



Středoškolská technika 2022

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

TECHNICKÝ NÁVRH NA ŘEŠENÍ AUTOMATIZOVANÉHO PŘENOSU SIGNÁLU PŘI OZNAČENÍ VADY NA SKLE

Dominik ŠETKA, Lukáš HÁJEK, Matyáš BABIČKA

Střední průmyslová škola technická
Belgická 4852, Jablonec nad Nisou, příspěvková organizace

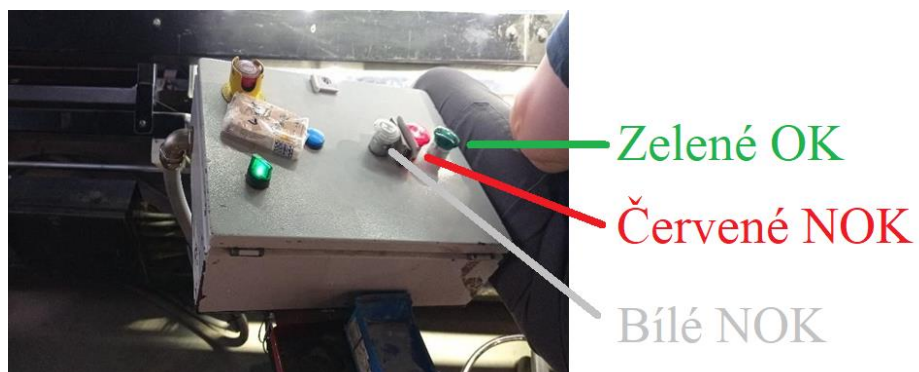
STÁVAJÍCÍ POSTUP PŘI OZNAČOVÁNÍ VAD NA SKLECH

Nejprve je sklo dopraveno dopravníkem na kontrolní stanoviště, kde operátor vizuálně zkontroluje stav skla, zda při výrobě nedošlo k nějakému poškození anebo výrobní vadě. Pokud je výrobek zcela v pořádku, stiskne obsluha na ovládacím panelu, viz. Obr. 2, zelené tlačítko OK a výrobek pokračuje dál k třídícímu robotu. Zaznamená-li operátor chyby na skle, označí dané místo voskovkou, stiskne tlačítko NOK a výrobek pokračuje dál k třídícímu robotu.

Jedná-li se o vadu opravitelnou, stiskne červené tlačítko NOK a třídící robot takto označené sklo přemístí sklo do pozice k opravě. Jedná-li se o vadu neopravitelnou, zmáčkne tlačítko bílé NOK a třídící robot přesune sklo do pozice recyklace skla.

K chybám dochází tehdy, když cca. 1000 kusů skel je bez vady a operátor v důsledku „provozní slepoty“ nebo snížené koncentrace omylem zmáčkne tlačítko OK, přestože označil voskovkou sklo k opravě. K provozní slepotě dochází, když člověk dělá denně opakovanou činnost a automaticky plní úkoly bez povšimnutí chyb.

Z výše uvedeného je patrné, že dosavadní způsob selekce skel vykazuje častou chybovost, která výrobní firmě způsobuje sníženou produktivitu výroby a současně s tím může docházet i k zvýšenému počtu reklamací od zákazníků.



Obr. 2: Panel s tlačítky



Obr. 3: Třídící robot

NÁVRH NOVÉHO ŘEŠENÍ OZNAČOVÁNÍ VAD NA SKLA S AUTOMATIZOVANÝM PŘENOSEM SIGNÁLŮ

Z analýzy problému vyplynulo, že navržený signálový popisovač musí automaticky při označování vady voskovkou na skle odeslat digitální signál do PLC, a proto byla k signálovému popisovači navržena i následná simulace třídění skel pomocí PLC LOGO! Siemens.

Návrh byl vytvořen v následující posloupnosti:

- a) uchycení voskovky tak, aby se dalo využít min. 50% její délky – mechanická tužka (versatilka pro 9 mm)
- b) uložení versatilky do pouzdra se spínačem (volba materiálu, vhodného profilu a vhodné elektroniky)
- c) výroba funkčního prototypu v CNC dílně
- d) výkresová dokumentace
- e) zapojení signálového popisovače
- f) simulace třídění pomocí logického modulu LOGO! Siemens

MECHANICKÁ TUŽKA PRO DRŽENÍ VOSKOVKY 9 MM

Pro držení voskovky 9MM byla navržena mechanická tužka od firmy KOH-I-NOOR (versatilka), viz Obr. 4, vzhledem k mechanismus snadného upnutí pomocí kleštiny a následné vysouvání voskovky.

Následně pomocí vnějších rozměrů versatilky byl vytvořen její model v CAD programu (Obr. 5).

Tento model byl vytvořen za účelem dalšího vývoje jednotlivých součástí signálového popisovače.



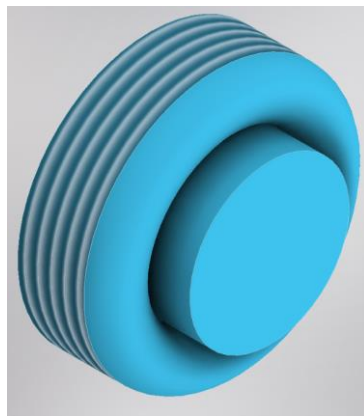
Obr. 4: Versatilka



Obr. 5: Model versatile v CAD programu

Následně byl navržen způsob odesílání digitálního logického signálu, který posílá informaci do PLC z voskovky.

Byl vybrán mikrospínač, který svými rozměry vyhovoval celkové konstrukci signálového popisovače a byl vytvořen jeho model v CAD programu (Obr.6), a současně s tím i držák mikrospínače, který umožňuje zašroubování celého mikrospínače do vrchní části pouzdra signálového popisovače.



Obr. 6: Spínač spínající digitální logické signály

VÝROBA FUNKČNÍHO PROTOTYPU

Pro výrobu prototypu byla vybrána metoda 3D tisku, ale vzhledem k vlastnostem plastu PLA a složitosti tvaru byla tato technologie zamítnuta, tzn. byla zvolena jiná technologie i materiál, tzn. CNC obrábění a materiál jednotlivých součástí signálového popisovače, a to slitina hliníku (dural) s ohledem na pevnostní podmínky a hmotnost dílu, ze kterých se skládá signálový popisovač, viz Obr.7

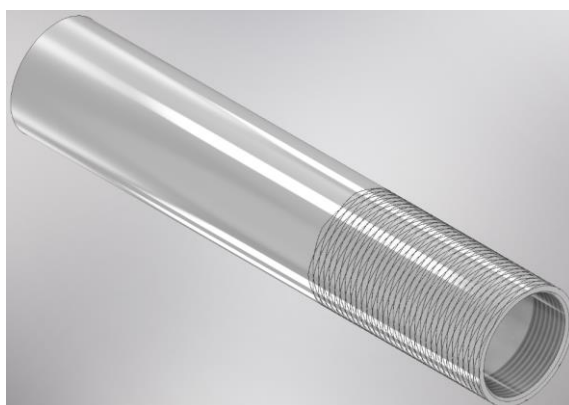


Obr. 7: Jednotlivé součásti

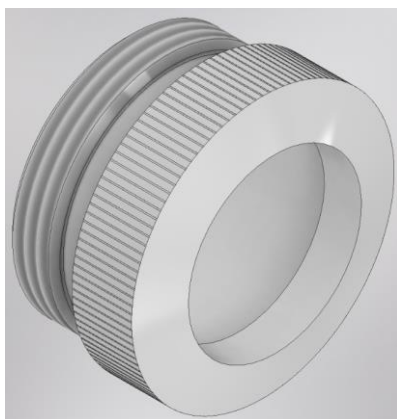
Aby konečný signálový popisovač byl jednoduchý na sestavení, bylo pouzdro rozděleno na 2 části, a to spodní část pouzdra (Obr. 8), která slouží k upnutí versatilky do popisovače, a aby versatilka byla zajištěna proti vypadnutí, a zátku (Obr. 9).

Horní část pouzdra (Obr. 13) slouží k upnutí mikrospínače a jako prostor pro uložení kabeláže a elektroniky signálového popisovače. Tyto 2 části pouzdra byly následně sešroubovány pomocí spojky (Obr. 11) tak, aby docházelo k pohybu versatilky, který umožní stlačení mikrospínače.

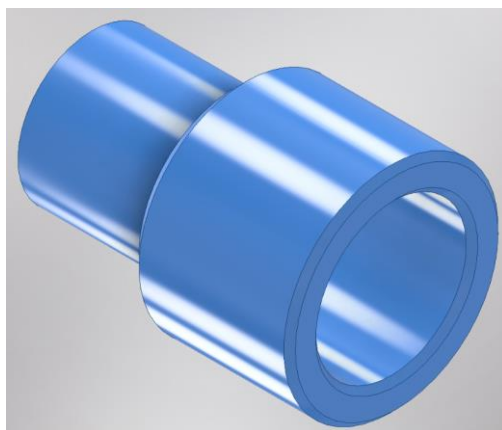
Dále byla navržena zářezka (Obr. 10), která omezuje délku dráhy versatilky v pouzdře signálového popisovače, tak aby docházelo pouze k sepnutí mikrospínače.



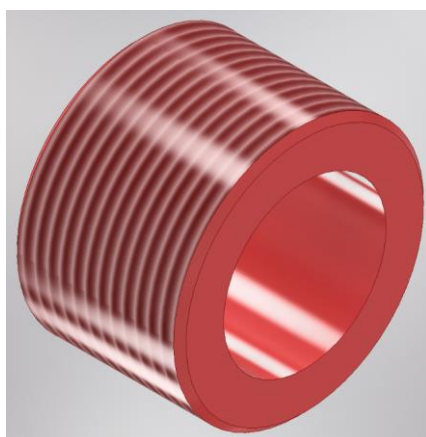
Obr. 8: Spodní část pouzdra



Obr. 9: Zátka



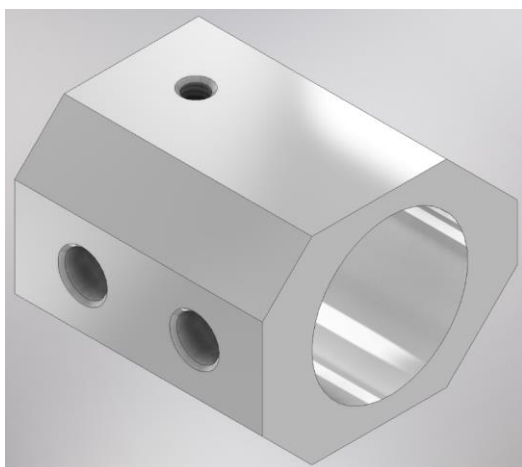
Obr. 10: Zarážka



Obr. 11: Spojka

Posledním krokem bylo navrženo umístění světelné signalizace pro sepnutí mikrospínače v popisovači.

Pro světelnou signalizaci, která by upozornila operátora označujícího vadu o stavu signálového popisovače, byly navrženy 2 diody a pro ně byl vyroben signalizační modul (Obr. 12), který se upevní na horní část pouzdra (Obr. 13). Proto byla v horní části pouzdra vyfrézována drážka pro kabeláž k LED diodám. Celý modul je k pouzdru fixován stavěcím šroubem M4.

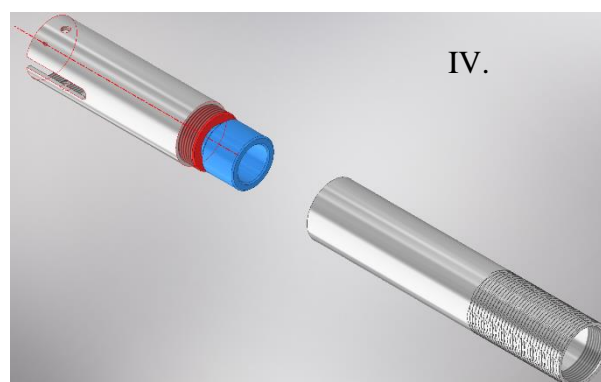
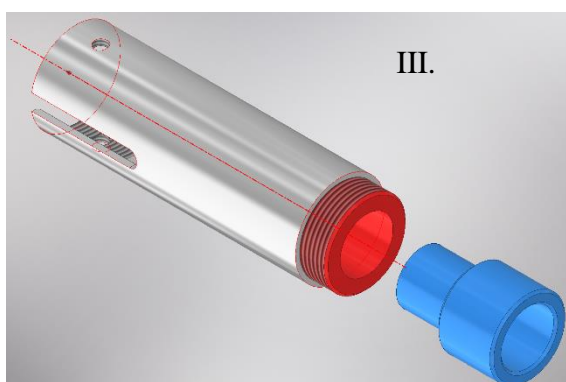
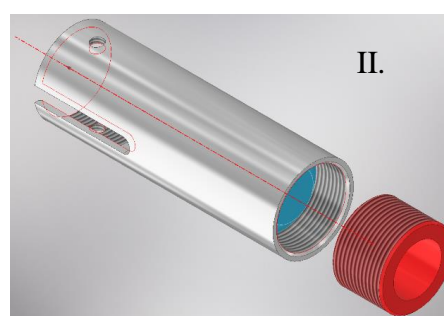
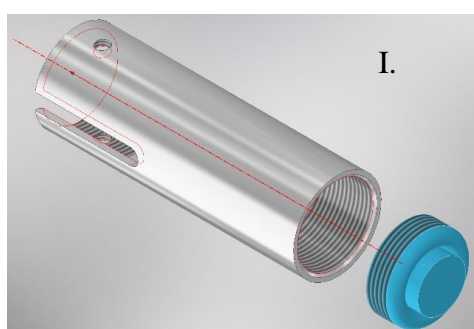


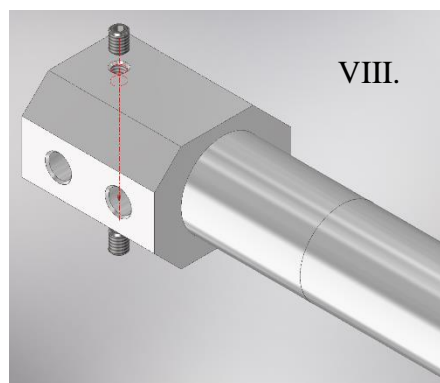
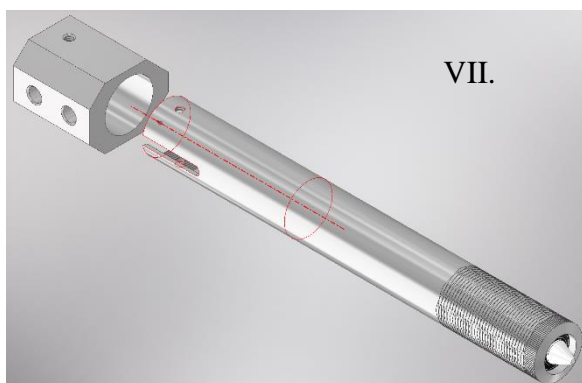
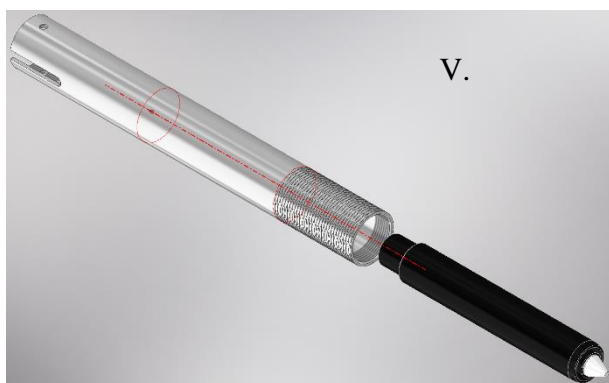
Obr. 12: Signalizační modul



Obr. 13: Horní část pouzdra

MONTÁŽNÍ NÁVOD K SESTAVENÍ SIGNÁLOVÉHO POPISOVAČE





I. – Spínač se zašroubuje na konec závitu do vrchní části pouzdra.

II. – Na spínač se zašroubuje spojka.

III. – Do spojky se vsune zarážka.

IV. – Zarážka se zakryje zašroubováním spodní části pouzdra na spojku.

V. – Do spodní části pouzdra se vloží versatilka, která musí zapadnout do zarážky.

VI. – Na konec spodní části se zašroubuje zátka, aby versatilka nevypadla.

VII. – Na horní část pouzdra přijde signalizační modul s diodami pasující do výřezu.

VIII. – Na vrch signalizačního modulu se vsune zástrčka průmyslového konektoru, která je fixována stavěcími šrouby M3

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

K návrhu je vytvořena výkresová dokumentace celkové sestavy signálového popisovače a jednotlivých dílů.

ELEKTROTECHNICKÁ DOKUMENTACE ZAPOJENÍ POPISOVAČE

V zadání práce byla podmínka, aby ze signálového popisovače odcházel digitální logický signál o napětí 5V. Z tohoto důvodu bylo nutné převést napětí 5V z popisovače na napětí 12V vzhledem k použití PLC LOGO!, které s napětím pracuje. PLC LOGO! bylo použito pro simulaci průchodu skel kontrolním stanovištěm.

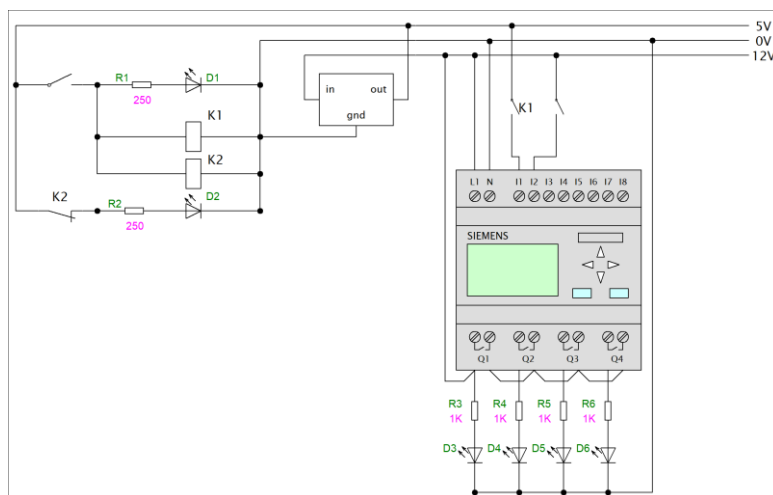
Dále do schématu 2 LED byly zahrnuty diody (červená, zelená) pro upozornění operátora označujícího vady na sklech, které budou signalizovat 2 stavy. První stav – popisovač v provozu (zelená dioda). Druhý stav – označování vady a odesílání signálu do PLC (dioda červená). Jako ovládací prvek byla použita elektromagnetická relé pro spínání těchto signálů, které mají 2 ovládané výstupy a svou funkcí slouží jako přepínače, viz Obr. 15.

Umístění těchto relé do pouzdra signálového popisovače bylo problematické, jelikož jsou poměrně velká a obnášelo by to zvětšit celou konstrukci horní části pouzdra, tzn., tím by byl signálový popisovač těžší a jeho konstrukce složitější.

Nakonec bylo zvoleno umístění plošného spoje s relé mimo sestavu popisovače, a to do rozvodné krabice simulátoru, viz Obr. 14



Obr. 14: Relé se stabilizátorem ve skřínce simulátoru

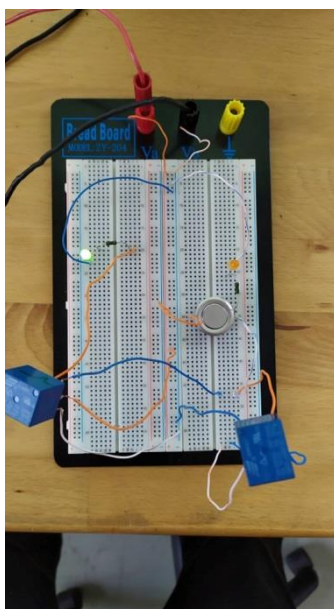


Obr. 15: Schéma zapojení obvodu popisovače

Po připojení ke zdroji 12V je napájení přivedeno do PLC a zároveň přes stabilizátor napětí 5V do signálového popisovače.

Dioda D2 (zelená) se rozsvítí po připojení ke zdroji. Po sepnutí mikrospínače (přítlačením voskovky) se rozsvítí Dioda D1 (červená) a sepne relé K1 a rozezne se relé K2, tzn., tím zhasne Dioda D2 a při zápisu svítí pouze D1.

Výstup z relé signálového popisovače (vstup do PLC) je následně signál o napětí 12V. Tento způsob zapojení byl před vpájením do signálového popisovače otestován na nepájivém poli (Obr. 16) Po kontrole správné funkčnosti obvodu bylo vše zapojeno a napevno spájeno dohromady.



Obr. 16: Test zapojení na nepájivém poli

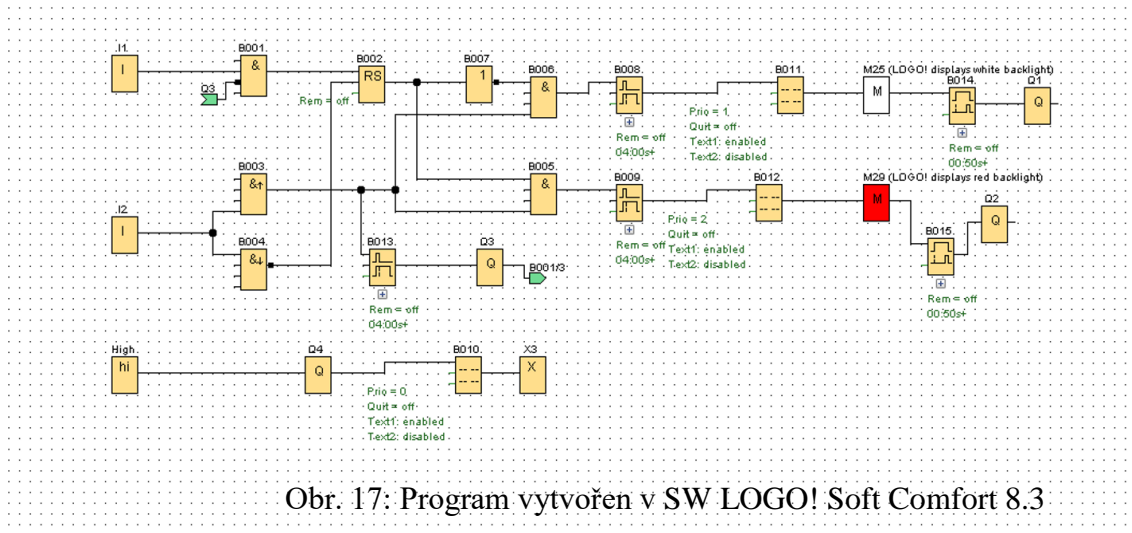
SIMULACE VYTVOŘENÁ PRO LOGICKÝ MODUL LOGO! Siemens

Funkčnost signálového popisovače byla otestována na simulovaném kontrolním stanovišti.

Pro tento účel byl vytvořen vlastní simulátor kontrolního stanoviště, které se skládalo z modulu PLC Siemens LOGO! 12/24RC, které je uložené v rozvodné krabici spolu s reléovými spínači a stabilizátorem napětí (Obr. 14).

Do PLC LOGO!, byl nahrán program, který byl vytvořen za pomoci SW LOGO! Soft Comfort 8.3 (Obr. 17).

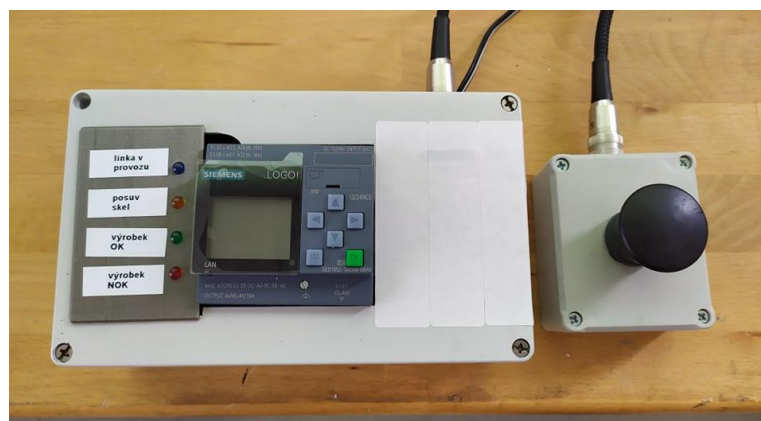
Na schématu zapojení (Obr. 15) je dále zakreslen vstup do PLC - I2. Jedná se o spínač, který v simulaci slouží jako potvrzovací tlačítko pro přijetí signálu.



Obr. 17: Program vytvořen v SW LOGO! Soft Comfort 8.3

Vstup označený I1 je výstupem spínače ze signálového popisovače. Pokud se tedy provede pouze označení vady na skle, vyplývá z programu výsledek, při kterém se zatím nic nestane. Po stlačení spínače označený I2 (tím potvrdit přijetí) a teprve poté bude výsledek roven výstupu Q2, tzn. rozsvícení displeje červeně s nápisem „výrobek NOK“. Zároveň se spustí časový interval $T = 3$ s, který je nastaven jako simulace posunu skel kontrolním stanovištěm. Po časovém intervalu T je opět možné provést další označování vady na skle, nikoli však během něho. Pokud stiskneme pouze spínač I2, bude výsledkem výstup Q1, spustí se časový interval T a rozsvítí se displej bíle s nápisem „výrobek OK“.

Nakonec byly připojeny na výstupy z PLC diody D3-D6, které simulují výstup signálů z PLC a současně i vstup signálů do robota třídící sklo (Obr.18).



Obr. 18: Simulátor popisovače

Finanční rozpočet na výrobu celého návrhu

Cenový návrh je zpracován níže, viz tabulkač.1.

Tabulka č.1 **CELKOVÉ FINANČNÍ NÁKLADY NA VÝROBU POPISOVAČE**

Materiál	
Relé Songle SRD-05VDC-SL-C 5V, přepínací kontakt 250VAC/10A	2x 10Kč = 20 Kč bez DPH
Lineární napěťový regulátor vstup max. 35V výstup 24 V 2A TO220 STM L78S24CV	9,9174 Kč bez DPH
LED 5 mm červená 8000mcd/13° čirá Hebei 510HR3C	1,6529 Kč bez DPH
LED 5 mm zelená 16000mcd/30° čirá Hebei 530PG2C	3,7190 Kč bez DPH
Tužka 5343 mechanická padací pr.9 mm	142 Kč bez DPH
Textilní KABEL 4 X 0,75MM ČERNÝ	200Kč bez DPH
CYA 1 ČE Vodič H05V-K 1 3,97Kč/m	11,91 Kč bez DPH
Polotovary KR20-50 ČSN 42 7610 – 42 4201	79,02 Kč bez DPH
Polotovary TR KR22x2-70 ČSN 42 7711 – 42 4201	15,60Kč bez DPH
Polotovary TR KR22X8-15 ČSN 42 7711 – 42 4201	12,30Kč bez DPH
Polotovary 4HR40-40 ČSN 42 7520 – 42 4201	316,65Kč bez DPH
Materiál celkem	813Kč bez DPH
Práce	
Soustružení – 300Kč bez DPH/hod	18 hod = 5 400 Kč bez DPH
Frézování – 300Kč bez DPH/hod	6 hod = 2 100 Kč bez DPH
Broušení – 300Kč bez DPH/hod	1 hod = 300Kč bez DPH
Pájení – 300Kč bez DPH/hod	2 hod = 600Kč bez DPH
Montáž – 250Kč bez DPH/hod	1 hod = 250Kč bez DPH
Práce celkem	8 650Kč bez DPH
Cena celkem	9 463 Kč bez DPH

Celkové finanční náklady jsou pouze orientační a nezahrnují cenu za simulátor a spotřebovanou energii.

ZÁVĚR

Celý návrh signálového popisovače byl řešen s ohledem na jednoduchost obsluhy zařízení, ekonomičnost a jednoduchost při výrobě, a také celkovou odolnost proti mechanickému poškození při používání v průmyslu.

Tento návrh zohledňuje i „provozní slepotu“, která je nejčastější příčinou chybovosti v automatizované výrobě, kdy do procesu vstupuje člověk.

Z výše uvedeného vyplývá, že je i možnost zdokonalení tohoto označování vad za pomoci robotického manipulátoru a kontrolní skenovací kamery, tzn. v případě vady na skle, kterou by byla schopna rozeznat skenovací kamera, by došlo k označení místa vady robotickým manipulátorem a současně s tím by odešel signál třídícímu robotu.

Tento způsob kontroly by zcela odstranil chybovost způsobenou člověkem, ale vyžadoval by stoprocentní schopnost detekce vad skenovací kamery. K dosažení této schopnosti detekovat vadu na skle se dal v současnosti využít algoritmus umělé inteligence AI.

Dlouhodobá funkčnost tohoto prototypu je nutná vyzkoušet v provozu na kontrolním stanovišti v delším časovém intervalu.