



VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA
A JAZYKOVÁ ŠKOLA S PRÁVEM STÁTNÍ JAZYKOVÉ ZKOUŠKY

KUTNÁ HORA, MASARYKOVA 197

MATURITNÍ PRÁCE

Rok 2025

JAKUB NOVOTNÝ

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svou maturitní práci vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná a elektronická verze maturitní práce jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Současně souhlasím se zpracováním uvedených osobních údajů dle nařízení GDPR (nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů) po celou dobu archivace mé maturitní práce. Po převedení dokumentu do archivu školy mohu kdykoliv využít právo písemnou formou svůj souhlas se zpracováním osobních dat odvolat.

V Kutné Hoře dne 31. března 2025

.....
(vlastnoruční podpis)

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval firmě TMMCZ za dodání potřebného vybavení v oblasti hardwaru i softwaru. Za vyčlenění pracovního prostoru v tréninkovém centru údržby, zapůjčení potřebného nářadí a poskytnutí potřebných softwarových licencí. Dále bych rád poděkoval Davidovi Rusému za čas který mi věnoval a měl se mnou trpělivost naučit mě novým věcem. V neposlední řadě děkuji firmě SEW Motors za darování motoru, který byl klíčovou součástí mého maturitního projektu. Zvláštní poděkování patří panu učiteli Zbyňku Válovi za jeho podporu, trpělivost a odborný dohled nad mou prací. Jeho připomínky a vedení mi pomohly dosáhnout kvalitního výsledku.

ABSTRAKT

IoT kit je vyrobené zařízení, které není zařízení v pravém slova smyslu. IoT kit byl navržen za účelem tréninku úzce specializovaných údržbářů v TMM CZ, kteří se zabývají digitalizací. Což je sběr dat ze zařízení a jejich následná vizualizace. Srdcem Iot kitu je PLC a 3 fázový asynchronní motor. PLC zpracovává program, který byl za tímto účelem napsán. Software si můžeme vizualizovat na HMI, kde je dobře čitelný pomocí ladderu.

ABSTRACT

The IoT kit is a manufactured device that is not a device in the true sense of the word. The IoT kit was designed for the purpose of training highly specialized maintenance technicians at TMM CZ who focus on digitalization. This involves collecting data from devices and subsequently visualizing it. The heart of the IoT kit is a PLC and a three-phase asynchronous motor. The PLC processes the program written specifically for this purpose. The software can be visualized on an HMI, where it is clearly readable using ladder logic.

The IoT kit is a created tool, but it's not really a device in the traditional sense. It was made to train specialized maintenance workers at TMM CZ who deal with digitalization. This means gathering data from machines and showing it visually. At the core of the IoT kit is a PLC and a three-phase asynchronous motor. The PLC runs a program written just for this task. You can see the software on an HMI screen, where it's easy to read thanks to ladder logic.

KLÍČOVÁ SLOVA

PLC, HMI, 3 fázový asynchronní motor, IoT, Ethernet/IP, IO-Link master modul

KEYWORDS

PLC, HMI, 3-phase asynchronous motor, IoT, Ethernet/IP, IO-Link master module

OBSAH

Úvod	8
1 Návrh kitu	Chyba! Záložka není definována.
2 Popis jednotlivých komponent	9
2.1 Hlavní vypínač – QM1	9
2.2 Svorkovnice 230V – X0	11
2.3 Jištění nízkého napětí 2x230V pro napájení frekvenčního měniče a zdroje 230/24V – FA1, FA2	12
2.4 Jištění 24V 2x, FA3	13
2.5 Svorkovnice N1, P1 – X1	14
2.6 Statusový maják – H1	15
2.7 Zdroj Omron – PSW1	16
2.8 FLR jednotka (pneumatická)	17
2.9 Frekvenční měnič – INV 1	18
2.10 Laser Keyence – B2	19
2.11 PLC sestava– D1.0	20
2.12 Human Machine Interface TOYODA DM – 12 Wm	21
2.13 Operační panel (kšandy+ konektor m12, zvuková signalizace)	22
2.14 Switch – SW1	24
2.15 Io-link Master modul – IO1	25
2.16 Čidlo pro měření teploty PT100 + převodník – BT1+TF1	26
2.17 Měření tlaku vzduchu PE2093 – BP1	27
2.18 Vibrační čidlo VVB001 – BV001	28
2.19 Motor 3 fáze asynchronní – M1	29
2.20 Stykač, relé, check off, tepelná ochrana, – K1+KA1	30
3 Postup realizace hardwaru	32
3.1 Oživení	32
4 IP	33
5 Komunikace	34
5.1 Device-net	34
5.2 Ethernet/IP	34
5.3 Ethernet	34
6 Použité softwary	35
6.1 PC-Win	35
6.2 Screen works	35

6.3	Melsoft	35
6.4	IFM moneo.....	35
7	Rizika při práci na kitu	36
7.1	Elektrické napětí.....	36
7.2	Mechanický pohyb	36
7.3	Laserové čidlo	36
8	Obecný popis	39
8.1	Zapnutí kitu	39
8.2	Reset poruchy.....	39
8.3	Navázání komunikací.....	39
8.4	Příprava provozu	39
8.5	Automatický chod	40
8.6	Ruční ovládání	40
8.7	Vyhlášení poruch	40
8.8	Vypnutí kitu.	40
9	Postup realizace hardwaru	41
9.1	Oživení	41
9.1.1	Úprava dat pro možnost zobrazení na HMI	41
10	Závěr.....	43
	Seznam použité literatury	44
	SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	45
	Přílohy	47

ÚVOD

Mým maturitním projektem bylo vytvoření IoT školícího kitu, který pokrývá aktuální potřeby Toyota Motor Manufacturing Czech Republic (TMM CZ) v oblasti digitalizace sběru dat. Tento kit byl navržen jako jeden z mnoha nástrojů pro zaškolení údržbářů, zde v tréninkovém centru. Digitalizace je dnes klíčovým tématem, které si řeší jednotlivé týmy v TMM CZ na svém vlastním shopu, a je nezbytným krokem pro budoucí implementaci systémů umělé inteligence. IoT kit rozšiřuje možnosti školení v tréninkovém centru údržbářů. Kde bude sloužit jako vzdělávací pomůcka propojující teoretické znalosti s praktickými aplikacemi. Kit byl vytvořen ve dvou exemplářích – jeden pro potřeby TMM CZ a druhý pro školu. Práce zahrnuje elektro dokumentaci, popis jednotlivých komponent a jejich katalogové listy. Tento projekt mi umožnil nejen rozšířit své technické znalosti, ale také získat cenné zkušenosti s komunikací v týmu, hledáním informací v odborných materiálech a řešením praktických problémů. Je to první komplexní zařízení vyrobené mou osobou.

1 POPIS JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT

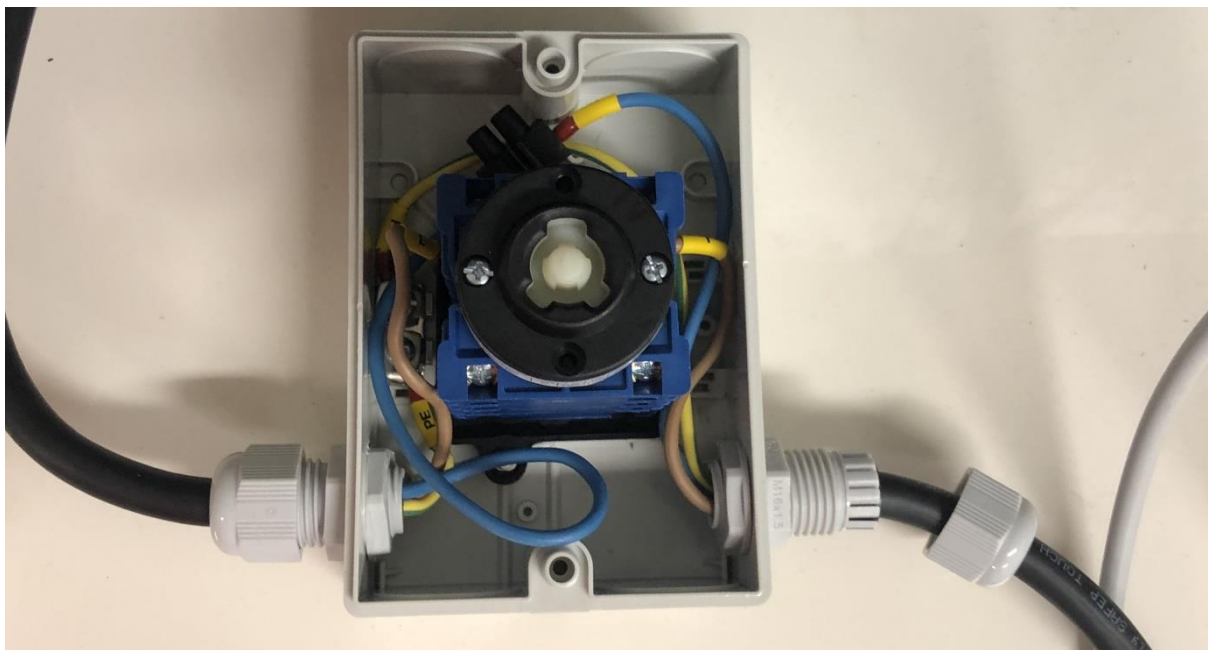
1.1 Hlavní vypínač – QM1

Hlavní vypínač je vačkový spínač, vybavený mechanickou pojistkou proti neúmyslnému přepnutí. Konstrukce splňuje normu IEC/EN 60947-3 pro spínací přístroje nízkého napětí. Vypínač disponuje dvojitým přerušením kontaktů pro bezpečné odpojení fáze. Krytí IP65 zajišťuje odolnost proti prachu a vodním tryskám,

Vypínač slouží jako primární prvek pro manuální odpojení celého systému od napájecí sítě. Zajišťuje bezpečnost při údržbě, opravách nebo nouzových situacích, kdy je nezbytné kompletně izolovat zařízení od zdroje napětí. Vypínač obsahuje viditelnou indikaci polohy 1/0, která poskytuje vizuální potvrzení stavu vypínače. Hlavní vypínač lze zajistit zámkem ve vypnutém stavu. Je to z důvodu, aby si zařízení nemohla zapnout neoprávněná osoba.



Obrázek 1- Hlavní vypínač; Zdroj: Autor



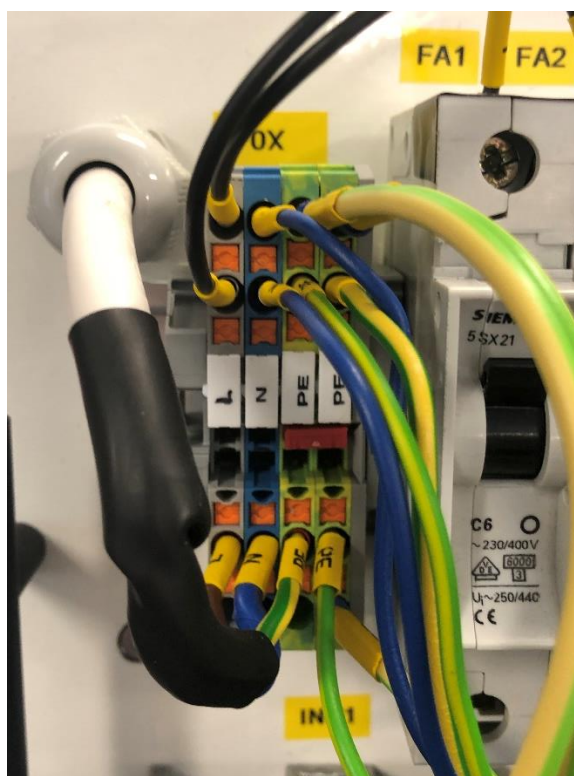
Obrázek 2 - Hlavní vypínač; Zdroj: Autor

1.2 Svorkovnice 230V – X0

Svorkovnice Phoenix Contact pro připojení napájecího vedení 230V AC je tvořena třemi sekcemi. Fázová svorka (L1). Slouží pro průřez vodičů 1,5–35 mm². Nulová svorka (N): Izolovaná svorka s průchodným šroubem pro připojení PEN vodiče. Zemní svorky (PE): Oddělený zemní blok Certifikace UL 1059 a IEC 60947-7-1 zaručují kompatibilitu s globálními standardy. Vyrobeny jsou z měděné slitiny s cínovým povrchem pro odpor vůči oxidaci.

Svorkovnice slouží k bezpečné distribuci napájecího napětí 230V. Oddělení zemního a nulového vodiče zajišťuje ochranu před únikovými proudy a napěťovými špičkami. Svorkovnice také umožňuje snadné měření parametrů sítě (napětí, proud) pomocí externích měřicích přístrojů.

Díky DIN liště, na které jsou svorky osazeny je možné flexibilní rozšíření o další svorky podle potřeby. Push-X technologie zkracuje dobu instalace a eliminuje riziko špatného utažení šroubových spojů, jelikož zde žádné šrouby nejsou. Robustní materiály zajišťují dlouhodobou spolehlivost i při vysokých provozních teplotách.



Obrázek 3 - Svorkovnice 230V; Zdroj: Autor

1.3 Jištění nízkého napětí 2x230V pro napájení frekvenčního měniče a zdroje 230/24V – FA1, FA2

Kit je vybaven dvěma jističi s charakteristikou C6, které zajišťují ochranu elektrických obvodů před přetížením a zkratem. Tato charakteristika je specificky navržena pro aplikace, kde se mohou vyskytnout krátkodobé nárazové proudy, což je typické pro frekvenční měniče a transformátory. Jističe jsou dimenzovány na jmenovitý proud 6 A a zkratovou schopnost 6kA, což poskytuje dostatečnou ochranu i v případě závažných poruch v elektrickém obvodu. První jistič chrání napájecí obvod frekvenčního měniče, zatímco druhý zajišťuje ochranu zdroje 230V AC/24 V DC. Instalace na standardní DIN lištu umožňuje snadnou integraci do rozvaděče a případnou, rychlou výměnu bez nutnosti složitých zásahů do elektroinstalace.

Vysvětlení charakteristiky jističů:

- **Typ A:** Vypíná při 2–3násobku jmenovitého proudu. Používá se pro citlivé elektronické zařízení nebo polovodičové obvody.
- **Typ B:** Vypíná při 3–5násobku jmenovitého proudu. Vhodný pro světelné obvody.
- **Typ C:** Vypíná při 5–10násobku jmenovitého proudu. Používá se pro zařízení s vyššími nárazovými proudy. **Typ D:** Vypíná při 10–20násobku jmenovitého proudu. Ideální pro zařízení s velkými zapínacími proudy, například průmyslové motory nebo transformátory.



Obrázek 4 - Jištění nízkého napětí 2x230V; Zdroj: Autor

1.4 Jištění 24V 2x, FA3

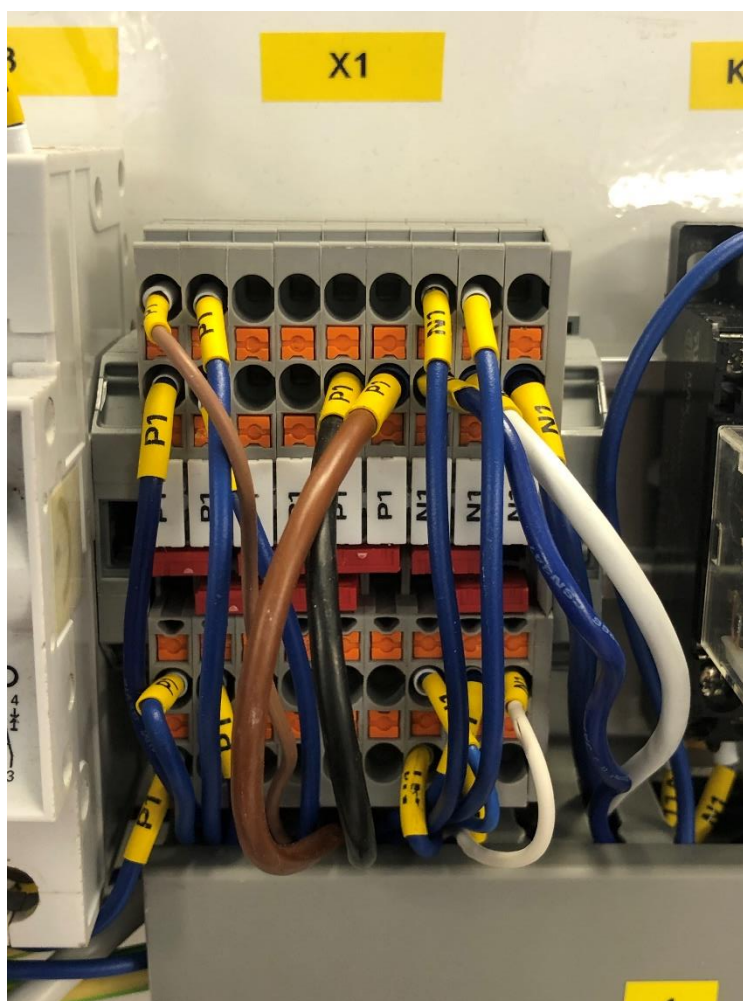
Pro jištění 24V DC jsou navrženy dva jističe s charakteristikou C6. Tyto jističe jsou ideální pro ochranu stejnosměrných obvodů před přetížením a zkratem. Oba jističe mezi sebou mají mechanický propoj, který při výpadku jednoho z jističů zajistí vypnutí i druhého jističe. Jmenovitý proud 6 A je dostatečný pro napájení ovládacích obvodů a zařízení, jako jsou senzory a další periferie. Montáž na DIN lištu umožňuje snadnou instalaci a případnou výměnu. Zvolil jsem je z důvodu jejich spolehlivosti a jednoduché konstrukci, která je vhodná pro průmyslové aplikace. Žádné složité elektronické funkce zde nejsou potřeba, protože jističe plní svůj účel rychle a efektivně.



Obrázek 5 - Jištění 24V; Zdroj: Autor

1.5 Svorkovnice N1, P1 – X1

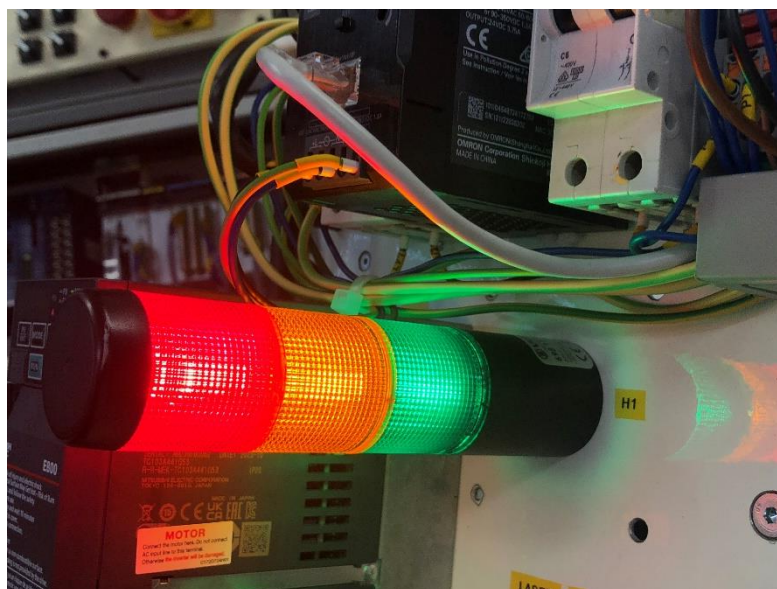
Svorka N1 je určena pro připojení nulového vodiče, zatímco svorka P1 slouží pro +24 V. Svorkovnice využívá inovativní technologii připojení Push-in, která umožňuje rychlou a bezpečnou instalaci vodičů bez použití nástrojů, což výrazně zkracuje dobu montáže. Konstrukce z kvalitních materiálů zajišťuje odolnost vůči vibracím, teplotním změnám a dalším nepříznivým vlivům průmyslového prostředí. Svorkovnice jde jednoduše rozšířit. Propojení svorek mezi sebou na stejný potenciál se provádí pomocí klemovacích svorek



Obrázek 6 - Svorkovnice N1, P1; Zdroj: Autor

1.6 Statusový maják – H1

Statusový maják slouží jako vizuální indikace provozního stavu zařízení, který je viditelný i z větší vzdálenosti. Maják je vybaven vícebarevnými LED segmenty, které mohou signalizovat například, různé stavy systému – zelená pro normální provoz, žlutá pro varování nebo údržbu, červená pro poruchu, nebo kritický stav. Konstrukce majáku je navržena s ohledem na průmyslové prostředí, s vysokým stupněm krytí IP65, který zajišťuje ochranu před prachem a vlhkostí. Díky moderní LED technologii má maják nízkou spotřebu energie a extrémně dlouhou životnost přesahující 50 000 hodin provozu. Výrobce umožňuje i další barevné kombinace dle potřeby a účelů použití.



Obrázek 7 - Statusový maják; Zdroj: Autor

1.7 Zdroj Omron – PSW1

Zdroj Omron, který jsem zvolil, je jedním z nejchytřejších ve své kategorii. Jeho hlavní úlohou je převádět střídavé napětí na stejnosměrné napětí, které napájí ovládací obvody a další elektronické komponenty. Tento zdroj je vybaven pokročilými funkcemi pro parametrizaci, které jsem nastavoval prostřednictvím Ethernetu přes IO-Link Master modul. Díky této komunikaci jsem mohl zdroj nejen konfigurovat, ale také získávat důležité provozní informace, jako je aktuální napětí, proud, A peak, životnost, která se počítá od uvedení do provozu a celkový čas provozu. Tyto data jsou zobrazována na HMI.



Obrázek 8 - Zdroj Omron; Zdroj: Autor

1.8 FLR jednotka (pneumatická)

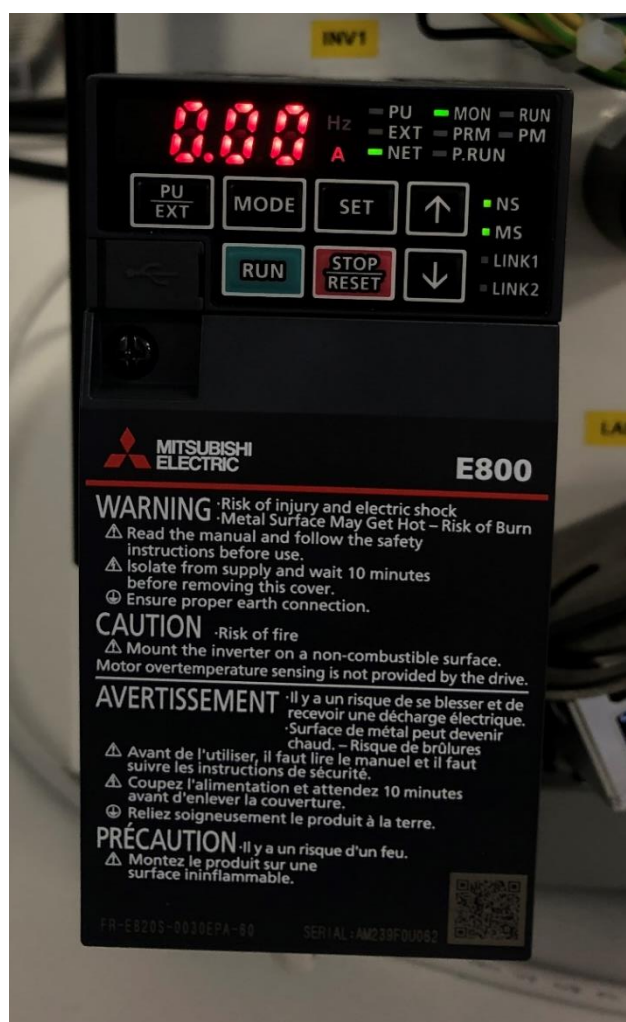
Pneumatická FLR (Filtr-Regulátor-Lubrikátor) jednotka zajišťuje optimální tlak pro celý pneumatický okruh. V mém případě je na kitu v rámci pneumatického obvodu osazeno pouze tlakové čidlo, takže tento komponent plní funkci uzavření a regulace tlaku. Filtrační část jednotky efektivně odstraňuje nečistoty, vlhkost a olejové částice ze stlačeného vzduchu, čímž zabraňuje poškození citlivých pneumatických komponent. Hlavní vypínač stlačeného vzduchu slouží k otevření přívodu vzduchu do pneumatického systému, čímž umožňuje jeho bezpečné odstavení. V případě uzavření má hlavní uzávěr za úkol odpustit zbytkový stlačený vzduch ze systému. Díky možnosti uzamčení zabraňuje neoprávněným osobám v manipulaci. Regulátor tlaku s manometrem umožňuje přesné nastavení a udržování konstantního pracovního tlaku, což je klíčové pro spolehlivou funkci pneumatických komponent. V naší sestavě není zahrnut lubrikátor, protože měříme pouze tlak vzduchu. Lubrikátor by jinak sloužil k přidávání maziva do systému, což je důležité pro ochranu a správné fungování pneumatických komponent a zařízení. V tomto případě však jeho absence nemá vliv na funkci mého pneumatického obvodu, který je zaměřena jednoúčelově, a to pouze na monitorování aktuální hodnoty tlaku vzduchu.



Obrázek 9 - FLR Jednotka; Zdroj: Autor

1.9 Frekvenční měnič – INV 1

Frekvenční měnič, který jsem použil, je novinkou od firmy Mitsubishi Motors, konkrétně z řady FR-E800. Tento měnič využívá moderní komunikační protokol Ethernet/IP navíc poskytuje vysokou spolehlivost a flexibilitu při přenosu dat mezi zařízeními. Měnič je napájen jednofázově, což eliminuje potřebu třífázového připojení 3x 400 V a usnadňuje jeho použití v prostředích, kde není dostupná třífázová síť.



Obrázek 10 - Frekvenční měnič; Zdroj: Autor

1.10 Laser Keyence – B2

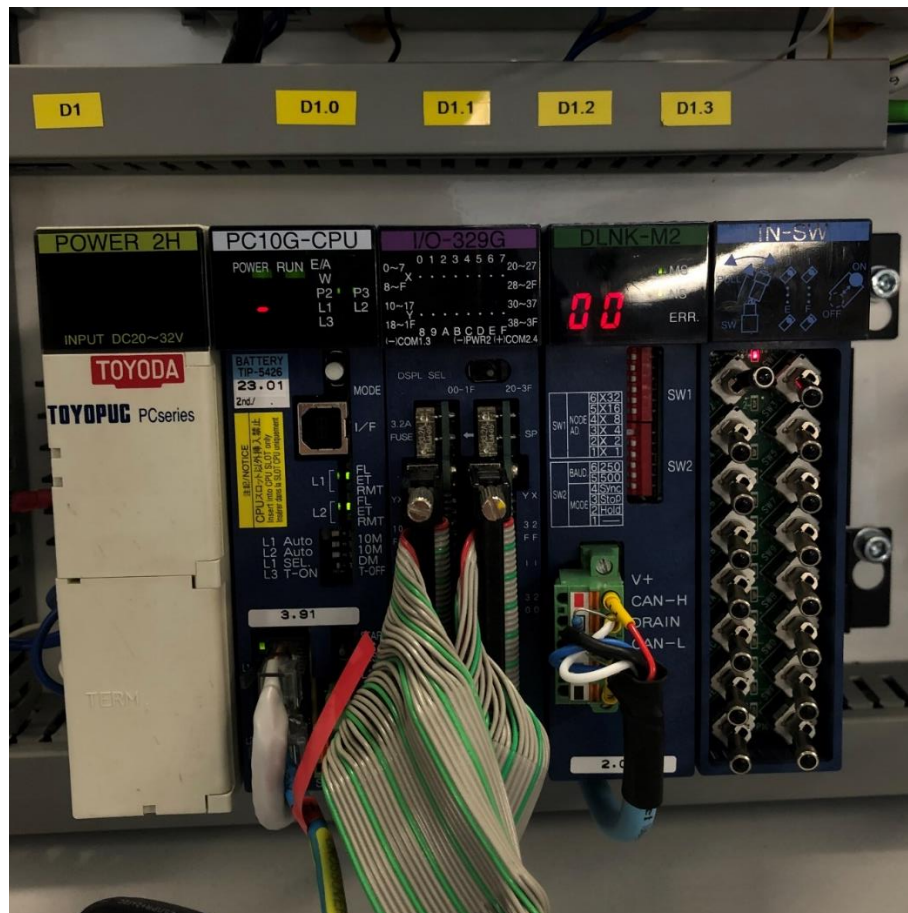
Laser Keyence je zařízení prvotně určeno pro měření vzdálenosti, ale v mém projektu jsem ho využil k měření otáček motoru. Je namířen na hřídel motoru, kde je umístěn reflexní prvek (fáborek). Při každé otočce hřídele laser detekuje odraz od fáborku a generuje signál, který se přenáší do PLC. Díky tomu mohu přesně sledovat počet otáček motoru v reálném čase. Aktuální počty otáček se zobrazují na HMI.



Obrázek 11 - Laser Keyence; Zdroj: Autor

1.11 PLC sestava– D1.0

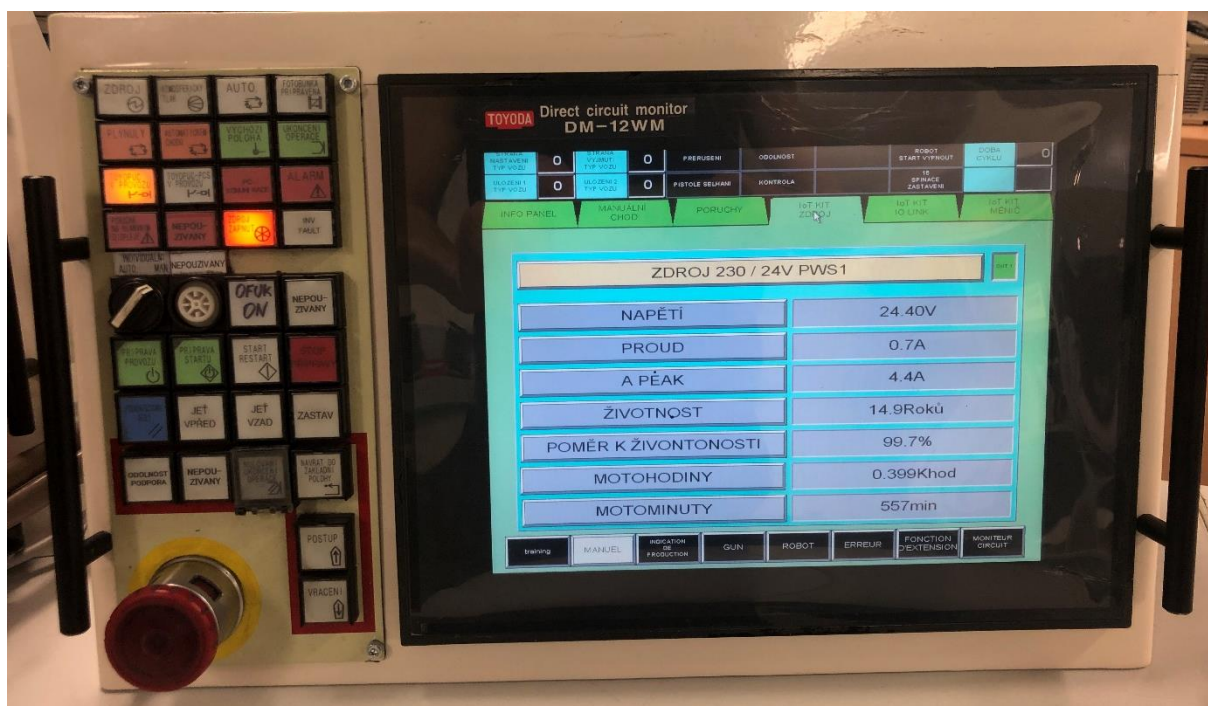
Automat (PLC) Toyopuc PC10G-CPU tvoří srdce celého kitu. Tento výkonný řídicí průmyslový automat komunikuje prostřednictvím Ethernet/IP a DeviceNet s ostatními komponenty, jako jsou senzory, frekvenční měnič nebo HMI panel. PLC umožňuje cyklické zpracování dat ze všech připojených periferií a jejich vizualizaci na HMI panelu. Při práci s PLC jsem využíval software PCwin Toyopuc, který mi umožnil programovat logiku systému pomocí ladder diagramů a sledovat stav jednotlivých I/O bitů v reálném čase. Díky integrované diagnostice je možné rychle identifikovat případné poruchy.



Obrázek 12 - PLC sestava; Zdroj: Autor

1.12 Human Machine Interface TOYODA DM – 12 Wm

Operátorský panel TOYODA DM-12Wm má 12" dotykový displej a slouží jako hlavní ovládací prvek mezi obsluhou a řídicím systémem stroje. Ovládání je jednoduché a přehledné, takže se snadno monitorují všechny funkce zařízení. Panel je propojen s PLC přes Ethernet, což zajišťuje rychlou komunikaci a spolehlivý přenos dat. Je pevný a odolný – díky krytí IP65 na přední straně je ideální do průmyslového prostředí. Panel má od výrobce nastavenou pevnou IP adresu 192.168.1.1, kterou je potřeba zapsat do parametru PLC, aby spolu mohly komunikovat. Díky tomu je zapojení do provozu rychlé a bez problémů.



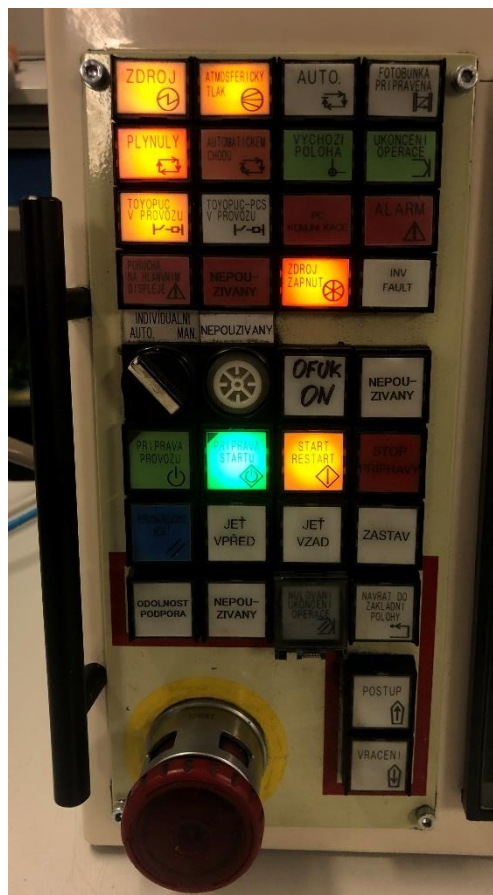
Obrázek 13 - Human Machine Interface TOYODA DM – 12 Wm; Zdroj: Autor

1.13 Operační panel (kšandy+ konektor m12, zvuková signalizace)

Operační panel poskytuje obsluze možnost manuálního řízení celého kitu. Panel je vybaven robustními tlačítky a přepínači od firmy Idec, které jsou ergonomicky rozmístěny pro intuitivní ovládání. Konektorem M12 je provedeno napájení operačního panelu 24VDC a zároveň přenáší signál pro přípravu provozu“. Zvuková signalizace (bzučák) poskytuje akustické upozornění v případě poruchy.



Obrázek 14 - Ploché vodiče + konektor M12; Zdroj: Autor



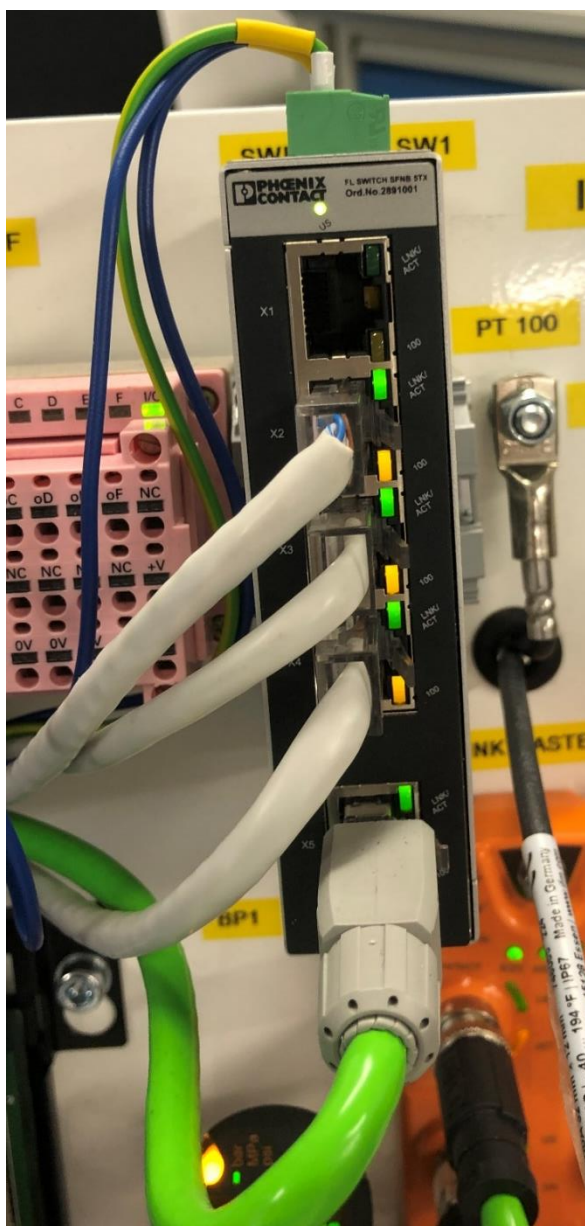
Obrázek 15 - Operační panel; Zdroj: Autor



Obrázek 16 - Bzučák; Zdroj: Autor

1.14 Switch – SW1

Ethernet switch tvoří páteř komunikační infrastruktury celého systému, využívající protokol Ethernet/IP od PLC, frekvenčního měniče, zdroje 230/24 V a IO-Link Master modul. Switch zajišťuje vysokou přenosovou kapacitu a spolehlivost komunikace mezi jednotlivými zařízeními.



Obrázek 17 - Switch; Zdroj: Autor

1.15 Io-link Master modul – IO1

IO-Link je v současné době nejmodernější komunikace pro sběr dat ze senzorů. IO-Link Master modul představuje klíčový prvek pro propojení inteligentních senzorů s PLC. Tento modul podporuje připojení čtyř čidel podporujících IO-link. Zajišťuje jejich komunikaci s PLC prostřednictvím protokolu Ethernet/IP. IO-Link technologie umožňuje nejen přenos procesních dat, ale také parametrizaci, diagnostiku a monitorování stavu připojených zařízení. Modul je vybaven pokročilými diagnostickými funkcemi, které umožňují rychlou identifikaci a řešení případných poruch v komunikaci nebo připojených zařízeních. Použitý master modul od firmy IFM, která se senzorikou zabývá již mnoho let. Jedná se o německou rodinnou firmu s historií již od roku 1969.



Obrázek 17 - Switch; Zdroj: Autor

1.16 Čidlo pro měření teploty PT100 + převodník – BT1+TF1

Měření teploty s čidlem PT100 poskytuje přesné a spolehlivé monitorování teploty. Já jsem ho využil pro měření teploty okolního prostředí. Platinové teplotní čidlo PT 100 se vyznačuje vysokou přesností a stabilitou měření v širokém teplotním rozsahu od -40°C do $+150^{\circ}\text{C}$. Čidlo je připojeno k analogovému převodníku, který převádí změny odporu teplotního čidla na standardní průmyslový signál 4 - 20 mA, který je odolný vůči elektromagnetickému rušení. Převodník je vybaven galvanickým oddělením, které chrání řídicí systém před případnými poruchami v měřicím obvodu. Kalibrace převodníku umožňuje přesné nastavení měřicího rozsahu podle požadavků aplikace. Konstrukce teplotního čidla v nerezovém pouzdře zajišťuje vysokou mechanickou odolnost a dlouhou životnost i v náročných průmyslových podmínkách s výskytem agresivních látek nebo vysokých tlaků.



Obrázek 18 - Čidlo pro měření teploty + převodník; Zdroj: Autor

1.17 Čidlo tlaku vzduchu PE2093 – BP1

Čidlo tlaku vzduchu PE2093 zajišťuje kontinuální monitorování tlaku v pneumatickém systému. Tento snímač využívá piezorezistivní měřicí princip, který poskytuje vysokou přesnost měření v celém pracovním rozsahu. Snímač je vybaven digitálním displejem, který umožňuje zobrazení aktuální hodnoty tlaku, a také analogovým výstupem 4 - 20mA pro připojení k PLC. Kvalitní konstrukce s krytím IP65 zajišťuje spolehlivý provoz i v náročných průmyslových podmínkách s výskytem prachu a vlhkosti. Integrované tlačítka umožňují snadnou konfiguraci parametrů snímače, jako je měřicí rozsah, spínací body nebo jednotky měření v bar, psi, Mpa. Snímač je vybaven dvěma digitálními programovatelnými spínacími výstupy a jedním analogovým výstupem, které mohou být využity pro signalizaci kritických stavů tlaku vzduchu v pneumatických obvodech.



Obrázek 19 - Čidlo tlaku vzduchu; Zdroj: Autor

1.18 Vibrační čidlo VVB001 – BV001

Vibrační senzor VVB001 od společnosti ifm electronic je chytré zařízení určené pro monitorování vibrací a teploty v průmyslových aplikacích. Tento senzor využívá pokročilou technologii mikro elektromechanického systému (MEMS) s kapacitním měřicím principem, což mu umožňuje přesně detekovat vibrace v rozsahu 0–45 mm/s (v-RMS) a měřit teplotu v rozmezí -30 až 80 °C s rozlišením 0,1 °C. Senzor je napájen stejnosměrným napětím 18–30 V DC s maximální spotřebou 50 mA a obsahuje ochranu proti zkratu i přepólování. Je vybaven dvěma digitálními PNP/NPN výstupy, které lze konfigurovat jako NO/NC, a podporuje IO-Link rozhraní, které umožňuje přenos procesních dat (v-RMS, a-Peak, teplota) a parametrizaci. Díky IO-Link je možné senzor snadno integrovat do systémů Ethernet/IP prostřednictvím IO-Link master modulů, což výrazně usnadňuje diagnostiku, sběr dat a jejich analýzu. Tento senzor je ideální pro monitorování stavu motorů, čerpadel nebo ventilátorů, kde dokáže včas detekovat příznaky opotřebení, jako jsou nárazy nebo zvýšené tření v ložiskách.



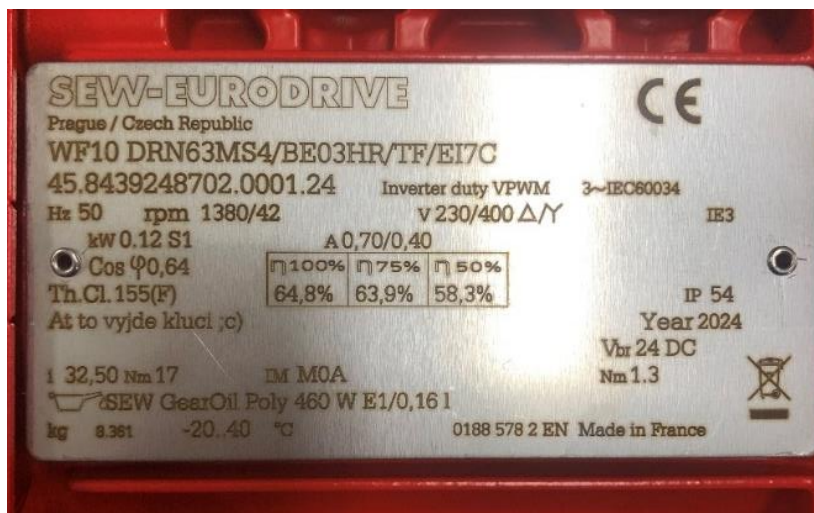
Obrázek 20 - Vibrační čidlo; Zdroj: Autor

1.19 Motor 3 fáze asynchronní – M1

Třífázový asynchronní motor představuje hlavní pohonnou jednotku systému, která zajišťuje mechanický pohyb pracovních částí zařízení. Motor je navržen pro průmyslové aplikace s vysokou účinností IE3, což minimalizuje energetické ztráty a provozní náklady. Otáčení motoru je realizováno prostřednictvím frekvenčního měniče, který umožňuje plynulou regulaci otáček a optimalizaci výkonu. Pro bezpečné odpojení motoru od napájení slouží výkonový stykač, který je dimenzován na jmenovitý proud motoru a kategorii užití AC-3. Integrovaná elektromechanická brzda zajišťuje rychlé zastavení motoru při vypnutí napájení nebo v nouzových situacích. Řízení brzdy je realizováno pomocí pomocného relé, které je aktivováno signálem z PLC. Systém Check-off monitoruje stav brzdy a poskytuje zpětnou vazbu řídicímu systému, což zvyšuje bezpečnost a spolehlivost celého pohonu.



Obrázek 21 - Motor třífázový asynchronní; Zdroj: Autor



Obrázek 22 - Výrobní štítek motoru; Zdroj: Autor

1.20 Stykač, relé, check off, tepelná ochrana, – K1+KA1

Na kitu využívám relé od Omronu, které slouží jako spínací prvek pro stykač. Relé pracuje na napětí 24 V DC. Je vybaveno průhledným krytem, díky kterému mohu vizuálně kontrolovat jeho stav. Na čelní straně je také LED indikace, která mi signalizuje, zda je cívka relé aktivní. Mechanické kontakty relé se sepnou ve chvíli, kdy na cívku přivedu napětí. Na kitu používám stykač Siemens Sirius, který slouží k sepnutí a přivedení napětí do motoru. Stykač pracuje s řídicím napětím 24V DC z relé a je vybaven pomocnými kontakty pro signalizaci stavu (check off). Součástí stykače je také tepelná ochrana (nadproudové relé), která chrání motor před přetížením. Po aktivaci cívky stykače dojde k přitažení hlavních kontaktů, což umožní rozepnutí elektromagnetické brzdy motoru.



Obrázek 23 - Stykač; Zdroj: Autor



Obrázek 24 - Relé; Zdroj: Autor

2 POSTUP REALIZACE HARDWARU

Na základě vybraných senzorů, řídicího systému a ostatních komponent, jsme nejdříve navrhli elektro dokumentaci, co s čím a jak bude propojeno kde, jaké bude napětí. A z toho nám vyplynul první návrh rozmístění komponentů na plastové základové desce o rozměrech standartních velikosti školících kitu v TMM CZ. Rozmístění komponentu se v průběhu realizace měnilo na základě nových informací a potřebách. Propojování vnějších spojů (drátování) jsem průběžně komunikoval s Davidem Rusým, který byl můj externí vedoucí maturitní práce. Velký důraz byl kladen na pečlivost a preciznost provedení, tak jak v TMM CZ bývá zvykem.

2.1 Oživení

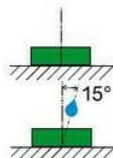
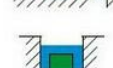
Postupné oživení komunikací systému senzorů a vizualizace se sběrem dat. Po odladění celkového kitu a odsouhlasení s rozmístěním komponent na provizorní základové desce jsme realizovali tzv „na čisto“ na standardní školící kit (plech). Rozměřovali Vrtali jsme, převrtávali jsme, dělali jsme závity. Z provizorního kitu jsme stáhli softwary kit byl celkově odladen. Rozměry jsem přeměřil z plastu na plech. Každá díra na plechu musela být okótována šroubování řezání závitů, vrtání průchodových děr+ průchodky, rozměření přidělení korýtek. Nejdřív dráty, který je popsán, dále vložení kabelu do žlabu (korýtko byla skoro mala mohla být větší).

Když všechno bylo na svém místě každou jednu komponentu jsme popsali, tak jak bylo v dokumentaci

Nalepení VVB001 na motor keramické 2složky lepidlo vytuhne za 5 minut, místo nalepení očištěno od barvy a mastnot.

3 IP XX

IP značení je mezinárodní standard definující úroveň ochrany elektrických zařízení proti vniknutí pevných částic a kapalin. Kód se skládá ze dvou číslic. První číslice definuje ochranu proti pevným částicím. Druhá číslice říká jak odolný je kryt vůči kapalinám.

		ingress protection		cizí předměty		kapaliny	
		I	P	0	0		
ruka	pěst		50 mm	1	1		svislý
	prst		12,5 mm	2	2		
nástroj	hrubý		2,5 mm	3	3		mírně šikmý
	jemný		1 mm	4	4		
prach	částečně			5	5		šikmý
				6	6		
	úplně				7		stříkající
					8		
					9		
							tryskající
							tryskající
							tryskající
							tryskající
							tryskající

Obrázek 25 - Popis IP krytí;

Zdroj: https://www.google.com/search?sca_esv=e2485b36b985eeef&rlz=1C1CHZN_cscZ960CZ960&sxsrf=AHTn8zpYgrrf6Q-fe86JdKgwBqQIuJpqTQ:1743443171032&q=ip+popis&udm=2&fbs=ABzOT_CGHNgROzTrfye-u2LQKYbN7oFyZt8YgcfRTxiXXnyhZwxqQkguf9NM03A3hMvdvwJDc

4 KOMUNIKACE

4.1 Device-net

DeviceNet je průmyslová sběrnice. využívá pětivodičový stíněný kabel pro přenos dat i napájení zařízení (24 V DC, až 8 A). Kabel může mít až 500 m při rychlosti 125 kbps a 250kbps, 500 kbps při kratších vzdálenostech. V mém případě jsem DeviceNet využil pro propojení PLC se slave kartou na které je jedno slovo vstupní druhé výstupní. Hlavní výhody zahrnují snížení kabeláže a možnost výměny zařízení za chodu Ethernet/IP

4.2 Ethernet/IP

EtherNet/IP je průmyslový komunikační protokol, který umožňuje výměnu dat v reálném čase mezi zařízeními v automatizaci. Vychází ze standardního Ethernetu. Umožňuje komunikaci mezi různými typy zařízení, jako jsou senzory, PLC nebo roboti.

4.3 Ethernet

Ethernet je technologie používaná pro kabelové propojení zařízení v počítačových sítích, včetně průmyslových aplikací. Ethernet jsem využil pro propojení PLC a HMI. Tato komunikace zajišťuje efektivní výměnu dat v reálném čase, což je zásadní pro monitorování a ovládání průmyslových procesů.

5 POUŽITÉ SOFTWARE

5.1 PC-Win

PC Win Toyopuc je konfigurační nástroj pro PLC řady Toyopuc, který umožňuje programování ladder logiky, nastavování komunikačních parametrů a monitorování I/O bitů v reálném čase. Funkce Circuit Monitor zobrazuje stav jednotlivých cívek a kontaktů.

5.2 Screen works

ScreenWorks je program pro HMI panel. Software umožňuje vytvářet vizualizační obrazovky s interaktivními prvky (tlačítka, grafy, alarmy) a propojit je s daty z PLC přes Ethernet. Funkce Projekty se ukládají ve formátu IPP nebo XLS.

5.3 Melsoft

MELSOFT je softwarový balík pro konfiguraci a správu frekvenčního měniče. Modul FR Configurator2 umožňuje nastavovat parametry pohonu zrychlení, brzdění, a výpis jednotlivých veličin ve správném datovém toku. Software komunikuje s měničem přes USB nebo Ethernet a podporuje import/export parametrů do formátu CSV. Díky MELSOFT softwaru lze synchronizovat nastavení napřímo, což snižuje riziko konfiguračních chyb.

5.4 IFM moneo

IFM moneo je IoT platforma pro prediktivní údržbu a analýzu dat ze senzorů. Je to vlastně jedinný software s kterým jsem uměl ještě před Modul Condition Monitoring zpracovávat vibrační data z VVB001 a detekuje anomálie pomocí algoritmů strojového učení. Data jsou vizualizována v dashboardech s trendy vibrací (v-RMS, a-Peak) a teploty, přičemž uživatelé mohou definovat alarmové prahové hodnoty a automatizovat reporty. moneo komunikuje se senzory přes IO-Link a integruje se do nadřazených systémů (MES, SCADA) prostřednictvím MQTT nebo OPC UA. Hlavní výhodou je plug-and-work instalace bez nutnosti programování.

6 RIZIKA PŘI PRÁCI NA KITU

6.1 Elektrické napětí

Jelikož se jedná o elektrické tréninkové zařízení, smí tento kit obsluhovat a provozovat pouze osoba s elektrotechnickým vzděláním. Ale i přes to, je nutné upozornit i na rizika na tomto kitu. Jističe silové části, označené FA1 a FA2, tam kde jsou připojeny vodiče, se nalézají živé napětí 230V. Stejně živé napětí 230V se nalézají i na stykači motoru K1. A proto POZOR! Nedotýkejte se živých částí!

6.2 Mechanický pohyb

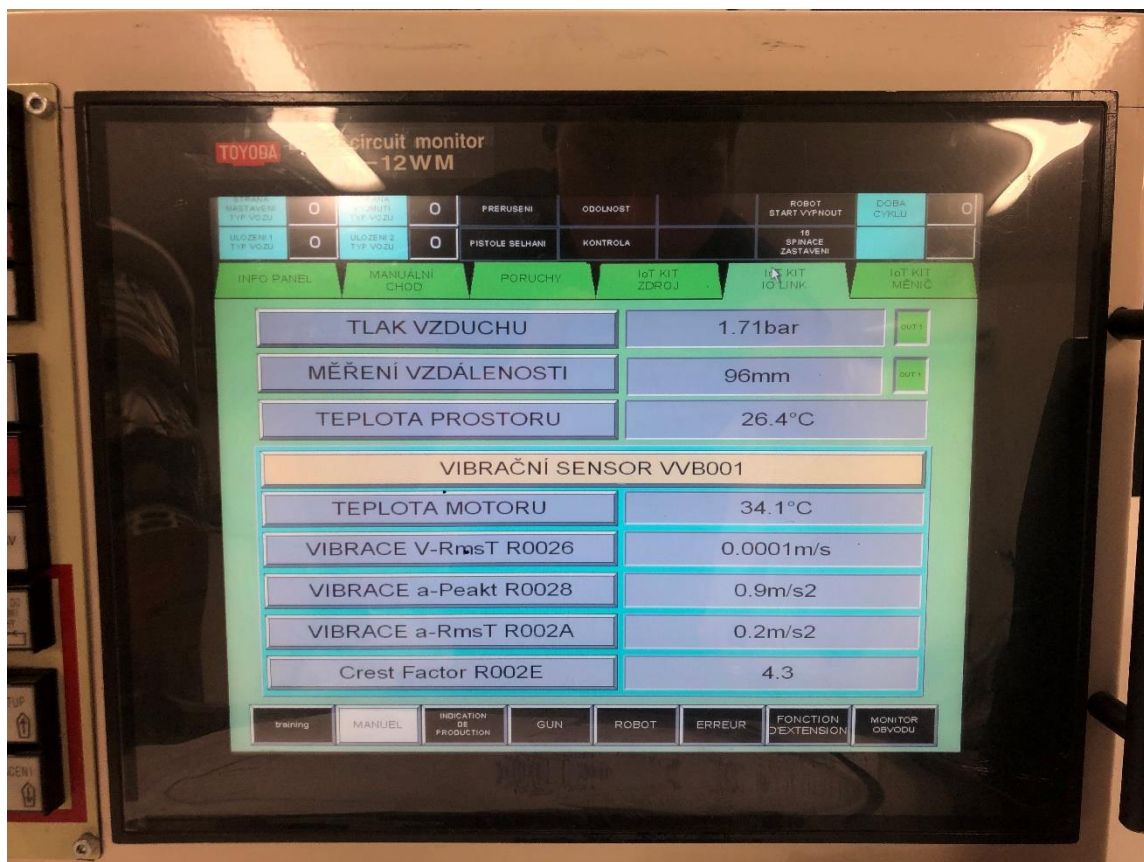
Na kitu je pomalu otáčející se hřídel převodovky, na které je praporek pro získání pulsů a tím počítání počtu otáček. A proto POZOR! Nedotýkejte se pohybující se hřídele!

6.3 Laserové čidlo

Pozor, aby při manipulaci a seřizování Laserového dálkoměru nedošlo k posvícení do oka. Laser čidla je třída II.

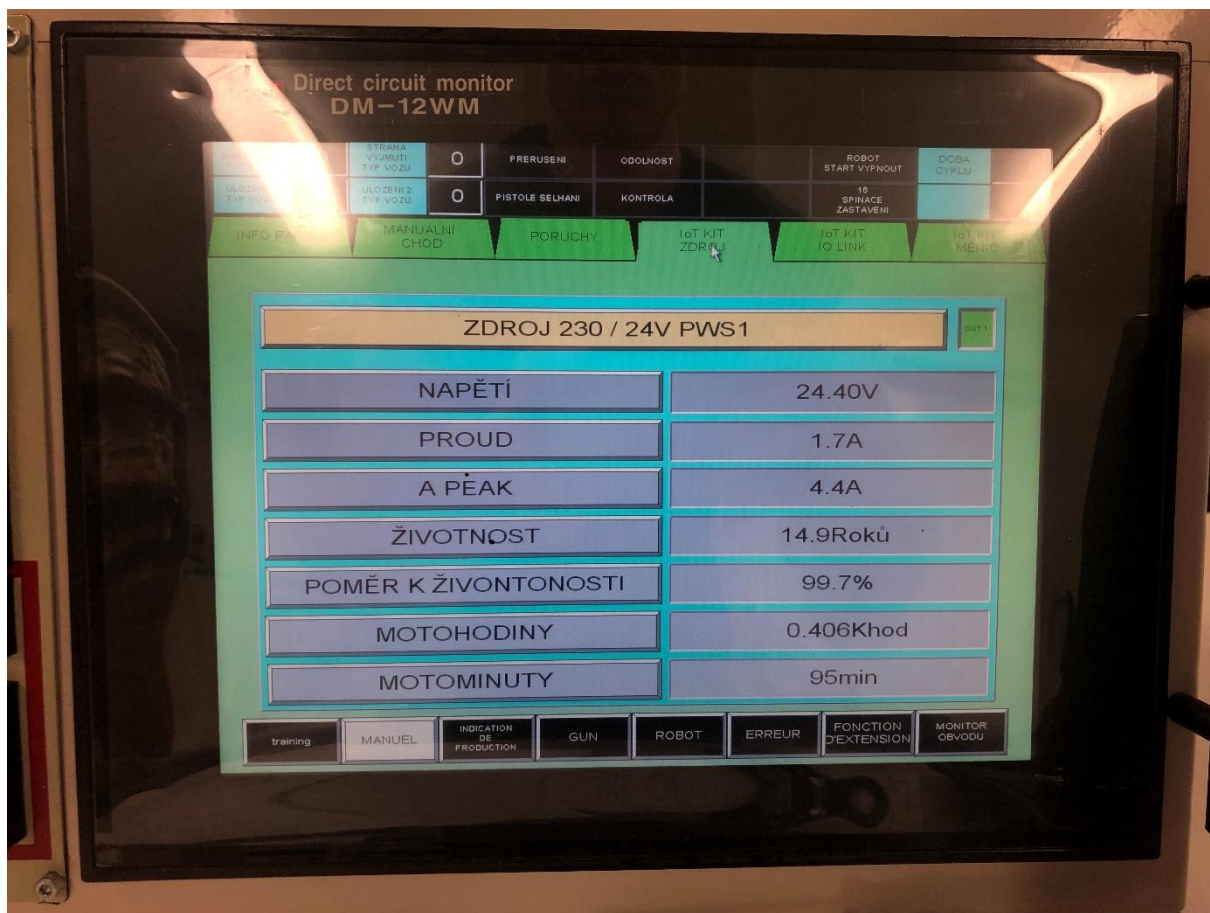
.

7 POPIS OBRAZOVEK SCREENŮ



Obrázek 26 - Hodnoty IO Link; Zdroj: Autor

V-RmsT (0.0001 m/s – efektivní rychlost), a-PeakT (0.9 m/s² – maximální zrychlení), a-RmsT (0.2 m/s² – efektivní zrychlení) a Crest Factor (4.3 – poměr mezi maximální a RMS hodnotou).



Obrázek 27 - Hodnoty zdroje; Zdroj: Autor

Tento screen zobrazuje monitorovací systém zdroje 230/24V PWS1, kde jsou uvedeny parametry: napětí 24.40 V, proud 1.7 A, špičkový proud (A Peak) 4.4 A, odhadovaná životnost zdroje 14.9 let, aktuální poměr k životnosti 99.7 %, motohodiny 0.406 tisíce hodin a motominuty 95 minut. Tyto hodnoty slouží k monitorování výkonu a stavu zdroje pro zajištění jeho efektivního provozu.

8 OBECNÝ POPIS

Ovládání základních funkcí, tedy pohyb motoru je prostřednictvím ovládacích tlačítek na operačním panelu, vlevo, vedle HMI.

8.1 Zapnutí kitu

Na kitu jsou umístěny dva hlavní vypínače. Jedním zapínáme napětí 230V pro hlavní kit s motorem. Druhým hlavním vypínačem pouštíme napětí 230V do HMI.

8.2 Reset poruchy

Ihned po zapnutí je kit v poruše, která je indikována červeným majákem a piezoelektrickou sirénou, která jde utiшит stlačením tlačítka „Reset poruchy“. Nicméně porucha stále přetrvává cca ještě 20 sec. do doby než se naváží komunikace

8.3 Navázání komunikací

Všechny komunikace se po zapnutí hlavních vypínačů začnou ihned automaticky navazovat. Je nutné počkat na jejich navázání, které běžně trvá i 20 sec. Navázání komunikací jednotlivých Slaevů jsou indikovány zeleným statusem pomocí LED diod, které jsou nazvány MS a NS. V případě problémů s komunikací může LED blikat, nebo svítit červeně. MS LED je status o stavu napájení slaevů (nejčastěji 24V DC). A LED NS je status o komunikaci jako takové. Stav všech komunikací se signalizován na ovládacím panelu.

..

8.4 Příprava provozu

Pokud jsou již všechny komunikace v pořádku, můžeme začít kit postupně startovat. Aby mohl, být kit provozován v automatickém chodu (bude popsáno v dalším bodu), musí se nejprve zkontrolovat, zda je na kitu vše v pořádku. Říkáme tomu podmínky pro přípravu provozu. Stisknutím tlačítka „Příprava provozu“ se zkontrolují následující obvody, které musí být v pořádku. Jsou to: Všechny komunikace, tepelná ochrana motoru, frekvenční měnič, check Off stykače. Pokud je vše v pořádku, tlačítko „PŘÍPRAA PROVOZU“ nám svítí zeleně.

8.5 Automatický chod

Automatický chod se startuje stisknutím tlačítka „PLYNULÝ CHOD START“. Podmínkou pro tento automatický chod je, mít nastartovanou „PŘÍPRAA PROVOZU“ (Viz předešlý krok). Pokud je vše v pořádku, po stisknutí tlačítka „PLYNULÝ CHOD START“ nám svítí zeleně.

8.6 Ruční ovládání

Na ovládacím panelu pomocí tlačítek „JEĎ VPŘED“, „JEĎ VZAD“ a „ZASTAV“, si můžeš zvolit, na kterou stranu se má hřídel převodovky otáčet. Rychlost při rozběhu i zastavení řídí frekvenční měnič. Rozběh i zastavení jsou plynulá, dle zadaných parametrů v nastavení měniče. Hodnoty akcelerace i decelerace lze zadávat i ručně na HMI. Rychlost otáčení motoru je také řízena frekvenčním měničem, který je zase závislý na nadřazeném systému, tedy PLC. Rychlost motoru tedy závisí na hodnotě uložené v registru PLC. Konkrétně se jedná o registr v programu P1 – DF1/1R61.

8.7 Vyhlášení poruch

Pokud je na kitu jakákoliv porucha, je ihned vyhlášena zvukovou signalizace, indikací na ovládacím panelu, případně na HMI. Při jakékoliv poruše celý kit vypadne z „Automatického chodu“ a bude v poruchového stavu.

8.8 Vypnutí kitu.

Vypnutím obou hlavních vypínačů, odpojíme přívodní napětí 230V pro hlavní kit s motorem a panel s HMI

9 POSTUP REALIZACE HARDWARU

Na základě vybraných senzorů, řídicího systému a ostatních komponent, jsme nejdříve navrhli elektro dokumentaci, co s čím a jak bude propojeno kde, jaké bude napětí. A z toho nám vyplynul první návrh rozmístění komponentů na plastové základové desce o rozměrech standartních velikosti školících kitu v TMM CZ. Rozmístění komponentu se v průběhu realizace měnilo na základě nových informací a potřebách. Propojování vnějších spojů (drátování) jsem průběžně komunikoval s Davidem Rusým, který byl můj externí vedoucí maturitní práce. Velký důraz byl kladen na pečlivost a preciznost provedení, tak jak v TMM CZ bývá zvykem.

9.1 Oživení

Postupné oživení komunikací systému senzorů a vizualizace se sběrem dat. Po odladění celkového kitu a odsouhlasení s rozmístěním komponent na provizorní základové desce jsme realizovali tzv „na čisto“ na standardní školící kit (plech). Rozměřovali Vrtali jsme, převrtávali jsme, dělali jsme závity. Z provizorního kitu jsme stáhli softwary kit byl celkově odladěn. Rozměry jsem přeměřil z plastu na plech. Každá díra na plechu musela být okótována šroubování řezání závitů, vrtání průchodových děr+ průchodky, rozměření přidělení korýtek. Nejdřív dráty, který je popsána, dále vložení kabelu do žlabu (korýtka byla skoro mala mohla být větší,).

Když všechno bylo na svém místě každou jednu komponentu jsme popsali, tak jak bylo v dokumentaci

Nalepení vvb001 na motor keramické 2složky lepidlo vytuhne za 5 minut, místo nalepení očištěno od barvy a mastnot.

9.1.1 Úprava dat pro možnost zobrazení na HMI

Tvorba screenů

IO|T kit měnič(tomáš) monitor otáček proud a frekvence

Io link sběr dat ze senzoru 4 čidla popis jednotlivých veličin

Zdroj všechno možné uprava dat pro vizualizaci a vytvoření nového screenu

Poruchy

10 ZKRATKY A POJMY

HMI - Human Machine Interface

PLC - Programmable Logic Controller

FLR – Filtr-Regulátor-Lubrikátor

TMMCZ – Toyota Motor Manufacturing Czech Republic

11 ZÁVĚR

Vytvoření IoT školícího kitu jako maturitního projektu mi umožnilo rozšířit mé technické znalosti a praktické dovednosti v oblasti průmyslové automatizace. Projekt splnil svůj hlavní cíl – navrhnout a realizovat funkční zařízení pro školení údržbářů v TMMCZ, které se zaměřuje na digitalizaci sběru dat a jejich vizualizaci. Díky této práci jsem si mnohonásobně více rozšířil obzory než během školního vzdělávání. Získal jsem cenné zkušenosti s komunikací v týmu, hledáním informací v datasheetech a řešením praktických problémů. IoT kit také přispěl k rozšíření možností tréninkového centra údržbářů v TMMCZ a jeho druhý exemplář bude využíván ve škole v rámci výuky. Tento projekt mi výrazně rozšířil obzory a dal mi praktické zkušenosti, které dalece přesahují rámec školního vzdělávání.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

European Conference on Heat Treatment 2016: 3rd International Conference on Heat Treatment and Surface Engineering in Automotive Applications : May 11-13, 2016, Prague. Čerčany : Asociace pro tepelné zpracování kovů, [2016]. ISBN 978-80-904462-9-8.

SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Obrázek 1- Hlavní vypínač; Zdroj: Autor	9
Obrázek 2 - Hlavní vypínač; Zdroj: Autor	10
Obrázek 3 - Svorkovnice 230V; Zdroj: Autor	11
Obrázek 4 - Jištění nízkého napětí 2x230V; Zdroj: Autor	12
Obrázek 5 - Jištění 24V; Zdroj: Autor	13
Obrázek 6 - Svorkovnice N1, P1; Zdroj: Autor	14
Obrázek 7 - Statusový maják; Zdroj: Autor	15
Obrázek 8 - Zdroj Omron; Zdroj: Autor	16
Obrázek 9 - FLR Jednotka; Zdroj: Autor	17
Obrázek 10 - Frekvenční měnič; Zdroj: Autor	18
Obrázek 11 - Laser Keyence; Zdroj: Autor	19
Obrázek 12 - PLC sestava; Zdroj: Autor	20
Obrázek 13 - Human Machine Interface TOYODA DM – 12 Wm; Zdroj: Autor	21
Obrázek 14 - Ploché vodiče + konektor M12; Zdroj: Autor	22
Obrázek 15 - Operační panel; Zdroj: Autor	23
Obrázek 16 - Bzučák; Zdroj: Autor	23
Obrázek 17 - Switch; Zdroj: Autor	25
Obrázek 18 - Čidlo pro měření teploty + převodník; Zdroj: Autor	26
Obrázek 19 - Čidlo tlaku vzduchu; Zdroj: Autor	27
Obrázek 20 - Vibrační čidlo; Zdroj: Autor	28
Obrázek 21 - Motor třífázový asynchronní; Zdroj: Autor	29
Obrázek 22 - Výrobní štítek motoru; Zdroj: Autor	30
Obrázek 23 - Stykač; Zdroj: Autor	31
Obrázek 24 - Relé; Zdroj: Autor	31

Obrázek 25 - Popis IP krytí;

Zdroj:[https://www.google.com/search?sca_esv=e2485b36b985eeef&rlz=1C1CHZN_csCZ960CZ960&sxsrf=AHTn8zpYgrrf6Q-](https://www.google.com/search?sca_esv=e2485b36b985eeef&rlz=1C1CHZN_csCZ960CZ960&sxsrf=AHTn8zpYgrrf6Q-fe86JdKgWBqQluJpqTQ:1743443171032&q=ip+popis&udm=2&fbs=ABzOT_CGHNgROzTrfye-u2LQKYbN7oFyZt8YgcfRTxiXXnyhZwxqQkguf9NM03A3hMvdvwJDc)

[fe86JdKgWBqQluJpqTQ:1743443171032&q=ip+popis&udm=2&fbs=ABzOT_CGHNgROzTrfye-u2LQKYbN7oFyZt8YgcfRTxiXXnyhZwxqQkguf9NM03A3hMvdvwJDc](https://www.google.com/search?sca_esv=e2485b36b985eeef&rlz=1C1CHZN_csCZ960CZ960&sxsrf=AHTn8zpYgrrf6Q-fe86JdKgWBqQluJpqTQ:1743443171032&q=ip+popis&udm=2&fbs=ABzOT_CGHNgROzTrfye-u2LQKYbN7oFyZt8YgcfRTxiXXnyhZwxqQkguf9NM03A3hMvdvwJDc)..... 33

Obrázek 26 - Hodnoty IO Link; Zdroj: Autor 37

Obrázek 27 - Hodnoty zdroje; Zdroj: Autor 38

PŘÍLOHY

Přílohy obsaženy v souboru ZIP.

