

# M15 Přerušení CPU

#technicke\_vybaveni\_pocitacu

- schopnost procesoru přerušit právě vykonávaný program a začít vykonávat jiný program
- začalo se implementovat do procesorů z důvodu obsluhy periférií
- procesor je rychlejší než ostatní hw → kdyby se zabýval pouze obsluhou, nebyl by využit a většinu času by jen čekal na hw
- volání dvěma způsoby
  - software - při dekódování instrukce `int`
  - hardware - vnějším okolím

## Rozdělení podle původu

- hardwarové
  - vyvolána fyzickými událostmi; signály přicházející z hw zařízení (klávesnice, myš...)
  - periferní zařízení - generována např.: sériovými porty, USB zařízeními, zvukovými či grafickými kartami
  - časovač - používána k periodickým úkolům jako je spouštění přerušení v pravidelných intervalech
  - I/O - vyvolané v případě dokončení čtení/zápisu z/do zařízení, chybě čtení/zápisu...
- software
  - generována operačním systémem nebo aplikacemi
  - použita k signalizaci událostí (chyby, výjimky...)
  - výjimky - vyvolány nějakým abnormálním stavem běhu programu (dělení nulou, přetečení, přístup k neplatné paměti...)
  - systémová volání

## Řadič přerušení

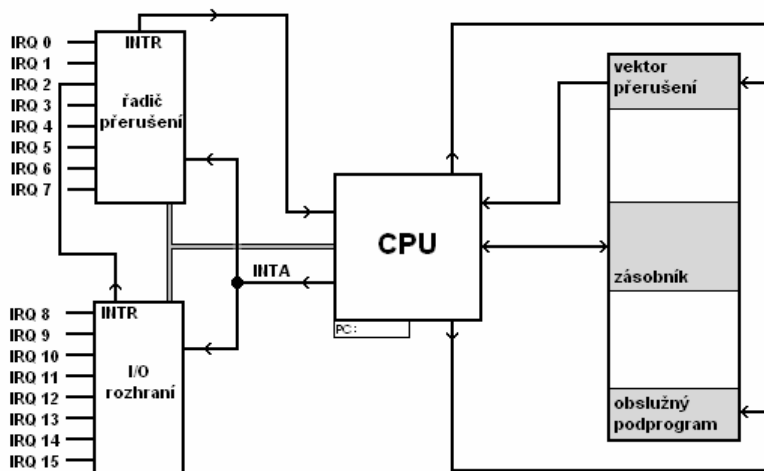
- el. obvod vyřizující přicházející přerušení podle priority kterou řídí
- priorita
  - pevná
  - rotující - procesor střídavě zpracovává různá přerušení podle jejich prioritní úrovně; vyvážení zátěže mezi zdroji přerušení
  - kaskádovitá - vyšší úroveň přerušení může přerušit zpracování nižší úrovně
- monitoruje **různé zdroje** přerušení a registruje je
- stará se o správné přepnutí kontextu a uchovává stav běžícího programu
- po identifikaci a určení priority přerušení obslouží
- po obsloužení navrátí řízení zpět původnímu běžícímu programu

## Maskování a priorita

- maskování
  - proces umožňující ignorovat určitá přerušení - procesor nezaregistruje příchozí signál
  - užitečný pro řízení zpracování přerušení a prioritizaci událostí
  - využíván z důvodu synchronizace a zabránění nežádoucím interferencím mezi různými částmi systému
  - prostředky
    - globální - úplné zakázání všech přerušení
    - na úrovni přerušení - specifická pro jednotlivá přerušení
    - dle priority
    - programovatelné časy - doba, po kterou jsou přerušení maskována
- hardwarové
  - obvod přímo v procesoru
  - umožňuje nastavit masku pro každý jednotlivý typ či skupinu přerušení
  - procesor nevyvolá obslužnou rutinu a nevykoná žádné akce spojené s přerušením

- softwarové
  - pomocí instrukcí v procesoru nebo operačního systému
  - využívané v určitých situacích, jako je kritická sekce kódu
- prioritizace
  - rychlá reakce na událost, která je důležitá pro správné fungování systému
  - která maskování mají přednost při
    - maskování
    - obsluze
  - podle typu přerušení - SW nebo HW
  - při přerušení se mohou měnit priority v závislosti na podmínkách a požadavcích systému

## Postup při vzniku a obsluha



- vznik
  1. generování signálu - periferní zařízení (senzory, komunikační rozhraní...) generují signál oznamující událost vyžadující pozornost CPU
  2. zápis do registru přerušení - procesor identifikuje zdroj přerušení a zapíše jeho identifikátor do registru
  3. zmrazení běžícího kódu - procesor pozastaví běžící kód a uloží jeho kontext do paměti pro pozdější obnovení
  4. přepnutí do režimu obsluhy
- obsluha
  - je asynchronní událost umožňující IO zařízením získat pozornost procesoru nezávisle na právě prováděné činnosti
  - obvykle součástí ovladačů zařízení, které se instalují do operačního systému, ale také součástí procesoru
  - příklad: čtení dat z disku
    1. když disk dostane za úkol přečíst určitá data, nemusí procesor čekat, až pomalé zařízení příslušná data připraví pro vyzvednutí (do vyrovnávací paměti zařízení)
    2. V okamžiku, kdy jsou data v zařízení připravena, vyvolá zařízení přerušení
    3. procesor dokončí právě prováděnou strojovou instrukci a pomocí tabulky přerušení je vyvolána obsluha přerušení pro zařízení, které o přerušení požádalo
    4. obsluha přerušení nejprve na vhodné místo v operační paměti uložit stav procesoru a jeho registry, aby přerušený proces po návratu nic nepoznal
    5. po uložení stavu procesoru a registrů, které obsluha přerušení bude používat, dojde k vlastní obsluze zařízení → data jsou z vyrovnávací paměti zařízení odebrána
    6. po provedení obsluhy zařízení je obnoven stav procesoru a procesor pokračuje ve vykonávání programu v místě, kde došlo k přerušení

## Konfigurace

- identifikace - určení události nebo signálu který má být zachycen jako přerušení (dokončení IO operací, přerušení časovačem, signály od periferních zařízení)

- přiřazení priority - nastaveno podle důležitosti a časových požadavků
- nastavení obslužných rutin - vytvoření ob. rutin pro každý typ přerušení (*obslužná rutina je kód spuštěný po vyvolání přerušení*)
- nastavení vektorů přerušení - definování adres nebo indexů obslužných rutin v přerušovací vektorové tabulce
- testování a ladění - ověření správné konfigurace a funkcionality pro zjištění správné obsluhy a minimalizaci chyby

## Použití přerušení

### pro externí periférie

- často využíváno k zachycení příchozích dat z UART portu (*sběrnice pro asynchronní sériový přenos*) nebo k oznámení dokončení přenosu dat
- reakce na signály vyvolané senzorem
- vyvolané časovačem každou periodu nebo po uplynutí určitého času; užité např. pro generování periodických signálů
- při interakci s uživatelem prostřednictvím tlačítek, myši nebo jiném způsobu inputu zachycuje stisknutí tlačítka, podržení, puštění...

### pro integrované periférie

- ADC - přerušení vyvolané při dokončení převodu, chybě převodu
- časovače - přerušení s určitou periodou nebo po dosažení určité hodnoty; využívá se k řízení časových událostí, generování periodických signálů nebo měření času mezi událostmi
- sběrnice - detekce adresy zařízení, dokončení přenosu dat, přetečení bufferu nebo detekce chyby v komunikaci

## Víceúlohové operační systémy

- plánování úloh pomocí priority; určuje který proces má právo být spuštěn nebo pokračovat
- detekce systémových událostí jako je vypršení časovače, příjem síťového paketu, dokončení IO operace nebo pohybu myši a psaní na klávesnici či jiné řízení vstupu

## Fronta procesů

- řízení a plánování běžících procesů na základě kritérií a algoritmů
- obvykle ve formě seznamu seřazené podle nějakého kritéria (podle priority, času příchodu či stavu)
- uchovává informace o stavu (běží, připraven, čeká, ...) každého procesu
- užít k synchronizaci a koordinaci částí systému; např. nutné čekání na dokončení operace

## Čítač, přepínání

- čítač
  - inkrementuje se nebo dekrementuje se
  - když čítač dosáhne určité hodnoty nebo přeteče
  - periodické přerušení - generace přerušení s periodou odpovídající časovému intervalu; využívané pro časová měření a periodické operace
  - přerušení po dosažení určité hodnoty
  - obslužná rutina může například vynulovat čítač, nastavit novou max hodnotu
  - často využito v časovačích
- přepínání
  - přepínání mezi různými úrovněmi a typ přerušení v reakci na události v systému; změna kontextu z běžícího procesu na obsluhu přerušení
  - pokud je proces právě obsluhován a vyžaduje delší dobu zpracování, může být vyvoláno další přerušení s vyšší prioritou nebo kratší dobou zpracování
  - v rámci obsluhy jednoho přerušení může dojít k vyvolání dalšího přerušení
  - když dojde k přerušení, tato událost je zaregistrována a současný proces se pozastaví
  - aktuální stav běžícího procesu je uložen do registru a je vyvolaná obsluha

- po obslužení operační systém obnoví kontext původního běžícího procesu nebo vybere jiný proces k provedení