

Inovace modelu skladiště palet a jeho řízení pomocí programovatelného automatu

Petr Jurčák

Bakalářská práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr Jurčák**

Osobní číslo: **A11115**

Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Inovace modelu skladiště palet a jeho řízení pomocí
programovatelného automatu**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte inovaci laboratorního modelu skladiště palet, a to jak po stránce samotného modelu, tak i po stránce ovládacích a řídicích prvků.
2. Pro takto upravený model vytvořte názorné schéma popisu jednotlivých aktivních částí tohoto modelu, včetně popisu vstupů a výstupů.
3. Pro daný upravený model vytvořte ilustrativní příklady, včetně vizualizace daného procesu ve vybraném SCADA/HMI systému. Ověřte také možnost vzdáleného řízení a monitorování modelu.
4. Navrhněte formu prezentace a zpracování získaných podkladů a proveďte její realizaci.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. BARTOŠ, Bc. Vojtěch. Řízení modelu automatizovaného skladiště palet programovatelným automatem. UTB Zlín, 2011. Diplomová práce. FAI UTB Zlín. Vedoucí práce Ing. Pavel Navrátil, Ph.D.
2. ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. PLC a automatizace. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 1999, 223 s. ISBN 80-860-5658-9.
3. MARTINÁSKOVÁ, Marie a Ladislav ŠMEJKAL. Řízení programovatelnými automaty. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1998, 160 s. ISBN 80-010-1766-4.
4. TECO A.S. Programovatelné automaty Tecomat Foxtrot [online]. 2012 [cit. 2014-01-30]. Dostupné z: <http://www.tecomat.cz>.
5. TECO A.S. Programování v Mosaic: Začínáme v Mosaic [online]. 2010 [cit. 2014-01-30]. Dostupné z: <http://www.tecomat.cz>.
6. MICROSYS, s.r.o. Dokumentace PROMOTIC [online]. 2013 [cit. 2014-01-30]. Dostupné z: <http://www.promotic.eu>

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Navrátil, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

28. února 2014

Termín odevzdání bakalářské práce:

13. června 2014

Ve Zlíně dne 28. února 2014

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tématem bakalářské práce byla inovace a oprava modelu automatického zakladače palet. Následně pro nově upravený model vytvořit program pro ovládání, včetně vizualizací pomocí vybraných SCADA/HMI systémů. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část obsahuje všeobecné informace týkajících se PLC a základy programování PLC pomocí normy IEC 61131-3. Zbylá teoretická část se věnuje popisu a parametrům použitého PLC Tecomat Foxtrot, včetně popisu použitých přídatných modulů. Praktická část obsahuje popis mechanické i elektrické části, včetně ukázky programu a vizualizací ve vybraných SCADA/HMI systémech.

Klíčová slova: PLC Tecomat Foxtrot, programování PLC, norma IEC 61131-3, vizualizace

ABSTRACT

The topic of the bachelor thesis is the innovation and reconstruction of an automatic pallet stacker model. A control program was created for this model, as well as visualization by the chosen SCADA/HMI systems. The paper is divided into practical and theoretical parts. The theoretical part contains information about PLC and basics of PLC programming, according to the IEC 61131-3 standard. The rest of the theoretical part is devoted to the description of the PLC Tecomat Foxtrot that was used, including the description of the option modules. The practical part of the paper contains a description of the mechanical and electrical parts, including an example of the program and the SCADA/HMI systems visualization.

Keywords: PLC Tecomat Foxtrot, programming of PLC, IEC 61131-3 standard, visualization

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Pavlu Navrátilovi, Ph.D. z Ústavu automatizace a řídicí techniky za poskytnuté rady a materiály nejen k bakalářské práci. Mému bratrovi panu Radomírovi Jurčákovi, za pomoc, poskytnutí materiálu a CNC stojů k výrobě mechanických částí. Firmě Intelsoft s.r.o. za poskytnutý materiál a rady. Nejvíce bych chtěl poděkovat své rodině za trpělivost.


Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejího skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně


.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 PROGRAMOVATELNÝ LOGICKÝ AUTOMAT	11
1.1 ZÁKLADNÍ POPIS A VLASTNOSTI PROGRAMOVATELNÉHO AUTOMATU	11
1.1.1 Princip vykonávání uživatelského programu	11
1.2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ PLC	12
1.2.1 Mikro PLC	12
1.2.2 Kompaktní PLC	13
1.2.3 Modulární PLC.....	13
1.3 ZÁKLADNÍ MODULY PROGRAMOVATELNÉHO AUTOMATU	14
1.4 SOFTWARE VYBAVENÍ PLC	16
1.4.1 Norma IEC 61131-3	16
1.4.2 Další rozdělení normy IEC 61131.....	17
2 PLC TECOMAT FOXTROT.....	18
2.1 TECOMAT FOXTROT CP1005.....	18
2.1.1 Centrální procesorová jednotka.....	19
2.1.2 Signalizační prvky a zobrazení nastavení	19
2.1.3 Vstupy a výstupy	19
2.1.4 Grafické znázornění prvků na PLC Tecomat Foxtrot CP-1005.....	20
2.2 POUŽITÉ PŘÍDAVNÉ MODULY	20
3 VIZUALIZACE TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ	23
3.1 VIZUALIZAČNÍ SYSTÉMY	23
3.2 WEB SERVER	24
3.3 CONTROL WEB.....	25
3.4 PROMOTIC	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	29
4 MECHANICKÁ INOVACE MODELU ZAKLADAČE PALET.....	30
4.1 INOVACE A ÚPRAVY MODELU	31
4.2 ÚPRAVY MECHANICKÉ ČÁSTI	31
4.2.1 Vedení v ose x	32
4.2.2 Vedení v ose y	34
4.2.3 Mechanismus pro nabírání palet	36
4.2.4 Uložení mechanismu zakladače palet	37
4.2.5 Úprava použitých palet	38
4.2.6 Úprava regálu	38
4.2.7 Kryty mechanických a elektrických částí.....	40
5 ELEKTRICKÁ INOVACE MODELU ZAKLADAČE PALET	41
5.1 BEZPEČNOSTNÍ PRVKY	41
5.2 ROZŠÍŘENÍ A POPIS NOVÝCH ELEKTRICKÝCH KOMPONENT	43
5.2.1 Signalizace a čtečka čárových kódů.....	43
5.2.2 Externí ovládací panel.....	44
5.2.3 Motory a koncové spínače	45

6	PROGRAMOVÁ ČÁST A VIZUALIZACE	47
6.1	UKÁZKOVÝ PROGRAM PRO POUŽITÉ PLC	47
6.1.1	Přehled programu	47
6.1.2	Automatický režim	49
6.1.3	Manuální režim	49
6.2	PROPOJENÍ S JINÝM PLC	50
6.3	VIZUALIZACE POMOCÍ WEB MAKER	50
6.4	VIZUALIZACE V CONTROL WEB	51
6.5	VIZUALIZACE V PROMOTIC	52
	ZÁVĚR	54
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	56
	SEZNAM OBRÁZKŮ	58
	SEZNAM TABULEK.....	60
	SEZNAM PŘÍLOH.....	61

ÚVOD

Programovatelné automaty (dále jen PLC) pracují jako moderní náhrada reléových zapojení a jsou dnes již standardním elektronickým zařízením pro řízení téměř všech technologických procesů. PLC jsou náhradou běžných počítačů, které jsou určeny pouze pro běžné domácí použití, výjimečně pro použití v průmyslovém prostředí. PLC vynikají především svou dlouhou životností a stabilitou. K zařízením typu PLC dnes neodmyslitelně patří HMI/SCADA systémy, tedy rozhraní mezi člověkem a strojem, sloužící k jednoduchému a přehlednému ovládání daného technologického procesu. PLC se dnes nejčastěji vyskytují v průmyslových prostředích, nicméně stále častěji se tyto zařízení používají pro aplikace typu „inteligentní“ budovy k zabezpečení a regulaci celého objektu.

Cílem této bakalářské práce je úprava a inovace současného modelu automatického zakladače palet, který pak doplní stávající modely v laboratoři programovatelných automatů na Fakultě aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Součástí práce je také program pro ovládání modelu a vizualizace ve vybraných SCADA systémech. Úprava a inovace modelu se stává z nové konstrukce mechanických částí pro pojezdy a výměně elektromechanických částí jako jsou koncové spínače a motory. Na modelu je také nutno opravit a vylepšit úložiště palet. Součástí rozšíření modelu je externí ovládací panel pro rozšíření o další vstupní prvky, signalizace a aktivní bezpečnostní prvky pro ochranu modelu automatického zakladače palet a pozdějších uživatelů. Ukázkový program využívá nové komponenty, GSM modul, pro vizualizaci také ControlWeb, Promotic a Webový server, který je součástí použitého PLC.

I. TEORETICKÁ ČÁST

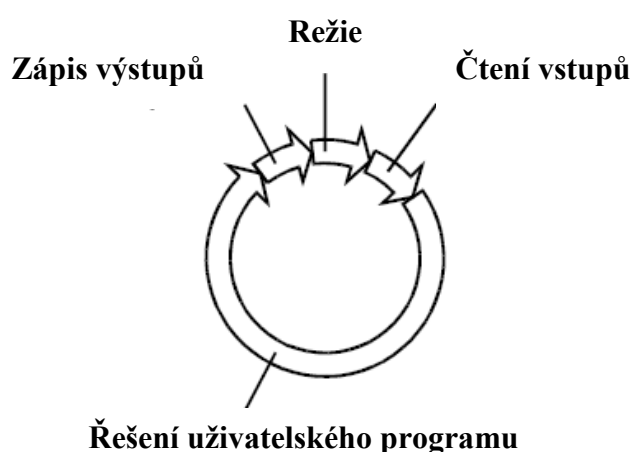
1 PROGRAMOVATELNÝ LOGICKÝ AUTOMAT

1.1 Základní popis a vlastnosti programovatelného automatu

Programovatelný automat (Programmable Logic Controller) označován jako PLC je malý počítač používán především pro automatizaci reálných aplikací. Toto zařízení zjednodušuje řízení automatického procesu téměř ve všech technologických odvětvích. Programovatelný logický automat je konstruován tak, aby odolával náročnému prostředí a jeho životnost byla několika násobně větší než u běžného personálního počítače. PLC se od běžných personálních počítačů liší především ve způsobu vykonávání programu a zpracování dat. [2]

1.1.1 Princip vykonávání uživatelského programu

Uživatelský program je zapsán jako posloupnost instrukcí v paměti uživatelského programu. Na rozdíl od běžného personálního počítače, zpracovává PLC uživatelský program v otočce cyklu. Před začátkem uživatelského programu jsou načteny všechny vstupy do PLC a uloženy do proměnných. Dále centrální jednotka vykonává uživatelský program, tedy posloupnost instrukcí, případně provádí přechody v posloupnosti instrukcí. Jsou-li provedeny všechny požadované instrukce daného algoritmu centrální jednotka PLC zapíše stavy do výstupních proměnných a výstupních periférií. Následně jsou opět načteny hodnoty vstupních proměnných a celý cyklus (otočka cyklu) se opakuje. [4]



Obr. 1. Otočka cyklu PLC

Režie – příprava centrální jednotky PLC na vykonání otočky cyklu programu.

Čtení vstupů – čtení a zápis hodnot ze vstupních modulů PLC do obrazů vstupů v zápisníkové paměti PLC.

Zápis výstupů – zápis hodnot vypočtených uživatelským programem z obrazu výstupů do výstupních modulů PLC.

Řešení uživatelského programu – samotné vykonání instrukcí daného algoritmu.

1.2 Základní rozdělení PLC

Programovatelné logické automaty se dělí do tří základních skupin z hlediska konstrukce a jejich použití v reálných aplikacích.

Základní typy PLC:

- Mikro PLC
- Kompaktní PLC
- Modulární PLC

1.2.1 Mikro PLC

Tyto typy patří mezi nejlevnější a také nejmenší programovatelné logické automaty. Mají pevně omezený počet vstupů a výstupů, které uživatel může využít. Obvykle se počet binárních vstupů a výstupů pohybuje kolem šesti až dvaceti. Používají se pro jednoduché aplikace, kde není potřeba výkonnějších a dražších PLC, zpravidla nahrazují reléové zapojení dané úlohy. Mezi zástupce této kategorie patří například PLC firmy Tecomat modely TC400, TC500 a TC 600, dále PLC Siemens „LOGO!“ a další. [2]



Obr. 2. Mikro PLC TECOMAT TC600[4] a mikro PLC SIEMENS LOGO![6]

1.2.2 Kompaktní PLC

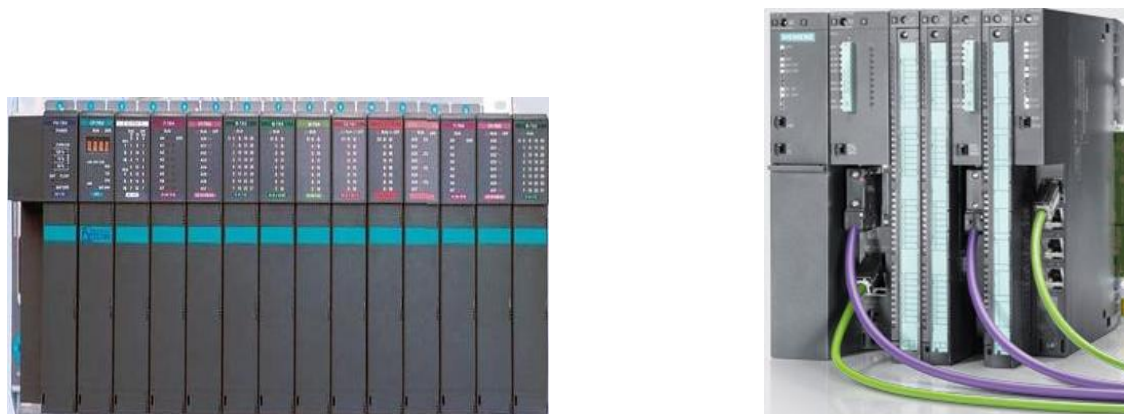
Kompaktní PLC jsou svými parametry mnohem praktičtější než programovatelné automaty typu mikro PLC. Mají větší volbu konfigurace vstupů a výstupů, a jsou omezeny na několik přídatných modulů pro vstupy a výstupy. Kompaktní PLC mohou obsahovat desítky vstupů i výstupů. PLC také obsahují další moduly a rozhraní pro komunikaci, univerzální vstupy do centrální jednotky, A/D převodníky apod. Mezi tyto typy PLC se řadí například Saia Burgess PCD1, PLC Omron CP1L a další. [2]



Obr. 3. Kompaktní PLC SAIA Burgess PCD1 [7] a PLC OMRON řady CP1L [8]

1.2.3 Modulární PLC

Modulární PLC nabízí nejrozsáhlejší možnosti konfigurace a jsou určeny pro velké automatizované aplikace. Jsou tvořeny pevným procesorovým jádrem s vlastním napájením a pomocí sběrnice se k centrální procesorové jednotce připojují rozšiřující moduly. Tyto typy programovatelných logických automatů tak nabízí uživateli obrovské možnosti využití. Mezi zástupce této skupiny PLC patří například PLC Tecomat TC700, Siemens S7 - 400 a mnoho dalších. [2]



Obr. 4. Modulární PLC TECOMAT TC700 [4] a PLC SIEMENS S7 – 400[6]

1.3 Základní moduly programovatelného automatu

Téměř každý programovatelný automat je osazen základními a přídatnými rozšiřujícími moduly, které pak tvoří celek programovatelného logického automatu. Rozšiřujících modulů existuje celá řada podle oblasti použití, nicméně každé PLC disponuje základními moduly.

CPU modul

CPU modul je základem celého PLC, výpočetní výkon a rychlost celé komunikace PLC závisí na použité centrální procesorové jednotce. Tento modul zajišťuje programovací, nebo i komunikační rozhraní pro přenos uživatelského programu do paměti. U kompaktních PLC musí být v CPU komunikační rozhraní obsaženo. U modulárních PLC záleží na výrobci, zda je komunikace přímo součástí CPU, nebo pro obstarání této komunikace je potřeba dalších přídatných komunikačních modulů. [1]

CPU modul standardně obsahuje:

- 32 bitový RISC procesor, někdy i 64 bitový,
- bitové registry,
- paměť pro operační systém celého PLC nejčastěji EPROM,
- paměť pro uživatelský program a tabulky v řádech stovek kB,
- interní paměť pro data – DataBox,
- paměť pro archivaci celého uživatelského projektu,
- paměť pro uložení remanentních proměnných,
- několik tisíc možných časovačů/čítačů například u PLC Tecomat Foxtrot CP1006 je to 4096/8192,
- zálohovanou paměť RAM pro V/V data,
- programovací rozhraní.

Podle typu CPU a výrobce může dané CPU obsahovat další paměti, případně procesory pro práci s bitovými operacemi a podobně.

Binární vstupy

Binární vstupy jsou základními vstupy pro PLC. Slouží pro snímání dvouhodnotového signálu, který může být realizován například koncovým spínačem, tlačítkem či přepínačem. Vstupy jsou nejčastěji galvanicky odděleny. Na vstupy můžeme přivést různé hodnoty signálu. U stejnosměrného napětí je to nejčastěji 5V, 12V, 24V, 48V u střídavého signálu 24V, 48V, 115V, 230V. Logická jednička je na binárním vstupu signalizována svitem LED diody. [2]

Binární výstupy

Pomocí binárních výstupů se nejčastěji spínají další výkonové prvky pro ovládání, například buzení cívek relé či stykačů. Můžou sloužit také jako ovládací výstupy pro malé výkony. PLC obsahuje tranzistorové, nebo i reléové binární výstupy. Výstupy jsou často galvanicky odděleny s ochranou proti zkratu. Sepnutí binárních výstupů je indikováno svitem LED diody. [2]

Analogové vstupy

Analogové vstupy slouží pro připojení spojitého signálu, například z potenciometrů, pravítek, teplotní čidla a podobně. Nejčastěji můžeme připojit spojitý napěťový signál od 0-10V, nebo proudový signál v rozsahu 0-20mA. Analogové vstupy jsou standardně vybaveny 8, 10 nebo 12 bitovým A/D převodníkem podle typu PLC. Nejčastěji slouží pro měření různých fyzikálních veličin, tlaku, teploty, rychlosti, síly, vlhkosti výšky hladiny, intenzity osvětlení, apod. [2]

Napájecí moduly

Tyto moduly se nejčastěji používají k napájení přídatných modulů u modulárních PLC. Nejčastěji se jedná o napájení 24V DC, kde na vstupu je přivedeno 230V AC. Výstupní napětí z těchto modulů musí být stabilizováno. Napájecí moduly obsahují ochranu proti přepětí a mnohdy mají funkci UPS, jako dočasný záložní zdroj při výpadku proudu, sloužící pro ukončení cyklu PLC, uložení dat a případně odeslání signálu o výpadku proudu. [1]

Komunikační moduly

Komunikační moduly slouží především pro komunikaci PLC s ostatními připojenými zařízeními. Centrální jednotka PLC obsahuje jen základní komunikační protokoly. Komunikační jednotky slouží pro rozšíření komunikace:

- komunikace s nadřazenými prvky jako jsou SCADA systémy,
- komunikace s operátorskými panely HMI,
- komunikační moduly jako jsou GSM a GPRS moduly,
- komunikace se vzdálenými inteligentními čidly,
- komunikace s ostatními systémy pro průmyslové komunikace (Profibus, Modbus, CAN Bus, ...).

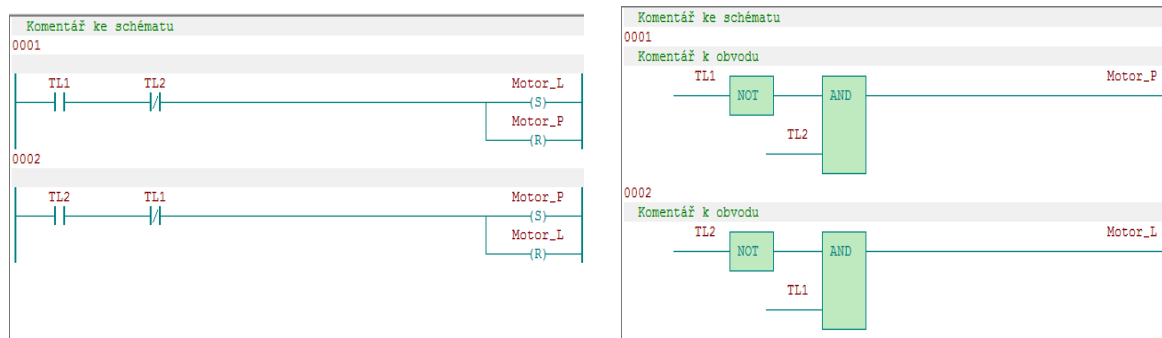
1.4 Softwarové vybavení PLC

S vývojem PLC se vyvíjely také použité programovací jazyky pro dané PLC. Snahou o sjednocení programovacího jazyka pro PLC byla norma IEC 61131-3, která definuje základní programovací jazyky.

1.4.1 Norma IEC 61131-3

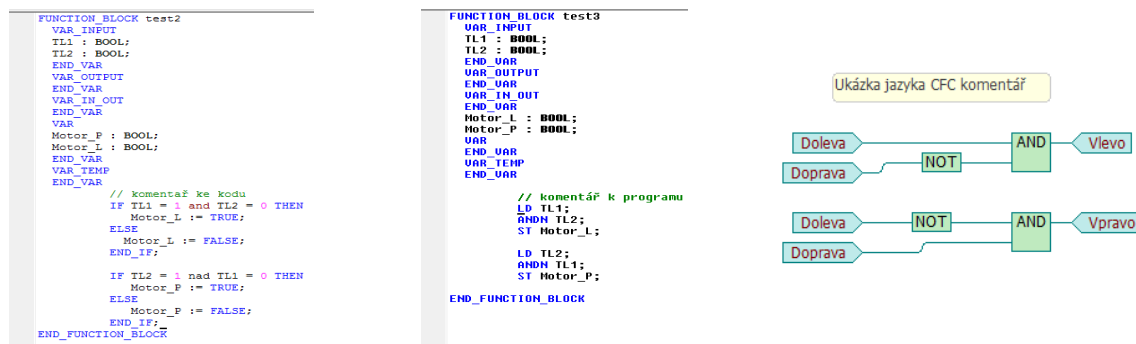
Tato norma programovacích jazyků pro PLC byla přijata většinou předních výrobců PLC, v česku je označena jako norma ČSN EN 61131-3. Norma sjednocuje syntaxi i sémantiku jazyků pro programování PLC. Jazyky v této normě by měly sjednotit velké množství dosavadních programovacích jazyků.

Základem normy jsou čtyři druhy programovacích jazyků. Dva jazyky jsou realizovány graficky: jazyk kontaktních schémat LD a jazyk blokových schémat FBD na Obr. 5.



Obr. 5. Ukázka jazyk LD vlevo a ukázka jazyka FBD vpravo

Dalšími jazyky jsou textové jazyky IL tedy jazyk mnemo kódu a jazyk strukturovaného textu ST. Speciálním jazykem, který rozšiřuje nabídku základních standardních jazyků, je jazyk CFC. Příklady daných jazyků jsou uvedeny na Obr. 6.



Obr. 6. Ukázka jazyka ST vlevo, ukázka jazyka IL uprostřed a jazyk CFC vpravo

Programovací norma IEC 61131-3 a sjednocení programovacích jazyků nezaručuje bezchybné a efektivní programování PLC. Tyto jazyky však vytváří dobré předpoklady k napsání a vytvoření celkového přehledného projektu. Záleží jen na programátorovi, kterému programovacímu jazyku dá přednost. Nicméně pro určité aplikace a jejich realizace je mnohdy jednodušší kombinovat různé programovací jazyky například jazyk LD a jazyk ST. Každý programovací jazyk má své výhody i nevýhody.

1.4.2 Další rozdělení normy IEC 61131

Norma IEC 61131 se nezabývá pouze definicí základních programovacích jazyků, ale také ostatními zásadami při práci s moderní řídicí technikou. Tato norma obsahuje celkem osm částí pro práci s řídicí technikou. V tabulce 1 níže jsou uvedeny stručné popisy jednotlivých částí normy IEC 61131. [9],[10]

Tabulka 1 Stručný popis normy IEC 61131

Označení normy:	Popis normy
IEC 61131 - 1	Všeobecné informace
IEC 61131 - 2	Požadavky kladené na zařízení a zkoušky
IEC 61131 - 3	Programovací jazyky
IEC 61131 - 4	Podpora uživatelů
IEC 61131 - 5	Komunikace
IEC 61131 - 6	Specifikace periférií pro PLC a jejich bezpečnost
IEC 61131 - 7	Programování fuzzy logiky
IEC 61131 - 8	Směrnice pro aplikace a implementace jazyků pro PLC

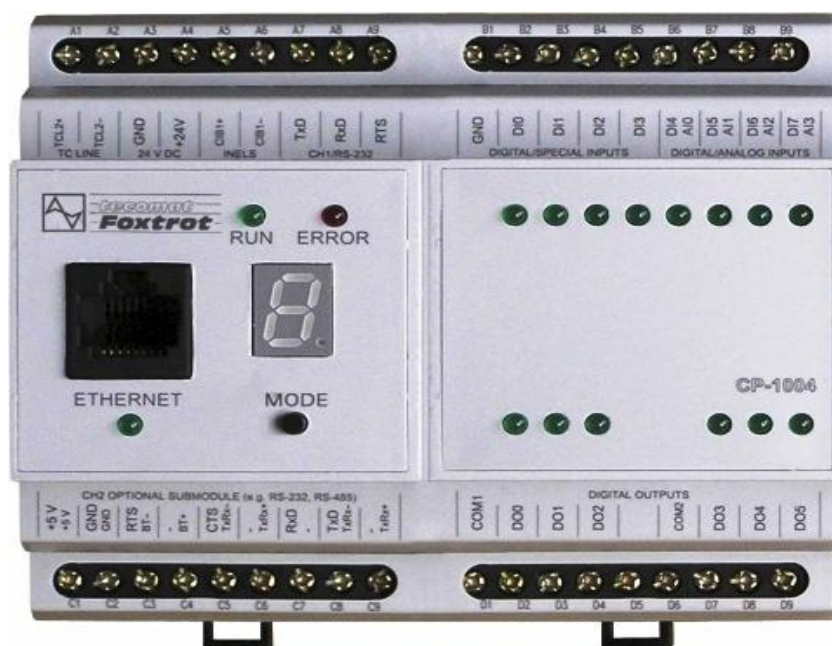
2 PLC TECOMAT FOXTROT

PLC Tecomat vznikly ve firmě TESLA Kolín v 70. letech pod tehdejším názvem programovatelný automat PA. V této době uvedla TESLA Kolín na trh vlastní PA s označením NS-910. PA, který obsahoval psané i nepsané normy. Tyto standardy pak vedly ke vzniku celosvětové normy IEC-61131. Dnes jsou v této kategorii, (již pod označením PLC) PLC Tecomat TC700 a malé modulární PLC Tecomat Foxtrot.

Tecomat Foxtrot je nástupcem řady NS-940 a TC 500/600. Jde o pátou generaci programovatelného automatu. [4]

2.1 Tecomat Foxtrot CP1005

Dané PLC představuje univerzální řadu programovatelných automatů pro řízení a regulaci s možností modulárního rozšíření přes systémovou sběrnici TCL2 až do vzdálenosti 1700 m. Představuje tak univerzální řadu programovatelných automatů. Jsou určeny především do oblastí řízení průmyslových procesů, technického řešení budov a strojírenství. Jednotlivé přídatné moduly jsou v obdobném provedení jako základní jednotka, která se společně s přídatnými moduly upevňuje na lištu DIN TS 35. Základní jednotka je osazena výkonným RISC procesorem, obsahuje čtečku paměťových karet pro externí data. Tecomat Foxtrot také obsahuje pro vzdálenou komunikaci 100Mb Ethernet, který také slouží pro programování v normě IEC61131-3 ve vývojovém prostředí Mosaic. [4]



Obr. 7. PLC Tecomat Foxtrot CP1005

2.1.1 Centrální procesorová jednotka

Základní modul s označením CP-1005 je jedním ze základních zástupců řady programovatelných automatů pod označením Foxtrot.

Tento základní modul obsahuje: CPU s označením K, je určeno pro aplikace, které jsou náročné na výkon. Tyto centrální jednotky obsahují obvod reálného času RTC, dále pak uživatelskou paměť pro program 192 KB a pro tabulky 64 KB, záložní paměť EEPROM, interní paměť 512 KB na DataBox, paměť pro zálohování projektu PLC o velikosti maximum 2MB a také slot pro přídatné SD karty pro další rozšíření ukládacího prostoru.

Tato jednotka vyniká velkou rychlostí zpracování a to až 1k instrukcí za 0,2ms. Počet uživatelských registrů je celkem 64 KB, nicméně 32 KB je remanentních a slouží pro uchování dat i při teplém restartu PLC. Tyto jednotky také programátorovi nabízí až 4096 časovačů a 8192 čítačů. Délka instrukcí u této řady CPU je 2 - 10 B. Pro komunikaci s okolím slouží dva sériové kanály, kde jeden komunikuje v normě RS-232 a u druhého kanálu si programátor může vybrat příslušnou normu. Tyto dva sériové kanály lze rozšířit o dalších šest po připojení sériových modulů SC-1101, nebo SC-1102 na sběrnici TCL2. Pro připojení PLC do sítě slouží rozhraní Ethernet s rychlostí až 10/100 Mb/s s integrovaným Web serverem. [4]

2.1.2 Signalizační prvky a zobrazení nastavení

Dále PLC obsahuje indikační panel a LED diody. Kontrolní dioda s označením RUN slouží k identifikaci zda PLC pracuje, nebo se nachází v režimu HALT. Svítí-li tato LED dioda, nachází se PLC v režimu HALT. Bliká-li, je právě vykonáván uživatelský program. Dále je zde signalizace ERR pro hlášení chyb, ETH pro signalizaci komunikace PLC v síti další signalizace jednotlivých vstupů a výstupů PLC.

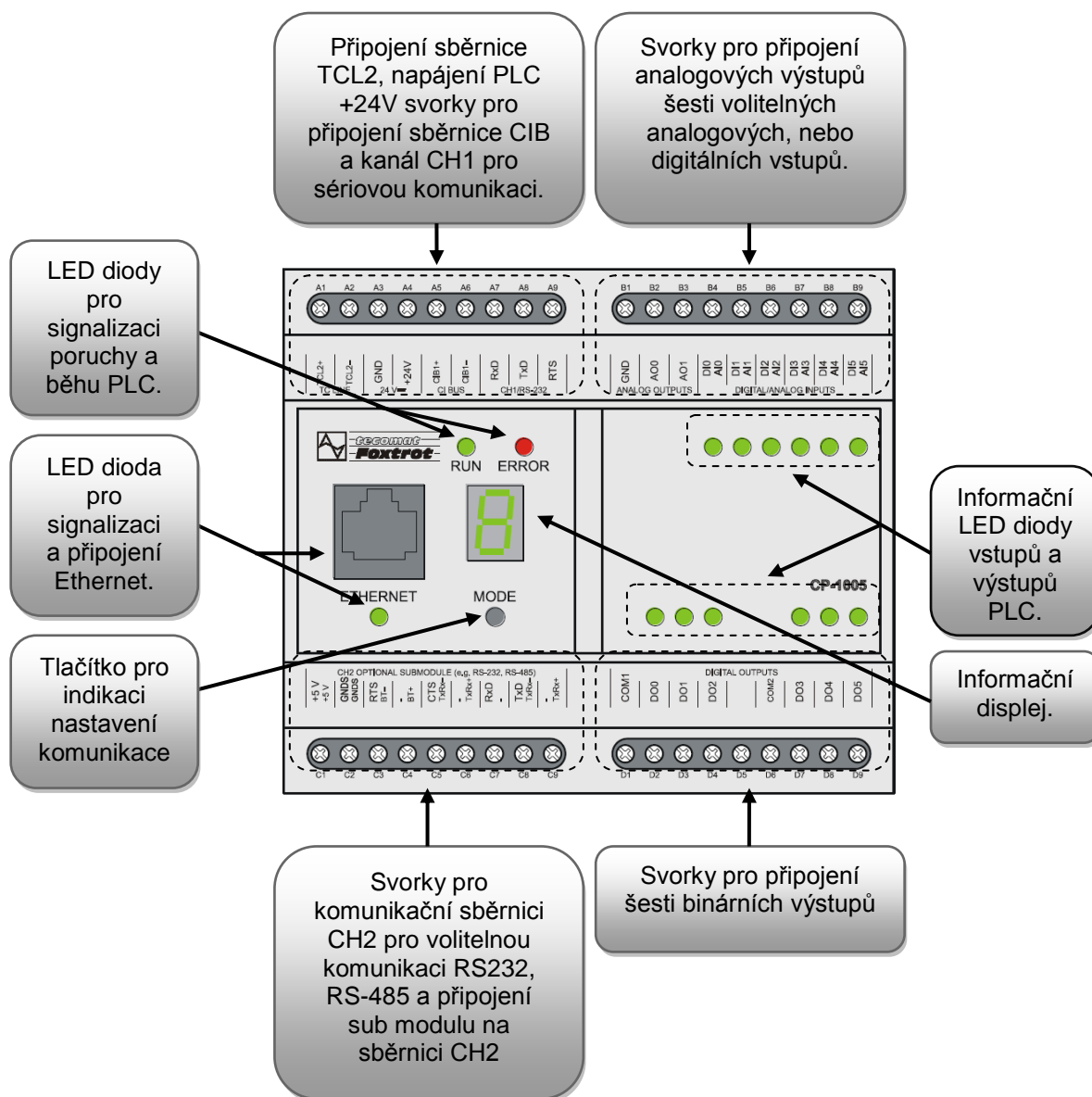
Jednotka CP-1005 je také vybavena jedním tlačítkem, které slouží k identifikaci nastavení sériové linky, Ethernetového rozhraní a také pro zobrazování IP adresy a masky sítě. Při startu systému a držení tlačítka 3s centrální jednotka očekává změnu firmwaru, po startu systému a stisku tlačítka na dobu tří sekund přejde PLC do stavu HALT. [4]

2.1.3 Vstupy a výstupy

K připojení dalších periférií jako binárních, nebo analogových slouží 6 volitelných vstupů. Všechny šest vstupů je reléových. K dispozici jsou zde také dva analogové výstupy a také šest digitálních výstupů. V případě použití přídatného sub modulu PX-7811 na kanál CH2,

je k dispozici dalších sedm binárních vstupů a při použití sub modulu PX-7812 jsou k dispozici čtyři binární vstupy a tři binární výstupy. [4]

2.1.4 Grafické znázornění prvků na PLC Tecomat Foxtrot CP-1005



Obr. 8. Grafické znázornění prvků na použitém PLC

2.2 Použité přídatné moduly

Vzhledem k tomu, že programovatelné automaty mají v základním provedení omezený počet vstupů a výstupů, je často nutné a nezbytné připojit k centrální jednotce PLC další přídatné moduly. Zde byly použity přídatné moduly binárních vstupů a binárních výstupů.

Použitý modul IB-1301 rozšiřuje dané PLC o dvanáct digitálních vstupů DI0 až DI11. Vstupy jsou galvanicky odděleny. Binární vstupy DI0 až DI3 mohou být také použity jako vstupy čítače. Tyto vstupy mohou zachytávat signály kratší než je otočka cyklu PLC. Celý model je napájen externím napětím 24V DC. Komunikace mezi centrální jednotkou a modulem je realizována pomocí systémové sběrnice TCL2, která je u daného PLC určena právě pro přídatné moduly. Modul je podobně jako PLC vybaven základními indikačními LED diodami. Svítí-li LED dioda RUN je PLC ve stavu HALT, bliká-li tato dioda je modul připraven ve stavu RUN. Červená LED dioda BLK signalizuje režim HALT na PLC. Zbylé LED diody slouží pro signalizaci digitálních vstupů DI0 až DI11. Otočný přepínač slouží k přiřazení adresy daného modulu centrální jednotkou, tyto adresy mohou být voleny v rozsahu 0 až 9, tj. maximální počet přídatných modulů pro dané PLC.[1]



Obr. 9 Použitý přídatný modul IB-1301

Použitý modul OS-1401 rozšiřuje PLC o 12 binárních výstupů tranzistorového typu. Binární výstupy DO0 až DO3 dovolují uživateli spínat maximálně 24V/2A na jeden výstup. Součet proudů binárních výstupů DI0 až DI3 nesmí překročit 4,4A. Zbylé výstupy

umožňují spínat 24V/0,5A. Všechny výstupy jsou galvanicky odděleny od zbylé vnitřní elektroniky. Rozšiřující modul binárních výstupů podobně jako modul IB-1301 disponuje LED signalizací a také otočným přepínačem pro nastavení adresy přídatného modulu v rozsahu 0 až 9. Komunikace s centrální jednotkou zde také probíhá po systémové sběrnici TCL2. [1]



Obr. 10 Použitý přídatný modul OS-1401

3 VIZUALIZACE TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ

Vizualizace technologických procesů je schopnost člověka zasahovat do děje daného technologického procesu, ale je to také schopnost sledovat a případně upravovat daný děj. Data z děje je zde také možné archivovat a spravovat, případně vytvářet databáze celého procesu. Vizualizační systémy se v ovládání technologických procesů řadí na úplný vrchol. Dříve se stroje ovládaly převážně mechanicky, což omezuje schopnost zasahovat a parametrizovat daný systém. Později se používaly řídicí jednotky CNC a PLC, kde se každou otočku cyklu vykonává daný program. Dnes jsou na vrcholu vizualizační systémy a systémy SCADA, pro řízení technologického procesu operátorem. Zde se starají o vizualizaci datové elementy, které jsou načítány z daného zařízení např. PLC. Data jsou obnovována a operátor tak může zasahovat do technologického procesu a v každém okamžiku je informován o technologickém procesu. Tyto systémy jsou dnes provázány sítí Internet a mohou tak navzájem komunikovat, nebo jej operátor může řídit z různých míst světa. Vizualizační systém jsou tvořeny tak aby komunikovali s většinou vyráběných PLC různých typů a výrobců. Různí výrobci PLC používají svá vývojová prostředí a také programovací jazyky mimo normu IEC 61131-3. Vizualizační systémy umožňují komunikaci s velkou škálou zařízení.[11]

3.1 Vizualizační systémy

Vizualizační systém je celý soubor programových prostředků, který umožňuje vizualizaci celého technologického děje. Dříve jsme se mohli setkat s označením MMI (*Man-Machine Interface*), nebo také s označením HMI (*Human-Machine Interface*), toto jsou rozhraní mezi člověkem a strojem. Dnes je nejrozšířenější vizualizační systém SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), nebo li nadřazené řízení a sběr dat.

Vizualizační systémy se starají o zobrazení a komunikace se zařízením v technologickém procesu. Tyto systémy musí obsahovat komunikační rozhraní, se kterým se bude komunikovat s daným zařízením společně s hardwarem ke komunikaci. Nejčastěji se pro vizualizaci používají běžné PC umístěné na operátorském stanovišti, nicméně při použití v průmyslu se však častěji používají operátorské panely OP, nebo také průmyslové PC, z důvodu zvýšené prašnosti, vlhkosti atd. v závislosti na technologickém procesu a prostředí.

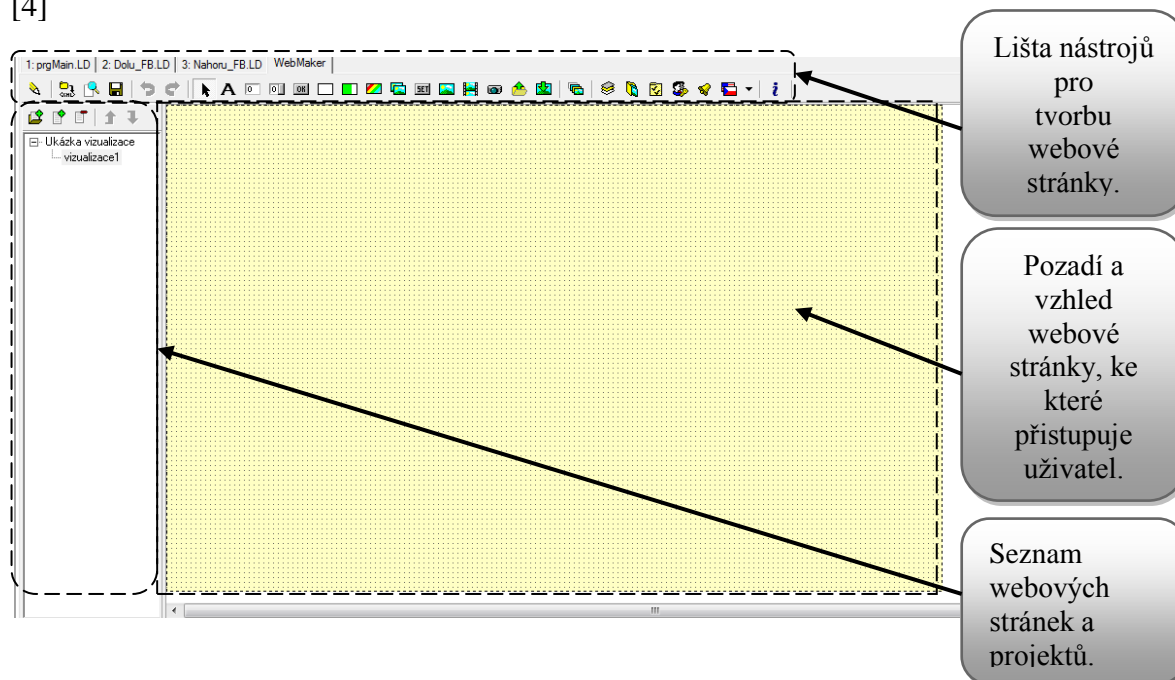
Předností vizualizačního procesu je především:

- Grafické znázornění celého technologického procesu.
- Případná animace celého děje, nebo jeho částí.
- Možnost nastavení a parametrizace ze vzdáleného pracoviště.
- Sledování dat a chybových hlášení celého děje.
- Vytváření protokolu a ději a také jeho optimalizace, aj.

3.2 Web server

Programovatelné automaty Tecomat Foxtrot a Tecomat TC700 jsou vybaveny webovým serverem, který umožňuje uživateli vytvořit vizualizaci technologické úlohy a vzdáleně přes Internet tuto úlohu ovládat, nebo sledovat její průběh. Tento vizualizační program je součástí vývojového prostředí Mosaic pod názvem WebMaker. Toto vizualizační prostředí je vhodné až po středně velké úlohy. Vytváření vizualizace je zde velmi intuitivní a uživatel smí vytvořit několik webových stránek s administrací a různými stupni oprávnění.

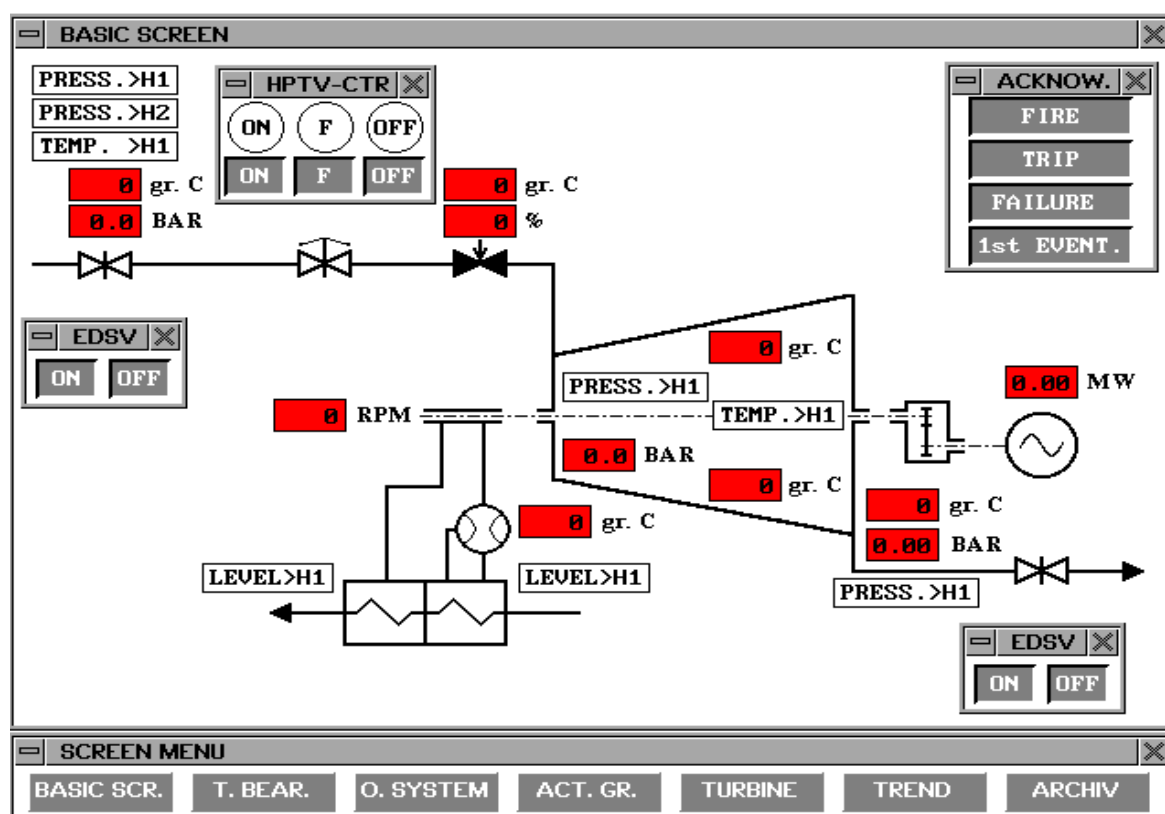
[4]



Obr. 11 Nástroj WebMaker v prostředí Mosaic.

3.3 Control Web

Control Web je program pro tvorbu vizualizací, především technologických procesů. Byl vyvinut firmou Moravské přístroje a.s. Tato společnost sídlí ve Zlíně a je tedy Českou společností. Již před více jak 19 lety společnost vyvíjela program Control Panel, který se stal předchůdcem současného vizualizačního programu Control Web. Ten musel být provozován na vlastním operačním systému, kde tehdejší Windows 3.1 nestačil. Control panel umožňoval spustit několik úloh současně. Měl velmi propracované grafické rozhraní na tehdejší dobu. Software byl velmi stabilní a běžel v nepřetržitém provozu řadu let bez výpadků. [12]



Obr. 12 Aplikace vytvořená v prostředí Control Panel.

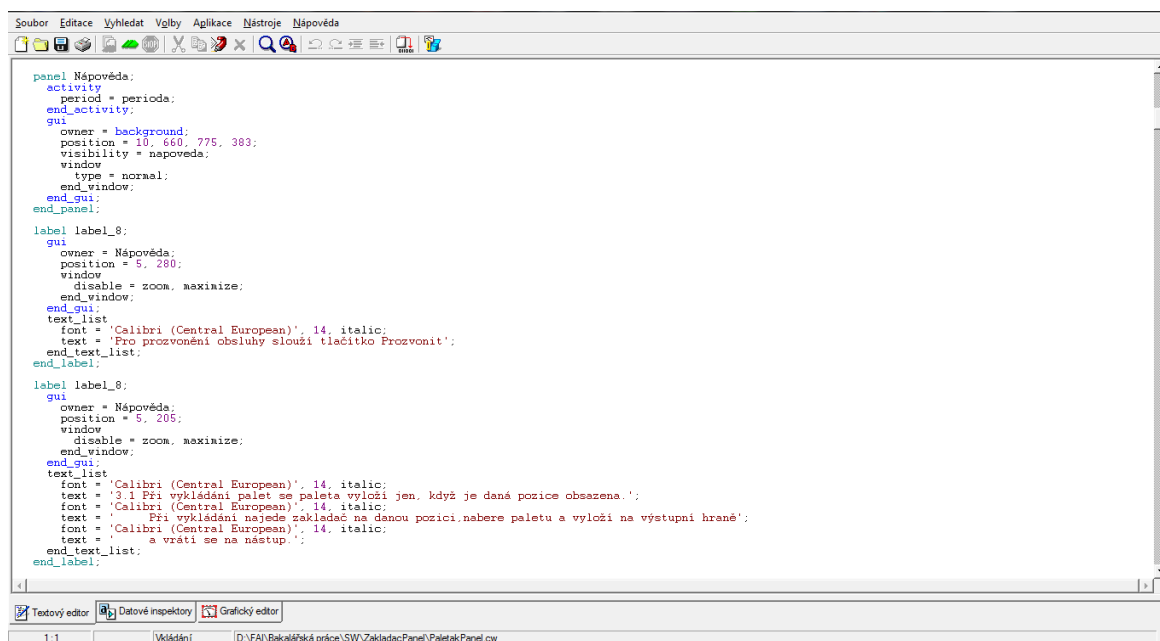
S příchodem 32 bitové architektury PC a Windows NT byl již na trhu první stabilní OS, který se dal použít k nepřetržitému provozu i v průmyslu. Tím byla verze Control Panel 3.1 převedena na Control Web 3.1, který běžel na operačním systému Windows. Verze 3.1 byla velmi podobná programu Control Panel. Nicméně s příchodem verze Control Web 4 v roce 2000 přišla i velká inovace v prostředí, především příchod databáze SQL a protokolu HTTP ke komunikaci po síti a generování WWW stránek přímo z aplikačního programu Control Web. Následně přicházely další verze Control Webu. Verze 5 přinesla

především rozšíření o vizualizaci 3D objektů, které nejsou vázány k paměťovému prostoru procesu. Nezatažují tak ani malé embedded systémy.

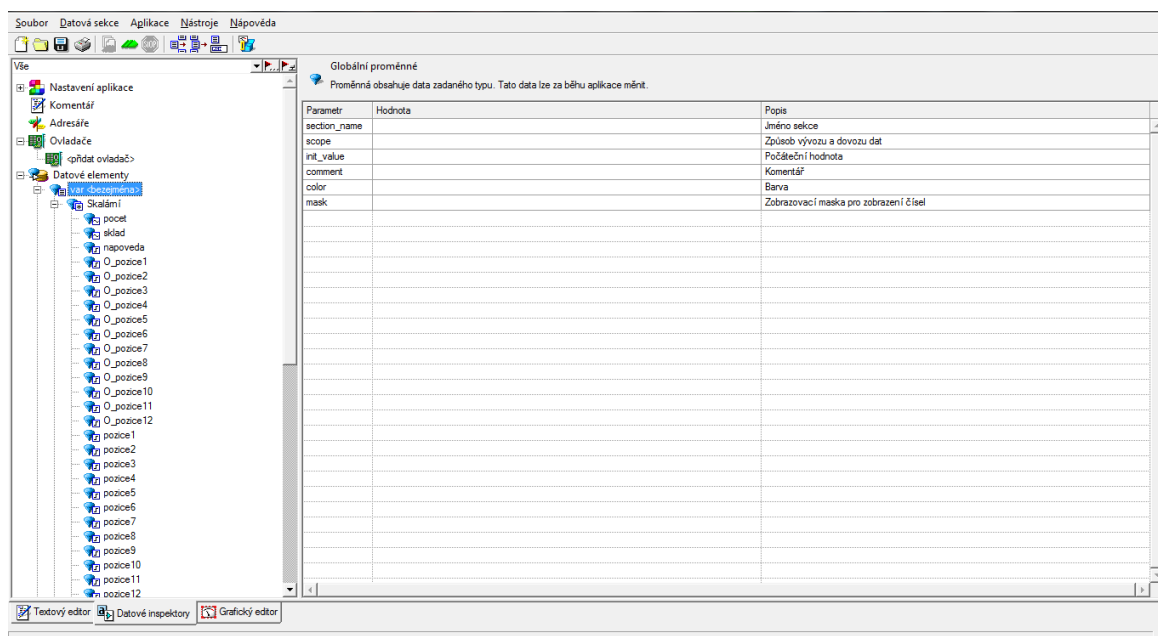
V dnešní době je Control Web všestranný vizualizační program, který dokáže jen málokdo využít v plné míře. Control Web dokáže pracovat s většinou standardních komunikačních protokolů. Slouží nejen jako vizualizace, ale může být také jako firemní WWW server, nebo může spravovat a tvořit databáze z přijatých dat, může obsluhovat a přijímat SMS zprávy a E-Maily, může sloužit také k simulaci technologických procesů. Control Web je tak použit např. jako firemní server, jako aktivační a registrační server s webovým rozhraním, nebo také na Fakultě aplikované informatiky ve Zlíně jako rozhraní mezi experimenty a přístupem ze vzdálených PC pomocí webu.

Dnes (2014) se Control Web nachází ve verzi 7, kde pro testování a bezplatnou verzi je použita tzv. Run Time verze.

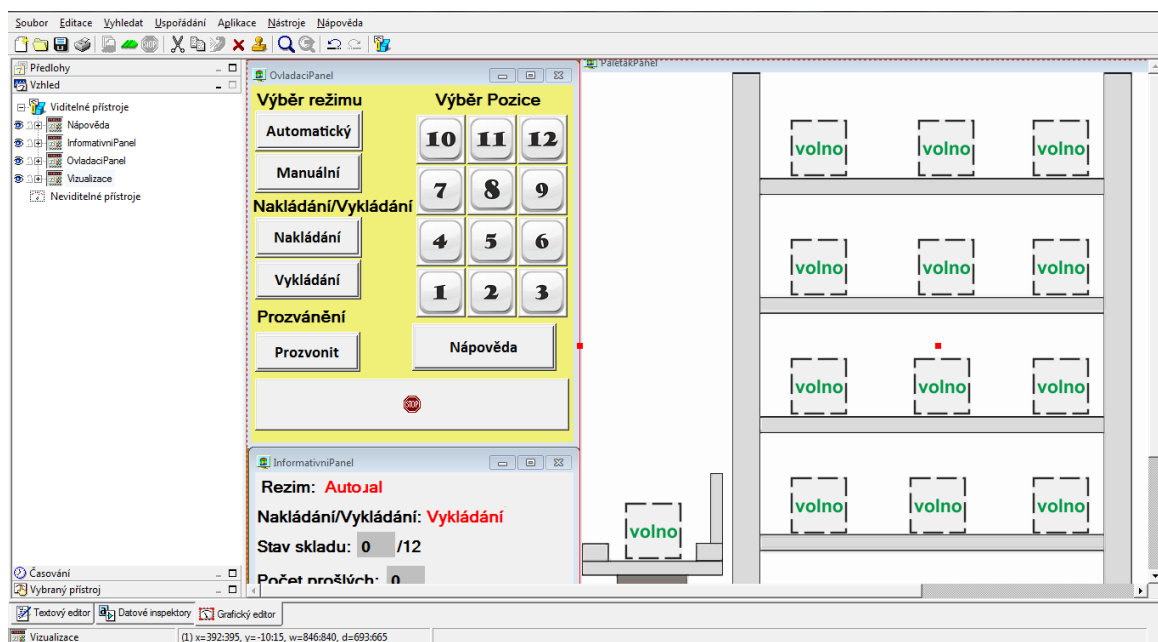
Control Web se skládá ze tří částí Obr. 13 až Obr. 15. První částí je Textový editor, kde programátor z větší části pouze upravuje, ale také zde může přímo psát zdrojový kód, který pak reprezentuje vizualizaci celého technologického procesu. Další částí je Datový inspektor, který slouží k vytváření a deklaraci nových i úpravě stávajících proměnných. Třetí částí je Grafický editor, kde se nejčastěji vytváří celá vizualizace, programátor zde dává obraz celému technologickému procesu.[12]



Obr. 13 Textový editor v prostředí Control Web



Obr. 14 Datový inspektor v prostředí Control Web

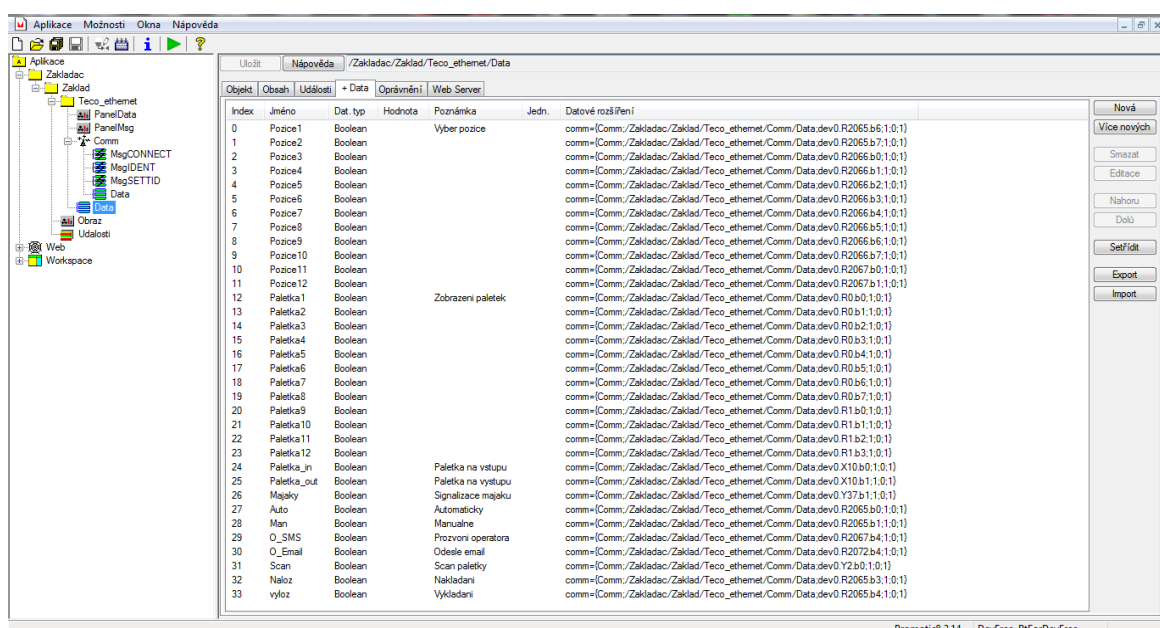


Obr. 15 Grafický editor v prostředí Control Web

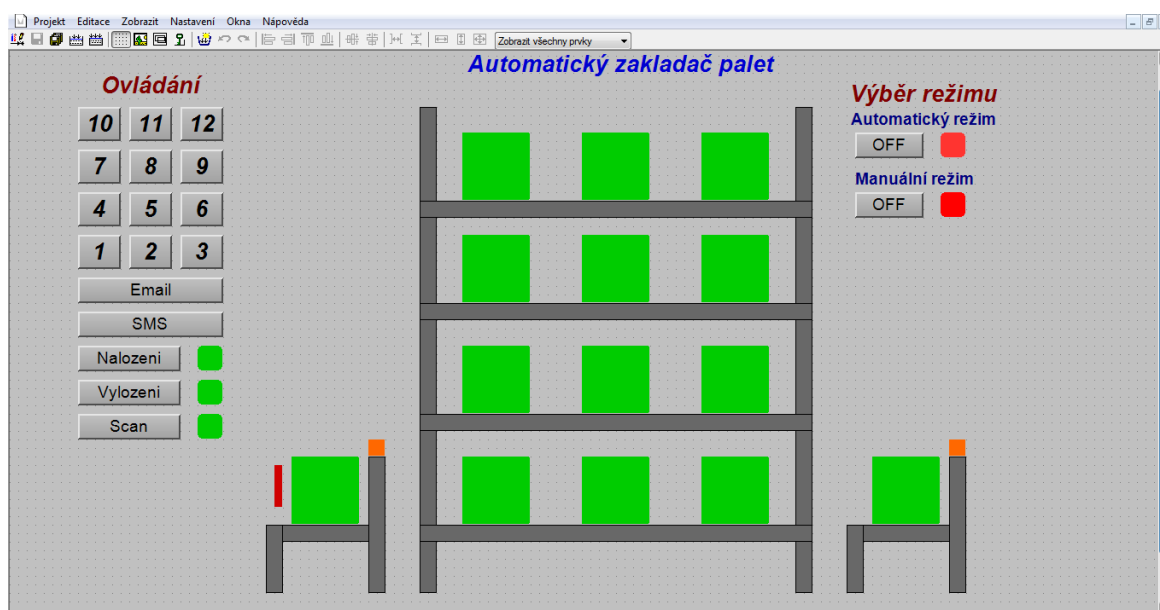
3.4 Promotic

Promotic je podobně jako Control Web systém SCADA/HMI pro tvorbu vizualizací technologických procesů. O vývoj tohoto systému se stará Firma se sídlem v Ostravě Microsys s.r.o. Tato firma byla založena v roce 1991. Promotic je systém, který je spustitelný na operačních systémech Windows. Dovoluje tak uživateli vytvářet vizualizace především průmyslových procesů. Podobně jako u Control Web je zde také možnost

upravovat a psát zdrojový kód VBScript, je zde také editor obrazů a editor pro práci s grafickými objekty. Promotic umožňuje automatickou konverzi obrazů do formátu HTML a tak vytvářet webové rozhraní dané aplikace. Součástí je SQL rozhraní pro tvorbu databází a práci s nimi. Promotic umožňuje komunikovat přes různé komunikační protokoly s většinou dnes vyráběnými zařízeními, pro tuto komunikaci slouží OPC klient, nebo také protokol DDE, apod. Součástí je možnost programátorovi nastavovat oprávnění pro přístupy k technologické úloze a celková administrace. Promotic také uchovává chybové hlášení a operátorské události s časovou značkou.[5]



Obr. 16 Seznam proměnných a nastavení v prostředí Promotic

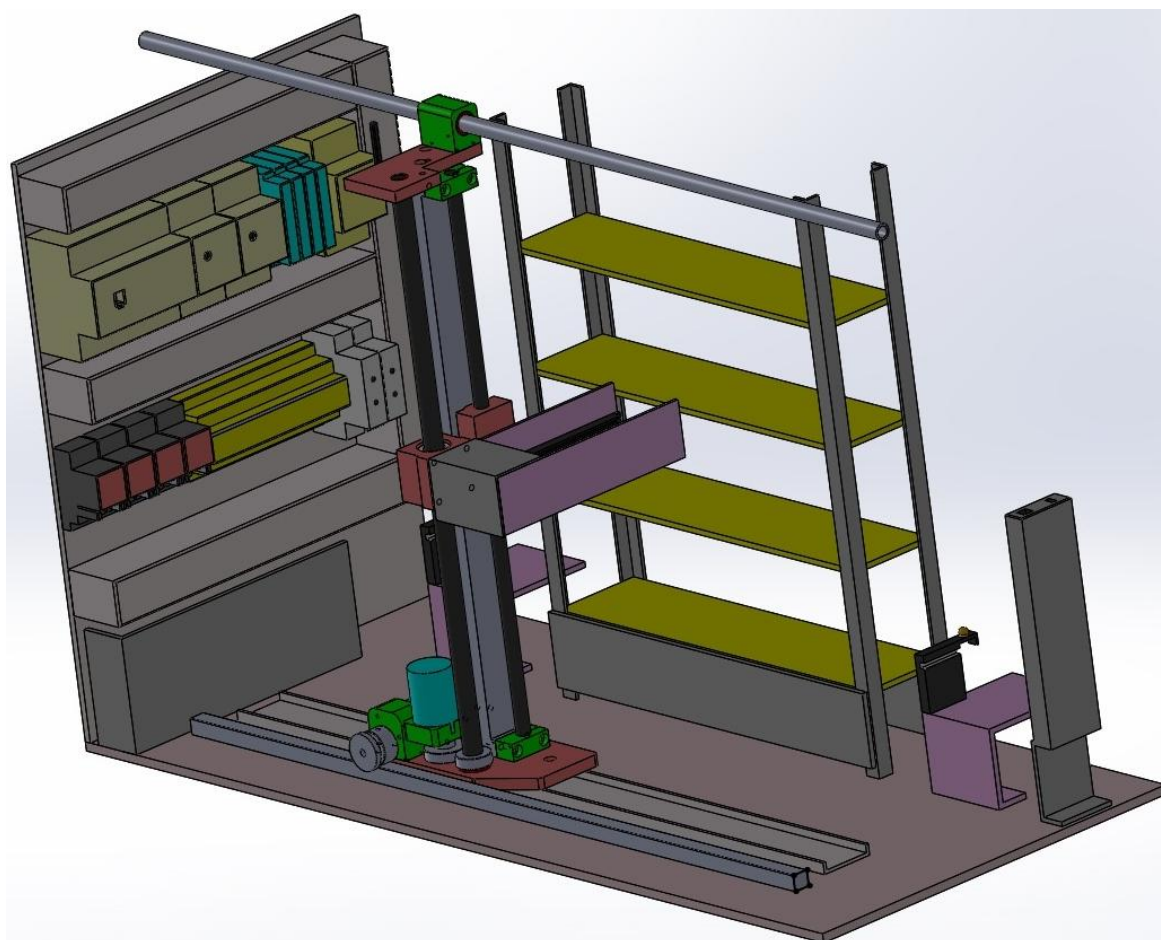


Obr. 17 Grafický editor v prostředí Promotic

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 MECHANICKÁ INOVACE MODELU ZAKLADAČE PALET

Inovace modelu automatického zakladače palet byla nutná z důvodu poměrně opotřeбенé mechanické části, kde se vyskytovaly velké nedostatky při polohování v ose x a především v ose y . Tyto opotřeбенé mechanické prvky pak způsobovaly velké problémy studentům při programování celého automatického zakladače palet. Dále bylo nutno lépe vyřešit elektrické zapojení a bezpečnostní prvky k ochraně studentů a modelu automatického zakladače pale. Cílem inovace bylo tedy vymyslet a zkonstruovat prvky zakladače palet tak, aby se zvýšila robustnost a životnost mechanických a elektrických částí modelu. Dalším cílem inovace bylo rozšíření modelu o další především elektrické prvky pro programování v rámci předmětu Programovatelné automaty na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně. Výsledný model zakladače palet by tak měl po inovaci společně s dalšími modely přispět k výuce předmětu Programovatelné automaty v laboratoři PLC na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.



Obr. 18 Návrh inovace modelu zakladače palet v SolidWorks

4.1 Inovace a úpravy modelu

Základem inovace modelu bylo odstranit mechanické a elektrické závady, případně rozšířit model o další především elektrické prvky.

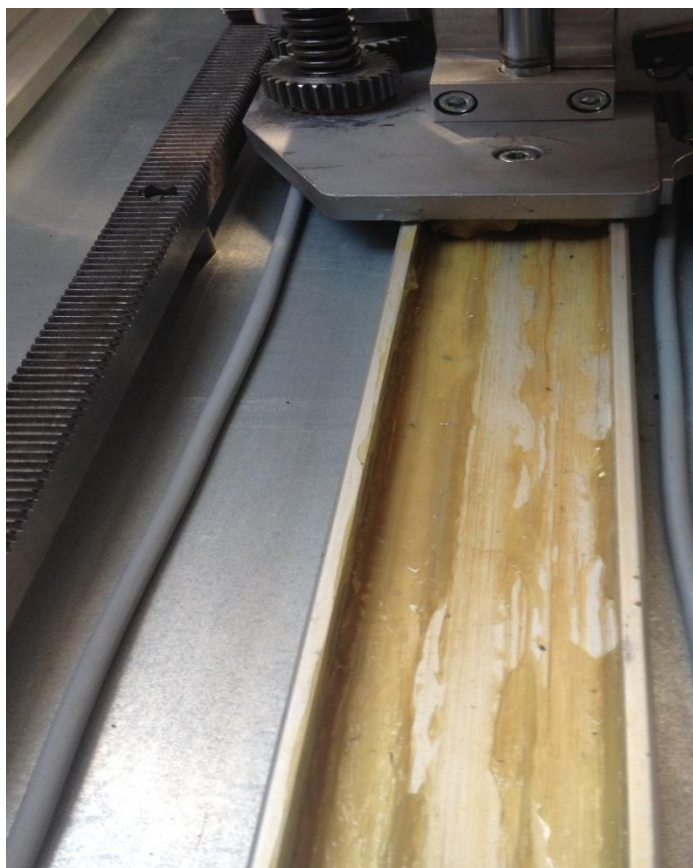
- odstranit mechanické nedostatky v ose x , při přejezdu koncových spínačů,
- odstranit mechanické nedostatky v ose y , při zastavení aretovat požadovanou polohu,
- bezpečnostní mechanické části a signalizace, pro bezpečnost studentů,
- zabezpečení přetížení zakladače palet a bezpečnost při nárazu zakladače,
- rekonstrukce regálu pro paletky a úprava samotných paletek,
- rozšíření modelu zakladače o „*Extension module*“, pro programování,
- vytvoření programu pro obsluhu modelu a vizualizací ve SCADA systémech Promotic a ControlWeb.

4.2 Úpravy mechanické části

Prvním krokem byl návrh a opravy mechanických částí na modelu automatického zakladače palet. Za pomoci 3D modelovacího CAD softwaru SolidWorks 2014 byl vytvořen návrh rekonstruovaného modelu viz Obr. 18. Tento návrh modelu, byl konečný. Vzhledem k nevhodně zvoleným a opotřebovaným materiálům u lineárních vedení v ose x a y bylo nutné přestavět a znova vyrobit tyto pojezdy, včetně uložení celého mechanismu zakladače palet. V ose z pak bylo nutné vyrobit nový pevný „jazyk“ pro nabírání paletek a zlepšit mechanismus a bezpečnost vysouvání a zasouvání „jazyku“. Na modelu se muselo řešit přesnější polohování daných pozic, nabírání jednotlivých paletek a jejich úprava pro následné zjednodušení programu pro dané PLC. Při uskladnění paletek v regálu zde docházelo k prokluzu paletky a police regálu a v některých místech dokonce k prohnutí polic regálu. Tyto problémy se musely řešit úpravou použitého materiálu na regál, především jeho polic. Poslední mechanická úprava se týkala bezpečnosti. Bylo nutno zakrýt všechny elektrické části modelu. Především ty, které by mohly způsobit poranění (př.: *Napájecí zdroj 230/24V*).

4.2.1 Vedení v ose x

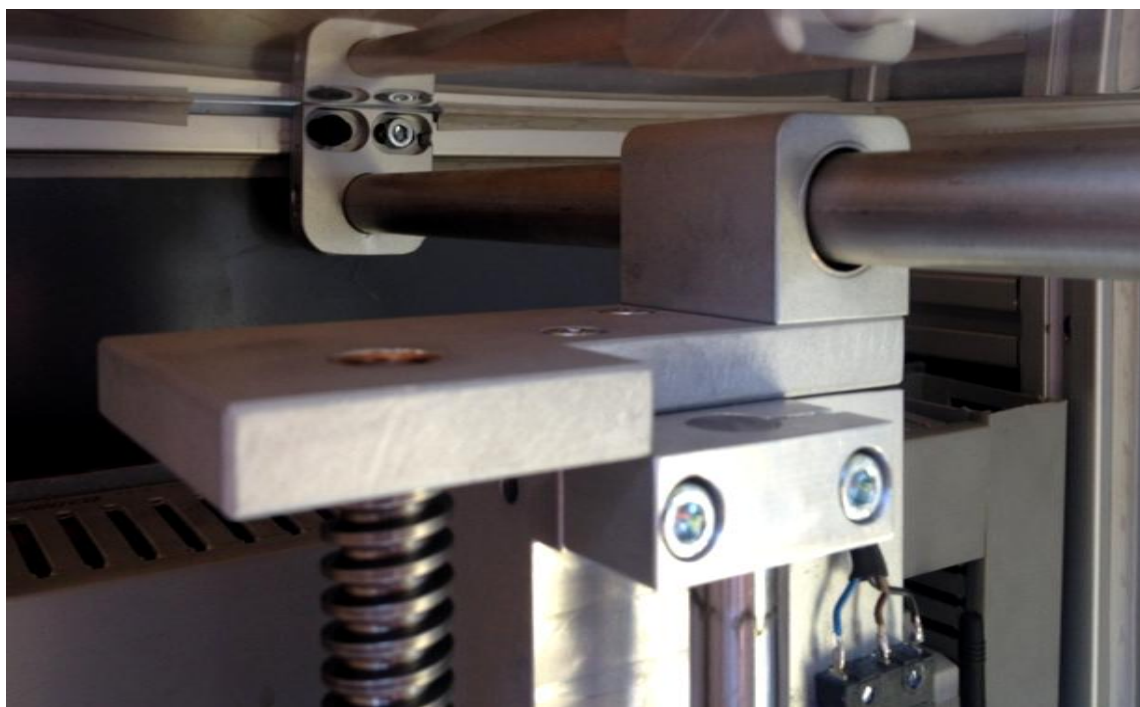
Původní vedení v ose x mělo nedostatky především při pohybu zakladače. Použité vedení viz Obr. 19 je lineární vedení s kuličkovým mechanismem. Vedení bylo vyrobeno z hliníku, ten se při častějším používání opotřeboval, vedení se tak povolilo pro pohyby téměř ve všech směrech. Toto vedení muselo držet pevně při polohování zakladače, aby se mechanismu pro nabírání paletek zabránilo nárazům do regálu a nevhodným vibracím, které způsobovaly přejezdy poloh v ose x a také poskakování převážené paletky.



Obr. 19 Vedení v ose x , spodní část

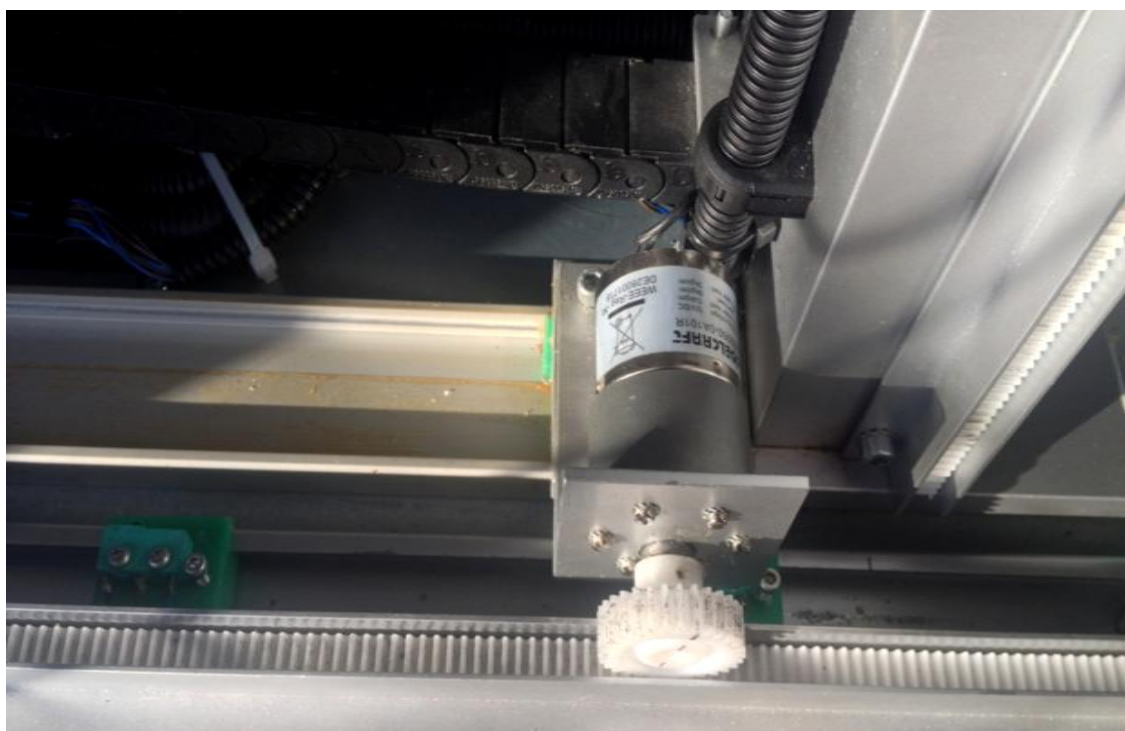
Úprava tohoto vedení spočívala v eliminaci nežádoucích pohybů mechanismu zakladače palet, to bylo řešeno přidáním vedení v ose x na horní části zakladače, které je tvořeno dvěma hliníkovými uloženími na stranách krytu celého zakladače palet. Tyto dvě uložení jsou upevněny v horní části ve středu zakladače. Uložení drží nerezovou trubku o průměru 14mm. Po tomto vedení jezdí mechanismus zakladače palet, který má ve své horní části domek s bronzovou vložkou, která je elipsového tvaru, aby se zamezilo sekání zakladače palet při prudkých rozjezdech vpravo, nebo vlevo. Toto vedení mělo zabránit především pohybům, které způsobovaly nárazy do regálu. V domku umístěném na horní části

zakladače je proto vůle 0,5 mm, což je dostatečná vůle při pohybu celého mechanismu bez sekání a zadrhávání. Na Obr. 20 je ukázka horní části vedení v ose *x*.



Obr. 20 Vedení v ose *x*, uložení horní části

Pro srovnání je na Obr. 21 příklad původního vedení v ose *x*.



Obr. 21 Původní řešení pohybu zakladače palet v ose *x*

4.2.2 Vedení v ose y

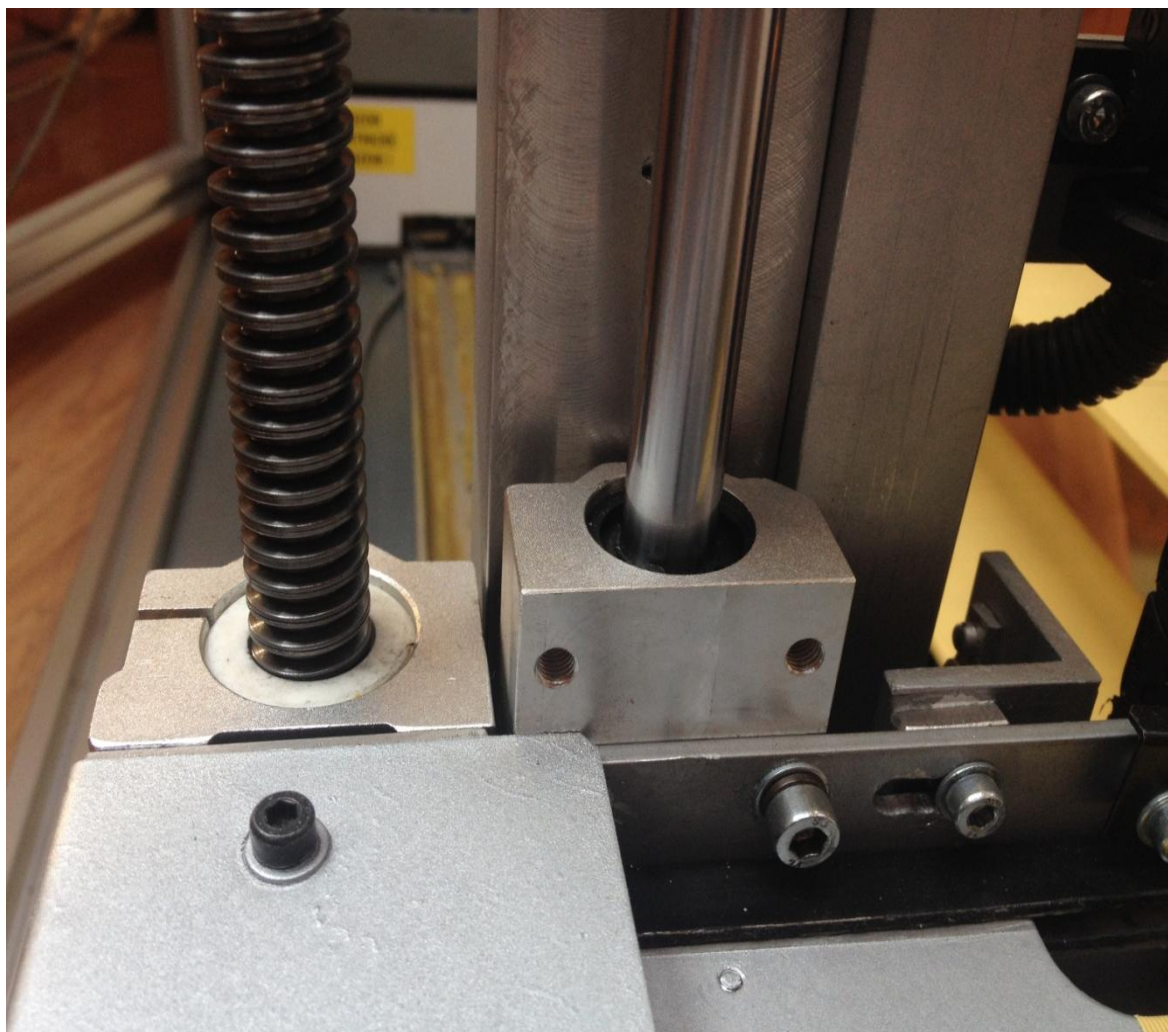
Úprava této části automatického zakladače palet byla nejdůležitější a nefunkčnost zakladače palet byla způsobena z velké části díky chybám vzniklým při pohybu zakladače v ose y. Zde bylo nutné přestavět a upravit celé vedení tak, aby při zastavení na požadovaném koncovém spínači zastavil mechanismus zakladače palet okamžitě a držel požadovanou polohu. Původní vedení a mechanismus nebylo téměř nemožné zastavit a udržet na požadované poloze. Na Obr. 22 je původní mechanismus zakladače palet, který se staral o pohyby v ose y.



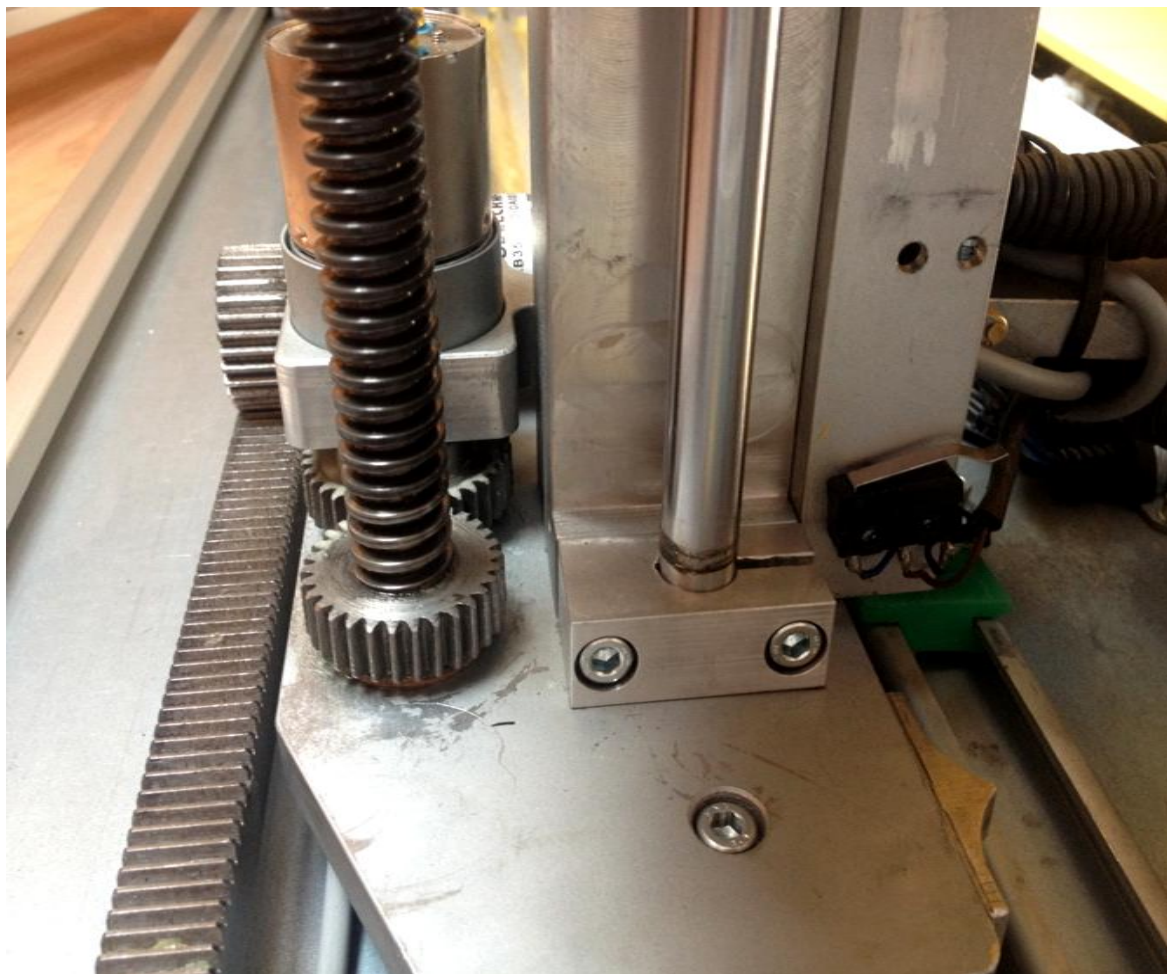
Obr. 22 Původní řešení pohybu zakladače palet v ose y

Nový mechanismus musel tedy splňovat dostatečnou tuhost mechanismu a především přesnost polohování. První myšlenkou bylo umístit místo lineárního ozubeného vedení trapézový šroub, na kterém se bude pohybovat domek, který se umístí na mechanismu pro nakládání a vykládání palet v ose z. Trapézový šroub má celkovou délku 500 mm o průměru 16mm a stoupání 4mm. Na spodní straně šroubu je upevněno ozubené kolo s počtem 30 zubů a modulu M1. Oba dva konce jsou pak uloženy v domcích. Tyto domky mají bronzové vložky, aby byl celý mechanismus kluzný a celkově bezúdržbový. Vedle

trapézového šroubu je umístěna ocelová kalená tyč o průměru 12 mm. Ta zajišťuje celkovou tuhost vedení v ose y. Na tyči se pohybuje domek s kuličkovým vedením, který je rovněž jako u domku na trapézovém šroubu připevněn k mechanismu pro nakládání a vykládání palet v ose z. Ocelová tyč je pak pomocí dvou objímek připevněna k celému nosníku zakladače palet pro osu y. Celá konstrukce trapézového šroubu, s uložením ve spodní a horní části a vedení tvořené ocelovou tyčí a kuličkovým domkem vyžadovala velkou přesnost, a proto byl pomocí programu SolidWorks vytvořen model celého mechanismu zakladače, kde se nasimulovalo chování zakladače a následně se odstranily nedostatky, případně upravily konstrukční chyby. Z toho důvodu bylo uložení a objímky pro vedení a trapézový šroub vyrobeny a opracovány na CNC frézce a soustruhu. Na Obr. 23 a Obr. 24 je zobrazeno nové řešení pohybu zakladače palet v ose y.



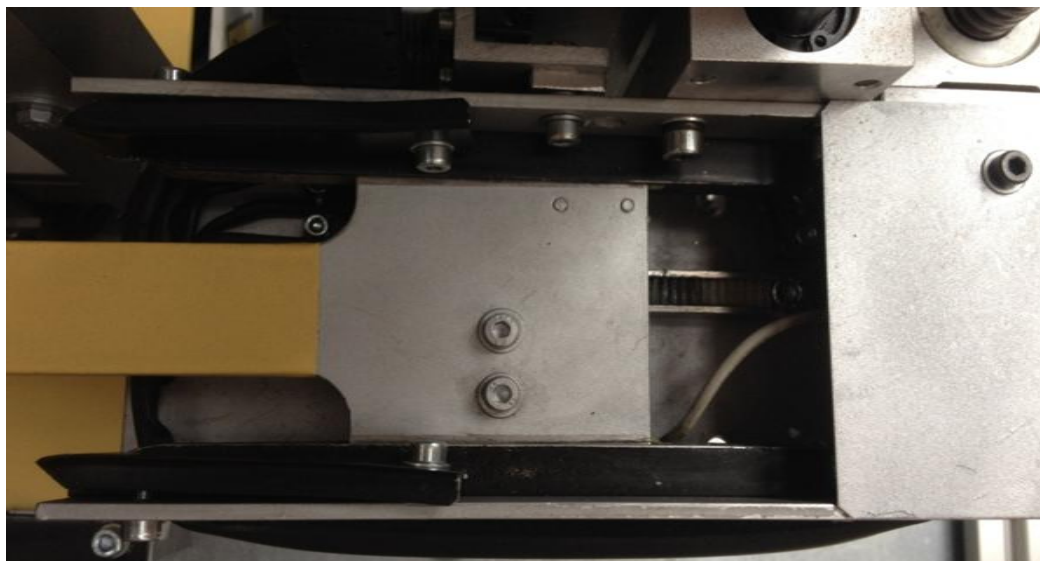
Obr. 23 Nové řešení pohybu zakladače palet v ose y



Obr. 24 Uložení trapézového šroubu a lineárního vedení v ose y

4.2.3 Mechanismus pro nabírání palet

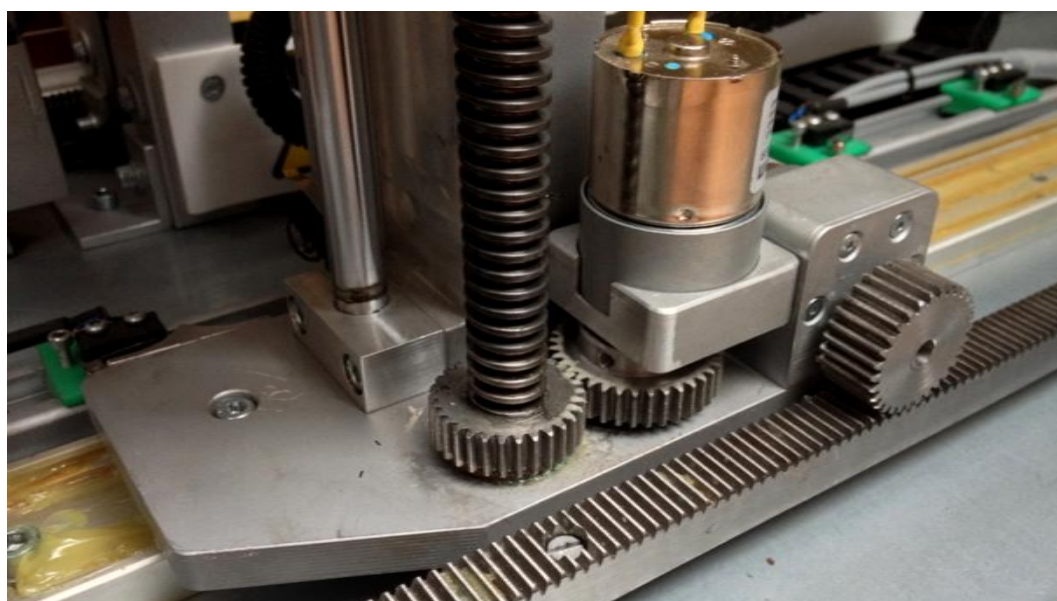
Na vozíku, který je upevněn pomocí dvou domků na vedení v ose y, je umístěn systém pro vedení v ose z a také mechanismus pro naložení nebo, vyložení paletky. Tento mechanismus pracoval dobře již na původním modelu zakladače palet. Nicméně se zde musel upravit „jazyk“ pro nabírání paletky, který byl původně vyroben z plastu a nevydržel namáhání při špatném programování PLC (*např.: nabourání do regálu*), nový jazyk je vyroben z hliníku a má mírný rádius v oblasti pro nabírání paletky, který zpevňuje konstrukci jazyka. Z vozíku byly také přesunuty některé elektrické části a také motor pro polohování v ose y. Celý vozík tak nese pouze systém pro nakládání a vykládání paletky a vedení v ose z. Vozík je zobrazen na Obr. 25.



Obr. 25 Osazení vozíku pro nakládání a vykládání palet v ose z

4.2.4 Uložení mechanismu zakladače palet

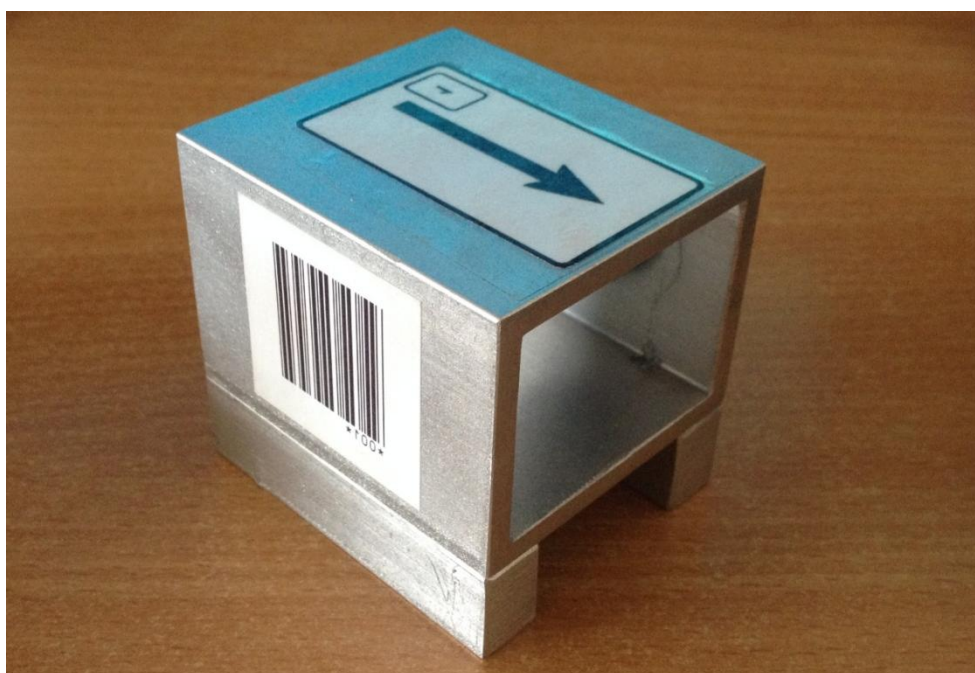
Z důvodu přesnosti uložení vedení v *ose y* a v *ose x* bylo nutné vyrobit velmi přesnou podstavu. Ta nese celý systém zakladače palet. Na duralové desce o rozměrech 10x92x165 mm je připevněn hliníkový nosný sloup o výšce 500 mm. Na tomto sloupu jsou upevněny uložení horních částí pro *osu x* a celý mechanismus pro *osu y*, je zde upevněn hliníkový držák motoru pro pohyb v *ose y*. Dále je na podstavě upevněn motor pro pohyb v *ose x*, který je umístěn v hliníkovém držáku vyrobeném pro tento motor. Ukázka celého systému je zobrazena na Obr. 26.



Obr. 26 Uložení pojezdů zakladače palet v ose x a ose y, upevnění motorů

4.2.5 Úprava použitých palet

Pro lepší manipulaci a nabírání palet byly upraveny také paletky, které slouží k ukládání zakladačem palet do regálu a zněj. Na původní paletky byly připevněny hliníkové profily o výšce 15 mm, tím se prostor pro manipulaci k naložení a vyložení paletek zvětšil o 5 mm a byla odstraněna možná závada, kdy jazyk při vysunutí nezajel pod paletku, ale lehce do ní narazil. Na paletky byly nalepeny nové šipky s číslem paletky a čárovým kódem, který odpovídá tomuto číslu, ve standardu Code 39.



Obr. 27 Nově upravená paletka

4.2.6 Úprava regálu

Přesné polohování bylo důležité pro možnost naložit a vyložit paletky, nicméně musel být upraven také regál, do kterého se samotné paletky ukládají. Původní regál byl tvořen z hliníkových L profilů a plastových polic. Tyto police se s časem prohnuly a nebylo tak zaručeno přímé dosednutí paletky na polici. Úprava tohoto regálu spočívala ve výměně plastových polic za hliníkový plech o síle 5mm. Tato úprava vedla k celkovému zvýšení tuhosti regálu. V upraveném regálu bylo nadzvednuto první patro o 5mm. Provedená úprava umožnila lepší polohování spodní části zakladače palet a odstranilo se tak možné přejíždění koncového spínače pro první patro v ose y. Všechny čtyři police jsou polepeny páskou s vroubkovaným povrchem, který snižuje možnost uklouznutí paletky v regálu (např.: při vibracích celého modelu).



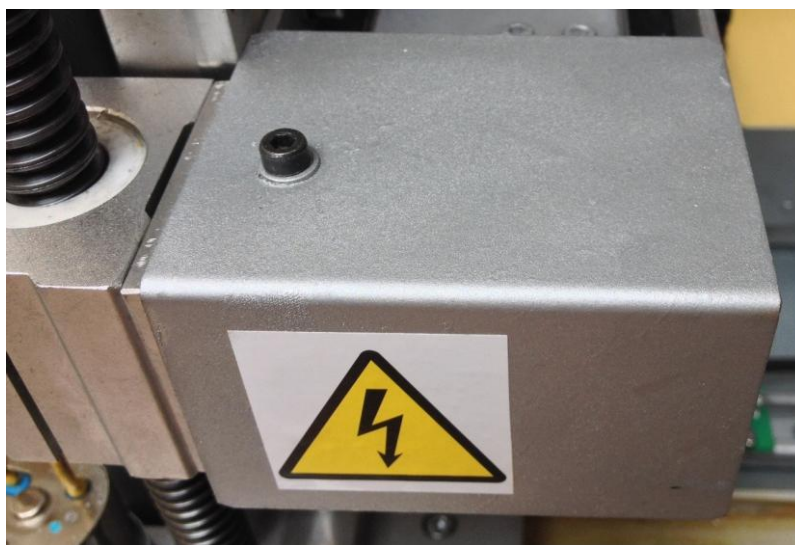
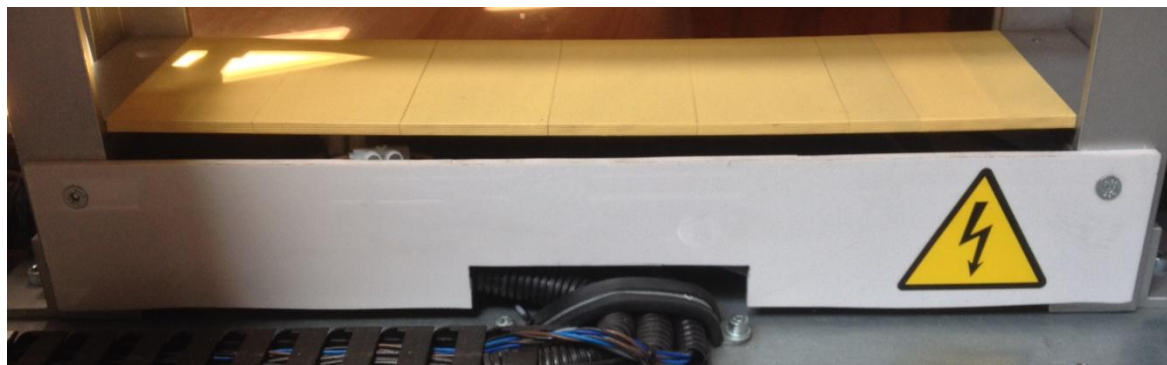
Obr. 28. Původní verze regálu pro ukládání palet



Obr. 29 Nová verze regálu pro ukládání palet

4.2.7 Kryty mechanických a elektrických částí

Vzhledem k tomu, že na zakladači palet byly mechanické i elektrické části, které by mohly způsobit poranění, bylo vhodné tyto části vhodně zakrýt a zabezpečit pozdější uživatele zakladače palet a samotné mechanické a elektrické prvky. Kryty byly vyrobeny převážně z plastových polic, které byly původně použity jako police regálu zakladače palet. Na Obr. 30 níže jsou zobrazeny kryty mechanických a elektrických částí zakladače palet.



Obr. 30 Krytování mechanických a elektrických částí

5 ELEKTRICKÁ INOVACE MODELU ZAKLADAČE PALET

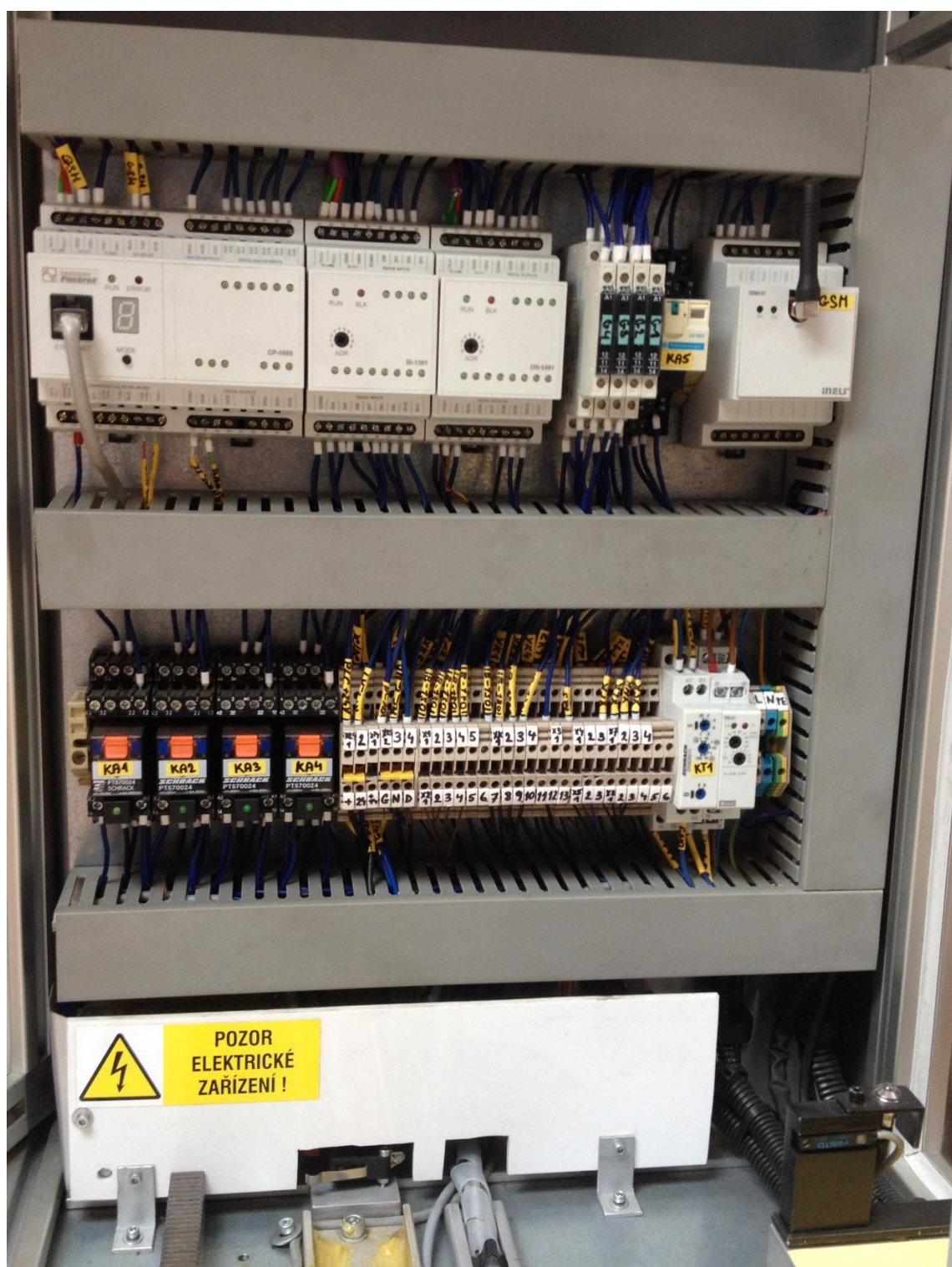
U inovace elektrické části modelu automatického zakladače palet se jednalo především o rozšíření elektrických prvků a o bezpečnost pozdějších uživatelů a jednotlivých mechanických částí zakladače palet. V prvním kroku bylo nutné vymyslet, jakým způsobem se budou ochraňovat mechanické části proti přetížení a také o jaké prvky se automatický zakladač palet rozšíří. U elektrických úprav byly nutné počítat s omezením vstupů PLC a omezení místa v rozvaděči zakladače palet.

5.1 Bezpečnostní prvky

Mezi bezpečnostní prvky patřila výměna zdroje napájení, kde se jednalo o snížení napájecího napětí 230V/AC na bezpečné napětí 24V/DC, kterým je pak celý model napájen. Bylo nutné vyměnit původní zdroje za jeden zdroj, který bude obstarávat napájení 24V/5A DC.

V modelu zakladače palet byla potřeba řídit motory v *ose x* a *ose y* napájecím napětím 14V/DC a proto byl vyroben DC/DC měnič který je napájen 24V/DC a výstupní napětí je možno regulovat pomocí proměnného „trimru“ od 10 do 16V/DC. Výstupní napětí je však nastaveno na hodnotu 14V a proto doporučuji toto napětí neměnit! Napětí pro motor v *ose z* je 5V/DC a je upraveno ze 14V/DC pomocí stabilizátoru na 5V/DC. Vzhledem k tomu, že H-můstek pro ovládání motorů je zatížen poměrně velkým proudem (až 1,5A) bylo také nutné vyměnit původní chladiče stabilizátorů, za větší hliníkový chladič, aby se zbytečně stabilizátory nepřehřívaly a nehrozilo by jim pak tepelné zničení.

Mezi důležité bezpečnostní prvky patří ochrana proti přetížení motorů a celého mechanismu pro pohyb ve všech osách. Tato ochrana je řešena pomocí časového a proudového relé. Proudové relé měří spotřebu elektrického proudu, která se prudce zvedne při nedovoleném zastavení elektromotoru v *ose x* a *ose y*. Tato hodnota proudu je vyhodnocována s opožděním, aby se odstranilo vyhodnocování špiček při spínání a prudkém rozjezdu motorů. Trvá-li však nadměrný odběr proudu déle, sepne se časové relé, které odpojí na dobu 10s zdroj napětí pro motory. Uživatel má pak možnost odstranit příčinu tohoto přetížení. Neučiní-li tak do deseti sekund celý cyklus se opakuje a při zvýšeném proudu se opět vypne napájení motorů na 10s. Na obr 31 níže je zobrazen současný upravený rozvaděč pro automatický zakladač palet.



Obr. 31 Nově upravený rozvaděč pro ovládání zakladače palet

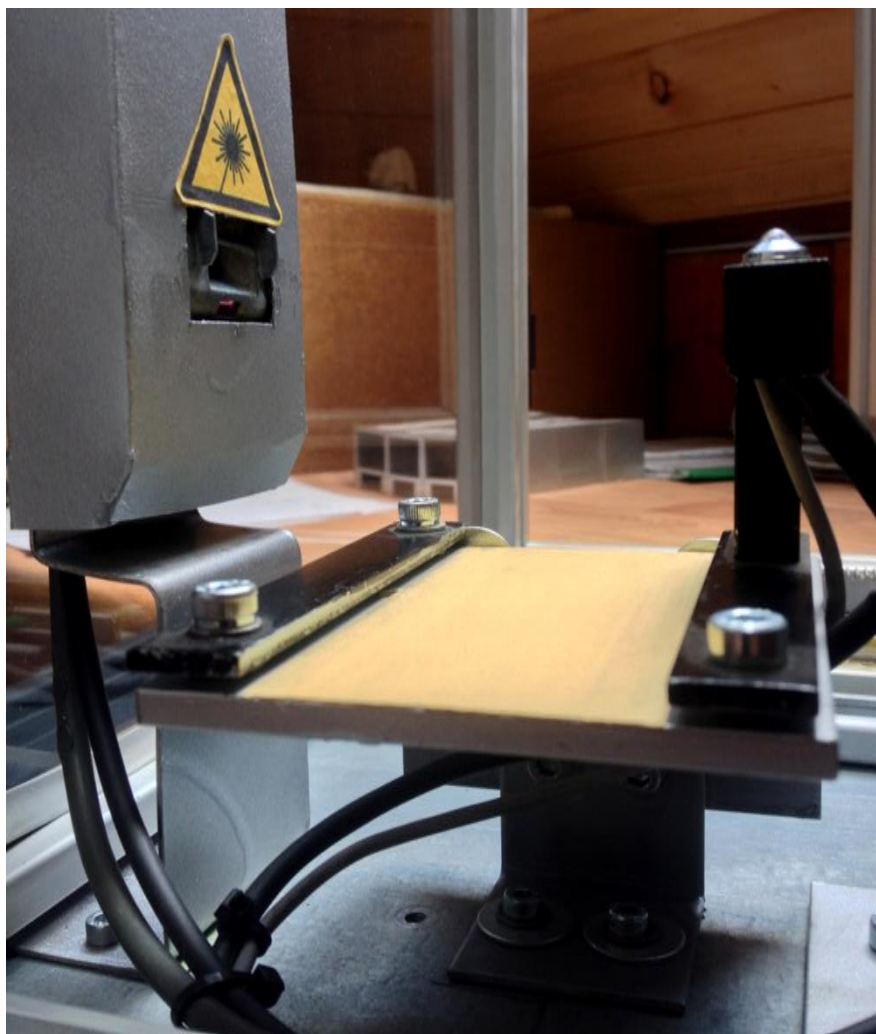
5.2 Rozšíření a popis nových elektrických komponent

Jednou z dalších požadavků na práci bylo rozšířit model automatického zakladače palet o další možnosti ovládání. Především rozšíření o bezpečnostní signalizaci a externí panel, který by uživateli umožňoval další možnosti programování použitého PLC. Myšlenkou bylo, aby nově vyrobený panel obsahoval přídavné jak binární tlačítka a přepínače, tak analogové potenciometry. Všechny tyto funkce je možno použít a editovat v programu pro použité PLC. Dalším rozšířením mělo být zařízení, které by přečetlo vstupní paletku, a podle této přečtené informace se měla paletka uložit na požadované místo a také se pomocí této informace může řešit jednoduchá databáze paletek (*např.: paleta 1 obsahuje – šroubky, paleta 2 obsahuje – elektroinstalační materiál, apod.*). Tato identifikace paletek byla řešena pomocí čtečky čárových kódů.

5.2.1 Signalizace a čtečka čárových kódů

Mezi rozšíření elektrických komponent patří majáky, které jsou programově ovládány pomocí výstupu z PLC a záleží na uživateli, kdy tuto signalizaci využije. V mém případě jsou spuštěny při nakládání a vykládání paletek na vstupním nebo výstupním stolci. Majáky jsou umístěny na vstupním i výstupním stolci a jejich funkčnost signalizuje přerušený svit oranžových LED diod.

Další úpravou byla čtečka čárových kódů, která při vložení paletky na nástupní stolec přečte čárový kód, který je umístěn na každé paletce. Zda se spustí čtení pomocí čtečky čárových kódů, záleží pouze na uživateli, který má možnost sepnout čtení pomocí PLC. Výstup ze čtečky čárových kódů je přiveden na PLC pomocí sériového portu RS 232. V PLC je toto číslo, které je na paletce jako čárový kód zobrazeno pomocí 3 bajtů v ASCII kódu. Dokumentace a popis čtečky čárových kódů je uvedena v příloze PII. Na Obr. 32 je zobrazen maják a čtečka čárových kódů.

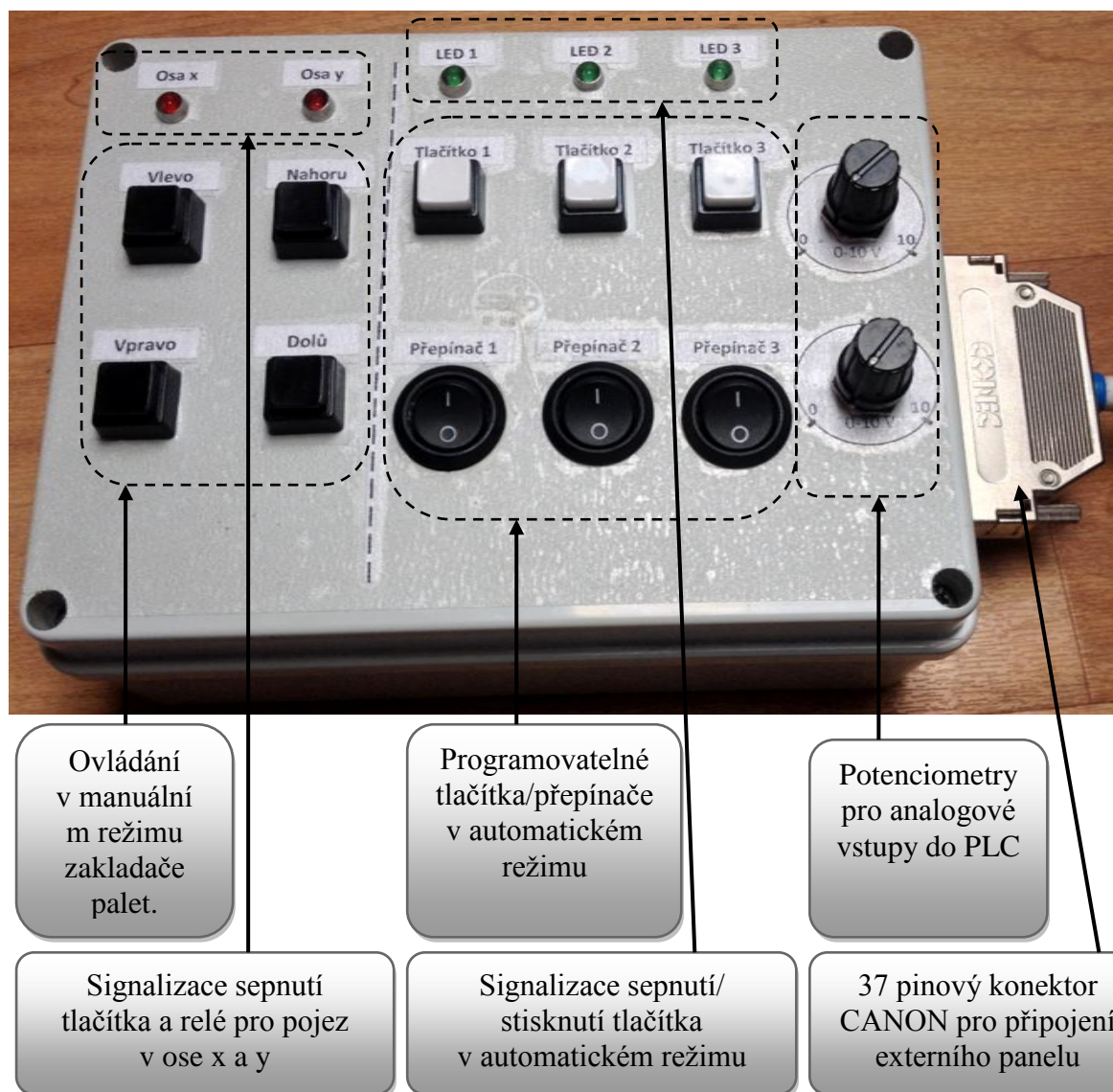


Obr. 32 Maják a čtečka čárových kódů na vstupním stolci

5.2.2 Externí ovládací panel

Externí ovládací panel rozšiřuje model automatického zakladače palet o další programovatelné prvky, které může uživatel využít. Panel se skládá ze dvou částí. Jedna část je funkční v manuálním režimu, slouží pro pojezd v ose x a ose y . Druhá část je funkční v automatickém režimu. Zde jsou k dispozici tři binární vstupy, které jsou zdvojeny a je možno přepínačem I/O držet sepnutý stav, nebo může uživatel pouze stisknout tlačítko bez aretace. Signalizace sepnutých stavů jsou na panelu signalizovány pomocí svitu zelených LED diod pro část panelu funkčního v automatickém režimu, pro manuální režim slouží signalizace sepnutých stavů pomocí svitu červených LED diod. Další možností pro uživatele jsou dva analogové vstupy do PLC, v rozsahu 0 – 10V. Tyto vstupy je možno regulovat pomocí dvou potenciometrů. Celý externí panel je tvořen plastovou krabičkou o rozměrech 190x140x70 s ochranou IP56. Tento externí panel je

připojen k zakladači palet pomocí 37 pinového CAN konektoru, který však nemá využity všechny piny a jsou zde rezervy. Na Obr. 33 je ukázka externího panelu a jeho popis.





Obr. 33 Externí panel a popis komponentů

5.2.3 Motory a koncové spínače

Správné polohování a funkčnost si vyžadovala výměnu koncových spínačů ve všech osách. Pouze pro polohování v ose y zůstaly koncové spínače původní, zde byly vyměněny pouze spínače v krajních polohách. Důležitou výměnou byla náhrada původních motorů v ose x a ose y za motory s jinými výstupními parametry. Parametry nových motorů jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 Parametry použitých motorů

Obrázky motorů	Parametry nových motorů pro osu x a osu y
 <p>Motor osy x</p>	<p>Rozměry: 37 x 72 mm Zatížení převodovky: max 18 Kg/cm Zatížení převodovky: permanentně 6 Kg/cm Jmenovité/provozní napětí 12V Převodový poměr 1:100 Průměr výstupní hřídele 6 mm Maximální točivý moment 180 N/cm Otáčky naprázdno 60 ot./min Otáčky během zatížení 52 ot./min</p>
 <p>Motor osy y</p>	<p>Rozměry: 37 x 72 mm Zatížení převodovky: max 6 Kg/cm Zatížení převodovky: permanentně 2 Kg/cm Jmenovité/provozní napětí 12V Převodový poměr 1:30 Průměr výstupní hřídele 6 mm Maximální točivý moment 60 N/cm Otáčky naprázdno 200 ot./min Otáčky během zatížení 174 ot./min</p>

6 PROGRAMOVÁ ČÁST A VIZUALIZACE

Součástí modelu automatického zakladače palet byla nutnost vytvořit program pro použité PLC, který by prezentoval všechny úpravy a zásahy do modelu. Program by měl využívat nově přidané prvky jako je čtečka čárových kódů, externí panel, apod. Součástí programového vybavení je samozřejmě vizualizace pomocí SCADA systémů a také ukázka komunikace a propojení se vzdálenými PLC.

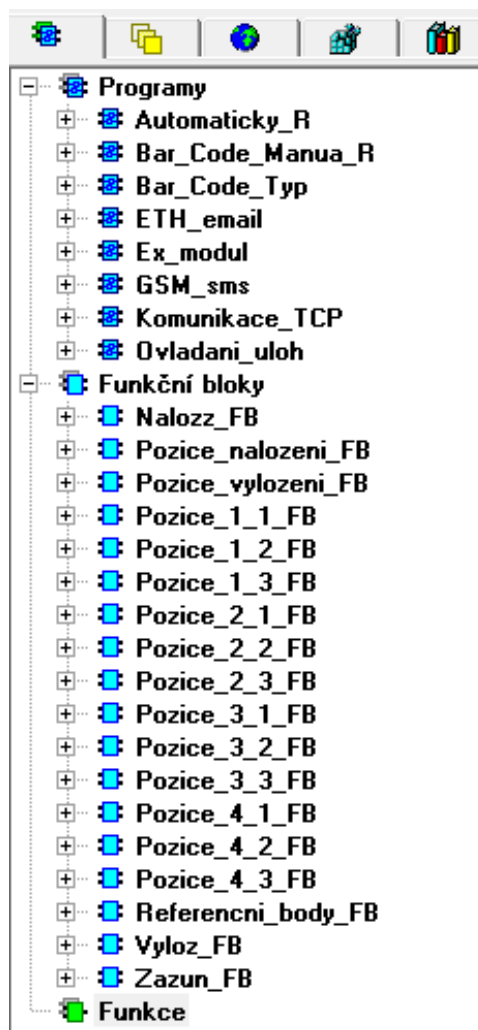
6.1 Ukázkový program pro použité PLC

Program pro model zakladače palet se skládá z několika podprogramů a funkčních bloků, které jsou následně v podprogramech volány. Princip vykonávání je rozdělen na dvě části, automatická část a část manuální. Při výběru mezi automatickým a manuálním režimem se zavolají procesy P10, pro automatický režim, nebo proces P11 pro manuální režim. V daných procesech se pak vykonává požadovaný režim. Vždy může být spuštěn pouze jeden z procesů, druhý proces je pak neaktivní.

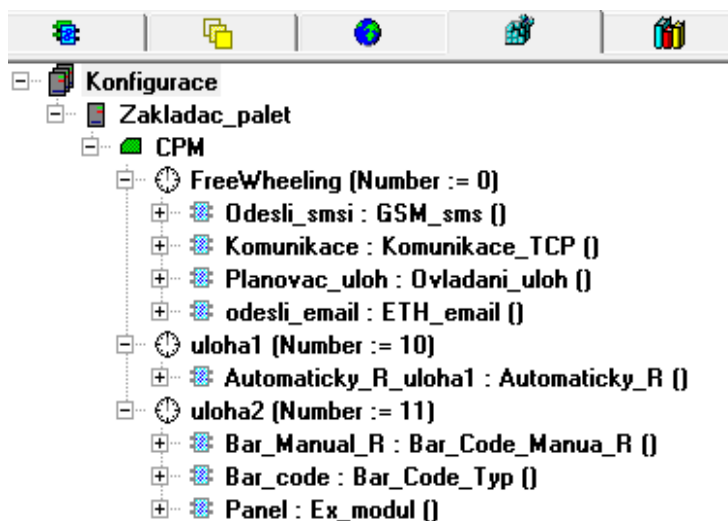
6.1.1 Přehled programu

Program je složen ze dvou částí, automatické a manuální části. Tyto části se volají v procesech P10 a P11, které pak spouští požadovanou sekvenci podprogramů a funkčních bloků. V programu pro PLC jsou podprogramy pro výběr automatického, nebo manuálního režimu. Dále jsou zde podprogramy, které slouží pro obsluhu GSM modulu, odesílání e-mailových zpráv, ovládání čtečky čárových kódů, komunikace pro vzdálené PLC pomocí TCP protokolu a podprogram pro výběr jednotlivých procesů. Tyto podprogramy jsou napsány v normě IEC 61131-3 a jsou zde použity jazyky LD a ST. Dále program obsahuje 18 funkčních bloků, které ovládají jednoduché úkoly a pohyby zakladače palet. Voláním těchto funkčních bloků v automatickém, nebo manuálním režimu vzniká celý program a režim zakladače palet. Funkční bloky jsou naprogramovány pomocí programovacího jazyka LD. Dvanáct funkčních bloků se stará o najetí na pozice pro uložení palet do regálu. Dále jsou zde funkční bloky, které najíždí zakladačem palet do polohy pro naložení, nebo vyložení paletky, tj. k vstupnímu, nebo výstupnímu stolci. Funkční bloky naložení a vyložení palety slouží, pro pohyb zakladače v ose z a ose y pro naložení a vyložení paletky na jazyk zakladače, nebo vyložení do regálu, případně na výstupní stolec. Poslední funkční blok je určen pro start a spuštění zakladače palet po výběru režimu. Jde o

funkční blok, který najede na referenční body, aby zakladač palet „věděl“ na jaké pozici se při startu nachází.



Obr. 34 Seznam programů a použitých funkčních bloků



Obr. 35 Seznam instancí a rozdělení do procesů P0, P10 a P11

6.1.2 Automatický režim

Vykonávání automatického režimu je nezávislé na uživateli. Ten si pouze vybere automatický režim v základní nabídce a následně se spustí program a sekvence úloh pro najetí referenčních bodů zakladače palet a vyložení případné palety, která by mohla být umístěna na zakladači palet. Při spuštění automatického režimu je nutné, aby byl regál zakladače palet prázdný!

Zakladač palet najede ke vstupní stolici a čeká na vložení paletky. Při vložení paletky se začnou postupně plnit pozice regálu. Začíná se pozicí 1 a pokračuje dále na pozici 3, 4, 6, 8 a 10. Po naložení daných pozic následuje časová prodleva a následně se spustí sekvence pro vyložení všech paletek z regálu. Po vyložení všech palet je automatický režim ukončen a uživatel může opět volit mezi automatickým a manuálním režimem.

6.1.3 Manuální režim

Manuální režim automatického zakladače palet nabízí uživateli mnohem větší možnosti práce. Je zde několik možností práce se zakladačem palet. Klasický režim, kde si uživatel pouze vybere pozici na kterou se má paletka uložit, nebo je-li již na této pozici paletka uložena, může se pouze vyložit.

Další možnost je režim čtečky čárového kódu, kdy je paletka snímána čtečkou čárových kódů. Pro načtení je nutné stisknout tlačítko vytvořené ve vizualizaci. Čtečka čárových kódů přečte kód umístěný na levé straně paletky a podle přečteného čísla se daná paletka uloží do regálu na pozici, která odpovídá číslu paletky. Vyložení paletek probíhá stejně jako v předchozím klasickém režimu.

Pro nakládání palet je zde režim panelu, kterým se zvolí číslo paletky pomocí potenciometru na externím panelu. Tato volba se potvrdí stisknutím „Tlačítko3“ na externím panelu. Před uložením, nebo vyložením paletky je nutné sepnout „Tlačítko1“ pro nakládání, nebo „Tlačítko2“ pro vykládání paletek.

Posledním režimem je GSM, kde se vykládání a nakládání paletky zadává pomocí zaslání SMS zprávy. V tomto případě je možno také odeslat SMS zprávu pro informaci o stavu zakladače palet. Textové tvary SMS zpráv pro uložení paletky na danou pozici spolu s příkazy pro nastavení zakladače palet jsou uvedeny na Obr. 36

Popis používání a příkazů pro GSM posílání sms zpráv:	
Seznam a popis ovládání všech příkazů, které zpracovává GSM modul a dále zakladač.	
Seznam příkazů GSM	Popis funkce daného příkazu
'1234.M.N.1'	Nalozeni palety na pozici c. 1
'1234.M.N.2'	Nalozeni palety na pozici c. 2
'1234.M.N.3'	Nalozeni palety na pozici c. 3
'1234.M.N.4'	Nalozeni palety na pozici c. 4
'1234.M.N.5'	Nalozeni palety na pozici c. 5
'1234.M.N.6'	Nalozeni palety na pozici c. 6
'1234.M.N.7'	Nalozeni palety na pozici c. 7
'1234.M.N.8'	Nalozeni palety na pozici c. 8
'1234.M.N.9'	Nalozeni palety na pozici c. 9
'1234.M.N.10'	Nalozeni palety na pozici c. 10
'1234.M.N.11'	Nalozeni palety na pozici c. 11
'1234.M.N.12'	Nalozeni palety na pozici c. 12
'1234.M.V.1'	Vylozeni palety z pozici c. 1
'1234.M.V.2'	Vylozeni palety z pozici c. 2
'1234.M.V.3'	Vylozeni palety z pozici c. 3
'1234.M.V.4'	Vylozeni palety z pozici c. 4
'1234.M.V.5'	Vylozeni palety z pozici c. 5
'1234.M.V.6'	Vylozeni palety z pozici c. 6
'1234.M.V.7'	Vylozeni palety z pozici c. 7
'1234.M.V.8'	Vylozeni palety z pozici c. 8
'1234.M.V.9'	Vylozeni palety z pozici c. 9
'1234.M.V.10'	Vylozeni palety z pozici c. 10
'1234.M.V.11'	Vylozeni palety z pozici c. 11
'1234.M.V.12'	Vylozeni palety z pozici c. 12
'Info'	Posle základní informace o stavu zakladače
'S,Automat'	Zapne automatický režim zakladače palet
'T' nebo "Konec"	Ukonci zpracovani pomoci sms zpráv spusti webové ovládání

Obr. 36 Popis textových zpráv pro ovládání automatického zakladače palet

6.2 Propojení s jiným PLC

Vzdálené propojení dvou PLC slouží především pro ukázkou možností použitého PLC. Pro vzdálené propojení byly použity dvě PLC. Komunikace probíhala mezi použitým PLC a PLC stejného typu, tedy Tecomat Foxtrot s centrální jednotkou CP1005, kde je použité PLC nastaveno jako Slave a vzdálené PLC je nastaveno jako Master. Samotná komunikace probíhá pomocí protokolu TCP. Na vzdáleném PLC je možno ovládat pouze základní funkce automatického zakladače palet.

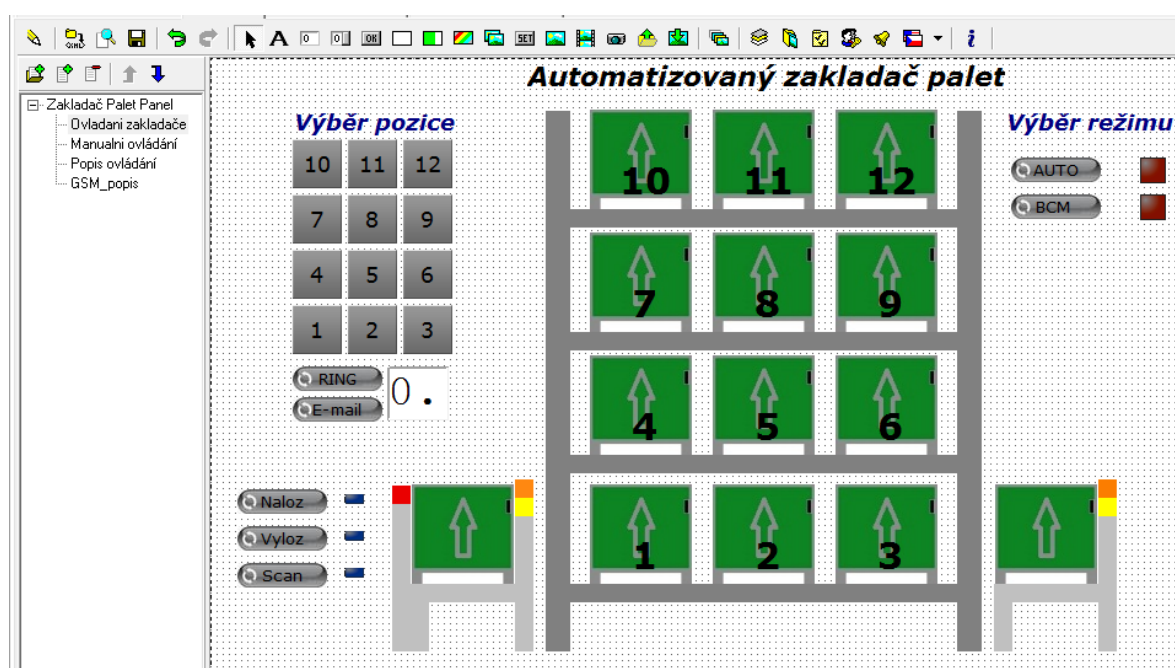
Druhým PLC, které bylo použito pro vzdálenou komunikaci je PLC Saia PCD2.M5540. Zde je komunikace tvořena protokolem TCP MODBUS, který slouží ke komunikaci s PLC Tecomat. Podobně jako při propojení s PLC stejného typu je zde možno ovládat pouze základní funkce automatického zakladače palet.

6.3 Vizualizace pomocí Web Maker

Ve vývojovém prostředí Mosaic je možné vytvářet vizualizace pomocí nástroje Web Maker. Tento nástroj byl využit pro vizualizaci všech funkcí a režimů automatického zakladače palet. Model automatického zakladače palet se dá ovládat pomocí vizualizace přímo ve vývojovém prostředí Mosaic, nebo po zadání IP adresy PLC do internetového

prohlížeče a zadání požadovaného uživatelského jména a hesla přímo v prohlížeči. Pro přihlášení k zakladači palet s plným oprávněním je uživatelské jméno: *admin* a heslo: *admin*. Pro přihlášení jako běžný uživatel slouží přístup pod uživatelským jménem: *user* bez zadání hesla.

Samotné ovládání pomocí vizualizace vytvořené v nástroji WebMaker je velmi intuitivní. Uživatel se po zvolení základních režimů automatický, nebo manuální zobrazují další možnosti pro nastavení a ovládání celého automatického zakladače palet. Na Obr. 37 je uvedena ukázka vizualizace vytvořené pomocí nástroje WebMaker ve vývojovém prostředí Mosaic.



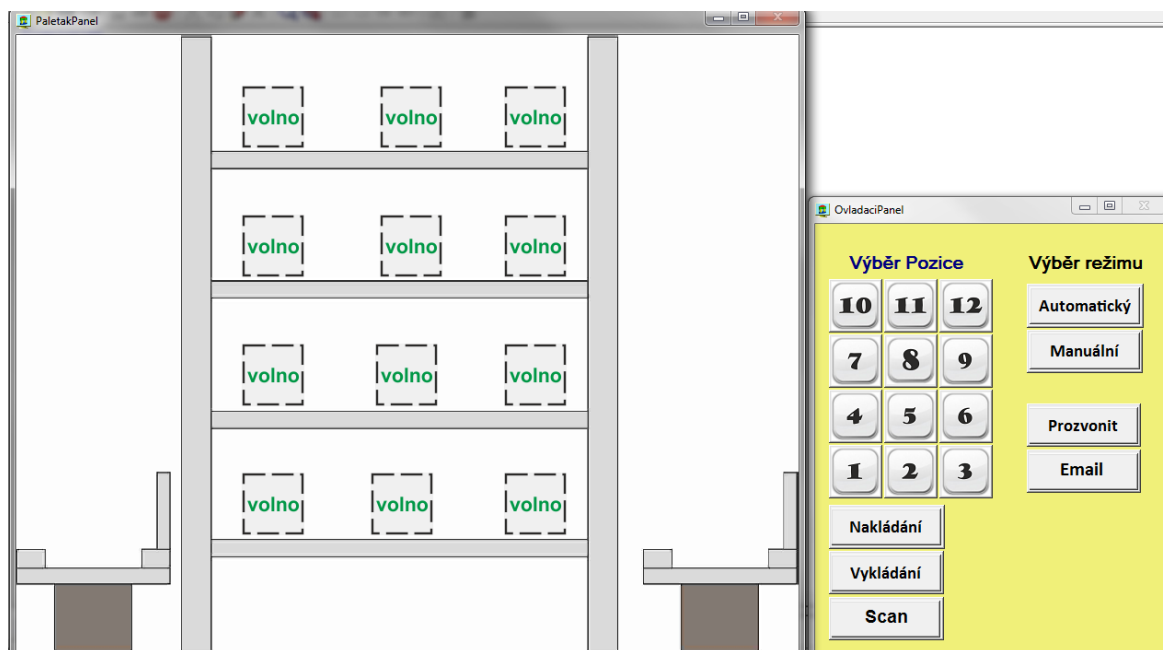
Obr. 37 Vizualizace zakladače palet vytvořená pomocí WebMaker

6.4 Vizualizace v Control Web

Vizualizace v ControlWeb má opět podobný charakter jako vizualizace vytvořená za pomoci WebMakeru ve vývojovém prostředí Mosaic. Je však rozdělena na dva panely. První panel pro zobrazení vizualizace uložených palet, paletků na vstupu, apod. Druhý panel slouží k ovládání a obsahuje tlačítka a přepínače. Je zde také možnost výběru mezi automatickým a manuálním režimem a ovládání jednotlivých poloh pro umístění paletků, tak jako v základní vizualizaci tvořené ve vývojovém prostředí Mosaic.

Nevýhodou této vizualizace je neustálé přepisování proměnných, které se po restartu PLC přesunou na jiná paměťová místa v registrech. To pak způsobí nefunkčnost vizualizace a je

nutné pro ovládání pomocí dané vizualizace nastavit proměnným nově vytvořené adresy v registrech. Toto nastavení se z důvodu nepřítomnosti OPC klienta provádí pomocí přepisu daných konfiguračních souborů. U použití vizualizace bez aktivace je vizualizace také omezena časovým intervalem. Na Obr. 38 níže je uvedena vizualizace automatického zakladače palet vytvořená pomocí SCADA systému Control Web.

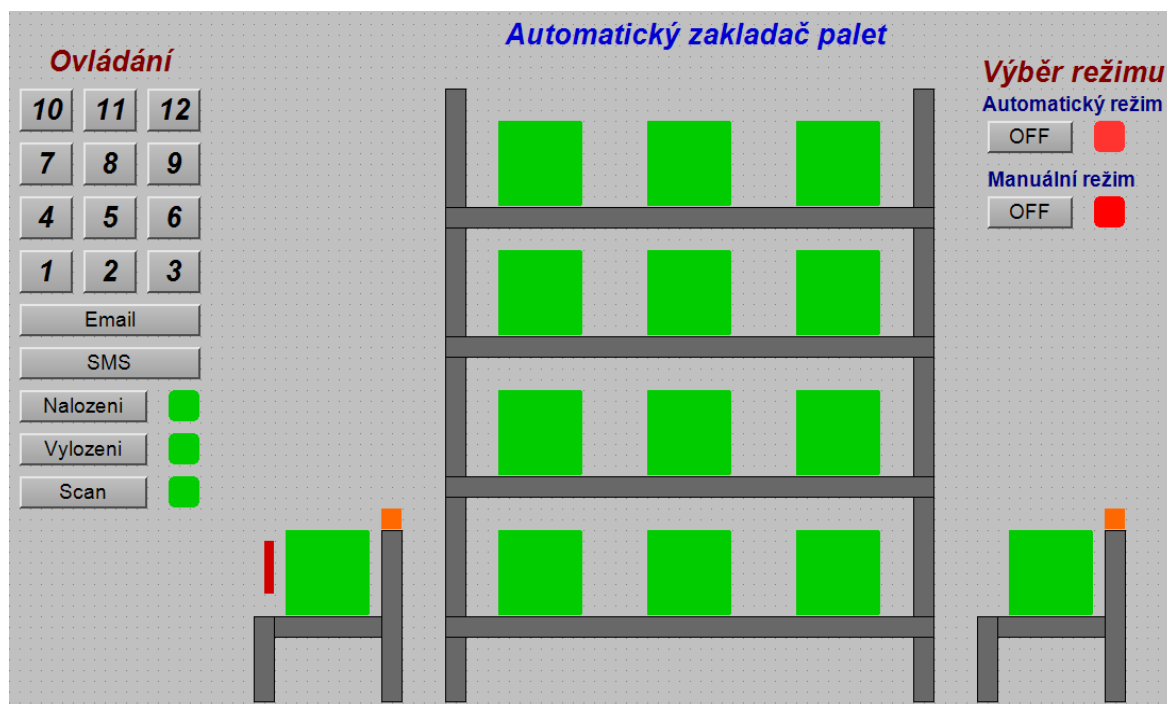


Obr. 38 vizualizace pomocí systému Control Web

6.5 Vizualizace v Promotic

Vizualizace pomocí SCADA systému Promotic je vytvořena podobně jako základní vizualizace pomocí nástroje WebMaker ve vývojovém prostředí Mosaic. Tato vizualizace je rovněž velmi intuitivní. Uživatel má možnost ovládat pouze programovou část zakladače palet, nikoli libovolné posuny zakladače jako u základní vizualizace. Vizualizace v Promotic nabízí uživateli zobrazení „O aplikaci“, kde je zobrazena požadovaná verze systému, tvůrce, apod. Dále je zde seznam událostí a zobrazení dat a proměnných ve vizualizaci.

Při použití dané vizualizace za pomoci freeware vývojové verze Promotic je možné mít aplikaci spuštěnou pouze jednu hodinu, po uplynutí této doby bude vizualizace ukončena. Na Obr. 39 je zobrazená vizualizace a ovládání zakladače palet pomocí Promotic.



Obr. 39 Vizualizace pomocí systému Promotic

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala úpravou a inovací modelu automatického zakladače palet, který byl součástí laboratoře PLC na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně. Při úpravách modelu byl dbán důraz na robustnost a zvýšení životnosti celého modelu.

Práce je rozdělena na dvě základní části. Teoretická část se zabývá obecným popisem PLC, jejich rozdělení do základních kategorií a také programovacími jazyky pro programování většiny PLC, které zahrnují normu IEC 91131-3, která je nejrozšířenější normou pro programování PLC. V práci je uveden obsah normy IEC 91131, která se zabývá programovatelnými automaty obecně. Dále je zde popis použitého PLC pro model automatického zakladače palet a přídavných modulů pro binární vstupy a výstupy. Závěr teoretické části se věnuje vybraným vizualizačním SCADA systémům, které jsou v dnešní době důležitou součástí téměř všech technologických procesů.

Praktická část se v první řadě zabývá mechanickými úpravami modelu, konstrukcí nových mechanických i elektrických částí. Dále je zde popsán program, který byl součástí modelu automatického zakladače palet. Na závěr jsou zde vytvořeny a popsány vizualizace ve vybraných SCADA systémech. Pro tuto práci byly zvoleny vizualizační systémy Promotic, Control Web a také bylo využito webového serveru použitého PLC a nástroje WebMaker ve vývojovém prostředí Mosaic, určeném pro programování a vývoj aplikací pro PLC Tecomat.

Systémy PLC jsou dnes rozšířené ve všech především průmyslových odvětvích a jsou použitelné téměř pro jakékoli řízení, obráběcích strojů, výrobních linek, ale také ve stále častějším použití pro řízení takzvaných „inteligentních“ budov. Daný upravený a rekonstruovaný model automatického zakladače palet je tak vhodnou ukázkou, jak by se dalo realizovat řízení automatického zakladače v praxi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BARTOŠ, Vojtěch. *Řízení modelu automatizovaného skladiště palet programovatelným automatem*. Zlín, 2011. Diplomová práce. UTB Zlín. Vedoucí práce Ing. Pavel Navrátil, Ph.D.
- [2] ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. *PLC a automatizace*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1999, 223 s. ISBN 80-860-5658-9.
- [3] MARTINÁSKOVÁ, Marie a Ladislav ŠMEJKAL. *Řízení programovatelnými automaty*. VUT Brno, 1997. Skriptum. VUT Brno.
- [4] TECO, A.S. www.tecomat.cz [online]. 2009 [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://www.tecomat.com/index.php>
- [5] MISROSYS, S.R.O. www.promotic.eu [online]. 2014 [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://www.promotic.eu/cz/index.htm>,
- [6] SIEMENS AG. www.automation.siemens.com [online]. 2014 [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://www.automation.siemens.com/mcms/automation/en/Pages/automation-technology.aspx>
- [7] SAIA-BURGESS. www.saia-pcd.com [online]. 2014 [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://www.saia-pcd.com/en/saia-burgess-controls-ag/>
- [8] OMRON CORPORATION. www.omron.cz [online]. 2014 [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://omron.cz/cs/home>
- [9] ČERMÁK, Tomáš. *Příprava laboratoře pro výuku předmětu Programovatelné automaty*. UTB Zlín, 2012. Bakalářská práce. UTB Zlín.
- [10] NORMSERVIS. www.normservis.com [online]. 2013 [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://normservis.com/>
- [11] VLACH, Jaroslav. *Řízení a vizualizace technologických procesů*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 1999, 159 s. ISBN 80-860-5666-X.
- [12] MORAVSKÉ PŘÍSTROJE, a.s. www.mii.cz [online]. 2014 [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://www.mii.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AC	Střídavé proud (Alternating Current).
A/D	Převodník analogového signálu na digitální (Analog/Digital).
ASCII	Americký standardní kód pro výměnu dat (American Standard Code for Information Interchange).
CAD	Kreslicí systém (Computer Aided Design).
CANON	Konektor k průmyslovým účelům, sběrnice senzorů, apod.
CNC	Počítačem řízený stroj (Computer Numeric Control).
CPU	Centrální procesorová jednotka (Central Processing Unit).
DC	Stejnoseměrný proud (Direct Current).
DDE	Dynamická výměna dat (Dinamic Data Exchange).
EEPROM	Nevolatilní elektricky mazatelná paměť.
E-Mail	Elektronická pošta (Electronic Mail).
Embedded	Systém, kde je řídicí počítač zabudován do zařízení, jednoúčelový systém.
EPROM	Nevolatilní paměť mazatelná ultrafialovým zářením.
ETHERNET	Souhrn technologií pro počítačové sítě.
GPRS	Služba umožňující přenos dat pro uživatele GSM mobilních sítí (General Packet Radio System).
GSM	Globální systém pro mobilní komunikace (Global System for Mobile communications).
HMI	Rozhraní mezi člověkem a strojem (Human - Machine Interface).
HTML	Značkovací jazyk pro tvorbu webových stránek a publikací dokumentů (HyperText Markup Language).
HTTP	Protokol pro výměnu hypertextových dokumentů ve formátu HTML (HyperText Transfer Protocol).
IP	Protokol používaný v počítačových sítích (Internet Protocol).
LED	Světlo emitující dioda (Light Emitting Diode).

OP	Operátorský panel (Operator Panel).
OPC	Standardní průmyslová komunikace (OLE for Process Control).
PA	Programovatelný automat-starší označení (Programmable Automat).
PC	Personální počítač (Personal Computer).
PLC	Programovatelný automat (Programmable Logic Controller).
RAM	Paměť s přímým přístupem (Random Access Memory).
RISC	Procesorová jednotka s redukovanou sadou instrukcí (Reduced Instruction Set Computer).
RS 232	Sériová linka, nosný signál má napěťový charakter.
RS 485	Sériová linka, nosný signál má proudový charakter.
RTC	Hodiny reálného času (Real Time Clock).
SCADA	Dispečerské řízení a sběr dat (Supervisory Control and Data Acquisition).
SD	Externí paměťová karta.
SMS	Služba krátkých textových zpráv (Short Message Service).
SQL	Standardní dotazovací jazyk používaný při práci s daty a tvorbě databází (Structured Query Language).
TCP	Transportní protokol pro síť internet (Transmission Control Protocol).
UPS	Dočasný (nepřerušitelný) záložní zdroj (Uninterruptible Power Supply).
VBScript	Programovací jazyk vytvořený firmou Microsoft (Visual Basic Script).
V/V	Vstupně výstupní data.
3D	Trojrozměrný obraz (3-Dimension).

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1. OTOČKA CYKLU PLC.....	11
OBR. 2. MIKRO PLC TECOMAT TC600[4] A MIKRO PLC SIEMENS LOGO![6]	12
OBR. 3. KOMPAKTNÍ PLC SAIA BURGESS PCD1 [7] A PLC OMRON ŘADY CP1L [8]	13
OBR. 4. MODULÁRNÍ PLC TECOMAT TC700 [4] A PLC SIEMENS S7 – 400[6]	13
OBR. 5. UKÁZKA JAZYK LD VLEVO A UKÁZKA JAZYKA FBD VPRAVO	16
OBR. 6. UKÁZKA JAZYKA ST VLEVO, UKÁZKA JAZYKA IL UPROSTŘED A JAZYK CFC VPRAVO.....	17
OBR. 7. PLC TECOMAT FOXTROT CP1005.....	18
OBR. 8. GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRVKŮ NA POUŽITÉM PLC.....	20
OBR. 9 POUŽITÝ PŘÍDAVNÝ MODUL IB-1301	21
OBR. 10 POUŽITÝ PŘÍDAVNÝ MODUL OS-1401	22
OBR. 11 NÁSTROJ WEBMAKER V PROSTŘEDÍ MOSAIC.	24
OBR. 12 APLIKACE VYTVOŘENÁ V PROSTŘEDÍ CONTROL PANEL.	25
OBR. 13 TEXTOVÝ EDITOR V PROSTŘEDÍ CONTROL WEB	26
OBR. 14 DATOVÝ INSPEKTOR V PROSTŘEDÍ CONTROL WEB	27
OBR. 15 GRAFICKÝ EDITOR V PROSTŘEDÍ CONTROL WEB	27
OBR. 16 SEZNAM PROMĚNNÝCH A NASTAVENÍ V PROSTŘEDÍ PROMOTIC	28
OBR. 17 GRAFICKÝ EDITOR V PROSTŘEDÍ PROMOTIC	28
OBR. 18 NÁVRH INOVACE MODELU ZAKLADAČE PALET V SOLIDWORKS	30
OBR. 19 VEDENÍ V OSE X, SPODNÍ ČÁST	32
OBR. 20 VEDENÍ V OSE X, ULOŽENÍ HORNÍ ČÁSTI	33
OBR. 21 PŮVODNÍ ŘEŠENÍ POHYBU ZAKLADAČE PALET V OSE X	33
OBR. 22 PŮVODNÍ ŘEŠENÍ POHYBU ZAKLADAČE PALET V OSE Y	34
OBR. 23 NOVÉ ŘEŠENÍ POHYBU ZAKLADAČE PALET V OSE Y	35
OBR. 24 ULOŽENÍ TRAPÉZOVÉHO ŠROUBU A LINEÁRNÍHO VEDENÍ V OSE Y.....	36
OBR. 25 OSAZENÍ VOZÍKU PRO NAKLÁDÁNÍ A VYKLÁDÁNÍ PALETEK V OSE Z.....	37
OBR. 26 ULOŽENÍ POJEZDŮ ZAKLADAČE PALET V OSE X A OSE Y, UPEVNĚNÍ MOTORŮ	37
OBR. 27 NOVĚ UPRAVENÁ PALETKA.....	38
OBR. 28. PŮVODNÍ VERZE REGÁLU PRO UKLÁDÁNÍ PALET	39
OBR. 29 NOVÁ VERZE REGÁLU PRO UKLÁDÁNÍ PALET.....	39
OBR. 30 KRYTOVÁNÍ MECHANICKÝCH A ELEKTRICKÝ ČÁSTÍ	40

OBR. 31 NOVĚ UPRAVENÝ ROZVADĚČ PRO OVLÁDÁNÍ ZAKLADAČE PALET	42
OBR. 32 MAJÁK A ČTEČKA ČÁROVÝCH KÓDŮ NA VSTUPNÍM STOLCI	44
OBR. 33 EXTERNÍ PANEL A POPIS KOMPONENTŮ.....	45
OBR. 34 SEZNAM PROGRAMŮ A POUŽITÝCH FUNKČNÍCH BLOKŮ	48
OBR. 35 SEZNAM INSTANCÍ A ROZDĚLENÍ DO PROCESŮ P0, P10 A P11	48
OBR. 36 POPIS TEXTOVÝCH ZPRÁV PRO OVLÁDÁNÍ AUTOMATICKÉHO ZAKLADAČE PALET	50
OBR. 37 VIZUALIZACE ZAKLADAČE PALET VYTVOŘENÁ POMOCÍ WEBMAKER	51
OBR. 38 VIZUALIZACE POMOCÍ SYSTÉMU CONTROL WEB	52
OBR. 39 VIZUALIZACE POMOCÍ SYSTÉMU PROMOTIC	53

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 STRUČNÝ POPIS NORMY IEC 61131	17
TABULKA 2 PARAMETRY POUŽITÝCH MOTORŮ.....	46

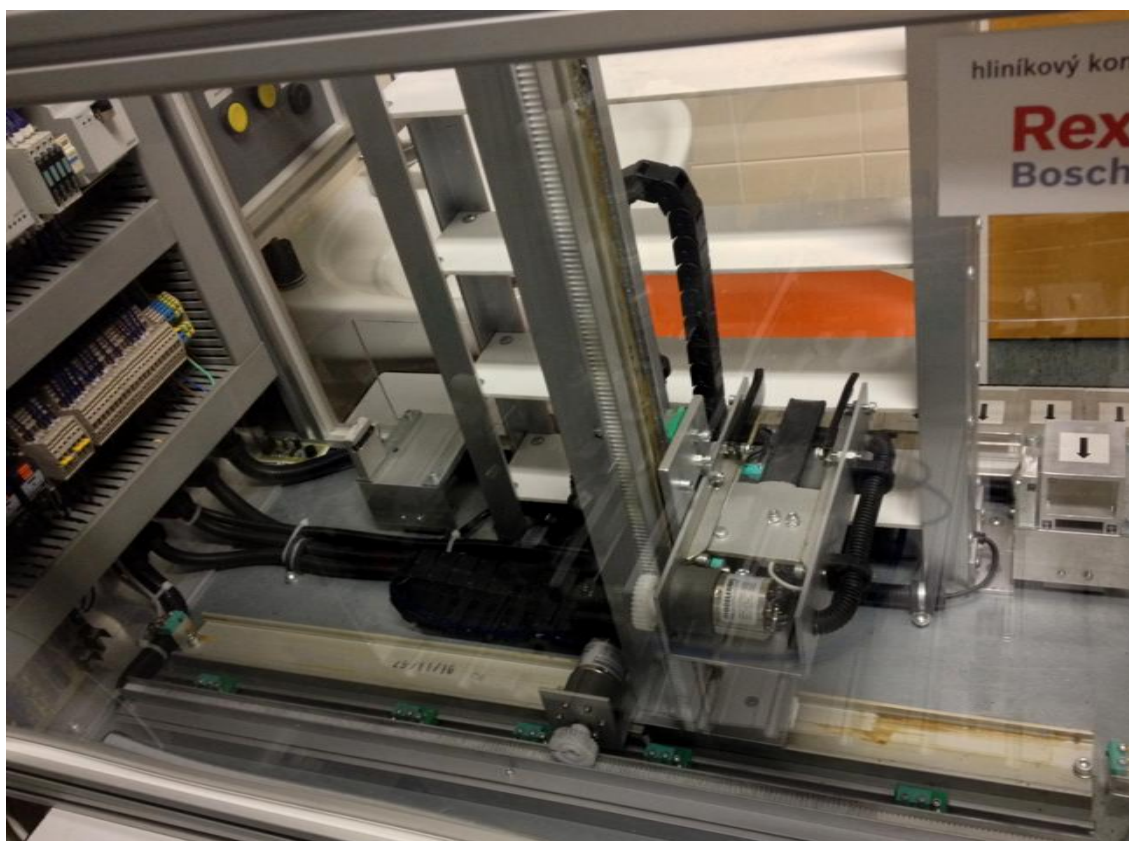
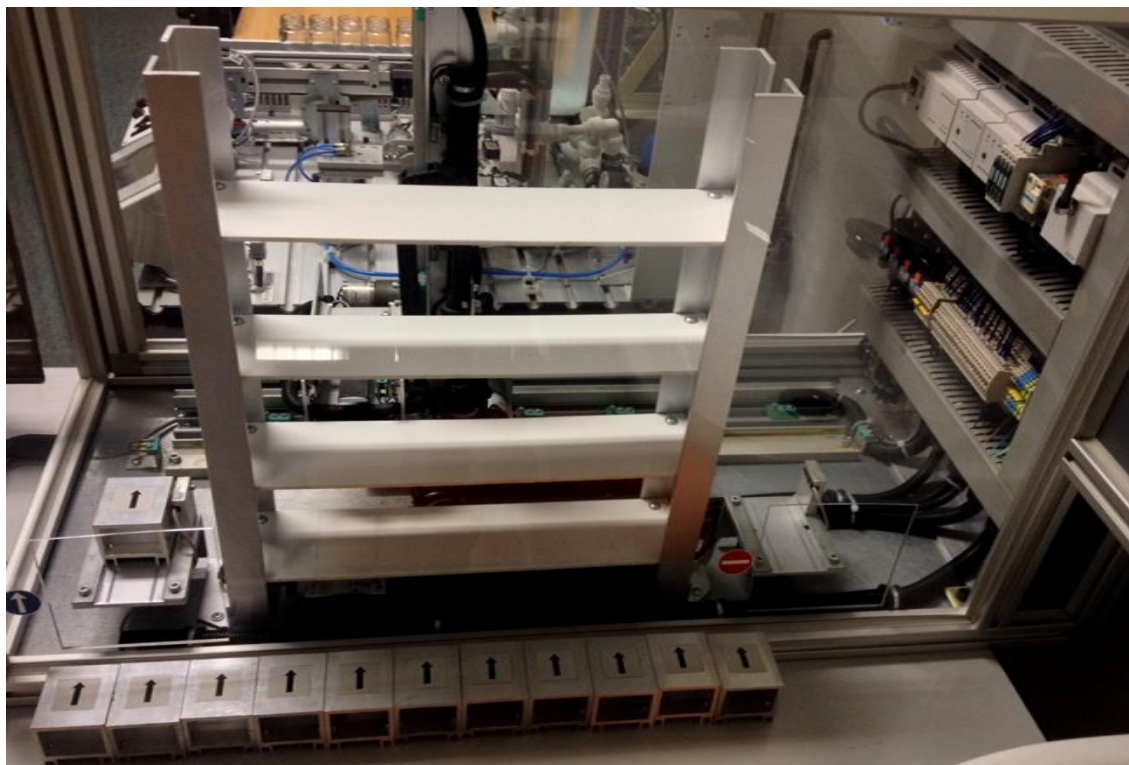
SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1 – SROVNÁNÍ AUTOMATICKÉHO ZAKLADAČE PALET PŘED A PO ÚPRAVĚ

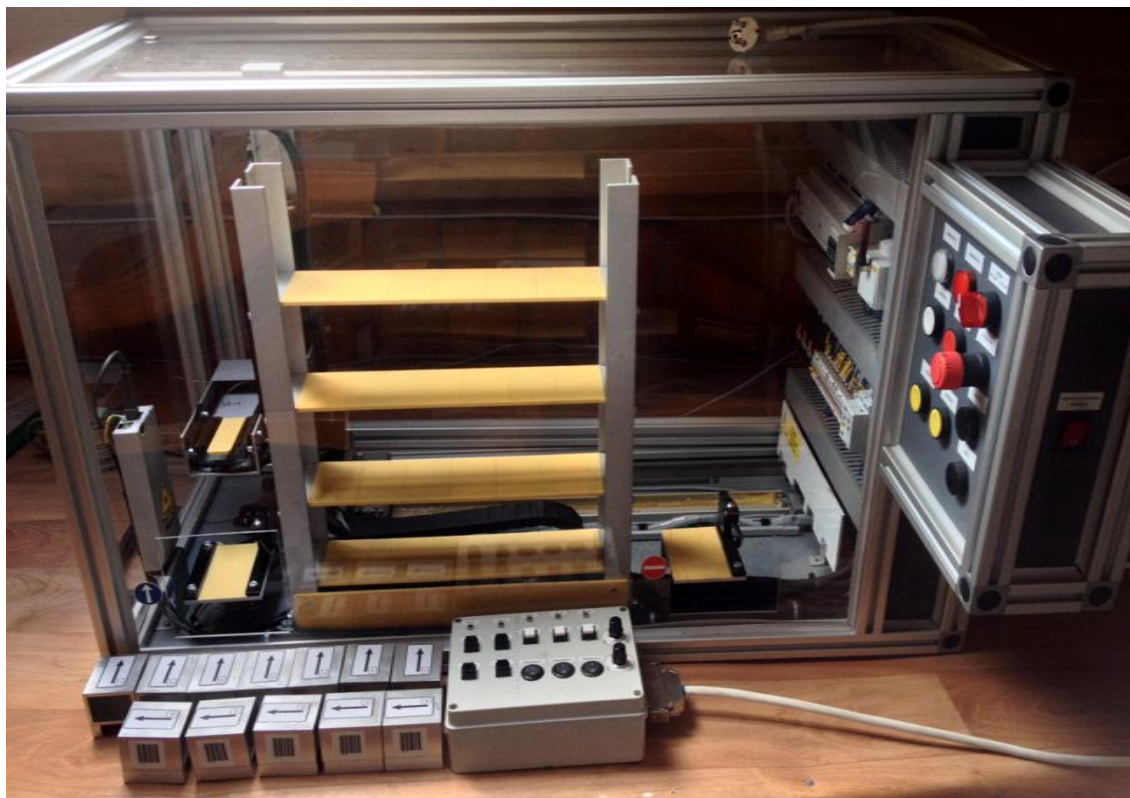
PŘÍLOHA 2 – DOKUMENTACE K MODELU AUTOMATICKÉHO ZAKLADAČE PALET

PŘÍLOHA P I: SROVNÁNÍ AUTOMATICKÉHO ZAKLADAČE PALET PŘED A PO ÚPRAVĚ

PŘED ÚPRAVOU:



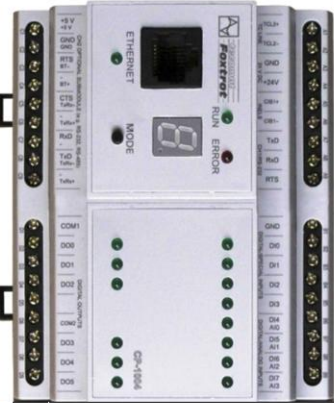


PO ÚPRAVĚ:



**PŘÍLOHA PII: DOKUMENTACE K MODELU AUTOMATICKÉHO
ZAKLADAČE PALET**

Dokumentace k automatickému zakladači palet

ADRESY VSTUPŮ A VÝSTUPŮ PLC

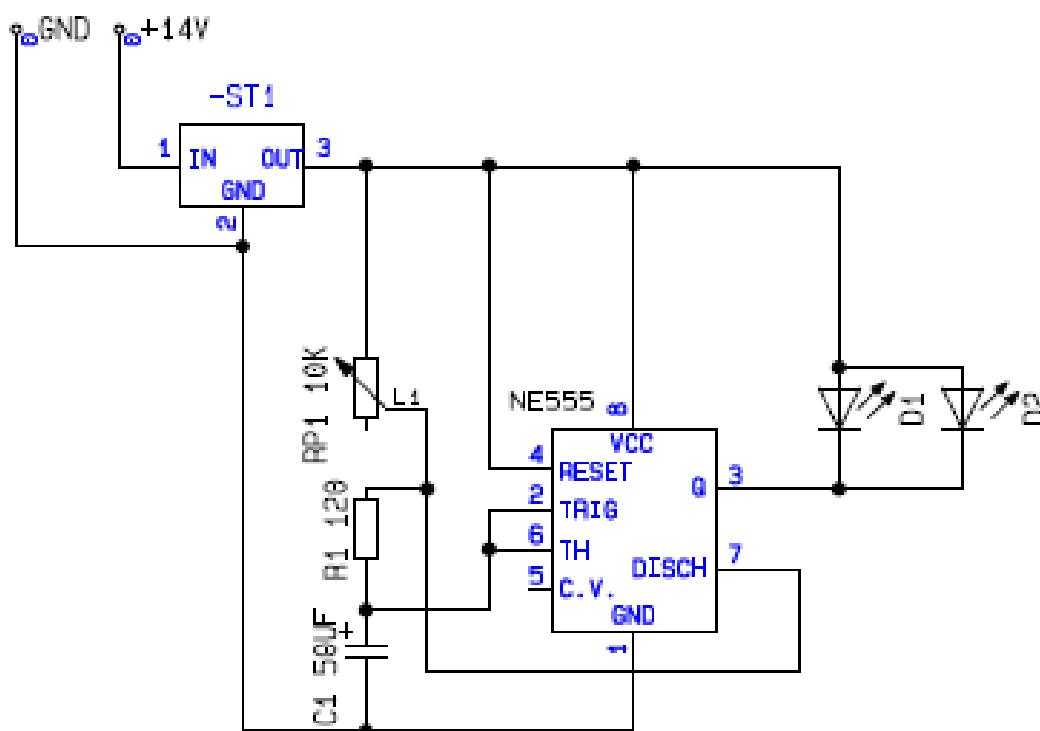
Adresy vstupů a výstupů PLC			
Základní modul PLC CP-1005	Svorka	Absolutní adresa IEC	Popis
	B4	r0_p3_DI.DI0	Čidlo na vstupním stolci
	B5	r0_p3_DI.DI1	Čidlo na výstupním stolci
	B6	r0_p3_DI.DI2	Tlačítko 1/Tlačítko 2 Externí panel
	B7	r0_p3_DI.DI3	Tlačítko 2/Tlačítko 3 Externí panel
	B8	r0_p3_DI.DI4	AI4-Potenciometr 1 Externí panel
	B9	r0_p3_DI.DI5	AI5-Potenciometr 2 Externí panel
	D2	r0_p3_DO.DO0	Spuštění čtečky čárových kódů
	D3	r0_p3_DO.DO1	Neobsazovat společně s čtečkou
	D4	r0_p3_DO.DO2	Neobsazovat společně s čtečkou
	D7	r0_p3_DO.DO3	Rezerva
	D8	r0_p3_DO.DO4	Rezerva
	D9	r0_p3_DO.DO5	Rezerva
Modul digitálních vstupů IB1301 Adresa 0 na sběrnici TCL2			
	A6	r1_p0_DI.DI0	Spínač polohy y1
	A7	r1_p0_DI.DI1	Spínač polohy y2
	A8	r1_p0_DI.DI2	Spínač polohy y3
	A9	r1_p0_DI.DI3	Spínač polohy y4
	B2	r1_p0_DI.DI4	Spínač polohy x5
	B3	r1_p0_DI.DI5	Spínač polohy x4
	B4	r1_p0_DI.DI6	Spínač polohy x3
	B5	r1_p0_DI.DI7	Spínač polohy x2
	B6	r1_p0_DI.DI8	Spínač polohy x1
	B7	r1_p0_DI.DI9	Osa z Jazyk zasunut
	B8	r1_p0_DI.DI10	Osa z Jazyk vysunut
	B9	r1_p0_DI.DI11	Tlačítko 1 Externí panel
Modul digitálních výstupů OS1401 Adresa 1 na sběrnici TCL2			
	A6	r1_p1_DO.DO0	Motor osy x - Doprava
	A7	r1_p1_DO.DO1	Motor osy x - Doleva
	A8	r1_p1_DO.DO2	Motor osy y - Nahoru
	A9	r1_p1_DO.DO3	Motor osy y - Dolu
	B2	r1_p1_DO.DO4	Motor osy z - zasouvá
	B3	r1_p1_DO.DO5	Motor osy z - vysouvá
	B4	r1_p1_DO.DO6	Rezerva
	B5	r1_p1_DO.DO7	Rezerva
	B6	r1_p1_DO.DO8	Rezerva
	B7	r1_p1_DO.DO9	Majáky
	B8	r1_p1_DO.DO10	Indikátor 1
	B9	r1_p1_DO.DO11	Indikátor 2

Obrázek 1 Vstupy a výstupy PLC

POPIS ZAPOJENÍ PŘÍDAVNÝCH ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Majáky:

K majákům byl vytvořen blikáč, který je napájen 14V/DC, obsahuje stabilizátor na 5V/DC, který napájí celý plošný spoj. Blikáč pracuje s klasickým zapojením NE555, tedy nabíjení a vybíjení kondenzátoru způsobuje blikání LED diod. Je možné pomocí proměnného „trimru“ nastavit rychlost blikání LED diod, nicméně z důvodu menšího použitého kondenzátoru je blikání rychlejší a nynější nastavení blikání je téměř nejpomalejší. Níže je uvedeno schéma zapojení použitého blikáče.

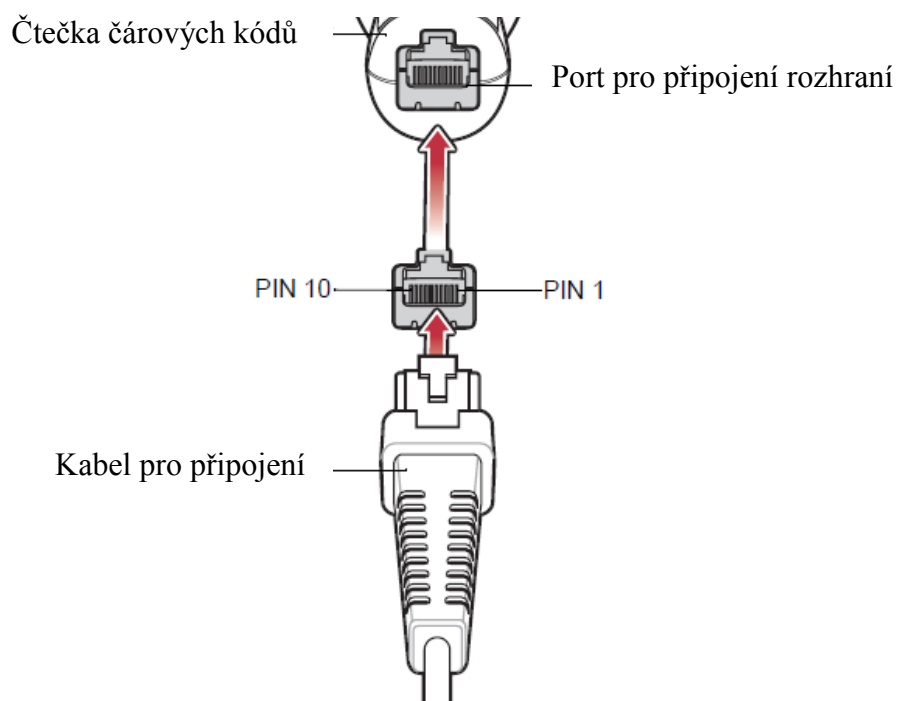


Obrázek 2 Majáky tvořené časovačem NE555

Čtečka čárových kódů:

Základem čtečky čárových kódů, je elektronika ze čtečky čárových kódů Motorola LS 1203. Ta je připojena pomocí standardního RS 232 sériového portu, který je připojen k použitému PLC. Datový tok je tvořen dvěma vodiči TxD a RxD. Jelikož je standardní port RS 232 na PLC obsazen modulem GPS, je čtečka připojena na port, který může být nastaven také jako RS 485. Konektor ze čtečky čárových kódů je tvořen speciálním kabelem RJ50 s deseti piny. Pro komunikaci jsou zde využity pouze čtyři vodiče. Dva jsou určeny pro stabilizované napájení GND a +5V/DC, které je upraveno stabilizátorem ze 14V/DC, který je umístěn za krytem v rozvaděči automatického zakladače palet. Zbylé

vodiče jsou pro komunikaci TxD a RxD. Na obrázku níže jsou uvedeny piny čtečky čárových kódů a jejich zapojení k vodičům.



Obrázek 3 Ukázka pořadí pinů a připojení ke čtečce.

Pin	RS-232
1	Rezerva
2	Napájení +5V
3	GND
4	TxD
5	RxD
6	RTS
7	CTS
8	Rezerva
9	n/a
10	n/a

Obrázek 4 Vysvětlivky jednotlivých pinů k připojení čtečky čárových kódů

Na pin č. 2 je přivedeno napětí +5V a na pin č. 3 je přivedena zem GND Tyto vodiče se nesmí přehodit a tak přepólovat! Důležité jsou komunikační vodiče RxD a TxD, je však důležité si uvědomit, že s pohledu PLC musí být tyto vodiče prohozeny na svorku PLC

s označením RxD se připojí pin č. 4 ze čtečky čárových kódů, tedy pin TxD. Na svorku TxD na PLC se připojí pin č. 5 tedy pin RxD.

Základní kódy jednotlivých palet pro čtečku čárových kódů jsou uvedeny níže. Po přečtení čárového kódu, který je ve standardu Code 39, vrátí čtečka čárových kódů 3 bajty. To jsou jednotlivé čísla na paletě převedeny do ASCII kódu. S těmito bajty je nutno pracovat jako s polem. Jeden bajt je tedy jeden prvek v poli.

Číslo palety	Číslo na čárovém kódu	Přijaté pole v ASCII kódu
1	001	48, 48, 49
2	002	48, 48, 50
3	003	48, 48, 51
4	004	48, 48, 52
5	005	48, 48, 53
6	006	48, 48, 54
7	007	48, 48, 55
8	008	48, 48, 56
9	009	48, 48, 57
10	010	48, 49, 48
11	011	48, 49, 49
12	012	48, 49, 50

Obrázek 5 Přijatá data pro dané číslo palety

Nastavení parametrů čtečky čárových kódů a *uni* kanálu je uvedeno níže.

Parametry	Výchozí nastavení
RS-232 Host typ	Standard
Přenosová rychlost	9600
Parita	Bez parity
Stop bit	1 Bit
Formát dat	8-Bit
Kontrola poruch	Zapnuto
Time-out	2s
RTS	Low RTS

Obrázek 6 Defaultní nastavení čtečky čárových kódů.

Nastavení univerzálního režimu kanálu CH2

Přijímací zóna Délka zóny: 8 Adresa zóny: <input type="checkbox"/> 4 Přijímací zóna: Data_in_CH2	Vysílací zóna Délka zóny: 8 Adresa zóny: <input type="checkbox"/> 4 Vysílací zóna: CH2_ZoneOUT	Komunikační rychlost: 9 600 Formát dat: 8b, bez parity
Počáteční znak <input type="checkbox"/> Detekovat <input type="checkbox"/> Vysílat Kód znaku: 0	Koncový znak <input type="checkbox"/> Detekovat <input type="checkbox"/> Vysílat <input type="checkbox"/> Dva znaky Kód znaku: 0, 0	Adresa stanice Adresa stanice: 0 <input type="checkbox"/> Detekovat při příjmu <input type="checkbox"/> Zápis při vysílání
Parita prvního bytu přijímané zprávy <input checked="" type="radio"/> Stejná parita jako u ostatních <input type="radio"/> Opačná parita než u ostatních	Parita prvního bytu vysílané zprávy <input checked="" type="radio"/> Stejná parita jako u ostatních <input type="radio"/> Opačná parita než u ostatních	Kontrolní součet <input type="checkbox"/> Kontrola při příjmu <input type="checkbox"/> Výpočet při vysílání Poz. prvního znaku CHS: 0
Potvrzení zprávy bez dat <input type="checkbox"/> Detekovat <input type="checkbox"/> Vysílat <input type="checkbox"/> Dva znaky Kód znaku: 0, 0	Délka zprávy <input type="checkbox"/> Detekovat při příjmu <input type="checkbox"/> Zápis při vysílání Pozice délky zprávy: 0 Maximální délka: 0	Režim řízení modemových signálů Řízení signálu RTS: trvale hodnota 0 Řízení signálu DTR: trvale hodnota 0 <input type="checkbox"/> Odpojení přijímače během vysílání
Min. doba klidu na lince mezi přijímanými zprávami (počet bytů): 4 Min. doba klidu na lince mezi vysílanými zprávami (počet bytů): 4		<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Zrušit"/> <input type="button" value="Nápověda"/>

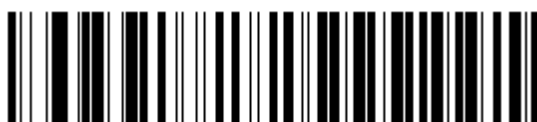
Minimální délka přijíací a
vysílací zóny alespoň 3

Nastavení komunikační
rychlosti a formátu dat.

Obrázek 7 Nastavení *uni* kanálu pro komunikaci se čtečkou čárových kódů.

Pro další nastavení čtečky čárových kódů jsou zde uvedeny čárové kódy, jejichž přečtení nastaví čtečku čárových kódů na požadované parametry.

Nastavení komunikační rychlosti:



Baud Rate 4800



*Baud Rate 9600



Baud Rate 19,200



Baud Rate 38,400

Nastavení Stop bitu:



***1 Stop Bit**



2 Stop Bits

Nastavení formátu ASCII dat:



7-Bit



***8-Bit**

Nastavení Time out:



***Minimum: 2 Sec**



Medium: 5 Sec



Maximum: 99 msec

Hvězdičkou označené parametry pro nastavení čtečky čárových kódů jsou nastaveny jako defaultní nastavení.

GSM modul:

Modu GSM slouží pro komunikaci se zakladačem palet pomocí mobilního zařízení, je možno zasílat SMS zprávy a prozvánět. GSM modul je připojen na kanál CH1 a jeho nastavení je zobrazeno na obrázku 8. Pro práci s GSM modulem je nutno použít v programu funkční blok SMS Handler2.

Obrázek 8 Nastavení kanálu CH1 pro GSM

Externí ovládací panel:

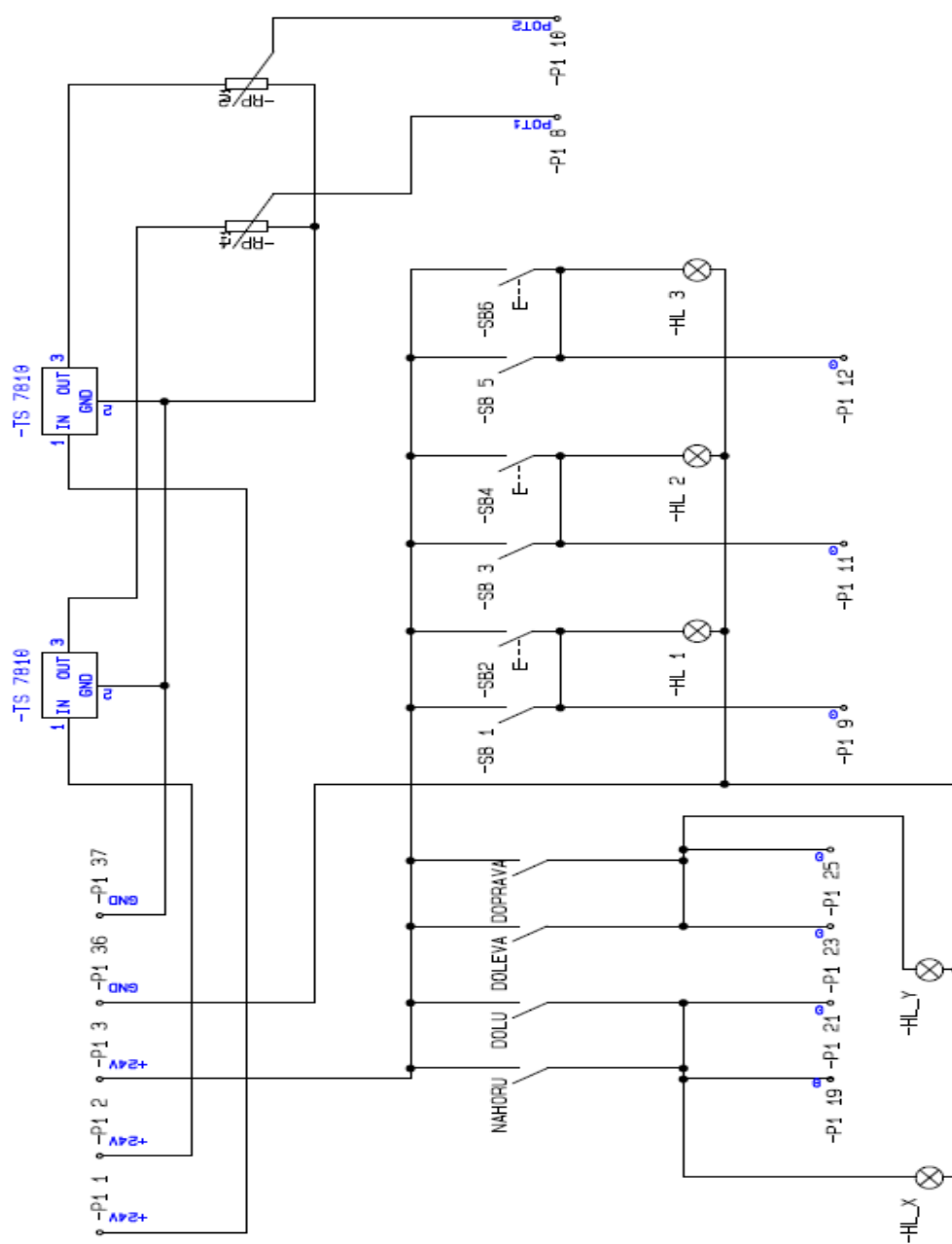
Externí ovládací panel a jeho popis je uveden na obrázku níže. Panel je připojen pomocí CANON konektoru s 37 piny. Ty však nejsou využity všechny a zbyly zde rezervy. K připojení je také použit 30 žilový kabel, který nemá využity všechny vodiče a vodiče pro uzemnění a napájení jsou zdvojeny.



Obrázek 9 37 pinový CANON konektor pro externí panel

Na piny 1, 2 a 3 je připojeno napájecí napětí +24V a na piny 37 a 36 je připojena zem GND.

Schéma zapojení externího panelu:



ELEKTRICKÉ SCHÉMA AUTOMATICKÉHO ZAKLADAČE PALET

Schéma elektrického zapojení automatického zakladače palet.

Schéma č. 1/4: Napájení, transformace napětí na požadované hodnoty a měření proudu proti přetížení.

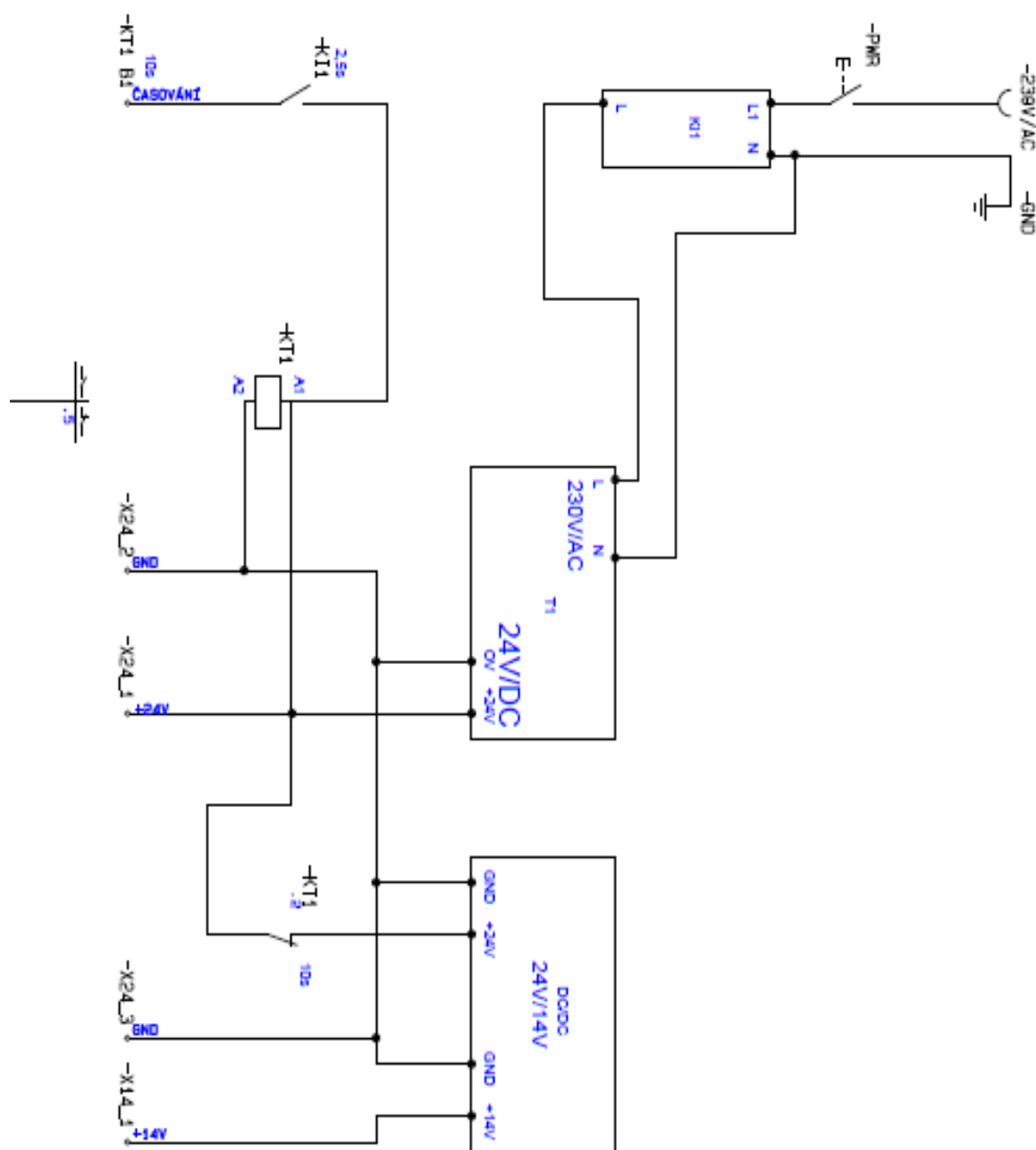


Schéma č. 2/4:

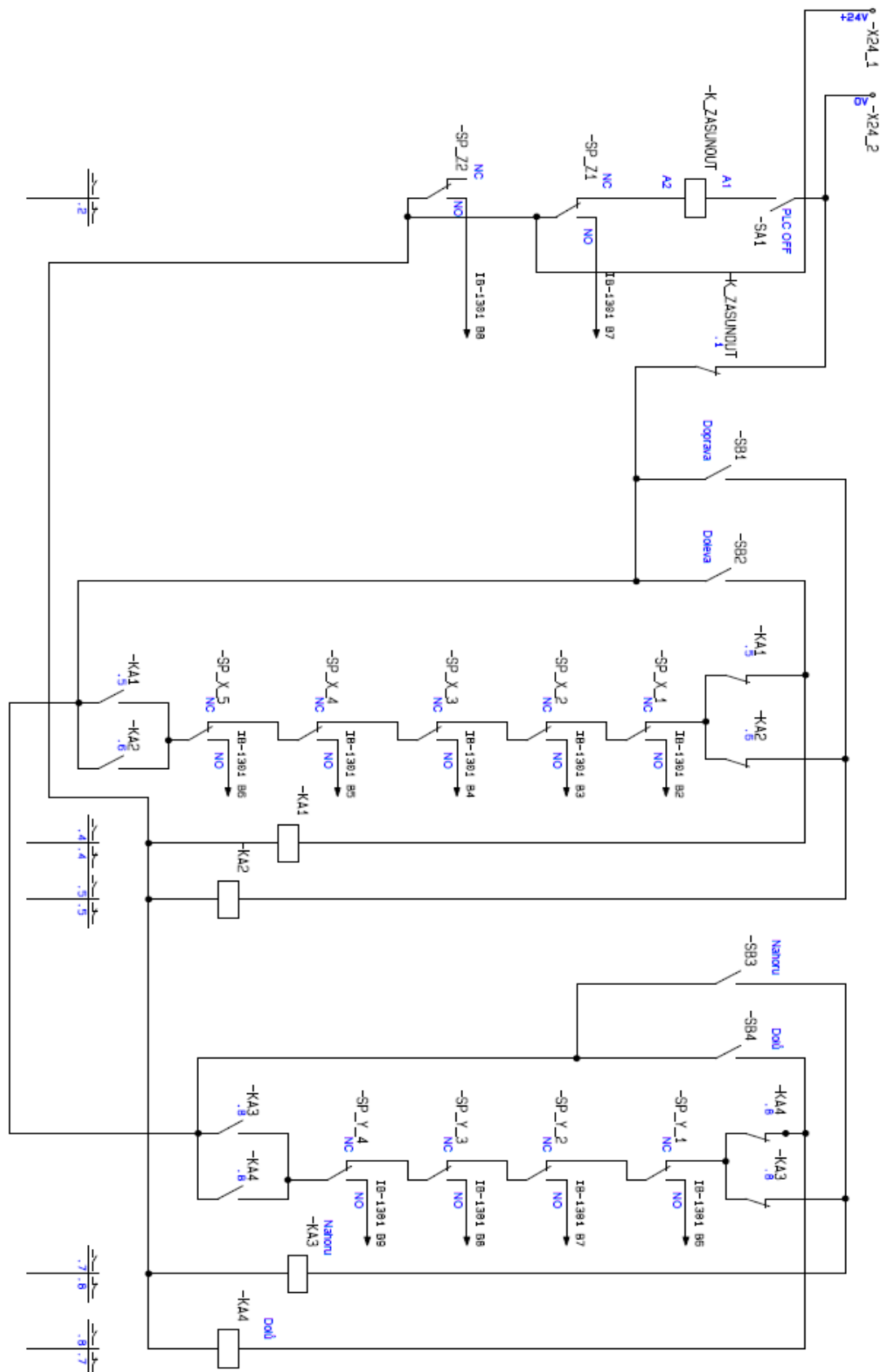


Schéma č. 3/4: Zapojení PLC a ovládání čtečky čárových kódů.

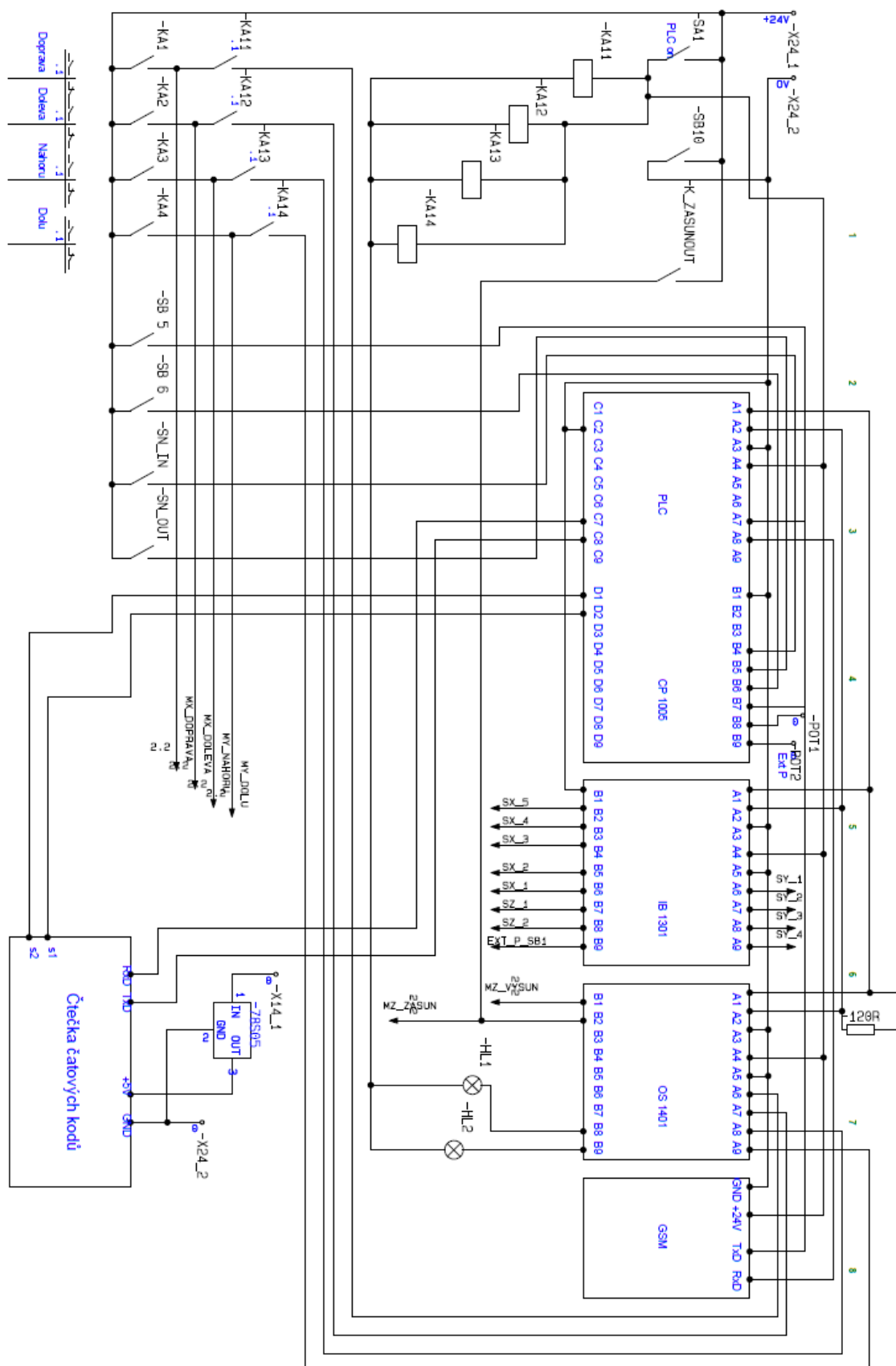
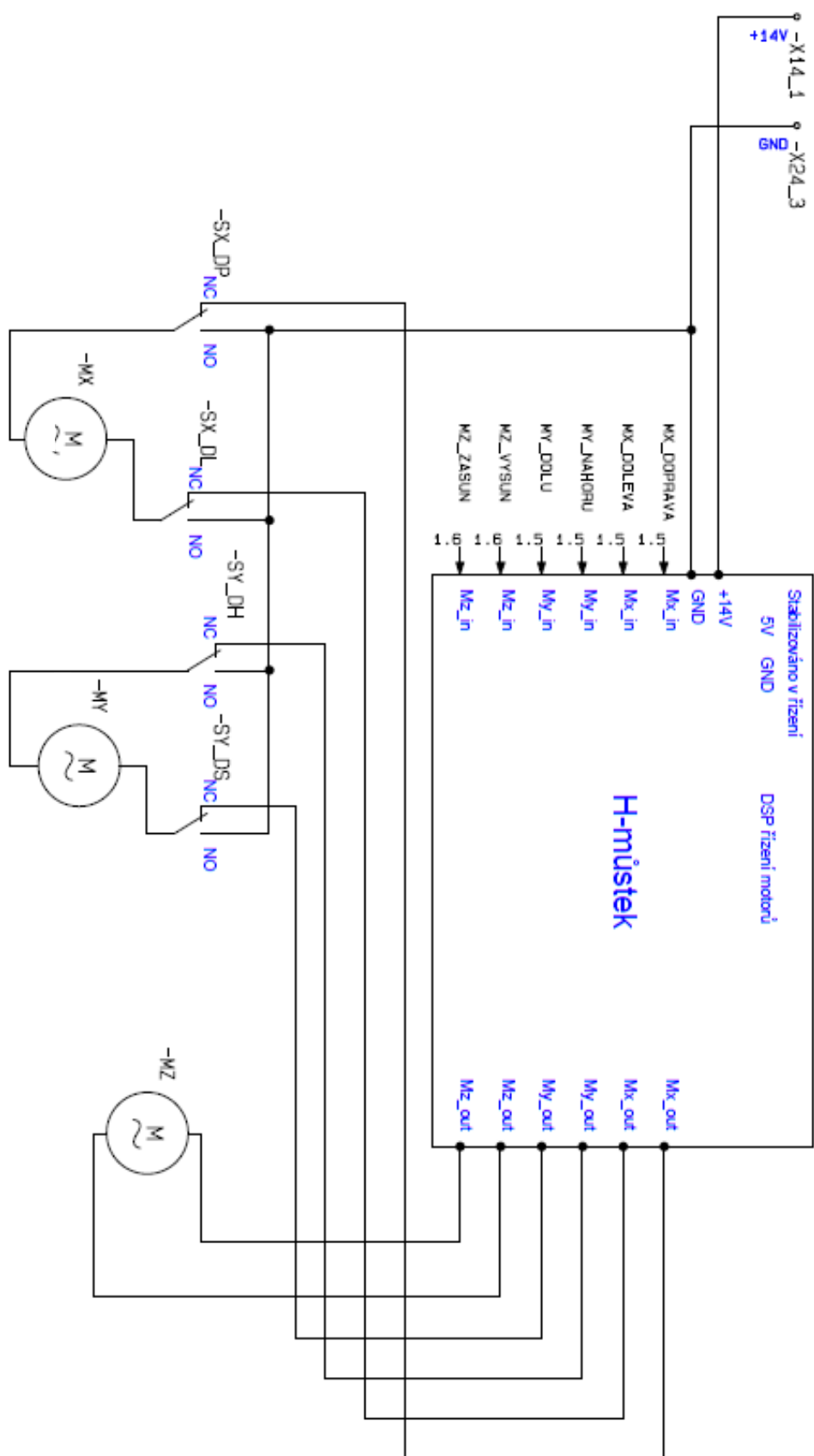


Schéma č. 4/4: Řízení motorů.



ÚDRŽBA MODELU AUTOMATICKÉHO ZAKLADAČE PALET

Na modelu je potřeba udržovat pokud možno čisté pojezdy ve všech osách. V ose x je potřeba udržovat dostatek vazelíny a co nejméně nečistot ve vedení, aby byl chod zakladače palet plynulý a byla zaručena dlouhodobá životnost. Vrchní část v ose x je téměř bezúdržbová, nicméně uložení musí být pevně dotaženo, aby nevznikaly mechanické závady, ty by způsobovaly sekání při pojezdu zakladače palet vlevo a vpravo. Proto je nutné správně vyrovnat a vycentrovat nerezovou trubku a domek v horní části osy x .

Údržba osy y spočívá v čistotě ocelové tyče a vedení. Trapézový šroub by neměl obsahovat nečistoty a měl by se udržovat stále namazaný, tak aby se zbytečně nezvyšovalo tření mezi matkou a šroubem. Při zadrhávání překontrolujte dotažení šroubů a případně vycentrujte vedení a šroub tak, aby byl pohyb v ose y plynulý.

V ose z , udržujte vedení čisté a kontrolujte dotažení a upevnění všech mechanických částí.

Pro správnou funkčnost také kontrolujte ozubená kola, které by měly být mazány a neměly by mezi zuby obsahovat nečistoty, tyto nečistoty mohou opět způsobovat zadrhávání a narušit tak plynulý pohyb zakladače palet.

Elektrická část by se měla udržovat v čistotě, aby se zamezilo zahřívání součástek. Je zde také možné seřizovat velikost měřeného proudu na proudovém relé a také časové zpoždění pro vyhodnocení přetížení. Může se také nastavit čas na časovém relé, které je nastaven na dobu 10s, který by při přetížení měl stačit k odstranění závady, nebo překážky.

U externího panelu nepřelamujte kabel! Je tvořen třiceti žilovým kabelem z tvrdého drátu a není vhodné ho prudce lámat a ohýbat. Při připojení externího panelu nejsou využity všechny vodiče a je možno v případě přerušení vedení, nebo rozšíření panelu použít stávající rezervy.