

## **Πακέτο Lego Mindstorms NXT**

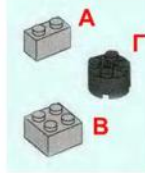
Το πακέτο Mindstorms NXT της Lego μπορεί να μοιάζει ως ένα ενδιαφέρον παιχνίδι αλλά στην πραγματικότητα είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ρομποτικής. Πρόκειται για ένα εξαιρετικό εργαλείο ρομποτικής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από σχολεία, πανεπιστήμια αλλά και χομπίστες. Με αυτό μπορείς να κατασκευάσεις 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

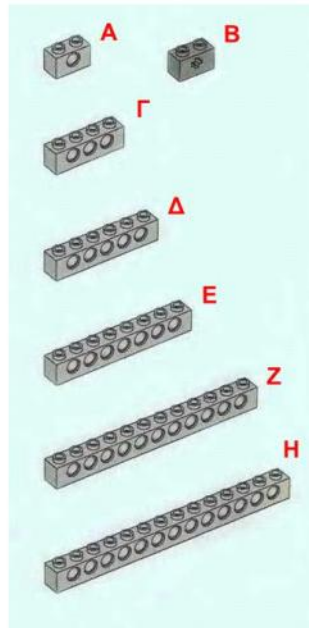
Τα τουβλάκια της Lego είναι γνωστά σε όλους μας. Τα συναντάμε σε διάφορα χρώματα και διαστάσεις. Για να τα ξεχωρίζουμε μεταξύ τους, τα ονομάζουμε ανάλογα με τον αριθμό των εξογκωμάτων που περιέχουν κατά τις δύο διαστάσεις τους.

Την απόσταση ανάμεσα σε δύο εξογκώματα την ονομάζουμε "μήκος lego".

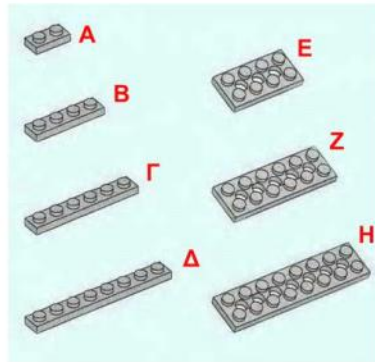
Εκτός από τα κλασικά τουβλάκια υπάρχουν και μερικοί άλλοι τύποι, όπως κυκλικά τουβλάκια και σφήνες.

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)

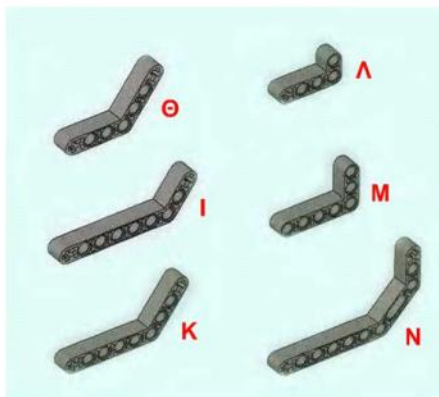
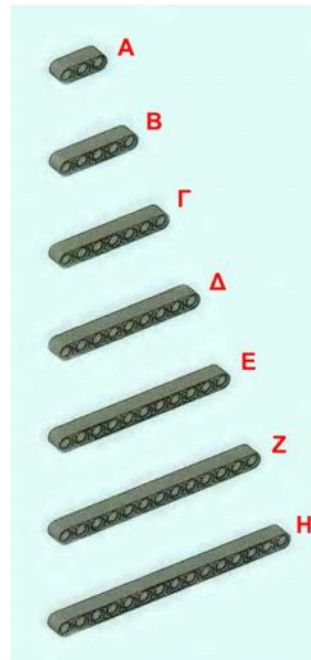


- A) 1x2 πλακίδιο
- B) 1x4 πλακίδιο
- Γ) 1x6 πλακίδιο
- Δ) 1x8 πλακίδιο
- E) 2x4 πλακίδιο με οπές
- Z) 2x6 πλακίδιο με οπές
- H) 2x8 πλακίδιο με οπές

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
- Ε) #6 άξονας
- Ζ) #7 άξονας
- Η) #8 άξονας
- Θ) #10 άξονας
- Ι) #12 άξονας
- Κ) #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 καλακωτό άκρο
- Ι) μπλε πιράκι με άκρο άξονα
- Κ) λευκό πιράκι με άκρο άξονα

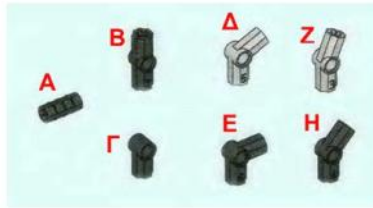
Τα πιράκια τοποθετούνται στις οπές των δοκών και συνδέουν δύο δοκούς μεταξύ τους.

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 πιράκια
- 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 συνδέσμους, 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.
- αλλάζουμε την κατεύθυνση κίνησης ενός άξονα.
- να αλλάζουμε 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.

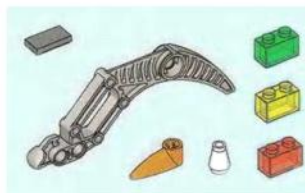
### 11. Διάφορα τεμάχια



Βραχίονες με αρθρώσεις



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

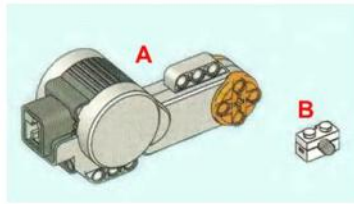


Διακοσμητικά τεμάχια



Κανόνι με βέλος

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

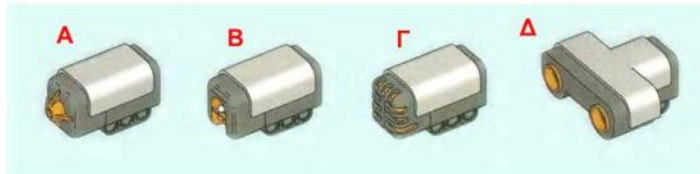


- A) κινητήρας
- B) λαμπτήρας

Οι κινητήρες δίνουν κίνηση στο ρομπότ μας.

### 13. Αισθητήρες (Sensors)

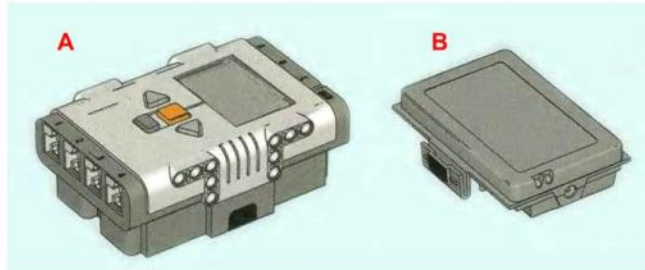
Οι αισθητήρες παρέχουν στο ρομπότ μας πληροφορίες για τον κόσμο που τους περιβάλλει.



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

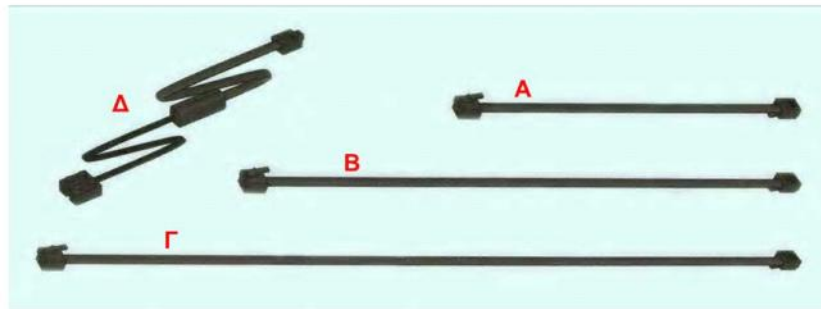
#### 14. Τούβλο ή μικροεπεξεργαστής NXT (NXT Brick)

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

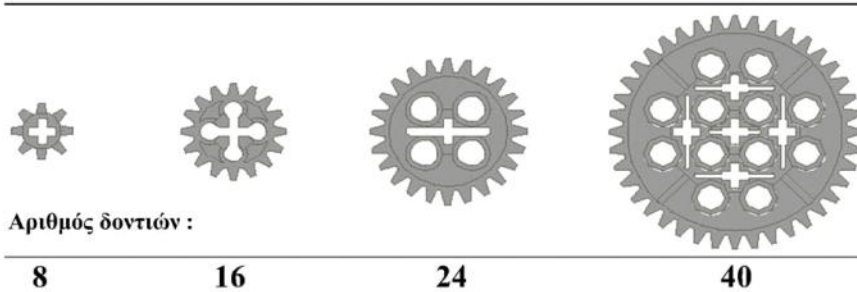
Τα γρανάζια όπως είδαμε χρησιμοποιούνται για να αλλάξουν την κατεύθυνση κίνησης, την ταχύτητα περιστροφής και την ροπή ενός κινητήρα.

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.

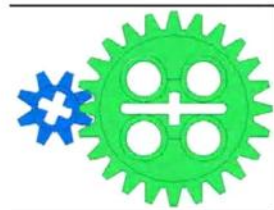
Υπάρχουν διάφοροι τύποι γραναζιών, με τους οποίους μπορούμε να πετύχουμε διάφορες υλοποιήσεις :

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



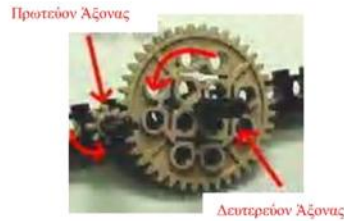
Πρόκειται για τα κλασικά γρανάζια.

Α. 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.

**Β.** 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.

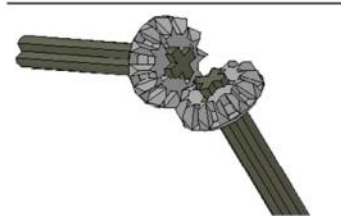


Επιμέλεια : Κυριακού Γεώργιος

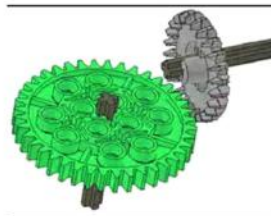
### 2. Γρανάζια με λοξά δόντια (*Bevel gears*).

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.

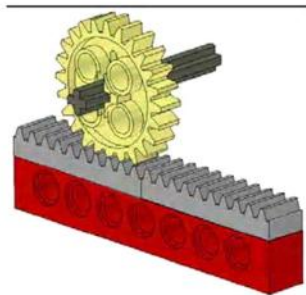


B. 24 δοντιών τα οποία ονομάζονται και γρανάζια κορώνες, και στα οποία μπορεί να συνδεθεί και ένα απλό γρανάζι.



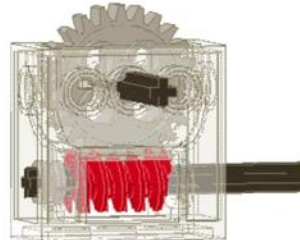
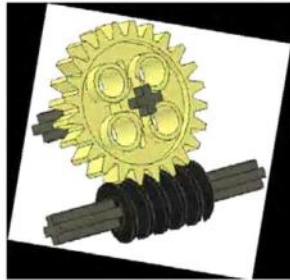
### 3. Δοκός με δόντια (*Rack and Pinion*).

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 ιμάντα.

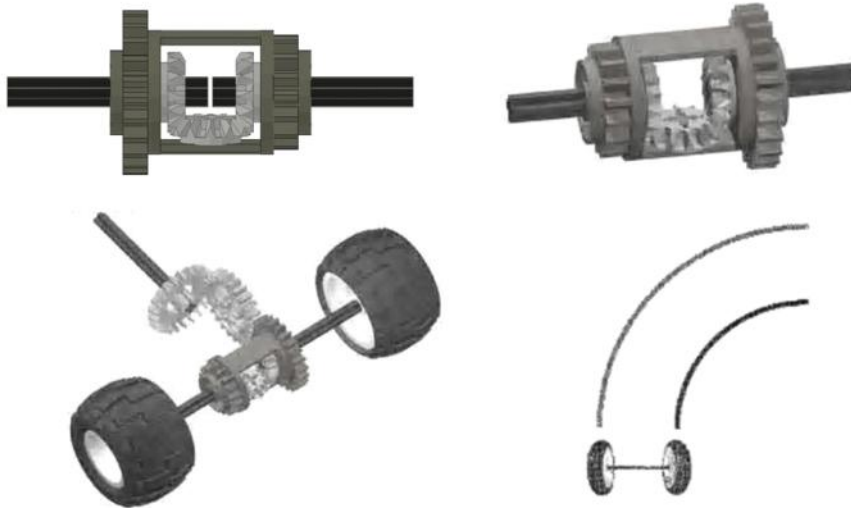




## Απλοί μηχανισμοί με γρανάζια :

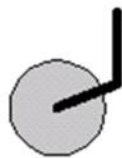
### 1. Διαφορικό (differential)

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.

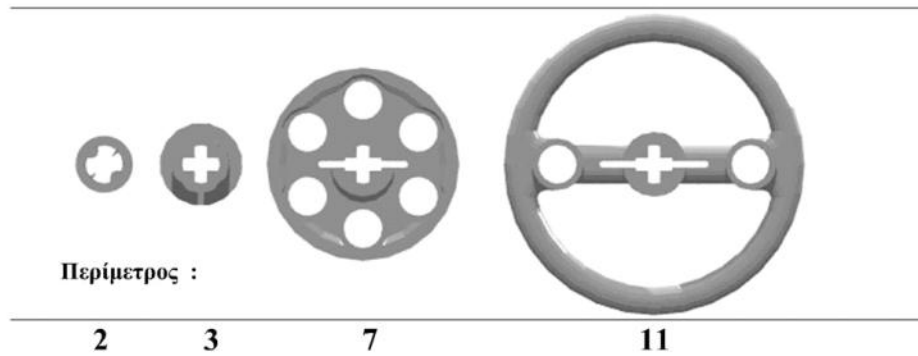


### 2. Σύστημα τροχού κάστερ (caster wheel)

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 μάντες

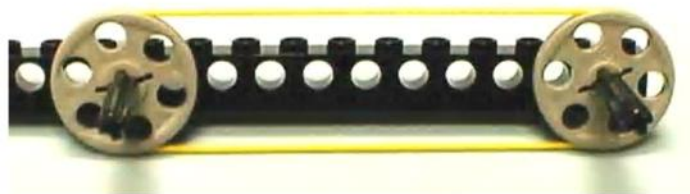


Όπως τα γρανάζια, με τον ίδιο τρόπο και οι μάντες με τροχαλίες χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν την κίνηση από ένα άξονα σε ένα άλλο. Υπάρχουν όμως σημαντικές διαφορές :

α) Στους μάντες με τροχαλίες διατηρείται η ίδια φορά περιστροφής.



β) Οι μάντες δε μεταφέρουν πάντα όλη την ισχύ από τον ένα άξονα στον άλλο. Στην περίπτωση που ο δεύτερος άξονας ζοριστεί, ο μάντας 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

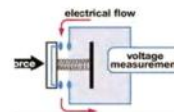
Οι αισθητήρες παίζουν καθοριστικό ρόλο σε ένα ρομπότ. Παρέχουν πληροφορίες στον επεξεργαστή του ρομπότ για το περιβάλλον, μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται αυτό. Στη συνέχεια ο επεξεργαστής του ρομπότ αποφασίζει τι θα κάνει, βασιζόμενος σε αυτές τις πληροφορίες και με βάση τις εντολές του προγράμματος 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 τότε έχει έρθει σε επαφή ή σταμάτησε να έχει επαφή με κάποιο αντικείμενο από το πλησίον περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται. Ο αισθητήρας αφής ανιχνεύει τότε πιέζεται από κάτι και τότε 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 τότε 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 τότε 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  $\pm 1$  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 dBΑ η στάθμη του ήχου μετριέται αντικειμενικά χωρίς να παίρνουμε υπόψη την ευαισθησία του ανθρώπινου αυτιού. Έτσι στην περίπτωση αυτή το ρομπότ μας μπορεί να ανιληφθεί 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



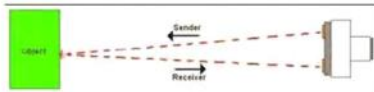
Ο αισθητήρας υπερήχων αποτελεί μία ενδιαφέρουσα προσθήκη στη ρομποτική της Lego.

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 +/- 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 διασαύρωση 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.