

Virtuálne monitorovanie, správanie, riadenie a projektovanie vsádzkových procesov so systémom ControlDraw

Systém ControlDraw [5] môžeme nazvať procesor diagramov. Poskytuje nástroje na kreslenie, ovládanie textových funkcií a integráciu s databázou na návrh, špecifikáciu, vytváranie modelu, testovanie a dokumentáciu procesných riadiacich systémov. Systém ControlDraw zahŕňa symboly a štýly pre nasledujúce typy diagramov:

- procesný diagram – Process Flow Diagram (P&ID),
- diagram jednotky (Unit),
- signály a spojenia,
- diagram modulu vybavenia (Equipment module),
- diagramy riadiacich modulov (Control Modules Diagrams),
- procedurálne diagramy receptúr (Recipe Procedure Diagrams),
- diagramy operácií a fáz (Operation and Phase Diagrams),
- sekvenčný funkčný graf (Sequential Function Chart – SFC),
- Grafcet,
- sekvenčná logika,
- SAMA – schémy uzatvorených riadiacich obvodov,
- logické riadenie,
- diagram funkčných procedúr PFC (Procedure Function Chart) podľa odporúčania ISA S88 pre riadenie vsádzkových procesov,
- logika prechodových stavov jednotiek,
- diagramy typu Flow Chart.

Systém ControlDraw ďalej obsahuje prostriedky na analýzu ER – Entity Relational diagramov, grafické a stavové moduly vybavenia (Equipment) podľa odporúčania ISA S88 pre riadenie vsádzkových procesov a iné. Objekty systému ControlDraw môžu zobrazovať svoje dynamické stavy v priebehu, v bežiacom móde diagramu. Pre jednotku T406 dozrievacieho tanku – un_T406 a súvisiacich zariadení a jednotiek linky (Process Cell) na výrobu jogurtov v závode Jindřichov Hradec, spoločnosti MADETA, a. s., je uvedený diagram jednotky (Unit) a matice vybraných stavov jednotky un_T406. Pre projekt monitorovania a riadenia vsádzkových procesov môžu byť potrebné dáta zapísané do databázy systému Microsoft Access a tesne zviazané s diagramami.

1. Virtuálne monitorovanie a riadenie vsádzkových procesov, statické a dynamické vlastnosti

1.1 Čo môžeme vytvárať so systémom ControlDraw v oblasti vsádzkových procesov?

Čo môžeme vytvárať so systémom ControlDraw [5] v oblasti vsádzkových procesov, je stručne opísané v jednotlivých vetách uvádzajúcich príslušné možnosti systému:

- kreslenie diagramov virtuálneho monitorovania a riadenia vsádzkových procesov systémom „tahať a pustiť“ (Drag and Drop),
- výstavbu modelov – hierarchicky spojených diagramov, s ktorými môžeme manipulovať od najvyššej prehľadovej úrovne po najmenšiu podrobnosť v najnižšej úrovni,
- kreslenie procedurálnej logiky podľa odporúčania ISA S88, a to procedúry receptúr, procedúry jednotiek (Units), operácií (Operations) a fáz (Phases),

- navrhovať stavy modulov, a to riadiacich modulov a modulov vybavenia (Equipment) definovaných v súlade s odporúčaním ISA S88,
- vytvárať maticové tabuľky, matice stavov, kde riadky a stĺpce matice, tabuľky sú objekty diagramov, napr. matice stavu vybavenia (Equipment),
- možnosť z jedného nakresleného diagramu následne vytvoriť viacnásobné inštancie dát združených s diagramom,
- vytvorenie polymorfických (Polymorphic) diagramov, kde jeden diagram môže pokrývať mnoho podobných, avšak vo vybraných vlastnostiach odlišujúcich sa modulov,
- vytvárať knižnicu opätovne použiteľných modulov alebo objektov,
- zaznamenávať a zobrazovať dáta pre každý z objektov v diagramoch a pre každú príslušnú inštanciu v modeli,
- generovať kompletnú dokumentáciu zahrňujúcu špecifikácie a testovacie definície, listy (sheets) ako súbory typu PDF a RTF pre projekt monitorovania a riadenia vsádzkového procesu.

1.2 Základné vlastnosti systému ControlDraw

Systém ControlDraw môžeme vlastne nazvať procesor diagramov. Poskytuje nástroje na kreslenie, ovládanie textových funkcií a integráciu s databázou na návrh, špecifikáciu, vytváranie modelu, testovanie a dokumentáciu procesných riadiacich systémov. Stovky diagramov môžu byť v relácii jednotlivito, resp. v hierarchickom spojení. Diagramy sú objektovo orientované opäť použiteľné v modeli nejakého technologického procesu. Všetky diagramy sú vytvorené zo symbolov (ods. 2.1) a spojené signálmi. Symboly môžu byť spojené s inými diagramami. Ku každému symbolu je priradený text: nejaké meno tzv. tagu, Tagname, obsahuje až 32 znakov a ďalej obsahuje používateľský text, ktorý nie je obmedzený.

ObjectTag obsahuje až 32 znakov a poskytuje spojenie, a to na množinu dát pre každý objekt a jeho inštanciu. Systém ControlDraw poskytuje prostriedky na vkladanie dát do objektov v rámci diagramu, napr. opis senzora či parametre vybavenia (Equipment) pre každú inštanciu každého objektu v diagrame. Všetky modely systému ControlDraw sú uchovávané v databázovom súbore napr. v databáze Microsoft Access.

Systém ControlDraw tak napr. umožňuje generovať databázu senzorov, systém vstupov a výstupov zo systému SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), vytvárať štatistiky a iné. So systémom ControlDraw môžeme kresliť symboly (technologických schém) v diagramoch systémom „Drag and Drop“ (klikni na symbol v ponuke, ťahaj do priestoru diagramu a pusti), symboly môžeme prepájať. Diagramy môžu byť hierarchické, vzájomne prepájané. Spojenie symbolov môže mať smer, signál je napr. číslcový (digitálny) alebo analógový. Vstupy môžu byť spojené len s nejakým zdrojom. Výstupy môžu byť spojené s mnohými typmi, spojenie musí byť kompatibilné, napr. analógový signál sa musí spájať len s analógovým signálom. Spojenie môže byť modifikované pomocou riadiaceho panela na obrazovke syst. ControlDraw. Interaktívne vystavené tabuľky stavových matíc definujú dynamické správanie vo virtuálnom modeli vsádzkového procesu. K jednému diagramu môže existovať viac inštancií. Na testovanie správania virtuálne-

ho modelu možno použiť dynamickú simuláciu (podrobnejšie v ods. 3.2). Na diagram sa možno pozerat' ako na symbol, ktorý je kontajnerom pre ostatné symboly, diagram má podobné modelovacie vlastnosti ako symbol. Systém ControlDraw zahrnuje symboly a štýly pre nasledujúce typy diagramov: Graficet, sekvenčný funkčný diagram (SFC), sekvenčná logika, SAMA – schémy uzavretých riadiacich obvodov, logické riadenie, diagram funkčných procedúr PFC (Procedure Function Chart) podľa odporúčania ISA S88 pre riadenie vsádzkových procesov, logika prechodových stavov jednotiek, návrh diagramu typu FlowChart.

Systém ControlDraw ďalej obsahuje prostriedky na analýzu ER – Entity Relational diagramu, grafické a stavové moduly vybavenia (Equipment) podľa odporúčania ISA S88 pre riadenie vsádzkových procesov a i. Pre projekt monitorovania a riadenia vsádzkových procesov môžu byť potrebné dáta uložené do databázy Microsoft Access a tesne späté s diagramami.

Volné verzie systému ControlDraw možno stiahnuť zo stránky:
<http://www.controldraw.co.uk/Download/download.htm>.

2. Aké základné prvky a objekty používame pri vytváraní modelov vsádzkových procesov?

2.1 Základné prvky, topológia a uchovávanie modelov diagramov

Triedy (Class). V systéme ControlDraw sú všetky diagramy uvažované ako triedy. Najdôležitejšie je nastavenie, ktoré identifikuje typ informácie na stránke (Page) alebo reprezentuje Symbol a jeho platnosť v modeli a databáze.

Modely a Hierarchie. Model systému Control Draw je súbor diagramov so zmysluplnými vzťahmi v diagramoch v kombinácii s databázou. Model môže zahrňovať viac stránok (Pages) a vzťahy medzi symbolmi a stránkami (Pages) môžu byť dosadené a použité na výstavbu hierarchickej množiny objektov. Dáta v modeli môžu byť členené do oblastí ako procesné bunky (Process Cells), alebo jednotky (Units). Modelové šablóny (Templates) pre projekty môžu byť vytvorené podľa špecifických požiadaviek zákazníka, používateľa.

Symboly. Symboly sú objekty, ktoré sú navzájom spojené signálmi. Nejaký Symbol reprezentuje akcie (Action), udalosti, stavy, fyzické položky alebo procesné funkcie, prípadne môžu byť navrhnuté používaním a mať vlastný význam.

Aké sú vlastnosti Symbolov? Majú meno (Tagname), príp. Object Tagname, ktoré obsahuje používateľský text, značku (obrázok) symbolu. Symbol môže meniť veľkosť, polohu a formát nastavenia textu. Symboly môžu byť spojené so stránkou (Page), typom (Type), triedou (Class). Systém ControlDraw zahrnuje veľké množstvo štandardných symbolov, ktoré môžu byť „uchopené“ myšou z palety symbolov a premiestnené do diagramu. Pokiaľ je nový symbol pridaný do palety symbolov, získa hodnotu zodpovedajúcu atribútom, ako trieda, farba, formát a iné.

Obrazová schéma, značka (obrázok) symbolu. Vlastnosti obrazovej schémy, značky symbolu (symbol technologickej schémy, napr. ventil, miešacie zariadenie, čerpadlo), ktorá je použitá pre symbol, je na začiatku po premiestnení systémom „Drag and Drop“ určená prvotným nastavením. Toto nastavenie možno ďalej meniť.

Pomocou programu Windows Paintbrush alebo iného kresliaceho programu (vytvárajúceho súbory typu bitmaps, gifs, jpg) možno ľahko vytvoriť vlastné Symboly.

Model. Model je nejaká databáza Microsoft Access obsahujúca diagramy, matice a všetko ostatné.

Textový opis modelov. Systém ControlDraw poskytuje možnosti umiestnení opisov špecifikujúce vyvíjaný model. Projekčné vlastnosti zahrňujú „Tabs“ ako prehľadovú skratku slova a podrobný text. Text opisujúci dokumentáciu modelu je typu RTF. Systém ControlDraw

obsahuje editor textu typu RTF, prístupný z menu File s použitím nástroja WordPad alebo Microsoft Word.

Špecifikácie. Systém ControlDraw sa používa na definovanie, resp. špecifikáciu procesných riadiacich systémov. Špecifikácie sa týkajú požiadaviek, funkcií, programového a prístrojového vybavenia a overovacích funkcií.

Referenčné modely. Referenčný model obsahuje definície tried a spoločne využívaných modulov, napr. ventilov, akčných členov, čerpadiel, motorov. Každý oddelený model potom obsahuje odkazy na model a spoločne využívané stránky (Pages) s diagramami z referenčného modelu. Referenčné modely môžu ovládať distribuované projekty so súborom oddelených modelov v systéme ControlDraw.

Databáza. Model systému ControlDraw je uložený v databáze Microsoft Access. Obsahuje diagramy, stavové matice a ďalšie. Dáta združené s objektmi diagramov sú umiestnené v databázových tabuľkách.

Mená Tagov (Tag names). Každý objekt v systéme je identifikovaný súborom mien Tagov (Tagnames). Všetky mená Tagov sú voliteľné.

Page Tag (meno stránky) sa objavuje pri každom symbole z diagramu, pri jeho použití mimo diagramu uvedeného na tejto stránke (Page).

Objektový tag (Object Tag) umožňuje symbolom a ich inštanciam združovať sa vnútri triedy (Class) do typov (Type). Typy poskytujú prostriedky na delenie dát združených triedou do spoločných typov objektov.

Tag instance (Instance Tag – Real Tag) je meno dané nejakej inštancii objektov. Všeobecne sú tieto Tagy automaticky vytvárané podľa pravidiel platných pre pomenovanie v triedach objektov systému ControlDraw, alebo použitím systému Tagov vytvorených v databáze Access. (Poznamenajme, že podľa odporúčania ISA S88 syntaktický zápis štruktúry oblasti (Area) jednotky (Unit) modulu vybavenia (Equipment) a riadiaceho (Control) modulu môže byť vyjadrený ako Area.Unit. Equipment Module.Control Module. Napríklad pre triedu ventilov (Valve Class) s použitím syntaktického pravidla KoreňovýTag.TagPotomka (Root Tag.ChildTag) všetky ventily v jednotke – Unit môžu mať meno UnitName.ValveName, kde UnitName – Meno jednotky a ValveName – Meno ventilu sú zodpovedajúce Symboly Tagov v diagrame, i keď ventily sú vo vybavení modulov o úroveň nižšie a spadajú pod diagram jednotky.

Paleta. Paleta je knižnica objektov, ktoré možno použiť na výstavbu diagramov.

2.2 Stavové matice

Systém ControlDraw poskytuje rozsiahlu podporu na generovanie, editovanie a uchovávanie maticových tabuliek (Matrix tables), napr. matice stavu zariadenia (Equipment State Matrices). Maticové tabuľky môžu byť použité vo viacerých oblastiach, napr. na definovanie stavu modulu alebo na mapovanie procedurálnych elementov (Procedural Elements) vo vyvíjanom modeli s fyzickými elementmi (Physical Elements). Matica má riadky a stĺpce, ktoré môžu byť odvodené z objektov na stránkach (Pages) modelu alebo zapísané ručne. Môžeme si vybrať, ktoré objekty budú zahrnuté do riadkov a stĺpcov matice. Takisto môžeme ručne pridať riadky a stĺpce. Bunky matice môžeme nastavovať interaktívne pomocou matice stavu vytvárajenej pri virtuálnom behu (Run) monitorovaného a riadeného systému (ods. 3.2). Typické názvy stĺpcov matice sú riadiace (Control) moduly nejakého vybavenia (Equipment), umiestneného na stránke (Page) a riadky matice sú stavy na stránke (Page). Každá Matica je zapamätaná v tabuľke databázy Microsoft Access s menom tblMx#, kde # je automaticky priradené číslo.

2.3 Súvislosť s odporúčaním ISA S88

Americký štandard ISA S88.01 [1] pre systémy vsádzkového riadenia a jeho európsky ekvivalent IEC 61512-01 a štandard ISA S 88.00.02 [2] sa stali najpoužívanejšími štandardmi pre výrobné riadiace systémy

v USA a Európe. Štandard bol použitý pre priemysel vsádzkovej výroby, ako sú špeciálne chemikálie, farmaceutický priemysel, potraviny a nápoje a tam, kde fyzikálne a chemické procesy vyžadujú spracovanie materiálu vo várkach. Štandard bol rovnako účinne využitý v pružných výrobných jednotkách, kde chcú spoločnosti využívať to isté výrobné zariadenie na výrobu množstva druhov rôznych výrobkov.

Podľa odporúčania ISA S88 procesná bunka (Process Cell) je súbor kompletného vybavenia (zariadenia), ktoré sa vyžaduje na výrobu jednej alebo niekoľkých várok. Procesná bunka môže súčasne spracúvať jednu alebo viac várok a obvykle určuje továrenské zdroje používané pri rozvrhovaní. Procesná bunka rovnako poskytuje rozpätie riadené pre riadiacu stratégiu používanú v krízových situáciách. Skladá sa zo všetkých jednotiek (Units), ktoré pracujú na várke.

Jednotka je zostavou procesného vybavenia (zariadenia), riadiaceho vybavenia a pripojenej riadiacej logiky, ktorá vykonáva jednu, alebo viac hlavných výrobných činností, ako je reaguj, kryštalizuj roztok, alebo miešaj materiály, ohrievaj, ochladzuj, homogenizuj a iné. Základné schopnosti jednotky sú definované prostredníctvom fáz vybavenia. Fázy určujú, čo môže receptúra urobiť pre jednotku. Fázy vybavenia definujú od produktu nezávislé činnosti, ktoré možno vykonávať na vybaveniach (zariadeniach). To zahŕňa také činnosti, ako pridávanie materiálu, dopravu materiálu, zahrievanie, alebo chladenie nádoby, tlakovanie nádoby a miešanie materiálu v nádobe. Fázy vybavenia môžu byť zapojené prostredníctvom automatizovaného zariadenia, ako je riadenie PLC (Programmable Logic Controller) a DCS (Distributed Control System), alebo môžu byť vykonávané ručne. Automatizované fázy majú kód PLC alebo DCS, ktorý zapája série riadiacich krokov a riadiacich činností. Manuálne fázy sú obvykle spojené so štandardnými postupmi vedenie operácií. Systém ControlDraw zodpovedá odporúčaniam ANSI/ISA-88.01 [1] a ANSI/ISA-88.00.02-2001 [2].

3. Diagramy vsádzkových procesov, statické a dynamické vlastnosti a ich správanie

3.1 Typy diagramov

Signály a spojenia

Spojenia v systéme ControlDraw sú reprezentované na stránke (Page) ako línie spájajúce dva symboly. Avšak to nie sú len línie; línie reprezentujúce tiež signály – vedenie signálov. Keď premiestnime symbol, línia sa premiestni s ním a prepojenie je zachované. Môžeme vybrať štýl spojenia pre každé spojenie, ktoré môže mať svoj vzhľad určený hodnotou signálu. V dynamickom móde systému ControlDraw signály môžu prenášať dáta od jedného objektu k inému. Signály majú dátový typ. Každému signálu je priradený štýl línie, šípky a metóda spojenia z nástroja Signals Form systému ControlDraw. Dva spojené symboly môžu byť v rôznych diagramoch.

Procesný diagram – Process Flow Diagram (P&ID)

Typický procesný diagram v systéme ControlDraw (P&ID) obsahuje niekoľko modulov vybavenia (Equipment), riadiacich modulov, stavy zariadenia, maticu zariadení a stavov týchto zariadení, textové informácie na opis funkcionality diagramu. Fyzické a procedurálne hierarchie podľa odporúčania ISA S88 sú zachytené vo vzájomných vzťahoch medzi diagramami.

Diagram jednotky (Unit)

Diagram jednotky v systéme ControlDraw reprezentuje jednotku definovanú v rámci odporúčania ISA S88, t. j. môže obsahovať moduly vybavenia, zariadení (Equipments), riadiace (Control) moduly a fázy (Phase) operácií, ktoré na nich bežia. Diagram jednotky môže obsahovať symbol pre každú operáciu, rozhranie k objektom – modulom, ktoré riadi komunikáciu medzi jednotkami a spoločnými zdrojmi, medzi maticou – tabulkou, ktorá ukazuje nastavenie pre moduly vybavenia a pre každý definovaný stav jednotky (Unit). Na uvedené stavy môže byť jednotka nastavená. Tieto vybrané vlastnosti sú vo forme stránky (Page) systému ControlDraw vytvorené na obr. 1 pre jednotku T406

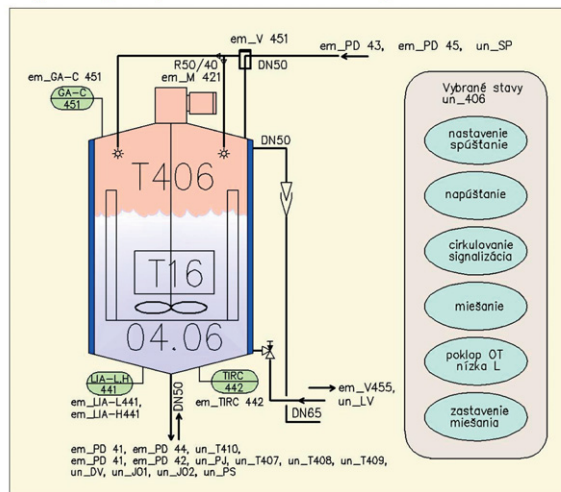
dozrievacieho tanku – un_T406 a súvisiacich zariadení em_XXX a jednotiek un_YYY linky – procesné bunky (Process Cell) na výrobu jogurtov v závode Jindřichov Hradec spoločnosti MADETA, a. s. [4]. Jednotka dozrievacieho tanku T406 – un_T406 je rozdelená na istý počet modulov vybavenia (Equipment modules) – em_XXX, uvedené sú tiež názvy – un_YYY súvisiacich jednotiek linky – procesné bunky (Process Cell) na výrobu jogurtov. Následne sú uvedené názvy zariadení (Equipment) a jednotiek (Unit) s vysvetľujúcim opisom.

- em_M 421** – motor pre miešacie zariadenie,
- em_GA-C 451** – riadenie pohybu uzatvárajúceho poklopu tanku,
- em_LIA-L 441** – ukazovanie – I, signalizácia – A minim. L hodnoty hladiny L v tanku T406,
- em_LIA-H 441** – ukazovanie – I, signalizácia poklopu – A maxim. H hodnoty hladiny L v tanku T406,
- em_TIRC 442** – riadenie (regulácia) – C, ukazovanie – I, zapisovanie – R, teploty T v tanku,
- em_PD 41, em_PD 42, em_PD 43, em_PD 44, em_PD 45** – zariadenie na nastavenie trasy,
- em_V 451** – ventil na napúšťanie suchých prísad,
- em_V 455** – ventil na nastavenie chladenia,
- em_START, em_STOP** – zariadenie, tlačidlo ŠTART a STOP,
- un_T407, un_T408, un_T409** – jednotky dozrievacích tankov,
- un_T410** – jednotka, tank na napúšťanie smotany,
- un_SP** – jednotka na suché prísady,
- un_PJ** – pasterizačná jednotka,
- un_LV** – jednotka dodávky ľadovej vody,
- un_JO1, un_JO2** – jogurt, lahôdka k baliacim jednotkám 1 a 2 (Ampack),
- un_DV** – jednotka na dotlak vody,
- un_PS** – jednotka pasterizácie smotany,
- un_PJS** – jednotka pasterizácie zmesi.

Diagram modulu vybavenia (Equipment module)

Diagram modulu vybavenia v systéme ControlDraw reprezentuje modul vybavenia, definovaný v odporúčaní ISA S88, s riadiacimi modulmi a s fázami (Phases), ktoré na moduloch bežia. Ďalej obsahuje maticu

Diagram - un_T406 (Jednotka T406 Zracieho tanku), Class: Unit



Maticy vybraných stavov jednotky un_T406 – Stavová matica

State Matrix un_T406	em_LIA-L 441	em_LIA-H 441	em_M 421	em_GA-C 451	em_PD XX	un_PS	em_START	em_STOP
nastavenie, spúšťanie	IDLE	L<HMAX	IDLE	ZAV	PD41 (3-7) B+;= PROP	OK	IDLE	IDLE
napúšťanie	IDLE	L<5800 I	IDLE	ZAV	PROP	OK		
cirkulovanie, signalizácia	IDLE	L>5800 I	IDLE	ZAV	PROP	CirkI		
miešanie	IDLE	L>2000 I	ZAP	ZAV	PROP	OK, CirkI	ZAP	
poklop OT, nízka L	IDLE	L<1500 I	VYP	OT	PROP	OK, CirkI		
zastavenie miešania			VYP		PROP	OK, CirkI		ZAP

Obr.1 Stránka (Page), diagram systému ControlDraw s maticou vybraných stavov pre jednotku T406 dozrievacieho tanku – un_T406 vrátane názvu vybraných súvisiacich zariadení

stavu vybavenia, ktorá má nastavenie riadiacich modulov pre každý definovaný stav modulu vybavenia (Equipment module), vlastne stav, na ktorý môže byť vybavenie nastavené. Ide napr. o diagramy ventilov, motorov, miešacieho zariadenia, ohrievacieho a chladiaceho zariadenia vsádzkového tanku, homogenizátora, zariadenia na čistenie, sušenie a iné.

Diagramy riadiacich modulov (Control Modules Diagrams)

Diagramy obsahujú symboly pre každý vstup a výstup riadiaceho systému, definíciu riadiacej logiky modulu logického riadenia a symbol pre rozhranie (interface) styku s operátorom. Tiež môže obsahovať diagramy a matice stavu riadiaceho modulu. Napríklad riadiaci modul – ovládač ventilu pri zmene polohy ventilu – sleduje čas presunu do opačnej polohy. Pokiaľ je tento čas prekročený, spôsobí prekročenie parametru typu „Timeout“ vyhlásenie chyby, alarmu typu „Chybné otváranie“ alebo „Chybné zatváranie“ ventilu.

Procedurálne diagramy receptúr (Recipe Procedure Diagrams)

Logika receptúry je vyjadrená podľa odporúčania ISA S88.00.02 [2] vo formáte funkčného grafu procedúry – Procedure Function Chart. Ide o symbol pre každú procedúru jednotky, operáciu jednotky, synchronizáciu a iné.

Diagramy operácií a fázy (Operation and Phase Diagrams)

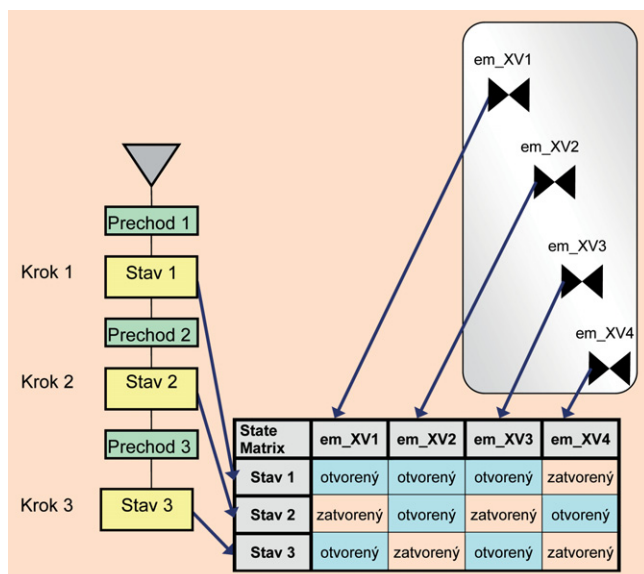
Logika fázy je vyjadrená v SFC grafe, diagramu (pozri ďalej). Diagram operácií a fáz obsahuje parametre pre každú receptúru a parametre na vybavenie. Kroky v operácii postupujú a konajú v súlade s nastavením jednotky (Unit) na jeden zo stavov jednotky definovaný v matici stavu.

Sekvenčný funkčný graf, diagram (Sequential Function Chart – SFC)

Sekvenčný funkčný graf, diagram opisuje riadiacu sekvenciu v grafickej podobe. Pôvodne bol pod menom Grafcet vyvinutý vo Francúzsku a stal sa základom definície medzinárodného štandardu IEC 60 848 (príprava funkčných grafov, diagramov pre riadiace systémy) [6]. SFC sa skladá z istého počtu krokov (Steps) a prechodov (Transitions) spájajúcich kroky.

Kroky (Steps). Každý krok môže realizovať jednu, alebo viac akcií. Krok je aktívny, alebo neaktívny. Keď sa stane aktívnym, jeho akcie sú realizované.

Prechody (Transitions). Medzi každým krokom sú prechody. Keď je krok aktívny a nasledujúci prechod má logickú hodnotu „Pravda“, nasledujúci krok sa stane aktívnym a predošlý krok neaktívnym. S každým prechodom sú združené udalosti (Events) volané pri splnení pod-



Obr.2 Príklad SFC diagramu krokov a prechodov s maticou stavu a zariadeniami typu ventil

mienok prechodu. Podmienky prechodu musia kombinovať jednoduché logické výrazy s výslednou hodnotou typu „True“ alebo „False“. Krok môže byť združený s jednou, alebo niekoľkými akciami. Pokiaľ krok nie je združený so žiadnou akciou, je uvažovaný ako funkcia typu WAIT – Čakajúci. V paralelných vetvách sa všetky iniciované kroky stávajú aktívnymi, keď sa predchádzajúci prechod stane aktívnym. Následne je na obr. 2 uvedený príklad SFC diagramu s maticou stavu a zariadením typu ventil.

3.2 Dynamická simulácia a virtuálny beh (Run) diagramu vsádzkových procesov

Dynamické simulácie

Symboly v systéme ControlDraw môžu byť združené so vzťahmi, vzorcami, ktoré sú v relácii s výstupmi zo symbolov a tieto výstupy sú napojené na nejaké vstupy. Hodnoty (Values) výstupu sú vyslané cez spojenie na vstupy, ku ktorým sú pripojené. Objekt v systéme ControlDraw má hodnotu, ktorá sa používa k animácii objektu. Dynamické formy Symbolu poskytujú rozhranie (interface) pre definíciu objektu a jeho testovanie. Keď je nejaká stránka (Page) v bežiacom (Run) móde, režime, kliknutím myši na nejaký symbol sa rozvinie dynamické menu. Ak je so stránkou (Page) združená matica (Matrix), môžeme zmenou stavu v matici meniť stavy, hodnoty objektov (definovaných napr. v stĺpcoch matice) v diagrame umiestnenom na stránke (Page). Kód združený so symbolom je programovaný v jazyku Visual Basic Script.

Premenné

V systéme ControlDraw môžu objekty podporovať istý počet premenných (Variables). I/O (vstupné/výstupné) premenné sú vstupy a výstupy objektu. Sú to tiež napájajúce sa body (Connection Points) objektu. Vstup (Input), ktorý dostane svoje hodnoty od výstupu objektu, ktorý je s ním spojený, si tieto hodnoty prečíta.

Zobrazovanie dynamických stavov

Objekty systému ControlDraw môžu zobrazovať svoje dynamické stavy v bežiacom móde, počas režimu diagramu.

Beh (Run), mód systému

Beh systému, bežiaci mód systému poskytuje prostriedky na simuláciu správania symbolov v reálnom čase a testovaní diagramov. Beh systému je iniciovaný alebo vypnutý z hlavnej lišty obrazovky systému ControlDraw. Dynamické správanie objektov diagramu (napr. kroky v stavovom prechodovom diagrame (State Transition Diagram) od verzie ControlDraw 3) môžu spôsobovať nastavenie celých, úplných objektov, ich stavov a realizácií definovaných vstupno-výstupných výpočtov, formúl, ktoré určujú príslušnú hodnotu (Values) vstupu/výstupu.

Keď je stránka (Page) systému ControlDraw v bežiacom móde, režime:

- Objekty majú odlišné menu po kliknutí pravým tlačidlom myši.
- Mód typu beh (Run) riadi formu zobrazovania.
- Pokiaľ nie je stránka (Page) systému ControlDraw v statickom móde režime behu (Run), nasledujúce sekvencie prebiehajú periodicky rýchlosťou určenou nastavením časovača simulácií (Simulations timer) na hlavnej lište obrazovky. Štandardne ide o 2 sekundy.
- Hodnoty (Values) všetkých vstupov symbolov sú aktualizované podľa toho, ako a kam sú tieto vstupy napojené. Každý symbol robí výpočet, ktorý bol definovaný vo forme dynamiky symbolu (Symbol Dynamic Form).
- Hodnoty všetkých výstupov sú prenesené prostredníctvom ich spojenia so symbolmi na vstupy (Input) týchto symbolov.
- Ak klikneme myšou na symbol, objaví sa priradený „pop-up“ výpis zodpovedajúcich dynamických objektových vlastností.
- Ak má objekt viac stavov, môžeme ich pomocou priradeného „pop-up“ výpisu meniť, príp. môžeme meniť začiatkové hodnoty na iné hodnoty týchto objektov.
- Môžeme tiež uchovať určitú „snímku“ (snapshot), súbor objektových stavov a tieto stavy uchovať v matici stavu.

- Z matice stavu môžeme do bežiacieho systému tiež spätne nahradiť „upload“ stavy uvedené a prípadne zmenené v tejto matici a tak testovať správanie systému.
- Pre bežiaci mód existujú testovacie funkcie. Každý symbol môže byť na začiatku testovania zafarbený na červeno, ak pri testovaní nedôjde k chybe, zmení sa farba na zelenú.

4. Vytváranie a ovládanie automatizovaných projektov a dokumentácie monitorovania a riadenia systémov vsádzkových procesov

Systém ControlDraw ponúka pre projektovanie monitorovanie a riadenie systémov vsádzkových procesov podstatnú podporu vyhovujúcu požiadavkám na projekty zodpovedajúce odporúčaniam podľa ISA S88. Túto podporu využije najmä systémový integrátor a hlavný inžinier projektu pre projekty zodpovedajúce súčasným požiadavkám.

Ako možno tieto požiadavky charakterizovať a čo reprezentujú v systéme ControlDraw?

Všetky projekčné informácie možno vyhľadať pomocou jedného súboru, kde sú buď uložené samotné informácie, alebo ukazovateľ, index ich umiestnenia. Ide o diagramy, výpisy (lists), matice a ich opis a iné.

Diagramy. Pre každý typ objektu je použitý diagram zodpovedajúci zvyklostiam používaným v oblasti zobrazovania technologických schém ríadiacich systémov.

Dáta. Ide o nastavenie parametrov senzorov, prevodníkov, alarmov – často môže dodávateľ zariadení (Equipment) vybavených snímačmi, ríadiacou a bezpečnostnou (Safety) logikou (napr. môže ísť o ventil, motor, čerpadlo a i.) na napojenie týchto zariadení poskytnúť v systéme Control Draw príslušné programové moduly opisujúce ich správanie. Ďalej ide o Tagname na označenie každého objektu a iné.

Možnosť vytvárania verzií projektovej dokumentácie. Ide o zapamätanie objektov, napr. diagramov, textových opisov v databáze Microsoft Access. Z databáze môžeme vypisovať napr. zoznamy vstupov/výstupov (Inputs/Outputs), zoznamy alarmov, parametrov zariadení (Equipment) a iné.

Nástroj ControlDraw Reviewer. Použitie na zrýchlené a interaktívne prezeranie a možnosť zápisu v priebehu rokovania partnerov o ríadiacich systémoch s využitím databázového systému Microsoft Access.

Procesné ríadiace diagramy. Záznamy a protokoly pre každú triedu objektov o ich testovaní. Automatizované generovanie dokumentácie z diagramov a stránok (Pages) systému ControlDraw na základe funkčných požiadaviek.

Generovanie diagramov a stavových matíc.

Zóny zodpovednosti jednotlivých subdodávateľov ríadiaceho systému.

Použitie tried (Classes) na definovanie, kto je vlastníkom (k akej podtriede patrí, akému objektu, kto zodpovedá za príslušné dáta.).

5. Záverečný súhrn funkcií a vlastností systému ControlDraw v oblasti vsádzkových procesov

Na záver uvedieme stručný, heslovitý súbor funkcií a vlastností systému ControlDraw v oblasti vsádzkových procesov:

- Štruktúra vyhovujúca odporúčaniam ISA S88.
- Používateľsky konfigurovateľná databáza.

- Nástroje na návrh modulu zariadenia (Equipment module).
- Stavové matice.
- Animácie a simulácie stavov.
- Generické vytváranie objektov a inštancií objektov.
- Konfigurovateľná štruktúra modelu.
- Diagramy typu Grafcet a SFC.
- Logické diagramy.
- Diagramy, grafy procedurálnych funkcií.
- Procesné diagramy zobrazujúce mimické správanie.
- Diagramy funkcií blokov SAMA.
- Stavové prechodové diagramy.
- Konfigurácie parametrov na audit (preverovanie).
- Automatické číslovanie verzií projektov.
- Funkcie na publikovanie a archivovanie.
- Výber a tlač vysvetľujúcich textov z databázy Access.
- Výstupy vo formáte PDF a RTE.
- Generovanie špecifických testov.
- Generovanie úvodných šablón projektov.

Táto práca bola vypracovaná s podporou programu č. MSM 6046137306 MŠMT ČR.

Literatúra

[1] ANSI/ISA-88.01-1995, Batch Control, Part I: Models and Terminology, ISA The Instrumentation, Systems and Automation Society, USA 1995, ISBN 1-55617-562-0.

[2] ANSI/ISA-88.00.02-2001, Batch Control, Part 2: Data Structures and Guidelines for Languages. ISA – The Instrumentation, Systems and Automation Society, USA 2001, ISBN 1-55617-745-3.

[3] BURIAN, P.: Jazyky UML a BatchML pre projekty riadenia vsádzkových výrobných a odporúčanie ANSI/ISA/ICE. AT&P journal. Priemyselná automatizácia a informatika. Roč. XIV, č. 8, č. 9, 2006, ISSN 1335-2237.

[4] BURIAN, P., ¹⁾POLNICKÝ, J., ²⁾SEDLIAKOVÁ, M., ³⁾PINC, S.: Multiagentní systémy v diagnostice a ovládaní vsádzkových procesů a laboratorní filmové odparky. 54. KONFERENCE CHEMICKÉHO A PROCESNÍHO INŽENÝRSTVÍ, 15. – 18. ŘÍJNA 2007, SRNÍ, ŠUMAVA, ČSCHI, Novotného Lávká 5, 111 68 Praha 1

¹⁾ ÚPŘT – Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6

²⁾ ³⁾ MADETA, a. s., záv. Planá n. Lužnicí., Průmyslová 575, 391 02 Sez. Ústí II.

[5] ControlDraw Ltd, Francis Lovering: <http://www.controldraw.co.uk/index.html> (2008)

[6] IEC: IEC 60848: Preparation of function charts for control systems. Technical Report. International Electrotechnical Commission, 1988.

Ing. Pavel Burian, CSc.

VŠCHT v Prahe
Fakulta chemicko-inžinierska
Ústav počítačovej a ríadiacej techniky
e-mail: burianp@vscht.cz

37