

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

ЛЕКЦИЯ 10

Системи за измерване и генериране на времеви интервали (Timers)

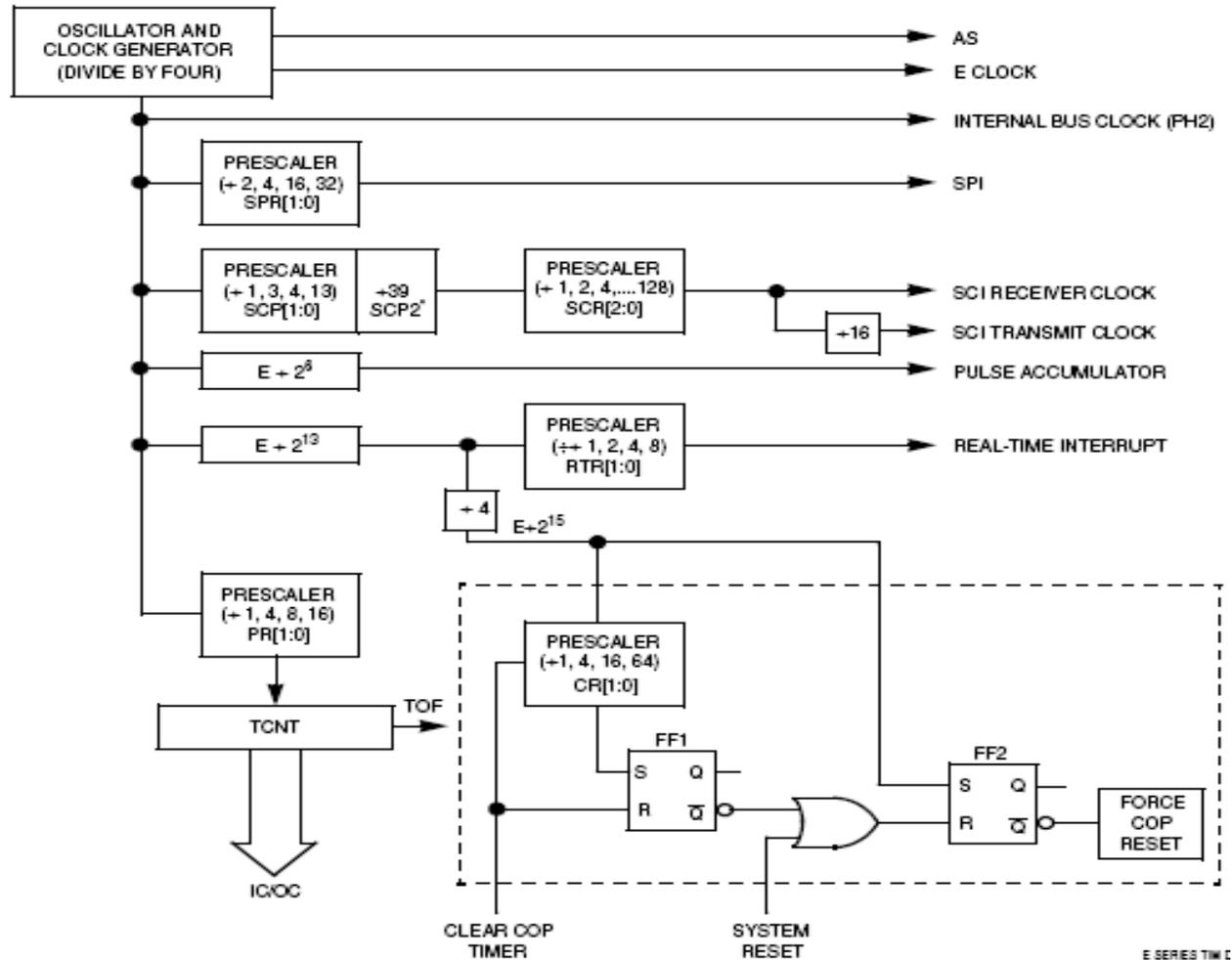
ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Система броячи в HC11 (Timer)

- ❑ Отделна система в ЕМК 68HC11 (към Порт А);
- ❑ Включва 5 отделни вериги за делене на честотата.
 - Предварителен делител на честотата от кварцовия осцилатор на 4;
 - Основна таймерна верига – 16-битов брояч с програмируем коефициент на броене (задаван чрез prescaler битове PR[1:0] – на 1,4,8,16). От нея за:
 - за SPI подсистемата на серийния интерфейс;
 - за SCI подсистемата на серийния интерфейс;
 - за Пулс-акумулатор подсистемата;
 - за подсистемата за Прекъсване в реално време (RTI) / COP Watchdog подсистема.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер система – вътрешна структура



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Система броячи в HC11 (Timer)

➤ Всички операции в таймерната система – съотнесени спрямо честотата на основния (таймерен) брояч.

-- Начало на броене \$0000 (след излизане от Reset);

-- Край на броене \$FFFF. Флагът за препълване O (Overflow) в контролния регистър CCR се вдига в "1". След това – броене отново от \$0000.

➤ При нормален режим на работа на ЕМК – НЕ Е ВЪЗМОЖНО СПИРАНЕ, нулиране или промяна състоянието на брояча.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер система – пулс акумулатор

Пулс акумулатор:

- ❖ Структура: 8-битов брояч, логическа схема за избор по фронт;
- ❖ Режими на работа: (1) броене (увеличаване съдържанието си) при откриване на фронт на сигнал на входа; (2) вътрешно броене до достигане предварително зададено ниво на входния сигнал;
- ❖ RTI (Real Time Interrupt) – програмируема верига за периодично прекъсване – за “следене” изпълнението на изпълними програми (избор на 1 от 4 скорости/времена за прекъсване).

Таймер система – пулс акумулатор

Пулс акумулатор, COP Watchdog:

- Ползва входен сигнал от E-clock, разделен 15 пъти ($E \div 2^{15}$);
- COP изработва изходен сигнал за генериране на ниско ниво към RESET извода за рестартиране на ЕМК и външните устройства *автоматично след изтичане на зададения таймаут период*;
- Таймаут периодът може да се настройва с помощта на prescaler битове CR[1:0].

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер - структура

➤ Включва логика за дефиниране на съответните I/O изводи PA0÷PA7 от Порт А като такива за таймерни функции (IC/OC) или за работа с общо предназначение;

■ Изводи PA3, PA2, PA1, PA0 – IC входове или с общо предназначение. Логика за прихващане (детекция) на входния сигнал по фронт (положителен или отрицателен – по избор);

Нивата им могат да се четат по всяко време от регистъра PORTA безусловно.

■ Изводи PA6, PA5, PA4, PA3 – OC изходи или с общо предназначение;

При използване като OC изводи – не може да се записва в тях;

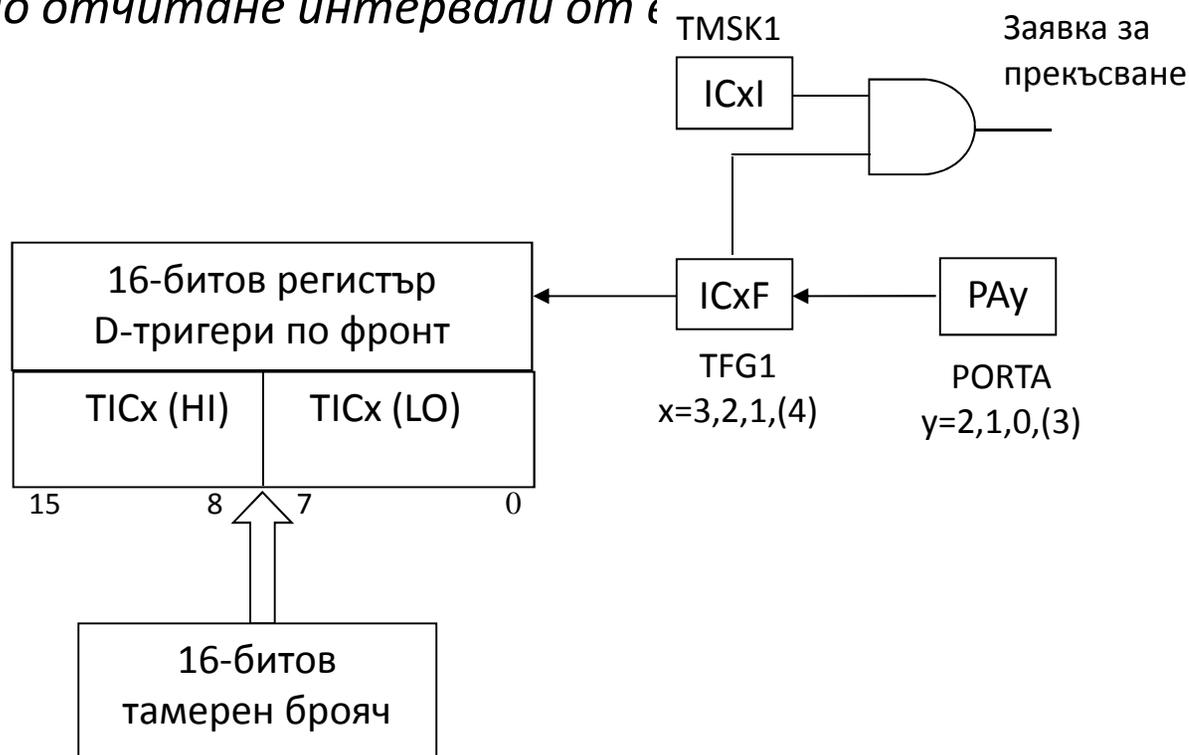
Функциите на OC[5:2] – свързани с един от изводите от Порт А, само OC1 – допълнителна функция за контрол посредством комбинация от стойности на изводи PA[7:3];

○ Извод PA7: с общо предназначение, като OC1 или като вход за пулс-акумулатора.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер система – реализация на функциите

IC функция – записва (регистра) момента на настъпване на **външни събития** от PA2,PA1,PA0 (PA3) – по фронт (положителен или отрицателен). Запомня се стойността на таймерния брояч в момента на събитието. За софтуерно отчитане интервали от ϵ

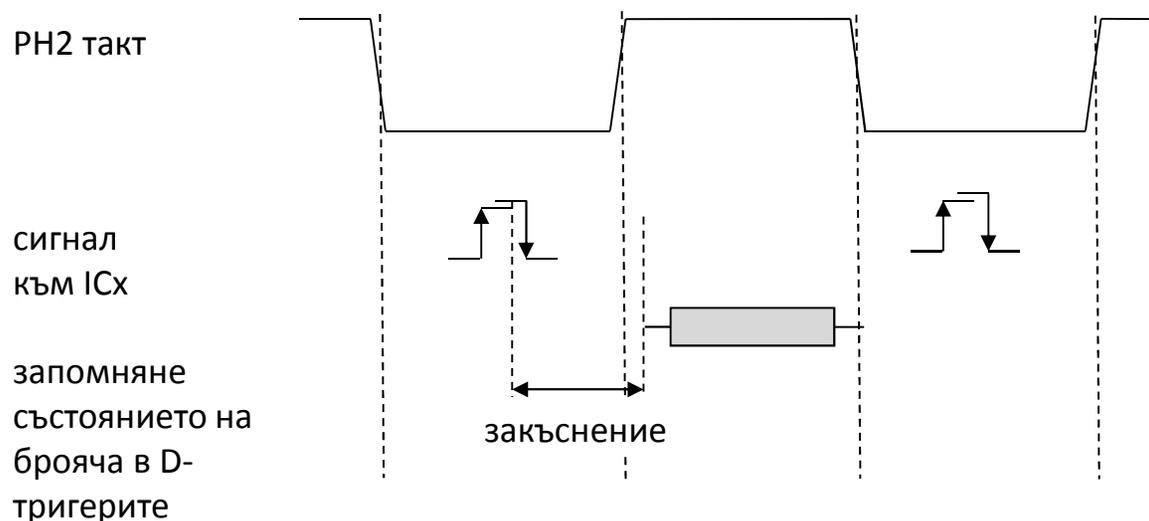


ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер система – реализация на функциите

IC функция, особености:

- таймерен брояч – синхронизация по PH2 на E-clock;
- приемане на входния сигнал на ICx – асинхронно през първата половина на PH2;
- запомняне стойността на брояча в D-тригерите – през втората половина от цикъла на PH2 – закъснение;
- игнориране на закъснението (следващото събитие настъпва отново през първата половина на PH2 и т.н.).

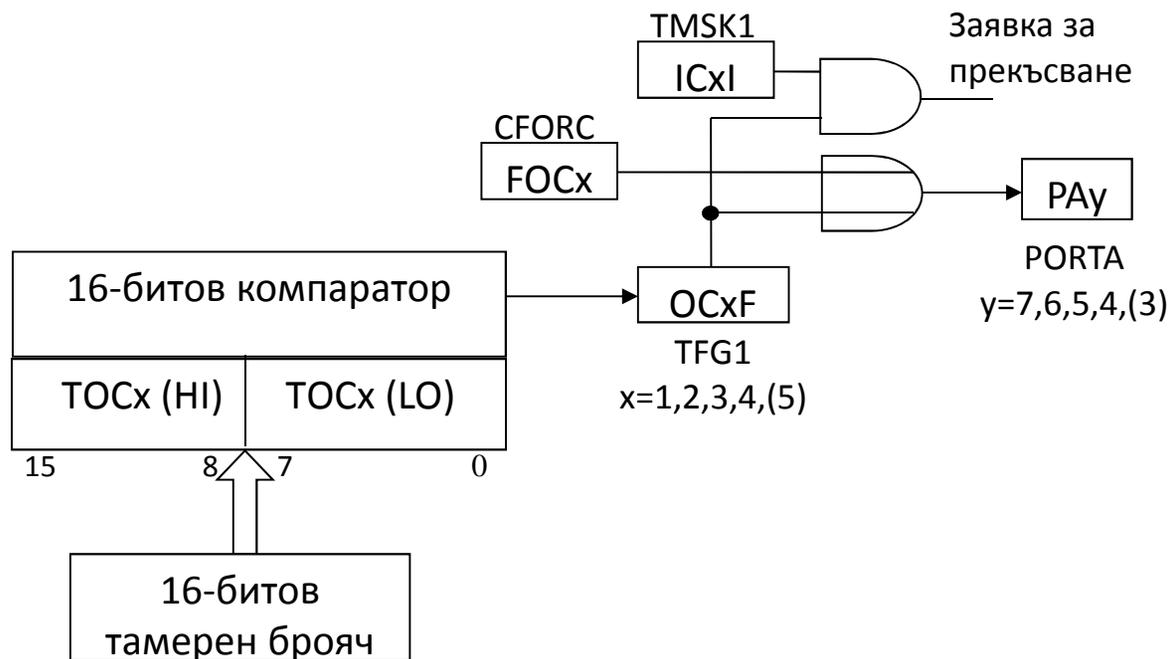


ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер система – реализация на функциите

ОС функция: програмира действие, което да се изпълни в дефиниран момент време (достигане определено състояние на таймерния брояч).

- отделни 16-битови регистри и 16-битови компаратори за всеки от 5-те ОС изхода;
- при съвпадение състоянието на брояча с това на регистъра – съответният статус флаг (ОСxF) се установява в “1”.



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер система – реализация на функциите

ОС функция:

След съвпадение на зададения код – стартиране на ОС функцията.

Приложение: *задаване на времеви продължителности.*

А) Програмиране на ОС регистъра (1-ви код)

В) След съвпадение кода с показанието на брояча - формиране на импулс в съответния изход (установяване в “1” или “0”);

С) Зареждане на 2-ри код – след ново съвпадение – генериране на нов фронт и прекратяване на формирания импулс.

Включва 5 бр. 16-битови структури (x2 8-битови регистри за четене/запис за всеки изход: ТОС1, ТОС2, ТОС3, ТОС4, ТІ4/О5 (при Reset – установяват се със стойност \$FFFF). Функцията на ТІ4/О5 се дефинира софтуерно като ІС4 или ОС5.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер система – реализация на функциите

При всеки E-clock цикъл стойността на ОС регистрите се сравнява с показанието на таймерния брояч – при съвпадение се вдига съответният флаг във флаговия регистър за прекъсване TFLG1. При разрешено прекъсване от масковия регистър за прекъсване TMSK1 се генерира прекъсване.

Допълнителна функционалност – от един или повече изхода. За изводи ОС[5:2] действието им се контролира от двойките битове OMx / OLx от регистъра TCTL1. Действие – при всяко успешно сравнение (без значение дали флага ОСxF от регистъра TFLG1 е нулиран или не).

Регистър ОС1 – различен от останалите ОСx – при успешно сравнение може да засегне всеки един или всички изводи. Функцията се контролира от два 8-битови регистъра:

- масков регистър1 (ОС1М) – определя кои портови изводи ще се ползват;
- регистър за данни1 (ОС1D) – дефинира кои данни да се разположат на тези изводи.

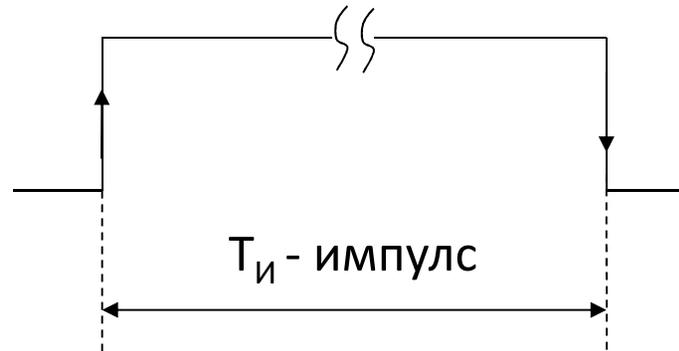
Таймер функции - приложение

- **Определяне продължителността $T_{и}$ на единичен импулс**
 - дефиниране на битове PR1, PR0 от регистър TMSK2 така, че overflow периода на таймера > очаквания $T_{и}$
(напр. PR1=1, PR0=0 и XTAL=8MHz -> $\approx 262ms$, $t_{1отчет} = 4\mu s$);
 - инициализация на регистър TCTRL2 (битове EDGxB, EDGxA):
EDGxB=1, EDGxA=1 /и по двата фронта/;
 - инициализация на регистри – битове TMSK1[3:0], TFLG1[3:0]:
 - при ICxI=1 - заявка за прекъсване (обслужва се съответната сервизна процедура); при ICxI=0 – таймерна IC функция без прекъсване (програмата продължава със следващия оператор);
 - ICxF → 1 - флаг за събитие на ICx. Вдига се в случая при поява на всеки фронт (положителен и отрицателен).

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер функции - приложение

- Определяне продължителността $T_{И}$ на единичен импулс (графично представяне)



ICxP се вдига в "1"
TCNT(t1) → TICx

ICxP се вдига в "1"
TCNT(t2) → TICx

$$T_{И} = [TCNT(t2) - TCNT(t1)] \times t_{1отчет}$$

Таймер функции - приложение

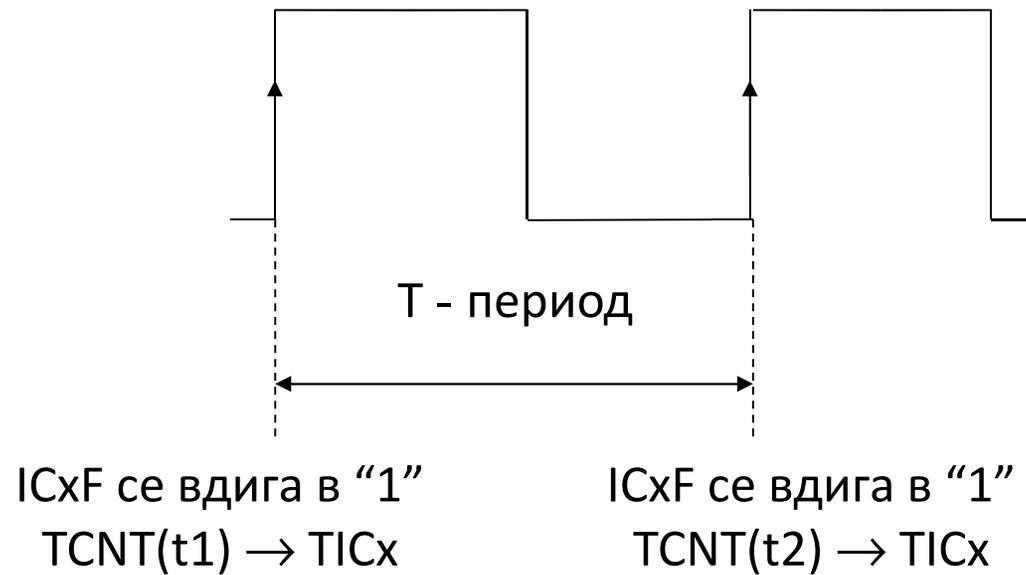
➤ Определяне периода T на импулсна поредица

- дефиниране на битове PR1, PR0 от регистър TMSK2 така, че overflow периода на таймера $>$ очаквания период T ;
- инициализация на регистър TCTRL2 (битове EDGxB, EDGxA):
EDGxB=0, EDGxA=1 /по преден фронт/;
- инициализация на регистри - битове TMSK1[3:0], TFLG1[3:0].
 - при ICxI=1 - заявка за прекъсване (обслужва се съответната сервизна процедура); при ICxI=0 - таймерна IC функция без прекъсване (програмата продължава със следващия оператор);
 - ICxF \rightarrow 1 - флаг за събитие на ICx. Вдига се в случая при поява на положителен фронт.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер функции - приложение

- Определяне периода T на импулсна поредица (графично представяне)



$$T = [TCNT(t2) - TCNT(t1)] \times t_{\text{отчет}}$$

Таймер функции - приложение

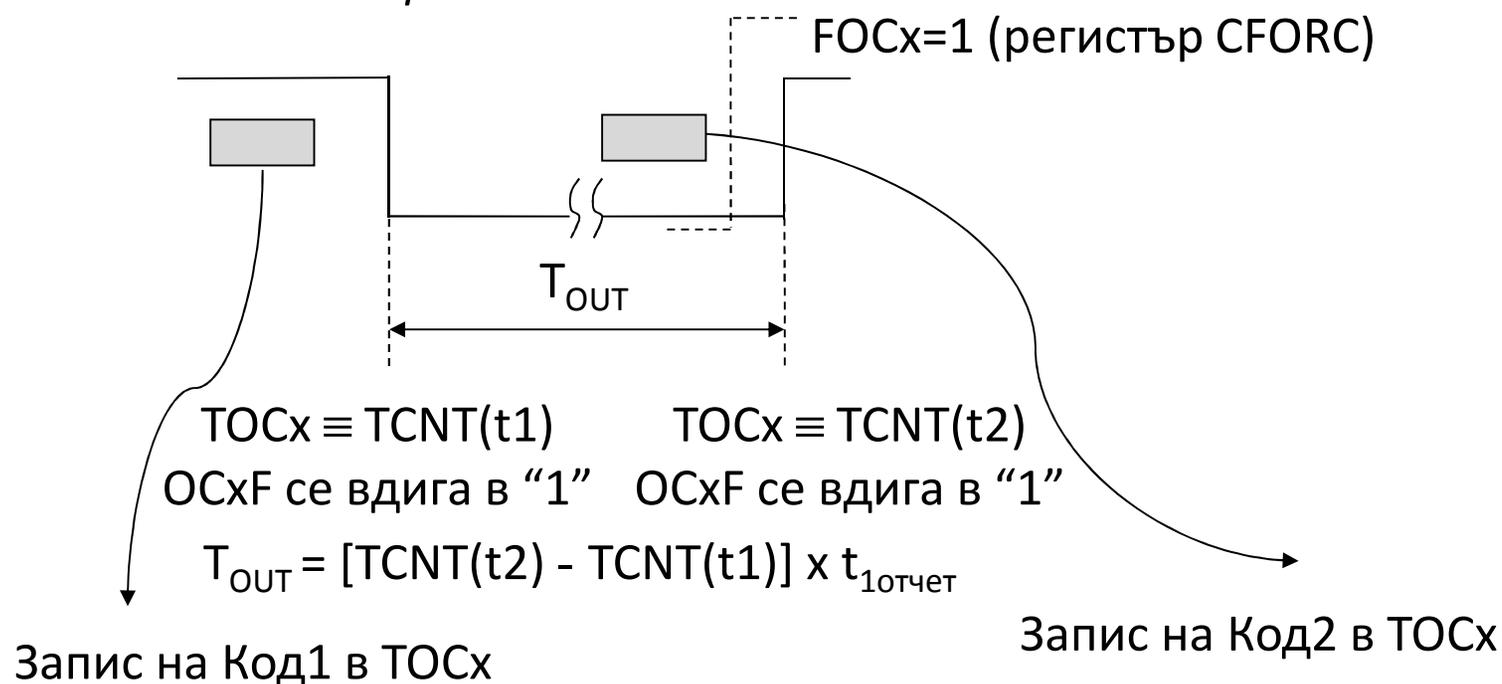
- **Генериране на единичен импулс с продължителност T_{OUT}**
 - дефиниране на битове PR1, PR0 от регистър TMSK2 така, че overflow периода на таймера > желанния изходен импулс T_{OUT} ;
 - инициализация на регистър TCTRL1 (битове OMx, OLx). Напр.: OMx=0, OLx=1 (изходната линия сменя състоянието си). Тъй като при Reset регистри TOx → \$FFFF - отрицателен изходен импулс;
 - инициализация на регистри - битове TMSK1[7:3], TFLG1[7:3].
 - при OSxl=1 - заявка за прекъсване при успешно сравнение (обслужва се съответната сервизна процедура). Регистър TMSK2 – бит TOI=1 (разрешава прекъсване при препълване при вдигане на TOF=1 от регистър TFLG2); при OSxl=0 - таймерна ОС функция без прекъсване (програмата продължава с изпълнение на следващия оператор);
 - OSxF → 1 - флаг за успешно сравнение в изход OSx.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Таймер функции - приложение

- Генериране на единичен импулс с продължителност T_{OUT} (графично представяне)

Допълнителна функционалност: инициализация на регистър CFORC – битове FOC[7:3]: при FOCx="1" – ранно сравнение – целта, реализирана в съответния изход при възникване на авария. ранно сравнение –



Подсистема за прекъсване в реално време (Real-Time Interrupt, RTI)

- Служи за генериране на хардуерно прекъсване през фиксиран интервал от време;
- Определяне на периода на RTI прекъсването – от битове
RTR[1:0] в регистъра PACTL (пулс-акумулатор контролен регистър);
- 4 възможни периода (интервала), определени от двоичните комбинации на битове RTR[1:0];
- RTI подсистемата се разрешава от бит RTI="1" от регистъра TMSK2.

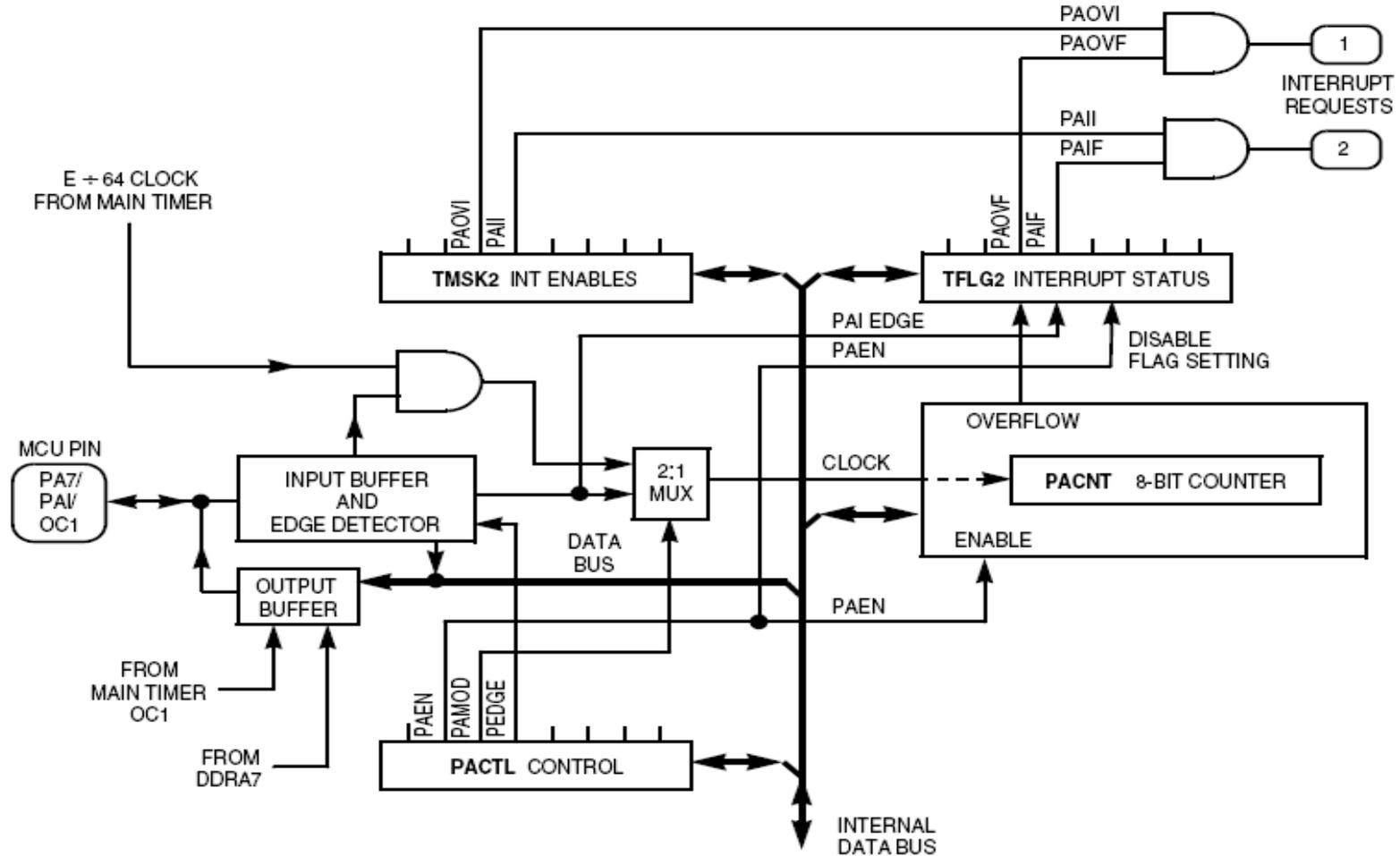
ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Пулс-акумулатор

- Отделна подсистема, включваща 8-битов брояч за работа в два режима (в зависимост от стойността на бит RAMOD от регистър PACTL):
 - **обикновен броячен режим** – увеличава се стойността на брояча при постъпване на сигнал на външния му извод (максимална честота: $E\text{-clock}/2$);
 - **разрешителен акумулиращ режим** - в този случай $E\text{-clock}/64$ тактува 8-битовия брояч, но само докато външният извод PAI е активиран.
- четене/запис от Пулс-акумулаторът - по всяко време;
- контролни битове - в регистри PACTL, TMSK2 и TFLG2.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Пулс-акумулатор – вътрешна структура



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

КРАЙ НА ЛЕКЦИЯТА

доц. д-р А.Тодоров, гл. ас. К. Райнова кат."Компютърни системи",ФКСУ – ТУ-София