



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

AUTOMATICKÁ KONTROLA PŘÍTOMNOSTI CERTIFIKAČNÍHO ŠTÍTKU

AUTOMATIC CHECK FOR THE CERTIFICATION LABEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

René Čambál

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Tomáš Sýkora

BRNO 2022

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: René Čambál

ID: 220968

Ročník: 3

Akademický rok: 2021/22

NÁZEV TÉMATU:

Automatická kontrola přítomnosti certifikačního štítku

POKyny PRO VYPRACOVÁNÍ:

Práce se zabývá návrhem HW a tvorbou SW pro kontrolu kvality a pozice certifikačního CCC štítku na autosedačce.

1. Seznamte se s problematikou kontroly kvality a požadovaným principem činnosti.
2. Definujte požadavky na HW a SW zařízení.
3. Vyberte vhodné komponenty.
4. Navrhněte a realizujte HW.
5. Navrhněte SW.
6. Implementujte SW.
7. Výsledné zařízení otestujte a zhodnoťte dosažené výsledky.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Fundamentals of Industrial Quality Control, Third Edition [online]. CRC Press, 2018. ISBN 9780203755266.
Dostupné z: doi:10.4324/9780203755266

Termín zadání: 7.2.2022

Termín odevzdání: 23.5.2022

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Sýkora

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské 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

Cieľom tejto práce je navrhnúť zlepšenie kvality v oblasti automatizovanej kontroly prítomnosti/neprítomnosti štítku certifikácie pre autosedačky určené na čínsky trh, so zavedením kontroly kvality štítku a kontroly správnej pozície nalepenia na definovanom mieste sedačky. Kľúčovým prínosom práce je poskytnúť opatrenie pomocou Poka-Yoke kontroly automatizovaním procesu v spoločnosti Lear Corporation Seating Slovakia s.r.o.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Kvalita, automatizácia, kontrola, proces, senzor, Poka-Yoke.

ABSTRACT

This thesis proposes a quality improvement in the field of automated control of the presence/absence of the certification label for car seats meant for the Chinese market, by introducing quality inspection of the label and inspection of the correct affixation position at a predetermined seat position. The main benefit of the work is to provide a measure using Poka-Yoke control by automating the process at Lear Corporation Seating Slovakia s.r.o.

KEYWORDS

Quality, automation, control, process, sensor, Poka-Yoke.

ČAMBÁL, René. *Automatická kontrola přítomnosti certifikačního štítku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a měřicí techniky, 2022, 57 s. Bakalářská práce. Vedúci práce: Ing. Tomáš Sýkora

Vyhlásenie autora o pôvodnosti diela

Meno a priezvisko autora:	René Čambál
VUT ID autora:	220968
Typ práce:	Bakalárska práca
Akademický rok:	2021/22
Téma záverečnej práce:	Automatická kontrola přítomnosti certifi- kačního štítku

Vyhlasujem, že svoju záverečnú prácu som vypracoval samostatne pod vedením vedúcej/cého záverečnej práce, s využitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej záverečnej práce ďalej vyhlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto záverečnej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/alebo majetkových a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona Českej republiky č. 121/2000 Sb., o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon), v znení neskorších predpisov, vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníka Českej republiky č. 40/2009 Sb.

Brno23. máj 2022.....

.....
podpis autora*

*Autor podpisuje iba v tlačenej verzii.

POĎAKOVANIE

Rád by som poďakoval vedúcemu bakalárskej práce Ing. Tomášovi Sýkorovi za čas, usmerenie a poskytnutie cenných rád pri spracovaní práce. Zároveň by som rád poďakoval konzultantom v spoločnosti Lear Corporation s.r.o. za umožnenie vypracovania bakalárskej práce, trpezlivosť a podnetné návrhy k práci.

V Brne dňa: 23. mája 2022

Obsah

Úvod	11
1 Teoretická časť práce	13
1.1 Metódy optimalizácie výrobného procesu	13
1.1.1 Automatizácia a kvalita	13
1.1.2 Štíhla výroba	13
1.1.3 Ťahový systém riadenia výroby	14
1.1.4 Metóda Poka-Yoke	14
1.2 Priemyselné prostriedky na kontrolu kvality	14
1.2.1 Automatizačné prostriedky	14
1.2.2 Senzory	15
1.2.3 Strojové videnie	15
1.2.4 Kamerové senzory	16
1.2.5 Programovateľný logický automat	16
1.2.6 Rozhranie človek-stroj	19
1.3 Priemyselná komunikácia	19
1.3.1 Priemyselné siete v podnikoch	19
1.3.2 Hierarchické úrovne priemyselných sietí	20
1.3.3 Hviezdicová topológia	21
1.3.4 PROFINET	21
2 Analýza problematiky	23
2.1 Predstavenie spoločnosti Lear Corporation	23
2.1.1 Prevádzka Lear Corporation Voderady	23
2.1.2 Lear Production System	23
2.2 Problematika certifikačných štítkov	24
3 Návrh automatizovaného riešenia	25
3.1 Riadiaci systém SIMATIC S7-1200	25
3.1.1 Integrované rozhranie PROFINET	26
3.2 SIMATIC HMI KTP700 Basic	26
3.3 Kamerový senzor Keyence IV	27
3.4 Konštrukcia testovacieho pracoviska	27
3.5 Tvorba hardvérovej konfigurácie	29
3.5.1 Vývojové prostredie Siemens TIA portal	29
3.5.2 Vkládanie zariadení do projektu	29
3.5.3 Konfigurácia sieťového rozhrania	30

3.5.4	Dátové alokácie v komunikácii	31
3.5.5	Adresovanie vstupov a výstupov	32
4	Programové riešenie stanice	34
4.1	SW riešenie v prostredí IV Navigator	34
4.1.1	Výber spúšte	34
4.1.2	Nastavenie úrovne jasnosti a zaostrenia	35
4.1.3	Konfigurácia vyhodnocovacích nástrojov	36
4.2	Softvérová konfigurácia	38
4.2.1	Štandardizácia programov	38
4.2.2	Hlavný programový blok	39
4.3	Vizualizácia výsledkov na HMI panely	41
4.3.1	Režimy ovládania pre simuláciu komunikácie	41
4.3.2	Alarmy	42
5	Implementácia vo výrobe	43
5.1	Konstrukcia kontrolnej stanice	43
5.2	Správa o výrobku	44
	Záver	46
	Literatúra	47
	Zoznam symbolov a skratiek	49
	Zoznam príloh	51
	A Tabuľka použitých riadiacich modulov	52
	B Tabuľky použitých stavových modulov	53
	C Dizajn ovládacieho panela HMI	55
	D Obsah elektronickej prílohy	57

Zoznam obrázkov

1.1	Bloková schéma inteligentného senzoru [1]	15
1.2	Architektúra PLC [10]	17
1.3	Typický cyklus skenovania PLC [10]	18
1.4	Topológia priemyselnej siete [10]	20
1.5	Schéma hviezdicovej topológie [10]	21
2.1	Certifikačný štítok	24
3.1	Simatic S7-1200 (6ES7215-1HG40-0XB0) [16]	25
3.2	SIMATIC HMI KTP700 Basic (6AV2123-2GB03-0AX0) [16]	26
3.3	Kamerový senzor IV-G300CA [18]	27
3.4	Grafické schéma zapojenia testovacieho pracoviska	28
3.5	Zkonštruované testovacie pracovisko	28
3.6	Pridanie GSD súboru kamerového senzoru	30
3.7	Sietová topológia	31
3.8	Komunikácia PUT/GET	31
3.9	Komunikačný cyklus	32
3.10	Priradené adresy senzora	33
4.1	Priebeh vyhodnotenia senzoru	34
4.2	Spracovanie externej spúšte	35
4.3	Nastavená úroveň jasnosti zobrazenia senzoru	35
4.4	Prispôsobené zaostrenie senzoru	36
4.5	Nastavenie nástroja na rozpoznanie obrysu	37
4.6	Extrakcia obrysu	37
4.7	Nastavenie nástroja na vyhodnotenie farby	38
4.8	Hlavný programový blok	39
4.9	Programová zmena nástroja	40
4.10	Programová požiadavka na spúšť	40
4.11	Vývojový diagram programu	41
4.12	Programový cyklus automatického režimu	42
4.13	Stránka automatického režimu	42
5.1	Výsledná realizácia stanice	43
5.2	Kamerový senzor vo výrobe	44
5.3	Report z výroby	45
A.1	Command control Address 0-11	52
B.1	Command Status Bits Address 0-1	53
B.2	Device Result Bits Address 0-3	54
B.3	Device Status Words Address 0-15	54
C.1	Úvodná stránka HMI	55

C.2	Stránka manuálneho režimu	55
C.3	Alarmová stránka	56

Úvod

Technológie v oblasti priemyselnej automatizácie sa veľmi rýchlo vyvíjajú, a to otvára výrobným podnikom veľké množstvo nových príležitostí. Tento pokrok má vplyv na výrobné procesy a zvyšuje požiadavky kladené na kvalitu výrobkov. Zlepšovanie v oblasti kontroly kvality sa uplatňuje nahrádzaním ľudského faktoru rýchlejšim a spoľahlivejším riešením. To je v súčasnosti realizované zavádzaním rôznych senzorov do výrobného procesu. Touto aplikáciou vieme výrazne zlepšiť efektivitu a zredukovať výrobné chyby, ktoré by mohli viesť k potencionálnym stratám. Minimalizovaním týchto nedostatkov si podniky na trhu zvyšujú preferencie. Ak chcú výrobcovia úspešne odolávať konkurencii, je potrebné, aby sa vedeli rýchlo adaptovať.

Hlavným zameraním tejto práce je práve aplikácia automatizovanej kontroly prítomnosti/nepřítomnosti štítka certifikácie pre autosedačky určené na čínsky trh v spoločnosti Lear Corporation Seating Slovakia s.r.o. Pretože detekcia prítomnosti a kvality štítka je v procese nedostatočná, musia sa prijať nápravné opatrenia zavedením automatizovanej kontroly.

Teoretická časť práce sa venuje základným pojmom priemyselnej výroby v súvislosti s automatizáciou a kontrolou kvality. V kapitole sú uvedené teoretické východiská ako metódy optimalizácie výrobného procesu, priemyselné prostriedky na kontrolu kvality a základy priemyselnej komunikácie.

Praktická časť práce zahŕňa analýzu problematiky súčasného stavu montážnej stanice. Následne je opísaný postup konštrukcie testovacieho pracoviska, ktoré slúži na verifikáciu programu. Je vysvetlená tvorba hardvérovej a softvérovej konfigurácie pre ovládanie senzoru a vizualizácie. Posledná kapitola je venovaná implementácii meracej stanice na výrobnú linku a je vysvetlený celý priebeh automatizovanej kontroly. Na záver je zhodnotenie riešenia z hľadiska dosiahnutia cieľov práce a prínosov pre spoločnosť Lear Corporation.

Ciele práce

1. Zoznámenie sa s problematikou kontroly kvality v priemyselnej výrobe.
2. Stanovenie požiadaviek pre HW/SW.
3. Výber vhodných komponentov.
4. Návrh a realizácia HW.
5. Návrh SW a tvorba vizualizácie.
6. Testovanie výsledného zariadenia a verifikácia.
7. Montáž, uvedenie do prevádzky a validácia.
8. Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov.

1 Teoretická časť práce

Predmetom tejto kapitoly je teoretická analýza metód a prostriedkov používaných v priemyselnej výrobe. Priblížime tu definície súvisiace s kontrolou kvality a optimalizáciou výrobného procesu.

1.1 Metódy optimalizácie výrobného procesu

Táto podkapitola je venovaná teoretickému preskúmaniu pojmov a metód, ktoré súvisia s priemyselnou automatizáciou a sú využívané vo výrobe spoločnosti Lear Corporation s.r.o..

1.1.1 Automatizácia a kvalita

Vo svojej najzákladnejšej podobe si automatizáciu možno predstaviť ako čiastočnú alebo úplnú minimalizáciu ľudskej činnosti. Činnosť človeka je veľmi variabilná a môže nás vystaviť širokému spektru rizík a chýb, ktorých následky majú často negatívny dopad. S príchodom automatizácie sú mnohé úlohy, ktoré predtým vykonávali ľudia teraz efektívnejšie a spoľahlivejšie. [1, 2]

Automatizácia hromadnej výroby je vždy spojená s kvalitou výsledného produktu. V najširšom zmysle je kvalita čokoľvek, čo sa dá zdokonaľiť. V každej hromadnej výrobe sa prakticky vždy vyskytujú výrobky nesplňujúce požadované parametre. Kontrolou výrobného toku na automatickom stroji musíme zaistiť signalizáciu výskytu väčšieho počtu chybných výrobkov, ako sa očakáva, aby servisná obsluha mohla urobiť potrebné opatrenia. [1, 2]

1.1.2 Štíhla výroba

Štíhla výroba je všeobecne považovaná za metodiku na zlepšenie produktivity a zníženie nákladov vo výrobných organizáciách. Vyvinula sa z konceptualizácie výrobného systému Toyota (TPS) v spoločnosti Toyota Motor Company. [3]

Ústredným cieľom štíhlej výroby je vytvoriť efektívny tok procesov na výrobu hotových výrobkov požadovaným tempom zákazníkov s malým alebo až žiadnym plytvaním. Výrobný systém Toyota je založený na dvoch pilieroch: just in time (JIT) a autonómia. Autonómia sa týka automatizácie manuálnych procesov s cieľom zahrnúť kontrolu t. j. keď dôjde k problému, zariadenie by sa malo automaticky zastaviť a nedovoliť, aby chyby ďalej postupovali po linke. Ľudský zásah je potrebný iba vtedy, keď sa zistí chyba. Preto automatizácia vo výrobe zohráva dôležitú úlohu už od príchodu štíhlej výroby. [3]

1.1.3 Ťahový systém riadenia výroby

Operácia by sa mala vo výrobe vykonávať len vtedy, keď je to nevyhnutné. Od zákazníka by mal vzniknúť dopyt, na základe ktorého by sa mala vytvoriť výrobná zákazka. To znamená, že každá nasledujúca operácia musí iniciovať operáciu jej predchodcu. Bežná tlaková výroba by mala za následok dodatočné zásoby, nepredaný tovar v továrni, ako aj dodatočné náklady na výrobu a údržbu. [3]

Kanban je jedným z najefektívnejších spôsobov implementácie ťahovej výroby vo výrobných systémoch typu JIT. Kanban je v podstate karta obsahujúca všetky informácie potrebné na výrobu/montáž produktu v každej fáze výroby. Tento systém umožňuje vysokú produkciu a vysoké využitie kapacity so zníženým časom výroby. Bezdrôtové informačné a komunikačné systémy vykonávajú tieto sledovacie operácie prostredníctvom rádiových identifikačných štítkov (RFID), aby monitorovali stav, počet a umiestnenie dávok materiálu. Prostredníctvom tejto technológie je možné priebežne sledovať aj harmonogramy zmien a aktualizovať parametre kanbanu. [3, 4]

1.1.4 Metóda Poka-Yoke

Štíhla výroba kladie veľký dôraz na posilnenie postavenia zamestnancov. Vykonávanie monotónnych činností ovplyvňuje morálku zamestnancov, a to vedie k nárastu chybovosti. Poka-Yoke je metóda riadenia kvality, ktorá súvisí s predchádzaním chýb vznikajúcich počas výrobných procesov. Poka-yoke sa dá predstaviť ako zariadenie, ktoré buď zabraňuje alebo vyhľadáva abnormality, ktoré môžu byť škodlivé pre kvalitu produktu alebo pre zamestnancov. Cieľom je vytvoriť bezchybný proces, ktorý nevyžaduje ďalší procesný krok, ale je integrovaný do existujúcich. Metóda sa zvyčajne aplikuje pomocou viacerých senzorov bez potreby vysokých investícií. Zavedením tejto metódy do výroby vieme optimalizovať výrobný proces a tým zlepšiť kvalitu výsledného produktu. [5, 6, 7]

1.2 Priemyselné prostriedky na kontrolu kvality

V tejto podkapitole sú sumarizované prostriedky priemyselnej automatizácie využívané v oblasti riadenia kvality.

1.2.1 Automatizačné prostriedky

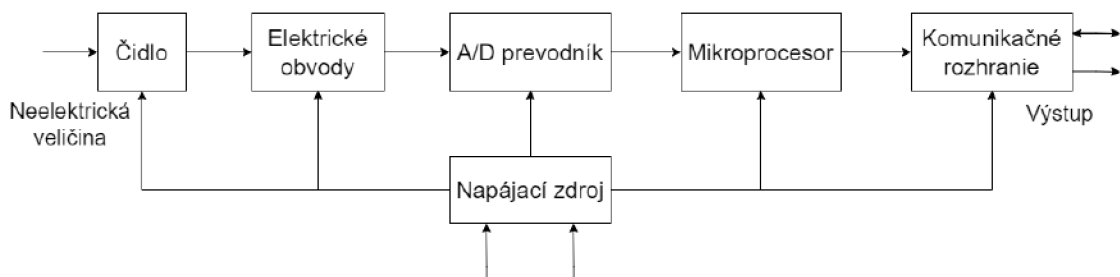
Pojem automatizačný prostriedok sa vzťahuje na všetky nástroje a prvky, ktoré sa používajú v automatizácii. Dôraz kladený na automatizáciu viedol k rozvoju širokej škály sortimentu prostriedkov. Súčasní projektanti automatizačných zariadení a

procesov majú prístup k veľkému množstvu rôznych prvkov, ktoré môžu využiť pri svojej práci. Existujú štyri skupiny automatizačných prostriedkov:

- Zdroje informácií (senzory).
- Prenos informácií (zbernice, zosilňovače, prevodníky).
- Prostriedky pre spracovanie informácií (logické obvody, regulátory, programovateľné logické automaty (PLC)).
- Výkonné akčné členy a pohony (pneumatické, hydraulické, elektrické). [1, 8]

1.2.2 Sensory

Údaje možno z výrobnjej linky extrahovať rôznymi spôsobmi. Sensory sa v priemyselnej automatizácii používajú na zhromažďovanie dát, ktoré slúžia na kontrolu alebo na spúšťanie iných zariadení. Väčšina moderných automatizovaných systémov a zariadení sa vo veľkej miere spolieha na senzory. Rýchly pokrok mikroelektroniky pomohol pri rozšírení systémovej schopnosti senzorov. Tie sa postupne vyvíjajú do inteligentných a kompaktných meracích systémov s funkciami spracovania signálov a možnosťami komunikácie. [1, 9]



Obr. 1.1: Bloková schéma inteligentného senzoru [1]

Sensory sa zvyčajne skladajú z niekoľkých funkčných komponentov, ktoré tvoria merací reťazec. Vstupná časť, ktorá je citlivá na snímanú veličinu sa nazýva čidlo. Sensor sníma meranú veličinu a tú podľa určitého princípu mení na elektrickú veličinu. A/D prevodník konvertuje výsledný analógový signál na digitálny signál, ktorý je potom možné pomocou mikropočítača upravovať tak, ako to je vyobrazené na obrázku 1.1. Vo väčšine prípadov je potom výstup vybavený rozhraním, ktoré umožňuje prenos nameraných údajov. [1, 9]

1.2.3 Strojové videnie

Strojové videnie je podoblastou počítačového videnia, ktorá sa používa v priemyselnej automatizácii. Je charakterizované väzbou na výrobný proces a orientáciou na typické úlohy výroby, ako je:

- Obrazová inšpekcia - kontrola tvaru a kvality.
- Počítanie objektov.
- Hľadanie nedostatkov - kontrola tvarovej zhody
- Presné určenie polohy v priestore.
- Logistika - čítanie kódov.

Z hľadiska prevedenia môžeme rozlíšiť dva základné typy systémov pre strojové videnie: kamerový senzor a inteligentnú kameru. [1]

1.2.4 Kamerové senzory

Kamerové senzory poskytujú vysokú úroveň flexibility a zároveň umožňujú vykonať viacero inšpekcií v rámci jednej snímky. Tieto senzory kombinujú schopnosť kamery s výpočtovým výkonom počítača, aby vedeli rozhodovať o polohe, kvalite a úplnosti produktu. Kamerové senzory obsahujú knižnicu softvérových nástrojov, ktoré poskytujú viacnásobné výsledky úspešného/neúspešného skenovania z jedného získaného obrazu. Na rozdiel od iných tried senzorov umožňujú detegovať svoje ciele na základe vzoru, funkcie a farby. Zvládajú rozpoznávanie špecifických dielov vo veľmi širokej oblasti záujmu a dokážu to robiť dynamicky, keď sa diel pohybuje po výrobnéj linke. Kamerové senzory sú tiež cenovo dostupnejšie a na ich prevádzku je potrebná menšia znalosť. Zároveň sú ale schopné vykonávať veľký počet funkcií v oblasti automatizácie a logistike závodov. [9]

Kamerové senzory vykonávajú kontrolu najskôr lokalizovaním dielu na obrázku a následným vyhľadaním jednotlivých vlastností pre daný diel. Po nastavení zorného poľa (FOV), môže operátor použiť nástroje na analýzu v celom rozsahu diela. Na rozdiel od ostatných senzorov, kamerové senzory zvládajú predvídateľnú variabilitu dielov, takže ich operátori môžu používať vo vopred nakonfigurovaných bunkách bez toho, aby museli vykonávať množstvo nákladných a časovo náročných zmien. Väčšina z nich obsahuje vstavanú ethernetovú komunikáciu, ktorá umožňuje používateľom výmenu údajov s inými systémami, aby mohli komunikovať a spúšťať nasledujúce etapy kontroly. Sieť kamerových senzorov je možné ľahko prepojiť s podnikovými sieťami, čo umožňuje akejkoľvek pracovnej stanici vo výrobní zobrazovať výsledky, obrázky a údaje na riadenie procesov. V závislosti od konkrétneho systému alebo aplikácie konfiguruje softvér parametre kamery, rozhoduje sa o úspechu/neúspechu, komunikuje s výrobným závodom a podporuje funkciu rozhrania človek-stroj (HMI). [9]

1.2.5 Programovateľný logický automat

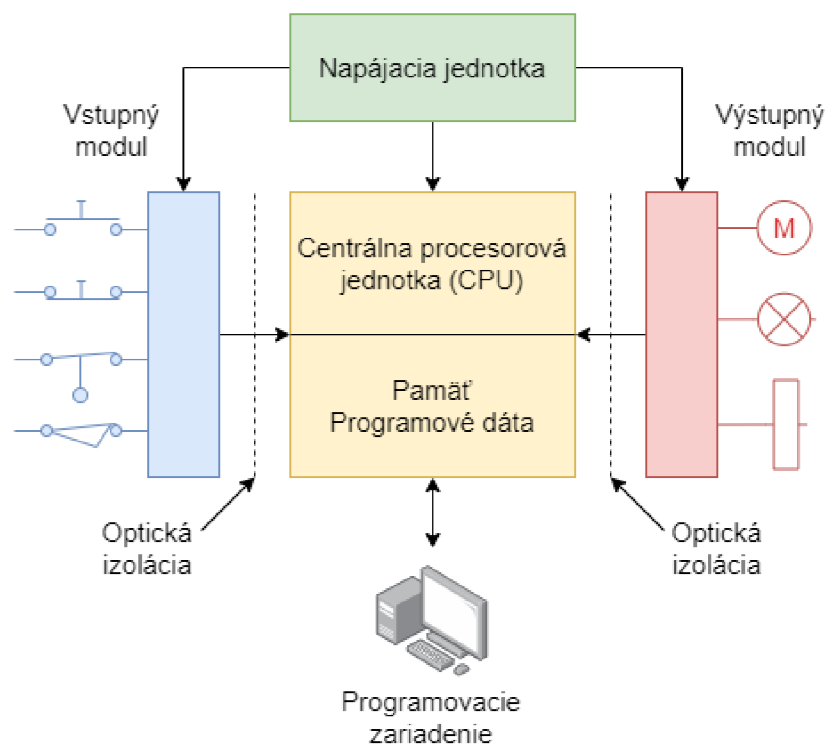
Programovateľný logický automat je priemyselné zariadenie, ktoré je možné naprogramovať tak, aby vykonávalo riadiace operácie vo výrobnom procese. Pretože štruk-

túra PLC je založená na rovnakých konceptoch, aké sa používajú v počítačovej architektúre, je schopné nielen vykonávať úlohu spínania relé, ale aj ostatné aplikácie, ako napríklad časovanie, počítanie, porovnávanie a spracovanie analógových signálov. PLC sú navrhnuté tak, aby odolávali priemyselným podmienkam, ako sú veľké teplotné rozsahy, elektronický šum a vibrácie. Pretože výstup systému ovládaný automatom závisí na vstupných podmienkach je PLC typickým príkladom "real-time" systémov. Medzi ďalšie výhody patrí rýchla odozva, jednoduché programovanie a inštalácia, sieťová kompatibilita a predovšetkým vysoká spoľahlivosť. [10]

Otvorená architektúra zaisťuje systému jednoduché pripojenie k zariadeniam a programom od rôznych výrobcov. Programovateľný automat ale nerieši napájacie a silové obvody, riadenie pohonov a ďalšie funkcie, ktoré je nutné realizovať v rámci elektrického vybavenia pracovných strojov. Tie už musí projektant riešiť individuálne pri konštrukcii rozvádzača, ktorého súčasťou je aj PLC. [1, 10]

Architektúra PLC

Primárne časti typického PLC môžeme rozdeliť na centrálnu procesorovú jednotku (CPU), napájací zdroj a rozhranie vstupov a výstupov (I/O). Základ tvorí vnútorná zbernica, okolo ktorej je modulárne vytvorené celé PLC. Architektúra PLC je zobrazená na obrázku 1.2. [8, 10]



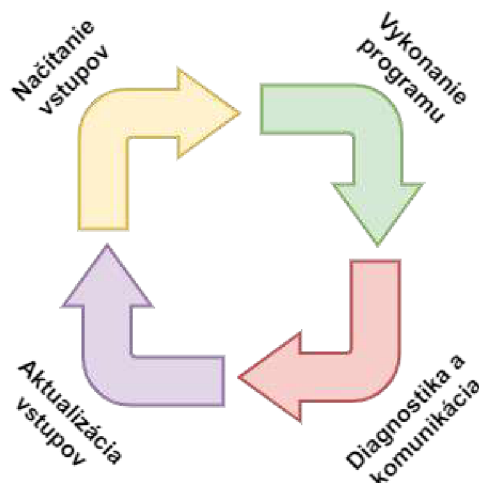
Obr. 1.2: Architektúra PLC [10]

Rozhranie I/O sa používa na pripojenie PLC k externým zariadeniam. Účelom tohto rozhrania je podmieniť rôzne prijaté alebo odoslané signály. I/O systém zabezpečuje prepojenie medzi zapojenými komponentami a procesorom. Vstupné rozhranie poskytuje informácie o stave procesov, ktoré sa majú oznámiť procesoru, čo umožňuje procesoru prenášať prevádzkové signály cez výstupné rozhranie do procesných zariadení, ktoré riadi. [10]

Procesorová jednotka je rozdelená na dve sekcie: CPU a pamäť. CPU obsahuje podobný typ mikroprocesora, aký sa nachádza v osobnom počítači. Každý procesor má svoju pamäť a programy, ktoré pracujú súbežne a nezávisle. CPU vykonáva program a robí rozhodnutia potrebné na prevádzku a komunikáciu s ostatnými komponentmi. Zatiaľ, čo u prvých PLC s bitovo orientovanou CPU bola pamäť programu oddelená od pamäti dát a pre dáta sa používala iná bitová organizácia pamäti, dnešné PLC majú jednu operačnú pamäť, v ktorej sú vyhradené priestory pre vstupné dáta, výstupné dáta, vnútorné premenné a pamäťový priestor na vlastný program. Okrem toho sú v pamäti uložené funkčné bloky a systémové a užívateľské funkcie. Pretože operačný systém PLC je taký jednoduchý, konkuruje priemyselným počítačom (IPC) a iným prostriedkom priemyselnej automatizácie. [8, 10]

Vykonávanie programu

PLC využíva tzv. cyklický spôsob vykonávania programu. Program začína skenovaním, v ktorom CPU načíta stav vstupov a následne sa začne vykonávať aplikačný program. Vzápätí po vykonaní programu sa aktualizuje stav výstupov. Nakoniec CPU vykoná internú diagnostiku. Tento proces sa vykonáva cyklicky pokiaľ je PLC v prevádzkovom režime. [1, 8, 10]



Obr. 1.3: Typický cyklus skenovania PLC [10]

1.2.6 Rozhranie človek-stroj

Human Machine Interface (ďalej len HMI) je grafické používateľské rozhranie (GUI), ktoré slúži na zobrazenie pracovných údajov stroja. Účelom HMI je zlepšiť interakciu medzi strojom a operátorom prostredníctvom obrazovky mikropanelu. V rozhraní sú rôzne druhy vizualizácií pre monitorovanie údajov o stroji, ktoré sú prepojené v reálnom čase. HMI poskytuje popis stavu stroja vo forme mapy, čo umožňuje používateľom vidieť, ktoré časti stroju sú funkčné. Zariadenie tiež obsahuje možnosti ovládania vo forme tlačidiel a posuvníkov, pomocou ktorých môžeme príslušný stroj riadiť. Okrem toho rozhranie zobrazuje aj alarmy v prípade nebezpečenstva v systéme. HMI tiež zobrazuje súhrnné štatistiky o práci stroja vrátane grafického zobrazenia. Pomocou online systémov je možné v reálnom čase spravovať a monitorovať systém ihneď, ako dôjde k udalostiam. Vďaka tomu môžeme touto technológiou ušetriť čas pri monitorovaní a riadení výrobného pracoviska. Online zmeny zahŕňajú pridávanie tagov, úpravu logiky v programe a ovládanie procesov OS. Systémy HMI si vyžadujú prepojenie medzi počítačom, riadiacim systémom a výrobným strojom. Za týchto podmienok môžu byť informácie prenášané simultánne zo snímačov a akčných členov do HMI a databázy. [11]

1.3 Priemyselná komunikácia

Úvod do komunikačných možností priemyselných prostriedkov a princípov súvisiacich s priemyselnou komunikáciou.

1.3.1 Priemyselné siete v podnikoch

Zložité operácie, ako sú riadenie výrobných zariadení a liniek, monitorovanie dopravných systémov alebo riadenie a správa prenosu elektrickej energie sa nezaobídu bez priemyselnej komunikácie. Priemyselná sieť využíva komunikačné siete na prepojenie zariadení a výrobných prístrojov, aby sme mohli využívať jej funkcie napríklad na:

- Monitorovanie porúch.
 - Monitorovanie prevádzkového stavu – počet vyrobených kusov, parametre vyrobených produktov a pod.
 - Vzdialené nastavenia – konfigurácia zariadení.
 - Odovzdávanie informácii medzi jednotlivými zariadeniami o procese výroby.
- [12, 13]

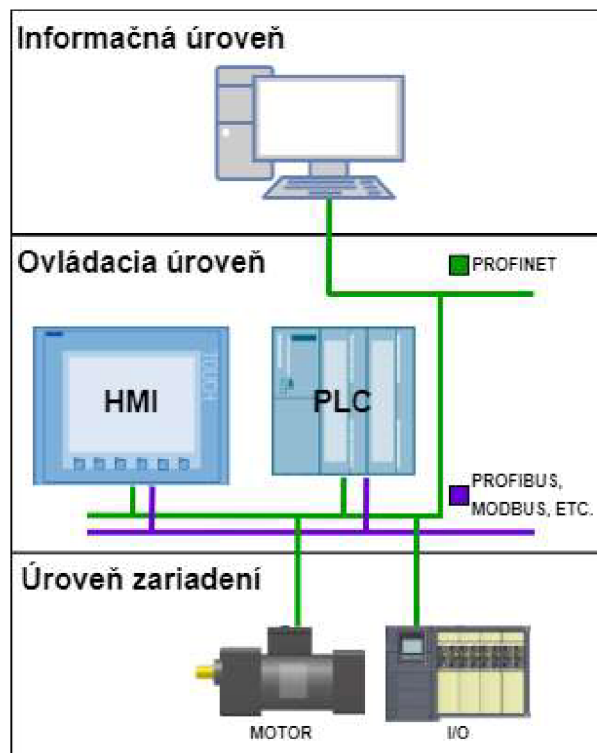
Spoločnosti sa skladajú z mnohých odvetví, ktoré riadia odlišné oblasti výroby, zvyčajne rozmiestnené na viacerých miestach. Môže ísť napríklad o výrobné závody s oddeleniami na prevádzku, predaj alebo marketing. Všetky tieto oddelenia

majú špecifické potreby, ale zároveň potrebujú navzájom komunikovať. To sa dosahuje použitím mnohých vrstiev, ktoré umožňujú použitie optimálnych technológií a protokolov na každej úrovni a zároveň umožňujú komunikáciu medzi jednotlivými úrovňami. V súčasnosti výrobný systém dohliada a spravuje celú výrobnú činnosť závodu prostredníctvom siete od prijatia objednávky až po jej expedíciu. [12]

1.3.2 Hierarchické úrovne priemyselných sietí

Systémy priemyselnej automatizácie môžu byť mimoriadne komplikované a často sú rozdelené do mnohých vrstiev. Obecne môžeme rozdeliť priemyselné siete podľa funkčnosti do troch základných úrovní:

- Informačná úroveň - podnikové siete a počítače.
- Ovládací úroveň - priemyselné riadiace jednotky.
- Úroveň zariadení - senzory a akčné členy strojov a procesov. [12]

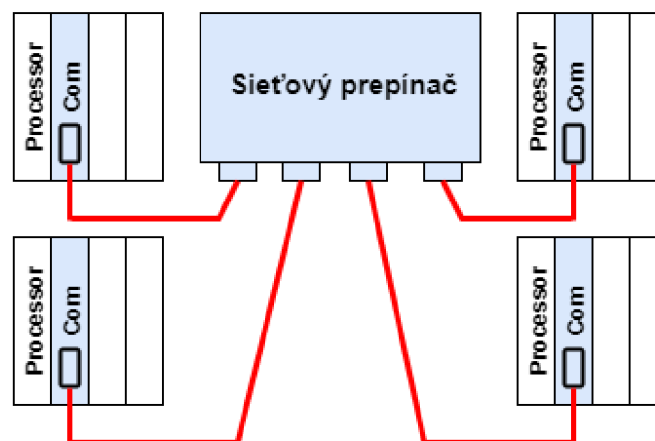


Obr. 1.4: Topológia priemyselnej siete [10]

Vo výrobnom priemysle prúdia informácie z úrovne zariadení do informačnej a naopak. Úrovne sa musia zaoberať rôznymi požiadavkami pre každú úroveň. V dôsledku toho môžu rôzne úrovne používať rôzne siete na základe ich požiadavkou, ako je objem dát, prenos a bezpečnosť údajov. [12]

1.3.3 Hviezdicová topológia

Sieťová topológia je fyzické usporiadanie zariadení na sieti vytvorené pomocou sieťových médií a uzlov. Hviezdicová topológia sa vyznačuje tým, že využíva značné množstvo komunikačných vodičov na pripojenie všetkých vzdialených zariadení na jedno centrálné miesto. Výsledkom je, že toto usporiadanie umožňuje obojsmernú komunikáciu medzi prepínačom/rozbočovačom a každým zariadením. V súčasnosti väčšina ethernetových sietí používa skôr prepínače ako rozbočovače. Prepínač vykonáva rovnakú základnú funkciu ako rozbočovač, ale efektívne zvyšuje rýchlosť, veľkosť a kapacitu siete na spracovanie údajov. PLC je možné pridávať alebo odberať zo siete bez narušenia siete. Jedným z problémov s hviezdicovou topológiou je, že ak prepínač/rozbočovač zlyhá, celá sieť LAN je vypnutá. Tento typ systému funguje najlepšie, keď sa informácie prenášajú primárne medzi hlavným ovládačom a vzdialeným PLC. Ak však väčšina komunikácie prebieha medzi PLC, je ovplyvnená prevádzková rýchlosť. Typický príklad hviezdicovej topológie je znázornený na obrázku 1.5. [10]



Obr. 1.5: Schéma hviezdicovej topológie [10]

1.3.4 PROFINET

PROFINET je otvorený štandard priemyselnej siete vyvinutý pre automatizačný priemysel. Technológia je založená na Ethernet/IP, kde všetky podporované zariadenia môžu využívať komunikačnú sieť bez ohľadu na dodávateľa. Konceptia je modulárna, takže o funkčnosti môže rozhodnúť sám používateľ. Rozdiely potom spočívajú v spôsobe prenosu dát, ktorý je prispôbený rôznym rýchlostiam. PROFINET definuje cyklickú a acyklickú komunikáciu medzi komponentmi vrátane diagnostiky,

funkčnej bezpečnosti, alarmov a ďalších informácií. Na prepojenie všetkých týchto komponentov sa využíva ako komunikačné médium štandardný Ethernet. Ethernetové káble spájajú komponenty v rámci siete, čo umožňuje koexistenciu iných ethernetových protokolov v rámci rovnakej infraštruktúry. [14]

General Station Description

General Station Description súbory (PROFINET GSD) predstavujú štandardizovaný spôsob opisu informácií o zariadení pre inžinierske nástroje a I/O kontroléry (PLC/PAC/DCS). Ich účelom je zlepšiť integráciu zariadení. Pomocou súboru GSD môžu systémoví integrátori určiť základné údaje o zariadení, ako sú napríklad komunikačné možnosti a dostupná diagnostika. [14]

2 Analýza problematiky

V tejto kapitole je predstavená spoločnosť Lear Corporation s.r.o. a následná analýza problematiky súčasného stavu montážnej stanice.

2.1 Predstavenie spoločnosti Lear Corporation

Spoločnosť Lear Corporation je jedným z popredných globálnych dodávateľov automobilových sedadlových systémov (Seating), elektrických rozvodných systémov (e-Systems) a elektronických komponentov. Medzi jeho zákazníkov patria okrem iného Peugeot, Ford, Audi, BMW a ďalší. Spoločnosť Lear s centrárou v Spojených štátoch zamestnáva približne 161 000 zamestnancov v 39 krajinách a 257 závodoch.

Filozofia kvality spoločnosti je založená na:

- Rozpoznaní a pochopení potrieb interných a externých klientov.
- Vývoji a realizácii procesov pre dizajn, výrobu, administratívu a kvalitu s cieľom podporiť elimináciu odpadu a predchádzať vzniku problémov.

Z tejto politiky môžeme vyvodiť, že spoločnosť dodržiava paradigmu štíhlej výroby. [15]

2.1.1 Prevádzka Lear Corporation Voderady

Hlavnou aktivitou prevádzky Lear Corporation Voderady je výroba sedadiel do osobných automobilov. Úlohou podniku je vyrobiť požadované množstvo sedadiel so zachovaním požadovanej kvality v definovanom čase. Výrobná linka podniku je zavedená vo forme automatizovaného dopravníkového pásu s jednotlivými ručnými montážnymi stanicami. Pri výrobe sedačiek sa využívajú automatizované prostriedky len zriedkavo, pretože montáž sedačiek je veľmi zložitý proces. Výroba podniku je teda veľmi závislá na operátoroch od ktorých sa vyžaduje veľká spoľahlivosť, a to nám prináša rôzne riziká. Preto zavádzaním jednoduchých automatizovaných riešení tam, kde je to možné, môžeme znížiť stres kladený na operátorov, a tým aj zlepšiť kvalitu výsledného produktu.

2.1.2 Lear Production System

Nadradený systém linky, ktorý slúži na riadenie a kontrolu výroby sa nazýva Lear Production System (ďalej len LPS). Tento systém na základe RFID (Radio-frequency identification) technológie získava informácie o tom, ktorý výrobok sa práve nachádza na montážnej stanici. LPS ďalej komunikuje s PLC, vyhodnocuje a kontroluje informácie o výrobku počas celej výroby.

2.2 Problematika certifikačných štítkov

CCC štítok (China label) je certifikačný štítok spôsobilosti produktu určeného na čínsky trh. Na obrázku 2.1 je znázornený príklad štítku.



Obr. 2.1: Certifikačný štítok

V súčasnom stave sa štítok vytlačí na tlačiarni montážnej stanice danej linky pre certifikovaný variant/typ sedačky podľa objednávky od zákazníka. Operátor na montážnej stanici zoberie štítok a nalepí ho na definované miesto pre konkrétny typ sedačky. Nasledujúci krok je skenovanie prítomnosti štítku operátorom (ručný skener) riadeného cez výrobný systém závodu (LPS). Žiadna iná kontrola v nasledujúcom procese nie je zavedená, čo viedlo k viacerým reklamáciám:

- **Štítok chýbal alebo bol navyše**, t. j. na sedačke, ktorá nebola určená pre čínsky trh. Operátor síce oskenoval štítok, ale nenalepil ho (nedodržel štandardný proces) alebo ho následne nalepil na inú objednávku.
- **Štítok bol poškodený alebo nečitateľný** - nesprávna manipulácia pri nalepení operátorom alebo chybné nastavená tlačiareň resp. papier v tlačiarni - nevytlačilo celý obsah štítku.
- **Štítok nebol nalepený na správnej pozícii na sedačke** - operátor nalepil štítok na nesprávnu pozíciu.

Detekcia prítomnosti a kvality štítku v procese je nedostatočná. Parametre, ako je materiál, veľkosť, typ alebo umiestnenie štítku určuje zákazník a nemôžu byť zmenené. Tieto problémy vyžadujú nápravné opatrenia. Jednou z možností je zaviesť riešenie prostredníctvom Poka-Yoke kontroly automatizovaním procesu.

3 Návrh automatizovaného riešenia

Riešenie spočíva v zavedení plne automatizovanej kontroly prostredníctvom kamerovej kontroly prítomnosti/neprítomnosti štítka v správnej pozícii a kvalite. Vyhodnocovanie prítomnosti/neprítomnosti, polohy a kvality štítka je zabezpečené Poka-Yoke kontrolou. V prípade nežiadúceho výsledku "NOK" z ktorejkoľvek zadanej podmienky LPS systém zaistí, že sedačka neopustí stanicu, a teda nemôže byť odoslaná zákazníkovi. Kladný "OK" výsledok uvoľňuje sedačku zo stanice.

Pred implementáciou automatizovaného riešenia na výrobnú linku je potrebné najskôr vybrať vhodné prostriedky a overiť funkčnosť zapojenia. Riešenie budeme najskôr realizovať na testovacom pracovisku, aby sme sa mohli vyhnúť potencionálnym chybám a nedostatkom, ktoré by boli vo výrobe neprijateľné. Prostriedky na realizáciu testovacieho pracoviska nám boli vopred poskytnuté podnikom a sú podrobnejšie opísané v tejto kapitole.

3.1 Riadiaci systém SIMATIC S7-1200

Riadenie testovacieho systému je realizované na kontroléry SIMATIC S7-1200. Tento kontrolér je voľbou pre kompaktné automatizačné riešenia s integrovanými IO, komunikačnými a technologickými funkciami pre automatizačné úlohy v nízkom až strednom výkonovom rozsahu. Riadiaca jednotka má integrované vstupy a výstupy a sú modulárne rozširiteľné. Digitálne a analógové vstupy/výstupy a široká škála komunikačných modulov umožňujú flexibilné prispôbenie príslušnej automatizovanej úlohe. Na každej základnej jednotke SIMATIC S7-1200 je možné pripojiť až tri komunikačné moduly. S integrovanými technologickými funkciami pre čítanie a meranie, reguláciu a riadenie pohybu robia zo systému všestranný riadiaci systém. [16, 17]



Obr. 3.1: Simatic S7-1200 (6ES7215-1HG40-0XB0) [16]

Náš PLC model znázornený na obrázku 3.1 disponuje 14-timi digitálnymi vstupmi a dvoma analógovými. Digitálne vstupy pracujú s napätím 24V pričom napäťová úroveň 0 – 5V je považovaná za logickú nulu a úroveň 15 – 24 V za logickú jednotku. Analógové vstupy majú rozsah 0 až 10V. Digitálne výstupy majú tiež napäťovú úroveň 24V. [16, 17]

3.1.1 Integrované rozhranie PROFINET

Integrované rozhranie PROFINET sa používa na pripojenie decentralných prostriedkov na PROFINET IO Device ako aj na programovanie, komunikáciu s HMI a komunikáciu PLC-PLC. Rozhranie umožňuje komunikáciu s inými zariadeniami prostredníctvom otvorených ethernetových protokolov. Jedná sa o štandardný RJ45 konektor s funkciou Auto-Cross-Over a podporuje komunikačné rýchlosti 10/100 Mbit/s. [16]

3.2 SIMATIC HMI KTP700 Basic

Na vizualizáciu sa používa panel SIMATIC HMI Basic. Panel disponuje dotykovým displejom so 7 palcovou obrazovkou a programovateľnými tlačidlami. So stupňom krytia IP65 je vhodný do priemyselných podmienok. Panel je vybavený rozhraním PROFINET, ktoré zabezpečuje prepojenie so systémom SIMATIC S7-1200. Konzola ďalej disponuje štandardnými funkciami, ako sú receptúry, alarmy, trendy a vektorová grafika. Tento HMI panel nám teda zaručí dostatočnú vizualizáciu pri testovaní funkcionality našej aplikácie. Prevádzkové napätie nášho panelu je 24V/DC. [16]



Obr. 3.2: SIMATIC HMI KTP700 Basic (6AV2123-2GB03-0AX0) [16]

3.3 Kameraný senzor Keyence IV

Kamerané senzory série IV používajú spoľahlivý detekčný algoritmus, ktorý zohľadňuje individuálne rozdiely medzi produktmi, prostredím a pozadím. Obsahujú vstavaný VGA, vysokovýkonný objektív a patentované osvetlenie. Využívajú kombináciu optimalizovaného jasú a zaostrenia. Majú kompaktný dizajn, ktorý umožňuje inštaláciu v obmedzených priestoroch, kde nebudú intervenovať s operátorom alebo zariadením. Nastavenia prevádzkových podmienok vyžadujú PC softvér IV-Navigator alebo inteligentný monitor. Po dokončení nastavení senzor pracuje nezávisle. S PRO-FINET komunikáciou môžeme výstupné signály a výsledky stavov posielat do PLC ako komunikačné dáta. [18]



Obr. 3.3: Kameraný senzor IV-G300CA [18]

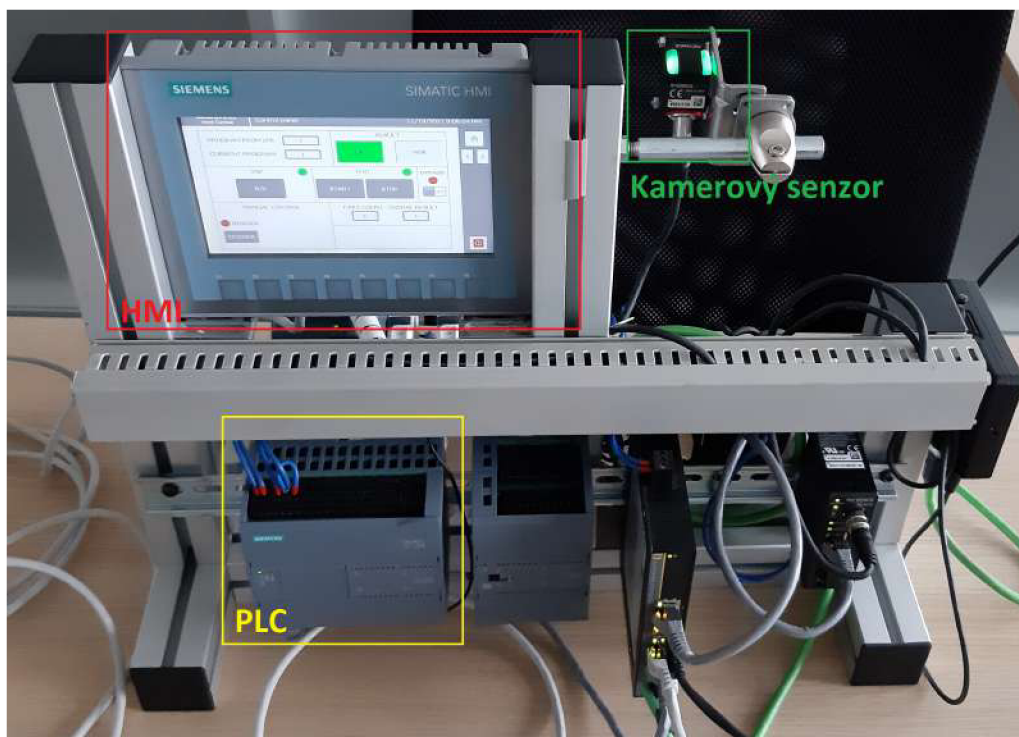
V našom zapojení využívame model kamerového senzoru IV-G300CA spolu s jednotkou zosilňovača IV-G10, ktorá zabezpečí, aby sme mohli čítať dáta zo senzoru na PLC. Jednotka zosilovača pracuje na napätí 24V/DC. [18]

3.4 Konštrukcia testovacieho pracoviska

Navrhnuté pracovisko nám umožní efektívne overiť funkčnosť programu a celkovú bezpečnosť systému. Všetky vyššie zmienené komponenty sú pripojené do priemyselného prepínača pomocou štandardných sieťových káblov typu netienená krútená dvojlinka (UTP), pretože pracovisko nie je potreba vystavovať priemyselným podmienkam. Jednotlivé zariadenia sú zapojené v hviezdicovej topológii a sú namontované na jednoduchéj hliníkovej konštrukcii pre ľahšiu prácu a jednoduchšie odstraňovanie chýb. Ako napájací zdroj využívame Siemens PSU100S, ktorý má parametre 24V/DC a 10A. Skutočné testovacie pracovisko je vyobrazené na obrázku 3.5.



Obr. 3.4: Grafické schéma zapojenia testovacieho pracoviska



Obr. 3.5: Zkonštruované testovacie pracovisko

3.5 Tvorba hardvérovej konfigurácie

Hardvérová konfigurácia je vytvorená v prostredí Siemens TIA Portal a pozostáva z nastavenia jednotlivých zariadení a sieťovej konfigurácie. Sieťová konfigurácia definuje komunikáciu medzi použitými hardvérovými komponentami.

3.5.1 Vývojové prostredie Siemens TIA portal

Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) je inžinierska platforma, ktorá slúži na návrh služieb pre automatizáciu a digitalizáciu procesov. Umožňuje efektívne spúšťať, programovať a diagnostikovať hardvér a softvér od spoločnosti Siemens v rámci jedného softvérového rozhrania. TIA Portal obsahuje niekoľko softvérových balíkov na programovanie rôznych komponentov. Vývojové prostredie umožňuje aplikáciu a prepínanie medzi štandardnými programovacími jazykmi medzinárodnej elektrotechnickej komisie (IEC):

- Structured Control Language (SCL)
- Ladder Diagram (LAD)
- Function Block Diagram (FBD)
- Statement List (STL)
- Programming Sequence Controls (GRAPH) [19]

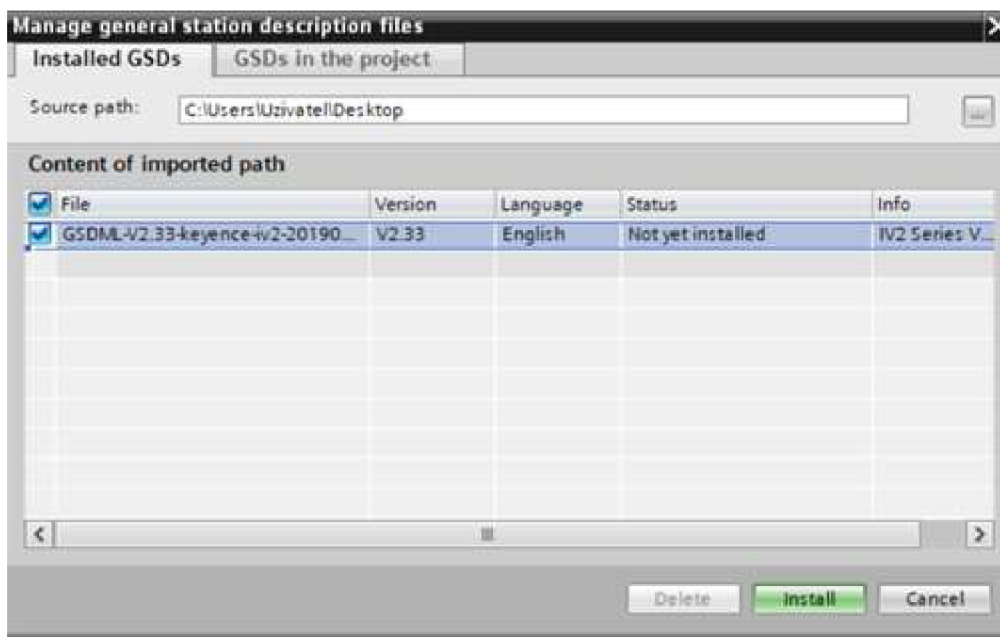
V našej aplikácii primárne využívame programovací jazyk LAD.

Ladder diagram

Ladder diagram (známy aj ako rebríkový diagram) je grafický programovací jazyk, ktorý používa symbolickú notáciu na znázornenie logických operácií. Jedná sa o jeden z najpoužívanejších jazykov v oblasti programovania programovateľných logických automatov. Dôvod prečo sa ladder diagramy používajú na programovanie PLC je ten, že pôvodní dizajnéri riadiacich systémov boli zvyknutí na reléové logické riadiace obvody a ladder diagramy ich verne imitujú. [19]

3.5.2 Vkládanie zariadení do projektu

Na vytvorenie konfigurácie v prostredí TIA Portal je potrebné najskôr založiť nový projekt a pridať zvolené zariadenia z katalógu podľa ich modelu, výrobného označenia a verzie firmvéru. V našom prípade sa jedná o PLC a HMI panel. Konfiguráciu kamerového senzoru importujeme z externého zdroja pomocou GSD súboru, ktorý je dostupný na stránke výrobcu.



Obr. 3.6: Pridanie GSD súboru kamerového senzoru

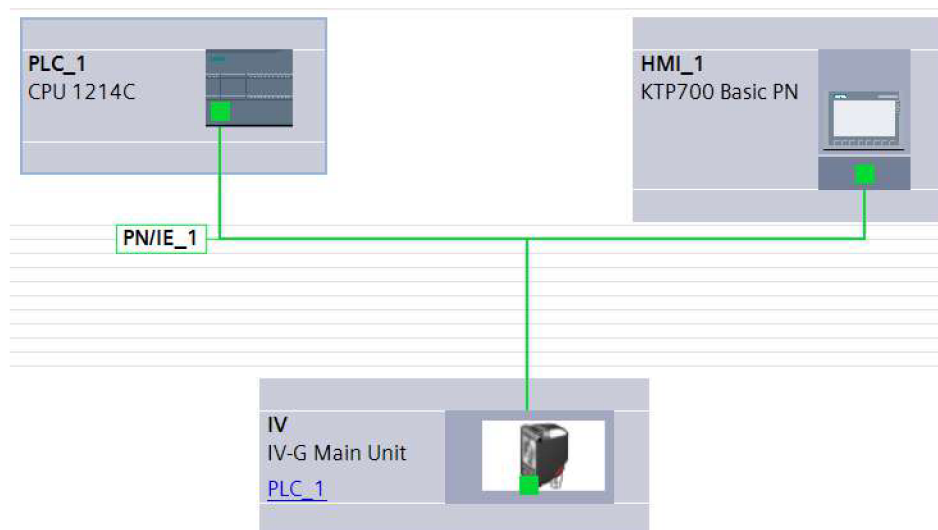
Vytvorený projekt v TIA Portal obsahuje všetky informácie o hardvéri, sieti, programovaní a vizualizácii. Pridané zariadenia je možné nakonfigurovať tak, aby vyhovovali špecifickým potrebám, ktoré zahŕňajú nastavenie rozhrania PROFINET, štartovaciu charakteristiku, ochranu heslom a mnoho ďalších vecí.

3.5.3 Konfigurácia sieťového rozhrania

Konfigurácia siete sa v TIA Portály realizuje v karte "Network view". Na základe nášho skutočného zapojenia sú jednotlivé zariadenia prepojené do podsiete. Na identifikáciu informácií o zariadení, ako je názov, sieťová adresa, maska podsiete sa používa protokol PROFINET DCP (Discovery and Configuration Protocol). Jedná sa o protokol, ktorý sa bežne používa v systémoch na správu adries, pretože každému zariadeniu priradí jedinečný názov na základe DNS (domain name system) a IP adresy. Sieťová tabuľka jednotlivých zariadení v zapojení je znázornená v tabuľke 3.1 a obrázok 3.7 znázorňuje schému pripojených komponentov.

Zoznam adries		
Zariadenie	IP	Maska podsiete
PLC	192.168.0.1	255.255.255.0
HMI	192.168.0.2	255.255.255.0
Senzor	192.168.0.3	255.255.255.0

Tab. 3.1: Sieťová konfigurácia



Obr. 3.7: Sieťová topológia

Pri nastavovaní PLC je dôležité, aby sme povolili prístup pomocou komunikácie PUT/GET, ktorá nám umožní komunikáciu s nadradeným systémom LPS.



Obr. 3.8: Komunikácia PUT/GET

3.5.4 Dátové alokácie v komunikácii

Komunikácia cez PROFINET pre kamerový senzor je definovaná pomocou nasledujúcich modulov:

- Modul riadenia príkazov - Command Control Module.
- Modul bitov stavu príkazov - Command Status Bits Module.
- Modul výsledkov bitov zariadenia - Device Result Bits Module.

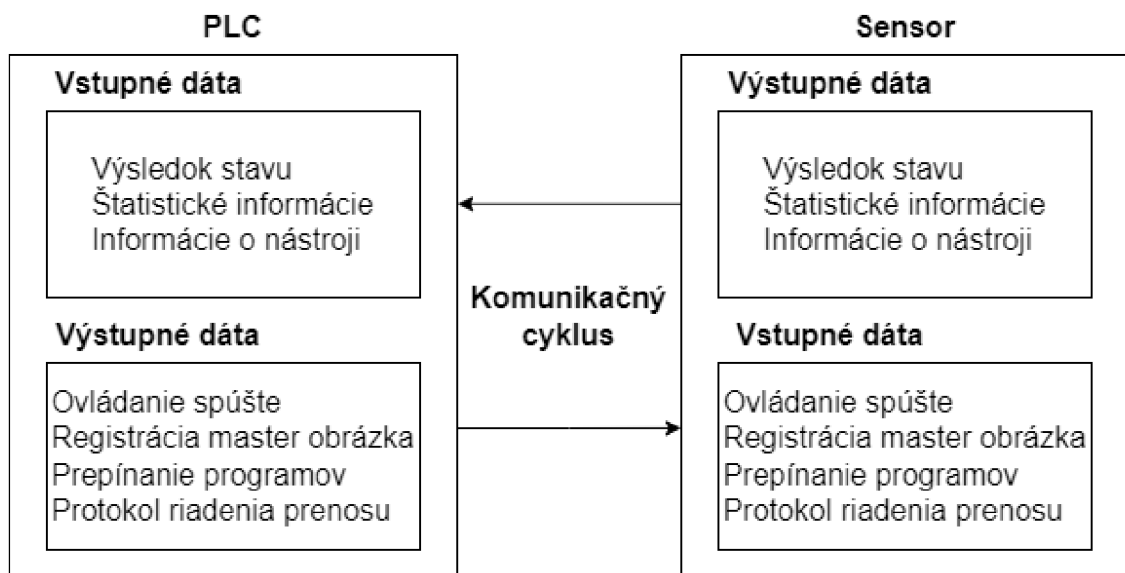
- Modul stavových "word" zariadenia - Device Status Words Module.
- Modul štatistiky zariadenia - Device Statistics Module.
- Modul výsledkov úpravy polohy - Position Adjust Result Module.
- Modul výsledkov nástroja - Tool Result Module.

Riadiace moduly

Riadiace moduly sú moduly, ktoré zapisujú inštrukcie z PLC do senzoru. Tieto parametre sú zodpovedné za riadiace pokyny a prenosi dát pre senzor. Mapa s údajmi pridelenými pre riadiace moduly je znázornená v prílohe A.1.

Stavové moduly

Stavové moduly sú moduly, ktoré zapisujú odpovede senzoru do PLC. Výstupom týchto parametrov sú výsledné stavy a štatistické informácie senzoru. Mapy s údajmi pridelenými pre stavové moduly sú uvedené v prílohe B.



Obr. 3.9: Komunikačný cyklus

Komunikáciu je možné riadiť odkazovaním a aktualizáciou premenných v PLC, čo uľahčuje ovládanie programov na strane PLC.

3.5.5 Adresovanie vstupov a výstupov

Na riadenie procesu je potrebné adresovať kanály (vstupy a výstupy) signálových modulov zariadení. Je nutné vytvoriť priradenie medzi fyzickou adresou a adresou, ktorú používame v programe. Fyzická adresa kanála je trvalo priradená a riadi sa

fyzickým umiestnením. Logickú adresu modulu, a teda aj logickú adresu kanála, možno ľubovoľne zvoliť. V programe sa používa na adresovanie (čítanie alebo zápis) konkrétneho vstupu, alebo výstupu. Každý bajt je adresovaný logickou adresou. Táto adresa definuje slot, ktorý korešponduje absolútnej adrese. Štandardne rozsah logických adries začína na nule a končí pri hornom limite špecifikom pre CPU. Táto štartovacia adresa tvorí základ pre všetky ostatné adresy modulu. Ako počiatočná hodnota adresy senzoru je zvolená hodnota 2 a prehľadovú tabuľku adries je možné vidieť na obrázku 3.10.

Pre PLC používame predvolené adresovanie, kde CPU spracováva priradenie medzi logickou a fyzickou adresou. Logické adresy sú potom trvalo priradené k slotom.

Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type
▼ IV	0	0			IV-G Main Unit
▶ Interface	0	0 X1			IV
Command Control_1	0	1		2...13	Command Control
Command Status Bits_1	0	2	2...5		Command Status B...
Device Result Bits_1	0	3	6...9		Device Result Bits
Device Status Words_1	0	4	68...83		Device Status Words
Device Statistics_1	0	5	84...111		Device Statistics
Position Adjust Result_1	0	6	112...131		Position Adjust Res...
Tool Result_1	0	7	132...151		Tool Result
Tool Result_2	0	8	152...171		Tool Result
Tool Result_3	0	9	172...191		Tool Result
Tool Result_4	0	10	192...211		Tool Result
Tool Result_5	0	11	212...231		Tool Result
Tool Result_6	0	12	232...251		Tool Result
Tool Result_7	0	13	252...271		Tool Result
Tool Result_8	0	14	272...291		Tool Result
Tool Result_9	0	15	292...311		Tool Result
Tool Result_10	0	16	312...331		Tool Result
Tool Result_11	0	17	332...351		Tool Result
Tool Result_12	0	18	352...371		Tool Result
Tool Result_13	0	19	372...391		Tool Result
Tool Result_14	0	20	392...411		Tool Result
Tool Result_15	0	21	412...431		Tool Result
Tool Result_16	0	22	432...451		Tool Result

Obr. 3.10: Priradené adresy senzora

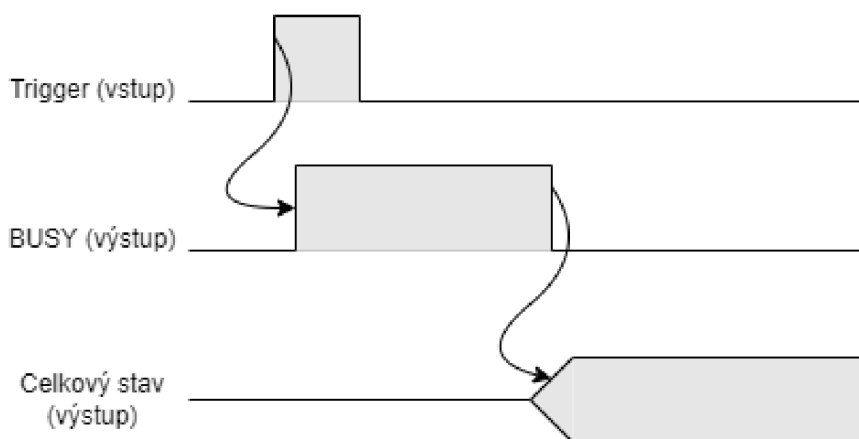
Po dokončení konfigurácie je potrebnú ju skompilovať, spustiť detekciu hardvéru, zvoliť rozhranie PG/PC a nahráť ju do zariadení. Pri nahrávaní konfigurácie do CPU, sa vyskytlo niekoľko problémov, ktoré boli jednoducho opravené v časti "CPU General Properties".

4 Programové riešenie stanice

Predmetom tejto kapitoly je tvorba programovej logiky ovládania senzoru v prostredí TIA portal, softvérová konfigurácia nástrojov a aplikácia pre vizualizáciu dát na HMI panely.

4.1 SW riešenie v prostredí IV Navigator

Na posúdenie kvality nalepenia štítku je použitý doporučený softvér výrobcu Keyence IV Navigator. Tento softvérový nástroj má implementovaných 16 detekčných nástrojov na vyhodnotenie snímok. Výstupom je výsledok stavu, ktorý následne spracovávame v kontroléry. Obrázok 4.11 popisuje základný priebeh vyhodnotenia senzoru.

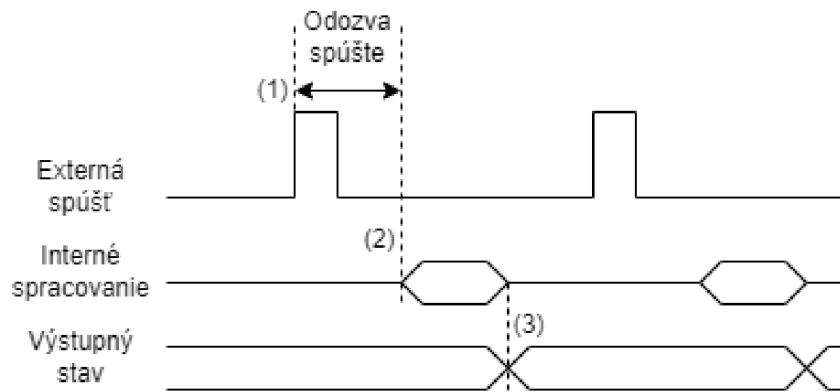


Obr. 4.1: Priebeh vyhodnotenia senzoru

Keď príde požiadavka na spúšť, senzor prejde do stavu BUSY. Po dokončení procesu detekcie sa funkcia výstupu "BUSY" deaktivuje a zmení sa celkový stav.

4.1.1 Výber spúšte

Prvým krokom konfigurácie detekčného nástroja je nastavenie spúšte. Je dôležité zvoliť externú spúšť, ktorá zabezpečí aktiváciu režimu snímania prostredníctvom vonkajšieho zariadenia, v tomto prípade PLC. Priebeh spracovanie externej spúšte je zobrazený na obrázku 4.2.



Obr. 4.2: Spracovanie externej spúšte

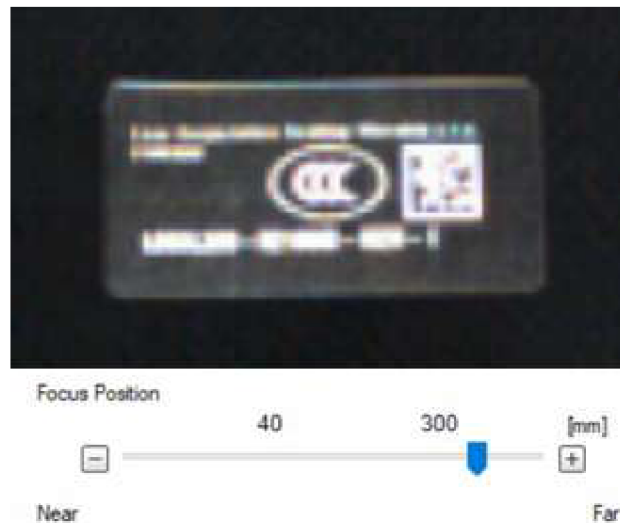
4.1.2 Nastavenie úrovně jasu a zaostrenia

Pri zvyšovaní úrovne jasu je dôležité sa uistiť, že sa pozadie štítka javí výlučne čierne a nie je presvetlené, pretože by to mohlo spôsobiť nežiadúce problémy pri vyhodnocovaní snímky. Zároveň je potrebné, aby boli hrany štítka dostatočne rozpoznateľné. Obsah štítka je nie je pre nás v tomto prípade dôležitý. Je zrejmé, že kvalita obrazu nie je vysoká, ale je postačujúca pre danú problematiku. Zvolená jasová úroveň je zobrazená na obrázku 4.3.



Obr. 4.3: Nastavená úroveň jasu zobrazenia senzoru

Vo voľbe nastavenia zaostrenia, je obraz upravený tak, že okraje sú zreteľné a štítok sa javí s minimálnymi textúrovňami nejasnosťami. Obrázok 4.4 znázorňuje zvolenú úroveň zaostrenia.



Obr. 4.4: Prispôsobené zaostrenie senzoru

Po dokončení optimalizácie obrazu je potrebné vytvoriť tzv. "Master Image", ktorý sa využíva ako vzor pre vyhodnocovacie nástroje.

4.1.3 Konfigurácia vyhodnocovacích nástrojov

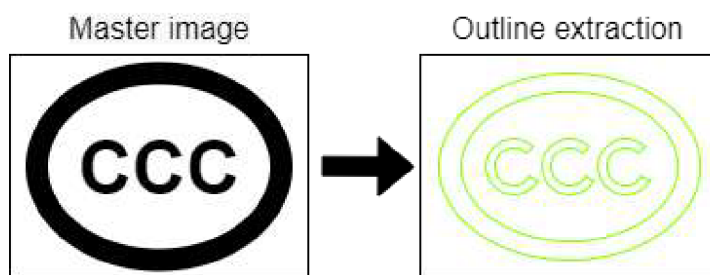
V našom prípade sú zavedené 2 vyhodnocovacie nástroje, ktoré na základe miery zhody od 0 do 100 posielajú posudok v tvare logickej nuly alebo jednotky. Zvolená miera zhody 80 sa pri testovaní ukázala ako najspoľahlivejšia, pretože zvláda vyhodnotiť snímku aj pri miernom natočení štítku.

Nástroj Outline

Prvý nástroj slúži na detekciu obrysu znaku CCC na štítku. Tento nástroj vyhľadáva cieľ, ktorý má rovnaký obrys ako registrovaný obrázok s ohľadom na mieru zhody. V prípade správneho vyhodnotenia posielá kladný výsledok, čo znamená, že štítok je umiestnený na sedadle na správnom mieste a nie je poškodený. Názorný príklad extrakcie obrysu je na obrázku 4.6 a nastavenú oblasť je možné vidieť na obrázku 4.5.



Obr. 4.5: Nastavenie nástroja na rozpoznanie obrysu



Obr. 4.6: Extrakcia obrysu

Nástroj Color Area

Neprítomnosť štítku sa zisťuje pomocou druhého nástroja "Color Area". Tento nástroj rozpoznáva čiernu farbu pozadia za štítkom. Zároveň sa vyhodnocuje aj neprítomnosť znaku CCC, pretože samotné rozpoznávanie farby spôsobovalo nepredvídané chyby. To je zrealizované pomocou výstupnej funkcie, ktorá používa logickú operáciu "AND" pre nástroj č.2 ("Color Area") a znegovaný nástroj č.1 ("Outline"). V prípade zhody posiela logickú jednotku. Nastavenie nástroja je znázornené na obrázku 4.7.



Obr. 4.7: Nastavenie nástroja na vyhodnotenie farby

Nakoniec je potrebné vytvorenú konfiguráciu uložiť a nahráť do zariadenia. Voľba vytvorených nástrojov a vyhodnotenie výsledkov je zabezpečené programovo v PLC a je opísané v nasledujúcej kapitole.

4.2 Softvérová konfigurácia

Programové riešenie automatizuje proces kontroly prítomnosti štítku. Zabezpečuje komunikáciu s nadradeným systémom LPS a zároveň umožňuje komunikáciu medzi PLC a kamerovým senzorom.

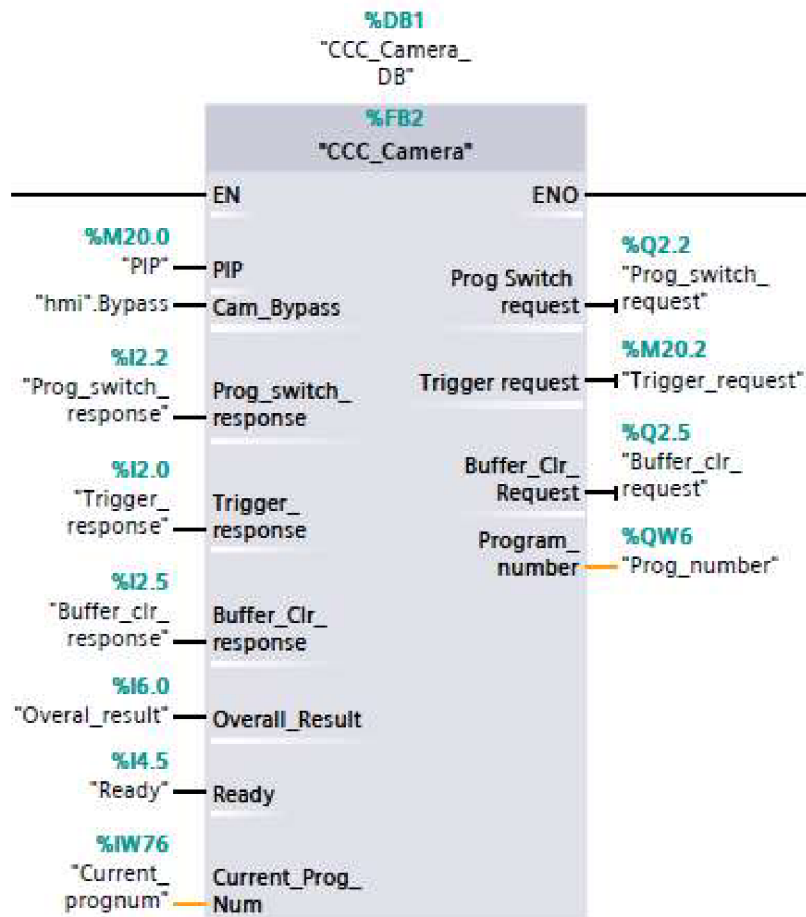
Základ programu je postavený na univerzálnom funkčnom bloku, ktorý slúži ako základný kameň automatickej kontroly. Tento funkčný blok je priamo integrovaný na výrobnéj linke a je možné ho využiť na ovládanie identických senzorov vo výrobe. Zvyšná časť programu je venovaná testovaciemu panelu a simulácii komunikácie s LPS cez rozhranie HMI panelu.

4.2.1 Štandardizácia programov

Programovacie štandardy sú nástroj na zabezpečenie konzistentného fungovania programov v celej organizácii. Primárnou funkciou je poskytnúť návrh architektúry softvéru a algoritmov, ktorý splňuje predpísané požiadavky. Ich implementácia popisuje, ako by mali byť naprogramované a ako by mali medzi sebou komunikovať riadiace moduly v rámci závodu. Zavedením týchto štandardov vieme skrátiť čas školenia zamestnancov a predchádzať nákladným chybám.

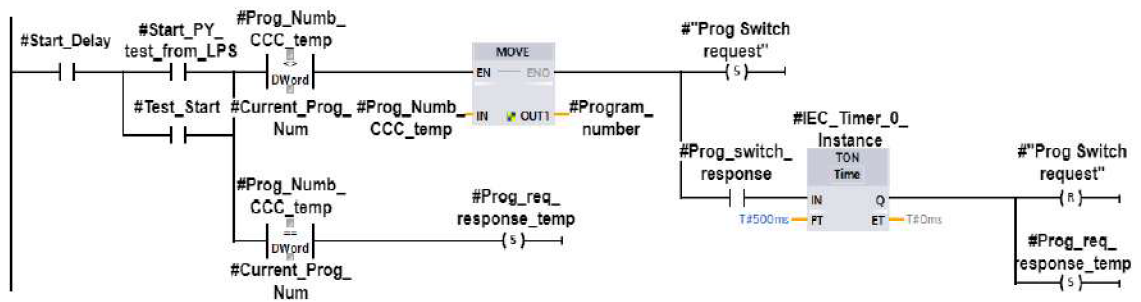
4.2.2 Hlavný programový blok

Programový cyklus senzoru je realizovaný ako funkčný blok (FB). Tento blok funguje ako modulárny podprogram, ktorý prijíma vstupy z hlavného organizačného bloku (OB) a zapisuje výstup na základe vnútornej funkcie. FB vyžaduje dátový blok (DB) na ukladanie hodnôt. Tagy z dátového bloku je možné vidieť v elektronickej prílohe.



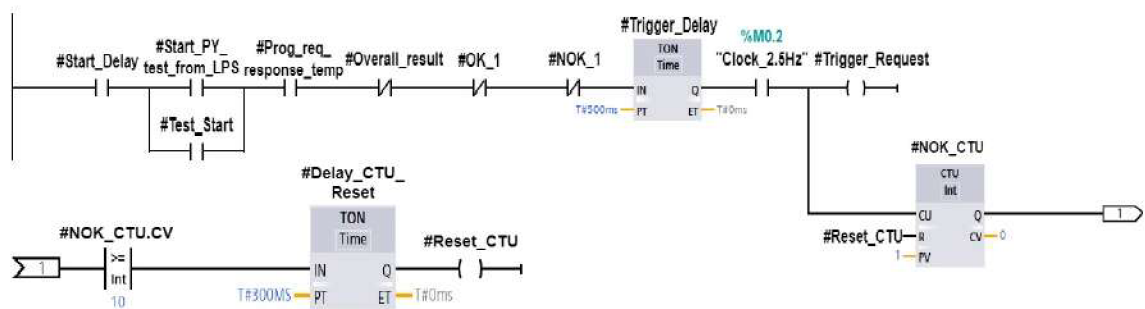
Obr. 4.8: Hlavný programový blok

Program v bloku sa spúšťa po prijatí signálu "Pallet in place" (PIP) z nadradeného systému LPS, ktorý indikuje, že sedačka dorazila na požadovanú stanicu. V ďalšom kroku sa podľa prijatého signálu, ktorý určuje typ sedačky volí číslo nástroja pre kamerový senzor. Ak sa už predom navolený nástroj nezhoduje s nástrojom požadovaným, odosiela sa požiadavka na zmenu, pozri obrázok 4.9.



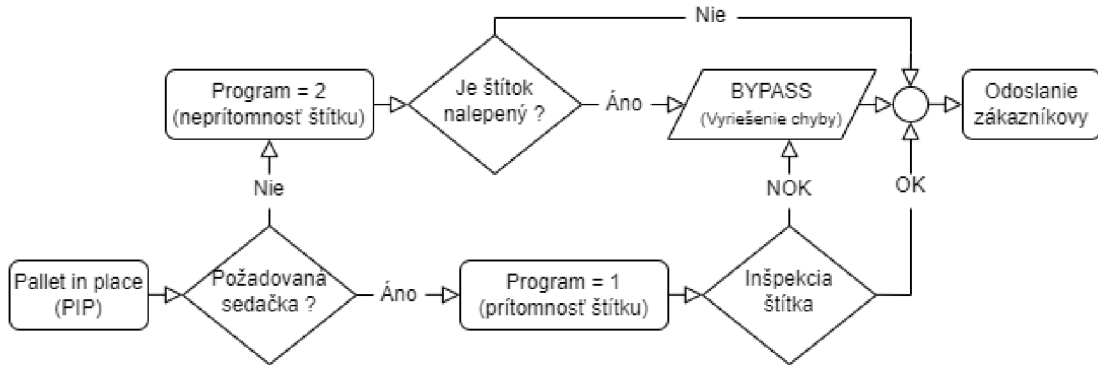
Obr. 4.9: Programová zmena nástroja

Po výbere nástroja sa odosiela požiadavka na aktiváciu spúšte senzoru. Ak je výsledok zo senzoru kladný, posielame "OK" do LPS. V prípade nepriaznivého výsledku sa opakuje cyklus spúšte, kým nepríde kladný výsledok alebo kým sa nedovŕši 10 snímkov, kedy sa posielajú "NOK" do LPS. Vtedy sa beh programu zastaví a čaká, kým mu príde na vstup "Bypass", alebo kým sa nereštartuje cyklus podmienkov z LPS, kde po splnení uvoľňuje sedačku zo stanice.



Obr. 4.10: Programová požiadavka na spúšť

Beh programu sa ukončí, keď sa vstupná podmienka "PIP" vynuluje. Všetky premenné a vyrovnávací pamäť sa vynulujú a program znova čaká na vstupnú podmienku, aby mohol reštartovať cyklus. Zjednodušená verzia behu programu je znázornená vo vývojovom diagrame na obrázku 4.11.



Obr. 4.11: Vývojový diagram programu

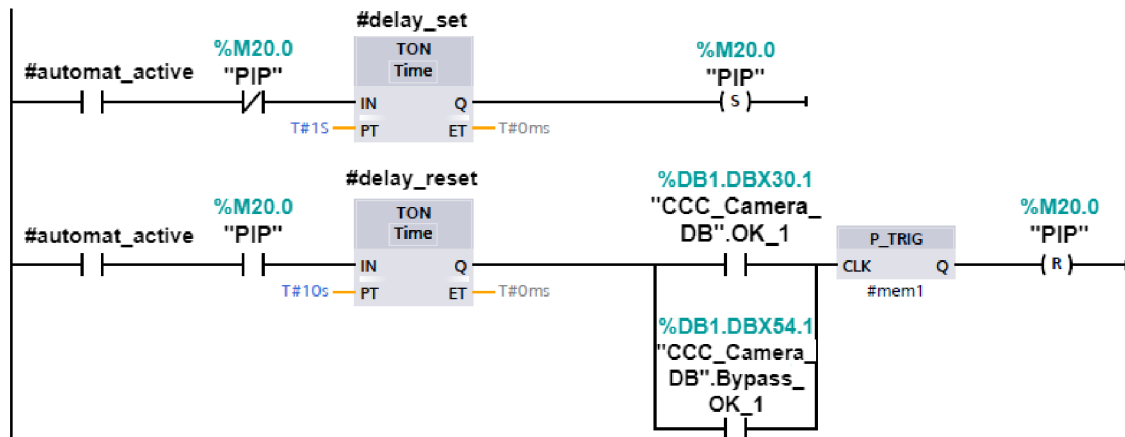
4.3 Vizualizácia výsledkov na HMI panely

Vizualizácia je vytvorená pomocou softvérového balíčka WinCC a slúži na overenie funkčnosti programu, to znamená, že nie je zavedená priamo vo výrobe a slúži len pre potreby testovania. Aplikácia je rozdelená do štyroch stránok, ktoré obsahujú vizualizáciu dát, upozornenia a automatický, manuálny režim ovládania v reálnom čase. Prehľad premenných v dátovom bloku je možné vidieť v elektronickej prílohe.

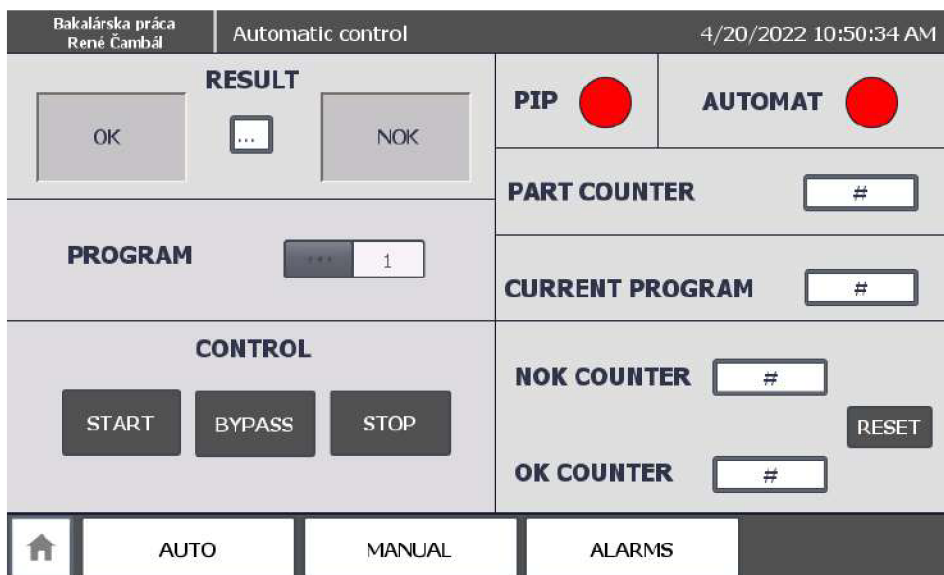
4.3.1 Režimy ovládania pre simuláciu komunikácie

Keďže nemôžeme otestovať komunikáciu s nadradeným systémom LPS na testovacom pracovisku, je vytvorený ďalší funkčný blok, ktorý ju emuluje v automatickom alebo manuálnom režime. Stránka manuálneho režime je znázornená v prílohe C.2 a umožňuje ručne nastavovať premenné a meniť parametre za behu programu. Automatický režim dovoľuje simulovať celý priebeh programu zvoleného nástroja.

Automat môžeme spustiť, keď je splnená podmienka senzoru "Ready". Po aktivácii vstupnej podmienky "PIP" sa spúšťa časovač a čaká sa na splnenie podmienky "OK" alebo "Bypass". Po splnení jednej z podmienok sa resetuje podmienka "PIP", pozri obrázok 4.12, pripočíta sa čítač počtu sedačiek a započne ďalší cyklus. Program je možné kedykoľvek zastaviť tlačidlom "STOP". Dizajn stránky je znázornený na obrázku 4.13.



Obr. 4.12: Programový cyklus automatického režimu



Obr. 4.13: Stránka automatického režimu

4.3.2 Alarmy

Alarmy slúžia na indikáciu neželaného stavu alebo poruchy. Príchod alarmu signalizuje, že niečo nie je v poriadku a je potrebný zásah. V alarmovom okne je zvýraznený červenou farbou pre najvyššiu prioritu. Po jeho vyriešení sa zmení na zelenú. V našom prípade kvôli jednoduchosti riešime len základné typy alarmov, ako je napr. príchod signálu "NOK".

5 Implementácia vo výrobe

Po dôkladnom odladení je projekt uvedený vo výrobe a sprostredkováva kontrolu kvality a kontrolu správnej pozície nalepenia automobilových sedadiel značky Land Rover určených pre čínsky trh. Výsledné zapojenie vo výrobe vyžadovalo zavedenie dvoch senzorov, pretože na výrobnéj linke sa vždy pohybujú súčasne dve sedačky. Sensory sú pripojené do centrálného rozvádzača a na ich ovládanie je použitý totožný funkčný blok, ktorý bol vysvetlený v predošlej kapitole. Finálnu realizáciu stanice je možné vidieť na obrázku 5.1.



Obr. 5.1: Výsledná realizácia stanice

5.1 Konštrukcia kontrolnej stanice

Zavedené senzory sú novej generácie a poskytujú lepšie výsledky v oblasti kvality snímok, bez výraznej zmeny v konfigurácii softvéru. Programový blok je implementovaný v PLC, ktoré riadi celý výrobný proces linky. Sensory kontrolujú prítomnosť/neprítomnosť štítka v správnej polohe a kvalite, ale neukladajú záznam snímky do výslednej správy o výrobku. Na ukladanie snímky je použitý typ kamery, ktorý

poskytuje výrazne lepšiu kvalitu snímok. Výsledné zapojenie kamery a senzoru je zobrazené na obrázku 5.2.



Obr. 5.2: Kamerový senzor vo výrobe

Pri nežiadúcom výsledku kontroly "NOK", sedačka neopúšťa stanicu a je potrebný zásah operátora, aby vyriešil problém a spustil z LPS znovu merací cyklus, kde pri správnom vyhodnotení sa sedačka presúva na nasledujúcu stanicu. Tento proces je možné urýchliť, ak technik povolí podmienku "Bypass", používanú hlavne pri vyťaženej výrobe. Túto podmienku môže v systéme sprostredkovať len osoba s právomocou. Naša stanica nie je jediné kontrolné pracovisko. Na ďalšej stanici prebieha skenovanie QR kódu štítku, a v prípade, že sa na našej stanici vyskytne chyba, ktorú by neodhalilo, sedačka sa tam zastaví. Toto riešenie zabezpečuje vo výrobnom procese redundanciu.

5.2 Správa o výrobku

Výsledná správa o produkte obsahuje informácie zo všetkých montážnych a kontrolných staníc, ktorými prešla vyrobená sedačka. Tento záznam vytvára nadradený systém LPS pre všetky sedačky. V našom prípade meracia stanica posiela do LPS

výsledok celkového stavu a čas kontroly štítka. Do záznamu sa ukladajú informácie aj v prípade výskytu chyby. Časť správy, kde bola nasimulovaná porucha, je možné vidieť na obrázku 5.3.

Test Name: PLC - CCC Camera test LH
Overall Result: Failed
Requirement Status: Not Completed
Is Safety Critical: False
Station: F6-ML-720-A
Tester Name:
Tester Version: 1.0
Tester Lane:
CycleTime:
FaultCode: 0
FaultMessage: Failed
Occurred: 2022-03-04 10:46:41

Name	Result (Status)	(Lower Limit)Units(Upper Limit) Value Expected Value
CCC Camera test LH	Fail (On)	00 Failed

Test Name: PLC - CCC Camera test LH
Overall Result: Passed
Requirement Status: Completed
Is Safety Critical: False
Station: F6-ML-720-A
Tester Name:
Tester Version: 1.0
Tester Lane:
CycleTime:
FaultCode: 0
FaultMessage: Passed
Occurred: 2022-03-04 10:46:53

Name	Result (Status)	(Lower Limit)Units(Upper Limit) Value Expected Value
CCC Camera test LH	Pass (On)	00 Passed

Obr. 5.3: Report z výroby

Záver

Práca sa zaoberá implementáciou automatizovanej kontroly prítomnosti/neprítomnosti štítku certifikácie pre autosedačky uvádzané na čínsky trh, so zavedením kontroly kvality a kontroly správnej pozície nalepenia na definovanom mieste pomocou kamerového senzoru. Výsledkom je dosiahnutie cieľov týkajúcich sa implementácie jednoduchého automatizovaného riešenia s cieľom zlepšenia kvality produktov v spoločnosti. Optimalizácia výrobného procesu v podniku je dosiahnutá pomocou princípov štíhlej výroby a uplatnenia metódy Poka-Yoke. Realizácia priniesla výsledky v znížení počtu reklamácií a v súčasnosti sa implementuje v iných oblastiach výroby. Podobný prístup je možné uplatniť v rôznych podnikoch a môže tak prispieť k zníženiu výrobných nákladov a zvýšeniu kvality produktov.

V teoretickej časti práce sú podrobne opísané priemyselné prostriedky používané vo výrobe, od kamerových sensorov cez programovateľný automat až po HMI panel. Tieto poznatky sme využili pri tvorbe kontrolnej stanice.

Úvodom praktickej časti je predstavenie spoločnosti Lear Corporation Seating Slovakia s.r.o a analýza problematiky kontroly kvality výrobkov v priemyselnej výrobe podniku. V ďalšej kapitole rozoberáme konštrukciu testovacieho pracoviska, ktorého komponenty nám boli poskytnuté podnikom a sú bližšie opísané v kapitole 3. Na ovládanie stanice je použitý programovateľný automat. Ten zaisťuje programový cyklus kontroly kamerového senzoru. Programový cyklus je realizovaný ako samostatný podprogram a tým sme zaistili jeho modularitu. Funkcionalita tohto programového bloku bola overená pomocou aplikácie na HMI panely. Aplikácia obsahuje voľbu režimov a výpis alarmov v prípade výskytu chyby.

Na záver sa zaoberáme výslednou implementáciou stanice vo výrobe. Hlavné rozdiely medzi testovacím pracoviskom a výslednou stanicou sú v práve použití modernejších komponentov. Riešenie bolo testované na 50 setoch sedadiel, pri ktorých bola chybovosť nulová. Oddelenie kvality nakoniec vykonalo tzv. MSA (measurement system analysis), ktoré potvrdilo správnosť funkcie.

Stanica by mohla byť do budúcnosti rozšírená o rozhranie dotykového panela, ktorý by obsahoval lepšiu vizualizáciu potrebných dát. Rozhranie systému LPS je teraz jediná vizualizácia systému.

Literatúra

- [1] BENEŠ, Pavel, Josef JANEČEK, Jindřich KRÁL, et al. *Automatizace a automatizační technika. 1, Systémové pojetí automatizace*. Brno: Computer Press, 2012, 217 stran : ilustrace. ISBN 978-80-251-3628-7.
- [2] BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. : il., grafy, tab. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [3] SANDERS, Adam, Chola ELANGESWARAN a Jens WULFSBERG. Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of industrial engineering and management* [online]. OmniaScience, 2016, **9**(3), 811-833 [cit. 2021-11-02]. ISSN 2013-8423. Dostupné z: doi:10.3926/jiem.1940
- [4] SENDIL KUMAR, C a R PANNEERSELVAM. Literature review of JIT-KANBAN system. *International journal of advanced manufacturing technology* [online]. London: Springer-Verlag, 2007, **32**(3), 393-408 [cit. 2022-04-09]. ISSN 0268-3768. Dostupné z: doi:10.1007/s00170-005-0340-2
- [5] BELU, N, L M IONESCU, A MISZTAL a A MAZ RE. Poka Yoke system based on image analysis and object recognition. *IOP conference series. Materials Science and Engineering* [online]. Bristol: IOP Publishing, 2015, **95**(1), 12138 [cit. 2021-11-02]. ISSN 1757-8981. Dostupné z: doi:10.1088/1757-899X/95/1/012138
- [6] PÖTTERS, Patrick, Robert SCHMITT a Bert LEYENDECKER. Effectivity of quality methods used on the shop floor of a serial production - how important is Poka Yoke?. *Total quality management and business excellence* [online]. ABINGDON: Routledge, 2018, **29**(9-10), 1200-1212 [cit. 2021-11-02]. ISSN 1478-3363. Dostupné z: doi:10.1080/14783363.2018.1488559
- [7] SAURIN, Tarcisio Abreu, Giuliano Almeida MARODIN a José Luis Duarte RIBEIRO. A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. *International journal of production research* [online]. ABINGDON: Taylor and Francis Group, 2011, **49**(11), 3211-3230 [cit. 2021-11-02]. ISSN 0020-7543. Dostupné z: doi:10.1080/00207543.2010.482567
- [8] ZEŽULKA, František. *Prostředky průmyslové automatizace*. Brno: VUTIUM, 2004, 176 s. : il. ISBN 80-214-2610-1.
- [9] BENOIT, Brian. Vision Sensors Set New Standard for Pass/Fail Inspections: BY COMBINING POWERFUL VISION TOOLS, SIMPLE SETUP AND A

- MODULAR DESIGN, VISION SENSORS SET NEW STANDARDS FOR VALUE, EASE OF USE AND FLEXIBILITY. *Quality (Wheaton)* [online]. BNP Media, 2018, **57**(5), 5 [cit. 2021-12-21]. ISSN 0360-9936.
- [10] PETRUZELLA, Frank D. *Programmable logic controllers*. Fifth edition. New York: McGraw Hill Education, 2017, xvi, 414 stran : barevné ilustrace, grafy. ISBN 978-0-07-337384-3.
- [11] SETIAWAN, A, K I KOESOEMA, S BAKHRI a J ADITYA. The SCADA system using PLC and HMI to improve the effectiveness and efficiency of production processes. *IOP conference series. Materials Science and Engineering* [online]. Bristol: IOP Publishing, 2019, **550**(1), 12008 [cit. 2021-11-02]. ISSN 1757-8981. Dostupné z: doi:10.1088/1757-899X/550/1/012008
- [12] *Daily Automation* [online]. Žilina 01003, Slovensko: Daily Automation, 2016 [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://www.dailyautomation.sk>
- [13] Priemyselna komunikacia. *New.Siemens.com* [online]. 2020 [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/sk/sk/produkty/priemyselna-automatizacia/priemyselna-komunikacia.html>
- [14] *Profibus* [online]. Karlsruhe GERMANY: PROFIBUS Nutzerorganisation e.V., 2020 [cit. 2021-11-16]. Dostupné z: <https://www.profibus.com/>
- [15] *Lear* [online]. Lear Corporation, 2021 [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://www.lear.com>
- [16] *Siemens Industry Mall* [online]. Siemens, 1996 [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://mall.industry.siemens.com>
- [17] *Farnell* [online]. Avnet Company, 2019 [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.farnell.com>
- [18] *Keyence* [online]. Mechelen, Belgium: Keyence Corporation, 2021 [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: <https://www.keyence.eu>
- [19] *MathWorks. SIMATIC STEP7 (TIA Portal): Framework to efficiently configure, program, test and diagnose all modular and PC-based SIMATIC controllers* [online]. MathWorks [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: https://www.mathworks.com/products/connections/product_detail/simatic-step7-tia-portal.html

Zoznam symbolov a skratiek

A/D	Analógovo/Digitálny – Analog/Digital
CCC	Čínsky povinný certifikát – China Compulsory Certificate
CPS	Kyberneticko-fyzikálny systém – Cyber-Physical System
CPU	Centrálne procesorová jednotka – Central Processing Unit
DC	Jednosmerný prúd – Direct Current
DCP	Protokol zisťovania konfigurácie – Discovery and Configuration Protocol
DCS	Distribučný riadiaci systém – Distributed Control System
FBD	Funkčný blokový diagram – Function Block Diagram
FOV	Zorné pole – Field Of View
GSD	Opis zariadenia poskytnutý výrobcom – General Station Description
GUI	Grafické používateľské rozhranie – Graphical User Interface
HMI	Rozhranie človek-stroj – Human Machine Interface
HW	Hardvér – Hardware
I/O	Vstup/výstup – Input/Output
IEC	Medzinárodná elektrotechnická komisia – International Electrotechnical Commission
IP	Internetový protokol – Internet Protocol
IPC	Priemyselný počítač – Industrial Personal Computer
ISO	Medzinárodná organizácia pre normalizáciu – International Organization for Standardization
JIT	Just in time
LAD	Priečkový diagram – Ladder Diagram
LAN	Lokálna dátová sieť – Local Area Network
LPS	Produkčný systém spoločnosti Lear – Lear Production System

MSA	Analýza meracieho systému – Measurement System Analysis
OS	Operačný systém – Operating System
PAC	Programovateľný automat – Programmable Automation Controller
PC	Osobný počítač – Personal Computer
PLC	Programovateľný logický automat – Programmable Logic Controller
PIP	Paleta na mieste – Pallet in place
RFID	Vysokofrekvenčná identifikácia – Radio-frequency identification
SCL	Štruktúrovaný ovládací jazyk – Structured Control Language
STL	Zoznam výpisov – Statement List
SW	Softvér – Software
TCP	Protokol riadenia prenosu – Transmission Control Protocol
TIA	Úplne integrovaná automatizácia – Totally Integrated Automation
TPS	Výrobný systém Toyota – Toyota Production System
VGA	Video grafické pole – Video Graphics Array

Zoznam príloh

A	Tabuľka použitých riadiacich modulov	52
B	Tabuľky použitých stavových modulov	53
C	Dizajn ovládacieho panela HMI	55
D	Obsah elektronickej prílohy	57

A Tabuľka použitých riadiacich modulov

Adresa	Bit	Predmet	Funkcia	Obsah dát
0	0	Trigger request	Požiadavka na externú spúšť	0/1 : ON/OFF
	1	Master image registration request	Požiadavka na registráciu hlavného obrázku	0/1 : ON/OFF
	2	Program switching request	Požiadavka na prepnutie programu	0/1 : ON/OFF
	3	Warning clear request	Požiadavka na uvoľnenie varovania	0/1 : ON/OFF
	4	Statistics reset request	Požiadavka na uvoľnenie štatistik	0/1 : ON/OFF
	5	Buffer clear request	Požiadavka na uvoľnenie vyrovnávacej pamäte	0/1 : ON/OFF
	6 - 7	Reserved by system	--	--
1	0 - 7	Reserved by system	--	--
2	0	Result acquisition complete notification	Umožňuje aktualizáciu výsledku stavu	0/1 : ON/OFF
	1 - 7	Reserved by system	--	--
3	0 - 7	Reserved by system	--	--
4 - 5	UINT	Program No.	Ukladá číslo programu keď sa vyžaduje prepínanie	0 - 31
6 - 11	--	Reserved by system	--	--

Obr. A.1: Command control Address 0-11

B Tabuľky použitých stavových modulov

Adresa	Bit	Predmet	Funkcia	Obsah dát
0	0	Trigger response	Ukladá odpoveď na externú spúšť	0/1 : ON/OFF
	1	Master image registration request	Ukladá odpoveď na registráciu hlavného obrázku	0/1 : ON/OFF
	2	Program switching response	Ukladá odpoveď na prepnutie programu	0/1 : ON/OFF
	3	Warning clear response	Ukladá odpoveď na uvolnenie varovania	0/1 : ON/OFF
	4	Statistics reset response	Ukladá odpoveď na vynulovanie štatistik	0/1 : ON/OFF
	5	Buffer clear response	Ukladá odpoveď na uvolnenie vyrovnávacej pamäte	0/1 : ON/OFF
	6 - 7	Reserved by system	--	--
1	0	Trigger failed	Tento bit je na výstupe, ak je externý spúšťač neúspešný	0/1: --/FAIL
	1	Master image registration failed	Tento bit je na výstupe, ak je registrácia obrázku neúspešná	0/1: --/FAIL
	2	Program switching failed	Tento bit je na výstupe, ak je prepnutie programu neúspešné	0/1: --/FAIL
	3-7	Reserved by system	--	--

Obr. B.1: Command Status Bits Address 0-1

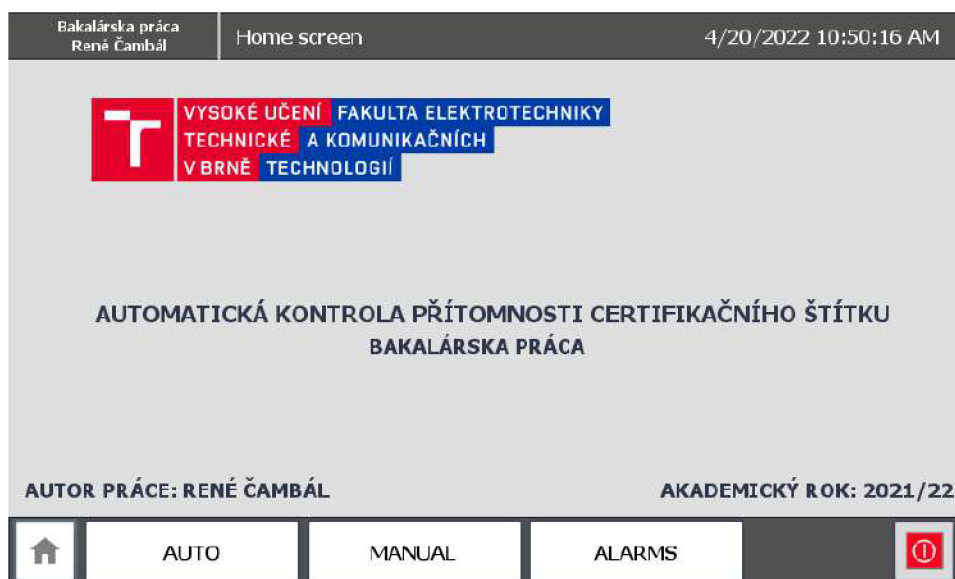
Adresa	Bit	Predmet	Funkcia	Obsah dát
0	0	Overall Judgment	Zobrazuje výsledok celkového stavu	0/1 : NG/OK
2	0	Tool 1	Zobrazuje výsledok nástroja 1	0/1 : NG/OK
	1	Tool 2	Zobrazuje výsledok nástroja 2	0/1 : NG/OK

Obr. B.2: Device Result Bits Address 0-3

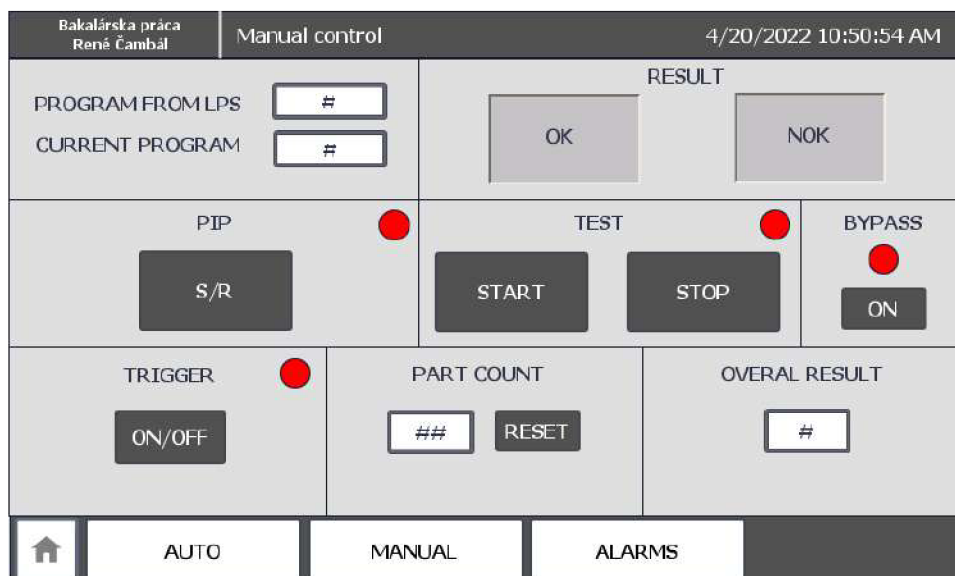
Adresa	Dát typ	Predmet	Funkcia	Obsah dát
0 - 1	WORD	Error Code	Zobrazuje aktuálny chybový kód	0 - 128
2 - 3	WORD	Warning Code	Zobrazuje aktuálny varovný kód	0 - 128
4 - 5	WORD	Number of remaining buffers	Zobrazuje číslo stavu výsledkov ktoré možno uložiť do vyrovnávacej pamäte	0 - 10
6 - 7	WORD	Checksum	Zobrazuje aktuálne nastavenie senzoru	0 - 65535
8 - 9	WORD	Current program No.	Zobrazuje číslo aktuálneho programu	0 - 31
10 - 11	WORD	Program No. during judgment	Zobrazuje číslo programu posledného vyhodnotenia	0 - 31
12 - 13	WORD	Result No.	Zobrazuje počet vyhodnotení	0 - 32767
14 - 15	WORD	Processing time	Zobrazuje dobu spracovania posledného vyhodnotenia	0 - 10000

Obr. B.3: Device Status Words Address 0-15

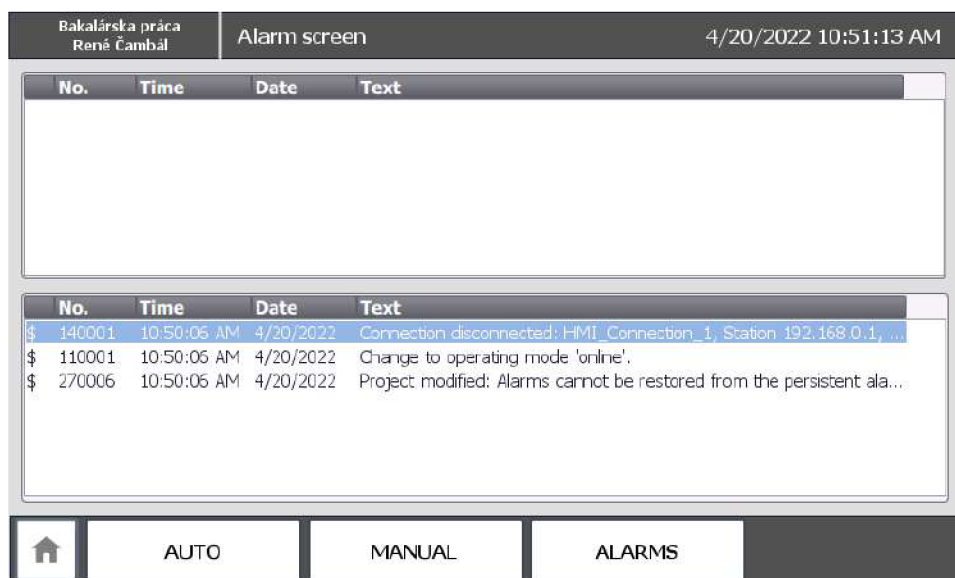
C Dizajn ovládacího panela HMI



Obr. C.1: Úvodná stránka HMI



Obr. C.2: Stránka manuálneho režimu



Obr. C.3: Alarmová stránka

D Obsah elektronickej prílohy

/	Adresár priloženého DVD
└ René Čambál - Bakalárska práca 2022	
└ Ovládanie kamerového senzoru	Archiv programu v TIA Portale
└ Ovládanie kamerového senzoru	Export projektu v TIA Portale
└ Reporty	PDF reporty z programu
└ Report HMI	
└ Report PLC	