

# Programovatelné automaty PA 44 a PA 82

Slavomír Turoň, Ing. Pavel Höfer

Použití programovatelných automatů je mnohočetné, např. řízení jednoduchých strojů, osvětlovacích a reklamních zařízení, pásové dopravy s postupným zapínáním pásů a současnou kontrolou zavalových klap, inteligentní časová relé, ve složitějších technologických celcích jako pomocné obvody, např. hlídání krytů strojů nebo ovládání jednoduchých funkcí. Při použití vstupů In3 a In4 jako komparátoru a příslušných čidel se zesilovači můžeme řídit i analogové veličiny, jako např. nastavenou teplotu, výšku hladiny a pod.

V amatérské praxi můžeme PA použít např. ke konstrukci inteligentního alarmu do bytu, či auta (vstupy použijeme jako zapínání alarmu, spínače okamžitého poplachu, zpožděného poplachu, výstupy k ovládání sirény, osvětlení, el. zámku apod.), regulátoru ústředního topení ( vstupy In3 a In4 použijeme jako komparátor), ovládání různých efektových (světelných, disco apod.) zařízení, úspěšné spínání osvětlení na chodbách, koupelnách a Wc v rodinných domcích, použit může být ve fotolaboratořích na řízení vyvolávacích procesů apod. Vzhledem k tomu, že značná část čtenářů pracuje v oboru elektroniky profesionálně, naskytá se možnost velkého množství aplikací PA i při řešení výrobních či technologických problémů.

Profesionální programovatelné automaty zahraničních firem pro řízení různých strojů a technologií mají výhodu, že pomocí poměrně jednoduchých softwarových prostředků lze rychle a variabilně navrhnout řídicí systém pro určitý strojní, či technologický prvek. Jejich nevýhody jsou ( při použití v poměrně jednoduchých aplikacích) :

1. cena hardware
2. cena software pro programování
3. nejsou vhodné pro jednoduché a cenově přijatelné aplikace
4. omezení na poměrně specializována pracoviště.

Z výše uvedených důvodů jsme navrhli řadu programovatelných automatů PA 46 a PA 64. Protože tyto automaty jsou určeny pro průmyslové použití, zpracovali jsme zjednodušené varianty PA 44 a PA 82 pro použití v amatérských konstrukcích. Prvá číslice v názvu PA určuje počet výstupů, druhá číslice počet vstupů.

Rozdíl mezi typy PA 46, PA 64 a PA 44, PA 82 je následující.

<b>PA 46, PA 64</b>	<b>PA 44, PA 82</b>
Prokovené plošné spoje	Jednostranné plošné spoje
Zabudování ve skříni MODULBOX H4, s montáží na DIN lištu	
Zabudován transformátor, pojistky, odruš. prvky	bez transformátoru na pl. spoji a bez odruš. prvků
Osazen obvod WATCHDOG	bez obvodu WATCHDOG
Galvanicky oddělené vstupy	bez galvanicky oddělených vstupů
Pomocné napětí pro napájení snímačů (např. opto, indukčních a pod) 12V / 100 mA	
Zabudován obvod proti aktivaci relé při zapnutí napájení není použit, relé při zapnutí napájení cvaknou.	

Přes toto zjednodušení PA 44 a PA 82 jsou plně funkční a v provozu se osvědčily.

## Popis PA 44 a PA 82

Programovatelný automat má tyto části :

### Hardware:

- 4 (2) vstupy, napájení vstupů je 12 - 24 V DC. Vstup sepne, pokud na něj přivedeme napětí +12 .... +24V,
- 4 (8) výstupy, relé 3A / 250 V AC / 30 V DC
- Vstup IN3 a IN4 (u PA 44) lze použít pro analogové veličiny jako komparátor. Komparátor porovná s citlivostí 10 mV úroveň napětí na upravených vstupech In3 a In4. Pokud je napětí na In3 větší, výsledek komparátoru je 1, pokud naopak, výsledek komparátoru je 0.

### Software :

- Jednoduchý instrukční soubor, zpracovatelný libovolným textovým editorem (např. editorem Norton Commander a pod.). Způsob programování částečně vychází z programovacího jazyku BASIC.
- Jednoduchý program pro překlad instrukčního souboru **preklad.exe**
- Jednoduchý program pro přenos dat do programovatelného automatu **prenos.exe**
- Jednoduchý způsob připojení na PC
- Minimální požadavky na hardware i software PC

Programovatelný automat je sestaven z vlastního automatu, z programů **preklad.exe**, **prenos.exe** a propojovací šňůry s komunikací RS 232 na COM1, nebo COM 2 počítače. Vlastní automat je navržen na jednostranném plošném spoji. Transformátor s výstupním napětím 9V / 120 mA je umístěn mimo plošný spoj.

## Programování automatu PA 44 a PA 82

### Přehled instrukcí:

<b>NOP</b>	žádná operace		
<b>STOP</b>	zastavení programu	vhodné pro ladění programu	
<b>SETx</b>	nastaví výstup OUTx na 1	Sepne relé REx	x = 4 (8)
<b>RESETx</b>	nuluje výstup OUTx	Rozezne relé REx	x = 4 (8)
<b>INx nnn</b>	pokud je na vstupu INx 1 tak program pokračuje na návěští nnn pokud je na vstupu INx 0, program pokračuje na dalším řádku.		x = 4 (2)
<b>NINx nnn</b>	pokud je na vstupu INx 0 tak program pokračuje na návěští nnn pokud je na vstupu INx 1, program pokračuje na dalším řádku.		x = 4 (2)
<b>PAUSE mm:ss.t</b>	program se zastaví na určenou dobu (m – minuty, s – sekundy, t – 0,1 sec.)	max 16 minut	
<b>GOTO nnn</b>	program pokračuje na návěští nnn		
<b>SUB nnn</b>	program vykoná podprogram, začínající na návěští nnn		
<b>RET</b>	ukončení podprogramu		
<b>NSUB xxx</b>	zajistí opakování následujícího podprogramu 1 - 256 krát.		
<b>LOCKx m:ss.t</b>	zamkne stav výstupu x nastavenou dobu		x = 1 - 4
<b>RESAL</b>	nuluje všechny výstupy, i ty které byly zamčeny instrukcí LOCK		
<b>SETAL</b>	nastaví všechny výstupy		
<b>COMP nnn</b>	pokud je na výstupu komparátoru 1 tak program pokračuje na návěští nnn		
<b>NCOMP nnn</b>	pokud je na výstupu komparátoru 0 tak program pokračuje na návěští nnn		

### Poznámka :

- Pokud chceme, aby výstup byl nastaven určitou dobu, byla použita instrukce LOCK m:ss.t. Např. chceme-li, aby výstup 1 byl zapnut 1 minutu a program běžel dále, použijeme následující sekvenci:
 

```
SET1          ; zapne relé 1
LOCK1 1:0.0   ; zamkne relé 1 na 1 minutu
RESET1        ; vypne relé 1, ale to bude automaticky vypnuto až po 1 minutě.
```
- Pokud chceme uvést čas PAUSE, nebo LOCK pouze v sekundách, můžeme použít syntaxi PAUSE ss, LOCK ss. Jinak musíme uvést vždy výše uvedenou syntaxi, s oddělením : mezi minutami a sekundami a . mezi sekundami a desetinnými sekund.

### Postup při programování automatu PA 44, PA 82.

Vlastní zdrojový text se vytvoří pomocí textového editoru a uloží s příponou \*.bas.

Pomocí překladače **preklad.exe** se přeloží zdrojový soubor \*.bas na výstupní soubor \*.bin

Výstupní soubor se přenese pomocí programu **prenos.exe** po sériové lince do programovatelného automatu.

### Syntaxe:

```
preklad.exe pokus.bas      vytvoří soubor pokus.bin
prenos.exe pokus.bin       přenese po COM1 soubor do programovatelného automatu
prenos.exe 2 pokus.bin     přenese po COM2 soubor do programovatelného automatu
```

Příklady programů jsou uvedeny v samostatné části.

### Nutné podmínky překladače:

- návěští má maximálně osm znaků a končí dvojtečkou
- instrukce se zapisují velkými písmeny
- komentáře musí být odděleny středníkem
- zdrojový soubor musí být ukončen instrukcí END
- Program umožňuje jen jednu úroveň podprogramů
- Každá instrukce trvá 10 mS
- Program může obsahovat maximálně 512 instrukcí.

### Chybové hlášení automatu pomocí LED :

```
jedno bliknutí   - vše v pořádku
dvě bliknutí     - v EEPROM není nahrán program
tři bliknutí     - chyba komunikace s EEPROM
čtyři bliknutí   - chyba sériové komunikace
```

## Zapojení.



```

IN1 RELE1 ; pokud je sepnut vstup 1, jdi na návěští RELE1
IN2 RELE2 ; pokud je sepnut vstup 2, jdi na návěští RELE2
IN3 RELE3 ; pokud je sepnut vstup 3, jdi na návěští RELE3
IN4 RELE4 ; pokud je sepnut vstup 4, jdi na návěští RELE4
GOTO START ; jdi na návěští START
RELE1: SET1 ; zapni rele 1
NIN1 START ; pokud není sepnut vstup 1, jdi na START
GOTO RELE1 ; jdi na návěští RELE1
RELE2: SET2 ; zapni rele 2
NIN2 START ; pokud není sepnut vstup 2, jdi na START
GOTO RELE2 ; jdi na návěští RELE2
RELE3: SET3 ; zapni rele 3
NIN3 START ; pokud není sepnut vstup 3, jdi na START
GOTO RELE3 ; jdi na návěští RELE3
RELE4: SET4 ; zapni rele 4
NIN4 START ; pokud není sepnut vstup 4, jdi na START
GOTO RELE4 ; jdi na návěští RELE4
END ; konec programu

```

Program pracuje tak, že pokud sepneme libovolný vstup, sepne se relé příslušného výstupu. Tímto programem si otestujeme správnost funkce PA 44.

### Testovací program pro PA 82

```

START: RESAL ; vypne všechny vstupy
IN1 RELE1 ; pokud je sepnut vstup 1, jdi na návěští RELE1
IN2 RELE2 ; pokud je sepnut vstup 2, jdi na návěští RELE2
GOTO START ; jdi na návěští START
RELE1: SET1 ; zapni rele 1
SET2 ; zapni rele 2
SET3 ; zapni rele 3
SET4 ; zapni rele 4
F1: NIN1 START ; pokud není sepnut vstup 1, jdi na START
GOTO F1 ; jdi na návěští F1
RELE2: SET5 ; zapni rele 5
SET6 ; zapni rele 6
SET7 ; zapni rele 7
SET8 ; zapni rele 8
F2: NIN2 START ; pokud není sepnut vstup 2, jdi na START
GOTO F1 ; jdi na návěští F2
END ; konec programu

```

Program pracuje tak, že pokud sepneme vstup In1, sepnou se relé 1,2,3 a 4. Pokud vstup In1 rozepneme, relé se rozepnou. Pokud sepneme vstup In2, sepnou se relé 5,6,7 a 8. Pokud vstup In2 rozepneme, relé se rozepnou. Tímto programem si otestujeme správnost funkce PA 82.

### Příklady programů pro programovatelný automat PA 44 a PA 82 :

#### Příklad programu 1 (PA44) SMV 70 ( shrnovač materiálu vratný ).

**Funkce stroje:** lopatková dráha je hřebenovým převodem posouvána vpravo, cca 2m ( hrne materiál) a pak po reverzaci motoru se lopatky sklopí a dráha se vrací vlevo. Cyklus se periodicky opakuje. Krajní poloha vpravo, či vlevo je snímána indukčním snímačem. Spuštění stroje je indikováno přerušovaným tónem sirény po dobu 16 sec. Materiál plní kontejner, kde je naplnění indikováno kapacitním snímačem. K ovládání slouží tlačítko START, k zastavení stroje tlačítko TOTAL STOP.

Vstupy	IN1	Tlačítko TOTAL STOP - více tlačítek paralelně , rozmístěné po dráze.
	IN2	Tlačítko START
	IN3	Indukční snímač 1 - poloha vpravo, 0 - poloha vlevo
	IN4	Snímač naplnění kontejneru - kapacitní snímač
Výstupy	Relé 1	Motor stroje - směr vpravo
	Relé 2	Motor stroje - směr vlevo
	Relé 3	Siréna
	Relé 4	Výstražné světlo naplnění kontejneru

#### Program 1 :

Návěští	Instrukce	Poznámka
START:	IN2 SIGNAL	; čeká se na tlačítko START. Pokud je stlačeno (IN2=1), skok na SIGNAL

	GOTO START	; zpět na START
SIGNAL:	NSUB 8	; nastaví opakování podprogramu 8 *
	SUB SIRENA	; provede zvukový signál spuštění stroje - 16 sec., t.j. 8*2 sec.
VPRAVO:	RESET2	; vypne motor vlevo
	PAUSE 2	; prodleva 2 sec.
F1:	IN1 TOTAL	; kontrola tlačítka TOTAL STOP, je-li ano (1), skok na návěští TOTAL
	IN4 PLNO	; kontrola naplnění kontejneru, je-li ano (1), skok na návěští PLNO
	SET1	; zapne motor doprava
	IN3 VLEVO	; kontrola, zda je na dorazu vpravo, (ind. snímač = 1), pak skok na VLEVO
	GOTO F1	; vrací se na F1
VLEVO:	RESET1	; vypne motor vpravo
	PAUSE 2	; prodleva 2 sec.
F2:	IN1 TOTAL	; kontrola tlačítka TOTAL STOP, je-li ano (1), skok na návěští TOTAL
	SET3	; zapne motor doleva
	NIN3 VPRAVO	; kontrola, zda je na dorazu vlevo, (ind. snímač = 0), pak skok na VPRAVO
	GOTO F2	; vrací se na F2
TOTAL:	RESET1	; vypne motor vpravo
	RESET2	; vypne motor vlevo
	NIN2 TOTAL	; pokud není stlačeno tlačítko START, opakuje od TOTAL
	NSUB 3	; pokud bylo stlačeno tlačítko START, nastaví opakování podprogramu 3*
	SUB SIRENA	; 3 * zazní siréna
	GOTO VPRAVO	; přejde na VPRAVO
PLNO:	RESET1	; vypne motor doprava
	SET4	; zapne výstražné světlo přeplnění kontejneru
	PAUSE 2	; prodleva 2 sec. na reverzační motoru
	SET2	; zapne motor doleva
F3:	IN1 TOTAL	; kontrola tlačítka TOTAL STOP, je-li ano (1), skok na návěští TOTAL
	NIN3 CEKEJ	; kontrola, zda už je na dorazu vlevo, (ind. snímač = 0), pak skok na CEKEJ
	GOTO F3	; vrací se na F3
CEKEJ:	RESET2	; vypne motor vlevo
	IN2 VPRAVO	; kontrola tlačítka START, pokud je stlačeno, skok na VPRAVO
	GOTO CEKEJ	; zpět na CEKEJ
SIRENA:	SET1	; podprogram SIRENA - zapne sirénu
	PAUSE 1	; 1 sec. zní siréna
	RESET1	; vypne sirénu
	PAUSE 1	; 1 sec. ticho
	RET	; ukončí podprogram SIRENA a vrací se na místo volání podprogramu
	END	; konec programu

## Příklad programu 2 (PA44) Automatická kolíkováčka.

**Funkce stroje:** Kolíkováčka je používána k poloautomatickému vrtání otvorů pro spojování vlysů kolíky. Po sepnutí spínače PŘÍTLAK přitlačí pneumatický válec 1 vlys a po 0,8 sec. přitlačí vlys pneumatický válec č. 2. Doba na spolehlivé upnutí vlysu je nastavena 2 sec. Po stlačení tlačítka VRTÁNÍ se zapne el. motor vrtací hlavy a po 0,5 sec. se zapne pneumatický válec vrtací hlavy a vrtají se otvory pro kolíky. Po celou dobu vrtání je nutno držet tlačítko VRTÁNÍ. Po dosažení požadované hloubky vývrtu (hlídáno mikrosnímačem) se vypne pneumatický válec vrtací hlavy a vrtáky se vrací do základní polohy. Po celou dobu vrtání je blokována možnost vypnutí přitlačných válců. Po vracení hlavy do základní polohy se rozezne spínač PŘÍTLAK a vypnou se přitl. válce 1 a 2.

Vstupy:	IN1	Spínač PŘÍTLAK
	IN2	Tlačítko VRTÁNÍ
	IN3	Mikrospínač indikace základní polohy vrtací hlavy
	IN4	Mikrospínač koncové polohy vrtací hlavy.

Výstupy	Relé 1	Spínání pneumatického válce přitlaku 1
	Relé 2	Spínání pneumatického válce přitlaku 2
	Relé 3	Spínání stykače elektromotoru vrtací hlavy
	Relé 4	Spínání pneumatického válce vrtací hlavy

### Program 2 :

Návěští	Instrukce	Poznámka
START:	RESAL	; vypne pneu. válec 1, 2 motor vrtací hlavy a pneu. válec 2
	NIN3 START	; kontrola polohy vrtací hlavy v klidové poloze ne - skok na START
	IN1 PRITLAK	; kontrola tlačítka Přitlak ano - skok na PŘÍTLAK

PRITLAK:	GOTO START	; zpět na START
	SET1	; zapne pneumatický válec 1
	PAUSE 0:0.8	; prodleva 0,8 sec.
	NIN1 START	; kontrola tlačítka Přítlak ne - skok na START
	NIN3 START	; kontrola polohy vrtací hlavy v klidové poloze ne - skok na START
	SET2	; zapne pneumatický válec 1
	PAUSE 2	; prodleva 2 sec.
F1:	RESET4	; vypne pneu. válec vrtací hlavy
	NIN1 START	; kontrola tlačítka Přítlak ne - skok na START
	NIN3 START	; kontrola polohy vrtací hlavy v klidové poloze ne - skok na START
	IN2 VRTANI	; kontrola tlačítka VRTÁNÍ ano - skok na VRTANI
	GOTO F1	; skok na F1
VRTANI:	SET3	; zapne elektromotor vrtací hlavy
	PAUSE 1	; prodleva 1 sec.
F2:	SET4	; zapne pneu. válec vrtací hlavy
	IN4 KONEC	; kontrola mikrospínače konc. polohy vrtací hlavy...ano - skok na KONEC
	NIN2 KONEC	; kontrola tlačítka VRTÁNÍ.....ne - skok na KONEC
	GOTO F2	; skok na F2
KONEC:	RESET4	; vypne pneu. válec vrtací hlavy
	IN2 F2	; kontrola tlačítka VRTÁNÍ ano - skok na F2
	IN3 VRTANI	; kontrola polohy vrtací hlavy v klidové poloze ano - skok na VRTANI
	GOTO KONEC	; skok na KONEC
	END	; ukončení programu

### Příklad programu 3 : (PA44) Ovládání ventilátoru UT.

Jednoduchý program pro řízení ventilátoru dřevoplynového ústředního topení. Vstup In3 a In4 zapojíme jako komparátor, připojíme čidlo a nastavovací potenciometr dle schéma obr.10. Na výstup relé 1 připojíme ventilátor topení. Potenciometrem nastavíme požadovanou teplotu v referenční místnosti. Pokud je teplota vzduchu nižší, pracuje ventilátor stále. Jakmile teplota překročí nastavenou hodnotu, ventilátor se vypne. V tomto režimu ventilátor zapínáme na 1 minutu každých 10 minut. Jakmile teplota poklesne pod nastavenou mez, ventilátor se trvale spustí.

#### Program:

Návěští	Instrukce	Poznámka
START:	SET1	; zapne ventilátor
	COMP VYPNOUT	; porovná, zda je dosažena nastavená teplota vzduchu.... ano - skok na VYPNOUT
	PAUSE 5:0.0	; prodleva 5 minut
	GOTO START	; zpět na START
VYPNOUT:	RESET1	; vypne ventilátor
	PAUSE 9:0.0	; prodleva 9 minut
	SET1	; zapne ventilátor
	PAUSE 1:0.0	; prodleva 1 minuta
	NCOMP START	; porovná, zda je dosažena nastavená teplota vzduchu.... ne - skok na START
	GOTO VYPNOUT	; skok na VYPNOUT

#### Seznam součástek

##### PA 44

R14	1k5	IO1	AT89C2051
R1,		IO2	ULN2003A
R15-R18	10k	IO3	24C16
R2-R5	4*10k, odp. síť RRA	IO4	78L05
R6-R13	8*10k, odp. síť RRA	T1-T4	BC337-25
R19-R22	4*10k, odp. síť RRB	D1-D4	1N4007
C1, C2	27 pF ker.	D5	LED $\phi$ 3 mm červená
C3	4 $\mu$ 7 / 50V SKR	Relé 1 – 4	NY 12W – K, Takamishawa
C4-C7	22nF ker.		
C8,C9	100nF ker.	CON1	S1G20 lámací
C10	220 $\mu$ F / 10V SKR	Patice DIL20	DIL20PZ
C11	2200 $\mu$ F / 16V SKR	Patice DIL08	DIL08PZ

XTAL	krystal miniaturní QM 11.059MHz	Plošný spoj TEMco PA 44
Svorkovnice	ARK 120/2 - 2 ks	
	ARK 120/3 - 2 ks	

---

## PA 82

R14	1k5	IO1	AT89C2051
R1, R19,		IO2	ULN2803A
R20	10k	IO3	24C16
R15-R18	4*10k, odp. síť RRB	IO4	78L05
R2-R5	4*10k, odp. síť RRA	T1,T2	BC337-25
R6-R13	8*10k, odp. síť RRA	D1-D4	1N4007
C1, C2	27 pF ker.	D5	LED $\phi$ 3 mm červená
C3	4 $\mu$ 7 / 50V SKR	Relé 1 – 8	NY 12W – K, Takamishawa
C4,C5	22nF ker.		
C6,C7	100nF ker.	Patice DIL20	DIL20PZ
C8	220 $\mu$ F / 10V SKR	Patice DIL08	DIL08PZ
C9	2200 $\mu$ F / 25V SKR	Svorkovnice	ARK 120/2 - 2 ks
XTAL	krystal miniaturní QM 11.059MHz	Svorkovnice	ARK 120/3 - 3 ks
CON1	S1G20 lámací	Plošný spoj TEMco PA 82	

---

## Komunikace RS 232

C1, C2, C3, C4	10 $\mu$ F/16V miniaturní, typ E10M/16VM
C5	22 $\mu$ F/10V miniaturní, typ E22M/10VM
C6	100nF keramický
IO1	ICL232 SMD
Konektor CANNON	CAN 9 ZP
Kryt konektoru	KRYT CANN 9 nemetalizovaný
Dutinková lišta	BTK05G
Plošný spoj	oboustranný, prokovený RS 232

---

### Literatura:

1. Katalog Atmel
2. Katalog Thomson