

Stredná priemyselná škola techniky a dizajnu

Mnoheľova 828, 05846 Poprad

Riadenie lineárneho pohonu pomocou PLC

Strojár inovátor

Mesto: TU Košice

Rok 2025

Riešitelia

Soltys Alex

Pod'akovanie

Na začiatok svojej práce by som sa rád pod'akoval svojim školiteľom, Ing. Milanovi Hanzelimu a Ing. Ivanovi Baranovičovi, ktorí mi boli počas celej práce a štúdia na tejto škole vždy nápomocní. S ochotou a trpezlivosťou mi poskytli cenné rady a usmernenia, vďaka ktorým som mohol úspešne dokončiť tento projekt. Ich odborné znalosti a dlhoročné skúsenosti v odbore boli pre mňa neoceniteľnou pomocou a motiváciou. Ďakujem im za ich podporu a ochotu, ktorá ma sprevádzala celým procesom.

Obsah

Zoznam skratiek, značiek a symbolov	6
1 Úvod	7
2 Ciele práce	8
3 Materiál a metodika	9
3.1 Návrh a výroba konzole	9
3.2 Základňa pre pohon	9
3.3 Pripojenie menšieho piestu	10
3.4 Priskrutkovanie komponentov	11
3.5 Programovanie	11
3.6 Zapojenie elektroniky	13
3.7 Finálne zostrojenie	14
4 Výsledky práce	15
5 Diskusia	16
6 Závery práce	17
7 Zhrnutie	18
8 Zoznam použitej literatúry	19

Zoznam skratiek, značiek a symbolov

Ak sa v práci stredoškolskej odbornej činnosti vyskytuje viacej skratiek, značiek a symbolov, tieto sa uvádzajú kvôli sprehl'adneniu a lepšej orientácii v texte hneď za Úvodom. Zoraďujú sa pod seba v abecednom poradí.

AHJ - Automatické hydropneumatické zariadenie

CNC - Computer Numerical Control (počítačom riadené obrábacie stroje)

DIN - Deutsches Institut für Normung (nemecký normálny inštitút)

DPS - Doska plošných spojov

HMI - Human-Machine Interface (rozhranie medzi človekom a strojom)

LED - Light Emitting Diode (svetelná dióda)

PLC - Programmable Logic Controller (Programovateľný logický kontrolér)

SPS - Systém programovateľných strojov

1 Úvod

„Technológia je nástroj, ktorý nám umožňuje dosiahnuť to, čo predtým považovali za nemožné. Je to o neustálom pokroku, inováciách a prekonávaní hraníc toho, čo sa považovalo za možné.“

– Bill Gates

Automatizácia je jednou z najzásadnejších technických inovácií súčasnosti, ktorá neustále mení spôsob, akým pracujeme a žijeme. S každým novým technologickým pokrokom sa otvárajú nové možnosti v oblasti produktivity, efektívnosti a kvality práce. Tento proces je nevyhnutný pre zlepšovanie existujúcich systémov a pre vytváranie inovácií, ktoré predtým boli považované za nereálne. Cieľom tejto práce je preskúmať aplikácie automatizácie v technických a priemyselných procesoch, s dôrazom na riadenie pneumatických valcov pomocou programovateľného logického automatu (PLC). Práca sa zameria na praktické aplikácie týchto technológií, ktoré umožňujú nielen zjednodušiť a zefektívniť procesy, ale aj poskytnúť študentom vzdelávacie nástroje na lepšie pochopenie fungovania moderných technológií. Automatizácia nás fascinuje, pretože veríme, že je kľúčom k budúcnosti, ktorá bude efektívnejšia, inovatívnejšia a prinesie riešenia na výzvy, ktoré sú pred nami.

2 Ciele práce

Hlavný cieľ:

Vytvoriť funkčný panel, ktorý integruje elektronické a pneumatické systémy, čím umožní ich vzájomnú interakciu a riadenie. Tento panel bude slúžiť ako praktický nástroj na demonštráciu spolupráce týchto dvoch technológií v reálnych aplikáciách, ako je automatizácia a riadenie pohybu v priemyselných prostrediach.

Vedľajšie ciele:

Zostrojiteľ nástroj, ktorý bude slúžiť na rozvoj zručností študentov v oblasti pneumatických a elektronických systémov, pričom študenti sa naučia nielen teoretické základy, ale aj praktické zručnosti potrebné na návrh a implementáciu týchto systémov.

Zviditeľniť alternatívne riešenia problémov pre výrobné linky, ktoré môžu viesť k zvýšeniu efektivity, flexibility a úsporám v procese výroby. Tento cieľ podporí kreativitu a inováciu v návrhu a optimalizácii výrobného procesu, čím prispeje k lepšiemu fungovaniu priemyselných aplikácií.

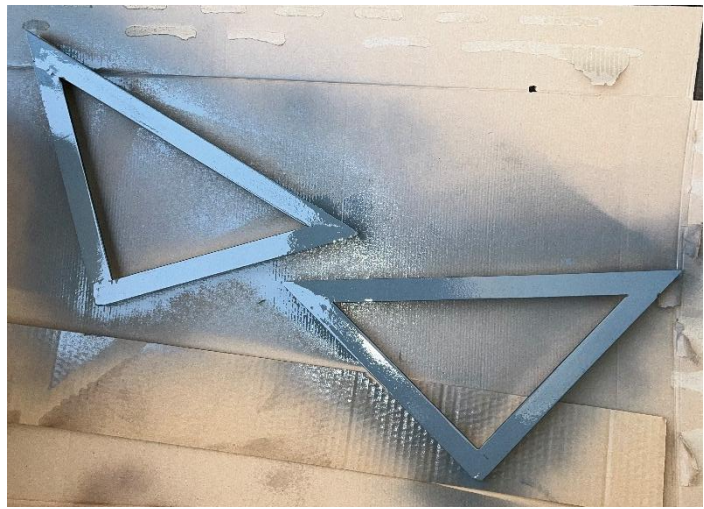
3 Materiál a metodika

3.1 Návrh a výroba konzole

Začiatok projektu spočíval v návrhu a výrobe konzoly na upevnenie panela s komponentmi riadiaceho systému. Použili sme L-profil, ktorý sme narezali a následne zvárali s pomocou pána učiteľa Ing. Hanzeliho. Stojan má 60-stupňový sklon, čo zabezpečilo stabilitu a pohodlný prístup k panelu. Po zváraní sme konštrukciu obrúsili, naniesli podkladovú farbu a potom sivú farbu na zabezpečenie estetiky a ochrany pred koróziou.



Obrázok 1 – Rám pre panel



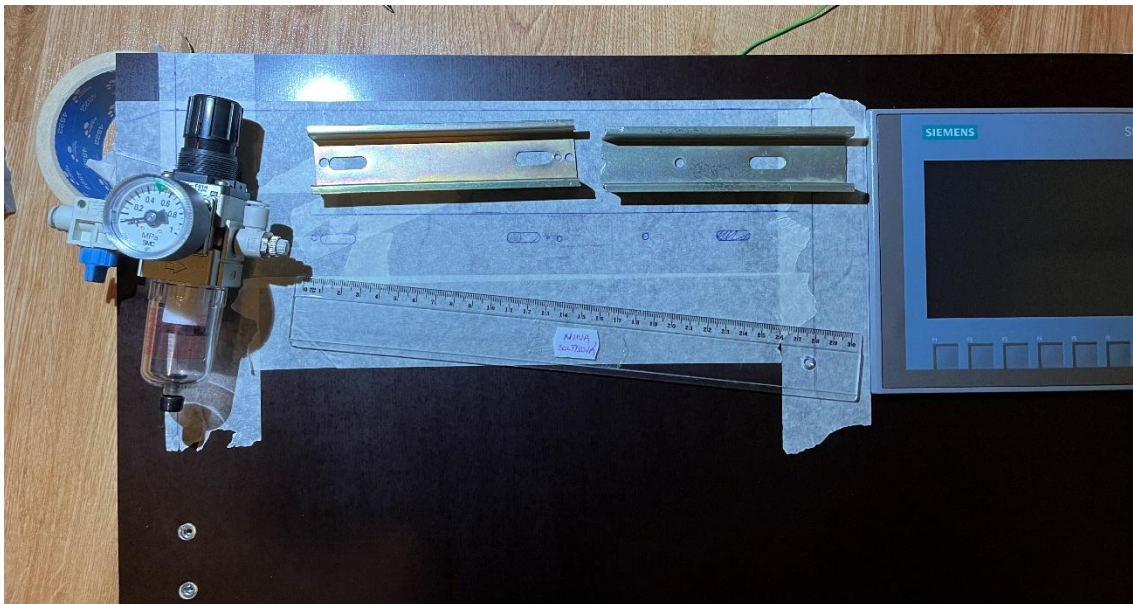
Obrázok 2 – Finálny rám

3.2 Základňa pre pohon

Ako základňu a podstavu nášho projektu sme použili fínsku dosku s rozmermi 650×480 mm, na ktorú sme upevnili všetky komponenty. Rozmiestnenie sme si starostlivo naplánovali tak, aby vyhovovalo požiadavkám projektu. Pred samotnou montážou sme vykonali presné merania a označenia umiestnenia jednotlivých prvkov.

Následne sme predvrtali otvory menším vrtákom a do dosky sme vytvorili kovový závit. Tento spôsob uchytenia sme zvolili zámerne, aby bol celý systém demontovateľný, na rozdiel od bežného upevnenia samoreznými skrutkami. Do pripravených závitov sme následne osadili skrutky, čím sme postupne upevnili všetky komponenty.

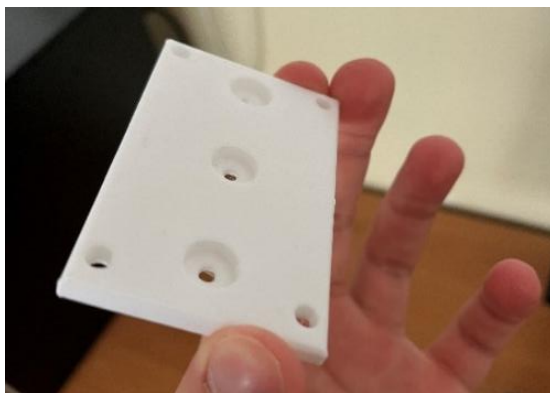
Pri montáži sme taktiež použili frézu na vyvrtanie otvoru pre zapustené osadenie HMI obrazovky. DIN lišty sme využili ako nosný prvok na upevnenie vybraných komponentov, čím sme zabezpečili ich pevné a prehľadné uloženie.



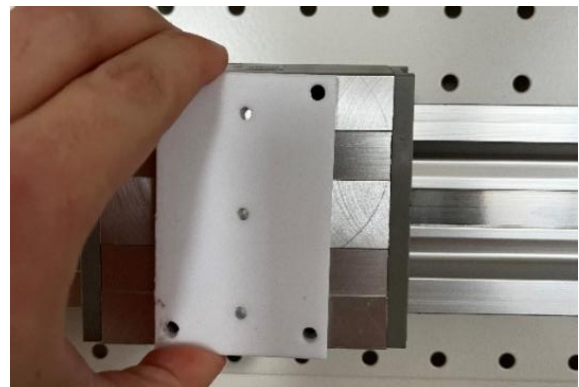
Obrázok 3 – Návrh rozloženia

3.3 Pripojenie menšieho piestu

Po zabezpečení hlavného valca sme sa pustili do prichytenia menšieho valca, ktorý slúži na vertikálny pohon. Na jeho pripojenie k jazdci väčšieho valca sme využili 3D tlač, čím sme vytvorili presný medzikus. Tento prístup nám uľahčil montáž, pretože tradičné mechanické riešenia by vyžadovali viac úprav. Pri navrhovaní medzikusu sme použili posuvné meradlo na presné zmeranie rozmerov. Vytlačený medzikus presne zosúladiť diery na skrutky medzi valcami, čo zabezpečilo jednoduchšie a estetické prichytenie.



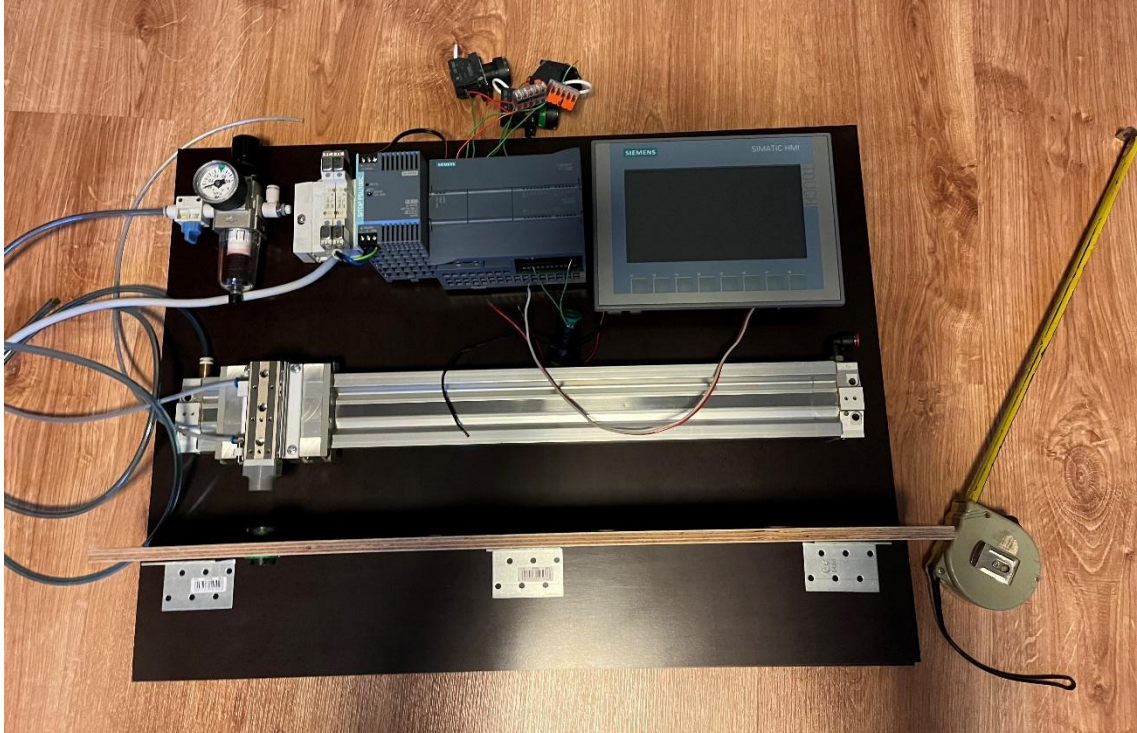
Obrázok 4 - Medzikus



Obrázok 5 – Ukážka medzikusu na pieste

3.4 Priskrutkovanie komponentov

Po prichytení menšieho valca k jazdci väčšieho valca sme sa pustili do prípravy základne pre testovanie.

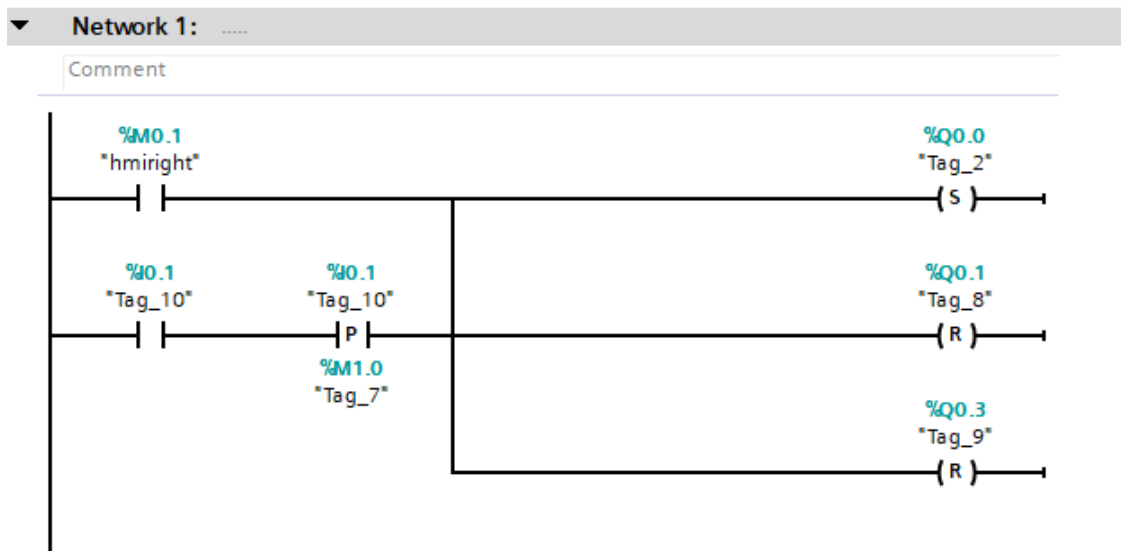


Obrázok 6 – Rozloženie komponentov

3.5 Programovanie

Programovanie prebiehalo v softvéri TIA Portal V17, ktorý je určený na vývoj a konfiguráciu automatizačných systémov Siemens. V rámci tohto prostredia sme vytvorili program využívajúci Ladder logiku (LAD), ktorá patrí medzi najrozšírenejšie programovacie jazyky pre PLC (Programmable Logic Controller).

Pri tvorbe programu sme sa zamerali na zabezpečenie spoľahlivého riadenia jednotlivých komponentov, pričom sme využili štandardizované logické prvky a podmienky pre efektívne spracovanie vstupných a výstupných signálov.



Obrázok 7 - Program pre PLC

Programová logika zodpovedná za riadenie posúvača je znázornená na obrázku č. 13. Táto časť programu obsahuje dva vstupy – prvý prichádza z HMI obrazovky, ktorá umožňuje manuálne ovládanie, a druhý zo vstupného signálu I0.1, ktorý pochádza z tlačidla. Ak na ktorýkoľvek z týchto vstupov príde logická jednotka (1), network sa aktivuje bez ohľadu na to, odkiaľ signál pochádza.

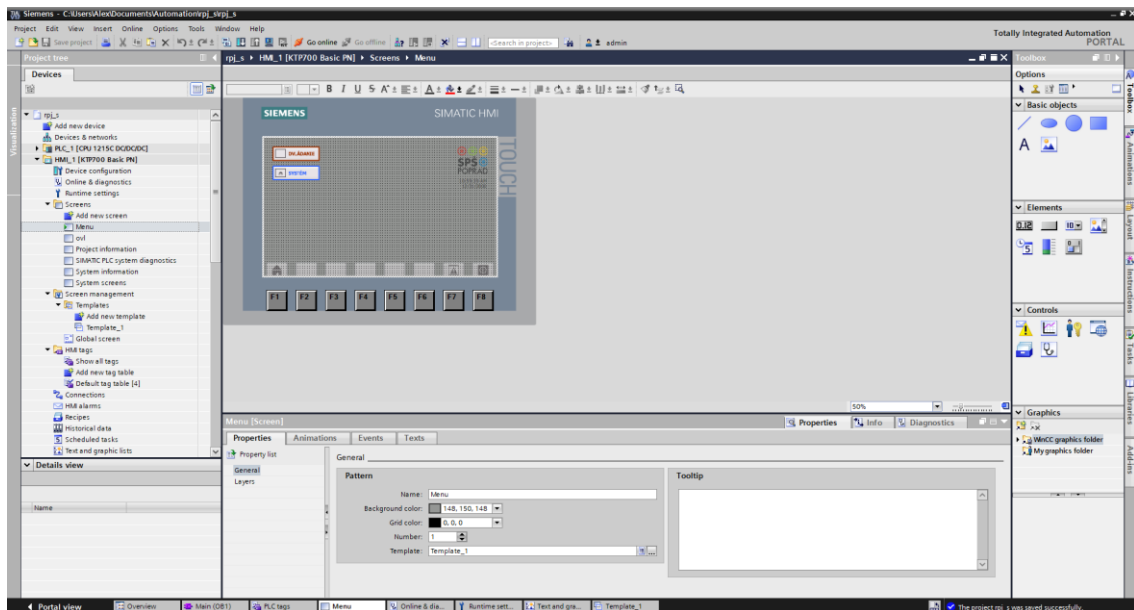
Po detekcii nábežnej hrany signálu PLC vykoná sériu krokov na inicializáciu pohybu posúvača. Najprv vyšle signál na aktiváciu posunu doprava (1V1 – poloha 1), čím dôjde k vysunutiu posúvača. Súčasne pre istotu resetuje pohon pre opačný smer (doľava), aby sa zabránilo zablokovaniu mechanizmu, a vypne brzdu, čím umožní plynulý pohyb jazdca.

Po spustení pohybu sa jazdec presúva smerom k snímaču. Keď snímač deteguje prítomnosť jazdca, odošle signál do PLC, ktoré tento signál spracuje a následne presunie posúvač do druhej polohy (1V1 – brzda). Tento proces zabezpečuje presné a spoľahlivé riadenie pohybu posúvača v rámci celého automatizovaného systému.

Taktiež sme programovali HMI obrazovku, kde sme nastavili vstupy, ako napríklad HMI_doprava, ktoré umožňujú manuálne ovládanie posúvača. HMI slúži ako rozhranie medzi používateľom a riadiacim systémom, pričom umožňuje zadávanie povelov a sledovanie aktuálneho stavu zariadenia.

Na obrázku č. 14 je možné vidieť základnú štruktúru programu a náznak programovania. V tomto programe sme definovali jednotlivé vstupy a výstupy, nastavili ich prepojenie s PLC a zabezpečili, aby komunikácia medzi HMI a riadiacim systémom prebiehala spoľahlivo. Implementovali sme ovládacie prvky na displeji, ako sú tlačidlá na pohyb posúvača, indikátory aktuálnej polohy a stavové hlásenia.

Správna konfigurácia HMI obrazovky bola kľúčová pre intuitívne ovládanie zariadenia, pričom sme dbali na prehľadnosť a jednoduché používanie.



Obrázok 8 - Program pre HMI

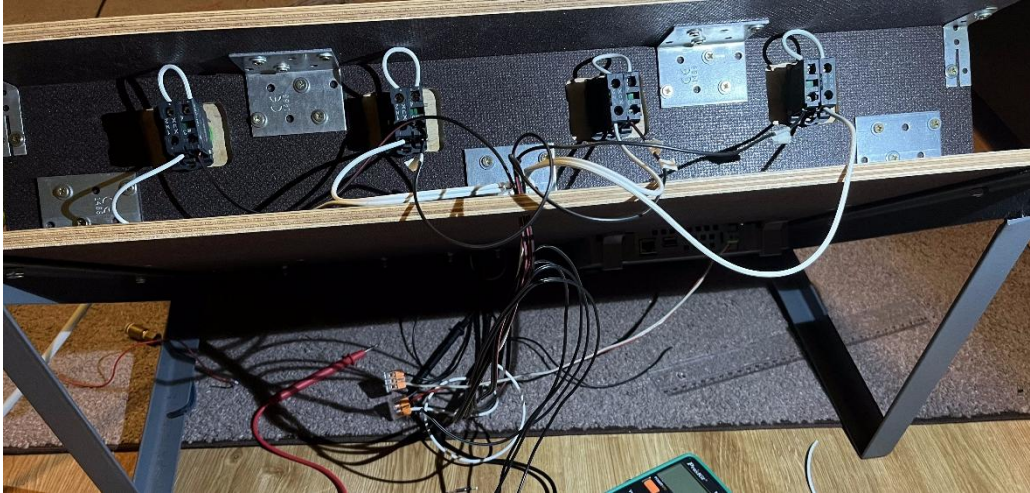
3.6 Zapojenie elektroniky

Elektronické zapojenie systému začína napájaním PLC, ktoré je pripojené na 230V AC zo zásuvky. Tento napájací vodič vedie do meniča napätia, ktorý prevádza 230V AC na 24V DC. Tento menič napája PLC a zároveň slúži ako hlavný napájací prívod pre zadnú časť ovládacieho panela.

Na tento prívod sú postupne pripojené jednotlivé komponenty. V dolnej časti panela sa nachádzajú štyri tlačidlá zelenej farby, ktoré slúžia na indikáciu stavov. Nad nimi sú umiestnené štyri snímače polohy, ktoré sú prepojené a ich spoločný vodič je zapojený ako STOP signál do PLC.

Ďalej sú napájané pneumatické rozvádzače – dva 3/2 ventily a jeden 5/2 ventil, ktoré riadia horizontálny a vertikálny pohyb piestov. Signály pre aktiváciu ventilov sú ovládané priamo z PLC.

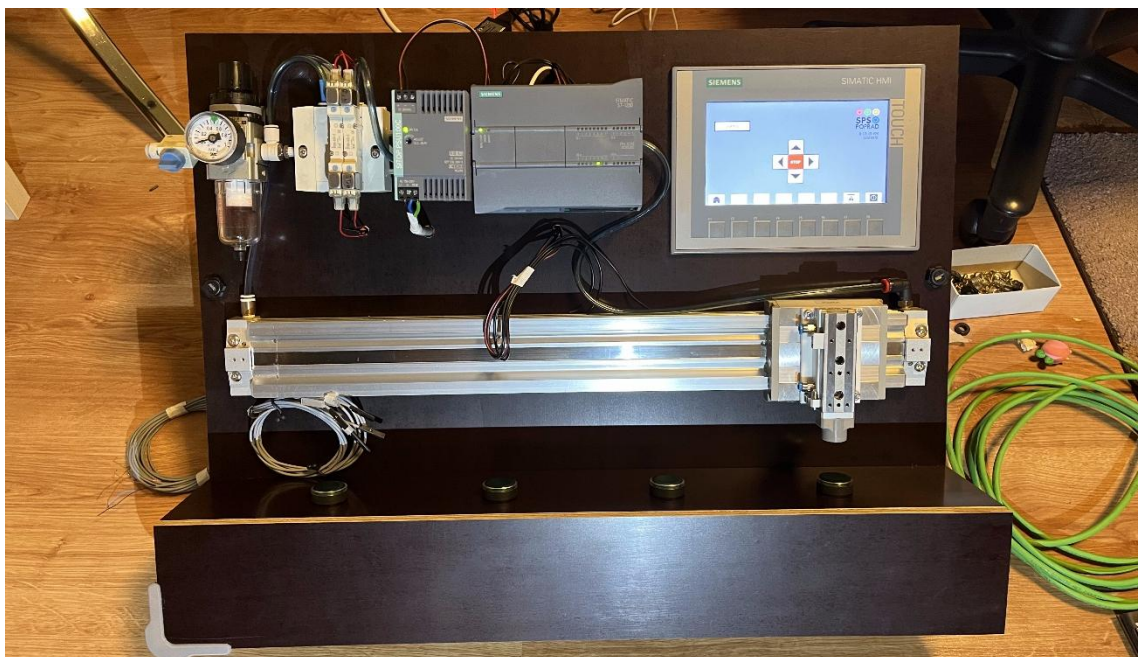
Nakoniec je na zadný napájací prívod pripojená HMI obrazovka, ktorá zabezpečuje vizualizáciu a ovládanie celého systému. HMI komunikuje s PLC prostredníctvom CAT 6 kábla, čím je zabezpečená spoľahlivá dátová výmena medzi riadiacim systémom a užívateľským rozhraním.



Obrázok 9 - Zapájanie tlačidiel indikácie

3.7 Finálne zostrojenie

Nakoniec sme skonštruovali celý systém, pripojili pneumatiku a prepojili všetky elektronické prvky. Po dokončení montáže sme vykonali kontrolu zapojenia, aby sme zabezpečili správnu funkčnosť všetkých komponentov.



Obrázok 10 - Finálne zostrojenie

4 Výsledky práce

Výsledky práce ukázali, že sa podarilo zostrojiť funkčný panel, ktorý úspešne spája elektronické a pneumatické systémy. Panel funguje na princípe lineárneho pneumatického pohonu, ktorý je riadený dvoma posúvačmi a PLC riadiacou jednotkou. Na pneumatickom pieste je umiestnený vertikálny piest, ktorý umožňuje ovládanie štyroch tlačidiel v rôznych polohách, čím systém umožňuje presné a spoľahlivé riadenie pohybu a funkcií.

Merania vykonané v škole, vrátane testov presnosti tlaku, ukázali, že systém funguje správne pri tlaku 0,7 MPa a výsledky testov preukázali stabilitu a efektivitu v prevádzke.

Pri zostavovaní panela sa vyskytli rôzne výzvy, najmä v oblasti tesnení a posúvačov, ktoré bolo potrebné upravovať. Rovnako bolo potrebné vyvinúť efektívne programovanie na riadenie systému. Napriek týmto výzvam sa podarilo dosiahnuť spoľahlivý a presný výsledok.

Výsledky testov ukázali, že panel je rýchly, dostatočne presný a efektívny, čím spĺňa všetky požiadavky stanovené na začiatku projektu. Celkovo panel úspešne plní svoju funkciu a ukázal sa ako veľmi užitočný nástroj pre automatizáciu procesov.

5 Diskusia

Počas realizácie projektu sme narazili na viaceré technické problémy, ktoré sme postupne vyriešili. Tieto výzvy nám umožnili prakticky aplikovať teoretické vedomosti a vylepšiť celkovú funkcionality systému.

Oprava kompresora

Kompresor sa prehrieval kvôli nedostatku oleja, čo ovplyvňovalo výkon systému. Po jeho doplnení sa stabilizovala prevádzka a systém začal fungovať efektívne.

Výmena ventilov

Pôvodný 5/2 ventil sme nahradili dvoma 3/2 ventilmi, čím sa zvýšila presnosť ovládania pohybu piestu. Tento krok zlepšil celkovú stabilitu a efektivitu systému.

Programovanie HMI obrazovky

Implementácia HMI rozhrania zlepšila prehľadnosť systému a umožnila vizuálnu spätnú väzbu. Používateľ teraz môže jednoduchšie monitorovať stav systému a efektívnejšie ho ovládať.

Oprava netesnosti piestu

Pri testovaní sme zaznamenali úniky vzduchu spôsobené poškodeným tesnením. Po jeho výmene sa netesnosti odstránili, čím sa zvýšila efektivita systému.

Získané poznatky a výzvy

Projekt nám poskytol praktické skúsenosti s pneumatickými systémami, diagnostikou porúch a efektívnym nastavovaním prvkov riadenia.

Čelili sme aj výzvam, najmä v oblasti dostupnosti komponentov. Niektoré plánované súčiastky neboli dostupné, čo nás prinútilo improvizovať a upraviť systém podľa dostupných možností. Táto skúsenosť nás naučila flexibilitu a schopnosti prispôbiť sa reálnym podmienkam.

6 Závěry práce

V závěre je potrebné stručne zhodnotiť dosiahnuté výsledky a splnenie cieľov. Je dôležité zdôrazniť význam týchto výsledkov a ich potenciálne využitie v praxi. Záver by mal vyjadrovať názor autora na riešený problém a prezentovať prínos jeho návrhov, pričom sa musí zamerať na spôsob ich realizácie. V texte by nemali byť nové informácie, ktoré neboli spomenuté v práci, a záver by mal nadväzovať na predchádzajúce úvahy.

V závěre práce môžeme potvrdiť, že sa podarilo úspešne splniť stanovené ciele a vytvoriť funkčný panel, ktorý integruje pneumatické a elektronické systémy. Testy preukázali jeho stabilitu a presnosť, čo ukazuje jeho praktický potenciál v automatizácii priemyselných procesov. Tento systém môže prispieť k zvýšeniu efektivity a spoľahlivosti výrobných zariadení, ale aj slúžiť ako nástroj pre vzdelávanie. Projekt ukázal, ako efektívne spojiť tieto technológie a priniesol praktické riešenie pre automatizáciu.

7 Zhrnutie

Hlavným cieľom našej práce bolo vysvetliť princíp fungovania lineárnych pneumatických pohonov, ich základné komponenty a mechanizmy, ktoré sú zodpovedné za ich správne fungovanie. Práca sa zamerala na detailné objasnenie fungovania pneumatických valcov, ich ovládania a využitia v automatizačných procesoch. Súčasťou práce bola aj analýza využitia pneumatických pohonov v rôznych priemyselných aplikáciách a spôsob riadenia pohybu prostredníctvom moderných riadiacich systémov, ako je PLC. Pri realizácii projektu sme experimentovali a tvorili rôzne časti systému, pričom sme sa zamerali na kombinovanie pneumatických komponentov s riadiacimi systémami. Zistením tejto práce je, že pneumatické systémy riadené PLC predstavujú efektívny nástroj na vývoj a učenie programovania, ktorý môže slúžiť aj ako didaktická pomôcka pre žiakov. Projekt využíval pneumatické valce, posúvače, PLC, tlačidlá a LED diódy. Pri realizácii projektu sme čelili viacerým problémom, ako napríklad netesnenie pneumatických valcov, ktoré sme vyriešili výmenou tesnení, a problémom s nastavením správneho fungovania posúvačov. Napriek týmto problémom sa nám podarilo dosiahnuť funkčný model, ktorý môže byť užitočný v praxi aj v oblasti výučby.

8 Zoznam použitej literatúry

Wikipedia: Elektronická riadiaca jednotka. 10.1.2025. Dostupné na internete:

https://sk.wikipedia.org/wiki/Elektronická_riadiaca_jednotka.

Wikipedia: Programmable Logic Controller. 10.1.2025. Dostupné na internete:

https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller.

RS Components: HMI Displeje. 10.1.2025. Dostupné na internete: <https://cz.rs-online.com/web/c/automatizace-a-ridici-zarizeni/plc-hmi-a-prumyslove-pocitace/hmi-displeje/>.

Wikipedia: Elektronika. 10.1.2025. Dostupné na internete:

<https://sk.wikipedia.org/wiki/Elektronika>.

TME: Spínače a tlačidlá - rozdiely, využitie a princíp činnosti. 10.1.2025. Dostupné na internete: <https://www.tme.eu/sk/news/library-articles/page/59080/spinace-a-tlacidla-rozdiely-vyuzitie-a-princip-cinnosti/>.

Wikipedia: Luminiscenčná dióda. 10.1.2025. Dostupné na internete:

https://sk.wikipedia.org/wiki/Luminiscenčná_dióda#:~:text=Luminiscenčná%20dióda%20alebo%20svetelná%20dióda,svetlo%2C%20ľudovo%20ledka%2C%20angl..

Venio: Indukčné snímače – bezkontaktné snímače. 10.1.2025. Dostupné na internete:

<https://venio.sk/produkty/indukcne-snimace-bezkontaktno-snimace/#:~:text=Indukčné%20snímače%20na%20bezkontaktné%20snímanie,v%20definovanej%20vzdialenosti%20od%20snímača..>

Wikipedia: Pneumatický mechanizmus. 10.1.2025. Dostupné na internete:

https://sk.wikipedia.org/wiki/Pneumatický_mechanizmus.

EA Machine: The Advantages and Disadvantages of Pneumatic. 10.1.2025. Dostupné na internete: <http://sk.eamachine.com/info/the-advantages-and-disadvantages-of-pneumatic-83173210.html>.

ChatGPT: Pomoc pri spracovaní požiadaviek.. Dostupné na internete:

<https://chat.openai.com>.