

Vizualizace bublinkového průtokoměru

Petr Pavlíček

Diplomová práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Institut řízení procesů a aplikované informatiky

Vložit oficiální zadání diplomové práce

Děkuji tímto vedoucímu mé diplomové práce Mgr. Milanu Adámkovi, Ph.D. za odborné vedení, zapůjčení materiálů k vypracování, cenné rady a připomínky v průběhu jejího řešení.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího diplomové práce, ředitele ústavu a institutu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

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

Ve Zlíně, 07. 06. 2005

.....

podpis diplomanta

RESUMÉ

Úkolem této práce je vylepšit původní zařízení pro sledování, měření a archivaci anaerobního procesu. Toto nové zařízení nahradí původní a s jeho pomocí bude sledování průběhu procesu a další zpracování výsledků měření mnohem jednodušší a přesnější, protože původní výstup – liniový zapisovač, nahradí moderní zařízení – PC, na kterém bude možné průběh sledovat a mít přehled o okamžitých hodnotách a dále tyto hodnoty po archivaci pohodlně zpracovávat. V budoucnu se počítá s dalším využíváním vylepšeného zařízení, při zkoumání anaerobních procesů.

SUMMARY

The main purpose of this thesis is improved old device for studying, measuring and recording anaerobic process. This new device replaces original and with its helps recording and processing results will be easier and stricter. Original output - linear recorder changes modern device - PC. There will be possible track immediate results and these results evaluate comfortably. This device will be used for otherre search anaerobic processing in the future.

OBSAH

ÚVOD	6
1 STUDIJNÍ A TEORETICKÁ ČÁST	7
1.1 VIZUALIZACE TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ	7
1.1.1 Pojem vizualizace.	7
1.1.2 Tvorba vizualizace.....	8
1.1.3 Možnosti vizualizace.....	8
1.1.4 Vizualizační software.....	9
1.1.5 Vizualizace a internet.....	10
1.2 SCADA/HMI SYSTÉMY	10
1.2.1 Všeobecný rozbor problematiky	10
1.2.2 Pravidla návrhu HMI	12
1.3 CONTROL WEB 2000	14
1.3.1 Program Control Web 2000	14
1.3.2 Control Web a reálný čas	15
1.3.3 Dvojcestné programování.....	15
1.3.4 Tvorba aplikace v prostředí Control Webu	16
1.3.5 Popis funkcí Control Webu	20
2 STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	25
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	26
3.1 ANAEROBNÍ ROZKLAD A MĚŘICÍ APARATURA.....	26
3.1.1 Anaerobní rozklad.....	26
3.1.2 Popis aparatury pro anaerobní rozklad	28
3.2 ČÍTAČ BUBLINEK.....	29
3.2.1 Popis modulu pro čítání počtu bublinek a jejich zobrazení pomocí sedmisegmentových displejů	29
3.2.2 Popis funkce D/A převodníku.....	31
3.3 PŘIPOJENÍ ČÍTAČE BUBLIN K PC	32
3.3.1 Měřicí technologická karta PCL 812PG	32
3.3.2 Instalace a použití obslužného softwaru karty PCL 812PG	35
3.4 INOVACE STÁVAJÍCÍHO MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ	37
3.4.1 Měření teploty v reaktoru pomocí Pt100.....	37
3.4.2 Čítání počtu bublin	39
3.4.3 Nový D/A převodník do bublinkoměru	40
3.5 VIZUALIZACE ANAEROBNIHO ROZKLADU.....	41
3.5.1 Struktura programu	41
3.5.2 Ovládání.....	41
3.5.3 Archivace	43
3.6 OVĚŘENÍ VIZUALIZACE ANAEROBNÍHO ROZKLADU V LABORATORNÍCH PODMÍNKÁCH	44
3.7 ADRESÁŘOVÁ STRUKTURA PROGRAMU	47
DISKUZE VÝSLEDKŮ.....	48
ZÁVĚR.....	49
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	51
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	52
SEZNAM PŘÍLOH.....	53

ÚVOD

Tato práce se zabývá využitím počítačů k vizualizaci, měření a archivaci naměřených dat při zkoumání anaerobních procesů a zaměřuje se na vylepšení stávajícího zařízení. Díky využití počítačů a vizualizačního softwaru se zkoumání značně ulehčuje.

V této práci je popsán hlavně český systém Control Web a jeho použití při vizualizaci a měření ve spojení s aparaturou pro anaerobní rozklad.

Systém je tvořen aparaturou pro anaerobní rozklad, která je opatřena snímacími senzory a dále vstupně/výstupní kartou, která je vložena do klasického PC. Tato karta spolupracuje se systémem Control Web a díky tomu lze jednoduše snímat a archivovat měřená data do počítače a dále je zpracovávat, což ulehčuje vyhodnocování výsledků při zkoumání anaerobních procesů.

Práce se zabývá pouze vizualizací anaerobního procesu a vylepšením stávajícího zařízení, proto je na konci experimentální části uveden pouze příklad jednoduchého vyhodnocení naměřených hodnot při ověřování funkčnosti zařízení.

1 STUDIJNÍ A TEORETICKÁ ČÁST

1.1 VIZUALIZACE TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ

1.1.1 Pojem vizualizace.

Vizualizace je nástroj, jak přehledně zpřístupnit údaje z řízeného procesu. Druh řízeného procesu zde nehraje žádnou roli. Podle složitosti řízeného procesu se používají různé programové nástroje pro tvorbu vizualizačních aplikací. Vizualizace slouží v jednodušších případech jako nástroj pro občasné nahlédnutí do procesu (technologie), vizualizace je pouze jednou z aplikací na počítači určenému k všeobecnému použití, a v případech nejsložitějších k vybudování celých operátorských pracovišť. Vizualizace je program běžící většinou na počítači PC a to buď v kancelářském provedení nebo průmyslovém.

Průmyslové PC je bezpečněji a kvalitněji “zabalený” počítač sestavený z komponent vyhovujících podmínkám pro nasazení v průmyslu. Někdy se k vizualizaci používají inteligentní panely s barevným LCD displejem. Obrazovka počítače poskytuje obsluhu na relativně malé ploše soubor informací o stavu řízeného procesu ve velmi názorné formě. Na rozdíl od klasických ovládacích panelů jsou informace soustředěny v zorném poli obsluhy. Vhodným uspořádáním lze zajistit, aby obsluha měla k dispozici jen ty informace, které jsou právě aktuální.

Většina vizualizačních programů pracuje pod operačními systémy společnosti Microsoft Corporation, neboť se jedná o nejrozšířenější operační systémy. Jsou to MS-DOS, Winows 3.1, Windows 95(98), Windows NT, Windows XP. Typická aplikace vypadá následovně. Řízení procesu zajišťují mikropočítače, dnes nejvíce programovatelné automaty (PLC - Programmable Logic Controller), a k nim je přes komunikační rozhraní připojen jeden nebo více počítačů PC, na kterých běží vizualizace. Za nejjednodušší vizualizaci lze považovat zobrazení textu popisujícího parametr a hodnotu parametru. To je základní způsob zpřístupnění údajů z procesu. Od této podoby vizualizace se přidáním a zlepšováním grafiky, vybavením vizualizace analytickými a statistickými nástroji, zdokonalením její komunikace v sítích či s jinými programy a až dokonce přidáním animací, dostaneme ke dnešním rozsáhlým vizualizačním systémům schopným řídit výrobu závodu.

Kromě samotného řízení provádějí průmyslové počítače širokou škálu činností souvisejících s řízeným procesem. Jsou to evidenční úlohy, provozní diagnostika a další [1].

1.1.2 Tvorba vizualizace.

Vizualizaci lze vytvořit dvěma způsoby, tj. napsáním vlastního programu nebo použitím vizualizačního softwaru. Samotný program je většinou napsán některým ze standardních programovacích jazyků (např. nějaké podobě jazyka C).

Vizualizační software je balík programů, který tvůrce aplikace zbavuje nutnosti konstrukce jádra vizualizace a umožňuje mu soustředit se na tvorbu aplikace z hlediska praktického a užitkového. Samotná aplikace, nebo-li to, jak bude program ve výsledku vypadat na obrazovce, vzniká ve vývojovém prostředí vizualizačního software. Po úplném zhotovení je aplikace instalována na počítač určený k vizualizaci a běží v prostředí určenému k běhu aplikace tzv. Run-time modulu. Vizualizační software se dělí na otevřený a uzavřený. Uzavřený software je určen k jednoúčelovému použití s možností připojení na vyhrazená zařízení. Otevřený software umožňuje při dodržení pravidel napojit vizualizaci na libovolné zařízení. Prakticky všechny vizualizační software jsou otevřené. Vzhledem k dnešní propracovanosti vizualizačního software a levným kapacitám hardware je tvorba vlastního vizualizačního programu neekonomická [1].

1.1.3 Možnosti vizualizace.

Veškerá část vizualizačních aplikací pracuje v dnešní době pod OS Windows nebo má vytvořenu vlastní metodu pro práci s okny. Okna slouží k zobrazení údaje z různých částí řízeného procesu, což nám umožňuje vytvořit si celkový pohled o řízeném procesu nebo detailní pohled na některou z částí procesu.

Vzhled vizualizace odpovídá dnešním možnostem výpočetní techniky. Je využito počítačové grafiky k přehlednému zobrazení řízeného procesu a animací ke znázornění toho, co se v procesu děje. Naměřená data jsou ukládána na pevný disk k pozdějšímu zpracování. Vizualizační aplikace si většinou umí pomocí standardních mechanismů vyměňovat data s jinými aplikacemi, takže lze přenášena data do počítače využít i v jiných aplikacích [1].

1.1.4 Vizualizační software

V současné době se na českém trhu vyskytuje nepřehledné množství vizualizačního softwaru, jak domácí, tak zahraniční produkce.

Zahraniční produkce zahrnuje vysoce propracované produkty, jejichž kapacita nasazení sahá až do rozsáhlých vizualizačních systémů pro řízení závodu. Tomu ovšem odpovídá i cena. Naproti tomu české produkty jsou sice poměrně chudší v možnostech, ale cenově řádově levnější [1].

Řídicí a vizualizační produkty jsou zpravidla bohatě vybaveny různými funkcemi a možnostmi. Mezi ty základní patří např.:

- a) sledování technologického procesu s grafickým zobrazením měřených veličin v reálném čase
- b) archivace veličin do protokolu, případně s využitím databází
- c) sledování trendu veličin
- d) sledování chybových stavů (alarmů)
- e) nastavování žádaných hodnot a ovládání technologického procesu
- f) vzdálená vizualizace pomocí protokolu TCP/IP a formátu HTML.

Obvykle bývají tyto produkty dodávány ve dvou provedeních:

- a) vývojová verze: pro tvorbu aplikací
- b) runtime verze: pro spouštění již vytvořených aplikací bez možnosti zásahu do jejich kódu.

Další vlastností bývá otevřenost komponentové architektury těchto systémů. To znamená, že množina virtuálních přístrojů není uzavřena a pevně vložena do systému a lze tedy nasazovat vlastní přístroje, které nejlépe zachycují daný technologický proces [4].

1.1.5 Vizualizace a internet

S rozrůstáním světové sítě Internet se zvětšují možnosti pro její využití. Vizualizační programy již pracují a podporují protokoly používané v síti Internet a jak se zvětšují možnosti pevných linek a GSM telefonů pro připojení počítače do sítě Internet, lze v budoucnu očekávat, že vizualizační aplikace pak bude moci být prohlížena z libovolného místa na světě, které je připojeno do sítě Internet.

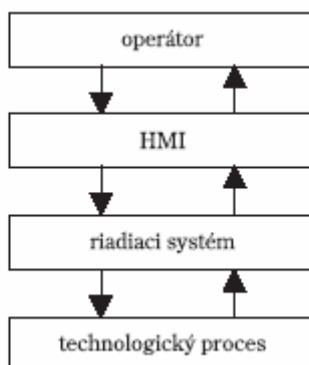
Šéf podniku nebo správce objektu si pak budou moci z kterékoliv části zeměkoule, vyjma těch které nejsou vybaveny stanicemi PC s připojením na Internet nebo pokryta signálem GSM, sledovat stav důležitých údajů. S tím musí být ruku v ruce řešena bezpečnost na síti Internet, aby nemohlo dojít k neoprávněnému zásahu do aplikace, ale to už je jiná kapitola [1].

1.2 SCADA/HMI SYSTÉMY

1.2.1 Všeobecný rozbor problematiky

Vizualizace a řízení technologických procesů je v dnešní době podporována již při projektování systémů řízení. Produkty umožňující rychlý a efektivní vývoj aplikací nazýváme **SCADA/HMI** (Supervisory Control and Data Acquisition/Human-Machine Interface – supervizorové řízení, sběr dat/rozhraní člověk-stroj). SCADA označuje programové a vývojové prostředí používané při návrhu programu. Zpravidla se jedná o vytvoření rozsáhlého, výkonného, bezchybného a uživatelsky přívětivého programu. Funkce HMI umožňuje realizovat ovládací, monitorovací a kontrolní funkce prostřednictvím hierarchicky uspořádaných obrazovek, ovládacích prvků, grafů, alarmových hlášení, atd. [4].

Technické a programové vybavení tvořící rozhraní člověk – stroj často činí až 50 % nákladů na řídicí systém jako celek. Přesto se tyto investice mohou mnohonásobně vrátit spolehlivostí a bezpečností správně navrhnutého systému řízení. Jak naznačuje název, cílem uživatelského rozhraní je ulehčit výměnu informací mezi člověkem a strojem, který chceme řídit. Z toho vyplývá i umístění systémů v řídicích strukturách mezi operátorem a řídicím systémem [7].



Obr. 1 Struktura řízení

Programové systémy SCADA/HMI mají určité společné rysy a to bez ohledu na operační systém pod kterým pracují. Jedná se zpravidla o následující:

- a) objektově orientované vývojové prostředí
- b) vyznačují se vysokým uživatelským komfortem a snadnou modifikovatelností výsledné aplikace
- c) výsledný spustitelný programový modul je optimalizován funkčně, rychlostně, objemově i spolehlivě
- d) mohou využívat prostředí hostitelského operačního systému pro některé funkce (tisk).
- e) při vytváření a ladění aplikace umožňují přechod z vývojového prostředí do runtime režimu a zpět
- f) podporují práci v počítačových sítích heterogenní struktury
- g) využívají hardwarové i softwarové struktury klient - server, pomocí které dovolují definovat uživatele a jejich omezení v systému, zálohování dat i spouštění aplikací na více operátorských stanicích. [4].

Vývojové prostředí SCADA umožňuje naprogramovat všechny úlohy a to:

- a) zobrazení stavu a průběhu ve formě technologických schémat na obrazovkách IPC nebo PC v různých úrovních a rozsazích
- b) všechny úrovně regulace a řízení výrobních i nevýrobních procesů (od jednoduchých algoritmů dvoupolohové regulace až po adaptivní nebo optimální řízení)
- c) řízení výrobních strojů

- d) simulace a on-line predikce pro rozhodovací procesy
- e) sběr měřených a snímaných dat, jejich předzpracování a distribuce všem uživatelům
- f) analýza dat a jejich vyhodnocení na informace
- g) tisk a registrace informací, protokolů
- h) archivace informací, uložení do datových skladů
- i) automatizace laboratorních zkoušek
- j) specifikace funkce např. vyhodnocení analytické chemie, ekonomická analýza.

Výše uvedené naprogramované úlohy lze distribuovat do jednotlivých jednotek podsystému centrálních jednotek s určením konkrétního typu komunikace a druhu techniky, napojení V/V apod.

Na našem trhu se rovněž vyskytuje celá řada programových systémů SCADA/HMI, které podporují obě hlavní funkce, tj. řízení technologických procesů a vizualizaci. Většinou se jedná o systémy pracující v operačním systému UNIX, Windows, MS-DOS:

- a) InTouch
- b) ControlWeb
- c) HP VEE

Programy, které mají pouze podporu generování řídicích algoritmů (funkce SCADA) jsou např. programový systém:

- a) TREND Accord
- b) Control Panel
- c) PROMOTIC

Tyto programy pracují pod operačním systémem MS-DOS a jsou nasazovány spíše na úlohy menšího a středního rozsahu, tj. řádově desítky analogových vstupních a výstupních signálů, případně stovky diskretních signálů [4].

1.2.2 Pravidla návrhu HMI

Designér řídicího systému musí definovat podobu, jakou budou prezentované informace na řídicích terminálech a panelech, a to i formu zpracování řídicích příkazů. Musí

se ujistit, že výstupní informace budou snadno pochopitelné a srozumitelné i ve složitých situacích, které mohou nastat a uživatel může udělat správné funkční rozhodnutí.

Třemi ergonomickými faktory technického vybavení, které mají vliv na vnímání informací uživatelem, jsou:

- a) **vjemové možnosti** – jsou dané fyzickými možnostmi technického vybavení. U terminálové obrazovky nás zajímají faktory jako jas, antireflexní možnosti obrazovky, barevný kontrast, velikost písma apod.
- b) **struktura prezentovaných informací** – pomáhá uživateli zaměřit svou pozornost na problémy a jejich řešení, a ne na to, kde a jak se má dostat k informacím
- c) **kódování informací** – je cesta přenášení informací pomocí symbolu a instrukcí. Kódování zpráv je poměrně jednoduchou metodou přenášení i většího množství dat, když určitému symbolu přiřadíme nějaký význam. Jednoduchou změnou barevnosti se může význam symbolu změnit.

Cílem dobře navrhnutého rozhraní člověk – stroj je upoutat pozornost na podstatné faktory a umožnit správně reagovat na vzniklé situace. Vzhledem na omezené možnosti člověka vnímat naráz velké množství dat, by měly být prezentované údaje lehce srozumitelné. Na jejich základě by mělo být uživateli umožněno snadné a rychlé rozhodování. Typický počítačový uživatel má sklon pokládat za důležité vše, co se objeví na obrazovce. Proto by displeje neměly obsahovat nepotřebné informace, které by přitahovaly nežádoucí pozornost uživatele. Zkušený uživatel se nezajímá o triviální informace, které mohou mít význam pro začátečníka. Je dobré umožnit uživateli zvolit si vědomostní úroveň, na které chce pracovat.

Dobře navrhnutý systém by měl být bezpečný a zároveň lehce ovladatelný. Je nutné pro případ havarijního stavu, aby bylo kdykoliv k dispozici nouzové odstavení technologických zařízení. Například tlačítko s označením „ nouzové odstavení “ by mělo být dosažitelné v každé situaci. Neměl by nastat případ, aby uživatel musel hledat nouzové odstavení v třetí vnořené úrovni menu [7].

1.3 CONTROL WEB 2000

1.3.1 Program Control Web 2000

Program Control Web 2000 (dále jen Control Web nebo CW) od firmy Moravské přístroje a.s. (ČR) patří k velice rozšířeným produktům určeným pro vývoj průmyslových SCADA/HMI aplikací. Jedná se o objektově orientovaný grafický generátor umožňující monitorování, řízení, bilancování a trendování technologického procesu. Vyznačuje se snadnou konfigurovatelnou objektově orientovanou grafikou s vlastním grafickým editorem. Control Web pracuje v prostředí operačních systémů implementujících aplikační programové rozhraní Win32 a podporuje řadu průmyslových standardů.

Lze v něm vytvářet aplikace pracující v reálném čase nebo datově řízené aplikace. U systémů řízených Control Webem je každý vstupně/výstupní kanál čten přesně v době, kdy jej nějaký virtuální přístroj požaduje. Taktéž umožňuje vizualizaci technologií, prostřednictvím internetových standardů http a HTML, pomocí libovolného WWW klienta [6].

Control Web je používán a nasazován prakticky ve všech významných českých průmyslových podnicích a univerzitách a úspěšně pracuje i v mnoha aplikacích po světě. Pro svou schopnost zvládat značná množství dat je často nasazován na velmi velké aplikace, které jsou již za možnostmi většiny vizualizačních programů. Pro svou výhodnou cenu je často používán i při výuce na středních a vysokých školách. Jako příklad lze uvést monitorování a řízení aplikací od jaderné energetiky až po vědecké a školní laboratoře [6].

Celkově se dá říci, že CONTROL WEB:

- d) šetří čas díky pokročilým vizuálním programovacím nástrojům
- e) šetří investice – celý velmi rozsáhlý a bohatě vybavený systém se dá pořídit za příznivou cenu
- f) odstraňuje závislost na konkrétních dodavatelích technického a programového vybavení díky své otevřenosti a skladbě komponent

- g) zjednodušuje návrh systémů díky své škálovatelnosti od počítačů do dlaně, až po servery zapojené do clusteru
- h) odstraňuje problémy s propojením v počítačových sítích a vazbou na podnikové informační systémy
- i) zpřístupňuje aplikace pro připojené přes Internet
- j) aplikace jsou díky využití nejmodernějších softwarových technologií vždy na úrovni doby [6].

1.3.2 Control Web a reálný čas

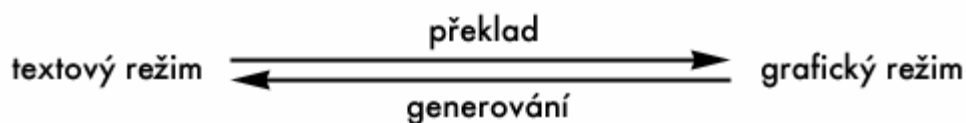
Většina vizualizačních programů nejenže nedokáže realizovat libovolné řídicí algoritmy, ale především nedokáže pracovat v přesném reálném čase. S volně programovatelným systémem Control Web lze v rámci jediného programového systému realizovat soft-PLC řídicí v reálném čase stroje a výrobní linky, měřicí a regulační systémy i rozsáhlé síťové vizualizační a operátorské systémy.

Schopnost práce v reálném čase je v současné době nutným a zásadním požadavkem kladeným na moderní programové systémy pro průmyslovou automatizaci. Časové rozlišení aplikací systému Control Web lze zjemňovat až do řádu milisekund [6].

1.3.3 Dvojcestné programování

Control Web pracuje v grafickém režimu s průvodci, paletami, případně inspektory jednotlivých přístrojů grafickými inspektory. Takový způsob práce je pro Control Web charakteristický. Důležitý je však i druhý způsob práce v textovém režimu, který ControlWeb také komplexně podporuje a který grafický návrh dokonale doplňuje. Oběma způsobům (grafickému i textovému programování) dohromady se říká jednoduše dvojcestné programování. Každou aplikaci je možné podle potřeby vytvářet chvíli graficky, chvíli textově. Změny způsobu práce vyžadují analogické změny podoby aplikace. ControlWeb přechody mezi režimy jednoduše rozlišuje na překlad (přechod z podoby textové do grafické) a na generování (přechod z podoby grafické do textové), přičemž překlad i generování obvykle probíhají skrytě schováno do jiných operací — například otevření

(nebo uložení) souboru v grafickém režimu automaticky vyvolá překlad (nebo generování) aplikace. Samozřejmě, kdykoli je možné dle vlastního uvážení režim práce změnit ručně [2].



Obr. 2 Překlad a generování

Textový režim :

Textový režim slouží jako zdrojový tvar aplikace, to znamená, že soubor aplikace uložený v definovaném adresáři má textovou podobu, nikoliv binární. Veškeré změny provedené v textové podobě se při přepnutí automaticky změní i v grafické části editoru. Textový editor je rozdělen na dvě části. V té horní probíhá editace zdrojového kódu aplikace. V dolní části editoru je okno, ve kterém se objevují zprávy kompilátoru. Při překladu zdrojového kódu kompilátor prochází postupně data aplikace, a když narazí na chybu, oznámí to. Po opravě je kompilátor schopen v kompilaci pokračovat nebo můžeme sami překlad spustit opět od začátku [2].

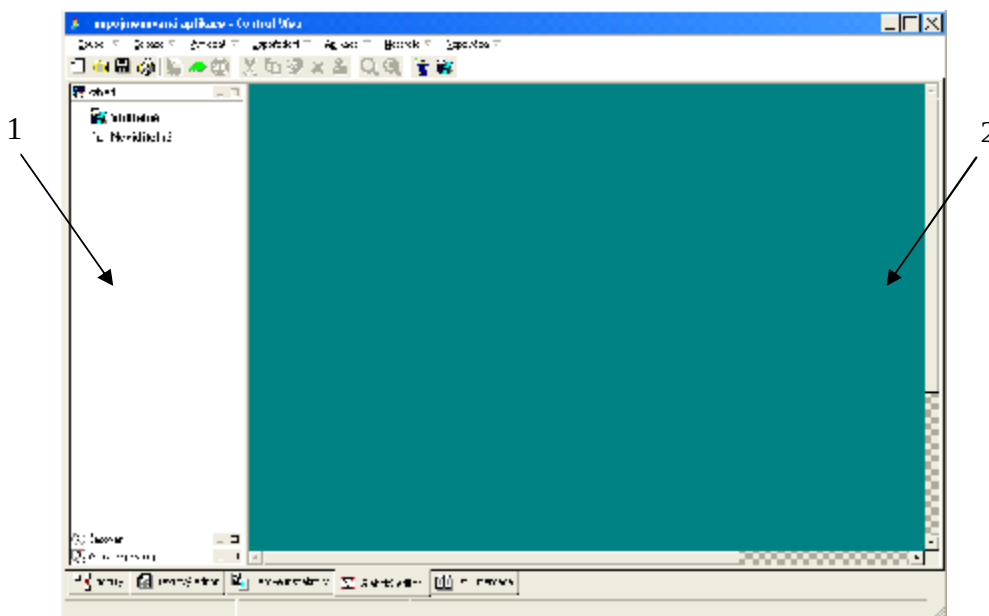
Grafický režim:

Jde o WYSIWYG (What You See Is What You Get) editaci, která je velmi snadná a rychlá a s pomocí několika formulářů, se po vyplnění požadované hodnoty, vygeneruje zdrojový kód. Z hlediska rozmísťování a prvnímu nastavování přístrojů je to nejlepší možnost. Pohodlnost je ale na úkor času. Přeci jen je v textovém editoru opravení jedné položky dílem okamžiku, kdežto zde je nutné se k nějaké akci „proklikat“ přes nejedno menu [2].

1.3.4 Tvorba aplikace v prostředí Control Webu

Po spuštění programu Control Web je automaticky otevřen nový prázdný projekt. Projektové okno (obr. 3) slouží k návrhu vlastní měřicí úlohy. Celé okno lze rozdělit na dvě části, kdy v jednom z nich se zobrazují použité přístroje projektu (1) a ve druhém (2) grafické provedení vytvářené aplikace.

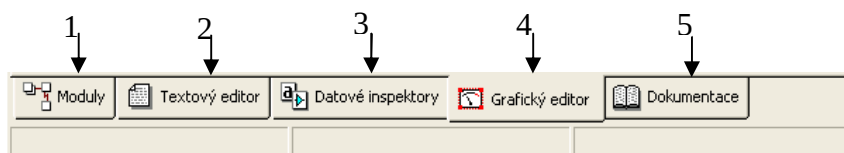
Spojováním jednotlivých funkčních bloků obsažených v paletě přístrojů programu, sestavíme projekt s požadovanými vlastnostmi.



Obr. 3 Projektové okno

Celá aplikace je pak tvořena množinou virtuálních přístrojů, které jsou schopny samy o sobě pracovat, nebo-li vykonávat nějakou činnost. Virtuální přístroj si tedy pamatuje nějaká data a taktéž je schopen s těmito daty dále manipulovat.

Kromě jiného je možné v hlavním okně najít 5 záložek, jejichž význam popisují níže (obr.4).

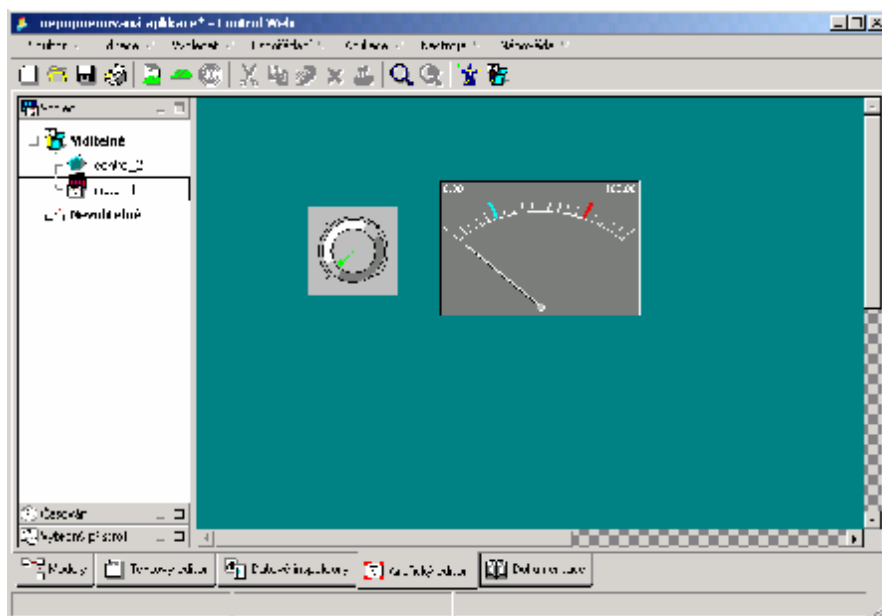


Obr. 4 Záložky projektového okna

- 1) moduly – slouží pro vývoj modulární aplikace a umožňují zavedení pořádku do vytvářené aplikace

- 2) textový editor – zde se nachází zdrojový kód vytvořené aplikace
- 3) datový inspektor – umožňuje nastavení veškerých proměnných, kanálů, konstant, přístupových práv atd.
- 4) grafický editor – pro vkládání přístrojů a úpravu vzhledu výsledné aplikace
- 5) dokumentace – nápověda Control Webu v elektronické podobě.

Vložení přístroje do projektu (obr. 5) spočívá v jeho výběru v paletě přístrojů a přetáhnutí na pracovní plochu. Ve zvoleném místě bude vytvořen požadovaný objekt, který lze uchopením pomocí levého tlačítka myši libovolně přemísťovat.



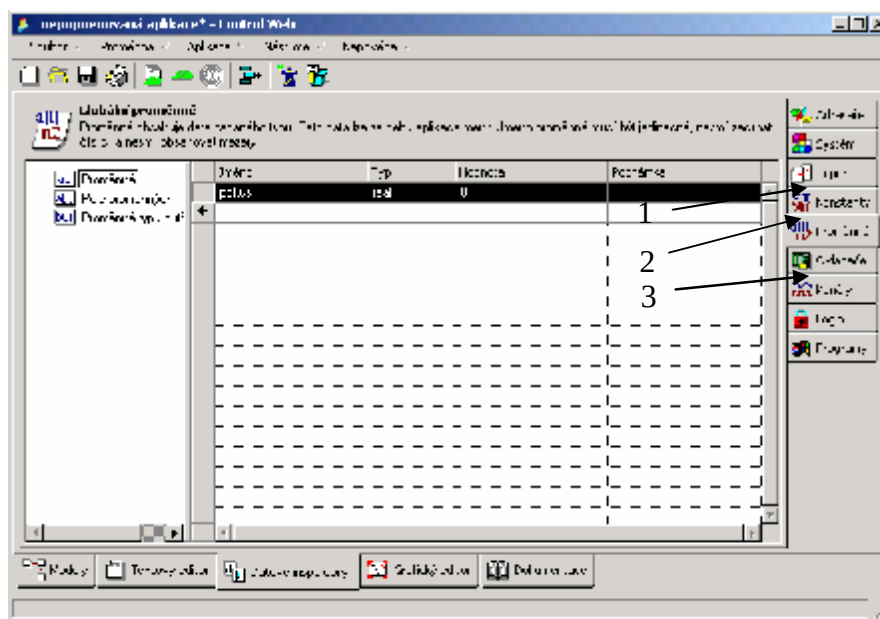
Obr. 5 Vložení přístrojů na pracovní plochu

K tomu, aby se dané zařízení chovalo podle našich představ je třeba nastavit v záložce **output** nebo **expression**, (záleží na typu přístroje) požadované parametry. Této záložky docílíme kliknutím pravého tlačítka myši na přístroj a výběrem položky **inspektor přístroje**.

Jednotlivé **přístroje lze spojovat** pomocí následujících tří datových elementů (obr. 6):

- 1) konstant – umožňují uchování neměnných hodnot
- 2) proměnných – slouží pro uchování dat, které se mění během činnosti aplikačního programu

- 3) kanálů – slouží pro přenos dat mezi aplikačním programem a vstupně/výstupním zařízením, kde každý kanál musí být opatřen příslušným ovladačem



Obr. 6 Ukázka definice datových elementů

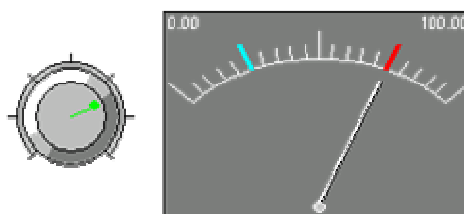
Můžeme tedy říci, že všechny tyto elementy se dají rozdělit do dvou skupin. A to na:

- a) globální – jsou společné pro celý aplikační program nebo jeho modul
- b) lokální – jsou určeny pouze jednomu virtuálnímu přístroji

Z hlediska povahy datových elementů se konstanty, proměnné a kanály dělí na tři základní typy pro veličiny:

- c) číselné,
- d) logické,
- e) textové.

Takto definované virtuální přístroje můžeme spojovat ve funkční bloky a v položce nacházející se v sekci Editace hlavního menu rovněž vyjmát či kopírovat do schránky a následně vkládat do jiného panelu. Výsledkem takového propojení dvou přístrojů (např. regulační panel – displej) lze ukázat na názorném obrázku (obr. 7).



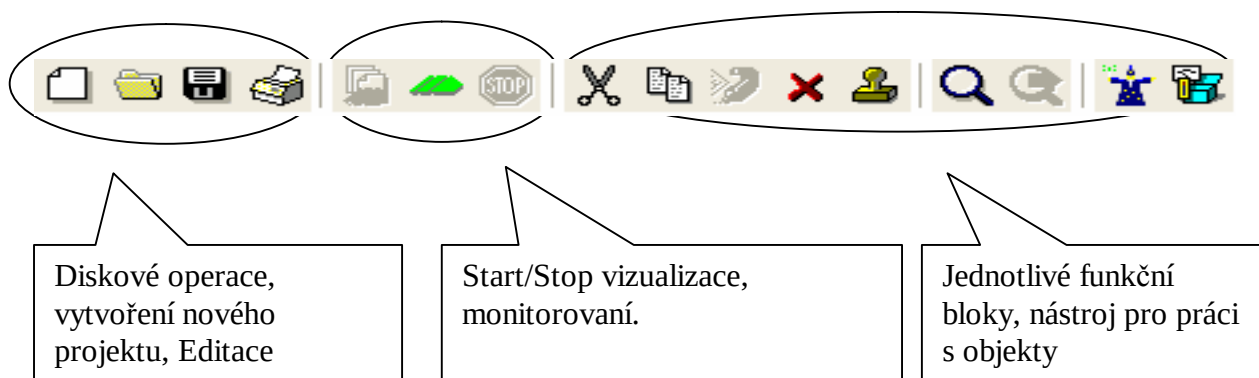
Obr. 7 Výsledek spuštění aplikace

Tytéž funkce lze vyvolat kliknutím **pravého tlačítka** myši na požadovaný objekt. Tím se zároveň zpřístupňují další možnosti, jako např. smazání objektu, skrytí vlastního panelu, přepnutí okna atd.

Kliknutím levého tlačítka na objekt je tento objekt označen jako aktivní. Chceme-li označit více objektů najednou, lze to učinit současným stiskem tlačítka SHIFT a kliknutím levého tlačítka myši na příslušné objekty, nebo prostým tažením myši se stisknutým levým tlačítkem po projektovém okně. Vybrané objekty lze takto hromadně přemísťovat, či **smazat** stisknutím tlačítka **DELETE**.

1.3.5 Popis funkcí Control Webu

K rychlejšímu a pohodlnějšímu výběru funkce nám dobře poslouží toolbar aplikace Control Webu (obr. 8). Obsahuje následující funkce:



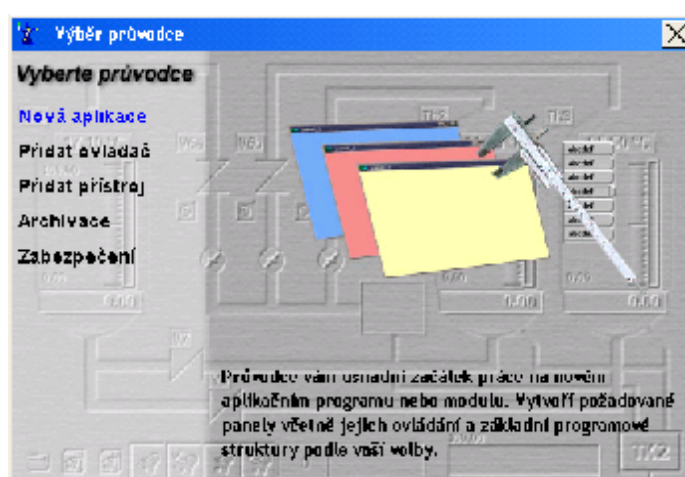
Obr. 8 Toolbar Control Webu

Nyní si podrobně popíšeme funkci jednotlivých tlačítek toolbaru:

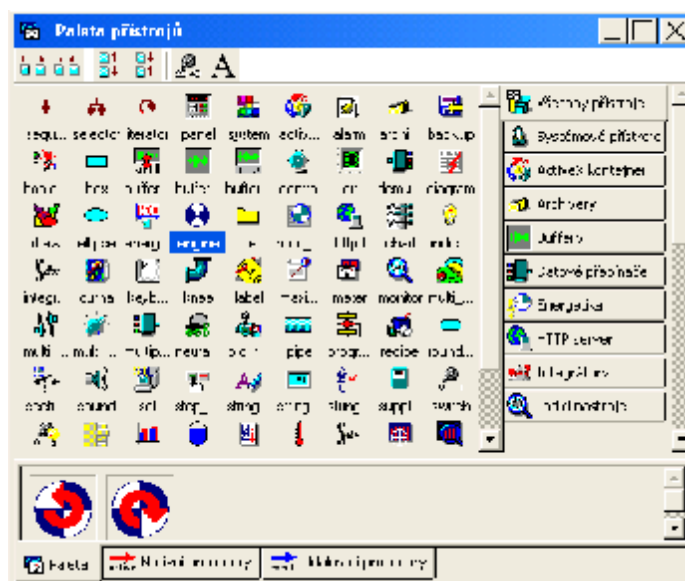
Operace s projektem

-  Vytvoření nového prázdného projektu
-  Otevření již existujícího projektu uloženého na disku
-  Uložení aktuálního projektu na disk
-  Tisk aktuálního projektu
-  Vyřiznutí přístroje
-  Vložení přístroje
-  Vyhledání přístroje
-  Paleta průvodců přidání nového virtuálního přístroje
-  Paleta virtuálních přístrojů

Poslední dvě tlačítka nám umožňují vytvořit či přímo vložit objekt na pracovní plochu, kde paleta průvodce (obr.9) přidání nového virtuálního přístroje (obr. 10) je spíše určena pro začátečníky a situace, kdy se vyskytne problém.



Obr. 9 Paleta průvodce přidání virtuálních přístrojů



Obr. 10 Paleta virtuálních přístrojů



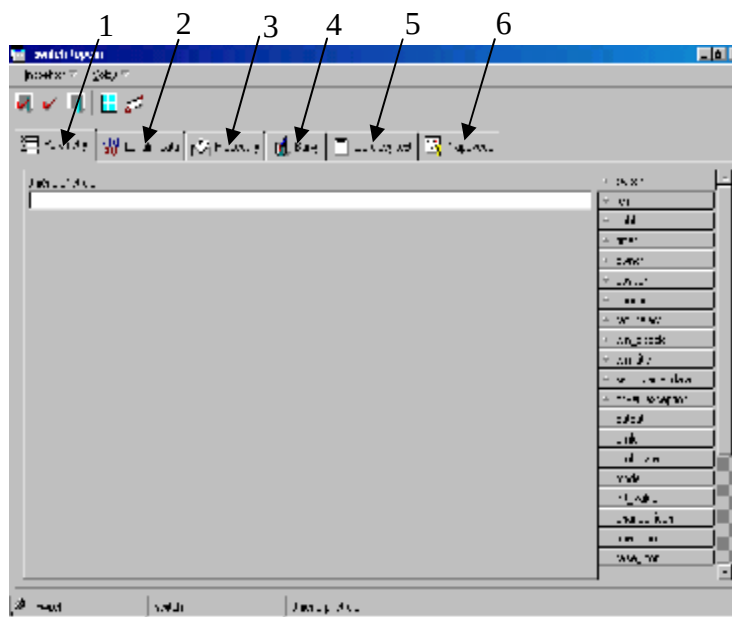
Spuštění aplikace - lze provést pouze tehdy, není-li již aplikace spuštěna v jiném otevřeném projektu. Této funkce lze rovněž dosáhnout pomocí klávesové zkratky F5. Spuštění aplikace je doprovázeno průběžnou inicializací dat, jednotlivých přístrojů, globálních proměnných, výstupních kanálů a zajištění plynulého rozběhu časování. Každý přístroj během inicializace může ovlivňovat datové elementy, může spouštět událostní procedury a posílat zprávy jiným přístrojům.



Zastavení spuštěné aplikace

Nastavení vlastností a chování přístrojů

Nastavení vlastností jednotlivých objektů lze zpřístupnit kliknutím pravého tlačítka myši na požadovaný přístroj (objekt). Tím se aktivuje kontextové menu objektu a zvolením položky *Inspektor přístroje* bude otevřen dialog umožňující změnit vlastnosti a nastavení objektu (obr. 11).



Obr. 11 Popis a vlastnosti nastavení přístroje

- 1) nastavení kanálů, časování, vlastníka přístroje, název archivačního souboru apod.
- 2) definice datových elementů
- 3) nastavení procedur
- 4) změna barvy vzhledu přístroje
- 5) zdrojový kód přístroje
- 6) elektronická nápověda Control Webu.

Virtuální přístroje využívající standardní, tj. *dvourozměrné* vykreslování, vždy samostatně zajišťují překreslení své plochy prostřednictvím GDI systému Windows. Mohou se tedy překreslit kdykoliv bez ohledu na ostatní komponenty a dokonce i na panel, na jehož ploše leží. A když se takové přístroje překrývají, věc se snadno řeší rozdělením překrytého přístroje na několik obdélníků a jejich postupným překreslením.

U *trojrozměrných virtuálních přístrojů* je situace složitější. Každý je v třírozměrném prostoru scény složitě překrýván částmi jiných přístrojů. Proto musí být při změně každého přístroje vždy překreslena celá scéna. Proto je v systému Control Web vykreslování řešeno principem klient – server. Požaduje-li virtuální přístroj překreslení, pouze tento požadavek oznámí serveru a dále se o něj nestará. Toto zaregistrování požadavku přístroj nikterak časově nezatěžuje a aplikační program běží velmi plynule v přesném reálném čase. Jakoby grafika vůbec neexistovala.

Server, který zabezpečuje překreslování scény, běží ve vlastním samostatném prováděcím toku. Rychlost překreslování scény je pak dána její složitostí a výkonem grafické karty a procesoru počítače. Vzhledem k výkonu dnešních akceleratorů jsou i velmi složité scény s mnoha tisíci polygony překreslovány rychleji než stokrát za sekundu. To aplikačním programům přináší dramatické zvýšení výkonu a kvality grafiky, v plošné GDI grafice nedosažitelné.

2 STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je vytvořit programové prostředí pro vizualizaci bublinkového průtokoměru. Při řešení byly učiněny následující kroky:

- a) seznámení se s programovým prostředím Control Webu a měřicí aparaturou pro anaerobní rozklady
- b) opatření aparatury snímacími čidly
- c) vytvoření aplikace zajišťující sledování anaerobních procesů
- d) realizace snímání počtu bublin bez závislosti na vlastnostech A/D převodníku technologické karty
- e) realizace propojení osobní počítač – čítač bublin
- f) vizualizace soustavy pomocí vytvořené aplikace a kontrola funkčnosti správného chodu
- g) archivace naměřených hodnot pro jejich pozdější vyhodnocení
- h) posouzení získaných znalostí pro obecné aplikace.

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 ANAEROBNÍ ROZKLAD A MĚŘICÍ APARATURA

3.1.1 Anaerobní rozklad

Mikrobiální anaerobní rozklad je soubor dílčích, na sebe navazujících biologických procesů, na kterých se podílí několik základních funkčních skupin anaerobních mikroorganismů. Rozklad organických látek až na konečné produkty (methan a oxid uhličitý) vyžaduje jejich koordinovanou metabolickou součinnost. Produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem skupiny druhé a proto nedostatečná aktivita jen jedné skupiny může způsobit porušení dynamické rovnováhy v celém systému a snížení účinnosti procesu [8].

Anaerobní proces je složitý, a proto je vhodné ho podle optimální reakce prostředí (pH), podle výchozích látek a konečných produktů rozdělit na dvě fáze „předmethanizační“ a „methanizační“. V předmethanizační fázi probíhají skupinové procesy, ve kterých jsou komplexní organické sloučeniny postupně mikrobiálně rozkládány na nízkomolekulární látky jak striktně, tak fakultativně anaerobními skupinami mikroorganismů. Takto vzniklé jednoduché látky se mohou stát přímým substrátem pro methanogenní bakterie [8].

Hlavní procesy anaerobního rozkladu jsou:

Hydrolyza – první stádium rozkladu, jsou rozkládány makromolekulární rozpuštěné i nerozpuštěné organické látky (polysacharidy, lipidy, proteiny) na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě pomocí extracelulárních hydrolytických enzymů, produkovaných hlavně fermentačními bakteriemi. Vznikající nízkomolekulární látky jsou na rozdíl od vysokomolekulárních schopny transportu dovnitř buňky [8].

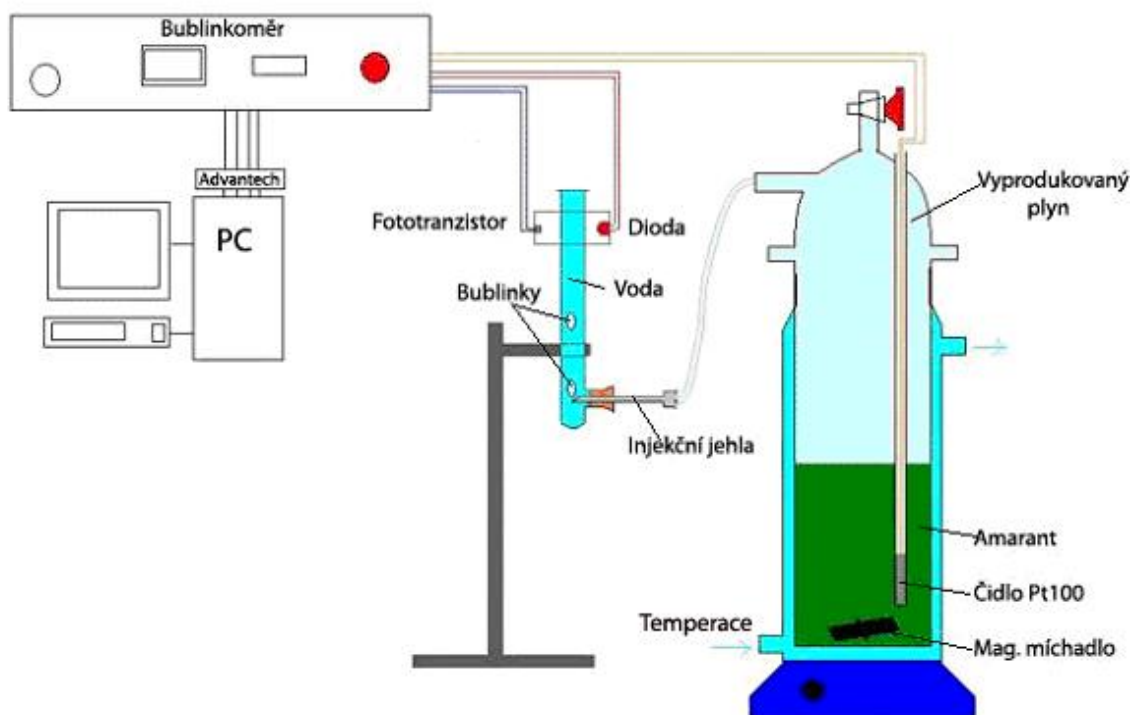
Acidogeneze – produkty hydrolýzy, nízkomolekulární látky, jsou uvnitř buňky rozkládány dále na jednodušší organické látky (kyseliny, alkoholy, oxid uhličitý, molekulární vodík). Fermentací těchto látek se tvoří řada konečných redukovaných produktů, které jsou závislé na charakteru počátečního substrátu a na podmínkách prostředí. Při nízkém parciálním tlaku vodíku jsou produkovány kyselina octová, molekulární vodík, oxid uhličitý, při vyšších jsou tvořeny vyšší organické kyseliny, mléčná kyselina, ethanol apod. [8].

Acetogeneze – v tom stádiu rozkladu probíhá oxidace látek vytvořených při acidogenezi na molekulární vodík, oxid uhličitý a kyselinu octovou. Syntrofní acetogenní mikroorganismy produkující vodík jsou zde velmi důležitou mikrobiální skupinou, protože rozkládají organické kyseliny vyšší než octovou (hlavně propionovou kyselinu), alkoholy a některé aromatické sloučeniny. Jejich těsná součinnost s dalšími skupinami mikroorganismů, které spotřebovávají jimi tvořený vodík (methanogeny, sulfátredukující bakterie) je pro ně nezbytná. Přebytek vodíku v systému totiž inhibuje činnost těchto acetogenních mikroorganismů a tím i celého systému [8].

Methanogeneze – poslední stádium rozkladu, methanogenní mikroorganismy rozkládají pro ně přijatelné substráty, což jsou některé jednouhlíkaté látky (methanol, kyselina mravenčí, methylainy, oxid uhličitý, oxid uhelnatý, molekulární vodík) a z víceuhlíkatých pouze kyselina octová. Produkty rozkladu jsou methan a oxid uhličitý [8].

3.1.2 Popis aparatury pro anaerobní rozklad

První částí aparatury, ve které probíhá vlastní anaerobní rozklad je reaktor. Tento reaktor obsahuje směs amarantu míchanou magnetickým míchadlem a je opatřen teplotním čidlem Pt100, které snímá teplotu uvnitř. Plyn, který je vyprodukován při rozkladu uvnitř reaktor prochází přes otvor v hrdle a hadičkou je veden na injekční jehlu, jejíž konec je zasunut ve skleněné kapiláře naplněné vodou. Na konci jehly se uvolňují bublinky, které stoupají vodou nahoru a jsou přes fotočidlo čítány. Fotočidlo a čidlo teploty jsou napojeny na bublinkoměr, který je napojen přes měřicí kartu Advantech k PC, na kterém probíhá vizualizace, vyhodnocování a archivace naměřených hodnot.



Obr. 12 Schéma měřicí aparatury pro anaerobní rozklad

3.2 ČÍTAČ BUBLINEK

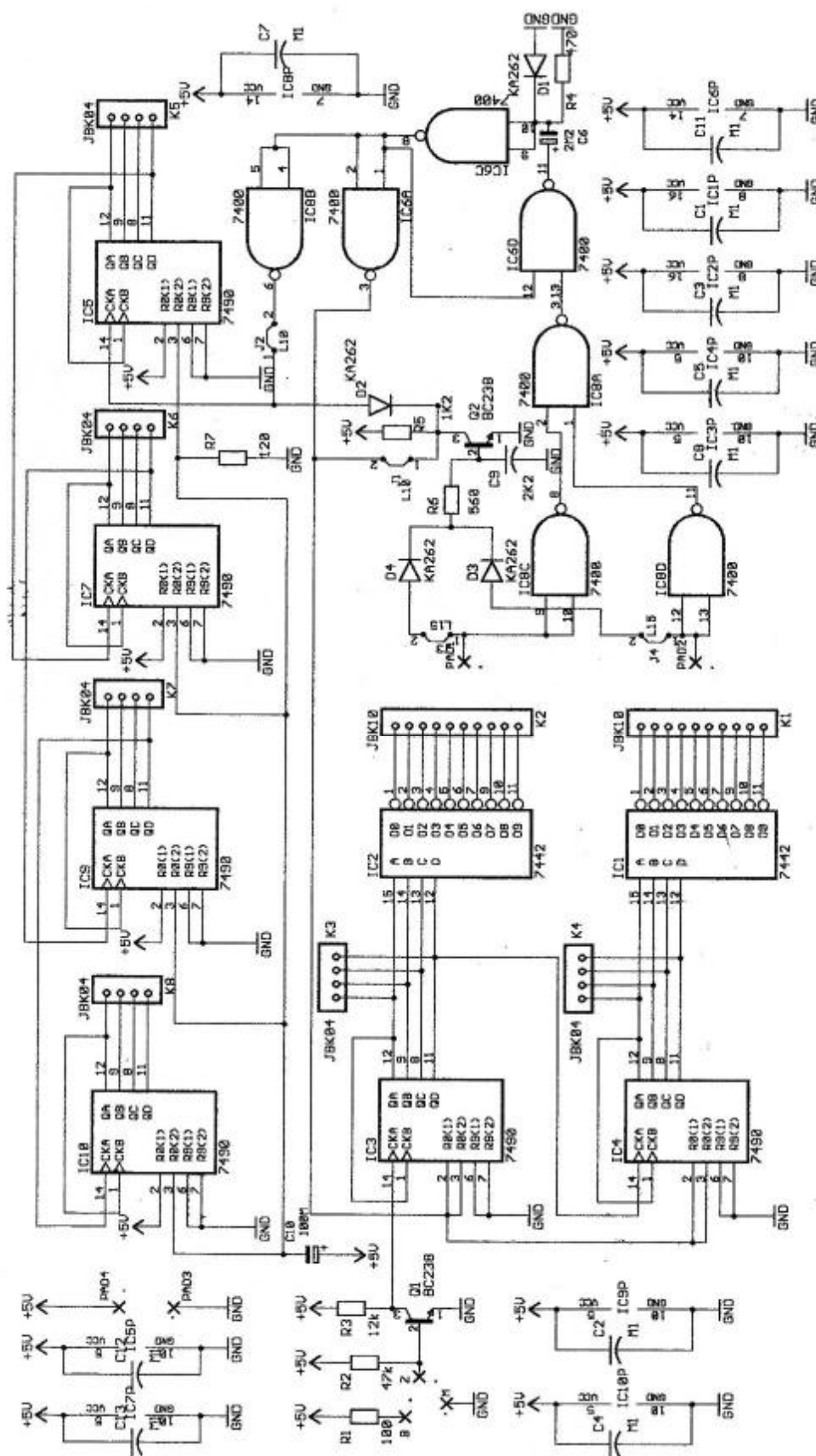
Detekce bublin je provedena pomocí infračerveného fototranzistoru L134P3C a infračervené LED diody L234P3BT. Z fototranzistoru je získáván signál o úrovni TTL a ten je dále zpracováván. Pro zpracování a zobrazení signálu jsou v zařízení dva elektrické obvody. Jeden pro zobrazení počtu načítaných bublinek pomocí sedmisegmentového displeje, druhý pak pro převod digitálního signálu na analogový, využívaný například pro zapisovač [5].

3.2.1 Popis modulu pro čítání počtu bublinek a jejich zobrazení pomocí sedmisegmentových displejů

Signál o úrovni TTL je veden z fototranzistoru, který reaguje na přerušení infračerveného paprsku vysílaného fotodiodou při průchodu bubliny plynu do tranzistoru T1. Integrované tranzistory MH7490 IC3 a IC4 jsou desítkové čítače, které na výstupu zobrazují v podobě BCD kódu počet načítaných impulsů přivedených na vstup. Toto číslo udává počet bublin (impulsů) a je zobrazováno na sedmisegmentových zobrazovačích. Dále jsou výstupy v podobě BCD kódu z IC3 a IC4 připojeny na vstupy obvodu 7442 IC1 a IC2, který číslo v kódu BCD převádí na kód 1 z 10. To znamená, že vždy jen jeden z výstupů 0 – 9 nabývá logické úrovně TTL log.“0“. Výstupy IC1 a IC2 jsou vyvedeny na přepínače S1 S2, umístěné na předním panelu. Pomocí těchto přepínačů je možné volit počet bublin, které připadají na 1 ml. Výstupy z těchto přepínačů jsou přes IC8 a IC6 přivedeny na nulování vstupy IC3 a IC4. Výstup z IC8 je přiveden na vstup IC5, který čítá počet ml. [5].

Pro čítání počtu mililitrů jsou použity čtyři desítkové čítače IC3, IC5, IC7, IC10, tím je možné zařízení využít pro čítání do 9999ml. Pomocí přepínačů S1, S2 lze nastavit maximálně 99 bublin připadajících na jeden mililitr [5].

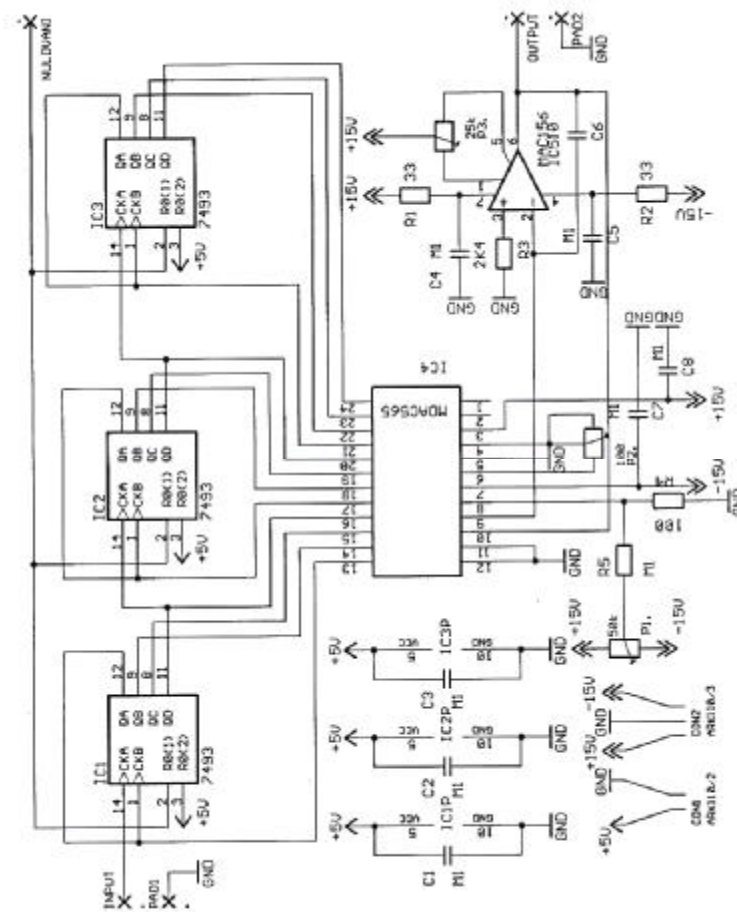
Resetování IC3 a IC4 se provádí v okamžiku, kdy z IC8 je přivedena logická „1“ na jejich nulovací vstupy [5]



Obr. 13 Modul čítání počtu bublin a zobrazení pomocí sedmisegmentového displeje

3.2.2 Popis funkce D/A převodníku

Impuls z IC6 modulu pro zobrazení počtu bublin pomocí sedmisegmentového displeje je přiveden na čítací vstup IC1, což je dvojkový čítač realizovaný pomocí obvodu MH7493. Pro zvýšení rozsahu modulu jsou zapojeny kaskádovitě tři dvojkové čítače, což umožňuje načítat celkem 4096 impulsů. Výstupy z těchto dvojkových čítačů (IC1, IC2, IC3) jsou vedeny na D/A převodník MDAC565 s vestavěným zdrojem referenčního napětí 10V. Napěťový výstup z tohoto převodníku je zesílen pomocí IC5, tj. operačního zesilovače MAC156. Na výstupu modulu se mění napětí v rozsahu 0-10V. Výpočtem lze zjistit, že při nárůstu průtoku o jeden mililitr se výstupní napětí zvýší o 2,4 mV [5].



Obr. 14 Modul D/A převodníku

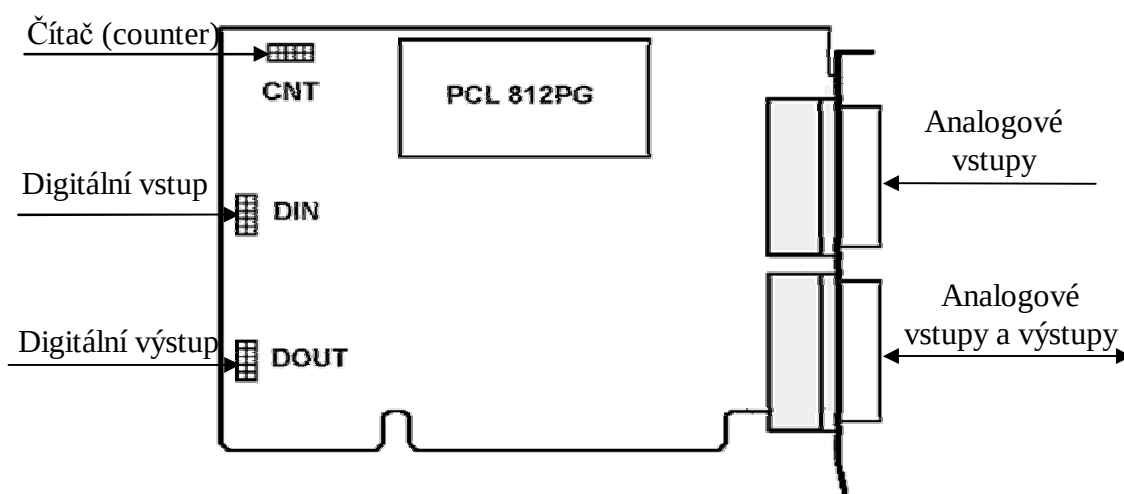
3.3 PŘIPOJENÍ ČÍTAČE BUBLIN K PC

3.3.1 Měřicí technologická karta PCL 812PG

Měřicí karty jsou v dnešní době používány veskrze v celém výrobním průmyslu, protože většina výrobních linek je částečně či plně automatizována. Odtud tedy plynou požadavky na měřicí prvky. Zásuvné měřicí karty standardu ISA nebo PCI, které jsou zasouvány do sběrnice PC a tím rozšiřují klasický PC počítač o možnosti měřit a ovládat technologické zařízení.

Žijeme v době, kdy řada klasických měřicích metod a postupů ztrácí svůj dřívější význam. Počítače výrazně ovlivňují nejen vlastní měření, ale i metody zpracování experimentálních dat .

Karta PCL 812PG představuje multifunkční analogově digitální vstupně/výstupní (V/V) kartu od firmy Advantech, která je osazena ISA slotem (obr.15).



Obr. 15 Technologická karta PCL 812PG

Karta je tvořena:

- 16ti 12ti bitovými analogovými vstupy
- 2 12ti bitovými analogovými výstupy
- 16ti digitálními vstupy
- 16ti digitálními výstupy
- programovatelným čítačem
- logikou přerušení (IRQ2 – IRQ15)
- 12 bitovým A/D převodníkem
- 12 bitovým D/A převodníkem.

V/V konektory této karty tvoří plochý konektor s počtem pinů 2x10. Rozpis analogových a digitálních V/V konektorů uvádím dále (obr. 16).

ANALOG INPUT

A/D 0	1	2	A.GN
A/D 1	3	4	A.GND
A/D 2	5	6	A.GND
A/D 3	7	8	A.GND
A/D 4	9	10	A.GND
A/D 5	11	12	A.GND
A/D 6	13	14	A.GND
A/D 7	15	16	A.GND
A/D 8	17	18	A.GND
A/D 9	19	20	A.GND

ANALOG OUTPUT

A/D 10	1	2	A.GND
A/D 11	3	4	A.GND
A/D 12	5	6	A.GND
A/D 13	7	8	A.GND
A/D 14	9	10	A.GND
A/D 15	11	12	A.GND
D/A 1	13	14	A.GND
D/A 2	15	16	A.GND
V.REF 1	17	18	A.GND
V.REF 2	19	20	A.GND

DIGITAL INPUT

D/I 0	1	2	1 D/I
D/I 2	3	4	3 D/I
D/I 4	5	6	5 D/I
D/I 6	7	8	7 D/I
D/I 8	9	10	9 D/I
D/I 10	11	12	11 D/I
D/I 12	13	14	13 D/I
D/I 14	15	16	15 D/I
D.GND	17	18	D.GND
+ 5V	19	20	+ 12V

DIGITAL OUTPUT

D/O 0	1	2	1 D/O
D/O 2	3	4	3 D/O
D/O 4	5	6	5 D/O
D/O 6	7	8	7 D/O
D/O 8	9	10	9 D/O
D/O 10	11	12	11 D/O
D/O 12	13	14	13 D/O
D/O 14	15	16	15 D/O
D.GND	17	18	D.GND
+ 5V	19	20	+ 12V

COUNTER

EXT. TRG	1	2	
DRDY	3	4	
2 MHz	5	6	CTR1 GATE
	7	8	CTR0 CLK
	9	10	CTR OUT
	11	12	CTR GATE
	13	14	CTR1 OUT
	15	16	
D.GND	17	18	D.GND
+ 5V	19	20	

Obr. 16 Popis pinů technologické karty PSL 812PG

Vstupní analogové napětí karty se dá softwarově nastavovat a mezní hodnoty se pohybují v rozmezí $\pm 10V$. Rovněž výstupní napětí se pohybuje v rozmezí hodnot $\pm 10V$, ovšem už bez softwarového programování. Podrobnější dokumentaci k této kartě uvádím v příloze P IV.

3.3.2 Instalace a použití obslužného softwaru karty PCL 812PG

K tomu, abychom mohli s touto kartou pracovat, je zapotřebí k zajištění správného chodu a funkce nainstalovat příslušné ovladače a software umožňující s touto kartou komunikovat i v Control Webu. Je tedy zapotřebí nainstalovat :

- ovladače ke kartě PCL 812PG (instalační soubor pcl812.exe)
- ovladače CW pro PCL 812PG (instalační soubor Advantech PCL v4.2.exe)
- SW Advantech Device Driver v.2 umožňující nastavení karty (instalační soubor DevMgr.exe)

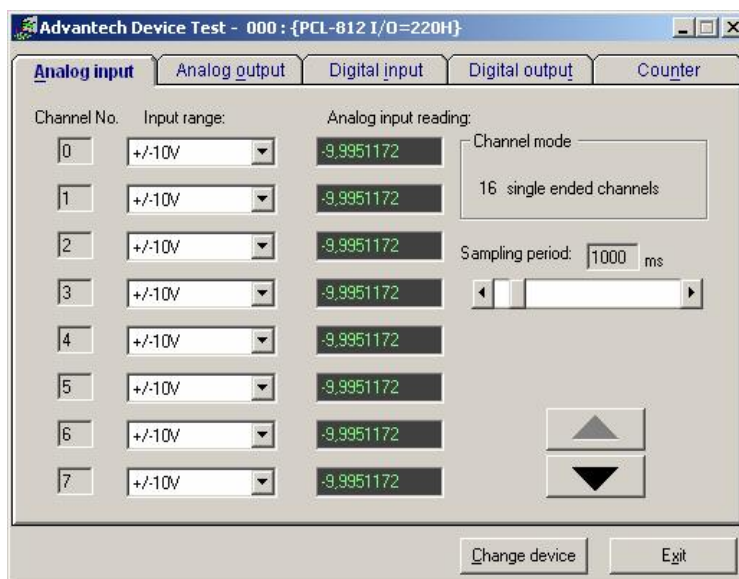
Po úspěšné instalaci ovladačů je zapotřebí definovat technologickou kartu v systému. To lze provést spuštěním programu **Device Manager** (obr. 17), který se po instalaci nalézá ve složce *Start->Programy->Advantech Device Driver v2.0*.



Obr. 17 Device Manager na konfiguraci karty PCL 812PG

Ze seznamu *Supported Device* se vybere karta, která je instalována v systému a stisknutím tlačítka **Add**, ji přidáme do seznamu používaných karet. Vlastnosti karty lze nastavit pomocí tlačítka **Setup**. Jestli byl náš dosavadní postup správný zjistíme kliknutím na

tlačítko test. Objeví se okno Advantech Device Test. Zde můžeme otestovat vstupní i výstupní kanály. (obr. 18).



Obr. 18 Program Device test

Nyní zbývá nainstalovat ovladač pro samotný Control Web 2000. Jeho instalace nevyžaduje další podrobný popis.

Každý ovladač v CW musí mít vlastní parametrický a mapovací soubor. Ne jinak je tomu i u právě nainstalovaného ovladače pro PCL-812. V Hlavním adresáři CW je vedle knihovny advpcl.dll také soubor advpcl.ini. Tento konfigurační soubor obsahuje asociace kanálů pro všechny typy karet firmy Advantech, tedy včetně PCL-812. Obsah souboru není potřeba nijak měnit.

Mapovací soubor obsahuje definici typů kanálů z hlediska jejich datové povahy (příloha PI). Parametrický soubor přiřazuje vstupní a výstupní kanály (datové elementy) jednotlivým kanálům na kartě (příloha PII).

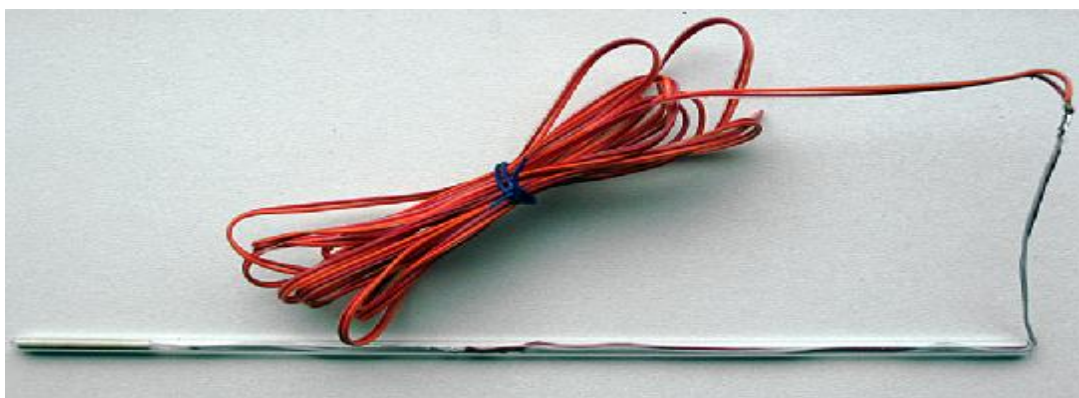
3.4 INOVACE STÁVAJÍCÍHO MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ

3.4.1 Měření teploty v reaktoru pomocí Pt100

Odporové čidlo

Odporové snímače teploty patří mezi dotykové snímače (snímač je v přímém dotyku s měřeným prostředím-médiem) používané k dálkovému měření teploty. Jejich čidlo (měřicí odpor) převádí teplotní změnu prostředí na změnu elektrického odporu. Využívá se přitom toho, že některé (zvláště kovové) materiály mění svůj elektrický odpor v závislosti na teplotě [3].

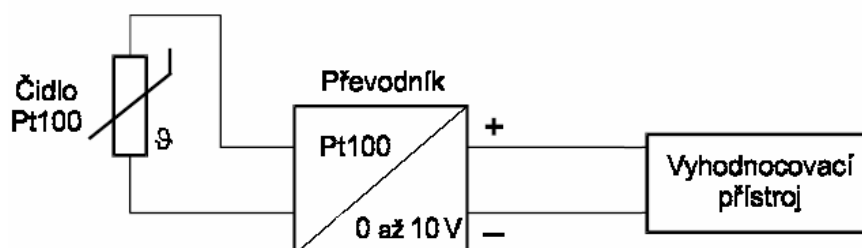
Pro snímání teploty v reaktoru jsem použil odporové čidlo Pt100 (obr.19). Jelikož odporové čidlo musí být ponořeno do reakční směsi, která je agresivní, musel jsem umístit čidlo do ochranného skleněného pouzdra.



Obr. 19 Čidlo teploty Pt100

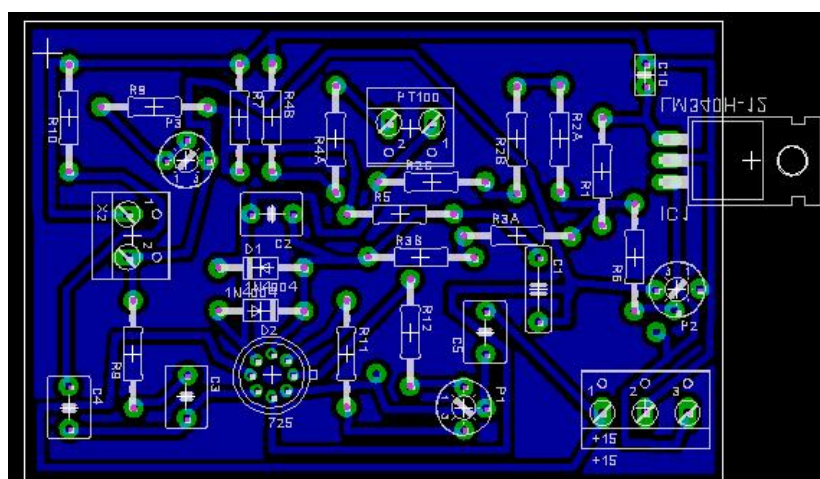
Převodník Pt100/U

Pro měření teploty směsi v reaktoru bylo nutné navrhnout pro snímací odporové čidlo Pt100 vhodný převodník pro převod odporu na napětí, které je možné snímat přes měřicí kartu do počítače.



Obr. 20 Princip převodníku Pt100/U

Navrhnul jsem převodník, pro měření teploty odporovým čidlem Pt100 pro rozsah měřené teploty 0-100 °C s výstupním napětím 0-10V. Navrhlu podobu tištěného spoje a zhotoveného převodníku Pt100/U je vidět níže (obr. 21, 22).



Obr. 21 Návrh desky převodníku Pt100/U v Eagle 4.11



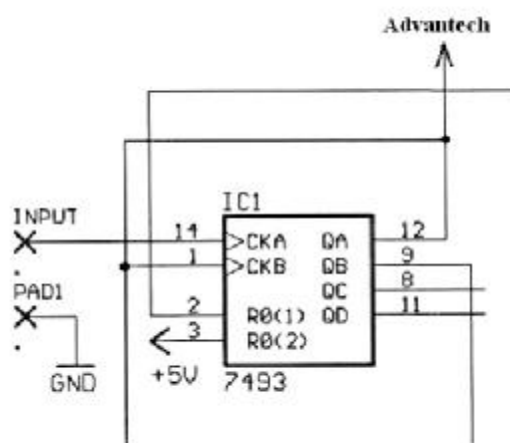
Obr. 22 Osazená deska převodníku Pt100/U

Výstupní napětí z převodníku se zapojeným teplotním čidlem Pt100 jsem v Control Webu softwarově nastavil k přepočtu na odpovídající teplotu podle laboratorního teploměru.

3.4.2 Čítání počtu bublin

Původně se množství načítaných bublin (pulsů) při zavírání a otevírání fototranzistoru na fotočidle načítalo pomocí tří-čtyřbitových čítačů a jejich výstupy se přiváděly na vstup D/A převodníku, který převáděl načítané pulsy na napětí. S narůstajícím počtem načítaných pulsů se zvyšovalo výstupní napětí D/A převodníku, které se dále zesilovalo a přivádělo na zapisovač či analogový vstup měřicí karty. Tenhle způsob nebyl příliš vhodný, protože se zesilovaly i šумы a velkou roli v přesnosti hrál také převodník.

Proto jsem k čítání počtu bublinek využil pouze změny hodnoty na nejnižším bitu Q_A prvního 4-bitového dvojkového čítače pulsu z fototranzistoru v bublinkoměru (obr.23). Tedy snímám a načítám jen změnu hodnoty z logické nuly na jedničku a opačně, ke které dochází vždy při průchodu bublinky přes fotočidlo. Tím jsem eliminoval nepřesné hodnoty počtu bublin, kvůli výše uvedeným negativním vlivům.



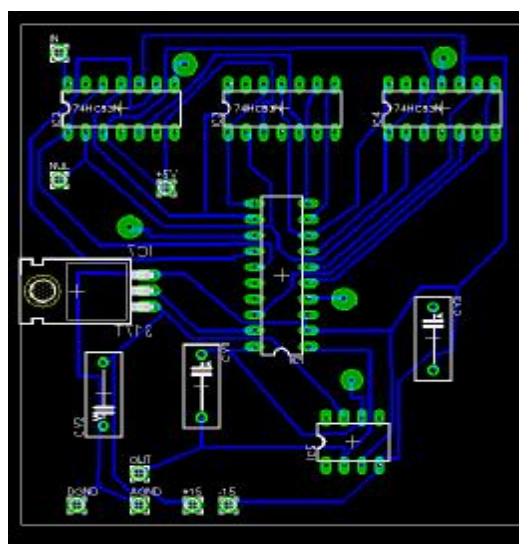
Obr. 23 Snímání pulsu

D/A převodník jsem inovoval a analogový výstup zachoval pro možné pozdější využití.

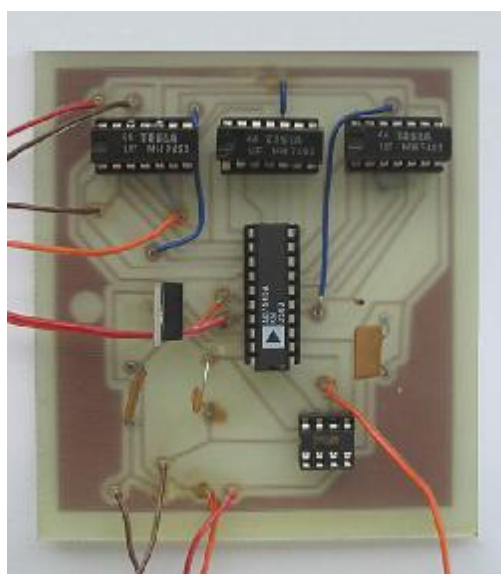
3.4.3 Nový D/A převodník do bublinkoměru

Digitálně analogové převodníky neboli převodníky číslo-napětí (zkráceně převodník Č/N nebo D/A) zabezpečují transformaci informace vyjádřenou v číslicové formě na analogové napětí, které dále přivádíme na vstup příslušného vyhodnocovacího zařízení.

Pro převod číslicového signálu na napětí jsem použil 12 bitový D/A převodník firmy AnalogDevices AD7545A, na který je přiváděn digitální signál ze 3 čtyřbitových dvojkových čítačů. Navrhlou podobu tištěného spoje a zhotoveného D/A převodníku je vidět níže (obr. 24, 25).



Obr. 24 Návrh desky D/A převodníku v Eagle 4.11

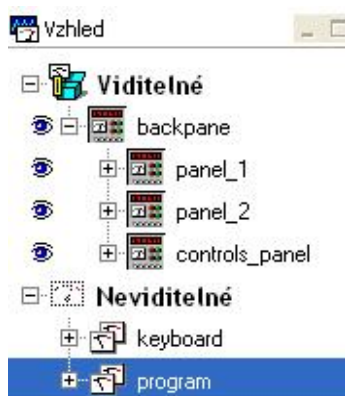


Obr. 25 Osazená deska D/A převodníku

3.5 VIZUALIZACE ANAEROBNIHO ROZKLADU

3.5.1 Struktura programu

Při tvorbě aplikace navržené pro Windows 98/NT, která vizualizuje naměřené hodnoty z bublinkoměru a umožňuje jeho reset jsem postupoval tak, aby v ní byla zachycena příslušná snímaná místa. Celý program jsem rozdělil do dvou částí tzv. panelů (obr. 26), kde se každý skládá z příslušných přístrojů umožňujících pracovat takovým způsobem, aby byly zaznamenány veškeré potřebné údaje. Mezi panely se přepíná pomocí záložek umístěných v levém horním rohu běžící aplikace. Seznam použitých přístrojů uvádím v příloze P V.



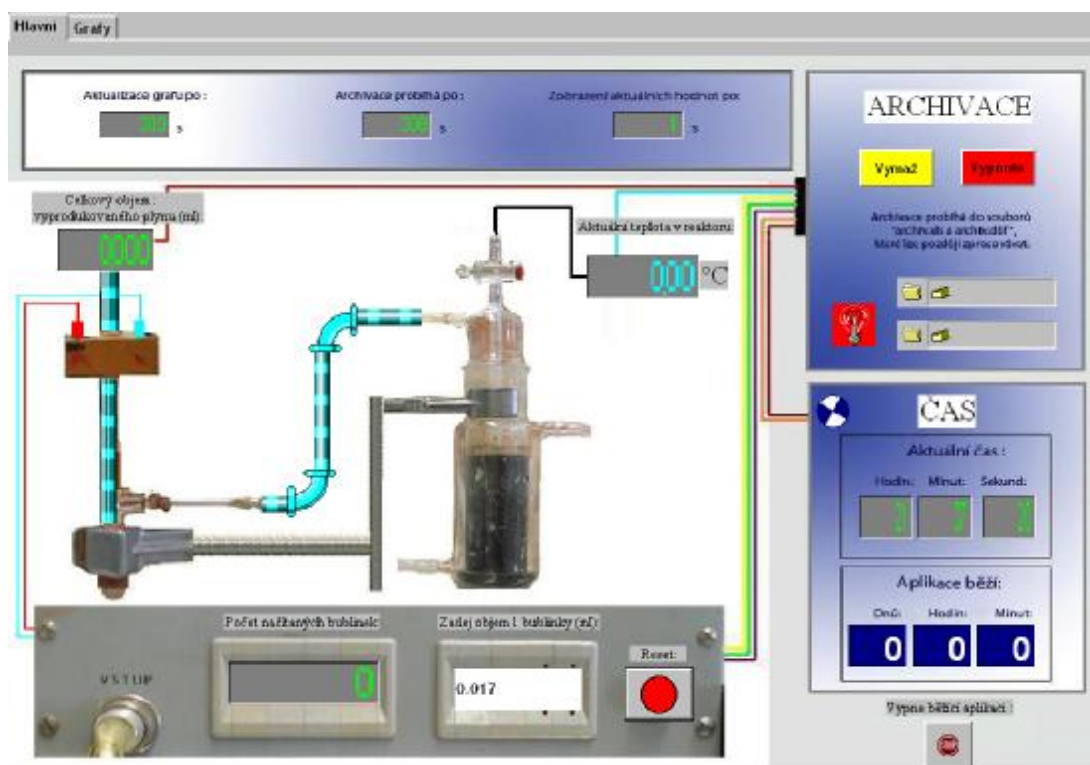
Obr. 26 Ukázka struktury programu

3.5.2 Ovládání

Panel 1

Tento panel (obr. 27) slouží k vizualizaci a vlastnímu snímání měřených hodnot. Mezi tyto hodnoty patří snímání počtu vzniklých bublin a jejich přepočet na množství vzniklého plynu a dále snímání teplotní veličiny (tj. teploty uvnitř reaktoru). Mimo jiné se zde nachází tlačítka ovládání archivace, resetu bublinkoměru a box pro zadávání objemu jedné bublinky pro příslušný přepočet na množství vzniklého plynu. Jako další lze na prvním panelu sledovat časové informace běhu programu, což je aktuální čas a délka běhu měřicího procesu. V horní části panelu vidíme časové údaje, po kterých dochází ke zpracovávání snímaných veličin. V pravé dolní části panelu se nachází tlačítko „stop“, po jehož stisku se ukončí běžící aplikace.

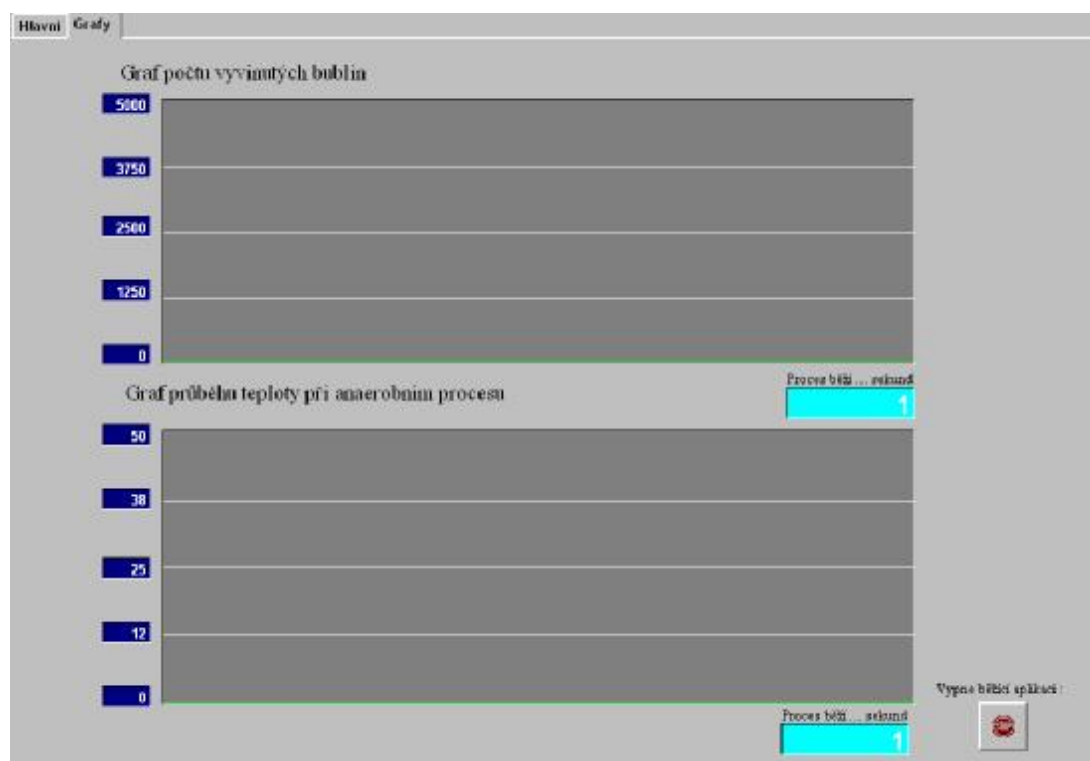
Zapínání / vypínání archivace, mazání archivačního souboru, reset bublinkoměru a ukončení aplikace se provádí kliknutím na příslušná popsaná tlačítka. Zadávaní hodnoty objemu jedné bublinky se provádí z klávesnice do příslušného okénka v hlavním panelu běžící aplikace.



Obr. 27 Panel1

Panel 2

Panel 2 (obr. 28) je panel, ve kterém se vykresluje graf celkového počtu vzniklých bublinek při anaerobním procesu a graf teploty směsi v reaktoru. Tyto grafy mají pouze informační charakter. V pravé dolní části pod každým grafem můžeme sledovat, kolik sekund již aplikace běží. V pravém dolním rohu druhého panelu se nachází tlačítko stop, kterým můžeme stejně jako na prvním panelu ukončit běžící aplikaci.



Obr. 28 Panel 2

3.5.3 Archivace

Jelikož se jedná o vizualizaci procesu, jehož výsledky se mají dále vyhodnocovat, je důležitá v průběhu běhu aplikace všechna měřená data archivovat. Veškeré snímané hodnoty jsou archivovány do hlavního adresáře programu a to do předem nadefinovaných a pojmenovaných souborů Archiv.xls a Archiv.dbf, jejichž struktura je organizována jako tabulka, kde každá položka záznamu má své specifické postavení.

Archivační soubor je tvořen šesti sloupci (obr. 29). První z nich nám zobrazuje datum měřené hodnoty, druhý čas a třetí čas v sekundách od začátku měření, čtvrtý teplotu v reaktoru, pátý počet načítaných bublin a šestý zobrazuje přepočtené načítaných bublin na množství vyvinutého plynu.

1	DATUM	CAS	ODZACATKU	TEPLOTA	BUBLIN	PLYNU
2	17.5.2005	11:18:23	300	25,85	0	0,0000
3	17.5.2005	11:23:23	600	25,42	0	0,0000
4	17.5.2005	11:28:23	900	24,92	0	0,0000
5	17.5.2005	11:33:23	1200	24,73	0	0,0000
6	17.5.2005	11:38:23	1500	24,36	0	0,0000
7	17.5.2005	11:43:23	1800	24,30	17	0,2890
8	17.5.2005	11:48:23	2100	24,11	38	0,6460

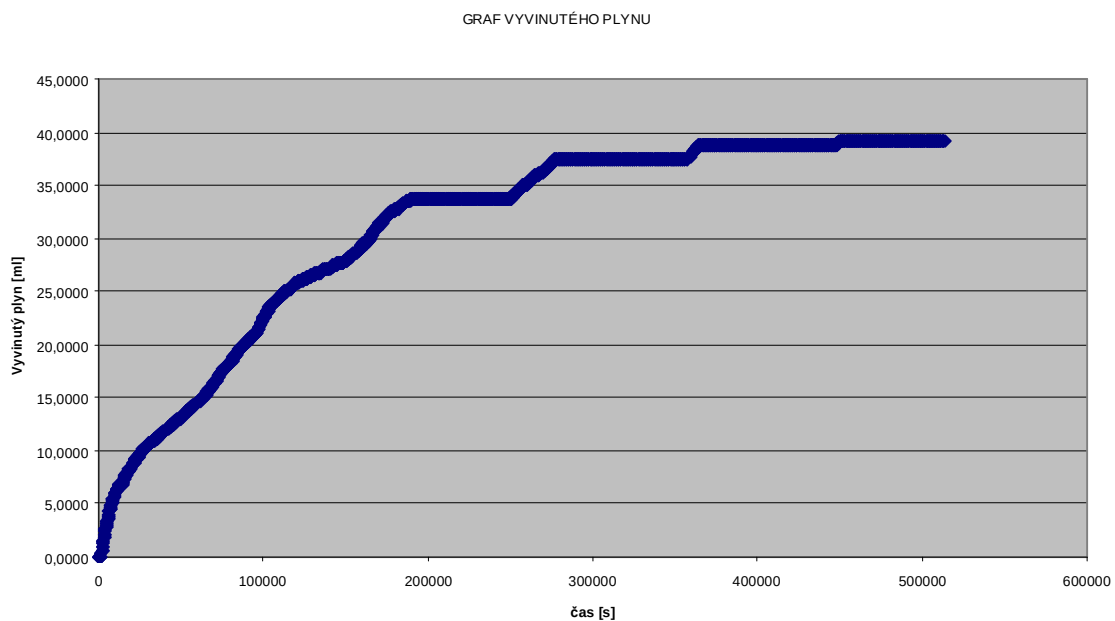
Obr. 29 Struktura archivačního souboru

U archivačních souborů lze také definovat podmínky jejich zakládání, délku časového období zachyceného v každém z nich a jejich historii.

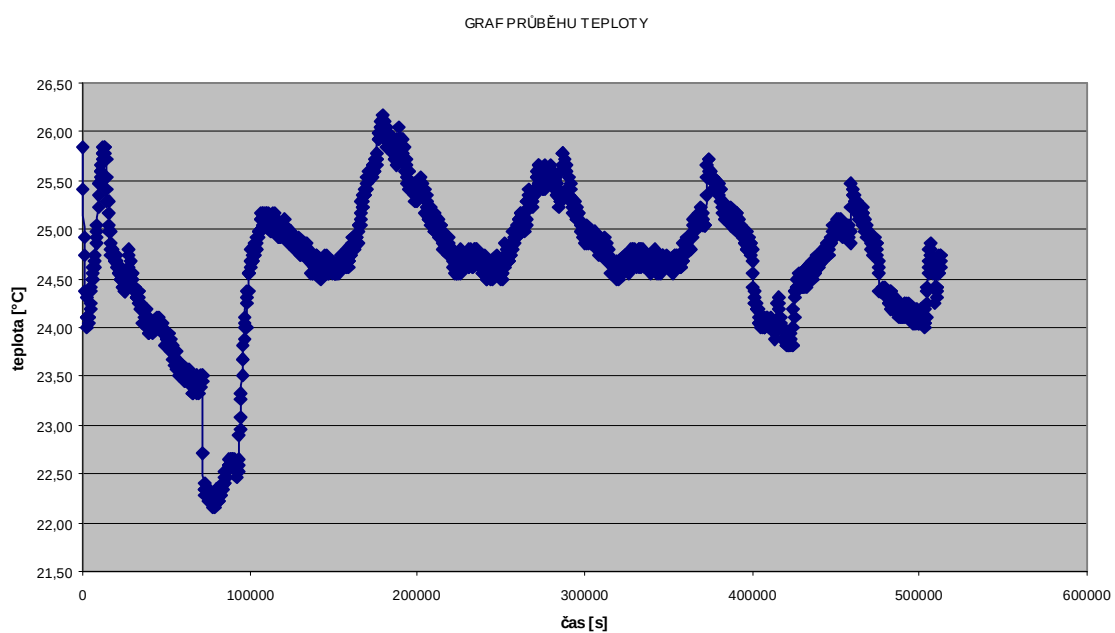
Informace po jakém časovém období dochází k uložení archivačního souboru a k zápisu hodnoty do tabulky je znázorněna v horní části panelu 1. V tomto případě je každá archivovaná veličina ukládána do souboru po 300 sekundách od spuštění aplikace a počet souborů uchovávaných na disku je roven 2. Archivace se spouští a starý soubor se maže ručně tlačítky umístěnými na panelu 1 .

3.6 OVĚŘENÍ VIZUALIZACE ANAEROBNÍHO ROZKLADU V LABORATORNÍCH PODMÍNKÁCH

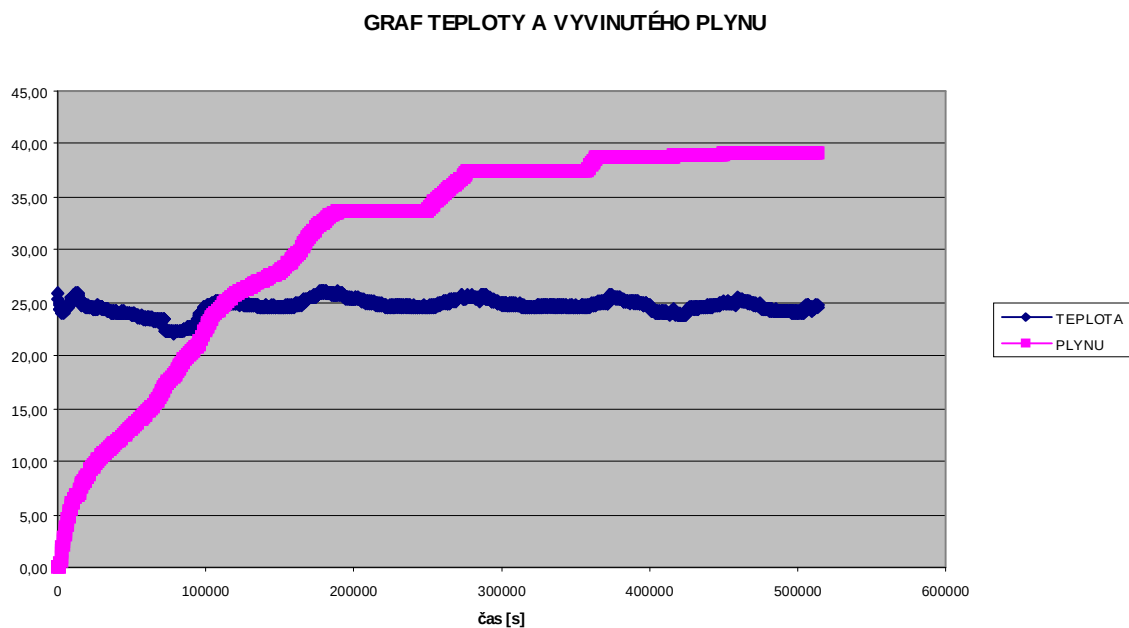
Na zařízení pro vizualizaci anaerobního rozkladu bylo provedeno zkušební měření, které probíhalo po dobu 6 dnů. Po celou dobu se zařízení chovalo podle předpokladů a běželo bezproblémově. Všechny sledované hodnoty byly uloženy do archivačních souborů a mohou se pohodlně zpracovat a vyvodit výsledky pokusu. Graf vyvinutého objemu plynu je vidět na obr.30. Pokus probíhal při laboratorní teplotě bez temperace na stálou teplotu. Na obr. 31 můžeme sledovat změnu teploty v reaktoru po dobu měření. Díky přidanému čidlu teploty a složení grafu teploty s grafem množství vyvinutého plynu, vidíme na obr.32 jak se při ustalování děje vyvíjel další plyn, vždy při zvýšení teploty v reaktoru, pravděpodobně při zvýšení teploty v laboratoři.



Obr. 30 Graf průběhu vyvinutého plynu



Obr. 31 Graf průběhu teploty



Obr. 32 Graf průběhu teploty a vyvinutého plynu

Díky archivaci je zpracování velice jednoduché, pohodlné a zabere mnohem méně času, než při původním řešení s liniovým zapisovačem. Díky přidání teplotního čidla se o průběhu pokusu dozvíme mnohem víc informací, díky kterým můžeme vyvozovat další závěry.

3.7 ADRESÁŘOVÁ STRUKTURA PROGRAMU

Programové prostředí pro vizualizaci je uloženo v hlavním kořenu disku D:\ v adresáři Diplomka_cw. Význam jednotlivých adresářů a souborů uvádím níže.

Diplomka. cw – vlastní program

Diplomka. bak – záloha programu

Diplomka. ide – soubor se skrytými panely

*.dbf, *.xls – archivační soubory, (seznam a význam archivačních souborů je uveden v příloze č. 3)

POKUSNE_KNIHOVNY – adresář s mapovacím souborem *.dmf a parametrickým souborem *.par

OBRAZKY – adresář s obrázky použitými při vizualizaci

DISKUZE VÝSLEDKŮ

Vizualizace anaerobního procesu byla vytvořena ve vizualizačním programu Control Web 2000. Tenhle program sice nepatří mezi nejnovější v oblasti vizualizačního software, ale vyznačuje se snadně konfigurovatelnou objektově orientovanou grafikou s vlastním grafickým editorem a pro naše potřeby je plně vyhovující. Veškerá místa modelu soustavy pro anaerobní rozklad byla v systému Control Web zpracována takovým způsobem, aby v konečné podobě odpovídala požadavkům zadání diplomové práce. Všechny funkce programu fungují tak, jak mají. Jen reset bublinkoměru musel být řešen přes přídavné spínací relé, které je spínáno výstupními +5V z měřicí karty a spíná +5V přiváděných ze zdroje, které je přiváděno na reset bublinkoměru. Toto relé muselo být použito, protože výstup měřicí karty byl po přivedení napětí přímo na reset bublinkoměru zatíženo natolik, že hodnota výstupního napětí zátěží klesla, a proto nebylo možné zařízení resetovat. Zařazením přídavného relé se celý problém vyřešil, protože výstupní napětí zdroje narozdíl od výstupního napětí měřicí karty ani po zatížení nekleslo pod hodnotu potřebnou k resetu zařízení. Testování zařízení bylo prováděno v laboratorních podmínkách a během nich jsem nezjistil žádné vlivy prostředí na samotný běh aplikace. Vliv prostředí lze předpokládat pouze na senzor snímající teplotu, který může být ovlivňován okolním prostředím např. teplotou v místnosti. Tohle vylepšené zařízení nahradilo původní, oproti kterému je sledování průběhu procesu a další zpracování výsledků měření mnohem jednodušší a přesnější, protože původní výstup (liniový zapisovač), nahradilo moderní zařízení (PC), na kterém je možné průběh sledovat s přehledem okamžitých hodnot a dále tyto hodnoty po archivaci pohodlně zpracovávat. Dále díky přidání teplotního čidla a možnosti sledování teploty při anaerobním rozkladu a její archivace je možné získat více informací o průběhu samotného děje a vyvozovat další závěry, které zlepší samotný výzkum. Na zařízení již bylo provedeno měření, jehož výsledky se využijí ke studiu anaerobních procesů a v budoucnu se počítá s jeho dalším používáním.

ZÁVĚR

Cílem této práce je vizualizace a monitorování bublinkoměru pomocí osobního počítače a vstupně/výstupní multifunkční měřicí karty a seznámení se s ní z hlediska její funkce, struktury, monitorování veličin a archivaci dat. Pro vizualizaci byl vybrán vhodný vizualizační program Control Web.

Celou diplomovou práci jsem rozdělil na tři části, kde každá z nich má svůj význam a specifické postavení.

První, rozsáhlejší kapitola nazvaná studijní a teoretickou částí, pojednává už konkrétněji o řešeném problému. Opticky jsem ji rozdělil na dvě části. V první se snažím přiblížit důležité pojmy, se kterými se můžeme ve světě vizualizace setkat. Druhá se zabývá programovým prostředím Control Webu, který je podstatnou a důležitou částí celé diplomové práce.

Druhá kapitola, stanovení cílů diplomové práce, je pouhým vysvětlením toho, co je podstatnou náplní této práce a co všechno je třeba splnit k jejímu úspěšnému provedení.

Poslední část se podrobně zabývá vlastním postupem při návrhu a realizaci programového prostředí vizualizace, rozebírá softwarové vybavení vyvinuté v prostředí Control Webu 2000 a je popsána takovým způsobem, aby byla přínosná a srozumitelná i pro člověka, který se podobným problémem může zabývat od samotného začátku. Nechybí zde ani návod pro práci s aplikací.

Součástí diplomové práce je i přiložené CD, obsahující diplomovou práci v elektronické podobě a aplikaci Control Webu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] www.omnicon.cz dostupné z : www.omnicon.cz/default.asp?cat=5&art=12
- [2] Control Web 2000 - Help programu
- [3] www.jsp.cz dostupné z : www.jsp.cz/c0137kpcz.pdf
- [4] BAMBUCH, J.: Web vizualizace a řízení modelu teplárenských soustav. Diplomová práce, UTB ve Zlíně, 2003.
- [5] SPÁČIL, M.: Návrhové systémy v elektronice. Bakalářská práce, UTB ve Zlíně, 2000.
- [6] www.mii.cz dostupné z : www.mii.cz/software/cw/cw.php
- [7] doc. Ing. Iveta Zolotová, CSc., Publikační činnost, AT&P Journal, 2000.
- [8] KODRIKOVÁ, K.: Zhodnocení složek Amarantu a studium fermentace polysacharidové složky na dílčí štěpné části.. Diplomová práce, UTB ve Zlíně, 2004.
- [9] Moravské přístroje: Katalog CONTROL WEB.
- [10] HRUŠKA, F.: Technické prostředky automatizace IV. UTB ve Zlíně, 2001.
- [11] CHUDÝ, V., PALENČÁR, R.: Meranie technických veličín. STU Bratislava, 1999.
- [12] ĎADO, S., KREIDL, M. : Senzory a měřicí obvody. ČVUT, Praha, 1999.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TCP/IP	- Transfer control protokol/Internet protokol
PCI	- Peripheral Component Interconnect
ISA	- Industry Standard Architecture
PC	- Personal Computer
V/V	- Vstupně/Výstupní
CW	- Control Web
LAN	- Local Area Network
PLC	- Programable Logic Control
WWW	- World Wide Web
http	- Hypertext Transfer protocol
HTML	- Hypertext Markup Protocol
SCADA	- Supervisory Control and Data Acquisition supervizí řízení a sběr dat
HMI	- Human Machina Interface
MS-DOS	- Microsoft Disk Operation Systém
A/D	- Analog/Digital
D/A	- Digital/Analog
LCD	- Liquid Crystal Display
GSM	- Global system for mobile communication
TTL	- Transistor Transistor Logic
GDI	- Graphical Device Interface

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Struktura řízení.....	11
Obr. 2 Překlad a generování.....	16
Obr. 3 Projektové okno	17
Obr. 4 Záložky projektového okna.....	17
Obr. 5 Vložení přístrojů na pracovní plochu.....	18
Obr. 6 Ukázka definice datových elementů	19
Obr. 7 Výsledek spuštěné aplikace.....	20
Obr. 8 Toolbar Control Webu.....	20
Obr. 9 Paleta průvodce přidání virtuálních přístrojů	21
Obr. 10 Paleta virtuálních přístrojů	22
Obr. 11 Popis a vlastnosti nastavení přístroje	23
Obr. 12 Schéma měřicí aparatury pro anaerobní rozklad	28
Obr. 13 Modul čítání počtu bublin a zobrazení pomocí sedmisegmentového displeje	30
Obr. 14 Modul D/A převodníku.....	31
Obr. 15 Technologická karta PCL 812PG.....	32
Obr. 16 Popis pinů technologické karty PSL 812PG	34
Obr. 17 Device Manager na konfiguraci karty PCL 812PG	35
Obr. 18 Program Device test	36
Obr. 19 Čidlo teploty Pt100.....	37
Obr. 20 Princip převodníku Pt100/U.....	38
Obr. 21 Návrh desky převodníku Pt100/U v Eagle 4.11	38
Obr. 22 Osazená deska převodníku Pt100/U	38
Obr. 23 Snímání pulsu	39
Obr. 24 Návrh desky D/A v Eagle 4.11.....	40
Obr. 25 Osazená deska D/A převodníku	40
Obr. 26 Ukázka struktury programu	41
Obr. 27 Panel1	42
Obr. 28 Panel 2	43
Obr. 29 Struktura archivačního souboru	44
Obr. 30 Graf průběhu vyvinutého plynu	45
Obr. 31 Graf průběhu teploty.....	45
Obr. 32 Graf průběhu teploty a vyvinutého plynu.....	46

SEZNAM PŘÍLOH

- P I : Soubor pcl.dmf
- P II : Soubor pcl.par
- P III : Popis a význam archivačních souborů
- P IV : Technické parametry V/V karty PCL 812PG
- P V : Seznam a popis použitých přístrojů Control Webu

P I: SOUBOR PCL.DMF

Kanál	Význam
begin	
100 – 115	real input
120 – 135	real output
150 – 151	real output
160 – 163	real output
200 – 231	boolean input
240 – 243	real input
300 – 331	boolean output
340 – 343	real output
400	boolean output
401 – 402	real input
500	boolean output
501 – 502	real output
1100 – 1115	real input
1120 – 1135	real output
1150 – 1151	real output
1160 – 1163	real output
1200 – 1231	boolean input
1240 – 1243	real input
1300 – 1331	boolean output
1340 – 1343	real output
1400	boolean output
1401 – 1402	real input
1500	boolean output
1501 – 1502	real output
end.	

P II: SOUBOR PCL.PAR

	ai 9 = 1109
[Advantech PCL]	ai 0 = 1110
[modules]	ai 11 = 1111
PCL812PG1 = PCL-812, PCL-812PG I/O=210H	ai 12 = 1112
PCL812PG2 = PCL-812, PCL-812PG I/O=230H	ai 13 = 1113
[PCL812PG1]	ai 14 = 1114
ai 0 = 100	ai 15 = 1115
ai 1 = 101	
ai 2 = 102	ao 0 = 1150
ai 3 = 103	ao 1 = 1151
ai 4 = 104	
ai 5 = 105	do_bit 0, 0 = 1300
ai 6 = 106	do_bit 0, 1 = 1301
ai 7 = 107	do_bit 0, 2 = 1302
ai 8 = 108	do_bit 0, 3 = 1303
ai 9 = 109	do_bit 0, 4 = 1304
ai 0 = 110	do_bit 0, 5 = 1305
ai 11 = 111	do_bit 0, 6 = 1306
ai 12 = 112	do_bit 0, 7 = 1307
ai 13 = 113	
ai 14 = 114	do_bit 1, 0 = 1308
ai 15 = 115	do_bit 1, 1 = 1309
	do_bit 1, 2 = 1310
ao 0 = 150	do_bit 1, 3 = 1311
ao 1 = 151	do_bit 1, 4 = 1312
	do_bit 1, 5 = 1313
[PCL812PG2]	do_bit 1, 6 = 1314
ai 0 = 1100	do_bit 1, 7 = 1315
ai 1 = 1101	
ai 2 = 1102	do_byte 0 = 1340
ai 3 = 1103	do_byte 1 = 1341
ai 4 = 1104	
ai 5 = 1105	cnt_event_start 0 = 1400
ai 6 = 1106	cnt_event_read 0 = 1401
ai 7 = 1107	cnt_freq_read 0 = 1402
ai 8 = 1108	pulse_start 0 = 1500

P III: POPIS A VÝZNAM ARCHIVAČNÍCH SOUBORŮ

Název archivačního souboru	Popis archivačního souboru
Archiv.dbf	Archivační soubor možný otevřít v InCalcu
Archiv.xls	Archivační soubor možný otevřít v Excelu

P IV: TECHNICKÉ PARAMETRY V/V KARTY PCL 812PG**1. A/D převodník**

Počet vstupů	16
Rozlišení A/D převodníku	12 bitů
Vstupní rozsah	$\pm 10V$
Maximální vstupní napětí (kontinuálně)	$\pm 30V$ kontinuálně
Způsob konverze	postupná aproximace
Maximální konverzní rychlost	30 kHz

2. D/A převodník

Počet vstupů	2
Rozlišení D/A převodníku	12 bitů
Vstupní rozsah	0-10V
Linearita	$\pm 1/2$ bitu

3. Digitální porty

Počet vstupů	16
Počet výstupů	16
TTL	kompatibilní

4. Ostatní údaje

Počet čítačů	3
Kapacita čítačů	16
Vstup	TTL, DTL, CEMOS
Časová základna	2 MHz

P V: SEZNAM A POPIS POUŽITÝCH PŘÍSTROJŮ CONTROL WEBU**NÁZEV PŘÍSTROJE CW OBRÁZEK PŘÍSTROJE VÝZNAM A POPIS PŘÍSTROJE**

Label		Zobrazení libovolné ikony nebo textu
Indicator		Zobrazení logické veličiny nebo výsledku logického výrazu
Switch		Nastavení logické hodnoty hodnoty do výstupního elementu pomocí tlačítka
Pipe		Přístroj umožňuje animaci pohybu média v trubce
Meter		Zobrazení číselné hodnoty nebo výsledku
Engine		Přístroj umožňuje animaci rotace
Knee		Zobrazení symbolu potrubního kolena pro ohyb
Archiver		Archivuje požadovaná data
Chart		Zobrazení časových průběhů číselných hodnot v jednom grafu
Multilable		Zobrazení ikon nebo textů v závislosti na výsledcích logických výrazů