

## Automatizované dávkovacie pracovisko II.

Lelkes Zoltán · Elektrotechnika, Študentské práce

09.12.2009

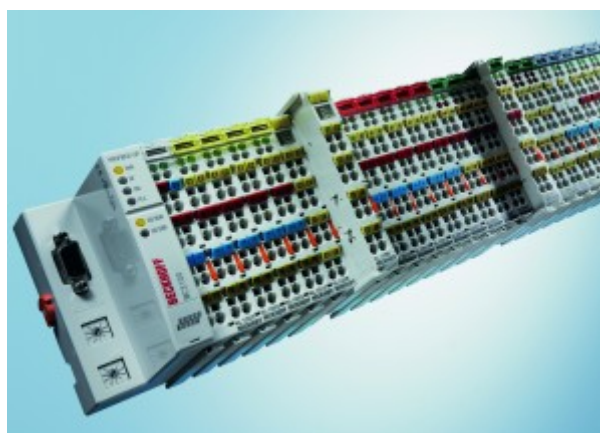


Článok nadvzuje na [prvú časť článku](#) a spolu sa venujú riadeniu na báze softPLC a monitorovanie dávkovacieho pracoviska a rekonštrukciu už existujúceho pracoviska, ktoré sa skladá z dvoch zásobníkov pre teplú a studenú vodu a jedného zmiešavacieho zásobníka, ktorý je základom pre tenzometrickú váhu.

### 9 Riadiaci systém pracoviska

V súčasnej dobe predstavujú PLC (Programmable Logic Controllers) najrozšírenejší typ riadiaceho systému v priemyselnej praxi, v obore techniky budov i v mnohých ďalších aplikačných oblastiach. Neoddeliteľnou súčasťou pracoviska je jeho riadiaci systém. Riadiaci systém sa skladá z nasledujúcich prvkov:

- BK 1120 – riadiaca jednotka
- KL1002 – dvojkanálový digitálny vstup
- KL1408 – osemkanálový digitálny vstup
- KL2408 – osemkanálový digitálny výstup
- KL3064 – štvorkanálový analógový vstup
- KL9210 – oddeľovací terminál
- KL9010 – ukončovací terminál



Obr. 10: Beckhoff PLC

### 10 Opis technologického pracoviska

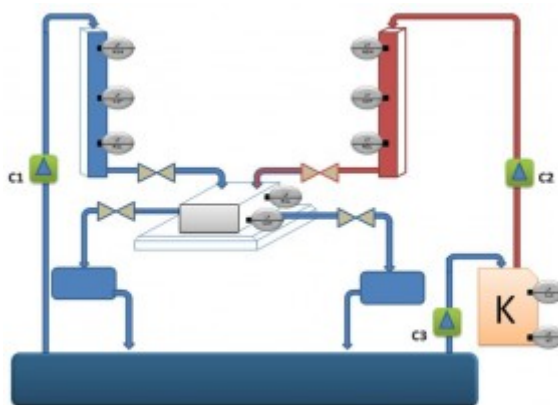
Základ pracoviska tvorí navažovacia nádoba (N3), ktorá je umiestnená na váhe. Do tejto nádoby môžeme napúšťať vodu zo zásobníkov N1 a N2, pomocou ventilov V1 a

V2. Naplnenie týchto zásobníkov zabezpečujú čerpadlá C1 a C2. Samostatnú časť tvorí ohrevná kanvica K, ktorá slúži na prípravu teplej vody pre zásobník N2. Túto kanvicu tvorí nádoba, v ktorej je ponorené teleso s výkonom 800 W a s menovitým napätím 230 V. Prívod napätia je možné riadiť prostredníctvom spínacieho relé. Vo všetkých nádobách je umiestnený teplotný snímač. Vo všetkých nádobách sú k dispozícii snímače maximálnej a minimálnej hladiny. Výsledný produkt môžeme expedovať do dvoch expedičných nádob.

Tabuľka 1: Rozmery jednotlivých nádrží

<b>N1</b>	šírka × výška × dĺžka	35 mm × 35 mm × 560 mm
<b>N2</b>	šírka × výška × dĺžka	35 mm × 35 mm × 560 mm
<b>N3</b>	šírka × výška × dĺžka	130 mm × 70 mm × 150 mm

V zbernej nádobe je zásoba kvapaliny. Čerpadlá dodávajú kvapalinu do zásobníkov, v ľavom zásobníku predpokladáme studenú a v pravom teplú kvapalinu. Teplú kvapalinu získame ohrevom vo varnej kanvici, pričom je riadená jej teplota. Na výpustoch zo zásobníkov sú ventily, ktoré umožňujú dávkovať kvapalinu do zmiešavacej nádoby. Tá je umiestnená na váhe. Z nej je potom pomocou ventilov možné odvieť kvapalinu do jednotlivých expedičných nádob. Z nich kvapalina odteká späť do zbernej nádoby.



Obr. 11: Model automatizovaného meracieho pracoviska

## 11 Mechanická časť pracoviska

Na pracovisku sú použité zubové čerpadlá poháňané jednosmerným motorom s komutátorom, s typovým označením APO 050.01 od výrobcu ETA. Sú určené pre umývače skiel motorových vozidiel. Menovité jednosmerné napájanie je 24 V, menovitý prúd 1,6 A. Boli vybraté s ohľadom na to, že možno ich výkon riadiť aj spojitou. Maximálny výkon čerpadla je 18 cm<sup>3</sup>/s. Ich úlohou je zabezpečiť napúšťanie vody do zásobníkov a do ohrievača na prípravu teplej vody.

Na riadenie tečúcej kvapaliny do zmiešavacej nádoby sú používané dvojcestné elektromagnetické ventily. Tieto ventily menia výstupný prietok iba formou

otvorený/zatvorený.

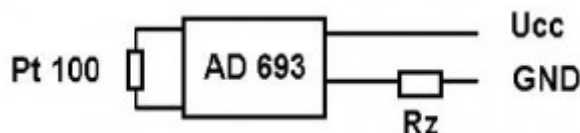
Tab. 2: Parametre ventilu

Parametre ventilu:	
Typ	VPA 1404.1
Menovitá svetlosť	4 mm
Napájanie	220 V / 50 Hz
Príkion	9 W
Menovitý tlak	1,6 MPa

Na ohrev kvapaliny je používaná varná kanvica, pričom teplotu riadim dvojpohovo. Kanvica má tiež urobené prepady, čo zaručuje bezpečnosť aj pri zlyhaní ovládania čerpadiel.

Nakoľko ventily a ohrev potrebujú napájacie napätie 230V a potrebujeme ich riadiť, bolo potrebné na tento účel vybrať relé, vďaka k tomu je aj galvanický oddelený od slaboprúdovej elektroniky.

Merací kanál teploty pozostáva z odporového snímača teploty a prevodníka odporu na prúd. Na snímanie teploty používame dotykový elektrický odporový snímač Pt100. Snímač je k meraciemu prevodníku pripojený dvojvodičovo, čo postačuje pretože snímač je priamo pripojený na plošný spoj s prevodníkom, takže je minimalizovaný vplyv zmeny odporu prívodných vodičov od teploty okolia.

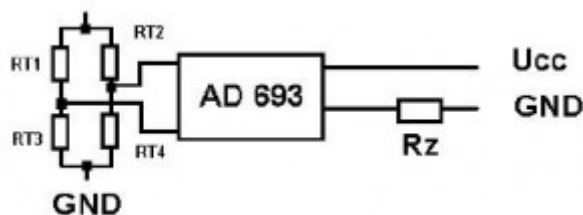


Obr. 11: Snímač teploty

Prevodník odpor/prúd (prevodník AD693 firma Analog Devices) je špeciálne navrhnutý aj pre vstup zo 100  $\Omega$  platinového odporového snímača teploty. Je štandardne prednastavený tak, že plnému výstupnému rozsahu 4-20 mA zodpovedá teplotný rozsah 0-104  $^{\circ}\text{C}$ . Prevodník sme pripojili dvojvodičovo. Veľkosť  $U_{cc}$  závisí od toho, aký odpor používame (prevodník prúd na napätie).

Snímač hmotnosti sa používa na zisťovanie okamžitej hmotnosti kvapaliny v zmiešavacej nádobe. Na pracovisku je použitý tenzometrický snímač MP40/20N firmy GLOBAL WEIGHTING, ktorý je uchytený na nosníku upevnenom na hlavnom paneli. Snímač má mostíkové zapojenie. Takáto konštrukcia kompenzuje teplotný vplyv na odpor tenzometrov. Snímač má vstupnú impedanciu  $400 \Omega \pm 20 \Omega$ , citlivosť 1 mV/V a triedu presnosti 0.03 %. Maximálne zaťaženie je 2 kg, bezpečné zaťaženie je 3 kg. Prevodník napätie/prúd je merací prevodník AD693 v špeciálnom zapojení pre tenzometrické snímače hmotností. Tenzometrický mostík je napájaný externým zdrojom stabilizovaného napätia. Výstupom snímača je malé napätie, ktoré je

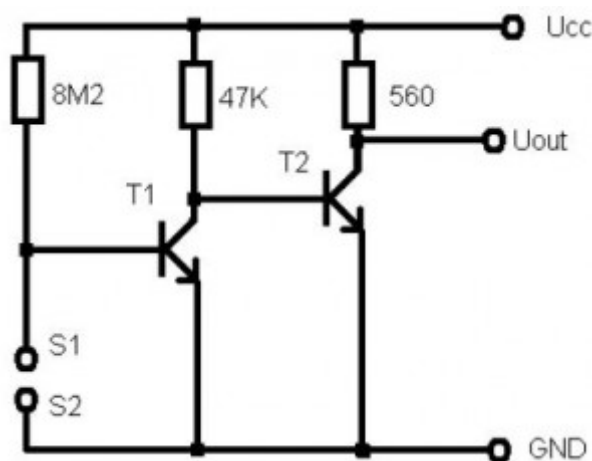
vstupným signálom do prevodníka.



Obr. 12: Merací prevodník hmotností

Výstupom prevodníka je prúdová slučka 4-20mA. Pre veľkosť napájacieho napätia platí to isté, čo v prípade prevodníka použitého v meracom kanáli teploty.

Merací kanál hladiny: na meranie výšky hladiny sme použili 2 snímače v nádobe, ktoré nám dávajú informácie o dosiahnutí minimálnej a maximálnej úrovne hladiny. Riešené sú ako vodivostné snímače. V tomto prípade snímame odpor medzi elektródami a vyhodnocujeme ho prevodníkom, ktorého výstupom je logický signál.



Obr. 13: Merací prevodník k snímaču hladiny

Tab. 2: Princíp meracieho kanálu

Sondy	T1	T2	Výstup
nezaplavené	otvorený	zatvorený	log 1
zaplavené	zatvorený	otvorený	log 0

## 12 Princíp dávkovania

Šaržové dávkovanie je proces s dvomi želanými veličinami (žadaná teplota a žiadaná hmotnosť). Žiadané hodnoty veličín mž a  $T_z$  nie je možné vybrať z ľubovoľného rozsahu. Vyplýva to z fyzikálnych obmedzení. Je zrejme, že  $T_z$  musí byť z intervalu  $\langle T1, T2 \rangle$ , zložitejšie je to v prípade veličiny mž. tu nevieme zadať jednoznačný interval možných žiadaných hodnôt. Po analýze fyzikálneho princípu zmiešavania kvapalín som dostal nasledujúce výrazy:

$$m_z = m_1 + m_2$$

$$m_1 * c_1 (t_z - t_1) = m_2 * c_2 * (t_2 - t_z) \quad (2)$$

riešením týchto rovníc sú:

$$m_1 = ((t_z - t_1) / (t_2 - t_1)) * m_z$$

$$m_2 = m_z - m_1 \quad (3)$$

$t_z$  - želaná teplota

$T_1$  - teplota v N1

$T_2$  - teplota v N2

$m_z$  - želaná teplota

$m_1$  - hmotnosť kvapaliny z N1

$m_2$  - hmotnosť kvapaliny z N2

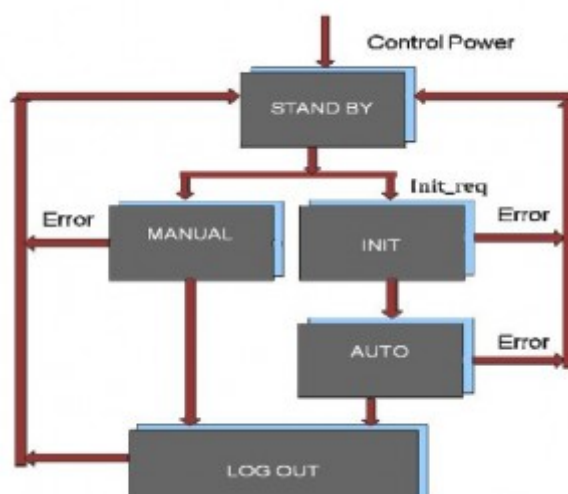
Systém má 4 módy, s ktorými sa môžeme stretnúť. Sú to STAND BY, INIT, AUTO a MANUAL.

**Mód STAND BY:** Je východiskovým stavom, do ktorého sa zariadenie dostane automaticky po zapnutí sieťového napätia a nábehu radiaceho systému. Do stavu STAND BY sa môže systém dostať len vtedy, ak nenastane žiadna nepredvídateľná chyba.

**Mód INIT:** Aktivuje sa iba vtedy, keď z operátorského rozhrania program dostane žiadosť na celkové inicializovanie.

**Mód AUTO:** Je základným režimom zariadenia, pri ktorom dochádza k samotnému dávkovaniu.

**Mód MANUAL:** Je druhým základným režimom. Je určený na parciálne operácie, iniciované užívateľom cez príslušné tlačidlá. Po ukončení každej činnosti systém čaká na ďalší povel užívateľa. Každý akčný člen sa dá ovládať jednotlivo a je k nemu možný okamžitý prístup okrem prípadu, keď je v činnosti automatického režimu alebo práve sa inicializuje.



Obr 14: Bloková schéma režimov činností

## 13 Záver

Cieľom práce bolo priblížiť a zjednodušiť riadenie automatického dávkovacieho pracoviska. Okrem názorného a jednoduchého dávkovania sme ukázali jednoduché princípy pre snímanie technologických veličín. Kompaktné pracovisko umožňuje riadenie, monitorovanie dávkovacieho pracoviska. Po pripojení dávkovacieho pracoviska k ľubovoľnému operátorskému panelu dostávame jednoduché, prehľadné a komplexné meracie pracovisko. Pripojením s celosvetovou sieťou je možné vykonávať merania z ľubovoľného miesta.

Dúfame, že tento projekt sa bude využívať aj v pedagogickom procese, kde bude jednoducho a názorne približovať problematiku riadenia so softPLC, dávkovania, merania a spracovania procesných veličín a princípy tenzometrických snímačov.

Potreba riešenia konkrétneho problému v oblasti automatizácie a riadenia viedla k získaniu prehľadu dostupných riešení v oblasti dávkovacích zariadení. Softwarová stránka projektu - TwinCAT, vychádzala z niekoľkomesačného štúdia a práce, ktorú som úspešne zvládol.

Počas mojej práce som sa stretol s viacerými problémami a to najmä v oblasti spracovaní technologických veličín. Ďalšou, ale nemenej výraznou prekážkou, bolo obmedzenie analógovej karty a tiež správna parametrizácia analógovej karty KL3064.

Elektrotechnická a používateľská dokumentácia s nameranými a vyhodnotenými dátami sa v blízkej dobe objaví na stránkach spoločnosti ME-Inspection SK s.r.o., ktorej by som sa chcel tiež touto cestou poďakovať.

## 14 Odkazy na literatúru

1. <http://www.beckhoff.com/>
2. <http://www.dyger.cz/czech/czech.htm>
3. <http://www.ethercat.org>
4. <http://www.automatizace.cz/article.php?a=688>
5. Koutný B.: Ročníkový projekt, FEI STU, Bratislava 2000
6. Koutný B.: Diplomový projekt - Automatické kontinuálne dávkovanie, FEI STU, Bratislava 2001
7. Analog Devices : Data sheet AD693, AD524 (MAC524), [www.analogdevices.com](http://www.analogdevices.com)
8. <http://www.kam.sjf.stuba.sk/katedra/publikacie/leonardo/ucebnica/19s.pdf>
9. [http://cs.wikipedia.org/wiki/Zubov%C3%A9\\_%C4%8Derpadlo](http://cs.wikipedia.org/wiki/Zubov%C3%A9_%C4%8Derpadlo)

---

Spoluautormi tohto článku sú:

Marián Šrámek, ME-Inspection SK s.r.o.

Peter Drahoš, Slovenská technická univerzita, Fakulta elektrotechniky a informatiky STU, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava.

