

**ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ**  
**ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΑΚΕΤΟΥ LEGO MINDSTORMS NXT**



**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο**

**Τεμάχια πακέτου Mindstorms NXT**

## **Πακέτο Lego Mindstorms NXT**

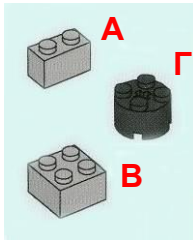
Το πακέτο Mindstorms NXT της Lego μπορεί να μοιάζει ως ένα ενδιαφέρον παιχνίδι αλλά στην πραγματικότητα είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ρομποτικής. Πρόκειται για ένα εξαιρετικό εργαλείο ρομποτικής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από σχολεία, πανεπιστήμια αλλά και χομπίστες. Με αυτό μπορείς να κατασκευάσεις από απλά ρομπότ μέχρι ότι πιο πολύπλοκο με μόνο περιορισμό τη φαντασία του καθενός.

*Το πακέτο Lego Mindstorm Robotics δίνει την ευκαιρία στους χρήστες του, να έχουν μια ανοικτού τύπου -βασισόμενη σε χειρονακτική εργασία- εμπειρία, και μία ρεαλιστική -βασισόμενη στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων- εξερεύνηση, συνδυάζοντας και τη διασκέδαση.*

## Τεμάχια του πακέτου Lego Mindstorms

Το πακέτο Mindstorms NXT της Lego αποτελείται από τα παρακάτω είδη τεμαχίων :

### 1. Τουβλάκια ( Bricks)



- A) 1x2 τουβλάκι .
- B) 2x2 τουβλάκι
- Γ) 2x2 στρογγυλό τουβλάκι

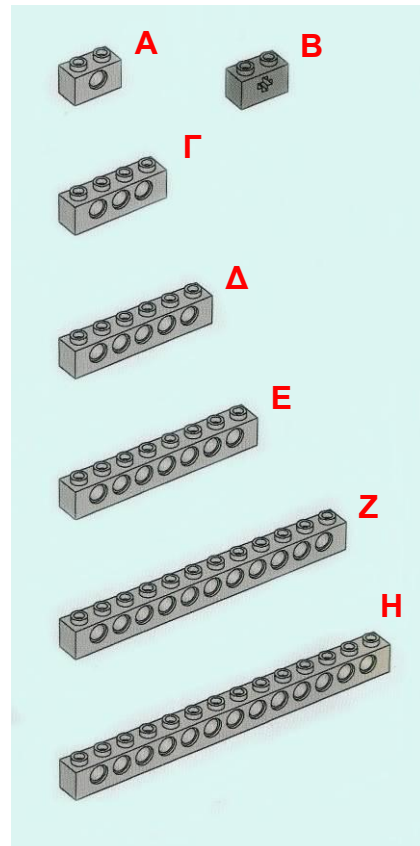
Τα τουβλάκια της Lego είναι γνωστά σε όλους μας. Τα συναντάμε σε διάφορα χρώματα και διαστάσεις. Για να τα ξεχωρίζουμε μεταξύ τους, τα ονομάζουμε ανάλογα με τον αριθμό των εξογκωμάτων που περιέχουν κατά τις δύο διαστάσεις τους.

Την απόσταση ανάμεσα σε δύο εξογκώματα την ονομάζουμε “μήκος lego”.

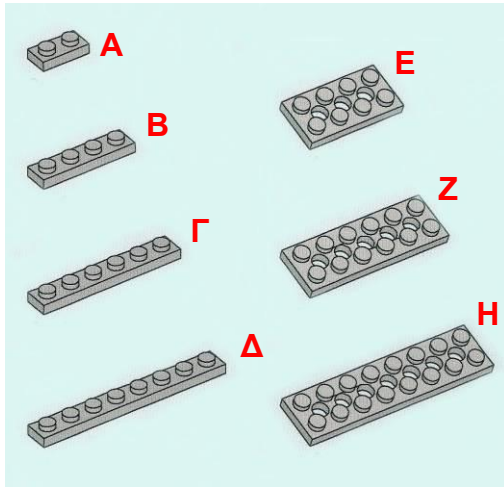
Εκτός από τα κλασικά τουβλάκια υπάρχουν και μερικοί άλλοι τύποι, όπως κυκλικά τουβλάκια και σφήνες.

Επίσης υπάρχουν και τα τουβλάκια δοκοί :

- A) 1x2 τουβλάκι δοκός
- B) 1x2 τουβλάκι με σπή +
- Γ) 1x4 τουβλάκι δοκός
- Δ) 1x6 τουβλάκι δοκός
- E) 1x8 τουβλάκι δοκός
- Z) 1x12 τουβλάκι δοκός
- H) 1x14 τουβλάκι δοκός



## 2. Πλακίδια (Plates)

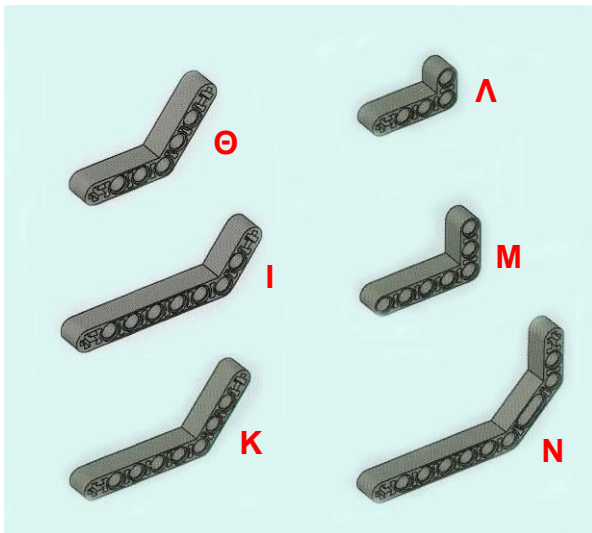
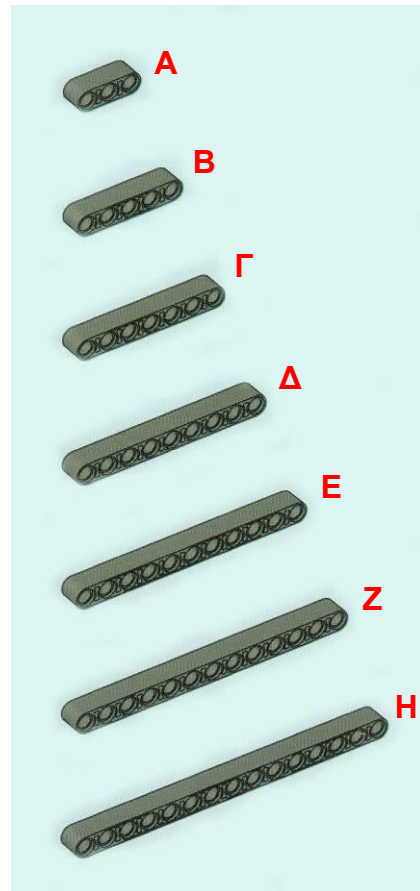


- A) 1x2 πλακίδιο
- B) 1x4 πλακίδιο
- Γ) 1x6 πλακίδιο
- Δ) 1x8 πλακίδιο
- E) 2x4 πλακίδιο με οπές
- Z) 2x6 πλακίδιο με οπές
- H) 2x8 πλακίδιο με οπές

Τα πλακίδια διαφέρουν από τα τουβλάκια στο πάχος. Το πάχος από ένα τουβλάκι είναι ίσο με το πάχος 3 πλακιδίων. Εκτός από τα κλασικά πλακίδια, υπάρχουν και πλακίδια με οπές, καθώς και ειδικά πλακίδια.

### 3. Δοκοί (Beams)

- A) δοκός 3 οπών
- B) δοκός 5 οπών
- Γ) δοκός 7 οπών
- Δ) δοκός 9 οπών
- E) δοκός 11 οπών
- Z) δοκός 13 οπών
- H) δοκός 15 οπών



- Θ) γωνιακή δοκός  $135^{\circ}$  4+3 οπών
- Ι) γωνιακή δοκός  $135^{\circ}$  7+2 οπών
- Κ) γωνιακή δοκός  $135^{\circ}$  6+3 οπών
- Λ) γωνιακή δοκός  $90^{\circ}$  4+1 οπών
- Μ) γωνιακή δοκός  $90^{\circ}$  5+2 οπών
- Ν) γωνιακή δοκός με 2 γωνίες

Οι δοκοί μαζί με τα τουβλάκια και τα πλακίδια αποτελούν τα δομικά στοιχεία μιας κατασκευής. Οι δοκοί διαθέτουν οπές ώστε να μπορούμε να στηρίξουμε μια σειρά από άξονες. Υπάρχουν σε μία μεγάλη ποικιλία μηκών, καθώς και ειδικοί δοκοί.

#### 4. Άξονες (Axles)



- A) #2 κόκκινος άξονας
- B) #3 άξονας
- Γ) #4 άξονας
- Δ) #5 άξονας
- E) #6 άξονας
- Z) #7 άξονας
- H) #8 άξονας
- Θ) #10 άξονας
- I) #12 άξονας
- K) #2 άξονας με καπακωτό άκρο
- Λ) #3 άξονας με καπακωτό άκρο

Οι άξονες χρησιμοποιούνται για να τοποθετήσουμε γρανάζια και ρόδες. Το μήκος τους το μετράμε σε μήκη lego. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία μηκών, από δύο μονάδες lego ως και 12 μονάδες.

Είναι σημαντικό να στηρίζουμε τους άξονες σε περισσότερα από ένα σημεία. Αυτό βοηθάει τον άξονα να γυρίζει με μεγαλύτερη ελευθερία και κάνει τη κατασκευή πιο στιβαρή.

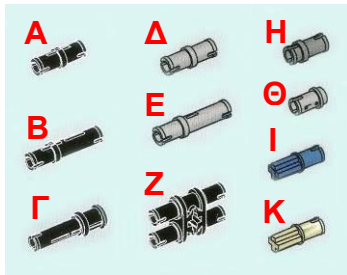
#### 5. Δακτύλιοι (Bushings)



- A) πλήρης δακτύλιος
- B) μισός δακτύλιος

Οι δακτύλιοι τοποθετούνται στο τέλος των αξόνων, για να τους συγκρατούν στη θέση τους.

## 6. Πιράκια (Pegs)



- Α) μαύρο πιράκι
- Β) μαύρο επεκταμένο πιράκι
- Γ) μαύρο πιράκι με κεφαλή για άξονα
- Δ) γκρι πιράκι
- Ε) γκρι επεκταμένο πιράκι
- Ζ) διπλό πιράκι
- Η) κοντό πιράκι
- Θ) πιράκι με καπακωτό άκρο
- Ι) μπλε πιράκι με άκρο άξονα
- Κ) λευκό πιράκι με άκρο άξονα

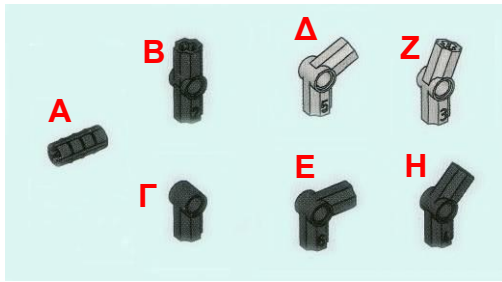
Τα πιράκια τοποθετούνται στις οπές των δοκών και συνδέουν δύο δοκούς μεταξύ τους.

Αν συνδέσουμε δύο δοκούς με ένα γκρι πιράκι, αυτοί μπορούν να περιστραφούν ελεύθερα. Έτσι μπορούμε να κατασκευάσουμε μια άρθρωση.

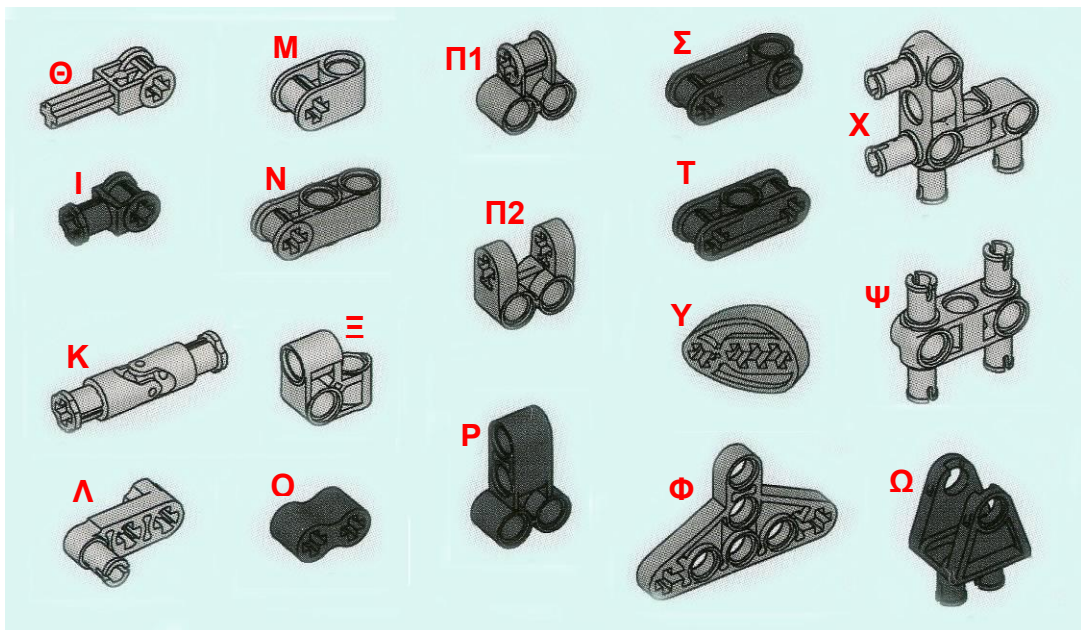
Αντίθετα το μαύρο πιράκι δεν επιτρέπει σε δύο δοκούς να περιστραφούν εύκολα. Το χρησιμοποιούμε όταν θέλουμε να συνδέσουμε τους δοκούς σταθερά μεταξύ τους. Το μαύρο πιράκι υπάρχει και σε διπλό μήκος από τη μία πλευρά του.



## 7. Σύνδεσμοι (Connectors)



- A1) μούφα
- A2) κύλινδρος
- B) ίσιος σύνδεσμος
- Γ) μισός σύνδεσμος
- Δ) σύνδεσμος 120°
- E) σύνδεσμος 90°
- Z) σύνδεσμος 150°
- H) σύνδεσμος 135°



- Θ) ταν άξονα αρσενικό – θηλυκό
- K) άρθρωση αξόνων
- M) ταν άξονα με πιράκι
- Ξ) γκρι ταν για 3 πιράκια
- Π1) ταν άξονα με 2 πιράκια σχήματος 'Τ'
- Π2) ταν άξονα με 2 πιράκια σχήματος 'Π'
- P) ταν με 4 πιράκια σχήματος 'Τ'
- T) ταν 2 αξόνων με πιράκι
- Φ) επίπεδος βραχίονας 'Τ'
- Ψ) δοκός με πιράκια
- I) ταν άξονα αρσενικό – αρσενικό
- Λ) μανιβέλα
- N) ταν άξονα με 2 πιράκια στη σειρά
- O) ελαστικός σύνδεσμος
- Σ) μακρύ ταν άξονα με πιράκι
- Υ) έκκεντρο
- X) γωνιακή δοκός με πιράκια
- Ω) κοτσαδόρος

Οι σύνδεσμοι μας δίνουν τη δυνατότητα να συνδέσουμε τους άξονες και τα πιράκια.

Χρησιμοποιώντας τους συνδέσμοι, σε συνδυασμό με τους άξονες και τα πιράκια, μπορούμε να κατασκευάσουμε μια ποικιλία από αρθρώσεις και συνδέσεις.



## 8. Ρόδες (Wheels)

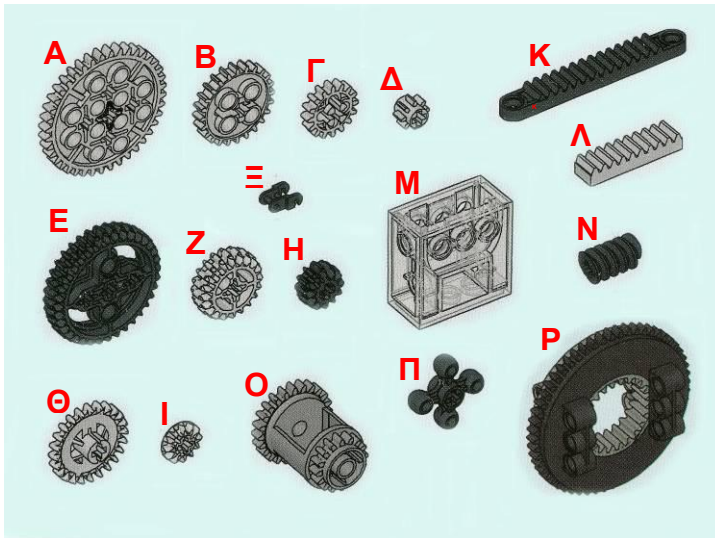


- A) μεγάλη άσπρη ζάντα και ρόδα
- B) μεσαία άσπρη ζάντα και ρόδες
- Γ) μικρή άσπρη ζάντα και ρόδα
- Δ) ζάντα τροχαλία και ρόδα
- E) ερπύστρια

Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία στο μέγεθος των ροδών.

Παρέχεται επίσης η δυνατότητα χρήσης ερπυστριών. Με τις ερπύστριες ένα ρομπότ παρόλο που δεν μπορεί να επιταχύνει εύκολα, μπορεί να κινηθεί πιο σταθερά ακόμη και σε ανώμαλο έδαφος. Επίσης σε αντίθεση με ένα ρομπότ που διαθέτει τέσσερις ρόδες με δυνατότητα των μπροστινών ροδών να στρίβουν, το ρομπότ με ερπύστριες μπορεί να εκτελεί τις στροφές πιο αποτελεσματικά (ακόμη και επιτόπου).

## 9. Γρανάζια (Gears)



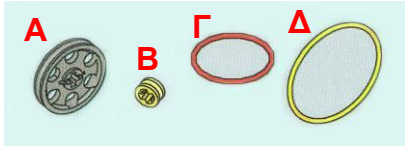
- A) 40 δοντιών γρανάζι
- B) 24 δοντιών γρανάζι
- Γ) 16 δοντιών γρανάζι
- Δ) 8 δοντιών γρανάζι
- E) 36 δοντιών χοντρό μαύρο γρανάζι
- Z) 20 δοντιών χοντρό γκρι γρανάζι
- H) 12 δοντιών χοντρό μαύρο γρανάζι
- Θ) 24 λοξών δοντιών γρανάζι
- I) 12 λοξών δοντιών γρανάζι
- K) μαύρος δοκός με 14 δόντια
- Λ) γκρι δοκός με 10 δόντια
- M) κιβώτιο κοχλιωτού γραναζιού
- N) κοχλιωτό γρανάζι
- Ξ) κρίκος καδένας
- O) διαφορικό
- Π) γρανάζι με 4 πτερύγια
- P) περιστροφικός δακτύλιος

Με τα γρανάζια μπορούμε να :

- μεταφέρουμε την κίνηση από ένα σημείο σε άλλο.
- αλλάξουμε την κατεύθυνση κίνησης ενός άξονα.
- να αλλάξουμε την ταχύτητα κίνησης και την ροπή σε έναν άξονα. (πχ να μειώσουμε την ταχύτητα κίνησης στο ρομπότ μας και ταυτόχρονα να του δώσουμε περισσότερη ισχύ).

Υπάρχει μια πολύ μεγάλη ποικιλία γραναζιών με τα οποία μπορούμε να υλοποιήσουμε διάφορες σύνθετες κατασκευές.

## 10. Ιμάντες και Τροχαλίες (Belts and Pulleys)



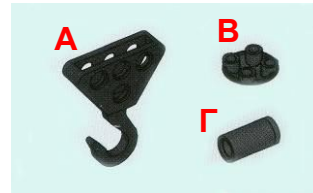
- A) μεσαία τροχαλία
- B) μισός δακτύλιος
- Γ) κόκκινος ιμάντας
- Δ) κίτρινος ιμάντας

Μπορούμε επίσης να μεταφέρουμε την κίνηση χρησιμοποιώντας ιμάντες με τροχαλίες στη θέση των γραναζιών, με τη διαφορά ότι όταν σημειωθεί κάποιο μπλοκάρισμα, οι ιμάντες σε αντίθεση με τα γρανάζια, επιτρέπουν την ολίσθηση ενός άξονα σε σχέση με έναν άλλο. Στα γρανάζια το μπλοκάρισμα ενός άξονα, μπλοκάρει και τους συνδεδεμένους σε αυτόν, άξονες.

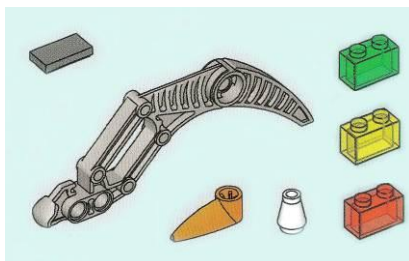
## 11. Διάφορα τεμάχια



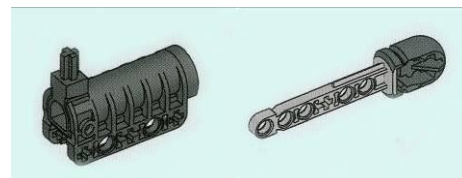
Βραχίονες με αρθρώσεις



- A) άγκιστρο
- B) ολισθητήρας
- Γ) κυλινδράκι

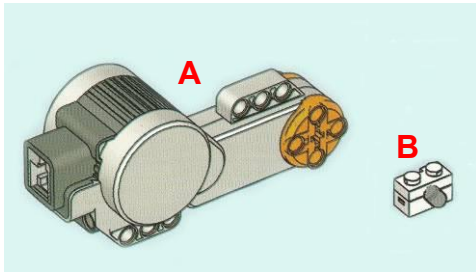


Διακοσμητικά τεμάχια



Κανόνι με βέλος

## 12. Κινητήρες και Λαμπτήρες (Motors and Lamps)

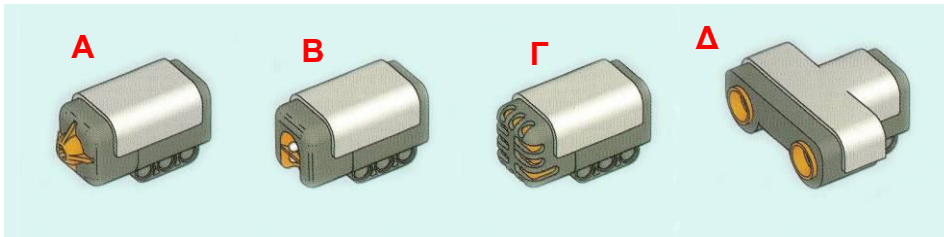


- A) κινητήρας
- B) λαμπτήρας

Οι κινητήρες δίνουν κίνηση στο ρομπότ μας.

## 13. Αισθητήρες (Sensors)

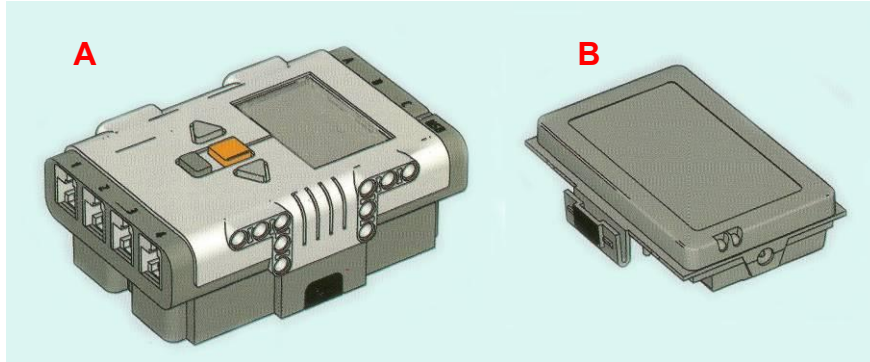
Οι αισθητήρες παρέχουν στο ρομπότ μας πληροφορίες για τον κόσμο που τους περιβάλλει.



- A) αισθητήρας αφής
- B) αισθητήρας φωτός
- Γ) αισθητήρας ήχου
- Δ) αισθητήρας υπερήχων

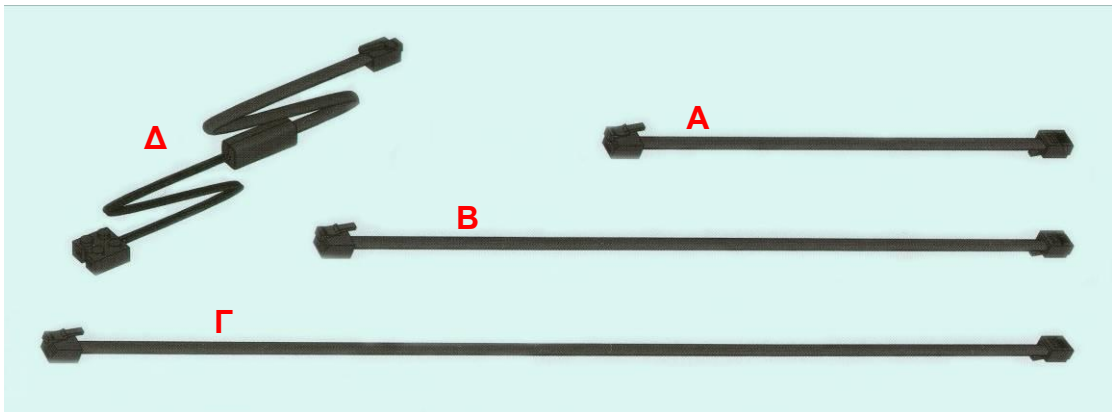
#### 14. Τούβλο ή μικροεπεξεργαστής NXT (NXT Brick)

Το τούβλο NXT αποτελεί το μυαλό του ρομπότ μας. Αποθηκεύει τα προγράμματα τα οποία διαβάζουν τα δεδομένα από τους αισθητήρες και δίνουν την κατάλληλη κίνηση στους κινητήρες.



- A) τούβλο NXT
- B) επαναφορτιζόμενη μπαταρία

#### 15. Καλώδια



- A) καλώδιο 20 cm
- B) καλώδιο 35 cm
- Γ) καλώδιο 45 cm
- Δ) καλώδιο προσαρμογής

Παρακάτω θα αναφερθούμε πιο αναλυτικά στα γρανάζια, τις τροχαλίες και τους μάντες, τους κινητήρες και τους αισθητήρες.

## Γρανάζια

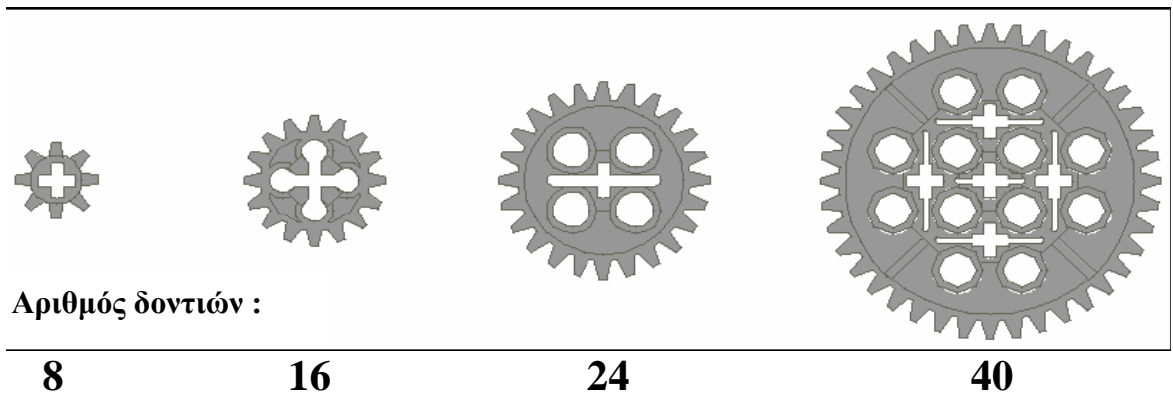
Τα γρανάζια όπως είδαμε χρησιμοποιούνται για να αλλάξουν την κατεύθυνση κίνησης, την ταχύτητα περιστροφής και την ροπή ενός κινητήρα.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε γρανάζια για να :

- Αυξήσουμε ή να μειώσουμε την ταχύτητα κίνησης ενός ρομπότ.
- Αυξήσουμε ή να μειώσουμε την ισχύ στην κίνηση ενός ρομπότ.

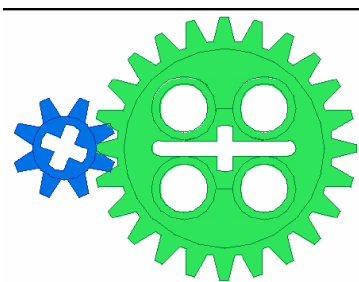
Υπάρχουν διάφοροι τύποι γραναζιών, με τους οποίους μπορούμε να πετύχουμε διάφορες υλοποιήσεις :

### 1. Γρανάζια με δόντια (Spur gears).



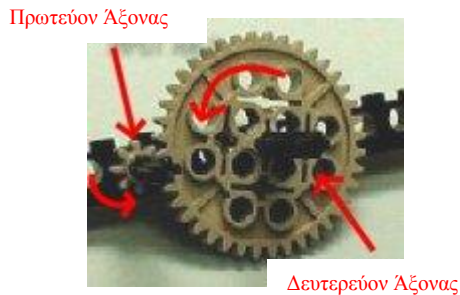
Πρόκειται για τα κλασικά γρανάζια.

**A.** Βάζοντας δύο γρανάζια στη σειρά, αντιστρέφουμε την φορά περιστροφής και μετατρέπουμε την ταχύτητα αντιστρόφως ανάλογα με το λόγο των γραναζιών και τη ροπή ανάλογα με το λόγο των γραναζιών.



### Λόγος γραναζιών (gear ratio):

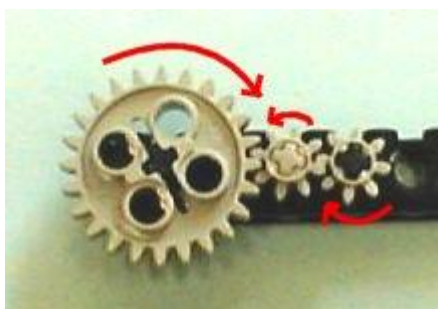
Για να υπολογίσουμε τη μετατροπή στην ταχύτητα περιστροφής δύο συνδεδεμένων μεταξύ τους γραναζιών - και αντίστοιχα στην δύναμη περιστροφής που ασκείται στους άξονες τους, δηλαδή στη ροπή τους - αρκεί να μετρήσουμε τον αριθμό των γραναζιών που διαθέτει κάθε ένα από τα γρανάζια αυτά, ως εξής :



Ας πάρουμε για παράδειγμα ένα γρανάζι με 8 δόντια το οποίο είναι συνδεδεμένο στον πρωτεύοντα άξονα, ο οποίος κινείται από έναν κινητήρα και ένα γρανάζι με 40 δόντια το οποίο είναι συνδεδεμένο στο δευτερεύοντα άξονα, στον οποίο έχουμε τοποθετήσει τις ρόδες μας. Ως **Λόγο Γραναζιών** ονομάζουμε το πηλίκο του αριθμού των δοντιών του γραναζιού στο δευτερεύοντα άξονα προς τον αριθμό των δοντιών του γραναζιού στον πρωτεύοντα άξονα. Στην περίπτωση μας ο λόγος των γραναζιών είναι 40:8 ή 5:1. Πρακτικά μπορούμε να πούμε ότι το γρανάζι στο δευτερεύοντα άξονα θα κάνει 1 πλήρη περιστροφή όταν το γρανάζι στον πρωτεύοντα άξονα συμπληρώσει 5 περιστροφές. Άρα έχουμε μείωση της ταχύτητας περιστροφής ανάλογη με τον λόγο των γραναζιών. Επίσης προκύπτει ότι έχουμε αύξηση της ροπής (της δύναμης δηλαδή που ασκείται για να περιστρέψει τους άξονες μας) ανάλογη με το λόγο γραναζιών. Ο δευτερεύοντα άξονας μας είναι λοιπόν 5 φορές πιο αργός από τον πρωτεύοντα αλλά και 5 φορές πιο ισχυρός.

Συμβουλή : Δεν είναι βολικό να συνδέουμε μία ρόδα κατευθείαν στον άξονα του κινητήρα επειδή έτσι θα έχουμε μεγάλη ταχύτητα περιστροφής με μικρή όμως ροπή. Συνηθίζεται να μεταδίδουμε την κίνηση από τον κινητήρα με συζευγμένα γρανάζια, τα οποία να μειώνουν την ταχύτητα περιστροφής.

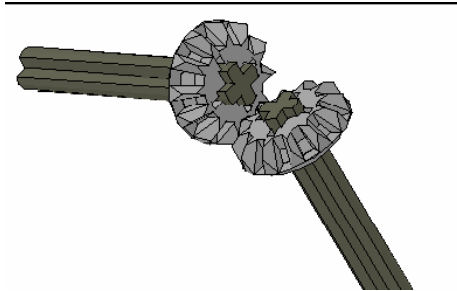
**B.** Βάζοντας ένα γρανάζι ανάμεσα σε δύο άλλα πετυχαίνουμε να κρατήσουμε την ίδια φορά περιστροφής ανάμεσα στο πρώτο γρανάζι και στο τρίτο. Η ταχύτητα περιστροφής και η ροπή σε αυτήν την περίπτωση, υπολογίζονται από το λόγο των γραναζιών ανάμεσα στο πρώτο και στο τρίτο γρανάζι. Το μεσαίο γρανάζι δηλαδή δεν παίζει κανέναν ρόλο στην αλλαγή της ταχύτητας και της ροπής, αλλά επηρεάζει μόνο τη φορά περιστροφής.



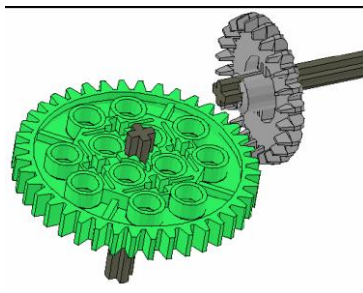
## 2. Γρανάζια με λοξά δόντια (*Bevel gears*).

Με τα γρανάζια αυτά μπορούμε να αλλάξουμε την κατεύθυνση της περιστροφής κατά 90°. Υπάρχουν δύο τύποι γραναζιών με λοξά δόντια :

**A.** 12 δοντιών, τα οποία μπορούν να συνδεθούν μόνο μεταξύ τους.

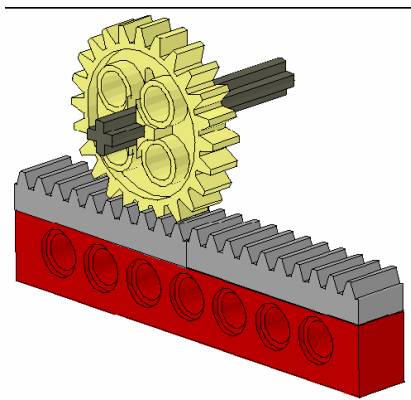


**B.** 24 δοντιών τα οποία ονομάζονται και γρανάζια κορώνες, και στα οποία μπορεί να συνδεθεί και ένα απλό γρανάζι.



## 3. Δοκός με δόντια (*Rack and Pinion*).

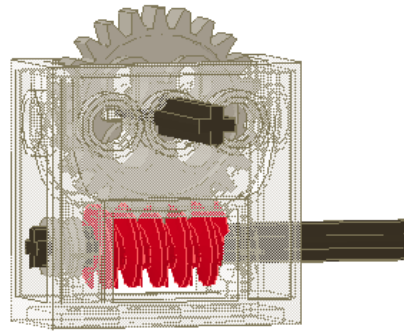
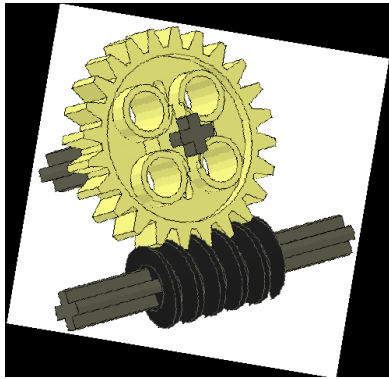
Σε συνδυασμό με ένα κλασικό γρανάζι - το οποίο για την περίπτωση αυτή το ονομάζουμε πηνίο (pinion) - μπορούμε να αλλάξουμε την κατεύθυνση της κίνησης από περιστροφική σε ευθύγραμμη και αντίστροφα.





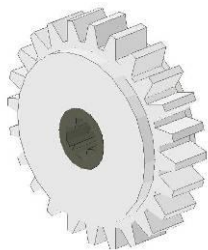
#### 4. Κοχλιωτό γρανάζι (*Worm gears*).

Μοιάζει με τις βίδες. Σε συνδυασμό με ένα κλασικό γρανάζι μπορούμε να αλλάξουμε την κατεύθυνση της περιστροφής κατά 90 °, (όπως και με τα γρανάζια με λοξά δόντια) αλλά με μία ιδιαιτερότητα. Το κοχλιωτό γρανάζι μπορεί να γυρίσει το κλασικό γρανάζι αλλά το αντίθετο είναι αδύνατο. Έτσι το κοχλιωτό γρανάζι είναι πάντα αυτό που δίνει την κίνηση.



#### 5. Γρανάζι με ολίσθηση (*Slip clutch*).

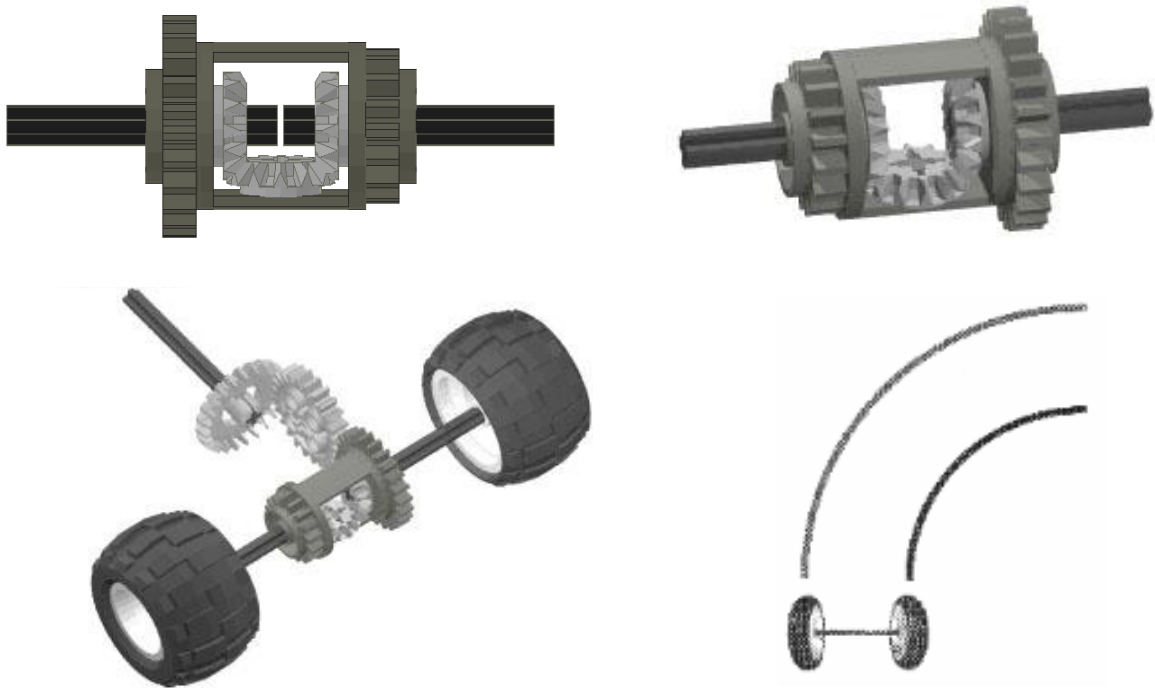
Πρόκειται για έναν ειδικό τύπο του κλασικού γραναζιού. Διαθέτει μία ιδιαιτερότητα : σε αντίθεση με ένα κλασικό γρανάζι, επιτρέπει την ολίσθηση του άξονα στον οποίο είναι συνδεδεμένο, όταν τα δόντια του μπλοκάρουν. Συμπεριφέρεται δηλαδή παρόμοια με μία τροχαλία με μάντα.



## Απλοί μηχανισμοί με γρανάζια :

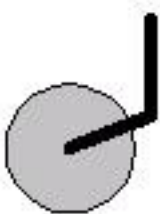
### 1. Διαφορικό (differential)

Τοποθετώντας ένα διαφορικό στο οποίο συνδέονται δύο άξονες, αντί να συνδέσουμε τους τροχούς μας πάνω στον ίδιο άξονα, πετυχαίνουμε μία σχετική ανεξαρτησία στην κίνηση των δύο τροχών, με αποτέλεσμα το όχημα – ρομπότ μας να στρίβει πιο ευέλικτα. Με το διαφορικό οι δύο άξονες περιστρέφονται με διαφορετική μεταξύ τους ταχύτητα, με τον περιορισμό ότι ο μέσος όρος των ταχυτήτων αυτών παραμένει πάντα σταθερός.

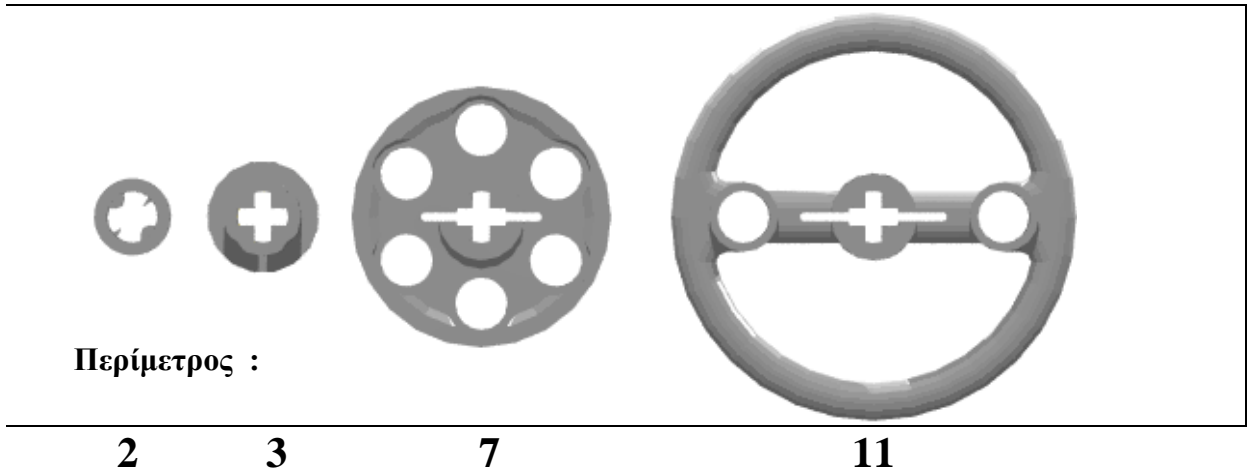


### 2. Σύστημα τροχού κάστερ (caster wheel)

Το σύστημα τροχού κάστερ, επιτρέπει το όχημα – ρομπότ μας να στρίβει χωρίς τη παραμικρή δυσκολία αφού οι ρόδες ακολουθούν πάντα την κατεύθυνση του οχήματος μας.



## Τροχαλίες και ιμάντες

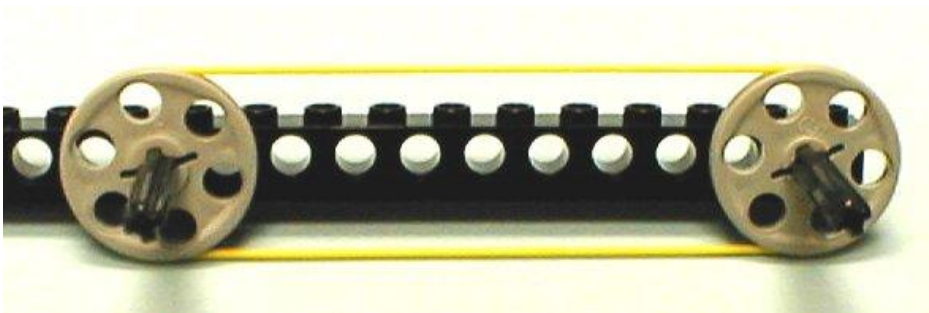


Όπως τα γρανάζια, με τον ίδιο τρόπο και οι ιμάντες με τροχαλίες χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν την κίνηση από ένα άξονα σε ένα άλλο. Υπάρχουν όμως σημαντικές διαφορές :

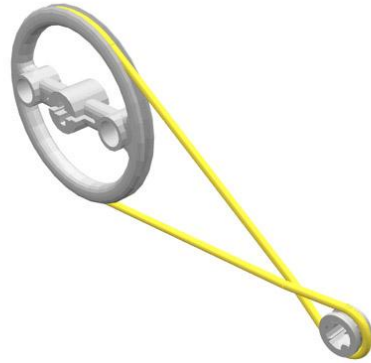
**α)** Στους ιμάντες με τροχαλίες διατηρείται η ίδια φορά περιστροφής.



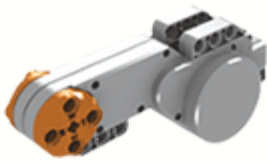
**β)** Οι ιμάντες δε μεταφέρουν πάντα όλη την ισχύ από τον ένα άξονα στον άλλο. Στην περίπτωση που ο δεύτερος άξονας ζοριστεί, ο ιμάντας αρχίζει να ολισθαίνει.



Και στην περίπτωση των τροχαλιών, με τον ίδιο τρόπο όπως και με τα γρανάζια, μπορούμε να υπολογίσουμε το λόγο μετατροπής της περιστροφικής ταχύτητας και της ροπής. Στην περίπτωση αυτή, αντί για τον αριθμό των δοντιών χρησιμοποιούμε την περίμετρο των τροχαλιών.



## Κινητήρες



Οι τρεις κινητήρες που μπορούν να συνδεθούν στο ρομπότ μας, του δίνουν τη δυνατότητα να κινείται. Αν μάλιστα σε μία ρομποτική κατασκευή η οποία κινείται με τη βοήθεια δύο κινητήρων χρησιμοποιήσουμε στο πρόγραμμα που θα δημιουργήσουμε, την εντολή Move, οι δύο κινητήρες θα συγχρονιστούν αυτόματα και το ρομπότ μας θα κινείται απολύτως σε ευθεία γραμμή.



## Αισθητήρες

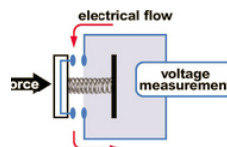
Οι αισθητήρες παίζουν καθοριστικό ρόλο σε ένα ρομπότ. Παρέχουν πληροφορίες στον επεξεργαστή του ρομπότ για το περιβάλλον, μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται αυτό. Στη συνέχεια ο επεξεργαστής του ρομπότ αποφασίζει τι θα κάνει, βασιζόμενος σε αυτές τις πληροφορίες και με βάση τις εντολές του προγράμματος που του έχουν δοθεί. Στο πακέτο Lego Mindstorms συναντάμε 5 τύπους αισθητήρων :

### 1. Αισθητήρας αφής



Ο αισθητήρας αφής δίνει την δυνατότητα στο ρομπότ μας να αποκτήσει την αίσθηση της αφής. Με τον αισθητήρα αφής το ρομπότ μας είναι σε θέση να αντιληφθεί πότε έχει έρθει σε επαφή ή σταμάτησε να έχει επαφή με κάποιο αντικείμενο από το πλησίον περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται. Ο αισθητήρας αφής ανιχνεύει πότε πιέζεται από κάτι και πότε απελευθερώνεται πάλι. Ο νέος αισθητήρας αφής διαθέτει πιο μεγάλο πλήκτρο σε σύγκριση με αυτόν της σειράς RCX, οπότε συνήθως δε θα χρειαστεί να κατασκευαστεί κάποια διάταξη προέκτασης. Επιπρόσθετα διαθέτει και μία υποδοχή για άξονα στο κέντρο του πλήκτρου η οποία μας δίνει τη δυνατότητα να κατασκευάσουμε μία προέκταση με ευκολία.

Τόσο ο καινούριος όσο και ο προϋπάρχον αισθητήρας αφής στηρίζουν τη λειτουργία τους με τον ίδιο τρόπο : Με το πάτημα του πλήκτρου κλείνει ένα κύκλωμα και διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα ενώ με την απελευθέρωση του πλήκτρου το κύκλωμα ανοίγει.



### Παραδείγματα χρήσης του



Ο αισθητήρα αφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χειριστήριο για να δίνουμε εντολές ελέγχου στο ρομπότ μας. Μπορεί δηλαδή, να χρησιμοποιηθεί ως διακόπτης για τον έλεγχο μίας διαδικασίας ώστε αν τον πατήσουμε χειροκίνητα, το ρομπότ μας να εκτελέσει ένα συγκεκριμένο σύνολο εντολών. Για παράδειγμα να κάνουμε το ρομπότ μας να κινηθεί, να μιλήσει κτλ.

Ένα κινούμενο όχημα ρομπότ μπορεί να αντιληφθεί πότε συγκρούεται με κάποιο εμπόδιο και να εκτελεί τις κατάλληλες εντολές ώστε να μπορεί να το παρακάμψει.

Μία ρομποτική κατασκευή εφοδιασμένη με ένα ρομποτικό βραχίονα ο οποίος είναι εξοπλισμένος με έναν αισθητήρα αφής στο εσωτερικό του, μπορεί να αντιληφθεί πότε υπάρχει κάποιο αντικείμενο εντός του βραχίονα ώστε να τον κλείσει για να γραπώσει επιτυχώς το αντικείμενο αυτό.

## 2. Αισθητήρας φωτός



Ο αισθητήρας φωτός είναι ένας από τους δύο αισθητήρες που δίνουν τη δυνατότητα στο ρομπότ μας να αποκτήσει μερικώς την αίσθηση της όρασης (Ο άλλος είναι ο αισθητήρας υπερήχων). Με τον αισθητήρα φωτός το ρομπότ μας είναι σε θέση να ξεχωρίσει τις καταστάσεις ανάμεσα στο φως και το σκοτάδι, στο πλησίον περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται. Ο νέος αισθητήρας φωτός είναι μία βελτιωμένη έκδοση από αυτόν της σειράς RCX : διαθέτει μεγαλύτερη ευαισθησία και επιτρέπει πιο ακριβείς μετρήσεις στη κλίμακα του 0 (καθόλου φως) ως 100 (πολύ έντονο φως). Μπορεί επιπρόσθετα να λειτουργήσει με δύο τρόπους : μπορούμε να επιλέξουμε αν θα ενεργοποιηθεί ή όχι η λυχνία υπέρυθρης ακτινοβολίας που διαθέτει αυτός. Έτσι όταν η παραπάνω λυχνία είναι κλειστή το ρομπότ μας μπορεί να αντιληφθεί τη ένταση του φωτός σε ένα δωμάτιο ενώ στη περίπτωση που είναι ενεργοποιημένη μπορεί να μετρήσει τη ένταση του φωτός που αντανακλάται από μία χρωματιστή επιφάνεια.

Τη ένταση του φωτός μας την εμφανίζει για λόγους ευκολίας σε ποσοστό μιας ελάχιστης και μιας μέγιστης στάθμης οι οποίες μπορούν να καθοριστούν και από εμάς. Όσο μικρότερο είναι αυτό το ποσοστό, τόσο μικρότερη είναι και η φωτεινότητα του μετρούμενου φωτός.



Έτσι αντιλαμβάνεται τα παραπάνω χρώματα ένα ρομπότ που χρησιμοποιεί τον αισθητήρα φωτός.

### Παραδείγματα χρήσης του

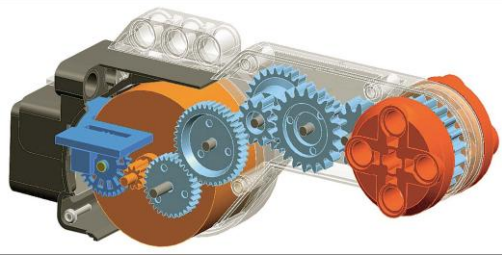


Με έναν αισθητήρα φωτός μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα σύστημα συναγερμού. Όταν κάποιος ανάψει το φως στο δωμάτιο το ρομπότ μας να μπορεί να ενεργεί κατάλληλα για να αποτρέψει το διαρρήκτη.

Ένα κινούμενο όχημα ρομπότ μπορεί να ακολουθεί μία γραμμή χαραγμένη στο πάτωμα με διαφορετικό χρώμα από αυτό.

Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε τον αισθητήρα φωτός για να βάλουμε ένα ρομπότ να ταξινομήσει διάφορα αντικείμενα ως προς το χρώμα τους.

### **3. Αισθητήρας περιστροφής (Ενσωματωμένος στον κινητήρα)**



Σε αντίθεση με τη προηγούμενη σειρά RCX, η σειρά NXT της Lego δεν περιλαμβάνει ξεχωριστούς αισθητήρες περιστροφής. Στη σειρά NXT, οι νέοι κινητήρες με τους οποίους έρχεται εφοδιασμένη, περιλαμβάνουν έναν ενσωματωμένο αισθητήρα περιστροφής, οποίος μπορεί να πληροφορήσει το μικροεπεξεργαστή NXT ανά πάσα στιγμή, για τη θέση στη οποία έχει περιστραφεί ένας κινητήρας. Πρόκειται δηλαδή για υλοποιήσεις σερβομηχανισμού. Από τις θύρες αυτές A, B και C λοιπόν, σε αντίθεση με το τούβλο RCX της προηγούμενης γενιάς Lego, μπορούμε με τη χρήση των ενσωματωμένων αισθητήρων περιστροφής να πάρουμε πληροφορίες για τη τρέχουσα θέση περιστροφής των κινητήρων.

Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να μετρήσουν τη περιστροφή του κινητήρα σε μοίρες (degrees) ή πλήρεις περιστροφές (μία πλήρη περιστροφή αντιστοιχεί σε 360ο) με ακρίβεια +/- 1 μοίρα. Αυτός είναι και ο λόγος που τώρα στη νέα σειρά NXT μπορούμε να έχουμε πολλαπλές επιλογές στην ταχύτητα περιστροφής (επίπεδο ισχύος) του κινητήρα.

Σημείωση : Σε περίπτωση που χρειαζόμαστε κάποιον αυτόνομο αισθητήρα περιστροφής, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτούς της σειράς RCX συνδέοντας τους στο τούβλο NXT με το καλώδιο προσαρμογής (converter cable) που περιλαμβάνεται στο πακέτο.

#### 4. Αισθητήρας ήχου



Ο αισθητήρας ήχου δίνει την δυνατότητα στο ρομπότ μας να αποκτήσει μερικώς την αίσθησης της ακοής. Ο αισθητήρας ήχου ανιχνεύει την στάθμη ενός ήχου (την πίεση που δημιουργείται στον αέρα από ένα ηχητικό κύμα). Ο αισθητήρας αυτός μπορεί να διακρίνει τη στάθμη ενός ηχητικού κύματος είτε σε ντεσιμπέλ (dB) είτε σε προσαρμοσμένα ντεσιμπέλ (dBA).

Στο σύστημα μέτρησης ήχου dBA η στάθμη του ήχου μετριέται λαμβάνοντας υπόψη και τις συχνότητες στις οποίες παράγεται αυτός και προσαρμόζοντας την σύμφωνα την ευαισθησία του αυτιού μας στις διάφορες συχνότητες αυτές. Πρόκειται για τους ήχους, όπως τους αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί. Από την άλλη στο σύστημα μέτρησης ήχου dB η στάθμη του ήχου μετριέται αντικειμενικά χωρίς να παίρνουμε υπόψη την ευαισθησία του ανθρώπινου αυτιού. Έτσι στην περίπτωση αυτή το ρομπότ μας μπορεί να αντιληφθεί και ήχους με χαμηλές ή υψηλές συχνότητες που εμείς οι άνθρωποι δε μπορούμε να ακούσουμε.

Ο αισθητήρας ήχου μπορεί να μετρήσει μία ηχητική πίεση μέχρι και της τάξης των 90dB, ως ποσοστό μιας ελάχιστης και μιας μέγιστης στάθμης οι οποίες μπορούν να καθοριστούν και από εμάς. Όσο μικρότερο είναι αυτό το ποσοστό, τόσο μικρότερη είναι και η ένταση του μετρούμενου ήχου.

##### Ενδεικτικά :

Ο θόρυβος που δημιουργείται σε ένα ήσυχο καθιστικό είναι της τάξης του 4-5 %

Ένας άνθρωπος που μιλά από κάποια απόσταση 5-10%

Η κανονική συνομιλία κοντά στον αισθητήρα ή μουσική σε κανονική στάθμη 10-30%

Άνθρωποι που φωνάζουν ή μουσική σε δυνατή ένταση 30-100%

##### Παραδείγματα χρήσης του



Ο αισθητήρας ήχου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διακόπτης για τον έλεγχο μίας διαδικασίας ώστε πχ αν η ένταση του ήχου αυξηθεί πάνω από ένα επίπεδο, το ρομπότ μας να εκτελέσει ένα συγκεκριμένο σύνολο εντολών.

Με τον αισθητήρα ήχου υπάρχει η δυνατότητα το ρομπότ μας να αναγνωρίζει συγκεκριμένα ηχητικά μοτίβα πχ να ξεχωρίζει το ένα κτύπημα των χεριών από δύο συνεχόμενα καθώς επίσης και συγκεκριμένους ηχητικούς τόνους πχ μπάσα από πρίμα. Για να το πετύχουμε αυτό θα πρέπει να τοποθετήσουμε μία σειρά από εντολές αναμονής για ήχο.



## 5. Αισθητήρας Υπερήχων

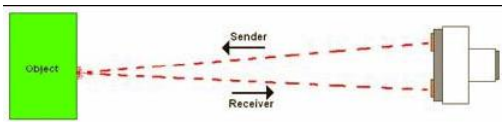


Ο αισθητήρας υπερήχων αποτελεί μία ενδιαφέρουσα προσθήκη στη ρομποτική της Lego.

Ο αισθητήρας υπερήχων, όπως και ο αισθητήρας φωτός, δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ μας να αποκτήσει μερικώς την αίσθησης της όρασης. Με τον αισθητήρα υπερήχων το ρομπότ μας είναι σε θέση όχι μόνο να ανιχνεύσει την ύπαρξη ενός αντικείμενου σε κάποια απόσταση μπροστά από αυτό αλλά και να διακρίνει την απόσταση στην οποία βρίσκεται τοποθετημένο το αντικείμενο αυτό.

Ο αισθητήρας ήχου μπορεί να μετρήσει την απόσταση σε εκατοστόμετρα (cm) ή σε ίντσες (inches). Μπορεί να μετρήσει αποστάσεις με μέγιστη τιμή τα 255 εκατοστόμετρα και ακρίβεια  $\pm 3$  cm.

Λειτουργεί με την ίδιο τρόπο που χρησιμοποιούν οι νυκτερίδες για να έχουν όραση ή τα ραντάρ-σόναρ. Υπολογίζει την απόσταση μετρώντας το χρόνο που χρειάζεται σε ένα ηχητικό κύμα υπερήχων να κτυπήσει σε ένα αντικείμενο και να επιστρέψει πάλι πίσω στον αισθητήρα. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε πιο πετυχημένη ανίχνευση όταν πρόκειται για αντικείμενα μεγάλα και με σκληρή επιφάνεια και λιγότερο πετυχημένη όταν πρόκειται για μικρά αντικείμενα, φτιαγμένα από μαλακή ίνα, πολύ λεπτά ή με κυρτές επιφάνειες.



Σημείωση : Αν χρησιμοποιηθούν πάνω από ένας αισθητήρας υπερήχων στον ίδιο χώρο θα έχουμε διασταύρωση των υπερήχων που παράγονται και άρα όχι αξιόπιστες μετρήσεις.

### Παραδείγματα χρήσης του



Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα αισθητήρα υπερήχων ώστε το ρομπότ του να αποφεύγει τα εμπόδια που βρίσκονται μπροστά του πριν να τα πλησιάσει ή για να μπορεί να αντιληφθεί τότε ένα αντικείμενο διέρχεται από μπροστά του ή έχει πλησιάσει επικίνδυνα.

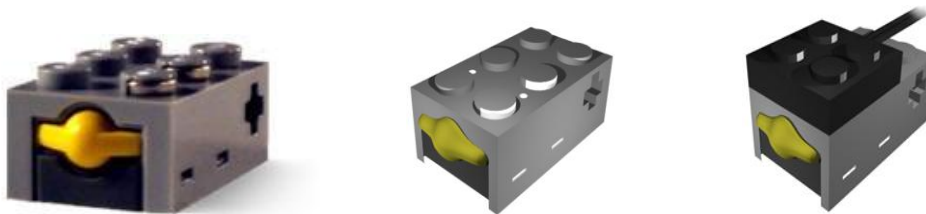
## Αισθητήρες παλιού τύπου (RCX)

Στον μικροϋπολογιστή NXT μπορούμε να συνδέσουμε και τους αισθητήρες από τη προηγούμενη σειρά RCX της Lego Mindstorms χρησιμοποιώντας το ειδικό καλώδιο προσαρμογής που μας παρέχεται.

Παρακάτω θα κάνουμε μία αναφορά στους παλιούς αισθητήρες τύπου RCX.

### 1. Αισθητήρας αφής

Ο αισθητήρας αφής είναι ένα ειδικό τουβλάκι 2x3 γκρι χρώματος με ένα κίτρινο κουμπί στην μία άκρη του.



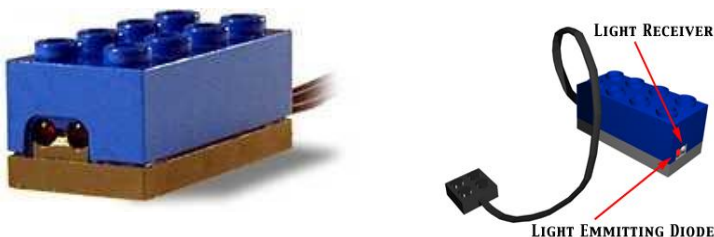
Ο αισθητήρας αφής ανιχνεύει τότε υπάρχει επαφή με τα αντικείμενα, στο περιβάλλον που δραστηριοποιείται ένα ρομπότ.

Όταν χτυπήσει π.χ σε ένα εμπόδιο το κουμπί του αισθητήρα πιέζεται. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί το ρομπότ να αντιληφθεί τότε πέφτει πάνω σε ένα αντικείμενο.

Δρα σαν ένας διακόπτης. Όταν πατηθεί το κουμπί στέλνει στο μικροεπεξεργαστή τον αριθμό 1, ενώ σε αντίθετη περίπτωση τον αριθμό 0.

### 2. Αισθητήρας φωτός

Ο αισθητήρας φωτός είναι ένα ειδικό τουβλάκι 2x4 μπλε χρώματος.



Ο αισθητήρας φωτός μετράει την ποσότητα του φωτός που ανακλάται από μία επιφάνεια. Αναφέρει αυτή την ποσότητα στο μικροεπεξεργαστή με έναν αριθμό από το 0 (απόλυτο σκοτάδι) ως το 100 (άπλετο φως). Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να προσδιορίσει αν βρίσκεται πάνω από ένα λευκό ή από ένα μαύρο κομμάτι χαρτιού. Όταν βρίσκεται πάνω σε ένα λευκό κομμάτι χαρτιού στέλνει στο μικροεπεξεργαστή μια αριθμητική τιμή κοντά στον αριθμό 50, ενώ όταν βρίσκεται πάνω σε ένα μαύρο κομμάτι χαρτιού στέλνει μια αριθμητική τιμή κοντά στον αριθμό 33.

### 3. Αισθητήρας περιστροφής

Ο αισθητήρας περιστροφής είναι ένα ειδικό τουβλάκι 2x4 μπλε χρώματος. Διαθέτει μια οπή στο πλάι για να τοποθετήσουμε ένα άξονα.



Ο αισθητήρας περιστροφής μετράει την περιστροφή του άξονα στον οποίο συνδέεται. Αναφέρει μια πλήρη περιστροφή του άξονα στο μικροεπεξεργαστή με τον αριθμό 16. Με τον αισθητήρα αυτόν μπορούμε να υπολογίσουμε πόσες φορές έχει γυρίσει ένας άξονας.

Σημείωση : Μετρώντας πόσες φορές έχει περιστραφεί ο άξονας σε ένα όχημα – ρομπότ, και παίρνοντας υπόψη μας την περιφέρεια των τροχών του, μπορούμε να υπολογίσουμε την απόσταση που έχει διανύσει το ρομπότ μας. Από την άλλη γνωρίζοντας την απόσταση που έχει διανύσει το ρομπότ μας σε κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα κίνησης του.

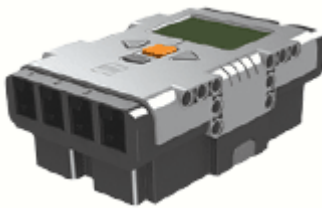
### 4. Αισθητήρας θερμοκρασίας

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας είναι ένα ειδικό τουβλάκι 2x3 κίτρινου χρώματος. Διαθέτει μια προεξοχή για τη μέτρηση της θερμοκρασίας.



Ο αισθητήρας θερμοκρασίας μετράει τη θερμοκρασία που ανιχνεύει. Αναφέρει τη θερμοκρασία αυτή στο μικροεπεξεργαστή, με έναν αριθμό που αντιστοιχεί στην πραγματική θερμοκρασία.

## Μικροεπεξεργαστής ή τούβλο NXT



Η καρδιά του πακέτου NXT είναι το τούβλο – μικροϋπολογιστής NXT. Το NXT είναι ο εγκέφαλος οποιουδήποτε ρομπότ της Lego Mindstorms. Πρόκειται για ένα ευφύες, ελεγχόμενο από υπολογιστή τούβλο, το οποίο δίνει στη ρομποτική κατασκευή μας, τη δυνατότητα να ζωντανέψει και να εκτελέσει μία σειρά από διαφορετικές

διαδικασίες.

Μέσα στο τούβλο – μικροϋπολογιστή NXT βρίσκεται ένας αυτόνομος μικροεπεξεργαστής των 32 bit (σε αντίθεση με τα 16 bit της πρώτης γενιάς), ο οποίος μπορεί να προγραμματιστεί μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή PC.

### Τεχνικά χαρακτηριστικά :

- Μικροεπεξεργαστής 32-bit ARM7
- Μνήμη 256 Kbytes FLASH, 64 Kbytes RAM
- Μικροελεγκτή 8-bit AVR με μνήμη 4 Kbytes FLASH, 512 Byte RAM
- Δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας Bluetooth (Bluetooth Class II V2.0 compliant)
- Θύρα υψηλής ταχύτητας USB (12 Mbit/s)
- 4 θύρες εισόδου με καλώδιο 6-αγωγών (Η μία θύρα ακολουθεί το πρότυπο IEC 61158 Type 4/EN 50 170 για μελλοντική χρήση)
- 3 θύρες εξόδου με καλώδιο 6-αγωγών.
- Οθόνη γραφικών 100 x 64 pixel LCD
- Μεγάφωνο ηχητικής ποιότητας 8 kHz με εύρος καναλιού 8-bit και συχνότητα δειγματοληψίας 2-16 KHz.
- Τροφοδοσία με 6 μπαταρίες AA.

Για τη τροφοδοσία του NXT μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει την επαναφορτιζόμενη μπαταρία.



Το NXT διαθέτει τέσσερις θύρες εισόδου για την σύνδεση των αισθητήρων καθώς και τρεις θύρες εξόδου για τη σύνδεση των κινητήρων.

Στη κάτω πλευρά του τούβλου NXT βρίσκονται οι θύρες εισόδου 1,2,3 και 4 όπου μπορούμε να συνδέσουμε μέχρι τέσσερις αισθητήρες. Στο πάνω μέρος του βρίσκονται οι θύρες εξόδου A, B και C για τη σύνδεση των κινητήρων.



Στη πάνω πλευρά επίσης και δίπλα στις θύρες για τους κινητήρες υπάρχει μία θύρα USB μέσω της οποίας μπορούμε να συνδέσουμε το μικροϋπολογιστή NXT με έναν προσωπικό υπολογιστή χρησιμοποιώντας ένα καλώδιο USB. Από αυτή τη θύρα μπορούμε να μεταφορτώσουμε στο μικροϋπολογιστή NXT ένα πρόγραμμα που έχουμε δημιουργήσει στο PC μας μέσα από το προγραμματιστικό περιβάλλον NXT-G και στη συνέχεια να το τρέξουμε από το NXT αυτόνομα. Στην περίπτωση που το καλώδιο USB δε περιορίζει την κίνηση του ρομπότ μας μπορούμε να τρέξουμε το πρόγραμμα απευθείας από το PC οπότε και μπορούμε να παρακολουθούμε τις τρέχουσες τιμές διάφορων παραμέτρων του προγράμματος μας μέσα από το περιβάλλον του NXT-G. Βέβαια για να μην έχουμε κανένα περιορισμό στην κίνηση του ρομπότ μας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σύνδεση Bluetooth για τη μεταφόρτωση του προγράμματος μας καθώς και την συνεχή παρακολούθηση των παραμέτρων του.



Με το πακέτο Mindstorms NXT της Lego μπορεί κανείς αφού συνδέσει στο μικροϋπολογιστή NXT έναν αριθμό αισθητήρων και κινητήρων, γράφοντας το κατάλληλο πρόγραμμα και στη συνέχεια στέλνοντας το (μεταφορτώνοντας το) στο NXT - μέσω της σύνδεσης USB ή ακόμη και ασύρματα με χρήση σήματος Bluetooth- να προσδώσει την επιθυμητή συμπεριφορά στη ρομποτική του κατασκευή, ελέγχοντας κατάλληλα τους κινητήρες με βάση τα ερεθίσματα που προσλαμβάνονται από τους αντίστοιχους αισθητήρες.



### Πλήκτρα του NXT

Ο μικροϋπολογιστής NXT διαθέτει τα παρακάτω πλήκτρα :

**Πορτοκαλί πλήκτρο :** Για το άνοιγμα του NXT (On), την επιβεβαίωση μίας ενέργειας (Enter) και το τρέξιμο ενός προγράμματος (Run)

**Ανοιχτό γκρι βελάκια :** Για να μπορέσουμε να περιηγηθούμε δεξιά και αριστερά στα μενού του NXT.

**Σκούρο γκρι πλήκτρο:** Για τον καθαρισμό (Clear) και την επιστροφή (Go back)

### Οθόνη Γραφικών

Στη μπροστινή όψη το τούβλο NXT περιλαμβάνει μία οθόνη LCD με ανάλυση 100 x 64 εικονοστοιχεία, από όπου μπορούμε να δούμε διάφορες πληροφορίες όταν χειριζόμαστε το NXT χωρίς τη παρέμβαση ενός προσωπικού υπολογιστή είτε όταν βρίσκεται σε εξέλιξη το τρέξιμο ενός προγράμματος μας.

### Μεγάφωνο

Το τούβλο NXT διαθέτει ένα ενσωματωμένο μεγάφωνο ώστε το ρομπότ μας να έχει τη δυνατότητα να αναπαράγει διάφορους ήχους.

Ο μικροϋπολογιστής NXT κυκλοφορεί σε δύο εκδόσεις στην 1 και τη 2. Πρόκειται για το ίδιο ακριβώς μοντέλο και η μόνη διαφορά τους, εντοπίζεται στο firmware που διαθέτουν.

## Περιβάλλον προγραμματισμού του NXT



Αφού κατασκευάσει κανείς το ρομπότ του, μπορεί να δημιουργήσει ένα δικό του πρόγραμμα χρησιμοποιώντας ένα εύχρηστο αλλά πλούσιο σε χαρακτηριστικά λογισμικό, το NXT-G. Το NXT-G βασίζεται στο προγραμματιστικό περιβάλλον ρομποτικών κατασκευών LabVIEW, το οποίο έχει σχεδιαστεί από τη National Instruments.

Γράφουμε ένα πρόγραμμα σέρνοντας κάποιο εικονίδιο (μπλοκ εντολής) από την περιοχή της παλέτας εντολών στο κεντρικό παράθυρο, το παράθυρο εργασίας.

Τα εικονίδια ενώνονται αυτόματα μόλις τα τοποθετήσουμε πάνω στη δοκό σύνδεσης (sequence beam).

Υπάρχουν 3 διαφορετικές μπάρες στην παλέτα εντολών :

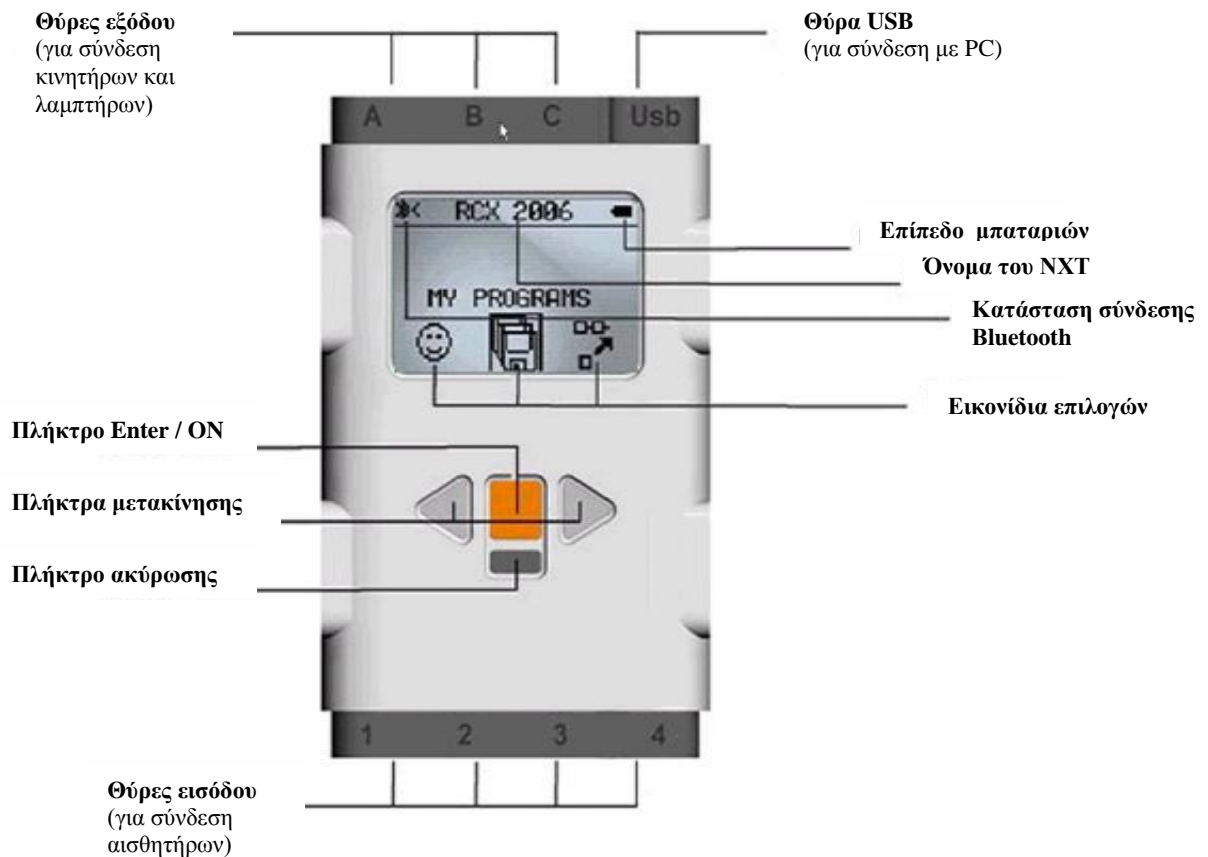
Η **βασική παλέτα** εντολών που όπως υποδηλώνει και το όνομα της περιέχει τις βασικές εντολές, αυτές δηλ που μας επιτρέψουν να δημιουργήσουμε το πρόγραμμα που θέλουμε για την πλειοψηφία των προβλημάτων που επιθυμούμε να επιλύσουμε. Στην παλέτα αυτή συναντούμε τις εντολές για να κινήσουμε τη ρομποτικής μας κατασκευή, να βάλουμε το τούβλο NXT να αναπαράγει κάποιο ήχο ή μελωδία, να μας εμφανίσει κάποιο κείμενο ή γράφημα στην οθόνη του αλλά και τις πιο σύνθετες δομές προγραμματισμού όπως η αναμονή μέχρι να συμβεί κάποιο γεγονός, ή επανάληψη μιας διαδικασίας και η λήψη απόφασης από το ρομπότ μας ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες.

Η **πλήρης παλέτα** εντολών από την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το σύνολο των δυνατοτήτων που υποστηρίζει ο μικροεπεξεργαστής NXT για την απόδοση της κατάλληλης συμπεριφοράς στη ρομποτική κατασκευή μας.

Η **προσαρμοσμένη παλέτα** εντολών στην οποία μπορούμε να βάλουμε κάποιες δικές μας εντολές. Τις εντολές αυτές μπορούμε να τις δημιουργήσουμε συνθέτοντας μία διαδικασία από ένα συνδυασμό εντολών από αυτές που διαθέτει το προγραμματιστικό περιβάλλον. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούμε μία δική μας βιβλιοθήκη με ένα αριθμό από διαθέσιμες υπορουτίνες.

## Λειτουργία του NXT

Το τούβλο NXT αποτελεί τον εγκέφαλο των ρομποτικών κατασκευών του πακέτου LEGO MINDSTORMS. Πρόκειται για ένα ευφύες προγραμματιζόμενο τούβλο το οποίο προσδίδει στη ρομποτική κατασκευή -μετά από δική μας παρέμβαση- έξυπνες συμπεριφορές με δυνατότητα λήψης αποφάσεων.



### Υποδοχές

#### **Θύρες εισόδου**

Το NXT διαθέτει τέσσερις θύρες εισόδου 1,2,3 και 4, για την σύνδεση αισθητήρων.

#### **Θύρες εξόδου**

Το NXT διαθέτει τρεις θύρες εξόδου A,B και C για τη σύνδεση κινητήρων και λαμπτήρων.

#### **Θύρα USB**

Συνδέοντας τον προσωπικό υπολογιστή μας μέσω της θύρας USB αυτής κατεβάζουμε (μεταφορτώνουμε) τα προγράμματα που δημιουργούμε στο NTX ή ανεβάζουμε δεδομένα από αυτό.

Σημείωση : Μπορούμε εναλλακτικά να κάνουμε χρήση της σύνδεσης Bluetooth και να έχουμε διαρκή εποπτεία του NXT.



### **Υποδοχή τροφοδοσίας**

Μπορούμε να συνδέσουμε το φως τροφοδοσίας ρεύματος για να φορτίσουμε την επαναφορτιζόμενη μπαταρία του NXT. Μπορούμε επίσης στην περίπτωση που το καλώδιο τροφοδοσίας ρεύματος δεν μας περιορίζει στη λειτουργία της ρομποτικής μας κατασκευής ( πχ όταν πρόκειται για στατική ρομποτική κατασκευή ή με περιορισμένη κίνηση.) να αφήσουμε το φως τροφοδοσίας μόνιμα συνδεδεμένο στο NXT.

### **Εικονίδια**

#### **Εικονίδιο λειτουργίας (Running icon)**



Όταν το NXT είναι σε λειτουργία το εικονίδιο αυτό στριφογυρίζει.

Σημείωση: αν το εικονίδιο αυτό σταματήσει να κινείται σημαίνει ότι το NXT έχει μπλοκάρει και πρέπει να πατήσουμε το πλήκτρο reset για να αρχικοποιήσουμε τα κυκλώματα του.

#### **Επίπεδο Μπαταριών (Battery level)**

Το εικονίδιο αυτό εμφανίζει το επίπεδο ισχύος των μπαταριών.

Όταν αυτό πέσει κάτω από το 10 % της χωρητικότητας των μπαταριών το εικονίδιο αναβοσβήνει και θα πρέπει να προχωρήσουμε σε αντικατάσταση των μπαταριών.



#### **Εικονίδιο σύνδεσης USB**



Μόλις συνδέσουμε το NXT με έναν προσωπικό υπολογιστή εμφανίζεται το εικονίδιο USB το οποίο και εξαφανίζεται μόλις αποσυνδέσουμε το καλώδιο USB.

Στη περίπτωση που η σύνδεση USB δε λειτουργεί σωστά εμφανίζεται το παρακάτω εικονίδιο :



#### **Εικονίδιο σύνδεσης Bluetooth**

Το εικονίδιο αυτό μας πληροφορεί για τη τρέχουσα κατάσταση μιας ασύρματης σύνδεσης Bluetooth. Αν δεν είναι ορατό αυτό το εικονίδιο η δυνατότητα σύνδεσης Bluetooth του NXT είναι απενεργοποιημένη.

Αν η δυνατότητα Bluetooth είναι ενεργοποιημένη αλλά έχουμε ρυθμίσει το NXT μας να μην είναι ορατό από άλλες συσκευές με σήμα Bluetooth εμφανίζεται το παρακάτω εικονίδιο :



Αν η δυνατότητα Bluetooth είναι ενεργοποιημένη και το NXT μας είναι ορατό από άλλες συσκευές με σήμα Bluetooth εμφανίζεται το παρακάτω εικονίδιο :

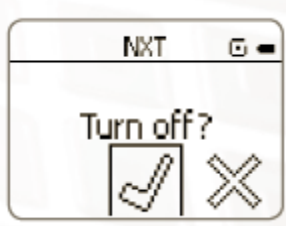


Αν η δυνατότητα Bluetooth είναι ενεργοποιημένη και το NXT μας έχει πραγματοποιήσει σύνδεση με μία άλλη συσκευή μέσω Bluetooth εμφανίζεται το παρακάτω εικονίδιο :



### Τερματισμός της λειτουργίας του NXT

Για να τερματίσουμε τη λειτουργία του NXT πατάμε το γκρι πλήκτρο (go back) μέχρι να εμφανιστεί η παρακάτω οθόνη :

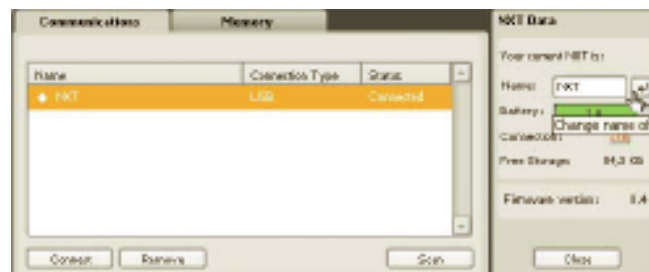


Στο σημείο αυτό πατάμε το πορτοκαλί πλήκτρο (enter) για να επιβεβαιώσουμε τον τερματισμό. (Αν έχουμε μετανιώσει πατάμε πάλι το γκρι πλήκτρο για να επιστρέψουμε στο κυρίως μενού του NXT)

### Απόδοση ονόματος στο NXT

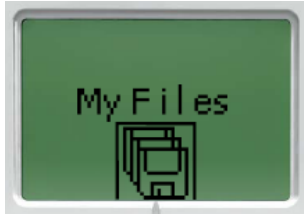
Μπορούμε να αλλάξουμε το όνομα του NXT μας (το εξ' ορισμού όνομα είναι NXT) ώστε να το ξεχωρίζουμε από τυχόν άλλους μικροϋπολογιστές NXT. Στην περίπτωση που θέλουμε να υλοποιήσουμε μία δραστηριότητα με πολλά ρομπότ, στην οποία αυτά πρέπει να επικοινωνήσουν και μεταξύ τους μέσω Bluetooth, επιβάλλεται τα NXT που θα συμμετέχουν στη δραστηριότητα αυτή να έχουν και διαφορετικά ονόματα.

Η αλλαγή του ονόματος του NXT γίνεται μέσα από το περιβάλλον προγραμματισμού NXT-G. Επιλέγουμε το πλήκτρο NXT Window από το πεδίο ελέγχου (Controller) που βρίσκεται στη κάτω δεξιά γωνία του λογισμικού NXT-G. Αν δεν υπάρχει ήδη, αποκαθιστούμε μία σύνδεση με το NXT μας είτε μέσω του καλωδίου USB είτε ασύρματα μέσω Bluetooth. Στο πεδίο *Your current NXT is :* Name πληκτρολογούμε το νέο όνομα. Το όνομα ενός NXT επιτρέπεται να περιλαμβάνει μέχρι 8 χαρακτήρες.



## Υπομενού

### Τα αρχεία μου (My Files)



Στους υποφακέλους του φακέλου *My Files* του NXT αποθηκεύονται όλα τα προγράμματα που έχουμε δημιουργήσει απευθείας στο NXT (NXT files) ή έχουμε μεταφορτώσει από τον προσωπικό μας υπολογιστή (software files).

Τα αρχεία που μεταφορτώνουμε στο NXT τοποθετούνται αυτόματα στον κατάλληλο φάκελο. Για παράδειγμα όταν κατεβάσουμε στο NXT μας ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιεί ένα αρχείο ήχου, το ίδιο το πρόγραμμα θα τοποθετηθεί στο φάκελο των αρχείων προγραμμάτων (Software files) ενώ το αρχείο ήχου θα τοποθετηθεί στο φάκελο των αρχείων ήχων (Sound files).

Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί υποφάκελοι :

Φάκελος αρχείων προγραμμάτων [Software files] για τα προγράμματα που μεταφορτώνουμε από τον προσωπικό μας υπολογιστή.

Φάκελος αρχείων NXT [NXT files] για τα προγράμματα που δημιουργούμε απευθείας στο NXT μας.

Φάκελος αρχείων ήχου [Sound files] για τους ήχους που περιέχονται σε ένα πρόγραμμα που έχουμε μεταφορτώσει.

Φάκελος αρχείων Δειγματοληψίας [Datalog files] για τα δεδομένα που έχουν καταγραφεί κατά τη διάρκεια μιας δειγματοληψίας δεδομένων.

### Προγράμματα για δοκιμή (Try Me)



Το μενού δοκιμών του NXT [Try Me] απευθύνεται στους αρχάριους χρήστες και επιτρέπει την εξοικείωση -μέσω του πειραματισμού- με τους αισθητήρες και τους κινητήρες, χρησιμοποιώντας κάποια έτοιμα προγράμματα που βρίσκονται στο υπομενού αυτό.

Τα προγράμματα αυτά μετά την ολοκλήρωση της εξοικείωσης από ένα αρχάριο, δεν υπάρχει λόγος να παραμένουν στο NXT.

Σβήνοντας τα, μπορούμε να εξοικονομήσουμε κάποιο πολύτιμο χώρο στη μνήμη του NXT για τα δικές μας εργασίες. Η διαγραφή τους είναι δυνατή από το μενού Ρυθμίσεις [Settings] του NXT : [Settings] → [Delete files] → [Try me files]

Παρόλα αυτά, αν αργότερα θέλουμε να τα ανακτήσουμε δεν έχουμε παρά να κατεβάσουμε το firmware ξανά.

**ΠΡΟΣΟΧΗ :** Για να λειτουργήσουν σωστά τα προγράμματα αυτά θα πρέπει οι αισθητήρες και κινητήρες έχουν συνδεθεί στις εξ' ορισμού θύρες. Στα προγράμματα αυτά πρέπει να ακολουθηθεί η παρακάτω παραδοχή :

- Ο αισθητήρας αφής είναι συνδεδεμένος τη θύρα εισόδου 1.
- Ο αισθητήρας ήχου είναι συνδεδεμένος στη θύρα εισόδου 2.
- Ο αισθητήρας φωτός είναι συνδεδεμένος στη θύρα εισόδου 3.
- Ο αισθητήρας υπερήχων είναι συνδεδεμένος στη θύρα εισόδου 4.

#### Παράδειγματα δοκιμής :

Παρακάτω περιγράφεται η διαδικασία για τη δοκιμή λειτουργίας ενός αισθητήρα αφής.

Καταρχήν συνδέστε έναν αισθητήρα αφής στη θύρα εισόδου 1 του τούβλου NXT.

Αφού εισέρθετε στο μενού [Try me] επιλέξτε με χρήση των ανοικτών γκρι τριγωνικών πλήκτρων του NXT το εικονίδιο [Try-Touch] και πατήστε το πορτοκαλί πλήκτρο στο NXT δύο φορές για να ξεκινήσει η δοκιμή της λειτουργίας του αισθητήρα αφής.

Παρατηρήστε ότι κάθε φορά που πατάτε το διακόπτη του αισθητήρα αφής στην οθόνη του NXT το ανθρωπάκι που υπάρχει χαμογελάει και ακούγεται το επιφώνημα «ουπς».

Αν επιλέξετε το εικονίδιο [Try-Sound] αφού έχετε συνδέσει έναν αισθητήρα ήχου στη θύρα εισόδου 2 και δύο κινητήρες στις θύρες εξόδου B και C, κάθε φορά που μιλάτε γυρίζουν οι δύο κινητήρες με ταχύτητα ανάλογα με την ένταση της ομιλίας.

Αν επιλέξετε το εικονίδιο [Try-Light] αφού έχετε συνδέσει έναν αισθητήρα φωτός στη θύρα εισόδου 3, καθώς τοποθετείτε τον αισθητήρα σε διάφορα σημεία του χώρου που βρίσκεστε, αναπαράγεται από το NXT μία μελωδία ανάλογα με την ένταση φωτός που ανιχνεύεται από το περιβάλλον.

Αν επιλέξετε το εικονίδιο [Try-Ultrasound] αφού έχετε συνδέσει έναν αισθητήρα υπερήχων στη θύρα εισόδου 4, καθώς τοποθετείτε το χέρι σας μπροστά από τον αισθητήρα μετακινώντας το μπρος πίσω, αναπαράγεται από το NXT μία μελωδία ανάλογα με την απόσταση που βρίσκεται το χέρι σας.

Αν επιλέξετε το εικονίδιο [Try-Motor] αφού έχετε συνδέσει έναν κινητήρα στη θύρα εξόδου A, καθώς περιστρέφετε τον άξονα περιστροφής του κινητήρα, αναπαράγεται από το NXT μία μελωδία ανάλογα με την θέση στην οποία έχετε περιστρέψει τον άξονα.

### **Εμφάνιση Πληροφοριών (View)**



Με τη βοήθεια του μενού εμφάνισης πληροφοριών [View] μπορούμε να δούμε τις τρέχουσες τιμές των παραμέτρων των διαφόρων αισθητήρων και κινητήρων που είναι συνδεδεμένοι στο NXT.

Καταρχήν συνδέουμε στο τούβλο NXT τον αισθητήρα που θέλουμε (ή έναν κινητήρα όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τον αισθητήρα περιστροφής) σε μία αντίστοιχη θύρα.

Πηγαίνουμε στο μενού εμφάνισης [View] και επιλέγουμε το υπομενού με την εικόνα του αισθητήρα ή ενός κινητήρα που θέλουμε ανάμεσα στα : Sound dB, Sound dBA, Reflected Light, Ambient Light, Light Sensor\*, Temperature °C\*, Temperature °F\*, Rotation\*, Motor Rotations, Motor Degrees, Touch, Ultrasonic Inch και Ultrasonic cm.

Στη συνέχεια επιλέγουμε τη θύρα στην οποία έχουμε συνδέσει την αντίστοιχη συσκευή. Αμέσως στην οθόνη μας εμφανίζονται δεδομένα από τη συσκευή που έχουμε συνδέσει.

#### Παράδειγματα δοκιμής :

Παρακάτω περιγράφεται η διαδικασία για τη εμφάνιση πληροφοριών από έναν αισθητήρα αφής.

Καταρχήν συνδέστε έναν αισθητήρα αφής σε μία θύρα εισόδου του τούβλου NXT.

Αφού εισέρθετε στο μενού [View] επιλέξτε με χρήση των ανοικτών γκρι τριγωνικών πλήκτρων του NXT το εικονίδιο του αισθητήρα αφής [Touch] και πατήστε το πορτοκαλί πλήκτρο στο NXT. Στη συνέχεια επιλέξτε τη θύρα εισόδου στην οποία έχετε συνδέσει τον αισθητήρα αυτόν. Πατήστε και κρατήστε πατημένο το διακόπτη του αισθητήρα αφής. Στην οθόνη του NXT εμφανίζεται η τιμή 1. Μόλις αφήσετε το διακόπτη αμέσως η τιμή θα αλλάξει σε 0.

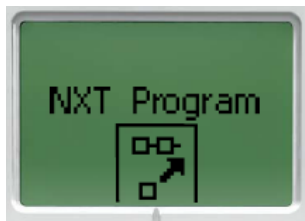
Τώρα συνδέσετε έναν αισθητήρα ήχου και επιλέξτε ένα από τα εικονίδια [Sound dB] ή [Sound dBA]. Στην οθόνη του NXT, κάθε φορά που μιλάτε ή δημιουργείται διαφορετικούς ήχους κοντά στον αισθητήρα ήχου, θα εμφανίζεται η ένταση του ήχου που θα καταγράφει ο αισθητήρας αυτός. Στη δεύτερη περίπτωση για τη μέτρηση λαμβάνεται υπόψη και η ευαισθησία του ανθρώπινου αυτιού στις διαφορετικές συχνότητες με αποτέλεσμα η μέτρηση να ταιριάζει με την ένταση που αντιλαμβανόμαστε με την ακοή μας.

Τώρα συνδέσετε έναν αισθητήρα φωτός και επιλέξτε το εικονίδιο [Reflected Light]. Στην οθόνη του NXT, κάθε φορά που τοποθετείτε τον αισθητήρα φωτός πάνω από μία επιφάνεια διαφορετικού χρώματος, θα εμφανίζεται η φωτεινότητα του φωτός που θα ανακλάται από τις επιφάνειες αυτές. Αν επιλέξετε το εικονίδιο [Ambient Light] και περιφέρετε τον αισθητήρα φωτός σε διαφορετικά σημεία του δωματίου στην οθόνη του NXT θα εμφανίζεται η ένταση του φωτός στα σημεία αυτά.

Τώρα συνδέσετε έναν αισθητήρα υπερήχων και επιλέξτε το εικονίδιο [Ultrasonic Inch] ή [Ultrasonic cm]. Στην οθόνη του NXT, κάθε φορά που τοποθετείτε μπροστά από τον αισθητήρα υπερήχων κάποιο εμπόδιο, θα εμφανίζεται η απόσταση σε ίντσες ή εκατοστά που υπολογίζεται από τον αισθητήρα αυτόν.

Τώρα συνδέσετε έναν κινητήρα σε μία θύρα εξόδου, προσαρμόστε έναν τροχό στον άξονα του κινητήρα και επιλέξτε το εικονίδιο [Motor Rotations] ή [Motor Degrees]. Στην οθόνη του NXT, θα εμφανίζονται οι πλήρες περιστροφές ή οι περιστροφές σε μοίρες που θα πραγματοποιεί ο τροχός αυτός καθώς τον κυλάμε. (Στην περίπτωση αυτή η μέτρηση γίνεται από τον ενσωματωμένο αισθητήρα περιστροφής με τον οποίο είναι εφοδιασμένος ο κινητήρας).

## Προγράμματα απ' ευθείας στο NXT (NXT Program)



Σε αντίθεση με το προηγούμενο μικροπολογιστή RCX της σειράς Lego Mindstorms στον οποίο δε μπορούσαμε να δώσουμε εντολές απευθείας από τον ίδιο τον μικροεπεξεργαστή, στη σειρά NXT δε χρειαζόμαστε απαραίτητα τον προσωπικό υπολογιστή για να προγραμματίσουμε μία ρομποτική κατασκευή.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις εντολές που περιέχονται στο μενού NXT προγράμματα [NXT Program].

Πρέπει όμως να αναφερθεί ότι με αυτό τον τρόπο προγραμματισμού μπορούμε να δημιουργήσουμε μόνο κάποια απλά προγράμματα (παρόμοια με τον τρόπο προγραμματισμού Pilot του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Robolab) της μορφής ``ένεργεια – αναμονή – άλλη ενέργεια – ξανά αναμονή –σταμάτημα ή επανάληψη`` (Output-Input- Output-Input-Next).

Δε μπορούμε να δώσουμε πχ. συμπεριφορές στο NXT μας που να επιτρέπουν τη λήψη αποφάσεων. Αν ο στόχος μας είναι να δημιουργήσουμε κάποιο αξιόλογο πρόγραμμα πρέπει να στραφούμε στο προγραμματιστικό περιβάλλον NXT-G.

Για να διαγράψουμε ένα πρόγραμμα NXT μετακινούμαστε στο μενού Ρυθμίσεις [Settings] του NXT : [Settings] → [Delete files] → [NXT files]

**ΠΡΟΣΟΧΗ :** Για να λειτουργήσουν σωστά τα προγράμματα αυτά θα πρέπει οι αισθητήρες και κινητήρες έχουν συνδεθεί στις εξ' ορισμού θύρες. Στα προγράμματα αυτά πρέπει να ακολουθηθεί η παρακάτω παραδοχή :

- Ο αισθητήρας αφής είναι συνδεδεμένος τη θύρα εισόδου 1.
- Ο αισθητήρας ήχου είναι συνδεδεμένος στη θύρα εισόδου 2.
- Ο αισθητήρας φωτός είναι συνδεδεμένος στη θύρα εισόδου 3.
- Ο αισθητήρας υπερήχων είναι συνδεδεμένος στη θύρα εισόδου 4.
- Ο αριστερός (κοιτώντας από μπροστά) κινητήρας είναι συνδεδεμένος στη θύρα εξόδου B.
- Ο δεξιός (κοιτώντας από μπροστά) κινητήρας είναι συνδεδεμένος στη θύρα εξόδου C.

### Παράδειγμα δημιουργίας προγράμματος :

Παρακάτω περιγράφεται η διαδικασία δημιουργίας ενός προγράμματος με το οποίο το ρομπότ θα αλλάζει φορά κίνησης κάθε φορά που πατάμε το διακόπτη σε έναν αισθητήρα αφής. Πρώτα βάζουμε το ρομπότ μας να κινηθεί προς τα μπροστά. Στη συνέχεια όταν πατηθεί ο διακόπτης του αισθητήρα αφής το ρομπότ μας θα κινηθεί προς τα πίσω. Όταν πατήσουμε ξανά το διακόπτη του αισθητήρα αφής το ρομπότ μας θα κινηθεί και πάλι προς τα εμπρός. Αυτό θα εξακολουθεί να συμβαίνει συνέχεια μέχρι εμείς να διακόψουμε την εκτέλεση αυτού του προγράμματος.

Αφού εισέρθετε στο μενού NXT Programs επιλέξτε με χρήση των ανοικτών γκρι τριγωνικών πλήκτρων του NXT την εντολή *Forward* και πατήστε το πορτοκαλί πλήκτρο στο NXT για να οριστικοποιήσουμε την επιλογή αυτή.

Με τον ίδιο τρόπο επιλέξτε διαδοχικά τις εντολές *Touch*, *Backward*, ξανά *Touch* και τέλος *Loop* για να πούμε στο πρόγραμμα τρέχει ξανά και ξανά μέχρι να κλείσουμε το NXT.

Το πρόγραμμα θα έχει τη παρακάτω μορφή :



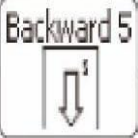









Για να τρέξετε το πρόγραμμα επιλέξτε το υπομενού εκτέλεσης προγράμματος [Run].










Για να αποθηκεύσετε το πρόγραμμα επιλέξτε το υπομενού αποθήκευσης [Save] και πληκτρολογήστε ένα όνομα για το πρόγραμμα αυτό.



Το σύνολο των εντολών που υποστηρίζεται από το μενού NXT Program φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

Κατηγορία Ενεργειών (Outputs)	
	Κίνηση μπροστά. (κινητήρες B και C μπροστά) Οι κινητήρες θα συνεχίσουν να κινούνται ή θα σταματήσουν ανάλογα με την επόμενη εντολή που ακολουθεί.
	Κίνηση μπροστά για 5 δευτερόλεπτα. (κινητήρες B και C μπροστά)
	Κίνηση μπροστά με ελαφριά στροφή δεξιά.
	Κίνηση μπροστά με στροφή 45° δεξιά.
	Κίνηση μπροστά με ελαφριά στροφή αριστερά.

	<p>Κίνηση μπροστά με στροφή 45° αριστερά</p>
	<p>Κίνηση προς τα πίσω. (κινητήρες B και C μπροστά) Οι κινητήρες θα συνεχίσουν να κινούνται ή θα σταματήσουν ανάλογα με την επόμενη εντολή που ακολουθεί.</p>
	<p>Κίνηση προς τα πίσω για 5 δευτερόλεπτα.</p>
	<p>Κίνηση προς τα πίσω με ελαφριά στροφή αριστερά.</p>
	<p>Κίνηση προς τα πίσω με στροφή 45° αριστερά</p>
	<p>Κίνηση προς τα πίσω με ελαφριά στροφή δεξιά.</p>
	<p>Κίνηση προς τα πίσω με στροφή 45° αριστερά</p>
	<p>Αναπαραγωγή τόνου χαμηλής συχνότητας για 1 δευτερόλεπτο.</p>
	<p>Αναπαραγωγή τόνου υψηλής συχνότητας για 1 δευτερόλεπτο.</p>
	<p>Κενό : Το NXT θα συνεχίσει με την εκτέλεση της επόμενης εντολής.</p>



Κατηγορία Αναμονής (Inputs)	
	Αναμονή για 2 δευτερόλεπτα
	Αναμονή για 5 δευτερόλεπτα
	Αναμονή για 10 δευτερόλεπτα
	Αναμονή μέχρι να πατηθεί ο διακόπτης του αισθητήρα αφής. Χρησιμοποιείται συνήθως ώστε το ρομπότ μας να είναι σε θέση να ανιχνεύει τότε συγκρούεται σε ένα εμπόδιο.
	Αναμονή μέχρι ο αισθητήρας φωτός να ανιχνεύσει κάποια αύξηση της φωτεινότητας. (Με αυτήν την εντολή μπορούμε να αλλάξουμε την κατεύθυνση της κίνησης όταν πχ ανάψουμε την λάμπα στο δωμάτιο.)
	Αναμονή μέχρι ο αισθητήρας φωτός να ανιχνεύσει κάποια μείωση της φωτεινότητας. (Με αυτήν την εντολή μπορούμε να αλλάξουμε την κατεύθυνση της κίνησης όταν πχ σβήσουμε την λάμπα στο δωμάτιο.)
	Αναμονή μέχρι ο αισθητήρας ήχου να ανιχνεύσει κάποιον ήχο. (Με αυτήν την εντολή μπορούμε να αλλάξουμε την κατεύθυνση της κίνησης όταν πχ χτυπήσουμε παλαμάκια.)
	Αναμονή μέχρι ο αισθητήρας υπερήχων να ανιχνεύσει κάποιο εμπόδιο που βρίσκεται σε κάποια απόσταση. Χρησιμοποιείται συνήθως ώστε το ρομπότ μας να είναι σε θέση να ανιχνεύει ένα εμπόδιο που βρίσκεται μπροστά στην πορεία κίνησης του ή που διέρχεται από μπροστά του.
	Κενό : Το NXT θα συνεχίσει με την εκτέλεση της επόμενης εντολής.

Επανάληψη ή σταμάτημα του προγράμματος	
	Επανάληψη των προηγούμενων εντολών.
	Τερματισμός του προγράμματος.

### Δειγματοληψία NXT (NXT Datalog)



Το μενού Δειγματοληψία NXT [NXT Datalog] μας επιτρέπει να συλλέξουμε μια σειρά από δεδομένα χωρίς να χρειάζεται εκείνη τη στιγμή το NXT μας να έχει επικοινωνία με τον προσωπικό μας υπολογιστή.

Τρέχοντας το πρόγραμμα NXT Datalog δημιουργείται ένα αρχείο τύπου log με δεδομένα, το οποίο αποθηκεύεται στη μνήμη του NXT. Το αρχείο αυτό στη συνέχεια μπορούμε να το εισάγουμε στον προσωπικό μας υπολογιστή για να προχωρήσουμε στην ανάλυση των δεδομένων μας.

Καταρχήν συνδέουμε στο τούβλο NXT τον αισθητήρα που θέλουμε (ή έναν κινητήρα όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τον αισθητήρα περιστροφής) σε μία αντίστοιχη θύρα.

Πηγαίνουμε στο μενού δειγματοληψίας [NXT Datalog] και επιλέγουμε το υπομενού με την εικόνα του αισθητήρα ή ενός κινητήρα που θέλουμε ανάμεσα στα : Sound dB, Sound dBA, Reflected Light, Ambient Light, Light Sensor\*, Temperature °C\*, Temperature °F\*, Rotation\*, Motor Rotations, Motor Degrees, Touch, Ultrasonic Inch και Ultrasonic cm.

Στη συνέχεια επιλέγουμε τη θύρα στην οποία έχουμε συνδέσει την αντίστοιχη συσκευή και ξεκινάμε τη συλλογή των δεδομένων με την επιλογή εκτέλεσης [Run]. Το πρόγραμμα ξεκινάει αμέσως να συλλέγει δεδομένα από τη συσκευή που έχουμε συνδέσει. Για να σταματήσουμε τη συλλογή δεδομένων πατάμε το γκρι πλήκτρο στο NXT οπότε και τα δεδομένα που συλλέχτηκαν αποθηκεύονται αυτόματα σε ένα αρχείο στο υποφάκελο Datalog του NXT.

## Ρυθμίσεις (Settings)



Με τη βοήθεια του μενού ρυθμίσεις [Settings] μπορούμε να καθορίσουμε τις τιμές για διάφορες ρυθμίσεις στο μικροϋπολογιστή NXT, όπως :

### Αδράνεια (Sleep) :

Από το υπομενού *Sleep* μπορούμε να ρυθμίσουμε το NXT να σβήνει αυτόματα όταν έχουν περάσει 2,5,10,30,60 λεπτά της ώρας χωρίς να χρησιμοποιηθεί, ώστε να εξοικονομήσουμε ενέργεια. Μπορούμε επίσης να το ρυθμίσουμε να μη σβήνει ποτέ από μόνο του. Σε αυτή τη περίπτωση όμως πρέπει να είμαστε προσεκτικοί και να κλείνουμε το NXT όταν δε το χρησιμοποιούμε, διαφορετικά οι μπαταρίες του θα αποφορτιστούν πολύ γρήγορα.

Σημαντικό : Πριν τρέξουμε κάποιο πρόγραμμα στο οποίο έχουμε εισάγει κάποια εντολή αναμονής και μπορεί να χρειαστεί να περιμένει για αρκετό χρόνο χωρίς να κάνει τίποτα, επιβάλλεται να ελέγξουμε τη ρύθμιση Sleep στο τούβλο NXT και αν χρειάζεται να ορίσουμε έναν αρκετά μεγάλο χρόνο αναμονής.

### Ρύθμιση έντασης ήχου (Volume) :

Από το υπομενού *Volume* μπορούμε να ρυθμίσουμε την ένταση του ήχου για το ενσωματωμένο μεγάφωνο του NXT στην περιοχή από 0 (κλειστός) έως 4 (δυνατά).

### Διαγραφή αρχείων (Delete) :

Από το υπομενού *Delete* μπορούμε να διαγράψουμε αρχεία του NXT από τους υποφακέλους του : Software files, NXT files, Sound files και Try Me files.

## Σύνδεση Bluetooth



Από το μενού *Bluetooth* μπορούμε να ρυθμίσουμε τις παραμέτρους για την επίτευξη μιας ασύρματης σύνδεσης Bluetooth ανάμεσα στο NXT μας και άλλες συσκευές που υποστηρίζουν αυτό το πρωτόκολλο σύνδεσης, όπως άλλες μονάδες NXT, υπολογιστές και κινητά τηλέφωνα.

Εναλλακτικά αντί της σύνδεσης USB μπορούμε να μεταφορτώσουμε τα προγράμματα μας στο NXT με μία ασύρματη σύνδεση Bluetooth.

Ενεργοποιώντας μία ασύρματη επικοινωνία Bluetooth μεταξύ διαφορετικών μονάδων NXT οι ρομποτικές κατασκευές που λαμβάνουν μέρος σε μία δραστηριότητα είναι σε θέση να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Μπορούμε επίσης να στείλουμε προγράμματα είτε μεμονωμένα σε κάθε NXT είτε και μαζικά σε όλα μαζί ως ομάδα (group). Κάθε τέτοια ομάδα μπορεί να περιλαμβάνει μέχρι τρεις μονάδες NXT.

Ρυθμίζοντας μία ασύρματη επικοινωνία Bluetooth ανάμεσα σε ένα NXT και ένα κινητό τηλέφωνο μπορούμε με τη χρήση κατάλληλου προγράμματος από το κινητό μας να ελέγξουμε διαδραστικά μία ρομποτική μας κατασκευή.

### **Υπομενού Bluetooth**

#### Ενεργή / ανενεργή (On/Off)

Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί μία σύνδεση Bluetooth θα πρέπει να ενεργοποιήσουμε τη λειτουργία αυτή. Αν την απενεργοποιήσουμε δεν θα είναι πλέον εφικτή η αποστολή και η λήψη δεδομένων στο NXT μας, οπότε θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τη σύνδεση USB για τη μεταφόρτωση προγραμμάτων από τον προσωπικό μας υπολογιστή. Για να εξοικονομήσουμε ενέργεια μπορούμε να απενεργοποιούμε τη λειτουργία Bluetooth για το διάστημα που δε σκοπεύουμε να τη χρησιμοποιήσουμε. Αρχικά αυτή η λειτουργία είναι απενεργοποιημένη.

#### Ορατό ή όχι (Visibility : Visible/Invisible)

Από το υπομενού αυτό επιλέγουμε αν το NXT μας θα είναι ορατό (θα μπορεί να ανιχνευτεί από άλλες συσκευές Bluetooth, εκτός αυτών που υπάρχουν στη λίστα των επαφών [my contacts]). Από τη στιγμή που μετά την αναζήτηση (search) έχουμε εντοπίσει τις συσκευές με τις οποίες επιθυμούμε να επικοινωνούμε ασύρματα και έχουμε ήδη πραγματοποιήσει μία ασύρματη σύνδεση μαζί τους, οπότε αυτές έχουν προστεθεί στη λίστα των επαφών μας, μπορούμε να απενεργοποιήσουμε την ιδιότητα αυτή και να καταστήσουμε το NXT μας αόρατο σε οποιαδήποτε άλλη ξένη συσκευή Bluetooth.

#### Αναζήτηση (Search)

Με τη εντολή αυτή το NXT μας ξεκινάει μία αναζήτηση για να εντοπίσει τις συσκευές Bluetooth που βρίσκονται στο πεδίο δράσης του (Οι συσκευές αυτές για να μπορέσουν να ανιχνευτούν θα πρέπει να έχουν ενεργοποιημένη τη ιδιότητα Visible). Στη συνέχεια μπορούμε να πραγματοποιήσουμε σύνδεση και να πετύχουμε ασύρματη επικοινωνία με κάποιες από τις συσκευές που έχει εντοπίσει το NXT μας (με μία όμως τη φορά) αν βέβαια γνωρίζουμε το συνθηματικό τους.

#### Συνδέσεις (Connections)

Αυτή ή λίστα περιέχει όλες τις συσκευές Bluetooth με τις οποίες το NXT μας έχει συνδεθεί τη τρέχουσα στιγμή. Κάθε μονάδα NXT μπορεί να πραγματοποιήσει σύνδεση με τρεις συσκευές Bluetooth κάθε στιγμή (με τη χρήση των γραμμών σύνδεσης 1,2 και 3) και να αποδεχτεί τη σύνδεση από άλλη μία συσκευή (μέσω της γραμμής 0). Ανεξάρτητα όμως από τον αριθμό αυτών των συνδέσεων μπορεί να συνομιλεί -ανταλλάσει δεδομένα ή προγράμματα- κάθε στιγμή με μία μόνο από αυτές.

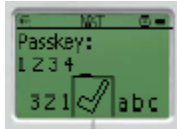
#### Οι Επαφές μου (My Contacts)

Η λίστα αυτή περιλαμβάνει όλες τις συσκευές Bluetooth με τις οποίες το NXT μας έχει πραγματοποιήσει σύνδεση Bluetooth κάποια στιγμή προηγουμένως. Οι συσκευές που βρίσκονται σε αυτή τη λίστα μπορούν να συνδεθούν αυτόματα με το NXT μας χωρίς να απαιτείται να δώσουν ξανά το συνθηματικό για τη σύνδεση.

Η προσθήκη νέων συσκευών Bluetooth στη λίστα αυτή γίνεται με τη χρήση της λειτουργίας αναζήτησης (Search)

Συνθηματικό (Passkey)

Το συνθηματικό εξασφαλίζει ότι μόνο οι συσκευές οι οποίες έχουν την έγκριση από εμάς θα μπορέσουν να συνδεθούν στο NXT μας. Κάθε φορά που το NXT προχωράει στη πραγματοποίηση μία σύνδεσης με μία νέα συσκευή Bluetooth για πρώτη φορά, η συσκευή αυτή θα ζητήσει να πληκτρολογήσουμε το συνθηματικό που έχει οριστεί για να επιτρέψει τη σύνδεση. Με τον ίδιο τρόπο και οι άλλες συσκευές Bluetooth πρέπει να γνωρίζουν το συνθηματικό του NXT μας, για να πραγματοποιήσουν μία σύνδεση με αυτό. Μετά την επαλήθευση του συνθηματικού οι έμπιστες συσκευές τοποθετούνται αυτόματα στη λίστα των επαφών [my contacts]. Για τη σύνδεση με μία από αυτές κάποια άλλη στιγμή, δεν απαιτείται πλέον η χρήση του συνθηματικού.



Στην οθόνη που εμφανίζεται για να πληκτρολογήσουμε το συνθηματικό μας προτείνεται ως εξ' ορισμού τιμή το 1234. Αν θέλουμε να δώσουμε ένα νέο συνθηματικό από την αρχή πατάμε το γκρι πλήκτρο στο NXT για να καθαρίσουμε το συνθηματικό που μας προτείνεται και στη συνέχεια με τα βελάκια βρίσκουμε τους χαρακτήρες που θέλουμε και τους εισάγουμε πατώντας το πορτοκαλί πλήκτρο στο NXT. Αν θέλουμε να διαγράψουμε κάποιο χαρακτήρα που εισάγαμε κατά λάθος πατάμε το γκρι πλήκτρο στο NXT.

**Δημιουργία σύνδεσης Bluetooth του NXT με τον προσωπικό υπολογιστή.**

Για να προχωρήσουμε σε μία ασύρματη σύνδεση Bluetooth πρέπει ο προσωπικός υπολογιστής μας να υποστηρίζει τη δυνατότητα αυτής της σύνδεσης. Αν δεν υπάρχει ενσωματωμένη θύρα Bluetooth στον υπολογιστή μας μπορεί κανείς να προμηθευτεί ένα USB στικ Bluetooth.

Καταρχήν ανοίγουμε τη μονάδα NXT και αφού ενεργοποιήσουμε τη δυνατότητα σύνδεσης Bluetooth από το μενού [Bluetooth]→[On] επιλέγουμε το NXT μας να είναι ορατό από άλλες συσκευές Bluetooth από το μενού [Bluetooth]→[Visible].

Επίσης σιγουρευόμαστε ότι η δυνατότητα σύνδεσης Bluetooth είναι εγκατεστημένη και ενεργοποιημένη στον προσωπικό μας υπολογιστή.

Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο πλήκτρο NXT Window του πεδίο ελέγχου (Controller) μέσα από το περιβάλλον προγραμματισμού NXT-G. Στο παράθυρο NXT Window που εμφανίζεται κάνουμε κλικ στο πλήκτρο *Scan* και ο υπολογιστής αυτόματα ξεκινάει την ανίχνευση για συσκευές Bluetooth.

Μετά από μια μικρή αναμονή εμφανίζεται μία λίστα με τις συσκευές που εντοπίστηκαν. Επιλέγουμε τη συσκευή με την οποία επιθυμούμε να πραγματοποιήσουμε σύνδεση και κάνουμε κλικ στο πλήκτρο *Connect*.

Αν η σύνδεση με μία συσκευή Bluetooth γίνεται για πρώτη φορά, εμφανίζεται ένα νέο παράθυρο, όπου μας ζητείται να πληκτρολογήσουμε το συνθηματικό (*Passkey*) της σύνδεσης με το NXT (Το ίδιο συνθηματικό πρέπει να έχουμε δώσει και στο NXT μας). Για να συνδεθούμε ασύρματα με μία άλλη συσκευή Bluetooth πρέπει να γνωρίζουμε το συνθηματικό της. Στο παράθυρο NXT window η κατάσταση του NXT εμφανίζεται πλέον αλλαγμένη από διαθέσιμο (*Available*) σε συνδεδεμένο (*Connected*) και έχει αποκατασταθεί ασύρματη σύνδεση ανάμεσα στον προσωπικό μας υπολογιστή και το αντίστοιχο NXT, οπότε και μπορεί να γίνει ανταλλαγή δεδομένων.

### **Δημιουργία σύνδεσης Bluetooth του NXT με άλλη μονάδα NXT.**

Καταρχήν ανοίγουμε τις μονάδες NXT και αφού ενεργοποιήσουμε τη δυνατότητα σύνδεσης Bluetooth από το υπομενού [Bluetooth]→[On] επιλέγουμε σε καθεμία από τις δύο μονάδες NXT να είναι ορατές από άλλες συσκευές Bluetooth από το υπομενού [Bluetooth]→[Visible]. Επίσης φροντίζουμε να έχουμε δώσει διαφορετικά ονόματα σε κάθε μία από τις μονάδες NXT.

Δίνουμε εντολή στο NXT μας να προχωρήσει σε αναζήτηση τυχόν συσκευών Bluetooth που βρίσκονται πλησίον της επιλέγοντας το υπομενού [Bluetooth]→[Search]. Το NXT μας άμεσα θα ανιχνεύσει όλες τις συσκευές Bluetooth που βρίσκονται σε μία ακτίνα 0-30 μέτρα. Ανάλογα με πόσες συσκευές Bluetooth βρίσκονται μέσα σε αυτό το πεδίο δράσης το NXT θα εμφανίσει μία λίστα τους μετά από λίγα δευτερόλεπτα.

Επιλέγουμε τη συσκευή με την οποία επιθυμούμε να πραγματοποιήσουμε σύνδεση και κατόπιν επιλέγουμε τη γραμμή (*line*) με την οποία θα συνομιλεί το NXT μας με τη συσκευή αυτή (1,2 ή 3). Μπορούμε να συνδέσουμε το NXT με τρεις διαφορετικές συσκευές την ίδια στιγμή. Στη περίπτωση μας επιλέγουμε το NXT μας να συνδεθεί με το άλλο NXT που επιθυμούμε.

Αν η σύνδεση με μία συσκευή Bluetooth γίνεται για πρώτη φορά θα απαιτηθεί να πληκτρολογήσουμε στο NXT μας, το συνθηματικό (*Passkey*) της άλλης συσκευής. Αυτό σημαίνει ότι και στις δύο μονάδες NXT χρειάζεται να πληκτρολογήσουμε το ίδιο συνθηματικό για να γίνει εφικτή η σύνδεση τους. Για να συνδεθούμε ασύρματα με μία άλλη συσκευή Bluetooth πρέπει να γνωρίζουμε το συνθηματικό της.

### **Δημιουργία σύνδεσης Bluetooth του NXT με πάνω από μία μονάδες NXT.**

Αν επιθυμούμε να συνδέσουμε το NXT μας με περισσότερες από μία -και μέχρι τρεις- πρέπει να πάμε στο υπομενού των επαφών [Bluetooth]→[My Contacts] αν είχαμε συνδεθεί με αυτή προηγουμένως -όπου βρίσκονται οι συνδέσεις που εμπιστεύεται το NXT μας- ή θα πρέπει να ξεκινήσουμε μία καινούρια αναζήτηση αν πρόκειται για μία νέα συσκευή που φέραμε στο πεδίο δράσης του NXT μας, μόλις τώρα. Το NXT έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με τρεις άλλες συσκευές Bluetooth την ίδια στιγμή. Παρόλα αυτά μπορεί να επικοινωνήσει μόνο με μία συσκευή τη φορά.

Για να στείλουμε ένα αρχείο από το NXT μας σε ένα άλλο, αφού αποκαταστήσουμε τη σύνδεση ανάμεσα τους επιλέγουμε το μενού αρχείων [My Files] και στη συνέχεια το πρόγραμμα που θέλουμε να αποστείλουμε. Στη συνέχεια επιλέγουμε αποστολή [Send] και καθορίζουμε τη συσκευή στη οποία θέλουμε να στείλουμε το αρχείο επιλέγοντας τη γραμμή (*Line*) την οποία έχουμε αποδώσει για την επικοινωνία με τη συγκεκριμένη συσκευή. Η αποστολή ολοκληρώνεται.

### ***Επιλογή NXT Window από το πεδίο ελέγχου (Controller)***

Μπορούμε επίσης να δούμε πληροφορίες για τη κατάσταση των NXT που βρίσκονται σε σύνδεση Bluetooth ή USB με τον προσωπικό μας υπολογιστή κάνοντας κλικ στο πλήκτρο NXT Window του πεδίο ελέγχου (Controller) μέσα από το περιβάλλον προγραμματισμού NXT-G. Από εδώ όπως είδαμε, μπορούμε να αλλάξουμε το όνομα μιας μονάδας, να ελέγξουμε τη κατάσταση της μπαταρίας του, να δούμε τη χρήση της μνήμης του και να σβήσουμε διάφορα αρχεία στο NXT μας.



### My Files

### NXT Program

### View

### Bluetooth

### Settings

### Try Me

- Software
- Files
- NXT Files
  - Run
  - Send
  - Delete

- Setup Instructions
- Programming UI

- Sound dB
- Sound dBA
- Reflected Light
- Ambient Light
- Light Sensor\*
- Temperature °C\*
- Temperature °F\*
- Rotation\*
- Motor Rotations
- Motor Degrees
- Touch
- Ultrasonic Inch
- Ultrasonic cm

- Port 1
- Port 2
- Port 3
- Port 4

- My Contacts
  - Select
- Connections
  - 0 1 2 3
- Visibility
  - Visible
  - Invisible
- On/Off
  - On
  - Off
- Search

- Volume
  - Volume UI
- Sleep
  - Sleep UI
- NXT Version
  - Version Info
- Delete Files
  - Software Files
  - NXT Files
  - Sound Files
  - Try Me Files

Try Me Programs



Για να κατασκευάσετε το όχημα – ρομπότ tankbot δείτε τις οδηγίες συνομολόγησης στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.