

# AUTOMA

časopis pro automatizační techniku



[www.automa.cz](http://www.automa.cz)

Cena 52 Kč

1  
LEDEN 2013



SIEMENS

Projektováno  
v prostředí  
TIA Portal

## SIMATIC S7-1500 plus TIA Portal

Největší plus pro automatizaci

Automaticky  
a autonomně řízená  
silniční vozidla

Autonomika a její  
význam pro odvětví  
techniky snímačů

Multidotykové displeje  
u operátorských panelů

Návrh zařízení  
s energeticky úspornými  
jednočipovými počítači

Plánování úloh  
v systémech RT -  
víceprocesorové  
prostředí

Rozšířená realita a RFID

[siemens.cz/S7-1500](http://siemens.cz/S7-1500)

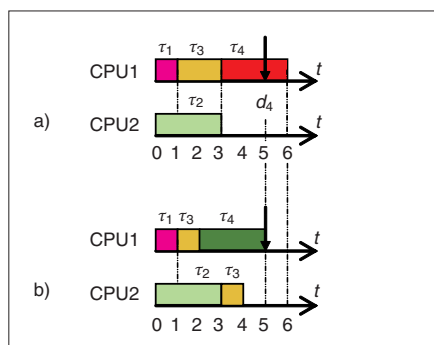


# Plánování úloh v systémech RT - IV: víceprocesorové prostředí

V předcházejícím článku [7] bylo ukázáno, že přesahují-li výpočetní požadavky kladené na procesor jeho výpočetní možnosti, lze východisko z přetížení nalézt, jestliže se použijí speciální, pro tento účel navržené mechanismy přiřazování priorit a plánovače. Avšak i tyto jsou nuceny dočasně pozastavit běh instancí či modifikovat parametry některých úloh proto, aby se přetížení předcházelo či bylo zmezeno důsledkům z něj plynoucích, zejména tzv. dominovému efektu, vedoucímu k neřízenému a často také náhlému kolapsu systému. Při použití těchto mechanismů je tedy chování systému předvídatelné v tom smyslu, že již v době návrhu systému je pro případ přetížení známo, které z úloh budou vždy dokončeny včas a které včas dokončeny být nemusí.

## Plánování úloh ve víceprocesorovém prostředí

Může se zdát, že tento důsledek, z pohledu podílu včasně dokončených instancí úloh nepřijemný, lze jednoduše odstranit např. zvětšením počtu procesorů schopných provádět úlohy. Je nutné si ale uvědomit, že použitím  $m > 1$  procesorů sice vzroste výpočetní výkon systému, což obecně může přispět k včasnému dokončování úloh (nutná pod-

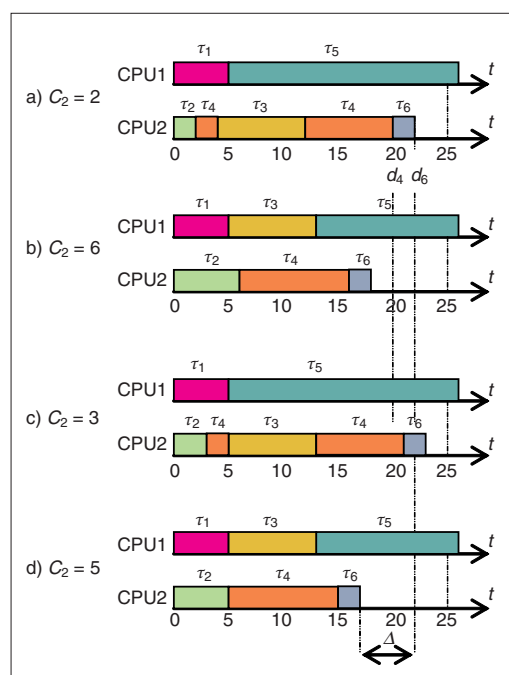


Obr. 1. Ilustrace k přechodu od plánování v jednoprocetorovém na víceprocesorové prostředí (CPU – procesorová jednotka)

mínka  $U = \sum u_i \leq 1$  plánovatelnosti množin úloh na jednom procesoru je totiž modifikována, a tedy i zobecněna na  $U \leq m$ ; symbolika použitá v článku je zavedena ve [4]), ale problém plánování úloh se rozšiřuje o další rozměry. Zaprvé je třeba rozhodnout, které úlohy poběží na kterém z procesorů. Dále je třeba rozhodnout, zda úlohy budou procesorům přiděleny pevně a neměnně za běhu systému, či zda a jak budou moci mezi procesory za běhu migrovat, zda daná úloha může být současně rozpracována několika identickými, nebo odlišnými procesory či jaké mechanismy přiřazování priorit budou na jednotlivých procesorech použity, jak budou procesory propojeny, jak budou komunikovat atd. Protože úplný popis souvisejících problémů by výrazně přesáhl rámec tohoto článku, omezme se pouze na představení typických

problémů a způsobů jejich řešení prostřednictvím vybraných zástupců související třídy plánovacích mechanismů.

Nejprve bude nastíněno, jaké, na první pohled neočekávané, situace mohou při plánování úloh ve víceprocesorovém prostředí na-



Obr. 2. Ilustrace k anomáliím při plánování úloh ve víceprocesorovém prostředí

stávat [3]. Předně, z plánovatelnosti množiny  $\Gamma$  (tj. z garance včasného dokončení všech úloh z  $\Gamma$ ) v jednoprocetorovém prostředí neplatí plánovatelnost  $\Gamma$  ve víceprocesorovém prostředí. Tuto situaci ilustruje obr. 1 s využitím množiny  $\Gamma = \{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4\}$  úloh tvaru  $\tau_i(r_i, C_i, D_i, T_i)$ :  $\tau_1(0, 1, 2, 10)$ ,  $\tau_2(0, 3, 3, 10)$ ,  $\tau_3(1, 2, 3, 10)$  a  $\tau_4(2, 3, 3, 10)$  určených k běhu na dvou procesorech (tj.  $m = 2$ ) s možností migrace úloh mezi procesory za běhu systému a přiřazováním priorit mechanismem EDF (Earlier Deadline First). Jsou-li úlohy přidělovány procesorům nevhodně, některá z nich nemusí být dokončena včas (v obr. 1a

je to  $\tau_4$  – viz červeně zbarvené pozadí) přesto, že množina  $\Gamma$  pro dané  $m$  plánovatelná je (obr. 1b).

Na rozdíl od jednoprocetorového může ve víceprocesorovém prostředí dále nastat situace, kdy rostoucí  $m$ , zkrácení nejhorších dob provádění úloh  $C$ , zmírnění či odstranění závislosti mezi úlohami a jiné změny běžné vedoucí ke snížení výpočetní zátěže mohou být příčinou neplánovatelnosti dané množiny úloh – viz obr. 2 s množinou  $\Gamma = \{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6\}$  úloh tvaru  $\tau_i(r_i, C_i, D_i, T_i)$ :  $\tau_1(0, 5, 10, 30)$ ,  $\tau_2(0, [2, 6], 10, 30)$ ,  $\tau_3(4, 8, 11, 30)$ ,  $\tau_4(0, 10, 20, 30)$ ,  $\tau_5(5, 100, 195, 200)$ ,  $\tau_6(7, 2, 15, 30)$ , pro jejichž priority platí  $P_1 > \dots > P_6$ . Na obr. 2 (plán je zobrazen pouze v rozmezí  $t = 0$  až  $t = 26$ ) si např. povšimněme, že v obou mezních hodnotách intervalu  $<2;6>$  je  $\Gamma$  plánovatelná (obr. 2a, b), zatímco např. v případě na obr. 2c, kdy se  $C_2$  nachází blíže středu daného intervalu,  $\Gamma$  plánovatelná není. Na obr. 2d ( $C_2 = 5$ ) je ilustrováno, že úlohy na jednom z procesorů (zde CPU2) mohou být dokonce dokončeny dříve než v případě na obr. 2a pro  $C_2 = 2$ .

## Podmínky plánovatelnosti pro vybrané případy

Jelikož problematika plánování úloh ve víceprocesorovém prostředí je velmi komplikovaná, nelze nalézt mechanismus, který by byl pro obecnou množinu úloh  $\Gamma$ , obecné víceprocesorové prostředí a způsob přiřazování priorit schopen rozhodnout, zda  $\Gamma$  je či není plánovatelná, nebo byl schopen zaručit plánovatelnost. Takový mechanismus lze nalézt pouze pro úzce vymezené případy, z nichž některé jsou představeny v následujícím textu.

## Vybraný případ A

Následující mechanismus garantuje plánovatelnost pro  $\Gamma = \{\tau_1, \dots, \tau_n\}$  periodických nezávislých úloh určených k běhu na  $m$  identických procesorech s migrační úlohy mezi procesory povolenou výhradně při preempci, s nepřipustným současným rozpracováním jedné úlohy na více procesorech a se statickými prioritami přiřazenými úlohám  $\tau_i$  takto:

– je-li  $u_i > m/(3m - 2)$ , je z nejvýznamnějších priorit úlohy  $\tau_i$  přiřazena libovolná, ale poté neměnná priorita,

– jinak je úloze  $\tau_i$  přiřazena priorita podle mechanismu RM (*Rate Monotonic*).

Množina úloh  $\Gamma$  je plánovatelná na  $m$  procesorech, platí-li postačující podmínka  $U \leq m^2/(3m-2)$ . Jelikož však tato podmínka není zároveň nutná, mohou existovat plánovatelné množiny, které ji nespĺňují. Tento mechanismus si ilustrujeme na následujícím příkladě uvažujícím  $m = 3$  a množinu  $\Gamma = \{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5\}$  úloh tvaru  $\tau_i(r_i, C_i, D_i = T_i)$ :  $\tau_1(0, 1, 7)$ ,  $\tau_2(0, 2, 15)$ ,  $\tau_3(0, 9, 20)$ ,  $\tau_4(0, 11, 24)$ ,  $\tau_5(0, 2, 25)$ . Pro tuto množinu jsou hodnoty  $u_i = C_i/T_i$  následující:  $u_1 = 1/7 = 0,143$ ,  $u_2 = 2/15 = 0,133$ ,  $u_3 = 9/20 = 0,450$ ,  $u_4 = 11/24 = 0,458$ ,  $u_5 = 2/25 = 0,08$ . Výraz  $m/(3m-2)$  má po dosažení  $m = 3$  hodnotu  $3/(3 \cdot 3 - 2) = 3/7 \approx 0,4286$ . Priority tedy budou přiřazeny takto:

- jelikož  $u_i > 0,4286$  platí pouze pro  $i = 3$  a  $i = 4$ , jsou nejvýznamnější priority přiřazeny pouze úlohám  $\tau_3, \tau_4$ ,
- ostatním úlohám jsou priority přiřazeny podle mechanismu RM.

Ve výsledku tedy budou úlohám přiřazeny priority s významností klesající ve směru zleva doprava s pořadím úloh, které může být buď  $\tau_3, \tau_4, \tau_1, \tau_2, \tau_5$  nebo  $\tau_4, \tau_3, \tau_1, \tau_2, \tau_5$ .

Nutná podmínka plánovatelnosti (tj.  $U = 1,265 \leq m = 3$ ) je splněna – není tedy vyloučeno, že  $\Gamma$  je plánovatelná. Po dosažení  $m = 3$  do  $U \leq m^2/(3m-2)$  se dostane  $1,265 \leq 1,286$ ; nerovnost platí,  $\Gamma$  je tedy plánovatelná. Výsledný plán je zobrazen na obr. 3.

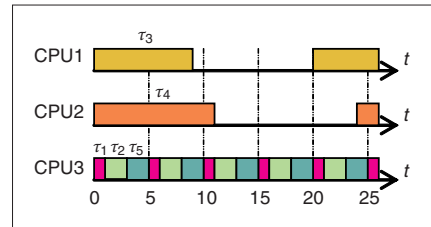
### Vybraný případ B (metoda dekompozice hyperperiody)

Nutnou i postačující podmínku plánovatelnosti pro množiny periodických, nezávislých úloh s  $D_i = T_i$  lze např. nalézt, jsou-li procesory přiřazovány úlohám při použití dekompozice *hyperperiody* (nejmenšího společného násobku period  $T_i$  všech úloh) na úseky ohraničené časy příchodu  $r_i$  úloh. Princip je následující. Úlohy jsou nejprve uspořádány podle nerostoucích hodnot jejich  $u_i$  (tedy platí  $u_i \geq u_{i+1}$ ); poté jsou po jednotlivých úsecích procesory postupně přidělovány úlohám vždy na díl úseku přímo úměrný velikosti jejich  $u_i$ . Tento mechanismus vede na postačující a nutnou podmínku plánovatelnosti tvaru

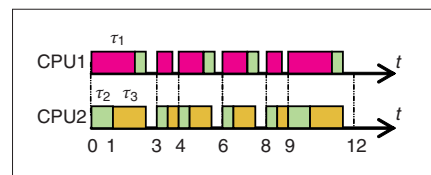
$$\max \left[ \max_{j=1, \dots, m-1} \left( \frac{1}{j} \sum_{i=1}^j u_i \right), \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m u_i \right] \leq 1 \quad (1)$$

Mechanismus si pro  $m = 2$  ilustrujeme při použití množiny  $\Gamma = \{\tau_1, \tau_2, \tau_3\}$  úloh tvaru  $\tau_i(r_i, C_i, D_i = T_i)$  uspořádaných podle hodnot jejich  $u_i = C_i/T_i$ :  $\tau_1(0, 2, 3)$  s  $u_1 = 2/3$ ,  $\tau_2(0, 2, 4)$  s  $u_2 = 2/4 = 1/2$  a  $\tau_3(0, 3, 6)$  s  $u_3 = 3/6 = 1/2$ . Nutná podmínka plánovatelnosti (tj.  $U = 5/3 \leq m = 2$ ) je splněna – není tedy vyloučeno, že  $\Gamma$  je plánovatelná. Nutná i postačující podmínka (1) bude po dosažení tvaru  $\max[\max(2/3), 5/6] = 5/6 \leq 1$ , a bude tedy splněna. Daná  $\Gamma$  je tudíž na dvou procesorech plánovatelná. Hyperperioda má délku dvanáct časových jed-

notek (nejmenší společný násobek period  $T_1 = 3, T_2 = 4$  a  $T_3 = 6$ ) a při sestavování plánu bude rozčleněna celkem na šest úseků vymezených časy volání úloh během hyperperiody – tyto úseky budou tedy ohraničeny časy 0, 3, 4, 6, 8, 9 a 12 časových jednotek. Úsek po úseku jsou poté procesory postupně při-



Obr. 3. Ilustrace k rozložení úloh mezi procesory



Obr. 4. Ilustrace k přidělení úloh procesorům na základě dekompozice hyperperiody

dělovány úlohám na díl úseku přímo úměrný velikosti jejich  $u_i$ . Například v úseku mezi  $t = 0$  a  $t = 3$  o délce tři časových jednotek budou procesory – označme si je CPU1, CPU2 – přiřazeny úlohám takto:

- $\tau_1$  poběží na CPU1 po dobu  $u_1 = 2/3$  délky úseku, tj.  $3 \cdot 2/3 = 2$  časových jednotek,
- $\tau_2$  poběží celkem po dobu  $1/2$  délky úseku, tj.  $3 \cdot 1/2 = 1,5$  jednotky: dílem na procesoru CPU1, na němž již zbývá pouze jedna časová jednotka, a dílem na CPU2,
- $\tau_3$  poběží po dobu  $1/2$  délky úseku, tj.  $3 \cdot 1/2 = 1,5$  časové jednotky na CPU2.

Oba procesory jsou v tomto úseku nečinné po dobu  $1/2$  časové jednotky. Poté jsou úlohy přiřazeny procesorům po interval  $t = 3$  až  $t = 4$  o délce jedné časové jednotky atd. Plán v délce hyperperiody je znázorněn na obr. 4.

### Přidělování úloh mechanismem RM s minimalizací počtu procesorů

V poslední části tohoto článku je představeno několik metod přiřazujících procesorům úlohy s prioritami podle mechanismu RM [4] pevně a za běhu systému neměnně, přičemž cílem je zajistit plánovatelnost  $n$ -prvkové množiny úloh  $\Gamma$  při použití co nejmenšího počtu  $m$  procesorů [1]. Vstupem těchto metod tedy je  $\Gamma$ , výstupem přiřazení úloh procesorům tak, aby  $\Gamma$  byla plánovatelná a hodnota  $m$  byla minimální. Budou představeny principy a základní vlastnosti mechanismů *Rate Monotonic Next Fit* (RMNF), *Rate Monotonic First Fit* (RMFF) a *Rate Monotonic Best Fit* (RMBF).

Uvedené tři mechanismy jsou založeny na využití postačující podmínky plánova-

telnosti  $n$  úloh označované WC (*Worst-Case*) tvaru

$$U \leq n \left( \sqrt[2]{2} - 1 \right) \quad (2)$$

popř. (mírnější) podmínky plánovatelnosti  $(n-1)$  úloh označované IP (*Increasing Period*), která je z podmínky WC odvozena. Nechť

$$U = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{C_i}{T_i} \leq (n-1) \left( \sqrt[2]{2} - 1 \right) \quad (3)$$

pak podmínka IP má tvar

$$\frac{C_n}{T_n} \leq 2 \cdot \sqrt[2]{1 + \frac{U}{n-1}} \quad (4)$$

Je-li splněna podmínka WC (2) nebo alespoň podmínka IP (4), je  $\Gamma$  plánovatelná při přiřazení priorit podle RM – existují totiž plánovatelné množiny úloh nespĺňující (přísnější) podmínku WC, ale splňující (mírnější) podmínku IP.

### Mechanismus RMNF

Postup při použití mechanismu RMNF (*Rate Monotonic Next Fit*) je takovýto:

- v kroku 1 jsou úlohy uspořádány podle neklesajících hodnot jejich period, tj. v pořadí  $\tau_1, \dots, \tau_n$  pro  $T_1 \leq \dots \leq T_n$ ,
- v kroku 2 je stav  $i$  počítadla úloh, stejně jako stav  $j$  počítadla alokovaných procesorů, nastaven na hodnotu 1,
- v kroku 3 je úloha  $\tau_i$  přidělena k běhu na procesoru CPU $_j$ , ovšem pouze za podmínky, že množina úloh obsahující  $\tau_i$  a úlohy již dříve přidělené procesoru CPU $_j$  splňuje podmínku IP (4); jinak je alokovaný nový procesor (tj. stav počítadla  $j$  je zvětšen o 1) a  $\tau_i$  je přidělena k běhu na procesoru CPU $_j$ ,
- platí-li  $i < n$ , pak dojde ke zvětšení stavu počítadla úloh o 1 a návratu na krok 3; jinak mechanismus RMNF končí – počet alokovaných procesorů je roven stavu počítadla  $j$ .

Princip mechanismu RMNF je ilustrován na obr. 5a při použití množiny  $\Gamma = \{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5\}$  úloh tvaru  $\tau_i(r_i, C_i, D_i = T_i)$ :  $\tau_1(0, 1, 10)$ ,  $\tau_2(0, 3, 10)$ ,  $\tau_3(0, 8, 10)$ ,  $\tau_4(0, 1, 11)$ ,  $\tau_5(0, 4, 11)$ . Úlohy budou přiděleny třem procesorům, a to následovně: na procesoru CPU1 poběží úlohy  $\tau_1, \tau_2$ , na CPU2 úlohy  $\tau_3, \tau_4$  a na CPU3 úloha  $\tau_5$ . Pro činitele využití procesorů platí  $U_{\text{CPU1}} = 0,4$ ,  $U_{\text{CPU2}} = 0,89091$  a  $U_{\text{CPU3}} = 0,36364$ . Všechny úlohy budou dokončeny včas.

### Mechanismus RMFF

Princip mechanismu RMFF (*Rate Monotonic First Fit*) je založen na myšlence zkoušet přidělovat po řadě každou z úloh  $\tau_1$  až  $\tau_n$  postupně již rezervovaným procesorům CPU1 až CPU $_k$ , a to dokud nebude nalezen procesor schopný zajistit včasné provedení úlohy, tj. procesor splňující alespoň podmínku IP (4).

Není-li takový nalezen, je přidán nový procesor CPU( $k + 1$ ).

Přidělení úloh z příkladu k RMNF (opět třem) procesorům bude podle RMFF následující: na procesoru CPU1 pobeží úlohy  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_4$ , na CPU2 úloha  $\tau_3$  a na CPU3 úloha  $\tau_5$  (část plánu je zobrazena na obr. 5b). Pro činitele využití procesorů platí  $U_{CPU1} = 0,49091$ ,  $U_{CPU2} = 0,8$  a  $U_{CPU3} = 0,36364$ . Oproti RMNF byla tedy při použití mechanismu RMFF přesunuta část zátěže CPU2 (dané prováděním  $\tau_4$ ) na CPU1. Oproti RMNF je mechanismus RMFF díky této své vlastnosti

umožněno zvětšením zátěže CPU1 zejména o zátěž z původního CPU3. Překvapivě však mechanismus RMBF není schopen naplánovat obecnou množinu úloh při použití menšího počtu procesorů než mechanismus RMFF.

### Ostatní mechanismy

Vedle zmíněných metod vycházejících z mechanismu RM, modelovatelných např. volně dostupným nástrojem Cheddar [2], existují mnohé další – např. RMST (Rate

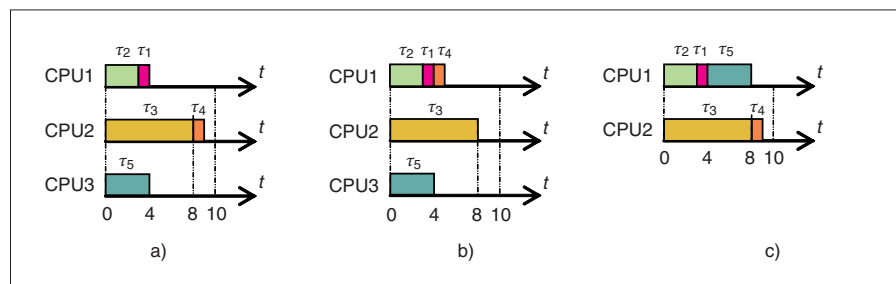
mového vybavení a jádra operačního systému reálného času (RTOS).

### Poděkování

Tento článek byl vypracován v rámci projektu Centrum excelence IT4Innovations, reg. č. CZ.1.05/1.1.00/02.0070, podporovaného Operačním programem Výzkum a vývoj pro inovace, financovaného ze strukturálních fondů EU a ze státního rozpočtu ČR, projektu Výzkum informačních technologií z hlediska bezpečnosti (CEZ MSM 0021630528) a grantu BUT FIT-S-11-1.

### Literatura:

- [1] BURCHARD, A. – LIEBEHERR, J. – OH, Y. – SON, S. H.: *Assigning Real-Time Tasks to Homogeneous Multiprocessor Systems*. Technical Report CS-94-01, University of Virginia, 1994.
- [2] *The Cheddar Project: A Free Real Time Scheduling Analyzer* [on-line]. Dostupné z <<http://beru.univ-brest.fr/~singhoff/cheddar/>>.
- [3] COTTET, F. – DELACROIX, J. – KAISER, C. – MAMMERI, Z.: *Scheduling in Real-Time Systems*. John Wiley & Sons, 2002, ISBN 0-470-84766-2.
- [4] STRNADEL, J.: *Návrh časově kritických systémů II: úlohy reálného času*. Automa, 2010, roč. 16, č. 12, s. 18–19, ISSN 1210-9592.
- [5] STRNADEL, J.: *Návrh časově kritických systémů III: prioritá úloh*. Automa, 2011, roč. 17, č. 2, s. 50–52, ISSN 1210-9592.
- [6] STRNADEL, J.: *Plánování úloh v systémech RT – I: závislé úlohy*. Automa, 2012, roč. 18, č. 10, s. 42–45, ISSN 1210-9592.
- [7] STRNADEL, J.: *Plánování úloh v systémech RT – II: neperiodické úlohy*. Automa, 2012, roč. 18, č. 11, s. 44–46, ISSN 1210-9592.
- [8] STRNADEL, J.: *Plánování úloh v systémech RT – III: přetížení systému*. Automa, 2012, roč. 18, č. 12, s. 44–47, ISSN 1210-9592.



Obr. 5. Ilustrace k přidělení úloh procesorům mechanismy RMNF (a), RMFF (b) a RMBF (c)

schopen naplánovat obecnou množinu úloh při použití menšího počtu procesorů.

### Mechanismus RMBF

Mechanismus RMBF (Rate Monotonic Best Fit) přiřazuje úlohu procesoru, který má na množině procesorů splňujících podmínku IP (4) největší hodnotu činitele využití. Cílem tohoto způsobu přidělování je maximalizovat využití již přidělených procesorů, a v důsledku tak minimalizovat jejich celkový počet. Množinu úloh z příkladů k RMNF a RMFF je mechanismus RMBF schopen naplánovat při použití pouze dvou procesorů, přičemž na procesoru CPU1 pobeží úlohy  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$  a na CPU2 úlohy  $\tau_4$ ,  $\tau_5$  (část plánu je zobrazena na obr. 5c). Pro činitele využití procesorů platí  $U_{CPU1} = 0,76364$ ,  $U_{CPU2} = 0,89091$ . Oproti RMNF a RMFF bylo zmenšení počtu procesorů ze tří na dva

Monotonic Small Tasks) či RMGT (Rate Monotonic General Tasks), schopné naplánovat množinu úloh při použití ještě menšího počtu procesorů než mechanismy RMNF, RMFF a RMBF. Obdobné mechanismy přidělování procesorů úlohám lze nalézt také pro přiřazování priorit např. podle EDF – zmíníme alespoň názvy mechanismů EDZL (Earliest Deadline Zero Laxity) či EDF-UM (Earliest Deadline First – Utilization Monotonic).

### Závěrem

Následujícím, posledním článkem bude seriál celkem pěti článků na téma plánování úloh v časově kritických systémech uzavřen. Závěrečný článek bude věnován přehledu pojmů a problémů souvisejících se zvýšením spolehlivosti programového vybavení používaného při realizaci systémů reálného času (systémy RT) a představení možných způsobů řešení těchto problémů na úrovni progra-

Ing. Josef Strnadel, Ph.D.,  
Centrum excelence IT4Innovations,  
Fakulta informačních technologií,  
Vysoké učení technické v Brně  
([strnadel@fit.vutbr.cz](mailto:strnadel@fit.vutbr.cz))

## ► První akreditované školicí středisko Fieldbus Foundation™ ve střední a východní Evropě

Organizace Fieldbus Foundation oznámila na tiskové konferenci v Miškolci dne 24. října 2012, že Univerzita v Miškolci (*Miskolci Egyetem*), Maďarsko, úspěšně prošla předepsaným akreditačním procesem a získala statut akreditovaného školicího středis-

ka oprávněného pořádat školicí kurzy v oboru techniky Foundation Fieldbus (FF) podle programu *Foundation Certified Training Programme* (FCTP). Jde o program zavádějící jednotné standardy vzdělávání v oboru FF a stanovující potřebné úrovně výuky a také znalostí absolventů po celém světě. Jeho významným rysem je komplexní a na dodavatelích nezávislý přístup k výuce.

Univerzita v Miškolci, resp. její pracoviště pro výzkum a vývoj v oboru průmyslové komunikace (*Ipari Kommunikációs Kutató-Oktató Laboratórium* – IKKOL), je nyní mezi sou-

časnými sedmi institucemi s akreditací podle programu FCTP po celém světě (od USA po východní Asii) preferovaným místem pro zájemce o akreditované školení ze střední a východní Evropy. Ze tří v současné době dostupných úrovní školení nabízí Univerzita v Miškolci školení na prostřední z nich, tj. *Foundation Certified Support Specialist*. Další informace o programu FCTP a nabízených kurzech lze nalézt na [www.foundation.org](http://www.foundation.org), popř. <http://ikkol.afki.hu>.

[Tisková informace Fieldbus Foundation, 24. října 2012.] (sk)

## ADRESÁŘ VYDAVATELSTVÍ

<b>Ředitel:</b> .....	Ing. Emil Širůček
<b>Adresa:</b> .....	Pod Vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8 tel.: 286 583 011-12, 266 052 804, fax: 284 683 022 e-mail: <a href="mailto:automa@fccgroup.cz">automa@fccgroup.cz</a> , <a href="http://www.automa.cz">www.automa.cz</a>
<b>Šéfredaktor:</b> .....	Ing. Petr Bartošik
<b>Zástupce šéfredaktora:</b> .....	Ing. Eva Vaculíková
<b>Redakce:</b> .....	Petr Špůr, Milena Kočišová
<b>Speciální projekty:</b> .....	Ing. Karel Suchý, Ing. Ladislav Šmejkal, CSc.
<b>Oborná spolupráce:</b>	
Ing. Karel Bílek, Bernecker + Rainer Industrie Elektronik, Ges. m. b. H., Ing. Miroslav Dub, CSc., Sidat, spol. s r. o., prof. RNDr. Ing. Petr Fiala, CSc., MBA, katedra ekonomie Vysoké školy ekonomické v Praze, Ing. Otto Havle, CSc., MBA, FCC průmyslové systémy, s. r. o., doc. Ing. Petr Horáček, CSc., FEL ČVUT v Praze, Ing. Zdeňek Hurák, Ph.D., katedra řídicí techniky FEL ČVUT v Praze, doc. Ing. Josef Janeček, CSc., katedra řídicí techniky Fakulty mechatroniky a mezipředmětových studií TU Liberec, doc. Ing. Karel Kadlec, CSc., ústav fyziky a měřicí techniky, Fakulta chemicko-inženýrská, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ing. Petr Kašík, Amit, spol. s r. o., doc. Dr. Ing. Vladimír Kebo, institut ekonomiky a systémů řízení, Hornicko-geologická fakulta, VŠB-TUO Ostrava, Ing. Marie Martinásková, Ph.D., ústav přístrojové techniky, Fakulta strojní ČVUT v Praze, prof. Ing. Vladimír Mařík, DrSc., katedra kybernetiky FEL ČVUT v Praze, doc. Ing. Pavel Nahodil, CSc., katedra kybernetiky FEL ČVUT v Praze, prof. Ing. Miloš Schlegel, CSc., katedra kybernetiky FAV ZČU v Plzni, prof. Ing. Vilém Srovnal, CSc., katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství, Fakulta elektrotechniky a informatiky VŠB-TUO Ostrava, prof. Ing. Bohumil Šulc, CSc., ústav přístrojové techniky, Fakulta strojní ČVUT v Praze, prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc., Fakulta aplikované informatiky, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, prof. Ing. Petr Vavřín, DrSc., ústav automatizace a měření FEKT VUT Brno, prof. Ing. František Zezulka, CSc., ústav automatizace a měřicí techniky FEKT VUT Brno	
<b>Inzerce:</b> .....	Ladislava Hošmáňková
<b>Administrace časopisu:</b> .....	Ing. Petra Huňová
<b>Sazba a grafická úprava:</b> .....	Dana Pecháčková, Tomáš Petr

## SEZNAM INZERENTŮ

ARC Advisory Group GmbH & Co KG.....	52
AŽD Praha s. r. o. ....	11
B+R automatizace, spol. s r. o. ....	16, 18
Distrelec GmbH.....	27
FCC Průmyslové systémy s. r. o. ....	25
FCC Public s. r. o. ....	9, 21, 32
Invensys Systems (Slovakia) s. r. o. ....	obálka 4
KUKA Roboter CEE GmbH, organizační složka .....	obálka 3
Kwapil & Co GmbH, organizační složka .....	4
Murrelektronik CZ, spol. s r. o. ....	4
NuernbergMesse GmbH .....	21
Phoenix Contact, s. r. o. ....	4
RS Components Sp. z o. o. ....	3, vklad
Siemens s. r. o. ....	4, obálka 1
Terinvest, spol. s r. o. ....	53
Topinfo, s. r. o. ....	26
Turck s. r. o. ....	37
Veletrhy Brno, a. s. ....	obálka 2

Automa. Vydává firma FCC Public s. r. o. Přetisk je dovolen jen se svolením redakce a s uvedením pramene. Za případné závazky ke třetím stranám ručí autor. Názory autorů nemusejí být shodné se stanoviskem redakce. Vydavatel nezodpovídá za pravdivost údajů uvedených v inzerci a PR příspěvcích. Pro předplatitele v České republice provádí distribuci v zastoupení vydavatele společnost Send Předplatné, Ve Zlínku 1800/77, 193 00 Praha 9 Horní Počernice; příjem objednávek a reklamace: tel.: 225 985 225, fax: 225 341 425, [send@send.cz](mailto:send@send.cz), [www.send.cz](http://www.send.cz). Pro Slovenskou republiku: Magnet Press Slovakia s. r. o., Teslova 12, P. O. Box 169, 830 00 Bratislava, tel.: +421 244 454 559 (předplatné), +421 244 454 628 (sekretariát), [předplatne@press.sk](mailto:předplatne@press.sk), Elez, Zlatovská 27, 911 05 Trenčín, tel.: +421 326 527 672, fax: +421 327 436 536, [elez@elez.sk](mailto:elez@elez.sk), Mediaprint-Kapa Pressegrasso, a. s., odd. inej formy predaja, Vajnorská 137, P. O. Box 183, 830 00 Bratislava 3, tel.: +421 244 458 821, +421 244 458 816, +421 244 442 773, fax: +421 244 458 819, e-mail: [předplatne@abompka-pa.sk](mailto:předplatne@abompka-pa.sk) a Slovenská pošta, SPT, Nám. slobody 27, 810 05 Bratislava, objednávky prijíma každá pošta a poštový doručovateľ. Objednávky do zahraničí vyřizuje Mediaservis s. r. o., Paceřická 1, 193 00 Praha – Horní Počernice, tel.: 271 199 250, [kauerova@mediaservis.cz](mailto:kauerova@mediaservis.cz). Veškeré objednávky přijímá také redakce, která zprostředkuje i případné reklamace. Vychází 12x ročně. Tiskne Kavka Print, a. s., Ke Zdišsku 620, 250 67 Klecany, tel.: 317 070 745. Do tisku předáno 18. 1. 2013, vyšlo 23. 1. 2013. Cena časopisu: 52 Kč (dvojčíslo 104 Kč).

## FROM CONTENTS

<b>New products</b>	
Configurable DC drives .....	4
Redundant PLC with Profinet communication .....	4
Efficient weighing module for PLC Simatic S7-1200 .....	4
Modlink MSDD – easy access to controls without opening a cabinet .....	4
<b>Research and development for practice</b>	
Transfer of research and development results into practice .....	5
<b>Education for automation</b>	
Education orientated towards practice is a key to competitive ability .....	6
Fifty years of education in automation at Technical University of Ostrava .....	8
Two of production line models at Kyber robot 2012 competition .....	10
<b>News</b> .....	
	7, 10, 15, 18, 24, 35, 43, 46, 49
<b>Automation technology in transportation</b>	
Automatically and autonomously controlled road vehicles .....	12
Belaz dumpers: from intelligent auxiliary systems to „unattended vehicle“ .....	16
Ethernet networks in railway transport .....	17
Revolutionary modular concept for mobile automation .....	18
<b>Automotive industry</b>	
Handling of parts and unit assemblies in automotive industry .....	19
Tecnomatix software for quality management of supplies in automotive industry .....	20
<b>Business</b>	
Siplace's new account manager for Czech Republic and Slovakia .....	22
<b>Automation solutions, case studies</b>	
Interroll assists in a book distribution .....	23
<b>Sensors, transmitters, instrumentation</b>	
Industrial stethoscope .....	24
Total inspection in mass production and machine vision .....	25
Electronics unveils letter bombs .....	26
Logic analyser with connection to computer .....	27
<b>Control technology</b>	
Autonomics and its importance for transducer technology .....	28
Simatic S7-1500: new generation of controllers for the medium to upper performance range .....	38
Multi-touch displays in operator panels – even at work in gloves? .....	40
Design of devices with energy saving single-chip computers .....	42
Task scheduling in real-time systems – IV: multi-processor environment .....	44
<b>Modelling and simulation</b>	
Augmented reality and RFID .....	30
<b>Building automation</b>	
Security systems in intelligent buildings .....	33
<b>Components</b>	
Advantages of Turck's RFID systems .....	36
<b>Industrial and service robots</b>	
Robots find their ways into the world or 50 successful years of industrial robotics .....	47
<b>Fairs and conferences</b>	
Eurotrans 2013 fair in Brno – transport and logistics go arm in arm .....	50
Electronica in Munich: cautious optimism in the branch .....	51
Process Management Academy 2013 .....	52
Automation, regulation, and processes 2012 .....	52
<b>Calendar of events</b> .....	
	54
<b>List of abbreviations</b> .....	
	55