

Πίνακας περιεχομένων

Μέτρηση της απόστασης.....	2
Μέτρηση της απόστασης με μετροταινία.....	3
Αποστασιόμετρο Laser.....	3
Πλεονεκτήματα έναντι της μετροταινίας.....	3
Μέτρηση της απόστασης Γης Σελήνης.....	4
Μέτρηση της απόστασης με συσκευή υπερήχων.....	4
Μετάδοση του ήχου στον αέρα.....	4
Τι είναι οι υπέρηχοι;.....	5
Ακουστικό φάσμα και ήχοι.....	6
Χερσαία θηλαστικά.....	7
Άνθρωπος.....	7
Σκυλιά.....	7
Νυχτερίδες.....	7
Ποντίκια.....	7
Υδρόβια θηλαστικά.....	8
Δελφίνια.....	8
Υπερηχητικοί Αισθητήρες.....	8
Η εφαρμογή μας.....	10

Μέτρηση της απόστασης με υπερηχητικό αισθητήρα. Πόσο βαθύς είναι ο ωκεανός;



Μέτρηση της απόστασης

Η μέτρηση είναι πρωταρχική και σημαντική διαδικασία για την φυσική επιστήμη. Οι ποσότητες που μπορούν να μετρηθούν ονομάζονται φυσικά μεγέθη. Η μέτρηση γίνεται με την σύγκριση με ομοειδή μεγέθη, που ονομάζονται μονάδες μέτρησης.

Τα εργαλεία και οι τεχνικές μέτρησης είναι ενδεχομένως μία από τις παλαιότερες αναζητήσεις της επιστήμης.

Ανάλογα με το μήκος που θέλουμε να μετρήσουμε χρησιμοποιούμε διαφορετικά όργανα και μεθόδους. Για τις καθημερινές μας ανάγκες, χρησιμοποιούμε: για συνηθισμένες αποστάσεις τις μετροταινίες και τα τελευταία χρόνια τα LASER και τους υπερήχους, για μεγαλύτερες αποστάσεις μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το οδόμετρο του αυτοκινήτου (τα χιλιόμετρα του κοντέρ) και για πολύ μικρές το παχύμετρο ή διαστημόμετρο ή το μικρόμετρο. Για ειδικές επιστημονικές μετρήσεις χρησιμοποιούμε τα συμβολόμετρα, τα sonar, τα radar. Για να μετρήσουν οι αστρονόμοι την απόσταση των άστρων χρησιμοποιούν τη μέθοδο της παράλλαξης που απαιτεί πολύ χρόνο. Για να μετρήσουμε τις πολύ μικρές αποστάσεις μεταξύ ατόμων ή μορίων χρησιμοποιούμε το STM (μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας) ή το AFM (μικροσκόπιο ατομικών δυνάμεων).

Άλλος τρόπος μέτρησης της απόστασης είναι το παγκόσμιο σύστημα θεσιθεσίας gps. Στο σύστημα αυτό τα όργανα μέτρησης μήκους/απόστασης δέχονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα από δορυφόρους.

Μέτρηση της απόστασης με μετροταινία.

Μία κοινή μέθοδος μέτρησης της απόστασης γίνεται μέσω μιας βαθμολογημένης μηχανικής συσκευής (π.χ. χάρακας, μετροταινίας). Η μέθοδος αυτή μπορεί να πετύχει ακρίβεια μέχρι 1mm και είναι μη πρακτική για μεγάλες αποστάσεις.

Η μέτρηση της απόστασης με μετροταινία έχει περιορισμούς και μειονεκτήματα. Μπορεί να προκύψουν σφάλματα γιατί μπορεί να:

1. μην τοποθετήσουμε την αρχή της μετροταινίας στην αρχή της απόστασης που θέλουμε να μετρήσουμε.
2. κάτω από την μετροταινία μπορεί να υπάρχει κάποιο άλλο αντικείμενο
3. η μετροταινία μπορεί να έχει συστραφεί
4. η μετροταινία μπορεί να μην είναι παράλληλη με την πλευρά που θέλουμε να μετρήσουμε
5. το αντικείμενο που μετρούμε μπορεί να μην έχει ξεκάθαρα άκρα
6. δεν μπορούμε να πετύχουμε πολύ καλή ανάλυση στις μετρήσεις μας (αν δλδ έχουμε περισσότερα δεκαδικά ψηφία)
7. δε μπορούμε να μετρήσουμε με ασφάλεια μεγάλες αποστάσεις όπως π.χ. την απόσταση από την καρέκλα μας στο ταβάνι, θα χρειαστούμε σκάλα κλπ
8. δε μπορούμε να μετρήσουμε πολύ μεγάλες αποστάσεις (π.χ. Γης-Σελήνης, βάθος ωκεανών) ή πολύ μικρές αποστάσεις μέσα στα μόρια και στα άτομα της ύλης.

Αποστασιόμετρο Laser

Το αποστασιόμετρο laser μετράει τον χρόνο που χρειάζεται το φως να ταξιδέψει μέχρι το αντικείμενο του οποίου μετράει την απόσταση, και να επιστρέψει. Γνωρίζοντας την ταχύτητα του φωτός υπολογίζει την απόσταση. Με αυτή την μέθοδο η ακρίβεια για μικρές αποστάσεις είναι μικρή.



Πλεονεκτήματα έναντι της μετροταινίας

Ο μετρητής αποστάσεων laser είναι ακριβής μέσα σε μερικά χιλιοστά, και η γραμμή είναι πάντα εντελώς ευθεία – κανένα λύγισμα ή καμπή! Έχετε διάφορες επιλογές μονάδων μέτρησης και δεν υπάρχει ρίσκο να διαβάσετε την ένδειξη λάθος, όπως με τις μικρές ενδιάμεσες ενδείξεις σε ένα μέτρο.

Ο μετρητής αποστάσεων laser είναι πολύ γρηγορότερος – στοχεύστε, πατήστε το κουμπί και έχετε το αποτέλεσμα μπροστά σας σε μία οθόνη. Η δουλειά έχει γίνει σε ένα μικρό κλάσμα του χρόνου που θα χρειαζόσασταν με ένα μέτρο.

Δε χρειάζεται να περπατάτε προς και από το σημείο μέτρησης ή να έχετε ένα βοηθό στην άλλη μεριά. Επιπλέον, μπορείτε να τον χρησιμοποιήσετε με ένα χέρι, αφήνοντας το άλλο χέρι σας ελεύθερο να κρατάει το σημειωματάριό σας.

Αν υπάρχει οπτική επαφή με το στόχο σας και είναι εντός εμβέλειας, μπορείτε πολύ γρήγορα να βρείτε πόσο μακριά βρίσκεται.

Για τους ίδιους λόγους, μπορείτε να μετράτε προς τα πάνω χωρίς να σκαρφαλώνετε – στο ταβάνι ή στην κορυφή ενός κτιρίου. Έτσι, ο μετρητής αποστάσεων laser σας προσφέρει και πλεονεκτήματα ασφαλείας. Δε χρειάζεται πια να σκαρφαλώνετε σε σκάλες ή σε απότομες και υγρές επιφάνειες για να πάρετε μια μέτρηση.

Αυτά τα πλεονεκτήματα ασφαλείας κι ευελιξίας είναι ιδιαίτερος πολύτιμα σε επικίνδυνα περιβάλλοντα και θα υπάρχουν περιπτώσεις που δε θα μπορούσατε να κάνετε καν τη δουλειά σας με ένα μέτρο. Μόνο με ένα μετρητή αποστάσεων με laser μπορείτε να τα καταφέρετε.

Παρομοίως, μπορείτε να μετρήσετε το ύψος ενός κτιρίου χωρίς να είστε καν δίπλα του, απλά μετρώντας την απόστασή σας από τη βάση και την κορυφή του κτηρίου. Μπορείτε ακόμα να μετρήσετε το πλάτος ενός κτηρίου, αν στέκεστε σε κάποια απόσταση και παίρνοντας μετρήσεις από εκεί.

Μέτρηση της απόστασης Γης Σελήνης

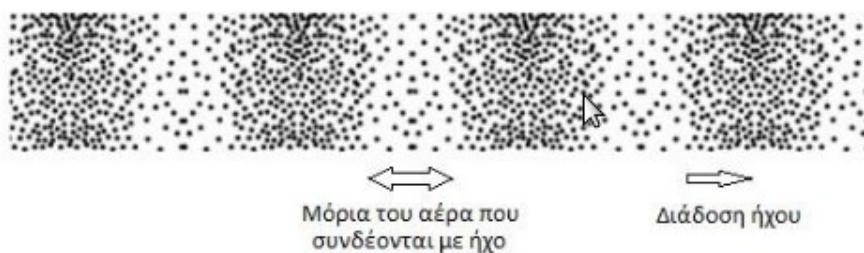
Πάνω στη σελήνη έχει τοποθετηθεί ένας (ειδικός) καθρέφτης. Από τη Γη στέλνουμε μια ακτίνα φωτός (από LASER) και μετράμε το χρόνο που χρειάζεται το φως να επιστρέψει.

Χρησιμοποιώντας μετά την σχέση $s=(c \cdot t)/2$, όπου $c = 300.000 \text{ Km/sec}$ είναι η ταχύτητα του φωτός και t ο χρόνος που μετράμε, βρίσκουμε την απόσταση σε km(χιλιόμετρα).

Μέτρηση της απόστασης με συσκευή υπερήχων.

Με αυτόν τον τρόπο ο υπολογισμός της απόστασης γίνεται σε σχέση με την ταχύτητα του ήχου και του χρόνου που κάνει από την στιγμή που θα φύγει από την συσκευή του υπερήχου μέχρι να ξαναγυρίσει σε αυτήν. Τον τρόπο αυτό χρησιμοποιούν για την πλοήγησή τους τα δελφίνια, οι φάλαινες και οι νυχτερίδες. Οι υπερηχητικές τεχνικές μέτρησης της απόστασης (ή αλλιώς SONAR=Sound Navigation and Ranging) αποτυπώθηκαν αρχικά για τις υποθαλάσσιες εφαρμογές όπου ο ήχος υπερέρχει σε σχέση με την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια (συμπεριλαμβανομένου και του φωτός) όσον αφορά την απόσταση διάδοσης.

Μετάδοση του ήχου στον αέρα

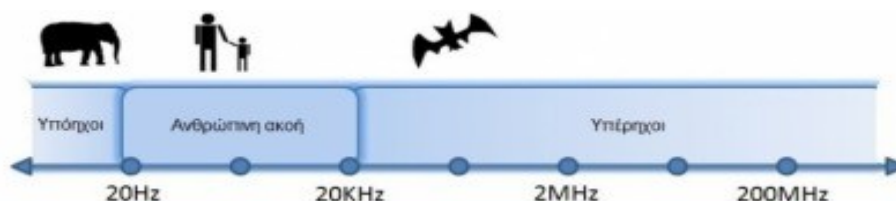


Τι είναι οι υπέρηχοι;

Σίγουρα έχουμε ακούσει για τους υπερήχους, πολλοί από εμάς ίσως έχουμε κάνει και κάποια διαγνωστική εξέταση με υπερήχους.

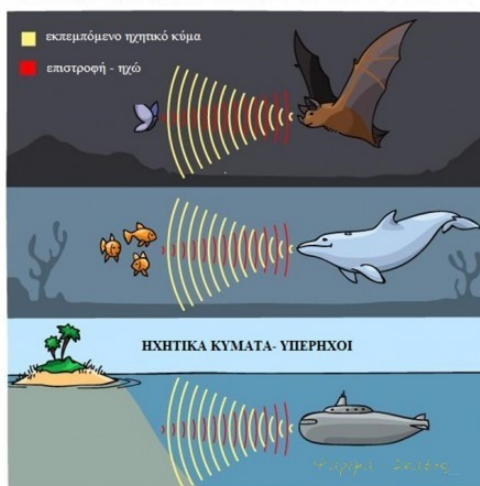
Τι είναι όμως αυτοί οι ήχοι και γιατί δεν τους ακούμε; Ποιες είναι οι ιδιαιτερότητες τους, πως λειτουργούν και που χρησιμοποιούνται ακριβώς;

Το ανθρώπινο αυτί ακούει ήχους μέσα σε ένα εύρος συχνοτήτων συνήθως μεταξύ 20Hz και 20kHz. Βέβαια, το εύρος αυτό δεν είναι το ίδιο για όλους, αλλά διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο. Οι υπέρηχοι είναι ηχητικά κύματα, σαν τους ήχους που ακούμε, πρόκειται όμως για κύματα υψηλής συχνότητας, μεγαλύτερης από 20kHz.



Όμως υπάρχουν ζώα, όπως οι νυχτερίδες τα δελφίνια κλπ που έχουν άλλο εύρος ακοής και πιάνουν τις υψηλές συχνότητες που δεν μπορούμε να ακούσουμε εμείς.

ΗΧΟΕΝΤΟΠΙΣΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ



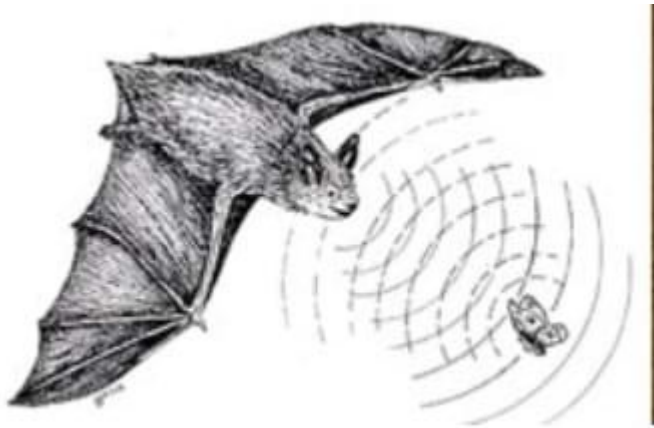
1

Τα θαλάσσια θηλαστικά επικοινωνούν με υπερήχους. Οι υπέρηχοι είναι τα μάτια αυτών των ζώων. Στο μεγάλο και καμπύλο κεφάλι τους βρίσκεται το σύστημα ηχοεντοπισμού – ένα είδος σόναρ – που τα βοηθά να προσανατολίζονται, να βρίσκουν την τροφή τους και να επικοινωνούν. Ένα πλοίο που περνάει από κοντά τους ακούγεται στα αυτιά τους σαν ένας εκκωφαντικός θόρυβος.

Η νυχτερίδα επίσης διαθέτει ένα σύστημα "πλοήγησης" σαν ραντάρ για να βλέπει στο σκοτάδι χρησιμοποιώντας υπερήχους.



. Τρόπος εντοπισμού αντικειμένων από τη νυχτερίδα



Ακουστικό φάσμα και ήχοι

Ως ακουστικό φάσμα περιγράφεται το διάστημα μεταξύ της μικρότερης και της μεγαλύτερης συχνότητας ήχου που μπορεί να ακούσει ένας άνθρωπος ή ένα ζώο. Στους ανθρώπους το ακουστικό φάσμα εκτείνεται κατά προσέγγιση από τα 20 Hz έως τα 20 KHz (20.000 Hz). Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στο φάσμα μεταξύ ατόμων, ειδικά στην περιοχή των ψηλών συχνοτήτων. Το ακουστικό φάσμα στα ζώα είναι τελείως διαφορετικό αλλά και η χρήση των ήχων είναι διαφορετική και ζωτικής σημασίας!

Στις πιο κάτω παραγράφους περιγράφεται το ακουστικό φάσμα για διάφορα θηλαστικά.

Χερσαία θηλαστικά

Άνθρωπος

Στους ανθρώπους, τα ηχητικά κύματα εισέρχονται στο αφτί από το εξωτερικό του μέρος και κρούουν στην μεμβράνη του τυμπάνου. Τα κύματα αυτά θέτουν σε κίνηση την μεμβράνη και τα οστά του μέσου αφτιού. Ο αριθμός των δονήσεων ανά δευτερόλεπτο υποδεικνύει την συχνότητα του ήχου που ακούγεται, και μετράται σε Χερτζ, όπου ένα Χερτζ είναι μία δόνηση ανά δευτερόλεπτο. Επιπλέον αίσθηση του ήχου προέρχεται από το είδος και την ένταση της δόνησης των τριχιδίων μέσα στον κοχλία του αφτιού. Οι συχνότητες αυτές χωρίζονται σε υπόηχους (κάτω από το ακουστό φάσμα), ήχους (μέσα στο ακουστό φάσμα) και υπέρηχους (πάνω από το ακουστό φάσμα).

Συγκεκριμένα οι άνθρωποι έχουν ακουστό φάσμα που ξεκινά από τα 20 Hz, αν και σε ιδανικές συνθήκες στο εργαστήριο είναι δυνατή η ακοή ήχων από τα 12 Hz, όταν αυτοί παράγονται σε καθαρή κυματική μορφή και εκπέμπονται σε πολύ μεγάλη ένταση. Το φάσμα φτάνει μέχρι τα 20.000 Hz στα περισσότερα παιδιά και σε μερικούς ενήλικες, αρχίζει όμως να συρρικνώνεται σταθερά από την ηλικία περίπου των 8 ετών, με την εντονότερη συρρίκνωση να παρατηρείται στις ψηλές συχνότητες.

Σκυλιά

Το ακουστό φάσμα ενός σκύλου εξαρτάται από το γένος (ράτσα) και την ηλικία του, αλλά προσεγγιστικά είναι από 40 Hz έως 60,000 Hz, το οποίο είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από το ανθρώπινο. Όπως και στους ανθρώπους, σε μερικά γένη σκύλων η ακοή εξασθενεί με την ηλικία. Καθώς τα σκυλιά ακούνε κατά πολύ ψηλότερες συχνότητες από τους ανθρώπους, έχουν διαφορετική ηχητική αντίληψη του κόσμου. Μερικοί ήχοι που στους ανθρώπους ακούγονται έντονοι, μπορεί να περιέχουν τόνους ψηλών συχνοτήτων που να τρομάζουν τα σκυλιά. Υπερηχητικά σήματα χρησιμοποιούνται επίσης στις σφυρίχτρες σκύλων. Τα άγρια σκυλιά, χρησιμοποιούν την οξεία ακοή τους για να εντοπίσουν και να κυνηγήσουν θηράματα, ενώ η ίδια ικανότητα κάνει τα κατοικίδια σκυλιά κατάλληλα για φύλακες.

Νυχτερίδες

Οι νυχτερίδες έχουν πολύ ευαίσθητη ακοή, την οποία χρησιμοποιούν για εύρεση τροφής και για προσανατολισμό. Το ακουστό τους φάσμα είναι από τα 20 Hz έως τα 120,000 Hz. Εντοπίζουν την τροφή τους εκπέμποντας ήχους πολύ σύντομης διάρκειας και πολύ μεγάλης έντασης, και αξιολογούν την ηχώ που ανακλάται στα αντικείμενα γύρω τους, συμπεραίνοντας από αυτήν το μέγεθος και το είδος των αντικειμένων. Οι παλμοί του ήχου που παράγονται διαρκούν μόνο μερικά χιλιοστά του δευτερολέπτου, και οι παύσεις ανάμεσά τους λειτουργούν ως περίοδοι αξιολόγησης της ηχούς. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι οι νυχτερίδες αξιοποιούν την διαφορά συχνότητας που προκαλεί το φαινόμενο Ντόπλερ στον ανακλώμενο ήχο, ώστε να εκτιμούν την δική τους ταχύτητα πτήσης. Οι πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος, το σχήμα και την υφή, συνδυάζονται ώστε να σχηματίζεται μια εικόνα της θέσης και του περιβάλλοντος του θηράματος.

Ποντίκια

Τα ποντίκια έχουν μεγάλα αφτιά σε σχέση με το σώμα τους, και ακούν ψηλότερες συχνότητες, από το 1 kHz ως τα 70 kHz ή τα 90 kHz, τις οποίες χρησιμοποιούν για επικοινωνία. Δεν ακούν τις χαμηλότερες συχνότητες που ακούν οι άνθρωποι, όπως και οι άνθρωποι δεν ακούνε τους περισσότερους από τους ήχους των ποντικών. Για παράδειγμα, ο ήχος ενός νεαρού ποντικού υπό κίνδυνο παράγεται στα 40 kHz. Τα ποντίκια χρησιμοποιούν την ικανότητά τους να παράγουν και να

ακούν ήχους αυτού του φάσματος, για να ειδοποιούν τα άλλα ποντίκια για κίνδυνο, χωρίς να γίνονται αντιληπτά. Τέλος, εκτός από τους υψίσυχνους ήχους, τα ποντίκια παράγουν και μερικούς ήχους μέσα στο ανθρώπινο ακουστικό φάσμα, όταν θέλουν να επικοινωνήσουν σε μεγαλύτερη απόσταση, καθώς οι ήχοι χαμηλότερης συχνότητας ταξιδεύουν μακρύτερα.

Υδρόβια θηλαστικά

Δελφίνια

Τα υδρόβια θηλαστικά ζουν σε ωκεανούς, κόλπους και σε μερικά ποτάμια. Οι φυσικές ιδιότητες της μετάδοσης του ήχου μέσα στο νερό και οι διαφορές στην ακοή των υδρόβιων θηλαστικών έχουν οδηγήσει σε εκτενείς έρευνες, κυρίως γύρω από διάφορα είδη δελφινιών.

Το ακουστικό σύστημα των χερσαίων θηλαστικών τυπικά λειτουργεί μέσω της μεταφοράς ηχητικών κυμάτων μέσα στο αφτί. Έχει παρατηρηθεί ότι στις φώκιες, στα θαλάσσια λιοντάρια και στους θαλάσσιους ελέφαντες, τα αφτιά είναι όμοια, και πιθανώς λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο. Στις φάλαινες και στα δελφίνια όμως, δεν είναι ξεκάθαρο ακόμα πώς μεταδίδεται ο ήχος στο αφτί, αλλά μερικές έρευνες εισηγούνται ότι ο ήχος οδηγείται στο αφτί μέσω μεμβρανών στην κάτω σιαγόνα. Ένα είδος φάλαινας, οι **Οδοντοκρήτες ή οδοντοφόρες φάλαινες**, χρησιμοποιούν μια παρόμοια διαδικασία με τις νυχτερίδες, για να εντοπίζουν αντικείμενα μέσω της ανάκλασης του ήχου. Αυτές οι φάλαινες έχουν τα αφτιά τους μακριά το ένα από το άλλο, κάτι που βοηθά στη λειτουργία του εντοπισμού.

Τα υδρόβια θηλαστικά χρησιμοποιούν και διάφορες φωνές. Για παράδειγμα, τα δελφίνια επικοινωνούν με σφυρίγματα και κλικ, ενώ οι φάλαινες με χαμηλών συχνοτήτων φωνές και παλμούς.

Υπερηχητικοί Αισθητήρες

Ένας αισθητήρας μετατρέπει το φυσικό μέγεθος που μετριέται (μετρούμενο μέγεθος) σε ηλεκτρικό σήμα, είτε αυτό είναι τάση είτε είναι ρεύμα. Μερικά παραδείγματα φυσικών μεγεθών που μετρώνται με αισθητήρες είναι η θέση και η μετατόπιση ενός αντικειμένου, η ταχύτητα και η επιτάχυνση ενός κινητού αντικειμένου, η πίεση, η ροή ενός ρευστού, η υγρασία και η θερμοκρασία ενός περιβάλλοντος χώρου, η ακτινοβολία, κλπ.

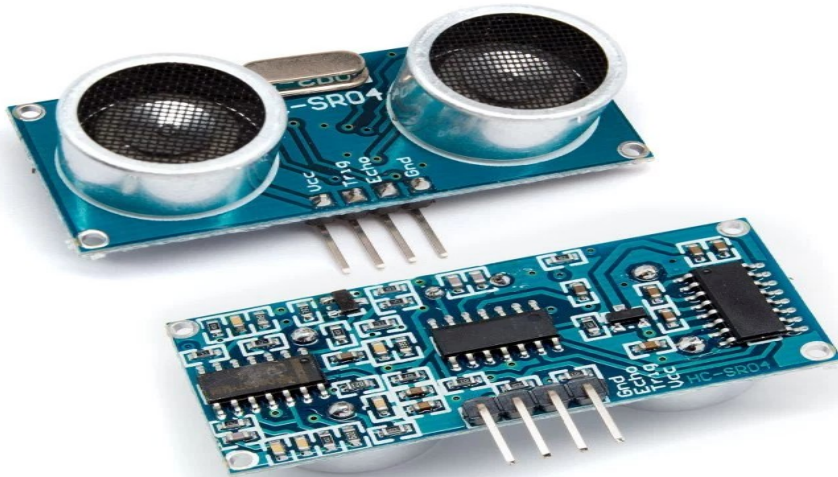
Οι **υπερηχητικοί αισθητήρες** λειτουργούν ταυτόχρονα ως πομπός και δέκτης και μεταδίδουν αμοιβαία υπερηχητικά σήματα. Κατά τη διάρκεια αυτών των μεταδόσεων, μετριοούνται οι αντίστοιχοι χρόνοι διέλευσης των σημάτων προς και από. Χρησιμοποιούν υψηλές συχνότητες για τη λειτουργία τους η τιμή των οποίων εξαρτάται από τη χρήση του αισθητήρα και από το μέσο που βρίσκεται ανάμεσα.

Ο πομπός που βρίσκεται μέσα στον αισθητήρα στέλνει ένα σήμα. Αυτό προσκρούει σε μία επιφάνεια, επιστρέφει και το λαμβάνει ο δέκτης. Το σήμα αυτό πηγαίνει σε έναν επεξεργαστή ο οποίος υπολογίζει τα δεδομένα (χρόνος κλπ) και δίνει τα ανάλογα αποτελέσματα.

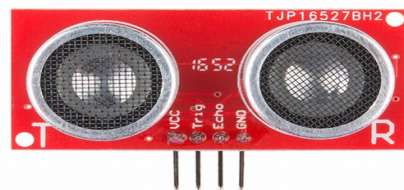
Η χρήση τους είναι πολύ μεγάλη και οι εφαρμογές τους είναι άπειρες. Τους συναντάμε καθημερινά σε εφαρμογές όπως στα αυτοκίνητα (ραντάρ παρκαρίσματος), συστήματα τηλεχειρισμού (τηλεόραση), στην ιατρική (αναγνώριση εμβρύου, οργάνων σώματος χωρίς να γίνει τομή), σε στρατιωτικές λειτουργίες (ανίχνευση ναρκών, τηλεκατευθυνόμενοι πύραυλοι, σε οικοδομές (μέτρηση αποστάσεων, έλεγχος στάθμης υγρών) κλπ. Είναι κατάλληλοι για την αυτοματοποιημένη μέτρηση της απόστασης σε κανονικά και δύσκολα περιβάλλοντα. Ειδικά

κατάλληλοι για περιβάλλοντα με καπνό και σκόνη όπου οι οπτικοί αισθητήρες δεν εξυπηρετούν. Είναι πολύ ακριβείς και σταθεροί και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλες αποστάσεις.

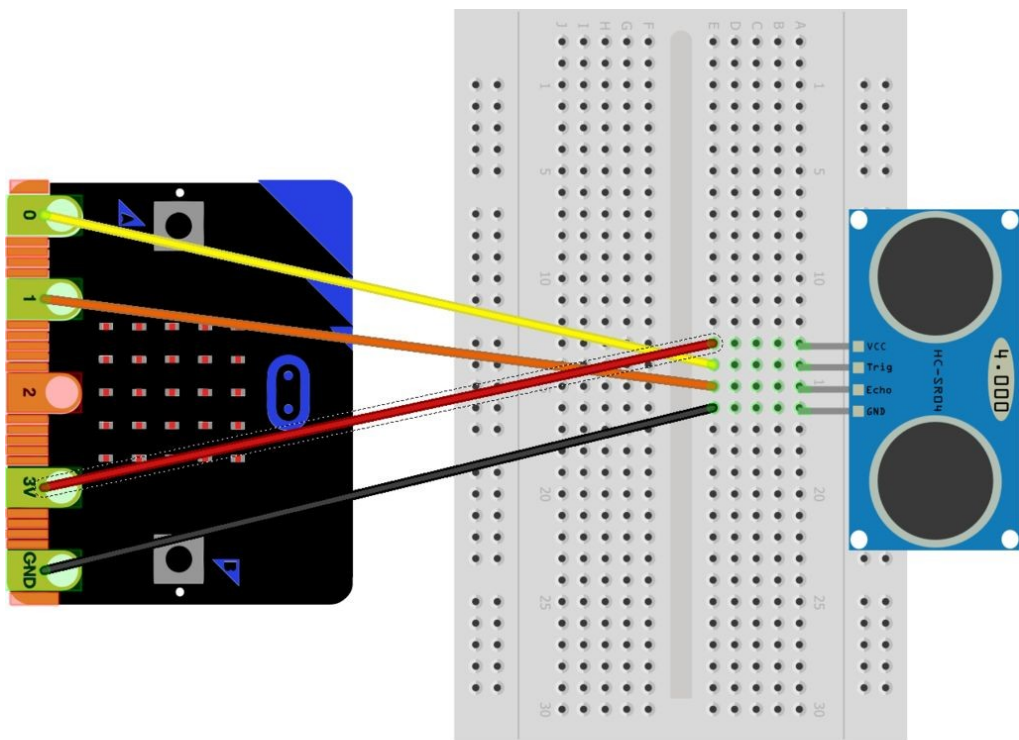
Αισθητήρας Υπερήχων HC-SR04 για τον υπολογισμό απόστασης. Η απόσταση που μπορεί να υπολογίσει είναι από 2εκ. έως 400εκ. με ακρίβεια ενός εκατοστού. Χρειάζεται τροφοδοσία 5V.



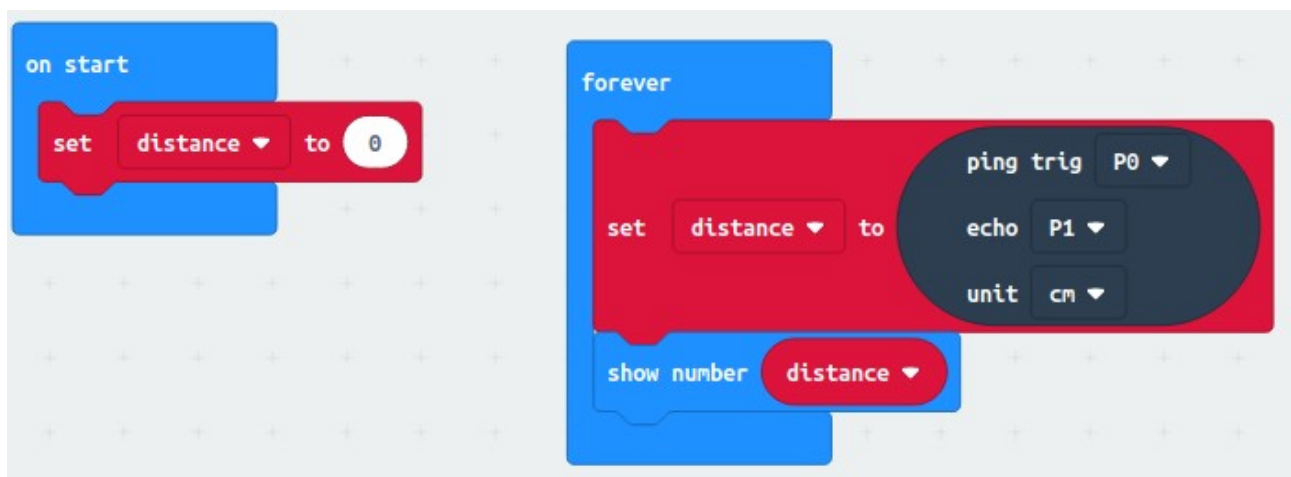
Αισθητήρας Υπερήχων HC-SR04 της sparkfun για τον υπολογισμό απόστασης. Η απόσταση που μπορεί να υπολογίσει είναι από 2εκ. έως 400εκ. με ακρίβεια ενός 3mm. Χρειάζεται τροφοδοσία 3V, πράγμα που τον κάνει ιδανικό για το micro:bit.

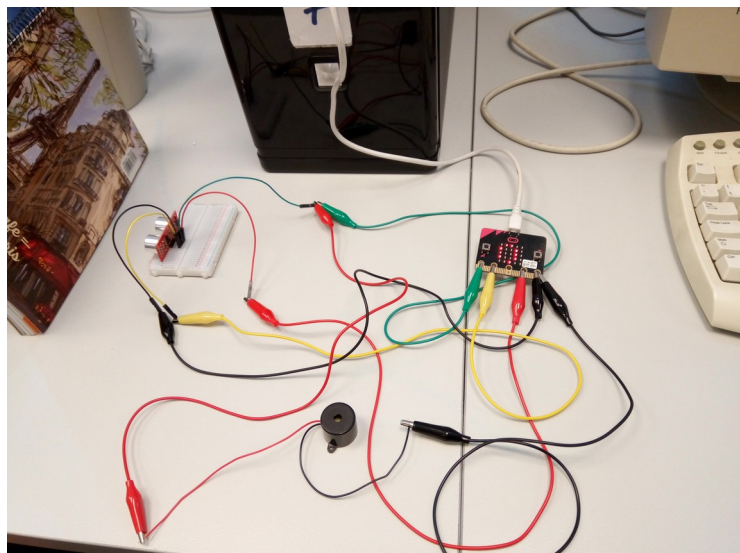
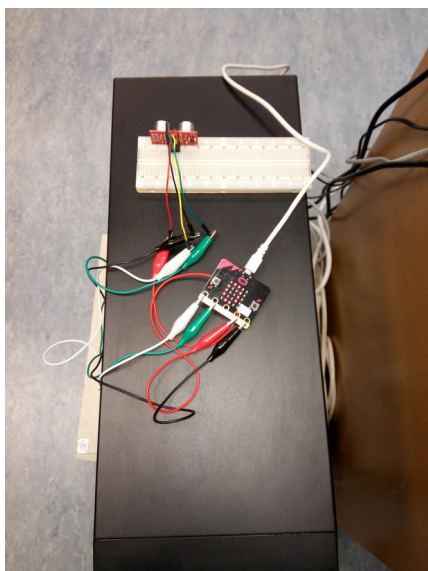
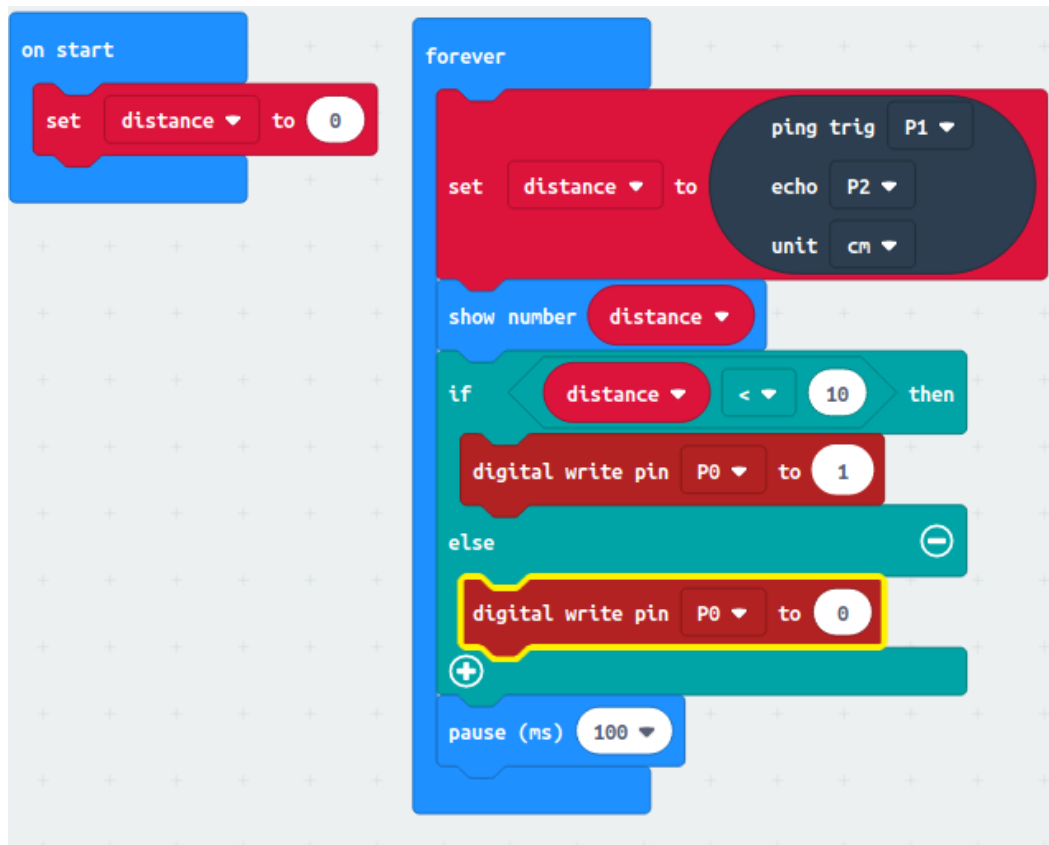


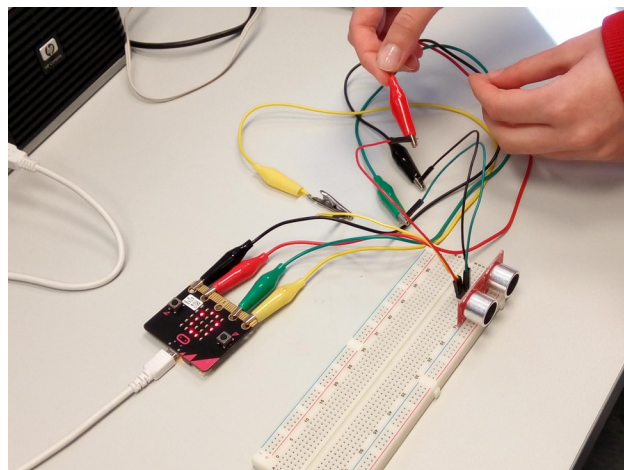
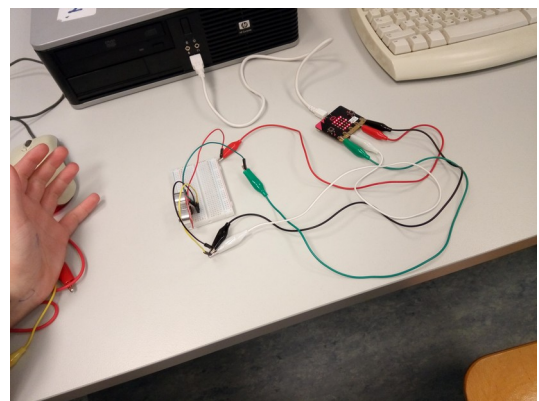
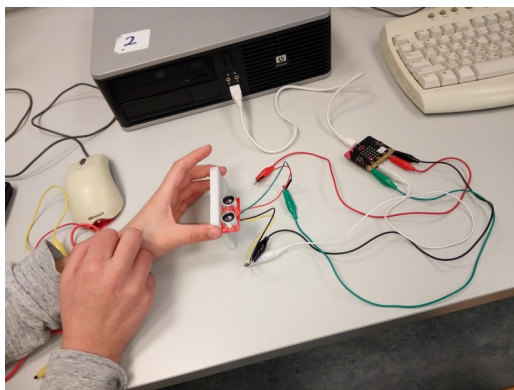
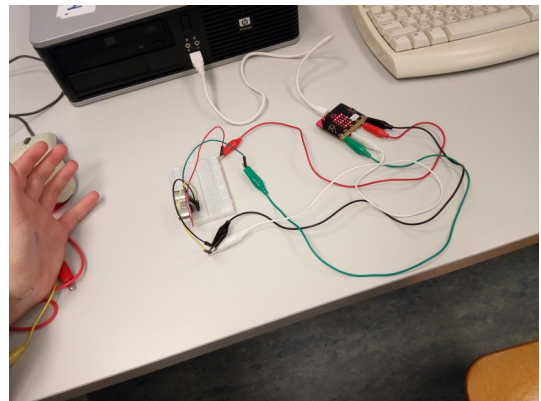
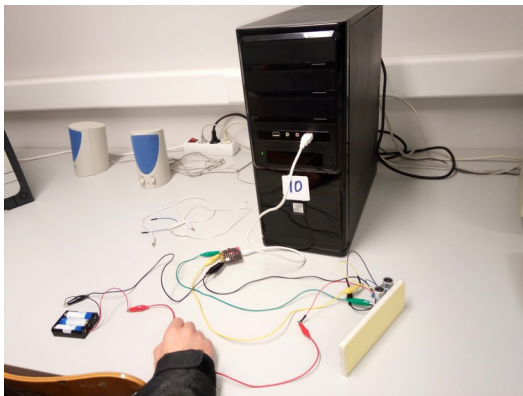
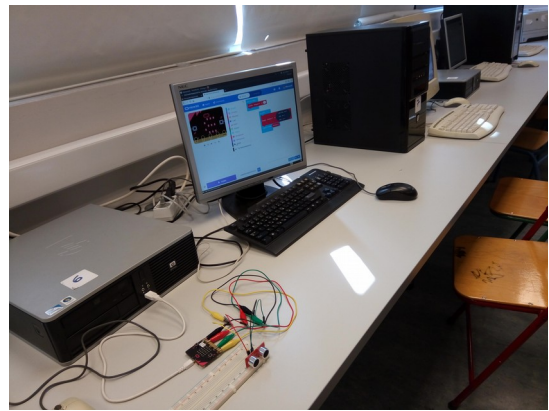
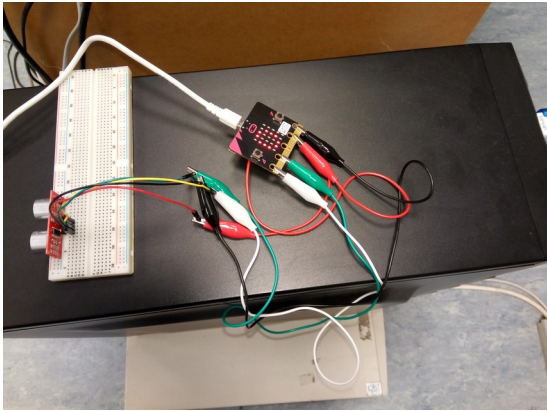
Η εφαρμογή μας

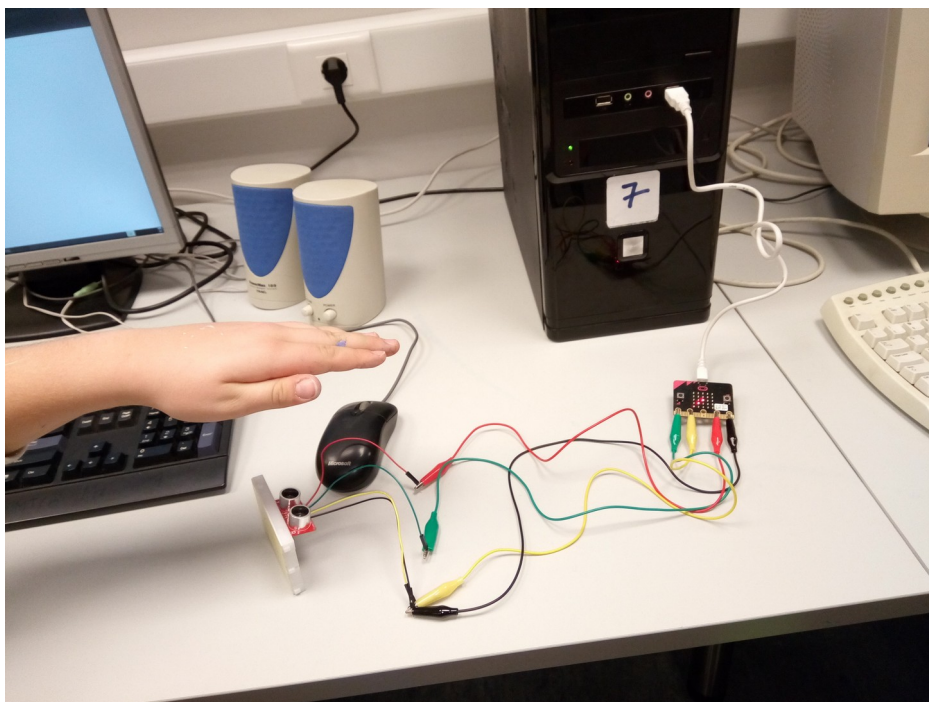
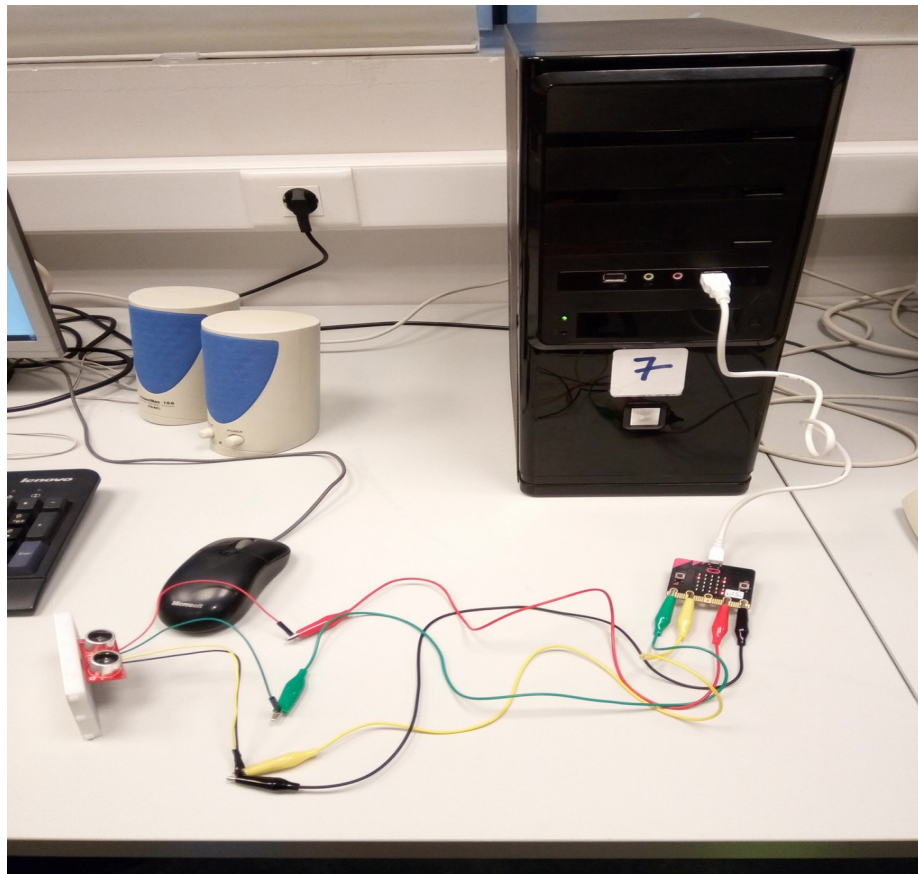


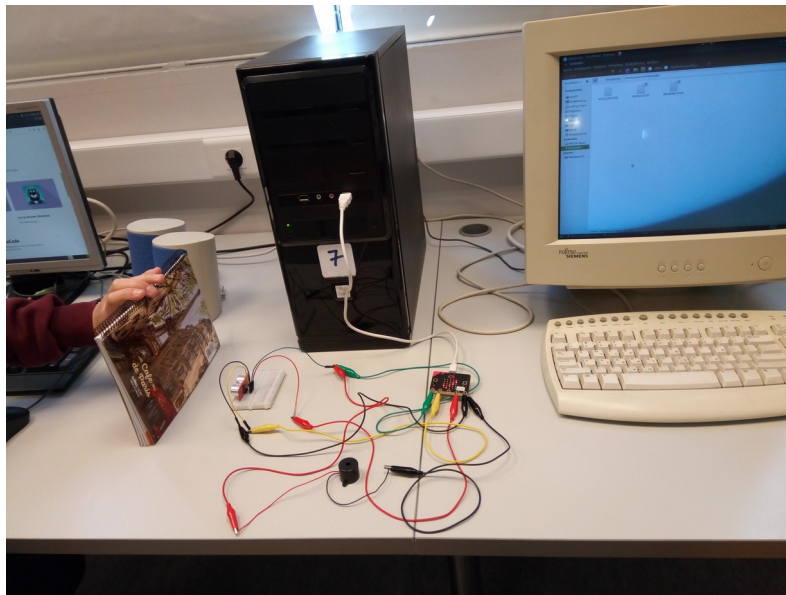
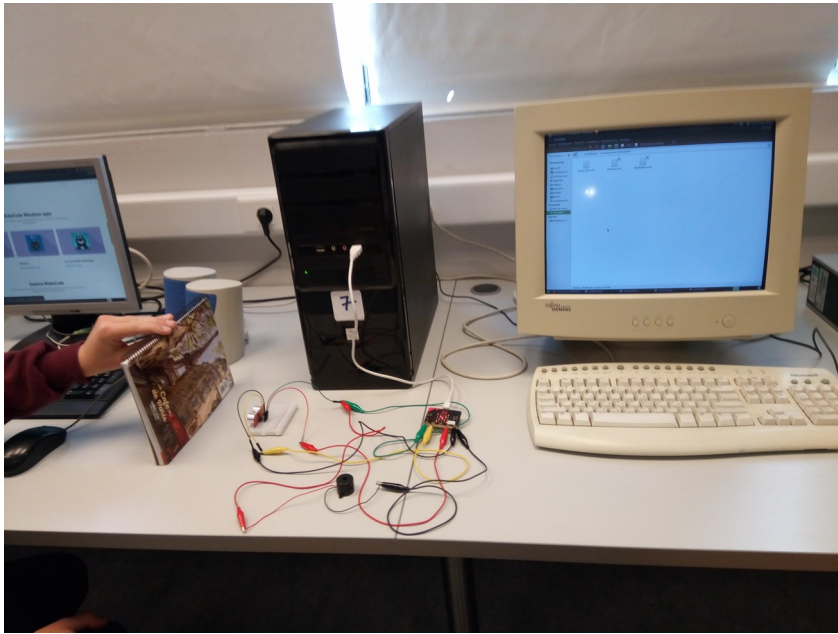
fritzing



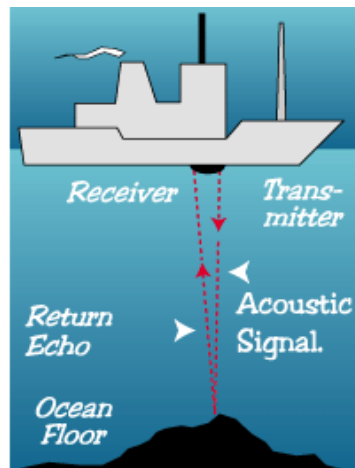








Η ίδια αρχή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του βάθους του νερού στους ωκεανούς όπου είναι δύσκολο να φτάσει ο άνθρωπος ή το φως. Ένας ανιχνευτής στέλνει ηχητικό σήμα κάτω στο νερό και λαμβάνει το ανακλώμενο σήμα. Μετράται με ακρίβεια ο χρόνος που χρειάζεται το ηχητικό σήμα να φτάσει στον πυθμένα του ωκεανού και να επιστρέψει στον ανιχνευτή. Το βάθος του ωκεανού υπολογίζεται γνωρίζοντας πόσο γρήγορα ο ήχος ταξιδεύει στο νερό. (περίπου 1500m/sec).



Και η ίδια αρχή χρησιμοποιείται στο σύστημα παρκαρίσματος των αυτοκινήτων.



<https://dosits.org/people-and-sound/navigation/how-is-sound-used-to-measure-water-depth/>

<https://www.microsoft.com/en-us/education/oceans/lessons/measuring-ocean-depth>

1. Αγγελική Κ. Α3
2. Άρτεμις Α. Α1
3. Βασιλική Α. Α1
4. Βασιλική Κ. Α1
5. Βασιλική Ξ. Α3

6. Βερονίκη Λ. Β2
7. Γεώργιος Π. Α3
8. Δέσποινα Λ. Β2
9. Δήμητρα Τ. Α4
10. Ελεονόρα Γ. Α1
11. Ευγενία Κ. Α1
12. Ιπποκράτης Π. Α3
13. Κώστας Γ. Α1
14. Μαρία Βιλελμίνη Π. Α4
15. Μαρία Γ. Β2
16. Μαρίνα Β. Α1
17. Μάριος Κ. Α1
18. Μελίνα Κ. Α3
19. Μηνάς Τ. Γ4
20. Νίκη Θ. Α1
21. Νικόλαος Σ. Α4
22. Νίκος Χ. Α4
23. Παναγιώτης Κ. Α3
24. Σάρα Ε. Α4
25. Σοφία Π. Α3
26. Σταματία Γ. Β2
27. Σταματίνα Φ. Α4
28. Στέφανος Γ. Α1
29. Φαίδρα Σ. Α4