

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



ZÁKLADY AUTOMATIZACE TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ V TEORII

Číslicové počítače

Ing. Romana Garzinová, Ph.D.
prof. Ing. Zora Jančíková, CSc.
Ing. Ondřej Zimný, Ph.D.

Ostrava 2013

© Ing. Romana Garzinová, Ph.D., prof. Ing. Zora Jančíková, CSc., Ing. Ondřej Zimný, Ph.D.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3044-5



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1	ČÍSLICOVÉ POČÍTAČE	3
1.1	Číslicové počítače	4
1.2	Funkce počítače	5
1.3	Řídicí počítače	6
1.4	Základní vazby řídicího počítače na proces	7
1.4.1	OFF-LINE	7
1.4.2	ON-LINE	8
1.4.3	IN-LINE	9
1.4.4	Dozorčí a koordinační řízení (Supervisory – control)	9
1.4.5	Spojení soustavy s počítačem způsobem FEED-BACK	9
1.4.6	Spojení soustavy s počítačem způsobem FEED-FORWARD	10
2	PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM	11
3	POUŽITÁ LITERATURA	12



1 ČÍSLICOVÉ POČÍTAČE



STRUČNÝ OBSAH PŘEDNÁŠKY:

Funkce počítače.

Řídicí počítače.

Základní vazby řídicího počítače na proces.



MOTIVACE:

Jakákoliv součást našeho života se již neobejde bez číslicových systémů v různých formách. S číslicovými počítači se mimo osobních počítačů a notebooků denně setkáváme v mobilních telefonech, elektronice, při nákupech, stručně řečeno všude. My se seznámíme se základními charakteristikami používaných procesorů a uvedeme si jejich využití především v ASŘTP.



CÍL:

Základní charakteristika číslicového počítače a způsoby jeho zapojení v ASŘTP.

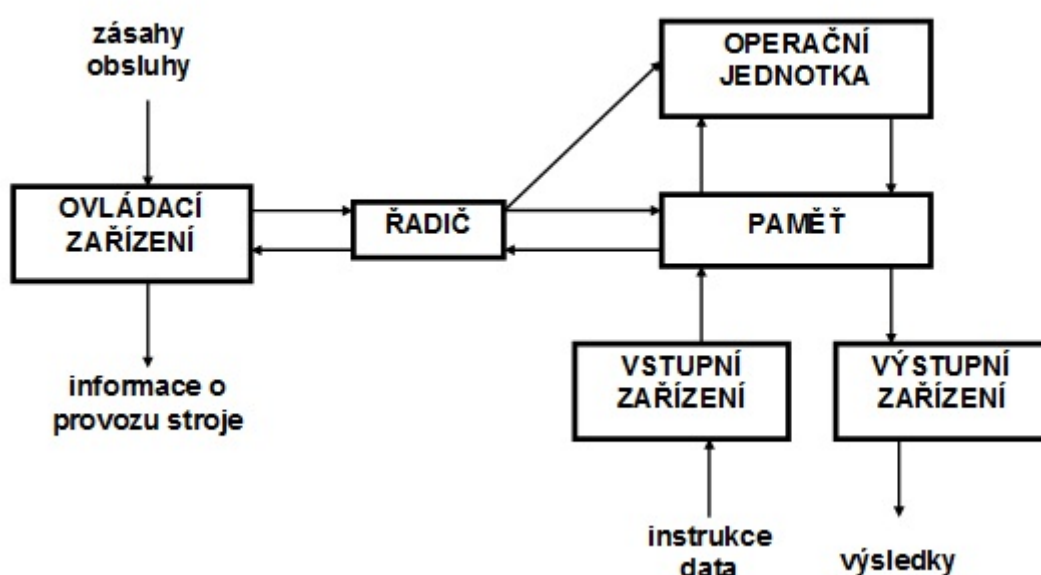


1.1 ČÍSLICOVÉ POČÍTAČE

Číslicový počítač je zařízení pro zpracování informací, matematických výpočtů, logických funkcí.

Hodnoty proměnných jsou v počítači zobrazovány nejčastěji ve formě binárních čísel, tj. čísel vyjádřených v číselné soustavě se základem 2. Při tomto zobrazení mohou tyto proměnné nabývat pouze určitých, diskrétních hodnot. Přesnost zobrazení je dána počtem použitých binárních řádů pro vyjádření hodnoty proměnné.

S hodnotami takto zobrazených proměnných pak na základě zadaného programu provádí příslušné operace. I nejsložitější matematické výpočetní operace musí být převedeny na operace logické - realizovatelné základními logickými funkcemi. Schéma číslicového počítače je na obr. 1.



Obr. 1 Blokové schéma číslicového počítače

Operační jednotka - je část počítače, která provádí matematické a logické operace.

Paměť - je zařízení sloužící k uchovávání hodnot jednotlivých proměnných tj. dat, čísel, se kterými se má počítat, a dále programu.

Řadič - řídí chod celého zařízení podle programu uloženého v paměti.

Program - je souhrn jednotlivých kroků výpočtu, tzv. instrukcí určujících postup řešení problému. Je uložen v paměti počítače.

Vstupní a výstupní zařízení - slouží ke vkládání dat a programů do paměti počítače a k výstupu výsledku.

Vstupní jednotkou je např. klávesnice, deska A/D převodníků, deska číslicových vstupů, kterými se počítač připojuje na řízený proces.

Výstupní jednotkou je např. obrazovka monitoru, tiskárna, výstupní jednotky číslicových výstupů, číslicově-analogových převodníků apod.



bit - nejmenší množství informace - může nabýt hodnoty 0 nebo 1.

Byte (bajt) - nejmenší přístupná (programovatelná) část paměti, v současné době se ustálila velikost 1 Byte = 8 bitů.

U moderních počítačů je řadič, operační jednotka a část paměti integrována v jediném integrovaném obvodu tzv. *mikroprocesoru*. Počítač vybavený mikroprocesorem nazýváme *mikropočítač*.

Současné obvyklé konstrukční řešení počítače má na základní desce, tzv. motherboardu, umístěný mikroprocesor, integrované obvody operační paměti a sběrnici, tj. souhrn vodičů umožňující přenos signálů mezi jednotlivými částmi počítače. Do konektorů sběrnice se zasunují desky zajišťující komunikaci počítače s dalšími vnějšími zařízeními, tzv. periferiemi jako je klávesnice, monitor, tiskárny, jednotky pro styk s technologickým procesem apod. a dále jednotky pro spolupráci s vnějšími pamětmi, které mají většinou velkou kapacitu, ale jsou podstatně pomalejší než operační paměť, se kterou spolupracuje procesor. Jako vnější paměti slouží např. externí disky, flash disky, paměťové karty, harddisky, přídavné polovodičové paměti atd.

1.2 FUNKCE POČÍTAČE

Velmi zjednodušeně popíšeme funkci počítače.

Operační jednotka obsahuje tzv. střadač, tj. registr posledního výsledku a dále tzv. střadač adres.

Program je uložen spolu s daty, která mají být výpočtem zpracována, v operační paměti.

Každé místo v operační paměti má své číslo, tzv. adresu.

Program je v paměti uložen ve tvaru instrukcí, přičemž každá instrukce obsahuje kód adresy a operační kód. Instrukce jsou řazeny na následujících adresách se vzestupnými čísly adres v pořadí, v jakém mají být postupně prováděny. Při zahájení výpočtu se zapíše do střadače adres adresy první instrukce programu. Do operační jednotky se načte obsah této adresy, tj. operační kód, a podle něho se přestaví operační jednotka na provedení funkce odpovídající tomuto operačnímu kódu, např. na sčítání, odečítání, logickou operaci apod. Dále se přečte podle adresního kódu instrukce obsah adresy, která obsahuje tzv. operand, tj. číslo se kterým má být proveden výpočet. Nyní operační jednotka provede operaci s tímto operandem a obsahem střadače. Výsledek výpočtu zůstane uložen ve střadači. Obsah střadače adres se zvýší o jedničku, tím je určena adresa další instrukce programu a postup se opakuje.

Tím, že lze provádět operace nejen s operandy, ale i s adresami, lze realizovat i různé skokové funkce, porovnávací funkce apod.

Na této úrovni zápisu je program i adresy uloženy ve tvaru binárních čísel, tzv. binárních souborů.

Přímý zápis programu v binárním tvaru je velmi složitý a náročný, proto byla vyvinuta řada programovacích jazyků (BASIC, FORTRAN, ALGOL, COBOL, PASCAL, C-jazyk, C++, JAVA, C# atd.), které umožňují zápis programu pomocí různých mnemotechnických zkratk a matematických výrazů. Současně obsahují i řadu pomocných prostředků pro hledání chyb v programu, jeho ladění, úpravy atd.



Program zapsaný v programovacím jazyce je zkontrolován po formální stránce, zda splňuje pravidla tzv. gramatiky jazyka, tedy užívá pouze povolených slov, výrazů, znaků a jejich vazeb. Takto zapsaný tzv. zdrojový program je pak počítačem přeložen prostřednictvím speciálního programu tzv. *překladače* do binární formy vhodné pro zpracování úlohy výše uvedeným postupem.

1.3 ŘÍDICÍ POČÍTAČE

Řídicí počítače se používají k přímému řízení výrobního procesu. Jejich použití má především tyto výhody:

- možnost realizovat takové přenosy regulátorů, které nelze realizovat klasickými analogovými prvky,
- centralizace zařízení - jediný počítač nahrazuje řadu přístrojů a provádí řadu funkcí,
- snadná změna postupu řízení - tak zvaného algoritmu řízení,
- možnost pružného přizpůsobování algoritmu řízení skutečným podmínkám, tedy možnost realizace tzv. adaptivního řízení, adaptivních algoritmů,
- možnost realizace speciálních optimalizačních algoritmů řízení,
- snadný přenos informací mezi jednotlivými řídicími systémy,
- vypracování protokolů ve formě vhodné pro další zpracování počítači (na vhodném paměťovém médiu).

Vzhledem k současnému rozvoji mikroelektroniky se zejména mikroprocesory staly velmi dostupnými a prakticky vytlačují i v základních přístrojích klasickou analogovou regulační techniku. Často se přístroj z hlediska vnějšího připojení chová jako analogový, přitom vnitřní zpracování dat je provedeno mikropočítačem.

Nevýhody počítačového řízení jsou:

- protože počítač většinou realizuje současně větší množství různých funkcí, které při výpadku počítače všechny přestanou pracovat, je nutno počítač vhodně zálohovat,
- příprava pro nasazení řídicího počítače je zpravidla složitější než pro užití klasické regulační techniky, i když moderní technologie montáže a připojování už značně tuto nevýhodu potlačily.

Řídicí počítač musí mít následující vlastnosti:

- univerzálnost - musí umožnit řešit různé typy úloh,
- stavebnicová koncepce systému - musí být k dispozici řada druhů desek pro připojení počítače na proces tak, aby šlo s daným počítačem řešit různé regulační úlohy - jiná aplikace je u válcovací stolice, jiná u ohřívací pece, obráběcího stroje apod., přitom vlastní procesorová deska může být pro všechny případy stejná,



- musí být vybaven analogově-číslicovými (A/D) a číslicově-analogovými převodníky (D/A) pro připojení na proces,
- vysoká rychlost,
- vysoká spolehlivost a nenáročnost na údržbu.

1.4 ZÁKLADNÍ VAZBY ŘÍDICÍHO POČÍTAČE NA PROCES

Často je užitečné rozlišovat automatizované systémy podle vazeb počítačů a lokálních regulátorů navzájem a s procesem. Prolíná se zde dělení podle stupně automatizace i podle architektury řídicího systému.

Při řízení technologických procesů mohou být řídicí systémy (počítače) nasazeny ve dvou základních stupních, které jsou označovány jako řízení v otevřené nebo uzavřené smyčce. Je-li smyčka automatického řízení přerušena činností operátora, který odečítá počítačem doporučené hodnoty a sám ručně nastavuje řídicí veličiny, hovoříme o řízení v otevřené smyčce, tzv. open loop. Při řízení v uzavřené smyčce automaticky řídí celý proces počítač a člověk se bezprostředně řízení neúčastní, tzv. closed loop.

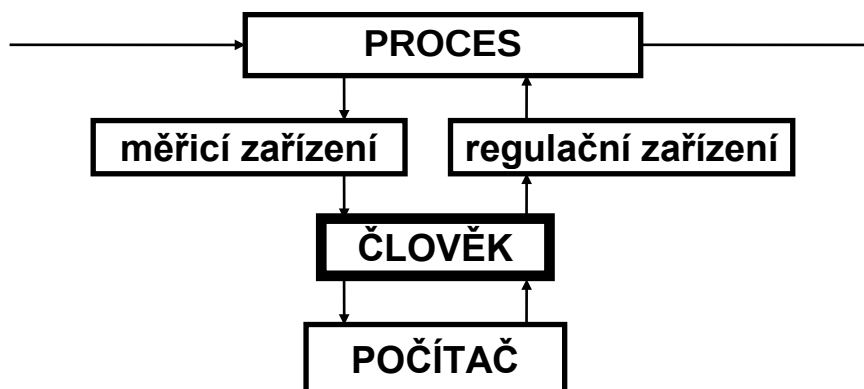
U vyšších stupňů hierarchické struktury ASŘ se setkáváme s pojmy off-line, on-line a in-line. Pojem off-line je používán v případě, že neexistuje přímé spojení procesu s počítačem, údaje do počítače nebo z počítače jsou předávány člověkem. Toto spojení se označuje jako počítač - rádce. Úloha počítače je zde redukována pouze na jeho využití jako prostředku pro automatizaci výpočtů, kdy umožňuje rychlé prošetření variant řízení a výběr nejlepší, ale do rozhodování přímo nezasahuje. Tento typ řízení je charakteristický pro nejvyšší stupně hierarchické struktury ASŘ - ASŘ podniku, ASŘ výroby.

Pojmy on-line a in-line souvisí s řízením v uzavřené smyčce. Počítač zde prostřednictvím jednotky styku s prostředím měří potřebné fyzikální veličiny z procesu a na základě ověřeného algoritmu řízení vypočítává nejvhodnější parametry daného procesu. V případě, že cílem počítače je koordinovat, kontrolovat a ovlivňovat automatické systémy řízení na úrovni jednotlivých procesů a to tak, že vypočítané hodnoty zadává jako řídicí veličiny analogovým regulátorům, hovoříme o řízení on-line. Pokud může počítač bezprostředně řídit průběh procesu a to tak, že jsou analogové regulátory nahrazeny programem počítače, hovoříme o řízení in-line (číslicové řízení - DDC - Direct Digital Control). Tento typ řízení je charakteristický pro nejnižší stupně hierarchické struktury ASŘ - ASŘ TP.

1.4.1 OFF-LINE

Člověk přijímá a zpracovává informace z procesu. Zavádí je do počítače a informace z počítače po zhodnocení využívá zpětně k řízení procesu prostřednictvím regulátorů anebo jiných řídicích prvků. Vazba počítače na řízení procesu je nepřímá (off-line). Počítač se v tomto zapojení nazývá také počítač - rádce. Zapojení se často využívá v simulačním režimu při uvádění řídicího systému do provozu k ověřování a upřesňování řídicích algoritmů a programů.





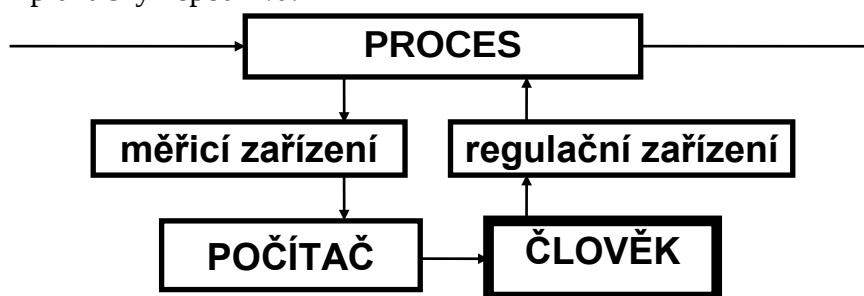
Obr. 2 Spojení počítače s procesem off-line

1.4.2 ON-LINE

Při způsobu připojení on-line je počítač přímo spojen s procesem.

Způsob činnosti ON-LINE, OPEN-LOOP (otevřená smyčka)

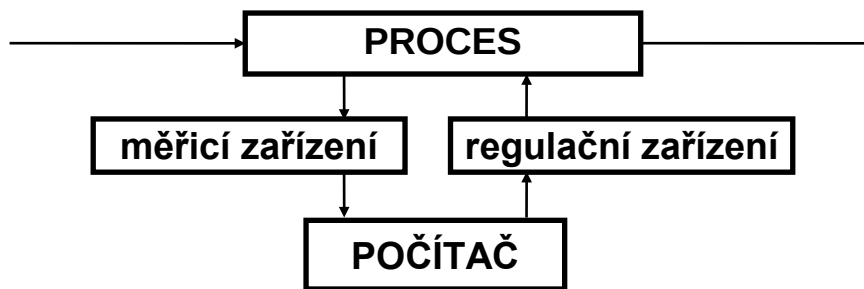
Člověk získává a zpracovává informace o stavu řízeného procesu a řídicímu počítači zadává úlohu řízení popřípadě příslušné programy, které pak počítač realizuje. Počítač přitom může plnit funkce programového automatu nebo nastavuje žádané hodnoty regulátorů. Převod informací z procesu do počítače tedy probíhá automaticky, člověk zhodnocuje výstup z počítače a zavádí ho zpět do procesu. Počítač je zapojen v přímé vazbě na řízený proces, ale řízení probíhá v otevřeném obvodu (v otevřené smyčce: on-line open-loop). Tohoto typu zapojení se již prakticky nepoužívá.



Obr. 3 Spojení počítače s procesem on-line, open-loop

Způsob činnosti ON-LINE, CLOSED-LOOP (uzavřená smyčka)

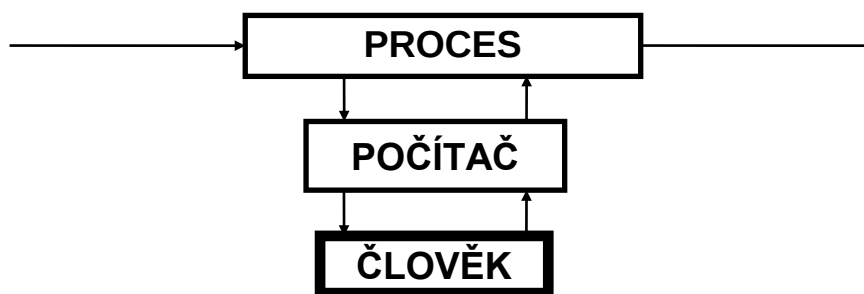
Převod informací z procesu do počítače i z počítače zpět na proces probíhá automaticky, bez zásahu člověka. Ten má zde jen kontrolní funkci. Řídicí počítač získává informace z procesu, zpracovává je, vypočítává optimální hodnoty řídicích veličin regulátorů nebo dalších automatů a samočinně je nastavuje. Za normálních podmínek operátor do chodu procesu nezasahuje. Řídicí systém musí ovšem umožňovat v případě potřeby převzetí funkce řízení operátorem. Počítač v tomto případě řídí proces automaticky v uzavřeném obvodu prostřednictvím regulátorů, logických automatů atp. (on-line closed-loop). Tento způsob zapojení je v současné době nejčastější. Očekává se však, že jednotkové regulátory a automaty budou postupně nahrazovány mikropočítači.



Obr. 4 Spojení počítače s procesem on-line, closed-loop

1.4.3 IN-LINE

Řídicí počítač získává informace z procesu, zpracovává je a podle zadaných algoritmů řízení vypočítává hodnoty akčních veličin, které bezprostředně řídí. Řízení počítačem probíhá v uzavřeném obvodu, bez dalšího prostřednictví a říká se mu také přímé číslicové řízení (in-line, nebo DDC - Direct Digital Control). Způsob je to efektivní, avšak mimořádně náročný na spolehlivost řídicího počítače.



Obr. 5 Spojení počítače s procesem in-line

1.4.4 Dozorčí a koordinační řízení (Supervisory – control)

Při řízení rozsáhlejších technologických procesů zejména v přetržitě a přetržitě nepřetržitě výrobě jsou velmi důležité úlohy koordinace. V tom případě řídicí počítač získává informace o stavu procesu, zpracovává je, vypočítává a vydává koordinační příkazy regulátorům a automatům jednotlivých procesů a řídicímu minipočítači, který pak řídí příslušnou část technologického procesu v přímé vazbě podle vlastních algoritmů. Protože koordinační počítač plní současně „dozorčí“ funkce, říká se tomuto způsobu zapojení počítače také supervisory-control.

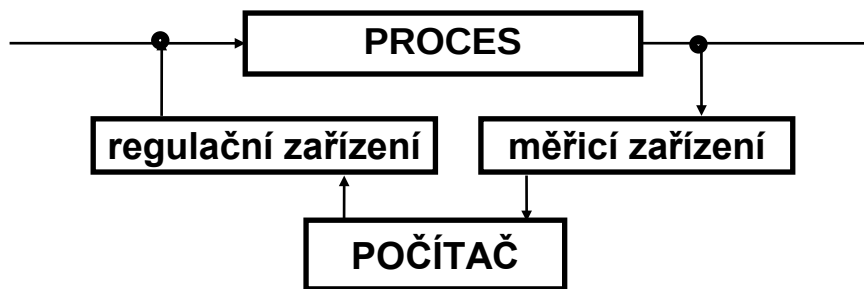
Ve složitých procesech u rozlehlých systémů koordinační počítač navíc koordinuje součinnost dvou nebo více řídicích počítačů. V tomto případě, přímého řízení počítačem, má operátor pouze dohlížecí funkci a do řízení procesu přímo nezasahuje.

Z hlediska propojení počítače do řídicího obvodu z hlediska zda existuje zpětná vazba, je možno propojit buď zpětnovazebně (feed-back) nebo dopředně podle modelu (feed forward).

1.4.5 Spojení soustavy s počítačem způsobem FEED-BACK

Při tomto spojení se na základě naměřených hodnot vstupních a výstupních veličin procesu představují konstanty řízení.

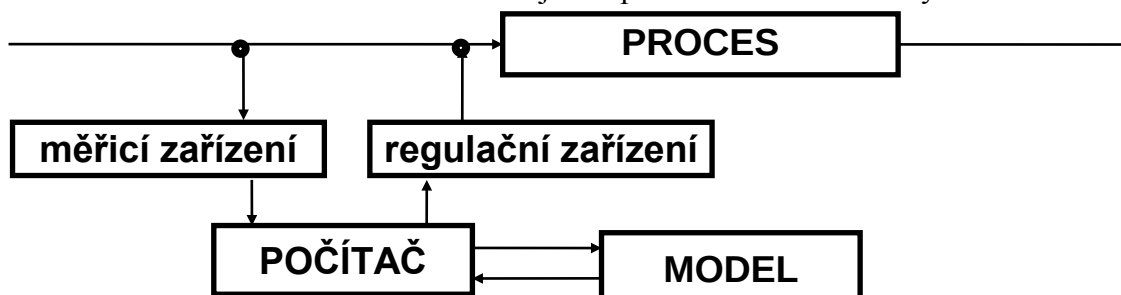




Obr. 6 Spojení způsobem feed-back

1.4.6 Spojení soustavy s počítačem způsobem FEED-FORWARD

Počítač zavádí vstupní data do modelu, který mu určí chování systému podstatně rychleji, než k němu opravdu dojde na řízeném procesu. Tím může počítač okamžitě reagovat na změny v procesu a zkvalitňovat tak řízení. Problém je se zpětnou kontrolou kvality modelu.



Obr. 7 Spojení způsobem feed-forward

2 PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM

- Neumannova základní struktura počítače.
- Vlastnosti řídicích počítačů.
- Řídicí počítač je do ASŘTP zapojen – off-line, on-line, in-line nebo se jedná o dozorčí či koordinační řízení.



3 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BALÁTĚ, J. *Automatické řízení*. 2. přeprac. vyd., Praha: BEN, 2004. ISBN 80-7300-148-9.
- [2] DRÁBEK, O., TAUFER, I. *Automatizované systémy řízení technologických procesů*. 2.vyd , Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 1990. ISBN 80-85113-16-3.
- [3] HANUŠ, B., BALDA, M. *Základy technické kybernetiky*. 1. vyd., Liberec: Vysoká škola strojní a textilní, 1980.
- [4] KOTEK, Z., VYSOKÝ, P., ZDRÁHAL, Z. *Kybernetika*. Praha: SNTL, 1990.
- [5] NIEDERLINSKI, A. *Číslicové systémy pro řízení technologických procesů*. Díl I., II.Praha: SNTL, 1984.
- [6] OPLATEK, F. *Automatizace a automatizační technika*. 4, Automatické systémy. 1. vyd.,Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-249-1.
- [7] ŠVARC, I. *Automatizace: automatické řízení*. 2. dopl.vyd., Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2943-7.
- [8] TOMIS, L. a kol.: *Automatizované systémy řízení technologických procesů v hutnictví*. 2. vyd., Ostrava: Vysoká škola báňská, 1984.
- [9] TOMIS, L., HEGER, M., BALCOVÁ, J., KADLČÍK, I. *ASŘ TP v hutích - výpočetní a laboratorní cvičení*. 1. vyd., Ostrava: Vysoká škola báňská, 1991. ISBN 80-7078-079-7.
- [10] VÍTEČKOVÁ, M., VÍTEČEK, A. *Základy automatické regulace*. 1. vyd., Ostrava:Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1068-9.
- [11] VORÁČEK, R. *Automatizace a automatizační technika*. 2, Automatické řízení. 1. vyd., Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0796-5.

