

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta elektrotechniky a informatiky

SERVOPOHON KULOVÉHO VENTILU

Miloš Mládek

Bakalářská práce
2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miloš Mládek**
Osobní číslo: **I16056**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Řízení procesů**
Název tématu: **Servopohon kulového ventilu**
Zadávací katedra: **Katedra řízení procesů**

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

Cílem práce je návrh a realizace konstrukce motorizované jednotky pohonu kulového uzávěru. Jednotka bude umožňovat dodatečnou montáž na standardní kulový uzávěr, případně ventil a jeho dálkové ovládání. Dálkové ovládání bude umožňovat polohování ventilu v několika pracovních módech. Mezi jednotlivými pracovními módy bude možné volit pomocí binárního kódu, zadávaného například vestavěným DIP spínačem. Základem elektroniky řídicí jednotky bude mikropočítač řady ATmega. Firmware mikropočítače bude realizován v jazyce C pro mikropočítače. V teoretické části práce bude provedena rešerše na zadané téma se zaměřením na komerčně vyráběná zařízení, určené k automatickému řízení kulových uzávěrů a ventilů. Praktická část bude obsahovat popis konstrukce vlastního návrhu ovládací jednotky kulového ventilu. Návrh mechanické konstrukce bude proveden ve formě 3D modelu v prostředí software DesignSpark Mechanical. Nedílnou součástí práce bude kompletní výrobní dokumentace, včetně zdrojových kódů mikropočítače a podrobného uživatelského a montážního návodu.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 40

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

MATOUŠEK, D., Práce s mikrokontroléry ATMEL AVR 3.díl, edice uP a praxe, 2. vydání, BEN - technická literatura, 2006, ISBN 80-7300-209-4

ZÁHLAVA, V., Návrh a konstrukce DPS, BEN-technická literatura, 2010, ISBN 978-80-7300-266-4

MAIXNER, L. a kol., Mechatronika, Brno, Computer Press, 2006, ISBN 80-251-1299-3

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

Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **14. prosince 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **10. května 2019**



L.S.

Ing. Zdeněk Němec, Ph.D.
děkan

Ing. Daniel Honc, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 14. prosince 2018

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.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 10. 5. 2019

Miloš Mládek

ANOTACE

Práce je věnována problematice pohonů kulových ventilů. Byl proveden rozbor používaných ventilů a jejich pohonů. Získané poznatky byly využity při návrhu elektrického pohonu kulového ventilu možného ovládat na dálku. Uchycení pohonu k ventilu a převody jsou navrženy v prostředí Design Spark Mechanical a následně vyrobeny metodou 3D tisknutí. Pro ovládání pohonu je použit mikrokontrolér rodiny ATmega.

KLÍČOVÁ SLOVA

pohon kulového ventilu, ATmega, Design Spark Mechanical, 3D tisk

TITLE

BALL VALVE ELECTRIC ACTUATOR

ANNOTATION

The work is devoted to the problems of ball valve actuators. The analysis of the use of valves and their actuators has been done. The obtained information was used for design of electric actuator. The actuator mounts and gears are designed in the Design Spark Mechanical and made by 3D printing technology. The microcontroller of ATmega family is used to control the actuator.

KEYWORDS

ball valve actuator, ATmega, Design Spark Mechanical, 3D printing

OBSAH

Seznam zkratk a značek	8
Seznam ilustrací	9
Seznam tabulek	10
ÚVOD	11
1 ROZBOR PROBLEMATIKY POHONU VENTILŮ	12
1.1 Příklady vyráběných pohonů kulových ventilů	12
1.1.1 Siemens SMP28	12
1.1.2 Siemens GLB111.9E/MO	13
1.1.3 Auma SQR 05.2 + Auma AC 01.2	14
1.2 Druhy ventilů	15
1.3 Dělení pohonů podle zdroje energie	16
1.4 Převodová ústrojí servopohonů	16
1.5 Další části servoventilů	17
2 NÁVRH A REALIZACE SERVOVENTILU	19
2.1 Elektrická konstrukce	19
2.1.1 Rozložení součástek na plošných spojích	21
2.1.2 Napájení	23
2.1.3 Motor	24
2.1.4 Mikrokontrolér	24
2.1.5 Koncové spínače	24
2.1.6 Dálkové ovládání	25
2.2 Oživení elektroniky	26
2.3 Mechanická konstrukce	27
2.3.1 Ventil	27
2.3.2 Umístění elektroniky	27
2.3.3 Převodové ústrojí	28
2.4 Program	29
2.4.1 Režimy ovládání servopohonu	29
2.4.2 Výchozí funkce programu	30
2.4.3 Spuštění a zastavení motoru	31
2.4.4 Proudová ochrana motoru	32
2.4.5 Koncové polohy servopohonu	34

2.4.6	Program tlačítek	35
2.4.7	Program zpracování signálu dálkového ovládní	37
3	ZHODNOCENÍ	40
4	ZÁVĚR	41
	POUŽITÁ LITERATURA	42
	PŘÍLOHY	44

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

3D třídimenzionální

AD analogově-digitální

DIP Dual Inline Package

DPS deska plošných spojů

ISP In-System Programming

LED Light Emitting Diode

OZ operační zesilovač

UART Universal Asynchronous Receiver and Transmitter

Seznam ilustrací

Obr. 1.1 – Pohon Siemens GLB111.9E/MO (Siemens, 2016b)	13
Obr. 1.2 – Pohon Siemens SMP28 (Siemens, 2016b)	13
Obr. 1.3 – Pohon Auma SQ, stejný vzhled jako SQR (Auma, 2016).....	14
Obr. 1.4 – Řídící jednotka pohonu Auma AC (Auma, 2016).....	15
Obr. 2.1 – Blokové schéma servopohonu	19
Obr. 2.2 – Osazení součástek na výkonové DPS	21
Obr. 2.3 – Osazení součástek na řídicí DPS	22
Obr. 2.4 – Elektrické schéma napěťového měniče	24
Obr. 2.5 – Elektrické schéma driveru motoru.....	24
Obr. 2.6 – Dálkové ovládání.....	25
Obr. 2.7 – Výkonová DPS strana pájení a)Upravený původní návrh, b)Opravený návrh.....	26
Obr. 2.8 – Řídící DPS ze strany pájení a)Zrealizovaný upravený původní návrh, b)Opravený návrh	27
Obr. 2.9 – Navržené mechanické části pohonu	28
Obr. 2.10 – Výchozí funkce main.....	31
Obr. 2.11 – Vývojové diagramy částí programů a) Spojení koncového spínače, b) Překročení stanovené hranice napětí, c)setup	33
Obr. 2.12 – Vývojové diagramy částí programů a)mode_problem a mode0, b)get_mode, c)runA a runB, d)scan_rc	34
Obr. 2.13 – Vývojový diagram funkce scan_tl.....	35
Obr. 2.14 – Vývojový diagram částí programů scan_tl1_m1 a scan_tl2_m1.....	36
Obr. 2.15 – Vývojový diagram částí programů scan_tl1_m2 a scan_tl2_m2.....	37
Obr. 2.16 – Vývojový diagram funkce scan_rc	38
Obr. 2.17 – Vývojové digramy funkcí a)scan_rc2_m1 a scan_rc2_m1 b)scan_rc1_m2 a scan_rc2_m2	39
Obr. 3.1 – Navržený servoventil.....	40

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 – Seznam součástí výkonové části	20
Tab. 2.2 – Seznam součástí řídicí části	21
Tab. 2.3 – Popis konektorů výkonové desky plošných spojů	22
Tab. 2.4 – Popis konektorů řídicí desky plošných spojů	23
Tab. 2.5 – Parametry servoventilu	27

ÚVOD

Ventil je část potrubí nebo uzavřeného prostoru, která klade překážku do média a tím ovlivňuje jeho tok. Pro změnu stavu otevření ventilu slouží pohony. Nejjednodušší je ruční ovládání ventilů. Z důvodu potřeby ovládat ventily nadřazeným systémem se k ovládání používají pneumatické, hydraulické nebo elektrické pohony. Řídící logika je nejběžněji realizována elektronickým zařízením. Výhodou elektrických pohonů je jejich ovládání přímo elektrickým signálem, zatímco pro pneumatické a hydraulické pohony je potřeby převést akční veličinu ve formě elektrického signálu, k čemuž slouží elektricky řízený ventil ovládající průtok kapaliny nebo stlačeného vzduchu, následně ovládající ventil.

Výrobci nabízejí řešení servoventilů pro různé aplikace, především pro průmyslové nasazení. Tato práce se zabývá rozborem vyráběných řešení a návrhem servopohonu kulového ventilu určeného pro montáž na již instalovaný uzávěr bez potřeby jeho úprav. Pohon bude umožňovat ovládání na místě nebo pomocí dálkového ovládání. Servopohon bude obsahovat ochranu proti proudovému přetížení motoru.

1 ROZBOR PROBLEMATIKY POHONU VENTILŮ

Servoventil je akční člen převádějící signál na změnu průtoku kapaliny. Skládá se z elektrického pohonu a ventilu, často doplněnými převodovkou, snímači polohy a dalším příslušenstvím.

Volba pohonu se odvíjí od požadavků konkrétní aplikace, kdy vycházíme z typu použitého ventilu, prostředí ve kterém je ventil umístěn, dostupných zdrojů energie pro změnu stavu ventilu a dalších požadavků, např. chování po odpojení ovládaní, rychlost změny stavu, spolehlivost.

1.1 Příklady vyráběných pohonů kulových ventilů

V této kapitole jsou uvedeny příklady servopohonů ventilů. Vybrané modely od výrobce Siemens jsou zástupci řad pohonů určených především pro oblasti topení a vzduchotechniky, postrádají větší možnosti nastavení a modifikací. Představené řešení firmy Auma je komplexní, kdy výrobce nabízí široké možnosti konfigurace pro požadavky konkrétních aplikací.

1.1.1 Siemens SMP28

Pohon Siemens SMP28 je určen pro využití v oblasti topení a vzduchotechniky. Napájený je střídavým napětím 230 V. Ovládaní zajišťuje spínání ovládací fáze, po jejím připojení se ventil začne otevírat. Po odpojení spínané fáze se ventil začne zavírat. Při odpojení napájení zůstane ventil v poslední poloze. Výchozí směr otevírání je pevně dán. Zpětná vazba pro nadřazený systém je realizována pomocným spínačem, který je spojen, pokud je ventil úplně otevřen. Pohon umožňuje ruční ovládaní a v případě změny stavu svítí informační svítivá dioda. Pohon dále disponuje vytápěním pro zabránění kondenzace, které je ovládáno nadřazeným systémem. Maximální udávaný točivý moment je 18 Nm a maximální spotřeba je 6,5 W a nastává při otevírání a zapnutém vytápění. Čas potřebný k přeběhu je 60 s (Siemens, 2016a).



Obr. 1.1 – Pohon Siemens GLB111.9E/MO (Siemens, 2016b)

1.1.2 Siemens GLB111.9E/MO

Pohon Siemens GLB111.9E/MO (Obr. 1.1) je určen pro nasazení v oblastech chlazení, topení a vzduchotechnice. Napájený je střídavým napětím 25 V. Ke komunikaci s nadřazeným systémem je využívána sběrnice s protokolem Modbus. Pohon je diskrétně nastavitelný, kdy požadovaná hodnota je 0 až 100 a poskytuje zpětnou vazbu o své aktuální poloze. Má funkce nastavení výchozího směru otáčení, adaptačního režimu, diagnostiku a další uvedené v (Siemens, 2016b). Pohon umožňuje ruční ovládání pákou. Obsluha je informována vícebarevnou svítivou diodou. Maximální točivý moment je 10 Nm a maximální udaná spotřeba je 2,5 W. Doba přeběhu je 150 s (Siemens, 2016b).



Obr. 1.2 – Pohon Siemens SMP28 (Siemens, 2016b)

1.1.3 Auma SQR 05.2 + Auma AC 01.2

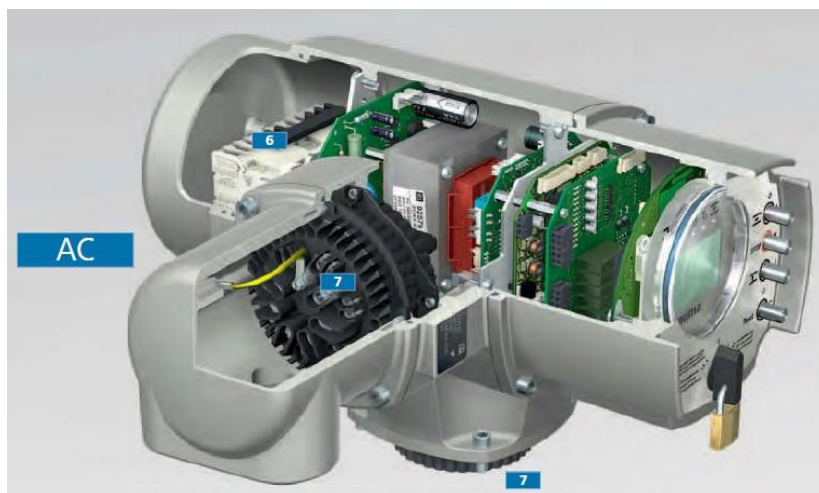
Tento příklad ovládání ventilu se skládá ze dvou částí a to z pohonu Auma SQR 05.2 a jeho řídicí jednotky Auma AC 01.2. Tento Servopohon je určen pro použití v různých oblastech průmyslu, například vodohospodářství nebo zpracování ropy. Pohon je tvořen motorem, šnekovou převodovkou, mechanickými dorazy krajních poloh a jejich spínači, snímáním točivého momentu a dalšími částmi. Pohon je určen pro krokové ovládání ventilu a jeho úhel otáčení je nastavitelný. Napájení závisí na zvoleném motoru, ale jedná se vždy o střídavé napětí. Součástí pohonu je také kolo pro nouzové ruční ovládání. Doba přestavení je udávána 8 s až 32 s a maximální točivý moment v regulační režimu je 75 Nm (Auma, 2016,



Obr. 1.3 – Pohon Auma SQ, stejný vzhled jako SQR (Auma, 2016)

2017).

Samostatný pohon Auma SQR 05.2 (Obr. 1.3) má velmi omezenou funkci. Pro rozšíření možností jeho řízení a diagnostiky je doplněn řídicí jednotkou Auma AC 01.2. Ta umožní lepší komunikaci s nadřazeným systémem i s obsluhou. Konkrétní možnosti závisí na specifikování požadavků, jejich přehled je v brožuře (Auma, 2016). Jsou podporovány možnosti připojení pomocí Profibus, Modbus, Foundation Fieldbus, HART, případně bezdrátově nebo optickou linkou. Rozhraní pro obsluhu na místě je realizováno displejem, svítivými diodami a tlačítky (Auma, 2016).



Obr. 1.4 – Řídící jednotka pohonu Auma AC (Auma, 2016)

1.2 Druhy ventilů

Dělení podle funkce ventilu:

- spínání průtoku,
- ovládání průtoku,
- ovládání směru toku,
- tlaková pojistka,
- pojistka průtoku.

Mezi ventily určené pro spínání průtoku patří kulové ventily, šoupě, membránové ventily a sedlové ventily. Nejběžnější jsou kulové ventily. U kulového ventilu tvoří překážku koule s otvorem. V závislosti na jejím natočení prochází médium otvorem nebo je zastaveno povrchem koule. Ovládání je provedeno otočením koule o 90° a dochází k uzavření nebo otevření ventilu. Šoupě uzavírá tok vsunutím desky do toku kapaliny. Ovládání probíhá šroubováním dřívku pohybujícím s deskou. Ke změně stavu dochází postupně, nevznikají tak tlakové rázy. V membránových ventilech slouží k uzavírání plastová nebo gumová membrána. Změna stavu probíhá rychle. Membránové ventily zvládají velký počet provozních cyklů. Sedlový ventil uzavírá průtok kuželkou umístěnou na dřívku. Je pomalý a díky konstrukčnímu uspořádání umožňuje menší průtok oproti šoupěti nebo hradlovému ventilu (Adkins, 2013).

Jehlový ventil a kuželový ventil jsou vhodné k proporcionálnímu ovládání průtoku. Jehlový ventil je tvořen kuželkou zasouvající se do otvoru. Je vhodný pouze pro malé průtoky. Umožňuje velmi přesnou regulaci průtoku. Na obdobném principu funguje i kuželový ventil, jehož uspořádání umožňuje vyšší průtok za cenu horší regulace. Pro nízkotlakové aplikace, kde nevádí nižší přesnost regulace průtoku, lze použít kulový ventil (Adkins, 2013).

Nejjednodušším ventilem pro ovládání směru toku je jednocestný ventil, který umožňuje téci kapalině pouze jedním směrem. Pro přepojování okruhu slouží vícecestné ventily, kdy se nejčastěji používá kulový ventil s více výstupy, případně i vstupy, nebo klapka (Adkins, 2013).

Ventily s funkcí tlakové pojistky mají za úkol v případě překročení daného tlaku rychle uvolnit velké množství kapaliny a tím zabránit případným škodám (Adkins, 2013).

Ventily zabraňující nadměrnému průtoku se v případě překročení daného průtoku kapaliny uzavřou a znemožní průtok kapaliny (Adkins, 2013).

1.3 Dělení pohonů podle zdroje energie

Každý pohon ventilu potřebuje pro svou činnost energii. Nejběžněji se využívá mechanické, pneumatické, hydraulické nebo elektrické energie.

U mechanických pohonů působí síla na páku nebo kolo. Původem této síly je osoba nebo stroj, kterého je ventil součástí (Heney, 2005).

Pneumatické a hydraulické pohony využívají energii stlačeného média, kterou převádí na pohyb ventilu. Vyžadují rozvod stlačeného vzduchu nebo kapaliny, který je složitější než u elektrických pohonů. Absence jisker a minimální kumulace tepla je zvýhodňuje pro použití v prostředích se zvýšeným nebezpečím požáru nebo výbuchu. Hydraulické pohony jsou vhodné především pro aplikace, kde je potřebná velká síla (Ledger, 2012).

Elektrické pohony mohou být napájeny stejnosměrně nebo střídavě, jednofázově nebo třífázově, různými hodnotami napětí. Jsou využívány rozličné druhy elektrických motorů a solenoidy. Ve většině případů jsou elektrické motory doplněny převodovkou kvůli požadavku na zvýšení točivého momentu motoru (Heney, 2005; Ledger, 2012).

1.4 Převodová ústrojí servopohonů

Pohon potřebuje vyvinout určitou sílu pro pohyb ventilem. Překonává odpory uložení, těsnění ventilu, hydrodynamické síly a další. Tyto odpory se liší pro každý ventil. Elektrické motory při určitých rozměrech disponují omezeným točivým momentem. Pro jeho zvýšení se využívají převodovky. Účelem převodovek může být změna otáčivého pohybu na pohyb lineární, který je potřebný pro ovládání určitých typů ventilů. Při výběru převodového soukolí závisí na potřebné síle, charakteru pohybu, použitém motoru a prostorových požadavcích (Ledger, 2012, Foszcz, 2002).

Šneková převodovka se skládá z hnaného šneku a poháněného kola. Převodový poměr je dán počtem zubů hnaného kola a počtem závitů šneku. Osy šneku a poháněného kola jsou vzájemně kolmé. Nejčastěji se používá u čtvrtotáčkových ventilů, kde má malé prostorové požadavky. Pro víceotáčkové ventily není vhodný kvůli malé efektivnosti, kdy dochází k velkým ztrátám způsobeným třením^o(Ledger, 2012).

Přímý převod je složen z dvou ozubených kol, jejichž osy jsou vzájemně rovnoběžné. Převodový poměr je dán poměrem počtu zubů hnaného a poháněného kola. Vhodné pro ventily ovládané více otáčkami nebo jako součást lineárních převodů. Dosahují účinnosti až 90 % (Ledger, 2012).

Kuželový převod má stejné vlastnosti jako přímý převod, ale osy hnaného a poháněného kola nejsou vzájemně rovnoběžné, nejčastěji svírají úhel 90°(Ledger, 2012).

1.5 Další části servoventilů

Servoventil potřebuje ke své funkci další součásti kromě pohonu, především kvůli zpětné vazbě nutné k jeho řízení a bezpečnostní prvky bránící poškození motoru, ventilu a dalším škodám. Složitost servoventilu závisí na způsobu jeho řízení a požadavcích regulace.

Koncové spínače jsou umístěny na koncích chodu ventilu a slouží k vypnutí pohonu při dosažení krajní polohy. Nejčastěji jsou realizovány jako kontaktní mechanické spínače. Dále se používají indukční nebo Hallovy bezkontaktní snímače. Obdobnou funkci plní polohové snímače, které určují stav ventilu mezi úplným otevřením a zavřením. Jsou potřebné pro diskrétní, případně spojitě řízení^o(Ledger, 2012, Foszcz, 2002).

Snímání točivého momentu slouží jako bezpečnostní pojistka. Při překročení nastavené úrovně dojde k zastavení pohonu. Snímání točivého momentu je nutné, pokud je ventil regulován podle momentových křivek. Tento způsob řízení snižuje opotřebení ventilu (Foszcz, 2002).

Proud motoru měříme kvůli jeho ochraně, kvůli zabránění jeho přetížení. Pomocí změřeného proudu můžeme přibližně určit výstupní moment ze známých parametrů motoru a převodovky.

Je třeba zajistit stav servoventilu po výpadku napájení. U elektrických pohonů je vhodné instalovat baterii. Po detekování výpadku primárního napájení dojde k přepnutí na baterii, nastavení polohy do přednastavené pozice a případně odeslání informace o výpadku nadřazenému systému. Některé ventily mohou mít v sobě zabudovanou pružinu, která nastaví ventil do příslušné pozice. Toto řešení je běžné u pneumaticky nebo hydraulicky ovládaných

ventilů. Většina pohonů ventilu umožňuje obsluhu ruční ovládání pro případ výpadku napájení nebo komunikace s nadřazeným systémem. Je nutné oddělit ruční ovládání od elektrického kvůli bezpečnosti obsluhy (Heney, 2005, Ledger, 2012).

Servoventil musí obsahovat část pro přijímání signálů týkajících se jeho činnosti. Pohony jsou spínané přímo napěťovou úrovní, spínanou fází, nebo je signál digitální. Jsou využívány průmyslové sběrnice jako např. Modbus, Profibus, HART a jiné.

Servoventily obsahují další části, které se liší dle konstrukce a požadavků na pohon. Jmenovitě například napájecí obvody motoru, snímačů, logické a komunikační části, ochrany proti přepětí, podpětí, teplotám, vyhřívání, informační displej a další.

2 NÁVRH A REALIZACE SERVOVENTILU

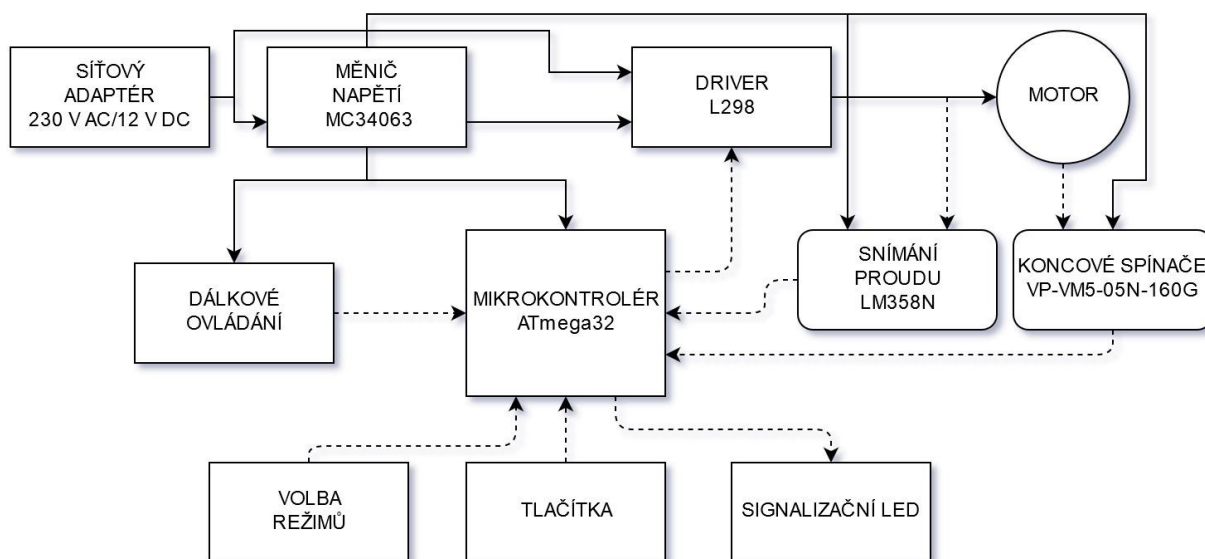
Požadavky na navržený a realizovaný servopohon jsou:

- Napájení 12 V a maximálně 500 mA,
- montáž na standardní kulový ventil,
- snímání koncových poloh pomocí kontaktních spínačů,
- možnost dálkového ovládní,
- ochrana proti proudovému přetížení motoru.

Při realizaci konstrukce se předpokládá výroba pomocí 3D tisku plastových dílů s využitím běžného spojovacího materiálu.

2.1 Elektrická konstrukce

Elektronika servoventilu je rozdělena na dvě desky plošných spojů z důvodů snazšího oživení osazených desek a možnosti využití vývojového kitu k ovládní motoru ve fázi vývoje.



Obr. 2.1 – Blokové schéma servopohonu

Blokové schéma znázorňuje Obr. 2.1.

První deska obsahuje části k úpravě napětí, připojení a napájení motoru, impedanční oddělení a filtraci snímaného napětí. Tato deska umožňuje s vhodným vývojovým kitem kompletní řešení ovládní pohonu. Seznam použitých součástí pro tuto část je v Tab. 2.1.

Tab. 2.1 – Seznam součástek výkonové části

Označení ve schématu	Součástka	Hodnota
C1, C8	elektrolytický kondenzátor	470 μ F, 16 V
C2	keramický kondenzátor	470 pF
C3	elektrolytický kondenzátor	100 μ F, 35 V
C4	elektrolytický kondenzátor	100 μ F, 25 V
C5, C6	keramický kondenzátor	100 nF
C7	keramický kondenzátor	33 nF
D1, D2, D3, D4, D5	dioda	1N5819
IC1	dvojitý H-můstek	L298
IC2	operační zesilovač	LM358N
J1	napájecí konektor	jack
JP1, JP2	kolíková lišta	1x4
L1	cívka	220 μ H
L2	cívka	1 μ H
R1	odporový trimr	5 k Ω
R2, R8	rezistor	1,2 k Ω
R3, R5	rezistor	0,33 Ω
R6, R7, R8	rezistor	47 k Ω
U\$1	stejnoseměrný měnič napětí	MC34063
X1, X2	šroubovací svorky	W237-132

Druhá deska obsahuje mikrokontrolér s jeho příslušenstvím, rozhraní pro programování mikrokontroléru, konektory pro připojení spínačů, tlačítek a připojení přijímacího modulu dálkového ovládání. Seznam použitých součástek je v Tab. 2.2.

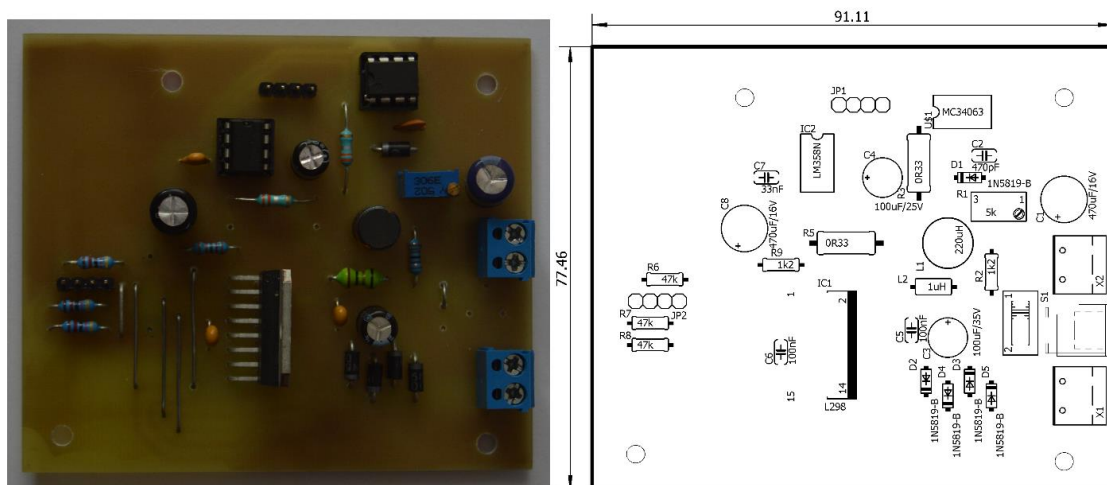
Tab. 2.2 – Seznam součástek řídicí části

Označení ve schématu	Součástka	Hodnota
C1, C2	keramický kondenzátor	22 pF
C3, C4	keramický kondenzátor	100 nF
IC1	mikrokontrolér	ATmega32-P
JP1, JP2, JP4, JP5, JP7, JP8	kolíková lišta	1x4
JP3	dutinková lišta	1x7
JP6	kolíková lišta	1x2
JP9	kolíková lišta	2x3
JP10	kolíková lišta	1x3

Tab. 2.3 – Seznam součástek řídicí části - pokračování		
Označení ve schématu	Součástka	Hodnota
L1	cívka	220 μ H
Q1	krystal	16 MHz
R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R9	rezistor	47 k Ω
R8	rezistor	220 Ω
S1	tlačítko	-

2.1.1 Rozložení součástek na plošných spojích

Rozložení součástek na plošném spoji s výkonovou částí elektroniky je zobrazeno na

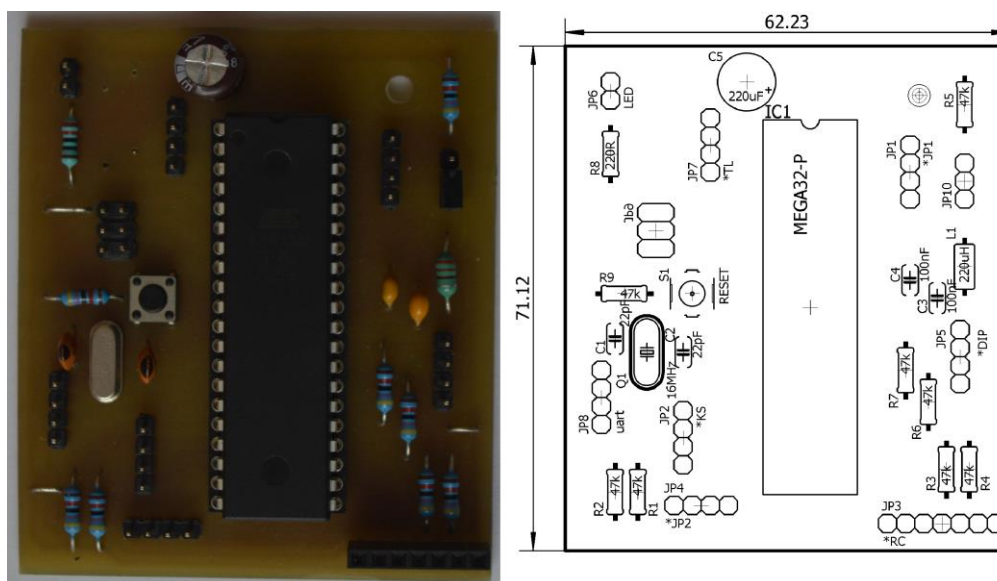


Obr. 2.2 – Osazení součástek na výkonové DPS

Obr. 2.2. Popis konektorů je v Tab. 2.4. Oproti návrhu je vynechán spínač S1, který je nahrazen drátovou propojkou a není osazen napájecí konektor Jack J1, který nahrazují šroubovací svorky X2.

Tab. 2.4 – Popis konektorů výkonové desky plošných spojů

Označení ve schématu	Určení konektoru	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4
JP1	Propojení s řídicí DPS	Snímané napětí	GND	+5 V	GND
JP2	Propojení s řídicí DPS	ENABLE	INPUT 2	INPUT 1	GND
J1	Napájení	neosazeno			
X1	Napájení	OUT 2	OUT 1	-	-
X2	Motor	+12 V	GND	-	-



Obr. 2.3 – Osazení součástek na řídicí DPS

Osazovací plán plošného spoje s řídicí částí elektroniky je na Obr. 2.3. Popis rozložení konektorů je v Tab. 2.5. Konektor pojmenovaný JP10 slouží k připojení napájení mikrokontroléru. Pokud je potřeba provést testování bez ovlivnění mikrokontrolérem, stačí tento spoj rozpojit.

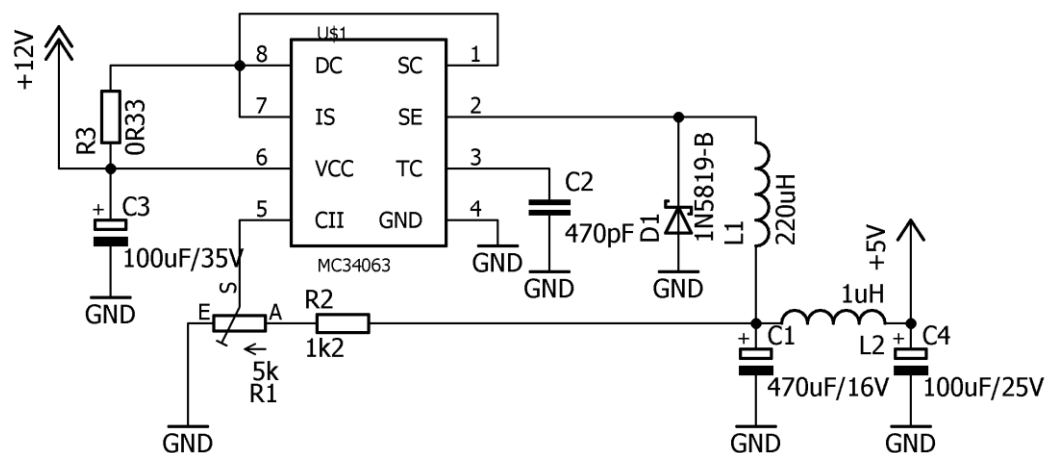
Tab. 2.5 – Popis konektorů řídicí desky plošných spojů

Označení ve schématu	Určení konektoru	Pin						
		1	2	3	4	5	6	7
JP1	Řídicí DPS	Snímané napětí	GND	+5 V	GND	-	-	-
JP2	Koncové spínače	KS 1	GND	KS 2	GND	-	-	-
JP3	Dálkové ovládání	GND	+5 V	D0	D1	nepřipojeno		VT
JP4	Řídicí DPS	GND	INPUT 1	INPUT 2	ENABLE	-	-	-
JP5	DIP spínač	GND	1	2	GND	-	-	-
JP6	LED	GND	LED	-	-	-	-	-
JP7	Tlačítka	GND	2	GND	1	-	-	-
JP8	UART	+5 V	TX	RX	GND	-	-	-
JP9	ISP	MISO	+5 V	SCK	MOSI	RESET	GND	
JP10	Napájení	VCC	+5 V	nepřipojeno	-	-	-	-

2.1.2 Napájení

K napájení pohonu je vhodné použít síťový adaptér se stejnosměrným výstupem 12 V 500 mA.

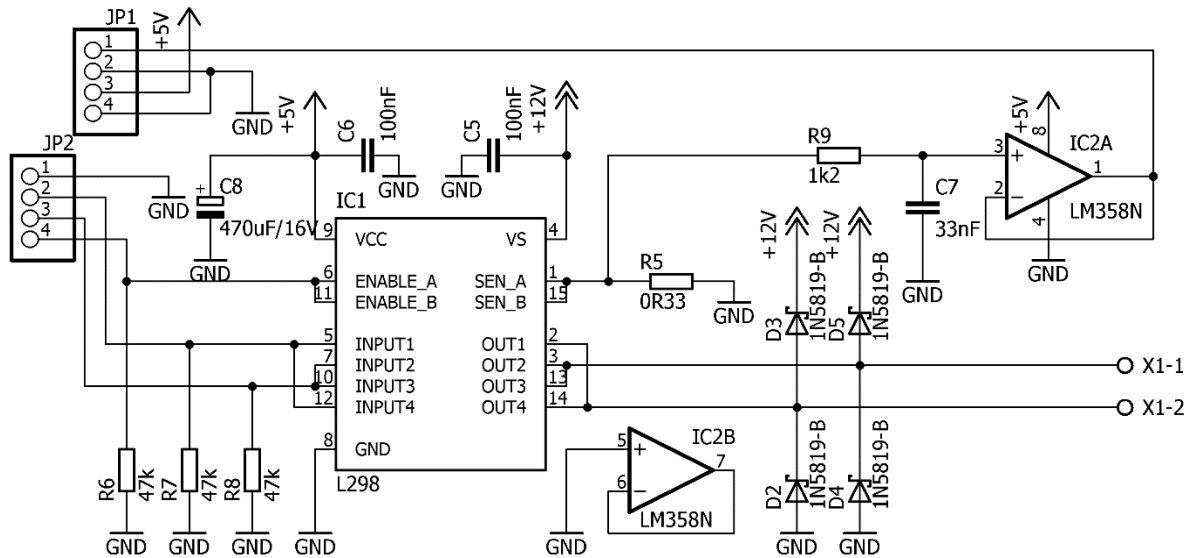
Jako zdroj napětí 5 V je použit spínaný napěťový měnič s řídicím obvodem MC34063A od výrobce STMicroelectronics (STMicroelectronics, 2013). Měnič je v modifikovaném zapojení doporučeném výrobcem typu step-down, jehož zapojení je na Obr. 2.4. Napětí 5 V je použito pro napájení mikrokontroléru, modulu pro příjem rádiového signálu, logické části, driveru motoru, obvodu s operačními zesilovači, tlačítek a koncových spínačů.



Obr. 2.4 – Elektrické schéma napěťového měniče

Pro napájení elektrického motoru je zvolen dvojitý H-můstek L298 výrobce STMicroelectronics (STMicroelectronics, 2000). Oba můstky jsou zapojeny paralelně pro menší a rovnoměrnější zatížení součástky.

Proud tekoucí motorem je snímán na odporu. Napětí na tomto odporu je filtrováno RC článkem a impedančně odděleno OZ zapojeném jako napěťový sledovač. Použit byl obvod LM358N. Schéma zapojení driveru a úpravy snímaného signálu jsou na Obr. 2.5.



Obr. 2.5 – Elektrické schéma driveru motoru

2.1.3 Motor

Je zvolen stejnosměrný motor s převodovkou SGM25F-370CHV-59.2-R od výrobce SGSTCL. Motor je určený pro napětí 12 V. Mezi vývody motoru byl přidán filtrační kondenzátor 100 nF.

2.1.4 Mikrokontrolér

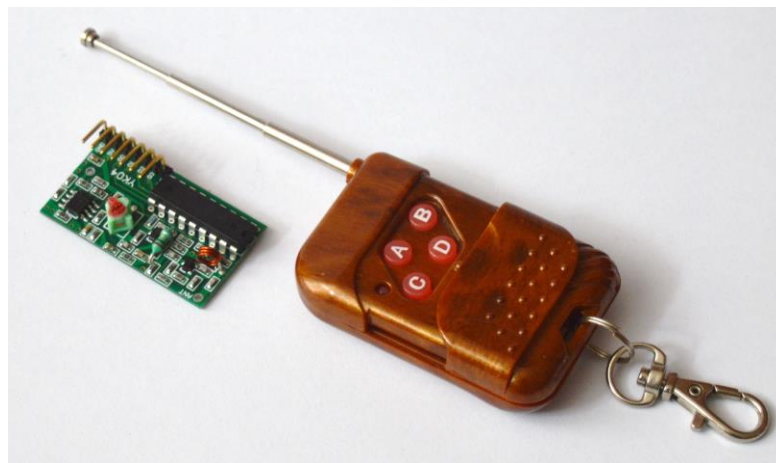
Při výběru mikrokontroléru rozhodly předchozí zkušenosti s rodinou mikrokontrolérů ATmega výrobce Atmel/Microchip, požadavky na vnější přerušování, integrovaný AD převodník a časovač. Použit je mikrokontrolér ATmega32 taktovaný na 16 MHz.

2.1.5 Koncové spínače

Pro určení koncových poloh jsou použity mikrospínače s rolnou VP-VM5 05N-160G od výrobce SWM. Jedná se o jednopólové přepínací mikrospínače se zdvihem 1 mm.

2.1.6 Dálkové ovládání

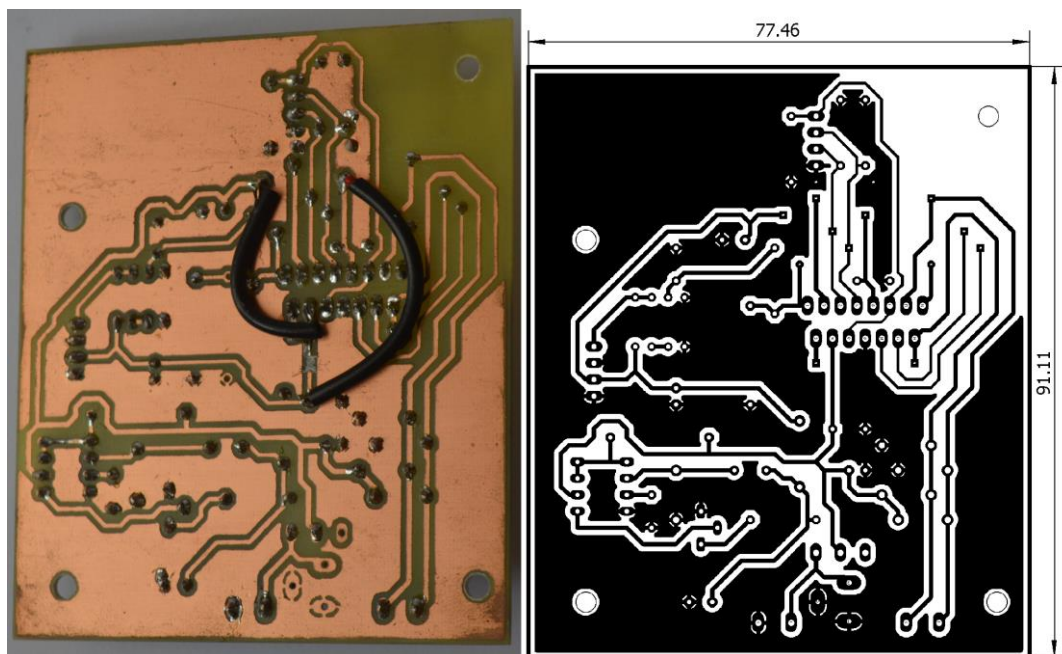
Dálkové ovládání je řešeno párem modulů postavených na integrovaných obvodech výrobce Princeton určených pro zabezpečovací systémy, dálkové ovládání vrat a další aplikace. Komunikace probíhá na frekvenci 315 MHz. Přijímač tvoří modul založený na integrovaném obvodu PT2272-M4. Vysílací modul je SCT2260. Párování modulů je realizováno pomocí osmibitové adresy. Funkčně moduly pracují jako prodloužení tlačítek na dálkovém ovladači. Po stisknutí jednoho z tlačítek dojde ke změně stavu na logickou úroveň 1 na příslušném výstupním pinu a na pinu VT přijímacího modulu. Po puštění tlačítka na dálkovém ovladači se změní stav obou pinů na logickou úroveň 0.



Obr. 2.6 – Dálkové ovládání

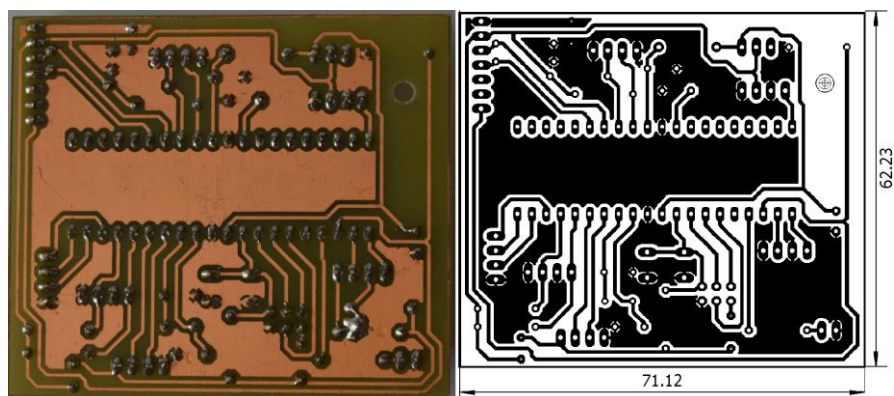
2.2 Oživení elektroniky

Nejprve byla vyrobena a osazena deska plošného spoje s obvody upravující napětí a s driverem motoru. Po připojení na zdroj 12 V byl odporovým trimrem nastaven napěťový měnič na požadovaných 5 V. Následně byl testován driver motoru nastavením příslušných vstupů. Na svorkách pro připojení motoru byly nečekané úrovně napětí. Následně bylo zjištěno, že při návrhu došlo k záměně napájení logické a výkonové části obvodu L298. Po úpravě plošného spoje funguje driver motoru správně (Obr. 2.7).



Obr. 2.7 – Výkonová DPS strana pájení a)Upravený původní návrh, b)Opravený návrh

Po zprovoznění řídicí desky s mikrokontrolérem bylo objeveno špatné připojení odporů na vstupu pro tlačítka (Obr. 2.8a). Plošný spoj byl upraven a pull-up rezistory jsou připojeny programově v mikrokontroléru. Byl vytvořen opravený návrh zobrazený na Obr. 2.8b.



Obr. 2.8 – Řídicí DPS ze strany pájení a) Zrealizovaný upravený původní návrh, b) Opravený návrh

2.3 Mechanická konstrukce

Návrh mechanické konstrukce pohonu byl proveden v prostředí Design Spark Mechanical.

Tab. 2.6 – Parametry servoventilu

hmotnost (včetně ventilu)	1,1 kg
šířka	190 mm
výška	190 mm
hloubka	150 mm
rozměr ventilu	DN ¼".

2.3.1 Ventil

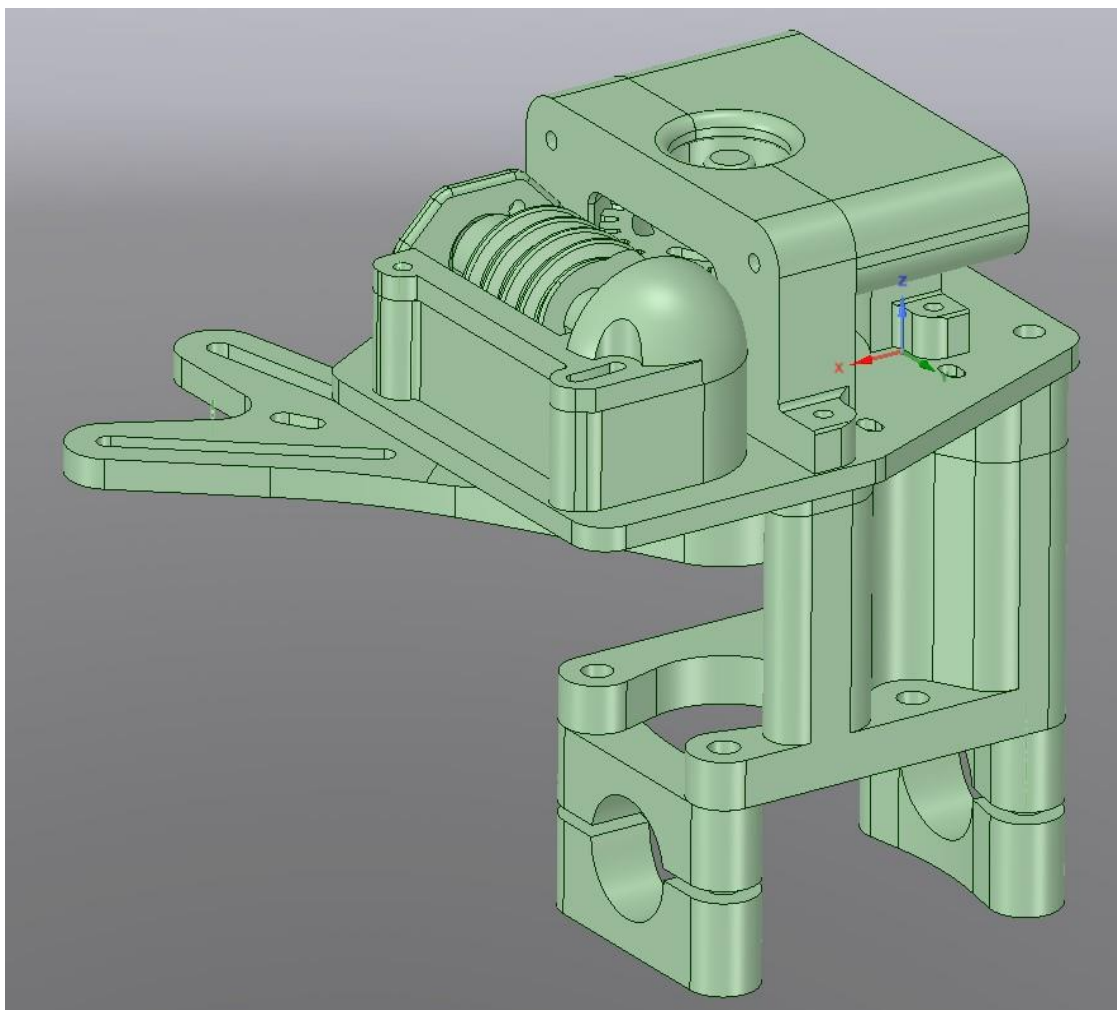
Pro demonstraci použití navrhovaného servopohonu byl zvolen kulový ventil výrobce Fratteli Fortis z řady 907. Je určen pro použití v rozvodech plynu nebo stlačeného vzduchu. Konkrétně je použit rozměr DN ¼".

2.3.2 Umístění elektroniky

Elektronika je umístěna v modifikované rozbočovací krabici o rozměrech (153, 110, 66) mm. Úpravy krabice spočívají v doděláních otvorů pro tlačítka, DIP spínač a pro uchycení krabice k pohonu. Napájení pohonu, motoru a připojení koncových spínačů je vyvedeno z krabice připravenými průchodkami. Desky plošných spojů jsou přišroubovány na držáku zhotoveném z hliníkového plechu tloušťky 1 mm.

2.3.3 Převodové ústrojí

Z důvodu zvoleného uspořádání, potřeby zvýšit točivý moment a snížit rychlost otáčení je nutné použít převodovku s kolmým uspořádáním os hnaného a poháněného kola. Byla zvolena šneková převodovka s jednochodým šnekem a ozubeným kolem s 25 zuby. Šnek je jedním koncem nasunut na hřídeli motoru a druhým koncem umístěn v ložisku. Ozubené kolo je umístěno na hřídeli, jejíž konec je umístěn v ložisku, uprostřed je opřena o základnu pohonu a na jejím opačném konci je umístěna páka pohybující s pákou ventilu. Jsou použita kuličková ložiska 608ZR. Ozubeným kolem prochází šrouby, které složí jako stavitelné dorazy koncových spínačů.



Obr. 2.9 – Navržené mechanické části pohonu

2.4 Program

Program k ovládání pohonu je psán v jazyce C pro mikrokontroléry. K napsání programu byl použit software Atmel Studio 7. Ovládání pohonu funguje v několika režimech lišících se především v reakcích na nastalé události. Tyto události jsou:

- Stisknutí tlačítek,
- příjem signálu dálkového ovládání,
- spojení koncového spínače,
- překročení nastavené úrovně snímaného napětí,
- změna nastavení DIP spínače.

Příjem signálu z dálkového ovládání, spojení koncových spínačů a překročení nastavené úrovně snímaného napětí jsou řešeny jako obsluhy přerušení. Změna nastavení DIP spínače a stisk jednoho z tlačítek jsou řešeny v programu.

2.4.1 Režimy ovládání servopohonu

Režimy pohonu jsou voleny dvojitým DIP spínačem pomocí binárního kódu. Nastavený platný režim je uložen v proměnné *mode*. Změna režimu se projeví pouze při připojeném napájení a zastaveném motoru. Pokud dojde ke změně nastavení spínače volícího režim při běžícím motoru, dojde ke změně režimu po jeho zastavení.

První režim, pro *mode* je rovno 0, je pro budoucí využití. Indikační LED bliká a pohon nereaguje na stisk tlačítek ani na dálkové ovládání (Obr. 2.12b).

V druhém režimu, platném pro *mode* se rovná 1, dojde k rozeběhnutí motoru po stisku tlačítka a zastaví se po opětovném stisku tlačítka, spojení koncového spínače nebo překročení nastaveného proudu. Směr otáčení závisí na konkrétním tlačítku. Stejně pohon reaguje na dálkové ovládání. Střída signálu ovládající rychlost otáčení motoru je dána konstantou SPEED. Při spuštěném motoru simultánně běží AD převodník, na jehož vstup je připojena hodnota filtrovaného snímaného napětí odpovídající proudu tekoucího motorem. Pokud je výstupní hodnota AD převodníku větší než konstanta MAX_VOLTAGE, dojde k zastavení motoru spolu se světelnou indikací. Při spojení jednoho z koncových spínačů dojde k zastavení motoru a následnému pootočení zpět kvůli uvolnění zátěže mechanických částí. Druhý režim je vhodný pro přecházení mezi krajními polohami, kdy při správné funkci je po stisku tlačítka spuštěn přechodový děj a zastaví se v opačné krajní poloze.

Ve třetím režimu, platném pro *mode* se rovná 2, dojde k rozeběhnutí motoru po stisku tlačítka a zastaví se po uvolnění tlačítka. Směr otáčení závisí na stisknutém tlačítku. Obdobně

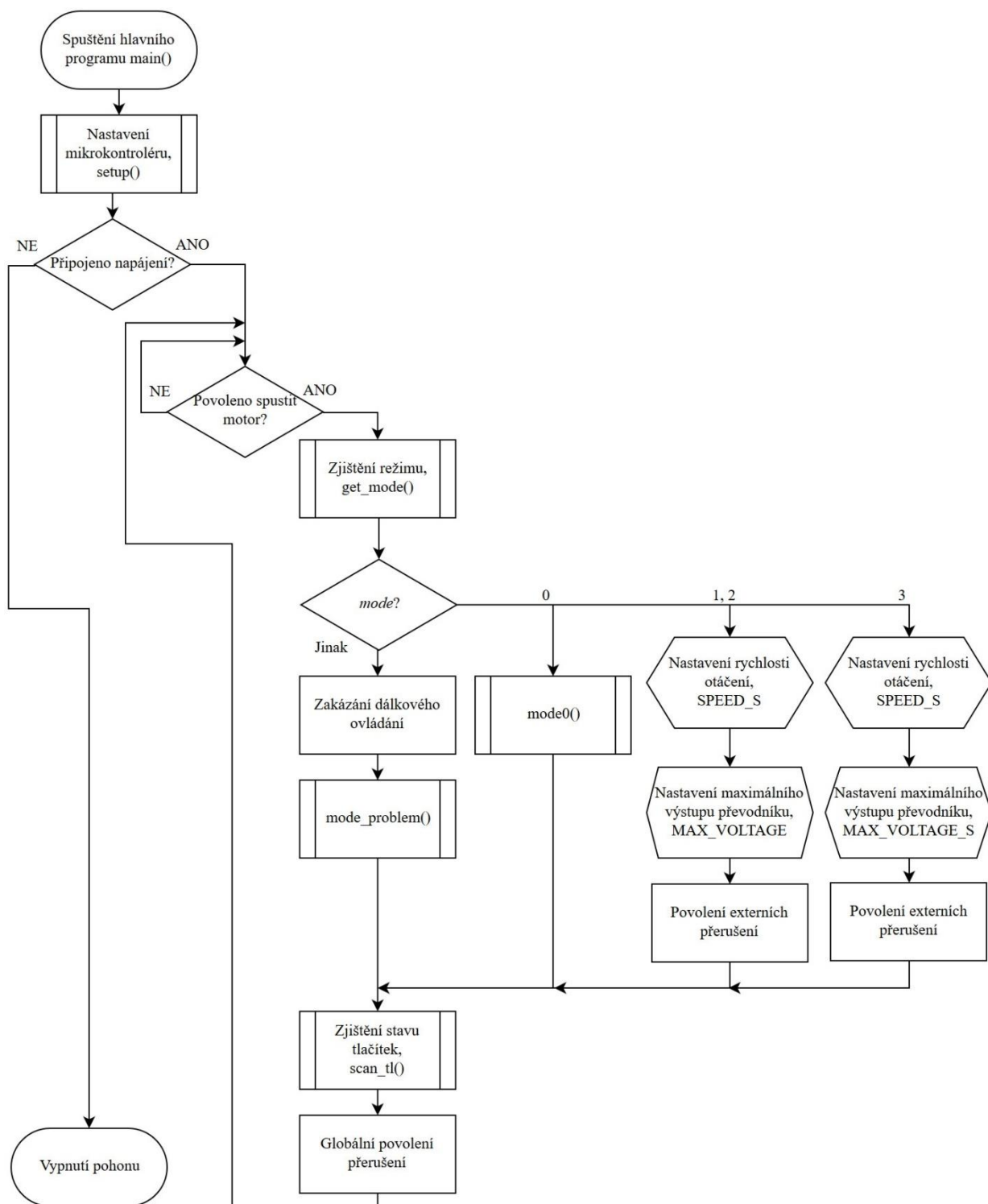
funguje dálkové ovládání. Rychlost otáčení motoru a úroveň napětí, nad kterou dojde k zastavení, je stejná jako v režimu platném pro *mode* je 1. Tento režim se hodí pro proporcionální nastavení průtoku ventilem.

Čtvrtý režim, aktivní při *mode* je rovno 3, reaguje na tlačítka stejně jako třetí režim. Příjem signálu dálkového ovládání neovlivní chod motoru, ale je pouze světelně signalizován. Konstanta *SPEED_S* udává rychlost otáčení motoru a konstanta *MAX_VOLTAGE_S* udává, nad jakou výstupní hodnotu AD převodníku dojde k zastavení. Rychlost otáčení i povolený maximální proud motorem jsou vyšší než ve třetím a čtvrtém režimu, proto jsou v tomto režimu více namáhány mechanické části a je vhodné jej používat příležitostně, například při mírném zatuhnutí ventilu.

2.4.2 Výchozí funkce programu

Ve výchozí funkci *main* je volána funkce *setup*, která provádí inicializaci mikrokontroléru. Funkce *main* dále obsahuje smyčku, kde pokud je motor zastaven, volá funkci *get_mode* (Obr. 2.12b), která zjišťuje volbu režimu pohonu a následně upravuje nastavení rychlosti, přípustné výstupní hodnoty AD převodníku a povolení nebo zakázání externích přerušení. Při každém průchodu smyčkou je voláno *scan_tl* pro zjištění stavu tlačítek (Obr. 2.10).

Funkce *setup* je volána vždy po spuštění mikrokontroléru pro nastavení vstupů a výstupů, všech přerušení, čítače ovládajícího rychlost motoru, AD převodníku včetně ustálení vnitřní napěťové reference a určení výchozího stavu tlačítek (Obr. 2.11c).



Obr. 2.10 – Výchozí funkce main

2.4.3 Spuštění a zastavení motoru

Driver motoru je ovládán třemi řídicími signály. Dva signály určují, jestli má být motor sepnutý a jakou polaritou. Signály nabývají logických úrovní, když se vzájemně liší a třetí signál je v logické úrovni 1, motor je spuštěn. Pokud jsou signály stejné, motor je zastaven

a nezávisí na stavu třetího signálu. Tyto dva signály se mění při požadavku na zastavení nebo rozběhnutí motoru.

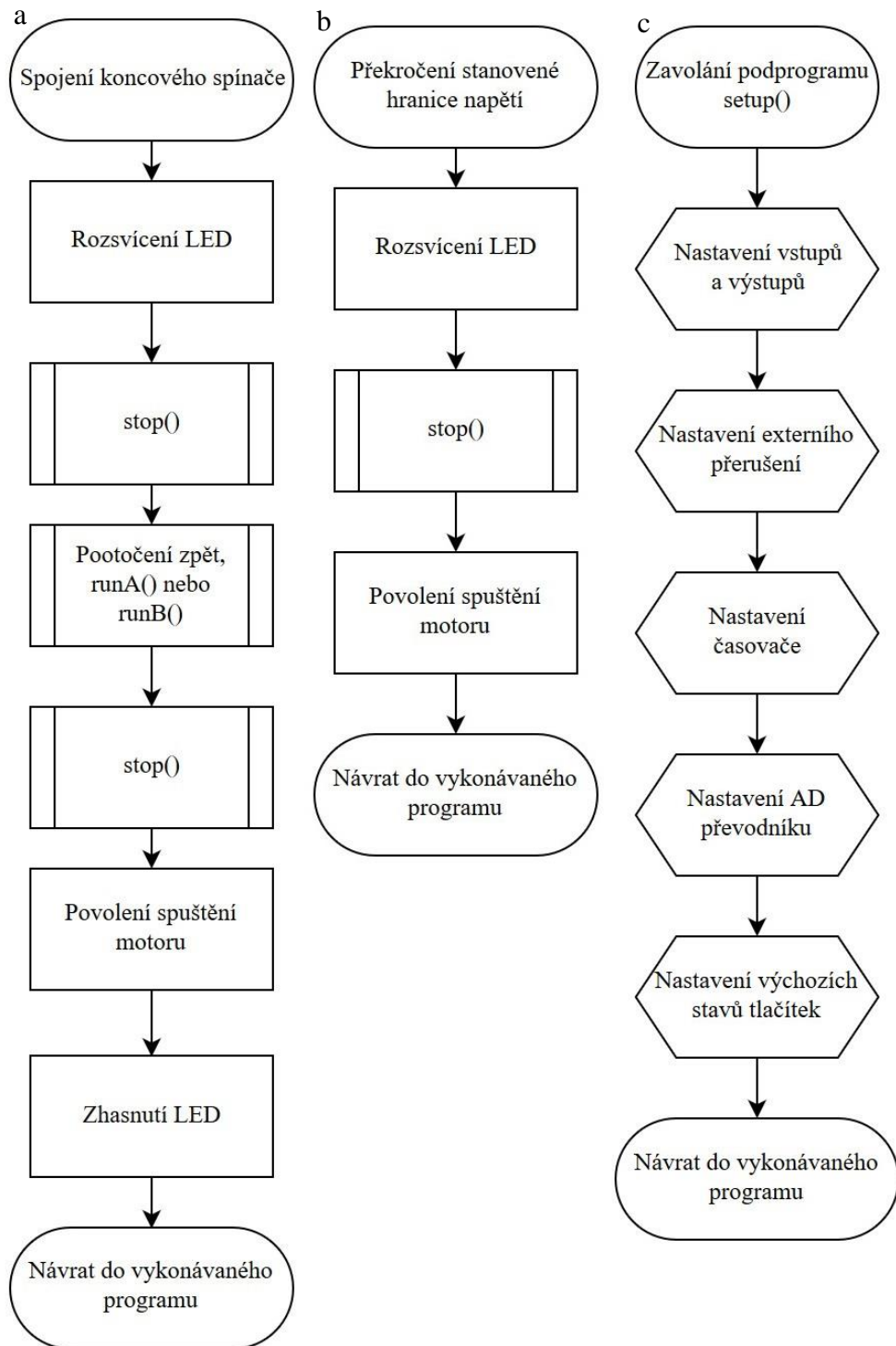
Třetí signál určuje rychlost otáčení svou střídou. Signál je neustále generován časovačem mikrokontroléru. Ke změně střídou dochází při změně režimu pohonu.

K spuštění motoru slouží funkce runA a runB lišící se v nastavení směru otáčení (Obr. 2.12c). Časová prodleva mezi spuštěním motoru a začátkem konverze AD převodníku je kvůli omezení vlivu spouštěcího proudu na programový běh. Tato prodleva je dostatečně krátká, aby nedošlo k poškození pohonu.

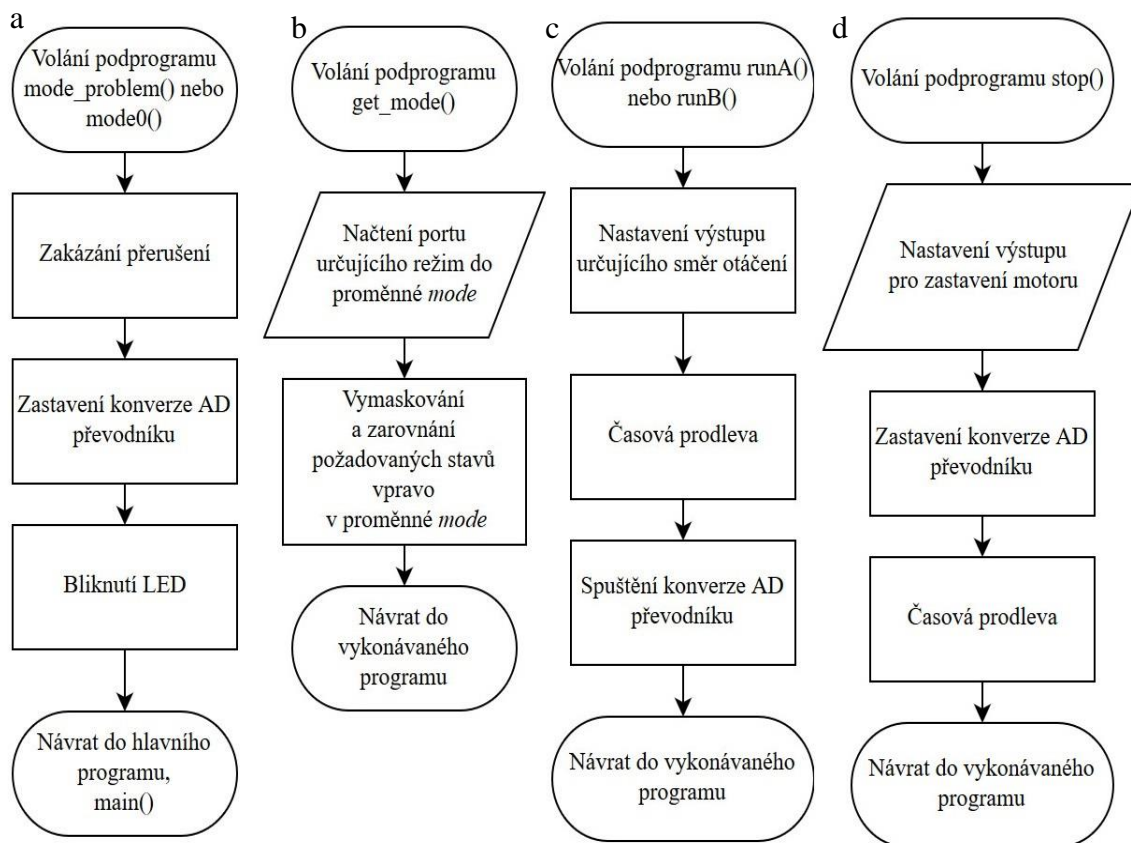
Funkce stop (Obr. 2.12d) zastaví motor pomocí signálů určujících spuštění motoru a pozastaví konverzi AD převodníku.

2.4.4 Proudová ochrana motoru

Po spuštění motoru je spuštěna simultánní konverze AD převodníku, kdy po každém dokončení převodu je vyvolán požadavek na přerušení. V obsluze přerušení je porovnávána získaná hodnota z převodníku se stanovenou hodnotou. Pokud je získaná hodnota vyšší než stanovená, je zastaven motor a rozsvícena signalizační LED (Obr. 2.11b). LED svítí, dokud není stisknuto tlačítko, případně než je přijat signál z dálkového ovládání.



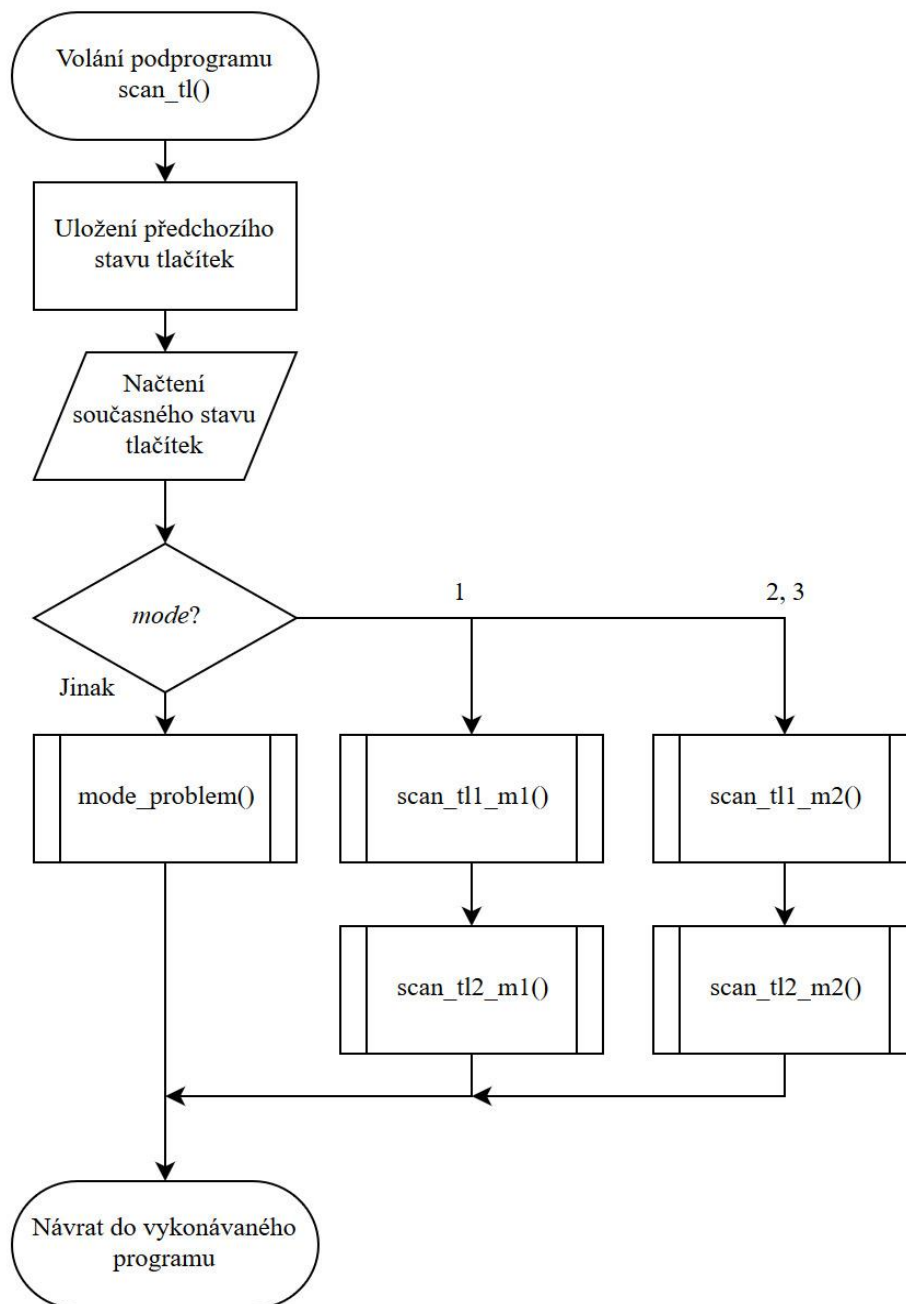
Obr. 2.11 – Vývojové diagramy částí programů a) Spojení koncového spínače, b) Překročení stanovené hranice napětí, c) setup



Obr. 2.12 – Vývojové diagramy částí programů a) mode_problem a mode0, b) get_mode, c) runA a runB, d) scan_rc

2.4.5 Koncové polohy servopohonu

Při spojení koncového spínače je generován požadavek na přerušení (Obr. 2.11a). V obsluze přerušení je rozsvícena signalizační LED a zastaven motor. Následně je motorem pootočeno zpět, aby došlo k uvolnění sil působících na převodová soukolí pohonu. Nakonec je zhasnuta LED.

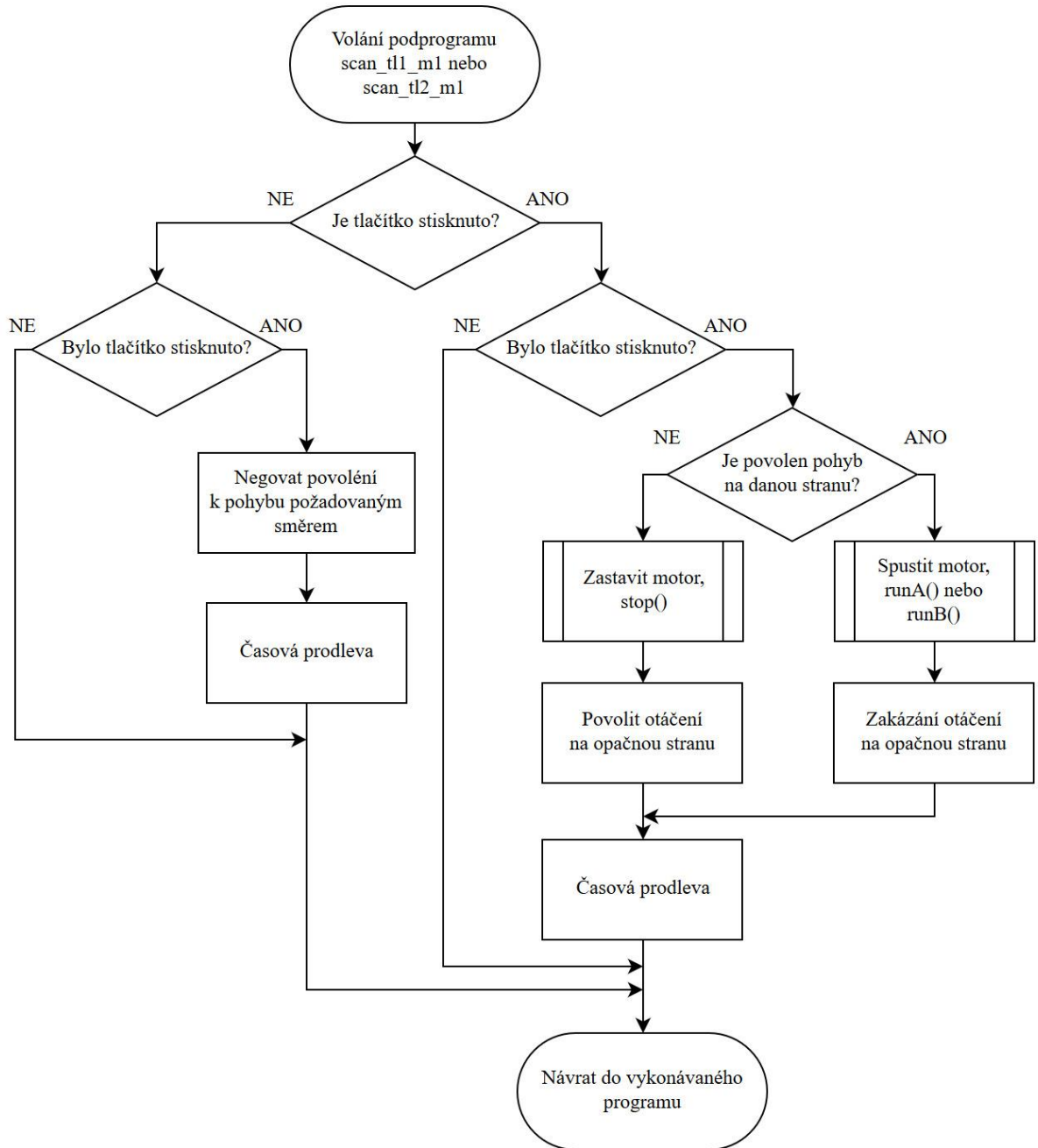


Obr. 2.13 – Vývojový diagram funkce scan_tl

2.4.6 Program tlačítek

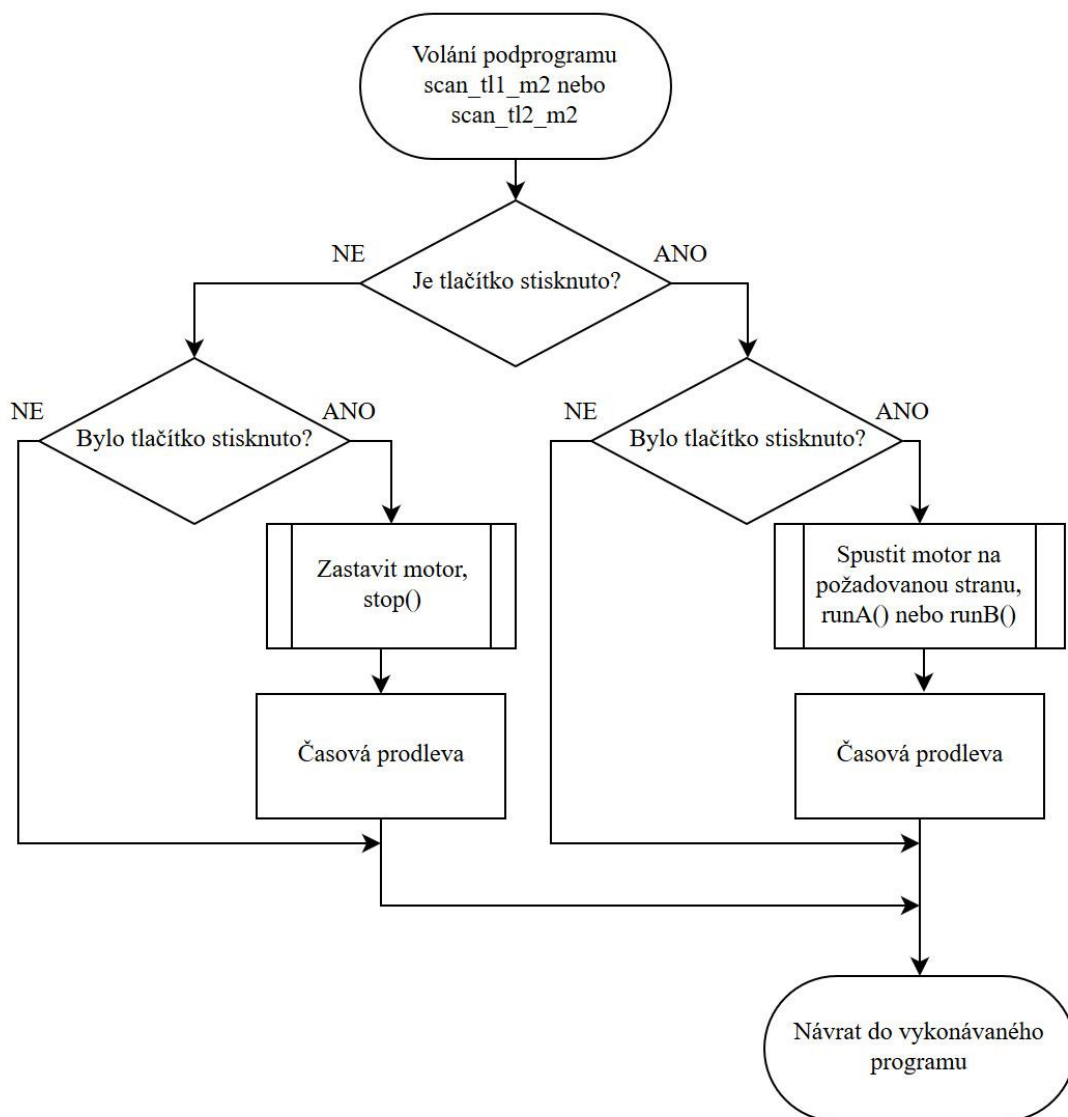
Funkce scan_tl (Obr. 2.13) určuje reakce na stav tlačítek podle zvoleného režimu podle hodnoty uložené v proměnné *mode*. Pokud je zjištěna platná hodnota, jsou volány příslušné funkce podle zvoleného režimu. Pokud je hodnota neočekávaná, je volána funkce mode_problem, která je stejná jako mode0 (Obr. 2.12a), ale liší se intervalem blikání LED.

V druhém režimu pohonu jsou volány funkce scan_tl1_m1 a scan_tl2_m1 (Obr. 2.14). Funkce slouží k ošetření zákmitů tlačítek, spuštění nebo zastavení motoru a náhlé změny směru. Funkce jsou stejné, až na vyvolaný směr otáčení.



Obr. 2.14 – Vývojový diagram částí programů scan_tl1_m1 a scan_tl2_m1

Pro třetí a čtvrtý režim jsou volány funkce scan_tl1_m2 a scan_tl2_m2 (Obr. 2.15). Tyto funkce plní stejnou úlohu jako funkce pro druhý režim, ale liší se ve stavu, kdy dochází ke změně stavu motoru. Rozdíly jsou popsány v kapitole Režimy ovládání servopohonu.



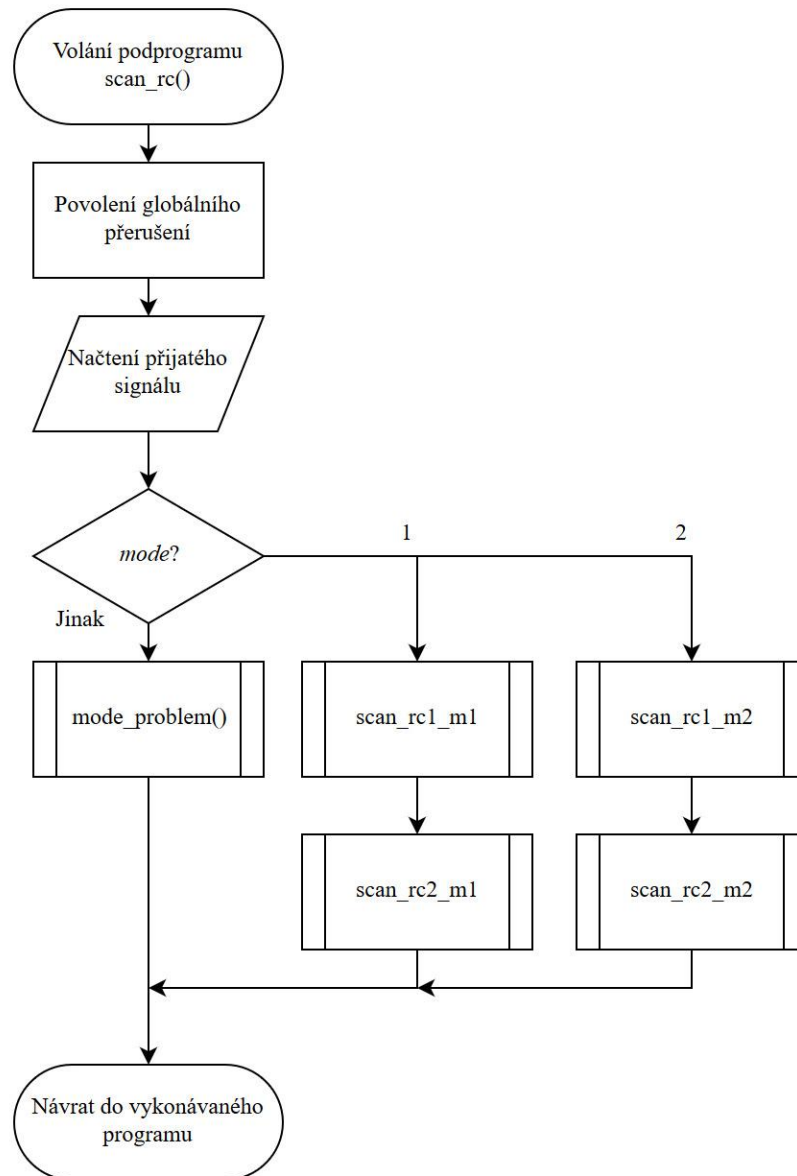
Obr. 2.15 – Vývojový diagram částí programů scan_tl1_m2 a scan_tl2_m2

2.4.7 Program zpracování signálu dálkového ovládání

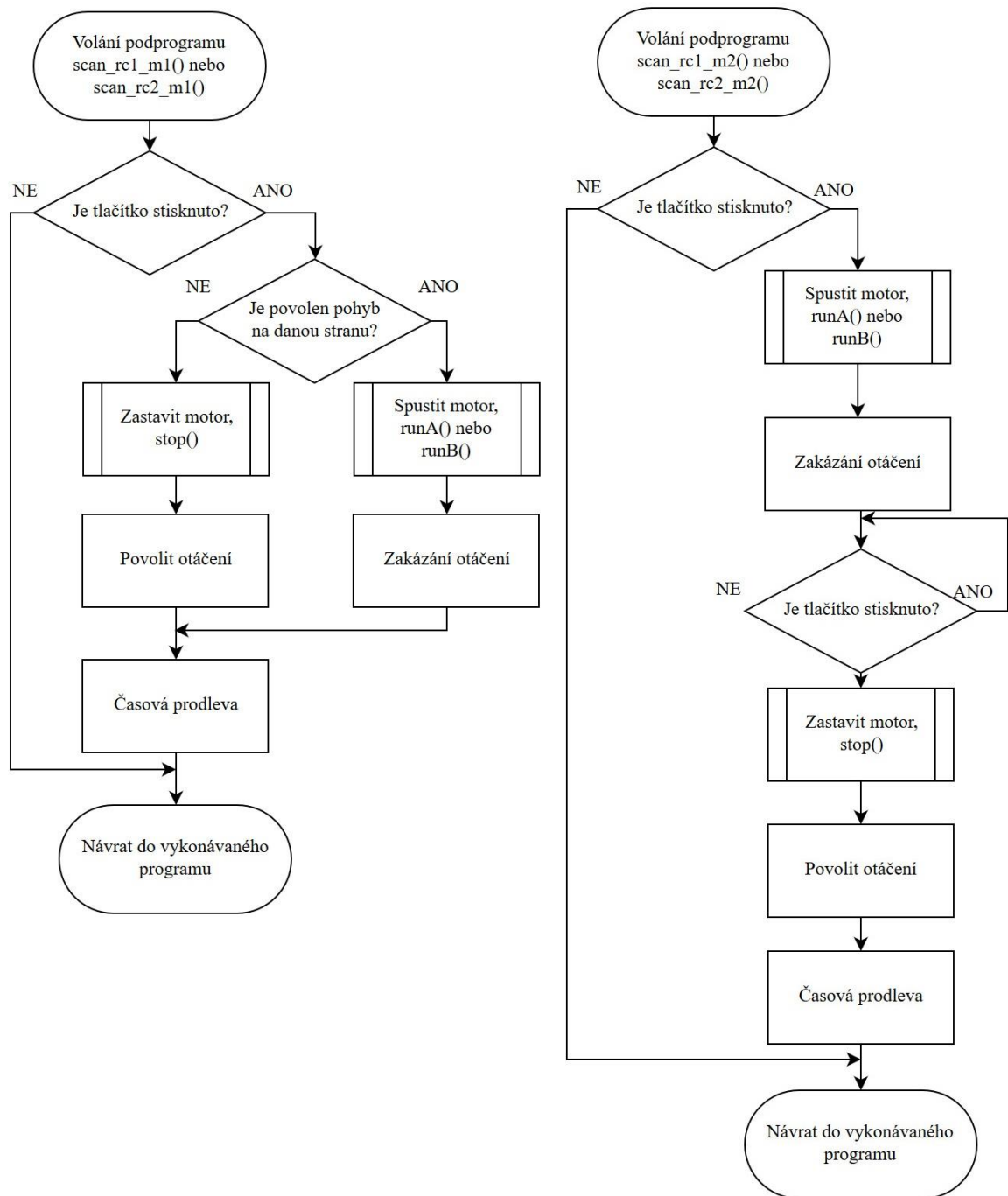
Při přijetí signálu dálkového ovládání je generováno přerušení v jeho obsluze je rozsvícena LED, zavolána funkce scan_rc (Obr. 2.16) a po ustálení zhasnuta LED. Funkce scan_rc je obdobná funkci scan_tl. Zjišťuje stav přijatých signálů a podle hodnoty *mode* volá příslušné funkce. Při neočekávané hodnotě dojde k zavolání funkce mode_problem.

Při nastaveném druhém režimu jsou volány funkce scan_rc1_m1 a scan_rc2_m1 (Obr. 2.17a). Plní stejnou úlohu jako funkce scan_tl1_m1 a scan_tl2_m1 s rozdílem, že neošetřují zákmity. Výstupní signál z přijímacího modulu dálkového ovládání je stabilní a netrpí kmitáním.

Funkce `scan_rc1_m2` a `scan_rc2_m2` (Obr. 2.17b) odpovídají `scan_tl1_m2` a `scan_tl2_m2`, ale bez ošetření kmitání signálu. V prvním a čtvrtém režimu nemá dálkové ovládání vliv na chování motoru.



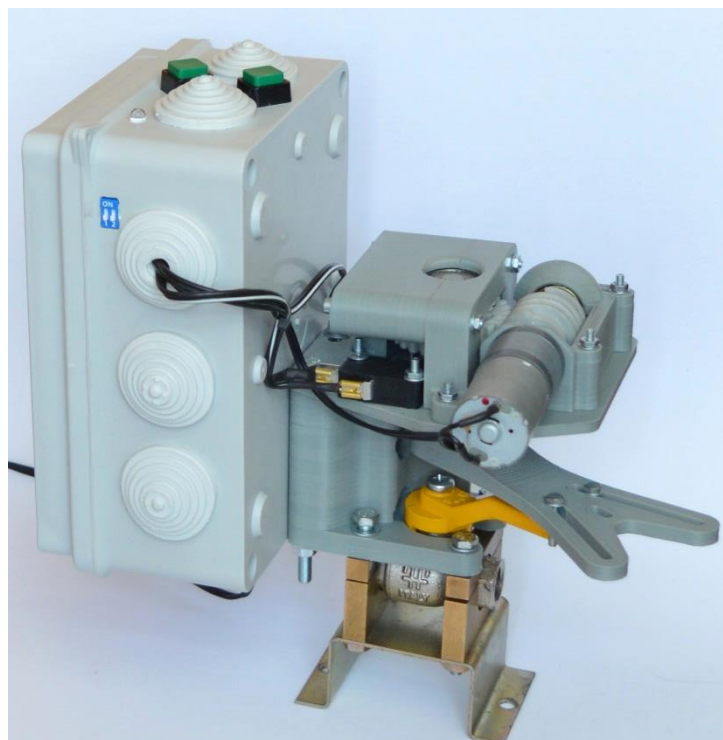
Obr. 2.16 – Vývojový diagram funkce `scan_rc`



Obr. 2.17 – Vývojové digramy funkcí a) scan_rc2_m1 a scan_rc2_m1 b) scan_rc1_m2 a scan_rc2_m2

3 ZHODNOCENÍ

Podářilo se navrhnout a zrealizovat funkční pohon kulového ventilu s ochranou proti přetížení motoru. Pohon umožňuje ovládání tlačítky nebo dálkovým ovládáním v různých režimech. K řízení pohonu je použit mikrokontrolér ATmega32. Mechanická konstrukce je tvořena převážně vytisknutými plastovými součástmi a běžně dostupným spojovacím materiálem. Mimo to byla použita plastová krabice na elektroniku, hliníkový držák desek plošných spojů a mosazné mezikusy k uchycení pohonu k ventilu. Vše bylo použito z důvodu ušetření času, který by byl potřebný k tisku.



Obr. 3.1 – Navržený servoventil

4 ZÁVĚR

Navržený servoventil splňuje zadané požadavky. Servopohon ovládá ventil v několika režimech, kdy je možné měnit stav otevření tlačítka nebo dálkovým ovládním. Byly úspěšně ověřeny možnosti výroby prototypů pomocí 3D tisku. Jako další postup by bylo vhodné zmenšit celkové rozměry pohonu, například v návrhu elektroniky je možné vynechat některé pull-up rezistory, které usnadnily proces testování, ale je možné je připojit vnitřně v mikrokontroléru. Dalším možným způsobem zmenšení pohonu je změnit propojení desek plošných spojů, kdy jsou nyní použity prostorově neefektivní kabelové propojky.

POUŽITÁ LITERATURA

ADKINS, M., 2013. Name that CONTROL VALVE. *Machine Design*. Vol. 85 (2013), No. 1, pp. 74 – 77. [online]. Cleveland: Informa. [citováno 11. 3. 2018]. ISSN 00249114.

Dostupné z:

<https://search.proquest.com/docview/1427269470/8A0AB3FBADBD450FPQ/1?accountid=17239>

AUMA Riester GmbH & Co. KG., 2016. *Electric actuators for industrial valve automation*.

[online brožura]. [citováno 6. 4. 2019]. Dostupné z: <https://www.auma.com/cz/documents/>

AUMA Riester GmbH & Co. KG., 2017. *Part-turn actuators SQ 05.2 – 14.2/SQR 05.2 – 14.2*

NORM. [online brožura]. [citováno 6. 4. 2019]. Dostupné z:

<https://www.auma.com/cz/documents/>

FOSZCZ, J. L., 2002. Valve actuators match valve motion. *Plant Engineering*. Vol. 56

(2002), No. 9, pp. 38 – 40. [online]. Barrington: CFE Media. [citováno 11. 3. 2018].

ISSN 0032082X. Dostupné z:

<https://search.proquest.com/docview/221048741?accountid=17239>

HENEY, P. J., 2005 Valves give the right directions. *Hydraulics & Pneumatics*. Vol. 58

(2005), No. 8, pp. 34 – 37. [online]. Cleveland: Informa. [citováno 12. 3. 2018].

ISSN 0018814X. Dostupné z:

<https://search.proquest.com/docview/213794991?accountid=17239>

LEDGER, J., 2012. Harness Electricity to Operate Valves. *Chemical Engineering Progress*.

Vol. 108 (2012), No. 6, pp. 33 – 37. [online]. New York: American Institute of Chemical Engineers. [citováno 12. 3. 2018]. ISSN 03607275. Dostupné z:

<https://search.proquest.com/docview/1022298805?accountid=17239>

Siemens s.r.o., 2016a. *Elektrické pohony pro kulové ventily* [online katalogový list].

23. 6. 2016 [citováno 5. 4. 2019]. Dostupné z:

https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/IBT/mereni_a_regulace/ventily_a_pohony/kulove_pohony/Documents/N4831.2_SMP28_SMP48_.pdf

- Siemens s.r.o., 2016b. *Rotační pohon s komunikací ModbusRTU pro kulové ventily. GLB111.9E/MO*. [online katalogový list]. 22. 9. 2016 [citováno 5. 4. 2019]. Dostupné z: https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/IBT/mereni_a_regulace/ventily_a_pohony/kulove_pohony/Documents/023_GLB111.9E_MO_A6V10881143_cz--_b%20.pdf
- STMicroelectronics, 2013. *MC34063AB, MC34063AC, MC34063EB, MC34063EC*. [online katalogový list]. 2013. [citováno 26. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/mc34063ac.pdf>
- STMicroelectronics, 2000. *L298*. [online katalogový list]. 2013. [citováno 5. 12. 2018]. Dostupné z: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/l298.pdf>
- Texas Instruments, 2019. *LMx58-N Low-Power, Dual-Operational Amplifiers*. [online katalogový list]. únor 2019. [citováno 6. 3. 2018]. Dostupné z: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm358-n.pdf>

PŘÍLOHY

A – CD

B – Montážní návod

C – Uživatelská příručka

D – Zdrojový kód

E – Návrh plastových dílů

Příloha k bakalářské práci
Servopohon kulového ventilu
Miloš Mládek

CD

OBSAH

- 1 Bakalářská práce.pdf
- 2 D-Návrh plastových dílů.zip
- 3 E-Zdrojový kód.c

Příloha k bakalářské práci

Servopohon kulového ventilu

Miloš Mládek

MONTÁŽNÍ NÁVOD

SESTAVENÍ POHONU KULOVÉHO VENTILU

OBSAH

	Seznam ilustrací	3
	Seznam tabulek	4
	ÚVOD	5
1	SESTAVENÍ SERVOPOHONU	6
1.1	Kompletace modulu se šnekem a motorem	7
1.2	Kompletace osy	8
1.3	Zajištění osy s pákou a nastavení koncových spínačů	8
1.4	Kompletace	11
2	PŘIČHCENÍ POHONU K VENTILU	13
3	ZÁVĚR	15

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 1.1 – Umístění osy, ložiska a motoru do spodního uložení.....	7
Obr. 1.2 – Připravený modul s šnekem a pohonem	7
Obr. 1.3 – Osa s převodovým kolem, vymezením a ložiskem	8
Obr. 1.4 – Uchycené koncové spínače k základně	8
Obr. 1.5 – Přichycení páky	9
Obr. 1.6 – Přidání koncových dorazů	9
Obr. 1.7 – Sestavení uchycení osy	10
Obr. 1.8 – Přidělení uchycení osy k základně.....	10
Obr. 1.9 – Připevnění krabice	11
Obr. 1.10 – Umístění elektroniky do krabice.....	11
Obr. 1.11 – Uchycení základny k pohonu	12
Obr. 1.12 – Zajištění vodičů a doplnění průchodek.....	12
Obr. 1.13 – Zarovnání páky pohonu a ventilu před instalací.....	13
Obr. 1.14 – Zarovnání pohonu vůči ventilu.....	13
Obr. 1.15 – Rovnoměrné mezery mezi úchyty	14
Obr. 1.16 – Nastavení kontaktů mezi pákami.....	14

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.1 – Mechanické části servopohonu.....	6
--	---

ÚVOD

V tomto montážním návodu je popsán postup sestavení pohonu pomocí ilustračních fotografií, včetně seznamu potřebných součástí a nářadí. Dále je zde uveden postup připevnění pohonu na ventil.

1 SESTAVENÍ SERVOPOHONU

Ke kompletaci pohonu ventilu jsou potřeba stranové klíče velikosti 5,5 mm, 7 mm a 8 mm. Nástrčné klíče 7 mm a 8 mm, Inbusové klíče H2 a H2,5 a křížový šroubovák PH1.

Tab. 1.1 – Mechanické části servopohonu

vytisknuté plastové díly	šnek
	spodní uchycení šneku
	vrchní uchycení šneku
	osa
	ozubené kolo
	vymezení
	základna
	páka
	uchycení osy A
	uchycení osy B
	tělo pohonu
	podložka
	plastové díly
spojovací materiál	šrouby, matice, podložky M3
	šrouby, matice, podložky M4
	šrouby, matice, podložky M5
	vruty 3,5x8 mm
ostatní	uchycení DPS
	kulový ventil Fratteli Fortis 907DN ¼"
	vrchní mosazné uložení ventilu
	dolní mosazné uložení ventilu

1.1 Kompletace modulu se šnekem a motorem

Motor je přišroubován k spodní části uložení šneka krátkými šrouby M3. Šnek je umístěn v ložisku 608ZR a následně v jednom kroku nasunut na hřídel motoru a vsazen s ložiskem do spodního uložení (Obr. 1.1).



Obr. 1.1 – Umístění osy, ložiska a motoru do spodního uložení



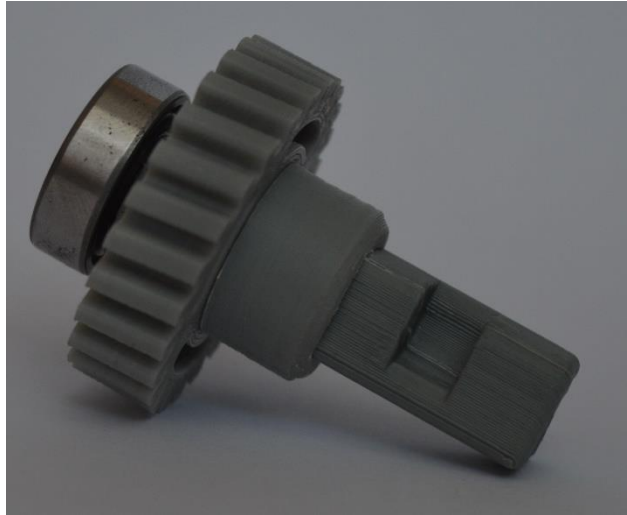
Obr. 1.2 – Připravený modul s šnekem a pohonem

Následně je ložisko přikryto vrchním uložením (Obr. 1.2).

V dalším kroku je možné uchytit celý modul k základně. Modul s motorem a šnekem je uchycen k základně šrouby M3. Celým modulem je možno pootočit k nastavení vůle mezi šnekem a převodovým kolem.

1.2 Kompletace osy

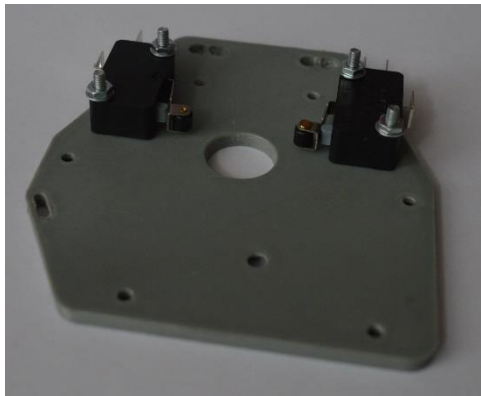
Osa je jedním koncem umístěna v ložisku 608ZR. Z druhého konce je na ose nasunuto převodové kolo spolu s vymezením (Obr. 1.3). V tomto kroku je vhodné umístit šrouby fungující jako dorazy do ozubeného kola.



Obr. 1.3 – Osa s převodovým kolem, vymezením a ložiskem

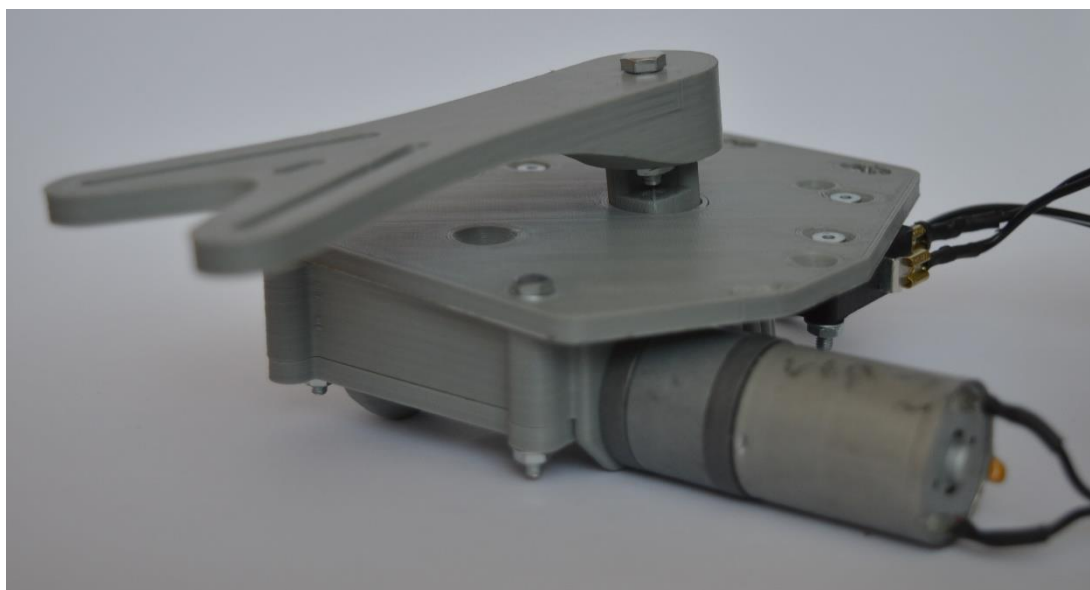
1.3 Zajištění osy s pákou a nastavení koncových spínačů

Před provlečením osy je třeba přišroubovat koncové spínače k základně (Obr. 1.4).



Obr. 1.4 – Uchycené koncové spínače k základně

Po provlečení osy základnou je na ose nasazena páka, která je zajištěna šroubem M4 (Obr. 1.5) a jsou doplněny šrouby M4 pro pohyb s pákou.



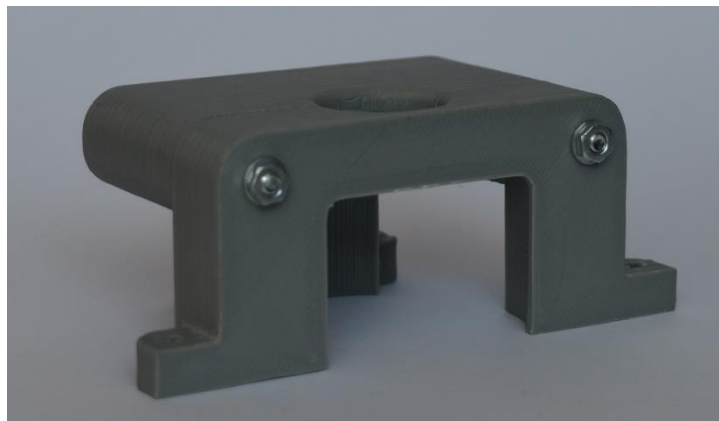
Obr. 1.5 – Přichycení páky

Po provlečení osy s převodovým kolem je nutné nastavit dorazy a odladit umístění koncových spínačů (Obr. 1.6).



Obr. 1.6 – Přidání koncových dorazů

Pro spojení uchycení osy jsou použity šrouby M3 (Obr. 1.7). V tomto kroku jsou volně dotaženy.



Obr. 1.7 – Sestavení uchycení osy

Zajištění uchycení osy k základně je pomocí šroubů M3. Nyní je nutné dotáhnout uchycení osy kvůli uložení ložiska (Obr. 1.8).



Obr. 1.8 – Přidělení uchycení osy k základně

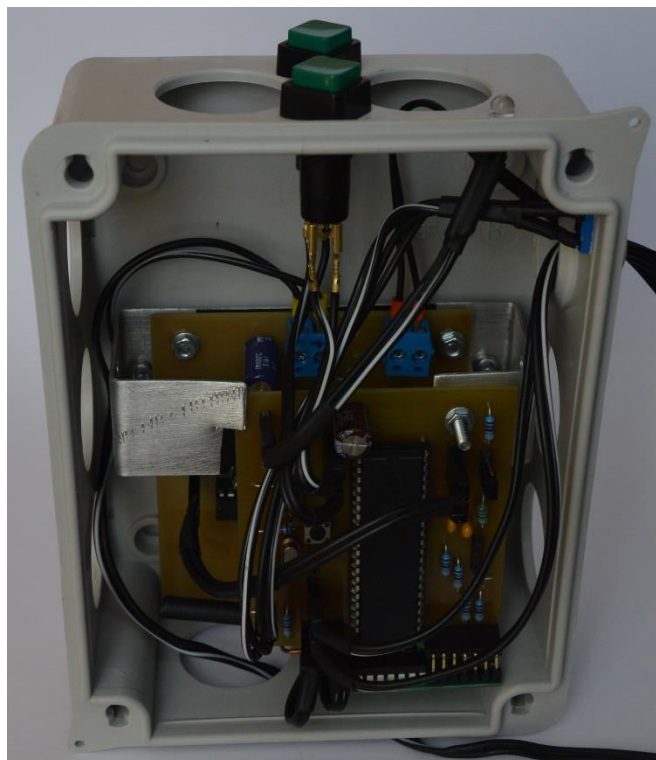
1.4 Kompletace

Krabice s elektronikou je k pohonu přišroubována šrouby M4 (Obr. 1.9).



Obr. 1.9 – Připevnění krabice

Následně je umístěn držák plošných spojů pomocí samořezných šroubů 3,5 mm do krabice a jsou připojeny všechny elektrické spoje (Obr. 1.10).



Obr. 1.10 – Umístění elektroniky do krabice

Základna s osou a převodovými koly jsou přišroubovány k zbytku pohonu přes podložku dvěma šrouby M5. Před vlastním spojením je třeba provléci čtyři šrouby M5 sloužící k uchycení pohonu k ventilu (Obr. 1.11).



Obr. 1.11 – Uchycení základny k pohonu

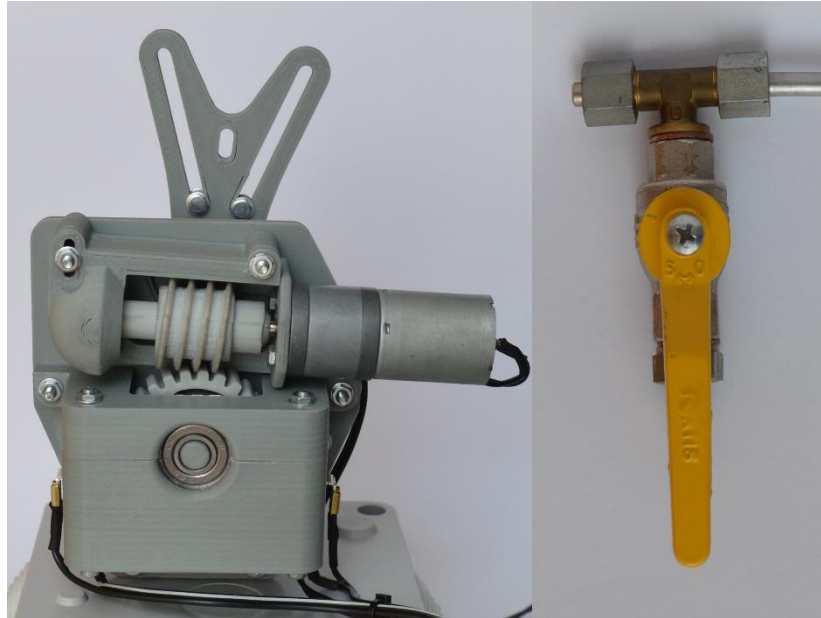
Volné vodiče vně pohonu jsou zajištěny stahovacími páskami a jsou doplněny zbylé průchodky (Obr. 1.12).



Obr. 1.12 – Zajištění vodičů a doplnění průchodek

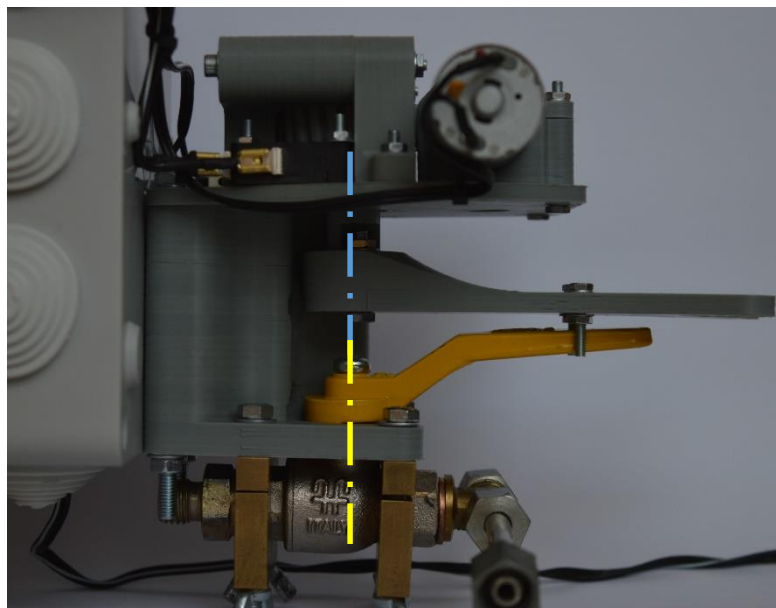
2 Přichycení pohonu k ventilu

Servopohon se přidělvává k ventilu po zapojení ventilu do potrubí. Před připojením motoru je vhodné pohon i ventil nastavit do polohy otevřeno (Obr. 1.13).



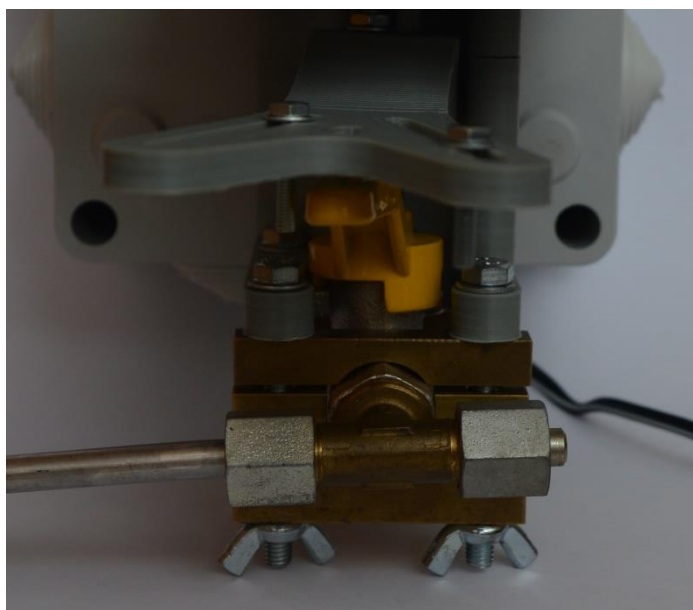
Obr. 1.13 – Zarovnání páky pohonu a ventilu před instalací

K uchycení pohonu jsou použity šrouby M5, k dotažení slouží křídlové matky. Při instalaci je třeba dbát na správné umístění pohonu na ventilu, kdy se musí osy otáčení pohonu a ventilu překrývat (Obr. 1.14).



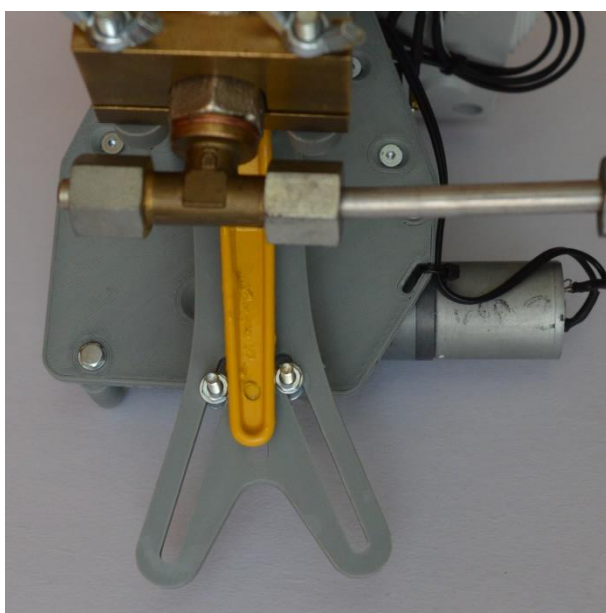
Obr. 1.14 – Zarovnání pohonu vůči ventilu

Při dotahování postupujeme tak, aby mezery mezi úchyty byly stejné (Obr. 1.15).



Obr. 1.15 – Rovnoměrné mezery mezi úchyty

Po přidělení pohonu k ventilu je třeba nastavit šrouby opírající se o páku ventilu (Obr. 1.16).



Obr. 1.16 – Nastavení kontaktů mezi pákami

Po připojení napájení je servoventil připraven k použití.

3 ZÁVĚR

Montážní návod popisuje postup kompletace pohonu kulového ventilu. Popisuje potřebné součásti pohonu a náradí nutné k montáži. Po dokončení uvedeného postupu je pohon přimontován na ventilu a připraven k použití. Informace o používání servoventilu jsou popsány v uživatelském návodu (příloha C). Informace týkající se konstrukce a principu funkce servoventilu obsahuje práce Servopohon kulového ventilu.

Příloha k bakalářské práci

Servopohon kulového ventilu

Miloš Mládek

UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA
OBSLUHA KULOVÉHO VENTILU

OBSAH

	Seznam ilustrací	3
	ÚVOD	4
1	OVLÁDÁNÍ POHONU	5
1.1	Režimy pohonu	6
1.1.1	Režim jedna.....	6
1.1.2	Režim dva	6
1.1.3	Režim tři.....	6
1.1.4	Režim čtyři.....	7
2	SVĚTELNÁ SIGNALIZACE.....	7
2.1	Přijetí signálu dálkového ovládní.....	7
2.2	Ventil v koncové poloze	7
2.3	Přetížení pohonu	7
2.4	Nastavení nevyužitého režimu	7
2.5	Chyba programu.....	7
3	NAPÁJENÍ.....	8
4	ZÁVĚR	9

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 1.1 – Uživatelské rozhraní pohonu	5
Obr. 1.2 – Dálkové ovládání	5
Obr. 1.3 – Kombinace spínačů: a)0, b)1, c)2, d)3.....	6

ÚVOD

Tento uživatelský návod slouží k informování uživatele o používání servopohonu ventilu. Je zde:

- popis ovládacích prvků
- popis jednotlivých režimů ovládní ventilu,
- vysvětlení světelné signalizace,
- napájení servopohonu.

1 Ovládání pohonu

K ovládání pohonu slouží tlačítka, dálkové ovládání a přepínač pro volbu režimů. Prvky uživatelského rozhraní pohonu jsou zobrazeny na Obr. 1.1. Tlačítko blíže ventilu slouží k otevření, tlačítko dále od ventilu slouží k uzavření ventilu.



Obr. 1.1 – Uživatelské rozhraní pohonu

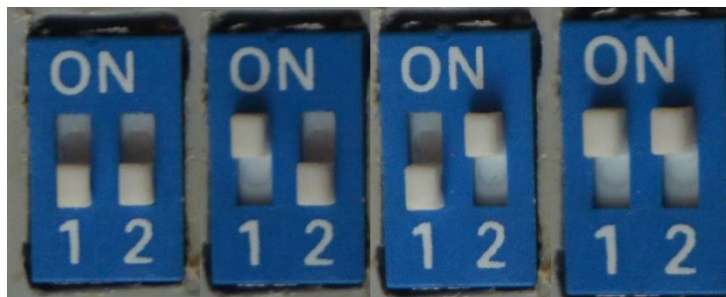
Na Obr. 1.2 je zobrazeno dálkové ovládání. Tlačítko B slouží k zavírání ventilu, tlačítko D slouží k otevírání ventilu. Tlačítka A a C nemají žádnou funkci. Na dálkovém ovládání je přítomna svítivá dioda indikující stisk tlačítka.



Obr. 1.2 – Dálkové ovládání

1.1 Režimy pohonu

Režimy pohonu jsou určeny nastavením spínačů. Nastavení režimu je možné provádět kdykoli, ale v platnost nastavení vejde pouze při zastaveném motoru. Nastavení spínačů pro jednotlivé režimy je na Obr. 1.3.



Obr. 1.3 – Kombinace spínačů: a)0, b)1, c)2, d)3

1.1.1 Režim jedna

První režim, aktivní při nastavení spínače 0, reaguje na tlačítka stejně jako třetí režim. Příjem signálu dálkového ovládní neovlivní chod motoru, ale je světelně signalizován. Rychlost otáčení i povolený maximální proud motorem jsou vyšší než ve třetím a čtvrtém režimu, proto jsou v tomto režimu více namáhány mechanické části a je vhodné jej používat příležitostně, například při mírném zatuhnutí ventilu.

1.1.2 Režim dva

V druhém režimu, platném pro nastavení spínače 1, dojde k rozeběhnutí motoru po stisku tlačítka a zastaví se po opětovném stisknutí tlačítka. Obdobně ventil reaguje na dálkové ovládní. Druhý režim je vhodný pro přecházení mezi krajními polohami, kdy při správné funkci je po stisku tlačítka spuštěn přechodový děj a zastaví se v opačné krajní poloze.

1.1.3 Režim tři

Ve třetím režimu zvoleném nastavení spínače 2 dojde k rozeběhnutí motoru po stisku tlačítka a zastaví se po uvolnění tlačítka. Směr otáčení závisí na tisknutém tlačítku. Obdobně funguje dálkové ovládní. Tento režim se hodí pro krokové nastavení průtoku ventilem.

1.1.4 Režim čtyři

Kombinace spínačů 3 vybere režim určený pro budoucí využití. Indikační LED bliká a pohon nereaguje na stisk tlačítek ani na dálkové ovládání.

2 Světelná signalizace

Pohon je vybaven svítivou diodou pro signalizaci stavů a příjmu signálu dálkového ovládání.

2.1 Přijetí signálu dálkového ovládání

Přijetí signálu je potvrzeno rozsvícením LED na 150 ms.

2.2 Ventil v koncové poloze

Po spojení koncového spínače je rozsvícena LED na 800 ms. Mezitím dojde k zastavení motoru a pootočení motoru zpět pro uvolnění sil působících na převodové ústrojí.

2.3 Přetížení pohonu

Při překročení nastavené úrovně proudu tekoucího motorem, způsobeným zvětšením síly působící proti pohybu motoru, dojde k zastavení pohybu a rozsvícení LED. Kontrolka svítí, dokud není dán povel k spuštění motoru.

2.4 Nastavení nevyužitého režimu

Při nastavení čtvrtého režimu bliká LED jednou za sekundu.

2.5 Chyba programu

Při chybě programu bliká LED pětkrát za sekundu.

3 Napájení

K napájení servoventilu z rozvodné sítě je vhodné použít adaptér s výstupem 12 V a 500 mA.

Napájení dálkového ovládání ventilu je řešeno jednou baterií 23A.

4 ZÁVĚR

Uživatelská příručka popisuje použití pohonu ventilu z uživatelského hlediska. Příručka uvádí reakce pohonu na podněty uživatele a vysvětluje možné stavy světelné indikace. Podrobnější informace o sestavení ventilu jsou obsaženy v Montážním návodu (příloha B). Informace týkající se konstrukce a principu obsahuje práce Servopohon kulového ventilu.