

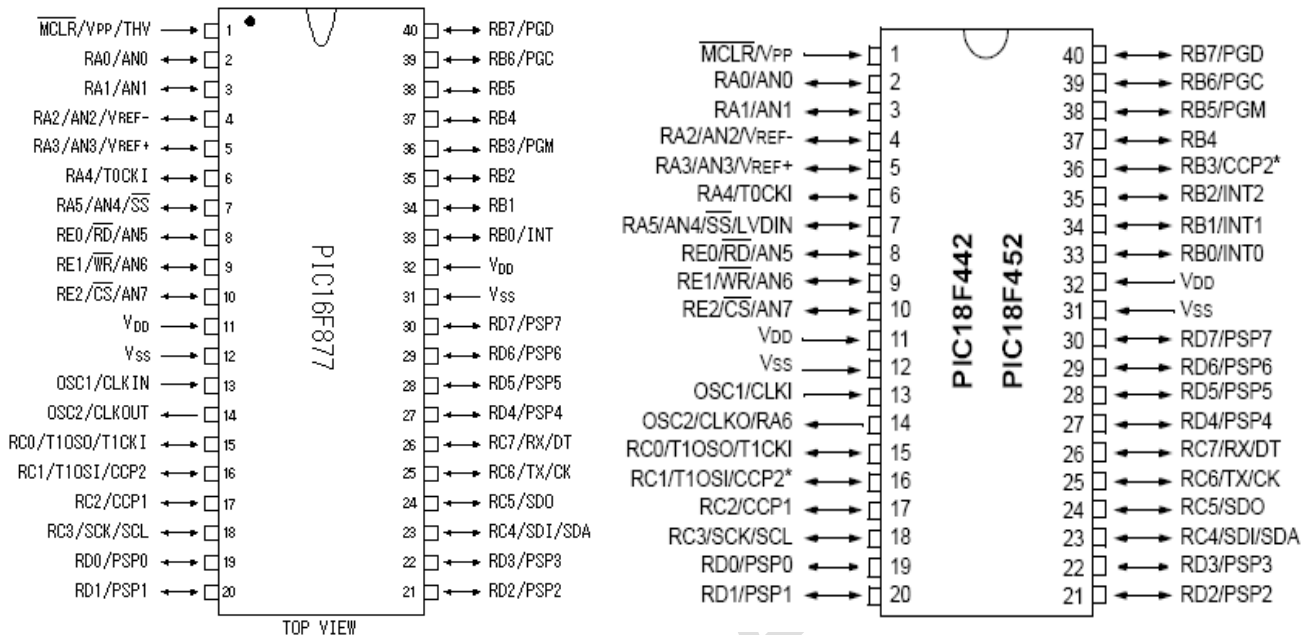
**Τομέας:** Ηλεκτρολογίας – Ηλεκτρονικής

**Εκπαιδευτικός:** Μπουλταδάκης Στέλιος  
Κασάμπαλης Στέλιος

**Μάθημα:** Μηχατρονική

**Αντικείμενο:** Η Αριθμητική των Μικροελεγκτών – Ψηφιακό ALARM

Στις παρακάτω φωτογραφίες δίνονται τα διαγράμματα των μικροελεγκτών PIC16F877 και PIC18F452 που χρησιμοποιούμε με την πλακέτα δοκιμών SE1001 στο εργαστήριο του Ε.Κ.



Στον παρακάτω Πίνακα δίνονται οι αντιστοιχίες ανάμεσα στο δυαδικό, δεκαδικό και δεκαεξαδικό. Όταν ένα ψηφίο X πάρει όλες τις δυνατές τιμές του, τότε ο αριθμός συμπληρώνεται με ένα νέο ψηφίο από αριστερά. Μόλις και το νέο ψηφίο πάρει όλες τις μορφές του, τότε χρησιμοποιείται και νέο ψηφίο και η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρις ότου ο αριθμός μπορεί να εκφράσει την αριθμητική ποσότητα που μας ενδιαφέρει.

Δυαδικό	Δεκαδικό	Δεκαεξαδικό
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010		A
1011		B
1100		C
1101		D
1110		E
1111		F

Για τις μετατροπές αριθμών ανάμεσα στα αριθμητικά συστήματα ισχύει ο παρακάτω κανόνας:

A) **μετατροπή από οποιοδήποτε αριθμητικό σύστημα στο δεκαδικό:** χρησιμοποιούμε τα αθροίσματα δυνάμεων όπου σαν βάση της δύναμης είναι η βάση του αρχικού αριθμητικού συστήματος και σαν εκθέτης η θέση του αντίστοιχου ψηφίου του αρχικού αριθμού.

**Δηλαδή:** για την μετατροπή του αριθμού  $1A_{16}$  δουλεύουμε ως εξής:

	$b_7$	$b_6$	$b_5$	$b_4$	$b_3$	$b_2$	$b_1$	$b_0$	Τιμή
	...	..	..	..	..	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>F</b>	<b><math>1A_{16}</math></b>
Δύναμη	0	0	0	0	0	$16^2$	$16^1$	$16^0$	<b><math>271_{10}</math></b>

Οπότε ο αντίστοιχος δεκαδικός αριθμός προκύπτει από το άθροισμα των δυνάμεων για κάθε ένα από τα ψηφία του αρχικού δεκαεξαδικού αριθμού

$$1 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 15(F) \times 16^0 = 271_{10}$$

Παρόμοια, για την μετατροπή του δυαδικού αριθμού 11100011 σε δεκαδικό δουλεύουμε όπως παρακάτω:

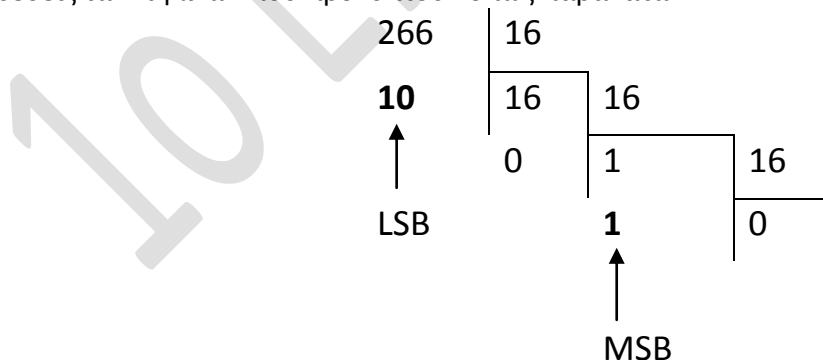
	$b_7$	$b_6$	$b_5$	$b_4$	$b_3$	$b_2$	$b_1$	$b_0$	Τιμή
	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b><math>1A_{16}</math></b>
Δύναμη	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	<b><math>227_{10}</math></b>

και ο αντίστοιχος δεκαδικός αριθμός είναι:

$$1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 227_{10}$$

B) **μετατροπή από δεκαδικό σε οποιοδήποτε αριθμητικό σύστημα:** εκτελούμε διαδοχικές διαιρέσεις με πηλίκο τη βάση του αριθμητικού συστήματος στο οποίο θέλουμε να καταλήξουμε. Κάθε νέα διαίρεση χρησιμοποιεί ως διαιρετέο το πηλίκο της προηγούμενης διαίρεσης. Παίρνουμε τα υπόλοιπα της κάθε διαίρεσης μέχρις και την διαίρεση που οδηγεί σε πηλίκο 0. Η σειρά των ψηφίων είναι η εξής: το πρώτο υπόλοιπο είναι το μικρότερης αξίας ψηφίο (LSB,  $b_0$ ) ενώ το τελευταίο υπόλοιπο (της διαίρεσης με πηλίκο 0) είναι το υψηλότερης αξίας ψηφίο (MSB,  $b_n$ ).

**Δηλαδή:** για την μετατροπή του αριθμού  $266_{10}$  δυαδικό σύστημα αρίθμησης εκτελούμε τις διαδοχικές διαιρέσεις των πηλίκων που προκύπτουν όπως παρακάτω:



Από τις παραπάνω διαιρέσεις βλέπουμε ότι το ψηφίο LSB είναι ο αριθμός 10 δηλαδή το A του δεκαεξαδικού και το ψηφίο MSB είναι ο αριθμός 1 δηλαδή το 1 του δεκαεξαδικού.

$$266_{10} = 10A_{16}$$

Στην περίπτωση του προγραμματισμού των μικροελεγκτών, συνηθέστερη περίπτωση είναι η μετατροπή από το δυαδικό κατευθείαν στο δεκαεξαδικό και αντίστροφα. Σε αυτή την περίπτωση φροντίζουμε ώστε ο δυαδικός αριθμός να έχει αριθμό ψηφίων πολλαπλάσιο του οκτώ (προσθέτοντας 0 στην αριστερή πλευρά του αριθμού) και χωρίζουμε τα δυαδικά ψηφία σε ομάδες των τεσσάρων bits. Κάθε ομάδα τεσσάρων ψηφίων ονομάζεται nibble. Για την αντιστοιχία ανάμεσα στα ψηφία του δεκαεξαδικού αριθμού και στην τετράδα δυαδικών ψηφίων χρησιμοποιούμε τον Πίνακα 2-1. Παρακάτω παρουσιάζονται τα περιεχόμενα του καταχωρητή PORTB σε δυαδική και δεκαεξαδική μορφή σύμφωνα με την αντιστοιχία του Πίνακα 1.

b <sub>7</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	1	1	0	0	0	1	1
E				3			
High nibble				Low nibble			

Ο δυαδικός αριθμός 11111111 αντιστοιχεί στον δεκαδικό αριθμό 255  
 Ο δυαδικός αριθμός 10000000 αντιστοιχεί στον δεκαδικό αριθμό 128

Μπορούμε να δοκιμάσουμε τις μετατροπές μεταξύ των αριθμητικών συστημάτων χρησιμοποιώντας είτε την εφαρμογή Αριθμομηχανή των Windows είτε το παράθυρο QConverter στο περιβάλλον προγραμματισμού των μικροελεγκτών PIC mikroC Pro όπως φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες.

