

# UKÁŽKY POUŽITIA MATLAB OPC TOOLBOXU S TECHNOLOGIOU ROCKWELL AUTOMATION

Mária Franeková, Peter Peniak

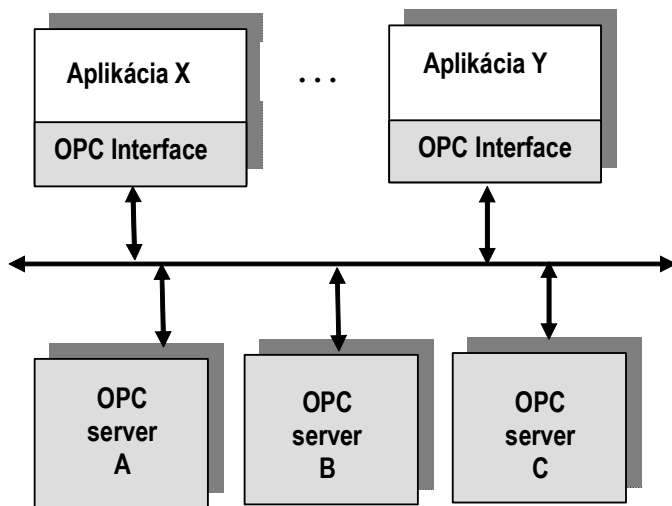
Katedra riadiacích a informačných systémov, Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita v Žiline,  
Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovensko

Continental Matador, s. r. o. Púchov, T. Vansovej 1054, 020 01 Púchov, Slovensko

**V príspevku sú zhrnuté skúsenosti s používaním Matlab OPC Toolboxu na Katedre riadiacích a informačných systémov v laboratórnych podmienkach, v kombinácii s technológiou Rockwell Automation. Realizované modely v Simulinku sú viazané na HW prípravok s radičom MicroLogix 1200, programované v prostredí RSLogix 500. OPC Toolbox Matlab umožňuje vzdialený prístup k aplikáciám prostredníctvom komunikačného nástroja RSLinx.**

## 1 Úvod

Pri riadení rozsiahlych meracích a riadiacích systémov sa v súčasnosti používajú rôzne typy počítačových sietí. Úroveň supervízneho riadenia, kde sú zakomponované prostriedky systémov SCADA/HMI (*Supervisory Control and Data Acquisition/Human Machine Interface*) a procesná databáza slúži na zber, monitorovanie, vizualizáciu a vyhodnocovanie procesov a umožňuje priame operatívne zasahovanie do procesov [1]. Moderné systémy SCADA sú pripojené k zariadeniam prevádzky a k podnikovej úrovni prostredníctvom



Obr. 1 Model komunikácie medzi aplikáciami typu

oblastiach. Architektúra OPC využíva výhody COM rozhrania, ktoré poskytuje pohodlný mechanizmus na rozšírenie jeho funkcionality a je určená na využitie DCOM (*Microsoft Distributed OLE Technology*) modelu, aby umožnila klientom pripojenie na vzdialené serveri. Špecifikácie OPC obsahujú sadu COM rozhraní pre použitie tvorcami klient, alebo server aplikácií a odkazy na sadu OLE automatizačných rozhraní pre vývoj klientov s podporou vyšších aplikácií ako Excel, MS SQL server, alebo Visual Basic. K realizácii takejto architektúry je potrebný spoločný a presne definovaný spôsob pre komunikáciu aplikácií so zdrojmi dát akými sú zariadenia vo výrobe alebo databázy SCADA systémov. Všeobecný model komunikácie je znázornená na obr. 1.

priemyselného štandardu OPC (*OLE for Process Control*) v kombinácii s protokolom TCP/IP cez Ethernet alebo v rámci bezdrôtových technológií. Na zlepšenie schopností OPC a sieťovej komunikácie využívajú novšie systémy služby Microsoft.NET a XML (*eXtensible Markup Language*). Najpoužívanejšie typy OPC špecifikácií sú OPC Alarms and Events, OPC Historical Data Access, OPC Data Access a OPC XML DA [2], ktoré definujú komunikačné rozhranie pre kompletnú serverovú alebo klientskú aplikáciu. V dnešnej dobe OPC špecifikácia obsahuje bohatú funkcionality takmer vo všetkých

## 2 Požiadavky na vizualizačné systémy SCADA/HMI

Pod pojmom vizualizácia procesov podľa [2] rozumieme použitie teoretických, technických, programových a komunikačných prostriedkov v priemyselnom podniku na zviditeľňovanie definovaných objektov týkajúcich sa technologických procesov a ich automatického riadiaceho systému s cieľom podpory rozhodovania a riadenia v reálnom čase.

Vzhľadom na súčasný vývoj systémov SCADA/HMI z pohľadu koncových používateľov je možné vymedziť funkcie týchto systémov na [3]:

- uľahčenie orientácie v riadenom procese, či systéme pomocou vizualizácie (animovaných pohľadov, displejových zobrazení) podľa reálnej štruktúry a stavu procesu,
- rozšírenie možností zobrazenia, spracovania a archivácie aktuálnych a historických procesných informácií v reálnom čase na operatívne sledovanie, monitorovanie,
- zobrazovanie štatistických informácií pre monitorovanie a riadenie kvality procesu,
- rozšírenie možností ovládania (diaľkového zadávania povelov, supervízorového riadenia), napr. pre zadanie nového požadovaného stavu technických prvkov, pre zasahovanie do riadiaceho procesu v prípade mimoriadnych nepredvídaných udalostí, nastavenie havarijných hraničných hodnôt, ovládanie akčných členov, prestavovanie parametrov regulačných obvodov, riadenie sekvenčných procesov, evidencia povelov,
- možnosť privilegovaného prístupu a archivácia, (záznam, protokolovanie, logging) činnosti používateľa,
- diagnostikovanie zariadenia podľa periodického programu alebo podľa špeciálnych požiadaviek,
- zobrazovanie, spracovanie a archivácia správ prichádzajúcich z procesu a procesných staníc, t. j. signalizácia vzniku výstrahy a alarmu (kritických hodnôt), ich potvrdzovanie, triedenie podľa závažnosti, možnosť priradenia zvukovej signalizácie,
- schopnosť komunikácie s podriadenými a nadradenými stanicami rôznych výrobcov,
- schopnosť distribúcie funkcií a komunikácie na tej istej úrovni IaRS, napr. na báze medzi aplikačných protokolov.

Technické a programové vybavenie tvoriace rozhranie človek-stroj často reprezentuje väčšinu nákladov na riadiaci systém ako celok. Napriek tomu sa tieto investície môžu mnohonásobne vrátiť spoľahlivosťou a bezpečnosťou správne navrhnutých systémov riadenia. Cieľom používateľského rozhrania je uľahčiť výmenu informácií medzi človekom a strojom (počítačom, technologickým procesom, príp. iným zariadením), ktorý chceme riadiť. Dobre navrhnuté rozhranie nielenže značne zlepšuje pracovné podmienky používateľa, ale tiež pomáha podstatne redukovať chyby, a tým aj zmierňovať mieru možného poškodenia zariadení. Z praktického hľadiska možno hovoriť o technickom a programovom vybavení systémov HMI. Technické vybavenie je tvorené operátorskou stanicou a jej komunikačnými prostriedkami. Operátorská stanica sa skladá z častí ako je: obrazovka, dotyková obrazovka, klávesnica, myš, trackball, riadiaci panel, tlačiareň a iné. Programové vybavenie tiež možno rozčleniť na viacero častí: na operátorskú a inžiniersku časť, časť na zabezpečenie údržby systému, manažérsku činnosť a iné.

## 3 OPC štandard a jeho použitie v praxi

OPC je priemyselný štandard používaný pri komunikácii s rôznymi dátovými zdrojmi a klientskými aplikáciami v rámci riadenia technologického procesu. Dátové zdroje môžu byť

reprezentované buď priamo priemyselnými zariadeniami (napr. PLC, SLC,...) alebo databázami z riadiacich aplikácií SCADA systémov. Klientské aplikácie môžu komunikovať s fyzickými zariadeniami, ako aj so SCADA systémami. V súčasnosti problematiku OPC zastrešuje organizácia OPC Foundation [4], ktorá architektúru riadenia výroby delí do troch vrstiev:

- Field management.
- Process management.
- Business management.

V súčasnosti je k dispozícii množstvo klientských aplikácií pre prístup k dátam z dátových zdrojov, ktoré majú implementované vlastné ovládače a spôsoby prístupu k týmto dátam. Hlavné nedostatky týchto riešení sú :

- Vývoj vlastného ovládacieho software pre zariadenia jednotlivých výrobcov.
- Nekompatibilita medzi ovládačmi - možnosti hardwaru nie sú podporované všetkými vývojármi ovládačov.
- Podpora zmien možnosti hardwaru - zmena vybavenia hardwaru môže spôsobiť nefunkčnosť ovládacieho softwaru.
- Prístupové konflikty - dve aplikácie nemôžu pristupovať na to isté zariadenie, lebo každé používa nezávisle ovládače.

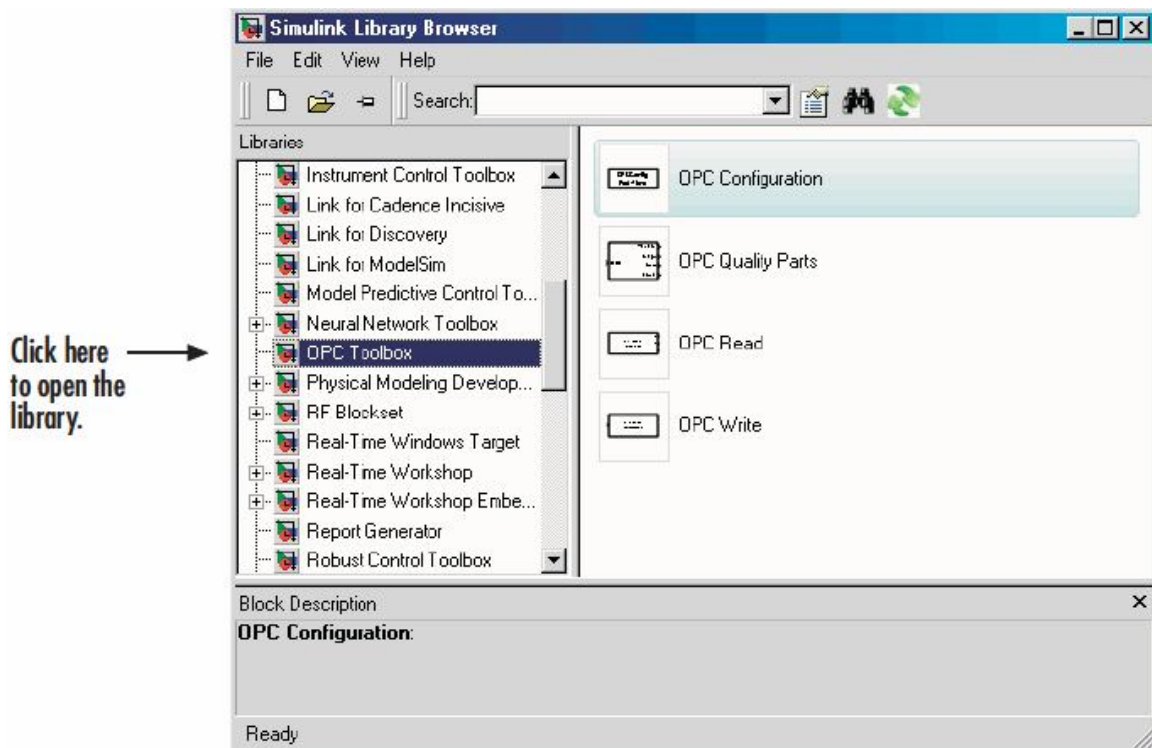
Výrobcovia hardwaru chceli tieto problémy riešiť vývojom ovládacieho softwaru pre zariadenia. Nebolo to možné kvôli rozdielom v protokoloch používaných aplikáciami pri komunikácii. Aby bolo možné vyvinúť ovládač, ktorý by mohli používať všetky aplikácie typu klient vzniklo OPC, ktoré je spojnicou medzi poskytovateľmi hardwaru a vývojármi softwaru. Zabezpečuje mechanizmus pre štandardný prenos dát z hardwarových zariadení do ľubovoľnej klientskej aplikácie. Výrobcovia môžu vďaka tomu vyvinúť opakovane použiteľný, vysoko optimalizovaný server pre komunikáciu svojho softwaru so zdrojom dát a definovať mechanizmus na efektívnu výmenu dát medzi softwarom a hardwarom. Poskytnutím serveru s OPC rozhraním je umožnený ľubovoľnému klientovi prístup k zariadeniu. Spolu s rastúcim počtom výrobcov hardwaru rastie aj počet klientských aplikácií, ktoré sú vyvíjané v jazykoch ako Visual Basic, Delphi, C ++, alebo Java. Firma Microsoft vyvinula OLE / COM (*Object Linking and Embedding / Component Object Model*) model, aby dovolil vývojárom využiť softwarové komponenty vo svojich programoch napísaných v inom jazyku. Široká akceptácia OPC v priemysle poskytuje viacero výhod, ako napríklad:

- Výrobcovia hardwaru vyvíjajú len jednu sadu softwarových komponentov, ktoré zákazníci využijú vo svojich aplikáciách.
- Vývojári softwaru nemusia prepisovať svoje aplikácie pri zmene vlastností hardwaru.
- Zákazníci majú viac možností pre vývoj integrovaných podnikových systémov.

#### **4 Skúsenosti s používaním OPC Toolboxu SW nástroja Matlab**

OPC Toolbox [5] je súbor funkcií, ktoré umožňujú modelovaciemu nástroju Matlab spolupracovať s OPC servermi, t. j. čítať, zapisovať a ukladať OPC dáta. Toolbox umožňuje programu Matlab reagovať na prípadné zmeny v aplikácií: vypnutie, chyba serveru, zmena hodnoty sledovanej veličiny. OPC toolbox teda spĺňa funkciu diagnostického nástroja, umožňuje však aj zásah do reálneho procesu. Toolbox je vhodným doplnkom knižnic SW produktu Matlab a môže byť použitý v rôznych priemyselných odvetviach s nepretržitou prevádzkou pre import dát do Matlabu, ktoré sa ďalej môžu analyzovať, vizualizovať a v spojení s modelmi simulovať výsledky z reálneho procesu. Modely pre online dohľad nad procesom a kontrolné testy procesu sa realizujú v Simulinku. Postup je nasledovný. Najskôr je treba v príkazovom riadku zadať „simulink“. Otvorí sa knižnica, v ktorej ľavej časti sú

vypísané všetky dostupné toolboxy usporiadané podľa abecedy. Po kliknutí na OPC toolbox sa otvorí strom (obr. 2) s jednotlivými blokmi. Inou alternatívou, ako otvoriť knižnicu blokov pre OPC toolbox je zadať „opclib“ do príkazového riadku.



Obr. 2 Knižnica s OPC blokmi

Medzi základné funkcie a blokové diagramy knižnice patrí čítanie/zapisovanie dát do/z OPC servera pomocou synchronných a asynchronných operácií. Toolbox podporuje simultánne ukladanie dát a ich digitálne spracovanie a simultánne pripojenie na viac OPC serverov. Spôsoby implementácie OPC DA klienta:

- všetky funkcie sa spúšťajú priamo z príkazového riadku, alebo sa začleňujú do aplikácií v programe Matlab,
- použitie grafického užívateľského rozhrania pre rýchle pripojenie k OPC serveru, vytvorenie a konfiguráciu objektov,
- použitie knižnice Simulink pre čítanie a zápis dát do OPC servera a simuláciu systému.

Po zriadení pripojenia na OPC server sa vytvoria DAS objekty, ktoré reprezentujú súbor OPC DA položiek. Položky sa môžu pridať do skupiny pre sledovanie hodnôt serverových položiek z OPC servera a zapisovanie hodnôt do servera. Nevýhodou OPC DAS je, že neposkytuje prístup k historickým údajom. Použitím OPC toolboxu, je možné načítať záznamy (zoznam položiek, ktoré sa zmenili, a ich nové hodnoty) z OPC DAS na disk alebo do pamäte pre neskoršie spracovanie. Načítanie úlohy je kontrolované v DA group objekte.

Ak chceme pracovať s údajmi, ktoré získame, musíme ich preniesť do MATLAB workspace. Toolbox ich potom uloží do pamäti alebo na disk. OPC Toolbox využíva intuitívnu, hierarchickú štruktúru objektov, ktoré pomáhajú spravovať pripojenie k OPC serverom, položkám a tagom. Tieto vytvárajú OPC DA klient objekty na pripojenie k OPC serveru. Toto spojenie dokáže vyhľadávať servery a čítať vlastnosti každej položky uloženej na servery. DA group sa vytvára na kontrolu nastavení DA položiek objektov, ktoré

reprezentujú serverové položky. Toolbox dokáže konfigurovať a kontrolovať všetkých klientov, skupiny, položky úpravou ich vlastností.

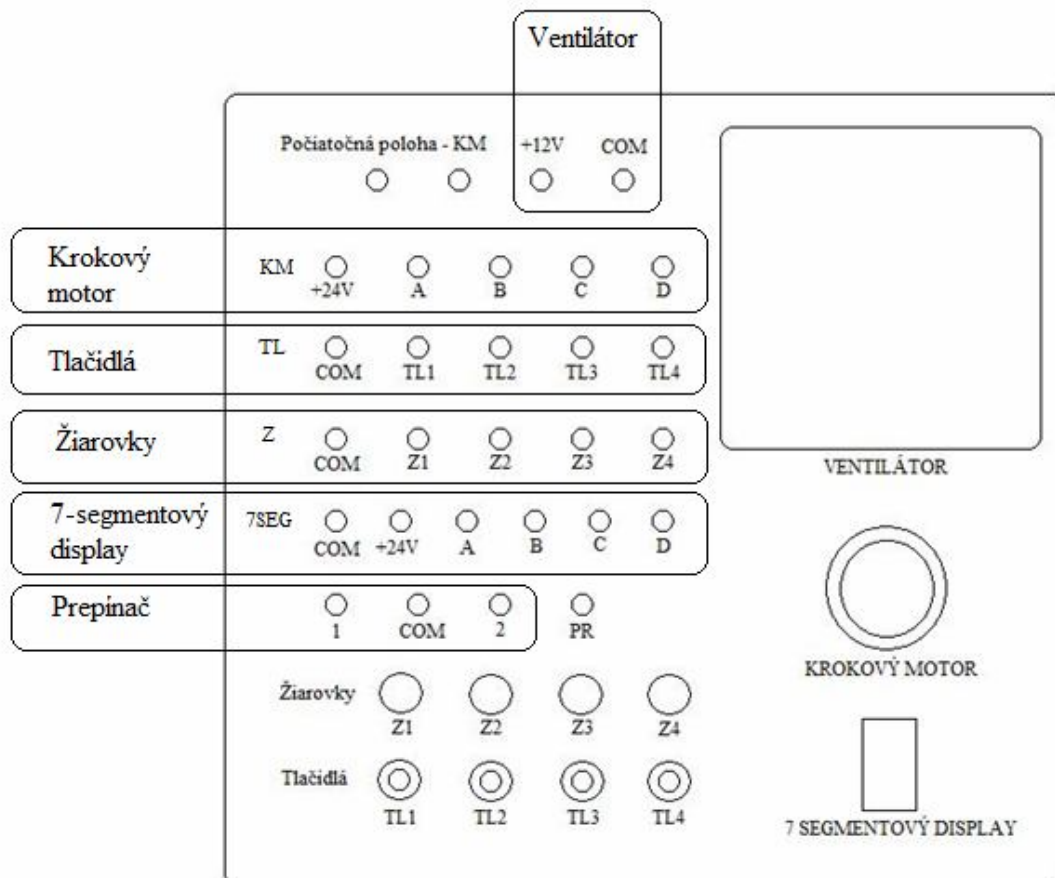
## 5 Ukážky programovej realizácie s OPC Toolboxom

Na Katedre riadiacich a informačných systémov (KRIS) v laboratóriu Riadenia priemyselných procesov, orientovanom na technológiu Rockwell Automation, vzniklo pod odborným vedením pedagógov KRIS niekoľko HW a SW realizácií s prepojením na Matlab, Simulink a OPC Toolbox (pre potreby vyučovacieho procesu), napr. [6], [7]. HW a SW prípravkov je viazaný na nasledujúce produkty Rockwell Automation:

- riadiaci systém MicroLogix 1200,
- vývojový nástroj pre tvorbu aplikačných programov RSLogix 500,
- komunikačného nástroja RSLinx.

Podrobný opis produktov presahuje rámec článku, pre záujemcov odporúčame zdroje, napr. [8].

Modely opísané v príspevku sú viazané na univerzálny prípravok, ktorý umožňuje simulovať reálne procesy pre niekoľko zariadení. Základnými prvkami prípravku sú tlačidlá, prepínač, žiarovky, ventilátor, krokový motor a sedem segmentový displej. Všetky prvky obsiahnuté v prípravku majú na paneli vyvedené ľahko dostupné a prehľadne označené svorky pre jednoduché pripojenie k PLC (obr. 3).



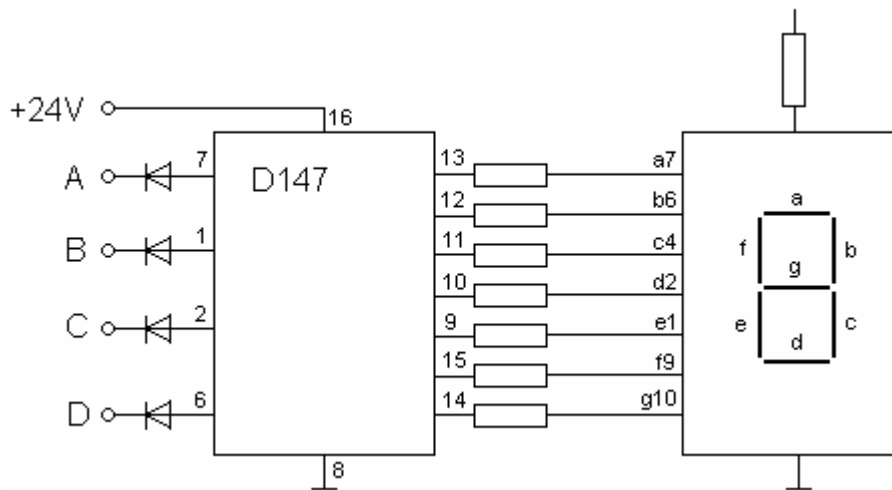
Obr. 3 Bloková schéma prípravku na simuláciu reálnych procesov jednoduchých zariadení

Možnosti diaľkového ovládania technologického procesu prostredníctvom OPC Toolboxu Matlab sú opísané pre dve aplikácie (modell1 a model2), pričom v oboch praktických ukážkach je OPC Toolbox prepojený so softvérovým nástrojom RSLinx. Pre prístup k zariadeniam bol použitý všeobecný ovládač typu „RS- 232 DF1 devices“. V RSLinx menu DDE/OPC → DDE/OPC Topic Configuration boli po naprogramovaní PLC nastavené tzv. Topic, ktoré obsahovali všetky položky použité v programe. Po ich nastavení boli položky zdieľané na OPC serveri.

### 5.1 Model 1

Model 1 ovláda (rozsvetuje) prostredníctvom výstupov PLC sedem segmentový displej, na ktorom sa postupne zobrazujú dekadické čísla od 0 po 9.

Na prípravku (obr. 3) je sedem segmentový display umiestnený v spodnej časti panelu. Prevádzanie signálov z výstupov PLC na jednotlivé bity 7-segmentového displeja je realizované pomocou prevodníka D147. Zapojenie je zobrazené na obr. 4. Svrky pre pripojenie displeja k PLC sú vyznačené na obr. 3.



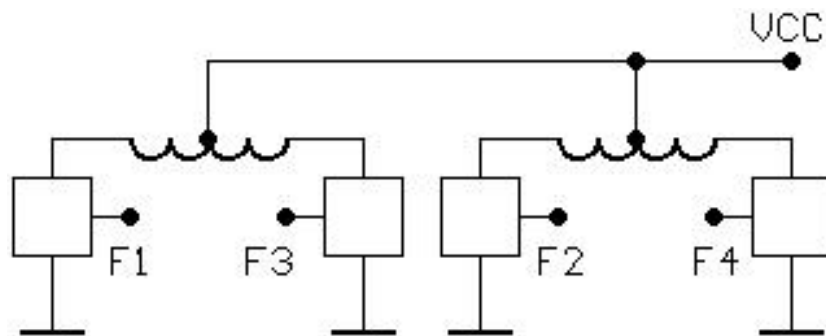
Obr. 4 Schéma zapojenia 7-segmentového displeja

Pri riešení modelu v Simulinku boli použité nasledujúce funkčné bloky:

- **Repeating Sequence Stair** - blok generovania opakujúcej sa schodovitej postupnosti postupnosti.
- **Multiport Switch** - viacportový prepínač.
- **Manual Switch** - ručný prepínač.
- **Constant** – blok konštanty.
- **OPC read** - blok pre čítanie.
- **OPC Write** - blok pre zápis.

### 5.2 Model 2

Model 2 ovláda prostredníctvom výstupov z PLC krokový motor, pričom počet otáčok zobrazuje na sedem segmentovom displeji. Krokový motor na prípravku je zapojený podľa obr. 5, svrky na pripojenie krokového motora k PLC sú vyznačené na obr. 3. Na svorku označenú ako +24 V privedieme kladný pól napájacieho zdroja 24 V. Na svorky označené A,B,C a D privedieme výstupy z PLC podľa riadiaceho programu.



Obr. 5 Spôsob riadenia unipolárneho krokového motora

Spoločný napájací vývod je pripojený na kladný pól napájacieho zdroja a jednotlivé fázy sú pripájané pomocou spínačov na zem. Na ovládanie motora signálom sú použité tri vstupy z PLC: dva na ovládanie smeru otáčok motora a tretí na zaznamenanie ich počtu. Pri riešení modelu v simulinku bol na viac (v porovnaní s modelom 1) použitý funkčný blok:

- **Unit Delay**- jednotka oneskorenia.

Podrobná konfiguráciu použitých blokov v modeloch, ako aj samotné modely sú uvedené v práci [7], ktorú je možné získať v knižnici ŽU v Žiline [9].

## 6 Záver

Na základe výsledkov získaných simuláciou a oživovaním jednoduchých modelov možno skonštatovať, že realizované modely sú funkčné, čím bola overená aj komunikácia medzi serverom (RSLinx) a klientom (OPC Toolbox Matlab). Veľkou výhodou OPC toolboxu Matlab je, že predstavuje univerzálny OPC klient, ktorý môže komunikovať s OPC serverom ľubovoľnej technológie.

V súčasnosti ponúka technológia Rockwell Automation novú generáciu OPC serverov, napr. KEPServerEX [10], ktorého vylepšenia sú orientované napr. do oblastí bezpečného prepojenia, ponúk v spracovateľských módoch v reálnom čase a iných podporných vlastností.

V prípade, že sa užívateľ uspokojí len so simuláciou procesu, nie v reálnom čase, možno pre tieto účely použiť simulačný OPC server, napr. od spoločnosti Matrikon [11].

Výsledky prác študentov bakalárskeho a inžinierskeho štúdia v odbore Automatizácia na EF ŽU v Žiline sa dajú použiť vo vyučovacom procese, ale zároveň vytvárajú predpoklad, že absolventi zvládnu riešenie úloh z danej oblasti pre zložitejšie aplikácie v praxi.

*Tento príspevok bol spracovaný s podporou Slovenskej grantovej agentúry VEGA, grant č. 1/0023/08 "Teoretický aparát na analýzu a hodnotenie rizík telematických systémov v doprave"*

## 7 Literatúra

- [1] MUDRONČÍK, D., ZOLOTOVÁ, I.: Priemyselné programovateľné regulátory. Konfigurovanie, vizualizácia, kvalita softvéru.. 1. vyd. Elfa, s.r.o., Košice : STU Bratislava, 2000. 169 s. ISBN 80-88964-45-8
- [2] <http://neuron.ai.tuke.sk/~lacinak/opc.htm>
- [3] ZOLOTOVÁ, I.: AT&P journal 12/2001, Vizualizačné prostriedky, SCADA/HMI
- [4] [www.opcfoundation.org](http://www.opcfoundation.org)
- [5] MATLAB&SIMULINK user's Guide OPC Toolbox™ 2
- [6] VIDO, T.: Komunikácia v priemyselnej sieti Rockwell Automaton. DP, ŽU v Žiline, 2005
- [7] CHUDÝ, V. : Použitie OPC servera v distribuovanom systéme riadenia. DP, ŽU v Žiline, 2009
- [8] <http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/linux-td001-en-p.pdf>
- [9] <http://ukzu.uniza.sk>
- [10] [www.kepware.com](http://www.kepware.com)
- [11] [www.matrikonopc.com](http://www.matrikonopc.com)

doc. Ing. Mária Franeková, PhD.

E-mail: [maria.franekova@fel.uniza.sk](mailto:maria.franekova@fel.uniza.sk)

Ing. Peter Peniak, PhD.

E-mail: [peter.peniak@conti.sk](mailto:peter.peniak@conti.sk)