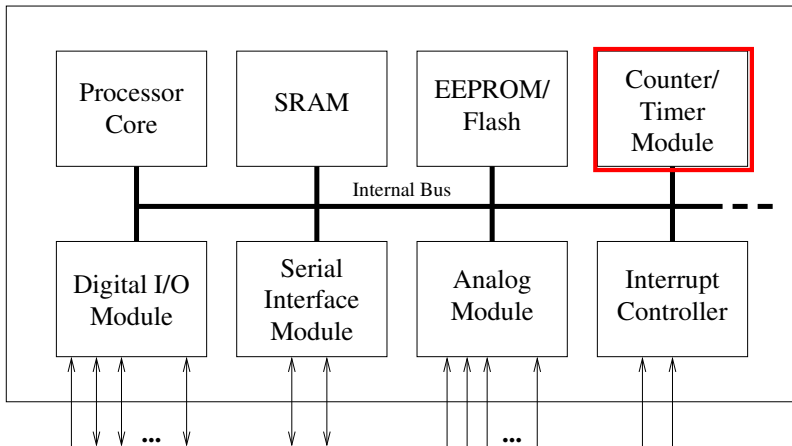


Микропроцесорски системи

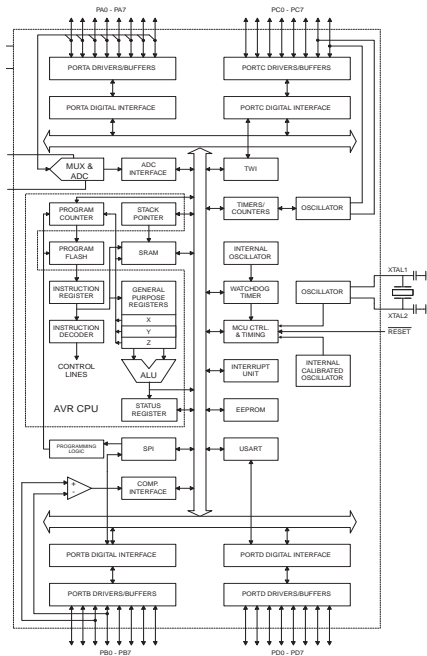
7. блок: Тајмери

др Срђан Митровић, дипл. инж.

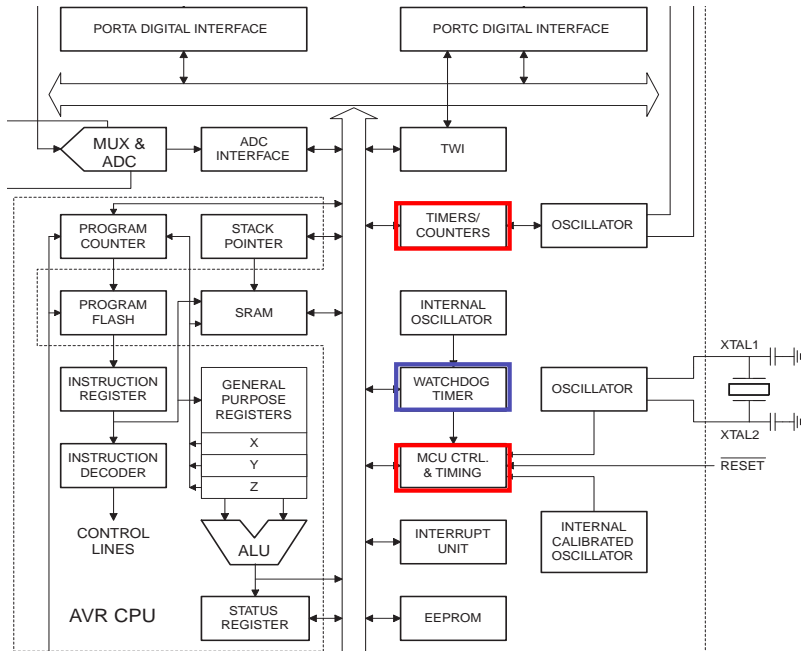
зимски семестар, 2016./2017. год.



AVR Block Diagram



AAVR Block Diagram



Тајмер

Тајмер је у ствари бројач, и уобичајено је да микроконтролери поседују један или више тајмера са 8- или 16-битном резолуцијом.

Користе се за нпр. мерење различитих кашњења, генерисање таласних облика.

Најчешће се користе у функцији бројача; омогућавају додавање временског потписа екстерним догађајима (иницирају прекид након одређеног времена) или и за генерисање PWM сигнала за управљање једосмерним моторима.

Бројачи

- инкрементира се или декрементира на сваки циклус такта
- [смер бројања може да се мења]
- резолуција n може да броји у опсегу $[0, 2^n - 1]$
- када изброји до 2^n **обратити пажњу**
- 16-битни тајмер у 8-битној архитектури Achtung!
- може да се генерише прекид када дође до прекорачења
 - *modulus mode* – аутоматски се ресетује након прекорачења
- ↑ може да се користи као периода сигнала, али **непрецизна**

Бројач могу да окидају следећи извори:

- системски сат (*System Clock–Internal Clock*)
- *Prescaler*
- спољашњи импулс (*External Pulse–Pulse Accumulator*)
- спољашњи кристал (*External Crystal–Asynchronous Mode*)

Предскалирање

Такође се користи системски сат, али је филтриран помоћу прескалера. Прескалер је још један бројач променљиве дужине (8 или 10 бита типично) који се активира системским сатом. Тајмер се активира преко прескалера.

Прескалером можемо проширити опсег тајмера, али утичемо на прецизност тајмера.

8-битни тајмер, на 1MHz, опсег му је $225\mu s$, а прецизност $1\mu s$
са прескалером на 1024 опсег му је $260ms$, а прецизност $1ms$

„Времеснки потпис улаза“

Намена

Input Capture омогућава додавање временског потписа догађајима (најчешће спољашњим). Може се активирати на улазну ↑, или силазну ивицу сигнала ↓.

Кад се догађај деси, тајмер аутоматски копира тренутну вредност у *input capture register*, одакле се даље може користити у програму.

Истовремено се сетује *input capture flag*, што омогућава иницијализацију прекида који би обавестио апликацију да је улаз регистрован.

Микроконтролери имају један или више пинова који омогућавају ову функционалност.

„Времеснки потпис улаза“

Input capture се може користити и за интерне догађаје. На пример, ATmega16 може окинути *input capture* са модула аналогног компаратора, што омогућава апликацији читање временског потписа промене стања аналогног компаратора.

Напоменимо да сетовање *input capture* не значи да је аутоматски одговарајући пин подешен као излазни. (Урадити програмски). ATmega16 дозвољава да се пин који је сетован као излазни може користити као *input capture*, ако програм генерише потребне улазе. Ово се може користити за мерење кашњења између излазног догађаја и реакције на њега.

„Времеснки потпис улаза“

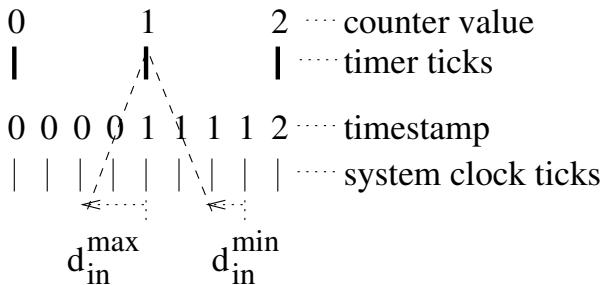
- Временски потпис мора бити што је могуће тачнији
- Поставити прескалер на најмању задовољавајућу вредност.

Тачност временског потписа:

$$t_{ev} - t_{cap} \in (-d_{in}^{max}, P - 1 - d_{in}^{min}]$$

где су: t_{ev} (real-)time када се догађај десило, t_{cap} је (real-)time временског потписа, d_{in}^{max} и d_{in}^{min} одговарају најгорем случају регистровања, а P је вредност прескалера.

„Времеснки потпис улаза“



У најгорем случају, грешка мерења између два догађаја у циклусима такта износи:

$$d_{in}^{max} + P - 1 - d_{in}^{min}$$

„Времеснки потпис улаза“

Прекорачење

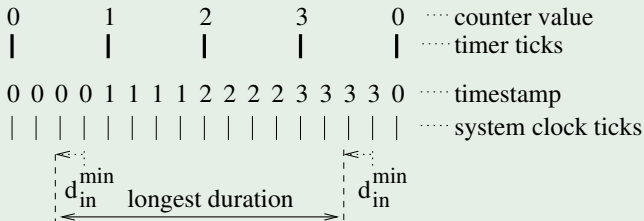
Највећи интервал између два догађаја који неће узроковати прекорачење, у циклусима такта:

$$(2^r - 1) \cdot P$$

где је r резолуција тајмера.

Пример

Вредност прескалера P је 4, а резолуција тајмера r је 2;



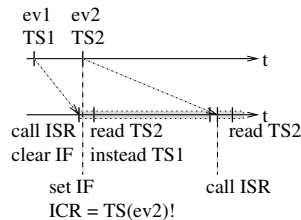
Могући конфликти

- догађај (1.) “стигао” на улазни пин
- време доласка (1.) уписано у *input capture register*
- ISR (1.) покушава да прочита вредност тог регистра
- ↑ траје неколико циклуса такта
- догађај (2.) “стигао” на улазни пин
- време доласка (2.) уписано у *input capture register*
- ISR (1.) прочита вредност регистра која одговара догађају (2.)
- пропуштен први догађај, реаговано на други

Могући конфликти

Микроконтролер брише IF аутоматски пре завршетка ISR.

- догађај (1.) “стигао” на улазни пин
- IF обрисан, позива се ISR
- ISR (1.) се извршава
- догађај (2.) “стигао” на улазни пин
- IF постављен, време доласка (2.) уписано у *input capture register*
- ISR (1.) очита вредност регистра која одговара догађају (2.)
- ISR (2.) се изврши, са истим временским потписом

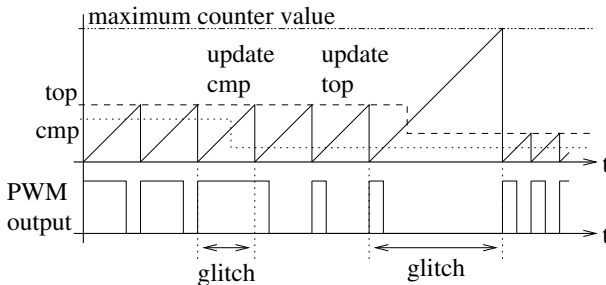


- реаговано на оба догађаја, али погрешно

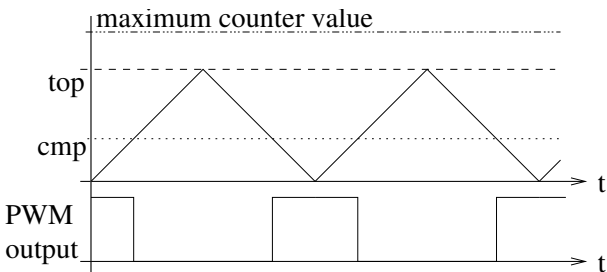
„Времеснки потпис излаза“

- Ради слично као и временски потпис излаза.
Дефинише се промена у одређеном тренутку
- Тајмер поседује *output compare* регистар
где се уписује тренутак промене на излазној линији
- могуће је и иницијализовати прекид
- често има уграђени ресет

Импулсно ширинска модулација 1



Slika : PWM сигнал генерисан помоћу једностраног бројача са инкрементирањем и последице промене параметара у произвољном тренутку.



Slika : PWM signal generated by an up-down-counter.

Систематизација

- 1 **Увод**
 - Timers
- 2 **Timer**
 - Timer
 - Counter
 - Counting

- Prescaler
- 3 **Input Capture**
 - Input Capture
 - 4 **Output Compare**
 - Output Compare
 - 5 **PWM**
 - PWM