

# 18 Přerušovací podsystém mcu

Wednesday, 19 January 2022 09:11

Přerušování, obsluha, vektor, povolení, příznak, priorita, kontext, zpracování, přerušovací systém Atmel AVR.

- **způsob reakce na událost**
- hardwarová událost
  - např. změna hodnoty na vstupu, přetečení timeru, příchod dat přes sériovou komunikaci

## 1. Softwarové testování

opakované testování příznaku (= "pooling")  
nevýhody - plýtvání časem, vznik latence (prodlevy)

## 2. Hardwarové testování

V okamžiku události se přeruší běžící program  
nutná podpora architekturou  
=> hardware má událost pevně svázanou s adresou  
=> adresa se nahraje do PC (program counter)  
=> musíme si zapamatovat, kde jsme v programu přerušili (uložení do zásobníku)

Problémy:

- Příchod více událostí najednou
  - **Priorita**
    - pomocí přiřazených adres
    - Nevýhoda - nepřenastavitelná
    - => k adrese je ještě uložené softwarově nastavitelné číslo
- Po resetu jsou všechny zdroje přerušování zakázané (musí se **povolit**)
- **vektor přerušování**
  - Adresa obsluhy přerušování v paměti programu
  - Vyhrazený
    - Každý zdroj přerušování má svou adresu
  - Společný
    - Pouze jeden, kód navíc, který se softwarově testuje
    - Zvyšuje se latence
    - Možné nastavení pořadí priorit
  - Smíšený
    - Kombinace vyhrazeného a společného (např. Sériová linka)
- Kromě povolovacího bitu má každý zdroj také testování příznaku (na sobě nezávislé)
- Obsluha přerušování nesmí přepisovat obsah pracovních registrů (např. Příznakový registr)
- **Kontext**
  - Obsah pracovních registrů
  - "uložení a načtení registru"
- přerušování

- událost, na kterou chceme reagovat
  - a. HW
    - změna hodnoty na I/O pinu
    - přetečení timeru/counteru nebo hodnoty v komparátoru
    - dokončení převodu u AD převodníku
    - příjem nebo odeslání zvuku u sériové komunikace
  - b. SW
    - neplatná adresa nebo operační znak
- obsluha přerušení
  - reaguje na událost
  - předá řízení na vektor přerušení (IV)
- IV (*Interrupt Vector*)
  - vektor přerušení
  - volá se, když nastane přerušení
  - adresa, kam se předá řízení
    - stupňováno po 2 adresách (0x0000, 0x0002, ...), aby se tam vešel skok na místo podprogramu
  - součást přerušovacího systému
    - i. každá událost má vlastní IV (ATmega64)
    - ii. některé události mají vlastní IV a některé sdílený (Intel)
    - iii. jeden IV, v podprogramu se interrupt vyhodnocuje softwarově (Microchip)
- povolení přerušení
  - i. IMR (*Interrupt Mask Register*)
  - ii. GIE (*Global Interrupt Enable*) - příznakový bit I
    - pokud nechceme, aby byla obsluha přerušení přerušena jinou
- příznak
  - každé přerušení má vlastní příznak (*interrupt flag*)
    - i. povolení přerušení
    - ii. informace o přerušení
  - lze mazat SW i HW
    - HW ho dokáží některé systémy mazat samy
- priorita
  - nastavena pro případy, kdyby při průběhu řízení přerušení přišlo nové přerušení
  - u většiny systémů určuje pořadí interrupt vektorů v paměti prioritou
    - u některých lze nastavit priority manuálně
- kontext
  - původní obsah pracovních registrů před obsluhou přerušení
  - po obsluze přerušení se kontext nahraje do pracovních registrů, aby se pracovalo s nezměněnými daty
- zpracování
  - během každého instrukčního cyklu se vyhodnocuje jestli nastala nějaká událost
    - při vzniku přerušení se obsah následující instrukce uloží
    - do program counteru se nahraje příslušný interrupt vektor
    - do GIE se zapíše 0
    - provede se obsluha přerušení
    - do GIE se zapíše 1
    - zpětně se najde poslední instrukce, kde se program přerušil a vrátíme se tam
- u ATmega64
  - každá událost má vlastní interrupt vektor
  - priorita vektorů se určuje pořadím v paměti