

Лабораторно упражнение №4

“Изследване на таймерен модул на микроконтролер MSP430FR6989”

4.1. Въведение.

В практиката се налага микроконтролерните системи да генерират или да отмерват точно определени времеинтервали. Ако програмиста знае тактовата честота на контролера и времето за изпълнение на асемблерните инструкции, то той би могъл да реализира софтуерно времеинтервал. Това обаче почти никога не се прави, защото тактовата честота може да се изменя динамично, изпълнението на програмата не е последователно (обслужват се прекъсвания, които биха удължили софтуерното закъснение), съществуват инструкции с условие, които променят хода на програмата. Затова във всички микроконтролери се вграждат хардуерни модули за отмерване на време, сърцето на които е един брояч. Тези модули се наричат таймери. Те се конфигурират от микропроцесора, чрез запис в съответните им регистри. Броячът се увеличава/намалява автономно, независимо от останалата система. При препълване той се нулира и сигнализира за това на микропроцесорното ядро чрез сигнал за прекъсване.

Когато увеличаването/намаляването на брояча става в интервал от време, определен от извод на микроконтролера се казва, че таймерът работи в режим *Capture*. Това е полезно за измерване продължителността на даден времеви параметър на сигнал. Аналогия може да се направи с хронометъра. При него, като натиснете бутона за стартиране започва да отброява и като натиснете бутона за спиране, спира да отброява и вие виждате отброеното време. В случая отброяването започва, когато на съответния вход на микроконтролера нивото се смени и спира, когато нивото се върне до изходното. Това, при какво ниво ще започне и ще спре отброяването се определя от конфигурацията на регистрите.

Когато текущата стойност на брояча се сравнява с друг регистър и при съвпадение на двете стойности се генерира прекъсване се казва, че таймерът работи в режим *Compare*. Това е полезно за получаване на сигнал с желана от нас продължителност. Този сигнал може да е вътрешен за контролера и да управлява вътрешни процеси (например, прекъсване работата на процесора) или да бъде изведен на някой извод.

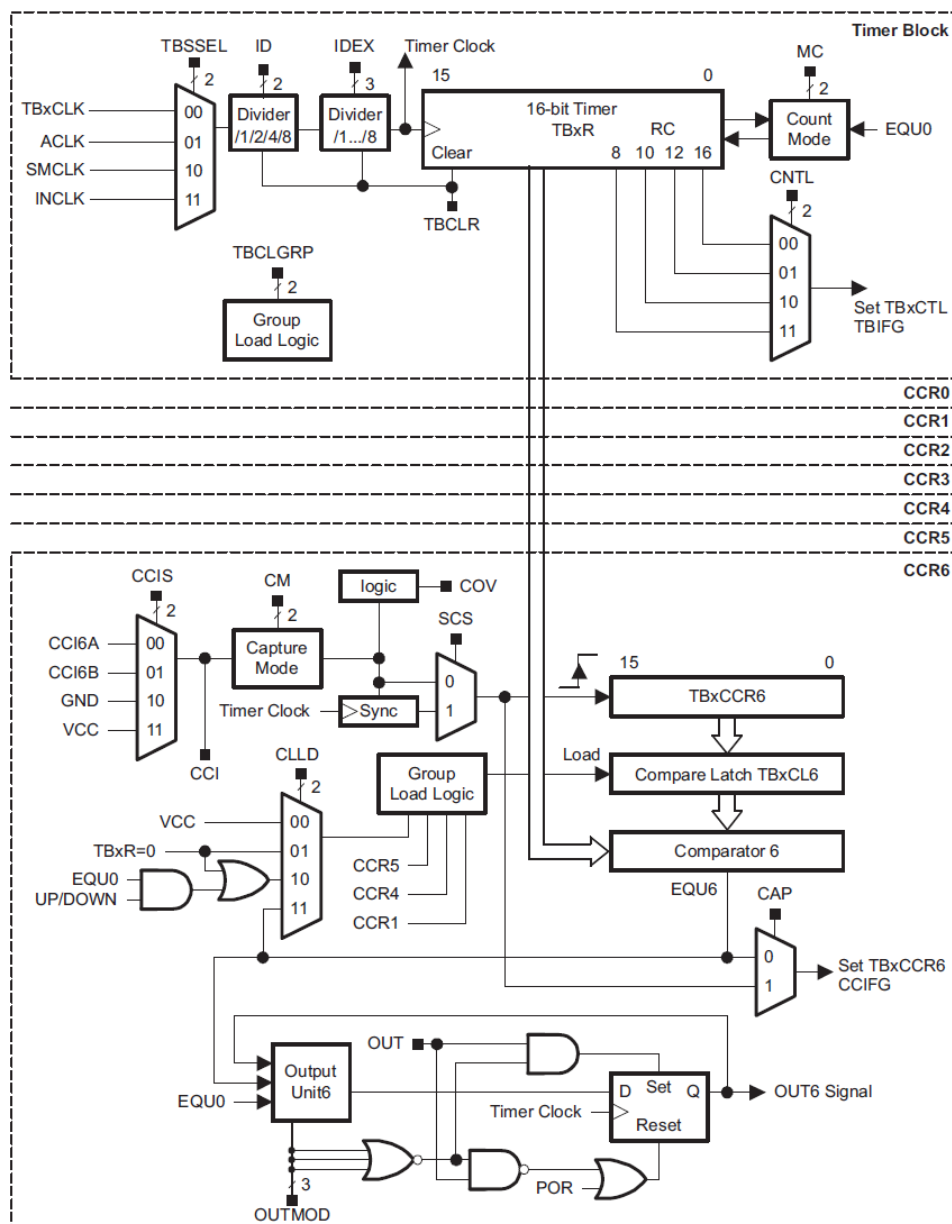
Когато стойността на брояча се сравнява с други два регистъра и автоматично се запуска отначало след достигане на съвпадение се казва, че таймера работи в режим на генерация на ШИМ (Широчинно Импулсна Модулация) сигнал, или още режим *PWM*. В последния случай единия регистър определя периода на ШИМ (респективно честотата), а другия – коефициента на запълване. Този режим е много полезен при управление на силови електронни устройства (DC/DC конвертори, инвертори, управляеми токоизправители), както и за директно управление на товари чрез използването на мощен ключов елемент (мощни светодиоди, електродвигатели, нагреватели). При по-ниски напрежение, като силов ключов елемент обикновено се използва мощен MOS транзистор, поради почти нулевото му напрежение дрейн-сорс при работа в линейната област. При по-голяма мощност на товара се налага използването на драйвери за управление на MOS транзистора, които да осигурят необходимия гейтов ток за работата му при по-висока честота.

Ако честотата на задаващия генератор за таймерите е кварцово стабилизирана, точността при измерване/задаване на времеинтервалите е много висока. Това предполага приложимостта на микроконтролерите за точно измерване на времевите параметри на сигнали, както и за генерирането на сигнали с много точно зададени времеви параметри.

Таймерите понякога се наричат *Capture/Compare/PWM* или *CCP* модули.

4.2. Таймерен модул на MSP430FR6989.

На **фиг. 4.1** е показана блокова схема на таймерния модул. От нея се вижда, че 16-битовият брояч за един таймерен модул е само един, докато CCR регистрите може да достигнат до 7 броя. За конкретния модел (6989) те са 7 (т.е. максимумът). Всеки един CCR регистър е поместен заедно с допълнителна логика в таймерен подмодул. От друга страна микроконтролера има общо три таймерни модула (Timer_A0, Timer_A1 и Timer_B0) с общо 14 CCR регистъра. Тактовата честота, която се подава на брояча идва от един от източниците TBxCLK, ACLK, SMCLK или INCLK. Следват два делителя на честота, които позволяват гъвкава настройка на времеинтервалите. Бит CAP от съответния TB(x)CCTL(n) регистър определя работата на всеки един подмодул в режим на Capture или Compare.



Фиг. 4.1. Блокова схема на таймерния модул Timer B на MSP430FR6989¹

¹ User guide на MSP430FR6989

ЗАДАЧИ ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ

1. Да се създаде нов проект с име **Lab_4_1** в папка **/Desktop/MSHT_GR_XX_N/Lab_4_1**, да се копира програмата, чрез която мига светодиод D1 от демо платката с помощта на таймерния модул. Задайте 100 милисекунди времеинтервал. Нека тактовата честота на DCO генератора е 8 MHz. Нека тактовата честота на ядрото и всички тактови сигнали на микроконтролера да се конфигурират на 8 MHz (ACLK = VLOCLK, SMCLK = MCLK = DCO).

2. Да се създаде нов проект с име **Lab_4_2** в папка **/Desktop/MSHT_GR_XX_N/Lab_4_2** и да се въведе програмата на C, чрез която се генерира PWM сигнал на извод P2.6 с честота 1 kHz и коефициент на запълване 50 %. Да се свърже осцилоскоп на този извод.

3. Да се зададе коефициент на запълване 5%, 25 % и 75 %. Да се снемат осцилограмите.

4. Да се промени честотата на PWM сигнала.

5. Да се създаде нов проект с име **Lab_4_3** в папка **/Desktop/MSHT_GR_XX_N/Lab_4_3**, да се копира програмата на C, чрез която се генерират два PWM сигнала в противофаза на P2.6 и P2.7. Да се анализира работата и да се снемат осцилограмите.

Използвана литература:

1. User guide на MSP430FR6989