

Καταχωρητής STATUS

bit 7	IRP: Bit επιλογής περιοχής μνήμης (Bank) για την έμμεση διευθυνσιοδότηση 1= Bank2, Bank3 0= Bank0, Bank1
bit 6-5	RP1:RP0: Bit επιλογής περιοχής μνήμης (Bank) για την άμεση διευθυνσιοδότηση 11= Bank3 10= Bank2 01= Bank1 00= Bank0
bit 4	TO: Bit ένδειξης υπερχείλισης WDT 1= Ένδειξη εφαρμογής τροφοδοσίας, εκτέλεσης εντολής clrwtd ή sleep 0= Υπερχείλιση Watchdog Timer
bit 3	PD: Bit ένδειξης κατάστασης χαμηλής κατανάλωσης ισχύος 1= Μετά από εφαρμογή τροφοδοσίας ή από εκτέλεση εντολής clrwtd 0= Ένδειξη εκτέλεσης εντολής sleep
bit 2	Z: Σημαία μηδενισμού 1= Το αποτέλεσμα μιας αριθμητικής ή λογικής λειτουργίας είναι μηδέν 0= Το αποτέλεσμα μιας αριθμητικής ή λογικής λειτουργίας δεν είναι μηδέν
bit 1	DC: Κρατούμενο ή δανεικό κρατούμενο από τα 4 bits χαμηλής τάξης 1= Υπάρχει κρατούμενο από τα 4 bits χαμηλής τάξης 0= Δεν υπάρχει κρατούμενο από τα 4 bits χαμηλής τάξης
bit 0	C: Κρατούμενο 1= Κρατούμενο που προκύπτει από το bit υψηλότερης τάξης 0= Δεν προκύπτει κρατούμενο Σημ.: Στην αφαίρεση ισχύει ακριβώς το αντίθετο. Όταν υπάρχει δανεικό κρατούμενο τότε C=0 ενώ όταν δεν υπάρχει τότε C=1

Χάρτης μνήμης PIC16F887

File	Address	File	Address	File	Address	File	Address
Indirect addr. (1)	00h	Indirect addr. (1)	80h	Indirect addr. (1)	100h	Indirect addr. (1)	180h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTA	05h	TRISA	85h	WDTCON	105h	SRCON	185h
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
PORTC	07h	TRISC	87h	CM1CON0	107h	BAUDCTL	187h
PORTD(2)	08h	TRISD(2)	88h	CM2CON0	108h	ANSEL	188h
PORTE	09h	TRISE	89h	CM2CON1	109h	ANSELH	189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDAT	10Ch	EECON1	18Ch
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2(1)	18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Reserved	18Eh
TMR1H	0Fh	OSCCON	8Fh	EEADRH	10Fh	Reserved	18Fh
T1CON	10h	OSCTUNE	90h		110h		190h
TMR2	11h	SSPCON2	91h		111h		191h
T2CON	12h	PR2	92h		112h		192h
SSPBUF	13h	SSPADD	93h		113h		193h
SSPCON	14h	SSPSTAT	94h		114h		194h
CCPR1L	15h	WPUB	95h		115h		195h
CCPR1H	16h	IOCB	96h	General Purpose Registers	116h	General Purpose Registers	196h
CCP1CON	17h	VRCON	97h		117h		197h
RCSTA	18h	TXSTA	98h	16 Bytes	118h	16 Bytes	198h
TXREG	19h	SPBRG	99h		119h		199h
RCREG	1Ah	SPBRGH	9Ah		11Ah		19Ah
CCPR2L	1Bh	PWM1CON	9Bh		11Bh		19Bh
CCPR2H	1Ch	ECCPAS	9Ch		11Ch		19Ch
CCP2CON	1Dh	PSTRCON	9Dh		11Dh		19Dh
ADRESH	1Eh	ADRESL	9Eh		11Eh		19Eh
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh		11Fh		19Fh
	20h		A0h		120h		1A0h
General Purpose Registers	3Fh	General Purpose Registers		General Purpose Registers		General Purpose Registers	
	40h	80 Bytes		80 Bytes		80 Bytes	
96 Bytes	6Fh		EFh		16Fh		1EFh
	70h	accesses 70h-7Fh	F0h	accesses 70h-7Fh	170h	accesses 70h-7Fh	1F0h
	7Fh		FFh		17Fh		1FFh
Bank 0		Bank 1		Bank 2		Bank 3	

ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ ΕΙΔΙΚΗΣ/ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ

Οι καταχωρητές ειδικής χρήσης (Special Function Registers – SFRs) είναι καταχωρητές οι οποίοι καθορίζουν ειδικές λειτουργίες του μικροελεγκτή.

Οι καταχωρητές ειδικής χρήσης που έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα είναι ο STATUS, ο FSR και ο INDF.

Οι SFRs αλλά και οι καταχωρητές γενικής χρήσης (General Purpose Registers – GPRs) είναι χαρτογραφημένοι στη μνήμη του μικροελεγκτή. Ο χάρτης μνήμης όπως έχει αναφερθεί περιλαμβάνει τέσσερις ομάδες οι οποίες είναι οι Bank0, Bank1, Bank2 και Bank3.

Για να γίνεται σωστά προσπέλαση σε κάποιον καταχωρητή της RAM θα πρέπει, εκτός από την αναφορά στο όνομα του καταχωρητή σε κάποια εντολή, να δείχνουν τα Bank bits του καταχωρητή STATUS στη σωστή Bank. Τα Bank bits είναι το bit5 (RP0) και το bit6 (RP1).

Bank bits καταχωρητή STATUS

Αν $RP1=0$, $RP0=0$ τότε σε κάθε αναφορά στη RAM γίνεται προσπέλαση στη Bank0.

Αν $RP1=0$, $RP0=1$ τότε σε κάθε αναφορά στη RAM γίνεται προσπέλαση στη Bank1.

Αν $RP1=1$, $RP0=0$ τότε σε κάθε αναφορά στη RAM γίνεται προσπέλαση στη Bank2.

Αν $RP1=1$, $RP0=1$ τότε σε κάθε αναφορά στη RAM γίνεται προσπέλαση στη Bank3.

Υπάρχουν καταχωρητές που βρίσκονται σε επικαλυπτόμενες θέσεις μνήμης και στις τέσσερις Bank του μικροελεγκτή.

Αυτοί οι καταχωρητές θα μπορούν να γίνουν προσπέλαση οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε δείχνουν τα Bank bits.

Παράδειγμα τέτοιων καταχωρητών αποτελούν οι STATUS (καταχωρητής κατάστασης), FSR (καταχωρητής δείκτης), INTCON (καταχωρητής διακοπών).

ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ BANK

```
Reg1    equ    h'020'    ; Bank0
Reg2    equ    h'0A0'    ; Bank1
Reg3    equ    h'120'    ; Bank2
Reg4    equ    h'1A0'    ; Bank3
bcf STATUS,RP0
bcf STATUS,RP1    ; <RP1>:<RP0> = 00 (Bank0)
movlw d'10'
movwf Reg1 ; Reg1 <= d'10'
bsf STATUS,RP0
bcf STATUS,RP1    ; <RP1>:<RP0> = 01 (Bank1)
movlw d'20'
movwf Reg2 ; Reg2 <= d'20'
bcf STATUS,RP0
bsf STATUS,RP1    ; <RP1>:<RP0> = 10 (Bank2)
movlw d'30'
movwf Reg3 ; Reg1 <= d'30'
```

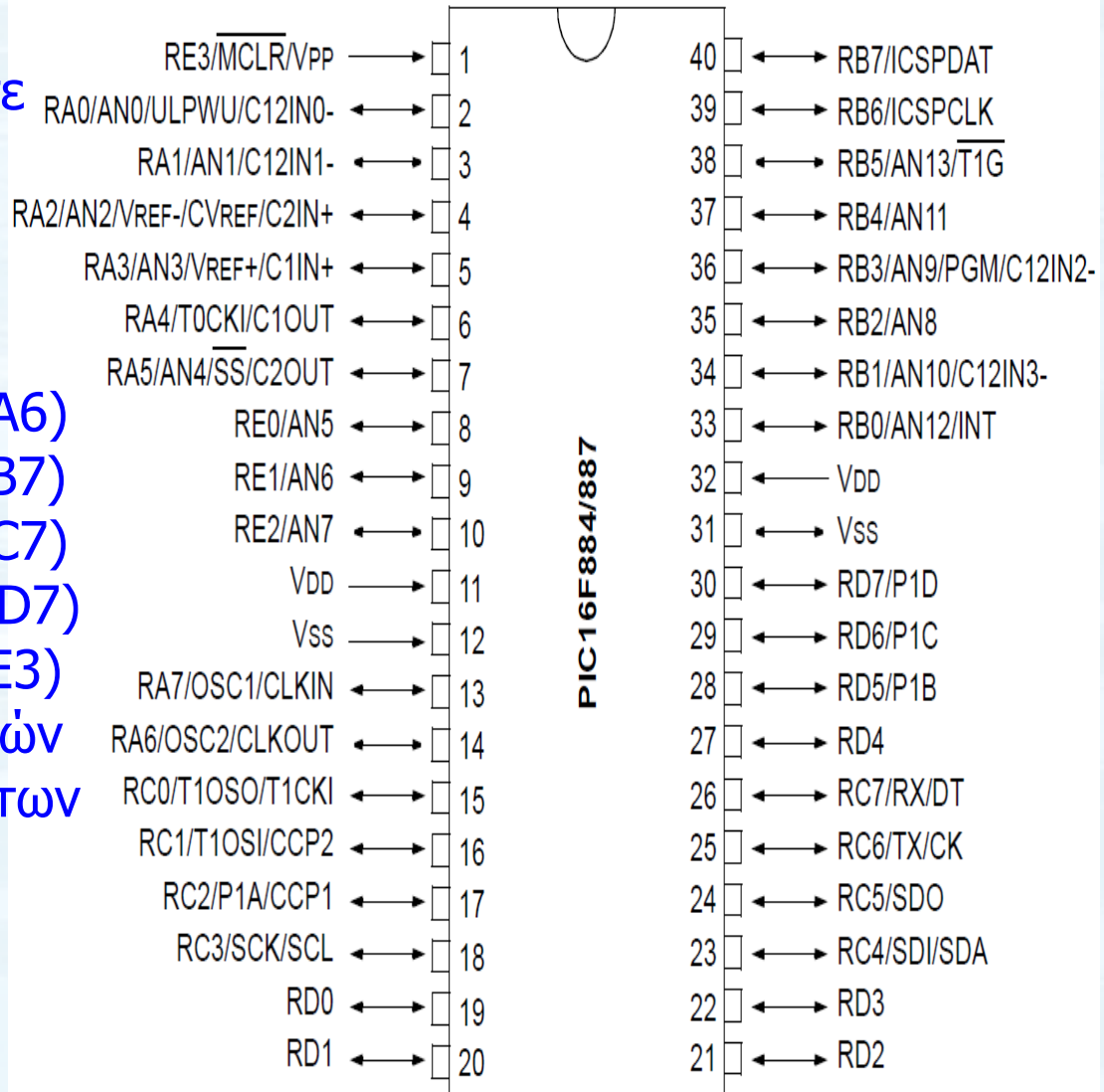
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΙΣΟΔΩΝ/ΕΞΟΔΩΝ

Ο PIC16F887 διαθέτει πέντε θύρες εισόδου εξόδου για επικοινωνία με εξωτερικές συσκευές.

Οι θύρες αυτές είναι:

- Θύρα A: 6 bit (RA0 ως RA6)
- Θύρα B: 8 bit (RB0 ως RB7)
- Θύρα C: 8 bit (RC0 ως RC7)
- Θύρα D: 8 bit (RD0 ως RD7)
- Θύρα E: 4 bit (RE0 ως RE3)

Στους ακροδέκτες των θυρών πολυπλέκονται τα σήματα των διάφορων περιφερειακών κυκλωμάτων του μικροελεγκτή.



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΙΣΟΔΩΝ/ΕΞΟΔΩΝ

Κάθε θύρα διαχειρίζεται από δύο καταχωρητές.

Η θύρα A διαχειρίζεται από τους καταχωρητές TRISA και PORTA.

Η θύρα B διαχειρίζεται από τους καταχωρητές TRISB και PORTB.

Η θύρα C διαχειρίζεται από τους καταχωρητές TRISC και PORTC.

Η θύρα D διαχειρίζεται από τους καταχωρητές TRISD και PORTD.

Η θύρα E διαχειρίζεται από τους καταχωρητές TRISE και PORTE.

Κάθε καταχωρητής TRIS_x και PORT_x (x=A, B, C, D, E) έχει εύρος τόσα bit όσους ακροδέκτες έχει η αντίστοιχη θύρα.

Ο κάθε καταχωρητής TRIS_x καθορίζει τον κάθε ακροδέκτη της αντίστοιχης θύρας αν θα αποτελεί ψηφιακή είσοδο ή ψηφιακή έξοδο.

Δηλαδή, **αν ένα bit του TRIS_x είναι '0' τότε ο αντίστοιχος ακροδέκτης της θύρας x αποτελεί ψηφιακή έξοδο. Αν ένα bit του TRIS_x είναι '1' τότε ο αντίστοιχος ακροδέκτης της θύρας x αποτελεί ψηφιακή είσοδο.**

Για παράδειγμα αν TRISB=b'00110011' τότε αυτό σημαίνει ότι:

RB0: είσοδος, RB1: είσοδος, RB2: έξοδος, RB3: έξοδος

RB4: είσοδος, RB5: είσοδος, RB6: έξοδος, RB7: έξοδος

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΙΣΟΔΩΝ/ΕΞΟΔΩΝ

Ο κάθε καταχωρητής PORTx (x=A, B, C, D, E) καθορίζει τον κάθε ακροδέκτη της αντίστοιχης θύρας αν θα βρίσκεται στο λογικό '0' ή στο λογικό '1' για την περίπτωση που ο αντίστοιχος καταχωρητής TRISx έχει ορίσει τον ακροδέκτη ως έξοδο. **Δηλαδή αν ένα bit του PORTx είναι '0' τότε ο αντίστοιχος ακροδέκτης της θύρας x θα είναι στο λογικό '0' (γείωση) στην περίπτωση που το αντίστοιχο bit του καταχωρητή TRISx είναι ρυθμισμένο στο λογικό '0'. Αν ένα bit του PORTx είναι '1' τότε ο αντίστοιχος ακροδέκτης της θύρας x θα είναι στο λογικό '1' (τάση τροφοδοσίας) στην περίπτωση που το αντίστοιχο bit του καταχωρητή TRISx είναι ρυθμισμένο στο λογικό '0'.**

Για παράδειγμα αν TRISB=b'00000000' και PORTB=b'11110000' τότε αυτό σημαίνει ότι όλοι οι ακροδέκτες της θύρας PORTB είναι έξοδοι και:

RB0='0', RB1='0', RB2='0', RB3='0',
RB4='1', RB5='1', RB6='1', RB7='1'

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ Ι/Ο

1. Να καθορίσετε τους 8 ακροδέκτες της θύρας D του PIC16F887 ως εξόδους και να οδηγήσετε τους RD0, RD3, RD5 και RD7 στο λογικό '1' ενώ τους υπόλοιπους στο λογικό '0'.

Στη συνέχεια να οδηγήσετε τον ακροδέκτη RD0 στο λογικό '0' και τον RD1 στο λογικό '1'.

```
bsf STATUS, RP0 ; RP0 <= '1'
bcf STATUS, RP1 ; RP1 <= '0'
; Ρυθμίσαμε τα Bank bits να δείχνουν στην Bank1
; αφού θέλουμε να κάνουμε προσπέλαση στον TRISD
clrfs TRISD ; TRISD <= b'00000000' (όλοι έξοδοι)
bcf STATUS, RP0 ; RP0 <= '0'
; Ρυθμίσαμε τα Bank bits να δείχνουν στην Bank0
; αφού θέλουμε να κάνουμε προσπέλαση στον PORTD
movlw b'10101001';
movwf PORTD ; PORTD <= b'10101001'
bcf PORTD, RD0 ; RD0 <= '0' (PORTD <= b'10101000')
bsf PORTD, RD1 ; RD1 <= '1' (PORTD <= b'10101010')
```

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ Ι/Ο

2. Να καθορίσετε τους ακροδέκτες RC0, RC1, RC2 και RC3 ως εξόδους και να τους οδηγήσετε στο λογικό '1'. Οι ακροδέκτες RC4, RC5, RC6 και RC7 δεν γνωρίζουμε αν αποτελούν εισόδους ή εξόδους οπότε σε κάθε περίπτωση να μην αλλοιωθεί η κατάστασή τους.

1ος τρόπος:

```
bsf STATUS,RP0
bcf STATUS,RP1 ; Bank1 για προσπέλαση στον TRISC
movlw b'11110000'
andwf TRISC,f ; TRISC <= b'UUUU0000',U:Unchanged
bcf STATUS,RP0 ; Bank0 για προσπέλαση στον PORTC
movlw b'00001111'
iorwf PORTC,f ; PORTC <= b'UUUU1111',U:Unchanged
```

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ I/O

2ος τρόπος:

```
bsf STATUS,RP0
bcf STATUS,RP1 ; Bank1 για προσπέλαση στον TRISC
bcf TRISC,RC0 ; TRISC <= b'UUUUUUU0'
bcf TRISC,RC1 ; TRISC <= b'UUUUUU00'
bcf TRISC,RC2 ; TRISC <= b'UUUUU000'
bcf TRISC,RC3 ; TRISC <= b'UUUU0000'
bcf STATUS,RP0 ; Bank0 για προσπέλαση στον PORTC
bsf PORTC,RC0 ; RC0<=0, PORTC <= b'UUUUUUU1'
bsf PORTC,RC1 ; RC1<=0, PORTC <= b'UUUUUU11'
bsf PORTC,RC2 ; RC2<=0, PORTC <= b'UUUUU111'
bsf PORTC,RC3 ; RC3<=0, PORTC <= b'UUUU1111'
```

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ I/O

3. Να καθορίσετε τον ακροδέκτη RD7 ως ψηφιακή είσοδο και τον ακροδέκτη RD0 ως ψηφιακή έξοδο. Αν στην είσοδο RD7 συνδέεται σήμα που την οδηγεί στο λογικό '0' τότε το RD0 να οδηγηθεί επίσης στο λογικό '0'. Αν στην είσοδο RD7 συνδέεται σήμα που την οδηγεί στο λογικό '1' τότε το RD0 να οδηγηθεί επίσης στο λογικό '1'.

```
bsf STATUS,RP0
```

```
bcf STATUS,RP1 ; Bank1
```

```
bsf TRISD,RD7 ;TRISD<=b'1UUUUUUU',U: Unchanged
```

```
bcf TRISD,RD0 ;TRISD<=b'1UUUUUU0',U: Unchanged
```

```
bcf STATUS,RP0 ; Bank0
```

LOOP

```
btsss PORTD,7 ; Αν RD7=1 παράκαμψη επόμεν.εντολής
```

```
bcf PORTD,0 ;PORTD<=b'0XXXXXX0',X: Unknown
```

```
btssc PORTD,7 ; Αν RD7=0 παράκαμψη επόμεν.εντολής
```

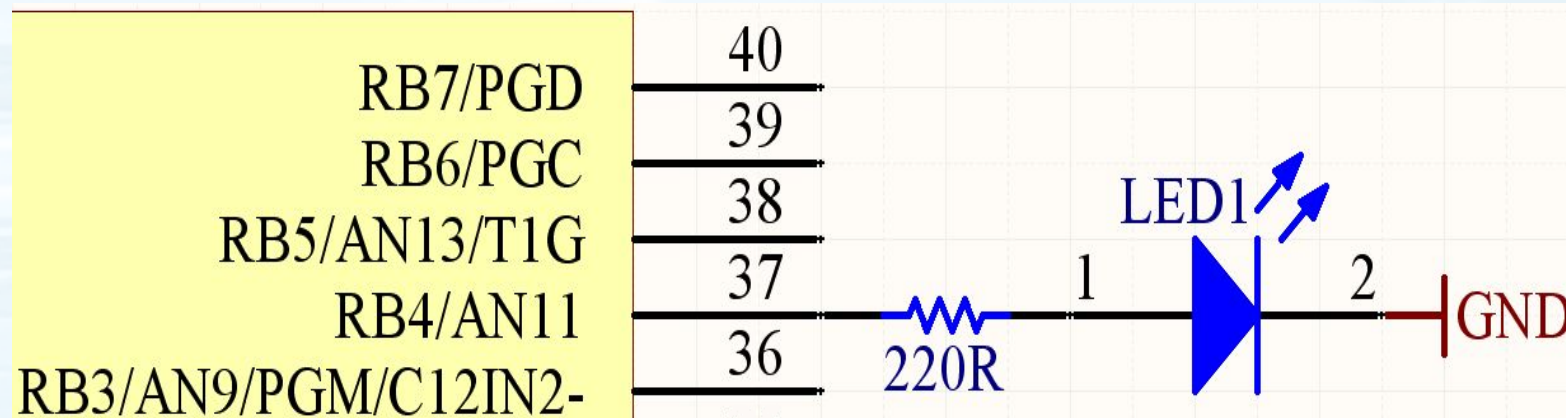
```
bsf PORTD,0 ;PORTD<=b'1XXXXXX1',X: Unknown
```

```
goto LOOP
```

ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΕΞΟΔΩΝ

Οι ψηφιακές έξοδοι του μικροελεγκτή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουμε εντολές εκκίνησης/παύσης, για να πραγματοποιήσουμε επικοινωνία με άλλες συσκευές, για να δημιουργήσουμε σήματα ελέγχου κλπ. Οπτικά μπορούμε να δούμε την κατάσταση μιας εξόδου αν συνδέσουμε μια δίοδο LED. Όταν RB4='0' τότε $I_{LED} = 0A$ (η δίοδος LED δεν εκπέμπει φως). Όταν RB4='1' τότε η δίοδος εκπέμπει φως και το ρεύμα είναι:

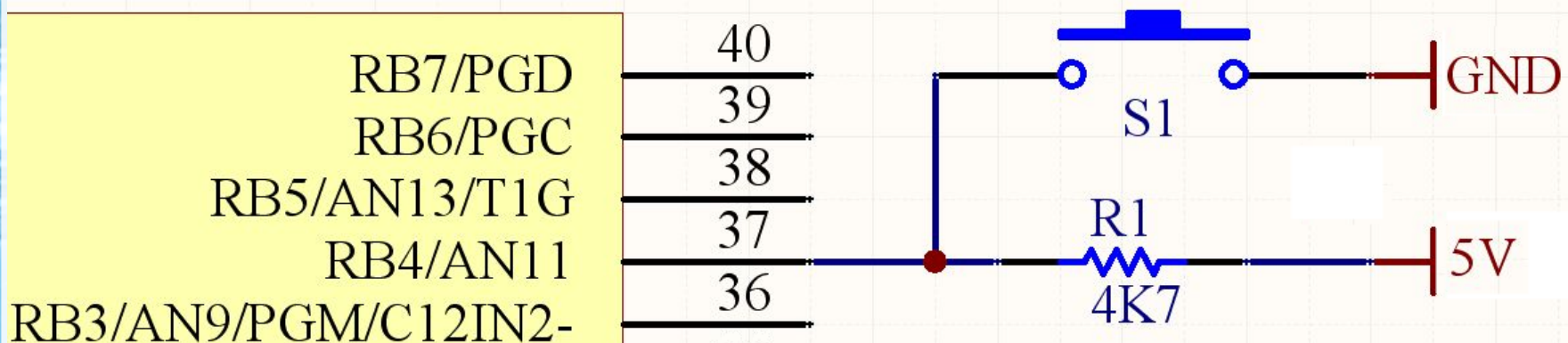
$$I_{LED} = \frac{5V - V_{f,LED}}{220\Omega} = \frac{5V - 1.2V}{220\Omega} \approx 17mA$$



ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΕΙΣΟΔΩΝ

Οι ψηφιακές εισοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουμε εξωτερικά κάποιες εντολές στο μικροελεγκτή. Μια εξωτερική εντολή μπορεί να δοθεί με τη χρησιμοποίηση ενός διακόπτη τύπου push-button.

Όταν ο διακόπτης S1 είναι πατημένος τότε εμφανίζεται δυναμικό γείωσης στον ακροδέκτη RB4 οπότε οποιαδήποτε ανάγνωση θα δίνει ως αποτέλεσμα λογικό '0'. Όταν ο διακόπτης S1 δεν είναι πατημένος τότε επειδή ο ακροδέκτης εισόδου παρουσιάζει μεγάλη σύνθετη αντίσταση θα εμφανίζεται στο RB4 το δυναμικό των 5V οπότε οποιαδήποτε ανάγνωση θα δίνει ως αποτέλεσμα λογικό '1'.



ΚΥΚΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ

Το παρακάτω κύκλωμα υλοποιεί το 3ο παράδειγμα κώδικα για τη διαχείριση εισόδων/εξόδων. Στον ακροδέκτη RD7 συνδέεται ο διακόπτης S1 για ανάγνωση ψηφιακής εισόδου. Στον ακροδέκτη RD0 συνδέεται η δίοδος LED1 για οπτικό έλεγχο της ψηφιακής εξόδου.

Ο ακροδέκτης RE3 χρησιμοποιείται ως Master Clear (MCLR) και έχει τοποθετηθεί μια pull-up αντίσταση και ένας διακόπτης. Πατώντας το διακόπτη έχουμε RESET ενώ αφήνοντάς τον έχουμε κανονική λειτουργία. Ο μικροελεγκτής για να λειτουργήσει επίσης χρειάζεται κάποιον ταλαντωτή χρονισμού. Εδώ δεν υπάρχει συνδεδεμένος εξωτερικός ταλαντωτής και χρησιμοποιείται ο εσωτερικός ταλαντωτής που διαθέτει ο PIC16F887.

