

# Inspiromat pro výuku a Tecomat: co v učebnici automatizace nebylo (úvod)

V časopise *Automa* je zahajován naučný seriál s příklady a náměty pro výuku automatizace s využitím programovatelných automatů. Navazuje na právě dokončovanou elektronickou učebnici *Automatizace pro střední školy*. Rozšiřuje a aktualizuje její obsah, především o řešené příklady, zadání úloh pro samostatnou práci, provokující otázky a náměty pro výuku. Postupně zde budou otiskovány příspěvky od učitelů a studentů s řešením zadaných úloh, s novými úlohami, náměty a s diskusí. Měl by se postupně stát fórem pro vzájemnou komunikaci a diskusí o náplni a formách odborného vzdělávání studentů i pro celoživotní vzdělávání odborníků z praxe.

## Motivace, cíle

Aktuálním problémem mnoha českých firem je nedostatek kvalifikovaných technických pracovníků. Nejvýrazněji se projevuje v oboru automatizace, která je hybnou silou pokroku ve všech průmyslových odvětvích, ale nejenom zde. Obor automatizace se velmi rychle rozvíjí a kvalifikace odborníků rychle zastarává. To je problém nejenom odborných škol, ale i firem, které se automatizací zabývají. Nezbytné je proto celoživotní vzdělávání – odborníků praxe, ale i učitelů. V našich podmínkách je nejdostupnější forma „samostudia“. Ta ovšem předpokládá dostupnost aktuálních a srozumitelných textů a učebních pomůcek. Aktuální učební texty (samozřejmě) vyžaduje i výuka na odborných školách.

V nejbližší době bude pro distribuci uvolněna elektronická učebnice *Automatizace pro střední školy* – ale je použitelná i pro jiné typy škol a pro zájemce z praxe. Zpracoval ji kolektiv autorů (převážně učitelů středních odborných škol) sdružených v Sekci učitelů automatizace při Českomoravské společnosti pro automatizaci. Vedoucím autorem je Ing. Miroslav Žilka, CSc., ředitel SPŠS Betlémská. Témata odpovídají obvyklému pojetí výuky automatizace na středních školách. Rozsah učebnice je však vždy omezený a kniha od svého vydání postupně stárne – i když elektronická verze dovoluje občasné aktualizace. Redakce časopisu *Automa* se rozhodla převzít úkol průběžné aktualizace témat z učebnice a „expanze“ jejího obsahu formou naučného seriálu.

## Zaměření seriálu

Seriál bude převážně obsahovat řešené příklady, zadání úloh k procvičování, náměty pro názornou výuku a pro samostatnou tvořivou práci – měl by být inspirací pro aktivní učitele i studenty. Proto je pojmenován „inspiromat“. Chceme, aby se stal platformou pro zpětnou vazbu, výměnu zkušeností a pro diskusí o formách výuky. Po skončení bude seriál vydán jako souhrnná publikace – podobně jako přecházející seriál *Esperanto pro*

gramátorů PLC, který je v elektronické i tištěné verzi dostupný v redakci časopisu *Automa* a ve firmě Teco ([www.tecoacademy.cz](http://www.tecoacademy.cz)). Rovněž seriál *Inspiromat* je připravován ve spolupráci s Teco a. s. v rámci jejího výuko-



Obr. 1. Programovatelný automat Tecomat Foxtrot je často využíván ve školních laboratořích (zde základní modul CP-1015)

vého projektu EDUtec, který byl založen již před 21 lety pro podporu výuky automatizace a pomoc odborným školám. Odtud pochází i autor počátečních částí seriálu, ale očekává se, že postupně se připojí spoluautoři z řad učitelů a snad (doufáme) i aktivních studentů odborných škol.

## Spoluúčast firmy Teco – Tecomat, Mosaic a norma IEC EN 61131-3

Příklady a jejich programy jsou řešeny s použitím programovatelného automatu Tecomat Foxtrot a jsou programovány ve vývojovém systému Mosaic ([www.tecomat.cz](http://www.tecomat.cz)). Na odborných školách jsou rozšířené, oblíbené, uživatelsky přívětivé – a „mluví česky“ (dialogy vývojového systému, dokumentace i technická pomoc „od pramene“). Pro autora je důvod praktický – dostupnost systémů a informací v mateřské firmě a také příležitost ke spolupráci s aktivními učiteli. Pro-

to byl název seriálu rozšířen na „Inspiromat pro výuku a Tecomat“, který lépe vystihuje jeho náplň. Měl by být ale srozumitelný i pro uživatele PLC jiných výrobců, protože norma IEC EN 61131-3 sjednocuje programovací jazyky moderních PLC, a je tedy jakýmsi esperantem jejich programátorů.

V dalších odstavcích jsou přibližena plánovaná témata.

## Měření a řízení tepelných soustav

Seriál o PLC začíná poněkud překvapivě pasáží o analogovém měření a řízení tepelných soustav. Programovatelné automaty jsou však zcela univerzální systémy. Měření analogových veličin a řízení spojité soustav jsou již dávno jejich naprosto přirozenou doménou. Cílem této části seriálu je provokativně narušit ustálený postup výuky, kdy je důsledně oddělován výklad spojité soustav (spojité a logické řízení). Tradiční výuka popisu a regulace spojité dynamické soustav je založena na teorii, která je poměrně náročná (a mnohdy nepochop-

ná). Za ní se studentům obvykle ztrácí samotná fyzikální podstata problému. Tepelné soustavy jsou rozšířené soustavy, se kterými se studenti každodenně setkávají, zejména v domácnostech a v technice budov. Uváděné příklady studentům dovolí „intuitivní“ pochopení vlastností a chování dynamických soustav. V praxi se mohou řídit alespoň „citem a selským rozumem“ i v případech, kdy potřebnou teorii „nestrávil“ nebo zapomněli. Tak se mohou alespoň trochu orientovat v běžných problémech praxe, např. při řešení úspor energie při vytápění nebo chlazení.

## Kombinační logické funkce

Nejprve bude uvedeno několik ukázek programů jednoduchých logických úloh ve všech jazycích normy IEC EN 61131-3 a v jazyku CFC – jako ilustrace jejich formy, možnosti, názornosti a úspornosti zápisu. Následovat budou příklady složitějších



Obr. 2. V laboratořích bývá Tecomat Foxtrot kompletován spolu s příslušenstvím do složitějších celků – zde do výukového kufríku (v případě potřeby lze desku s přístroji z kufríku vyjmout)

kombinačních funkcí, zapsané jen v progresivnějších jazycích ST, LD, CFC. Na příkladech budou ilustrovány úlohy syntézy kombinačních logických funkcí, které jsou obvykle prezentované jako postupy návrhu pevné logiky, ale stejně dobře jsou použitelné i při programování – od tabulky k logickému výrazu a programu, pravidla Booleovy algebry, minimum o minimalizaci, neúplné zadání, K-mapa, technicky významné logické funkce NAND, NOR, M2, XOR, parita, symetrické funkce a počítání jedniček. Vysvětlen bude i postup spočívající v přímé realizaci logické funkce tabulkou s využitím dat (vektorů a datových struktur).

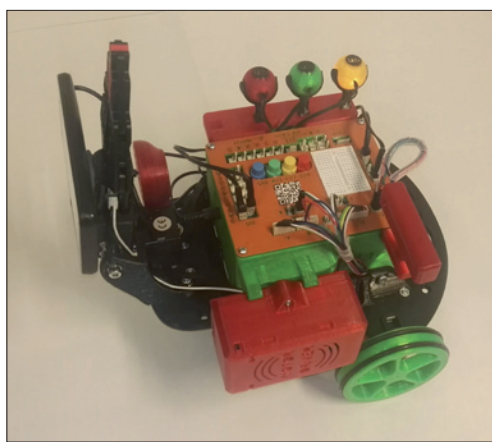
### Podmíněné příkazy: omezení a rizika

Podmíněné příkazy typu *if-then* nebo *if-then-else* jsou v programátorské praxi často nadužívány. Programátoři si obvykle ani neuvědomují, že svým programem realizují logické funkce, ovšem velmi neefektivním a nepřehledným způsobem – a často s chybami. Příklady ilustrují rovnocennost programu s podmíněnými příkazy a programu s booleovskými výrazy. Upozorňují na rizika programátorských chyb, nechtěné paměťové chování a neúplné zadání.

### Sekvenční logické funkce – základní pojmy, intuitivní návrh

Sekvenční logické funkce se v praxi vyskytují častěji než kombinační. Na příkladech

budou ilustrovány příčiny sekvenčního chování – zpětné vazby, podmíněné příkazy, nesusledná aktivace příkazů, zpoždovací linky, využití „historických vzorků“. Intuitivní postup návrhu sekvenčních funkcí bude ilustrovat použití funkčních bloků (generátory impulzů, paměťové funkce RS, SR, číta-



Obr. 3. Tecomat Foxtrot (vestavná verze) může být součástí i mobilního robota nebo jiné mechanické pomůcky

če a časovače), ale i využití systémových časových proměnných pro úlohy měření času a časové řízení.

### Sekvenční systémy – systematický návrh

Intuitivní návrh je vhodný jen pro řešení nepřiližitelných složitých sekvenčních funkcí a skrý-

vá v sobě četná rizika hrubých chyb. Mnohem výhodnější je použít systematický postup návrhu. Vychází z teorie konečných automatů a Petriho sítí. Při programování PLC se nejčastěji využívají nástroje SFC podle normy IEC EN 61131-3, popř. Grafcet. Pro ilustraci budou uvedena alternativní řešení k intuitivním postupům. Převažovat ale budou příklady řízení mechanismů různé složitosti – od řízení žaluzií, dveří a vrat až k řízením složitějších technologických a mechatronických soustav a učebních pomůcek, které se obvykle vyskytují v laboratořích. Příklady budou řešit nejenom základní požadavky na řízení, ale i ošetření chybových stavů a řešení úloh technické diagnostiky. Ilustrováno bude generování posloupností binárních signálů a jejich rozpoznávání.

### Sekvenční systémy – (nepovinná) teorie a souvislosti

Pro zájemce jsou uvedeny základní pojmy teorie, která se týká sekvenčních systémů – teorie konečných automatů, typy automatů (se vstupní pamětí, Mooreho a Mealyho), souvislosti s programovými nástroji SFC, Grafcetem a Petriho sítěmi, přechodová a výstupní funkce, grafy a tabulky, bitové a znakově orientované automaty, vyhodnocení posloupnosti tlačítek a znaků (rozpoznávání příkazů, kontrola obsluhy, překlady) deterministické a nedeterministické automaty, diagnostika a prediktivní diagnostika. Přechodové a výstupní funkce konečných automatů jsou kombinační logické funkce a jako takové je lze i realizovat – z tabulek přímo s využitím datových struktur. Podobně je možné řešit i programy časového řízení (časové procesory). Zajímavou třídou sekvenčních systémů jsou zpětnovazební registry, využívané jako generátory pseudonáhodných posloupností, a generátory kontrolních znaků při zabezpečení dat.

### Shrnutí

Rozsah jednotlivých témat a jejich přiřazení k číslům časopisu nelze předem určit. Je pravděpodobné, že sled témat bude občas přerušeno nebo doplněno aktuálními texty – aktuální zprávou, popisem řešení zajímavé úlohy, náměty nebo připomínkami čtenářů. Věříme, že seriál bude užitečný. Budeme vděční za spoluautorství, náměty a připomínky.

Ladislav Šmejkal