



ใบเนื้อหา	หน่วยที่	10
ชื่อวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3105-2014	สอนครั้งที่	10
ชื่อหน่วย โมดูล Timer/Counter	จำนวนคาบ	3

## หน่วยที่ 10 โมดูล Timer/Counter

PIC18F8722 มีโมดูล Timer/Counter ให้ใช้งานได้ 5 โมดูลได้แก่ Timer0, Timer1, Timer2, Timer3 และ Timer4 สำหรับตั้งเวลา (Timer) หรือเป็นวงจรรนับ (Counter) แต่ละโมดูลจะมีลักษณะการทำงานที่เป็นอิสระต่อกันและมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป

### 10.1 โมดูล Timer0

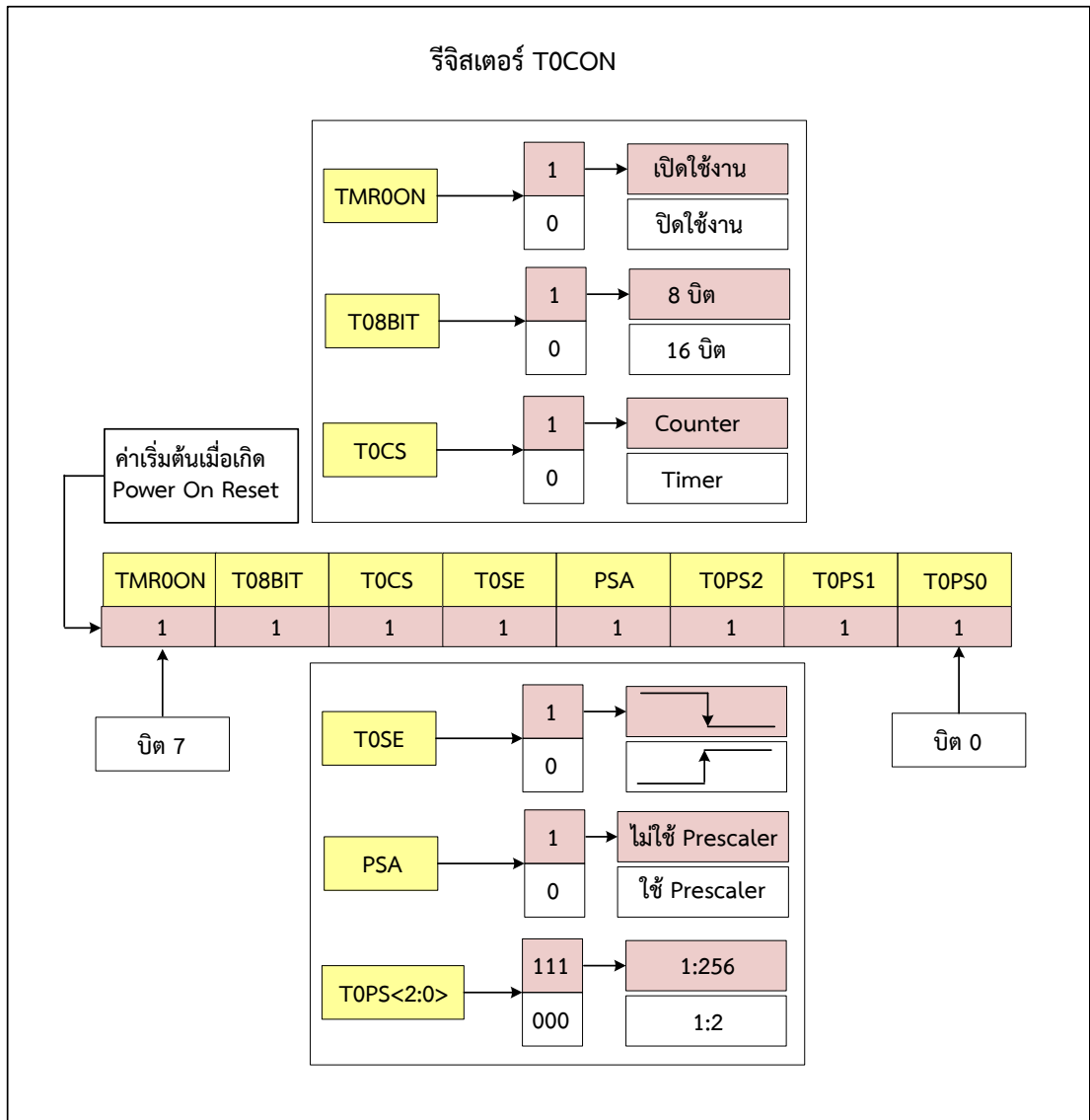
โมดูล Timer0 มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เลือกการทำงานของ Timer หรือ Counter ในโหมด 8 บิต หรือ 16 บิต
- 2) อ่านและเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ได้
- 3) ควบคุมอัตราการนับเป็นสัดส่วนได้
- 4) เลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาในการนับ
- 5) เลือกทำงานตามขอบของสัญญาณนาฬิกาได้
- 6) อินเตอร์รัพท์เมื่อนับค่าเกินที่กำหนด (Overflow)

#### 10.1.1 รีจิสเตอร์ควบคุม Timer0

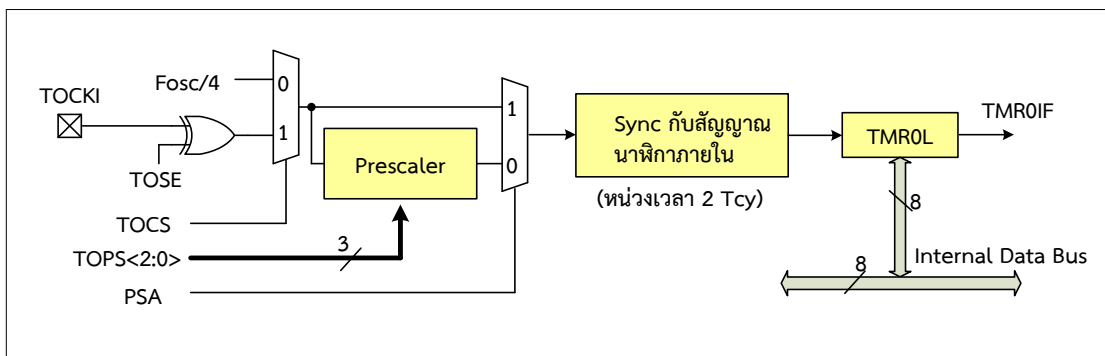
รีจิสเตอร์ TOCON มีขนาด 8 บิตใช้ควบคุมการทำงานของโมดูล Timer0 การควบคุมเป็นดังนี้

- 1) บิต TMR0ON ควบคุมการเปิดปิดโมดูล Timer0
- 2) บิต T08BIT เลือกโหมดการทำงานแบบ 8 บิตหรือ 16 บิต
- 3) บิต TOCS เลือกโหมดการทำงาน Timer หรือ Counter
- 4) บิต TOSE เลือกขอบของสัญญาณนาฬิกาในการทำงาน
- 5) บิต PSA ควบคุมการใช้ Prescaler
- 6) บิต TOPS เลือกอัตราส่วนของ Prescaler



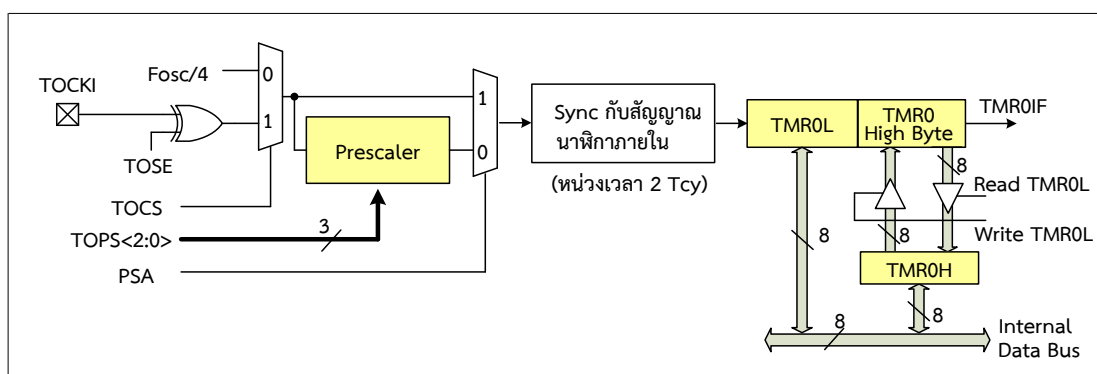
ภาพที่ 10-1 การควบคุมของรีจิสเตอร์ TOCON

### 10.1.2 การทำงาน Timer0



ภาพที่ 10-2 Timer0 โหมด 8 บิต

ในโหมด 8 บิตเมื่อเปิดใช้ TMR0 จะนับสัญญาณนาฬิกาจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภายใน (เรียกว่า Timer:  $F_{osc}/4$ ) หรือแหล่งกำเนิดสัญญาณภายนอก (เรียกว่า Counter : TOCKI) การนับค่าจะเพิ่มขึ้น 1 ค่านี้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ TMR0L แล้วเกิดอินเทอร์รัพท์เมื่อค่าในรีจิสเตอร์ TMR0L มีค่าเกินจากค่าสูงสุดหรือที่เรียกว่าเกิด overflow (เพิ่มจากค่า FFh ไปสู่ค่า 00h) ผลจากการเกิด Overflow ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไปเซตบิต TMR0IF ทำให้เกิดการอินเทอร์รัพท์หากมีการเปิดใช้อินเทอร์รัพท์ไว้



ภาพที่ 10-3 Timer0 โหมด 16 บิต

การทำงานของ Timer0 ในโหมด 16 บิตจะคล้ายกับโหมด 8 บิต แต่จะใช้รีจิสเตอร์คู่ในการนับสัญญาณคือ TMR0L กับ TMR0H ทำให้นับได้ 16 บิต การเกิด Overflow คือการเพิ่มค่าจาก FFFFh ไปสู่ค่า 0000h

ขั้นตอนการใช้งาน Timer0 มีดังนี้

- 1) กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ T0CON
- 2) เคลียร์ค่าในรีจิสเตอร์ TMR0L และ TMR0H
- 3) เคลียร์บิต TMR0IF ในรีจิสเตอร์ INTCON
- 4) เซตบิต TMR0IE ในรีจิสเตอร์ INTCON เปิดการใช้งานการอินเทอร์รัพท์
- 5) เขียนโปรแกรมใช้งานไว้ที่การบริการรองรับอินเทอร์รัพท์ (ตำแหน่ง 0008h หรือ

ตำแหน่ง 0018h)

การใช้งานโมดูล Timer0 ให้เป็น Counter มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ต่อสัญญาณที่จะนับเข้าที่ขา TOCKI
- 2) เซตบิต TOCS
- 3) ทำตามขั้นตอนใช้งาน Timer0

ตัวอย่าง 10-1 โปรแกรมกำหนดค่าใช้งาน Timer0 ให้เป็น Counter

MOVLW	B7h	; เซตบิต T0CS และกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ T0CON
MOVWF	T0CON	; เปิดใช้งานโมดูล Timer0 (โหมด 16 บิต)
CLRF	TMR0H	
CLRF	TMR0L	; เคลียร์ค่าการนับ
BCF	INCON, TMR0IF	; เคลียร์บิต TMR0IF ในรีจิสเตอร์ INTCON
BSF	INCON, TMR0IE	; เปิดใช้งานการอินเตอร์รัพท์จาก TMR0
BSF	RCON, IPEN	; เปิดใช้งานอินเตอร์รัพท์แบบ priority
MOVLW	80h	
MOVWF	INTCON	; เปิดใช้งานอินเตอร์รัพท์ High priority

## 10.2 โมดูล Timer1

โมดูล Timer1 มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เลือกการทำงานเป็น Timer หรือ Counter ในโหมด 16 บิต
- 2) อ่านและเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ (TMR1H และ TMR1L)
- 3) ควบคุมอัตราการนับเป็นสัดส่วนได้
- 4) เลือกแหล่งสัญญาณนาฬิกา
- 5) เลือกทำงานตามขอบของสัญญาณนาฬิกาได้
- 6) อินเตอร์รัพท์เมื่อเกิด Overflow
- 7) รีเซตค่าใน TMR1L และ TMR1H จากสัญญาณในโมดูล CCP

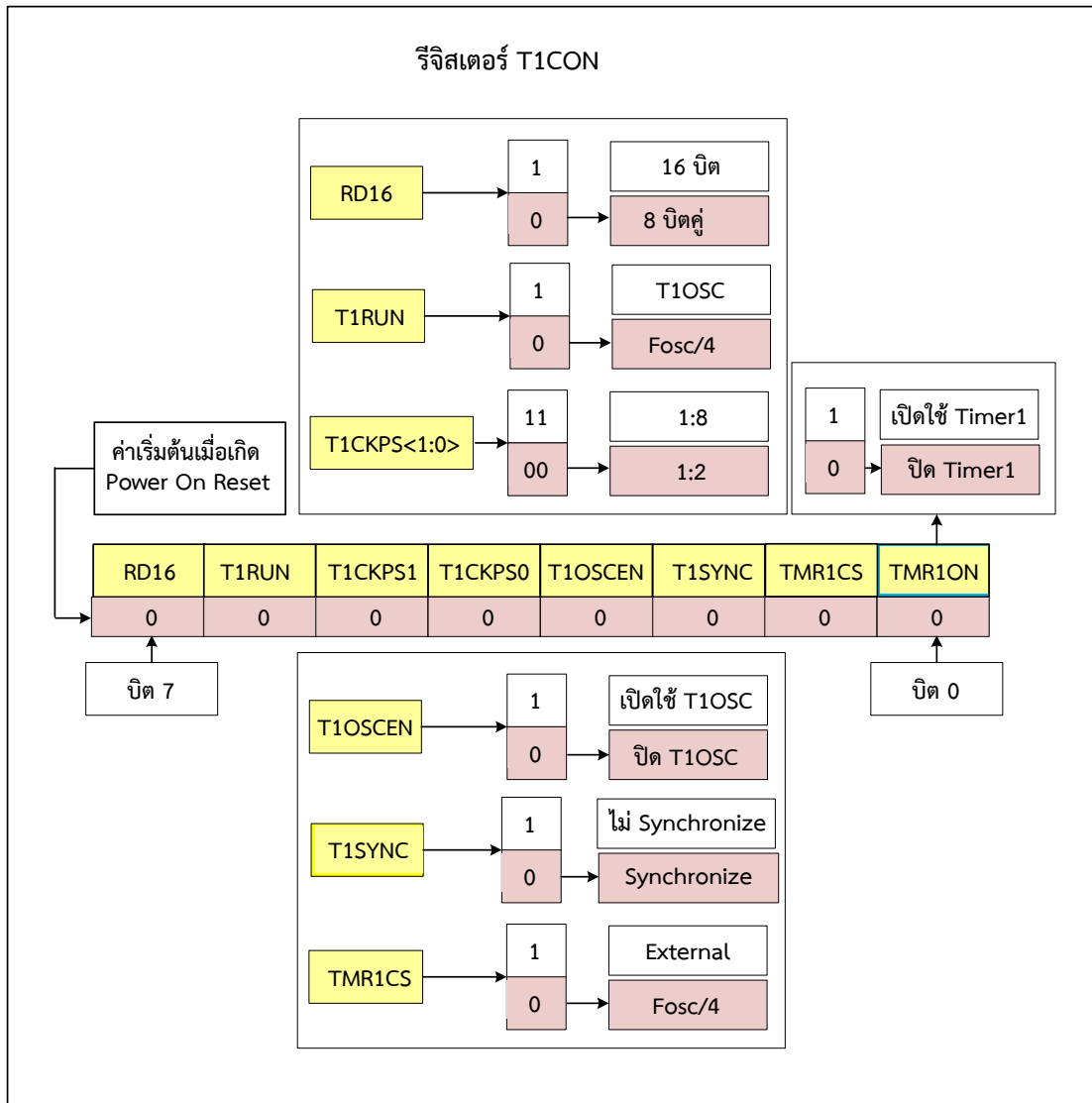
### 10.2.1 รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล Timer1

รีจิสเตอร์ T1CON ใช้ควบคุมการทำงานของโมดูล Timer1 ซึ่งการควบคุมการใช้งานขึ้นอยู่กับค่าที่ตั้งค่าในแต่ละบิต

การควบคุมของรีจิสเตอร์ T1CON เป็นดังนี้

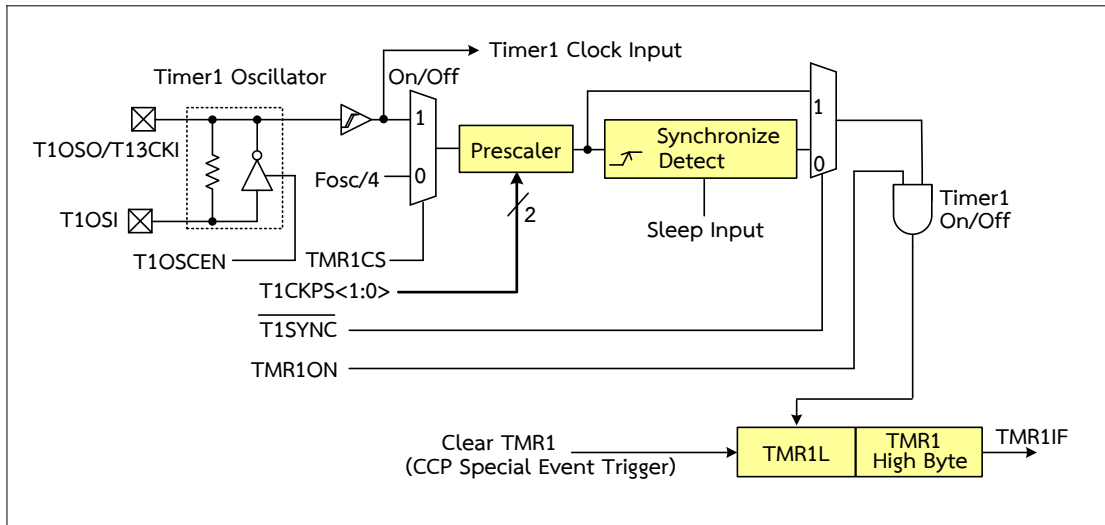
- 1) บิต RD16 เลือกโหมดการทำงาน
- 2) บิต T1RUN เลือกแหล่งสัญญาณนาฬิกา
- 3) บิต T1CKPS เลือกอัตราส่วนของ Prescaler

- 4) บิต T1OSEN ควบคุมการเปิดปิดของ T1OSC
- 5) บิต T1SYNC เลือกรการ Synchronize
- 6) บิต TMR1CS เลือกแหล่งสัญญาณนาฬิกา



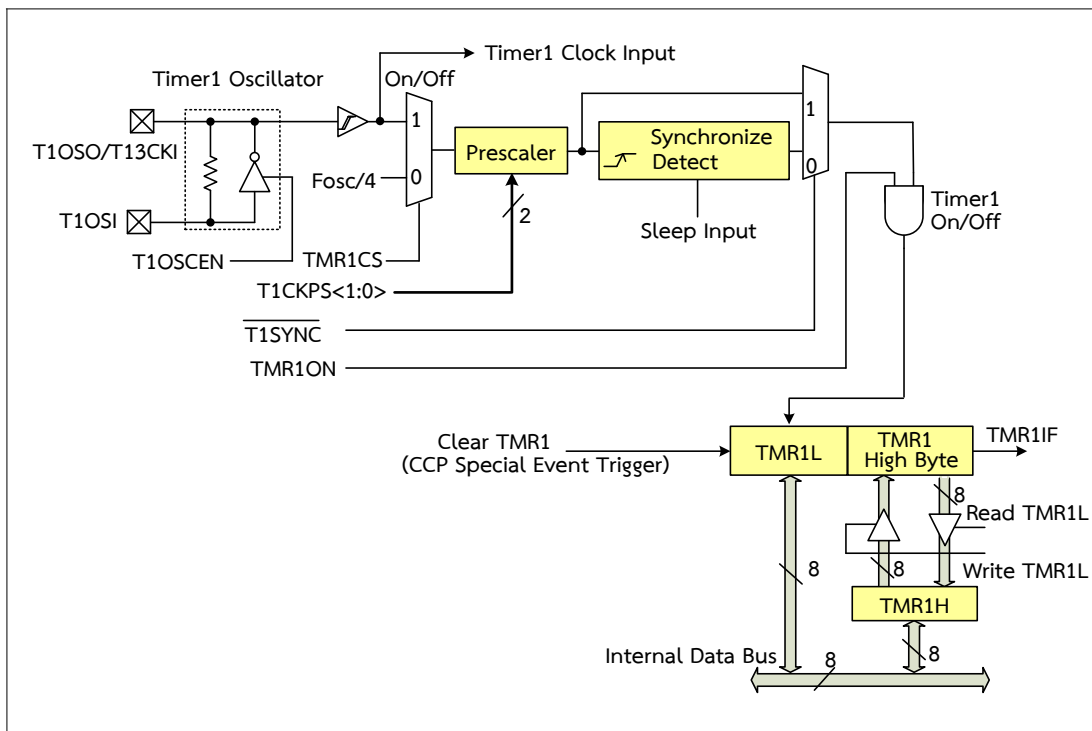
### 10.2.2 การทำงานของโมดูล Timer1

โมดูล Timer1 ทำงานได้ 3 แบบคือ วงจรตั้งเวลา (Timer) วงจรนับแบบ Synchronous (Synchronous Counter) และวงจรถับแบบ Asynchronous (Asynchronous Counter) การเลือกโหมดทำงานด้วยตั้งค่าบิต TMR1CS ในรีจิสเตอร์ T1CON โดยหากเลือกตั้งค่าเป็น 0 ทำงานในโหมด Timer หากตั้งค่าเป็น 1 เลือกโหมด Counter



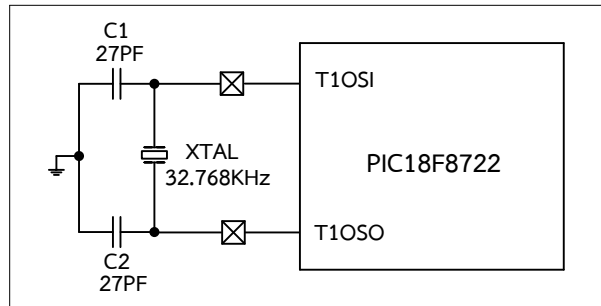
ภาพที่ 10-5 ฟังก์ชันการทำงานของโมดูล Timer1 โหมด 16 บิต

โมดูล Timer1 มีวงจรมีขนาด 16 บิต เก็บค่าในรีจิสเตอร์คู่ TMR1L กับ TMR1 High Byte เลือกใช้งานได้ 2 โหมดคือ โหมด 16 บิตดังภาพที่ 10-5 และโหมด 16 บิตแบบอ่านและเขียนข้อมูลดังภาพที่ 10-6 การเลือกโหมดกระทำโดยการตั้งค่าบิต RD16 ในรีจิสเตอร์ T1CON



ภาพที่ 10-6 ฟังก์ชันการทำงานของโมดูล Timer1 โหมด 16 บิตแบบอ่านและเขียนข้อมูลได้

ในโหมด 16 บิตแบบอ่านและเขียนข้อมูล รีจิสเตอร์ TMR1 High Byte สามารถอ่านและเขียนข้อมูลผ่านรีจิสเตอร์ TMR1H โดยเมื่อเขียนข้อมูลลงในรีจิสเตอร์ TMR1L ข้อมูลจากรีจิสเตอร์ TMR1H จะเข้าสู่รีจิสเตอร์ TMR1 High Byte ด้วย การต่อขาสัญญาณภายนอกของโมดูล Timer1 แสดงดังภาพที่ 10-7



ภาพที่ 10-7 การต่อวงจร LP Oscillator สำหรับ Timer1

ขั้นตอนการใช้งาน Timer1 มีดังนี้

- 1) กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ T1CON
- 2) เคลียร์ค่าในรีจิสเตอร์ TMR1L และ TMR1H
- 3) เคลียร์บิต TMR1IF
- 4) เปิดการใช้งานการอินเตอร์รัพท์
- 5) เขียนโปรแกรมใช้งานไว้ที่ตำแหน่งการบริการรองรับอินเตอร์รัพท์ (ตำแหน่ง 0008h หรือตำแหน่ง 0018h)

ตัวอย่าง 10-2 โปรแกรมการใช้งาน Timer1

```

MOVLW    CFh        ; กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ T1CON
MOVWF    T1CON      ; เปิดใช้งานโมดูล Timer1
CLRF     TMR1H
CLRF     TMR1L      ; เคลียร์ค่าการนับ
MOVLW    0x80
MOVWF    INTCON     ; เปิดการใช้งานการอินเตอร์รัพท์

```

### 10.3 โมดูล Timer2

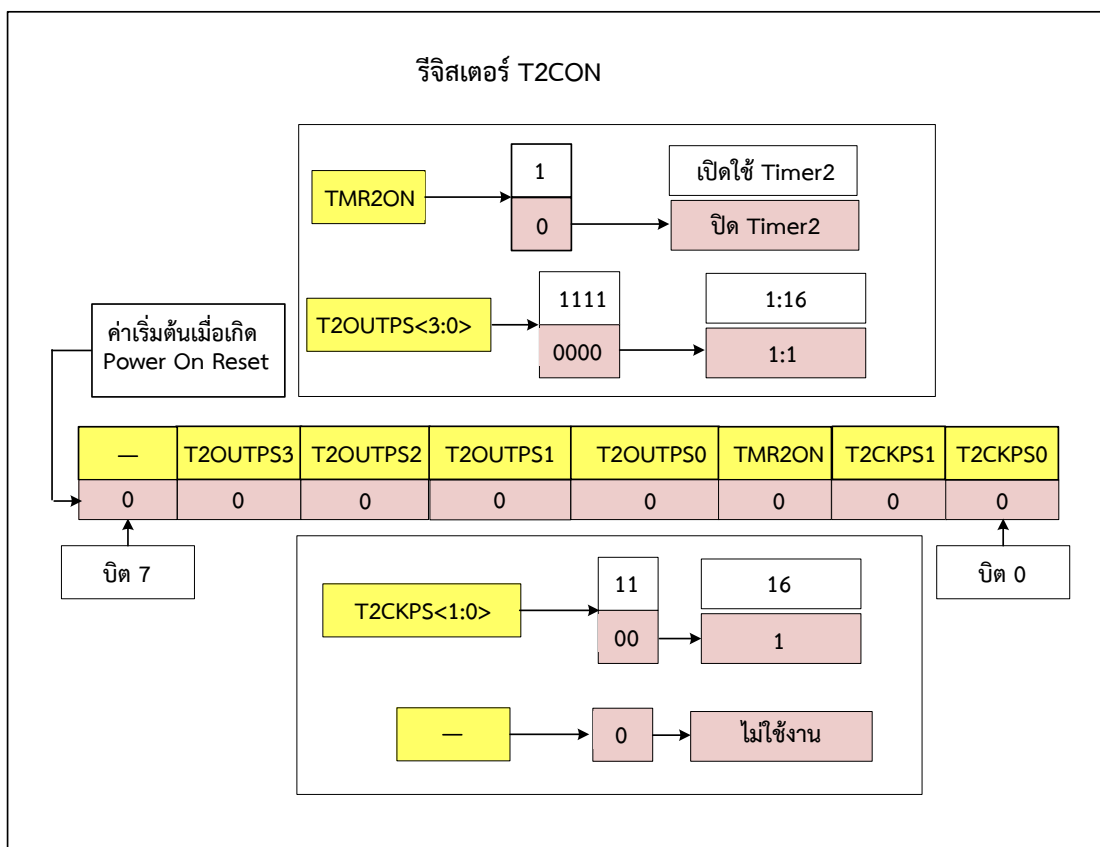
โมดูล Timer2 มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เลือกการทำงานเป็น Timer หรือ Period ในโหมด 8 บิต
- 2) อ่านและเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ (TMR2 และ PR2)
- 3) โปรแกรมควบคุมอัตราส่วนการนับ prescaler (1:1, 1:4 และ 1:16)
- 4) โปรแกรมควบคุมอัตราส่วนการนับ postscaler (1:1 ถึง 1:16)
- 5) อินเทอร์รัพท์เมื่อค่าในรีจิสเตอร์ TMR2 เท่ากับค่าในรีจิสเตอร์ PR2
- 6) ใช้เป็นสัญญาณ shift clock สำหรับโมดูล MSSPx

#### 10.3.1 รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล Timer2

รีจิสเตอร์ T2CON ใช้ควบคุมการทำงานของโมดูล Timer2 การควบคุมเป็นดังนี้

- 1) บิต TMR2ON ควบคุมการเปิดปิดโมดูล Timer2
- 2) บิต T2OUTPS<3:0> เลือกอัตราส่วน postscaler
- 3) บิต T2CKPS<1:0> เลือกอัตราส่วน prescaler

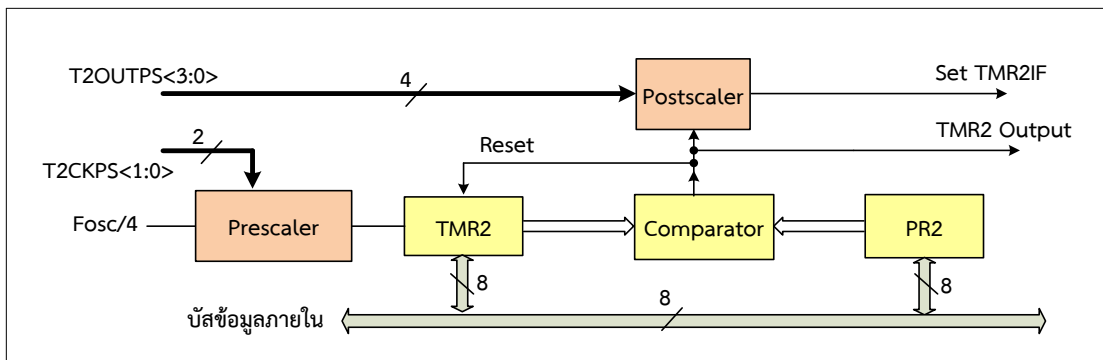


ภาพที่ 10-8 การควบคุมของรีจิสเตอร์ T2CON



### 10.3.2 การทำงานของโมดูล Timer2

โมดูล Timer2 ทำงานเป็นวงจรตั้งเวลา (Timer) โดยการเปรียบเทียบค่าข้อมูลในรีจิสเตอร์ TMR2 กับ PR2 หากค่าเท่ากันจะส่งข้อมูลไปรีเซต TMR2 และเซตบิตแสดงสถานะการอินเทอร์รัพท์ TMR2IF



ภาพที่ 10-9 ผังการทำงานโมดูล Timer2

ขั้นตอนการใช้งานมีดังนี้

- 1) กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ T2CON
- 2) เคลียร์ค่าในรีจิสเตอร์ TMR2 และกำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ PR2
- 3) เคลียร์บิต TMR2IF
- 4) เปิดการใช้งานการอินเทอร์รัพท์
- 5) เขียนโปรแกรมใช้งานไว้ที่ตำแหน่งการบริการรองรับอินเทอร์รัพท์ (ตำแหน่ง 0008h หรือตำแหน่ง 0018h)

ตัวอย่าง 10-3 โปรแกรมกำหนดค่าใช้งาน Timer2

```

MOVLW  7Fh      ; กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ T2CON
MOVWF  T2CON

CLRF   TMR2     ; เคลียร์ค่าในรีจิสเตอร์ TMR2
MOVLW  9Fh      ; กำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ PR2
MOVWF  PR2

MOVLW  0x80
MOVWF  INTCON   ; เปิดการใช้งานการอินเทอร์รัพท์

```

## 10.4 โมดูล Timer3

โมดูล Timer3 มีคุณสมบัติดังนี้

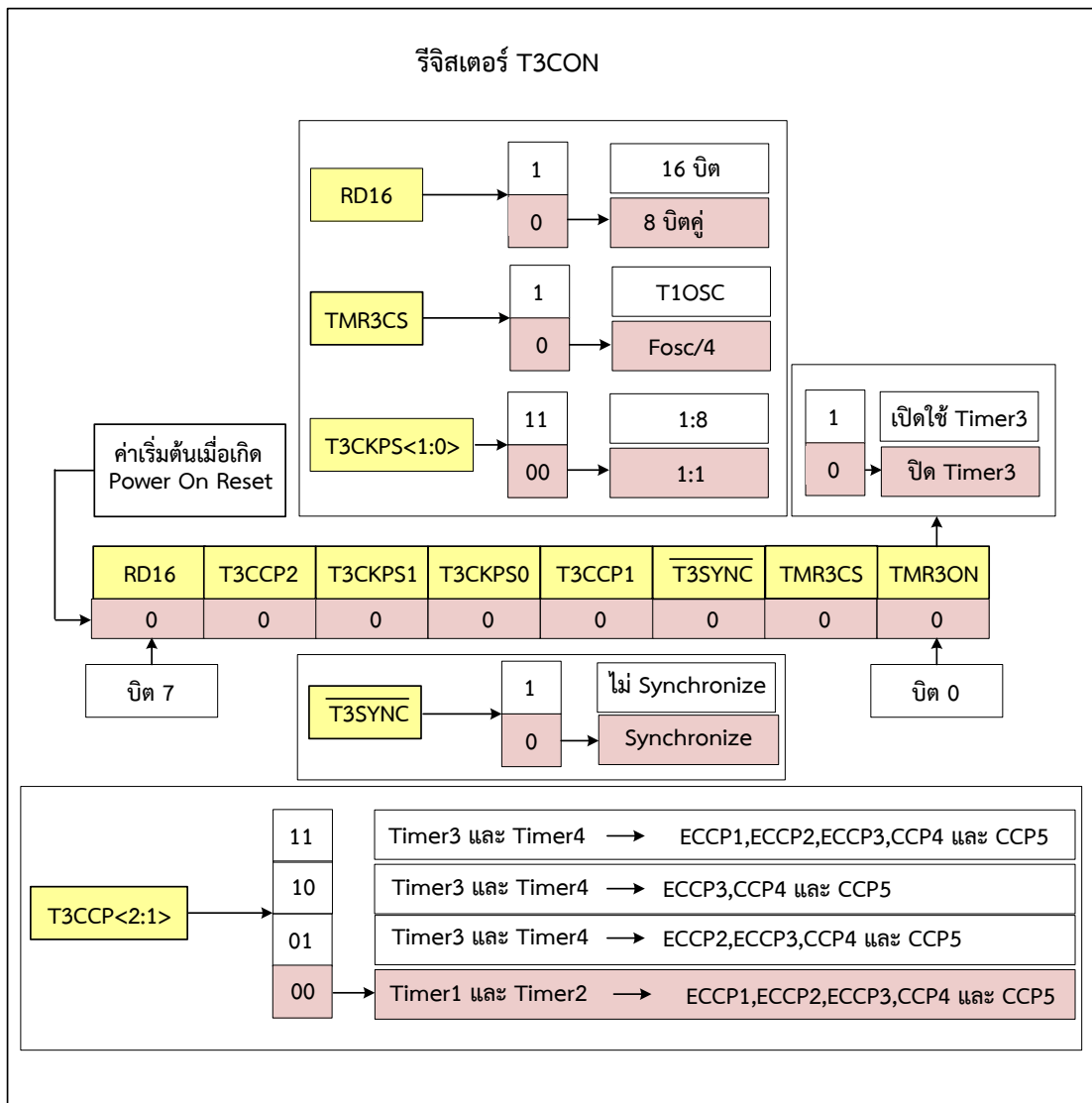
- 1) เลือกการทำงานเป็น Timer หรือ Counter ในโหมด 16 บิต
- 2) อ่านและเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ (TMR3H และTMR3L)
- 3) ควบคุมอัตราการนับเป็นสัดส่วนได้
- 4) เลือกแหล่งสัญญาณนาฬิกา
- 5) เลือกทำงานตามขอบของสัญญาณนาฬิกาได้
- 6) อินเตอร์รัพท์เมื่อเกิด Overflow
- 7) รีเซตค่าใน TMR3L และ TMR3H จากสัญญาณในโมดูล CCP

### 10.4.1 รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล Timer3

รีจิสเตอร์ T3CON มีขนาด 8 บิตใช้ควบคุมการทำงานของโมดูลTimer3

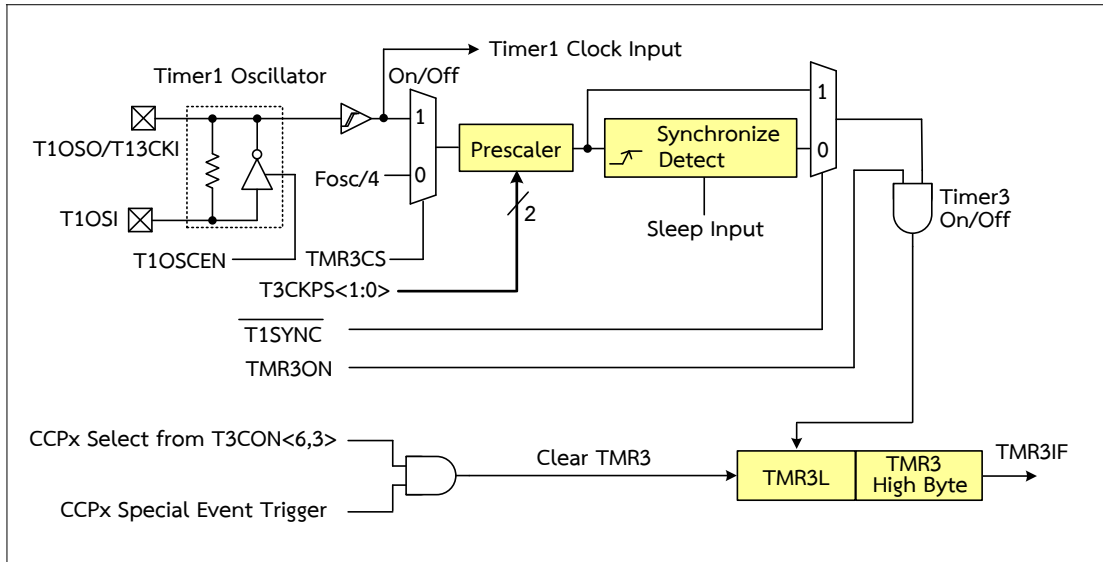
การควบคุมของรีจิสเตอร์ T3CON เป็นดังนี้

- 1) บิต RD16 เลือกโหมดการทำงานแบบ 8 บิตคู่หรือ 16 บิต
- 2) บิต TMR3CS เลือกโหมดการทำงาน Timer หรือ Counter
- 3) บิต T3CKPS<1:0> เลือกอัตราส่วน prescaler
- 4) บิต T3SYNC เลือกการ Synchronize
- 5) บิต T3CCP<2:1> ควบคุมการต่อสัญญาณจากโมดูล CCP

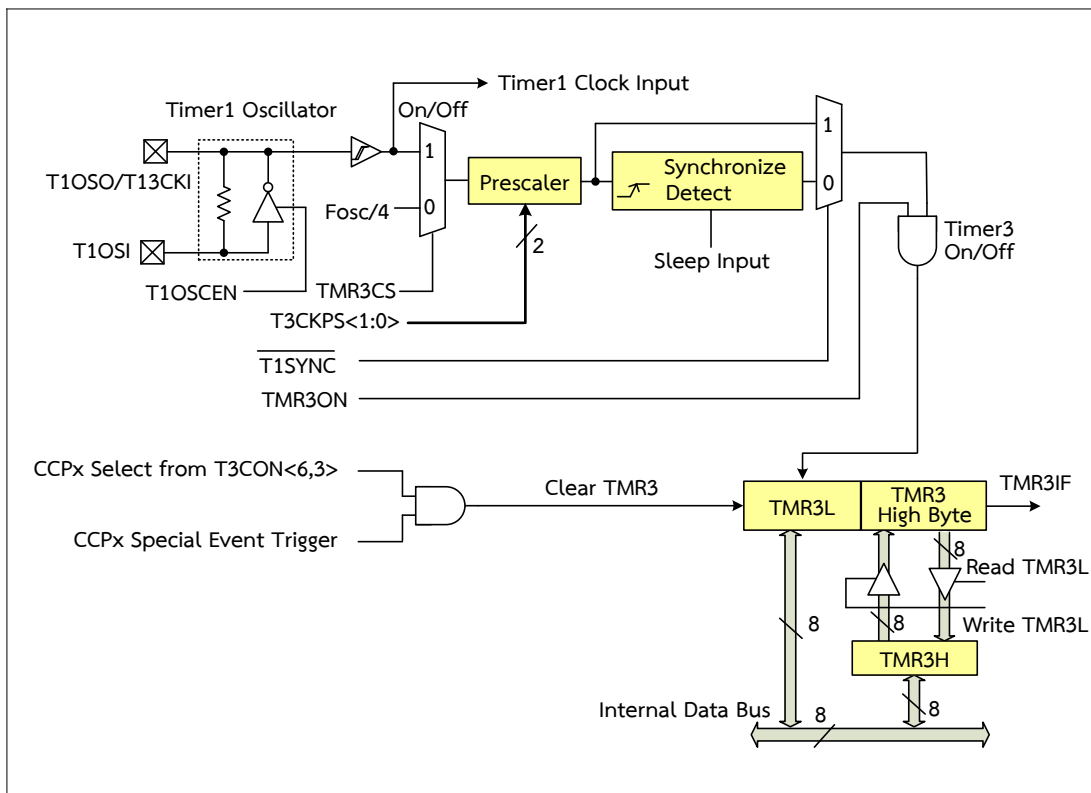


ภาพที่ 10-10 การควบคุมของรีจิสเตอร์ T3CON

### 10.4.2 การทำงานของโมดูล Timer3



ภาพที่ 10-11 ผังการทำงานของโมดูล Timer3 โหมด 8 บิตคู่ (16 บิต)



ภาพที่ 10-12 ผังการทำงานของโมดูล Timer3 โหมด 16 บิตแบบอ่านและเขียนข้อมูลได้

Timer3 ทำงานได้ในโหมด Timer หรือ Counter การเคลียร์ค่าในรีจิสเตอร์ TMR3L และ TMR3H นอกจากทำจากโปรแกรมแล้ว ยังสามารถเคลียร์ได้จากโมดูล CCP

ขั้นตอนการใช้งาน Timer3 มีดังนี้

- 1) กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ T3CON
- 2) เคลียร์ค่าในรีจิสเตอร์ TMR3L และ TMR3H
- 3) เคลียร์บิต TMR3IF ในรีจิสเตอร์ PIE2
- 4) เซตบิต TMR3IE ในรีจิสเตอร์ PIE2
- 5) เปิดการใช้งานการอินเทอร์รัพท์

ตัวอย่าง 10-4 โปรแกรมกำหนดค่าใช้งาน Timer3

```

MOVLW    A0h
MOVWF    T3CON           ; เปิดใช้งานโมดูล Timer3
CLRF     TMR3H
CLRF     TMR3L           ; เคลียร์ค่าการนับ
BCF      PIR2, TMR3IF
BSF      PIE2, TMR3IE    ; เปิดใช้งานการอินเทอร์รัพท์จาก TMR3
BSF      RCON, IPEN      ; เปิดใช้งานอินเทอร์รัพท์แบบ priority
MOVLW    80h
MOVWF    INTCON          ; เปิดใช้งานอินเทอร์รัพท์ High priority

```

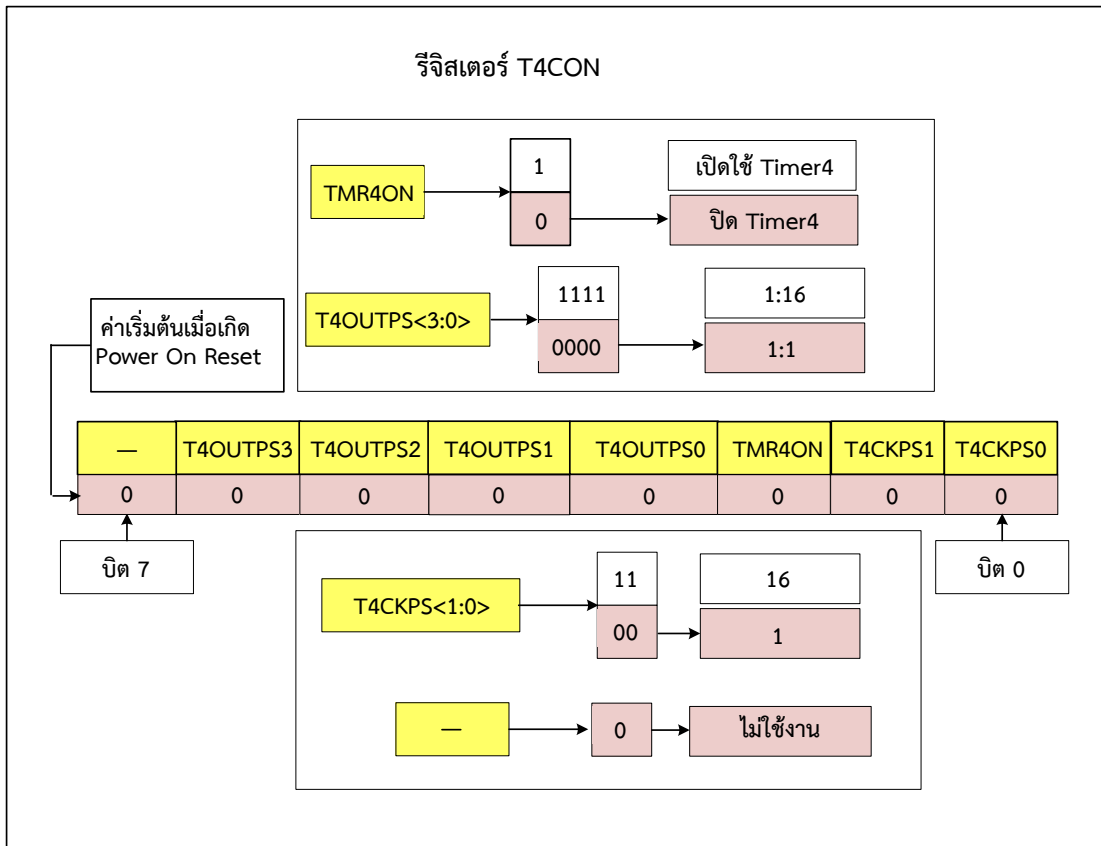
## 10.5 โมดูล Timer4

โมดูล Timer4 มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เลือกการทำงานเป็น Timer หรือ Period ในโหมด 8 บิต
- 2) อ่านและเขียนข้อมูลในรีจิสเตอร์ (TMR4 และ PR4)
- 3) โปรแกรมควบคุมอัตราการนับ prescaler (1:1, 1:4 และ 1:16)
- 4) โปรแกรมควบคุมอัตราการนับ postscaler (1:1 ถึง 1:16)
- 5) อินเทอร์รัพท์เมื่อค่าในรีจิสเตอร์ TMR4 เท่ากับค่าในรีจิสเตอร์ PR4

### 10.5.1 รีจิสเตอร์ควบคุมโมดูล Timer4

รีจิสเตอร์ T4CON ควบคุมการทำงานของโมดูล Timer4

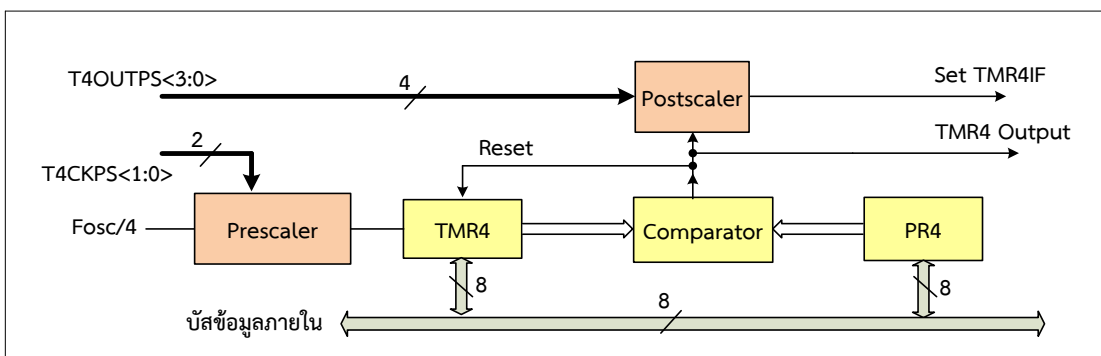


ภาพที่ 10-13 การควบคุมของรีจิสเตอร์ T4CON

การควบคุมของรีจิสเตอร์ T4CON เป็นดังนี้ Timer4

- 1) บิต TMR4ON ควบคุมเปิดปิดใช้งานโมดูล
- 2) บิต T4OUTPS<3:0> เลือกอัตราส่วน postscaler
- 3) บิต T4CKPS<1:0> เลือกอัตราส่วน prescaler

### 10.5.2 การทำงานของโมดูล Timer4



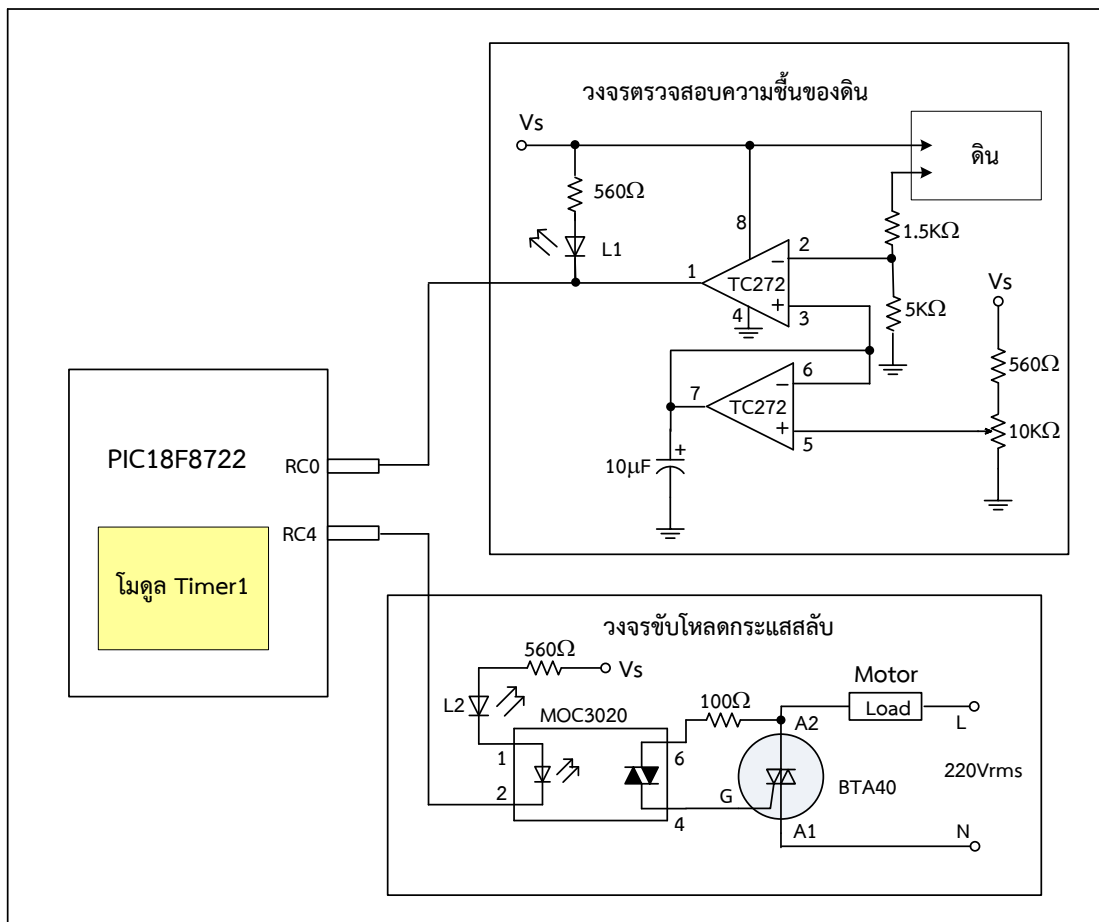
ภาพที่ 10-14 ผังการทำงานโมดูล Timer4

ขั้นตอนการใช้งาน Timer4 มีดังนี้

- 1) กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ T4CON
- 2) กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ TMR4 และ PR4
- 3) เคลียร์บิต TMR4IF
- 4) เปิดการใช้งานการอินเทอร์รัพท์
- 5) เปิดการใช้งานการอินเทอร์รัพท์

### 10.6 การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยโมดูล Timer/Counter

โมดูล Timer/Counter มีประโยชน์ในการใช้งานเป็นวงจรตั้งเวลา วงจรนาฬิกา วงจรนับ PIC18F8722 มีโมดูลนี้ให้ใช้งาน 5 โมดูลที่เป็นอิสระต่อกันในการควบคุม



ภาพที่ 10-15 วงจรควบคุมการรดน้ำต้นไม้

จากภาพที่ 10-15 การทำงานของวงจรควบคุมการรดน้ำต้นไม้ เป็นดังนี้

1) วงจรตรวจสอบความชื้นของดินจะตรวจว่าดินแห้งหรือไม่ ถ้าดินแห้งจะส่งสัญญาณเป็นลอจิก 0

2) MCU ส่งสัญญาณลอจิก 0 เปิดวงจรขับโพลดกระแสสลับต่อมอเตอร์ปั้มน้ำทำงาน

3) โมดูล Timer1 ทำหน้าที่ตั้งเวลาในการรดน้ำต้นไม้

4) เมื่อดินเปียกขาสัญญาณ RC0 เป็นลอจิก 1

5) ครบคาบเวลา Timer1 เกิดอินเทอร์รัพท์เปิดวงจรขับโพลดกระแสสลับ

6) กลับไปทำในข้อ 1)

โมดูล Timer/Counter ใน PIC18F8722 มีทั้งหมด 5 โมดูลใช้ได้ทั้งเป็นตัวตั้งเวลาและเป็นตัวนับสัญญาณ สามารถเรียกใช้งานโดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ควบคุมที่เกี่ยวข้องแต่ละโมดูล