ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA ŘÍDICÍ TECHNIKY

AUTOMAT PRO LEPENÍ FERITOVÝCH JADER INDUKTORŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
2012

2012 Autor: Blumentritt Pavel

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Pavel Blumentritt**

Studijní program: Kybernetika a robotika
Obor: Systémy a řízení

Název tématu: **Automat pro lepení feritových jader induktorů**

Pokyny pro vypracování:

1. Navrhněte mechanickou a elektrickou část automatického zařízení pro lepení feritových jader induktorů a podílejte se na jeho realizaci.
2. Zvolte vhodné akční členy pro bezpečnou funkci zařízení.
3. Vyberte řídicí systém (PLC) a definujte potřebné vstupy a výstupy.
4. Vytvořte program pro řídicí systém a ověřte jeho funkčnost.
5. V bakalářské práci zařízení a jeho funkci stručně a výstižně popište.

Seznam odborné literatury:

[1] Firemní literatura k PLC: http://www.idec.com/gben/index.html
[2] Pneumatické ventily: http://www.festo.com/cms/cs_cz/index.htm
[3] Martinásková Marie, Šmejkal Ladislav: PLC a automatizace I a II, Ben Praha, 2005
[4] Fakulta strojní ČVUT, Úvod do pneumatiky, překlad učebnice FESTO Didactic, Praha 1994, 197 s (starší www.strojar.com/upload/ost/uvod_do_pneumatiky_festo_1989.pdf)

Vedoucí: Ing. Jindřich Fuka

Platnost zadání: do konce zimního semestru 2012/2013

prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry

L.S.

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 23. 4. 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze, dne ……. …….

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval firmě Protech group s.r.o. za nabídku spolupracovat na projektu, který je předmětem této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Jindřichu Fukovi za její odborné vedení.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem automatického stroje pro lepení feritových jader do induktorů, který bude využíván ve firmě Protech group s.r.o., Plánice u Klatov. V práci je stručně popsán technologický proces lepení feritových jader do induktorů. Popisovaný technologický proces je základem pro návrh lepicího automatu. Dalším obsahem je popis mechanických částí, který tvořil základ pro návrh elektrických a pneumatických akčních členů. Popisovány jsou i použité senzory a jejich aplikace. V bakalářské práci je také popisován vybraný řídicí systém a jeho vstupy a výstupy. Nakonec je stručně vysvětlen návrh programu pro řídicí systém.

Abstract

This bachelor thesis deals with a design of an automatic machine for bonding of ferromagnetic into inductors cores which will be used in the company of Protech group, s.r.o., Plánice u Klatov. In the thesis is briefly described a technological process of glueing ferromagnetic cores into inductors. The described process is the basis of a design of a bonding automaton. In the later chapters are described mechanical parts which created the foundations for electrical and pneumatical actuators. Used sensors and their applications are described as well. In the thesis is described the chosen control system and its inputs and outputs. Finally, a design of an control algorithm is described in brief.

Obsah

1 ÚVOD ... 1
2 TECHNOLOGICKÝ PROCES ... 2
2.1 PŘÍPRAVA MATERIÁLU ... 2
2.1.1 Induktory ... 2
2.1.2 Feritová jádra ... 2
2.1.3 Lepidlo ... 3
2.1.4 Aktivátor ... 3
2.2 LEPENÍ ... 4
2.2.1 Jednostranné lepení ... 4
2.2.2 Oboustranné lepení ... 4
2.3 AKTIVACE LEPIDLA ... 4
2.4 VÝSTUPNÍ KONTROLA ... 4
3 POPIS AUTOMATU ... 5
3.1 STANOVIŠTĚ ZAVEDENÍ INDUKTORU ... 6
3.1.1 Dávkování induktorů ... 6
3.1.2 Zaváděcí zařízení do karuselu ... 7
3.2 STANOVIŠTĚ LEPENÍ ... 7
3.3 STANOVIŠTĚ AKTIVACE LEPIDLA ... 8
3.4 VÝSTUPNÍ STANOVIŠTĚ ... 9
4 AKČNÍ ČLENY ... 10
4.1 KROKOVÉ MOTORY ... 10
4.2 PNEUMATICKÝ SYSTÉM ... 12
4.2.1 Jednotka pro úpravu stlačeného vzduchu ... 13
4.2.2 Ventily ... 13
4.2.3 Jednočinný přímočarý pohon ... 14
4.2.4 Dvojčinný přímočarý pohon ... 15
4.3 VIBRUJÍCÍ ZÁSOBNÍKY ... 15
4.4 DÁVKOVACÍ SYSTÉM LEPIDLA ... 16
4.4.1 Dávkovací systém aktivátoru ... 17
5 POUŽITÉ SENZORY ... 18
5.1 MAGNETICKÝ SENZOR JAZÝČKOVÉHO RELÉ ... 18
5.2 DIFUZNÍ OPTICKÝ SENZOR ... 19
5.3 JEDNOCESTNÁ OPTICKÁ ZÁVORA ... 20
5.4 INDUKČNÍ SENZOR ... 20
5.5 KAPACITNÍ SENZOR ... 21
6 ŘÍDICÍ SYSTÉM PLC ... 22
6.1 VSTUPY ... 22
6.2 VÝSTUPY ... 24

7 NÁVRH ŘÍDICÍHO PROGRAMU ... 26

7.1 POPIS ALGORITMU ... 27

7.1.1 Inicializace stavů ... 28
7.1.2 Kalibrace ... 28
7.1.3 Kontrola chybových stavů ... 29
7.1.4 Snímání ovládacích tlačítek ... 29
7.1.5 Dávkování induktorů ... 29
7.1.6 Zavedení induktoru ... 29
7.1.7 Zavedení feritu a lepení ... 30
7.1.8 Uvolnění induktorů a počítání ... 31

8 ZÁVĚR ... 32

9 LITERATURA ... 33

10 SEZNAM PŘÍLOH ... 33

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá návrhem automatického stroje pro lepení feritových jader (dále feritů) do středu induktorů. Navrhovaný automatický stroj (dále lepicí automat) je realizován ve firmě Protech group s.r.o., Plánice u Klatov. Automat byl navrhován podle technologického procesu, který se zatím vykonává ve firmě ručně. Technologický proces lepení je popsán ve druhé kapitole.

Návrh byl ovlivněn několika podmínkami firmy. Hlavní podmínkou bylo v návrhu automatu uvažovat jeho sestavení ze skladových zásob, čímž by se měly snížit náklady na jeho realizaci. Další podmínkou byla možnost použití lepicího automatu pro více druhů induktorů a feritových jader s různými rozměry.

Součástí mé práce bylo vybrat správné akční členy, které jsou snadno řiditelné a dokážou ovládat mechanické prvky lepicího automatu. Protože výběr akčních členů silně souvisí s provedením mechanických prvků, podílel jsem se i na návrhu a realizaci mechanické části.

Hlavní úkolem mojí spolupráce byl návrh elektrické a řídicí části lepicího automatu a jejich realizace. Bylo tedy potřeba najít vhodný řídicí systém a pomocí navržených elektrických prvků řídit jednotlivé akční členy.

Posledním úkolem bylo vytvořit program pro vybraný řídicí systém a odzkoušet ho na zhotoveném zařízení.

2 Technologický proces

Hlavním podkladem pro návrh automatu bylo seznámení se s technologickým procesem lepení feritových jader do induktorů. Cílem technologické procesu je kvalitně a přesně zalepit ferit do středu induktoru. Popis celého procesu je stručně popsán níže v jednotlivých podkapitolách.

2.1 Příprava materiálu

Před začátkem samotného lepení, je potřeba připravit následující prvky:

2.1.1 Induktory

Pro lepení se většinou používají jednovrstvé induktory s vývody buď rovnoběžně s osou, nebo kolmo k ní. Induktory mohou mít různý průměr, počet závitů nebo mohou být vyrobeny z drátu s různým průměrem. V lepicím automatu je možné použít induktory s průměrem 0-15 mm a s délkou 0-40 mm.

Obr. 1: Induktor s vývody rovnoběžně s osou

Obr. 2: Induktor s vývody kolmo k ose

2.1.2 Feritová jádra

Druhým nezbytným prvkem jsou feritová jádra. Protože jsou ferity dodávány zákazníkem s induktory, jejich rozměry se odvíjí od rozměrů induktorů.

Obr. 3: Feritová jádra

2.1.3 Lepidlo

Pro pevné uchycení feritového jádra uvnitř induktoru se používají speciální druhy lepidel. Většinou jde o kapilární jednokomponentní lepidla neobsahující rozpouštědla, která díky svým vlastnostem jsou velice pevná.

Tyto lepidla dobře spojují vysokou pevnost s dobrou chemickou odolností. U závitových spojů se dosahuje takové pevnosti, že při pokusech o porušení spoje může dojít až k ustřižení šroubu nebo ke zničení závitů. Díky své extrémně nízké viskozitě je dosaženo velmi dobrého kapilárního působení a tím je dáno dobré pokrytí obou lepených povrchů. Na základě nízké viskozity kapilárně vnikne i do jemných vlasových prasklin a mezer.

Aktivace těchto lepidel je spuštěna při dané teplotě po určité době.

2.1.4 Aktivátor

U výše uvedených lepidel může být rychlost zatvrzení ovlivněna přítomností chemického prvku, který se nazývá aktivátor. Pokud je aktivátor smíchán s lepidlem, je jeho doba tuhnutí podstatně snížena. Díky tomu, může být s výsledným produktem dříve plně manipulováno, aniž by hrozilo riziko posunutí feritu uvnitř induktoru nebo nanesení lepidla na vývody.

Pro příklad zde uvedu hodnoty dob tuhnutí jednoho z používaných lepidel pod označením MK4291 od firmy WIKO:

Pevnost manipulační:
- bez aktivátoru: 5-15 min
- s WIKO aktivátorem: 1-3 min

Funkční pevnost:
- bez aktivátoru: 2-4 hod
- s WIKO aktivátorem: 20-30 min

Konečná pevnost:
- bez aktivátoru: 8 hod
- s WIKO aktivátorem: 2 hod

2.2 Lepení

Po provedené přípravě veškerého potřebného materiálu může přijít na řadu hlavní proces lepení. Samotné lepení může být prováděno dvěma způsoby.

2.2.1 Jednostranné lepení

Při takovém způsobu lepení musí být ferit z 1/3 namočen v lepidle a poté pomalu otáčivým pohybem ve směru vinutí zasouván do středu induktoru. Je důležité, aby byl ferit vystředěn v induktoru. To znamená, že na obou stranách induktoru vyčnívá stejně. Po zasunutí feritu musí být s induktorem opatrně zacházeno, aby nedošlo k posunutí. Při lepení je také důležité, aby nedošlo k nanesení lepidla na pocínované konce induktoru.

2.2.2 Oboustranné lepení

Oboustranné lepení je méně často používáno a navrhovaný automat pro tento způsob lepení není přizpůsoben. Nejdříve se nanese lepidlo do nitra jedné strany induktoru, do hloubky asi 1/3. Poté je opět namočen z 1/3 ferit do lepidla a z druhé strany induktoru je otáčivým pohybem ve směru vinutí zasouván do induktoru. Je znova potřeba dbát na šetrné zacházení s induktorem stejně jako u jednostranného lepení.

2.3 Aktivace lepidla

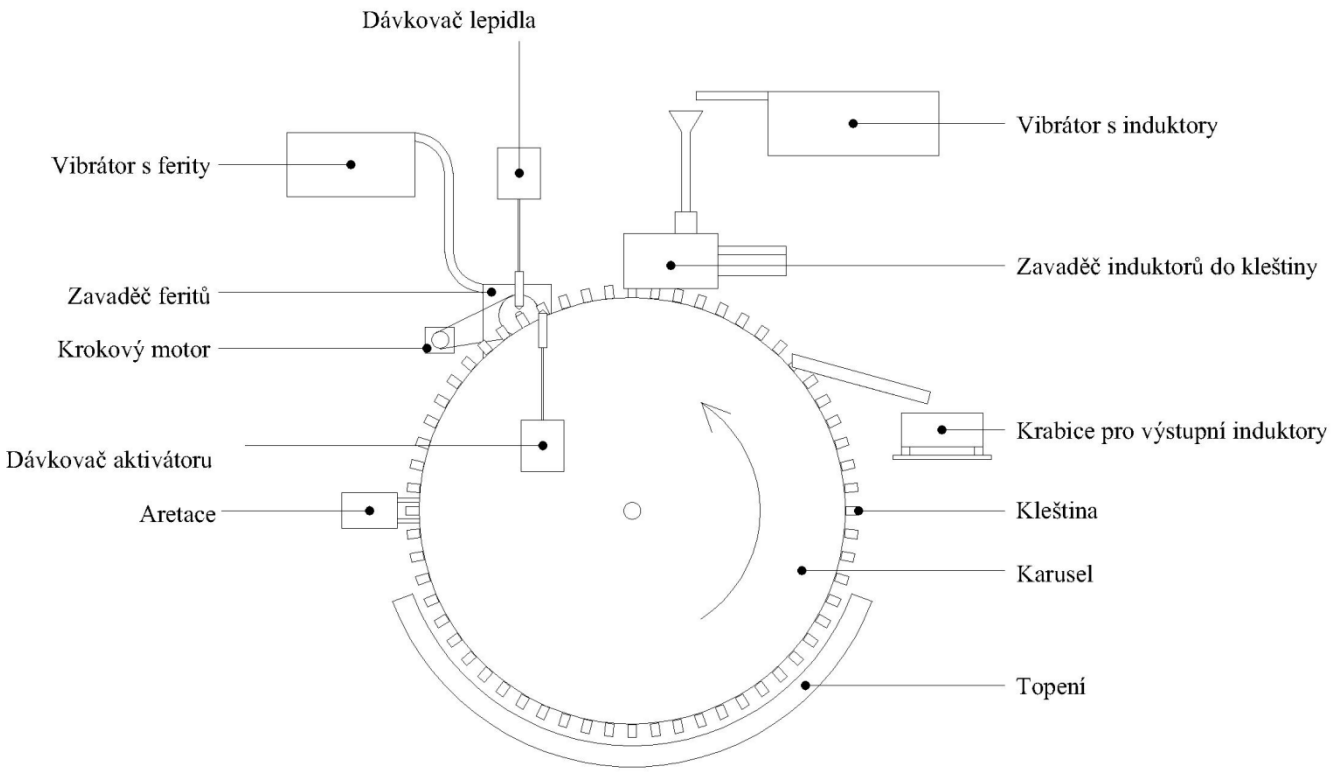
Jakmile je ferit zalepen v induktoru, je potřeba aktivovat lepidlo. Proto se při dosavadním postupu vkládá induktor se zalepeným feritem do pece předehřáté na danou teplotu a ponechá se v ní po určitou dobu.

2.4 Výstupní kontrola

Jakmile je lepidlo vytvrzeno, je induktor připraven k vývozu k zákazníkovi. Ale před tím musí být zkontrolováno několik vybraných parametrů:

- Pevnost zalepení feritu
- Vystředění feritového jádra v induktoru
- Čistota povrchu vývodů a celého induktoru

3 Popis automatu



Obr. 4: Boční náčrt automatu

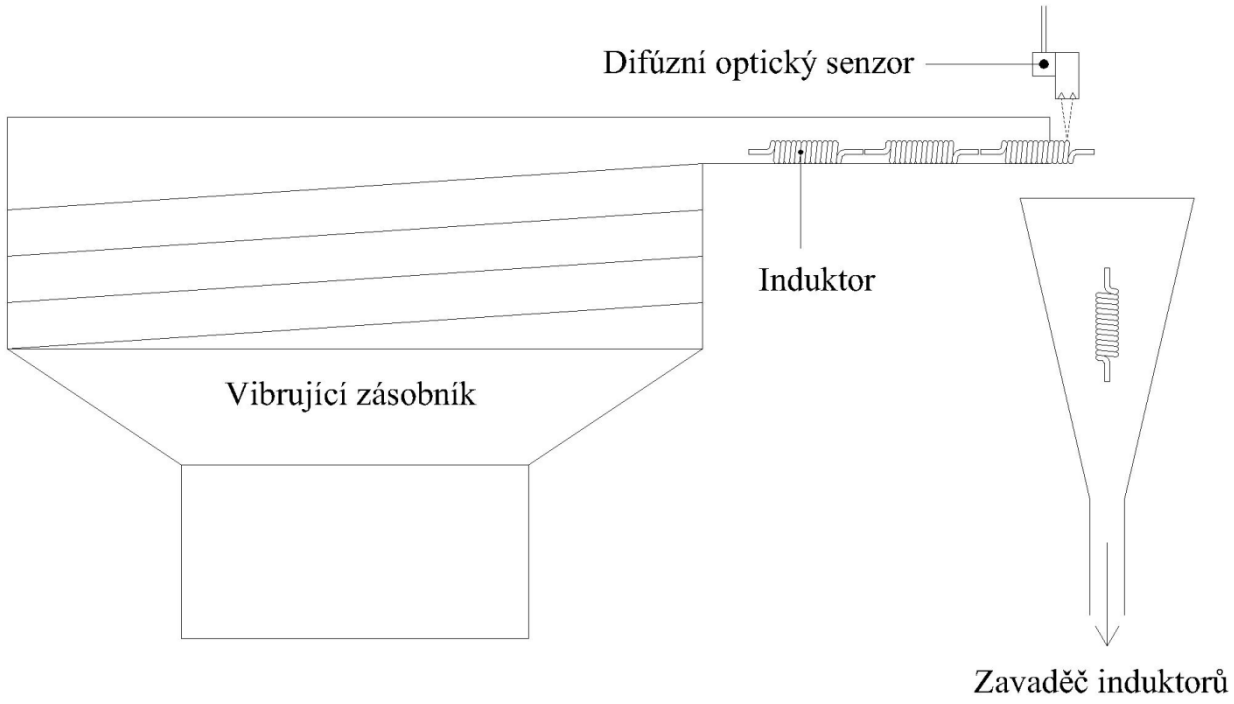
Při návrhu automatu se vycházelo z výše uvedeného technologického procesu. Bylo důležité, dodržet jeho pravidla a navrhnout jednotlivé komponenty tak, aby splňovali jeho dílčí procesy.

Celý automat je rozdělen na několik stanovišť, na kterých se vykonává část procesu. Důležitým prvkem automatu je otočný karusel, který obsahuje 60 otvíracích kleštin, ve kterých jsou uchycovány induktory. Ty se postupně otáčením karuselu dostávají na všechna stanoviště. Po každém pootočení (kroku), je karusel vždy aretován, aby nedocházelo k jeho pootáčení během probíhajících procesů.

3.1 Stanoviště zavedení induktoru

Na tomto stanovišti je cílem ze zásobníku zavést induktor do otevřené kleštiny na karuselu.

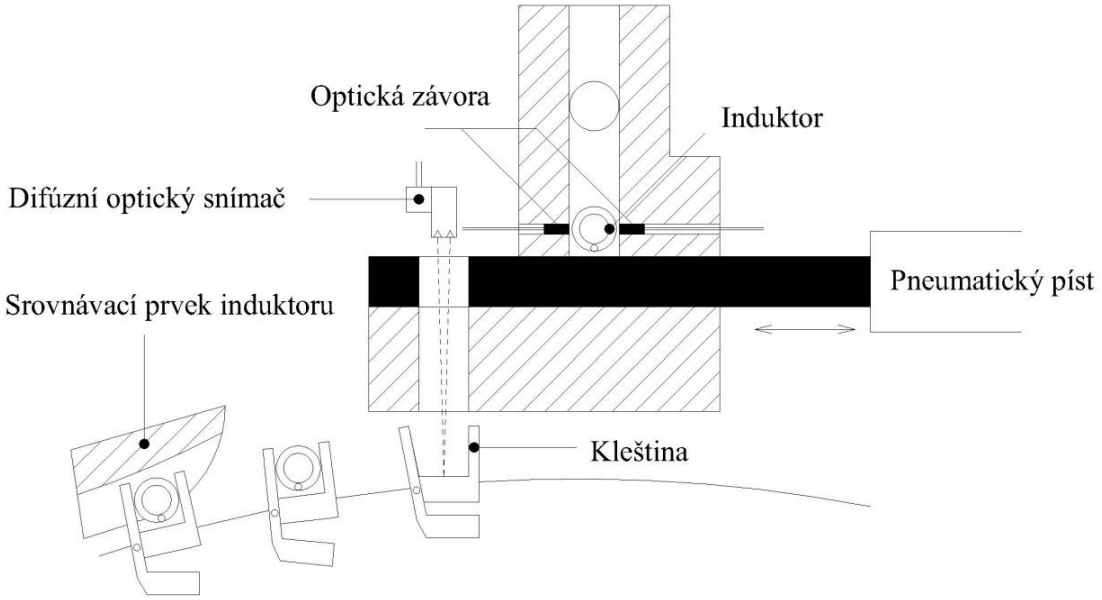
3.1.1 Dávkování induktorů



Obr. 5: Dávkování induktorů

Dávkování induktorů je do procesu zařazeno kvůli oddělení induktorů od sebe před zaváděcím zařízením, které je přizpůsobeno jen pro jeden induktor. Dávkování je vyřešeno zapínáním/vypínáním vibrujícího zásobníku. Z něho jsou induktory posouvány do vodící lišty, na jejímž konci snímá přítomnost induktoru difúzní optický senzor. Jeho informace je důležitá pro zapínání/vypínání zásobníku (viz kapitola 7.1.5).

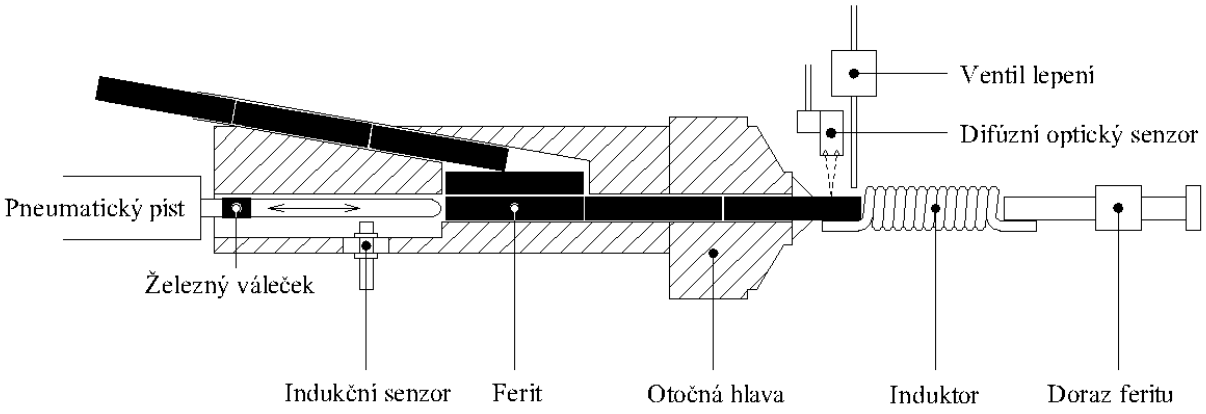
3.1.2 Zaváděcí zařízení do karuselu



Obr. 6: Zaváděcí zařízení induktorů

Zaváděcí zařízení induktorů bylo navrženo pro správné vložení induktoru do kleštiny a v danou dobu. Přítomnost induktoru se detekuje pomocí optické závory. V danou dobu pneumatický píst posune hliníkový díl s výřezem k připravenému induktoru. Po zapadnutí induktoru do výřezu se píst posune zpět do své základní polohy, kde induktor propadne do otevřené kleštiny. Přítomnost induktoru v kleštině se kontroluje difúzním optickým snímačem a jeho informace se dále zpracovává v programu (viz kapitola 7.1.6).

3.2 Stanoviště lepení



Obr. 7: Zaváděcí zařízení feritů

Druhé stanoviště má za úkol z vibrujícího zásobníku zavést a zalepit ferit do induktoru. Je zde k dispozici lepicí jednotka a jednotka s aktivátorem. Dalším velmi důležitým zařízením je navrhnutý zavaděč, který díky své konstrukci a dalším akčním členům dokáže přesně otáčivým pohybem zavést induktor pod lepicí jehlou do nitra induktoru.

Do zaváděcího zařízení jsou ferity natlačovány z vibrujícího zásobníku, který pracuje na stejném principu jako vibrující zásobník pro induktory (viz kapitola 4.3).

Zavaděč je navržen tak, aby ferity spolehlivě zapadaly před posunovací pneumatický píst uvnitř zavaděče. Posunovací píst tlačí ferity přes pružiny v ústí otáčecí hlavy, které pevně přidržují první ferit. Hlavu zaváděcího zařízené pohání přes řemen krokový motor, který je řízen přes koncový stupeň řídicím systémem (viz 4.1). Přítomnost feritu v ústí otáčecí hlavy snímá difúzní optický snímač.

Během posouvání a otáčení feritu je na něj aplikováno lepidlo přes elektromagnetický ventil. Lepení musí být ukončeno o něco dříve, než je ferit posunut k dorazu. Proto je v zařízení umístěn indukční senzor, který snímá železný váleček na pístnici pneumatického pohonu.

Před zahájením lepení je ještě o krok dříve do nitra induktoru aplikován aktivátor taktéž přes elektromagnetický ventil.

3.3 Stanoviště aktivace lepidla

Stanoviště pro aktivaci lepidla využívá dopravního zpoždění od lepení k výstupnímu stanovišti. Zpoždění, které vzniká při provádění procesů na předchozích stanovištích, je vhodné pro použití topení pro aktivaci lepidla. Nyní je ale v návrhu několik variant, o kterých se zatím s firmou jedná. Proto jsem tento bod prozatím musel ponechat otevřený.

Nejpravděpodobnější variantou je použití topného tělesa, které bude přesně kopírovat rádius karuselu. Topné těleso bude regulováno regulátorem ECO24 od společnosti PROFESS (viz Obr. 8).

Obr. 8: Přední panel regulátoru ECO24

Jedná se o velmi kvalitní regulátor, který nabízí mnoho funkcí pro přesnou a rychlou regulaci. Dokáže měřit nejrůznější fyzikální veličiny pomocí různých senzorů. Nastavovat parametry lze pomocí tlačítek na čelním panelu nebo po připojení k počítači přes sériovou linku RS485 konfiguračním softwarem.

Pro regulaci topného tělesa bude postačující dvoupolohová regulace, která bude spínat/rozpínat podle nastavené hodnoty a získávat zpětnou vazbu z odporového snímače PT100 umístěného v blízkosti karuselu.

Řídicí systém bude přes binární vstup regulátoru zapínat či vypínat regulaci. Naopak regulátor bude přes binární výstup podávat informaci o ohřátí na požadovanou teplotu.

3.4 Výstupní stanoviště

Na posledním stanovišti dochází pomocí jednočinného pneumatického pístu k uvolnění induktoru z kleštiny, který se následně dostane do připravené krabice. Automat vždy odpočítá určitý počet kusů do jedné krabice. Po jejím naplnění dojde k signalizaci obsluze. (viz kapitola 7.1.8)

Do budoucna je plánováno použití dopravníkového systému, který by naplněnou krabici posunul na jinou pozici a k výstupu by přivezl prázdnou. V této bakalářské práci není takový systém uvažován.

4 Akční členy

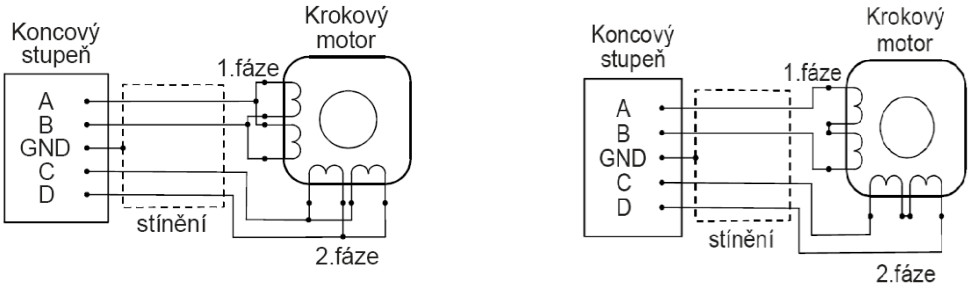
4.1 Krokové motory

Pro otáčení hlavy zaváděcího zařízení jsem zvolil krokový motor. Použil jsem krokový motor SX16-0503 od firmy Microcon. Jedná se o bipolární 8-vývodový dvoufázový krokový motor s následujícími základními parametry:

- Statický moment: 0,29 Nm
- Jmenovitý proud: 0,5/1* A
- Indukčnost: 40/10* mH
- Odpor vinutí: 24/4* Ω
- Délka kroku: 1,8°
- Rozměry: 39x39x38 mm

Při sériovém zapojení krokového motoru oproti paralelnímu protéká vinutím menší proud. Tím je nižší jeho krouticí moment a motor se méně zahřívá.

Sériové zapojení motoru jsem použil pro otáčení hlavy zaváděcího zařízení feritu, kde není potřeba velký krouticí moment. Paralelní a sériové zapojení motorů jsou na obrázcích 9.



Obr. 9: Sériové a paralelní zapojení krokového motoru

Pro chod tohoto motoru jsem zvolil modulový koncový stupeň MKP1 od české firmy JMF (viz Obr. 10). Tento modulový koncový stupeň je přímo určen k řízení dvoufázových krokových motorů. Zařízení obsahuje jednu svorkovnici X1 pro připojení napájecího napětí a krokového motoru a konektor D-SUB9 s označením X2 pro ovládací signály. Zapojení svorkovnice X1 je pro ilustraci v tabulce 1.

* Sériové/paralelní zapojení

Obr. 10: Modulový koncový stupeň MKP1

Svorka	Signál
X1.1	Napájecí napětí (9Vss-30Vss)
X1.2	Zem
X1.3	Stínění kabelu k motoru
X1.4	A - 1. fáze motoru
X1.5	B - 1. fáze motoru
X1.6	C - 2. fáze motoru
X1.7	D - 2. fáze motoru

Tab. 1: Zapojení svorkovnice X1

Konektor D-SUB9 slouží k přivedení řídicích signálů a jako výstup poruchových signálů. Modul obsahuje 6 vstupů a 2 výstupy. Výhoda u tohoto modulu je, že se dá měnit vstupní impedance pomocí vyměnitelné odporové sítě, čímž se dá volit logická úroveň. Řídicí systém PLC pracuje s úrovní 24Vss, pro kterou je vstupní impedance 3300 Ω. Modul má všechny vstupy a výstupy galvanicky oddělené pomocí optočlenů. Zapojení konektoru a popis použitých signálů je v tabulce 2.

Pin	Signál
6	CLK
2	SPA/K
3	CW/C
8	MS
4	EN
7	I2
5	ERC
9	ERE
1	Nevyužito

Tab. 2: Přehled pinů konektoru X2

1) **CLK**

   Přivedením signálu na tento vstup se spouští generátor impulzů. Na každou nástupnou hranu vykoná motor jeden krok.

2) **SPA/K**

   Tento pin slouží k přivedení nastálo signálu logické nuly nebo jedničky. Jde tedy o volbu, zda mají mít fotodiody v optočlenu společnou katodu nebo anodu.

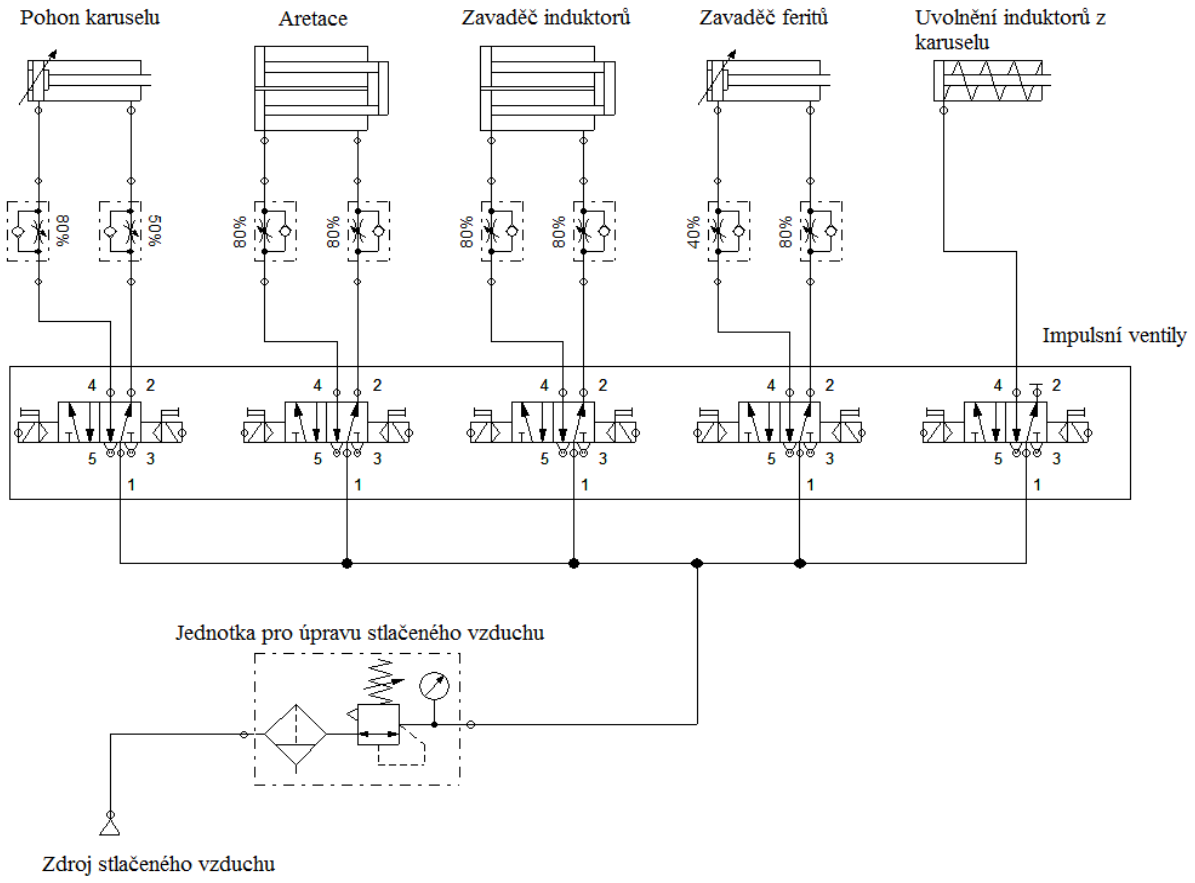
3) **CW/C**

   Slouží pro připojení trvalého logického signálu pro směr otáčení.

4) **EN**

   Slouží pro připojení logického signálu pro odbuzení vinutí motoru, tj. vinutím motoru neteče proud.

4.2 Pneumatický systém



Obr. 11: Schéma pneumatického systému

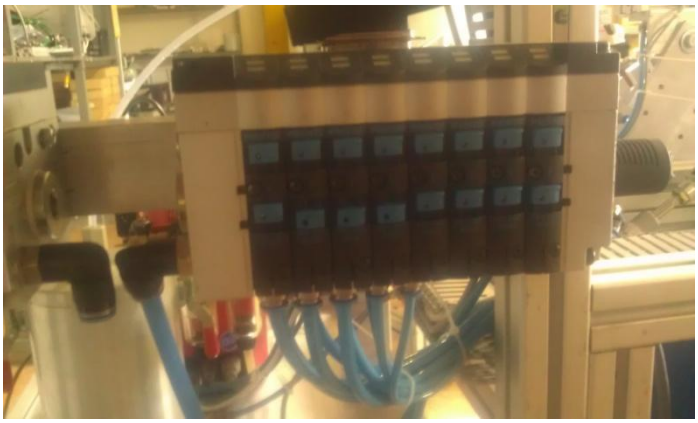
Pro manipulaci většiny mechanických prvků jsem zvolil pneumatické akční členy. Výhoda pneumatického systému spočívá v jeho jednoduché aplikaci, snadné ovladatelnosti, nenáročnosti na údržbu a pro funkci lepicího automatu jsou tyto systémy postačující. Všechny prvky pro pneumatický systém byly k dispozici na skladě firmy.

4.2.1 Jednotka pro úpravu stlačeného vzduchu

Obr. 12: Jednotka pro úpravu stlačeného vzduchu

Zdrojem tlaku pro potřeby automatu je podnikový rozvod stlačeného vzduchu. Stlačený vzduch je přiveden k jednotce na úpravu stlačeného vzduchu od firmy FESTO. Tato jednotka je složená z redukčního ventilu, filtru a maznice. Na redukčním ventilu se dá nastavit potřebný tlak pro funkci všech prvků v systému. Filtr odstraňuje nečistoty ze vzduchu, které se mohou nacházet v rozvodné síti a které by mohli poškodit zařízení v systému. Do maznice musí být nalit speciální olej pro pneumatické systémy, který je přimícháván do vzduchu.

4.2.2 Ventily



Obr. 13: Ventilový terminál

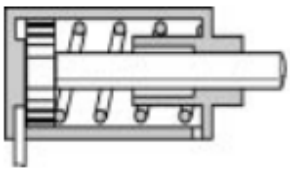
Pro řízení pneumatických pístů je v systému zařazen ventilový terminál CPV14 od firmy FESTO (viz Obr 13). Tyto ventily jsou ovládány elektricky. Lze použít ventily s různým typem připojení:

- samostatné připojení/ET200X
- vícepólové připojení
- AS-Interface
- systém instalace CP
- přímé připojení na síť (Fieldbus Direct)

Pro lepicí automat jsem měl k dispozici terminál s vícepólovým připojením. U tohoto připojení je řídicí systém a terminál spojen víceżilovým kabelem a do terminálu zapojen přes vícepólový konektor. Tak jsou jednotlivé cívky ovládány přímo výstupy řídicího systému.

Použitý terminál obsahuje 8 ventilů typu J. Jedná se o impulzní ventily 5/2. Ovládací cívky jsou dimenzovány na ovládací napětí 24Vss.

4.2.3 Jednočinný přímočarý pohon



Obr. 14: Jednočinný přímočarý pohon

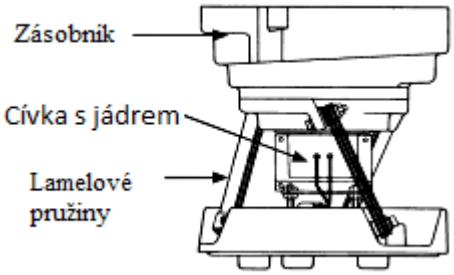
Tento typ pohonu jsem použil pouze pro uvolnění induktoru z karuselu. U tohoto pohonu působí síla, která je vyvíjená tlakem stlačeného vzduchu, pouze v jednom směru. V druhém směru na píst působí síla pružiny.

4.2.4 Dvojčinný přímočarý pohon

U dvojčinného přímočarého motoru působí na píst síla stlačeného vzduchu v obou směrech. Tyto pohony tudíž obsahují dva vstupy pro přívod stlačeného vzduchu. Konstrukce těchto pohonů může být různá. Pro lepicí automat jsem použil pohony s jednou a dvěma pístnicemi.

Pro pohon karuselu a zasouvání feritu do induktoru v zavaděči jsem použil pohony s jednou pístnicí a pro zavaděč induktorů a aretaci pohony s dvěma pístnicemi.

4.3 Vibrující zásobníky



Obr. 15: Princip vibrujícího zásobníku

Dalším akčním členem je vibrující zásobník. Vibrující zásobník využívá vedlejších účinků cívek s jádrem, kdy je vytvořena vzduchová mezera mezi plechy typu E a I. Díky vytvořené mezeře dochází k vibracím, které jsou nutné pro pohyb materiálu uvnitř zásobníku. Jádro tvořené plechy typu I je pevně připojeno k zásobníku. Zásobník je spojen s masivní částí přes lamelové pružiny.

Součástí použitého vibrátoru pro induktory je řídicí jednotka, na které je možno ručně nastavovat intenzitu vibrací. Dále jednotka obsahuje PNP/NPN vstup, přes který je možno ovládat senzorem spouštění/ukončení běhu vibrátoru. Já jsem tento vstup využil pro ovládání vibrátoru pomocí PLC tak, že spojuji kladnou úroveň vstupu s jeho signálovým pinem přes relé. Cívka relé je připojena k výstupu PLC (viz tab. 4).

Vibrátor pro ferity neobsahuje žádnou řídicí jednotku, a tak je spínán řídicím systémem pře stykač. Regulace intenzity vibrací se provádí ručním regulátorem elektrického napětí umístěného na panelu lepicího automatu.

4.4 Dávkovací systém lepidla

Pro dávkování lepidla byla použita dávkovací jednotka Linop M2000 se zásobníkem od firmy Cyberbond. Jednotka v sobě obsahuje mikroprocesor a má jednoduché funkce pro lepení. Jednotka musí být připojena na zdroj tlaku. Na předním panelu jsou 2 zobrazovače, indikační LED a několik nastavovacích tlačítek.

Obr. 16: Dávkovací jednotka Cybrebond Linop M2000 a zásobník lepidla

V jedné části se nastavuje tlak v zásobníku, který zabezpečuje přítomnost lepidla v dávkovací hubici. Tento tlak se může nastavit v rozmezí 0-2 baru. V druhé části se nastavuje čas, po který je elektromagnetický ventil na dávkovací hubici otevřen. Obě nastavované hodnoty jsou zobrazovány na zobrazovačích.

Pomocí tlačítek v třetí části se dá volit mezi šesti nastavenými programy. Právě zvolený program je indikován LED diodou umístěnou nad tlačítkem. Uložení parametrů (tlak, doba lepení) na určité programové tlačítko se vykoná podržením tlačítka na 3s.

Na panelu je i umístěna LED dioda, která se rozsvítí, pokud je v zásobníku nízká hladina lepidla. Signál, který signalizuje tento stav, je přiveden i na jeden vstup řídicího systému PLC. Hladina je hlídána pomocí kapacitního senzoru.

Naopak jeden výstup řídicího je přiveden na cívku relé, které sepnutím a vyhodnocením řídicí jednotky spustí lepení. Jednotka je nastavena tak, že je lepidlo aktivováno po dobu sepnutí relé.

4.4.1 Dávkovací systém aktivátoru

Obr. 17: Dávkovací jednotka aktivátoru LOCTITE

Dávkovací systém aktivátoru pracuje na podobném principu jako dávkovač lepidla. Jedná se o zařízení s označením G1320000 od firmy LOCTITE. Dávkovač obsahuje řídicí jednotku a zásobník v jednom celku.

Dávkovací systém aktivátoru reguluje tlak v zásobníku podle nastavené hodnoty na předním panelu řídicí jednotky. Je možné také nastavit čas, po který je aplikován aktivátor. Více funkcí tato jednotka nenabízí, ale pro funkčnost navrhovaného lepicího automatu je dostačující.

Signál pro spuštění aplikace aktivátoru je přiveden z jednoho výstupu řídicího systému PLC do řídicí jednotky dávkovače. Řídicí jednotka dávkovače po přivedení signálu otevře po nastavenou dobu elektromagnetický ventil a tím se pomocí nastaveného tlaku v zásobníku aplikuje aktivátor.

Jediné co jsem musel upravit na tomto zařízení, bylo přidání kapacitního snímače pro hlídání hladiny v zásobníku dávkovače.

5 Použité senzory

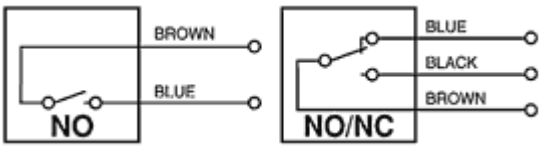
Funkce automatu vyžaduje zpětnou vazbu, kterou jsem vyřešil pomocí několika různých senzorů. Senzory jsem měl opět k dispozici mezi skladovými zásobami. Senzory jsem rozmístil tak, aby byl zajištěn bezpečný chod automatu.

5.1 Magnetický senzor jazýčkového relé

Obr. 18: Magnetický snímač pro T-drážku

Je tvořen kontakty s magneticky měkkého materiálu, které jsou uloženy ve skleněné baňce s inertním plynem. Kontakty jsou citlivé na vlivy magnetických polí. Při přiblížení magnetického pole ke kontaktům dojde k jejich sepnutí či rozepnutí. Povrch kontaktů je potažen kvalitním materiálem (zlato, rhodium, wolfram). Nemagnetické materiály, které jsou umístěny mezi senzor a magnet, neovlivňují jeho funkci.

Tento typ snímače může být proveden buď 3-vodičově nebo 2-vodičově. U 3-vodičového provedení je možné vybrat mezi rozpínacím a spínacím kontaktem. U provedení s dvěma vodiči je snímač buď v provedení se spínacím nebo rozpínacím kontaktem.



Obr. 19: 2-vodičové a 3-vodičové provedení

Tento senzor je velmi vhodný pro snímání polohy pneumatických pohonů s pístem z magnetického materiálu. Protože jsem měl k dispozici tyto pohony, mohl jsem použít magnetické snímače pro snímání jejich koncových poloh. Konkrétně jsem tyto senzory použil pro snímání poloh pro pohony:

- Aretace
- Zavaděče induktorů
- Zavaděče feritů

5.2 Difuzní optický senzor

Obr. 20: Difuzní optický senzor Baumer

Difuzní optický senzor obsahuje vysílač a přijímač v jednom provedení. Vysílač vyzařuje červené světlo, které se od snímaného předmětu odrazí zpět k vysílači. Při překročení nastavené úrovně amplitudy přijímaného signálu je aktivován výstup senzoru. Většina dnešních senzorů mívá tlačítko (Teach), kterým se po instalaci senzoru dá úroveň amplitudy přijímaného signálu nastavit.

Tyto optické senzory mají svými vlastnostmi velmi blízko k přibližovacím indukčním senzorům - zjišťují přítomnost nějakého předmětu na určitém místě. Tuto funkci jsem využil pro hlídání přítomnosti feritu v ústí otáčecí hlavy zaváděcího zařízení, kde jsem použil difuzní senzor FHDK10 od firmy Baumer (viz Obr. 20). Tento senzor je pro tuto aplikaci velmi vhodný, protože v okolí ústí otáčecí hlavy je minimální místo, které nedovoluje nainstalovat jiný senzor.

Dále jsem tento senzor použil pro hlídání přítomnosti induktoru pod zavaděčem a na konci vodící lišty vibrátoru s induktory.

5.3 Jednocestná optická závora

Obr. 21: Optická závora Lambao

Jednocestná optická závora se skládá z vysílacího a přijímacího prvku, které jsou na protilehlých stranách snímací cesty a jakmile je přerušen infračervený nebo laserový paprsek mezi nimi, senzor to vyhodnotí a změní příslušný výstup. Provedení těchto senzorů může být různé.

Já jsem použil infračervenou jednocestnou závoru v provedení s kovovým pouzdrem od firmy Lambao (viz Obr. 21). Použil jsem ji pro detekci přítomnosti induktoru v podávacím zařízení.

5.4 Indukční senzor

Obr. 22: Indukční senzor Baumer

Indukční senzory pracují bezdotykově a díky uzavřenému pouzdru jsou odolné proti vnějším vlivům. Základním aktivním prvkem senzoru je cívka na polovičním feritovém jádře, která díky vnitřním obvodům generuje magnetické pole z čela senzoru. Pokud se do cívkou generovaného magnetického pole dostane nějaký feromagnetický materiál, indikují se v něm vířivé proudy, které způsobí změnu magnetické pole. Změnu magnetické pole vyvolá i změnu impedance cívky, kterou vyhodnocují vnitřní obvody a výsledek vyhodnocení se objeví na jeho výstupu.

Pro lepicí automat mi stačil binární indukční snímač. Použil jsem ho pro hlídání koncových poloh železné páky pro otáčení karuselu (viz Obr. 23).

Obr. 23: Hlídání koncových poloh páky karuselu

Indukční senzor jsem také použil pro snímání železného válečku na pístnici pneumatického pohonu zavaděče feritů. Snímání válečku ukončuje aplikaci lepidla na ferit během zasouvání do induktoru.

Dále jsem tento snímač aplikoval pro hlídání přítomnosti feritů ve vedení od vibrujícího zásobníku k zaváděcímu zařízení a zajetí pohonu pro vyhození induktoru z kleštiny.

5.5 Kapacitní senzor

Obr. 24: Kapacitní senzor TURCK

Kapacitní senzory pracují velmi podobně jako indukční senzory. Zde je aktivním prvkem kondenzátor, který má určitou svoji kapacitu. Ta se změní, pokud se k čelu senzoru přiblíží jakýkoliv materiál. Materiál může být vodivý i nevodivý. Danou změnu vyhodnotí vnitřní obvody a jejich výsledek se objeví na výstupu senzoru.

Kapacitní senzor (viz Obr. 24) je součástí zásobníků lepidla a aktivátoru. Pomocí tohoto senzoru řídicí systém získává informaci o nízké hladině látky v zásobníku (viz Obr. 9).

6 Řídicí systém PLC

Jako řídicí systém celého automatu jsem zvolil malé modulární PLC MicroSmart od společnosti IDEC. Konkrétně jsem použil CPU jednotku z rodiny Slim FC4A-D20RS1 (viz Obr. 25). Tato CPU jednotka disponuje následujícími parametry:

- Napájecí napětí: 230VAC
- Ovládací napětí: 24VDC
- Počet rozšiřitelných modulů: max.7
- Počet vstupů: 13
- Počet výstupů: 8
- Komunikační porty: 1 (max. 2) - RS232 (RS485)

Obr. 25: PLCC IDEC MicroSmart FC4A-D20RS1

Pro potřeby lepicího automatu je toto PLC dostačující. Pro potřeby automatu stačilo automat rozšířit o binární vstupy a výstupy.

6.1 Vstupy

CPU jednotku jsem podle potřeby rozšířil o 3 moduly s binárními vstupy a označením FC4A-N16B1.Teto modul obsahuje 16 vstupů, takže z toho vyplývá, že se celkový počet vstupů navýší na celkových 61. Tento počet bohatě převyšuje dosavadní počet potřebných vstupů, ale nevyužité vstupy slouží jako rezerva pro případné další úpravy. Výpis všech dosavadních vstupů je vypsán v tabulce 3.

Adresa	Název vstupu	Typ vstupu
I0000	Přítomnost napájecího napětí	
I0001	CENTRAL STOP	Rozpínací kontakt
I0002	Krok	Tlačítko
I0003	Start cyklování	Tlačítko
I0004	Otočení karuselu	Tlačítko
I0005	Stop cyklování	Tlačítko
I0006		
I0007		
I0010	Pohon karuselu minimum	Indukční snímač
I0011	Pohon karuselu maximum	Indukční snímač
I0012	Aretace minimum	Magnetický senzor
I0013	Aretace maximum	Magnetický senzor
I0030	Zavedení induktoru minimum	Magnetický senzor
I0031	Zavedení induktoru maximum	Magnetický senzor
I0032	Zavedení feritu minimum	Magnetický senzor
I0033	Zavedení feritu maximum	Magnetický senzor
I0034	Vyhození induktoru z karuselu minimum	Indukční senzor
I0035	Stav teploty v okolí tělesa	Výstup z regulátoru
I0036	Hladina lepidla	Kapacitní senzor
I0037	Hladina aktivátoru	Kapacitní senzor
I0040	Přítomnost induktoru u dávkování	Difúzní optický snímač
I0041	Přítomnost induktoru v zavaděči	Optická závora
I0042	Přítomnost induktoru v karuselu	Difúzní optický snímač
I0043	Přítomnost feritu ve vedení	Indukční snímač
I0044	Přítomnost feritu u lepení	Difúzní optický snímač
I0045	Konec lepení	Indukční senzor
I0046		
I0047		

Tab. 3: Výpis vstupů PLC

V tabulce jsou vypsány pouze adresy vstupů CPU jednotky (I000-I0013) a jednoho modulu FC4A-N16B1 (I0030-I0047). Zbývající 2 moduly slouží jako rezerva.

První skupina vstupů (I0000-I0005) přijímá signály z tlačítek umístěných na dveřích rozvaděčové skříně (viz Obr. 26).

Skupina vstupů I0030-I0045 přijímá signály od výše uvedených použitých senzorů. Kabeláž senzorů je tedy svedena do rozvaděčové skříně, kde jsou připojeny přes svorkovnici na konkrétní vstupy PLC.

Obr. 26: Prvky na dveřích rozvaděčové skříně

6.2 Výstupy

CPU jednotka má 8 výstupů, jenž nám pro řízení všech akčních členů nestačí. Proto jsem CPU jednotku rozšířil o další 3 výstupní moduly FC4A-T08K1. Tyto moduly obsahují 8 výstupů. Rozšířením CPU jednotky tak celkový počet výstupů vzroste na 32, který je dostačující pro řízení všech akčních členů lepicího automatu. Výpis jednotlivých výstupů je v následující tabulce:

Adresa	Název výstupu	Ovládané zařízení
Q0000	Chod vibrátoru s induktory	Cívka relé
Q0001	Chod vibrátoru s ferity	Cívka stykače
Q0002	Aplikace lepidla	Cívka relé
Q0003	Aplikace aktivátoru	Cívka relé
Q0004	Topení	Vstup regulátoru topení
Q0005	Rotace feritu	PIN 6 konektoru X2 koncového modulu 1
Q0006	Směr rotace	PIN 3 konektoru X2 koncového modulu 1
Q0007	Odbuzení vinutí krok. motoru rotace feritu	PIN 4 konektoru X2 koncového modulu 1
Q0030	Pohon karuselu vpřed	Cívka pneumatického ventilu
Q0031	Pohon karuselu vzad	Cívka pneumatického ventilu
Q0032	Píst aretace vpřed	Cívka pneumatického ventilu
Q0033	Píst aretace vzad	Cívka pneumatického ventilu
Q0034	Zavedení cívky vpřed	Cívka pneumatického ventilu
Q0035	Zavedení cívky vzad	Cívka pneumatického ventilu
Q0036	Posuv feritu vpřed	Cívka pneumatického ventilu
Q0037	Posuv feritu vzad	Cívka pneumatického ventilu
Q0040	Vyhození cívky vpřed	Cívka pneumatického ventilu
Q0041	Vyhození cívky vzad	Cívka pneumatického ventilu
Q0042	Signalizace vážné chyby	Kontrolka 24VDC
Q0043	Signalizace plné krabice	Kontrolka 24VDC
Q0044	Rezerva	
Q0045	Rezerva	
Q0046	Rezerva	
Q0047	Rezerva	

Tab. 4: Výpis výstupů PLC

Z tabulky je vidět přiřazení akčních členů na jednotlivé výstupy PLC. V tabulce jsou vypsány adresy CPU jednotky (Q000-Q0007) a 2 rozšiřujících modulů (Q0030-Q0047). Třetí modul je brán jako rezerva, proto jsem ho do tabulky nevypisoval.

Všechny výstupy jsou připojeny na určité prvky přes tavné trubičkové pojistky ve vyklápěcím pouzdru umístěného na DIN liště s hodnotou maximálního proudu 300mA. Tyto pojistky jsou doporučovány v dokumentaci použitých modulů.

7 Návrh řídicího programu

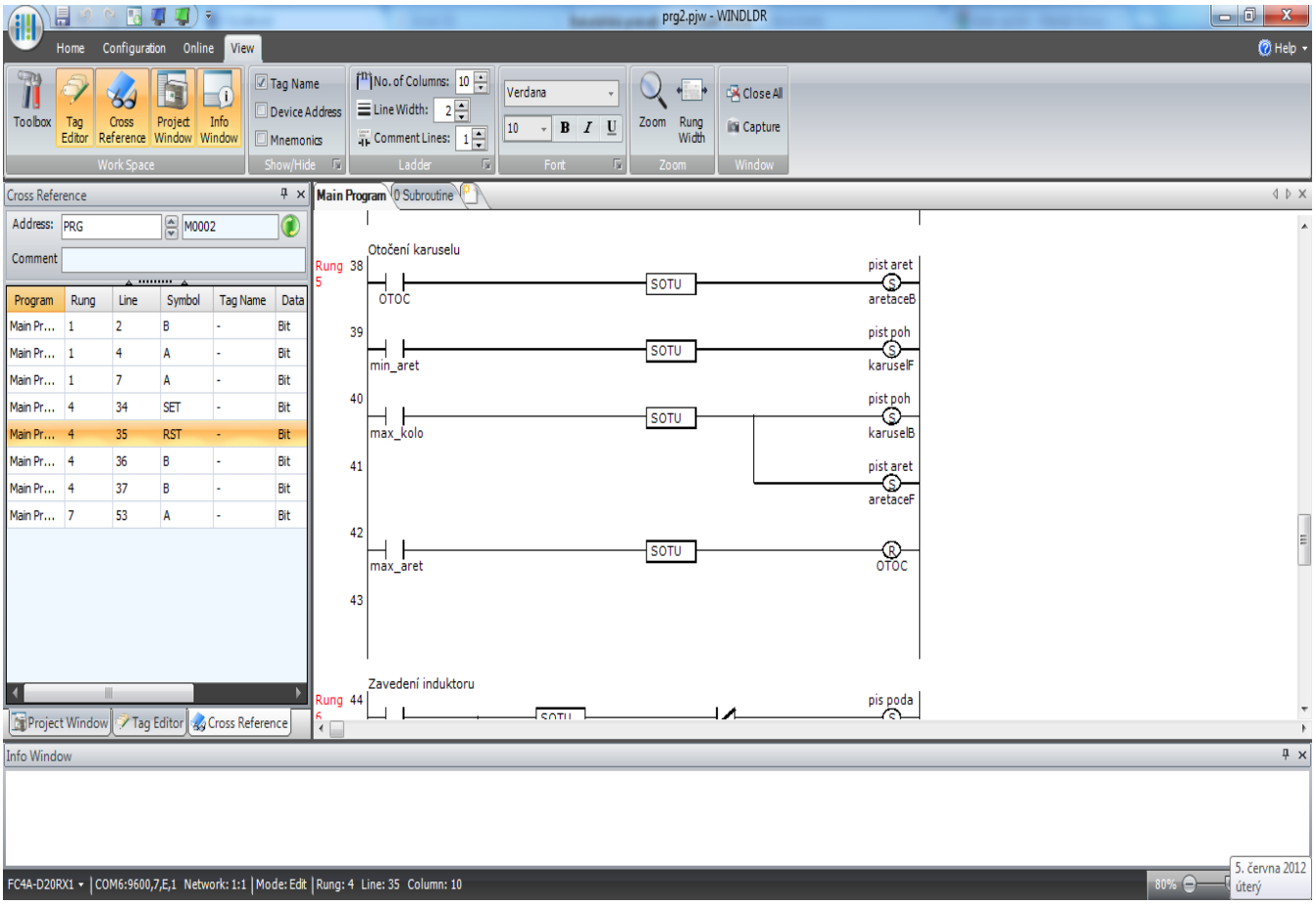
Program pro řízení celého lepicího automatu jsem vytvořil v programu WindLDR (viz Obr. 27), jenž je vývojovým prostředím řídicích systémů PLC IDEC pro operační systémy Windows. Jedná se o prostředí, ve kterém je možné programovat pouze v jazyku reléových schémat. Myslím, že je to velká nevýhoda tohoto programu, protože ne každý je na tento jazyk zvyklý. Program ale nabízí offline simulaci napsaného programu a monitorování jednotlivých stavů proměnných programu v PLC online. Program může být maximální velikosti 4800 bajtů (800 kroků) až 27000 bajtů (4500 kroků), dle konkrétní verze PLC MicroSmart.

Při psaní programu je možno vybírat z různých instrukcí. Mezi ty základní patří:

- Načtení vstupu (LOD, LODN)
- Okamžitá inicializace výstupu (OUT, OUTN)
- Nastavení výstupu (SET, RESET)
- Reakce na náběžnou a sestupnou hranu (SOTU, SOTD)
- Časovače (TIMER)
- Čítače (COUNTER)
- Posuvné registry (SFR, SFRN)
- Podmíněné skoky a oprávnění

PLC samozřejmě pracuje i s dalšími složitějšími instrukcemi. Pro příklad uvedu jen pár nejužívanějších:

- Porovnávání datových typů word a integer
- Rotace a posuvy
- Binární aritmetika
- Týdenní plánování
- PID regulace
- a další …



Obr. 27: Vývojové prostředí WindLDR

7.1 Popis algoritmu

Celý program jsem rozdělil do několika částí (Rung):

- Inicializace stavů
- Kalibrace
- Kontrola chybových stavů
- Snímání ovládacích tlačítek
- Otočení karuselu
- Dávkování induktorů
- Zavedení induktoru
- Zavedení feritu a lepení
- Uvolnění induktoru a počítání

7.1.1 Inicializace stavů

V této části programu se rozhoduje o tom, co bude zrovna vykonáváno. Zda je automat připraven k provádění procesů a otáčení. Pokud se zde vyhodnotí, že automat není připraven, tudíž jeho vybrané stavy nejsou v pořádku, je nařízena kalibrace aktivací vnitřní proměnné *kalibruj*. Ta je aktivována vždy, když nejsou aktivní procesní proměnné *PRG, KROK* nebo *OTOC*. Po úspěšném dokončení kalibrace je automat připraven ke spuštění příslušnými tlačítky snímané v jiné části programu.

Pro spuštění cyklování se nastavuje vnitřní procesní proměnná *PRG*. Proměnná *PRG* aktivuje jednotlivé procesy (lepení, zavádění induktoru) pomocí vnitřních proměnných *lepení* a *induktor*. Jakmile se tyto procesy dokončí, jsou proměnné nulovány a pokud je stále aktivní proměnná *PRG,* aktivuje se proměnná *OTOC,* která dovolí otočit karuselem a neumožňuje aktivaci *lepení* a *induktor*. Po dokončení otočení karuselu se vynuluje proměnná *OTOC* a jsou opět aktivovány *lepení* a *induktor*. Takto program stále cykluje, dokud není tlačítkem STOP vynulována proměnná *PRG*.

Dále může být aktivována proměnná *KROK*, která provede jeden celý krok a po otočení karuselu je vynulována a lepicí automat je připraven pro další volbu.

7.1.2 Kalibrace

Tato část zabezpečuje přítomnost některých prvků na daném místě a najetí akčních členů do určitých poloh podle signálů nainstalovaných senzorů. Kalibrace je aktivována vždy, když není aktivní žádný proces. Znamená to, že řídicí systém se snaží všechny akční členy ponechat v základních polohách během neprobíhajících procesů.

Konkrétně se kalibruje:

- Pohon karuselu do zajeté polohy
- Zaaretování karuselu
- Podavač cívek do zasunuté polohy
- Vyhazovací pohon v zasunuté poloze
- Zavedení feritu do ústí otáčecí hlavy
- Posunovací pohon feritů do zasunuté polohy
- Přítomnost feritů ve vedení od vibrujícího zásobníku
- Přítomnost induktoru v podavači

- Ohřátí tělesa na požadovanou teplotu

7.1.3 Kontrola chybových stavů

Rung kontroly chybových stavů hlídá provedení jednotlivých procesů a kalibrace. Pokud se v tomto rungu zjistí chyba, je nastavena vnitřní binární proměnná, která zastaví běh lepicího automatu a je signalizována obsluze.

Rung vyhodnocuje následující chybové stavy:

- Nedokončení kalibrace do určité doby od její aktivace
- Neúspěšný pokus dávkování induktoru do zavaděče
- Neúspěšné zavedení induktoru do kleštiny karuselu
- Nedokončený proces lepení po dané době
- Nedokončení otočení karuselu

7.1.4 Snímání ovládacích tlačítek

V tomto rungu se pouze detekuje stisk tlačítek a nastavují se tím binární proměnné, které povolují nebo zakazují jednotlivé procesy. Nastavení proměnných dovoluje jiná binární vnitřní proměnná, který je nastavovaná v prvním rungu po vyhodnocení stavů akčních členů.

7.1.5 Dávkování induktorů

Dávkování induktoru probíhá jednoduše vypínáním/zapínáním vibrujícího zásobníku. Vibrátor je zapnut, pokud není induktor v zaváděcím zařízení, které musí být ve své základní poloze. Zapnutím vibrátoru se induktory posouvají ve vodící liště a na jejím konci vždy spadne jeden induktor do podávacího zařízení. V této části programu je zpracovávána informace z difúzního optického snímače umístěného na konci vodicí lišty. Jakmile program narazí na sestupnou hranu signálu, jenž dává informaci o spadnutí induktoru z lišty, vypne okamžitě vibrátor. Induktor je poté detekován pomocí optické závory v zaváděcím zařízení. Jakmile je díky níže uvedené části programu induktor zaveden do karuselu, může se tato část programu opakovat.

7.1.6 Zavedení induktoru

Cílem tohoto procesu je zavést induktor do karuselu pokud je přítomen induktor v zavaděči. Tento proces je spuštěn vnitřní proměnnou *Induktor*, která se nastavuje po stisknutí tlačítka *START cyklování*. Jakmile je nastavená proměnná, je přítomen induktor

v zavaděči a v karuselu pod ním není induktor, je aktivován výstup pro vysunutí pohonu zavaděče. Po najetí do koncové polohy a zapadnutí induktoru do výřezu je aktivován posun pohonu druhým směrem, zpět do základní polohy. Zde induktor propadne do karuselu, kde je detekován difúzním optickým senzorem.

Přítomnost induktorů na jednotlivých pozicích karuselu je k dispozici v posuvném registru. Registr je 60 bitový, podle počtu kleštin na karuselu. První bit je vždy nastavován podle přítomnosti induktoru v karuselu pod zavaděčem. Posunutí registru se provádí ve stejný okamžik jako otočení karuselu. Tím se snadno zjistí, zda se induktor nachází na určitém místě.

7.1.7 Zavedení feritu a lepení

Tato část programu je velmi důležitá v celém procesu. Celý proces lepení začíná ve stejné době jako zavádění induktoru, aktivací vnitřní binární proměnné *lepeni*. Ta je aktivní po startu programu nebo po otočení karuselu. Jakmile je ale zjištěno, že na místě lepení není přítomen induktor, lepení je okamžitě ukončeno a čeká se pouze na proces zavedení induktoru. Toto je velmi důležité, protože pokud by došlo k aplikaci lepidla v době, kdy není přítomen induktor, mohlo by dojít k zalepení některých pohyblivých dílů nebo až ke zničení otočné hlavy.

Informace o přítomnosti induktoru na místě lepení je získána z posuvného registru, o kterém jsem psal výše. Se startem programu se aktivuje otáčení zaváděcí hlavy, která se neustále otáčí během aktivního programu. Jakmile je tedy zjištěno po spuštění programu, jednoho kroku nebo dokončení otáčení karuselu, že na místě lepení je induktor, dojde ke startu procesu. Aktivuje se výstup pneumatického pohonu, který posouvá ferit do induktoru. Ve stejný okamžik se aktivuje výstup lepení a je aktivní až do doby, kdy indukční senzor detekuje kovový váleček na pístnici pneumatického pohonu. Je to z důvodu, aby nedošlo k aplikaci lepidla na úplný kraj feritu. Jakmile je ferit posunut až k dorazu, je pneumatický pohon zasunut zpět do základní polohy a před pístnici zapadne další ferit. To se předpokládá, pokud indukční senzor detekující přítomnost feritů ve vedení k zavaděči je aktivní. Ve chvíli, kdy je pneumatický pohon zpět v základní poloze, je ukončen proces lepení vynulováním proměnné *lepeni*.

Pochopitelně musí dojít k aplikaci aktivátoru. Ten je do induktoru nanesen o krok dříve, než je prováděn proces lepení.

7.1.8 Uvolnění induktorů a počítání

V této části programu je v každém kroku aktivován výstup ovládající ventil malého pneumatického pístu, který vystrčí induktor z otevřené kleštiny. Induktor následné putuje do obsluhou připravené krabice.

Pokud je přítomen induktor u vyhazovacího pístu, je aktivní i příslušný bit v posuvném registru, který o 1 zvýši hodnotu v čítači. Po dosažení čítače daného počtu je aktivován výstup signalizace obsluze a proces je zastaven.

8 Závěr

Jedním z úkolů této práce bylo navrhnout a zrealizovat elektrické a některé mechanické části lepicího automatu, který dokáže přesně vykonávat daný technologický proces, vykonávající se do dnešní doby ve firmě Protech group s.r.o. ručně. Lepicí automat je ke dni 20.5.2012 po elektrické stránce téměř kompletní. Celý návrh elektrické a mechanické části jsem vytvářel v programu AutoCAD a konzultoval ho s vedením firmy. Chybí pouze nainstalovat některé senzory na mechanické části, které ještě nejsou vyrobeny. Konkrétně je potřeba dokončit dávkování induktorů, topný systém a doladit zaváděcí zařízení feritů, aby bezchybně posunovalo ferity k ústí hlavy.

Dalším úkolem bylo navrhnout a nainstalovat na lepicí automat pneumatický systém. Tento systém zastupuje většinu akčních členů. Musel jsem nainstalovat pneumatické ventily s elektromagnetickým ovládáním a připojit je k PLC v hlavním rozvaděči. Dále jsem na automat nainstaloval 5 pneumatických pohonů pro akční zásah a připojil je k ovládacím ventilům. Tato část se povedla kompletně zrealizovat a odzkoušet její funkce.

Jedním z hlavních úkolů byl výběr řídicího systému, jeho instalace a zapojení vstupů a výstupů podle návrhu. Vybral jsem malý řídicí systém PLC od firmy IDEC. Musel jsem některé ovládané elektrické části připojit přes různé elektrické přístroje (relé, stykač, …), které jsou součástí hlavního elektrického rozvaděče. I tato část se povedla kompletně zrealizovat.

Součástí hlavního úkolu byl také návrh řídicího programu. Ten jsem vytvořil ve vývojovém prostředí řídicího systému PLC, v jazyku příčkového diagramu (Ladder diagram), jenž je jediným dostupným jazykem v daném vývojovém prostředí. Program se povedlo napsat a z části odzkoušet. Bohužel nebylo možné program zcela odzkoušet, protože některé části nejsou dokončené ke dni 20.5.2012.

Do budoucna je plánováno přidání kontrolního stanoviště. Konkrétně se jedná o použití průmyslové kamery s vyhodnocovacím softwarem, která by kontrolovala některé parametry výsledného produktu. Dále se uvažuje o instalaci zařízení, které by kontrolovalo sílu zalepení feritu uvnitř induktoru.

9 Literatura

[1] Ladislav Šmejkal, Marie Martinásková: PLC a automatizace 1 a 2, Praha 2007

[2] Dokumentace firmy IDEC: http://www.idec.com/gben/index.html

[3] Dokumentace firmy JMF: http://www.jmf.cz/

[4] Radislav Martínek: Senzory v průmyslové praxi, Praha 2004

[5] FESTO didactic: Úvod do pneumatiky, Praha 1989

[6] http://www.automatizace.cz

10 Seznam příloh

Obsah přiloženého CD:

- Elektronická podoba této bakalářské práce
- Program řídicího systému PLC
- Výkres elektroinstalace řídicího systému PLC
- Dokumentace řídicího systému PLC (anglická verze)
- CAD výkresy mechanických dílů
- Dokumentace modulového koncového stupně krokových motorů
- Dokumentace regulátoru ECO24