Operační systémy reálného času

Kurz: Signálové procesory

Autor: Petr Sysel

Lektor: Petr Sysel

Obsah přednášky

Motto:

Chybovat je lidské,
ale něco dokonale
zašmodrchat, k tomu
je potřeba počítač.

Víceúlohové operační systémy

- Snaha o efektivní využití procesorového času,
- program tvořený nekonečnou smyčkou je neefektivní,
- navíc nezaručuje správné časování.

Řešením jsou víceúlohové systémy:

- cooperative multitasking:
  - úloha je povinna předávat řízení jádru,
  - přepnutí je možné pouze se souhlasem úlohy,
- preemptive multitasking:
  - jádro pomocí přerušení od časovače odebírá řízení úloze,
  - přepnutí může provést jádro bez ohledu na úlohu.

Problémy víceúlohových operačních systémů

- Procesy se nesmí ovlivňovat – proces má svůj kontext:
  - každý proces má svou oddělenou paměť,
  - paměť je chráněna před přístupem druhého procesu,
  - kontext uchovává i obsahy registrů a stav procesoru,
- při přepnutí procesu dojde k přepnutí kontextu,
- pro zjednodušení vznikl multithreading:
  - vlákna sdílí paměť,
  - přepínají se pouze obsahy registrů,
  - eventuelně se přepíná zásobník,
- atomické operace – některé operace musí být dokončeny bez přepnutí.

Operační systémy reálného času

- Real Time Operating System (RTOS):
  - minimální zpoždění (latence) reakce na událost,
  - minimální zpoždění při přepínání vláken,
  - minimalizace časových okamžiků, kdy je zakázáno přerušení,
  - preemptivní multitasking,
- soft RTOS – dovoluje drobné odchylky časování,
- hard RTOS – zpoždění je deterministické a vždy stejné:
  - preemptivní plánovač,
  - velký počet nastavitelných priorit vláken,
  - přesné hodiny reálného času.

DSP/BIOS

- Systém vyvíjený firmou Texas Instruments,
- preemptivní multitasking,
- modulární linkovaný staticky,
- abstrakce hardware,
- vstupně/výstupní operace nezávislé na zařízení,
- funkce pro přepínání vláken.

DSP/BIOS

- Moduly pro konfiguraci:
  - globální konfigurace – `GBL`,
  - konfiguraci paměti – `MEM`,
- moduly pro monitorování běhu programu:
  - záznam správ – `LOG`,
  - sledování statistik – `STS`,
  - správa trasování – `TRC`,
- moduly pro komunikaci v reálném čase:
  - komunikace typu stream – `PIP`,
  - komunikaci s hostitelským systémem – `HST`,
  - přenos dat v reálném čase – `RTDX`.

DSP/BIOS moduly

- Moduly pro správu vláken:
  - správa hardwarových přerušení – `HWI`,
  - správa softwarových přerušení – `SWI`,
  - správa vláken – `TSK`,
  - správa vláken při nečinnosti – `IDL`,
  - správa systémových hodin – `CLK`,
  - správa periodicky volaných funkcí – `PRD`,
- moduly pro synchronizaci vláken:
  - správa semaforů – `SEM`,
  - správa zámků zdrojů – `LCK`,
  - správa datových schránek – `MBX`,
- další moduly.

Priorita vláken

HWI	0	hardwarové přerušení s nejvyšší prioritou – RESET
	⋮	
	15	hardwarové přerušení s nejnižší prioritou
SWI	14	softwarové přerušení s nejvyšší prioritou
	⋮	
	0	softwarové přerušení s nejnižší prioritou
TSK	15	vlákno s nejvyšší prioritou
	⋮	
	1	vlákno s nejnižší prioritou
IDL	0	vlákna na pozadí

Rozdíl mezi hardwarovým a softwarovým přerušením

hardwarové přerušení	softwarové přerušení
vyvoláno hardwarem	vyvoláno softwarově
okamžitá reakce	může dojít ke zpoždění

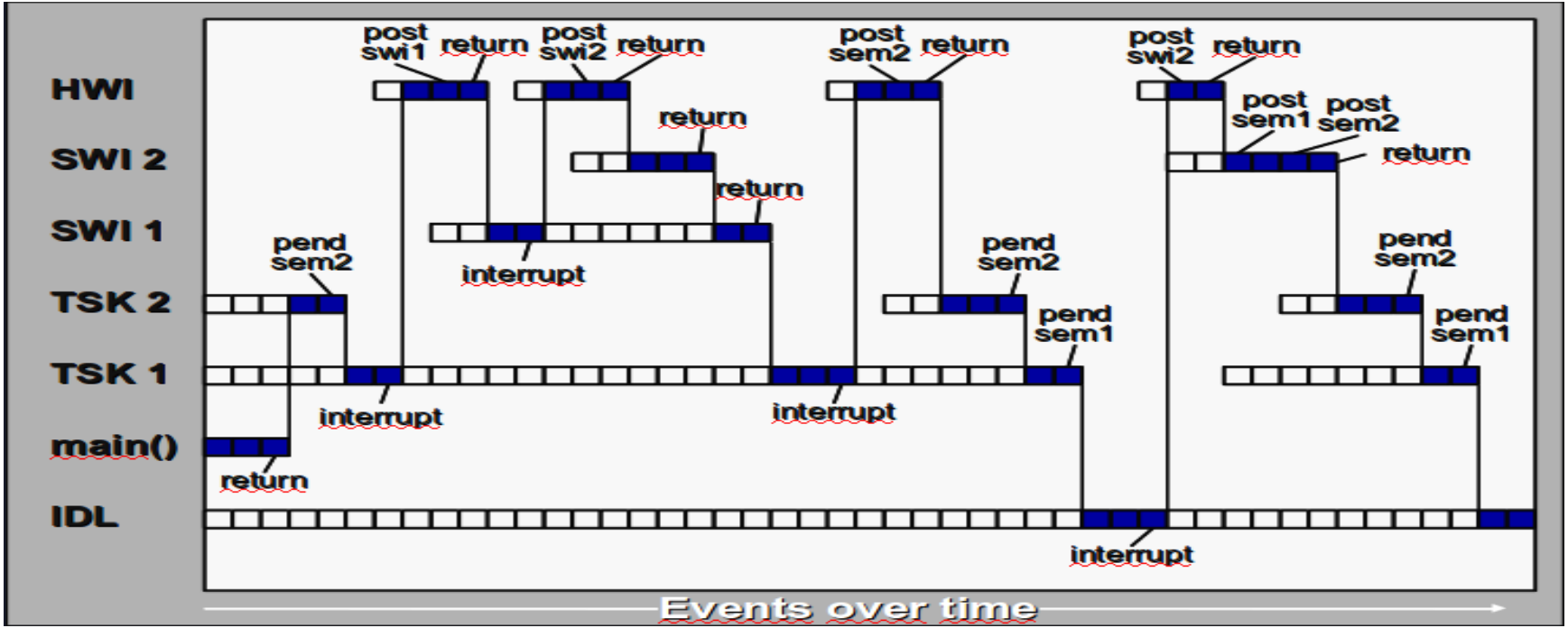
Rozdíl mezi přerušením a vláknem

přerušení (HWI/SWI)	vlákno (TSK)
nedochází k přepnutí kontextu	dojde k přepnutí kontextu
zálohují se pouze měněné registry	zálohují se všechny registry
sdílí zásobník	má samostatný zásobník
nesmí čekat na událost	může čekat na událost

Rozdíl mezi vláknem a vláknem na pozadí

- vlákno (TSK):
  - činnosti, které vyžadují čekání na vstupní parametry,
- vlákno na pozadí (IDL):
  - činnosti, které je možné provést kdykoliv,
  - nevyžadují čekání na cokoliv,
  - v podstatě klasická nekonečná smyčka.

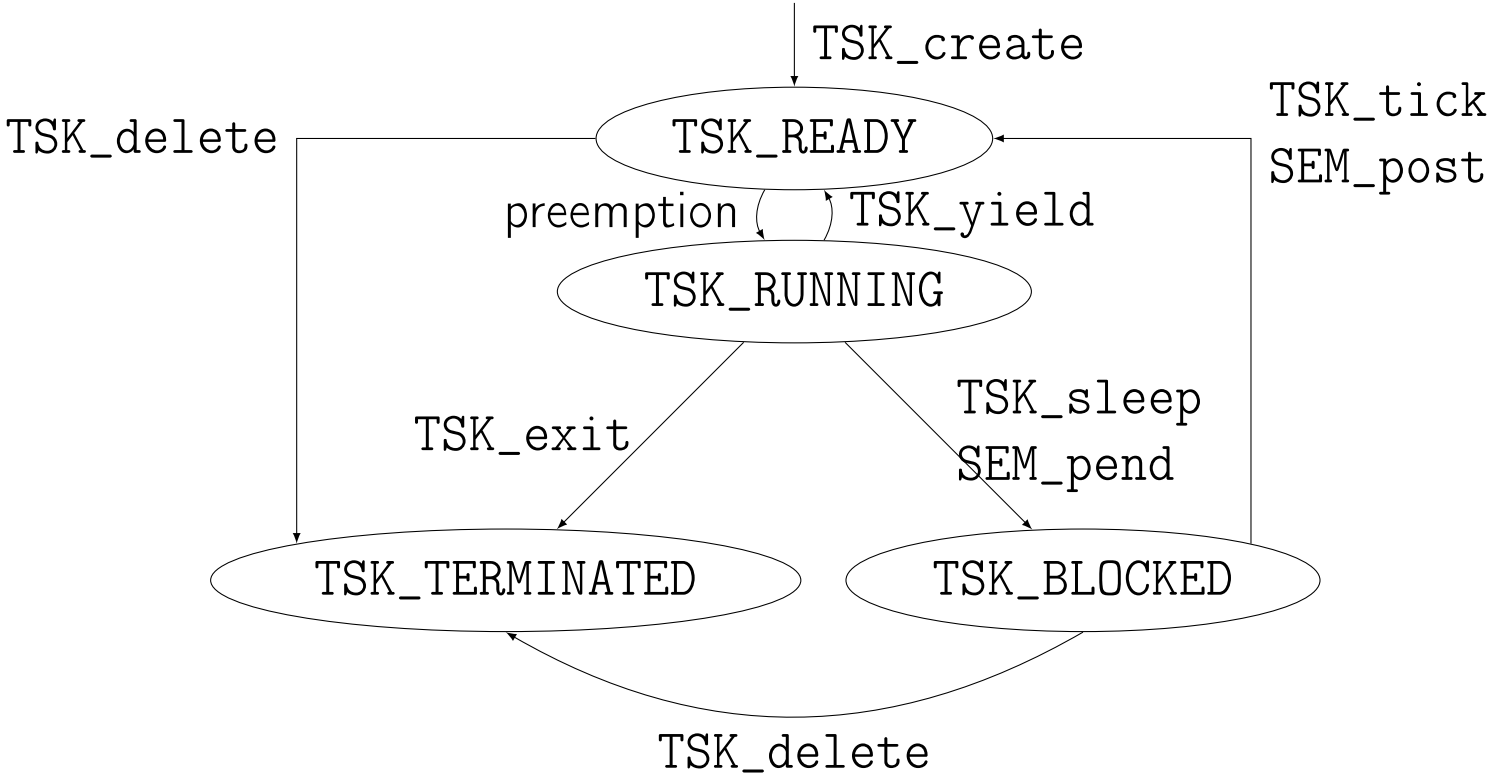
Příklad přepínání vláken



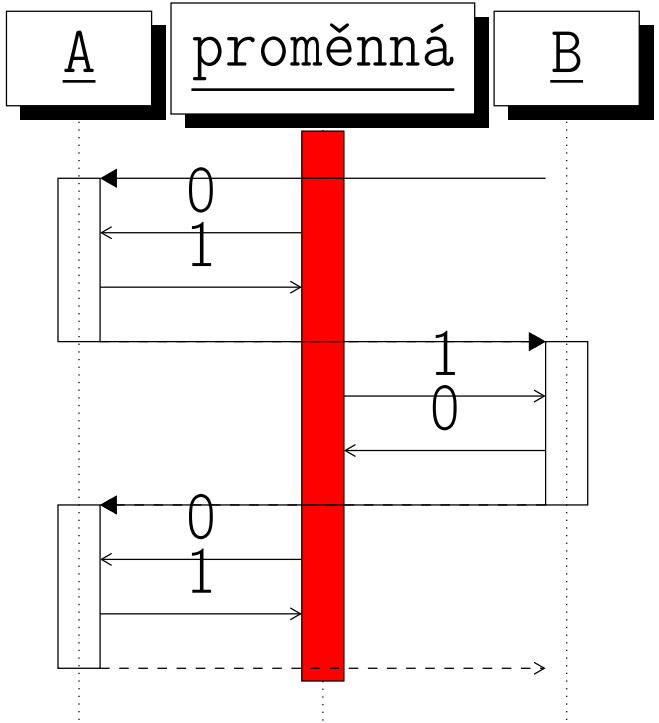
Funkce pro práci s vlákny

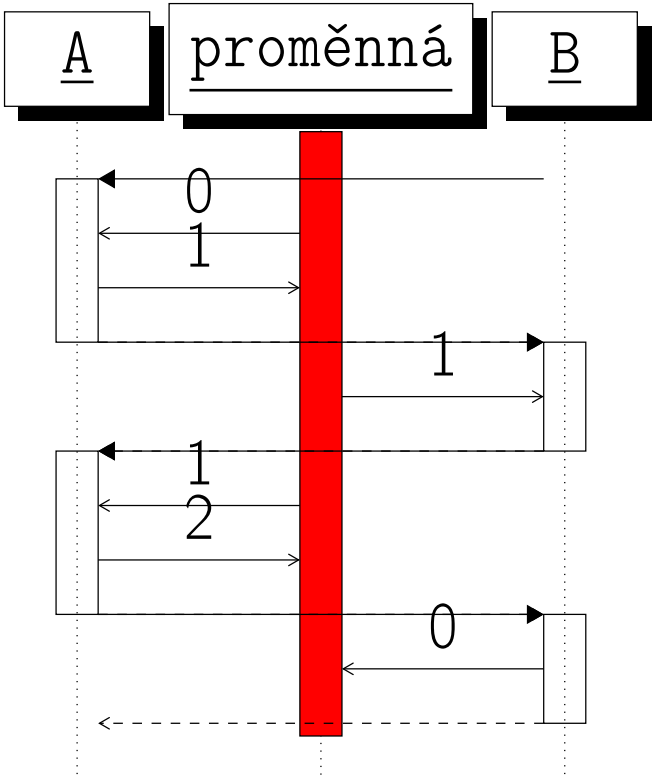
`TSK_yield(void);`	předání řízení vláknu se stejnou prioritou
`TSK_sleep(Uint nticks);`	uspání vlákna na `ntikcs` period
`TSK_exit(void);`	ukončení vlákna
`TSK_delete( TSK_Handle);`	násilné ukončení vlákna
`TSK_disable(void);`	vypnutí multitaskingu
`TSK_enable(void);`	zapnutí multitaskingu

Stavy vláken



Problém výhradního přístupu

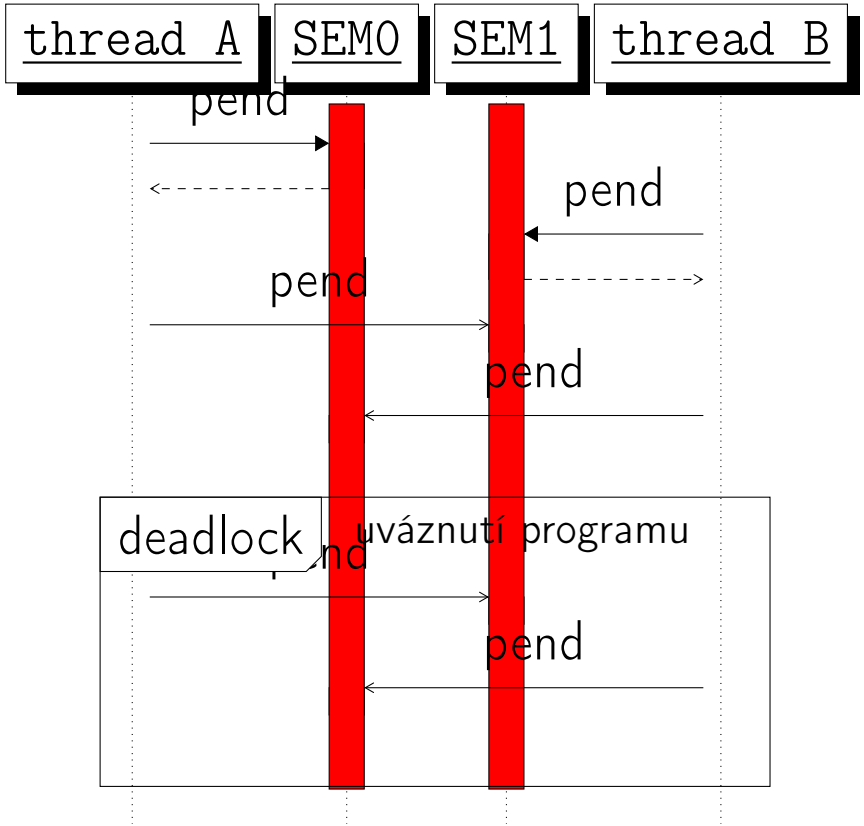




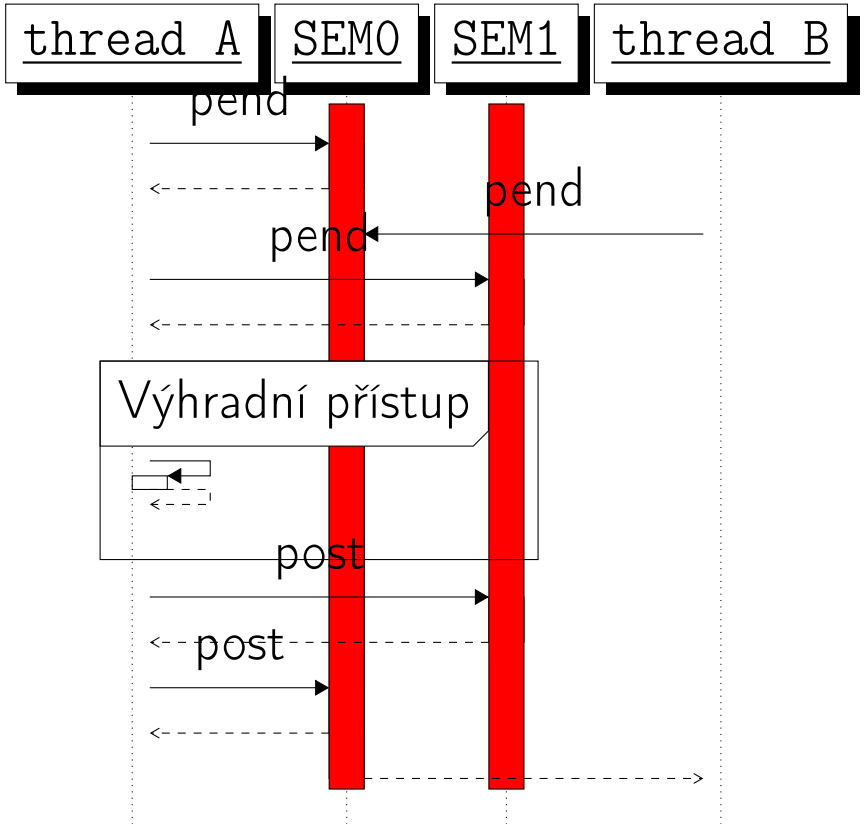
Funkce pro práci se semafory

- zajišťují atomické operace – je zaručeno jejich dokončení bez přepnutí,
- `SEM_pend( SEM_handle, Uns timeout);`
  - pokud je hodnota semaforu nenulová provede dekrementaci a vrátí `TRUE`,
  - pokud je hodnota semaforu nulová, čeká `timeout` period na její zvýšení
    - pokud se v době zvýší, dekrementuje ji a vrátí `TRUE`,
    - pokud se v době nezvýší, vrátí `FALSE`,
  - pokud je `timeout` roven -1, čeká do nekonečna,
  - nesmí se používat v přerušeních,
- `SEM_post(SEM_handle);`
  - provede inkrementaci semaforu,
  - pokud nějaké vlákno čeká na semafor, provede jeho probuzení,
- obě funkce jsou i ve verzi `SEM_pendBinary`,`SEM_postBinary`
  - hodnota semaforu je binární – 0 nebo 1.

Řešení uváznutí programu



Problém uváznutí programu



Modul statistik

- Umožňuje sledovat statistiku nějakého údaje:
  - `Count` – počet volání,
  - `Total` – celkový součet,
  - `Maximum` – maximální hodnotu,
  - `Average` – průměrnou hodnotu,
- `STS_add(STS_handle, Uns);` – přidání hodnoty,
- `STS_set(STS_handle, Uns);` – nastavení hodnoty,
- `STS_delta(STS_handle, Uns);` – přidání rozdílu mezi nastavenou a aktuální hodnotou,
- `STS_reset( STS_handle)` – vynulování hodnoty.

Modul časování

- Umožňuje nastavit periodu přepínání nebo zjistit aktuální čas:
- `CLK_gettime(void);` – vrátí počet period od spuštění programu,
- `CLK_gethtime(void);` – vrátí čas od spuštění programu ve velkém rozlišení.
- ve spojení s STS modulem lze použít pro zjištění časové náročnosti:

```
STS_set( STS_Narocnost, CLK_gethtime());
...
...
STS_delta( STS_Narocnost, CLK_gethtime());
```

Modul logování

- Umožňuje ladicí výpisy,
- rychlejší než `printf`,
- uchovává pouze 4 parametry výpisu, ale formátování se provede až v hostitelském systému,
- `LOG_printf( "fstring", arg1, arg2, arg3);` – přidá do tabulky odkaz na formátovací řetězec a tři parametry,
- po obsazení tabulky se výpisy ignorují nebo se začnou přepisovat (circullar).