

Intelligentní prvky v řízení recyklačních technologií

Intelligent components in control
of recycling technologies

Zbyněk Obdržálek

Bakalářská práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Dostálkovi za odborné vedení, připomínky a čas věnovaný konzultacím nad touto prací.

Rád bych také poděkoval mgr. Miluši Obdržákové za její ochotu a cenné rady při zpracovávání této bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracoval/a samostatně a použitou literaturu jsem citoval/a.

Ve Zlíně, 02. 06. 2005

.....

Zbyněk Obdržálek

Abstrakt

Abstrakt česky

Práce se zabývá tématem inteligentních senzorů a aktuátorů používaných při řízení recyklačních procesů. Úvodní část práce tvoří obecná rešerše na dané téma. V další části práce jsou vybrány specifické prvky, dle jejich typu je navrženo zapojení do technologického procesu. Praktická část práce se zabývala měřením barevnosti roztoků pomocí vybraného inteligentního senzoru. Byl vytvořen návrh pro nastavení senzoru pro technologický proces a programová podpora senzoru pomocí softwaru Control Web 2000.

Abstrakt ve světovém jazyce

The thesis is focused on the technical theme of intelligent sensors and actuators that are used for recylation processes control. First part of the work is taken as a theoretical search on the given theme. Next part of the thesis is focused on selection of individual components, which were used for connection into the technology process. Experimental part of the work deals with the color measurement using one of the intelligent sensors. The last part includes the suggestion for sensors setting and virtual support with Control Web 2000 software.

OBSAH

ÚVOD	5
1 TEORETICKÁ ČÁST	6
1.1 VÝZNAM A URČENÍ SENZORŮ	6
1.2 KLASIFIKACE SENZORŮ	7
1.3 INTELIGENTNÍ SENZOR.....	8
1.3.1 Struktura inteligentního senzoru.....	9
1.3.2 Požadavky na inteligenci v jednotlivých částech:	9
1.3.3 Výhody inteligentních senzorů	10
1.3.4 Nevýhody inteligentních senzorů	11
1.3.5 Použití inteligentních senzorů.....	11
1.4 PROSTŘEDKY OVLÁDÁNÍ	11
1.5 TYPY PROSTŘEDKŮ PRO OVLÁDÁNÍ	12
1.5.1 Prostředky pro ovládání elektrické energie	12
1.5.2 Prostředky pro ovládání toku tekutin.....	13
2 VÝBĚR SENZORŮ A AKTUÁTORŮ	15
2.1 INTELIGENTNÍ SENZOR TLAKU A PODTLAKU	15
2.2 INTELIGENTNÍ SENZOR TEPLoty	17
2.3 INTELIGENTNÍ SENZOR PRŮTOKU.....	19
2.4 INTELIGENTNÍ SENZOR BAREVNOSTI ROZTOKŮ	21
2.5 INTELIGENTNÍ AKTUÁTOR PRO OVLÁDÁNÍ TLAKU A PODTLAKU	23
2.6 INTELIGENTNÍ AKTUÁTOR PRO OVLÁDÁNÍ TEPLoty.....	25
2.7 INTELIGENTNÍ AKTUÁTOR PRO OVLÁDÁNÍ PRŮTOKU	25
2.8 INTELIGENTNÍ AKTUÁTOR PRO OVLÁDÁNÍ OTÁČEK MOTORU	26
3 PROPOJENÍ SENZORŮ S ŘÍDÍCÍM POČÍTAČEM	28
4 PRAKTICKÁ A EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	30
4.1 NASTAVENÍ SENZORU HSCD16.....	30
4.2 FUNKCE SENZORU HSCD16.....	33
4.3 PROGRAMOVÁ PODPORA SENZORU	34
ZÁVĚR	36
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	38
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	40
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	41
SEZNAM TABULEK	42
SEZNAM PŘÍLOH	43

ÚVOD

V každém systému integrované automatizace je požadavek mít k dispozici údaje o parametrech a o stavu řízených nebo sledovaných procesů. Jednou z důležitých součástí systémů automatizace průmyslových procesů jsou přístroje pro měření a regulaci. Vznikají distribuované systémy řízení, ve kterých se klade důraz na kvalitu a možnosti komunikace mezi jednotlivými subsystémy a funkčními prvky. Do klasických snímačů a prostředků pro ovládání se integrují mikroprocesory, prvky se zmenšují a jsou řízeny z jednoho centrálního počítače.

Pro nás jsou důležité hlavně inteligentní senzory a aktuátory, které jsou ve světě průmyslu novým a rychle rostoucím trendem a kterými se práce zabývá. Tyto prvky mají integrovaný mikroprocesor. Ten obsahuje několik instrukcí, které můžeme provádět. Liší se pouze použitím členu v dané technologii, ať už se jedná o tlak, teplotu, průtok, atd. a formou komunikace s řídicím počítačem, pro které jsou různé protokoly, např. MODBUS, ADAM, RS 232 atd.

Použití inteligentních prvků ale nemusí být jednoznačně lepší a výhodnější. Ve velkých továrnách a provozech se více uplatňují klasické prvky řízené PLC jednotkou. Těchto jednotek může být velké množství. Je zde také řídicí počítač, ale jen jako kontrolor, popřípadě se po něm mohou vyslat instrukce do PLC jednotky, která je teprve vyhodnotí a upraví probíhající proces. Hlavní výhodou je bezpečnost. V případě výpadku počítače budou PLC jednotky fungovat dál. Nevýhodou je ale komplikovanost a náročnost na prostor. U inteligentních prvků jsou výhodou rozměry a rychlá komunikace, ale nejsou tak bezpečné a cenově mnohdy mnohonásobně překračují prvky klasické. Proto se využívají v menších systémech, laboratorních zařízeních, leteckém a automobilovém průmyslu.

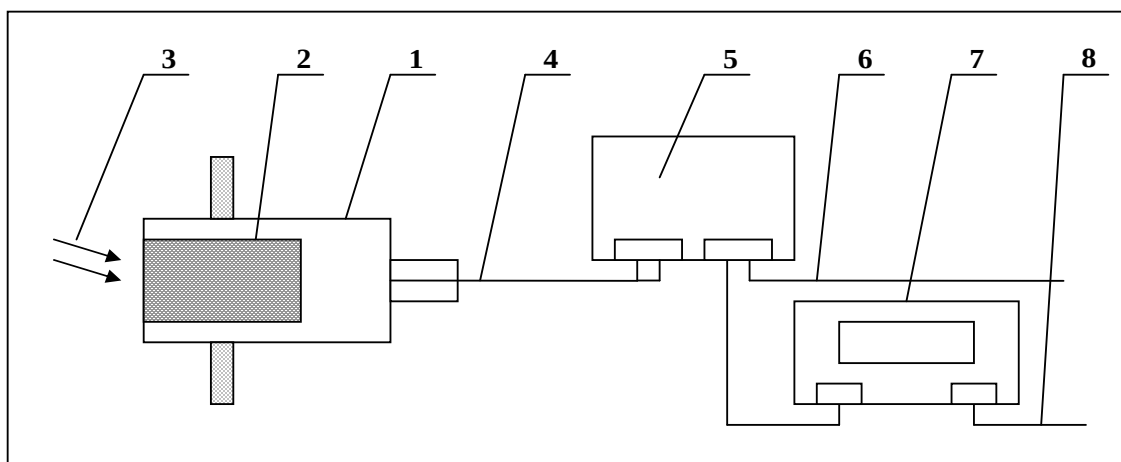
Úkolem této diplomové práce bylo najít inteligentní prostředky pro snímání a ovládání. Navrhnout jejich zapojení do procesu. A u jednoho vybraného typu vyzkoušet jeho funkčnost, navrhnout zapojení a provést kontrolní měření.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Význam a určení senzorů

V dnešním světě se systémy integrované automatizace uplatňují ve stále větší míře a ve stále větším rozsahu v průmyslu, ve službách, ve zdravotnictví i v domácnosti. Tento rozvoj je dán především možnostmi moderní mikroelektroniky.

Všechny tyto systémy vyžadují ovšem kvalitní vstupní informace o stavu řízené soustavy, tj. kvalitní podsystém měření. Měřicí řetězec v obecném pohledu tvoří snímač – převodník – případně vyhodnocovací jednotka (obr.1.). Základním prvkem snímače (1) je senzor (2). Je to vstupní blok měřicího řetězce, který je v přímém styku s měřeným prostředím. Citlivá část senzoru je označována jako čidlo. Senzor snímá měřenou neelektrickou veličinu (3) a převádí ji na měřenou (ve většině případů elektrickou) veličinu (4). Senzor tvoří vlastně primární rozhraní mezi vnějším podnětem sledovaného objektu a obvodu dalšího zpracování informace. Další částí snímače je mechanická, případně elektronická konstrukce. Převodník (5) zpracuje primární signál senzoru na unifikovaný signál (6) měřené veličiny. V případech dalšího zpracování signálů měřené veličiny, např. při vyhodnocení množství integrací, se používá vyhodnocovací jednotka (7) s výstupem (8). Tento technický měřicí obvod je obdoba čidel u živých tvorů na Zemi, kteří mají jako snímače oči, uši, hmat atd. a jejich buňky jako senzory jsou citlivé na světlo, zvuk, tlak a vyhodnocovací jednotkou je mozek.



Obr. 1 Schéma měřicího řetězce

Senzory pracují na základě různých mechanických, fyzikálních nebo fyzikálně chemických principů. Mezi základní principy používané u senzorů lze zařadit:

- mechanické efekty
- hydraulické účinky proudění tekutin
- elektrické pole a potenciál
- elektrický odpor
- kapacitance
- indukance a magnetismus
- indukce
- světelné a optické vlastnosti materiálů
- piezoelektrický efekt
- radioaktivní záření
- atd.

Z výše uvedeného přehledu metod používaných při snímání a převodu vnějších podnětů na výstupní signály senzorů je zřejmé, že v převážné většině se jedná o elektrické principy. Elektronika umožňuje zajistit miniaturizaci senzorů, velkou přesnost, citlivost, malé časové konstanty měření, dálkový přenos signálu apod. Jen malá část senzorů využívá mechanické jevy (tepelná roztažnost látek) nebo tekutinové principy (pneumatické, hydraulické).

[1]

1.2 Klasifikace senzorů

Třídění senzorů je prováděno z mnoha hledisek. Mezi základní hledisko řadíme dělení senzorů podle využívaného fyzikálního principu. Dále také podle:

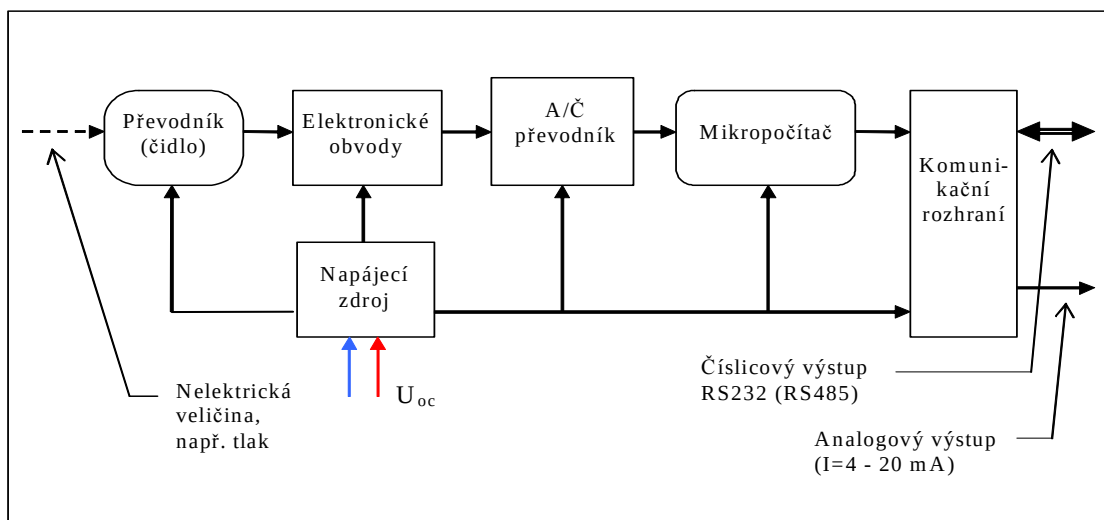
- druhů vnějších podnětů, tj. měřených veličin, např. teplota, tlak, průtok, mechanické veličiny (posunutí, rychlost, poloha, zrychlení, síla, atd.), radiační veličiny, elektromagnetické záření, složení a vlastnosti látek, elektrické veličiny (napětí, proud, frekvence, výkon, energie), teplo, apod.

- styku s měřeným prostředím (bezdotykové, dotykové)
- druhu změn parametrů senzoru při působení vnějšího podnětu: aktivní senzory, kde působení vnějšího podnětu generuje v senzoru elektrickou energii (např. termočlánek, fotočlánek, piezoelektrický krystal) nebo pasivní senzory, které působením vnějšího podnětu mění své parametry (elektrický odpor, indukčnost, kapacitu).

[1]

1.3 Inteligentní senzor

V dnešní době se stále více využívají inteligentní senzory. Označují se také jako smart senzory (dále jen SS). SS je měřicí podsystém, který v kompaktním provedení obsahuje vlastní čidlo, převodník(y) neelektrické veličiny, jednočipový mikropočítač pro zpracování a analýzu signálu (např. pro linearizaci statické charakteristiky snímače, předběžné zpracování a uchování naměřených hodnot apod.) a pro obousměrnou komunikaci s okolím po procesní sběrnici (obr.2). Okolím se myslí další vyhodnocovací přístroj, kterým je některý typ programovatelného automatu (PLC), průmyslového počítače (IPC) nebo standardní personální počítač (PC). Tímto způsobem se zlepšují metrologické parametry měřenosných signálů, zajišťuje se identifikace snímače adresou. Vedle těchto výhod platí pro tyto přístroje jako negativní vlastnost jejich složitost, nákladnost na vývoj, výrobu tj., jejich cena je vyšší, vyžadují obsluhu a servis s vyšší kvalifikací, omezení aplikace pro těžší průmyslové prostředí (teplota, chvění). Propojení využívá komunikaci typu HART nebo některý systém typu RS 485 (např. Profibus, CAN, Foundation Field Bus)



Obr. 2. Schéma inteligentního senzoru s číslicovým nebo kombinovaným analogovým i číslicovým výstupem (např. protokol HART)

[1,2,6,7]

1.3.1 Struktura inteligentního senzoru

- *Vstupní část* - zajišťuje vstup měřených veličin, převádí je na elektrickou veličinu a tu převádí na vhodný, případně i normovaný elektrický signál.
- *Vnitřní část* - zpracovává vstupní signál, zajišťuje nastavení nulové hodnoty, kompenzaci vlivů okolí (např. teploty), linearizaci v celém rozsahu vstupních veličin, autokalibraci měřicí funkce, autodiagnostické funkce.
- *Výstupní část* - zajišťuje komunikaci senzoru s následnými zařízeními, signalizaci vlastní funkce a stavu, případně převod číslicového signálu na normalizovaný analogový výstupní signál, signalizaci měřené veličiny.

[7]

1.3.2 Požadavky na inteligenci v jednotlivých částech:

- *U vstupní části* – převod neelektrické veličiny na elektrickou, zesílení a filtrace signálu, linearizace převodní charakteristiky, normování signálu, ochrana proti působení parazitních vlivů, atd.
- *Ve vnitřní části* – A/Č převod, autokalibrace elektrické části měřicího řetězce, aritmetické operace, číslicová linearizace, statistické vyhodnocování naměřených dat, hlídání mezí, možnost přidání umělé inteligence.

- *Ve výstupní části* – unifikace analogových výstupních signálů (ve většině případů je unifikace standardizována na hodnoty 0 – 10 V, 0 – 20 mA a 4 – 20 mA), komunikace prostřednictvím integrovaného rozhraní se sběrníkovým systémem, číslicově – analogový převod, apod.

[7]

1.3.3 Výhody inteligentních senzorů

- *Omezení a kompenzace rušivých vlivů* na měřicí převodník a výstupní signál (např. vliv teploty, vibrací, rušení při přenosu, atd.) pomocí číslicového přenosu informace.
- *Rozměrově kompaktní konstrukce* s jediným napájením a se standardizovaným výstupním signálem (analogovým, číslicovým nebo kombinovaným).
- *Přesun úlohy měření a zpracování do místa senzoru* - lokální předzpracování a prvotní testování platnosti naměřených údajů (linearizace, meze, trendy, jednoduchá filtrace, autodiagnostika ...)
- *Kontrola integrity údajů* (např. vyloučením z fyzikálního hlediska rozporných výsledků). Dálková diagnostika senzorů pomocí obousměrné komunikace po sběrnících.
- *Dálková diagnostika* usnadňuje rozšíření IS do automobilového a leteckého průmyslu - diagnostika senzorů na těžko přístupných místech.
- *Možnost zapojení do sítě*. Umožněním adresace senzorů lze jednotlivé senzory centrálně nastavovat a testovat.
- *Možnost decentralizovaného zpracování naměřených hodnot*. V rozsáhlých měřicích systémech dochází k výraznému snížení zátěže centrálního subsystému, uvolněný výkon centra lze využít na jiné účely.
- *Obousměrná číslicová komunikace po procesní sběrnici* (ILAN) umožňujících realizovat decentralizované měřicí a řídicí systémy (sběrnice ASI, CAN, HART, Profibus - RS 485/RS 422).

[7]

1.3.4 Nevýhody inteligentních senzorů

- *Cena*
- *Omezené použití v těžkých podmínkách* (agresivní prostředí, vysoké teploty, magnetické pole, rušení, atd.)

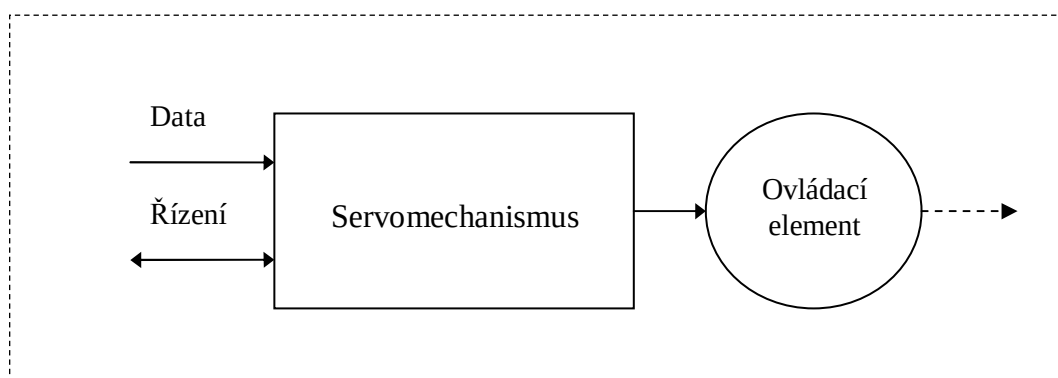
1.3.5 Použití inteligentních senzorů

- Teplota
- Tlak
- Podtlak
- Síla
- Průtok
- Vibrace
- Zrychlení

1.4 Prostředky ovládání

Technické prostředky pro ovládání (dále jen aktuátory) jsou umístěny na technologických zařízeních a vykonávají pokyny centrálních jednotek dané výstupními signály, případně přímými pokyny obsluhujícího člověka. Aktuátory členíme na prostředky pro ovládání elektrické energie a pro ovládání toku tekutin.

Aktuátor má dvě základní části: servomechanismus a vlastní ovládací prvek. Signál, který vstupuje do aktuátoru s obsahem řídicích instrukcí a dat, je nejdříve v servomechanismu upraven podle úrovně a výkonu. Po této úpravě vstupuje do ovládacího elementu. Blokové schéma aktuátoru je na obr. 3 např. u ovládání tekutin je servomechanismem solenoidový ovladač a ovládacím elementem ventil.



Obr. 3. Blokové schéma ovládacího členu

Prostředky ovládání elektrické energie slouží pro nespojitě a spojitě řízení toku elektrické energie. Nespojitě ovládání provádí relé, stykače, dálkově řízené snímače, měkké spouštěče výkonných motorů. Rozsah ovládaného napětí je od jednotek voltů do tisíce voltů. Řízený výkon je v rozsahu od jednotek mW až jednotky GW. Spojitě ovládání elektrické energie slouží pro řízení výkonů elektrických zařízení různých typů v rozsahu od jednotek mW až MW pro stejnosměrný i střídavý třífázový proud.

Ovládání toku tekutin je prováděno v technologiích nespojitým způsobem, tj. dvoustavově (zavřeno-otevřeno) nebo spojitě od minima do maxima. Velikost aktuátoru je dána světlostí potrubí a používaného tlaku.

Důležitou vlastností aktuátorů je také odolnost vůči vnějšímu prostředí i druhu tekutiny. Významné je také zpětné působení aktuátoru na vnější prostředí, tj. jeho vlastnosti podle zásad elektromagnetické kompatibility. Především řízení toku elektrické energie vyvolává rušivé interferenční signály.

[2]

1.5 Typy prostředků pro ovládání

1.5.1 Prostředky pro ovládání elektrické energie

Technické prostředky pro ovládání elektrické energie slouží pro nespojitě nebo spojitě řízení elektrické energie. Pro nespojitě ovládání se používají prostředky typu relé, stykač, dálkově řízený spínač nebo měkký spouštěč výkonných motorů. Spojitě ovládání je realizováno kmitočtovými měniči a jednotkami pro fázové řízení elektrických výkonů. Rozsah ovládaného napětí je od jednotek voltů do tisíce voltů. Řízený výkon je v rozsahu

od jednotek mW až jednotky GW. Spojité ovládání elektrické energie slouží pro řízení výkonů elektrických zařízení různých typů v rozsahu od jednotek mW až MW pro stejnosměrný i střídavý třífázový proud.

Patří sem:

- Elektromechanická relé a stykače
- Prostředky pro bezkontaktní ovládání elektrického výkonu
- Ovládání asynchronních motorů
- Ovládání stejnosměrných motorů
- Řízení krokových motorů
- Motory s piezoelektrickým pohonem

[2]

1.5.2 Prostředky pro ovládání toku tekutin

Technické prostředky pro ovládání toku tekutin v potrubí plní funkce řízení, ovládání, dávkování objemu a hmotnosti nebo dodávky energie nesené tekutinou. Tekutinou jsou kapaliny různé viskozity, plyny a páry o různém tlaku a teplotě.

Zařízení pro ovládání toku v potrubí se skládá z ovládacího prvku a pohonu. Ovládacím prvkem pro potrubí jsou ventil, klapka, kohout, šoupátko nebo žaluzie. Pohonem nebo také servomechanismem je zařízení pro změnu polohy ovládacího prvku. V současné době jsou používány elektrické, pneumatické nebo elektrohydraulické pohony.

Ovládací prvky do potrubí

Jejich konstrukce musí zajistit:

- Funkce ovládání toku: zavírací, regulační, havarijní
- Odolnost vůči chemickým a mechanickým vlastnostem ovládané tekutiny, jejímu tlaku a teplotě
- Odolnost vůči vnějšímu prostředí: teplota, vlhkost okolí.

Patří sem:

- Regulační ventily

- Ovládací klapky a žaluzie
- Ovládací kohouty
- Ovládací šoupátka

Pohony ovládacích zařízení do potrubí

Pohony pro ovládací zařízení do potrubí vykonávají potřebný rotační pohyb hřídele nebo posuv táhla ovládacího prvku. Podle druhu použité energie rozdělujeme pohony na elektrické, pneumatické a hydraulické. Pohon a ovládací prvek tvoří ovládací jednotku.

Obecně můžeme definovat pohon podle teorie automatizace jako člen s dynamickým přenosem. Obsahuje převodník, výkonový zesilovač, silovou jednotku. Některá řešení mají také zpětnou vazbu, aby se dosáhlo požadovaných dynamických a statických vlastností. Pohony dělíme podle druhu výstupního signálu na spojité (proporcionální) a nespojité (dvoustavové, třístavové). Podle charakteristiky přenosu hovoříme o statických nebo astatických vlastnostech. Pohon na výstupu poskytuje pohyb posuvný, rotační nebo výkyvný.

Mezi základní požadavky kladené na pohony patří:

- Přímočarý pohyb pro ovládání ventilů a šoupátek v rozsahu 10 – 100 mm nebo i více u šoupátek a se silovým působením v rozsahu 100 N až 100 MN.
- Úhlový pohyb pro klapky, žaluzie, kohouty v rozsahu od 90° - 270° s kroutícím momentem od 10 Nm do 10000 Nm.
- Otáčivý pohyb v rozsahu několika otočení pro ovládání šoupátek s kroutícím momentem od 10 Nm do 1000 Nm.

Patří sem:

- Elektrické pohony: elektromagnetický (solenoidový), motorické pohony, dvoustavový a třístavový pohon, pohon pro spojitý výstupní signál.
- Pneumatické pohony: membránové pohony, pístové pohony
- Hydraulické pohony

2 VÝBĚR SENZORŮ A AKTUÁTORŮ

2.1 Inteligentní senzor tlaku a podtlaku

Elektronické tlakoměry, které obsahují ve vyhodnocovací jednotce mikroelektronické obvody, umožňují uplatnit nové koncepce zpracování výstupních signálů z převodníků. Elektronika s mikroprocesorem je umístěna v těsné blízkosti senzoru a zajišťuje následující funkce:

- Základní diagnostiku senzoru a převodníku
- Digitalizaci signálu
- Řízení měřicího algoritmu
- Úpravu převodní charakteristiky senzoru a převodníku
- Automatickou kalibraci
- Automatickou korekci systematických chyb
- Komunikaci převodníku s nadřazeným zařízením

[4]

Pro snímání tlaku v kalolisu během dávkování filtračního koláče je požadován inteligentní senzor s rozsahem tlaku 0-600 kPa. Byl vybrán senzor značky BHV DMP 331i, 333i.

Tyto snímače jsou určeny pro univerzální použití ve všech oblastech průmyslu. Převádějí tlak plynů a kapalin na elektrický signál. Vyrábějí se v provedení pro absolutní a relativní tlak (přetlak nebo podtlak). Rozsahy tlaku jsou od 0,25 bar do 600 bar. Je možné i provedení se specifickým rozsahem. Snímače jsou vhodné jak pro statická, tak i dynamická měření tlaku a jsou použitelné pro všechna tlaková média slučitelná s nerezovou ocelí 17.348 a s těsněním z materiálu Viton nebo NBR 90. Hlavní oblasti použití snímačů jsou:

- pneumatická zařízení
- technologické procesy
- pracovní stroje, hydraulika, lisy
- zkušební zařízení

- obecná měření tlaku
- bilanční měření

Základním prvkem snímačů **DMP 331i** a **DMP 333i** jsou čidla tlaku DSP 401 a DSP 404. Jedná se o čidla v pouzdru z nerezové oceli s přivařenou oddělovací membránou a oddělovací náplní s inertním olejem. Při působení tlaku dává polovodičové čidlo DSP 401 výstupní signál cca 100 mV při napájení konstantním proudem (DSP 404 ... 200 mV). Tento signál je digitálně zpracován 16 bitovým A/D převodníkem a mikroprocesorem. Zpracování zabezpečí korekci teplotních závislostí senzoru i elektroniky s vysokou přesností. Korigovaný signál je DA převodníkem zpracován na standardní elektrický výstupní signál. Kromě analogového výstupního signálu je k dispozici možnost výstupu RS 232. Čidlo tlaku a elektronika jsou vestavěny do nerezového pouzdra. Způsob montáže zaručuje odolnost proti rázům a vibracím. Tlaková přípojka je tvořena závitem se vstupním otvorem, elektrické připojení je provedeno pomocí konektoru nebo přímo kabelu. Snímače se vyznačují malými celkovými rozměry v důsledku použití miniaturní elektroniky a čidla tlaku. Nula snímače odpovídá u absolutního provedení vakuu a u relativního provedení atmosférickému tlaku.

Přednosti:

- Proudový výstupní signál 2-vodič
- vysoká přetížitelnost
- velká linearita < 0,1 %
- nízká chyba vlivem teploty < 0,2 %
- možnost nastavení rozsahu 1:5
- dlouhodobá stabilita
- vysoká provozní spolehlivost (ochrana proti přepólování, zkratu a přepětí)
- robustní provedení, spolehlivost při dynamickém zatížení tlakem, při vibracích a rázech
- vysoká životnost
- různá provedení přípojek tlaku i konektorů



Obr. 4 Inteligentní snímač DMP 331i

2.2 Inteligentní senzor teploty

Pro snímání teploty byl vybrán senzor od firmy SENSIT HOLDING s.r.o. a to snímač řady SD 12x.

Snímače řady SD 12x jsou inteligentní čidla teploty řízená mikroprocesorem. Součástí snímače je vlastní měřicí element umístěný v nerezovém měřicím stonku (třída oceli 17 240) a elektronika umístěná v plastové hlavici, opatřené kabelovou vývodkou. Snímač vyhovuje stupni ochrany IP65 dle ČSN EN 60 529. Rozsah měřených teplot je -40 až 150 °C.

Tento snímač je určen pro kontaktní měření teploty kapalných nebo plyných látek. Pro měření v klimatizačních kanálech je dodáván s plastovým, středovým držákem. Kombinace snímače a jímky je pak určena pro měření teploty v potrubí.

Snímač je určen pro provoz v chemicky neagresivním prostředí. Komunikační vstupy jsou chráněny proti přepětí. V případě, že modul je na vedení umístěn jako koncový, je možné zkratováním kontaktů připojit k vedení zakončovací odpor. Veškerá nastavení jsou

uložená v paměti EEPROM. Modul elektroniky je vybaven obvodem WATCHDOG, který dohlíží na správný tok dat po lince RS 232.

SD120 - má jednoduchý komunikační protokol ASCII, shodný s moduly ADAM 4000 firmy ADVANTECH, tzn. že pro ovládání je možné použít standardní ovladače pro moduly ADAM v různých řídicích programech. Pro usnadnění zprovoznění je modul vybaven zelenou LED diodou indikující přítomnost napájení a červenou LED diodou signalizující probíhající komunikaci. Modul SD 1x0 je na desce vybaven zkratovací propojkou INIT. Pokud je tato při zapnutí napájení zkratována, modul komunikuje přenosovou rychlostí 9600 Bd bez kontrolního součtu, na adrese 00.

Tab. 1. technické parametry snímače SD120:

Typ snímače	SD120
Napájecí napětí	10 až 35 V _{ss} (nestabilizované) 14 až 24 V _{stř}
Příkon	300 mW
Měřicí rozsah	-40 až 150°C
Standardní délky stonku	70, 120, 180, 240 mm
Komunikační vlastnosti	komunikace po RS 485 max. délka segmentu 1200 m, asynchronní přenos přenos. Rychlosti 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 Bd 256 modulů na jeden sériový port protokol shodný s moduly ADAM
Přesnost elektroniky	0,05 %
Přesnost čidla	± 0,5 °C
Citlivost	0,03125 °C



Obr. 5 Inteligentní snímač teploty SD120

2.3 Inteligentní senzor průtoku

Elektronické průtokoměry, které obsahují ve vyhodnocovací jednotce mikroelektronické obvody, umožňují uplatnit nové koncepty zpracování výstupních signálů z převodníků.

Základní obecné funkce inteligentních průtokoměrů jsou shodné s popisem pro tlakoměry. Navíc se u průtokoměrů uplatňuje složitější vyhodnocování průtoku, kompenzace průtoku na vnější vlivy a na změny média, případně doplnění vyhodnocování o funkce výpočtů spotřeby tepla, dávkování apod.

Byl vybrán ultrazvukový průtokoměr od firmy Badger Meter Czech Republic s.r.o. řady Vantage UF4000, typ UF4600.

Řada Vantage UF4000 jsou ultrazvukové průtokoměry založené na měření doby průchodu signálu, které jsou určeny k přesnému a spolehlivému měření průtoku v případě zaplněného potrubí užitkové vody/odpadních vod a jiných kapalin se světlostí DN 25 až DN 3000.

Průtokoměr pracuje jako měřič založený na měření doby průchodu signálu. Vantage UF4000 generuje „impulzy“ ultrazvukové energie, které jsou vysílány a přijímány

piezoelektrickými snímači. Rychlost se přesně měří na základě rozdílu mezi dobou přenosu signálů ze snímačů před a za místem měření.

Vantage UF 4000 má zabudovaný 256 kB datalogger. Datalogger lze naprogramovat na různé časové intervaly.

V rámci UF 4000 lze nainstalovat modem pro telefonní linku nebo bezdrátový přenos dat do centrálního pracoviště. Vzhledem k tomu, že má Vantage dva zcela nezávislé komunikační porty (RS232 a RS485), může jeden modem zajistit data pro několik měřičů komunikujících sériově prostřednictvím sítě v místě měření, jako je např. Modbus.

Tab. 2 technické parametry snímače UF4600:

Typ snímače	UF4600
Napájecí napětí	80 – 240 VAC 50/60 Hz nebo 12 – 28 VDC, 350 mA
Příkon	300 mW
Světlost	DN 25 – DN 3000
Teplotní rozpětí	-34/+150 oC
Komunikační vlastnosti	Analogový 4-20 mA, izolováno, max. napětí 800 ohmů, detektor otevřených obvodů (2x s modelem UF 4600) Případný relé výstup zdarma (jen model UF 4600) RS 232 RS 485 opticky izolováno (3x s modelem UF 4600) Napěťový výstup 12 VDC/100 mA maximálně
Rozpětí průtoku	0,03 – 12 m/s
Přesnost čidla	±1 % aktuálního průtoku
Spořeba	12 wattů



Obr. 6 Inteligentní snímač průtoku UF4600

2.4 Inteligentní senzor barevnosti roztoků

Pro snímání barevnosti roztoků může být použit senzor od firmy Market-driven understanding of technology, typ HSCD16. Je to vysokorychlostní detektor umožňující přesně detekci barev v rychle rozdělovacích procesech.

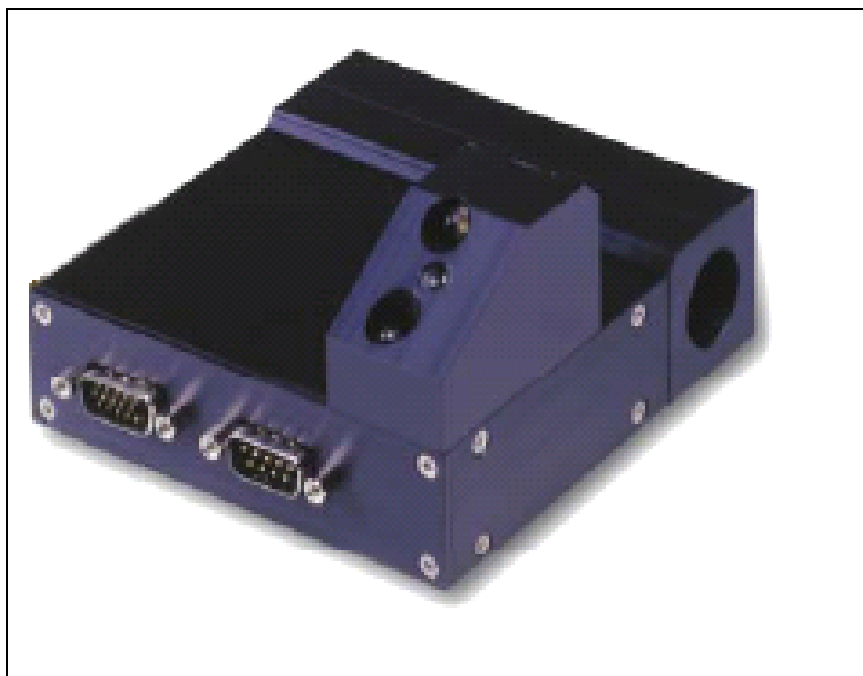
Senzor je možno naučit 16 barev. Detektor umožňuje detekci barev RGB. Detekci lze jednoduše spustit spouštěcím signálem nebo pomocí zabudovaného RS232 rozhraní z jakéhokoliv externího zařízení.

Vlastní proces detekce a hodnocení ve smyslu, jestli má danou barvu v paměti, je rychlý a přesný.

HSCD16 je možné využít například v medicíně při rozdělování vzorku krve nebo v jakémkoliv rozdělovacím a třídícím procesu založeném na detekci barev. (výroba, kontrola kvality atd.)

Tab. 3. technické parametry snímače HSCD16:

Typ snímače	HSCD16
Rozhraní vlnových délek	400 nm-750 nm
Barvy	az 16
Ohnisko	17,2 mm
Intenzita	14,2 mW
RYCHLOST Maximálního počtu měření	880za sekundu
Fázové rozhraní	RS232
Složení, Rozměry	2 moduly(součásti) modul senzoru/CPS modul (zdroj) Senzor 100x107x63 mm ai 430g Zdroj 104x104x30mm, asi 260 g
Zdroj(energie)	8-30V
Spotřeba energ.	4W



Obr. 7 Inteligentní snímač barevnosti roztoků HSCD16

2.5 Inteligentní aktuátor pro ovládání tlaku a podtlaku

V recyklační technologii je umístěno pět ventilů od firmy SIGMA Šumperk typu EVD 13.1 DN 15. pro ovládání tlaku a podtlaku.

K řízení může být použit inteligentní modul Adam 4056S od firmy Advantech v kombinaci s relé.

Adam 4056S je 12 kanálový izolovaný digitální výstupní modul. Obsahuje vestavěný mikroprocesor. Modul je dálkově ovládaný pomocí souboru jednoduchých příkazů vytvořených v ASCII formátu a přenášených v RS 485 protokolu. Modul umožňuje digitální komunikaci.

Izolované kanály pro digitální výstupy jsou navrženy pro využití v průmyslových podmínkách. Výstupy modulu mají otevřený kolektor pracující v rozmezí +5 VDC do +40 VDC. Modul podporuje oba protokoly ADAM ASCII i Modbus/RTU.

LED indikátory umožňují jednoduché čtení stavu přístroje.

Tab. 4. technické parametry aktuátoru ADAM-4056S:

Modul	ADAM-4056S
Počet výstupních kanálů	12
Digitální výstup	+5V - +40V, 200 mA
LED Indikátory	On , Off
Energetická spotřeba	0,6W
Podpora	Modbus/RTU protocol



Obr. 8 Aktuátor ADAM-4056S

Protože ADAM má na výstupu malé ovládací napětí (30V/200mA), které nedostačuje k ovládní ventilů ani topení, musíme ho zesílit a to pomocí relé. V tomto případě použijeme výrobek od firmy SCHRACK - pomocné 2-pólové PT relé pro spínací proud 12A. Relé je možno zapojit do patice a tu je možno umístit na DIN lištu.

Tab. 5. technické parametry 2-polové relé:

Relé	2-pólové
Typ kontaktů	jednoduché kontakty
Jmenovitý proud	12 A
Jmenovité napětí	250 V~
Maximální spínané napětí	440 V~
Jmenovitá vypínací schopnost	3000 VA
Maximální zapínací proud	24 A



Obr. 9 2-pólové PT relé v patici na DIN lište

2.6 Inteligentní aktuátor pro ovládání teploty

Ovládání topení, které udržuje požadovanou teplotu chromitého koláče při míchání, může být úplně stejné, jak v bodě 2.5.

Topení stačí ovládat jen diskrétně (zapnuto/vypnuto). Použitím aktuátoru ADAM-4056S se zachová inteligence a jednoduchost.

2.7 Inteligentní aktuátor pro ovládání průtoku

Průtok v technologickém procesu zajišťuje čerpadlo, proto pro ovládání této veličiny můžeme použít frekvenční měnič otáček motoru a to od firmy NORD, typ NORDAC vector mc SK 550/1FCT.

Je to měnič frekvence s napětovým meziobvodem a mikroprocesorovým řízením pro regulaci otáček asynchronních elektromotorů v rozsahu výkonu od 250 W do 2,2 kW. Měnič je možno mnohostranně řídit. Díky proudově-vektorové regulaci bez zpětné vazby (ISD-regulaci) může měnič na základě matematického modelu motoru vypočítat, jak se musí změnit výstupní napětí a frekvence, aby se zachovaly konstantní otáčky i při širokém spektru podmínek zátěže.

Tab. 6 technické parametry aktuátoru SK 550/1FCT:

Typ aktuátoru	SK 550/1FCT
Napájecí napětí	1 AC 220 ... 240 V
Výkon	0,55 kW
Teplota prostředí	0° - 50°C
Komunikační vlastnosti	RS 485 (sériově) RS 232 (doplňkově) Can Bus (doplňkově) Profibus DP (doplňkově)
Max. výstupní frekvence	400 Hz
Napájecí napětí	1 AC 230 V $\pm 15\%$, 47 až 63 Hz



Obr. 10 Frekvenční měnič NORDAC vector mc SK 550/1FCT

2.8 Inteligentní aktuátor pro ovládání otáček motoru

V technologickém procesu potřebujeme ovládat motor míchadla. K tomu můžeme použít frekvenční měnič otáček od firmy AUTOMATIONDIRECT, typ GS2-2-3P0.

Je to úsporný frekvenční měnič umožňující plynulé ovládání otáček elektromotoru. Standardní GS2-2-3P0 měnič má jeden analogový a šest programovatelných digitálních vstupů. Dále jeden analogový a dva programovatelné relé výstupy. Umožňuje dynamicky brzdit motor a má snímatelný číselník.

Měnič může být nakonfigurován zabudovanou digitální klávesnicí nebo standardním RS232/RS485 sériovým komunikačním portem. Standardní klávesnice umožňuje nakonfigurovat měnič, nastavit rychlost, spustit nebo zastavit měnič, přikázat (navolit) přední nebo zpětný směr rotace motorové hřídele a monitorovat specifické parametry v průběhu činnosti.

Tab. 7 technické parametry aktuátoru GS2-2-3P0:

Typ aktuátoru	GS2-2-3P0
Napájecí napětí	200/208/220/230/240VAC $\pm 10\%$, 50/60Hz $\pm 5\%$
Výkon	2.2 kW
Teplota prostředí	-20° to 60°C
Komunikační vlastnosti	RS232/485 MODBUS komunikace Ethernet Případný relé výstup zdarma
Nosná frekvence	1-12 kHz
Napájecí napětí	200/208/220/230/240VAC $\pm 10\%$, 50/60Hz $\pm 5\%$



Obr. 11 Frekvenční měnič GS2-2-3P0:

3 PROPOJENÍ SENZORŮ S ŘÍDÍCÍM POČÍTAČEM

Celý technologický proces bude řízen z jednoho stanoviště, které je tvořeno průmyslovým počítačem Advantech PPC-L126T-R70 (dále jen PC). Ten je vybaven čtyřmi sériovými porty COM1-COM4. Inteligentní senzory byly vybrány tak, aby mohly komunikovat buď přes rozhraní RS 232 nebo RS 485.

Rozhraní RS232C je prostředkem pro propojení počítače třídy PC s jiným počítačem nebo zařízením s obousměrnou komunikací. Jeho evropskou obdobou je sériové rozhraní V.24 provozované s elektrickými parametry podle doporučení V.28.

Datový spoj se skládá z koncových zařízení přenosu dat (KZD). Stanice si navzájem vyměňují data pomocí datového okruhu, který je tvořen přenosovým okruhem se dvěma ukončujícími zařízeními přenosu dat (UZD). Pro velmi malé vzdálenosti (do 15m) lze datový okruh vynechat a obě koncová zařízení spojit přímo (nulový modem).

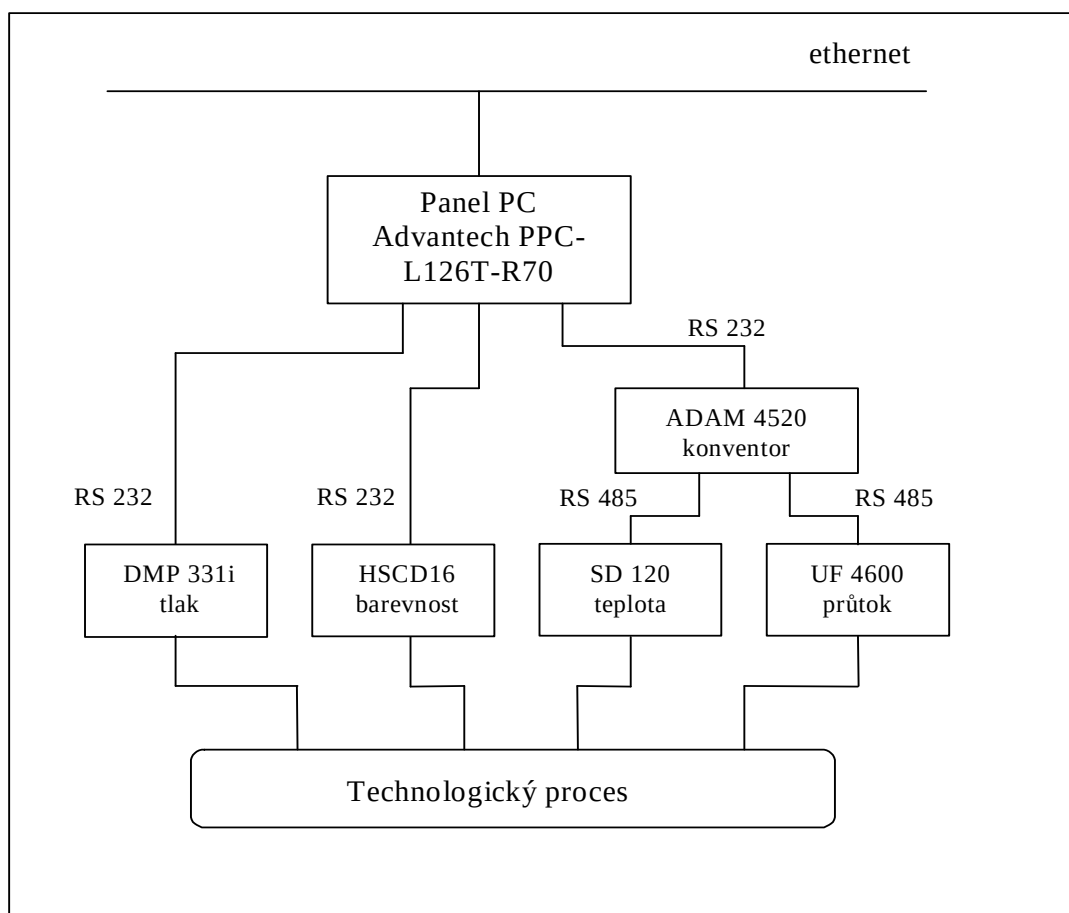
Rozhraní používá pro propojení konektor CANNON s 25 špičkami, v modifikaci CANNON s 9 špičkami. Koncové zařízení KZD má konektor se špičkami, ukončující zařízení UZD konektor s dutinkami.

Všechny požité senzory a aktuátory s rozhraním RS 232 jsou spojené přímo bez UZD.

Nevýhodou je jeho omezený rozsah 15m a přenosová rychlost do 20 kbit/s. RS 232 se zapojuje přímo do portu COM. Pro naše účely je toto zapojení naprosto dostačující a vyhovující.

Standard RS 485 je určen pro přenos dat na větší vzdálenosti, až 1600 m. Nejde ale spojit přímo s řídicím počítačem, musí být použit převodník na standard RS 232.

Na obr. 12 vidíme blokově zapojení senzorů.. Senzor tlaku (DMP 331i) a senzor barevnosti roztoků (HSCD16) používají rozhraní RS 232 a jsou zapojeny přímo do COM1, resp. COM2. U senzoru teploty (SD 120) a průtoku (UF 4600) je použit standart RS 485, proto je nejdříve vedeme do konvertoru ADAM 4520, který nám převede signál do standardu RS 232, ten pak vedeme do portu COM3



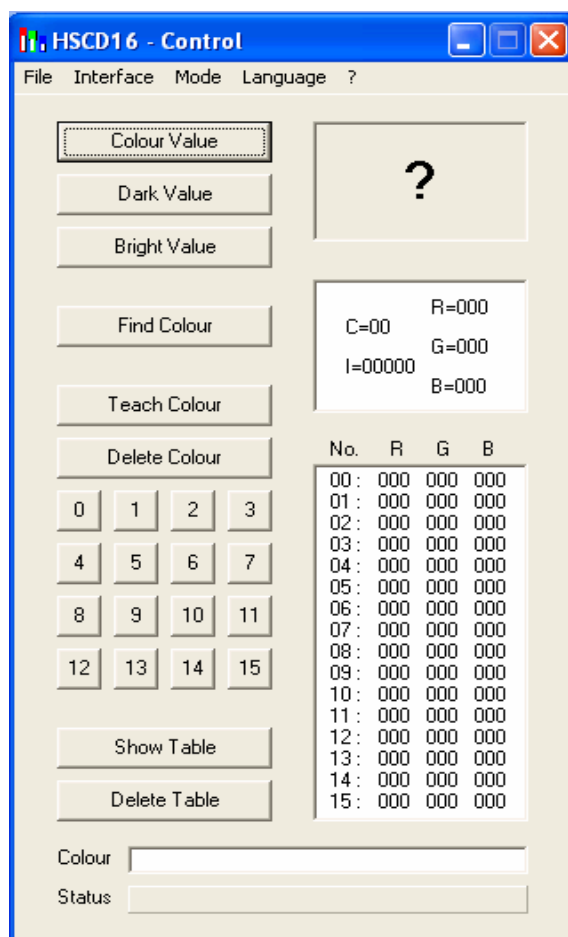
Obr. 12 Schéma zapojení inteligentních senzorů.

4 PRAKTICKÁ A EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4.1 Nastavení senzoru HSCD16

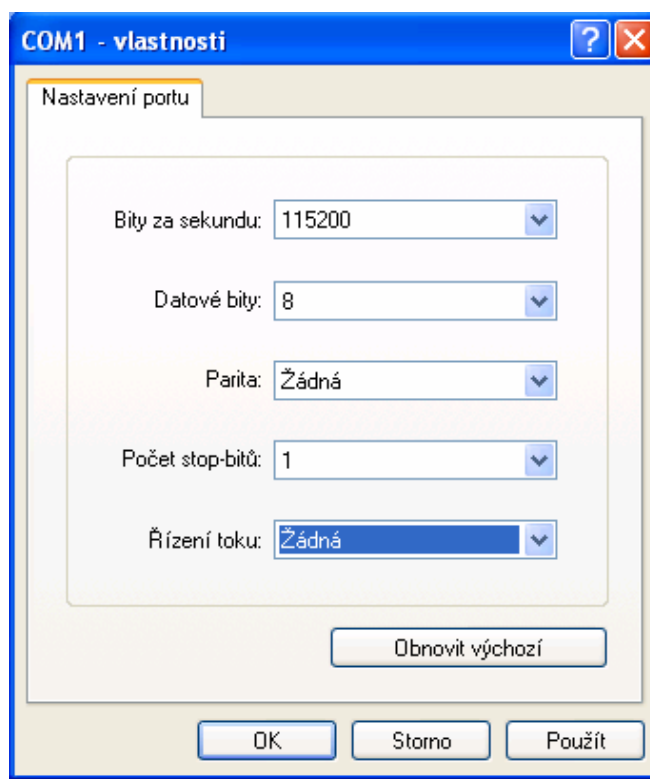
Senzor má standardní 9-Pin výstup RS232, který se zapojí přímo do portu COM1/COM2 řídicího počítače. Zde můžeme použít dva způsoby nastavení a tím i ovládání senzoru.

1. Můžeme použít program dodávaný výrobcem HSCD16-Control (obr.13), ve kterém pouze nastavíme komunikační rozhraní, COM1 nebo COM2.



Obr. 13 HSCD16 Control

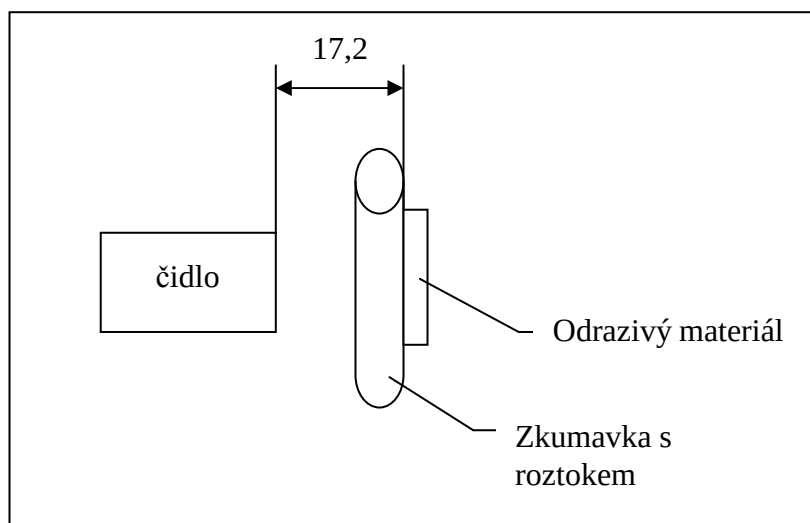
2. Nastavíme senzor přes Microsoft HyperTerminál a to s parametry, jaké můžeme vidět na obr. 14.



Obr. 14 Nastavení portu

Senzor musí být správně umístěn a nainstalován přímo v technologickém procesu. Závisí na tom jeho přesnost měření.

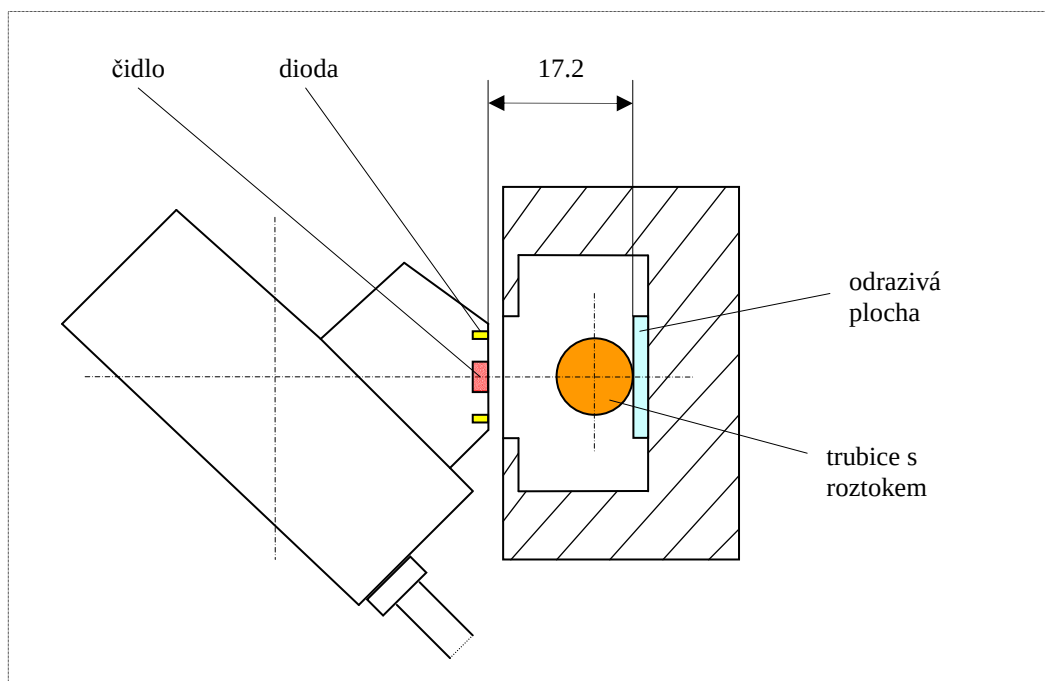
Senzor je možno uchytit na tyč o větším průměru jak 1 cm. Senzor musí být nastaven tak, aby čidlo bylo 17,2 mm vzdálené od snímaného předmětu. Vedle čidla jsou umístěny dvě diody, které v dané vzdálenosti optimálně osvětlují snímaný předmět/roztok. Osvětlená plocha má tvar kružnice o poloměru 1 cm. Čidlo snímá barvu na základě porovnávání navolené nulové a maximální hodnoty intenzity světla. Max. hodnota je 100% odraženého světla od předmětu do čidla. Z tohoto důvodu předměty, které jsou průsvitné (kapaliny), čidlo nedokáže změřit. Proto musíme za měřenou vzdálenost umístit odrazivý materiál, nejlépe hned za vzdálenost 17,2 mm (obr.15). Čidlo musí být také přesně nastaveno horizontálně a vertikálně vůči zkumavce, popř. trubici s roztokem. (obr.16)



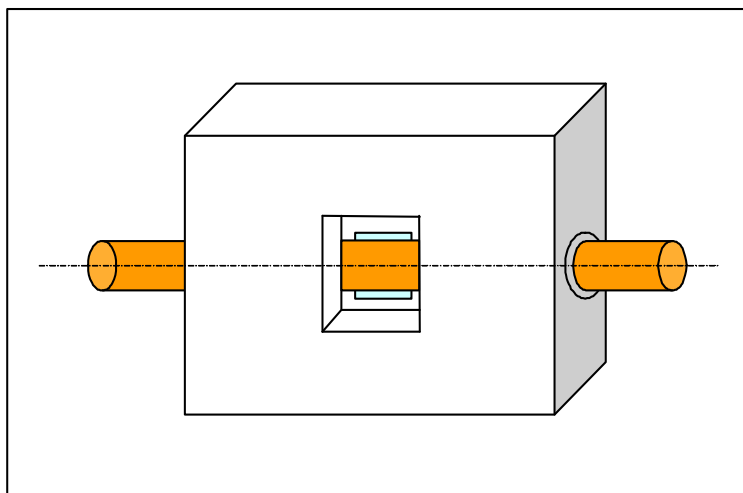
Obr. 15 Náskres umístění čidla k pozorovanému objektu:

Měřený roztok musí v místě měření protékat čirou trubicí, aby byla zajištěna pokud možno 100% průchodnost světla.

Trubici je možné uchytit v krabičce podle náčrtu na obr.16. Čidlo senzoru je zde umístěno těsně u otvoru tak, aby jeho diody osvětlovaly jen měřený roztok, který bude celý v tmavém prostoru. Tím zajistíme konstantní podmínky měření.



Obr. 16 Návrh uchycení a nastavení vůči měřenému objektu



Obr. 17 Přední pohled na umístění trubice v krabici

4.2 Funkce senzoru HSCD16

Pokud je senzor správně nastaven, můžeme s ním začít měřit za pomoci několika funkcí, které senzor má. V mikropočítači senzoru jsou zabudovány příkazy, které pomocí software vyvoláváme. Příkazy jsou vyvolávány velkými písmeny. Po zadání zvolené funkce senzor vykoná požadovaný příkaz a vypíše na obrazovku zjištěné údaje. Barvu zapisuje v RGB složce, popř. přidává informaci např. o uložení dané barvy do paměti.

Funkce:

- Dark value ‘D’ = zjistí hodnotu 0 intenzity, prakticky je to černá barva a zapamatuje si ji. RGB hodnoty se pohybují kolem 0.
- Bright value ‘B’ = zjistí hodnotu max. intenzity, bílá barva, popř. odrazivý materiál. RGB hodnoty se pohybují kolem 999
- Color value ‘G’ = zjistí hodnotu barvy RGB.
Color value=Bright value – Dark value
- Teach colour ‘T?’ = zjistí barvu a zapamatuje si ji. Za otazník se píše hodnota 0-15. na monitoru je číslo zaznamenané pod parametrem C.
- Delete colour ‘L?’ = vymaže barvu z paměti. Za otazník se píše hodnota 0-15
- Find colour ‘F’ = zjistí barvu, pokud je barva uložená v paměti přístroje, zobrazí ji pomocí parametru C.
- Show table ‘S’ = vypíše na monitor údaje o všech 16 uložených barvách

- Delete table 'Ky' = vymaže všechny hodnoty.

Dále senzor umožňuje periodické snímání měřeného objektu a to o rychlosti 10, 100, 1000ms.

4.3 Programová podpora senzoru

Pro senzor byla vytvořena a odzkoušena aplikace v programu Control Web 2000 (dále jen CW)

CW je univerzální nástroj pro vývoj a nasazování vizualizačních a řídicích aplikací, aplikací sběru, ukládání a vyhodnocování dat, aplikací rozhraní člověk-stroj. Objektově-orientovaná komponentová architektura zajišťuje aplikacím systému CW nejširší rozsah nasazení od prostých časově nenáročných vizualizací až po řídicí aplikace reálného času.

CW se může použít v systémech od jaderných elektráren a celopodnikových vizualizačních systémů až po přímé řízení strojů. Jednoduché vizualizace dokazují velmi široké možnosti této architektury. Zachováním vzestupné kompatibility zároveň chrání investice do existujících aplikací, vzdělání a know-how.

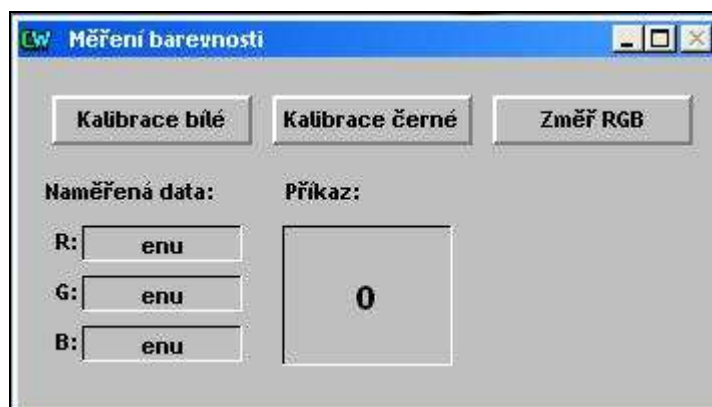
Program, který byl v CW vytvořen se jmenuje: Měření barevosti.

Je to základní aplikace, která umí kalibrovat bílou a černou barvu, změřit RGB hodnotu pozorovaného objektu a jednotlivé složky barvy vypíše. Dále zobrazuje právě provedený příkaz.

Aplikace funguje tak, že jednotlivá tlačítka mají nadefinovaný příkaz, který je po jejich stisknutí vyslán do senzoru a to nejmenším čase 0.1s. Mikroprocesor senzoru příkaz provede a zpět pošle naměřená data, která se zobrazí v poli „Naměřená data“. Zároveň jsou tlačítka propojeny s okýnkem „Příkaz“, ve kterém se zobrazí, právě provedená funkce.

V programu musí být nastaven ovladač, který zajišťuje komunikaci mezi ním a senzorem. V našem případě umožňuje přijímat a vysílat textové řetězce přes sériové rozhraní počítače. Jméno souboru ovladače je *ascdrv.dll*.

Samotný program je uložen v příloze na CD a následující dva obrázky nám ukazují program těsně po spuštění (obr.18). Kdy hodnota enu v naměřených datech je jen inicializace programu. A druhý (obr.19) už zobrazuje senzor v činnosti.



Obr. 18 Program Měření barevnosti po spuštění



Obr. 19 Program Měření barevnosti v činnosti

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zpracovat téma inteligentních senzorů a aktuátorů, vyhledat vhodné typy a navrhnout způsob propojení senzorů s řídicím počítačem. V praxi pak odzkoušet inteligentní senzor barevnosti a navrhnout jeho zapojení v laboratoři mokrých procesů na pracovišti „Recyklace“

První teoretická část se zabývá popisem senzorů a aktuátorů. Zjišťujeme co to senzor a aktuátor je, z čeho se skládá, jak funguje a pro jaká měření popř. ovládání je můžeme použít. Dále se dozvíme, že intelligence u těchto zařízení znamená integrovaný mikroprocesor se sadou instrukcí, funkcí a schopnost komunikace přes rozhraní např. RS 232 přímo s řídicím počítačem. Za pomoci něj pak můžeme dané zařízení ovládat přímým vysláním příkazu, což je jejich největší výhoda. Další předností tu pak je velikost senzoru. Většinou to bývá jen samotný senzor přímo spojený s IPC nebo má oddělené čidlo od mikroprocesoru. Celkově je ale toto uspořádání několikanásobně menší, než konstrukce klasických senzorů, hlavně jejich zapojení. Mají ale i své nevýhody, jednou je mnohonásobně vyšší cena. Díky ní jsou senzory omezené na menší pracoviště, kde se tato investice vyplatí, např. laboratoře, letectví a také se dnes hodně integrují do nových automobilů. Další značná nevýhoda je jejich bezpečnost v provozu. Když přestane fungovat řídicí počítač, přestanou veškeré inteligentní prvky na něj napojené v činnosti, což si nemohou velké provozy dovolit a proto je při klasické výrobě nepoužívají.

V další části práce jsou vybrané vhodné inteligentní senzory a aktuátory tak, aby je bylo možno použít na daném pracovišti. Je zde vypracován návrh zapojení senzorů, kde je jasně vidět výhoda přímého spojení prvků s IPC.

V poslední části se práce věnuje popisu inteligentního senzoru barevnosti roztoků, způsobu jeho nastavení, funkcí a jeho programovou podporu. Dozvíme se, že senzor dokáže velmi rychle snímat určené předměty. 16 si jich může pak pamatovat. Senzor je ovšem velice citlivý na jakékoliv změny světla a musí být proto velmi dobře nastaven jak v ose

vertikální, tak v ose horizontální a musí být dodržena přesná vzdálenost čidla senzoru od snímaného objektu, což je 17,2 mm.

Dále byl vytvořen program za pomoci software CW, který umožňuje senzor ovládat s PC. Senzor je tím pádem použitelný buď jen jako čistý snímač na rozeznání barvy, ale může být použit i jako třídící aparát, kdy rozeznává barvy uložené v paměti nebo jako spouštěč, popř. ukončovač procesu, kdy kontroluje barvu kapaliny.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Monografické publikace:

- [1] HRUŠKA, F.: Technické prostředky automatizace III: senzory, jejich principy a funkce, UTB ve Zlíně, 2002, ISBN 80-7318-053-7.
- [2] HRUŠKA, F.: Technické prostředky automatizace IV: snímače, převodníky, regulátory, průmyslová výpočetní technika, ovládací jednotky, UTB ve Zlíně, 2001, ISBN 80-7318-026-X.
- [3] Phan Manh Thang: Modelování recyklačních procesů v koželužské technologii s cílem jejich automatického řízení. Disertační práce FT UTB Zlín, 2003.
- [4] POKORNÝ, P.: Problematika řízení při hydrolyzačním zpracování bílkovinných druhotných surovin. Disertační práce FT UTB Zlín, 2003.
- [5] HUSTÁK, P.: Počítačové řízení rotační odparky, Diplomová práce VUT Brno, FT Zlín, 1999.

Příspěvek ve sborníku

- [6] SMUTNÝ, L.: Nové trendy v distribuovaných systémech řízení. In Sborník referátů XX. Seminář ASŘ '97 "Počítače v měření, diagnostice a řízení, mechatronika". Ostrava : KAKI, 1997. s. 41/1-7. ISBN 80-02-01153-8.

WWW stránka - elektronická monografie

- [7] Inteligentní senzory: Ing. Soňa Orlíková, dostupný z WWW: <http://www.spseroznov.cz/persp03.php3>

WWW stránka – výrobci

- [8] DMP 331i/333i senzor tlaku, z WWW stránek výrobce BHV , <http://www.bhvsenzory.cz>
- [9] SD 120 senzor teploty, z WWW stránek výrobce SENSIT HOLDING s.r.o., <http://www.sensit.cz/>
- [10] UF 4600 senzor průtoku, z WWW stránek výrobce Badger Meter Czech Republic s.r.o, <http://www.badgermeter.cz/>
- [11] HSCD16 senzor barevnosti, z WWW stránek výrobce Market-driven understanding of technology, www.mut-gmbh.de

- [12] ADAM 4056S aktuátor pro tlak a teplotu, z WWW stránek výrobce Advantech, <http://www.advantech.com/>
- [13] 2-pólové PT relé, z WWW stránek výrobce SCHRACK, <http://www.schrack.cz/czhome.htm>
- [14] vector mc SK 550/1FCT frekvenční měnič, z WWW stránek výrobce NORDAC <http://www.nord.com/main/index.cfm>
- [15] GS2-2-3P0 frekvenční měnič, z WWW stránek výrobce AUTOMATIONDIRECT <http://web6.automationdirect.com/adc/Home/Home>
- [16] Manuál k programu Control Web 2000

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SS smart senzor

PLC programovatelný automat

IPC průmyslový počítač

PC osobní počítač

CW Control Web 2000

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Schéma měřicího řetězce	6
Obr. 2. Schéma inteligentního senzoru s číslicovým nebo kombinovaným analogovým i číslicovým výstupem (např. protokol HART)	9
Obr. 3. Blokové schéma ovládacího členu.....	12
Obr. 4 Inteligentní snímač DMP 331i.....	17
Obr. 5 Inteligentní snímač teploty SD120	19
Obr. 6 Inteligentní snímač průtoku UF4600	21
Obr. 7 Inteligentní snímač barevnosti roztoků HSCD16.....	22
Obr. 8 Aktuátor ADAM-4056S	24
Obr. 9 2-pólové PT relé v patici na DIN lište	25
Obr. 10 Frekvenční měnič NORDAC vector mc SK 550/1FCT	26
Obr. 11 Frekvenční měnič GS2-2-3P0:	27
Obr. 12 Schéma zapojení inteligentních senzorů.....	29
Obr. 13 HSCD16 Control	30
Obr. 14 Nastavení portu.....	31
Obr. 15 Náskres umístění čidla k pozorovanému objektu:.....	32
Obr. 16 Návrh uchycení a nastavení vůči měřenému objektu	32
Obr. 17 Přední pohled na umístění trubice v krabici.....	33
Obr. 18 Program Měření barevnosti po spuštění	35
Obr. 19 Program Měření barevnosti v činnosti.....	35

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. technické parametry snímače SD120:.....	18
Tab. 2 technické parametry snímače UF4600:.....	20
Tab. 3. technické parametry snímače HSCD16:	22
Tab. 4. technické parametry aktuátoru ADAM-4056S:	23
Tab. 5. technické parametry 2-polové relé:.....	24
Tab. 6 technické parametry aktuátoru SK 550/1FCT:	26
Tab. 7 technické parametry aktuátoru GS2-2-3P0:.....	27

SEZNAM PŘÍLOH

P 1 : Na přiloženém CD je program vytvořený v CW: Měření barevnosti.