

Řízení radiálního nýtovacího stroje

David Wunderlich

Bakalářská práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David Wunderlich**
Osobní číslo: **A11814**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Řízení radiálního nýtovacího stroje**
Téma anglicky: **The Automation and Control of a Radial Riveting Machine**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte systém radiálního nýtovacího stroje a funkční požadavky na jeho řízení.
2. Prostudujte možnosti zadaného PLC, vývojového prostředí a knihoven.
3. Prozkoumejte hotová řešení řízení tangenciálních nýtovacích strojů a v případě dostupnosti jejich popisu analyzujte jejich výhody a nevýhody.
4. Ověřte funkci dodaných senzorů pro měření parametrů procesu nýtování, případně zvolte jiné senzory.
5. Navrhněte metodu řízení procesu nýtování a implementujte ji v zadaném PLC.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. HLOUŠEK, Petr. Radiální nýtovačka. Brno, 2008. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studium/zaverecne-prace>. Diplomová práce. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Bronislav Foller, Ph.D.
2. HRUŠKA, František a Ladislav ŠMEJKAL. Technické prostředky informatiky a automatizace: (úvod, popis funkce, konstrukce a aplikace). Vyd. 1. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 193 s. ISBN 978-807-3185-350.
3. MARTINÁSKOVÁ, Marie a Ladislav ŠMEJKAL. Řízení programovatelnými automaty. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 160 s. ISBN 80-010-2925-5.
4. SIEMENS. SIMATIC: S7-1200 Programmable controller [online]. 2012 <http://cit.2015-02-02>. Dostupné z: <http://shiva.pub.ro>
5. SIEMENS. SIMATIC: WinCC Basic V12.0 [online]. 2013 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://automation.siemens.com>
6. ŠMEJKAL, Ladislav. PLC a automatizace. 2. díl, Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2005, 207 s. ISBN 80-7300-087-3.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Dostálek, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

6. března 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

22. května 2015

Ve Zlíně dne 6. března 2015



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

děkan

L.S.

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

ředitel ústavu


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 připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- 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/bakalářské 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 20.5.2015


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je vytvoření řídicího programového vybavení pro radiální nýtovací stroj. Jako řídicí systém je použit programovatelný automat a HMI značky Siemens. Vlastní programové vybavení je vytvořeno v programu TIA Portal a zajišťuje vyhodnocování signálů z jednotlivých senzorů (měření vzdálenosti, tlaku) a na základě těchto údajů řídí nýtovací proces. Funkce řídicího systému je ověřena na reálném nýtovacím stroji. Výsledkem této práce je nýtovací stroj použitelný v průmyslové výrobě.

Klíčová slova: nýtovačka, PLC, Siemens, radiální, TIA Portal, nýt

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to develop control software for radial riveting machine. As a control system is used programmable logic controller and HMI Siemens. Custom software equipment provide's evaluation of signals from various sensors (distance measurement, pressure) and on the basis of these data to manage riveting process. The function of the control system is tested on real riveting machine. The result of this thesis is riveting machine usable in industrial production.

Keywords: riveting machine, PLC, Siemens, radial, TIA Portal, rivet

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Petru Dostálkovi Ph.D za jeho trpělivost, ochotu, rady a za veškerou pomoc při zpracování bakalářské práce i za pomoc v průběhu celého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	7
I TEORETICKÁ ČÁST	8
1 NÝTOVÁNÍ	9
1.1 NÝTY	11
1.2 STROJNÍ NÝTOVÁNÍ	14
2 NÝTOVACÍ STROJE	16
2.1 NÝTOVACÍ JEDNOTKY	16
2.2 ŘÍDICÍ JEDNOTKY	19
3 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY	24
3.1 SIMATIC S7-1200	25
3.2 HMI	26
3.3 TIA PORTAL.....	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	29
4 ANALÝZA A ÚPRAVA NÝTOVACÍHO STROJE	30
4.1 POŽADAVKY PRO ŘÍZENÍ NÝTOVÁNÍ	36
5 PROGRAMOVÁNÍ V TIA PORTAL	39
5.1 VYTVOŘENÍ PROJEKTU	39
5.2 KONFIGURACE PLC	41
5.3 PROMĚNNÉ	43
5.4 PROGRAMOVÁNÍ.....	44
5.5 HMI	47
6 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ	49
6.1 STRUKTURA PROGRAMU	49
6.2 OVLÁDACÍ ROZHRAŇÍ.....	51
6.3 NÝTOVACÍ PROGRAMY	53
6.4 OVĚŘENÍ FUNKCE NÝTOVÁNÍ	61
7 MOŽNOSTI VYLEPŠENÍ	63
ZÁVĚR	65
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	66
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	68
SEZNAM OBRÁZKŮ	69
SEZNAM TABULEK	72
SEZNAM PŘÍLOH	73

ÚVOD

Nýtování je metoda spojování dvou nebo více strojních dílců (součástí), která vytváří nerozebíratelný spoj. Tento způsob spojování materiálů je jedna z nejstarších metod, v dnešní době je nahrazována převážně svařováním, ale jsou případy, kdy je nýtování stále nenahraditelné například v letectví, protože při svařování dochází k narušování svařovaného materiálu. Jsou dva druhy nýtování přímé a nepřímé. Při přímém nýtování dochází k roznýtování konce jedné ze spojovaných součástí a u nýtování nepřímého je potřeba využít nýt, který se skládá ze dvou částí dosedací hlavy a dřívku (svorníku), při nýtování dochází k deformaci konce dřívku a vzniká závěrná hlava. Tyto spoje lze vytvořit ručně s pomocí příslušného nářadí.

Protože je tato práce jednotvárná a unavující, tak se člověk snažil tuto práci zjednodušit, což vedlo k vytvoření nýtovacích strojů, u kterých lze lidskou řídicí činnost nahradit pomocí automatizace. Použitím těchto strojů se dá docílit vyšší přesnosti, kdy je automat schopen v čas a přesně zasahovat. Nýtovací stroje se rozdělují na dva druhy orbitální a radiální, mezi těmito způsoby nýtování není mnoho rozdílů radiální nýtování má však několik výhod, kdy dochází k rovnoměrnějšímu tváření závěrné hlavy a přitom dochází k menším narušení struktury kovu, nevýhodou je delší čas nýtování. Řízení těchto strojů může být manuální, nebo automatizováno s pomocí programovatelných automatů, mikropočítačů s příslušnými periferiemi. Nejčastěji používané senzory pro sledování procesu nýtování jsou pohybové senzory, které zaznamenávají pohyb nýtovací hlavy, tlakové senzory, měřící tlak, kterým nýtovací hlava působí na nýt a časovače měřící dobu nýtování. S využitím informací z těchto senzorů lze vytvořit velké množství postupů nýtování.

Tato práce se zabývá automatizací radiálního nýtovacího stroje s pomocí programovatelného automatu Siemens. Senzory použité v tomto nýtovacím stroji zaznamenávají pohyb nýtovací hlavy dvěma způsoby analogově pomocí odporového senzoru a digitálně dvoukanálovým elektromagnetickým páskem. Nýtovací tlak je řízen proporcionálním ventilem a směr nýtování elektromagnetickým ventilem. Komunikace mezi obsluhou a nýtovacím strojem zajišťuje HMI. Pro řízení nestačí pouhý programovatelný automat, také je potřeba zvolit potřebné rozšiřující moduly, které budou zpracovávat vstupní signály, nebo zajišťovat řízení stroje. Programování automatů značky Siemens se provádí ve vývojovém prostředí TIA Portal. Tento program byl vyvinut, aby sjednotil programování veškerého automatizačního zařízení značky Siemens.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 NÝTOVÁNÍ

Nýtování je metoda spojování dvou nebo více strojních dílců (součástí), která vytváří nerozebíratelný spoj. Jsou dva druhy nýtování přímé a nepřímé. Při přímém nýtování spoj lze vytvořit přímo ze spojovaných materiálů. Vzniká deformací konce součásti vloženého do otvoru v druhé součásti spoje. Tam kde tato metoda není možná je potřeba využít nepřímého nýtování s využitím nýtů. Vzniká deformací konce nýtu vloženého do průchozích děr spojovaných dílů. Podle účelu použití se vyrábějí nýty z různých materiálů oceli, hliníku mosazi, mědi a dalších kovů. Tyto spoje lze vytvořit ručně s pomocí příslušného náradí nebo s pomocí nýtovacích strojů.

Podle požadavků kladených na spoje je možné je rozdělit na:

- Pevné (konstrukční) - použití u mostů, jeřábů a stožárů
- Pevné a těsné - pro nádoby s vnitřním přetlakem
- Těsné - pro nádoby a potrubí bez přetlaku [6]

Výhody nýtových spojů:

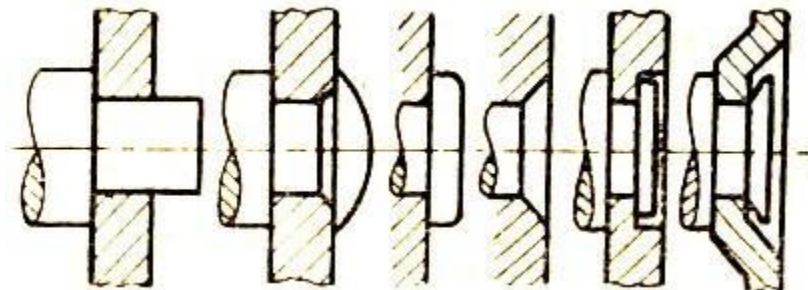
- Nedochází k tepelné změně struktury spojovaných materiálů.
- Nýtové spoje jsou pružnější než svařované.
- Nedochází k deformacím spojovaných dílů vlivem přivedeného tepla.
- Je možné spojovat různé i různě povrchově upravené materiály.
- Malá energetická náročnost.
- Při nýtování nedochází ke škodlivým vlivům na zdraví a nevznikají žádné toxické plyny. [6]

Nevýhody nýtových spojů:

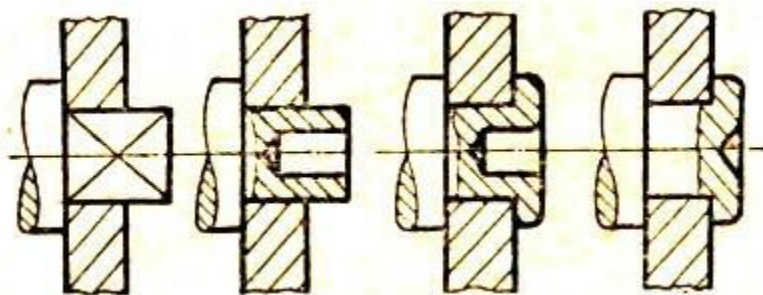
- Nýtované spoje nezaručují přesnou vzájemnou polohu spojovaných součástí.
- Nepropustnost nýtového spoje se musí často zvyšovat vhodně impregnovanou vložkou (papírová nebo plátěná).
- Kotlové spoje je nutné těsnit přituzováním.
- U spojů různých materiálů mohou vznikat ve vlhkém prostředí galvanické proudy, které způsobují korozi jak spojovaných materiálů, tak nýtů.
- Svařované konstrukce jsou oproti nýtovaným o 15 ÷ 20 % lehčí. [6]

Druhy přímého nýtování

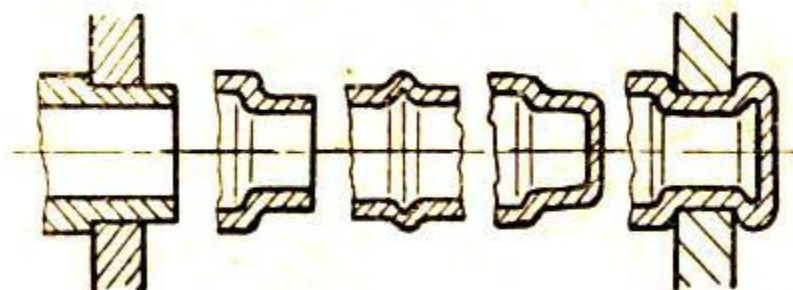
V následujících obrázcích jsou zobrazeny možnosti přímého nýtování. [6]



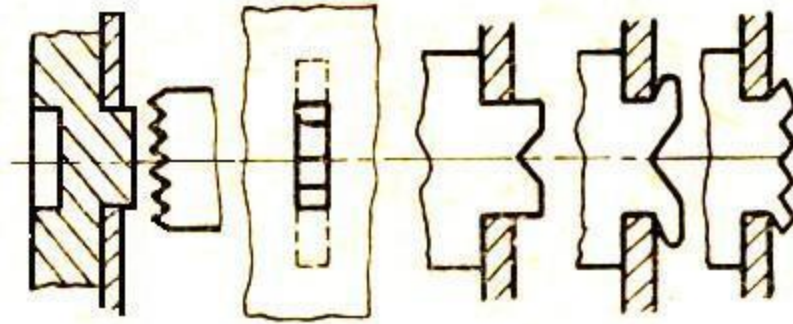
Obr. 1. válcový čep [5]



Obr. 2. hranolovitý čep [5]



Obr. 3. úprava trubkové součásti pro roznýtování [5]



Obr. 4. úprava trubkové součásti pro roznýtování [5]

1.1 Nýty

Spojovací kovová součást tvořená dosedací hlavou a dříkem (svorníkem). Roznýtováním konce dříku vznikne tzv. závěrná hlava.

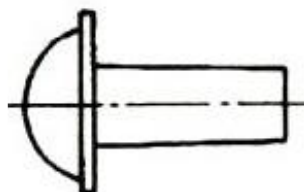
Druhy nýtů:

- konstrukční - průměr dříku 10 až 42 mm, přechod hlavy do dříku je zaoblen, pro dosažení větší pevnosti, určeny pro spojování prutů a nosníků ocelových konstrukcí jeřábů, mostů, stožárů... [5]



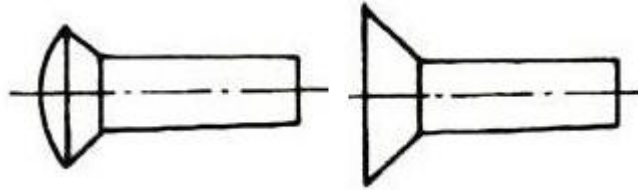
Obr. 5. Konstrukční nýt[5]

- kotlové - (těsné) průměr dříku 10 až 42 mm, větší hlava s nákrůžkem vysokým asi 0,5 mm (pro lepší utěsnění hlavy nýtu tužením), určeny pro nýtování kotlů, nádrží na kapaliny a plyny → požadavek na vysokou pevnost a těsnost nýtového spoje. [5]



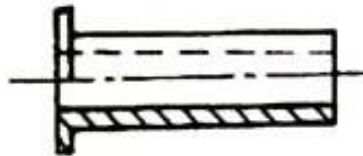
Obr. 6. Kotlový nýt [5]

- zápustné - průměr dříku 10 až 42 mm, určeny pro aplikace, kde by vyčnívající půlkulatá hlava překážela z bezpečnostních nebo provozních důvodů a kde nevedí zeslabení plechů (spojovaných součástí) zapuštěním nýtů. [5]



Obr. 7. Zápustné nýty[5]

- Drobné - průměr dříku 1 až 9 mm, určeny k nýtování tenkých plechů, mříží, řemenů, obložení brzd, sudů... [5]
- Speciální pro nýtovací místo přístupné z obou stran - duté trubičky (dutinky) s jedním plochým okrajem, určené pro spojování nekovových materiálů s kovovými součástmi, v elektrotechnickém průmyslu. [5]



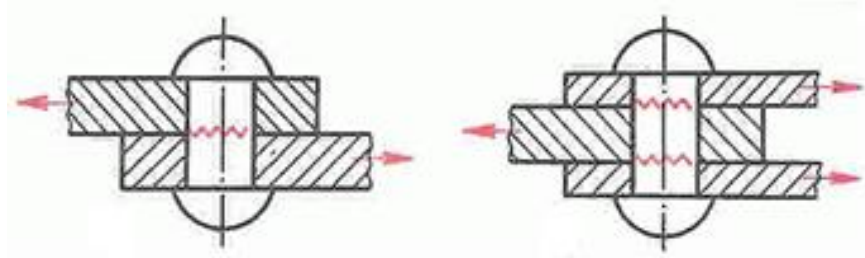
Obr. 8. Speciální nýt[5]

- Speciální pro nýtovací místo přístupné z jedné strany - výbušné v dříku nýtu je malá nálož výbušniny, zahřátím (120 °C až 130 °C) se nálož odpálí → dutý nepřístupný konec nýtu se otevře, určeny pro konstrukce z tenkých plechů (letectví). [5]

Rozdělení nepřímého nýtování

Podle nebezpečných průřezů:

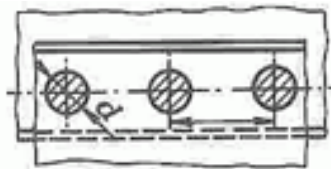
- Jednostřižné
- Dvojstřižné



Obr. 9. Jednostřížné a dvojstřížné nýtování [7]

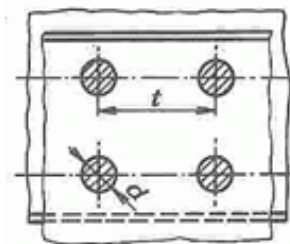
Podle počtu nýtových řad:

- S jednou řadou nýtů.



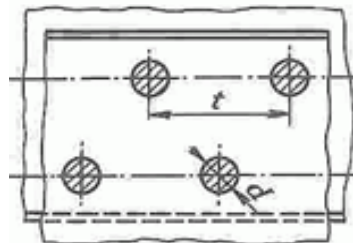
Obr. 10. Řada nýtů [7]

- Se dvěma řadami nýtů rovnoběžně uspořádaných.



Obr. 11. Rovnoběžné nýty[7]

- Se dvěma řadami nýtů střídavě uspořádaných.

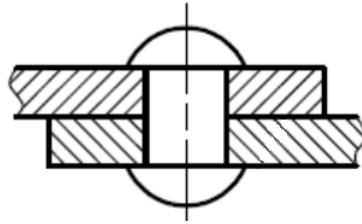


Obr. 12. Střídavé uspořádání[7]

- S několika řadami nýtů.

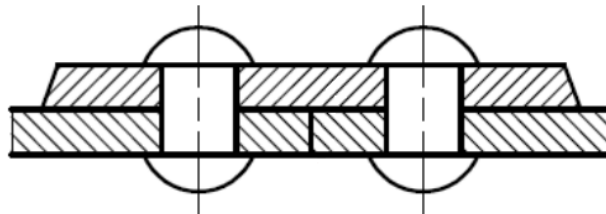
Podle vzájemné polohy plechů:

- Přesazené



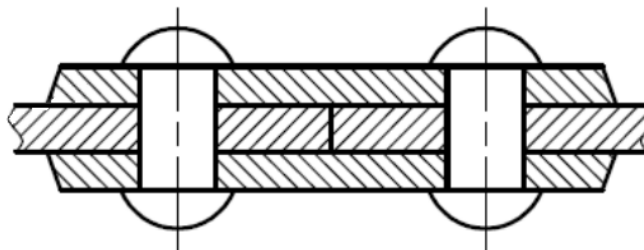
Obr. 13. Přesazené desky[6]

- S jednou stykovou deskou



Obr. 14. Jedna styková deska [6]

- Se dvěma stykovými deskami



Obr. 15. Dvě stykové desky [6]

1.2 Strojní nýtování

U všech nýtovacích strojů lze zvolit jednu ze dvou technik nýtování.

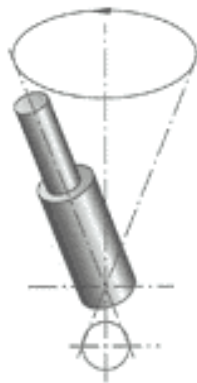
Všechny stroje mají společnou charakteristiku:

- homogenní deformace nýtu
- snadná a rychlá výměna nýtovacího nástroje
- rychlost a nehlučnost nýtovacího procesu
- progresivní regulace nastavení nýtovacího času a síly
- mikrometrické nastavení kroku nýtovací hlavice

- malé rozměry
- nízká spotřeba energie [8]

Orbitální nýtování

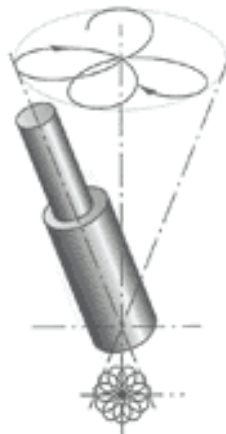
Orbitální nýtování (gyroskopické) je jednoduché, rychlé a ekonomické. Úhel nýtovacího nástroje se při tomto typu nýtování pohybuje od 1° do 8° podle požadovaného výsledku. Nýtovací nástroj se otáčí okolo vertikální osy rychlostí 1500 až 3000 otáček za minutu a opisuje kužel, jehož vrchol odpovídá těžišti hlavy nýtu. Forma nýtu závisí na typu nástroje. [8]



Obr. 16. Orbitální nýtování [8]

Radiální nýtování

Radiální nýtování (kopretina) je účinné, přesné a homogenní. Rotační pohyb nýtovacího nástroje opisuje při každé otáčce lístek kopretiny. Materiál je při radiálním nýtování roztékán směrem ven a následně dovnitř procházejíce středem nýtu. Nýtovací čas je delší než u orbitálního nýtování, ale radiální rozlévání hmoty usnadňuje nýtování komplikovanějších dílů. Lepší výsledný vizuální efekt s větší šetrností k materiálu. [8]



Obr. 17. Radiální nýtování [8]

2 NÝTOVACÍ STROJE

Protože v průmyslu je poptávka po strojích vyrobených na míru, většina výrobců prodává své nýtovací stroje i ve formě stavebnic. Také je možné kombinovat součásti od několika výrobců, kdy od jednoho výrobce je použita nýtovací jednotka a řízení procesu nýtování zajišťuje výrobce druhý, ale musí být zajištěna kompatibilita senzorů a ovládání procesu nýtování.

Nýtovací stroje se skládají z několika základních částí.

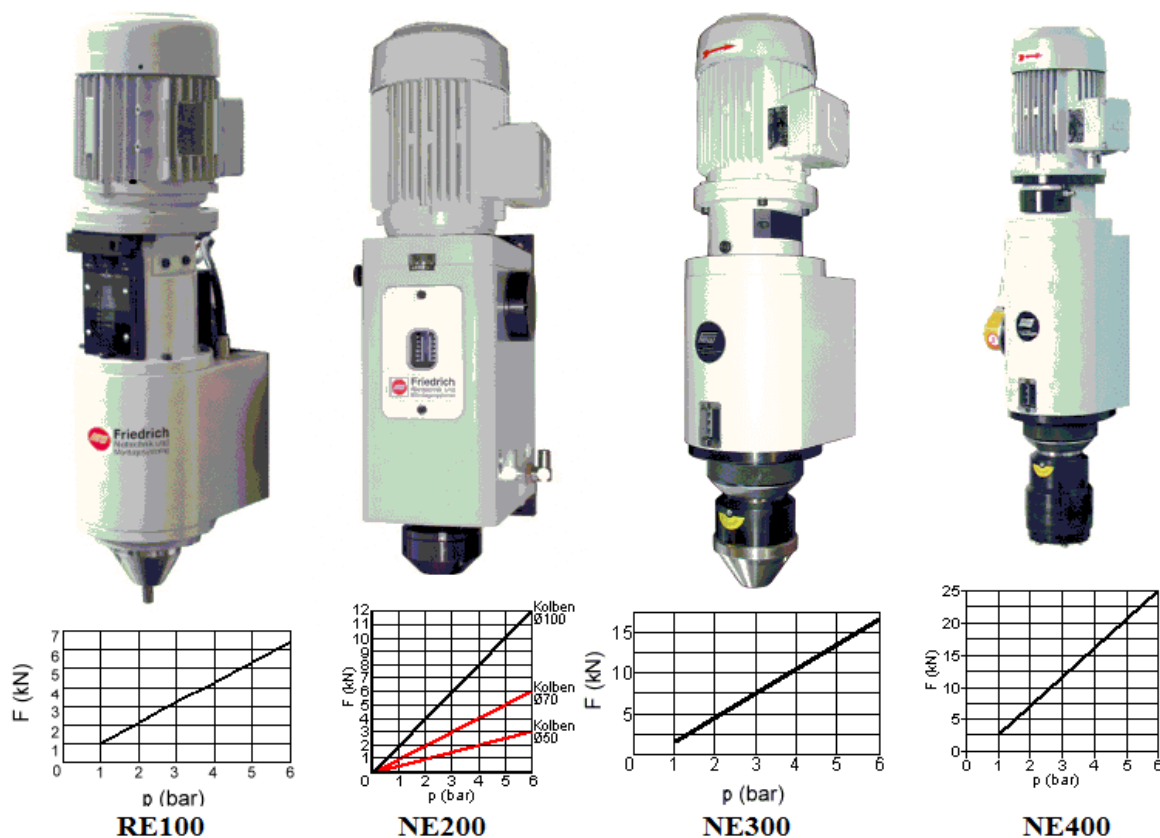
- základna, která spojuje ostatní díly nýtovacího stroje
- nýtovací jednotka
- pneumatika popřípadě hydraulika
- senzory procesu nýtování
- řídicí jednotka

2.1 Nýtovací jednotky

Každý výrobce má širokou škálu jednotek pro různé typy a velikosti nýtů a prostředí, ve kterých budou používány. Hlavní rozdíly v nýtovacích jednotkách jsou v nýtovací síle, a zdvihu vřetena. Základní parametry nýtovacích jednotek Friedrich, Guileminn a BalTec jsou uvedeny v tabulkách.

Tab. 1. Nýtovací jednotky Friedrich [9]

Technická data:	RE100	RE100S	NE200	NE300	NE400
Nýtovací síla	6,50 kN	8,20 kN	12 kN	16 kN	25kN
Průměr dřívku nýtu	1 - 6mm	1 - 7 mm	1 - 10 mm	3 - 12 mm	4 - 14 mm
zdvih vřetene	30 mm	30 mm	30 mm	40 mm	40 mm
Výkon motoru	0,75 kW	0,75 kW	0,75 kW	0,75 kW	0,75 kW
Otáčky motoru	1500 1/min.	1500 1/min.	1500 1/min.	1500 1/min.	1500 1/min.
Hmotnost stroje	34 kg	34 kg	xx kg	56 kg	65 kg



Obr. 18. Nýtovací jednotky Friedrich [9]

Tab. 2. Orbitální nýtovací jednotky Guileminn [10]

Technická data:	GS5	GS8	GS12	GS131	GS201
Nýtovací síla	7,5 kN	12 kN	19 kN	30 kN	50 kN
Zdvih vřetene	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm
Motorizace přitlaku jednotky	Pneum.	Pneum.	Pneum.	Hydraul.	Hydraul.

Tab. 3. Radiální nýtovací jednotky Guileminn [10]

Technická data:	GM8	GM12	GM14	GM24
Nýtovací síla	12 kN	19 kN	30 kN	50 kN
Zdvih vřetene	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm
Motorizace přitlaku jednotky	Pneum.	Pneum.	Hydraul.	Hydraul.

Tab. 4. Nýtovací jednotky Guileminn s vysokým zdvihem [10]

Technická data:	SV8	SV12	SV131	SV201
Nýtovací síla	12 kN	19 kN	30 kN	50 kN
Zdvih vřetene	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm
Motorizace přitlaku jednotky	Pneum.	Pneum.	Hydraul.	Hydraul.



Obr. 19. Nýtovací jednotky Guillemín [10]

Tab. 5. Radiální jednotky BalTec [11]

Technická data:	RNE81	RNE181	RNE231
Nýtovací síla	2,3 kN	6 kN	12 kN
Průměr dřívku nýtu	2-6 mm	2-6 mm	2-6 mm
Zdvih vřetena	2-25 mm	5-30 mm	5-40 mm
Hmotnost stroje	20 kg	30 kg	45 kg

Tab. 6. Radiální jednotky BalTec [11]

Technická data:	RNE281	RNE331	RNE381	RNE481
Nýtovací síla	17 kN	33 kN	40 kN	100 kN
Průměr dřívku nýtu	2-6 mm	2-6 mm		
Zdvih vřetena	5-40 mm	5-50 mm	5-50 mm	5-90 mm
Hmotnost stroje	60 kg	110 kg	80 kg	180 kg



Obr. 20. Nýtovací jednotky BalTec [11]

2.2 Řídicí jednotky

Řídicí jednotka slouží k řízení nýtovacího procesu. Jednotky od různých výrobců mají velmi rozdílné možnosti řízení v závislosti na vybavení. K měření procesu nýtování jsou nejčastěji využity senzory pro odměřování vzdálenosti nýtovacího vřetene, měření tlaku, a časovače. Výstupní signály řídí směr nýtování a tlak nýtovací hlavy. Vybavenější jednotky dokáží naměřená data ukládat a analyzovat kvalitu nýtování. Výhody a nevýhody jednotlivých řídicích jednotek je velmi složité určit, jelikož se mění v závislosti na tom, jak bude řídicí jednotka využita a jaké budou požadavky na nýtování. Lépe vybavená řídicí jednotka má více možností použití, ale pokud není plně využita, může být její pořizovací cena zbytečně vysoká oproti dostačující méně vybavené řídicí jednotce.

Fmw Friedrich

Standardní řízení nýtovacích strojů:

- jednoduchá obsluha
- robustní provedení
- čistě hardwarové ovládání
- automatický a seřizovací provoz
- doba nýtování podle času, nastaveného na potenciometru
- nýtování podle tlaku a času

- tři metody pro spuštění nýtování nožní spínač, bezpečnostní obouruční obsluha a iniciátorový rozběh při použití podávacího zařízení [9]

nevýhody tohoto řešení

- nemožnost automatické kontroly nýtu
- nemožnost sledovat proces nýtování
- složitá kontrola zhotoveného nýtu.

Řízení nýtovacích strojů Smart. Radiální bodové nýtovací systémy se zabudovaným měřícím systémem pro délkové měření a/nebo pro měření přesahu nýtu.

- osmi tlačítkový ovládací panel umožňující snadnou obsluhu
- chybové vyhodnocení poruch s optickým displejem
- funkce „zaučení“ a vstup konstantní hodnoty
- funkce zkopírování určena pro parametry nýtování
- až 30 různých nýtovacích bodů, při volbě s dvojkově kódovanou adresovatelností
- diagnóza vstupů a výstupů
- nýtovací tlak volně nastavitelný pro každý z nýtovacích bodů,
- pneumatické přístroje 1-6 barů, hydraulické přístroje 10-60 barů
- časový usek nýtování pro sledování materiálu nýtů
- displej aktuálních naměřených hodnot
- stanovení polohy hlavičnicku za účelem zvýšení přesnosti měření
- měnitelná rychlost elektromotoru
- multifunkční počítadlo se zabudovaným počítadlem předvoleb
- sériový výstup určených hodnot a skutečných hodnot
- funkce měření
- funkce vlisování s vyrovnaným hlavičnickem[9]



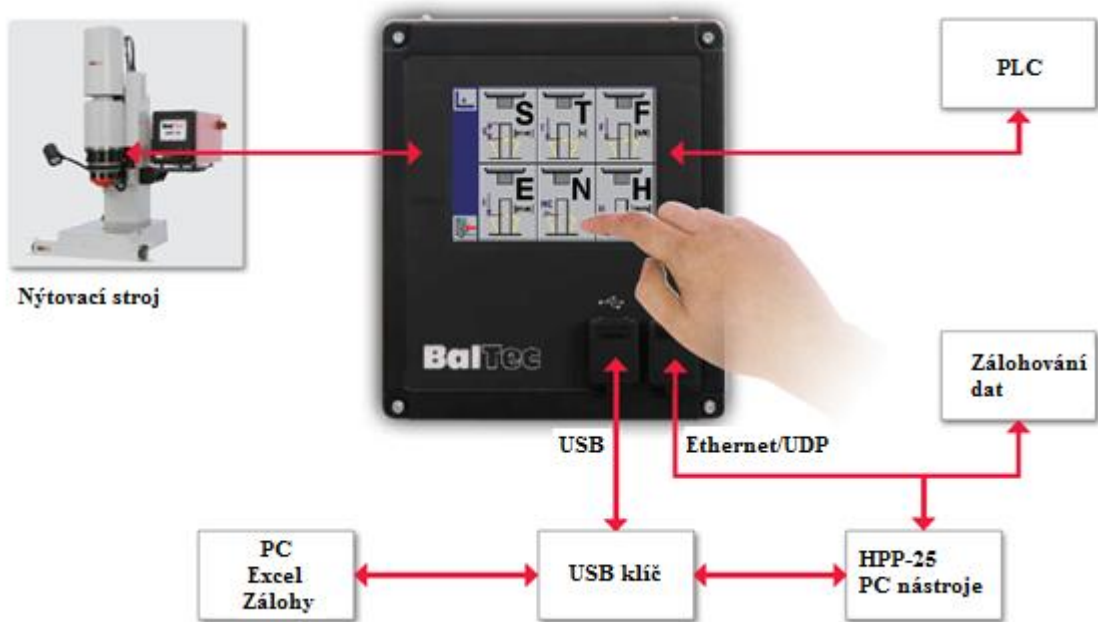
Obr. 21. Řídící jednotka Friedrich [9]

CNC řízení nýtovacího stroje:

- ovládací panel s dotykovou obrazovkou 12,1“
- uživatelské rozhraní založené na WINDOWS CE 4.2, Microsoft

Alternativně:

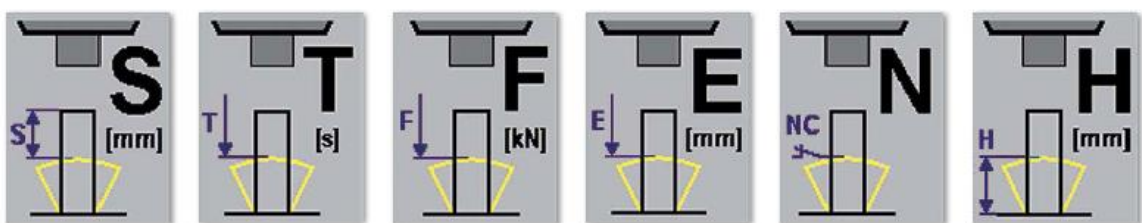
- IPC s dotykovou obrazovkou 15“ uživatelské rozhraní založené na WINDOWS® XP, Microsoft
- CoDeSys Soft PLC s integrovaným HMI
- hardware – a platforma-nezávislé
- otevřená informační síť CAN (datová sběrnice místní sítě)
- připojení místní počítačové sítě Ethernet
- ovládání poloh až 5 souřadnic
- změna jazyka
- kapacita paměti pro téměř neomezený počet nýtovacích programů
- nýtovací programy lze přenášet a archivovat přes USB rozhraní
- získávání procesních dat online pomocí programového vybavení Friedrich QAPV
- uživatelské rozhraní v tabulkové formě k vytváření programů nýtování



Obr. 23. Řídicí jednotka HPP-25 [12]

Řídicí jednotka HPP-25

- Zaručení kvality spoje a trvalá kontrola při výrobě.
- Měřeny veličiny dráha S, čas T, a síla F – nýtovací proces vždy řízen podle jedné z těchto veličin, ostatní jsou pouze měřeny. U měřených veličin jsou nastaveny meze tolerance, od kterých se proces nesmí odchýlit. Pokud se tak stane, kontrolní systém zastaví nýtovací proces a ohlásí chybu.



Obr. 24. Režimy odměřování [13]

- Všechny procesní data jsou automaticky zaznamenávána, a jsou kdykoliv k dispozici pro pozdější analýzu.
- Integrovaná funkce zálohování.
- Statistic Process Control (SPC) – sběr dat
- Process Certificate (CpK) – monitorování procesu [12]

3 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY

Nejpoužívanějším automatizačním prostředkem v průmyslu je programovatelný automat (PLC, SPS). V automatizační technice jsou využívány již zhruba 30 let. Jejich typickou vlastností je programovatelnost na úrovni srozumitelné pro konstruktéra nebo projektanta. Původně byly PLC určeny pro řízení strojů, jako náhrada za pevnou reléovou logiku. Tomu odpovídal i programovací jazyk kontaktních (reléových) schémat. Jazyky prvních PLC disponovaly několika příkazy (typicky 8 nebo 16), které byly ekvivalentní spínacímu a rozpínacímu kontaktu, paralelnímu a sériovému řazení, cívice, obvodům paměti, čítače a časovače. Dnes je pro každý programovatelný automat k dispozici několik typů jazyků: kromě jazyka kontaktních schémat to bývá jazyk logických schémat, jazyk mnemokódů nebo jiný textový jazyk, nově i jazyk sekvenčního programování. Dnešní programovací jazyky jsou podstatně bohatší – bohužel se poněkud vzdálily mentalitě konstruktérů a projektantů, takže vznikla samostatná profese „programátor PLC“. Sjednocení programovacích jazyků a vývojových systémů pro PLC je cílem nové mezinárodní normy IEC 61131-3. Programovatelnost a variabilnost výstavby poskytuje PLC jejich pověstnou univerzálnost a přizpůsobivost. Již neplatí, že PLC řešil jen logické úlohy, zatímco ke zpracování analogových veličin se používaly specializované regulátory. PLC dnes zvládne oba typy úloh (a mnoho dalších). [2]

Programem PLC lze realizovat vazby a ošetřit logické souvislosti, které jsou při použití specializovaných (uzavřených) a přístrojů nedostupné (za předpokladu, že program PLC je nám „otevřen“, nejlépe jsme-li jeho tvůrci). Takto lze například řešit vazby mezi regulací různých veličin (třeba teploty a vlhkosti, teploty a kvality spalování, teploty a dodržení sjednané spotřeby) nebo optimalizovat proces a přizpůsobovat jej měnícím se podmínkám, minimalizovat spotřebu, náklady nebo ztráty. K řešení dodatečných požadavků mnohdy vyhoví nezměněná konfigurace PLC a vícenáklady jsou „jen“ v programátorské práci, ve vytvoření a ověření programu (program PLC je sice „software“, ale rozhodně není zadarmo). Mnohdy se nové funkce realizují až za provozu, na základě dodatečných požadavků uživatele (někdy až za provozu pozná, co je skutečně třeba, jindy jsou požadavky vynuceny změnou technologie nebo změnou situací u uživatele). [2]

3.1 SIMATIC S7-1200

SIMATIC S7-1200 představuje novou koncepci automatizace založenou na třech hlavních pilířích – výkonném PLC SIMATIC S7-1200 s integrovaným rozhraním Profinet, ekonomických dotykových panelech řady SIMATIC HMI Basic a novém inženýrském nástroji SIMATIC STEP 7 Basic, který je určen jak pro programování PLC, tak HMI. Nové PLC SIMATIC S7-1200 se vyznačuje univerzální a pružnou strukturou, která zaručuje přizpůsobení požadavkům dané aplikace a současně vysokou výkonností a kompaktním provedením. S mikrosystémem SIMATIC S7-1200 je ideální při řešení jednodušších, přesnost vyžadujících automatizačních úloh menšího rozsahu. [13]

Centrální jednotka

K CPU lze připojit až osm signálních karet a jeden signální modul. Signální modul umožňuje rozšíření počtu vstupů/výstupů bez zvětšení zabíraného místa v rozváděči. Až 50 KB integrované pracovní paměti je k dispozici s „plovoucí“ hranicí mezi programem a uživatelskými daty. Kromě pracovní paměti obsahuje až 2 MB integrované load paměti a 2 KB zálohovací paměti pro případ výpadku napájecího napětí. Rozšíření umožňuje SIMATIC paměťová karta, která je k dispozici ve dvou velikostech 2 MB a 24 MB. CPU obsahuje až šest čítačů. Tři pro frekvenci 100 kHz a další tři pro 30 kHz. [13]



Obr. 25. Siemens CPU 1214C

Rozšiřující karty a moduly

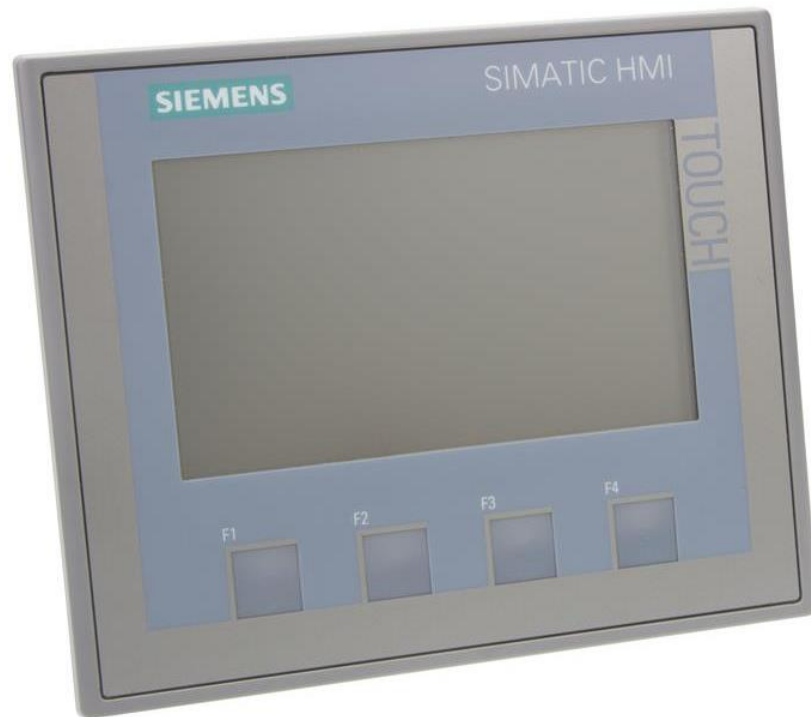
Pokud nestačí vstupy a výstupy na CPU, je třeba využít rozšiřujících karet nebo modulů. Ke každé základní jednotce SIMATIC S7-1200 lze připojit až tři komunikační moduly. RS485 a RS232 komunikační moduly poskytují sériovou point-to-point komunikaci, která je konfigurována a realizována pomocí samostatných instrukcí nebo funkcemi uloženými v knihovnách (USS drive protokol a Modbus RTU Master a Slave), které jsou již základní součástí softwaru STEP 7 Basic. Komunikační moduly se připojují z levé strany. Pomocí signálních karet lze rozšířit počet digitálních a analogových vstupů/výstupů na základní jednotce. Signální karty se připojují z pravé strany. [13]



Obr. 26. CPU s rozšiřujícími moduly

3.2 HMI

Nedílnou součástí všech automatizačních systémů je řešení rozhraní mezi člověkem a řídicím systémem. Využit lze standardních panelů, které zajišťují ovládání přímo u jednotlivých strojů. Pro náročnější řešení se používají průmyslová PC, které přinášejí vlastnosti klasického PC umístěného do průmyslového prostředí. Celé zařízení má dostatečné krytí, tak aby vydrželo náročné podmínky přímo ve výrobě. Všechny Basic panely jsou vybaveny rozhraním PROFINET, které zaručuje jednoduché a bezproblémové propojení s řídicím systémem SIMATIC S7-1200. SIMATIC Basic KTP panely dále obsahují standardní funkce, jako jsou alarmy, receptury, správa uživatelů, trendy a vektorovou grafiku. V softwaru STEP 7 Basic je dále k dispozici knihovna s širokou paletou grafických symbolů. [14]



Obr. 27. HMI KPT400 Basic PN [14]



Obr. 28. HMI KPT400 Basic PN [14]

3.3 TIA Portal

Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) je prvním inženýrským nástrojem sestávajícím z jednotného vývojového prostředí pro veškeré automatizační úlohy založené na platformě Siemens. Vlastnímu vývoji systému TIA Portal předcházel mnohaletý výzkum, který studoval požadavky zákazníků po celém světě. Na základě tohoto výzkumu vzniknul

produkt umožňující uživatelům vysoce efektivně projektovat a uvádět do provozu automatizační systémy. TIA Portal je navržen tak, že s ním mohou pohodlně a s velkou produktivitou pracovat jak úplní začátečníci, tak i zkušení uživatelé. Všechny potřebné nástroje jsou k dispozici v rámci celého systému, proto je i instalace a údržba software snadnější a rychlejší. V souladu s požadavky uživatele pak jednotlivé licence uvolní různé editory. Uživatel má v rámci sdíleného prostředí systému TIA Portal k dispozici veškeré standardní vlastnosti, jako např. navigaci v rámci projektu automatizačního systému, soubor knihoven, správu dat, ukládání projektu, diagnostiku a on-line funkce. Systém TIA Portal je založen na objektově orientované struktuře s centralizovanou správou dat, která automaticky brání vložení chybných údajů a zajišťuje úplnou konzistenci dat v projektu. Systém křížových odkazů umožňuje uživatelům snadno vyhledávat v celém projektu data a programové bloky, což značně zkracuje dobu potřebnou na tvorbu a odladění, popř. opravy automatizačního softwaru. [15]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ANALÝZA A ÚPRAVA NÝTOVACÍHO STROJE

Pro inovaci byl dodán kompletní nýtovací stroj s dvojručním spínáním, vybavený řízením realizovaným pomocí PLC Unitronics. Nýtovací jednotka NP1040 je osazena třífázovým motorem spínaným pomocí stykače. Pro řízení nýtovacího tlaku jsou použity komponenty od výrobce FESTO. Nýtovací tlak je ovládán proporcionálním ventilem MPPE5 4-10-010 s vestavěným měřením skutečného tlaku. Přepínání nýtovacího tlaku zajišťuje elektromagnetický ventil CPE 18-M1H-5L. Měření polohy nýtovací hlavy zajišťuje odporový snímač zabudovaný v nýtovací jednotce, bohužel ke snímači nebyla žádná dokumentace. V rozvaděči jsou všechny elektrické součásti potřebné pro chod nýtovacího stroje. Byla dodána dokumentace, ale při analýze bylo zjištěno, že některé informace chybí. Dokumentace nebyla dostatečná pro zjištění všech požadavků pro řízení nýtování, proto bylo nutné informace naleznout a změřit přímo v rozvaděči. Při testování odporového měřicího senzoru bylo zjištěno, že hodnoty naměřené senzorem nejsou dostatečně přesné. Senzor měřil s přesností $\pm 0,6$ mm. Z tohoto důvodu byl nýtovací stroj vybaven novým způsobem odměřování pomocí elektromagnetického pásku MLFK 10G2124/N100 od výrobce Baumer, který měří s přesností $\pm 0,02$ mm



Obr. 29. Nýtovací stroj v původním stavu

Nýtovací jednotka NP1040

Pneumatická nýtovací jednotka NP1040 je stavebnicovou součástí pneumatického nýtovacího stroje, kterou lze použít k zástavbě do technologického zařízení za účelem provádění nýtovacích operací rotačním nýtováním. Nýtovací jednotka je tandemový pneumatický válec vybavený manuálním ventilem pro regulaci průtoku s rotačním náhonem elektrickým motorem nýtovací hlavy dutou pístnicí tvořící pinolu. V koncové části pinoly je umístěn mechanismus vykonávající sférický rotační pohyb nýtování. Technické parametry jsou uvedeny v následující tabulce.

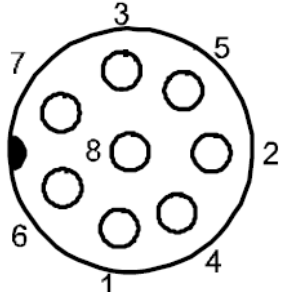
Tab. 7. Technické parametry

Název	Hodnota
Hmotnost	60 kg
Rozměr (d x š x v)	630x 150 x 170
Napájení	1L + N + PE, 230V/50Hz, TN-S
Příkon	0,75 kVA
Krytí	IP 54
Tlak vzduchu	6 bar

Proporcionální ventil MPPEs 4-10-010

Proporcionální ventil slouží k regulaci nýtovacího tlaku v rozmezí 0 až 10 bar na základě analogového elektronického řídicího signálu. Tento ventil je vybaven také měřením aktuálního tlaku, aby bylo možné ověřit správnou funkci ventilu. Zapojení ventilu je uvedeno v tabulce.

Tab. 8. Konektor proporcionálního ventilu

Konektor	Pin	Hodnota	Napětí
	1	-	-
	2	Nastavená hodnota	GND
	3	Napájení	GND
	4	Nastavená hodnota	DC 0 .. 10 V
	5	-	-
	6	Aktuální hodnota	DC 0 .. 10 V
	7	Napájení	DC 24 V
	8	Aktuální hodnota	GND



Obr. 30. Proporcionální ventil [16]

Elektromagnetický ventil CPE18-M1H-5L-1/4

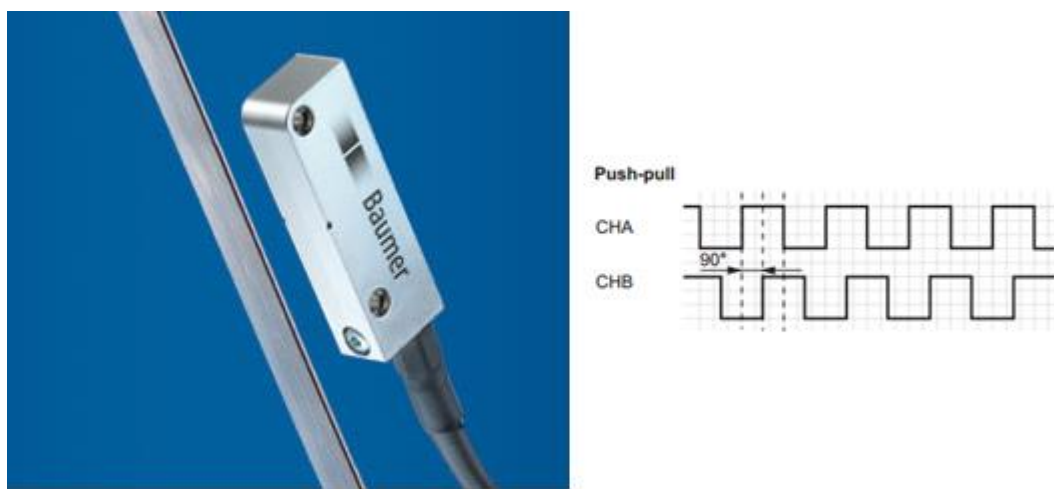
Elektromagnetický ventil slouží ke změně směru nýtování, ve vypnutém stavu je neustále směr nahoru, při sepnutí napětím 24 V dojde ke změně směru nýtování dolů, sepnutí ventilu trvá 26 ms a rozepnutí 20 ms.



Obr. 31. Elektromagnetický ventil [16]

MLFK 10G2124/N100

Elektromagnetický dvoufázový lineární enkodér slouží k přesnému měření pohybu nýtovací hlavy. Každá fáze měří s přesností $\pm 0,04\text{mm}$ a jsou fázově posunuty o 90° , aby bylo snadné určení směru pohybu enkodéru a celková přesnost zvýšena na $0,02\text{ mm}$. Maximální rychlost posunu 400 kHz což odpovídá rychlosti 8 m/s . Zpracování signálu z enkodéru je zajištěno pomocí vysokorychlostního čítače PLC přepnutého do dvoufázového režimu, což zajistí automatické rozpoznání směru čítání.



Obr. 32. Lineární enkodér a průběh signálu na kanálech [17]

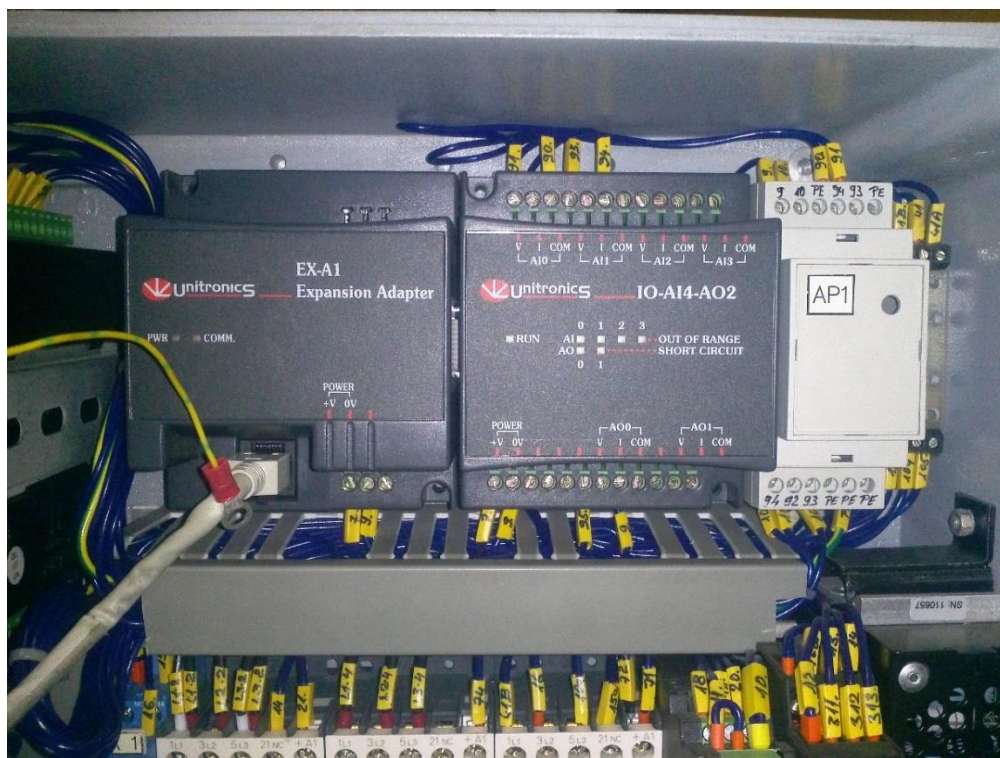
Při zprovoznění elektromagnetického pásku nastaly potíže. Při rychlejším pohybu pásku docházelo k výpadkům čítání hodnot v PLC. Z toho důvodu byl změřen výstupní signál z elektromagnetického pásku. Výstupní signál byl v pořádku. Problém způsobil vstupní filtr PLC, který byl nastaven na příliš nízkou frekvenci. Při plné rychlosti nýtovací hlavy bylo nutné čítat rychlostí přibližně 10 kHz .



Obr. 33. Měření osciloskopem

Rozvaděč

V horní části rozvaděče je umístěno PLC Unitronics, které obsahuje čtyři analogové vstupy a 2 analogové výstupy, ty lze ovládat proudově nebo napětím podle zapojení. K PLC je připojen rozšiřující modul zajišťující připojení displeje s tlačítky a šesti reléovými výstupy a deseti logickými vstupy s možností využít tři vysokorychlostní čítače. Modul AP1 sloužil k úpravě signálů jdoucích z a do proporcionálního ventilu. Tyto součásti byly z rozvaděče vyjmuty a nahrazeny pomocí PLC Siemens.



Obr. 34. PLC Unitronics uvnitř rozvaděče



Obr. 35. Kompletní výbava PLC Unitronics

Ve spodní části rozvaděče se nachází třífázový jistič QF1 a motorový spouštěč QF2, svorkovnice pro připojení kabelů do rozvaděče a pojistky.



Obr. 36. Spodní řada komponent rozvaděče

V prostřední části je umístěn zdroj napětí DC 24 V, bezpečnostní modul obouručního spínání SM2, relé pro nouzové vypnutí SM 1, Relé KA1 pro přepínání manuálního a automatického režimu. Stykače KM 1 KM 2 a KM3 slouží ke spínání napájecího napětí.



Obr. 37. Prostřední řada komponent rozvaděče

4.1 Požadavky pro řízení nýtování

Pro řízení nýtovacího stroje je potřeba nahradit všechny vstupy a výstupy PLC Unitronics pomocí PLC Siemens. Pro řízení nýtovacího směru je nutný logický výstup, který spíná elektromagnetický ventil, další logický výstup slouží pro spínání stykače elektromotoru. Logický vstup je nutný pro rozpoznání spínání procesu nýtování. Poloha nýtovací hlavy je měřena odporovým senzorem, proto je potřeba analogový vstup. Řízení proporcionálního ventilu je analogové. PLC Siemens není vybaveno analogovými výstupy proto je nutná signální karta s analogovými výstupy.

PLC Siemens

Pro náhradu bylo dodáno PLC SIMATIC S7-1200 CPU 1214C s čtrnácti digitálními vstupy, deseti digitálními výstupy a dvěma analogovými vstupy. Lze využít až 6 vysokorychlostních čítačů. Paměť přístupná pro data je 75 KB, pracovní paměť 75 KB, programová paměť je 4 MB. Rychlost CPU při operaci s bity $0,085 \mu\text{s}$ / instrukce, word operace $1,7 \mu\text{s}$ / instrukce a operace s plovoucí čárkou $2,5 \mu\text{s}$ / instrukce.

Analogová karta

SM 1232 AQ je karta, která obsahuje dva 14. bitové analogové výstupy. Maximální odchylka analogové hodnoty je 0,3 % při teplotě 25 °C.

HMI

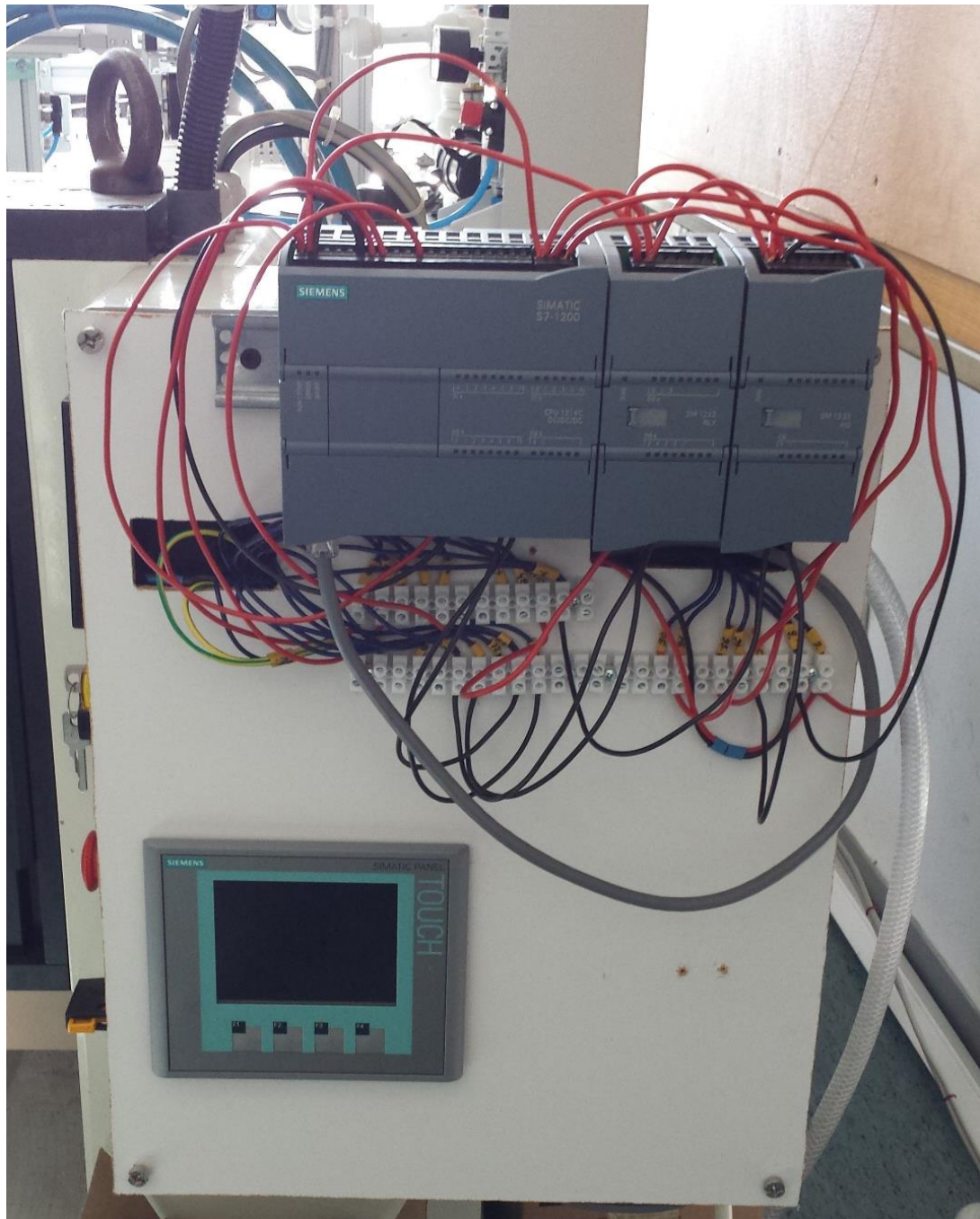
Jako zobrazovací zařízení bylo dodáno HMI KTP400 Basic mono PN. Displej má velikost 3,8 palce se čtyřmi odstíny šedi a rozlišením 320 x240 pixelů. Pro možnost ovládání jsou čtyři tlačítka a dotykový displej. Pro připojení do sítě PROFINET slouží jeden ethernetový port.

Zapojení PLC SIEMENS

Po vyjmutí PLC Unitronics byly všechny potřebné vodiče vyvedeny z rozvaděče na svorkovnici a rozvaděč uzavřen, aby nedošlo ke zranění elektrickým proudem. PLC SIEMENS bylo upevněno na rozvaděčové skříni a vodiče připojeny ke svorkovnici. Pro HMI byla vyřezána díra v krytu rozvaděče. Zapojené vstupy a výstupy pro řízení procesu nýtování jsou uvedeny v tabulce.

Tab. 9. Vstupy a výstupy PLC

Vstup	Popis	Výstup	Popis
AIN0	Odporové odměřování	AOUT0	Proporcionální ventil
AIN1	Tlak proporcionálního ventilu	DOUT0	Nýtování dolů
DIN0	Kanál A enkodéru	DOUT10	Sepnutí motoru
DIN1	Kanál B enkodéru		
DIN3	Sepnuté napájení		
DIN9	Dvouruční spínání		



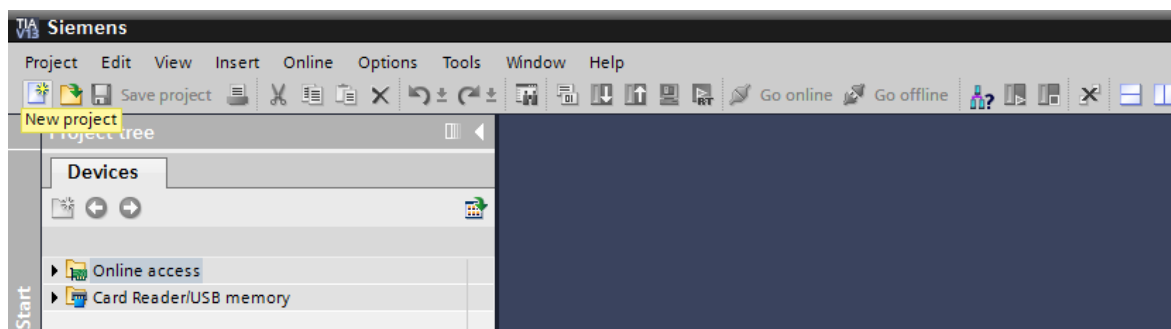
Obr. 38. Zapojení PLC SIEMENS

5 PROGRAMOVÁNÍ V TIA PORTAL

Tato kapitola se zabývá popisem a postupem při vytváření programového vybavení PLC a HMI Siemens.

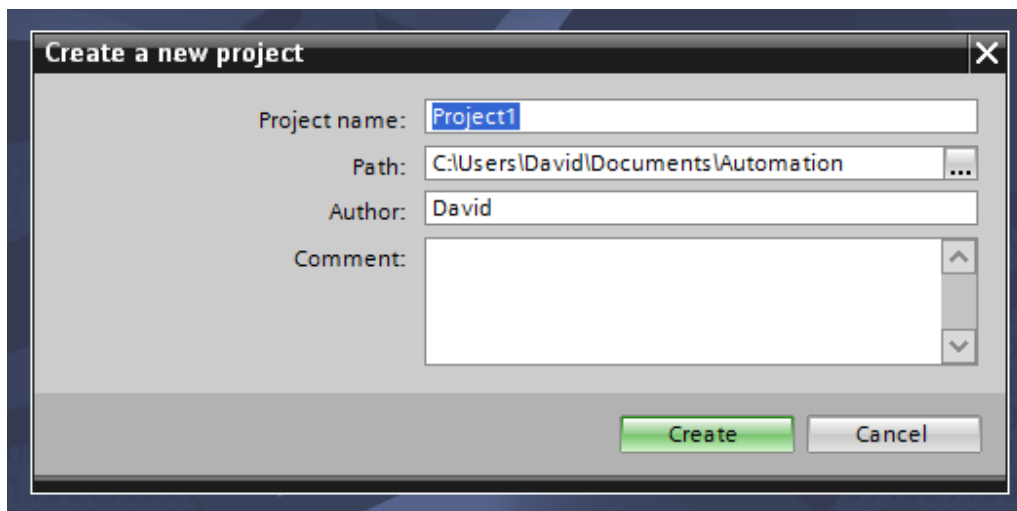
5.1 Vytvoření projektu

Jako první po spuštění programu TIA portál je potřeba založit projekt. Ve kterém se bude PLC programovat. Tato funkce se nachází v levé horní liště. [3]



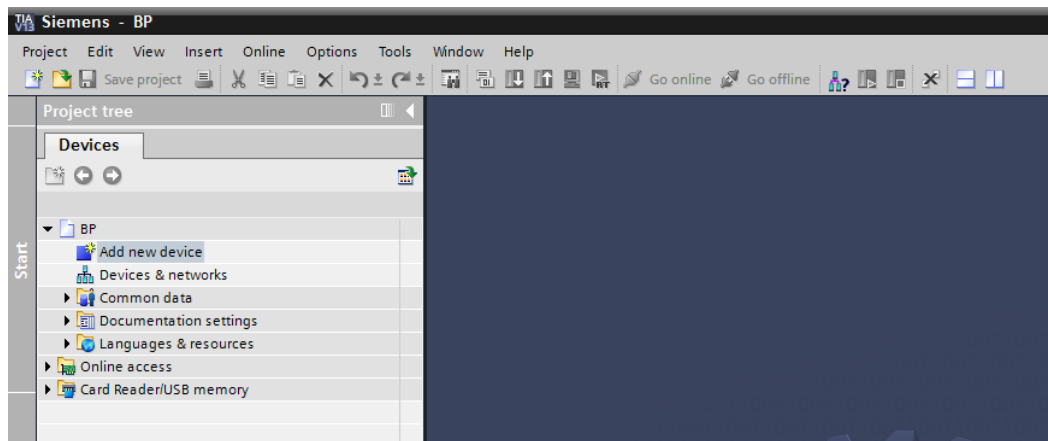
Obr. 39. Vytvoření projektu

Po stisku tlačítka pro vytvoření projektu se zobrazí okno nastavení. Nastaví se základní údaje, jako je název projektu cesta do adresáře, ve kterém bude uložen, autor a možnost napsat k projektu komentář. [3]



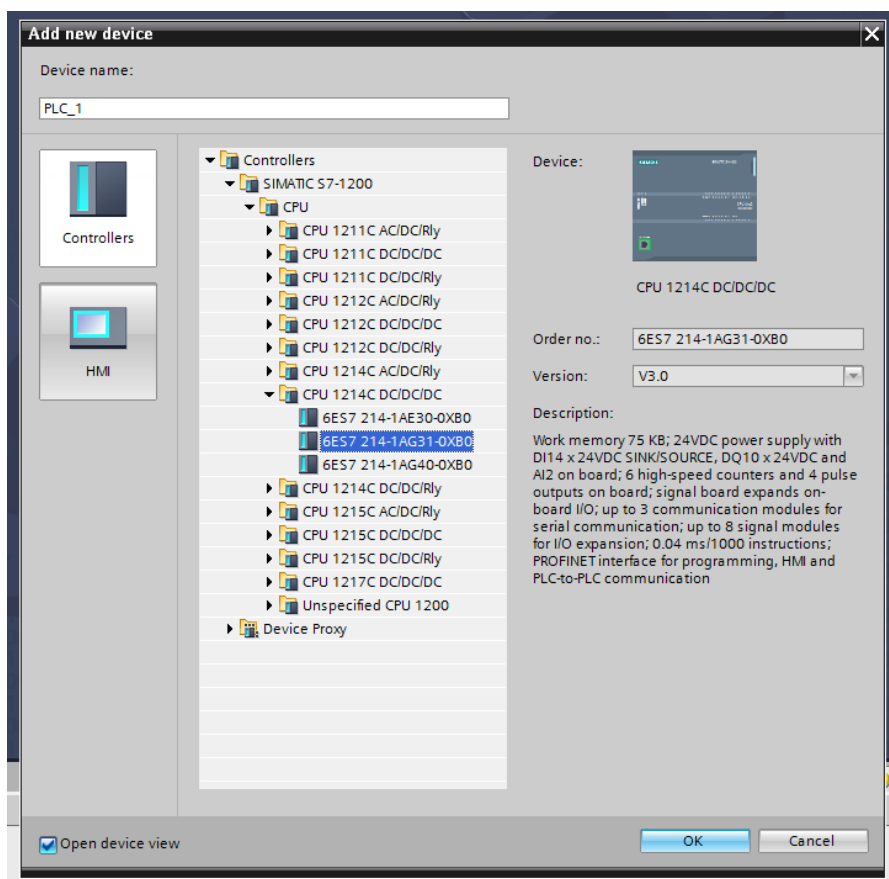
Obr. 40. Základní nastavení projektu

Tímto se vytvořil projekt, nyní je potřeba přidat zařízení, které budou programovány. Zobrazení Project tree na levém kraji umožňuje procházení v projektu. Kliknutím na tlačítko Add new device otevře okno pro přidání zařízení. [3]



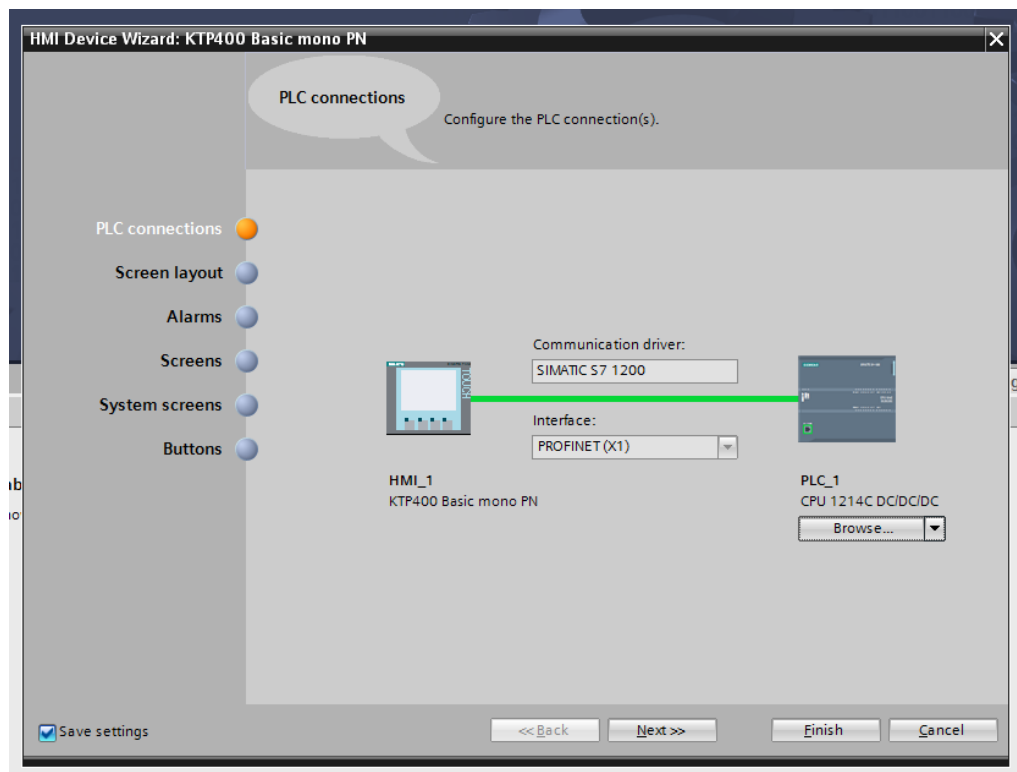
Obr. 41. Přidání zařízení do projektu

V levé části je volba přidání řídicí jednotky, nebo HMI. Uprostřed okna se zobrazí nabídka dostupných zařízení, z kterých se vybere správné zařízení. Na pravé straně okna se zobrazují základní informace o vybraném zařízení. Výběr je potvrzen tlačítkem OK. [3]



Obr. 42. Přidání zařízení do projektu

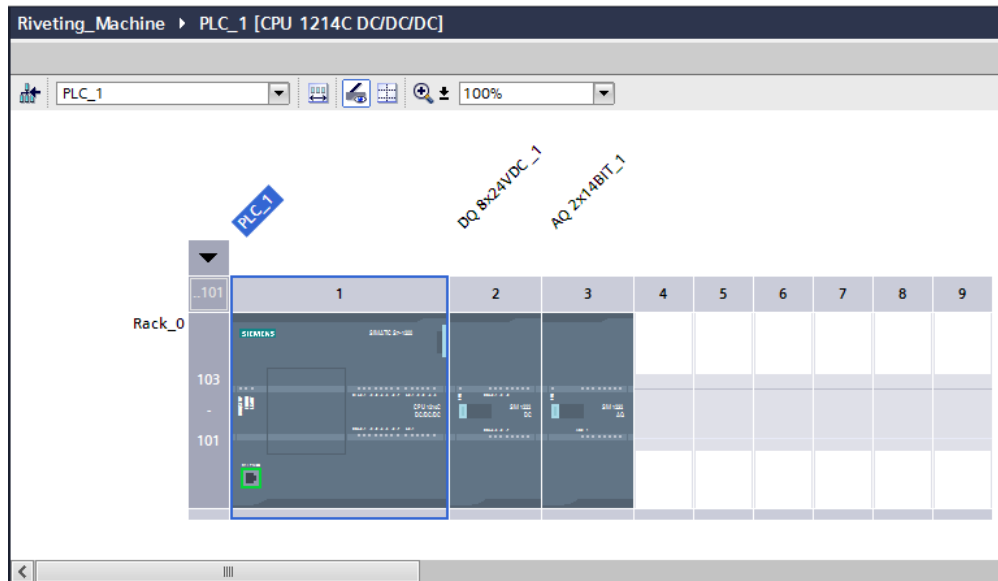
Při přidávání HMI je možné doplnit ještě několik dodatečných informací. Jako první vybraní PLC ovládající HMI. Tyto informace není nutno vyplnit a můžou být doplněny později. [3]



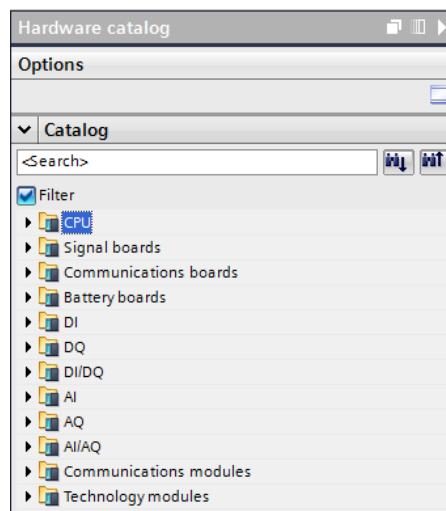
Obr. 43. Konfigurace HMI

5.2 Konfigurace PLC

Pro konfiguraci PLC, slouží záložka device configuration. V novém okně je znázorněno PLC, další rozšiřující moduly a karty jsou přidány, přetažením z hardware katalogu na příslušnou pozici. Označením PLC nebo některé karty, se ve spodním okně zobrazí informace a nastavení tohoto zařízení. [3]

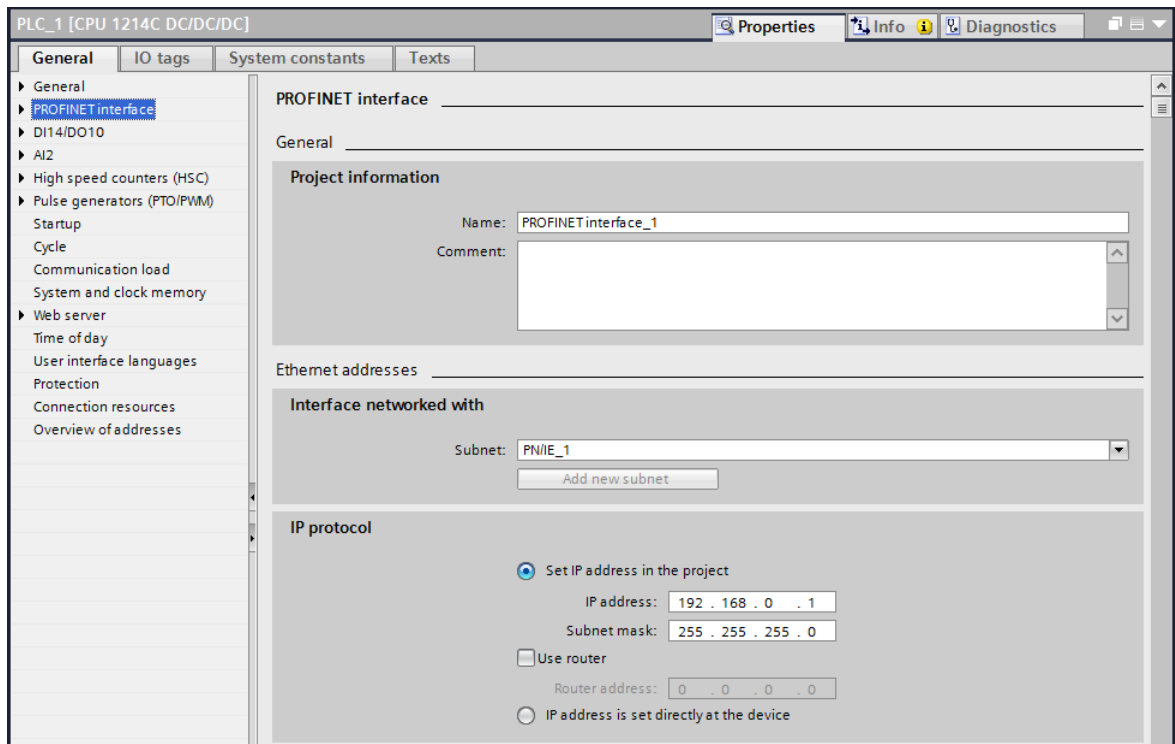


Obr. 44. Zobrazení PLC s přidávanými kartami



Obr. 45. Katalog karet a modulů

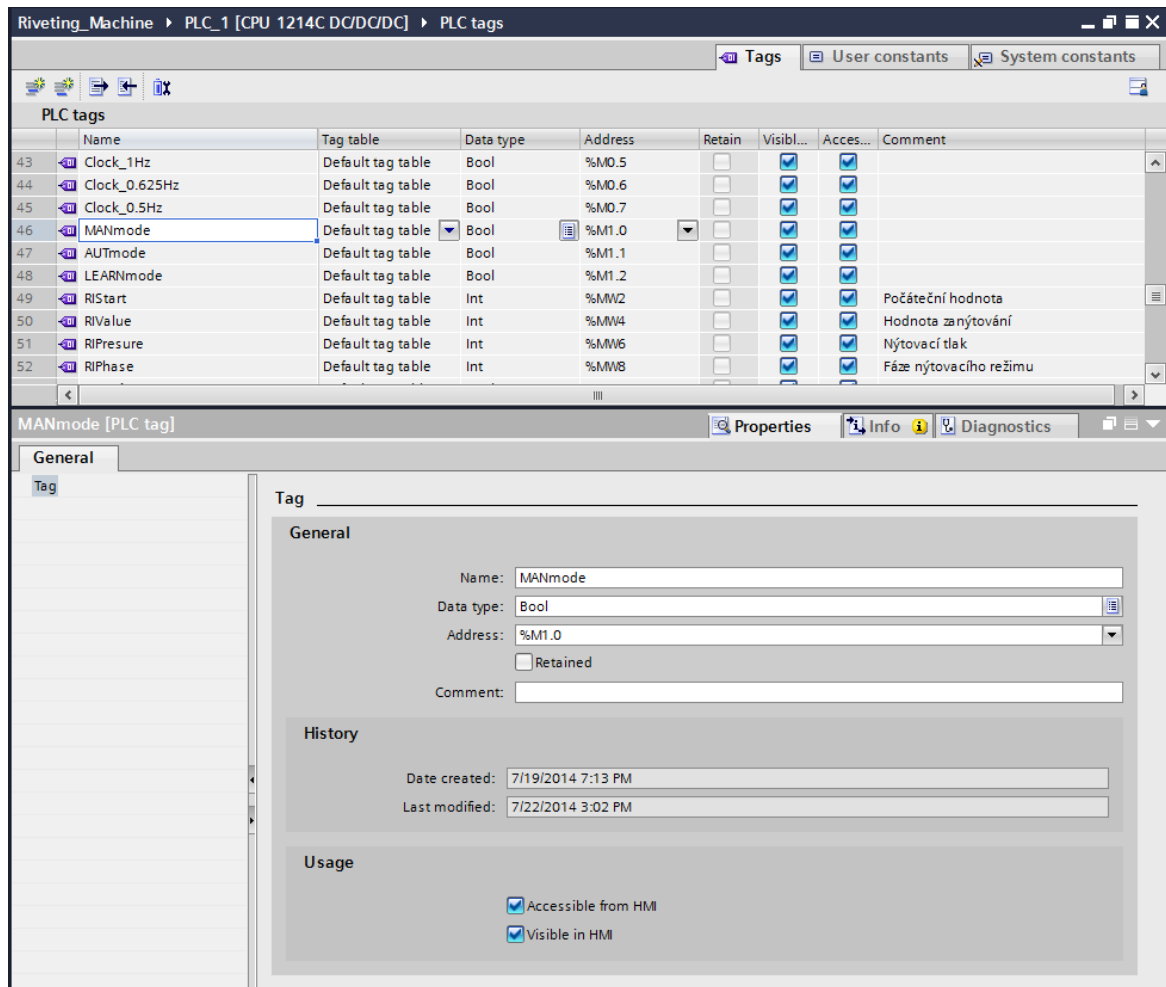
Po otevření záložky general je vidět spousta možností nastavení PLC, jako první nastavení PROFINET interface, pro pozdější připojení k PLC. Dále se nastavují vstupní filtry, aby nedocházelo k ovlivňování vstupů vysokofrekvenčním šumem. U analogových vstupů se nastavuje integrační doba pro snížení šumu. Také se u jednotlivých analogových vstupů nastavuje vyhlazování pomocí několika cyklů měření. Pokud je v projektu využito HSC musí být jednotlivé čítače v konfiguraci zapnuty a nastaveny v jakém režimu budou pracovat. To samé platí pro generování PWM signálu. V horní záložce IO tags je zobrazeno, jaké jsou adresy jednotlivých vstupů, výstupů a proměnné, ke kterým jsou přiřazeny. [3]



Obr. 46. Konfigurace PLC

5.3 Proměnné

Pro správu proměnných v Project tree slouží záložka PLC tags. Zde se pro přehlednost může vytvořit několik tabulek pro různé proměnné. Na dalším obrázku je vidět tabulka proměnných a jejich konfigurace. U každé proměnné je třeba zvolit její jméno, datový typ a adresa v paměti. Také je potřeba zvolit jestli je proměnná přístupná pro HMI a povolit její úpravy. [3]



Obr. 47. Vytvoření proměnných

5.4 Programování

K programování nabízejí PLC systémy specializované jazyky, původně navržené pro snadnou, názornou a účinnou realizaci logických funkcí. Jazyky systémů různých výrobců jsou podobné, nikoliv však stejné. Přenositelnost programů mezi PLC různých výrobců není možná, daří se to obvykle jen mezi systémy téhož výrobce. Mezinárodní norma IEC 1131-3 však sjednocuje programovací jazyky pro PLC. [1]

Vytvoření programových bloků

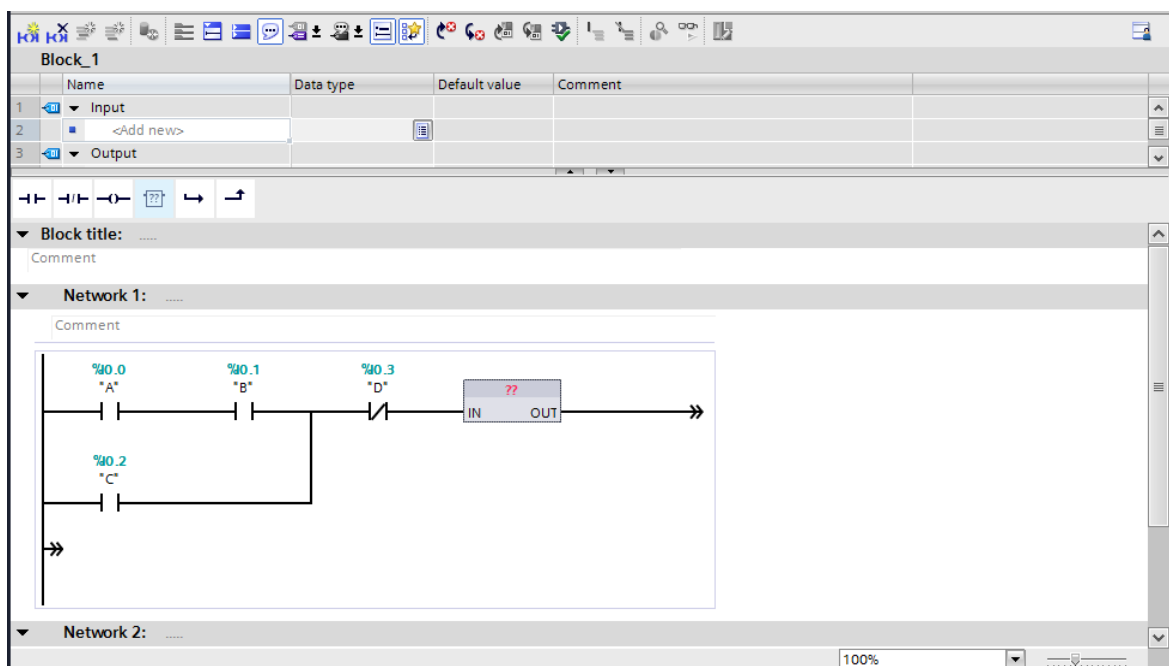
Jednotlivé programové bloky se vytváří pomocí funkce Add new block v záložce Program blocks okna Project tree. Při vytváření nového bloku je nutné zvolit, o jaký blok se jedná.

- Organizační blok - se vykonává za určitých podmínek například při spuštění PLC, každý programový cyklus, v určitou dobu dne atd.
- Funkční blok – po vykonání jsou data zachována

- Funkce – po vykonání jsou data vymazána
- Datový blok

Jazyk kontaktních (reléových) schémat

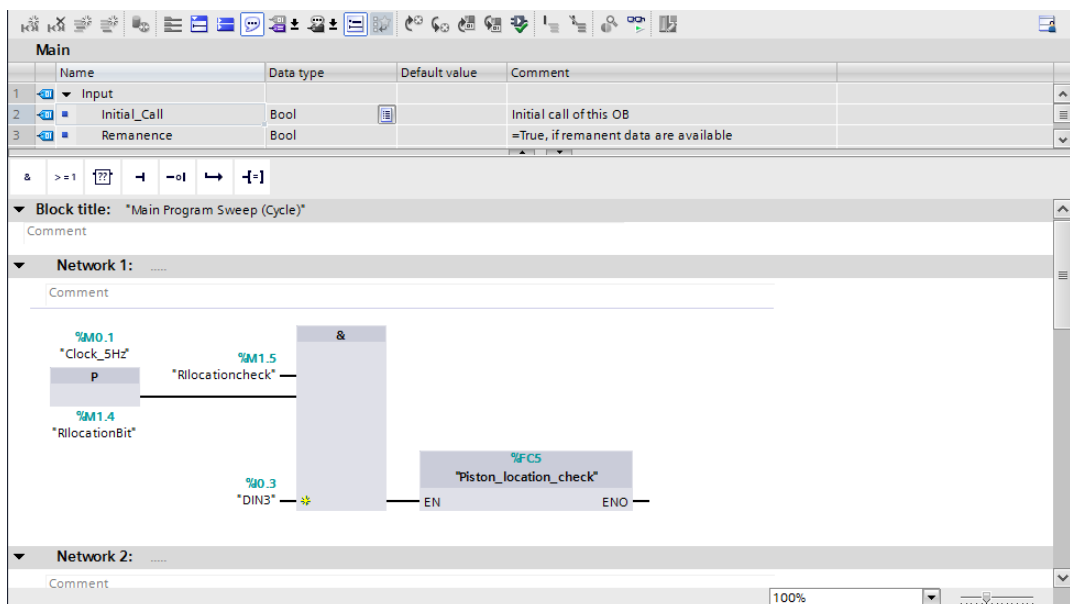
Tento grafický programovací jazyk je označován dvěma zkratkami, které vycházejí z anglického názvu Ladder Diagram zkratka LAD a německy Kontaktplan KOP. Program se základními logickými operacemi zobrazuje schéma ve formě obvyklé pro kreslení schémat při práci s reléovými a kontaktními prvky. Pouze symboly pro kontakty a cívky jsou zjednodušeny, aby mohly být vytvářeny semigraficky: spínací kontakty jako dvojice svislých čárek, rozpínací kontakt je navíc "přetržen" lomítkem, cívky jsou označovány dvojicí závorek. Funkční bloky (např. čítače, časovače) jsou kresleny jako obdélníkové značky. Instrukce, které nemají svou analogii v kontaktní symbolice (a těch bývá většina) se obvykle zobrazují jako dvojice závorek nebo obdélníková značka s vepsaným mnemokódem instrukce. Jazyk kontaktních schémat je výhodný při programování nejjednodušších logických a v případech, kdy s ním pracuje personál, který nezná (a nechce znát) tradiční počítačové programování. Je nezastupitelný při požadavku rychlého servisu, obzvláště pokud ladicí prostředky dovolují zvýraznit na schématu "vodivou cestu". Pak je nalezení závady na stroji (třeba vadného spínače) otázkou několika minut. Pokud v programu převažují složitější instrukce (třeba aritmetické instrukce nebo logické s vektorovými operandy, skoky a volání), pak je kontaktní schéma již násilné a postrádá svou názornost. [1]



Obr. 48. Programovací jazyk LAD

Jazyk logických schémat

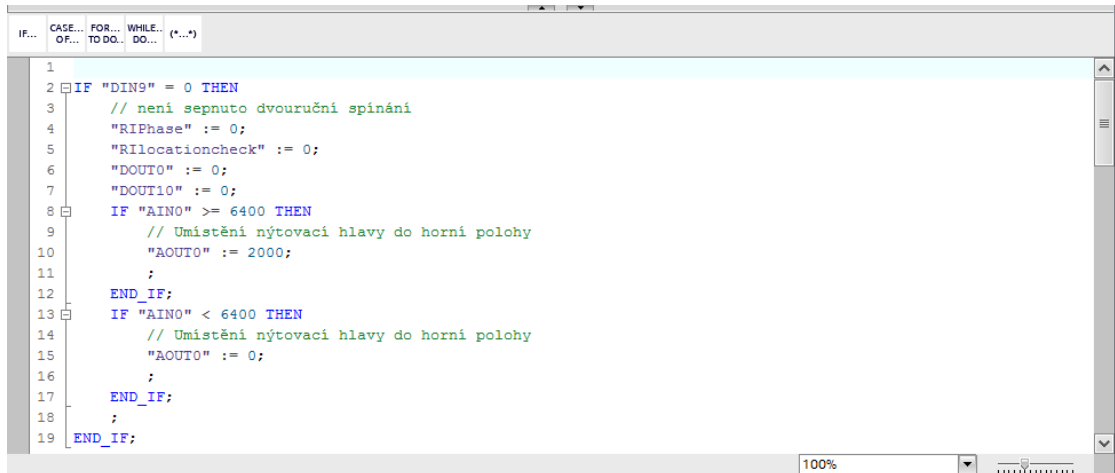
Jazyk funkčních bloků v angličtině Function Block Diagram je opět grafický programovací jazyk. Z anglického názvu vychází zkratka FBD, kterou je označován. Základní logické operace popisuje obdélníkovými značkami. Výška značky je přizpůsobena počtu vstupů. Své značky mají i ucelené funkční bloky, např. čítače, časovače, posuvné registry, paměťové členy, ale i aritmetické a paralelní logické instrukce. Vychází vstříc uživatelům zvyklým na kreslení organických schémat pro zařízení s integrovanými obvody. Obdobný, ale obecnější, jazyk se využívá při popisu a programování systémů, zpracovávajících analogové proměnné, při programování regulačních a měřicích úloh. [1]



Obr. 49. Programovací jazyk FBD

Jazyk strukturovaného textu

je obdobou vyšších programovacích jazyků pro PC (např. Pascal nebo C). Umožňuje úsporný a názorný zápis algoritmů.

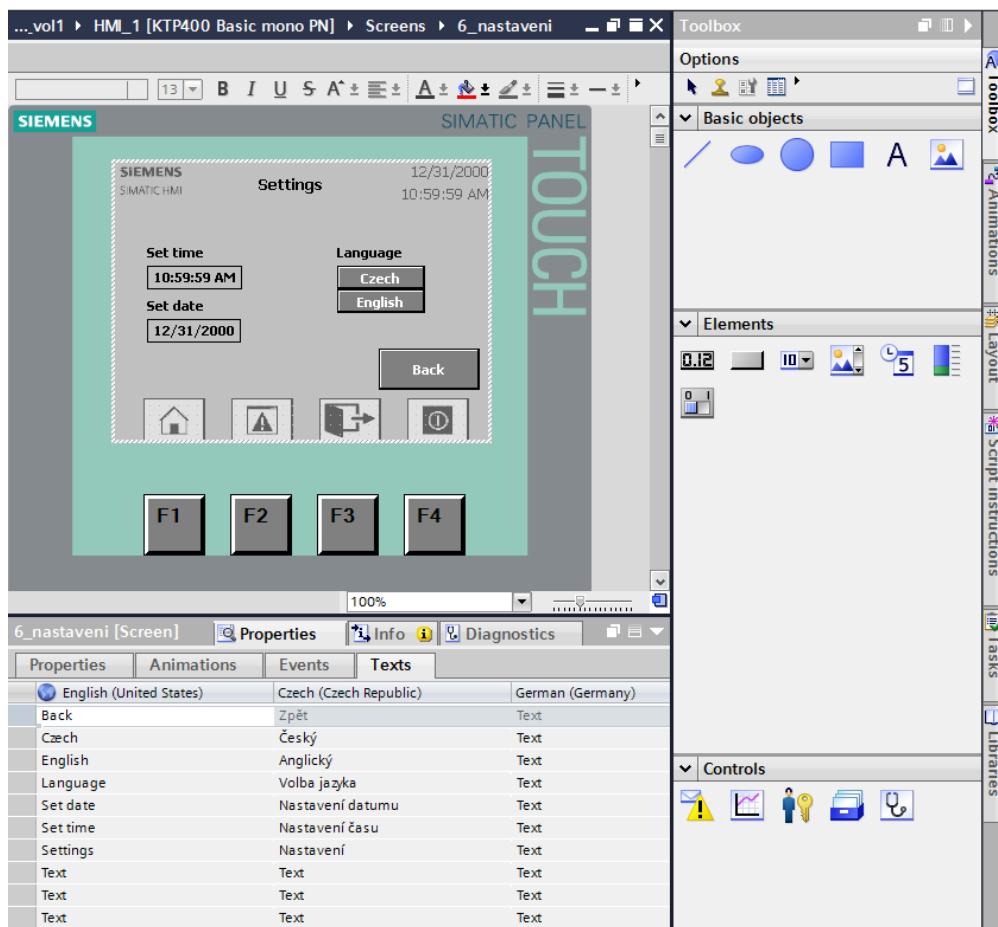


```
1
2 IF "DIN9" = 0 THEN
3   // není sepnuto dvouruční spínání
4   "RIPhase" := 0;
5   "RIlocationcheck" := 0;
6   "DOU10" := 0;
7   "DOU110" := 0;
8   IF "AIN0" >= 6400 THEN
9     // Umístění nýtovací hlavy do horní polohy
10    "ROU10" := 2000;
11    ;
12   END_IF;
13   IF "AIN0" < 6400 THEN
14     // Umístění nýtovací hlavy do horní polohy
15    "ROU10" := 0;
16    ;
17   END_IF;
18   ;
19 END_IF;
```

Obr. 50. Jazyk strukturovaného textu SCL

5.5 HMI

Programování HMI spočívá ve vytváření jednotlivých obrazovek, které se vzájemně propojí, vždy musí být jedna obrazovka nastavena jako hlavní, která se spustí při zapnutí HMI. Jednotlivé komponenty se na obrazovky přidávají pomocí panelu Toolbox, který je umístěn na pravé straně. Po přidání položky na obrazovku je potřeba ji nastavit. Kliknutím na položku se ve spodním panelu otevřou možnosti nastavení. Pro více jazyčné obrazovky je potřeba napsat překlady, tlačítkům nastavit akce provedené při stisku, také je potřeba nastavit vzhled jako je pozadí barva, velikost a styl písma. [4]



Obr. 51. Vytváření obrazovek HMI

Pro načtení proměnných z PLC je potřeba vytvořit nové proměnné v HMI, které jsou následně spojeny s proměnnými v PLC. Při konfiguraci nové proměnné je vždy potřeba nastavit datový typ, proměnná, ke které se připojí a rychlost obnovování. Minimální obnovovací čas je 100 ms, časy jsou postupně stupňovány až do 1 hodiny. [4]

Name	PLC n...	PLC tag	Address	Access mode	Acquisition cycle	Comment
AUTmode	PLC_1	AUTmode		<symbolic access>	1 s	
DISPRealLocation	PLC_1	DISPRealLocation		<symbolic access>	100 ms	
DISPRealPressure	PLC_1	DISPRealPressure		<symbolic access>	100 ms	
DISPRealValue	PLC_1	DISPRealValue		<symbolic access>	100 ms	
DISPSetPressure	PLC_1	DISPSetPressure		<symbolic access>	1 s	
DISPSetValue	PLC_1	DISPSetValue		<symbolic access>	1 s	

Obr. 52. Vytváření proměnných v HMI

6 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Pro řízení nýtovacího stroje bylo vytvořeno programové vybavení, které zajišťuje řízení nýtovacího procesu a komunikaci s uživatelem pomocí HMI, které zajišťuje veškeré nastavení a zobrazení informací.

6.1 Struktura programu

V této kapitole je popsáno jakým způsobem a pomocí jakých proměnných je realizováno programové vybavení nýtovacího stroje.

Proměnné

Jako první byly vytvořeny proměnné pro vstupy a výstupy PLC, aby bylo možné jejich využití v programu. Následující tabulka zobrazuje proměnné vstupů a výstupů. Z důvodu velikosti tabulky jsou v tabulce zobrazeny pouze využitě proměnné.

Tab. 10. Tabulka proměnných vstupů a výstupů PLC

Proměnná	Datový typ	Adresa paměti	Komentář
AIN0	Int	%IW64	Poloha nýtovací hlavy
AIN1	Int	%IW66	Tlak Proporcionálního ventilu
AOUT0	Int	%QW112	Nastavení tlaku
AOUT1	Int	%QW114	Analogový výstup
DIN0	Bool	%I0.0	Kanál A enkodéru
DIN1	Bool	%I0.1	Kanál B enkodéru
DIN3	Bool	%I0.3	Sepnutí napájení
DIN9	Bool	%I1.1	Dvouruční spínání
DOU0	Bool	%Q0.0	Nýtování dolů
DOU10	Bool	%Q8.0	Sepnutí motoru

Následující tabulka zobrazuje pomocné logické proměnné a proměnné systémového časovače, který využívá první bajt paměti pro generování PWM signálu o různých frekvencích. Tyto proměnné jsou užitečné, pokud je potřeba pravidelně spouštět programové bloky po určitém čase.

Tab. 11. Tabulka proměnných systémového časovače a pomocných proměnných

Proměnná	Datový typ	Adresa paměti	komentář
BOOL0	Bool	%M18.0	Logická 0
BOOL1	Bool	%M18.1	Logická 1
Clock_0.5Hz	Bool	%M0.7	PWM 0,5 Hz
Clock_0.625Hz	Bool	%M0.6	PWM 0,625 Hz

Proměnná	Datový typ	Adresa paměti	komentář
Clock_1.25Hz	Bool	%M0.4	PWM 1,25 Hz
Clock_10Hz	Bool	%M0.0	PWM 10 Hz
Clock_1Hz	Bool	%M0.5	PWM 1 Hz
Clock_2.5Hz	Bool	%M0.2	PWM 2,5 Hz
Clock_2Hz	Bool	%M0.3	PWM 2 Hz
Clock_5Hz	Bool	%M0.1	PWM 5 Hz
Clock_Byte	Byte	%MB0	

Další tabulka popisuje programové proměnné, které jsou použity v nýtovacích režimech.

Tab. 12. Tabulka programových proměnných

Proměnná	Datový typ	Adresa paměti	komentář
HSC_Value	DInt	%ID1000	Hodnota čítače elektromag. pásku
LEARNmode	Bool	%M1.2	Učící režim zapnut
LEARNmodeLength	Bool	%M58.5	Učící režim měřením vysunutí hlavy
LEARNmodeMan	Bool	%M58.3	Učící režim manuálně
LEARNmodeOverlap	Bool	%M58.4	Učící režim přesahem
MANmode	Bool	%M1.0	Manuální režim zapnut
MBClient	Word	%MW98	Proměnná síťové komunikace
MBRequest	Bool	%M102.0	Proměnná síťové komunikace
MBServer	Word	%MW100	Proměnná síťové komunikace
RICount	Int	%MW10	Hodnota čítače polohy nýtu
RIEngineOn	Bool	%M1.3	Proměnná pro sepnutí motoru
RIholdingPressure	Int	%MW38	Tlak udržující hlavu v horní poloze
RILearn	Int	%MW14	Pomocná proměnná
RILearnValue	Int	%MW16	Hodnota zanýtování
RILocation	Int	%MW12	Poloha nýtu
RIlocationBit	Bool	%M1.4	Pomocný bit
RILocationD	DInt	%MD50	Poloha nýtu
RIlocationcheck	Bool	%M1.5	Kontrola polohy nýtu
RIPhase	Int	%MW8	Fáze nýtovacího režimu
RIPresure	Int	%MW6	Nýtovací tlak
RIRequestedLocation	Int	%MW76	Požadovaná pozice nýtu
RIReturnPressure	Int	%MW36	Tlak pro vrácení hlavy
RIrivetedValue	DInt	%MD54	Hodnota zanýtování
RIStart	Int	%MW2	Počáteční hodnota
RIStartPressure	Int	%MW46	Hodnota přednastaveného tlaku
RIToLocation	Int	%MW68	Tolerance zanýtování reálná
RIToValue	Int	%MW70	Tolerance zanýtování reálná
RITopPosition	Int	%MW44	Pomocná proměnná
RIValue	Int	%MW4	Hodnota zanýtování
RIValueBit	Bool	%M1.6	Pomocná proměnná
RIVET_OK	Bool	%M58.0	Pomocná proměnná
RIsave	Bool	%M58.6	Uložení nýtu

Poslední tabulka zobrazuje proměnné, které slouží k zobrazení reálných hodnot na displeji HMI.

Tab. 13. Proměnné pro zobrazení reálných hodnot v HMI

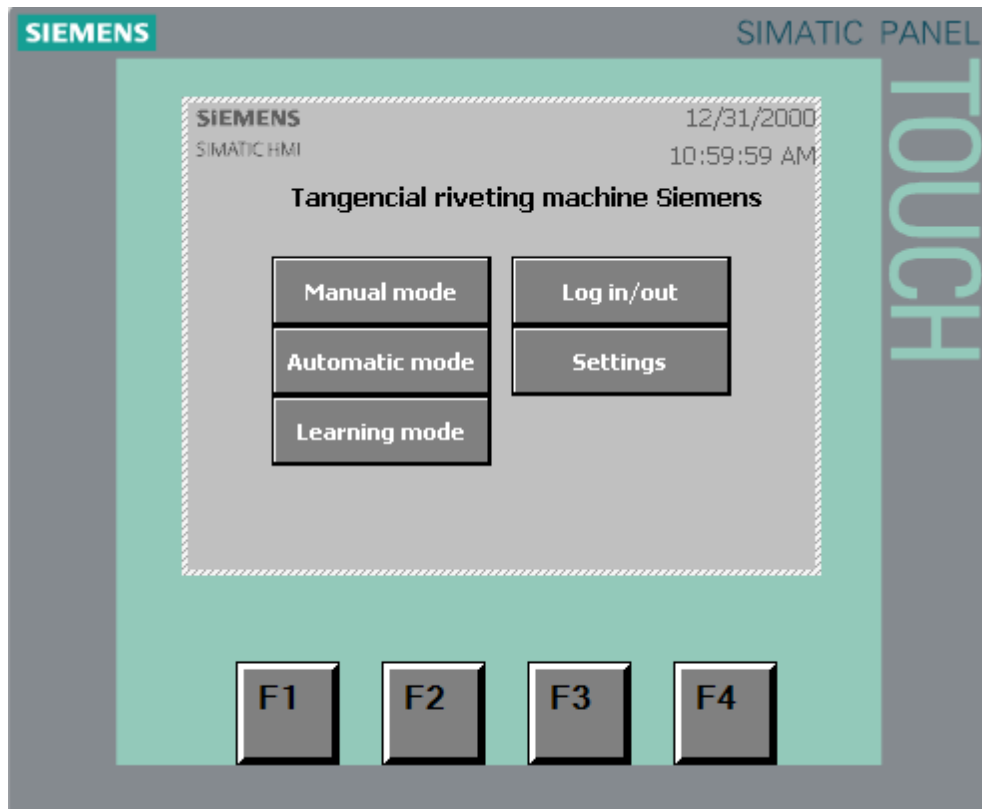
Proměnná	Datový typ	Adresa paměti	komentář
DISPRealLocation	Real	%MD20	Skutečná hodnota polohy hlavy
DISPRealPressure	Real	%MD28	Skutečná hodnota tlaku
DISPRealValue	Real	%MD40	Skutečná hodnota zanýtování
DISPSetLocation	Real	%MD72	Požadovaná reálná pozice nýtu
DISPSetPressure	Real	%MD24	Nastavení skutečné hodnoty tlaku
DISPSetTolLocation	Real	%MD60	Tolerance polohy nýtu reálná
DISPSetTolValue	Real	%MD64	Tolerance zanýtování reálná
DISPSetValue	Real	%MD32	Nastavení skutečné hodnoty zanýtování

Cyklus programu

Po zapnutí PLC je vždy jako první zavolán funkční blok OB 100, který je také nazýván Startup blok. Je proveden pouze jednou při spuštění PLC. Z tohoto důvodu je použit pro inicializaci veškerých potřebných proměnných. Po vykonání prvního bloku je spuštěn normální provoz PLC, kdy je neustále dokola prováděn základní blok OB 1 neboli Main, který vždy musí být naprogramován v grafickém programovacím jazyce. V tomto bloku dochází k rozhodování, které funkční bloky budou spuštěny, na základě proměnných, které nastaví uživatel pomocí HMI. Každý nýtovací režim má svůj samostatný funkční blok, který je napsán v jazyce strukturovaného textu. Bloky nýtovacích procesů rozhodují na základě stisknutého dvouručního spínání a nýtovací proces je rozdělen na několik fází najetí na nýt, kontrola polohy nýtu a zanýtování. Další blok, který je vykonáván každých 100 ms zajišťuje přepočítání reálných hodnot pro HMI. Síťová komunikace je zajištěna přímo v hlavním programovém bloku. Uložení nýtu je provedeno při změně logické proměnné RISave, detekcí náběžné hrany, která je nastavena v HMI, po uložení je proměnná vynulována.

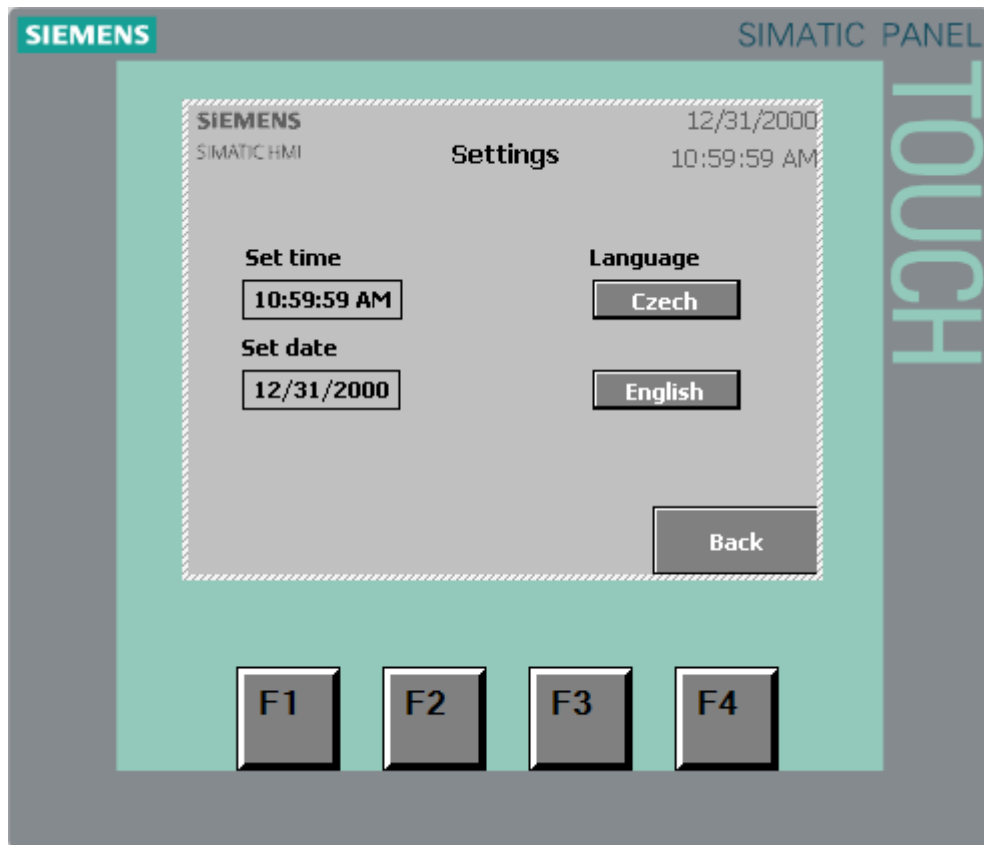
6.2 Ovládací rozhraní

Po zapnutí nýtovacího stroje se zobrazí úvodní obrazovka, ve které je možnost v levé části zapnutí nýtovacích režimů manuální automatický nebo učicí. Pravá část slouží pro spuštění uživatelské administrace a nastavení. Po stisku tlačítka Log in/out se zobrazí dialogové okno pro přihlášení nebo odhlášení uživatele. Pro přístup do manuálního a automatického režimu stačí uživatelská práva, pro všechny ostatní možnosti jsou potřeba administrátorská práva.



Obr. 53. Úvodní obrazovka HMI

V obrazovce nastavení je možnost nastavení data a času. Pro nastavení hodnoty stačí stisknout kolonku s časem nebo datem zobrazí se nové okno, kde je třeba doplnit zvolit potřebná hodnota a potvrdit uložení nové hodnoty. Pro nastavení obrazovky je zde možnost přepnutí mezi dvěma jazyky češtinou a angličtinou.

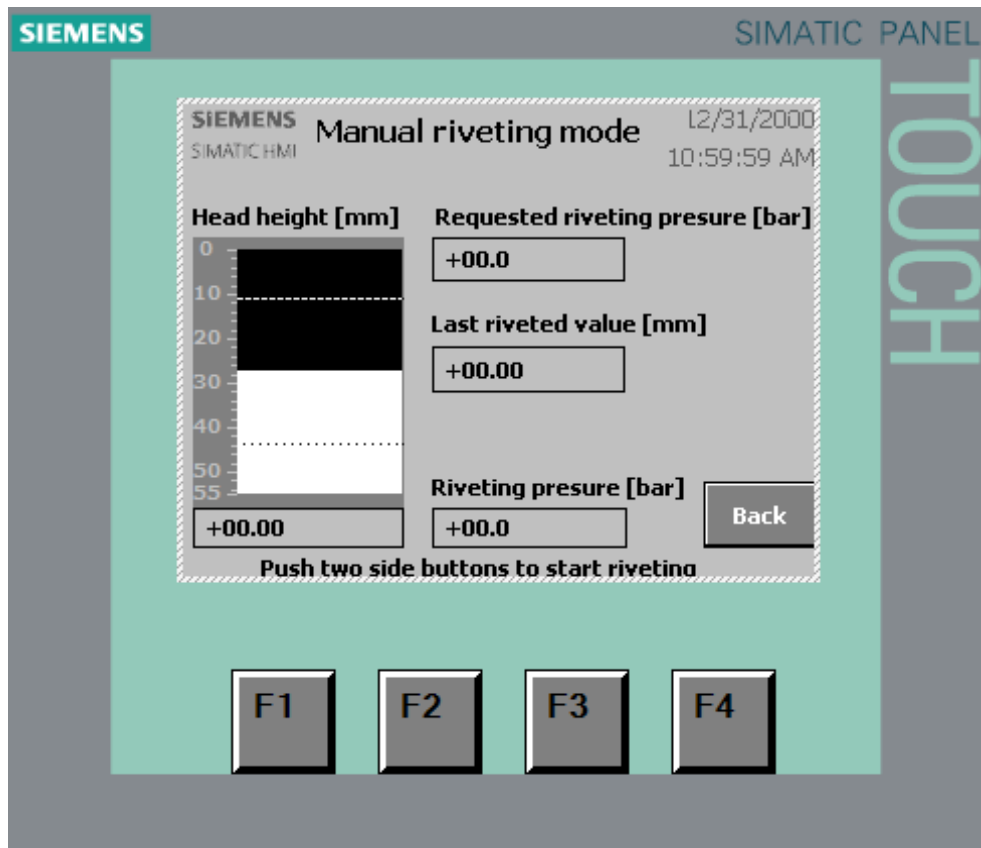


Obr. 54. Obrazovka nastavení HMI

6.3 Nýtovací programy

Manuální režim

Při využití manuálního nýtovacího režimu je potřeba nastavit pouze jeden parametr a tím je nýtovací tlak. Dobu nýtování ovládá uživatel stiskem dvou tlačítek na nýtovacím stroji. Při stisku obou tlačítek je zapnut motor a vysoký nýtovací tlak. Po uvolnění tlačítek je motor vypnut a nýtovací hlava se vrátí do původní polohy. Je zaznamenávána maximální hodnota vysunutí nýtovací hlavy, při opětovném sepnutí nýtovacího režimu je maximální hodnota vynulována.

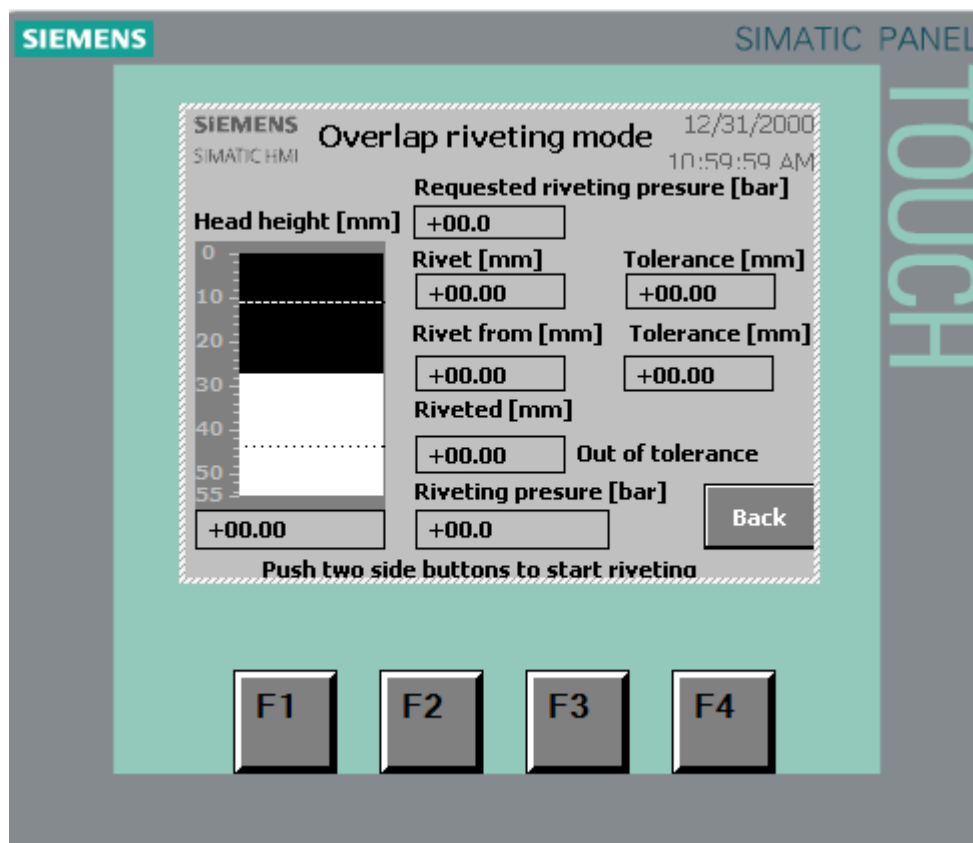


Obr. 55. Obrazovka manuálního režimu

Automatický režim měření přesahu

V tomto nýtovacím režimu se nastavuje pět parametrů nýtovacího procesu, jako první je potřeba nýtovací tlak. Druhý parametr je hodnota zanýtování a třetí je tolerance s jakou může být nýt zhotoven. Čtvrtý parametr určuje počáteční polohu nýtu a pátý toleranci polohy nýtu, pokud naměřená hodnota nebude odpovídat zadané, nýtovací proces neproběhne. Pokud počáteční poloha s tolerancí není zadána, hodnoty nejsou kontrolovány a nýtovací proces proběhne normálním způsobem. Při stisku dvouručního spínání je sepnut nízký nýtovací tlak, nýtovací hlava pomalu najede na nýt. Poloha nýtu je určena z rychlosti pohybu nýtovací hlavy, jakmile se nýtovací hlava zastaví na dobu 0,5 s je zaznamenána poloha nýtu. Poté je zapnut motor nýtovací jednotky, po rozběhnutí motoru je sepnut vysoký nýtovací tlak. Nýtovací hlava postupně vytváří závěrnou hlavu a je neustále měřena poloha, jakmile je dosaženo požadované hodnoty, je změněn směr nýtování a vypnut motor. Po vrácení nýtovací hlavy do základní polohy je sepnut nízký nýtovací tlak. Při vypínání motoru a změně směru nýtovací hlavy může dojít k přenýtování, proto je neustále kontrolována poloha nýtovací

hlavy a pokud dojde k přesazení tolerance, zobrazí se na displeji informace o nesplnění nastaveného parametru. Po dokončení nýtovacího procesu je zobrazena hodnota, o jakou byl nýt zanýtován.

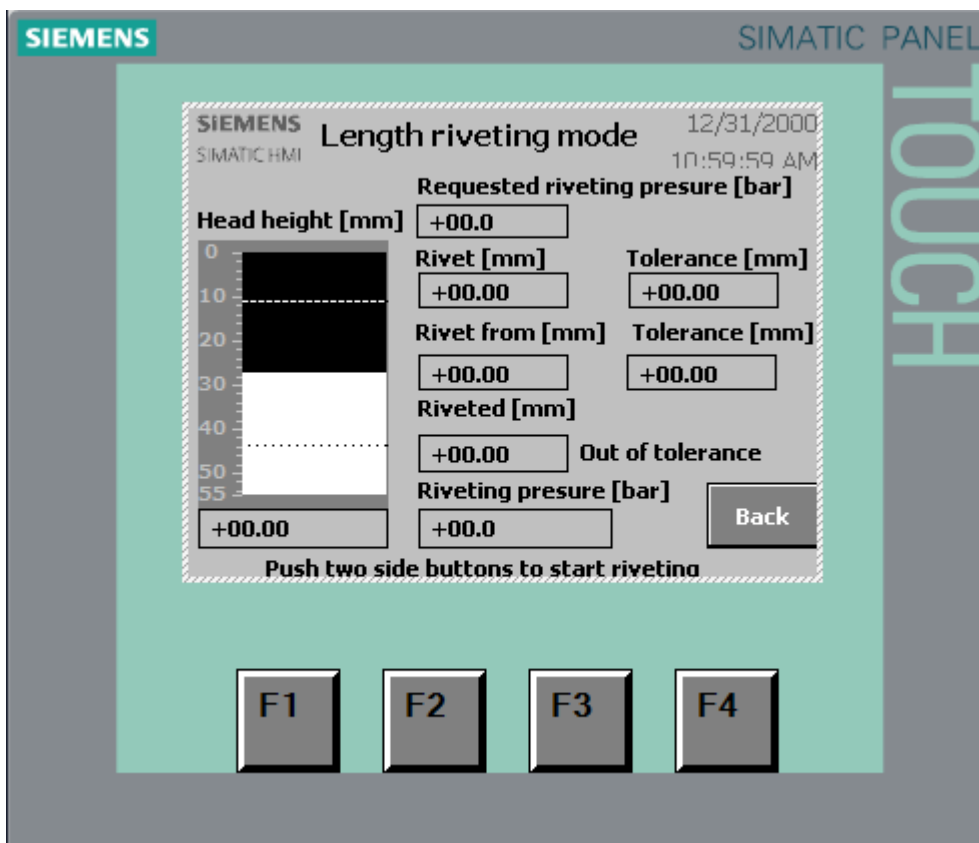


Obr. 56. Obrazovka automatického režimu měření přesahu

Automatický režim délkovým měřením

Tento nýtovací režim požaduje nastavení pěti parametrů nýtovacího procesu, jako první je potřeba nýtovací tlak. Druhý parametr je hodnota vysunutí nýtovací hlavy a třetí je tolerance s jakou může být hlava vysunuta. Čtvrtý parametr určuje počáteční polohu nýtu a pátý toleranci polohy nýtu, pokud naměřená hodnota nebude odpovídat zadané, nýtovací proces neproběhne. Pokud počáteční poloha s tolerancí není zadána, hodnoty nejsou kontrolovány a nýtovací proces proběhne normálním způsobem. Při stisku dvouručního spínání je sepnut nízký nýtovací tlak, nýtovací hlava pomalu najede na nýt. Poloha nýtu je určena z rychlosti pohybu nýtovací hlavy, jakmile se nýtovací hlava zastaví na dobu 0,5 s je zaznamenána poloha nýtu. Poté je zapnut motor nýtovací jednotky, po rozběhnutí motoru je sepnut vysoký nýtovací tlak. Nýtovací hlava postupně vytváří závěrnou hlavu a je neustále měřena poloha, jakmile je dosaženo požadované hodnoty, je změněn směr nýtování a vypnut motor. Po vrácení nýtovací hlavy do základní polohy je sepnut nízký nýtovací tlak. Při vypínání motoru a

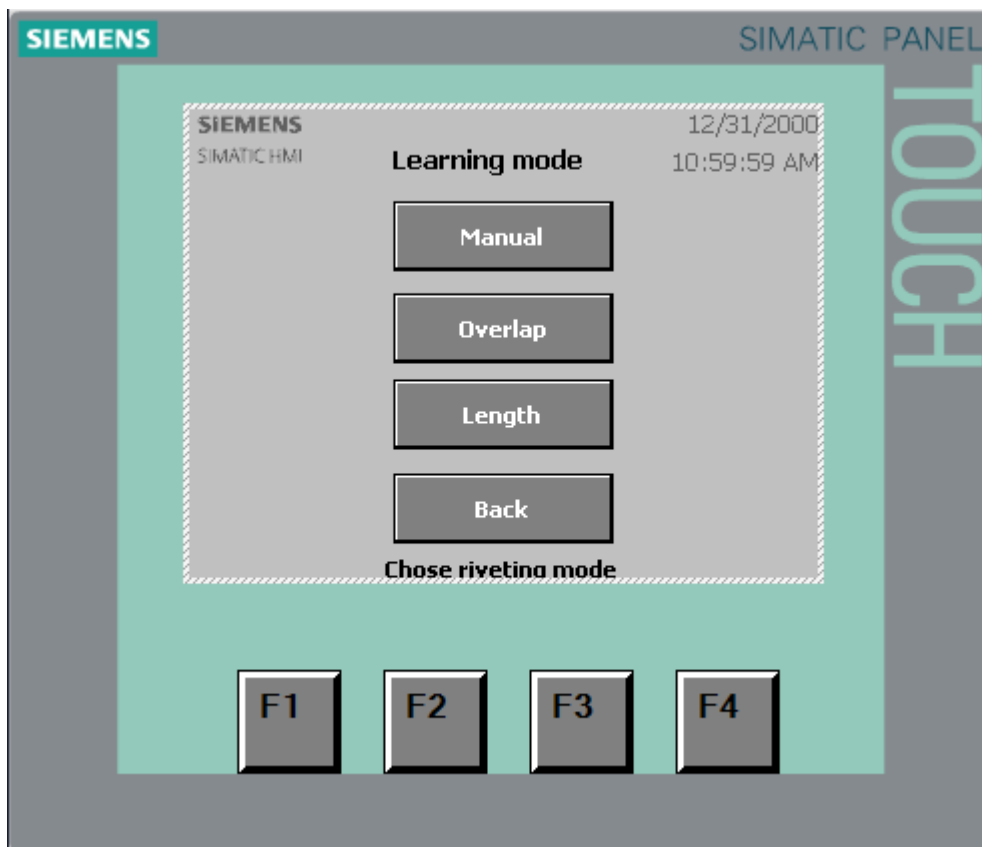
změně směru nýtovací hlavy může dojít k přenýtování, proto je neustále kontrolována poloha nýtovací hlavy a pokud dojde k přesažení tolerance, zobrazí se na displeji informace o nesplnění nastaveného parametru. Po dokončení nýtovacího procesu, je zobrazena hodnota, o jakou byl nýt zanýtován.



Obr. 57. Obrazovka automatického režimu s délkovým měřením

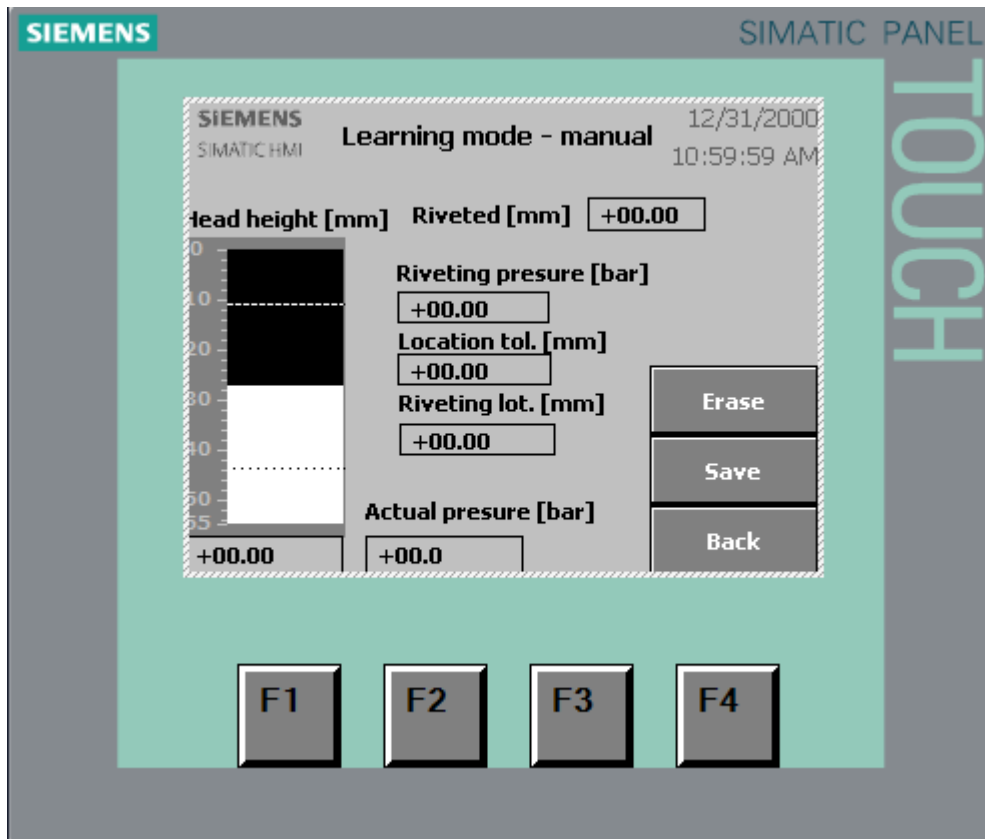
Učící režim

Po spuštění učícího režimu se zobrazí obrazovka, ve které je třeba vybrat, jakým způsobem bude nýt zanýtován. Na výběr jsou tři možnosti manuální, měřením přesahu a měřením délky vysunutí nýtovací hlavy.



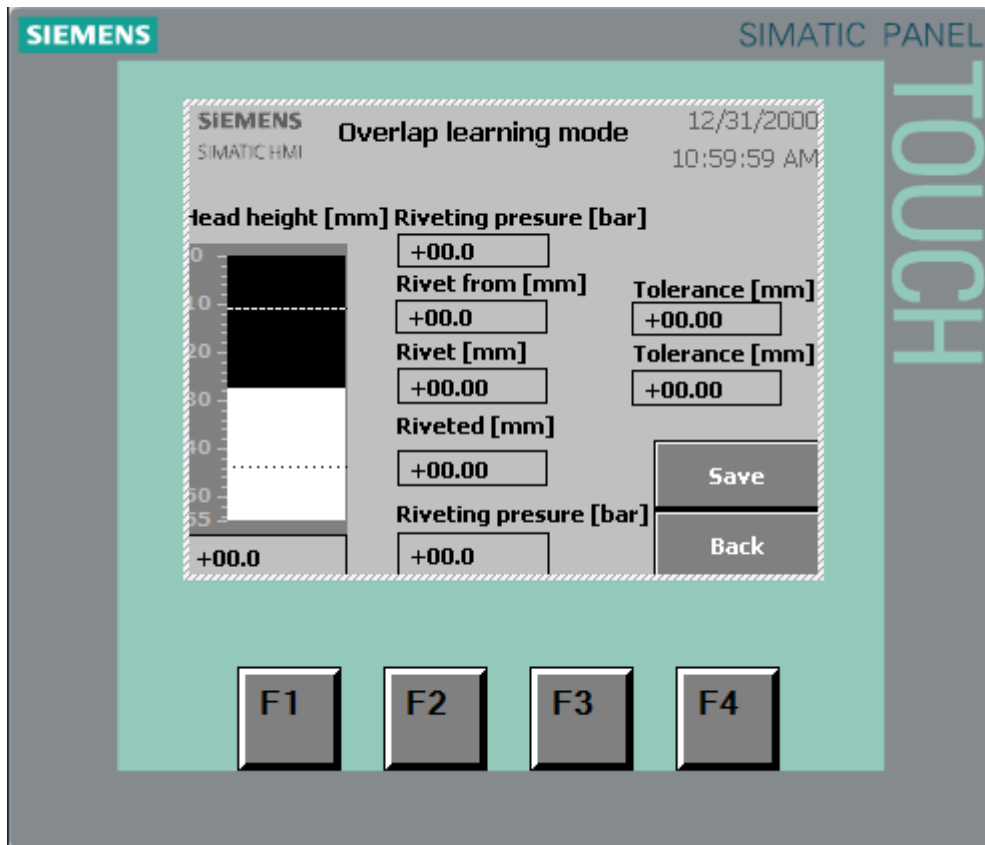
Obr. 58. Výběr učicího režimu

Manuální učicí režim vyžaduje tři parametry nýtovací tlak, tolerance polohy nýtu a zanýtování. Při stisku dvouručního spínání se sepne nízký tlak, nýtovací hlava najede na nýt, změří se poloha a následně se sepne motor a vysoký nýtovací tlak a hodnota zanýtování se zaznamenává. Po puštění dvouručního spínání se přepne směr nýtování a hlava vyjede nahoru, aby nýt mohl být zkontrolován. Dalším stiskem dvouručního spínače nýtování pokračuje, a pokud je hodnota zanýtování vyšší, než původní, je zaznamenávána. Jakmile nýt odpovídá požadovanému tvaru, může se režim uložit, pokud byl nýt příliš zanýtován je potřeba měření vymazat a proces nýtování opakovat s novým nýtem.



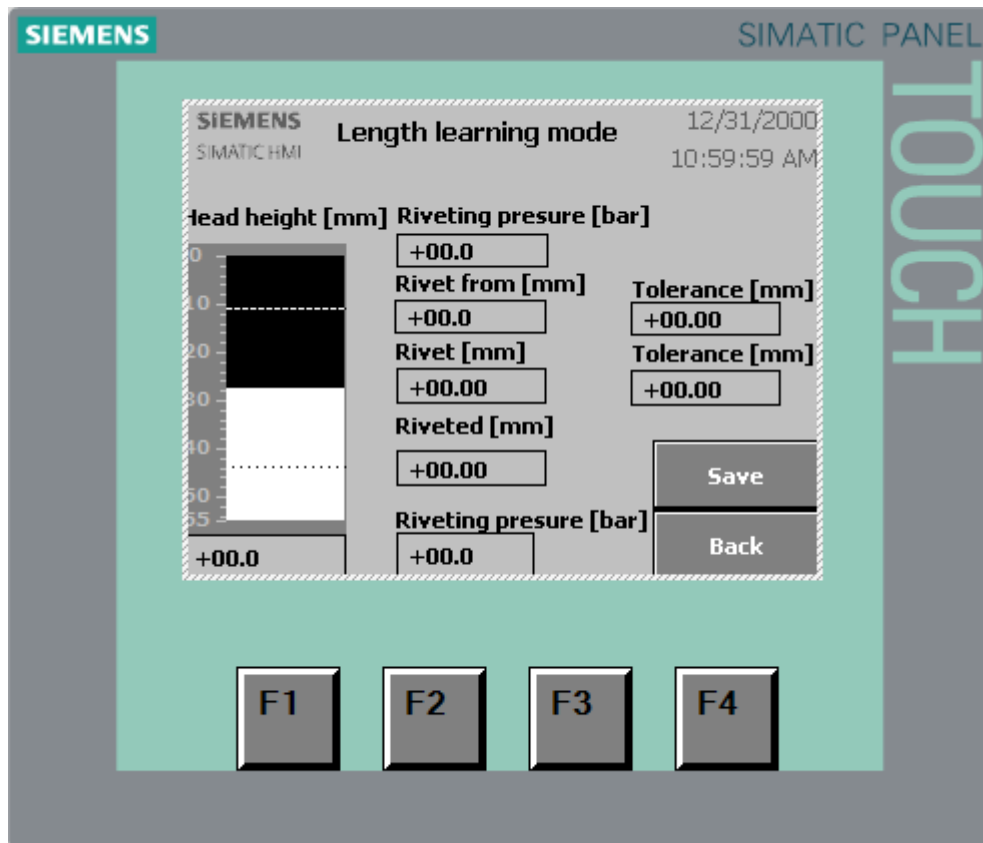
Obr. 59. Manuální učící režim

Přesahový nýtovací režim se nastavuje pomocí čtyř parametrů nýtovacího procesu, jako první je nýtovací tlak. Druhý parametr je hodnota zanýtování a třetí je tolerance s jakou může být nýt zhotoven. Čtvrtý parametr určuje toleranci polohy nýtu. Při stisku dvouručního spínání je sepnut nízký nýtovací tlak, nýtovací hlava pomalu najede na nýt. Poloha nýtu je určena rychlostí pohybu nýtovací hlavy, jakmile se nýtovací hlava zastaví na dobu 0,5 s je zaznamenána poloha nýtu. Poté je zapnut motor nýtovací jednotky, po rozběhnutí motoru je sepnut vysoký nýtovací tlak. Nýtovací hlava postupně vytváří závěrnou hlavu a je neustále měřena poloha, jakmile je dosaženo požadované hodnoty, je změněn směr nýtování a vypnut motor. Po vrácení nýtovací hlavy do základní polohy je sepnut nízký nýtovací tlak.



Obr. 60. Učící režim měřením přesahu

Nýtovací režim s měřením délky vysunutí nýtovací hlavy požaduje nastavení čtyř parametrů nýtovacího procesu, jako první je potřeba nýtovací tlak. Druhý parametr je hodnota vysunutí nýtovací hlavy a třetí je tolerance s jakou může být hlava vysunuta. Čtvrtý parametr určuje toleranci polohy nýtu. Při stisku dvouručního spínání je sepnut nízký nýtovací tlak, nýtovací hlava pomalu najede na nýt. Poloha nýtu je určena pomocí rychlosti pohybu nýtovací hlavy, jakmile se nýtovací hlava zastaví na dobu 0,5 s je zaznamenána poloha nýtu. Poté je zapnut motor nýtovací jednotky, po rozběhnutí motoru je sepnut vysoký nýtovací tlak. Nýtovací hlava postupně vytváří závěrnou hlavu a je neustále měřena poloha, jakmile je dosaženo požadované hodnoty, je změněn směr nýtování a vypnut motor. Po vrácení nýtovací hlavy do základní polohy je sepnut nízký nýtovací tlak. Pokud je zanýtovaný nýt v pořádku může být uložen tlačítkem uložit. Pokud nýt neodpovídá, musí být parametry pozměněny a nýtování opakovat.



Obr. 61. Učící režim měřením vysunutí hlavy

Ukládání parametrů nýtů

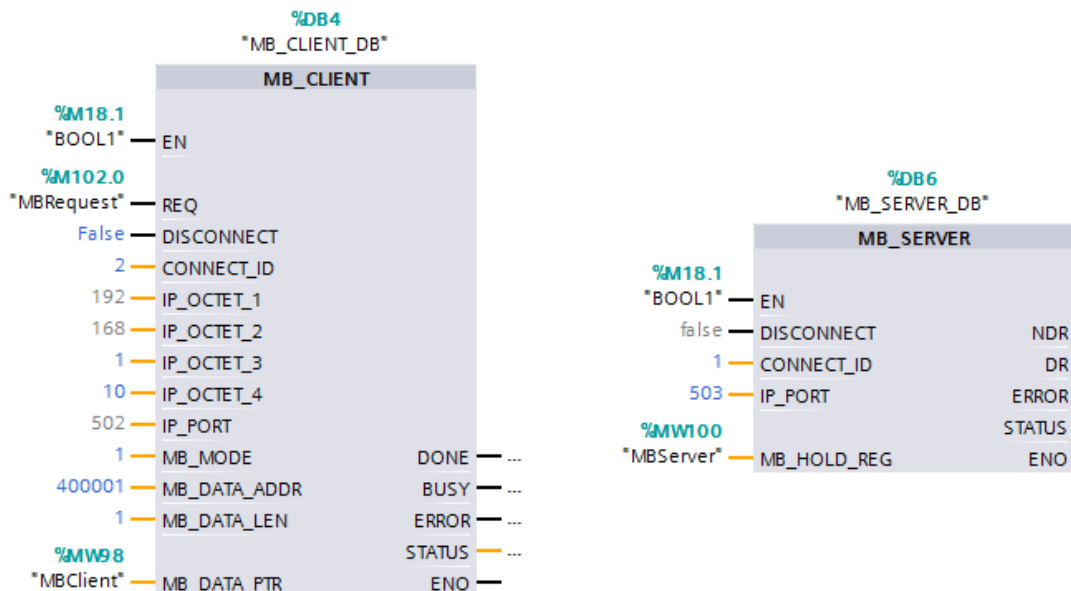
Pro ukládání jednotlivých nýtů je vytvořen datový blok, do kterého lze uložit až 50 nýtů. U každého ukládaného nýtu je vytvořeno ID a jsou uloženy všechny potřebné informace pro zhotovení nýtu. Větší paměť s použitým HMI nemá smysl, protože použité HMI neumožňuje tabulkově zobrazit jednotlivé nýty a zvolit nýt. K datům však lze přistoupit pomocí síťové komunikace. Kdy uložené nýty mohou být nahrány z PLC na server a pak následně nahrány informace pro výrobu nýtu zpět do PLC. Tento způsob má výhodu v tom, že nýt stačí vytvořit pouze v jednom PLC a pokud je vyráběn na více strojích může být ze serveru do všech strojů nahrán.

SavedRivets								
	Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Visible in ...	Setpoint	Comment
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	ID	Array[0..50] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ID nýtu
3	Rlmode	Array[0..50] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jméno nýtu
4	Rlpressure	Array[0..50] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nýtovací tlak
5	Rlvalue	Array[0..50] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hodnota za nýtování
6	Rlvalue_tolerance	Array[0..50] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tolerance za nýtování
7	Rlstart	Array[0..50] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Počáteční poloha
8	Rlstart_tolerance	Array[0..50] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tolerance počáteční polohy

Obr. 62. Datový blok pro uložení nýtů

Komunikace se serverem

Komunikace se serverem je realizována pomocí specializovaných bloků MB_Server, který umožňuje přístup do paměti PLC a MB_Client sloužící k odesílání dat do serveru. Tato komunikace probíhá na protokolu Modbus TCP.



Obr. 63. Bloky MB_Server a MB_Client

6.4 Ověření funkce nýtování

Po zapojení PLC a vytvoření prvních nýtovacích režimů je nutné ověřit funkce nýtování a jejich přesnost. Pro měření jsou použity senzory nýtovacího stroje a pro manuální ověření je použito digitální posuvné měřítko s přesností měření $\pm 0,03$ mm.

Nejprve je změřen nýt v nezánýtovaném stavu a následně hodnota ověřena pomocí senzorů PLC. Poté je nýt zánýtován o požadovanou hodnotu. Naměřené hodnoty senzorů se shodují s hodnotami naměřenými manuálně v rámci tolerancí měření.

Při dosažení požadované polohy je vždy krátká prodleva reakce elektromagnetického ventilu, než se nýtovací tlak sníží natolik, aby se zastavil proces tváření nýtu. Z tohoto důvodu dochází k přenýtování. Hodnoty přenýtování jsou silně závislé na nastavení nýtovacího tlaku a rychlosti nýtovací hlavy. Při použití vysokého tlaku s maximální rychlostí nýtovací hlavy dochází k přenýtování až 2 mm pomocí nastavení nýtovacího tlaku a rychlosti nýtovací hlavy je možné hodnotu přenýtování snížit až k hodnotě 0,1 mm.

Tato kontrola však není ideální, protože nýty jsou nýtovány naprázdno, nespojují dva nebo více dílců. To způsobí, že nýt zanýtovaný na požadovanou hodnotu není zapřen o spojované dílce a tím pádem neklade takový odpor, jaký by v reálném provozu kladl. Z tohoto důvodu by bylo ideální pro kontrolu nýtovacích procesů nasadit nýtovací stroj do testovacího provozu, kde by se nýtovací procesy prověřily na různých typech nýtů a na základě informací zjištěných z testování, nýtovací programy upravit.

7 MOŽNOSTI VYLEPŠENÍ

Při práci s nýtovacím strojem bylo zjištěno, že některé součásti stroje nejsou ideální pro toto zařízení. Z tohoto důvodu byly nalezeny alternativní řešení nebo dodatečný hardware, který by zvýšil kvalitu a schopnosti nýtovacího stroje.

Nýtovací režimy

Současný nýtovací stroj vykonává nýtovací režimy na základě senzorů měřících pohyb nýtovací hlavy. Konkurenční stroje dokáží nýtovat například pomocí časovačů, v tomto případě však časovače využít nelze, protože nýtovací jednotka je vybavena manuálním ventilem pro regulaci průtoku vzduchu, což má za následek změnu rychlosti nýtování a tím změnu času nýtování. Zbývá tedy poslední možnost měření pomocí nýtovacího tlaku.

Pro měření nýtovacího tlaku by mohl být využit například tlakový senzor SPTW-P10R-G14-VD-M12 od výrobce Festo, který měří tlak 0 až 10 barů s přesností 1 % a výstupní analogový signál lze připojit na analogový vstup PLC.



Obr. 64. Tlakový senzor [16]

Síťové připojení

PLC Siemens obsahuje pouze jeden ethernetový konektor, který je využit pro připojení HMI. Z tohoto důvodu bude nutné pro síťovou komunikaci se serverem tento problém vyřešit signální kartou nebo do rozvaděče umístit switch, který bude cenově přijatelnější.

HMI

HMI použité v nýtovacím stroji je základní model minulé generace panelů značky Siemens. Hlavním nedostatkem je problém se zobrazováním a správou nýtovacích režimů a uložených nýtů. Výměnou HMI by bylo možné tento problém vyřešit.

TP 700 Comfort

7" barevný TFT displej, 800 x 480 bodů, 2 x RJ 45 Ethernet pro PROFINET (s integrovaným switchem), 1 x RS 485/422 pro PROFIBUS/MPI, 2 x USB a 2 x SD slot. Využití tohoto HMI by zaručilo mnohem větší možnosti nýtovacího stroje. Barevný displej je mnohem přehlednější. Rozšířená konektivita by umožnila umístění paměťové karty, na kterou by mohly být zaznamenávány průběhy jednotlivých nýtování. Dva ethernetové porty také nahradí potřebu switche nebo signálové karty pro komunikaci se serverem. Také by bylo možné využít další možnosti zálohování pomocí USB flash disku nebo přenášení uložených nýtů na jiné stroje. Nevýhodou tohoto řešení by byla podstatně vyšší cena HMI.



Obr. 65. HMI TP 700 Comfort [14]

ZÁVĚR

Cílem této práce byla inovace radiálního nýtovacího stroje pomocí programovatelného automatu a HMI od výrobce Siemens. Programové vybavení nýtovacího stroje mělo obsahovat manuální a automatický režim nýtování a grafické prostředí realizované pomocí HMI pro komunikaci s uživatelem.

Nejdříve bylo nutné seznámení s postupy nýtování a možnostmi konkurenčních nýtovacích strojů. Poté následovala analýza původního nýtovacího stroje vybaveného PLC Unitronics. Analýzou původního stroje byly zjištěny požadavky na řízení nýtovacího stroje. Poté bylo možné demontovat PLC a nevyužité vybavení rozvaděče. Rozvaděč byl osazen novým PLC Siemens. Aby bylo možné řídit nýtovací proces bylo nutné PLC Siemens rozšířit pomocí karty s analogovými výstupy. Následovalo testování funkčnosti nýtovacího stroje s novým hardwarem. Při testování bylo zjištěno, že původní senzor měřící polohu nýtovací hlavy nedosahoval požadované přesnosti a bylo nutné nýtovací stroj vybavit novým odměřováním. To bylo zajištěno pomocí dvoukanálového lineárního enkodéru.

Po kontrole funkčnosti bylo možné pokračovat s tvorbou programového vybavení, to bylo programováno pomocí automatizačního softwaru TIA Portal, který slouží k programování veškerého automatizačního vybavení společnosti Siemens. Pro komunikaci s uživatelem bylo v HMI vytvořeno uživatelské menu, které slouží k orientaci mezi nýtovacími programy a nastavením parametrů nýtovacích procesů. V PLC byl vytvořen program řídicí nýtovací procesy. Bylo vytvořeno několik nýtovacích režimů. Jako první režim byl realizován manuální režim. Následovaly dva automatické režimy s rozdílným způsobem odměřování nýtů. Na základě těchto nýtovacích režimů byl vytvořeny učící režimy, které slouží k vytvoření nýtů a možností je uložit do paměti PLC. Program musel být také vybaven funkcemi pro převod hodnot senzorů pro zobrazení na HMI a převod požadovaných hodnot z HMI na hodnoty použitelné v programu, také byla připravena síťová komunikace pro budoucí připojení k serveru. Jednotlivé nýtovací režimy byly testovány a byla zhodnocena jejich funkčnost.

Při práci na nýtovacím stroji došlo k několika omezením hardwarem, z tohoto důvodu byly vytvořeny návrhy na možnosti vylepšení nýtovacího stroje s využitím senzorů snímání tlaku a HMI novější generace pro možnost vytvoření nových nýtovacích režimů a lepším způsobem zobrazení informací na displeji HMI, a tím zvýšili konkurenceschopnost nýtovacího stroje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠMEJKAL, Ladislav. PLC a automatizace. 2. díl, Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 207 s. ISBN 80-7300-087-3.
- [2] HRUŠKA, František a Ladislav ŠMEJKAL. Technické prostředky informatiky a automatizace: (úvod, popis funkce, konstrukce a aplikace). Vyd. 1. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 193 s. ISBN 978-807-3185-350.
- [3] SIEMENS. SIMATIC: S7-1200 Programmable controller [online]. 2012 [http://cit. 2015-02-02](http://cit.2015-02-02). Dostupné z: <http://shiva.pub.ro>
- [4] SIEMENS. SIMATIC: WinCC Basic V12.0 [online]. 2013 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://automation.siemens.com>
- [5] Nýtové stroje [online]. 2015 [cit. 2015-05]. Dostupné z: http://mechmes.web-snadno.cz/dokumenty/pri-s-10_nytovespoje.pdf
- [6] Spoje a spojovací součásti [online]. 2015 [cit. 2015-05]. Dostupné z: http://web.spssbrno.cz/web/DUMy/SPS,%20MEC,%20CAD/VY_32_INOVACE_13-18.pdf
- [7] Nerozebíratelné spoje [online]. 2015 [cit. 2015-05]. Dostupné z: www.isstechn.cz/objekty/nerozebiratelne-spoje.ppt
- [8] Nýtovací stroje. Pramak [online]. 2011 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.pramark.cz/>
- [9] FMW-Friedrich. Nýtovací stroje [online]. 2015 [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://www.fmw-friedrich.de/>
- [10] Nýtovací jednotky. Pramak [online]. 2011 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.pramark.cz/>
- [11] Radiální nýtovací jednotky. OK-strojservis [online]. 2011 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.ok-strojservis.pl/>
- [12] Monitorování nýtovacího procesu. OK-strojservis [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.ok-strojservis.pl/>
- [13] Integrované funkce řídicího systému. SIMATIC S7-1200. Siemens [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: ww.siemens.com/answers/cz/cz/

[14] Basic panely. SIMATIC S7-1200. Siemens [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: [ww.siemens.com/answers/cz/cz/](http://www.siemens.com/answers/cz/cz/)

[15] Totally Integrated Automation Portal. SIMATIC S7-1200. Siemens [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: [ww.siemens.com/answers/cz/cz/](http://www.siemens.com/answers/cz/cz/)

[16] Výrobky. Festo [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.festo.com/>

[17] Linear bearingless encoders for cost-effective linear measurement. Baumer [online]. 2015 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.baumer.com/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PLC	Programovatelný automat
HMI	Rozhraní mezi člověkem a strojem
DC	Stejnoseměrné napětí
GND	Uzemění
CPU	Processor
RS	Sériová komunikace
USB	Univerzální sériová komunikace
SD	Secure digital paměťová karta

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. válcový čep [5]	10
Obr. 2. hranolovitý čep [5].....	10
Obr. 3. úprava trubkové součásti pro roznýtování [5]	10
Obr. 4. úprava trubkové součásti pro roznýtování [5]	11
Obr. 5. Konstrukční nýt[5].....	11
Obr. 6. Kotlový nýt [5]	11
Obr. 7. Zápustné nýty[5].....	12
Obr. 8. Speciální nýt[5].....	12
Obr. 9. Jednostřížné a dvojitřízonné nýtování [7]	13
Obr. 10. Řada nýtů [7]	13
Obr. 11. Rovnoběžné nýty[7]	13
Obr. 12. Střídavé uspořádání[7].....	13
Obr. 13. Přesazené desky[6]	14
Obr. 14. Jedna styková deska [6]	14
Obr. 15. Dvě stykové desky [6]	14
Obr. 16. Orbitální nýtování [8]	15
Obr. 17. Radiální nýtování [8].....	15
Obr. 18. Nýtovací jednotky Friedrich [9]	17
Obr. 19. Nýtovací jednotky Guilemin [10].....	18
Obr. 20. Nýtovací jednotky BalTec [11]	19
Obr. 21. Řídicí jednotka Friedrich [9]	21
Obr. 22. Řídicí jednotka Friedrich [9]	22
Obr. 23. Řídicí jednotka HPP-25 [12]	23
Obr. 24. Režimy odměřování [13].....	23
Obr. 25. Siemens CPU 1214C	25
Obr. 26. CPU s rozšiřujícími moduly	26
Obr. 27. HMI KPT400 Basic PN [14]	27
Obr. 28. HMI KPT400 Basic PN [14]	27
Obr. 29. Nýtovací stroj v původním stavu.....	30
Obr. 30. Proporcionální ventil [16].....	32
Obr. 31. Elektromagnetický ventil [16]	32
Obr. 32. Lineární enkodér a průběh signálu na kanálech [17].....	33

Obr. 33. Měření osciloskopem.....	34
Obr. 34. PLC Unitronics uvnitř rozvaděče	35
Obr. 35. Kompletní výbava PLC Unitronics	35
Obr. 36. Spodní řada komponent rozvaděče.....	36
Obr. 37. Prostřední řada komponent rozvaděče.....	36
Obr. 38. Zapojení PLC SIEMENS.....	38
Obr. 39. Vytvoření projektu.....	39
Obr. 40. Základní nastavení projektu.....	39
Obr. 41. Přidání zařízení do projektu.....	40
Obr. 42. Přidání zařízení do projektu.....	40
Obr. 43. Konfigurace HMI	41
Obr. 44. Zobrazení PLC s přidanými kartami	42
Obr. 45. Katalog karet a modulů.....	42
Obr. 46. Konfigurace PLC.....	43
Obr. 47. Vytvoření proměnných	44
Obr. 48. Programovací jazyk LAD	45
Obr. 49. Programovací jazyk FBD	46
Obr. 50. Jazyk strukturovaného textu SCL.....	47
Obr. 51. Vytváření obrazovek HMI.....	48
Obr. 52. Vytváření proměnných v HMI	48
Obr. 53. Úvodní obrazovka HMI.....	52
Obr. 54. Obrazovka nastavení HMI.....	53
Obr. 55. Obrazovka manuálního režimu.....	54
Obr. 56. Obrazovka automatického režimu měřením přesahu	55
Obr. 57. Obrazovka automatického režimu s délkovým měřením	56
Obr. 58. Výběr učicího režimu	57
Obr. 59. Manuální učicí režim	58
Obr. 60. Učicí režim měřením přesahu	59
Obr. 61. Učicí režim měřením vysunutí hlavy.....	60
Obr. 62. Datový blok pro uložení nýtů	60
Obr. 63. Bloky MB_Server a MB_Client	61
Obr. 64. Tlakový senzor [16].....	63
Obr. 65. HMI TP 700 Comfort	64

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Nýtovací jednotky Friedrich [9]	16
Tab. 2. Orbitální nýtovací jednotky Guileminn [10]	17
Tab. 3. Radiální nýtovací jednotky Guileminn [10]	17
Tab. 4. Nýtovací jednotky Guileminn s vysokým zdvihem [10].....	17
Tab. 5. Radiální jednotky BalTec [11]	18
Tab. 6. Radiální jednotky BalTec [11]	18
Tab. 7. Technické parametry	31
Tab. 8. Konektor proporcionálního ventilu	31
Tab. 9. Vstupy a výstupy PLC	37
Tab. 10. Tabulka proměnných vstupů a výstupů PLC.....	49
Tab. 11. Tabulka proměnných systémového časovače a pomocných proměnných ...	49
Tab. 12. Tabulka programových proměnných.....	50
Tab. 13. Proměnné pro zobrazení reálných hodnot v HMI	51

SEZNAM PŘÍLOH

- PI Projekt programu nýtovacího stroje
- PII Archivovaný projekt programu nýtovacího stroje
- PIII Schéma zapojení senzorů a akčních členů nýtovacího stroje

PŘÍLOHA P III: Schéma zapojení senzorů a akčních členů nýtovacího stroje

