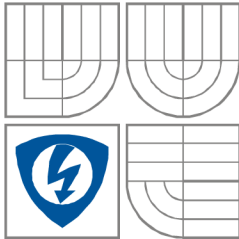




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

**ŘÍDICÍ SYSTÉM PRO SESTAVOVACÍ A TESTOVACÍ
AUTOMAT ELEKTRONIKY AUTOSEDAČEK**
CONTROL SYSTEM FOR ASSEMBLY AND TEST AUTOMATIC MACHINE FOR
ELECTRONICS OF CAR SEAT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

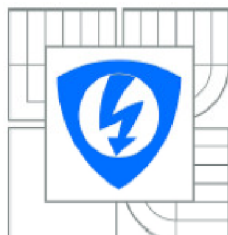
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ DOČKAL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PÁSEK, CSc.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Kybernetika, automatizace a měření

Student: Bc. Tomáš Dočkal

ID: 106184

Ročník: 2

Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Řídicí systém pro sestavovací a testovací automat elektroniky autosedaček

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Návrh, realizace a oživení řídicího systému pro automat provádějící skládání a testování elektroniky boxů vzduchových terminálů nastavujících vzduchové polštářky v sedačkách řidiče. Součástí návrhu budou funkční popisy, vývojové diagramy a uživatelské a komunikační programy zařízení. Dále budou specifikovány funkční bezpečnost, výrobní předpisy a plán údržby.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Internet – Siemens GmbH – Automation and Drivers.

DSM Mechatronic GmbH. DS 26 MDW. 2009. Dokument č. BA1550-e-0711-A.

DSM Mechatronic GmbH. Product information MultiClassic TA. 2009. Dokument č. PI0110-e-0711-B.

Internet – STÖGER AUTOMATION GmbH - Screw and assembly systems.

Interní směrnice vytváření telegramů pro traceability.

J. Pásek. Programovatelné automaty v řízení technologických procesů. Skriptum, VUT Brno, 2007.

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 21.5.2012

Vedoucí práce: Ing. Jan Pásek, CSc.

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Práce se zabývá definováním funkční bezpečnosti zařízení, vysledovatelností výrobku v podnikové databázi, vytvořením PLC programů pro řídicí systém testovacího zařízení a vytvořením ovládacího software pro operátorský panel. Práce je rozdělena do částí popisu koncepce stroje, popisu funkce ovládacího panelu a jeho funkčních tlačítek a popisu řídicího systému s ukázkami vytvořeného PLC programu. PLC program je napsán jazykem STL a FBD v prostředí STEP7. Závěrem práce je oživení a funkčnost zařízení.

Abstract

The thesis deals with definition of safety, traceability systems, creation of PLC programs for testing device control system and creation of Operator panel software. The thesis is divided into the machine specification and description, OP function description including function keys and the description of the control system with samples of the completed PLC program. The PLC program is written in STL and FBD language in STEP7. The conclusion describes functionality of the device.

Klíčová slova

Řídicí systém SIMATIC S7-300, ovládací dotykový panel TP 177B, PLC program, koncepce testovacího zařízení, funkční bezpečnost, vysledovatelnost, RFID komunikace, měřicí přístroje.

Keywords

The control system SIMATIC S7-300, operating touch panel TP 177B, PLC program, conception of the testing machine, safety, traceability, RFID communication, measuring instruments.

Bibliografická citace:

Bc. DOČKAL, T. *Řídicí systém pro sestavovací a testovací automat elektroniky autosedaček*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 96s. Vedoucí diplomové práce byl Ing. Jan Pásek, CSc.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Řídicí systém pro sestavovací a testovací automat elektroniky autosedaček jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **30. dubna 2012**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Páskovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne: **30. dubna 2012**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	12
2	Popis montážního zařízení	13
2.1	Stručná charakteristika zařízení	13
2.2	Popis výrobků	13
2.3	Koncepce stroje a prostorové rozmístění stanic	15
2.3.1	Bezpečnostní kryty a brány	15
2.3.2	Rozmístění montážních, testovacích a funkčních stanic zařízení	16
2.4	Popis jednotlivých stanic a částí zařízení	19
2.4.1	Montážní a testovací stanice	19
2.4.2	Poziční systémy, transfer	24
2.4.3	Dotykový ovládací panel	24
2.4.4	Vzduchotechnika	25
3	Identifikační systémy	26
3.1	Traceability - vysledovatelnost	26
3.2	RFID	26
4	Funkční bezpečnost	28
4.1	Definice základních pojmů	28
4.2	Životní cyklus celkové bezpečnosti	29
4.3	Bezpečnostní kategorie	31
4.3.1	Stanovení úrovně SIL	31
4.4	Bezpečnostní prvky na zařízení	32
5	Úzké místo	34
5.1	Definice pojmu „úzké místo“	34
5.2	Úzké místo tohoto zařízení	34
5.3	Globální náhled	34
6	Popis jednotlivých sekvencí v automatickém režimu	35
6.1	Sekvence montážních a testovacích stanic	35
6.1.1	Kroky stanice 1 – Zakládací stanice	35
6.1.2	Kroky stanice 2 – Kompletace výrobku, testování, zápis DMC cívky	36
6.1.3	Kroky stanice 3 – Interlocking, založení DPS	37
6.1.4	Kroky stanice 4 – První šroubovací stanice	38
6.1.5	Kroky stanice 5 – Druhá šroubovací stanice, trace	38
6.1.6	Kroky stanice 6 – Rezervní prázdná stanice	39

6.1.7	Kroky hlavního transferu vozíků.....	39
7	Strojní elektrický šroubovák s automatickým podavačem šroubů	40
7.1	Řídicí jednotka DSM.....	40
7.1.1	Nastavení výstupů DSM jednotky	40
7.2	Automatický podavač šroubů Stöger	42
7.3	Proces a fáze šroubování, standardy pro elektrický šroubovací systém.....	42
7.3.1	Trhací zkoušky, nastavení parametrů.....	44
7.4	Programy šroubování	47
7.4.1	Tvorba šroubovacího programu	47
8	Řízení stroje.....	48
8.1	Programovatelný automat PLC (Programmable Logic Controller)	48
8.2	Komunikační rozhraní.....	49
8.2.1	Profibus DP	49
8.2.2	MPI.....	49
8.2.3	Průmyslový Ethernet.....	49
8.2.4	Sériové rozhraní RS 232-C	49
9	Vývojové prostředí Step 7.....	51
9.1	Hardwarová konfigurace	51
9.2	HW konfigurace PLC ve vývojovém prostředí Step 7.....	52
9.3	Vývojové prostředí WinnCC Flexible	54
10	Program řízení chodu stroje	56
10.1	Zápis a vyčítání hodnot šroubování	56
10.2	Traceability – vytvoření telegramu	57
10.2.1	Částí telegramu.....	58
10.2.2	Tvorba telegramu	58
10.2.3	Výsledný telegram	58
10.3	Sekvencer RFID.....	59
10.4	Reakce na chybové stavy	61
11	Nastavení ostatních prvků stroje	62
11.1	Osový systém SMC.....	62
11.2	Skenery Datalogic Matrix 200	62
12	Závěr.....	65
13	Přílohy	66
13.1	Vývojové diagramy	66
13.2	Ukázky obrazovek ovládacího dotykového panelu.....	89

13.3	Fotodokumentace zařízení	92
13.4	Výrobní předpis a plán údržby	95
14	Literatura	96

Seznam obrázků

Obrázek 1: Řídicí jednotka AMKS ECU (9 Valves) BR222/217 a příslušná řídicí masážní jednotka Massage (14 Valves) BR222/217	14
Obrázek 2: Řídicí jednotka MKS ECU (4 Valves) BR166/205/222-Fond a příslušná řídicí masážní jednotka Massage (7 Valves) BR166/205	14
Obrázek 3: Zapojení AMKS + MKS s masážní funkcí.....	15
Obrázek 4: Rozmístění stanic a transferů - horní pohled	17
Obrázek 5: Rozmístění stanic a transferů - spodní pohled	18
Obrázek 6: Optoelektronický laserový difuzní snímač WTB8L-P2131	19
Obrázek 7: Tenzometrický snímač síly EMS 100 s převodníkem EMS 168	20
Obrázek 8: Snímač tlaku UNIK 5000	20
Obrázek 9: Stanice 2 – kompletace kusu, test těsnosti cívek, síly zalisování distributoru a DMC cívek	21
Obrázek 10: Lineární optoelektronický laserový snímač OD2-P50W10IO.....	22
Obrázek 11: Stanice 4 – šroubovací stanice s automatickým systémem Stöger	22
Obrázek 12: Stanice 5 – druhá šroubovací stanice, zápis dat výrobku do databáze	23
Obrázek 13: Ovládací panel Simatic, typ TP177B 6" color PN/DP	24
Obrázek 14: Osazený komunikační modul BL20 s rozhraním Profibus.....	27
Obrázek 15: Ukázka vyzařovací směrové charakteristiky R/W hlavy a tagu	27
Obrázek 16: Životní cyklus celkové bezpečnosti	30
Obrázek 17: Schéma určení úrovně SIL.....	31
Obrázek 18: Úrovně integrity bezpečnosti – četnost nebezpečných poruch pro průběžný provoz	32
Obrázek 19: Řídicí jednotka DSM Classic - Gold line	40
Obrázek 20: Adresace a význam podstatných bitů pro komunikaci jednotky DSM zasílaných na rozhraní Profibus	41
Obrázek 21: Nastavení výstupních bitů Bytu 1 jednotky DSM.....	42
Obrázek 22: Fáze procesu šroubování.....	43
Obrázek 23: Nastavení ideálního utahovacího momentu ³	44
Obrázek 24: Trhací zkouška šroubování do vzduchového konektoru	45
Obrázek 25: Trhací zkouška šroubování do distributoru	46

Obrázek 26: Program šroubování – vzduchový konektor	47
Obrázek 27: PLC Siemens SIMATIC CPU 315 - 2PN/DP.....	48
Obrázek 28: Sestava PLC SIMATIC CPU 315-2 PN/DP.....	51
Obrázek 29: HW konfigurace PLC	52
Obrázek 30: Připojení zařízení na rozhraní Profibus a Ethernet.....	53
Obrázek 31: Nastavení parametrů AI sestavy PLC.....	53
Obrázek 32: Nastavení karet CP340 sestavy PLC	54
Obrázek 33: Konfigurace propojení PLC s ovládacím panelem (TP)	54
Obrázek 34: Tabulka nastavení tagů ve WinCC flexible	55
Obrázek 35: Volání funkce zápisu dat do DB – FC228	56
Obrázek 36: Funkce zápisu dat – FC228.....	57
Obrázek 37: Volání funkce tvoření hlavičky telegramu – FC350	59
Obrázek 38: Část funkce tvoření hlavičky telegramu – FC350.....	59
Obrázek 39: Volání funkce RFID – FC8.....	60
Obrázek 40: Kroky sekvenceru funkce RFID – FC8	60
Obrázek 41: Vývojové prostředí ACT Controller.....	62
Obrázek 42: Základní okno nastavení polohy skeneru a hlavních parametrů s diagnostikou DMC pro výrobek AMKS	63
Obrázek 43: Snímek skeneru Matrix 200 s DMC kódem DPS	63
Obrázek 44: Nastavení parametrů sériové komunikace skeneru	64

Seznam příloh

- Příloha 1: Vývojové diagramy
- Příloha 2: Obrazovky ovládacího panelu
- Příloha 3: Fotodokumentace zařízení
- Příloha 4: Výrobní předpis a plán údržby
- Příloha 5: CD (manuál, software, dokumentace)

1 ÚVOD

Jedním ze základních předpokladů ekonomické úspěšnosti výrobce je distribuce kvalitních a bezporuchových zařízení a komponentů. Míra spolehlivosti je dána vhodnou vývojovou koncepcí, tzn. konstrukcí a volbou vhodných materiálů, dále technologickým postupem výroby daných komponentů a posléze vlastních zařízení a bezchybně sestaveným programem u řídicích prvků a zařízení s dodržáním pravidel funkční bezpečnosti. Výrobky je nutné před uvolněním k odeslání zákazníkovi otestovat vhodnými měřeními, která zaručí předem definované konečné parametry výrobků a otestují vlastní řídicí programy. K tomuto účelu jsou vyvíjena automatická, popř. semiautomatická montážní a testovací zařízení různých konstrukcí a požadovaných typů měření, která splňují požadavky na dané výrobky. Navíc je zde přihlíženo na chybu lidského faktoru, která je eliminována vhodnou a spolehlivou automatizací a zařazením prvků funkční bezpečnosti. Spolehlivost a kvalita vlastních operací a prováděných měření a v podstatě tím i celá koncepce zařízení je poté zárukou kvality a spolehlivosti výrobku v provozu. Bezpečnost zařízení a provozu na zařízení je přitom definována a upravena bezpečnostními funkcemi.

Tato práce se zabývá montáží a testováním řídicí elektroniky pro ovládání polohovatelných a masážních vzduchových vaků použitých v autosedačkách. Automobilový průmysl je stále se vyvíjející oblast, která zaujímá na světovém trhu velmi významné místo. Výroba komponentů dodávaných do tohoto odvětví je velmi vysoká a variabilní v závislosti na vývoji a požadavcích trhu. Proto i vývoj v oblasti automatizace výroby a automatizace testování těchto komponentů, v tomto případě řídicích jednotek, musí být schopen reagovat na požadavky trhu.

2 POPIS MONTÁŽNÍHO ZAŘÍZENÍ

2.1 Stručná charakteristika zařízení

3203 Montage_PSCM_ECU je semiautomatické zařízení určené k montáži a testování čtyř různých typů řídicích jednotek určených do automobilového průmyslu. Vlastní koncepce zařízení odpovídá a vyhovuje všem typům výrobků, které jsou předem specifikovány zákazníkem, a podle nichž a podle požadovaných testů a požadavků na výkon stroje je určena vlastní koncepce tohoto zařízení. Řídicí jednotky se liší typem programu, tzn. funkcí řídicí jednotky, elektronickým zapojením a také počtem použitých cívek pro ovládání plnění vzduchových komor a následně vzduchových vaků. Typy řídicích jednotek budou popsány v následující kapitole. V jednotlivých stanicích se počítá s montáží nebo testováním vždy pouze jednoho výrobku v průběhu jednoho cyklu stroje.

Celé zařízení sestává z pěti hlavních částí. Jsou to zakládací a odebírací část, skládací a testovací část, stanice zakládání a kontroly desky plošných spojů, dvě šroubovací stanice konečné montáže a transferová část určená k přesouvání vozíků dle aktuálních stavů příslušných vozíků. Aktuální stav vozíku je do řídicího systému vyčten a poté zpětně zapsán do vozíku pomocí identifikačního systému RFID, stavy a statusy jsou spřaženy s uloženými daty v datovém bloku řídicího systému. Ke zjištění, zda jsou vloženy správné komponenty k montáži příslušného výrobku dle zvolené výrobní série je zaveden databázový Traceability systém, komunikující s PLC pomocí dvou Beck jednotek přes rozhraní RS 232C - Interlocking na vstupu do zařízení (výstupu ze systému podnikové databáze) a Trace na výstupu zařízení (vstupu do podnikové databáze).

Zařízení je ovládáno pneumatickými válci řízenými sdruženými pneumatickými terminály a elektrickým osovým systémem se synchronními servomotory s vlastními řídicími moduly, kde generovaný otočný pohyb servomotorů je převeden na pohyb v lineárním vedení. Poziční systém automatických šroubováků je řešen pomocí čtyřosého robotického systému – program řízení robotů není součástí práce.

Celkové řízení stroje zajišťuje sestava s programovatelným automatem Siemens SIMATIC s procesorem řady CPU 315-2 PN/DP se zabudovaným rozhraním MPI, Profibus DP a průmyslový Ethernet, kartami sériového rozhraní RS232C, vstupně-výstupními digitálními kartami a vstupní analogovou kartou. Komunikační rozhraní je určeno ke komunikaci s procesními decentralizovanými periferiemi, stanicemi na sběrnících a programovatelným PC.

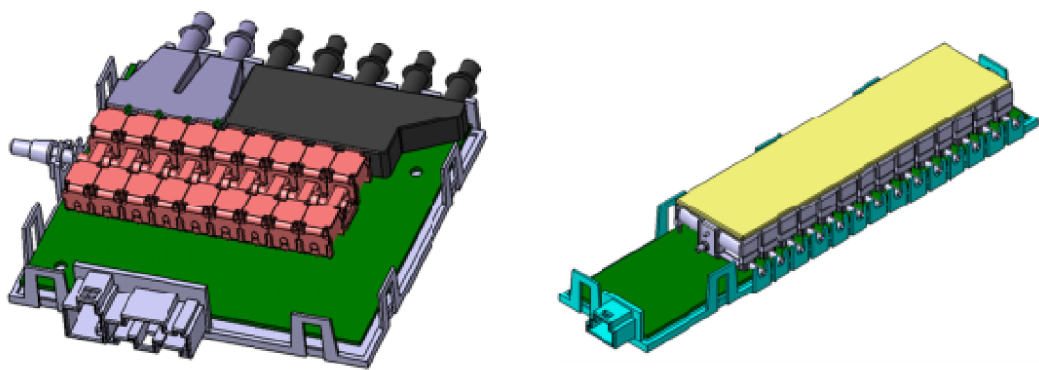
V testovacích stanicích probíhá měření pomocí měřících přístrojů, jejichž funkce jsou popsány níže.

2.2 Popis výrobků

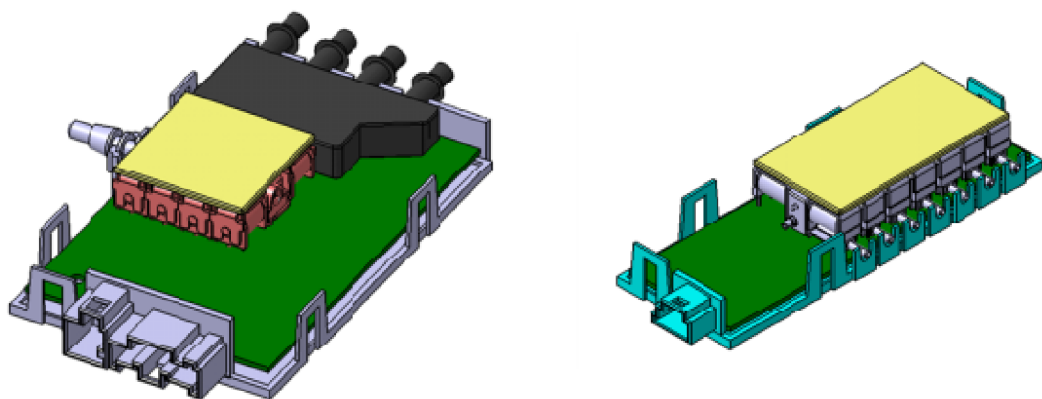
Řídicí jednotky montované a testované tímto zařízením jsou zahrnuty do elektronických komponentů zajišťující komfort a pohodlí při jízdě automobilem. Úkolem těchto jednotek je po identifikaci řidiče, popř. ostatních osob v autě, nastavit sedačku pomocí speciálních anatomicky tvarovaných vaků, a to co nejlépe vzhledem k tělesné stavbě sedící osoby. Dle použité řídicí jednotky lze nastavit buďto pouze zádovou opěrku (MKS) nebo zádovou opěrku a sedací část

(AMKS) u předních sedadel, u zadních sedadel pouze zádovou opěrku (MKS). Počítá se také s dynamickým nastavováním parametrů těchto speciálně tvarovaných vaků při jízdě automobilu, kdy budou v závislosti na stylu jízdy vyhodnocována zrychlení v osách sedících osob a změny parametrů (nafouknutí a následná deformace) vaků budou zajišťovat stabilitu sedící osoby, například v zatáčkách. Dále budou kompletovány řídicí jednotky zajišťující masážní funkci k příslušným výše uvedeným jednotkám. Řídicí programy jednotek nejsou součástí této práce.

Toto zařízení kompletuje a testuje celkem čtyři možné varianty jednotek, které jsou znázorněny na následujících obrázcích:

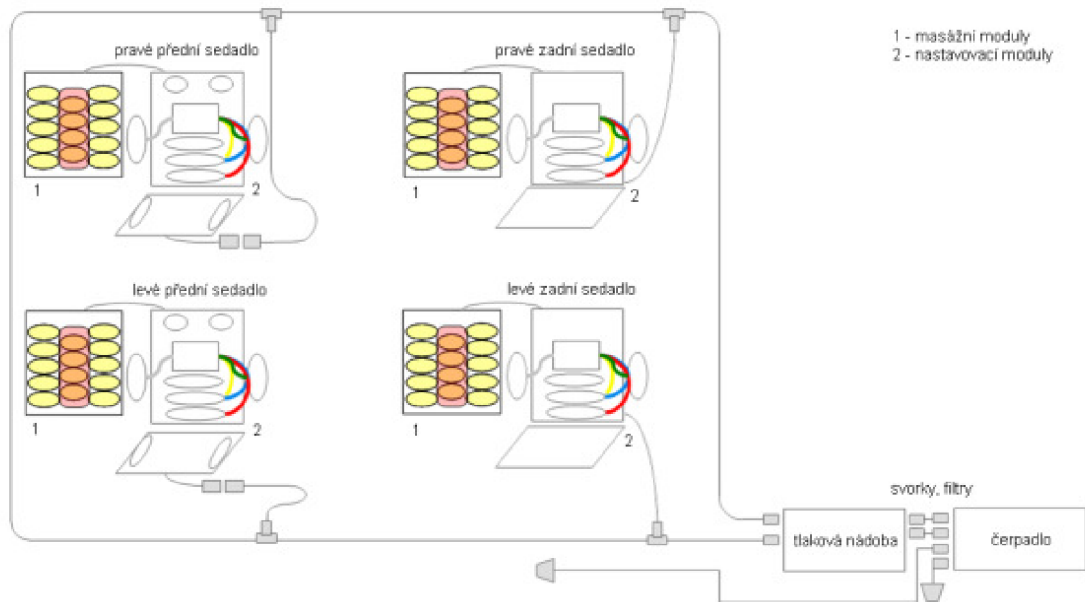


Obrázek 1: Řídicí jednotka AMKS ECU (9 Valves) BR222/217 a příslušná řídicí masážní jednotka Massage (14 Valves) BR222/217



Obrázek 2: Řídicí jednotka MKS ECU (4 Valves) BR166/205/222-Fond a příslušná řídicí masážní jednotka Massage (7 Valves) BR166/205

Ukázka modelu zapojení pro řídicí jednotky AMKS ve předních sedačkách a MKS v zadních sedačkách s příslušnými masážními moduly je na následujícím obrázku.



Obrázek 3: Zapojení AMKS + MKS s masážní funkcí

2.3 Koncepce stroje a prostorové rozmístění stanic

2.3.1 Bezpečnostní kryty a brány

Konstrukční řešení krytů není součástí práce. Hardwarově a softwarově jsou řešeny reakce na blokování a otevření mechanických dveřních zámků krytování, přičemž otevření dveří opatřenými bezpečnostními zámky je možné pouze v ručním režimu. Dále jsou softwarově řešeny reakce na statusy tří optických bezpečnostních závěsů (bran).

Přemostění ochrany bezpečnostních prvků nelze řešit programově, jelikož by tím nebyly dodrženy bezpečnostní směrnice a normy, a to ČSN EN 60204-1 ed. 2 Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů (mechanické bezpečnostní prvky), ČSN EN 61496-1 ed. 2 Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická snímací ochranná zařízení (optické bezpečnostní prvky) a ČSN EN 61508-1 ed. 2 Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností (funkční bezpečnost).

Vlastní aktivace a deaktivace bezpečnostních prvků je řešena elektricky (hardwarově) přes bezpečnostní relé třídy čtyři. Deaktivace zapnutí tlakového vzduchu je navíc ošetřena i softwarově ve stanicích jedna a tři při krocích zakládání montovaných komponentů. Důvodem

je zamezení „střílení“ vzduchových ventilů při shazování bezpečnostního relé, jelikož při zakládání komponentů dochází k protínání aktivního prostoru bezpečnostních závěsů.

Bezpečnostní brány mají rozteč detekčních optických prvků 14 mm, čímž je zaručena bezpečnost před vnikem prstu obsluhy dle výše uvedené normy. Optické brány se nachází v prostoru možného místa styku obsluhy s nebezpečnými pohyblivými prvky zařízení. Jsou to pozice zakládání komponentů a odebírání špatných kusů na první stanici, zakládání DPS na třetí stanici a odebírání dobrých kusů na vykládací stanici. Obsluha může protnout bezpečnostní paprsky závěsu pouze tehdy, pokud jsou kroky nebezpečných pohyblivých částí zařízení pro obsluhu v klidu, a nehrozí tak již kontakt obsluhy s pohyblivými se částmi. V jiném případě při přerušení aktivních paprsků je zařízení uvedeno do bezpečnostního stavu, válce a nebezpečné lineární pojezdy jsou bezpečně zabrzděny a je znemožněno jejich opětovné spuštění pohybů. Funkce robotického systému a automatického šroubování při aktivaci bezpečnostní brány přerušena nebude, zde nehrozí styk obsluhy s pohyblivými se částmi zařízení, je zde dodržena bezpečná vzdálenost dotyku osoby vůči pohyblivé části zařízení.

Do styku s pohyblivými částmi zařízení se tak může dostat pouze proškolená osoba provádějící nastavení a seřízení zařízení, řídicích jednotek nebo měřících přístrojů, která je si vědoma možného nebezpečí úrazu mechanickými pohyblivými částmi.

2.3.2 Rozmístění montážních, testovacích a funkčních stanic zařízení

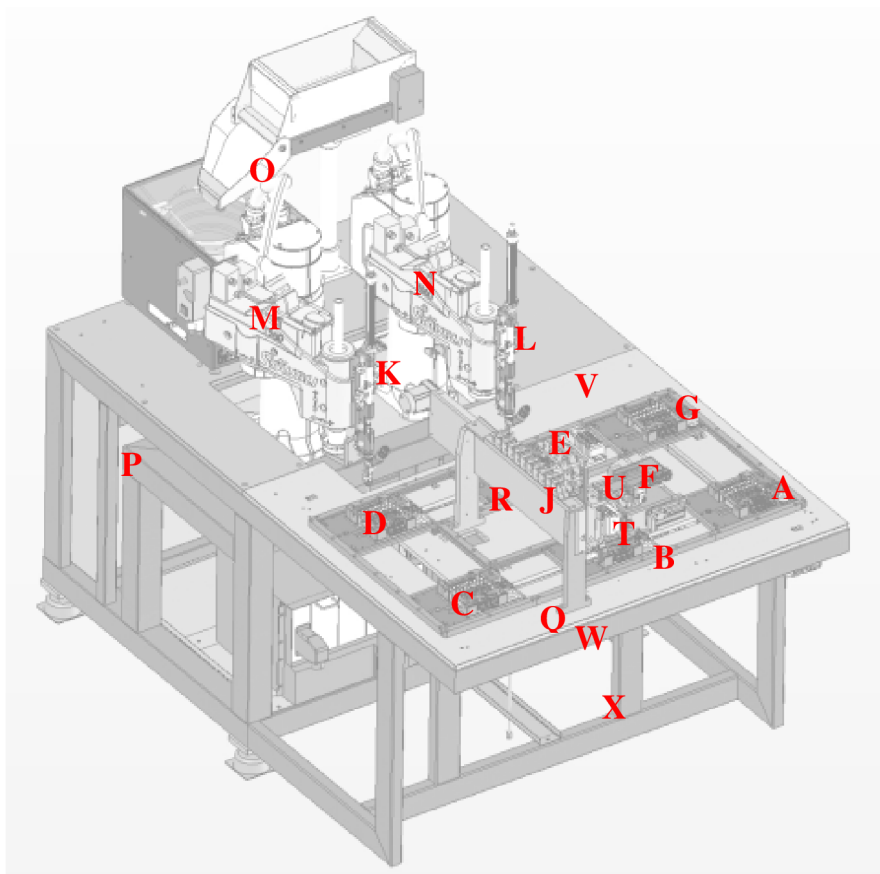
Celková představa o rozložení montážních a testovacích stanic vychází z osvědčené formy cyklické objezdové dráhy. Zásadní je určení, jak provést montáž zadaného výrobku a zároveň využít stanice i k testovacím účelům parametrů výrobků. Tímto konceptem je dosažen přijatelný celkový čas cyklu stroje. Další výhodou testování v průběhu montáže je možnost předejít zbytečnému osazení již chybně vyhodnoceného výrobku některým z průběžných testů dalšími komponenty. Dojde tak nejen k ekonomické úspoře, ale také k úspoře časové, tzn. výkonové účinnosti zařízení.

Posloupnost stanic vyplývá z logiky montáže. Po založení komponentů výrobku do první stanice (cívky, vzduchový konektor a distributor) transfer přesune osazené lůžko vozíku do stanice skládání těchto komponentů, kde je zároveň provedeno měření těsnosti komponentů – měření úniku tlaku a měření síly zalisování při osazování distributoru. Tím je provedena i kontrola správného založení cívek do pozic lůžka vozíku v první stanici. Dále je v této stanici provedena kontrola datamatrix kódu (DMC) ukončující cívky skenerem. Ten je umístěn na ose lineárního pojezdu z důvodu různých pozic DMC při změnách vyráběných variant. Na třetí stanici obsluha zakládá osazenou DPS na již slisovaný výrobek z druhé stanice. Pokud je výrobek po testech druhé stanice špatný, obsluha výrobek vyjme a potvrdí odložení výrobku do bedny se špatnými kusy tlačítkem, vozík dále pokračuje prázdný bez následných operací. Pokud je kus v pořádku, obsluha osadí výrobek DPS, kterou nejdříve zkontroluje načtením DMC skenerem - interlocking. Tím je zaručena kompatibilita DPS s navolenou sérií a zajištění, že DPS byla na všech nutných předchozích operacích a že je v pořádku. Následující dvě stanice sestávají každá ze strojního šroubovacího systému s automatickým podavačem šroubů, který bude připevněn na rameni čtyřosého robota. Řízení a polohování robota není součástí práce,

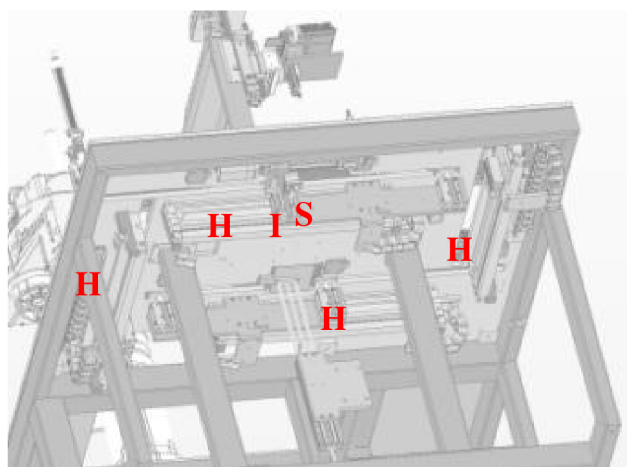
program pro šroubování byl dodán společně s hardwarem. Součástí práce je však komunikace s řízením robotů a šroubováků a sběr dat krouticích momentů, úhlů bitů šroubováků po zašroubování a hloubek zašroubování každého šroubu. Po druhém šroubování dojde k zápisu všech hodnot a výsledků do databáze - trace a k celkovému vyhodnocení kusu, přičemž transfer přemístí výrobek dle výsledku do příslušných stanic. Dobrý kus je z páté pozice (druhé šroubování + trace) odebrán čelistmi manipulátoru a přemístěn do pozice odebrání dobrého kusu nad druhou stanicí. Špatný kus pokračuje po objezdové dráze do první stanice, kde jej obsluha odebere a vloží do příslušné bedny se špatnými kusy a potvrdí tlačítkem špatný kus.

Zařízení je vybaveno světelnými a zvukovými signalizacemi pro špatné a dobré kusy, poruchy, chod a zastavení stroje a požadavek dummy-testů.

Rozmístění stanic a transferů je znázorněno na následujícím obrázku.



Obrázek 4: Rozmístění stanic a transferů - horní pohled



Obrázek 5: Rozmístění stanic a transferů - spodní pohled

Legenda k přehledu jednotlivých stanic a částí zařízení:

- A. Stanice 1 – Zakládání nových dílů a odebrání konečných špatných kusů po šroubování
- B. Stanice 2a – Kompletace cívek, osazení náustku a distributoru, leak test cívek a test síly zalisování distributoru
- C. Stanice 3 – Traceability - Interlocking, osazení DPS
- D. Stanice 4 – Šroubování 1, odměřování hodnot hloubky zašroubování šroubů
- E. Stanice 5 – Šroubování 2, odměřování hodnot hloubky zašroubování šroubů, Traceability - Trace
- F. Stanice 2b – Odebírání dobrých kusů
- G. Stanice 6 – Prázdná stanice
- H. Hlavní pneumatický transfer zařízení
- I. Elektrický transfer čtení DMC cívek
- J. Elektrický transfer pro odkládání dobrých kusů
- K. Automatický šroubovák 1
- L. Automatický šroubovák 2
- M. Robotický čtyřosí systém 1
- N. Robotický čtyřosí systém 2
- O. Vibrační zásobníky a předzásobník šroubů pro šroubováky
- P. Řídící jednotky k robotickým systémům a vibračním zásobníkům
- Q. Skener čtení datamatrix kódu - Traceability - Interlocking
- R. Skener čtení datamatrix kódu - Traceability - Trace
- S. Skener čtení datamatrix kódu - cívkou
- T. Leak-tester
- U. Tenzometr
- V. Místo pro ovládací panel TP 177B
- W. Odkládací mezistanice pro čtení DMC - Traceability - Interlocking
- X. Prostor pro hlavní elektrický rozvaděč

2.4 Popis jednotlivých stanic a částí zařízení

2.4.1 Montážní a testovací stanice

2.4.1.1 Stanice 1 – Zakládání cívek, vzduchových konektorů a distributorů

První stanice slouží k založení komponentů výrobku do lože vozíku, který bude následně kompletován, popř. odebrání kompletního špatného kusu po operaci šroubování. Jelikož se jedná o zařízení vyrábějící čtyři druhy jednotek skládající se z odlišných částí či počtu komponentů, je nutné mít konstrukčně upravená lůžka pro dané série a optické snímače pro detekci přítomnosti či nepřítomnosti komponent. Pomocí difúzní funkce umožňují snímače částečnou kontrolu správného založení jednotlivých částí v lůžku. Jako vhodný typ jsou použity přesné laserové difúzní snímače WTB8L-P2131 od firmy SICK, jejichž snímací vzdálenost je 30 - 300 mm v závislosti na materiálu a nastaveném zesílení snímače, snímací citlivost lze nastavit potenciometrem a lze rovněž nastavit výstupní logiku na PNP nebo NPN. Tyto laserové snímače jsou konstruovány v nejnižší třídě 1, tudíž nebezpečí poškození zraku pro obsluhu je zde minimální.

Připojení kabelů snímačů je přes konektor, což je výhodné při výměně snímačů při jejich poruše či nahrazení jinými typy. Tímto se vyhneme časové ztrátě, která může nepříznivě ovlivnit výkon výrobního zařízení a ekonomickou ztrátu. Obdobně přes konektor jsou zapojena všechna ostatní čidla na zařízení, a to buďto přímo na vstupní svorky DI/DO karet PLC nebo na periferní sběrné jednotky, které komunikují s PLC na rozhraní Profibus DP.

Stanice sestává z vozíku a příslušného lůžka dle série, bezpečnostního optického závěsu, optoelektronických snímačů detekce přítomnosti komponentů a RFID identifikačního systému lůžka vozíku (popsáno níže).



Obrázek 6: Optoelektronický laserový difúzní snímač WTB8L-P2131

2.4.1.2 Stanice 2 – Kompletace komponentů, test těsnosti a síly při lisování distributoru, čtení DMC cívek

Druhá stanice plní funkci lisování výrobku do jednoho celku, a to cívek, vzduchového konektoru a popř. distributoru u série s distributorem. Jelikož zde není kladen téměř žádný odpor při lisování cívek, tlak lisování je vhodně nastaven na lisovacím válci a není zde měřena síla zalisování. Při lisování distributoru se měří síla zalisování tenzometrickým snímačem síly,

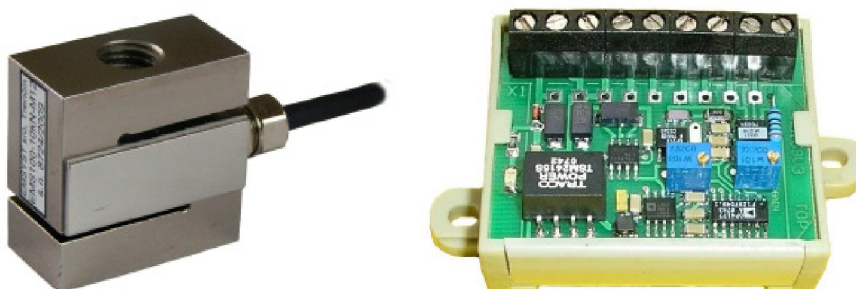
kteřá by se měla pohybovat od 250 N do 350 N dle série. Důvodem měření síly lisování je kontrola správného zalisování, přičemž jako protitlak zde působí síla těsnících O-kroužků v komorách distributoru. Zvolil jsem snímač EMS 100 s rozsahem do 1 kN v můstkovém zapojení s převodníkem EMS 168 od firmy EMSYST. Převodník poskytuje mimo jiné napěťový výstup 0 až 10 V, který je přiveden jako vstup do analogové karty PLC. Přepočtení hodnot a vyhodnocení je řešeno standardně převodním vztahem pro analogové hodnoty (stejně tak je tomu i u ostatních analogových měření) v samostatném funkčním bloku programu.

Test těsnosti a úniku tlaku je zobrazen ve vývojovém diagramu v příloze 1. Plnicí přetlak je stanoven ze specifikace 1100 mbar. Jako snímač tlaku jsem vybral UNIK 5000.

Výstupem je celkově dobrý nebo špatný kus. Tímto testem se mimo jiné provede kontrola správnosti typů osazených cívek do lůžka a správnost počtu cívek.

Po testech proběhne kontrola DMC zakončovací cívkou. Jelikož se provádí čtení DMC na čtyřech různých výrobcích, je i poloha pro čtení různá. Pro zajištění přesunu čtecího skeneru dle série je použita programovatelná lineární osa firmy SMC s možností předdefinování patnácti pozic. Jako čtecí skener je použit laserový snímač Matrix 200 do ESD prostředí firmy Datalogic. Komunikace s PLC probíhá přes sériové rozhraní RS 232-C, PLC je opatřeno kartou pro sériové rozhraní CP 340.

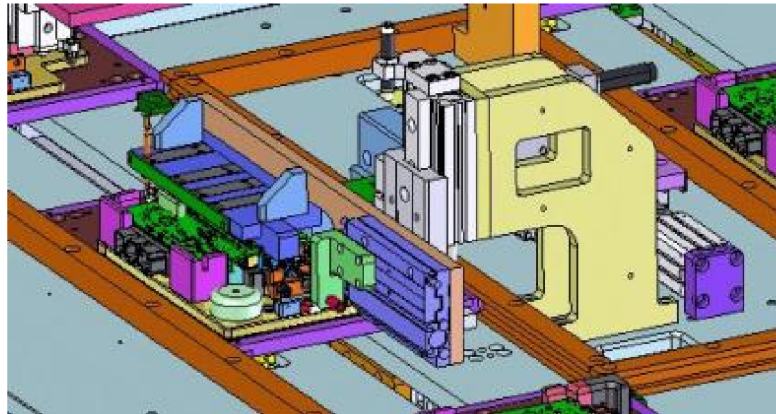
Stanice sestává z vozíku a příslušného lůžka dle série, tenzometrického snímače měření síly zalisování, laserového snímače DMC, konstrukce opatřené pneumatickými válci a senzory detekujícími dojetí válců do příslušných pozic a RFID identifikačního systému lůžka vozíku (popsáno níže).



Obrázek 7: Tenzometrický snímač síly EMS 100 s převodníkem EMS 168



Obrázek 8: Snímač tlaku UNIK 5000



Obrázek 9: Stanice 2 – kompletace kusu, test těsnosti cívek, síly zalisování distributoru a DMC cívek

2.4.1.3 Stanice 3 – Čtení DMC desky plošných spojů - interlocking

Na stanici tři se dostává kompletně slisovaný kus, přičemž se vyhodnocují předchozí testy ze stanice dva. Pokud je tento kus vyhodnocen jako špatný, operátor jej odloží do příslušné bedny pro vadné kusy. Pokud je kus v pořádku, obsluha založí odštířenou desku plošných spojů (DPS) do lože pro kontroly výsledovatelnosti - interlocking traceability, podrobněji v kapitole 2.4.4. K identifikaci DPS slouží DMC vypálený na spodní straně desky.

Snímání skenerem se odvíjí od sepnutého stavu optického snímače WTB8L-P2131 umístěného v loži pro traceability. Nastavení a komunikace s tímto skenerem není součástí práce, jelikož DMC a příslušná data vyčítá technik zodpovědný za databázový systém.

Stanice sestává z vozíku a příslušného lůžka dle série, bezpečnostního optického závěsu, optoelektronického senzoru detekce přítomnosti DPS, traceability jednotky BECK, laserového snímače DMC a RFID identifikačního systému lůžka vozíku (popsáno níže).

2.4.1.4 Stanice 4 – První šroubovací stanice

Šroubovací stanice slouží k upevnění založené DPS k vzduchovému konektoru a ke komorám plastového distributoru (pokud je navolena série s distributorem). Z důvodu kapacitního výkonu stroje je šroubování rozděleno do dvou stanic. Při výběru šroubováků (motoru, včetně a plnicího systému) byly kladeny tyto požadavky:

- el. šroubovák s integrovaným snímačem momentu, tzv. loadcell
- rozsah používaných utahovacích momentů cca 0,2 až 1 Nm
- přesnost měření momentu 5%
- měření úhlu dotažení s přesností na 1 stupeň
- rychlost otáčení od minimálně 50 RPN do minimálně 600 RPN
- možnost spouštění šroubování přitlakem - tzv. metodou Push-Start
- ESD provedení
- odolnost pro 4 směnný provoz
- hmotnost systému do 4 kg

Na elektronickou vyhodnocovací jednotku šroubováku jsou kladeny tyto požadavky:

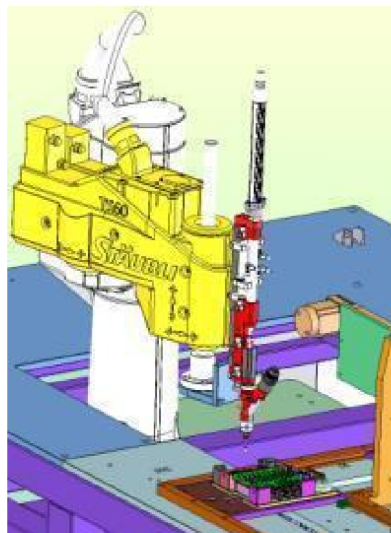
- minimálně 7 programů šroubování
- možnost nastavit fáze: najetí, řezání závitů, dotažení, uvolnění bitu
- v každé fázi možnost vyhodnocení momentu a úhlu
- možnost přepínání programů a startování šroubování pomocí DI/DO
- možnost zaznamenání průběhu šroubování a následné zobrazení na PC
- zobrazení výsledného momentu na displeji jednotky
- možnost upravovat parametry nejen přes PC ale i přímo na jednotce
- rozhraní Profibus a průmyslový Ethernet

Pro obě šroubovací stanice byly vybrány automatické šroubováky strojní série firmy Stöger, s elektrickým motorem firmy DSM s vlastní řídicí jednotkou a čtyřosého robotického systému. Šroubovací stanice mají vlastní řídicí systém, který komunikuje s celkovým systémem po síti Ethernet. Pro kontrolu hloubky šroubování je použit laserový lineární snímač OD2-P50W10IO od firmy SICK, který se připojí na vstup analogové karty přes proudovou smyčku 4 - 20 mA.

Stanice sestává z vozíku a příslušného lůžka dle série, čtyřosého robotu s řídicím systémem, automatického šroubovacího systému s řídicím systémem, lineárního optoelektronického snímače vzdálenosti a RFID identifikačního systému lůžka vozíku (popsáno níže).



Obrázek 10: Lineární optoelektronický laserový snímač OD2-P50W10IO



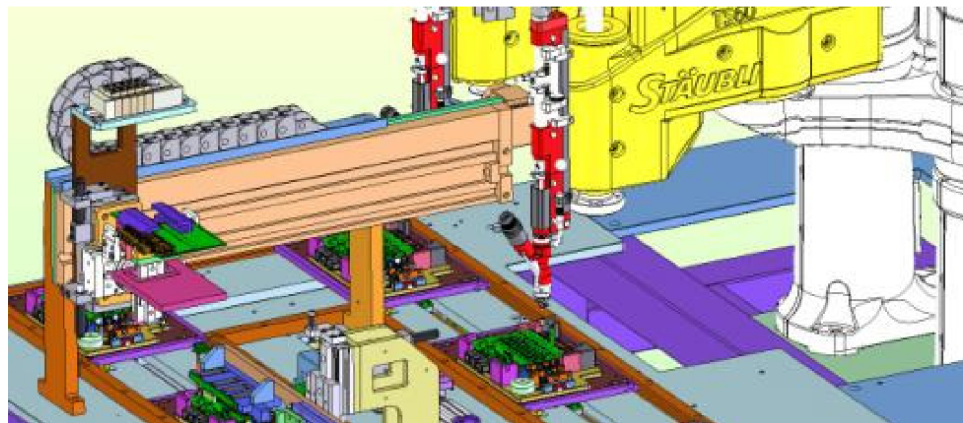
Obrázek 11: Stanice 4 – šroubovací stanice s automatickým systémem Stöger

2.4.1.5 Stanice 5 – Druhá šroubovací stanice, zápis výsledků testů a hodnot šroubování do databáze - trace

Šroubovací systém je zcela totožný se čtvrtou stanicí. Na této stanici navíc probíhá kompletace shromážděných dat a zápis potřebných dat a hodnot do databáze, tzv. traceability komunikace – trace. Systém traceability je popsán podrobněji v kapitole 3.1 Traceability – vysledovatelnost.

Po vyhodnocení kusu se provede jeho vytřídění na celkově vadný nebo celkově dobrý kus, přičemž vadný kus pokračuje ve vozíku do první stanice, dobrý kus bude z vozíku odebrán manipulátorem a přesunut do vykládací pozice dobrých kusů, která se nachází nad stanicí číslo dva. Dobrý kus zde bude přesunut pouze v případě, že odkládací pozice bude prázdná. V opačném případě bude operátor vyzván k odebrání již založeného kusu.

Stanice sestává z vozíku a příslušného lůžka dle série, čtyřosého robota s řídicím systémem, automatického šroubovacího systému s řídicím systémem, lineárního optoelektronického snímače, konstrukce manipulátoru opatřené elektrickou osou a pneumatickými válci a senzory detekujícími dojetí válců do příslušných pozic, traceability jednotky BECK, lineárního optoelektronického snímače vzdálenosti a RFID identifikačního systému lůžka vozíku (popsáno níže).



Obrázek 12: Stanice 5 – druhá šroubovací stanice, zápis dat výrobku do databáze

2.4.1.6 Stanice 6 – Rezervní prázdná stanice

Šestá stanice je momentálně nevyužita a do budoucna může sloužit pro práci s celkově dobrým výrobkem, např. značení identifikačním štítkem nebo další kontrolou. V případě využití této stanice se přesune zápis dat (trace) do této stanice.

2.4.2 Poziční systémy, transfer

2.4.2.1 Hlavní pneumatický transferový systém

Hlavní transferový systém pro obdélníkovou objezdovou dráhu je tvořen systémem pneumatických válců SMC pro změnu polohy, a to vždy o jednu pozici. Tyto horizontální válce jsou opatřeny vertikálními válci s trny, které slouží k uchopení příslušných vozíků. Jelikož je na zařízení celkem šest stanic, je z důvodu proveditelnosti transferu počet vozíků na zařízení pět. Ve výchozím nastavení se jako prázdná stanice uvažuje stanice číslo šest. K pohybům transferu dochází postupně, a to vždy po dokončení kroků příslušné stanice s tím, že následující stanice je prázdná.

2.4.2.2 Lineární osový systém

Jsou použity tři lineární osové systémy SMC s vlastními řídicími kartami. Osové systémy jsou použity pro transfer skenerů ve druhé a páté stanici (typ LEFS16A-200) a pro transfer manipulátoru s dobrým kusem mezi pátou stanicí a vykládací stanicí dobrého kusu (typ E-MY2HT16). Komunikace mezi řídicí kartou a PLC probíhá pomocí binárních kombinací, které určují pohyby a pozice pojezdů. Nastavení osových transferů je popsáno v kapitole 13.1 Osový systém SMC.

2.4.2.3 Robotický poziční systém pro automatické šroubovací jednotky

Automatické šroubováky jsou pozičně ovládány pomocí čtyřosých robotů TS60/CS8C Stäubli. Řízení robotů není součástí práce. Náplň práce je komunikace PLC s řídicími jednotkami robotů po rozhraní Profibus DP.

2.4.3 Dotykový ovládací panel

K ovládání zařízení a monitorování hodnot a proměnných je použit šestipalcový barevný dotykový ovládací panel Simatic TP 177B PN/DP od firmy Siemens. Výběr tohoto typu panelu závisel od snadného a srozumitelného programování, pro přehlednou komunikaci s programovatelným řídicím automatem Siemens na rozhraní Ethernet pomocí tagů (lze využít i Profibus DP) a pro kvalitní vizualizaci.



SIMATIC TP 177B PN/DP color

Obrázek 13: Ovládací panel Simatic, typ TP177B 6" color PN/DP

2.4.3.1 Programovací prostředí

Pro konfiguraci a naprogramování tohoto panelu byl použit software SIMATIC WinCC flexible, verze 2008 SP2. Podrobněji je nastavení panelu a vytvoření software popsáno v kapitole 10.1 Vývojové prostředí WinCC flexible.

2.4.3.2 Tlačítka mimo ovládací panel

Tlačítka použitá mimo ovládací panel jsou tato:

NOUZOVÝ STOP	- Bezpečnostní vypnutí zařízení
START	- V automatickém režimu uvedení zařízení do chodu, v ručním režimu provedení jednoho kroku (lze i na ovl. panelu)
RESET	- Potvrzení a vyrušení chyby nebo varování (lze i na ovl. panelu)
NOK	- Potvrzení špatného kusu (lze i na ovl. panelu)

Přepínač mimo ovládací panel:

ZAP / VYP	- Zapnutí a vypnutí zařízení
AUTO / MANUAL	- Volba režimu automat / ručně (lze i na ovl. panelu)

2.4.4 Vzduchotechnika

2.4.4.1 Úpravna vzduchu na vstupu stroje

Před vstupem vzduchu ze vzduchového obvodu haly je nutné tento stačený vzduch upravit. Úpravna tlakového vzduchu obsahuje ventily pro nastavení referenčního tlaku, mechanické a elektrické zapnutí / vypnutí přívodu vzduchu do stroje, náběhový ventil, tlumiče a filtry. Maznička, která zajišťuje dodávání maziva do pneumatických válců, nemusí být použita, jelikož vzduch je již mazán v centrále.

2.4.4.2 Vzduchové terminály, válce

Pneumatické válce jsou ovládány pomocí pneumatických ventilů. U tohoto stroje se používají pneumatické 5/3-cestné ventily se zavzdušněnou střední polohou. Tyto ventily mají tu vlastnost, že při odpojení napájení (např. z důvodu aktivace bezpečnostních prvků) zůstanou válce v mezipoloze a nevyvíjí žádný tlak na pohyb.

Ke vzduchovému terminálu je připojen sensorový koncentrátor, který může být prodloužen pomocí menších koncentrátorů vstupů blíže k uzlu větvení u jednotlivých stanic či částí zařízení. Do koncentrátoru vstupů jsou zpravidla přivedeny signály od sensorů na pneumatických válcích, které slouží ke kontrole dosažení požadovaného stavu válce – zasunutý / vysunutý. Komunikace vzduchových terminálů a sensorových koncentrátorů s PLC probíhá po rozhraní Profibus DP.

3 IDENTIFIKAČNÍ SYSTÉMY

3.1 Traceability - vysledovatelnost

Traceability SQL server je databázový systém, sloužící ke sledování výrobku v reálném čase a zaznamenávání všech jeho aktiv a dat od začátku výroby do konce, přičemž lze výrobek kdykoli zpětně identifikovat. Pro podnik má navíc přínos v optimalizaci obchodní činnosti a ve sledování procesů dodavatelských řetězců. Na nejvyšší úrovni lze využít plnohodnotnou traceabilitu, která obsahuje traceabilitu zpětnou (dohledání genealogií výrobků) a dopřednou (zjištění, jaké komponenty nebo materiál byly použity do výrobků při shodných operacích).

Nositel informace je buď 1D čárový kód nebo jako v případě použití na tomto zařízení 2D datamatrix kód, který se nachází na desce plošných spojů a na všech cívkách.

Kód obsahuje následující informace:

- informace o všech předešlých operacích na DPS, včetně dat a časů operací, identifikačními čísly operátorů, použitými materiály a součástkami a všemi důležitými procesními hodnotami
- na tomto zařízení jsou do databáze k výrobku přiřazeny navíc data s parametry šroubování, a to utahovací moment, úhel natočení a hloubka zašroubování šroubu

Základní dva pojmy:

- Interlocking (vyčtení dat, propojení) - propojení a kontrola kusu na vstupu do výrobního zařízení
- Trace (záznam dat, sledování) - zápis nových dat do databáze a zpětná kontrola zápisu telegramu s novými hodnotami a parametry

Součástí práce je vytváření telegramů standardního typu a komunikace s databázovým centrem přes komunikační jednotky BECK, uvedeno v kapitole 12.2 Traceability – vytvoření telegramu.

3.2 RFID

RFID (Radio Frequency Identification) znamená identifikaci na rádiové frekvenci na krátkou vzdálenost. Použitý systém pracuje na nosné frekvenci 13,56 MHz, která je běžná v automatizačním procesu.

V tomto případě se jedná o rozpoznávání a kódování lůžek vozíků pro dosažení jejich nezaměnitelnosti s možností zápisu dat do tagu. Jelikož je zařízení navrženo pro šest stanic, tzn. je zapotřebí pěti vozíků na objezdové dráze, přičemž se budou vyrábět čtyři série, je tedy nutná identifikace pro dvacet lůžek.

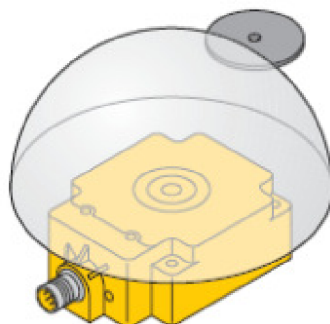
Každá stanice je opatřena čtecí a zároveň zapisovací hlavou a každé lůžko je opatřeno pamětí, tzv. tagem pro čtení a zápis dat. Paměťový tag je typu EEPROM, takže mimo vyčítání dat lze na tento tag také zapisovat a zároveň je v tagu vymezena pevná oblast dat, která nese jedinečné identifikační číslo tagu, které nelze měnit.

Pro výhodné programování přímo ve standardním funkčním bloku STEP 7 jsem použil modul BL20 firmy Turck vybavený rozhraním Profibus DP. Čtecí a zapisovací hlavy jsem zvolil TN-Q14 s doporučenou čtecí a zapisovací vzdáleností 22 mm (maximální 43 mm), přičemž kruhová délka zóny přenosu při doporučené čtecí a zapisovací vzdálenosti je 56 mm, typ tagů je TW-R30-B128 s pamětí 128 Bytů.

Součástí práce je vytvoření sekvenceru řízení RFID komunikace, uvedeno v kapitole 12.2 Traceability – vytvoření telegramu.



Obrázek 14: Osazený komunikační modul BL20 s rozhraním Profibus



Obrázek 15: Ukázka vyzařovací směrové charakteristiky R/W hlavy a tagu

4 FUNKČNÍ BEZPEČNOST

Problematika bezpečnosti (safety) je jedním z rozsáhlých témat současného vývoje automatizace ve vyspělých průmyslových zemích. Základní pojmy definuje norma ČSN EN 61508 ed. 2 Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností, která vychází z evropské normy EN 61508. Norma podrobně stanovuje obecný přístup pro všechny aktivity životního cyklu bezpečnosti systémů obsahujících elektrické a/nebo elektronické a/nebo programovatelné elektronické součásti (E/E/PE) využívané pro zajišťování bezpečnostních funkcí.

Ve většině případů se bezpečnost zajišťuje prostřednictvím několika ochranných systémů založených na různých technických principech (např. mechanických, pneumatických, hydraulických, elektrických, elektronických, programovatelných elektronických). Jakákoli bezpečnostní strategie proto musí počítat nejen se všemi prvky v rámci daného systému (např. senzory, řídicími zařízeními a akčními členy), ale také se všemi systémy s bezpečností souvisejícími, které dohromady tvoří celkovou sestavu systémů souvisejících s bezpečností. Proto může norma IEC 61508 poskytnout určitý základní rámec, na jehož základě je možné posuzovat i systémy související s bezpečností založené na jiných technických principech, než pouze elektrických, elektronických nebo programovatelných elektronických.¹

4.1 Definice základních pojmů

Dle tohoto standardu lze rozlišit tři základní druhy bezpečnosti, a to primární, nepřímou a funkční bezpečnost.

Základní definice:

- Bezpečnost – odstranění nepřijatelného rizika.
- Primární bezpečnost – bezpečnost, která se zabývá riziky jako jsou např. úrazy el. proudem, šoky, nebo popálení způsobená zařízením.
- Nepřímá bezpečnost – zahrnuje vedlejší důsledky nesprávné funkce zařízení, které přímo neohrožují zdraví osob.
- Funkční bezpečnost – část celkové bezpečnosti týkající se řízeného procesu nebo stroje EUC (Equipment under Control) a systému řízení EUC, která je závislá na správném fungování E/E/EP systémů souvisejících s bezpečností, a/nebo na systémech souvisejících s bezpečností a založených na jiných technických principech a konečně na vnějších prostředcích pro snížení rizika.
- Riziko – kombinace pravděpodobnosti výskytu poškození a závažnosti tohoto poškození.
- Připustné riziko – riziko, které je přijatelné v daných souvislostech založených na běžných hodnotách společnosti.
- Zbytkové riziko – riziko zbývající po přijetí ochranných opatření.

¹ Viz. ČSN EN 61508 ed. 2 *Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností*

- Nebezpečí – potenciální zdroj poškození, újmy.
- Chyba – ukončení schopnosti zařízení vykonávat požadovanou funkci.
- Bezpečná chyba – chyba, která není natolik závažná, aby narušila funkci systému nebo způsobila nebezpečný stav systému.
- Nebezpečná chyba – chyba, která může uvést bezpečnostní systém do nebezpečného stavu nebo stavu, kdy není schopen plnit svou funkci.

Dalšími důležitými pojmy normy je integrita bezpečnosti a pojmy související:

- Integrita bezpečnosti – pravděpodobnost systému souvisejícího s bezpečností uspokojivě plnit požadované bezpečnostní funkce za všech stanovených podmínek a po stanovenou dobu.
- Integrita bezpečnosti software – míra vyjadřující pravděpodobnost softwaru plnit své funkce v E/E/EP souvisejícího s bezpečností plnit své bezpečnostní funkce za všech stanovených podmínek a po stanovenou dobu.
- Integrita bezpečnosti hardware – část integrity bezpečnosti systémů, souvisejících s bezpečností, týkající se náhodných poruch hardware v nebezpečném režimu poruchy.
- Úroveň integrity bezpečnosti (SIL) – diskretní úroveň (jedna ze čtyř úrovní, definovaných normou) pro stanovení požadavků integrity bezpečnosti bezpečnostních funkcí přiřazených E/E/EP systémům souvisejícím s bezpečností, kde úroveň integrity bezpečnosti 4 má nejvyšší úroveň integrity bezpečnosti a úroveň 1 nejnižší.

4.2 Životní cyklus celkové bezpečnosti

Z důvodu systematického zajišťování všech činností nutných pro dosažení požadované úrovně integrity bezpečnosti u systému E/E/EP souvisejících s bezpečností se v normě IEC 61508 zavádí, jako určitý technický rámec, životní cyklus celkové bezpečnosti.

Životní cyklus celkové bezpečnosti zahrnuje tato opatření pro snížení rizika:

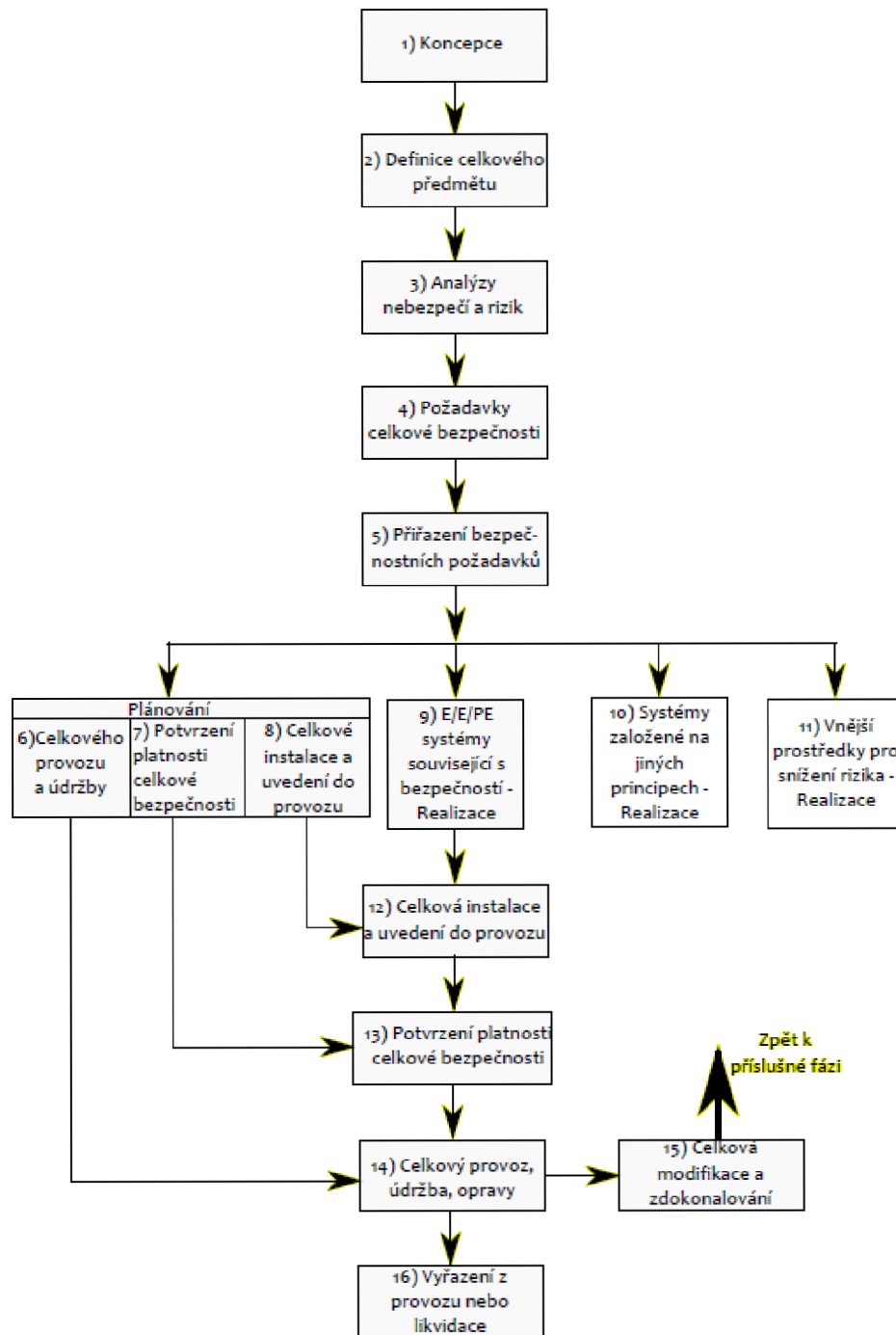
- systémy E/E/EP související s bezpečností
- jiná opatření pro snížení rizika

Současně životní cyklus také představuje strukturu, na které je norma založena. Technické požadavky se tedy stanovují v pořadí určeném jednotlivými fázemi celkového životního cyklu bezpečnosti systému.

Základem konceptu celkového životního cyklu bezpečnosti je pojetí funkční bezpečnosti jako nezávislé na spolehlivosti. Odmítá názor, že „provozně spolehlivý“ znamená „funkčně bezpečný“. Formulováním samostatných požadavků na bezpečnost umožňuje posoudit bezpečnost nezávisle na funkčních schopnostech a poskytuje větší důvěru v bezpečnost za normálního i poruchového stavu EUC či jeho řídicího systému. Paradoxem ovšem je, že bezpečnostní aktivity nelze vytrhnout z celkového kontextu, ale je třeba je posuzovat v souvislosti s ostatními částmi technologického zařízení, a to v celém jeho životním cyklu.²

² Viz. ČSN EN 61508 ed. 2 *Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností*

Struktura celkového životního cyklu je zobrazena na následujícím obrázku.



Obrázek 16: Životní cyklus celkové bezpečnosti

4.3 Bezpečnostní kategorie

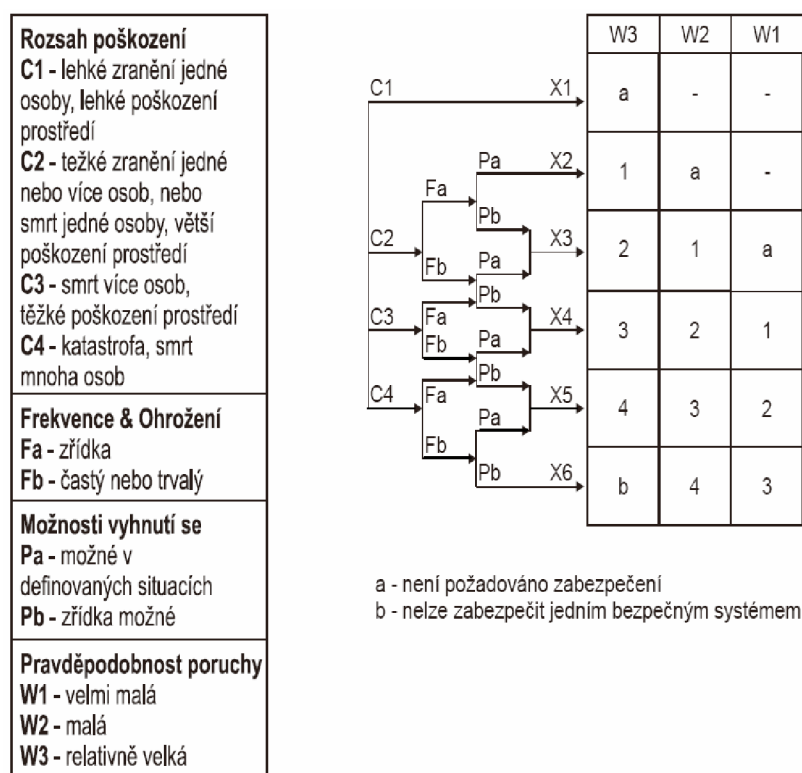
Důležitým krokem je definice bezpečnostních kategorií v procesu standardizace z hlediska rizika ohrožení osob, životního prostředí a okolí a stanovení zavazujících postupů k dosažení bezpečné funkce systémů a zařízení v definovaných kategoriích. Nejdůležitějšími normativními dokumenty v souvislosti s funkční bezpečností jsou mezinárodní standard IEC 61508, německý standard DIN V 19250/251 a americký standard ANSI/ISA S84.01-1996.

Pro vytvoření bezpečnostních funkcí, které ztělesňují hlavní principy normy, je nutné identifikovat a analyzovat všechna rizika spojená s řízením procesu nebo stroje (Equipment under Control - EUC), pro všechna identifikovaná rizika určit jejich přípustnou úroveň rizika, pro každé nepřípustné riziko určit jeho potřebné zmenšení a stanovit pro zmenšení rizika požadavky na bezpečnost včetně jejich integrity bezpečnosti (SIL).

4.3.1 Stanovení úrovně SIL

Ke stanovení úrovně SIL (Safety Integrity Level) se využívá standard IEC 61508. Norma definuje kvantitativní požadavky na ochranné systémy vůči náhodným poruchám a definuje čtyři úrovně SIL 1 až SIL4 (systematické chyby jsou nekvantifikovatelné).

Norma definuje pravděpodobnost výskytu nebezpečné události, přičemž bezpečnostní funkce selže (selžou). Jak často tato nebezpečná událost nastane, je dáno součinem požadavků na řešení havarijní situace a úrovní SIL.



Obrázek 17: Schéma určení úrovně SIL

Integrita bezpečnosti tedy definuje schopnost systému plnit požadované bezpečnostní funkce, přičemž čím je vyšší, tím nižší je pravděpodobnost, že systém při provádění bezpečnostních funkcí selže. Míra rizika je předem kvantifikována a určuje rozsah škod na zdraví osob či na okolním prostředí.

Úroveň SIL jsem určil ve spolupráci s konstrukčním technikem, bezpečnostním technikem a servisním technikem z výše uvedeného schématu. Mezi hodnotící faktory byly započteny bezpečnostní prvky zařízení, a to optické bezpečnostní závěsy, tlačítka nouzového vypnutí, bezpečnostní zámky na dveřích, dále kompletní krytování zařízení a zamezení přístupu polohou a zábranami k pohyblivým částem zařízení.

Hodnoty jednotlivých stupňů byly stanoveny:

- C2
- Fb
- Pa
- W2

Ze stanovených parametrů vyplývá, že z hlediska integrity bezpečnosti se jedná o zařízení úrovně SIL1. To znamená, že cílová četnost (pravděpodobnost) nebezpečných poruch v průběžném provozu je 10^{-6} až 10^{-5} , a tím je dosaženo cílového snížení rizika v poměru 10^5 až 10^6 (viz následující obrázek).

Úroveň integrity bezpečnosti (SIL)	Cílová četnost nebezpečných poruch výkonu bezpečnostní přístrojové funkce (h^{-1})
4	$(1 \cdot 10^{-9}; 1 \cdot 10^{-8})$
3	$(1 \cdot 10^{-8}; 1 \cdot 10^{-7})$
2	$(1 \cdot 10^{-7}; 1 \cdot 10^{-6})$
1	$(1 \cdot 10^{-6}; 1 \cdot 10^{-5})$

Obrázek 18: Úrovně integrity bezpečnosti – četnost nebezpečných poruch pro průběžný provoz

4.4 Bezpečnostní prvky na zařízení

Pro snížení míry rizika byly použity následující bezpečnostní prvky:

- optické bezpečnostní závěsy na stanicích zakládání dílů a odebírání výrobků (stanice 1, 2 a 3)
- bezpečnostní tlačítka nouzového vypnutí, která jsou umístěná na konstrukci z čela a zezadu zařízení a na ovládacím panelu robota a jsou přístupná dle ergonomických a bezpečnostních požadavků
- bezpečnostní zámky na otevíratelných dveřích
- celkové krytování zařízení čirým tvrzeným sklem mimo zakládací a odebírací místa
- zamezení přístupu polohou a zábranami k pohyblivým částem zařízení

Jelikož elektrické a elektronické bezpečnostní prvky jsou do systému zapojeny přes bezpečnostní relé (třídy 4), po přerušení nebo aktivaci bezpečnostních prvků dojde k aktivaci funkce bezpečnostního relé a odpojení přívodu elektrické energie k akčním členům a aktivaci zapojených bezpečnostních signálů pro pohyblivé elektrické komponenty zařízení. Tím dojde k zastavení pohyblivých elektrických zařízení (SMC osy, robot, šroubovák). Přitom je také vyřazen z provozu vzduchový okruh, a jelikož jsou použity 5/3-cestné ventily, dojde rovněž k zastavení pohybu pneumatických válců.

Protože jsou bezpečnostní funkce řešeny hardwarově, není třeba použít bezpečnostní systém řízení stroje (bezpečnostní PLC).

5 ÚZKÉ MÍSTO

Snahou je navrhnout zařízení tak, aby všechny vykonávané operace a úkony v jednotlivých stanicích zařízení byly zpracovávány přibližně se stejným časovým výkonem. Ne vždy je to možné uskutečnit, a proto se zavádí pojem „úzké místo“.

5.1 Definice pojmu „úzké místo“

Pojmem úzké místo je označována ta část výrobního zařízení, kde dochází k největšímu časovému vytížení a tím i zpoždění při provádění dané operace oproti ostatním částem zařízení.

5.2 Úzké místo tohoto zařízení

U tohoto zařízení je úzkým místem pátá stanice, kde se provádí šroubování, výčet hodnot procesu šroubování, odebrání dobrého výrobku, transport dobrého výrobku a zápis parametrů do podnikové databáze. Uvolnění hlavního transportu stroje, a tím i následné uvolnění operací ostatních stanic, je možné až po odebrání výrobku z paletky a jeho transportu mimo hlavní transferovou část a rovněž i mimo pracovní prostor robotu, potažmo šroubováku. Proto zde byl kladen velký důraz na rychlost přesunů šroubovacích pozic, rychlost vlastního procesu šroubování a rychlost zpracování a přenosu dat, a to zejména při odměřování výšky utáhnutého šroubu vůči desce plošných spojů laserovým měřičem vzdálenosti. Jako nejvýhodnější varianta se ukázala kontinuální měření všech šroubů najednou, kde převedená analogová hodnota na inženýrské jednotky (v tomto případě milimetry) je přímo přeposílána programu robotu, který ji vyhodnocuje a vrací pouze nejmenší rozdíl vzdálenosti pro každý šroub. Tato hodnota je poté ukládána do příslušného datového bloku řídicího PLC, kde je dále zpracovávána (viz. kapitola 12 Program řízení chodu stroje).

5.3 Globální náhled

Obdobná situace pro úzké místo platí rovněž pro globální hledisko výrobní buňky nebo části provozu, kde výrobní zařízení jsou z časového hlediska koncipována na podobný výkon. Tím je docíleno plynulosti výroby, zásobování zařízení materiálem a nenadbytečnosti vyrobených polotovarů a kusů.

6 POPIS JEDNOTLIVÝCH SEKVENCERŮ V AUTOMATICKÉM REŽIMU

Pro každý sekvencer platí, že před cyklickým vykonáváním jeho jednotlivých kroků musí po zapnutí zařízení nebo po nouzovém zastavení proběhnout resetovací sekvence. Poté je uvolněno krokování funkčního krokovacího bloku FB324 Step_Control. Přitom na začátku každé sekvence se kontroluje dosažení základní pozice a status chyby. Všechny stavy a statusy jsou zaznamenávány a zapisovány na ovládací panel. Dále na začátku sekvencí probíhá čtení dat z tagů (RFID) a spřažení dat z tagů s daty v datovém bloku posuvných registrů.

Všechny vývojové diagramy jsou součástí přílohy 1.

6.1 Sekvencery montážních a testovacích stanic

6.1.1 Kroky stanice 1 – Zakládací stanice

Po transferu vozíku do této stanice je provedena kontrola přítomnosti chybného kusu. Ta probíhá vyčtením a porovnáním dat z datového bloku posuvných registrů a soustavou optických čidel na této stanici. Pokud je přítomen chybný kus, aktivují se signalizace červené barvy ve stanici a zároveň na ovládacím panelu, sekvencer čeká na odebrání kusu a potvrzení kusů operátorem. Poté se provede kontrola odebrání kusu snímači a sekvencer pokračuje kroky, které jsou společné i pro kroky prázdné paletky (dobrý kus je odebrán již dříve ve stanici pět). Poté dojde k vysutí válce pro přidržení vzduchového konektoru a softwarově se uvolní optická brána pro možnost založení komponentů určených pro kompletaci výrobku dané varianty. Zde má obsluha možnost navolit na ovládacím panelu sérii výrobku, který se bude kompletovat.

Po osazení paletky komponenty a opuštění prostoru kontrolovaného optickou bránou obsluha potvrdí správnost založení pomocí spínače Nagara switch a provede se kontrola založení komponentů optickými snímači pro daný typ výrobku. Po úspěšné kontrole se válec přidržení vzduchového konektoru vrátí do základní polohy a provede se zápis dat do datového bloku posuvných registrů a do tagu umístěného na vozíku (data se v každé stanici zapisují jak do datového bloku, tak i do tagu a v následujícím textu již toto nebude zmiňováno). Kroky stanice jsou poté ukončeny a vozík je uvolněn pro transfer do druhé stanice. Kroky cyklu stanice se vrátí na začátek a čekají na uvolnění od transferu a od příjezdu další paletky.

V případě, že je navolen režim Prázdný vozík, kroky založení se neprovádí a pouze proběhne kontrola optickými čidly o stavu prázdného vozíku a potvrzení spínačem Nagara switch operátorem. V případě nastavených Dummy-testů je operátor vyzván na založení testovacího dummy vzorku, který vykazuje předem definovanou vadu výrobku.

6.1.2 Kroky stanice 2 – Kompletace výrobku, testování, zápis

DMC cívky

Po uvolnění kroků stanice od transferu dojde k vyčtení dat a specifikování výrobku na stanici. K tomuto vyčtení a porovnání dat dochází na všech následujících stanicích a v navazujícím textu se tedy již o tom nebudu zmiňovat. Fixátor stanice upevní výrobek v loži a dojde k nakontaktování měřících hrotů na příslušnou poslední cívku výrobku. Zde musí operátor před provedením testu správně umístit kostku se spínacími hroty dle dané série, přičemž o tom bude informován na operačním panelu. Po kontrole správnosti umístění kontaktovací kostky fixátor upevní výrobek v loži a válec s trnem sloužící k lisování cívek a k provedení testu těsnosti najede do vzduchového konektoru, přičemž se tímto krokem provede částečná montáž výrobku. V tomto kroku dojde k utěsnění komor plnicích cívek mezi sebou a k utěsnění v přechodu montážního trnu a vzduchový konektor. Následují kroky testování, které jsou popsány ve vývojových diagramech v příloze 1. Pro testování těsnosti cívek musí být použit nemastný vzduch, proto je použit speciální kompresor a úpravna vzduchu Atlas Copco FLX MED.

Pokud je poprvé test tlaku vyhodnocen negativně provede se rekontaktování výrobku a následuje retest, pokud i v druhém případě kontroly tlaku je test negativní, je zkouška vyhodnocena jako chybná, provede se v sekvenceru odskok na pozici zápisu dat, je nastaven negativní test těsnosti a zbylé testovací kroky ve stanici se neprovádí.

Po správně vyhodnoceném testu úniku tlaku pokračuje v případě série MKS a AMKS stanice kroky lisování distributoru. Jedná se o dva typy distributorů různé délky a různého počtu plnicích komor, proto je nutné dle série přesouvat pozici lisovacího válce. Ten je na hřídeli opatřen tenzometrem (popsáno v kapitole 2.4.1.2 Stanice 2). Jelikož jsou otvory distributoru, které se lisují na cívky, opatřeny houževnatou pryží, je nutno provést několik sekvencí lisování. Z experimentálního testování vyplynulo, že pro dokonalé nalisování distributoru postačují tři lisovací cykly. V každém tomto lisovacím cyklu se provádí měření síly a v případě překročení lisovací síly je lisování ukončeno s negativním výsledkem, v sekvenceru se provede odskok na pozici zápisu dat.

V případě, že všechna testování jsou vyhodnocena jako správná, pokračují kroky sekvenceru postupným logickým zasunutím válců do základních poloh a provede se čtení šestnáctimístného DMC kódu z ukončující cívky výrobku skenerem Matrix 200. Pro komunikaci se skenerem je použita speciální funkce ve vývojovém prostředí Step 7 určená pro ovládání karty se sériovým rozhraním CP340. Komunikace mezi PLC a skenerem vypadá následovně:

- PLC odešle zprávu pro čtení skeneru datového typu array 'TRIGGER' s ukončovacím znakem '\$R' (zpráva a ukončovací znak musí být shodně nastaveny i ve skeneru)
- Skener zpracuje přijatou zprávu a provede čtení DMC
- Skener odešle zprávu datového typu array do sériového rozhraní PLC s informací o výsledku, v pozitivním případě jde o načtený DMC kód, v případě neúspěšného čtení zprávu 'NOREAD'

- Ve funkci komunikace jsou nastavena příslušná data čtení (OK, NOK) a přepis přijaté zprávy do datového bloku

V případě neúspěšného načtení DMC se provede cyklus opětovného čtení, pro načtení kódu je nastaveno maximálně deset pokusů. Po dokončení cyklu načítání DMC cívky se v sekvenceru provede zápis dat s výsledky příslušných testů a s uložení zprávy čtení DMC cívky. Kroky stanice jsou poté ukončeny a vozík je uvolněn pro transfer do třetí stanice. Cyklus stanice se vrátí na začátek a čeká na uvolnění od transferu a do příjezdu další paletky.

6.1.3 Kroky stanice 3 – Interlocking, založení DPS

Na třetí stanici se provádí osazení desky plošných spojů (DPS) po úspěšně provedené operaci intrlocking na výrobek, který byl předchozí stanicí vyhodnocen jako dobrý. V případě vadného výrobku z předchozí stanice sekvencer skočí do kroku signalizace vadného výrobku, který musí být z paletky odebrán. Po odebrání vadného výrobku se provede kontrola prázdného lože a po potvrzení Nagara switch je do databáze paletky zapsán status prázdného lože.

V případě dobrého výrobku se provede interlocking, čtení DMC umístěného na DPS zajišťuje skener Matrix 200 a jeho ovládání a vyhodnocení zajišťuje Beck jednotka. Součástí práce je komunikace s touto jednotkou přes sériové rozhraní, které je zajištěno kartou CP 340 v soustavě PLC.

Komunikace probíhá následovně:

- Zaslání bitového signálu Beck jednotce pro načtení DMC (optický snímač, popsáno v kapitole 2.4.1.3 Stanice 3)
- Kontrola přijatého signálu z jednotky o kvalitě čtení DMC se zamezením vzniku redundance
- Vyhodnocení přijatého signálu načtení kódu – DMC OK / NOK
- V případě NOK DMC výpis chybového hlášení o nečitelném DMC a po potvrzení na operačním panelu zaslání signálu pro opětovné čtení DMC, v případě OK DMC zaslání signálu pro načtení DMC
- Vyhodnocení přijatého signálu o stavu DPS vůči předchozím operacím (PDB) – Interlocking OK / NOK
- V případě NOK intrlockingu výpis chybového hlášení o chybné DPS a po potvrzení na operačním panelu zaslání signálu pro opětovné čtení DMC, v případě OK interlockingu načtení zprávy z Beck jednotky obsahující DMC kód DPS
- Ukončení komunikace s jednotkou

Po úspěšném interlockingu se provede založení DPS na výrobek, proběhne kontrola založení DPS optickým senzorem a po opuštění prostoru bezpečnostního závěsu se potvrdí odeslání vozíku transferem na další operace pomocí spínače Nagara switch. Sekvencer skočí do kroku zápisu dat, kde je k původním datům přidán šestnáctimístný kód DPS a výsledky operace interlocking. Kroky stanice jsou poté ukončeny a paletka je uvolněna pro transfer do čtvrté stanice. Cyklus stanice se vrátí na začátek a čeká na uvolnění od transferu a do příjezdu další paletky.

6.1.4 Kroky stanice 4 – První šroubovací stanice

Sekvencer této stanice je připraven pro částečné přichycení DPS k distributoru pro výrobky série MKS a AMKS pomocí šroubů. Touto stanicí je potlačen vliv časové náročnosti šroubování a tím eliminace „úzkého místa“ (viz šestá kapitola). Realizace této stanice je plánovaná na konec roku 2012, proto je prozatím tato stanice prázdná. Funkční část sekvenceru pro šroubování je obdobná s následující stanicí pět.

Sekvencer je tedy tvořen standardním začátkem jako ostatní sekvencery, kontrolou správného vozíku ve stanici a přepisem dat. Kroky stanice jsou poté ukončeny a vozík je uvolněn pro transfer do páté stanice. Cyklus stanice se vrátí na začátek a čeká na uvolnění od transferu a do příjezdu další paletky.

6.1.5 Kroky stanice 5 – Druhá šroubovací stanice, trace

Systém šroubování je principiálně totožný se čtvrtou stanicí. Nastavení šroubování, testy, program a vyhodnocení šroubování je uvedeno v kapitole osm – Strojní el. šroubovák s automatickým podavačem šroubů. Na této stanici navíc probíhá kompletace a vyhodnocení shromážděných dat, vytvoření telegramu a zápis potřebných dat a hodnot do podnikové databáze.

Po vyhodnocení kusu se provede jeho vytrídění. Pokud je kus vyhodnocen jako špatný, bude pokračovat ve vozíku do první stanice, pokud je kus vyhodnocen jako dobrý, bude z vozíku odebrán transferovým manipulátorem a přesunut do vykládací pozice dobrých kusů. Důvodem rozdělení pozic pro dobrý a špatný kus je zamezení chyby obsluhy záměny dobrých a vadných výrobků při následném zakládání výrobků na skladovací místa.

Proces traceability se v sekvenceru uskutečňuje pro dva stavy výrobku a má tuto podobu:

1. Pro celkově vadný výrobek probíhá vyhodnocení a komunikace následovně:
 - Výrobek zůstává ve vozíku
 - Zaslání bitového signálu Beck jednotce pro příjem dat
 - Zaslání telegramu po sériovém rozhraní
 - Kontrola přijatého signálu z jednotky o úspěšném příjmu dat
 - Ukončení komunikace s jednotkou
2. Celkově dobrý výrobek je transferován do vykládací pozice přes kontrolní mezipozici čtení DMC a zápisu trace, komunikace mezi skenerem a PLC je obdobná jako na stanici dvě. Vyhodnocení a komunikace probíhá následovně:
 - Výrobek je uchycen čelistmi manipulátoru, otočen a transferován do mezipolohy mezi pátou a vykládací stanicí pod skener Matrix 200
 - PLC odešle zprávu pro čtení skeneru datového typu array 'TRIGGER' s ukončovacím znakem '\$R' (zpráva a ukončovací znak musí být shodně nastaveny i ve skeneru)
 - Skener zpracuje přijatou zprávu a provede čtení DMC
 - Skener odešle zprávu datového typu array do sériového rozhraní PLC s informací o výsledku, v pozitivním případě jde o načtený DMC kód, v případě neúspěšného čtení zprávu 'NOREAD'

- Ve funkci komunikace jsou nastavena příslušná data čtení (OK, NOK) a přepis přijaté zprávy do datového bloku
- V případě neúspěšného načtení DMC se provede cyklus opětovného čtení (a tím i komunikace PLC – skener), pro načtení kódu je nastaveno maximálně deset pokusů (vychází z testování)
- V případě správného načtení DMC dojde k porovnání přijatého DMC s DMC uloženým na příslušné adrese v datovém bloku s daty výrobků ve vozících (uložený DMC v DB získán ve třetí stanici – interlocking)
- Vyhodnocení porovnání kódu, výpis na ovládací panel
- V případě odlišného načteného DMC přepis aktuálního DMC v DB
- Vytvoření telegramu (popsáno v kapitole 12.2 Traceability – vytvoření telegramu)
- Zaslání bitového signálu Beck jednotce pro příjem dat
- Zaslání telegramu po sériovém rozhraní
- Kontrola přijatého signálu z jednotky o úspěšném příjmu dat
- Ukončení komunikace s jednotkou

Pro případ, že se DMC poškodí a bude nečitelný (např. nevhodnou manipulací na zařízení), bude výrobek vyhodnocen jako vadný a proces traceability nebude uskutečněn. Čelist transferuje výrobek na vykládací pozici, na operačním panelu se vypíše chyba a nastaví se světelná a zvuková signalizace pro NOK kus. V případě dobrého výrobku po dokončení procesu traceability do PDB bude výrobek rovněž transportován do vykládací stanice se statusem OK.

Po ukončení procesu traceability a transferu sekvencí pokračuje do kroku zapsání dat. Kroky stanice jsou poté ukončeny a vozík je uvolněn pro transfer do šesté stanice. Cyklus stanice se vrátí na začátek a čeká na uvolnění od transferu a do příjezdu dalšího vozíku.

6.1.6 Kroky stanice 6 – Rezervní prázdná stanice

Šestá stanice je momentálně nevyužita. Sekvencí stanice sestává pouze z kontroly správnosti založení příslušné paletky a přepisu dat datového bloku výrobků. Kroky stanice jsou poté ukončeny a paletka je uvolněna pro transfer do první stanice. Cyklus stanice se vrátí na začátek a čeká na uvolnění od transferu a do příjezdu dalšího vozíku.

6.1.7 Kroky hlavního transferu vozíků

Sekvencí transferu vozíků je založen na uvolňování jednotlivých částí transferu od funkčních stanic zařízení po dokončení jejich cyklu a uvolňování stanic po dokončení jednotlivých transferů. Navíc je kladen důraz na spolehlivost a bezpečnost chodu zařízení a zamezení možnosti kolize pohyblivých částí zařízení. Kontrola vozíků ve stanicích je zajištěna indukčními snímači, přítomností tagů v lůžkách vozíků nad čtecími hlavami RFID systému a navíc je vše ošetřeno softwarově v programu PLC. Tím je zaručena správná pozice paletky ve stanicích. Transfer paletky označených čísly je kontinuálně zobrazován na hlavní obrazovce ovládacího panelu.

7 STROJNÍ ELEKTRICKÝ ŠROUBOVÁK S AUTOMATICKÝM PODAVAČEM ŠROUBŮ

7.1 Řídicí jednotka DSM

Pro řízení procesu šroubování byla vybrána řídicí jednotka Multi Classic TA Gold line ve standardním provedení, rozšířená o ethernetové rozhraní. Využití komunikačních rozhraní jednotky je následovné:

- Ethernet – sledování dat na úrovni podnikové sítě
- Profibus DP – komunikace a přenos dat s hlavním PLC
- sériové RS232 – komunikace a přenos dat s programovacím SW PC
- bitové vstupy a výstupy – komunikace s PLC Stöger



Obrázek 19: Řídicí jednotka DSM Classic - Gold line

7.1.1 Nastavení výstupů DSM jednotky

Důležitými výstupy procesu šroubování jsou výsledky šroubovacího cyklu, připravenost systému na další šroubovací cyklus, chyby řídicí jednotky a šroubování a hodnoty procesu šroubování – úhel a utahovací moment. V hardwarové konfiguraci PLC pak lze dle nastavených vstupně-výstupních bytů vyčítat výstupy z jednotky DSM, popř. zasílat řídicí výstupy z PLC do jednotky DSM.

Důležité Byty jednotky DSM jsou popsány na následujících obrázcích.

Byte 1

A1: Outputs A11...A18

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Output	A18	A17	A16	A15	A14	A13	A12	A11

Byte 24

Res: OK result

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Descr.	LT	IP	SA	TS	W>	W<	M>	M<

Byte 25

Res: I1 Result

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
Descr.	R	PA	ST	SGM	SGW	AN	NIO	IS

Byte 26

Res: I2 Result

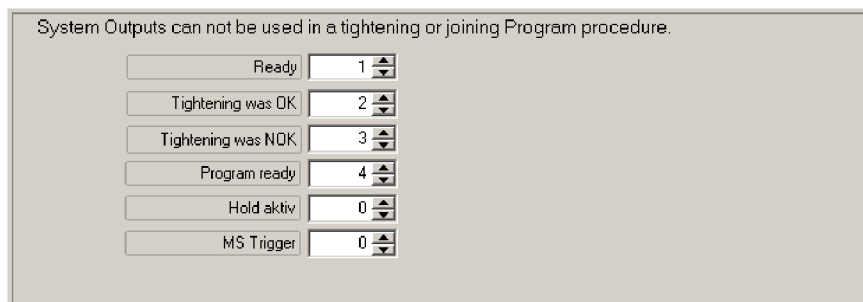
Bit	23	22	21	20	19	18	17	16
Descr.	R	R	R	R	GM	GW	R	R

Error-flags 9

M<	Torque too low	NIO	NOK-Flag
M>	Torque too high	AN	No start of the nutrunner
W<	Angle of rotation too small	SGW	Stop reason AN-Max
W>	Angle of rotation too big	SGM	Stop reason TQ-Max
TS	Tightening time exceeded	ST	Error system test
SA	Start abort	PA	Error program sequence
IP	Current error	GW	Encoder error angle
LT	Error power pack	GM	Encoder error torque
IS	Irregular stop	R	Reserve

Obrázek 20: Adresace a význam podstatných bitů pro komunikaci jednotky DSM zasílaných na rozhraní Profibus

Výstupní Byty 24, 25 a 26 jsou pevně definovány výrobcem, popis významů jednotlivých bitů je uveden v tabulce obrázku. Výstupní Byte 1 je definovatelný uživatelem v programovatelném prostředí jednotky DSM nebo přímo na ovládacím panelu jednotky. Definované nastavení je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek 21: Nastavení výstupních bitů Bytu 1 jednotky DSM

Hodnoty úhlu a utahovacího momentu jsou typu Real, každá hodnota zabírá místo čtyř Bytů. Pro hodnoty momentu jsou využity Byty 14 až 17, pro hodnoty úhlu Byty 18 až 21.

Aktivace rozhraní Profibus DP a Ethernet se provádí nastavením příslušných parametrů přímo na jednotce nebo softwarově pomocí počítače.

7.2 Automatický podavač šroubů Stöger

Řízení automatického podavače Stöger je realizované pomocí PLC SIMATIC s procesorem CPU 200M, program není součástí práce a byl dodán společně se šroubovacím zařízením. Přesto bylo nutné program upravit, a to sekvenci pohybu válců při šroubování v reakci na chybový stav procesu šroubování. Úpravu programu jsem provedl ve vývojovém prostředí STEP 7 MicroWIN. Originální program je vytvořen v jazyce LAD, upravené části jsem konvertoval do jazyka FBD.

Komunikace jak mezi jednotkou DSM a CPU 200M, tak mezi CPU 200M a hlavním CPU 315 se uskutečňuje bitově.

7.3 Proces a fáze šroubování, standardy pro elektrický šroubovací systém

Proces šroubování sestává ze čtyř základních fází:

- Fáze 1 – Rozběh šroubovacího cyklu a nastřelení bitu
- Fáze 2 – Řezání závitu
- Fáze 3 – Dotahování
- Fáze 4 – Otočení bitu zpět

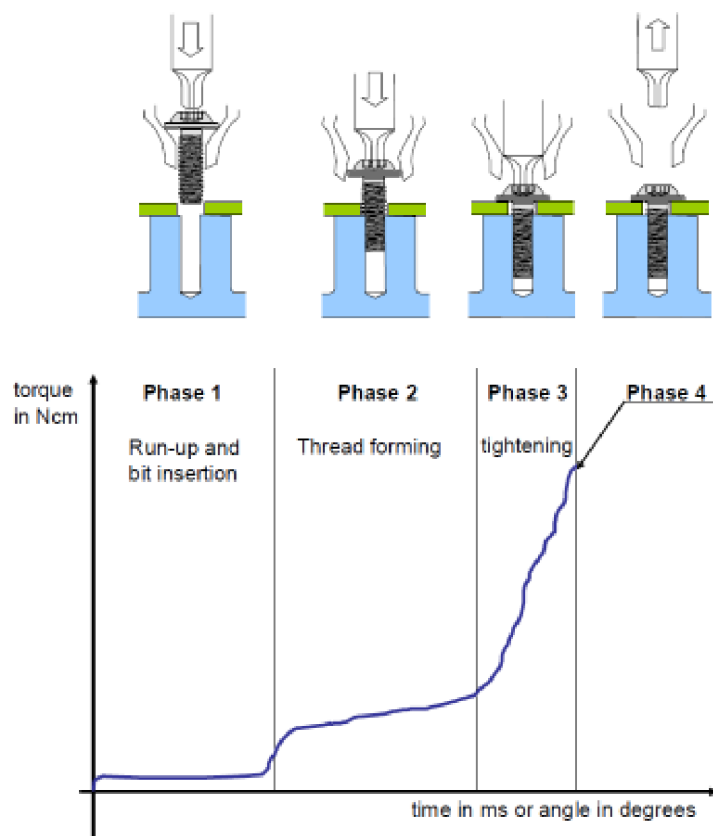
V procesu šroubování se v závislosti na jeho fázích mění tyto základní parametry šroubování:

- a – Nastavení nízké rychlosti šroubování cca 100 rpm z důvodu jednoduššího nasunutí bitu do hlavičky šroubu.
- b – Nastavení vysoké rychlosti šroubování cca 500 až 900 rpm (pro plasty), nutnost hlídání bodu, kdy se hlavička šroubu kontaktuje s dotahovaným povrchem, v tomto

případě s deskou plošných spojů. Tento bod se hlídá buďto časově, úhlem nebo prudkým nárůstem momentu šroubování.

- c – Nastavení nízké rychlosti šroubování cca 50 až 200 rpm z důvodu fáze dotahování. Pro docílení vyšší preciznosti a přesnosti dotahování může být tato rychlost i nižší, z časového hlediska však záleží na možnostech procesu stroje.
- d – Po dosažení maximálního utahovacího momentu nastavení zpětného otočení bitu šroubováku z důvodu uvolnění mechanické napětí mezi bitem a hlavičkou šroubováku. Otočení je dle standardu 3°, může však být i o něco vyšší (jako v případě tohoto zařízení), nesmí však dojít k odtahování šroubu.

Fáze a změny parametrů jsou ukázány na následujícím obrázku:



Obrázek 22: Fáze procesu šroubování

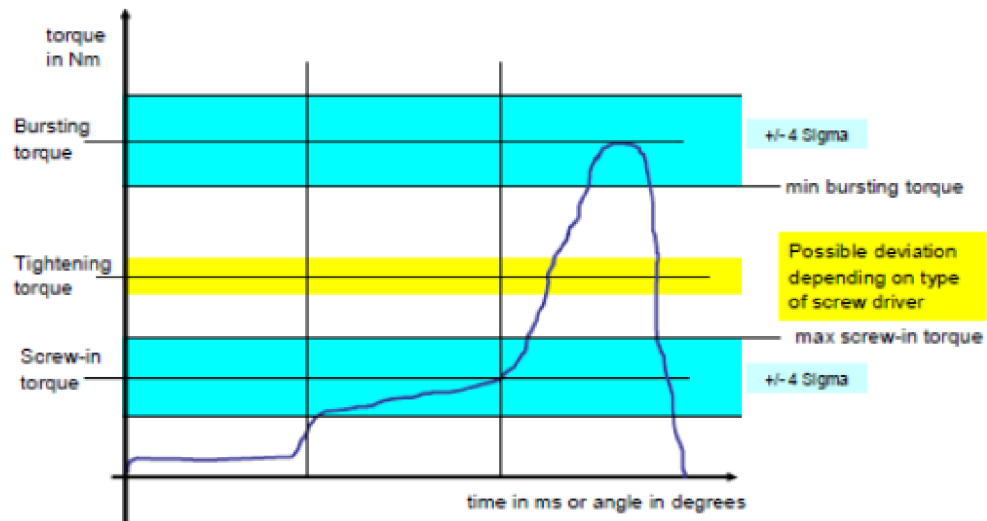
Ideální pozice pro nastavení úhlu utažení šroubu je přesně uprostřed mezi minimem strhávacího momentu (min bursting torque) a maximem utahovacího momentu (max screw in torque). Tato pozice zajišťuje minimální riziko možného poškození šroubu nebo stržení závitu a přitom zajišťuje bezpečné utažení šroubu do plastu.

Ve zvláštních případech může být hodnota utahovacího momentu mimo ideální oblast, ale musí zůstat v rozsahu maxima utahovacího momentu a minima strhávacího momentu. To platí i pro případ tohoto výrobního zařízení, kdy je hodnota utahovacího momentu posunuta výše oproti

ideální pozici. Důvodem je maximální možné a spolehlivé dotažení desky plošných spojů k distributoru, kde mezi komorami distributoru nesmí dojít k žádnému úniku tlaku.

Vztah pro výpočet nominálního utahovacího momentu je:

$$tightening_torque_nominal = \frac{max_screw_in_torque + min_bursting_torque}{2}$$



Obrázek 23: Nastavení ideálního utahovacího momentu ³

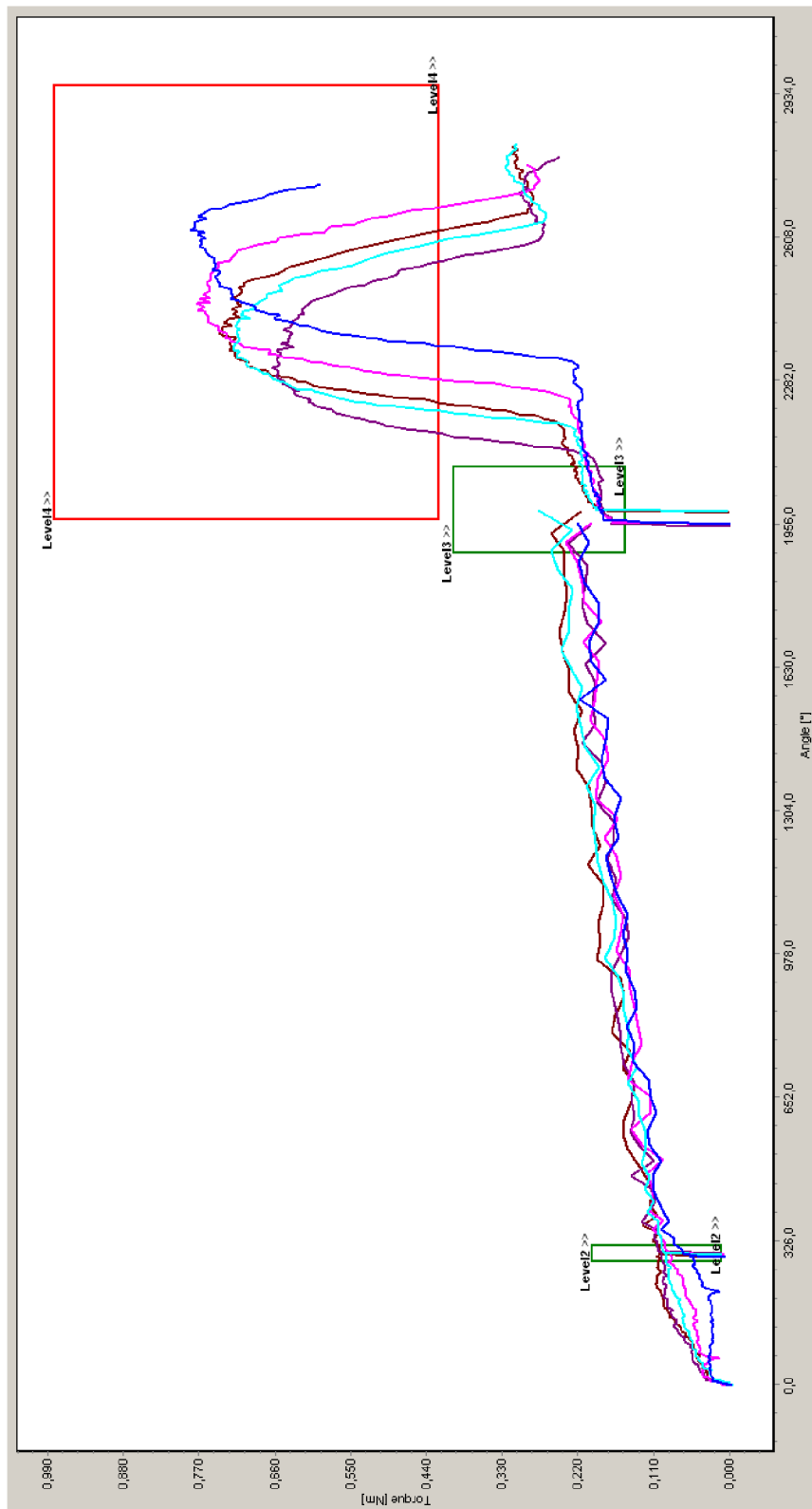
7.3.1 Trhací zkoušky, nastavení parametrů

Rozsah krouticího momentu byl stanoven ze specifikace výrobku vytvořené vývojovým týmem a experimentálně na testovaných vzorcích určených pro tyto účely. K experimentu byl použit ruční šroubovák DSM s motorem pro utahovací moment od 0,2 do 1,0 Nm s grafickou řídicí a vyhodnocovací jednotkou, daný typ šroubů, neosazená DPS a plastový výlisek distributoru.

Na obrázcích níže jsou znázorněny závislosti a výsledky trhacích zkoušek na testovacích vzorcích.

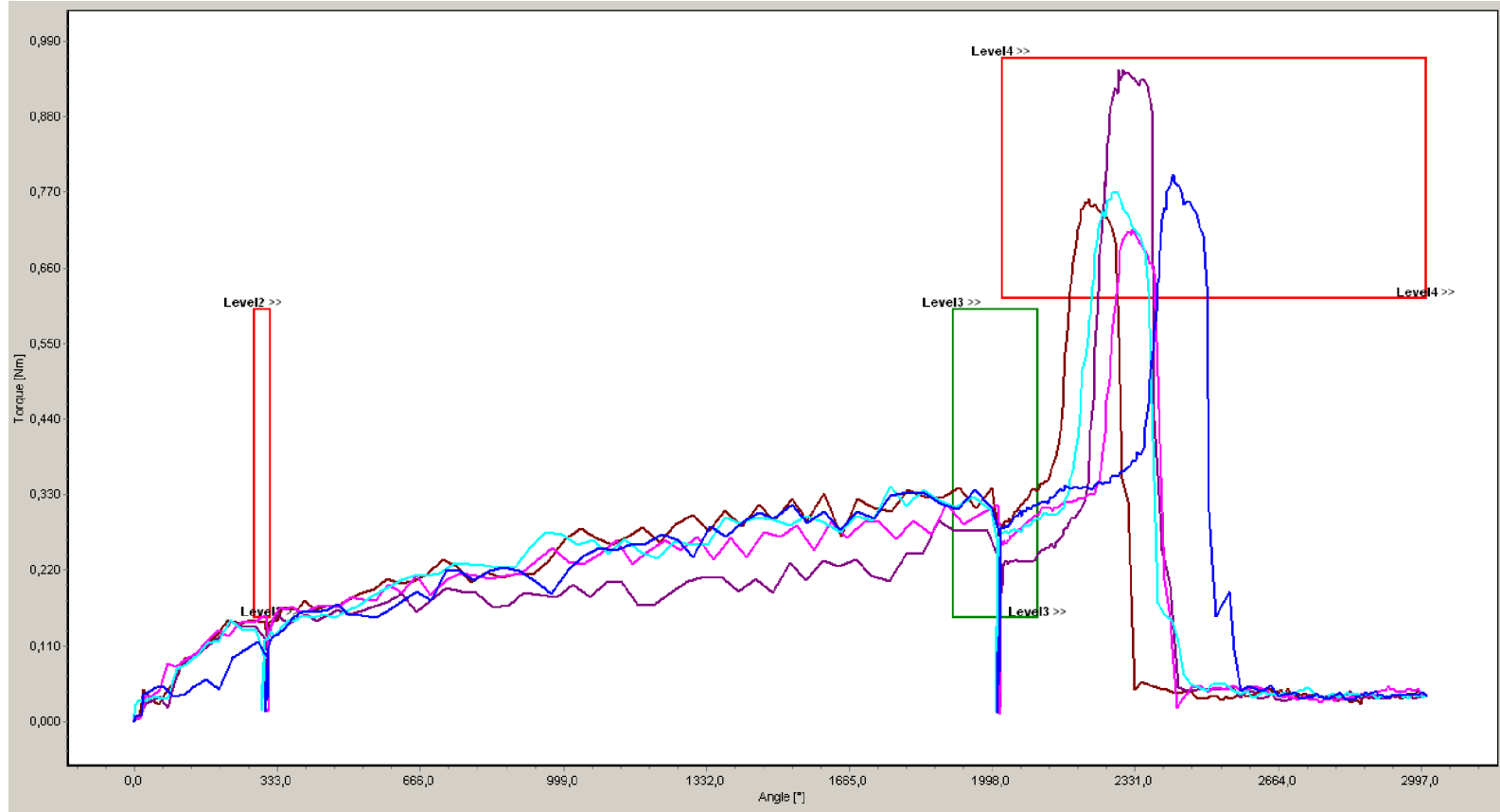
Z výsledku trhacích zkoušek a ze standardů šroubování do plastů jsem stanovil utahovací moment 0,45 N pro vzduchový konektor a 0,52 N pro distributor.

³ Tightening – utahování, Bursting – stržení závitu, utržení hlavičky šroubu, 4 sigma – hodnota daná statistickým vyjádřením interního standardu, není blíže specifikovaná.



Obrázek 24: Trhací zkouška šroubování do vzduchového konektoru

Obrázek 25: Trhací zkouška šroubování do distributoru



7.4 Programy šroubování

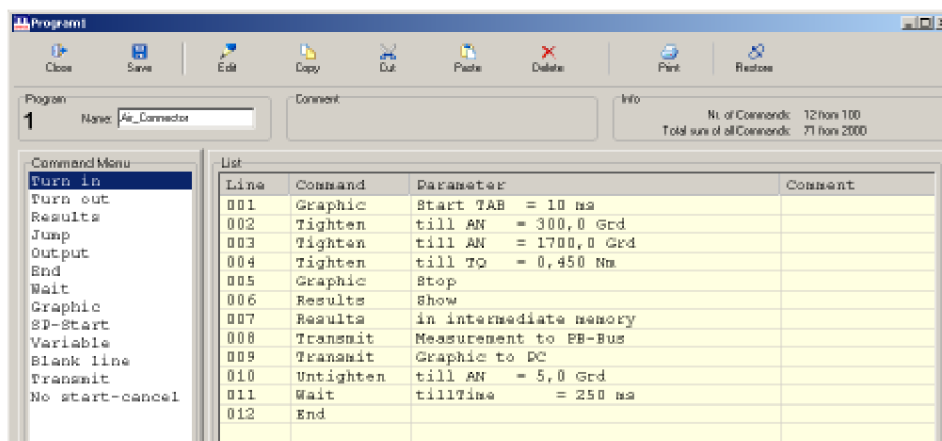
Jelikož materiál distributoru a vzduchového konektoru je rozdílný, je potřeba vytvořit dva rozdílné programy pro šroubování. Principiálně se tyto programy shodují, rozdíl je pouze v nastavení parametrů šroubování, a to v úhlu, utahovacím momentu a popř. rychlostech šroubování. Tomu odpovídá i změna limitních stavů, úhel zpětného otočení je shodný pro obě varianty.

7.4.1 Tvorba šroubovacího programu

Program pro šroubování je psaný ve struktuře tabulky, kde se definuje vykonávací příkaz a následně jeho parametry. Použitými příkazy jsou grafické monitorování průběhu šroubování na jednotce DSM s následným přenosem do PC, přenos dat naměřených dat do PC a na rozhraní Profibus DP a příkazy pro vlastní šroubovací proces, které mají zajistit:

- správné zasunutí bitu a první zařezání šroubu do plastového materiálu při pomalých otáčkách do nastavené hodnoty úhlu šroubování
- řezání závitu při vysokých otáčkách do nastavené hodnoty úhlu šroubování
- proces utahování při nízkých otáčkách do dosažení hodnoty nastaveného utahovacího momentu

Jako ukázkou zde uvádím pouze program pro šroubování vzduchového konektoru, program pro distributor se liší pouze ve změně parametrů utahovacího momentu na 0,52 N a upravením souvisejících limitních stavů. Limitní stavy se nastavují v tabulkách po otevření příkazů jednotlivých řádků.



Line	Command	Parameter	Comment
001	Graphic	Start TAB = 10 ms	
002	Tighten	till AN = 300,0 Grd	
003	Tighten	till AN = 1700,0 Grd	
004	Tighten	till TQ = 0,450 Nm	
005	Graphic	Stop	
006	Results	Show	
007	Results	in intermediate memory	
008	Transmit	Measurement to EB-Bus	
009	Transmit	Graphic to PC	
010	Untighten	till AN = 5,0 Grd	
011	Wait	tillTime = 250 ms	
012	End		

Obrázek 26: Program šroubování – vzduchový konektor

8 ŘÍZENÍ STROJE

8.1 Programovatelný automat PLC (Programmable Logic Controller)

Programovatelný automat je osvědčený řídicí prostředek pro řízení technologických procesů a strojů. PLC vykazují vysokou spolehlivost a stabilitu jednoduchého operačního systému reálného času, srozumitelné a jednoduché ovládání, programování a ladění programu, a tím i snadné uvedení zařízení do provozu, možnost využití komunikačních rozhraní apod. Nejen díky těmto výhodám je pro řízení tohoto zařízení použit právě PLC, a to SIMATIC s procesorem CPU 315-2 PN/DP firmy Siemens. Jeho hlavní parametry jsou:

- pracovní paměť 384 KByte / 128 KByte, rozšířená externí paměť (MMC) 512 MB
- čas vykonání bitové operace 50 ns, čas vykonání operace typu Word 90 ns
- komunikační rozhraní X1: MPI/DP, X2: PN (2 x port)
- možnost rozšíření až na 32 modulů
- přímá výměna dat
- konstantní přenosové rychlost
- rounting

Na liště je mimo vlastní CPU také napájecí zdroj 24 V / 10 A, karty digitálních vstupů a výstupů, vstupní analogová karta a karty sériového rozhraní RS-232C.



Obrázek 27: PLC Siemens SIMATIC CPU 315 - 2PN/DP

8.2 Komunikační rozhraní

8.2.1 Profibus DP

Fyzickým médiem je stíněná kroucená dvoulinka s rozhraním RS 485, přenosová rychlost je nastavena 12 Mbps při dodržení maximální vzdálenosti do 100 m. Profibus DP je určen pro komunikaci Master – Slave a pro rychlý přenos signálů z procesu pomocí decentralizovaných periférií a odloučených I/O jednotek, v tomto zařízení pouze decentralizovaných periférií.

Stanice propojené komunikačním rozhraním Profibus jsou:

- Master: - PLC Siemens CPU 315-2 DP/PN
- Slave: - SMC modul pro vzduché terminály a koncentrátoři
- Řídicí jednotky automatických šroubováků
- Řídicí jednotky robotů
- Externí I/O jednotka Beckhoff

8.2.2 MPI

MPI rozhraní je určeno jednak k propojení několika CPU, přičemž jedno CPU musí být zvoleno jako Master, nebo jako v tomto případě je možno toto rozhraní využít pro komunikaci s programovatelným počítačem. K tomu je nutné použít komunikační datový kabel, určený pro komunikaci na tomto rozhraní.

8.2.3 Průmyslový Ethernet

Průmyslový Ethernet je výkonný sběrníkový systém pro datové přenosy vysokou rychlostí od úrovně řízení procesů až po nadřazené lokální nebo rozlehlé sítě dle mezinárodních standardů (IEEE 802.3/802.3u/802.11a,b,g,h). Systém je speciálně vytvořen pro náročnější průmyslové podmínky a disponuje výkonnou datovou komunikací. Mimo to nabízí Ethernet základní technologie pro intranet a internet s možností mnohostranné integrace do celosvětové sítě. V případě uživatelského prostředí SIMATIC se využívá komunikační standard PROFINET definovaný mezinárodní organizací PROFIBUS International. PROFINET využívá osvědčené standardy IT jako např. protokol TCP/IP a zároveň nabízí i možnost komunikace v reálném čase pro specifické úlohy v průmyslových aplikacích, jako např. aplikace s řízením pohybu.

Stanice propojené komunikačním rozhraním průmyslový Ethernet jsou:

- PLC Siemens CPU 315-2 DP
- Ovládací panel Simatic TP 177B PN/DP
- Řídicí jednotky automatických šroubováků

8.2.4 Sériové rozhraní RS 232-C

Asynchronní sériová komunikace je založena na vysílání dat rozložených na jednotlivé bity. Kromě vlastních užitečných dat (např. textového telegramu) se proud přenášených bitů doplňuje

o další informace, typicky o bity sloužící pro synchronizaci, detekci chyb nebo i jejich korekci (opravu). Proud přenášených bitů je synchronizován Start bitem a Stop bitem (popř. dvěma Stop bity).

Na sériovém rozhraní komunikují s PLC skenery určené ke čtení DMC výrobku a traceability jednotky BECK určené pro příjem a odesílání telegramů. Přijímaný a vysílaný telegram je předem striktně definován dle příslušných standardů.

9 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ STEP 7

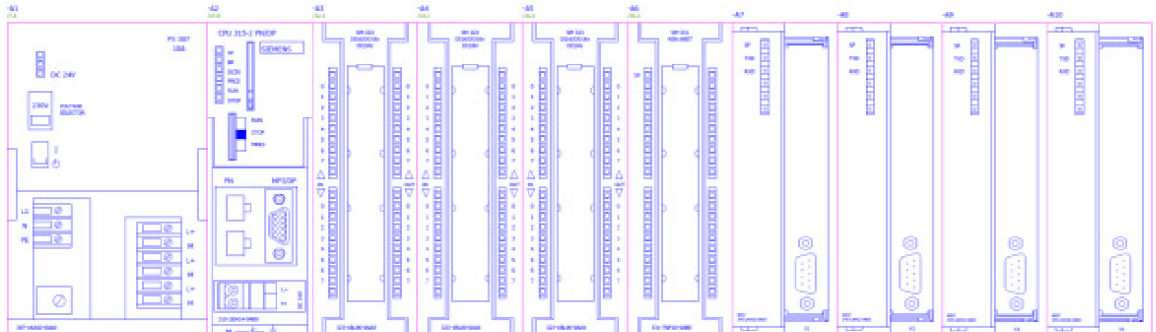
Pro vytvoření řídicího programu je použito programovací prostředí SIMATIC Manager STEP 7 S7/M7/C7, verze V5.4 SP5. Program je psán z větší části jazykem FBD ve funkčních blocích s využitím standardních a vytvořených funkcí a jazykem STL, kterým jsou definovány některé standardní funkční bloky nebo funkce, např. Step_Control, Output nebo Compare_ String<>Array.

Před vytvořením řídicího programu je nejdříve nutné provést hardwarovou konfiguraci PLC, tzn. nastavení sestavy PLC, nastavení rozhraní pro propojení PLC s ovládacím panelem, zařízeními a vzdálenými periferiemi a nastavení parametrů použitých rozhraní Profibus DP a průmyslový Ethernet (PROFINET).

9.1 Hardwarová konfigurace

Sestava PLC je graficky znázorněna na následujícím obrázku a sestává z (zleva):

- napájecí zdroj 1x
- CPU 315-2 PN/DP 1x
- karta digitálních vstupů a výstupů DI16/DO16xDC24V 3x
- karta analogových vstupů AI8x16BIT 1x
- karta pro sériové rozhraní CP340 RS232 4x



Obrázek 28: Sestava PLC SIMATIC CPU 315-2 PN/DP

Zvýšení počtu digitálních vstupů a výstupů bylo dosaženo použitím externí jednotky Beckhoff s šesti vstupními kartami 8DI a pěti výstupními kartami 8DO. Tato jednotka je propojena s PLC pomocí rozhraní Profibus.

9.2 HW konfigurace PLC ve vývojovém prostředí Step 7

Pro definování parametrů vlastní sestavy PLC a přidání decentralizovaných zařízení na definované sběrnice a nastavení parametrů těchto decentralizovaných periférií je nutné vytvořit hardwarovou konfiguraci. Hlavními nastavovanými parametry jsou adresace jednotek a specifikace přenosových protokolů.

HW konfigurace PLC je zobrazena na následujícím obrázku:

The screenshot displays the HW Config software interface for a SIMATIC 300 PLC system. The main window shows a rack configuration with the following modules:

Slot	Module
1	PS 307 10A
2	CPU 315-2PN/DP
X1	MPI/DP
X2	PN-IO
X2 P1	Port 1
X2 P2	Port 2
3	
4	DI16/DO16x24V/0.5A
5	DI16/DO16x24V/0.5A
6	DI16/DO16x24V/0.5A
7	AI8x16Bit
8	CP 340-RS232C
9	CP 340-RS232C
10	CP 340-RS232C
11	CP 340-RS232C

The network diagram shows a Profibus DP master system (PSCM_Profibus: DP master system (1)) connected to a PROFINET-IO system (PSCM_Ethernet: PROFINET-IO-System (100)). The network components include:

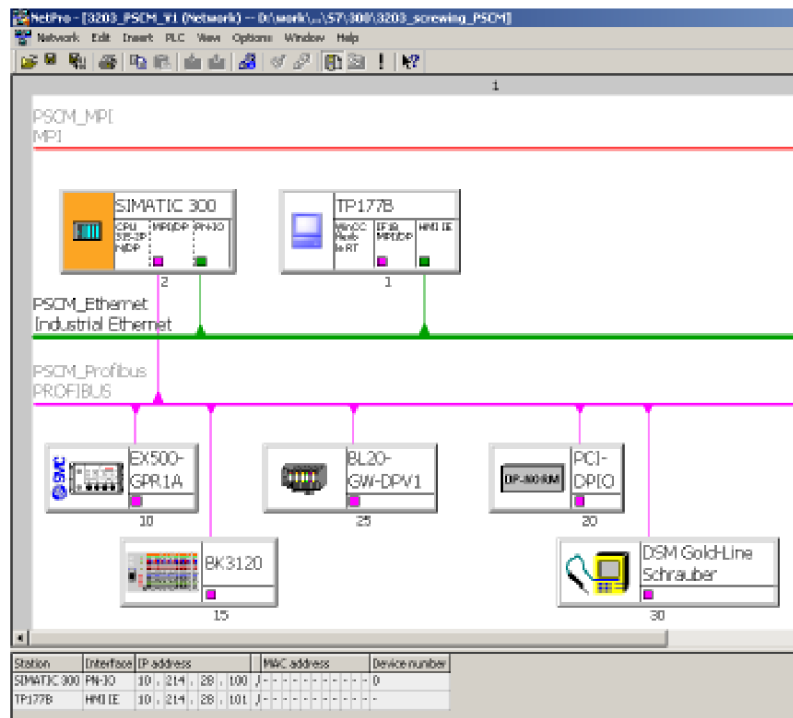
- (20) PCI-DP DP-NORM
- (30) DSM G
- (10) EX500
- (15) BK312
- (25) BL20-C

The bottom window shows a detailed table of the hardware configuration:

Slot	Module	Order number	Fi...	M...	I address	Q address	Comment
1	PS 307 10A	6ES7 307-1KA02-0AA0					
2	CPU 315-2PN/DP	6ES7 315-2EH14-0AB0	V3.1				
X1	MPI/DP				2047*		
X2	PN-IO				2046*		
X2 P1	Port 1				2045*		
X2 P2	Port 2				2044*		
3							
4	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			0...1	0...1	
5	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			2...3	2...3	
6	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			18...19	18...19	
7	AI8x16Bit	6ES7 331-7NF10-0AB0			60...75		
8	CP 340-RS232C	6ES7 340-1AH02-0AE0			320...335	320...335	
9	CP 340-RS232C	6ES7 340-1AH02-0AE0			336...351	336...351	
10	CP 340-RS232C	6ES7 340-1AH02-0AE0			352...367	352...367	
11	CP 340-RS232C	6ES7 340-1AH02-0AE0			368...383	368...383	

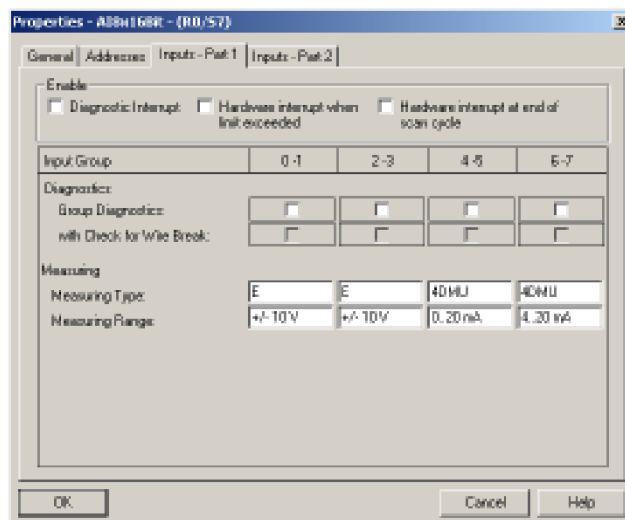
Obrázek 29: HW konfigurace PLC

Použitá komunikační rozhraní a propojení jednotlivých elektronických zařízení je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek 30: Připojení zařízení na rozhraní Profibus a Ethernet

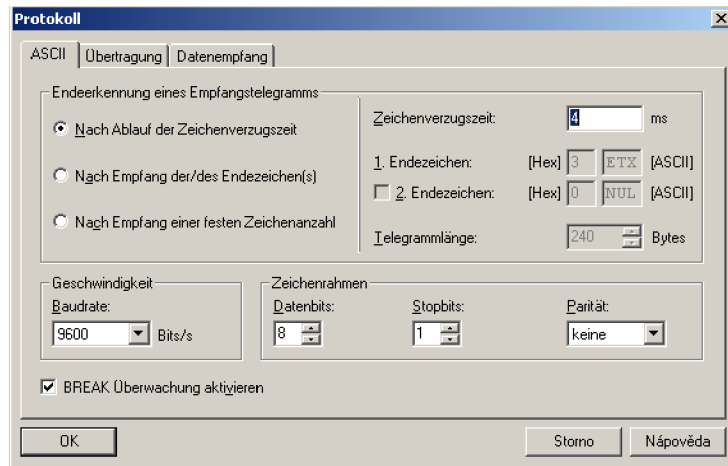
Důležitým faktorem je nastavení vstupní analogové karty PLC sestavy. Pro zajištění maximálního rozlišení analogové hodnoty je použita AI karta s šestnácti bitovým převodníkem. Zde je podstatné přiřadit jednotlivým analogovým vstupům přenášenou veličinu, a to napětí nebo proud a definovat velikost přenášených signálů (např. +/- 10 V nebo 4 – 20 mA). Nastavení AI karty pro jednotlivé vstupní veličiny je ukázáno na následujícím obrázku.



Obrázek 31: Nastavení parametrů AI sestavy PLC

Napětíová smyčka je použita pro vyhodnocování snímaných veličin od měření síly tenzometrem na stanici dva, proudová smyčka slouží ke snímání veličin tlaku na stanici dva a výšky utažených šroubů na stanicích čtyři a pět. V okně Input – Part 2 se nastavuje počet pracovních kanálů, frekvence (perioda) záznamu snímané veličiny a filtrace signálu,

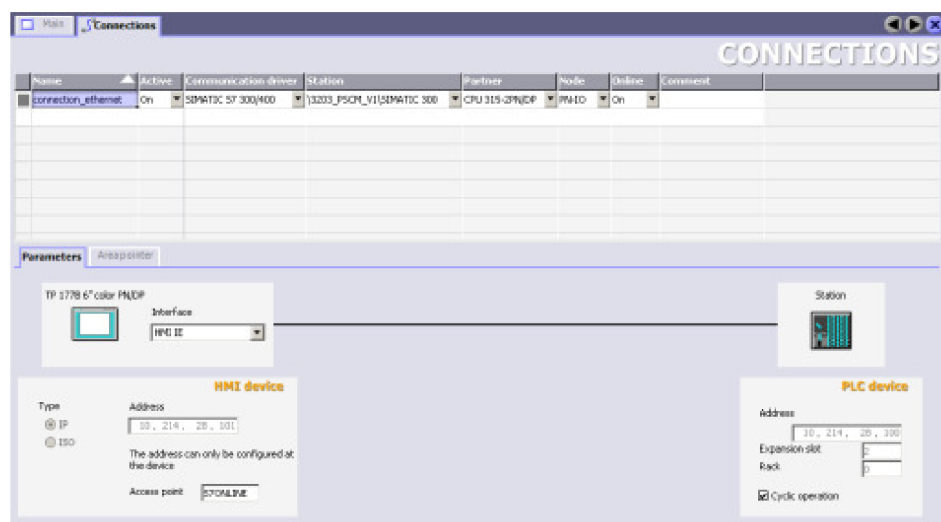
Dalším důležitým nastavením je definice komunikačního rozhraní RS232 pro karty CP340, na kterém komunikují s PLC skenery a jednotky BECK. Pro tento typ komunikace je použit ASCII protokol, jehož základní nastavení je na následujícím obrázku.



Obrázek 32: Nastavení karet CP340 sestavy PLC

9.3 Vývojové prostředí WinnCC Flexible

K vytvoření programu a grafiky ovládacího panelu je použito vývojové prostředí WinCC. Tento software umožňuje nastavení komunikačního rozhraní mezi PLC a ovládacím panelem, zobrazování a zadávání proměnných, zobrazování systémových a funkčních hlášení a chyb.



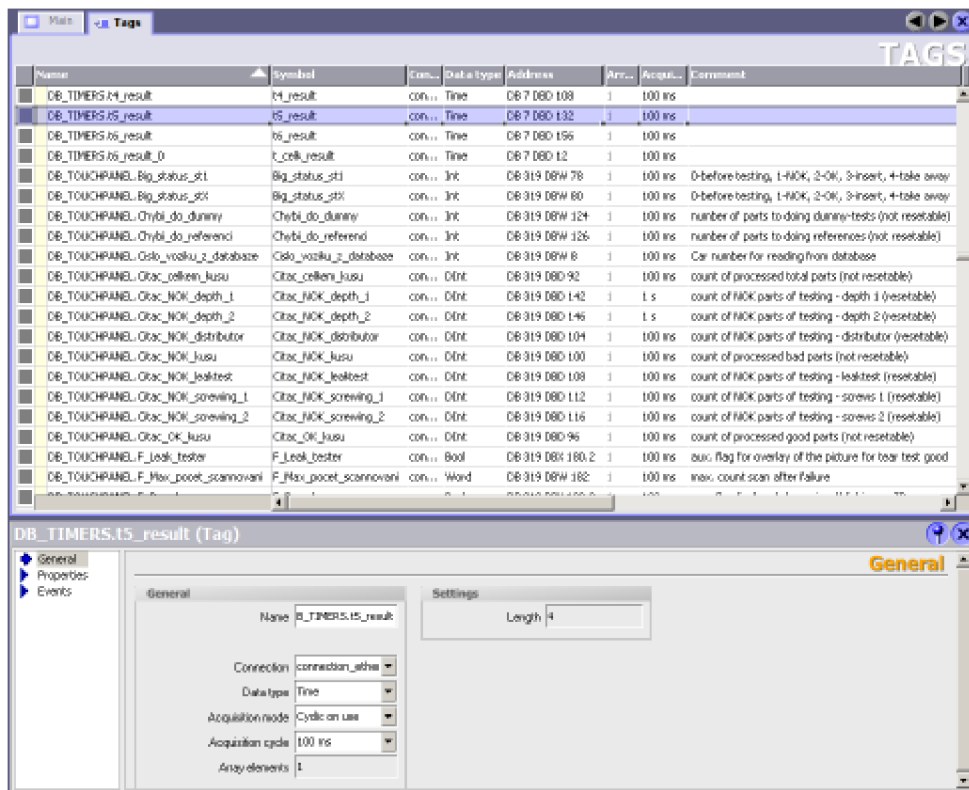
Obrázek 33: Konfigurace propojení PLC s ovládacím panelem (TP)

Pro softwarové propojení mezi programy STEP 7 a WinCC z důvodu čtení a zápisu jednotlivých monitorovaných proměnných je nutné definovat propojovací tabulku proměnných dat, tzv. tagy.

Moderní řešení komunikace založené na protokolu TCP/IP dovoluje realizovat:

- distribuované operátorské stanice pro ovládání velkých a rozsáhlých technologických celků
- lokální operátorské stanice s celopodnikovým přístupem k aktuálním datům z výroby
- malé velíny s možností centrální archivace, analýzy a dalšího zpracování dat z výroby též prostřednictvím webu
- přístup k aktuálním datům z výroby z nadřazených systémů (systémy SCADA a MES, „kancelářský,“ software)

Příklad z tabulky použitých tagů je ukázán na následujícím obrázku.



Obrázek 34: Tabulka nastavení tagů ve WinCC flexible

Ukázky obrazovek jsou součástí přílohy 2.

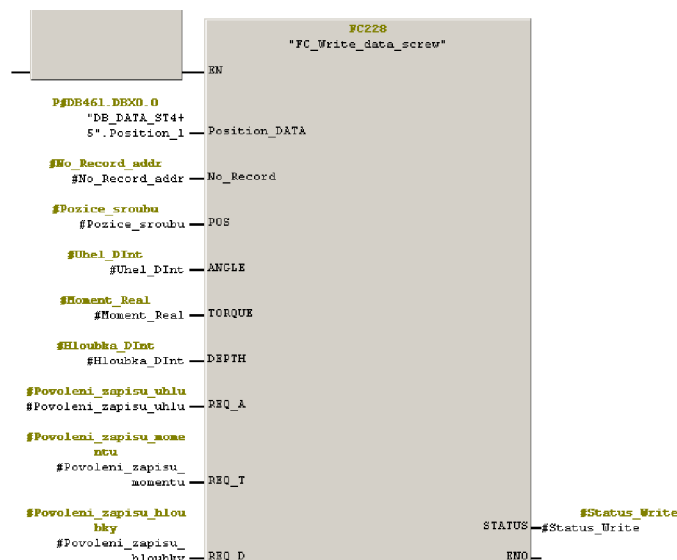
10 PROGRAM ŘÍZENÍ CHODU STROJE

V této kapitole jsou uvedeny ukázky struktury programů pro hlavní řídicí systém. Většina funkcí a funkčních bloků vychází z podnikového standardu z důvodu kompatibility, některé funkce jsem musel upravit pro specifické použití. Funkční bloky sekvencí jsou vždy závislé od kroků dané operace, v sekvencích stanic a transferů jsou použity (volány) funkce a funkční bloky:

- krokování (FB324 StepControl, FC324 FC_STEP, FC325 FC_DELAY_STEP)
- převodu datových typů číselných hodnot (FC300 FC_DELETE_ARRAY, FC303 FC_INT->ARRAY_CHAR, FC5 DI_STRNG...)
- zápisu dat do DB (FC228 FC_Write_data_screw)
- čtení dat z DB (FC227 FC_Read_data_screw)
- kopírování array a string (FC83 COPY_BY_NUMBER, FC280 FC_COPY_STRING->ARRAY)
- spojování telegramu (FC302 FC_CONCAT_ARRAY)
- RFID (FC8 FC_RFID, FB140 PIB)
- systémové funkce STEP 7

10.1 Zápis a vyčítání hodnot šroubování

Zapisování dat šroubování se provádí ve dvou cyklech. Nejprve jsou cyklicky zapisovány hodnoty utahovacího momentu a úhlu natočení bitu pro každý šroub do datového bloku, poté jsou cyklicky zapisována data výšky hlavičky šroubu vůči DPS. Při vytváření telegramu jsou poté data cyklicky vyčítána z datového bloku.



Obrázek 35: Volání funkce zápisu dat do DB – FC228

FC228 : data calculate

Comment:

Network 1: data calculate

Position_DATA.....start adres data
No_Record.....number of record(position, #pos_aut or #pos_man)
data are transferred from Position_DATA by No_Record to "I" parameters of
FB_CON_B32MOV_00
don't change structure of data

```
L DENO
T #DBo
TAR2 #Ar2
//*****
L P##Position_DATA
LAR2
L W [AR2,P#2.0]
T #DataLenght // data lenght
L W [AR2,P#4.0]
T #_DB // number of DB
L D [AR2,P#6.0]
LAR2 // pointer of start data
L #DataLenght
L #No_Record // calculation of pointer of record
*D
RLD 3
TAR2
+D
LAR2 // pointer of record
//*****
OPN DB [#_DB] // transfer to PQ
L #POS
T W [AR2,P#0.0] // Position
A #REQ_A
JCN rq_0
L #ANGLE
T D [AR2,P#2.0] // Angle
rq_0: A #REQ_T
JCN rq_1
L #TORQUE
T D [AR2,P#6.0] // Torque
rq_1: A #REQ_D
JCN rq_2
L #DEPTH
T D [AR2,P#10.0] // Depth
rq_2: NOP 0
//*****
OPN DB [#DBo]
LAR2 #Ar2
SET
SAVE
```

Obrázek 36: Funkce zápisu dat – FC228

10.2 Traceability – vytvoření telegramu

Telegram zasílaný do podnikové databáze (PDB) sestává z datových údajů označujících výrobek a stav výrobku, výsledků testů a důležitých hodnot, potažmo chybových hlášení. Pro formát telegramu je možné použít datový typ String (řetězec) nebo Array (pole). Pro větší variabilitu při zpracovávání telegramu (použití standardních funkcí Step 7) a pro jednoduchost následného zpracování je zde použit datový typ Array. V tomto datovém typu je pro každý znak

vyčleněn symbol z ASCII tabulky o velikosti jeden byte. Pro přehlednost jsou jednotlivé datové úseky v telegramu odděleny tzv. pipou „|“. Telegram musí být zakončen ukončovacím znakem nebo skupinou znaků, v tomto případě „\r\n“ (kurzor zpět a na nový řádek).

10.2.1 Částí telegramu

Telegram se skládá ze tří základní částí:

- Hlavička
- Tělo
- Patička

Úvodní informace, tzv. hlavička sestává z dvou šestnáctimístných DMC, první v pořadí je DMC cívky, poté následuje DMC desky plošných spojů. Tyto informace jsou základní pro sprážení DPS s šarží dodávaného materiálu.

V těle telegramu jsou obsaženy informace o pořadí šroubu a o jeho výsledných hodnotách při procesu šroubování, tj. úhlu, utahovacího momentu a výšky hlavičky od povrchu DPS.

Zakončení telegramu, tzv. patičku tvoří sada ukončovacích znaků, popřípadě chybové stavy a hlášky, které však zde použity nejsou.

10.2.2 Tvorba telegramu

Pro tvorbu telegramu jsou využity standardní funkce pro spojování a přepisování symbolů pro datový typ Array, jako jsou Concat a Copy_by_number.

10.2.3 Výsledný telegram

Tvar zasílaného telegramu je vždy nutné prokonzultovat s příjemcem telegramu, který jej dále bude zpracovávat a výsledek zasílat do podnikové databáze.

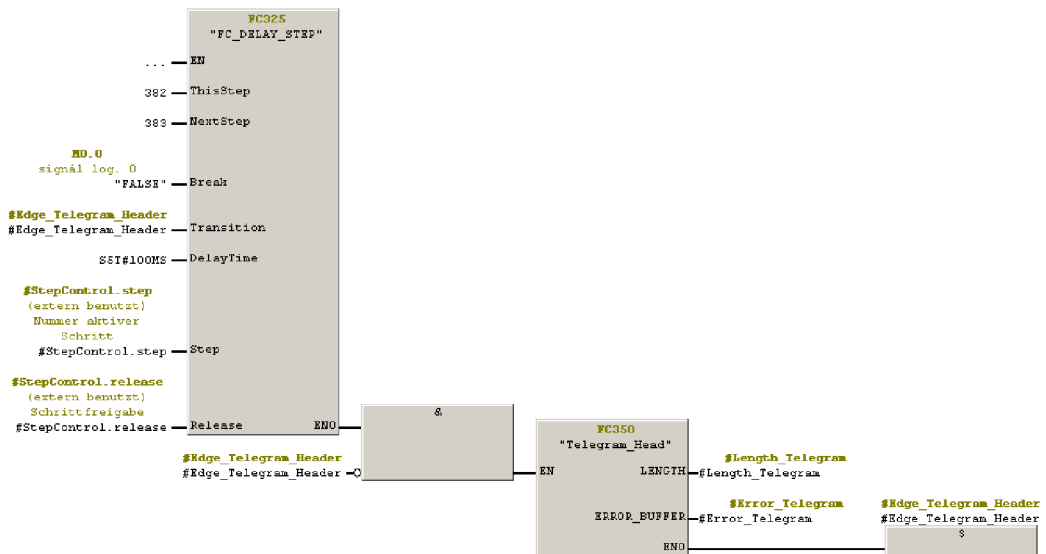
Výsledný telegram je tvaru:

```
DMC_cívky|DMC_DPS|pořadí_šroubulOK/NOK-hodnota_úhlulOK/NOK-hodnota_
utahovacího_momentulOK/NOK-hodnota_hloubkylpořadí_šroubulOK/NOK-hodnota
_úhlul...|OK/NOK-hodnota_hloubkyl\r\n
```

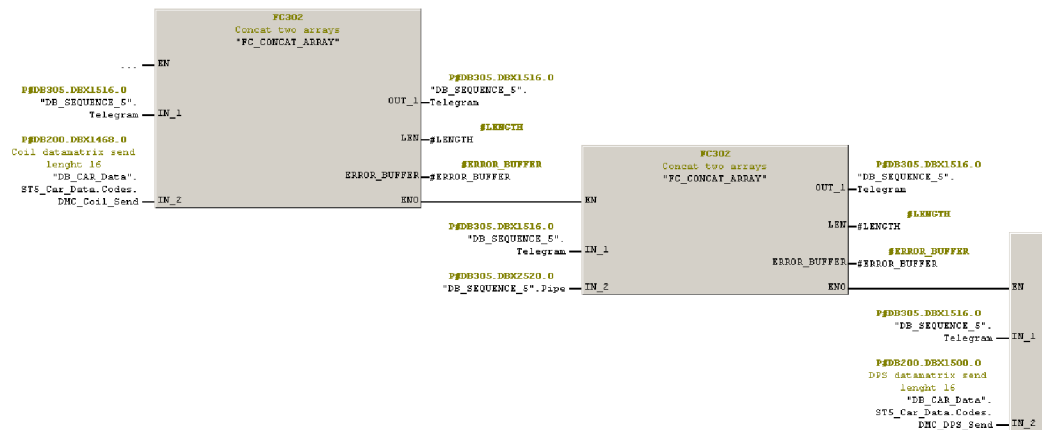
Každý DMC kód zabírá v telegramu místo šestnácti znaků, pořadí šroubu zaujímá jeden byte pro jednociferné hodnoty a dva byty pro dvouciferné hodnoty. Výsledné OK/NOK hodnoty jsou reprezentovány symboly ‘0’ pro NOK stav a ‘1’ pro OK stav, zapisované naměřené hodnoty jsou délky čtyři byty (čtyři symboly), pomlčka je délky jeden byte, ukončovací znak ‘\r\n’ je délky dva byty. Pipe zabírá místo jednoho bytu.

Nejkratší telegram pro dva šrouby zabírá místo 82 Byte, nejdelší telegram pro dvacet dva šroubů je délky 555 Byte.

Ukázka části programu tvoření telegramu je na následujících obrázcích.



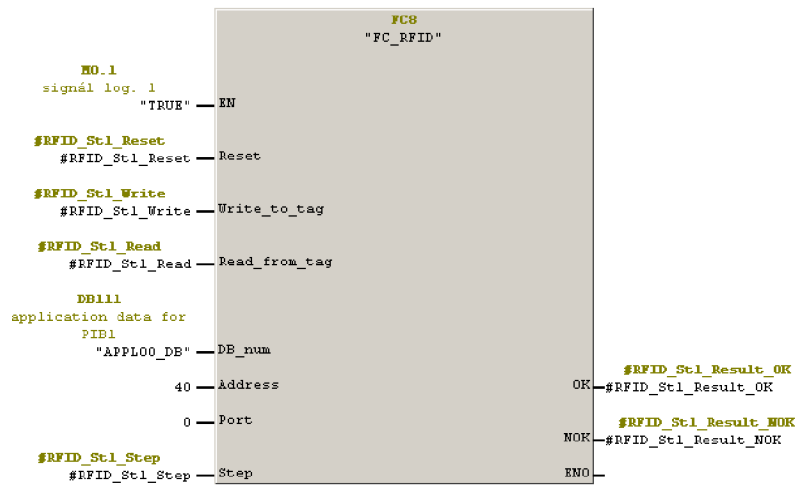
Obrázek 37: Volání funkce tvoření hlavičky telegramu – FC350



Obrázek 38: Část funkce tvoření hlavičky telegramu – FC350

10.3 Sekvencer RFID

Sekvencer RFID má vytvořen vlastní cyklický krokovací systém. Dle vstupních hodnot funkce se provádí jednotlivé části sekvenceru, a to načtení adresových oblastí datového bloku příslušného RFID kanálu, inicializace (reset), zápis do tagu, čtení z tagu a zápis statusů do adresových oblastí datového bloku. Ukázka části programu tvoření telegramu je na následujících obrázcích.



Obrázek 39: Volání funkce RFID – FC8

Network 4 : Zápís do tagu

```

Comment:

K21: L #Step #Step -- Číslo aktuálního kroku
L 20
==I
JCN K22

L 2
T #CMDSEL #CMDSEL -- selection of command
S #EXECUTE #EXECUTE -- execute command
R #INIT #INIT -- init PIB

L 21
T #Step #Step -- Číslo aktuálního kroku
JU K99

K22: L #Step #Step -- Číslo aktuálního kroku
L 21
==I
JCN K31

A #DONE #DONE -- command done
AN #ERROR #ERROR -- execution failed
JCN K99

R #EXECUTE #EXECUTE -- execute command
R #INIT #INIT -- init PIB

L 10
T #Step #Step -- Číslo aktuálního kroku
JU K99

```

Network 5 : Čtení z tagu

```

Comment:

K31: L #Step #Step -- Číslo aktuálního kroku
L 30
==I
JCN K32

L 3
T #CMDSEL #CMDSEL -- selection of command
S #EXECUTE #EXECUTE -- execute command
R #INIT #INIT -- init PIB

L 31
T #Step #Step -- Číslo aktuálního kroku
JU K99

```

Obrázek 40: Kroky sekvenceru funkce RFID – FC8

10.4 Reakce na chybové stavy

Na zařízení mohou nastat dva různé typy chybových stavů:

- kritická chyba – dojde k okamžitému zastavení stroje (např. přerušení bezpečnostních okruhů)
- provozní chyba – funkční stanice pracují v neblokovaných krocích, stanice v chybě čeká na potvrzení chyby po odstranění závady

Všechny chybové stavy jsou identifikovány a zobrazovány na ovládacím panelu.

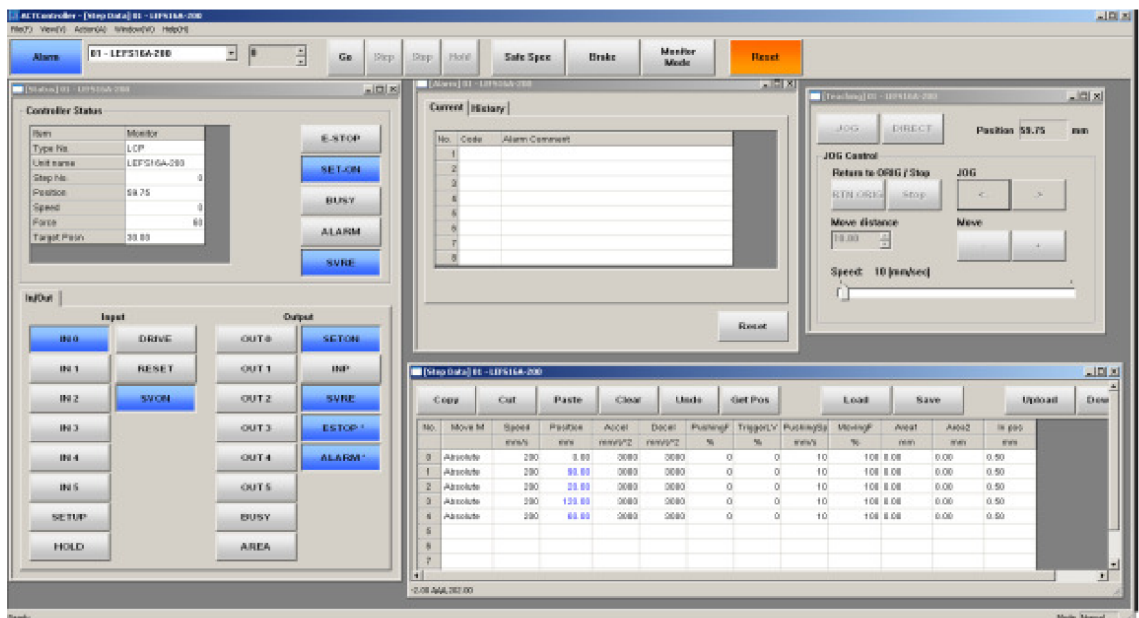
11 NASTAVENÍ OSTATNÍCH PRVKŮ STROJE

11.1 Osový systém SMC

Nastavení parametrů os SMC závisí od použitého typu. Pro jednodušší typ E-MY2HT16 se nastavení provádí manuálně na jednotce frekvenčního měniče.

Pro typ LEFS16A-200 se nastavení parametrů provádí pomocí vývojového prostředí ACT Controller. Základní nastavení sestává:

- pozice přejezdů osy
- zrychlení a zpomalení
- rychlost pohybu osy
- tolerance osy na pozici při dokončení pojezdu



Obrázek 41: Vývojové prostředí ACT Controller

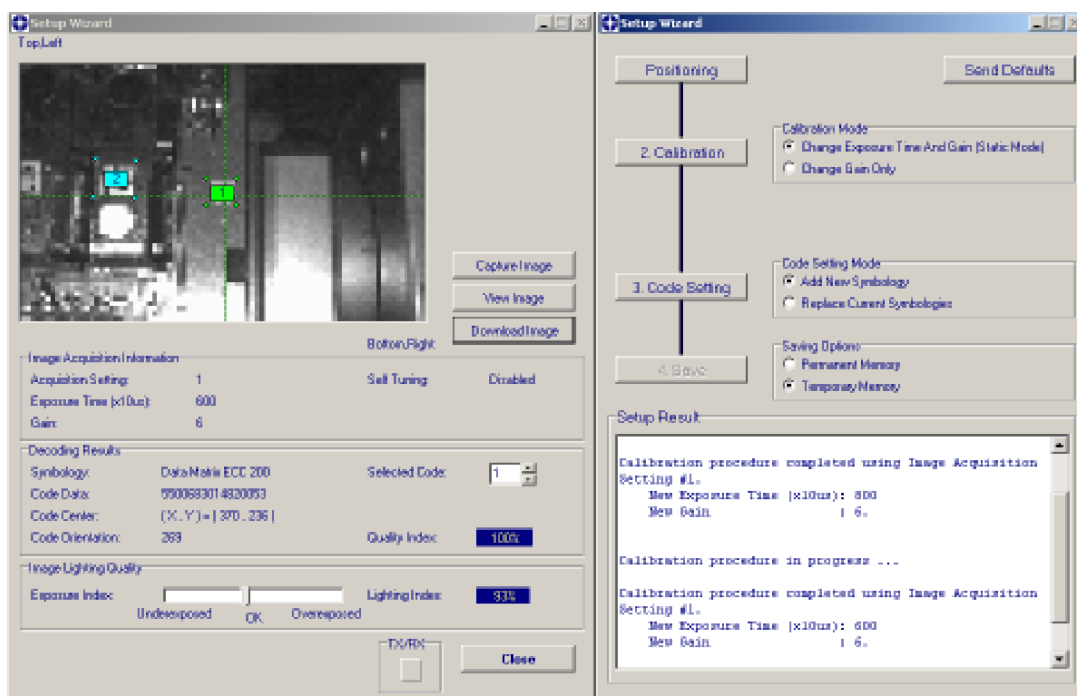
11.2 Skenery Datalogic Matrix 200

Použití skenerů Matrix 200 od firmy Datalogic bylo odvislé od ceny výrobku, např. oproti skenerům Cognex Dataman. Funkčně jsou skenery na srovnatelné úrovni, uživatelské prostředí však svou strukturou a snadností nastavení vyznívá lépe pro Cognex. Jelikož jsou na zařízení použity tři skenery, cena je v porovnání s Cognexem o cca 1000 EUR levnější.

Nastavení parametrů pro snímkování se děje pomocí rozbalovacích oken, základní okno, kde se provádí nastavení pozice snímaného obrazu, jas a zesílení je ukázáno na následujícím obrázku. Navíc zde dochází k vyčtení DMC a zhodnocení jeho kvality. DMC na DPS je

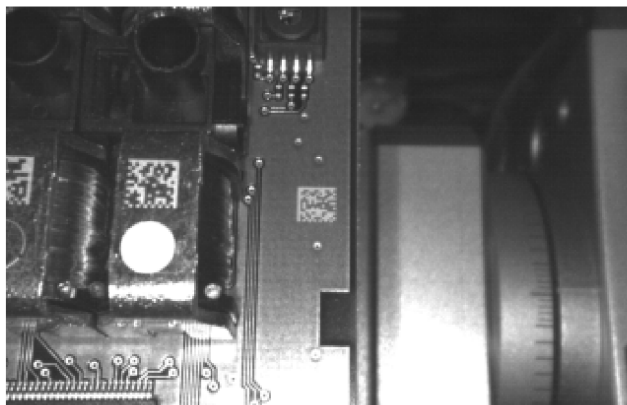
označen číslem jedna, DMC cívký je označen číslem dva je pro tuto aplikaci nepotřebný. Po uploadu snímku je možné nastavit oblast zájmu ve snímku pro čtení DMC v jednom z oken pro parametrizaci.

Skener je vybaven interním osvětlením, kde je možno měnit jeho vlnovou délku, a to mezi barvou modrou, červenou a bílou. V procesu pro čtení DMC se osvědčila barva modrá.



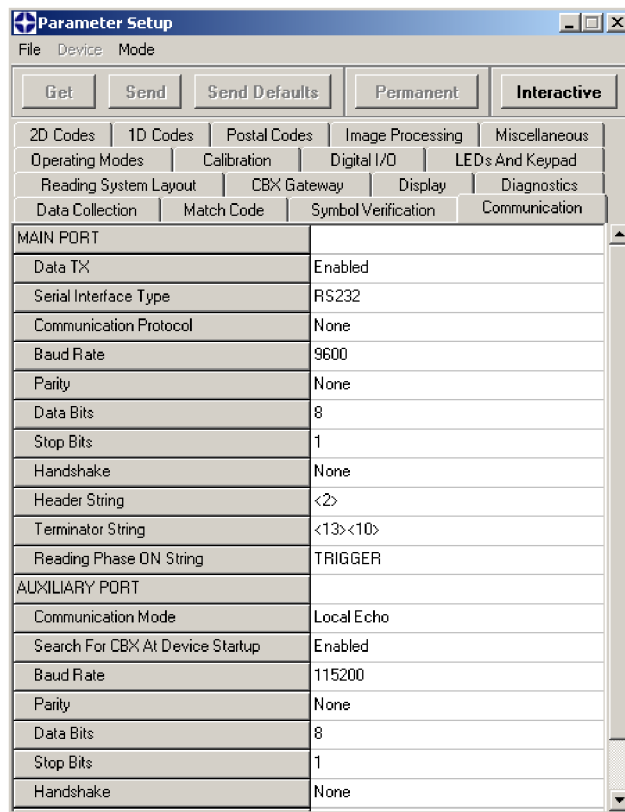
Obrázek 42: Základní okno nastavení polohy skeneru a hlavních parametrů s diagnostikou DMC pro výrobek AMKS

Vyhodnocovaný snímek je znázorněn na následujícím obrázku.



Obrázek 43: Snímek skeneru Matrix 200 s DMC kódem DPS

Nastavení parametrů odpovídá okno Parametr Setup. Zde se nastavují hodnoty pro čtení 1D (Label) a 2D kódů (DMC), digitální vstupy a výstupy (nepoužito), parametry sériové komunikace (typy zpráv a parametry sériového rozhraní), nastavení displeje a oblasti zájmu, hodnoty expozice a osvětlení, apod.



Obrázek 44: Nastavení parametrů sériové komunikace skeneru

12 ZÁVĚR

Cílem práce bylo navrhnout program pro sestavovací a testovací zařízení elektronických jednotek do automobilového průmyslu. Koncepce stroje odpovídá požadavkům zákazníka i vlastnostem daných typů výrobků, řazení montážních a testovacích stanic jsem stanovil na základě mnou stanovených priorit po konzultaci s konstruktérem zařízení. Jako řídicí systém jsem použil kvalitní a osvědčený programovatelný automat Siemens s ethernetovým rozhraním řady SIMATIC S7-300 s procesorem CPU 315-2 DP/PN. Použité měřicí přístroje zcela odpovídají požadavkům na druhy testů, při návrhu a ožívování zařízení docházelo ke vzájemné spolupráci a vývoji s dodavatelem montážních a měřících zařízení, zejména s automatickým šroubovacím systémem.

Po oživení zařízení následovala sada testů funkčnosti jednotlivých stanic. Po správném nastavení celého zařízení byl proveden test automatického chodu zařízení, kde se sledovala bezporuchovost chodu zařízení a odstranění možností kolize a nabourání pohyblivých částí. Navíc byl proveden test funkční bezpečnosti testem bezpečnostních prvků na zařízení, tj. optických závěsů a bezpečnostních tlačítek Nouzový stop za přítomnosti zodpovědných osob. Dále v tomto zkušebním provozu bylo ověřeno správné vyhodnocování jednotlivých testů s následným rozřazením dobrých a špatných kusů po kompletaci. Proběhla také kontrola správného stavu počítačů kusů a funkčnosti obrazovek ovládacího dotykového panelu. Ožívování zařízení a zkušební provoz mi trvaly přibližně jeden měsíc před předáním zařízení do zkušebního provozu ve výrobě. Po úspěšném zkušebním provozu bylo zařízení uvolněno do výroby, přičemž proběhly nezbytné přejímkové fáze za přítomnosti zodpovědných osob. Během chodu zařízení ve výrobě bylo provedeno ještě několik drobných úprav urychlujících chod zařízení a doladění zařízení zejména v transferové a šroubovací části.

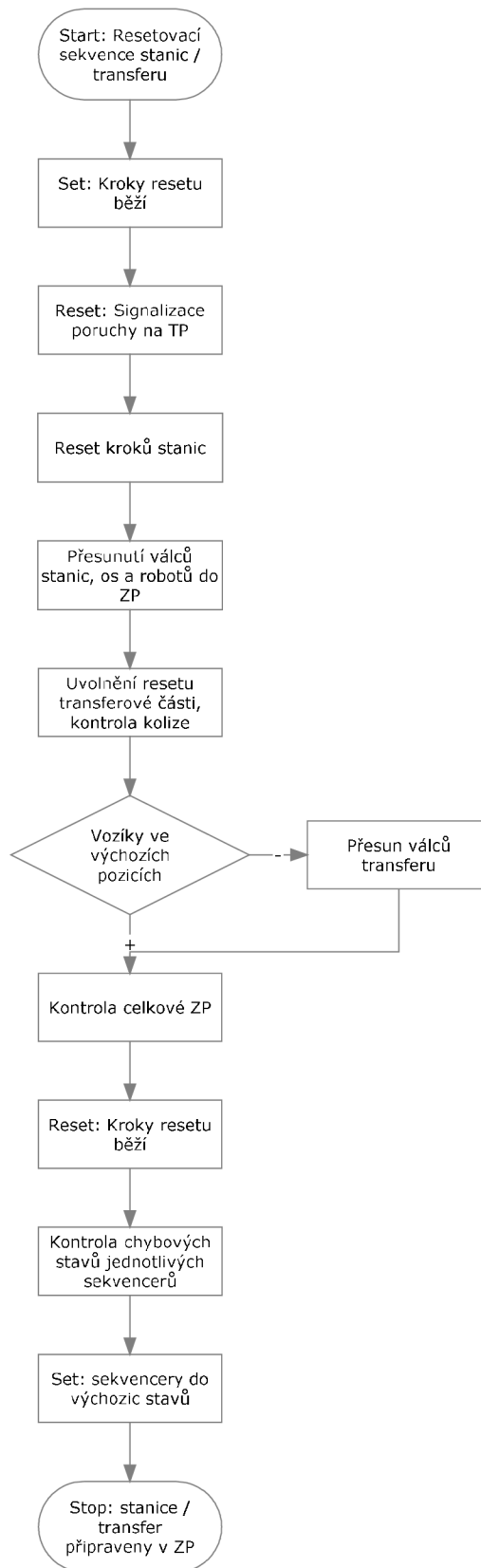
Zařízení je nyní zcela funkční a nebyly na něm zjištěny žádné poruchy. Do budoucna je plánováno dokončení zařízení v druhé fázi, kdy se počítá s doplněním čtvrté stanice o plně automatizovaný šroubovací systém, který je již použit na páté stanici.

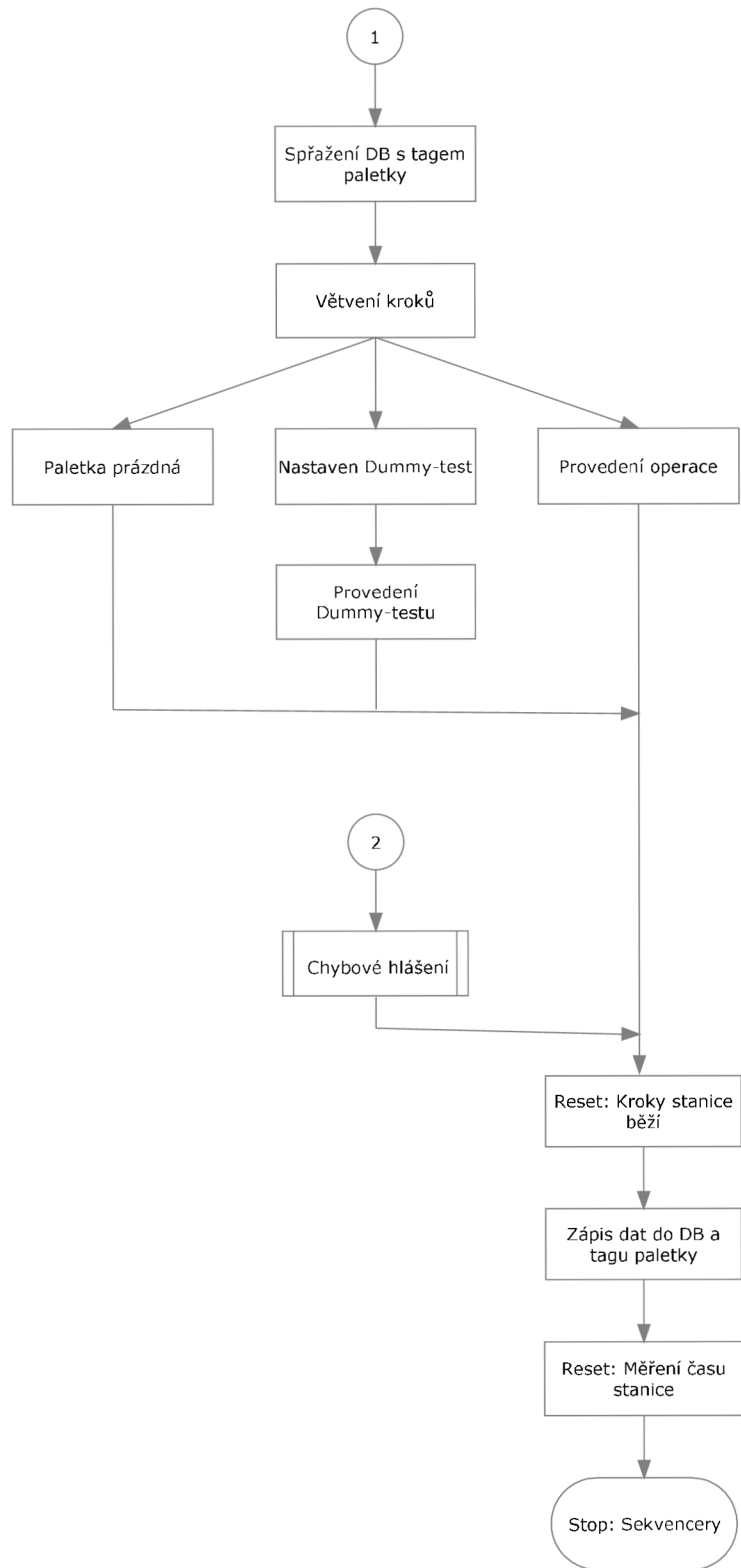
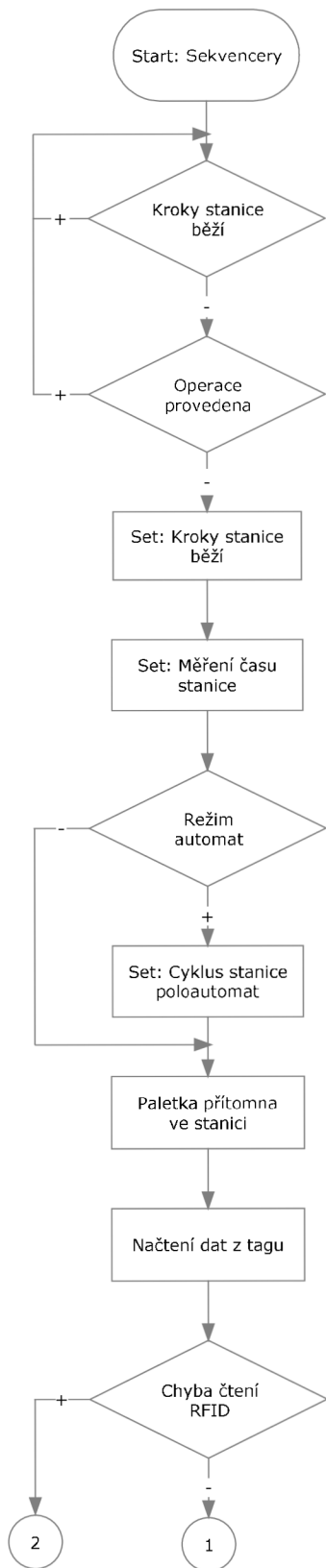
13 PŘÍLOHY

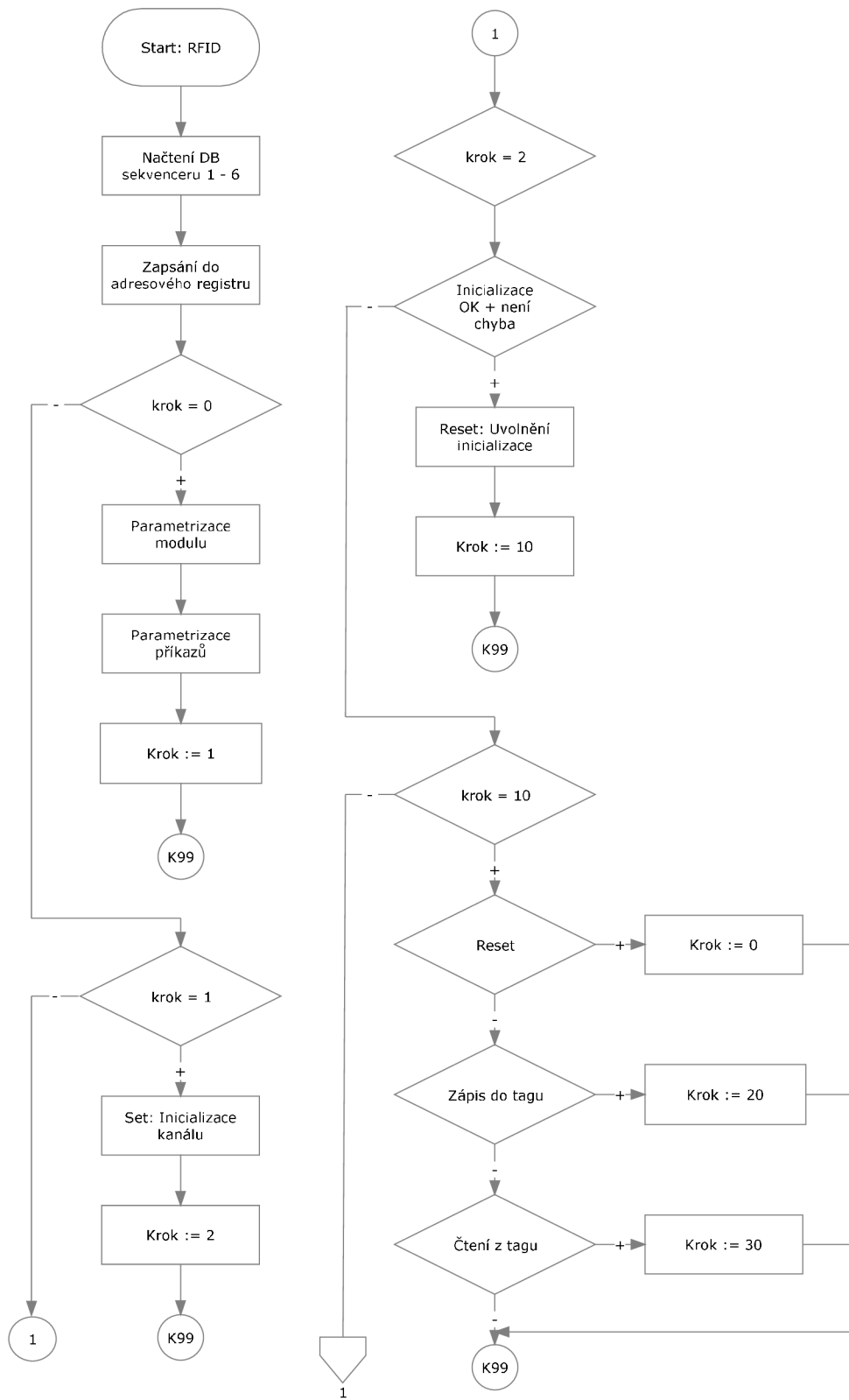
13.1 Vývojové diagramy

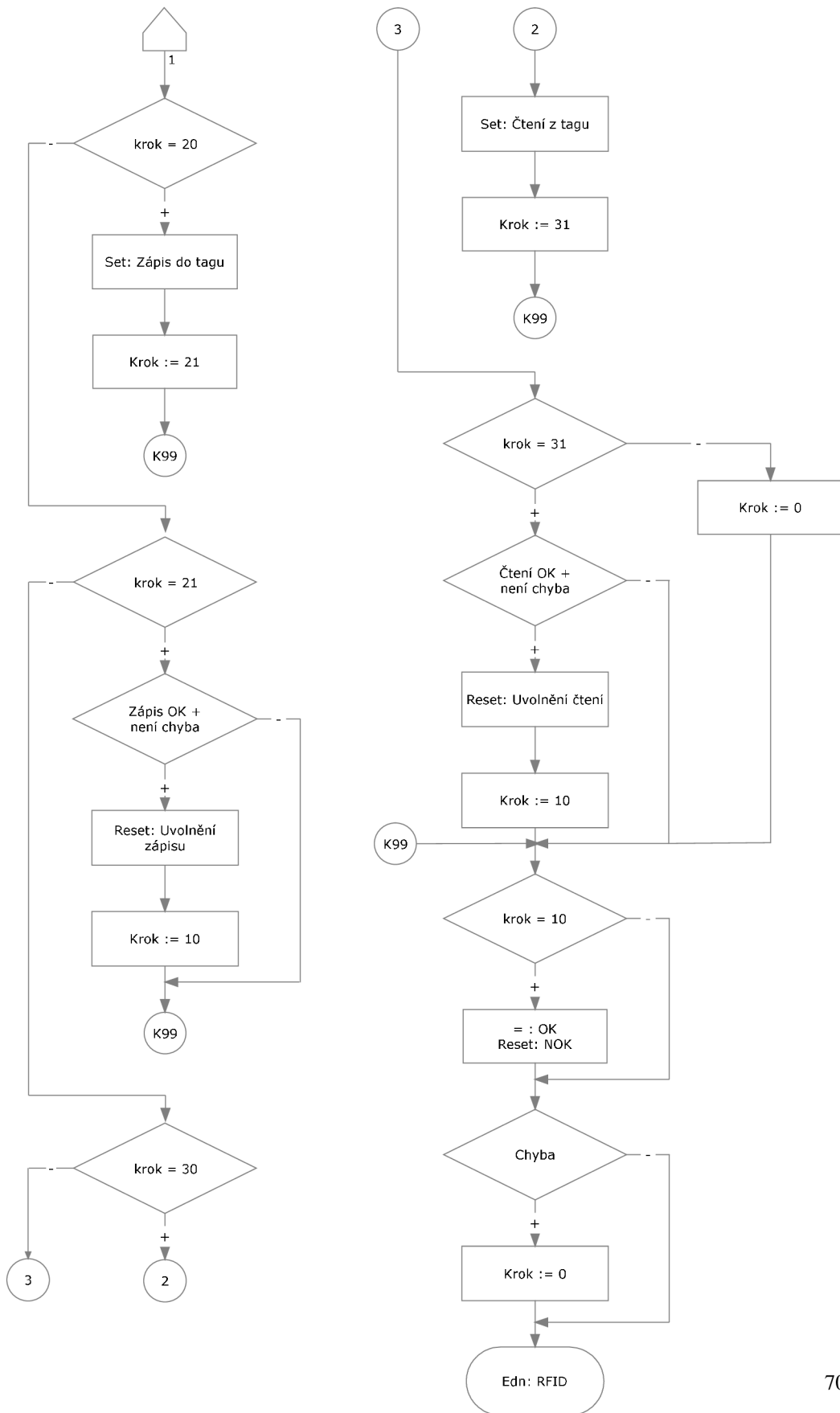
Vývojové diagramy jsou seřazeny v pořadí:

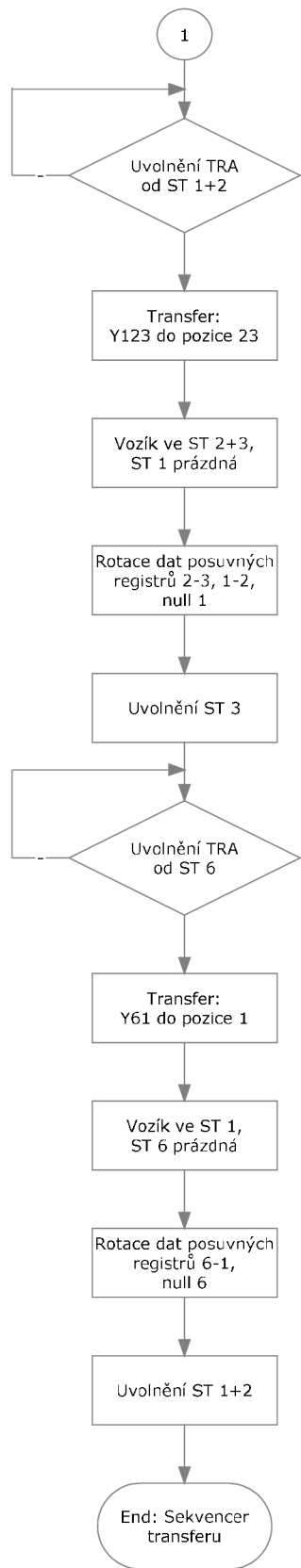
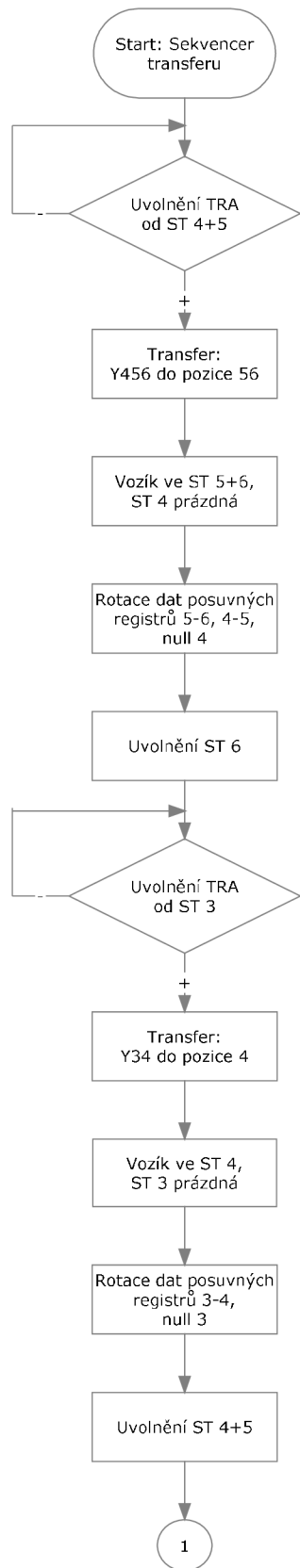
- Resetovací sekvence
- Sevcery
- RFID
- Sekvencer transferu
- Sekvencer staince 1
- Sekvencer staince 2
- Test těsnosti
- Test síly zalisování distributoru
- Skenování DMC cívky
- Sekvencer staince 3
- Komunikace s Beck jednotkou 1 - Interlocking
- Sekvencer staince 4
- Sekvencer staince 5
- Šroubování
- Telegram
- Komunikace s Beck jednotkou 2 – Trace NOK
- Komunikace s Beck jednotkou 2 – Trace OK
- Skenování DMC DPS
- Sekvencer staince 6
- Schéma obrazovek ovládacího dotykového panelu

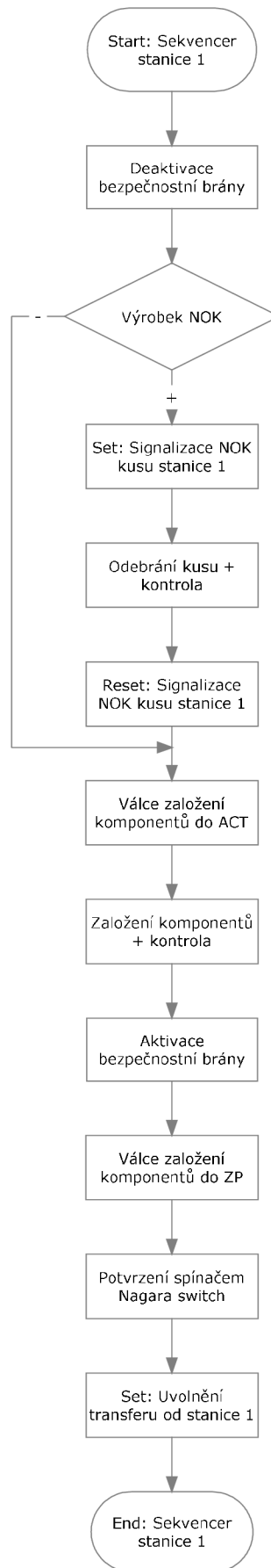




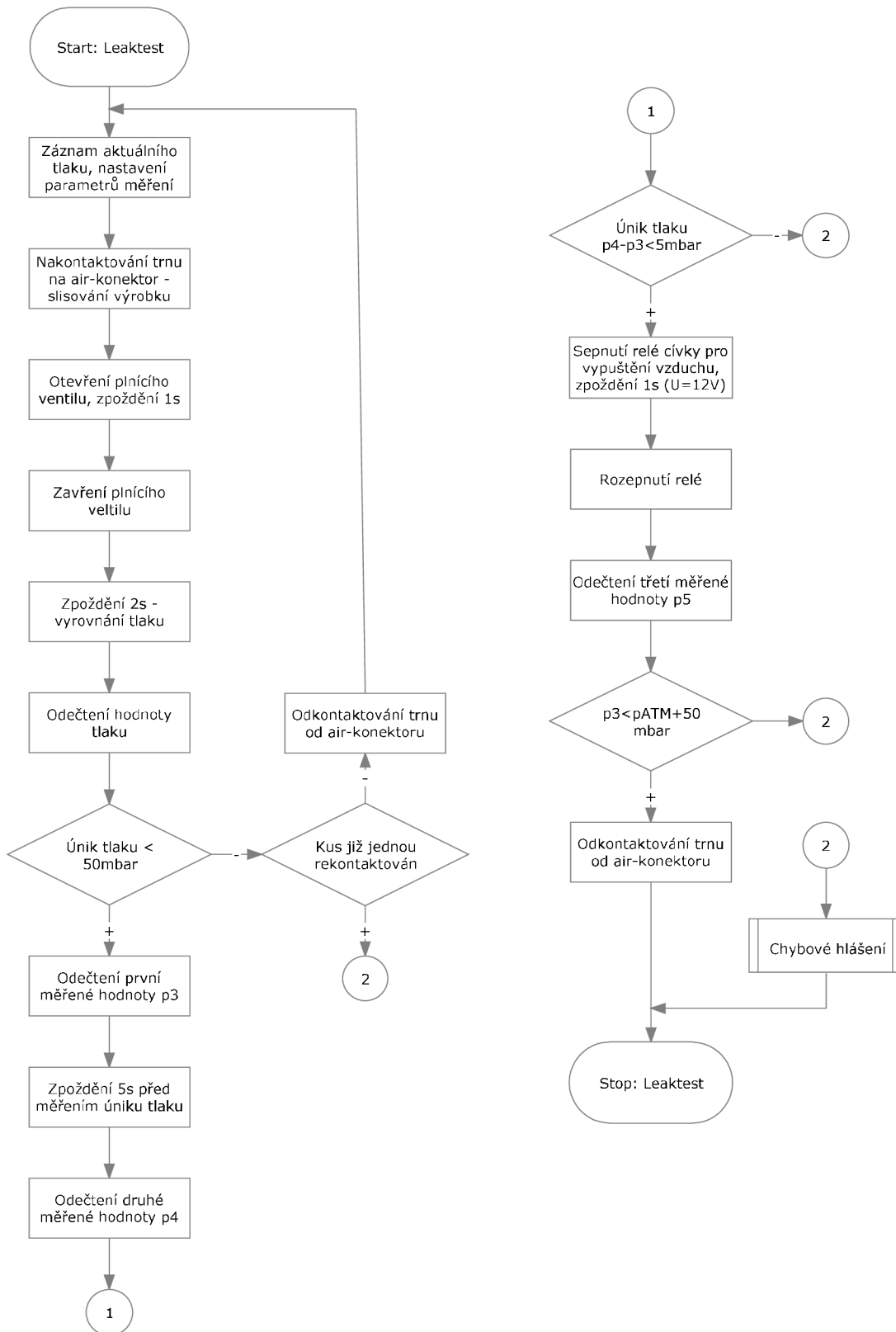


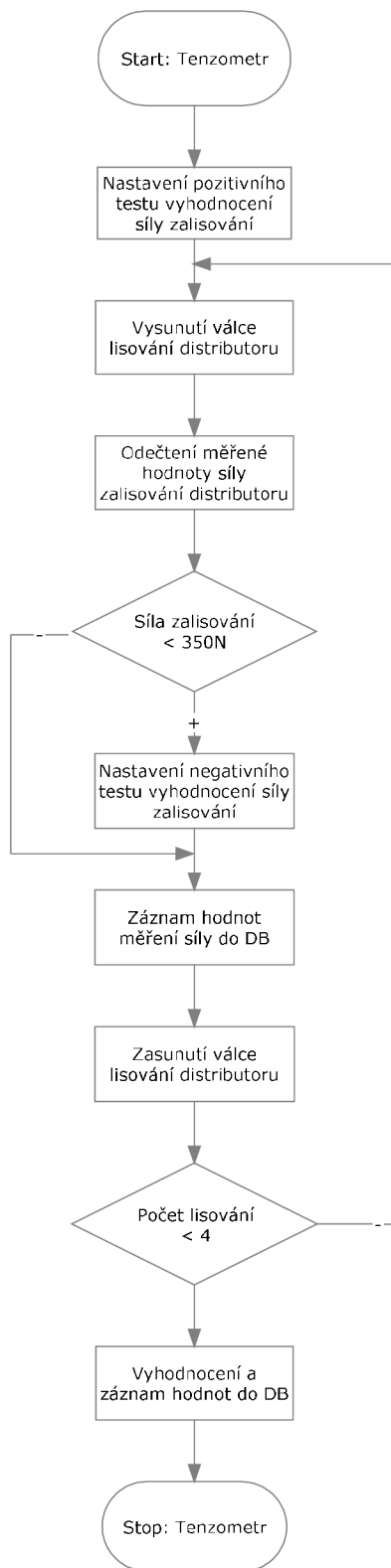


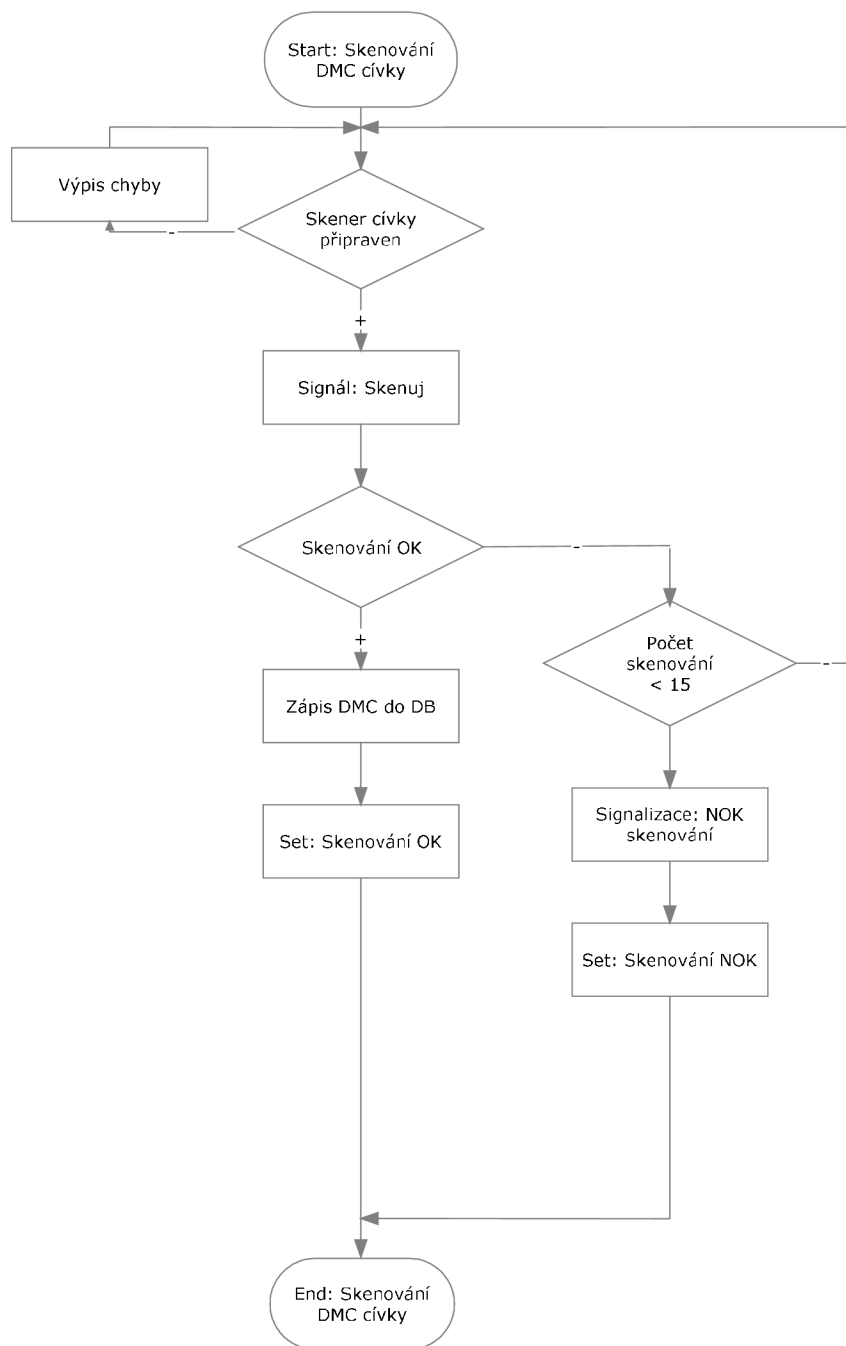


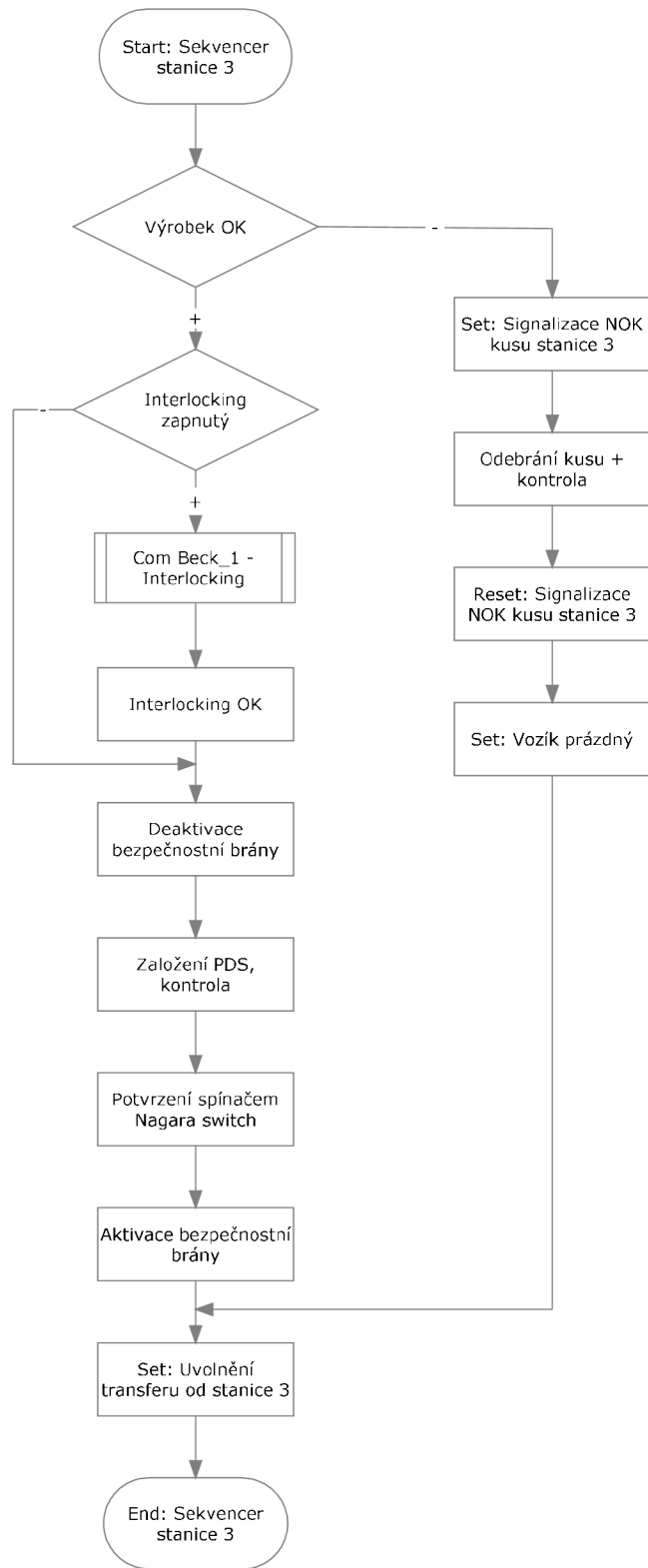


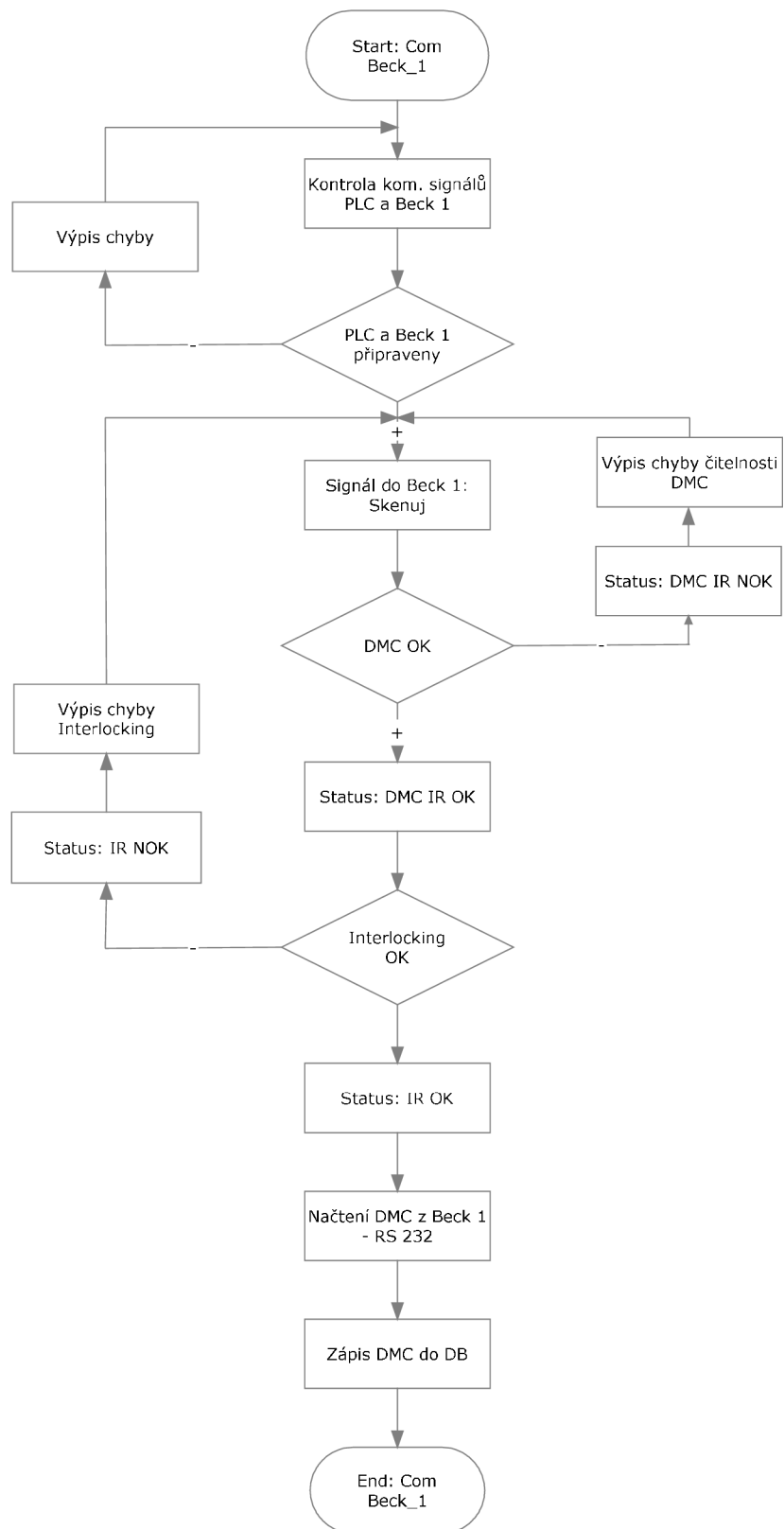


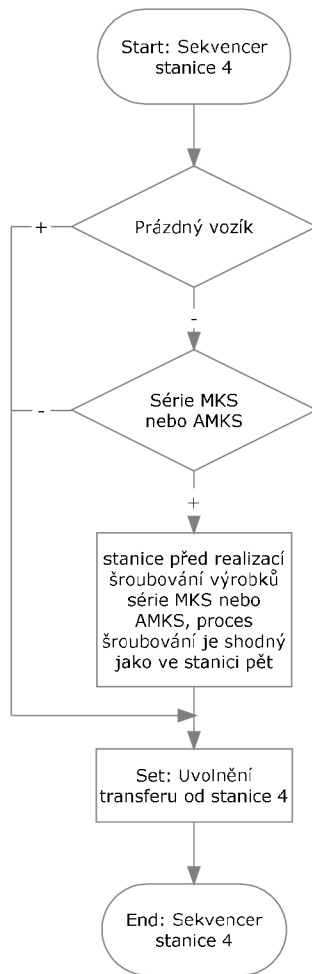


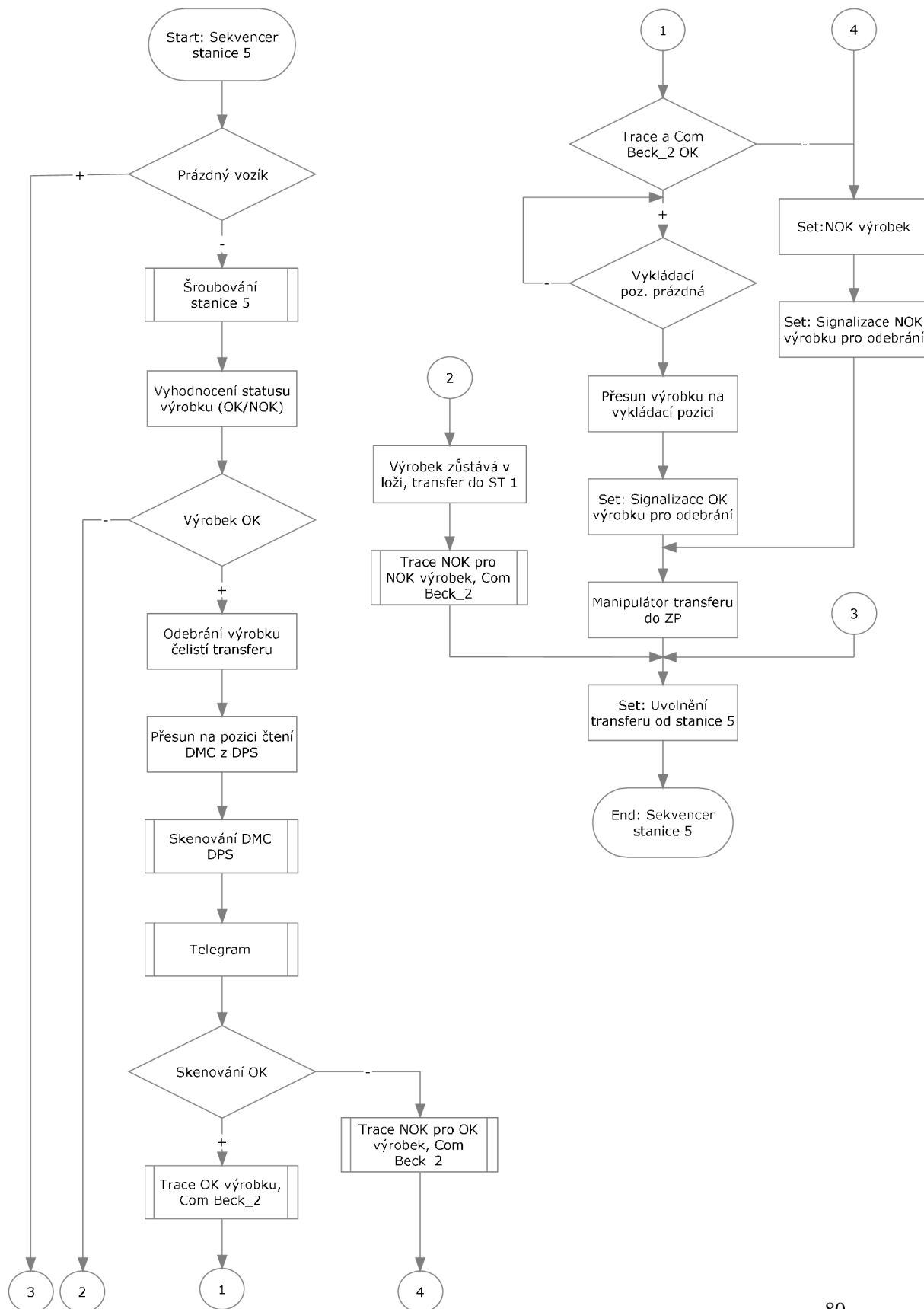


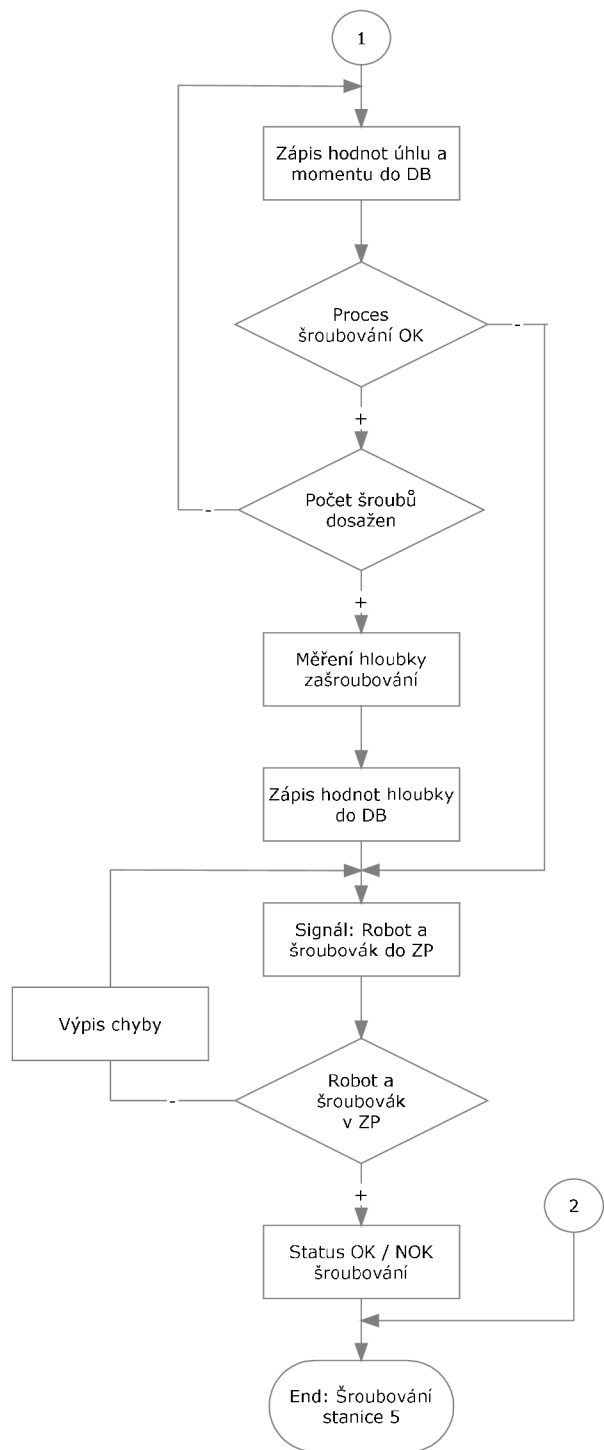
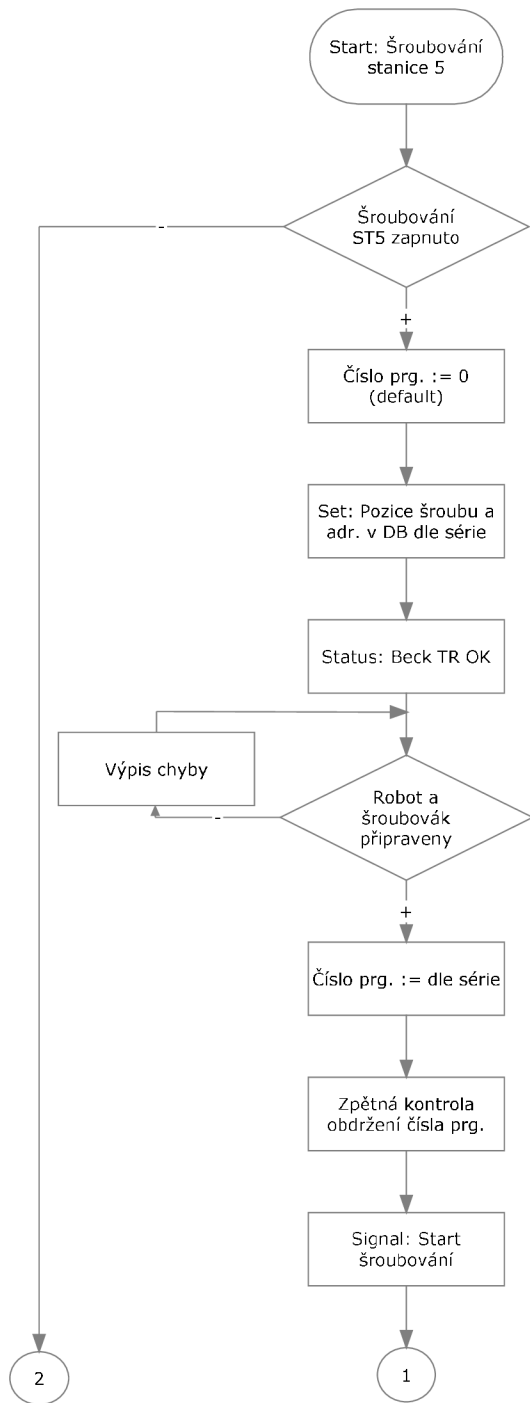


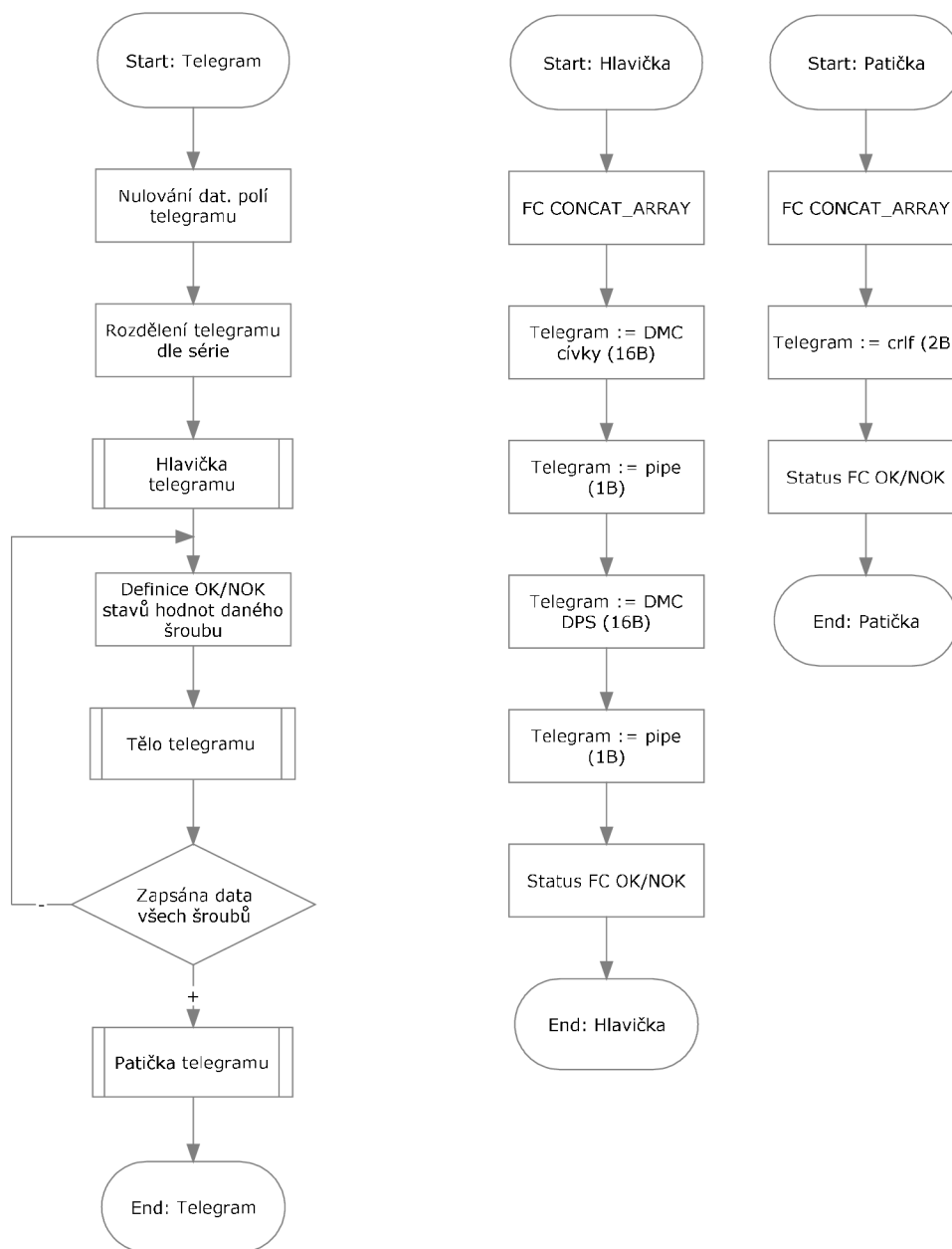


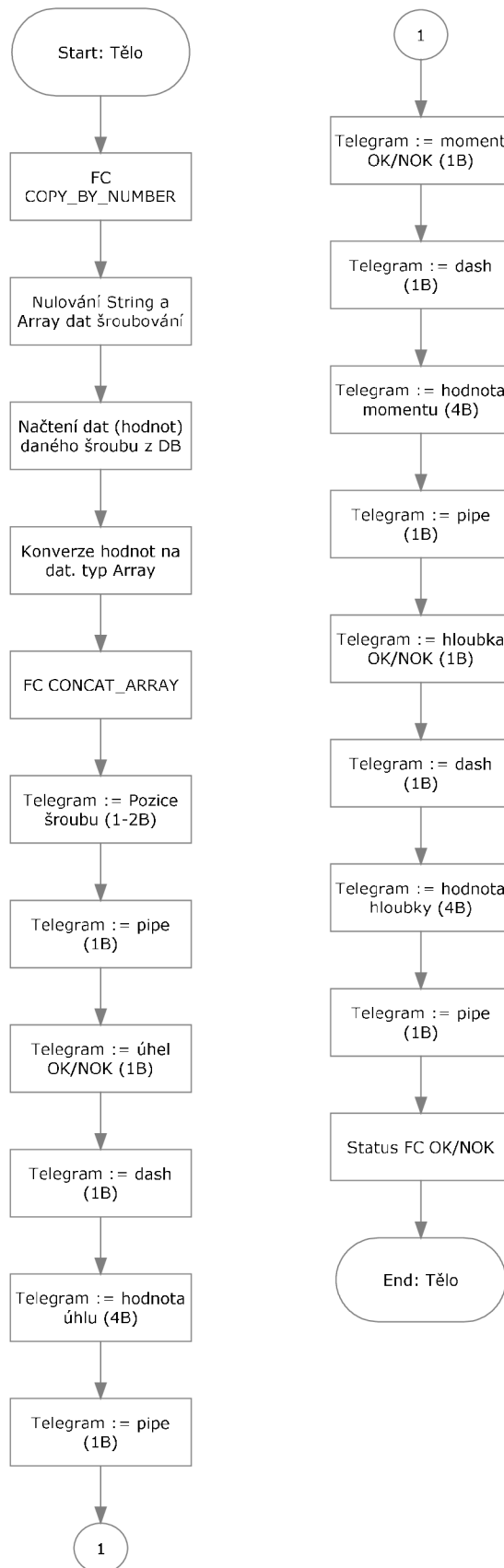


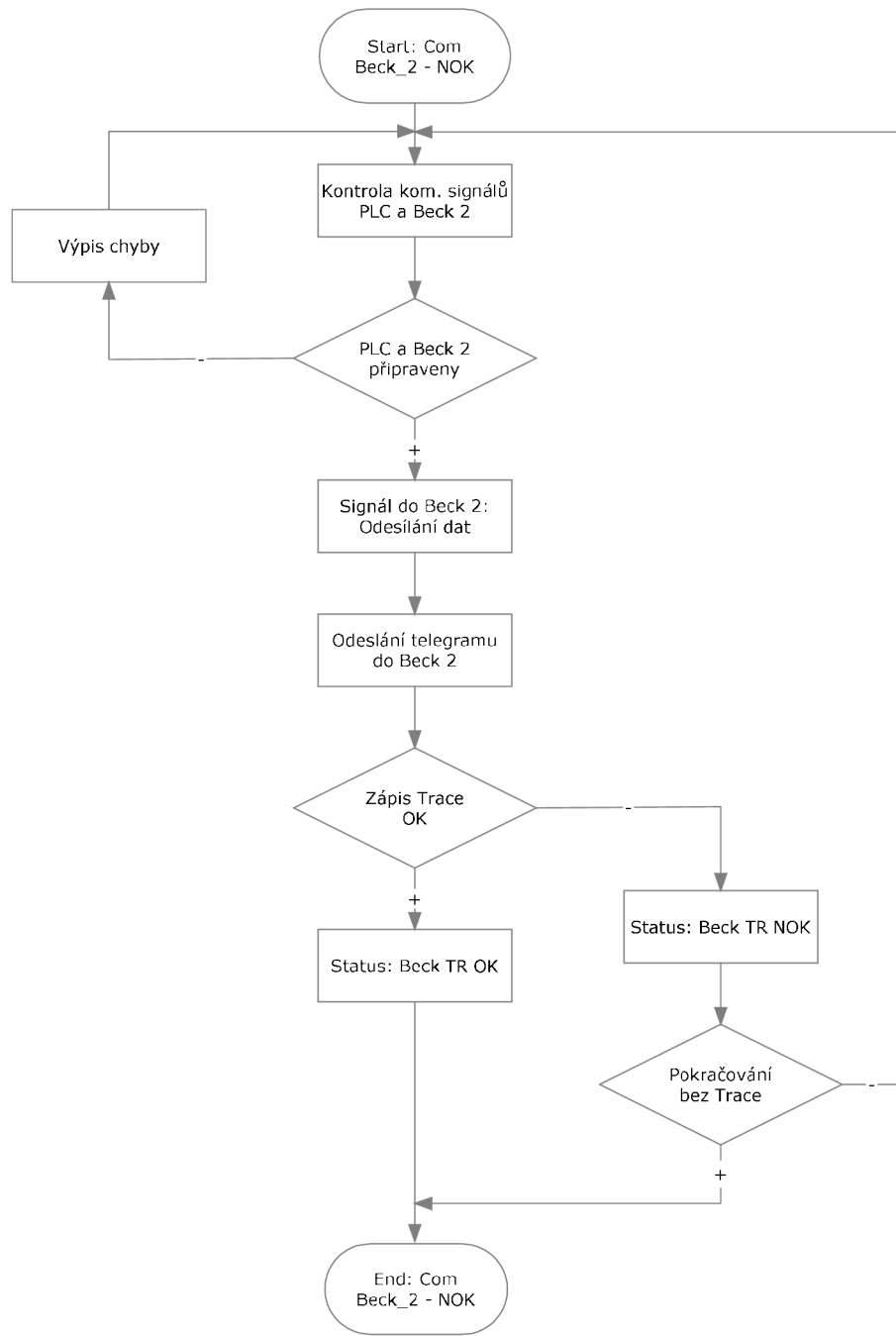


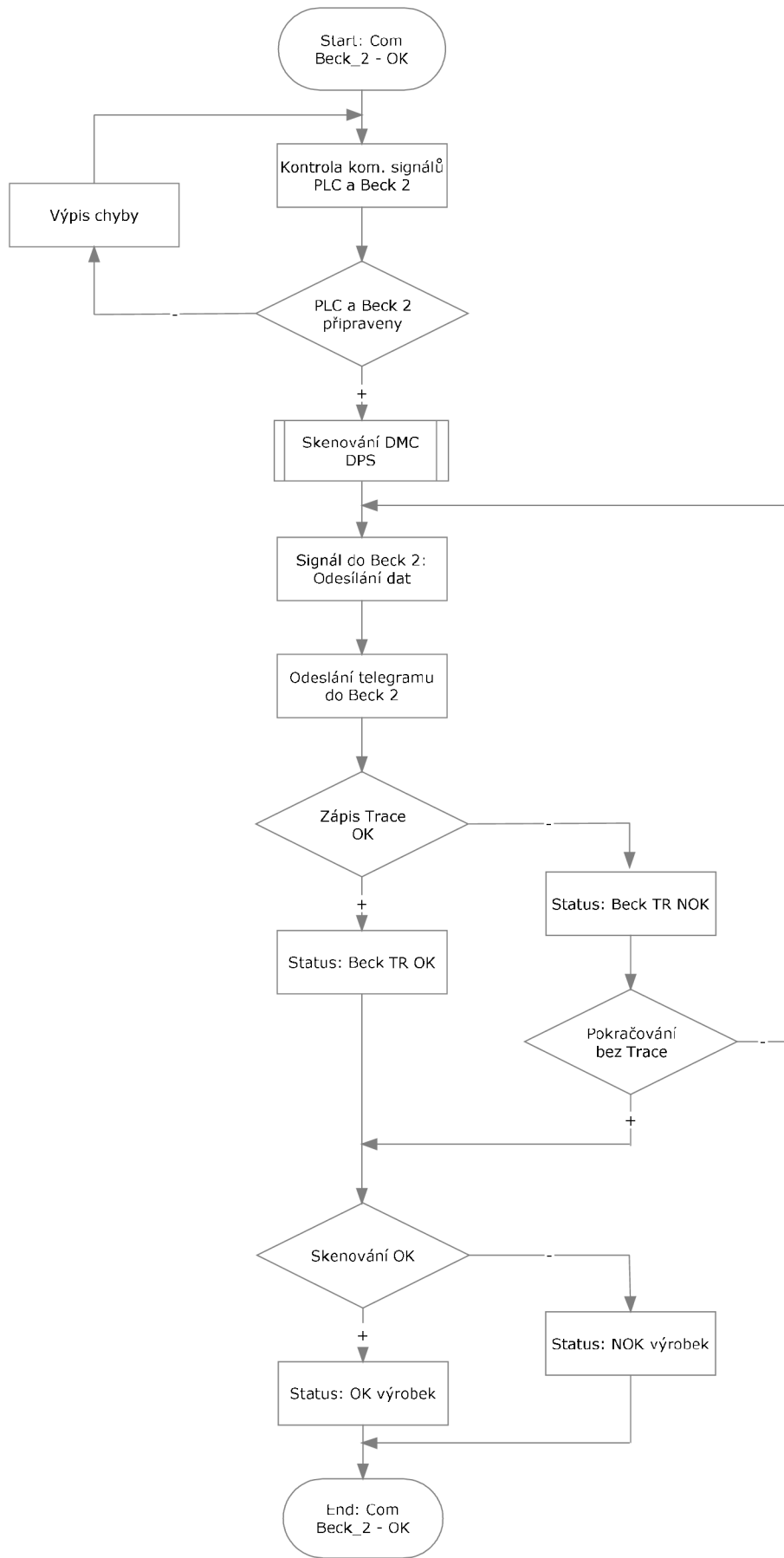


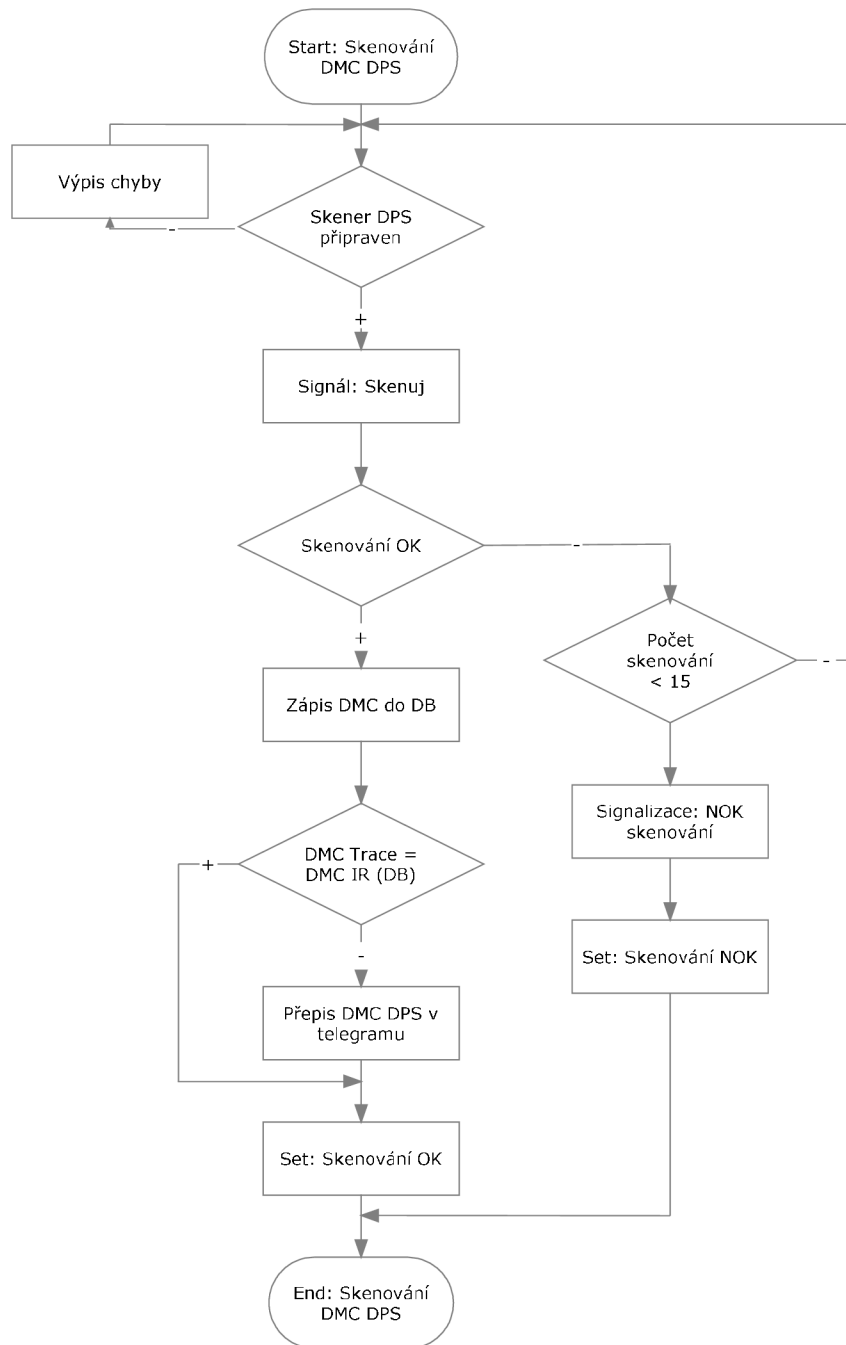


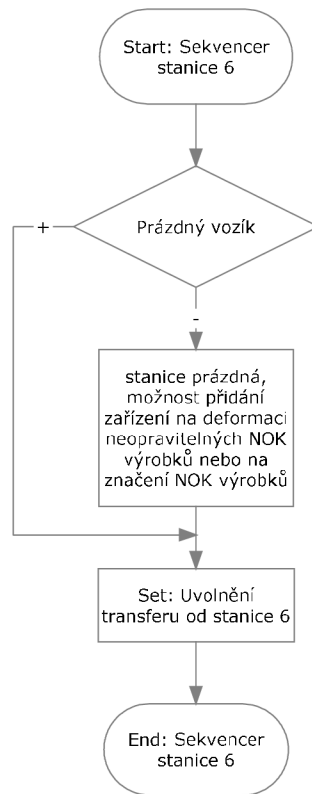


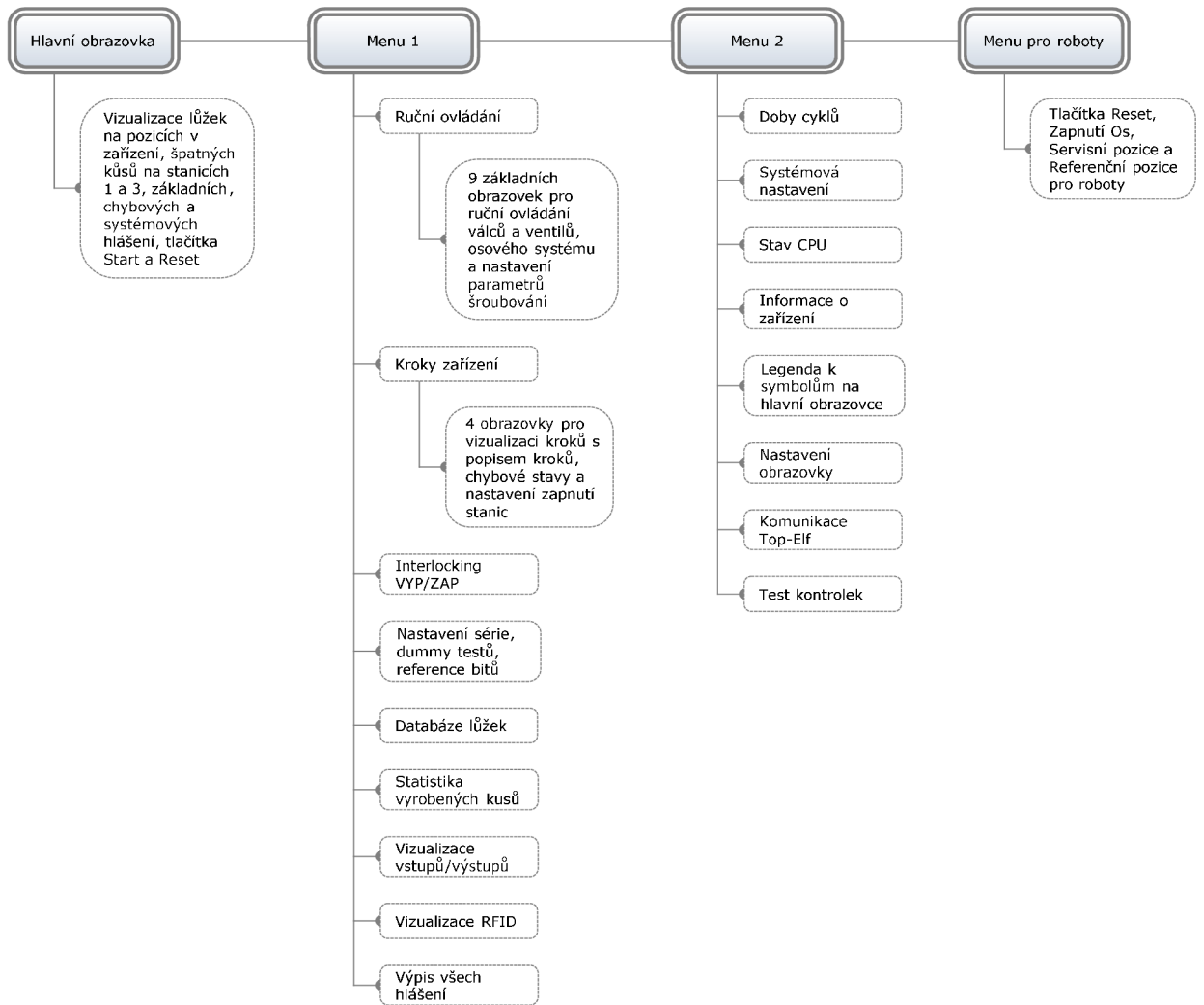




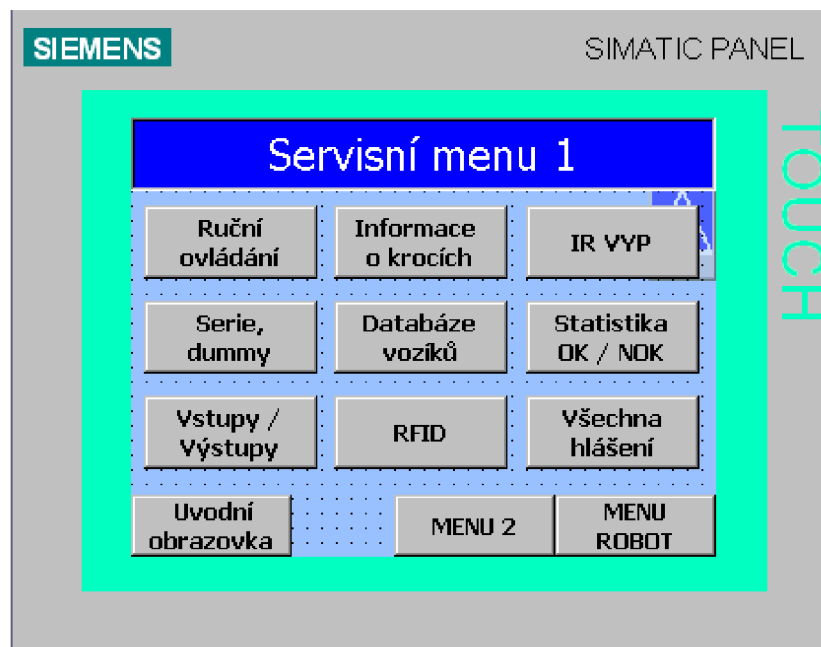
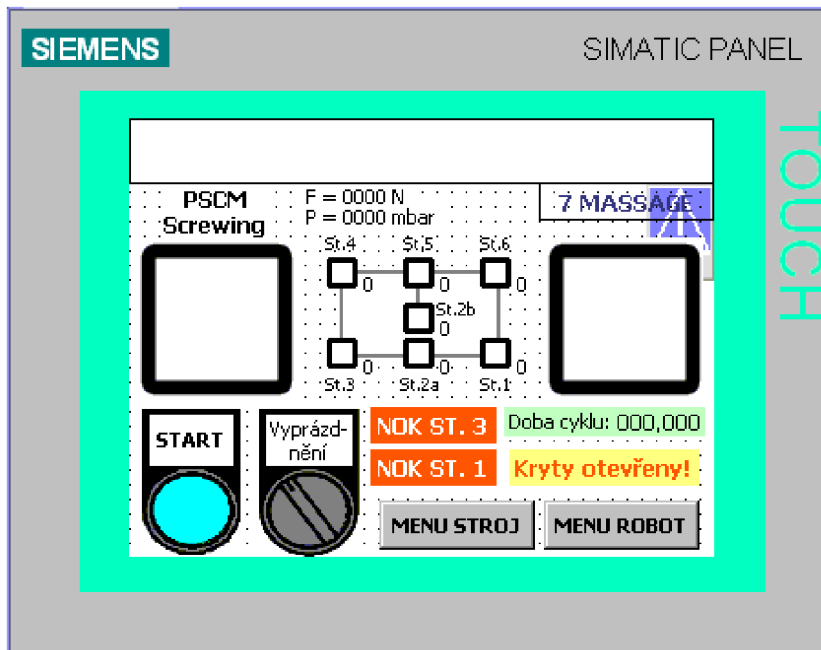


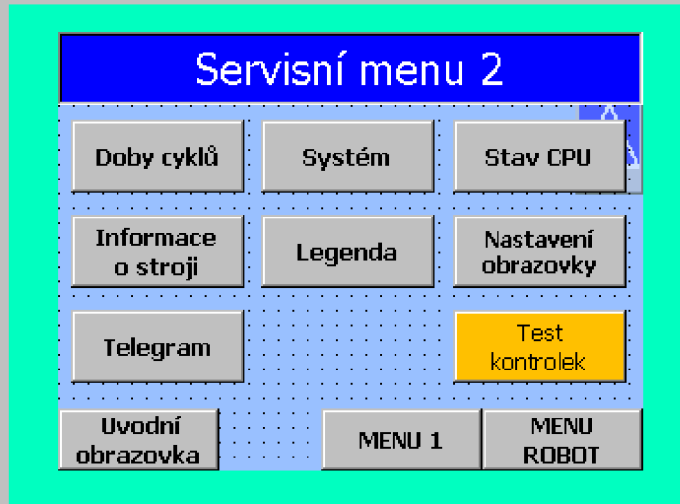




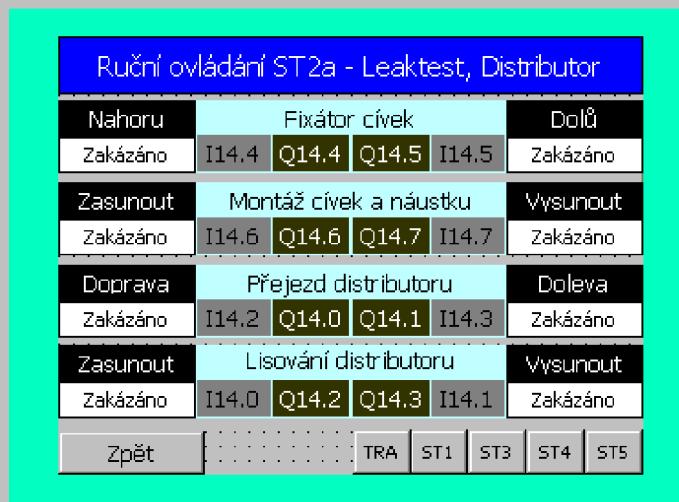


13.2 Ukázky obrazovek ovládacího dotykového panelu





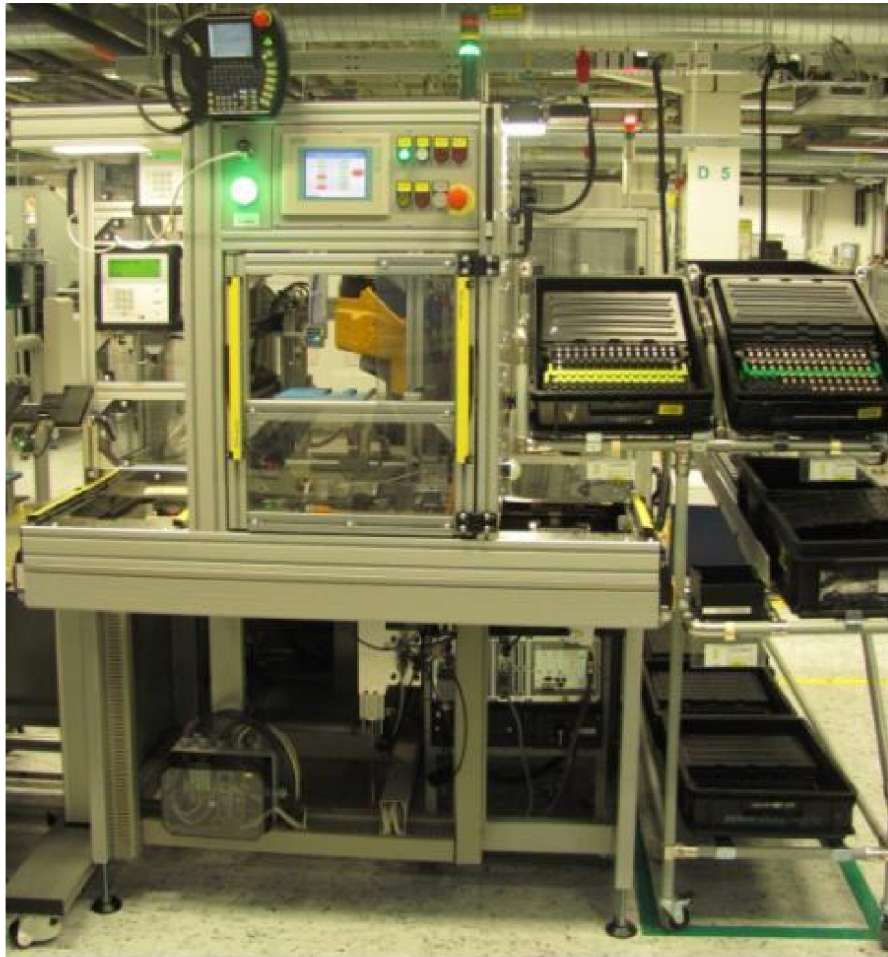
TOUCH



TOUCH

13.3 Fotodokumentace zařízení

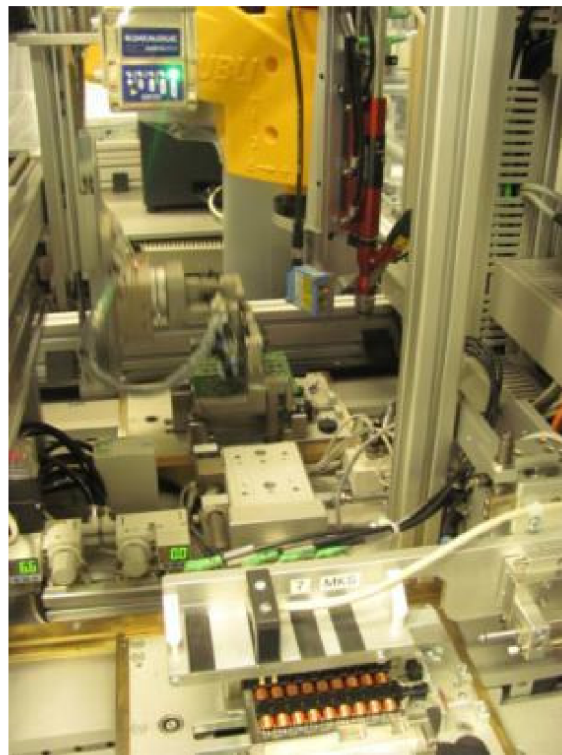
Čelní pohled:



Detail ovládacího panelu:



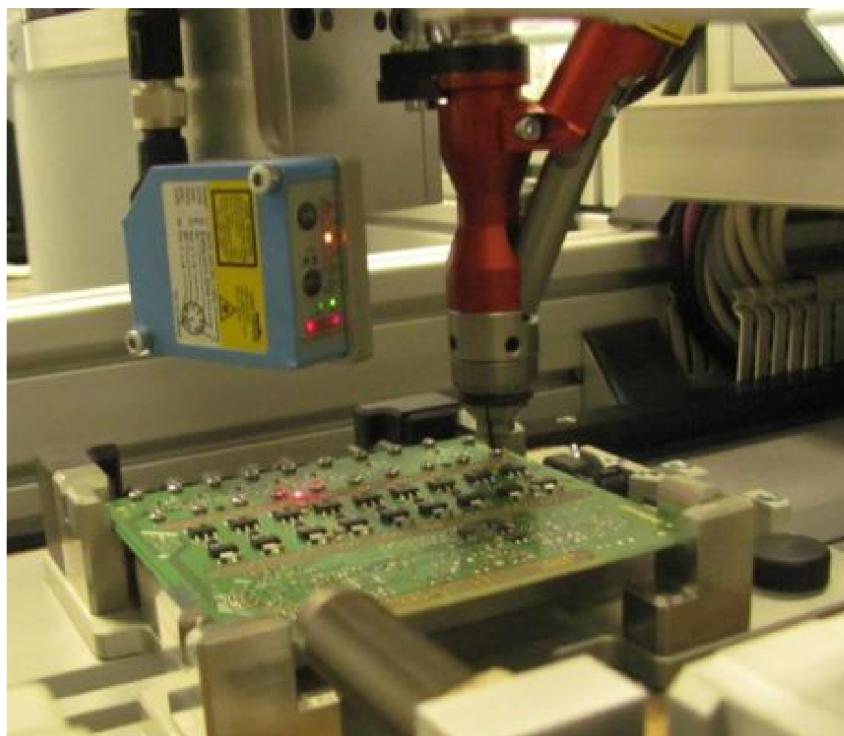
Detailní pohled na stanici dva a pět a transferovou část:



Vnitřní pohled na pátou šroubovací stanici:




Detailní pohled na proces šroubování na stanici pět:




13.4 Výrobní předpis a plán údržby

14 LITERATURA

- [1] Zezulka, F.: *Prostředky průmyslové automatizace*. Skriptum VUT Brno, Brno, 1988.
- [2] Pásek, J.: *Programovatelné automaty v řízení technologických procesů*. Skriptum VUT Brno, Brno, 2007.
- [3] Bejček, L.: *Senzory neelektrických veličin*. Skriptum VUT Brno, Brno, 2009.
- [4] Čejka, M.: *Elektronické měřicí systémy*. Skriptum VUT Brno, Brno, 2002.
- [5] Mahdal, M., Mikšovský, P.: *Programovatelné automaty v bezpečnostních aplikacích*. *Automa*, 2, 2002, č. 3, str. 16-18.
- [6] Kolektiv autorů: *Úvod do funkční bezpečnosti I: norma ČSN EN 61508*. *Automa*, 4, 2004, č. 8.
- [7] Babinec, F.: *K úrovni integrity bezpečnosti*. *Automa*, 8, 2008, č. 6, str. 8-11.
- [8] Český normalizační institut: *ČSN EN 60204-1 ed. 2. Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů*. 2005.
- [9] Český normalizační institut: *ČSN EN 61496-1 ed. 2. Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická snímací ochranná zařízení*. 2005.
- [10] Český normalizační institut: *ČSN EN 61508-1 ed. 2. Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností*. 2011.
- [11] DSM Mechatronic GmbH.: *DS 26 MDW*. DSM, 2009. BA1550-e-0711-A.
- [12] DSM Mechatronic GmbH.: *Product information MultiClassic TA*. DSM, 2009. PI110-e-0711-B.
- [13] Hans Turck GmbH & Co. KG.: *Modular RFID system HF*. D101-687-1210
- [14] Siemens GmbH: *Automation and Drivers* [online]. URL: <<http://www.automation.siemens.com>>
- [15] Stöger Automation GmbH: *Screw and assembly systems* [online]. URL: <<http://www.stoeger.com/seitene/titele.html>>
- [16] SMC GmbH: *Katalog* [online]. URL: <<http://www.webshop.smc-cee.com>>
- [17] Continental corporation: *Inerní směrnice a standardy*.

			Výrobní předpis					VP31331C
			Montage PSCM_ECU					Razítko pracovní kopie
Název (popis):								
Index	Stav	Zpracoval: Útvar: Datum/eSign:	Přezkoušel: Útvar: Datum/eSign:	Pokluda Z. ESH	Magera O. FF1 BT3	Mikulenka D. FF1 STM	Uvolnil: Útvar: eSign, datum:	Popis: Nový dokument
1.00	platný	Dočkal Tomáš PS TS PT5 21.11.2011	Kahánek L. PS TS PT5	Kubica J. CBS		Svoboda J. FF1 QP	Perkárek S. PS TS PT	
Rozdělovník:						Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!		
Není-li možno pracovat podle tohoto pracovního návodu nebo v případě atypického chování zařízení, okamžitě uvědomit vedoucího směny / týmového předáka.								
<h2>Označení provozního prostředku</h2>								
Provozní prostředek:		Montage PSCM_ECU						
Výrobce:		FST PT PE, Kopanská 1713 Frenštát p.R.						
Série/Typ:		057.03204.01						
Výr.číslo/Rok výroby:		008/B11/TD						
Číslo vybavení (SAP):		210591						
Obsah:								
1. BEZPEČNOST								2
2. ZÁKLADNÍ FUNKCE								2
2.1	VŠEOBECNÉ ÚDAJE							2
2.1.1.	Popis technologie / procesu							6
2.1.2.	Energetické nároky							6
2.1.3.	Konstrukční a výrobně technické mezní podmínky							7
2.1.4.	Postup při stěhování, manipulace s konstrukčními částmi							7
2.1.5.	Manipulace s pomocnými látkami a nebezpečnými látkami							7
2.2	ZAPNUTÍ SYSTÉMU							7
2.3	OVLÁDÁNÍ SYSTÉMU							8
2.4	KONTROLNÍ ČINNOSTI							9
2.4.1	Uvolnění procesu							9
2.5	ZMĚNA VARIANTY							9
2.6	VYPNUTÍ SYSTÉMU							10
2.7	PORUCHY A JEJICH ODSTRANĚNÍ							10
2.8	ÚDRŽBA							11
2.9	PARAMETRY PROCESU							11
2.9.1	Nastavení parametrů procesu							11
2.9.2	Výkonnost procesu							11
3. SEZNAM PŘÍLOH								11

		Výrobní předpis	VP31331C
		Montage PSCM_ECU	
Index	Stav		
1.00	platný		
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!			

1. Bezpečnost

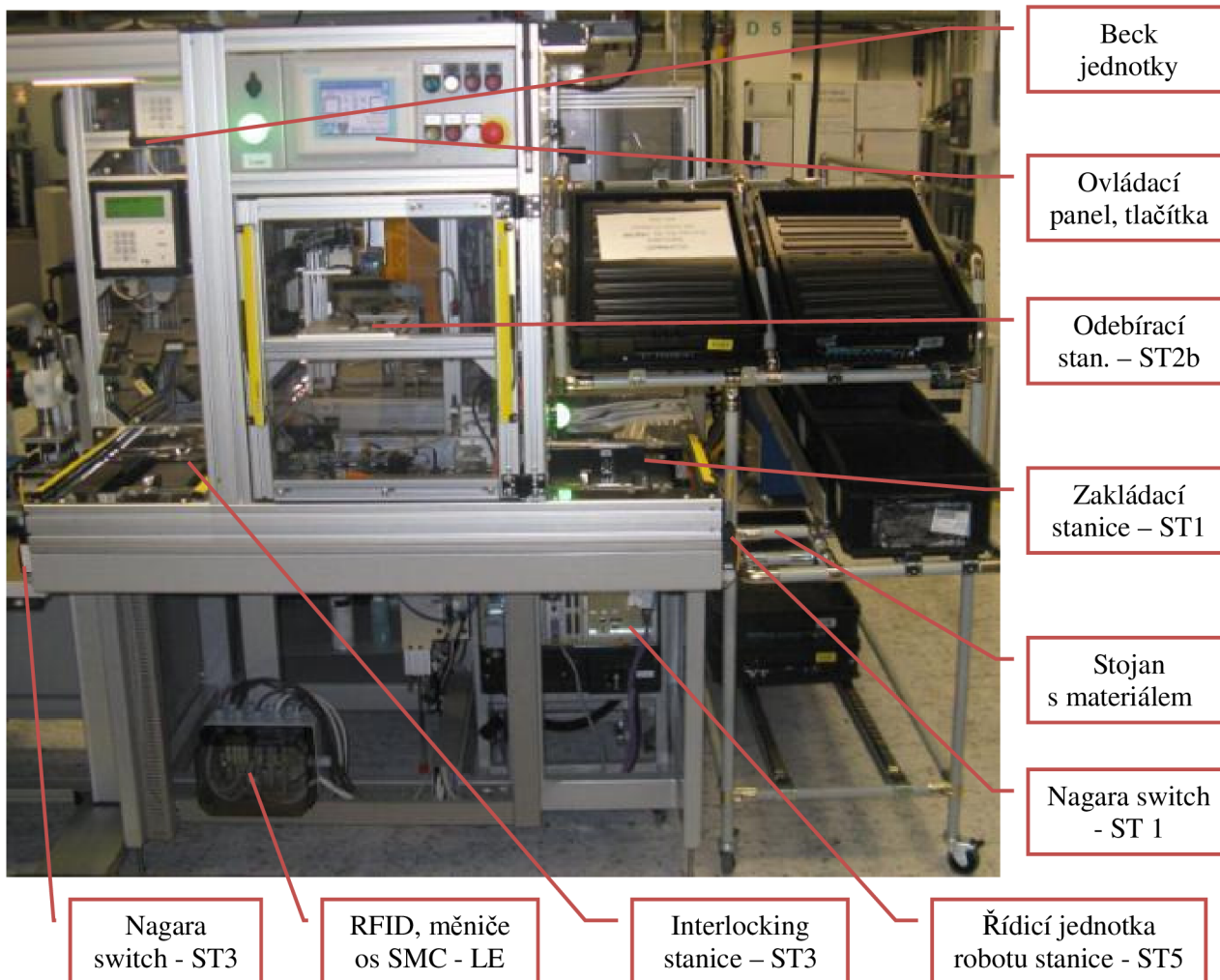
Při práci a manipulaci se zařízením je nutno dodržovat všeobecné bezpečnostní pokyny uvedené ve [VP61071C](#).

Emise hluku


Hodnota akustického tlaku vydávaného zařízením nepřesahuje 80dB.

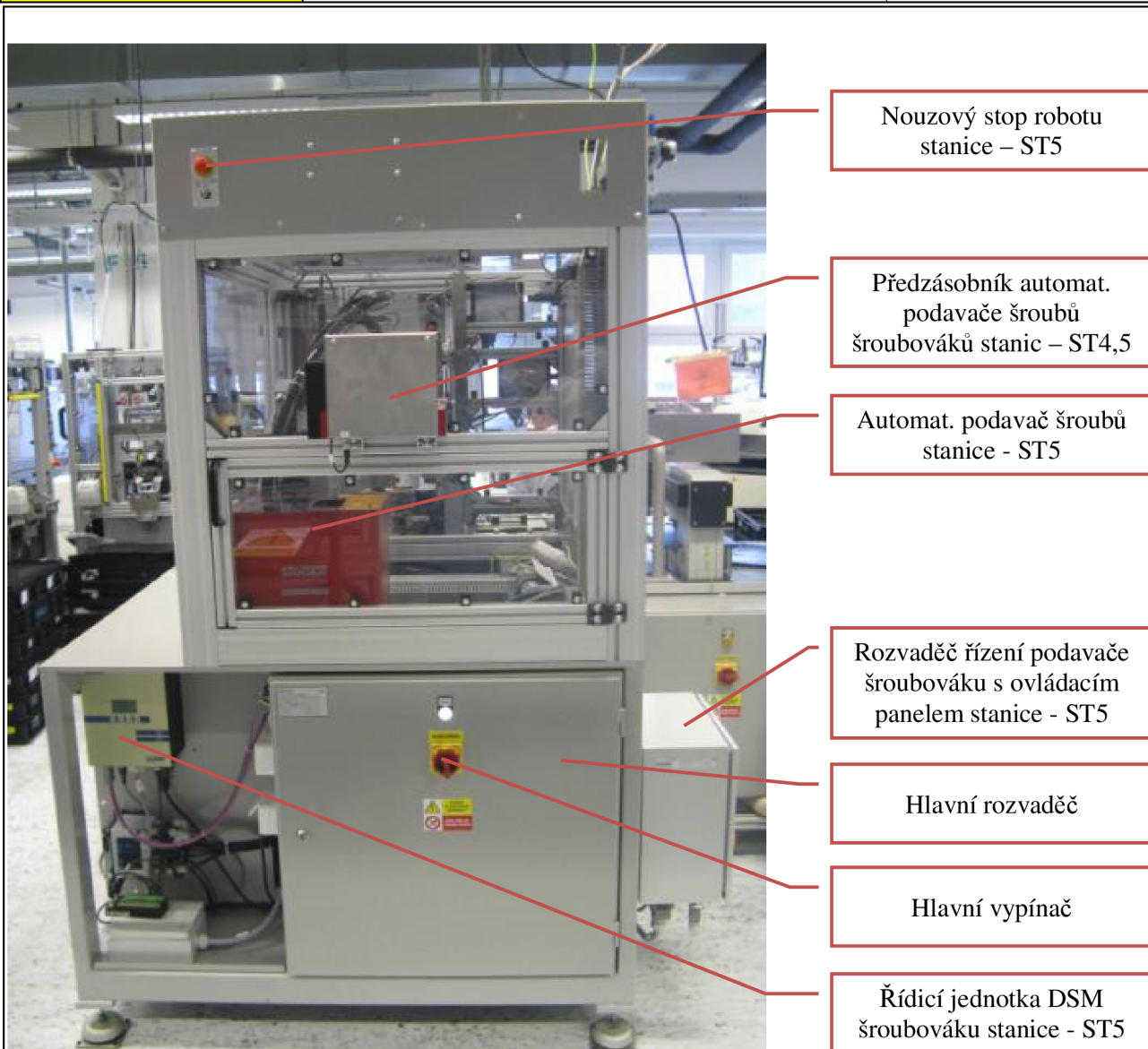
2. Základní funkce

2.1 Všeobecné údaje



Obr. 1: Celkový pohled na zařízení - zepředu

		Výrobní předpis	VP31331C
			Razítka pracovní kopie
Index	Stav	<h2>Montage PSCM_ECU</h2>	
1.00	platný		
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!			



Obr. 2: Celkový pohled na zařízení - zezadu

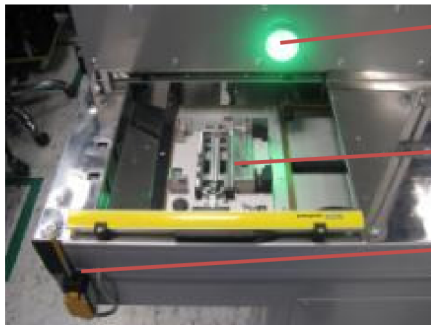
Montage PSCM_ECU



Robot stanice - ST5

Elektrický šroubovák
s automatickým
podavačem stanice - ST5

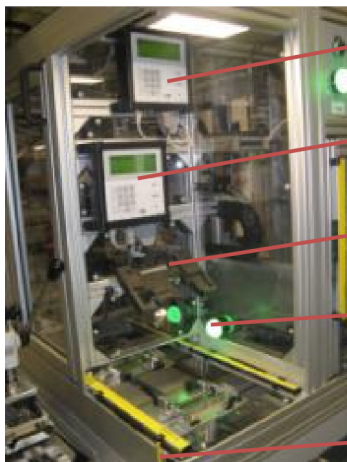
Obr. 3, 4: Šroubovací a robotický systém



Signalizace OK / NOK
výrobku nebo přerušené
optické závory – ST1

Zakládací lože – ST1

Nagara switch – ST1



Beck jednotka –
Trace – ST5

Beck jednotka –
Interlocking – ST3

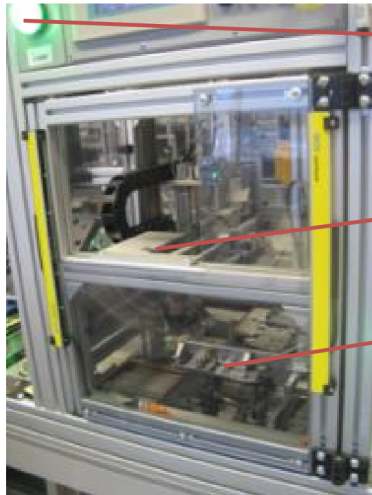
Lože pro kontrolu
Interlockingu – ST3

Signalizace OK / NOK
výrobku nebo přerušené
optické závory – ST3

Nagara switch – ST3

Obr. 5, 6: Detaily stanic 1 a 3 (zleva)

		Výrobní předpis	VP31331C
		Razítko pracovní kopie	
Index	Stav	<h2>Montage PSCM_ECU</h2>	
1.00	platný		
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!			



Signalizace OK / NOK výrobku nebo přerušené optické závory – ST2b

Odkládací lože výrobku – ST2b

Testování úniku tlaku a síly zalisování distributoru – ST2a



Transfer výrobku ze stanice 5 do stanice 2b

ST5 – Nevyužito, připraveno pro druhý automatický šroubovací systém

Transferová dráha palet

ST4 – Nevyužito, připraveno pro druhý automatický šroubovací systém


Obr. 7, 8: Detaily stanic 2 (nahore), 4 a 5 (dole)

Pozn. 1: Stanice 6 je nevyužita a zakrytována.

Pozn. 2: Stanice 2 je rozdělena na dvě části:

ST2a – montáž a testování výrobku

ST2b – odebírání hotové výrobku transferovaného z páté stanice

		Výrobní předpis	VP31331C
		Montage PSCM_ECU	
Index	Stav		
1.00	platný		
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!			

2.1.1. Popis technologie / procesu


Zařízení PSCM Montage je určeno k montáži řídicích jednotek pro ovládání masážních (série Massage 7 a Massage 14) a vyrovnávacích (série MKS a AMKS) vaků do autosedaček. Provádí se montáž cívek, air-konektoru, popř. distributoru u série MKS a AMKS a montáž desky plošných spojů plně automatickým elektrickým šroubovacím systémem umístěným na rameni čtyřosého robotu.

Celé zařízení sestává z šesti stanic, první stanice je zakládací, přičemž zde může být NOK výrobek po šroubování, druhá stanice zabezpečuje složení výrobku (cívky, air-konektor, distributor) s testy těsnosti a síly lisování distributoru, třetí stanice slouží k založení DPS, která prošla přes Interlocking, případně zde může dojít k odebrání NOK kusu po negativních testech na stanici dvě. Čtvrtá stanice je prázdná (plánován druhý šroubovací systém s robotem), na páté stanici se provádí šroubování, automatické odebírání OK výrobku, transfer OK výrobku na vykládací pozici a Trace OK i NOK výrobku. NOK výrobek po šroubování pokračuje přes stanici šest, která je prázdná, do stanice jedna.

Aktuální stavy jednotlivých stanic jsou zobrazovány na ovládacím touch-panelu. Zároveň jsou opticky (OK stav – zelená barva, NOK – červená, Výstraha – oranžová, popř. doplněno zvukovým znamením) signalizovány důležité stavy pro jednotlivé výrobky a testy na příslušných stanicích, kde dochází k zakládání komponentů, odebírání kusů nebo Traceability.

2.1.2. Energetické nároky

Energetické nároky		Parametr	Jednotka
Tlakový vzduch	spotřeba	20	[dm ³ /min]
	Pracovní tlak	0,6 ±0,05	[MPa]
	Testovací tlak	0,11 ±0,005	[MPa]
Elektrická energie	Příkon	2,3	[kW]
	Provozní napětí	3 x 400	[V]
Odsávání / Vakuum	Typ	-	
	Množství	-	[m ³ /h]
Chladicí voda	Teplota	-	[°C]
	Průtok	-	[m ³ /h]
Dusík	Tlak	-	[MPa]
	Množství	-	[m ³ /h]

		Výrobní předpis	VP31331C
		Montage PSCM_ECU	
Index	Stav		
1.00	platný		
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!			

2.1.3. Konstrukční a výrobně technické mezní podmínky

Neuplatňuje se.

2.1.4. Postup při stěhování, manipulace s konstrukčními částmi

Hmotnost zařízení: 670 kg.

Při stěhování je potřeba vypnout zařízení hlavním vypínačem a dále je třeba odpojit zařízení od elektrické sítě, odpojit zelenožlutý vodič místního pospojování, odpojit připojení k interní síti a odpojit přívodní vzduchové hadice – od společného rozvodu vzduchu a od speciální úpravny nemazaného vzduchu. Pohyblivé části zařízení je nutno vhodně zabezpečit proti svévolnému pohybu. Zařízení lze přemísťovat stěhovací technikou k tomuto účelu určenou.


Při ustavení na místo zařízení připojit zelenožlutým vodičem k místnímu pospojování, k elektrické síti, k interní síti a k vzduchovým rozvodům (popsáno v předchozím odstavci). Pak je možné zapnout zařízení hlavním vypínačem.

2.1.5. Manipulace s pomocnými látkami a nebezpečnými látkami

Neuplatňuje se.

2.2 Zapnutí systému

- Zkontrolovat, zda není zamáčknuto tlačítko Nouzový STOP (na zařízení i na robotu).
- Zkontrolovat uzavření všech dveří na stroji.
- Zkontrolovat zda v pracovním prostoru stroje nejsou cizí předměty.
- Zapnout vypínač na rozvaděči řízení podavače šroubováku (viz obr. 2), na řídicí jednotce DSM šroubováku (viz obr. 2), na řídicí jednotce pro ovládání robotu (viz obr. 1) a na speciální úpravně vzduchu Atlas Copco pro nemazaný vzduch (nachází se mimo zařízení, umístěna na okraji buňky) do polohy „I“.
- Zapnout hlavní vypínač na rozvaděči z čelní strany stanice do polohy „I“ (viz obr. 2).
- Zmáčknout žlutě prosvětlené tlačítko na ovládacím pultu, Reset – otevření vzduchového ventilu hlavního přívodu vzduchu.
- Opět zmáčknout žlutě prosvětlené tlačítko na ovládacím pultu, Reset – zapnutí zařízení a provedení resetovací sekvence stroje.
- Při nájezdu série s již osazenými lůžky ve stanicích jedna až pět provést reset RFID: MENU STROJ / RFID / Reset RFID a reset čísel vozíků: MENU STROJ / RFID / Reset čísel vozíků na dotkovém ovládacím panelu.

		Výrobní předpis	VP31331C
		Razítko pracovní kopie	
Index	Stav	<h1>Montage PSCM_ECU</h1>	
1.00	platný		
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!			

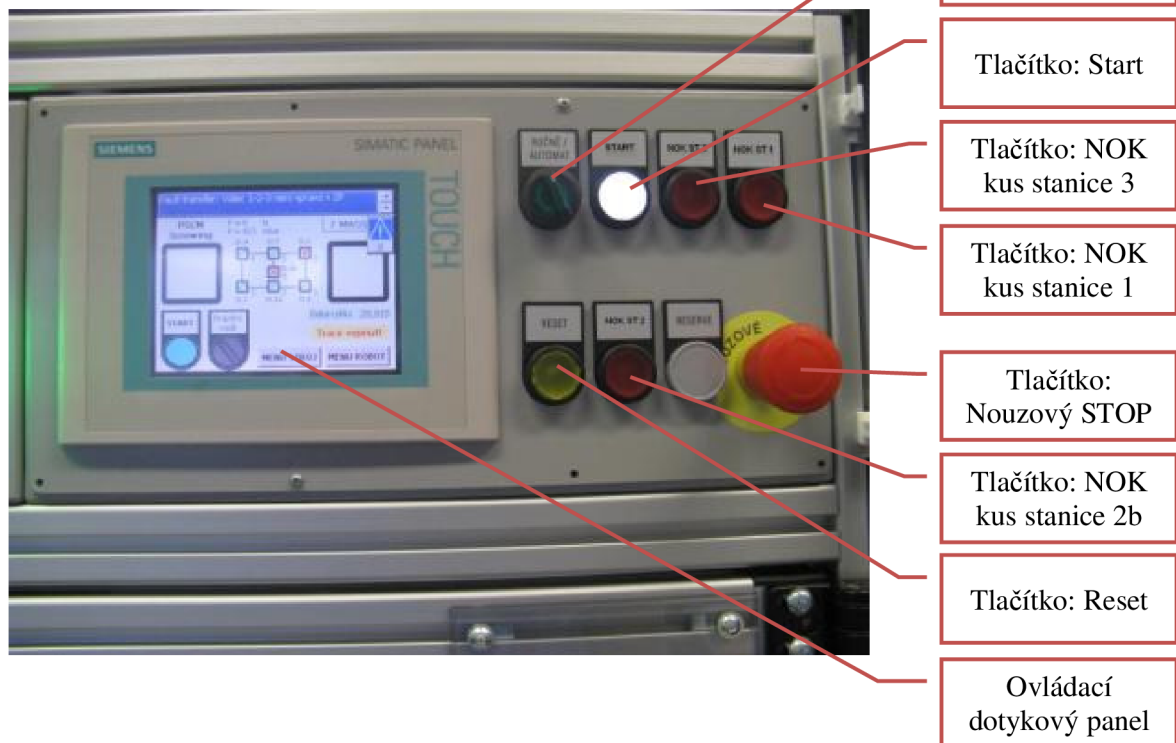
- Dvoupolohovým zeleným přepínačem na ovládacím pultu navolit režim, Automat nebo Ručně.

- Potvrdit režim bílým prosvětleným tlačítkem Start na Touch panelu nebo na ovládacím pultu (v módu Automat bude kontrolka blikat). Rozsvítí se kontrolka příslušného navoleného režimu. Režim stroje je navolen.


- Změna navoleného režimu se provede přepínačem Automat / Ručně a zmáčknutím tlačítka Start nebo přepínačem Vyprázdnění na ovládacím panelu. Zrušení navoleného režimu Automat se provede zmáčknutím tlačítka Reset (nedoporučeno) – provede se reset sekvence nebo přepnutím přepínače z Automatu do Ručně (doporučeno) – provede se dokončení kroků stanic a transferu a stroj se zastaví v základní poloze.

2.3 Ovládání systému

Popis ovládacího pultu:



Obr. 9: Ovládací pult s dotykovým ovládacím panelem

		Výrobní předpis	VP31331C
		Montage PSCM_ECU	
Index	Stav		
1.00	platný		
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!			

Popis ovládání robotu:



Obr. 10: Ovládací pult s dotykovým ovládacím panelem

2.4 Kontrolní činnosti


Viz. bod 2.2 Zapnutí systému.

2.4.1 Uvolnění procesu

Proveďte uvolnění procesu podle PN09806C.

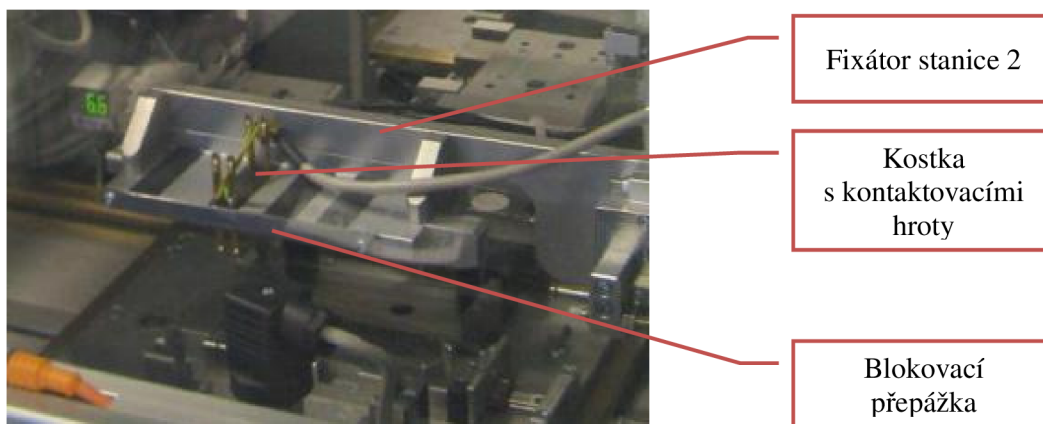
2.5 Změna varianty

- Vyprázdnit všechny vozíky (viz bod 2.6, první tři odrážky)
- Změnit sérii. Změna se provádí pomocí funkce na obrazovce ovládacího panelu: MENU STROJ / Serie, dummy / rozbalovací okno na obrazovce. Série je navolena dotykem bez potvrzování. Opuštění obrazovky je standardní (Zpět / Úvodní obrazovka).
- Stále v režimu Vyprázdnění postupně měnit lože ve vozíku ve stanici jedna, dokud nejsou vyměněna všechna lože.
- Provést reset RFID: MENU STROJ / RFID / Reset čísel vozíků.
- Změnit pozici kostky s kontaktovacími hroty ve stanici dvě dle příslušné varianty. Změna se provádí uvolněním kostky zvednutím blokovací přepážky, vytažením kostky s kontaktovacími

		Výrobní předpis	VP31331C
		Montage PSCM_ECU	
Index	Stav		
1.00	platný		
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!			

hroty a prohozením této kostky s kostkou bez měřících hrotů. Kostka s kontaktovacími hroty je dle varianty umístěna v pozici dle varianty:

- MKS - první zprava
- 7 Massage - druhá zprava
- AMKS - třetí zprava
- 14 Massage - čtvrtá zprava (první zleva)




Obr. 11: Ovládací pult s dotykovým ovládacím panelem

2.6 Vypnutí systému

- Dvoupolohovým přepínačem na dotykovém ovládacím panelu navolit režim Vyprázdnění, přepínač se podbarví modře (nejlépe v módu Ručně, poté spustit Automat).
- Na prázdných vozících se již nebudou provádět žádné operace.
- Na první stanici nezakládat komponenty, potvrdit cyklus pomocí Nagara switch
- Po vyprázdnění všech vozíků přepnout přepínač na ovládacím pultu do pozice Ručně
- Vypnout zařízení hlavním vypínačem na hlavním rozvaděči (poloha „0“)

2.7 Poruchy a jejich odstranění

Většina poruch je klasifikována řídicím systémem Simatic S7 a operátor je o nich informován hlášeními na dotykovém displeji. Zde je nutno poruchová hlášení potvrdit stiskem tlačítka ACK (acknowledge – kvitace, ACK se objeví při generování chyby v pravé horní části dotykového ovládacího panelu). Pokud současně svítí podsvícené tlačítko RESET, je třeba stisknout i toto tlačítko v Ručním režimu nebo navolit Reset příslušné stanice přímo na ovládacím panelu, MENU 1 / Informace o krocích / červeně podbarvené tlačítko RES příslušné stanice. Pro pokračování provozu

		Výrobní předpis	VP31331C
		Montage PSCM_ECU	
Index	Stav		
1.00	platný		
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!			

stroje je třeba přepnout stroj do Automatického režimu přepínačem na ovládacím pultu a stisknout tlačítko START na ovládacím pultu nebo na ovládacím panelu.

Stiskem tlačítka RESET se přeruší vykonávaná operace, stanice a transfer se vrátí do výchozích poloh, pokud proces na jednotlivých stanicích nebyl dokončen, provede se znovu. Správný průběh procesu je hlídán časovými konstantami jednotlivých kroků. Po překročení těchto časů jsou indikovány poruchy.

2.8 Údržba

Viz. plán údržby PU31362C.

2.9 Parametry procesu

2.9.1 Nastavení parametrů procesu


Neuplatňuje se.

2.9.2 Výkonnost procesu

Doby cyklů stanic a transferu (= doba celkem) jsou uvedeny na obrazovce: MENU STROJ / MENU 2 / Doby cyklů. Celkový čas jednoho cyklu je uveden také na hlavní obrazovce – Doba cyklu.

3. Seznam příloh

Bez příloh.

		Název (popis):	Montage PSCM_ECU					Index	Stav	Plán údržby	PU31362C Razítko pracovní kopie
Rozdělovník: FF 1 BT 3, FF 1 ST		Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!					1.00	platný			
Zpracoval:	Dočkal T.	Přezkoušel:	Kahánek L.		Magera O.	Mikulénka D.	Kubica J.	Uvolnil:	Pekárek S.	Popis: Změna na nový formát a aktualizace informací v PÚ	
Útvar:	PS PT5	Útvar:	TS PT5		P TR MFG	FST MS PM	CBS	Útvar:	FST PS TS		
Datum/eSign:	E-sign	Datum/eSign:	E-sign		E-sign	E-sign	E-sin	eSign, datum:	E-sign		

Není-li možno pracovat podle této dokumentace, okamžitě uvědomit přímého nadřízeného a zpracovatele dokumentu. V případě atypického chování zařízení postupovat dle eskalačního procesu.

Provozní prostředek : *Montage – PSCM – ECU*
Výrobce : *Continental Automotive Systems, Czech rep., Frenštát p. R. Kopanská 1713*
Výrobní předpis : *VP31331C*
SAP : *210591*

Pokyny pro údržbu prováděnou :

Samostatná údržba: Je prováděna pověřeným pracovníkem FF. Řídí se standardem SÚ příslušného pracoviště, který je přílohou tohoto dokumentu.
V případě nalezení závady informovat **Systémovou obsluhu nebo Týmového předáka**

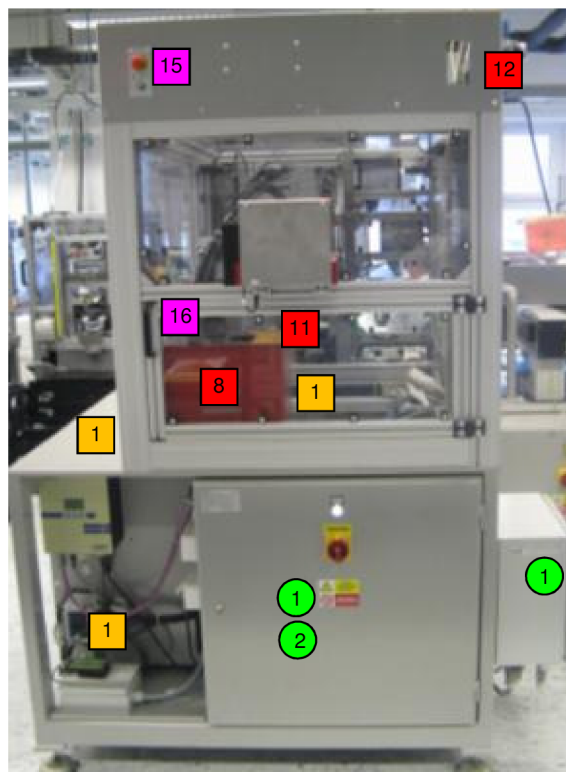
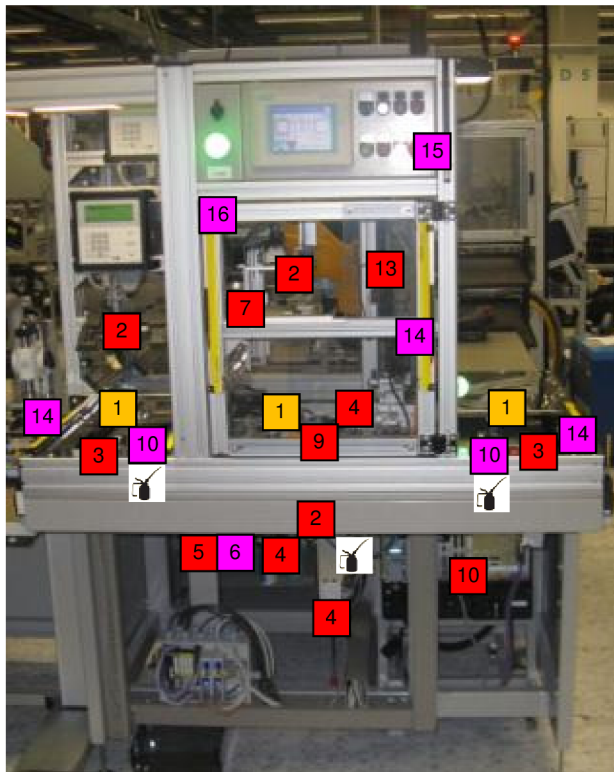
Str. 3,4,5 **B - pověřeným pracovníkem FF:** Při nalezení závad vypsát **hlášení C1 na oddělení údržby!**

Str. 6 **C - oddělením údržby:** Údržbové práce smí vykonávat pouze osoba znalá dle vyhlášky ČÚBP 50/78 §5.
Nalezené závady odstranit a zapsat **do zakázky PMC2.**

PU31362C

Celkový přehled:

Zezadu zařízení



Pomůcky	SAP	Obrázek
vysavač		
Mazací sprej		
Čistící papír	7000000074	
Technický líh – při práci používat gumové rukavice	7000000075	
Vatové tyčinky	7000000008	
Lithium grease	91573	

Činnosti	Souhrnná délka v minutách (Celkem/SAP)			Souhrnná délka v minutách (Celkem/SAP)		
	B	C	D	B	C	D
<input type="checkbox"/> B – pověřený pracovník FF		Denní			2 měsíční	
<input type="radio"/> C – pracovníkem údržby		Týdenní	5/5		Čtvrtletní	14/14
		2 týdenní			Pololetní	
		Měsíční	54/54		Roční	13/13

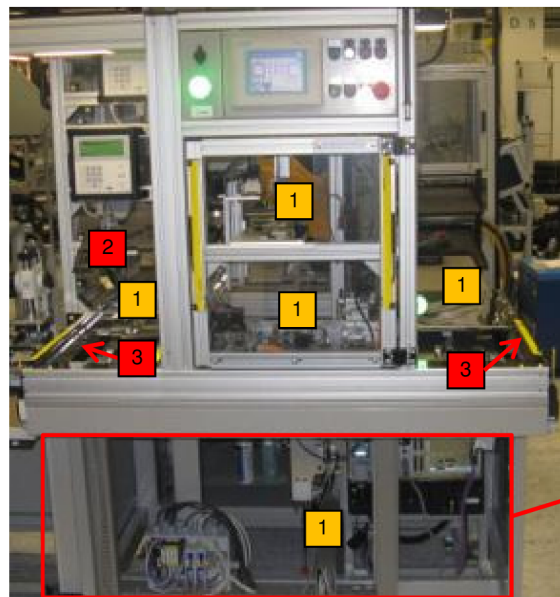
Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!

1.00

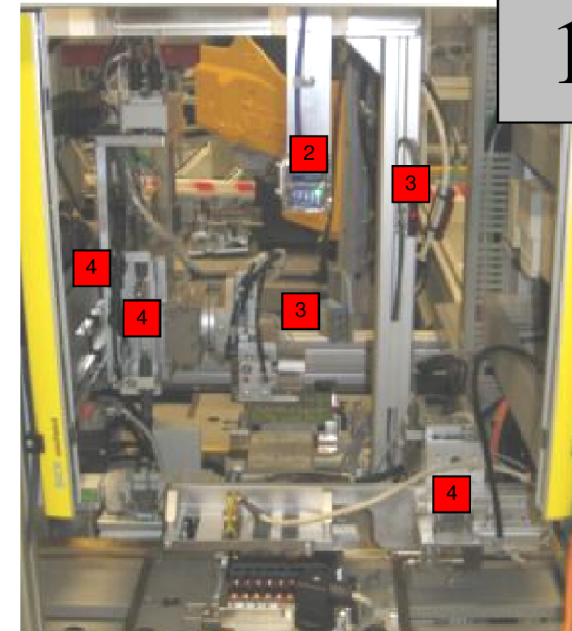
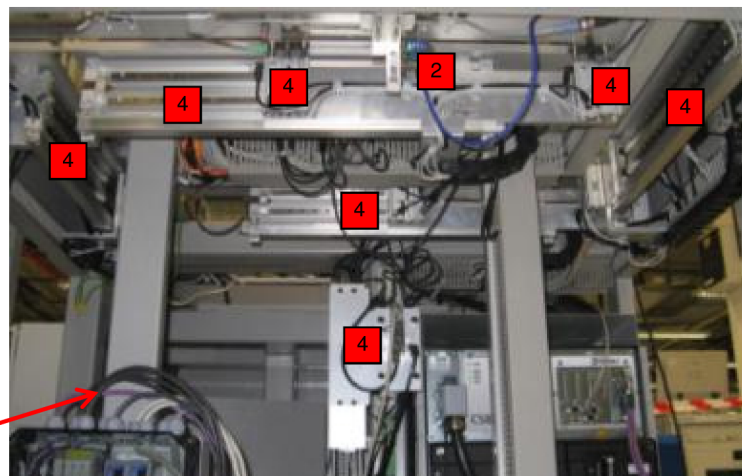
platný

B – vykonává pověřený pracovník FF – část 1

Uvnitř zařízení



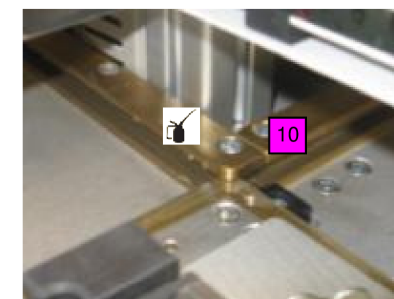
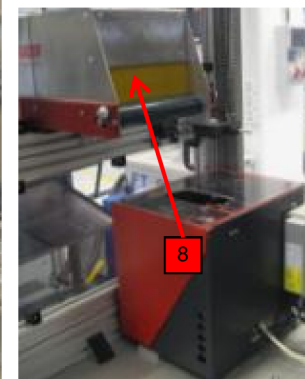
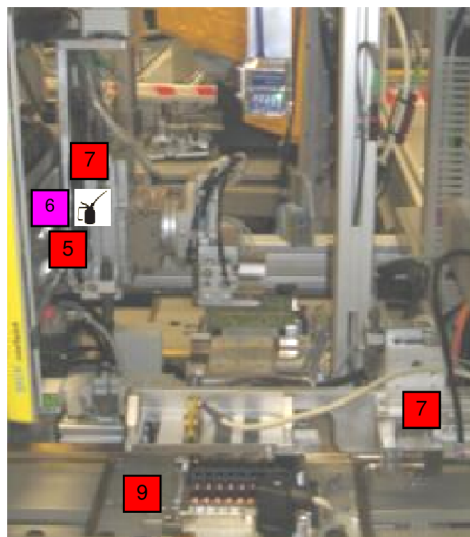
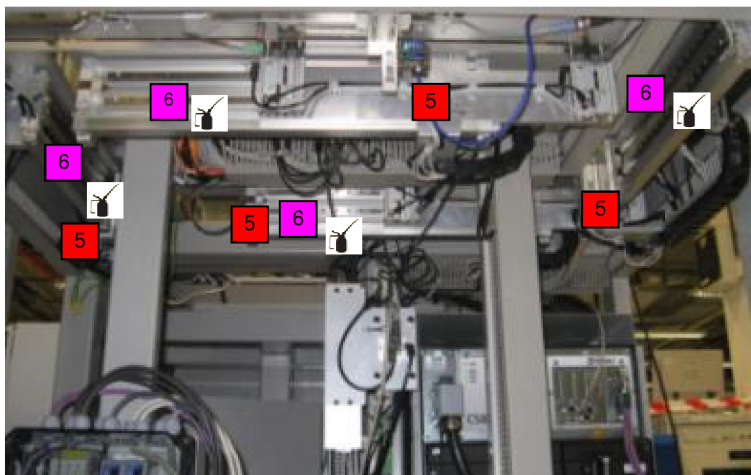
Pod zařízením


1

Bod	Místo	Kontrola a náprava stavu	Čištění	Zázn.	Náv.	Interval údržby	Odh. čas
1.	Prostor zařízení		Vysavač Čistící papír – 7000000074 Vatové tyčinky - 7000000008	SAP		týdně	5
2.	Scanner (3x)	Stav kabeláže a konektorů - opravit Uchytení - dotáhnout	Otřít suchým čistícím papírem 7000000074	SAP	PPN10 01_07	měsíčně	1
3.	Čidla (12x)	Kontrola stavu, kabeláže a uchytení – opravit, dotáhnout	Čistící papír – 7000000074	SAP	PPN10 03_02	měsíčně	5
4.	Pneumatický válec a senzory koncové polohy (15x)	Kontrola stavu a uchytení	Čistící papír – 7000000074 Vatové tyčinky - 7000000008	SAP	PPN10 02_01	měsíčně	10

B – vykonává pověřený pracovník FF – část 2

Pod zařízením

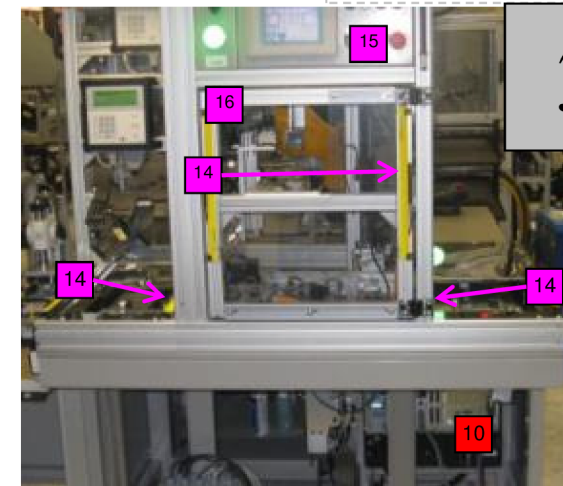
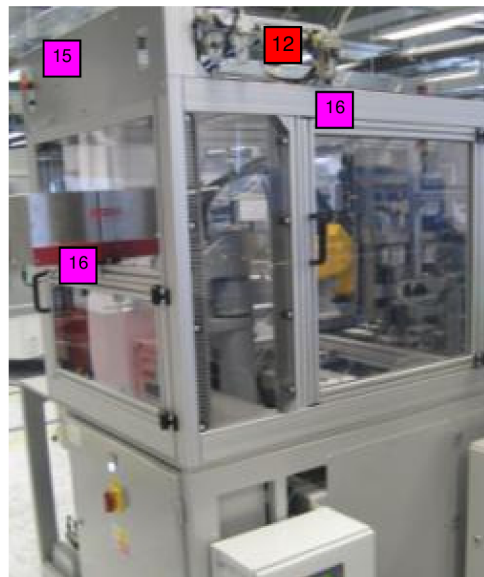
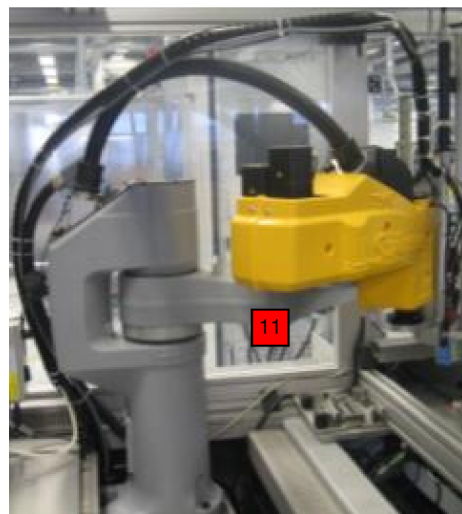


2

Bod	Místo	Kontrola a náprava stavu	Čištění	Mazání	Zázn.	Náv.	Interval údržby	Odh. čas
5.	Lineární vedení valivé s kolejnici (7x)	Kontrola stavu kolejnice a vozíku – nechat opravit	Čistící papír – 7000000074 Vatové tyčinky - 7000000008		SAP	PPN10 02_06	měsíčně	2
6.	Vozík lineárního vedení na kolejnici (7x)		Po namazání projet dráhu vedení a očistit od přebytků maziva. Čistící papír - 7000000074	Štětcem nanést mazivo Lithium grease do drážky kolejnice	SAP	PPN10 02_10	čtvrtletně	2
7.	Elektrická osa s pohybovým šroubem (2x)	Kontrola stavu a uchycení	Čistící papír – 7000000074 Vatové tyčinky - 7000000008		SAP	PPN10 02_02	měsíčně	5
8.	Vibrační podavač šroubků	Kontrola stavu a funkčnosti	Čistící papír - 7000000074 Technický líh - 7000000075		SAP		měsíčně	2
9.	Transportní vozíky (5x)	Kontrola stavu a funkčnosti	Čistící papír - 7000000074 Technický líh - 7000000075		SAP		měsíčně	5
10.	Vodící dráha vozíků	Kontrola stavu a uchycení	Čistící papír - 7000000074 Technický líh - 7000000075	Mazacím sprejem namazat celou dráhu vodících lišt po obvodu stroje SAP	SAP		čtvrtletně	8

Continental	Název (popis):	Montage PSCM_ECU	Index (verze)	Stav	Plán Údržby	PU31362C
	Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!		1.00	platný		

B – vykonává pověřený pracovník FF – část 3



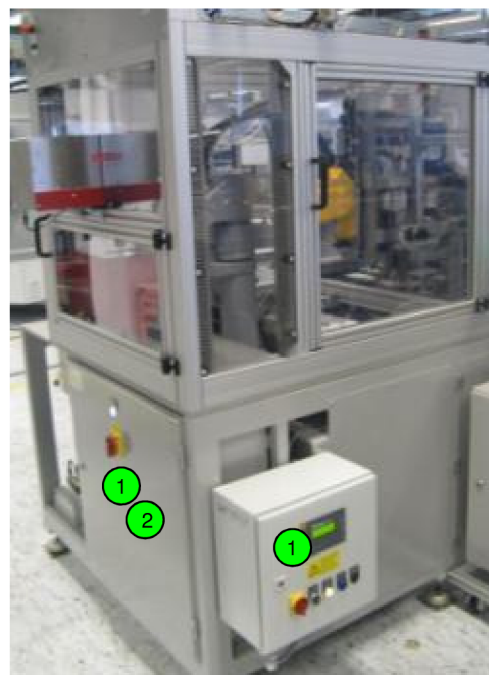
3

Bod	Místo	Kontrola a náprava stavu	Čištění	Mazání	Zázn.	Náv.	Interval údržby	Odh. čas
11.	Povrch robota Stäubli RS, TS a kontroleru CS8C	Zkontrolovat stav prachových filtrů. Příliš znečištěné vyměnit za nové. Náhradní prachové filtry SAP: 90018	Očistit povrch robota a kontroleru Čistící papír - 7000000074 Technický líh – 7000000075 Vysát prachové filtry vysavačem		SAP	PPN10 04_15	měsíčně	20
12.	Úpravna stlačeného vzduchu, pneumatické komponenty a rozvody	Kontrola nastavení tlaku a těsnosti spojů	Vysavač Čistící papír – 7000000074		SAP	PPN10 02_05	měsíčně	2
13.	Elektrický šroubovák	Kontrola stavu a správné funkce. Dotažení čidel. Kontrola kabeláže.	Čistící papír – 7000000074		SAP		měsíčně	2
14.	Optická závora (6x)	Zkontrolovat stav a správnou funkci pomocí kontrolní tyče.	Vysavač, Čistící papír – 7000000074 Technický líh- 7000000075		SAP	PPN10 01_13	čtvrtletně	3
15.	Nouzový stop (2x)	Kontrola stavu a správné funkce			SAP	PPN10 01_01	čtvrtletně	0,3
16.	Bezpečnostní zámek (3x)	Kontrola stavu a správné funkce	Čistící papír - 7000000074 Technický líh - 7000000075		SAP	PPN10 01_02	čtvrtletně	0,3

Continental	Název (popis):	Montage PSCM_ECU	Index (verze)	Stav	Plán Údržby	PU31362C Razítko pracovní kopie
	Dodržovat předpisy ESD dle VPQ12000C!		1.00	platný		

C – vykonává pracovník údržby – postup, část 1

Zezadu zařízení



1

Bod	Místo	Kontrola a náprava stavu	Čištění	Mazání	Zázn.	Náv.	Interval údržby	Odh. čas
1.	Rozvaděč	Zkontrolovat a dotáhnout kabelové spoje ve svorkách	Vysavač Čistící papír - 7000000074 Technický líh - 7000000075		SAP	PPN10 01_03	ročně	10
2.	Záloha dat PLC Simatic S7-300	Zálohovat data do adresářekonzultovat s daným technikem			SAP	PPN10 03_04	ročně	3