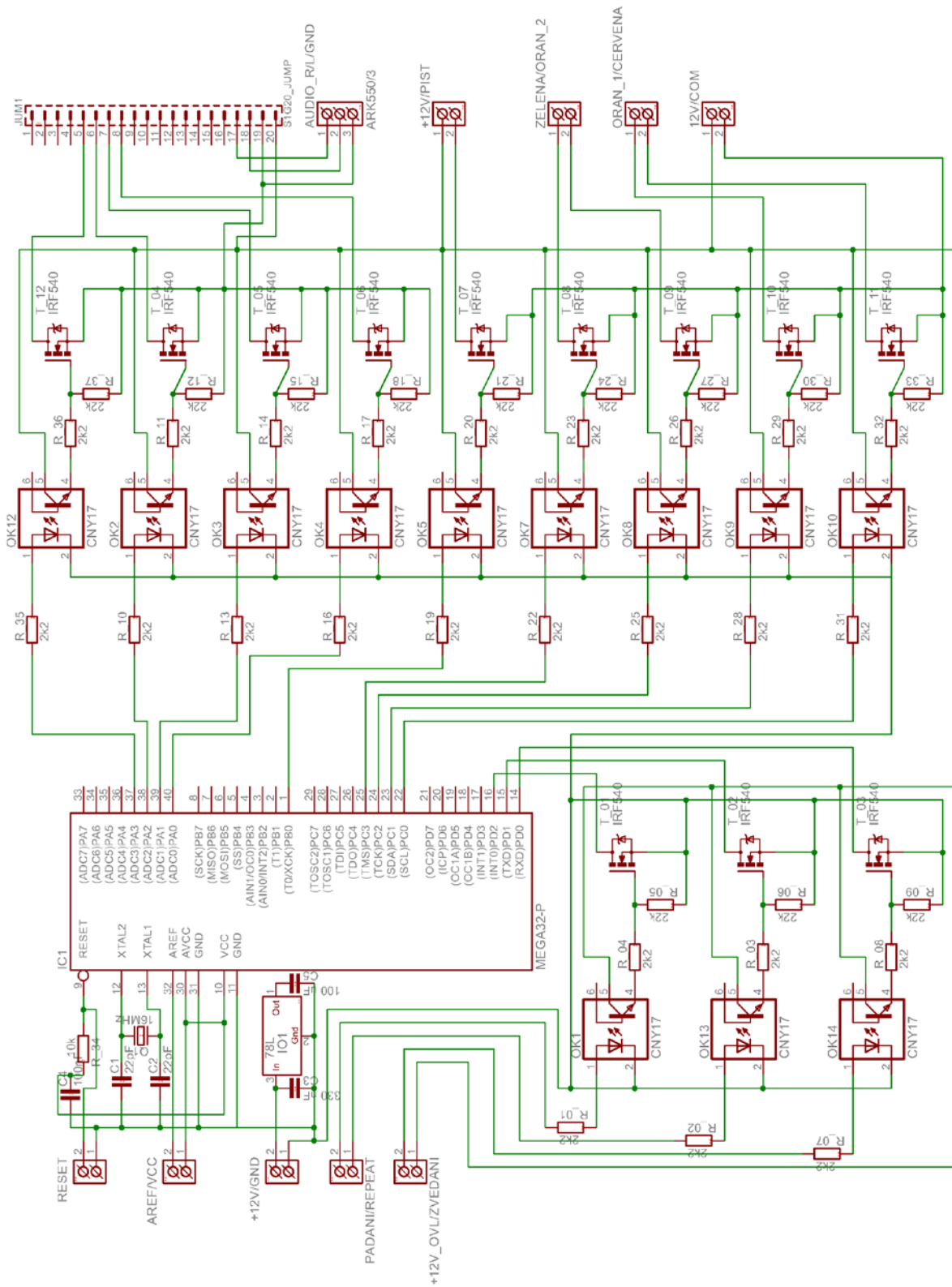
ILUSTRACE ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY A PNEUMATICKÉHO VÁLCE

Seznam obrázků

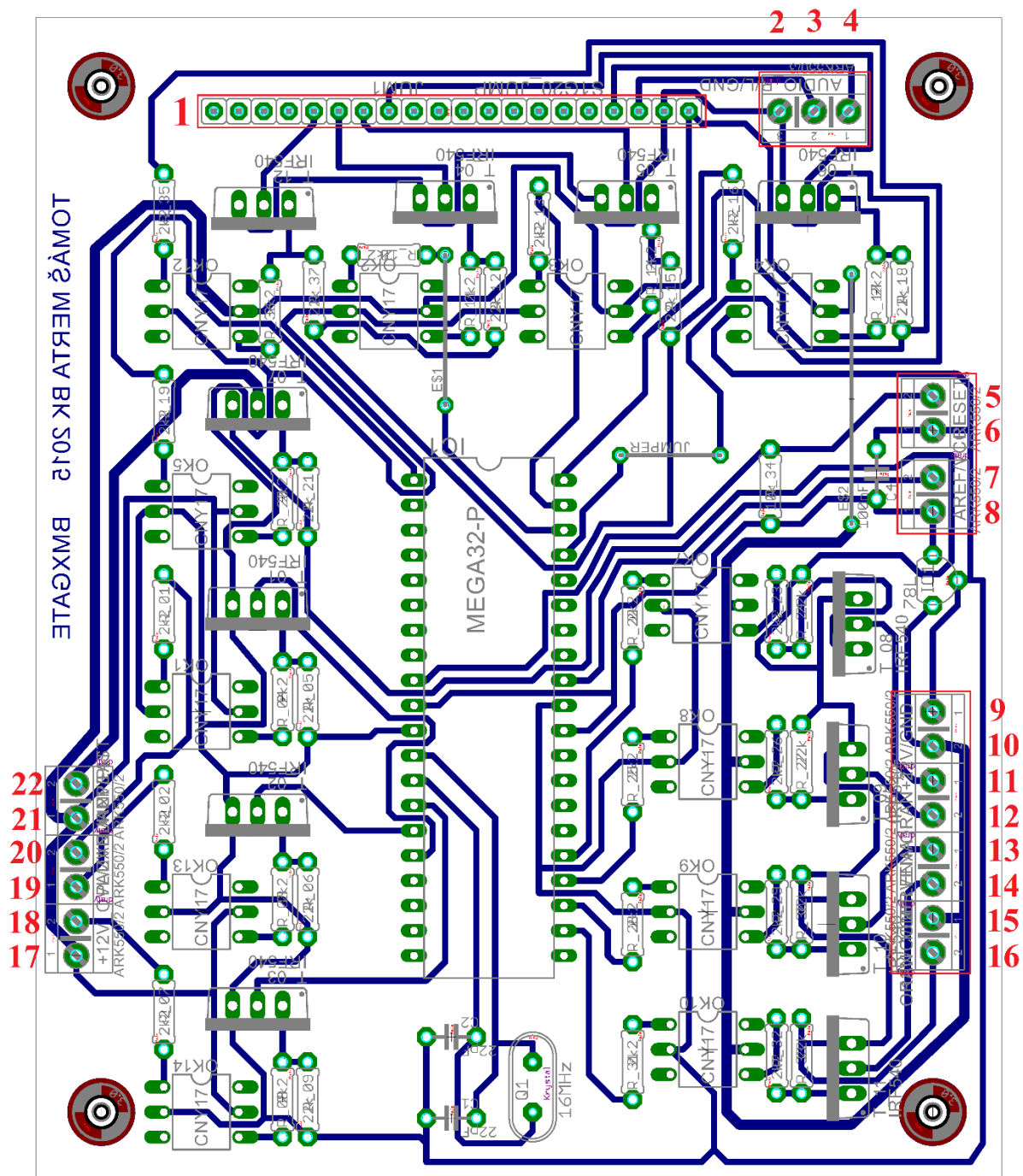
Obr. 1 – Přehled použitých komponent na pneumatickém válci.....	2
Obr. 2 – Schéma zapojení mikroprocesorové jednotky pro startovací zařízení.....	3
Obr. 3 – Plošný spoj z pohledu součástek s popisem svorkovnic (v měřítku 2:1).....	4
Obr. 4 – Fotografie sestavené řídicí jednotky	5



Obr. 1 – Přehled použitých komponent na pneumatickém válci

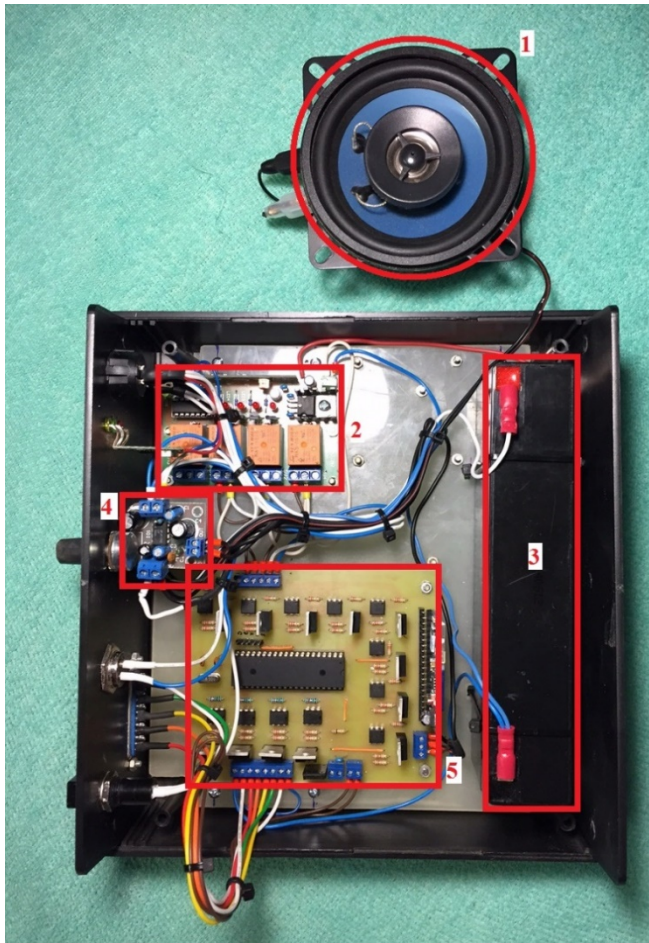


Obr. 2 – Schéma zapojení mikro počítačové jednotky pro startovací zařízení

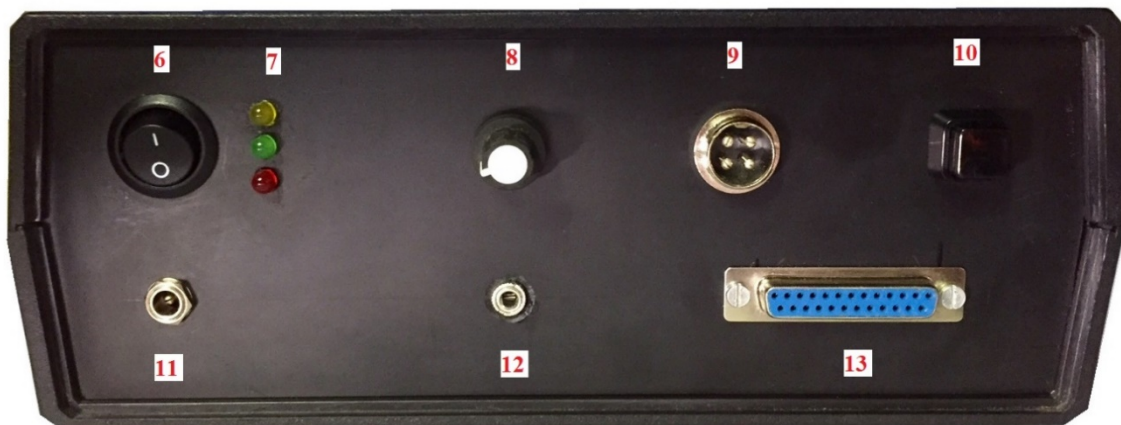


- | | | |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 konektor pro MP3 modul | 9 GND | 17 + 12 V pro tlačítka |
| 2 GND | 10 + 12 V z baterie | 18 ZVEDÁNÍ |
| 3 L | 11 ZELENÁ/SEMAFOR | 19 PADÁNÍ |
| 4 R | 12 ORANŽOVÁ 2/SEMAFOR | 20 REPEAT |
| 5 RESET mikropočítače | 13 ORANŽOVÁ 1/SEMAFOR | 21 + 12 V pro píst |
| 6 GND | 14 ČERVENÁ/SEMAFOR | 22 PÍST |
| 7 AREF | 15 + 12 V pro semafor | |
| 8 + 5 V | 16 GND | |

Obr. 3 – Plošný spoj z pohledu součástek s popisem svorkovnic (v měřítku 2:1)



- 1 reproduktor
- 2 obvod pro Dálkové ovládání
- 3 zesilovač LM386
- 4 akumulátor
- 5 řídicí jednotka s ATmega32
- 6 tlačítko pro ZAPNUTÍ/VYPNUTÍ
- 7 ukazatel stavu akumulátoru
- 8 ovládání hlasitosti
- 9 konektor pro PÍST
- 10 tlačítko pro RESET
- 11 NAPÁJENÍ
- 12 konektor pro AUDIO
- 13 konektor pro SEMAFOR



Obr. 4 – Fotografie sestavené řídicí jednotky