



Έλεγχος πορείας κίνησης και στροφής του ρομπότ

Ευάγγελος Μαρίνος

13/1/2014

Πως ελέγχουμε την πορεία κίνησης ενός ρομπότ; Με ποιους τρόπους μπορούμε να κάνουμε ένα ρομπότ να στρίψει; (Ε. Μαρίνος)

Οι μηχανισμοί κίνησης του ρομπότ εξαρτώνται από το σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται, καθώς και τις συνθήκες του μέσου ή της επιφάνειας στην οποία λαμβάνει χώρα η κίνηση. Για τα αυτόνομα ρομπότ, που κινούνται στο έδαφος, χρησιμοποιούνται κυρίως τρία είδη μηχανισμών κίνησης:

1. Ρόδες

Τα περισσότερα οχήματα χρησιμοποιούν τέσσερις ρόδες παρ' όλο που υπάρχουν πολλά οχήματα τα οποία χρησιμοποιούν 1, 2 και 6. Φυσικά, όσοι περισσότερες ρόδες έχει το όχημα τόσο μεγαλύτερη και η τριβή με το έδαφος και άρα η απόδοση. Από την άλλη, όσο αυξάνονται οι ρόδες, αυξάνεται το μέγεθος και βάρος του οχήματος καθώς και οι απαιτήσεις σε ενέργεια.

Παραδείγματα: ποδήλατα, αυτοκίνητα, τρακτέρ, χωματουργικά μηχανήματα, διαστημικά αυτοκινούμενα ρομπότ για εξερεύνηση εδάφους, ανυψωτικά μηχανήματα (κλαρκ).

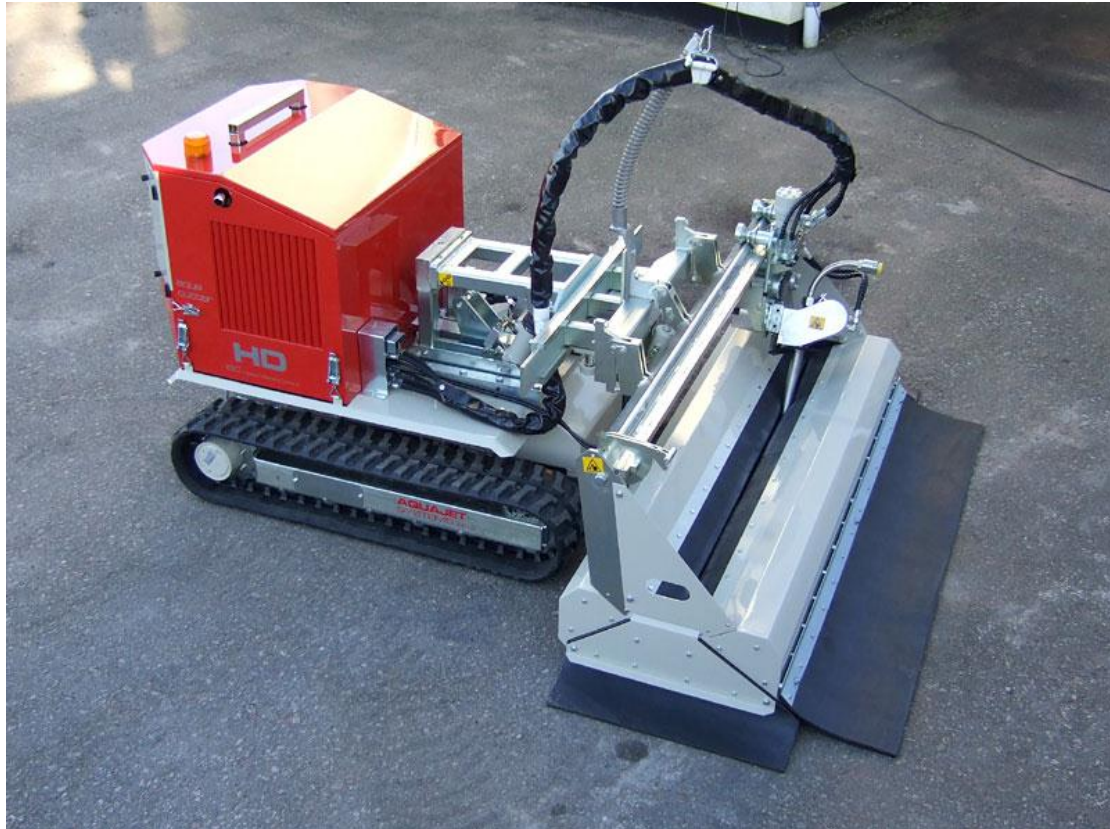
Στα τροχοφόρα οχήματα η κίνηση, καθώς και η στροφή επιτυγχάνεται από εντολές που δίδονται στους τροχούς μέσω του συστήματος διεύθυνσης, το οποίο μπορεί να ποικίλει (ευθύ κινηματικό μοντέλο, σύστημα Ackerman) όπως και το είδος της οδήγησης που επιτυγχάνεται (διαφορική/σύγχρονη). Επίσης το είδος (σταθερού ή περιστρεφόμενου κατακόρυφου άξονα, προσανατολιζόμενου ή πανκατευθυντήριου τροχού,) ο αριθμός και η διάταξη των τροχών, αποτελούν επίσης παραμέτρους που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο κινείται και στρίβει το ρομπότ, δεδομένου ότι ο σχεδιασμός και η κατασκευή τους προγραμματίζονται με βάση τη χρήση για την οποία προορίζεται το ρομπότ.



2.Ερπύστριες

Οι ερπύστριες έχουν πολύ καλύτερη τριβή με το έδαφος ακόμα και από τα οχήματα με 6 ρόδες, και γι' αυτό χρησιμοποιούνται συχνά σε οχήματα εξωτερικού χώρου και οχήματα με στρατιωτικούς σκοπούς. Παρ' όλα αυτά οι ερπύστριες δεν αποδίδουν τόσο καλά σε λεία ή ολισθηρά δάπεδα (εσωτερικοί χώροι).

Παραδείγματα: τανκ, τεθωρακισμένα, σκαπτικά (εκσκαφείς), οδοστρωτήρες (μπουλντόζες).



Σημειώσεις της σχολής Τεχνολογικών εφαρμογών με θέμα τα οχήματα ανώμαλου εδάφους - φαίνεται ενδιαφέρον το τμήμα που ξεκινά από τη σελίδα 199 - link

oxhm_anomalou_vivlio_paradisiadi_thewria.pdf

oxhm_anomalou_vivlio_paradisiadi_thewria.pdf

[oxhm_anomalou_vivlio_paradisiadi_thewria.pdf](#)

- [Details](#)
- [Download](#)
- 17 MB

3.Πόδια

Τέλος, έχει δοκιμαστεί σε πολλά ρομπότ (Honda's ASIMO κ.α.) μια προσομοίωση του ανθρώπινου βαδίσματος. Αυτή είναι μια δύσκολη και περίπλοκη τεχνική η οποία, λόγω του αρχικού σταδίου στο οποίο βρίσκεται προς το παρόν, δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα.

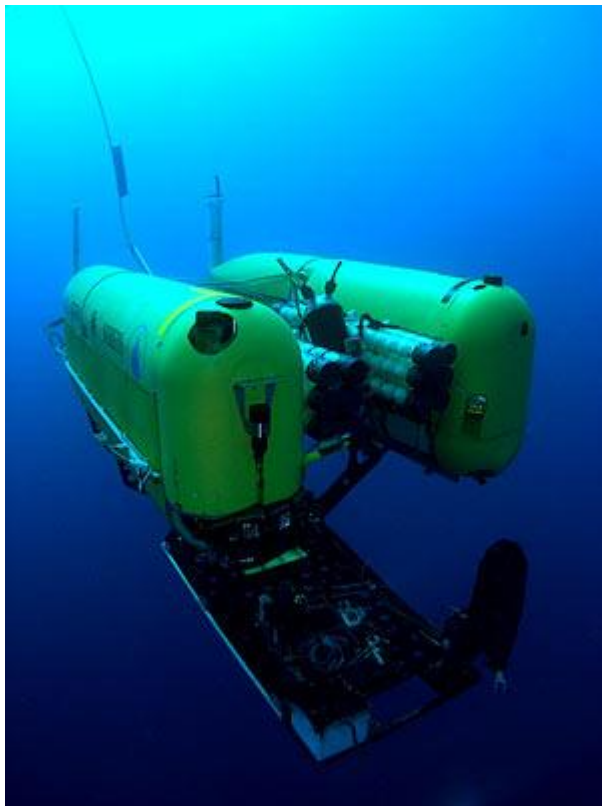
Παραδείγματα: παιδικά παιχνίδια (με κίνηση ή χωρίς), τεχνητά μέλη για άτομα με αναπηρίες των κάτω άκρων.



Πηγή:<http://en.wikipedia.org/wiki/Robotics#Locomotion>

Τηλεκατευθυνόμενα ρομπότ ειδικών χρήσεων

Εκτός από τα ρομπότ που κινούνται στο έδαφος υπάρχουν και ρομπότ ειδικών χρήσεων που κινούνται στον αέρα (π.χ μη επανδρωμένα κατασκοπευτικά ή βομβαρδιστικά αεροσκάφη, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στις πολεμικές επιχειρήσεις στο Αφγανιστάν), καθώς και υποβρύχια ρομπότ που χρησιμοποιούνται για εργασίες ή εξερευνήσεις σε μεγάλα βάθη (π.χ. το ρομπότ Αργώ που χρησιμοποιήθηκε στην εξερεύνηση του ναυαγίου του Τιτανικού). Στη τελευταία περίπτωση η κίνηση επιτυγχάνεται με τηλεκατευθυνόμενες εντολές και με καλώδιο, το οποίο διατηρεί την επαφή του ρομπότ με τη κεντρική μονάδα ελέγχου (το υποβρύχιο).



Πηγή: <http://www.titanicandco.com/discovery.html>

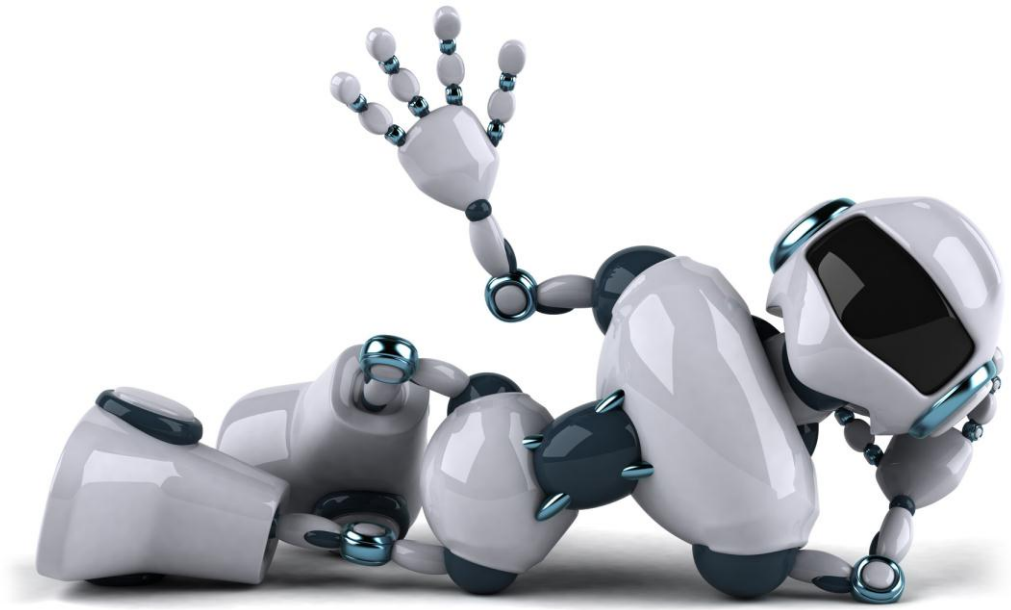
Ακόμη υπάρχουν ρομπότ πολύ μικρών διαστάσεων (νανορομπότ), που χρησιμοποιούνται στην ιατρική για διαγνωστικές και θεραπευτικές επεμβάσεις με πολύ προηγμένες τεχνικές ελέγχου μέσω βιο-υπολογιστών και κίνησης (νανοηλεκτρονικά κυκλώματα αισθητήρων και κίνησης)



Πηγή: http://www.google.gr/url?sa=i&source=images&cd=&docid=H-_uOUqlbsjUuM&tbid=bhf6XO8Mjhn0XM:&ved=0CAYQjhwwAA&url=http%3A%2F%2Fwww.nanotech-now.com%2FArt_Gallery%2Fsvidenenko-yuriy.htm&ei=N52fUoDvDquP5ATcxoGYBQ&psig=AFQjCNGjypQ9zaw5z7FZDO3Tg_Ql3b4Vww&ust=1386278583267154

Γενικότερα, για όλα τα είδη των ρομπότ η πορεία κίνησης, ανεξάρτητα από το τρόπο με τον οποίο κινείται το καθένα, μπορεί να ελεγχθεί και με τηλεκατεύθυνση, ενώ στα αυτόνομα ρομπότ βασικό ρόλο παίζουν και οι αισθητήρες, οι οποίοι εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία και χαρακτηριστικά (εσωτερικής ή εξωτερικής κατάστασης, θέσης, απόστασης, περιβάλλοντος, κλπ), προσδιορίζουν τη θέση του στο χώρο και του επιτρέπουν να στρίβει όταν συναντά εμπόδιο.

Πηγή: [Κινούμενα Ρομπότ – Μηχανισμοί Κίνησης • Τροχοί: Τροχοφόρα ρομποτικά οχήματα. Κατάλληλα για επίπεδο έδαφος, οδικό δίκτυο κλπ. • Πόδια: Βαδίζοντα ρομποτικά οχήματα. Φυσικό εξωτερικό περιβάλλον κίνησης, δύσβατο έδαφος • Εναέρια \(Unmanned Aerial Vehicles - UAVs, RPVs\) • Υποβρύχια \(Underwater Robots\) • Υβριδικά συστήματα ...](#)



Σερβομηχανισμοί Συνεχούς Κίνησης

© Μπαρδάκας Δημήτρης-Άγγελος

Σερβομηχανισμοί συνεχούς κίνησης.

Οι σερβομηχανισμοί συνεχούς κίνησης βασίζονται στους κλασικούς σερβομηχανισμούς με κάποιες μικρές αλλαγές. Πιο συγκεκριμένα δεν έχουν τη δυνατότητα να κινούνται και να σταματούν σε συγκεκριμένη θέση αλλά μπορούν να κινούνται συνεχόμενα προς οποιαδήποτε κατεύθυνση σε οποιαδήποτε ταχύτητα, είτε πολύ αργά, είτε πολύ γρήγορα.

Οι καλύτεροι και γνωστότεροι μέχρι στιγμής σερβομηχανισμοί συνεχούς κίνησης είναι τα Continuous Rotation Servo της Parallax τα οποία κατασκευάζονται απ'την Futuba. Λειτουργούν με τάση 4-6V και η κατανάλωση τους χωρίς φορτίο είναι περίπου 200mA. Ο μέσος όρος στροφών ανά λεπτό με τροφοδοσία στα 5V σε πλήρη ταχύτητα είναι περίπου 50, τα οποία κρίνονται ικανοποιητικά για την εφαρμογή δεδομένου του χαμηλού κόστους, 10€, σε σχέση με άλλους σερβομηχανισμούς της ίδιας εταιρίας.

Οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά για παρόμοιες εφαρμογές, δηλαδή για κινούμενους στον χώρο κόμβους και έχουν αποδειχτεί ιδιαίτερα οικονομικοί και ευέλικτοι. Επίσης το γεγονός ότι η ροπή τους είναι σχετικά μεγάλη τους κάνει ιδιαίτερα δυνατούς και ικανούς και λόγω του ότι οι κόμβοι είναι ιδιαίτερα ελαφριοί η κατανάλωση ενέργειας είναι πολύ χαμηλότερη απ'την αναγραφόμενη του κατασκευαστή.

Πήγη :

<http://digilib.lib.unipi.gr/dspace/bitstream/unipi/4106/1/Stamatoulis.pdf>

Αγορά :

<http://www.adafruit.com/products/154>

Πως μετατρέπω ένα απλό servo σε servo συνεχούς κίνησης.



Υπάρχουν πολλά είδη σερβοκινητήρων και τα βήματα μπορεί να διαφέρουν ελαφρώς, ωστόσο παραθέτω τα βασικά. Βήματα.

Βήμα 1: Αποσυναρμολογήστε το σέρβο αφαιρώντας τις τέσσερις μακριές βίδες που κρατούν το καπάκι και την μικρή βίδα στο πάνω μέρος του σέρβο.



Αυτό το άσπρο πράγμα είναι λιπαντικό και εφόσον δε θέλετε να λερώσετε τα ρούχα σας ή να κάψετε το δέρμα σας, σας προτείνω να προμηθευτείτε με ένα ζευγάρι πλαστικά γάντια πριν αποσυναρμολογήσετε το σέρβο.



Γυρίστε τον κινητήρα ανάποδα και θα δείτε αυτό:



Βήμα 2: Θα χρειαστεί να αφαιρέσετε με το κολλητήρι αυτά τα δυο πλαϊνά μεταλλικά κομμάτια. Κρατάνε τον κινητήρα στη θέση του.



Βήμα 3: Αποσυναρμολογήστε τα δυο ελάσματα του κινητήρα απ' την πλακέτα με τη βοήθεια ενός ίσιου κατσαβιδιού. Προσέξτε σε αυτό το σημείο τον προσανατολισμό του μοτέρ, διότι αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την αντίστροφη λειτουργία του.



Βήμα 4: Αφαιρέστε το πλαστικό στοπ απ' το γρανάζι, γιατί περιορίζει το εύρος της περιστροφής και γι αυτό πρέπει να φύγει. Χρησιμοποιήστε έναν κόφτη καλωδίων.



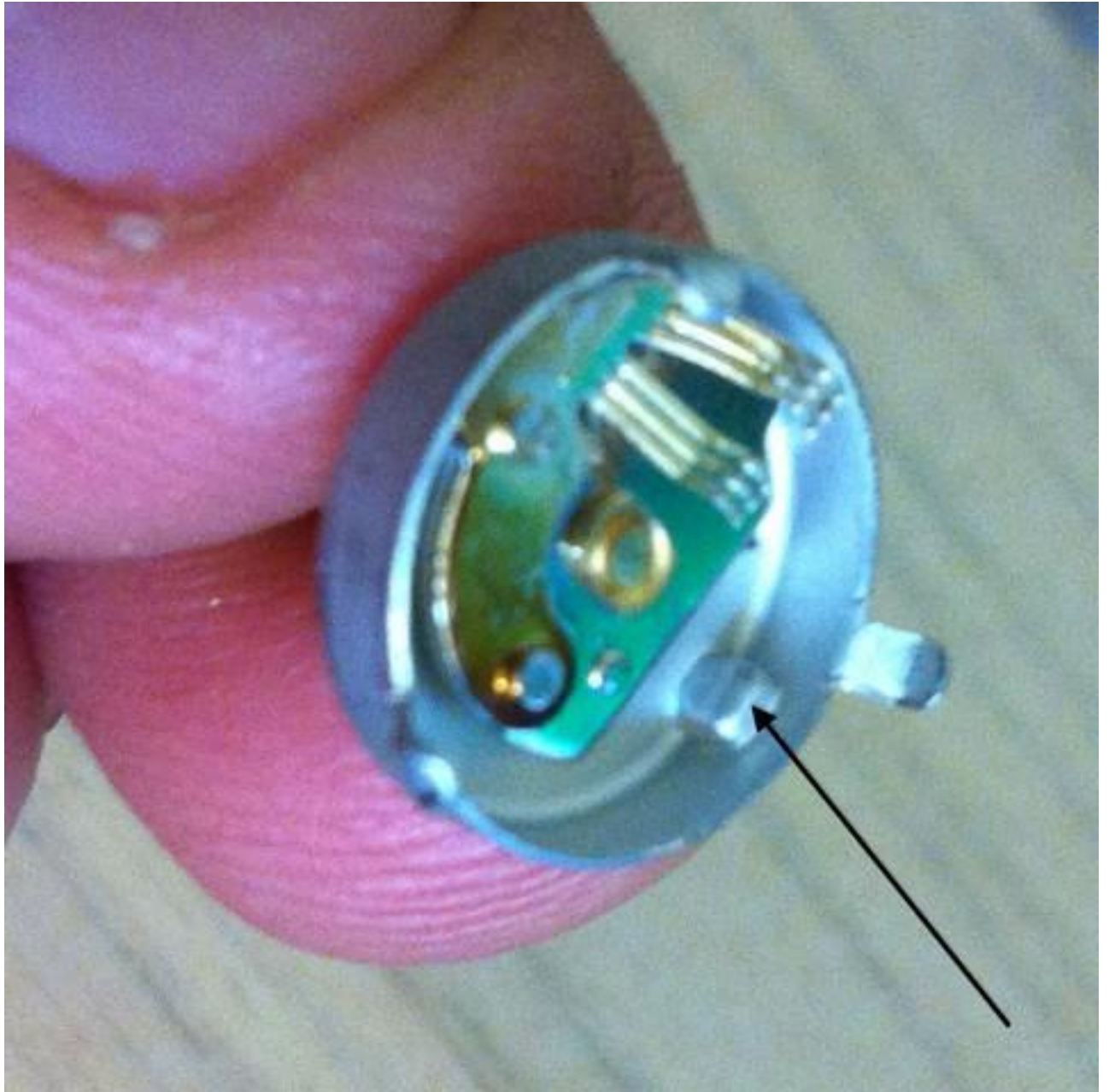
Βήμα 5: Αφαιρέστε τον μηχανισμό (ποντεσιόμετρο) εντοπισμού θέσεως. Το αξονάκι αυτού του μηχανισμού κομπλάρει με το γρανάζι στα πλαίσια της κανονικής λειτουργίας.



Βήμα 6: Αφαιρέστε επίσης τη βάση του μηχανισμού ανοίγοντας τα ελάσματα του.

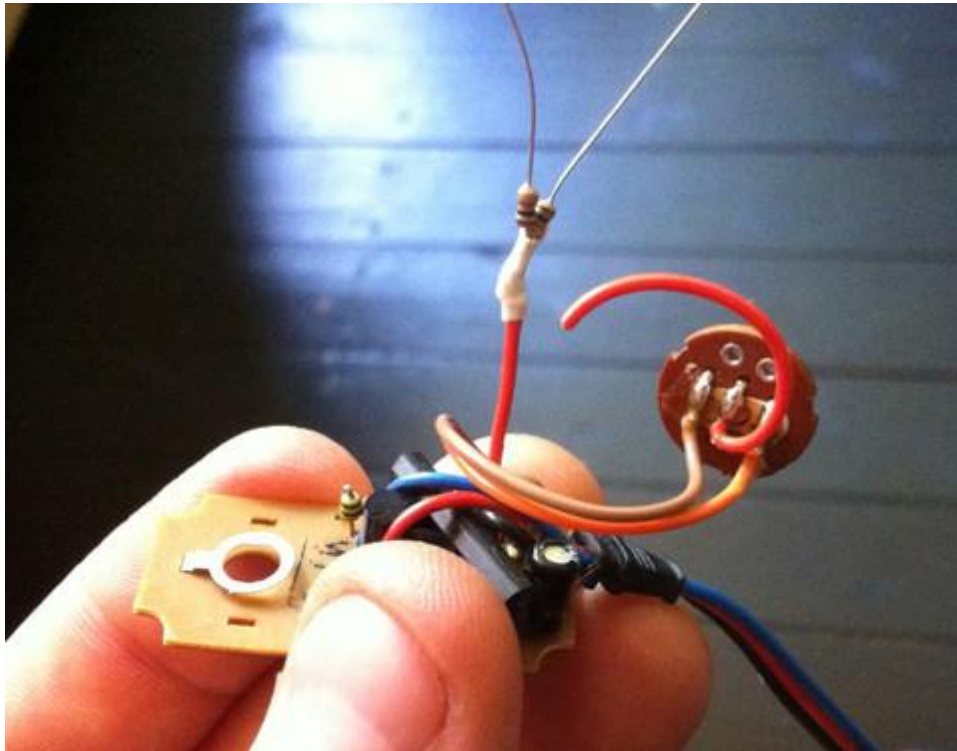


Βήμα 7: Λειάνετε το στοπ που υπάρχει μέσα στον μηχανισμό χτυπώντας τον με ένα σφυράκι και ένα ίσιο κατσαβίδι.

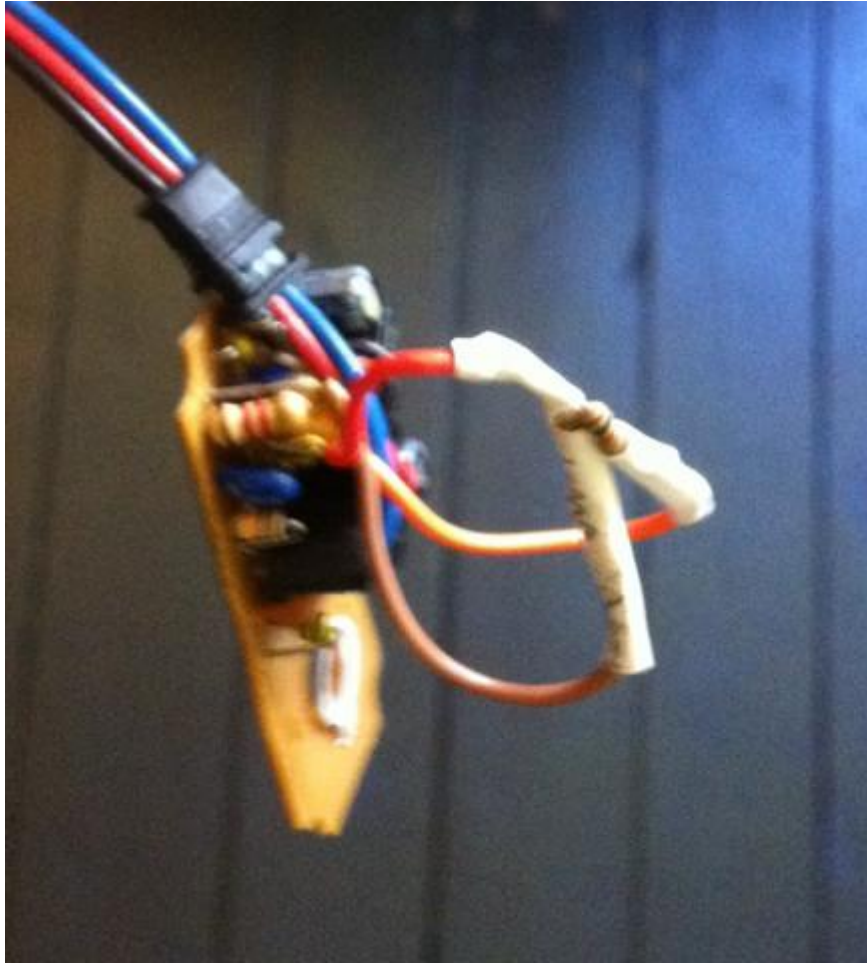


Μετά κι από αυτό το βήμα ο μηχανισμός θα γυρίζει πλέον ελεύθερα χωρίς σταματημό.

Βήμα 8: Στρίψτε μαζί τους ακροδέκτες δύο αντιστάσεων 10K και κολλήστε με το κολλητήρι στο μεσαίο καλώδιο το οποίο ήταν συνδεδεμένο με το μεσαίο ακροδέκτη του μηχανισμού.



Βήμα 9: Τώρα κολλήστε τις άλλες δύο ελεύθερες άκρες των αντιστάσεων στα εξωτερικά καλώδια του μηχανισμού.

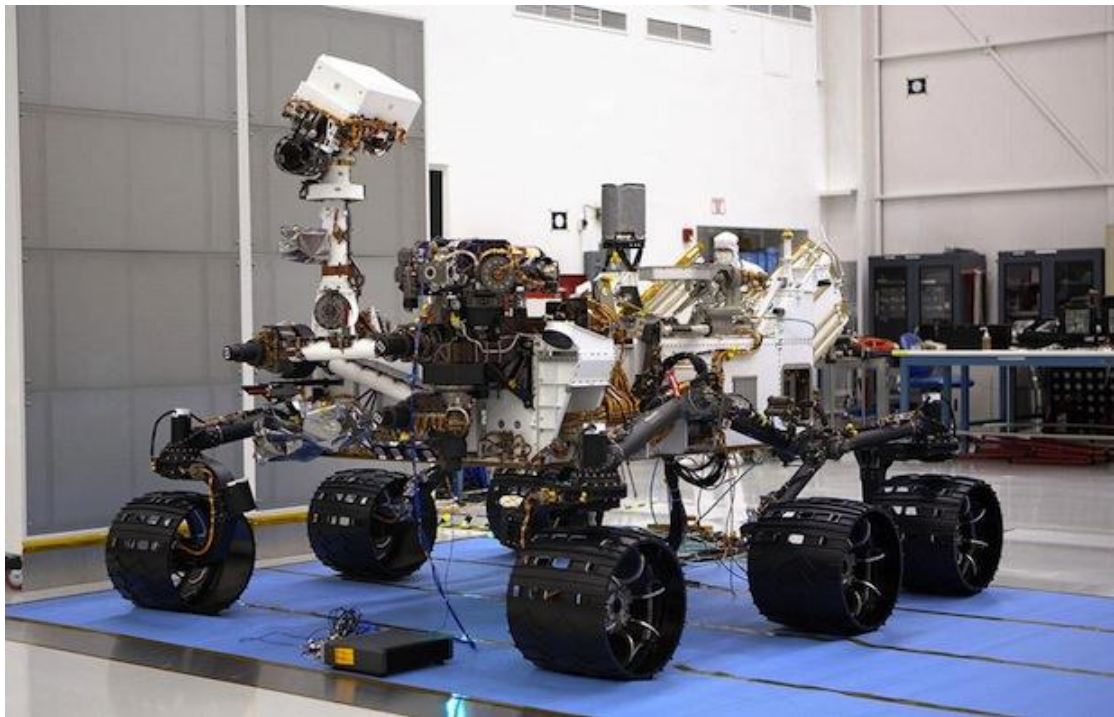


Βήμα 10: Επανατοποθετήστε τα γρανάζια και επανασυναρμολογήστε το σέρβο.



Η μετατροπή ολοκληρώθηκε. Συγχαρητήρια.

ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ ΡΟΜΠΟΤ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ ΛΕΩΦΟΡΙΑ



Curiosity

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Curiosity

1a. Σκοποί και στόχοι.....	3-4
1b. Προδιαγραφές.....	4-5
1c. Μαστ κάμερα.....	5
1d. Κάμερες πλοήγησης.....	6
1e. Κάμερες αποφυγής κινδύνων.....	6
1g. Ρομποτικός βραχίονας.....	7

2. Yutu ή Chang'e 3

2a. Ιστορία.....	8
2b. Στόχοι.....	9
2c. Βασικός εξοπλισμός.....	9

3. Space shuttle enterprise

και Atlantis

3a. Ιστορία.....	11-12
3b. Περιγραφή.....	13
3c. Προσγείωση.....	14-15

Σκοποί και στόχοι Curiosity

Όπως διαπιστώθηκε από την Mars Exploration , οι βασικοί επιστημονικοί στόχοι της αποστολής MSL είναι να μας βοηθήσει να προσδιορίσουμε αν ο Άρης θα μπορούσε ποτέ να υποστηρίξει ζωή , αλλά και τον προσδιορισμό του ρόλου του νερού , και να μελετήσει το κλίμα και τη γεωλογία του Άρη . . Η αποστολή θα βοηθήσει επίσης να προετοιμαστούν οι άνθρωποι για την εξερεύνηση . Επίσης για να συμβάλει στην επίτευξη των στόχων αυτών, η εταιρία έχει οκτώ κύριους επιστημονικούς στόχους:

Βιολογικός:

1. Καθορίστε τη φύση και την απογραφή των οργανικών ενώσεων του άνθρακα
2. Να διερευνήσει τις χημικές δομικές μονάδες της ζωής (άνθρακα, υδρογόνο, άζωτο, οξυγόνο, φώσφορο και θείο)
3. Να προσδιορίσει τα χαρακτηριστικά που μπορεί να αντιπροσωπεύουν τα αποτελέσματα των βιολογικών διεργασιών (biosignatures)

Γεωλογικές και γεωχημικές

4. Ερευνήστε τη χημική, ισοτοπικές και ορυκτολογική σύνθεση της επιφάνειας του Άρη και κοντά στην επιφάνεια γεωλογικά υλικά

5. Ερμηνεύστε τις διαδικασίες που έχουν σχηματιστεί και τροποποιημένα βράχους και τα χώματα

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Το curiosity αποτελείται 23 τοις εκατό της μάζας των 3.893 kg , το οποίο είχε την αποκλειστική αποστολή την παράδοση του rover με ασφάλεια σε όλο το χώρο από τη Γη σε μια ομαλή προσγείωση στην επιφάνεια του Άρη. . Το υπόλοιπο μάζα του σκάφους MSL απορρίφθηκε κατά τη διαδικασία εκτέλεση αυτού του καθήκοντος.

Διαστάσεις: Το curiosity έχει μάζα 899 kg συμπεριλαμβανομένων των 80 kg επιστημονικών οργάνων . Το rover είναι 2,9 m από 2,7 m πλάτους 2,2 m (7,2 ft) σε ύψος.

Πηγή ισχύος: Το curiosity τροφοδοτείται από μια γεννήτρια ραδιοϊσοτόπων θερμοηλεκτρικών (RTG), όπως τους επιτυχόντες Viking 1 και Viking 2 . Τα συστήματα ισχύος με ραδιοϊσότοπα (RPSs) είναι γεννήτριες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από τη διάσπαση των ραδιενεργών ισοτόπων , όπως το πλουτώνιο-238 , το οποίο είναι ένα μη- σχάσιμο ισότοπο του πλουτωνίου. Η θερμότητα που εκπέμπεται από τη διάσπαση του ισοτόπου μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό με θερμοστοιχεία , παρέχοντας σταθερή ισχύ κατά τη διάρκεια

όλων των εποχών και τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Μερικά απόβλητα θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί (μέσω αγωγών), απελευθερώνοντας ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία του οχήματος .

Mast κάμερα: Το σύστημα MastCam παρέχει πολλαπλά φάσματα και αληθινό χρώμα απεικόνισης με δύο κάμερες. Οι κάμερες μπορούν να λάβουν αληθινές έγχρωμες εικόνες σε ανάλυση 1600 × 1200 pixels και έως και 10 καρέ ανά δευτερόλεπτο για βίντεο σε 720p (1280 × 720) .

Κάμερες πλοήγησης: Το rover έχει δύο ζεύγη μαύρο και άσπρο κάμερες πλοήγησης τοποθετείται στο κατάρτι για να υποστηρίξει πλοήγηση εδάφους. [71] [72] Οι κάμερες έχουν μία γωνία 45 μοιρών οπτική γωνία και να χρησιμοποιούν το ορατό φως για να συλλάβει στερεοσκοπική 3-D εικόνες . [72] [73] Αυτές οι κάμερες, όπως εκείνες που αφορούν τη Mars Pathfinder χρήση αποστολές υποστήριξης της ICER μορφή συμπίεσης εικόνας.

Κάμερες αποφυγής κινδύνων (hazcam)

Το rover έχει τέσσερα ζεύγη μαύρες και άσπρες κάμερες πλοήγησης που ονομάζονται hazcams δύο ζεύγη στο μπροστινό μέρος και δύο ζεύγη στο πίσω μέρος. Χρησιμοποιούνται για την

αποφυγή κινδύνων κατά τη διάρκεια πλοήγησης και για την ασφαλή τοποθέτηση του ρομποτικού βραχίονα . σε βράχους . Μόνο τέσσερις από τις οκτώ κάμερες είναι σε χρήση ανά πάσα στιγμή. Οι κάμερες χρησιμοποιούν το ορατό φως για να συλλάβουν στερεοσκοπική τρισδιάστατη (3-D) εικόνα. Οι κάμερες διαθέτουν 120 μοιρών οπτικό πεδίο για να χαρτογραφούν το έδαφος με ταχύτητα έως 3 m (9,8 ft) μπροστά από το rover.



Ρομποτικός βραχίονας

Το rover έχει 2,1 m (6,9 ft) μακρύ χέρι με ένα σταυρό σε σχήμα πυργίσκο που κατέχει πέντε συσκευές που μπορούν να περιστρέφονται μέσω μιας σειράς στροφών 350 μοιρών. Ο βραχίονας κάνει χρήση των τριών συνδέσμων για να επεκταθεί προς τα εμπρός και να στοιβάζονται και πάλι κατά την οδήγηση. Έχει μάζα 30 kg (66 lb) και η διάμετρος του, συμπεριλαμβανομένων των εργαλείων τοποθετηθεί σε αυτό, είναι περίπου 60 cm (24 in). Δύο από τις πέντε συσκευές είναι μέσω επικοινωνίας γνωστή ως φασματόμετρο ακτινών X , όπως και το Mars Hand Lens Imager (MAHLI κεκλεισμένων των θυρών).



ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΥΥΤΥ:

Τον Ιανουάριο του 2004, η Λαϊκή Δημοκρατία του έργου σεληνιακό όχημα σε τροχιά Κίνας ιδρύθηκε επίσημα. Το πρώτο κινεζικό σεληνιακό όχημα σε τροχιά, Chang'e 1, ξεκίνησε από το Xichang στις 24 Οκτωβρίου 2007 και τέθηκε σε σεληνιακή τροχιά στις 5 Νοέμβριου. Το διαστημικό σκάφος θα λειτουργήσει μέχρι την 1η Μαρτίου του 2009, όταν ήταν σκόπιμα συνετρίβη στην επιφάνεια της Σελήνης. Τα δεδομένα που συγκεντρώνονται από Chang'e 1 χρησιμοποιήθηκαν για να δημιουργηθεί ένα ακριβές και υψηλής ανάλυσης 3D χάρτης ολόκληρης της σεληνιακής επιφάνειας, βοηθώντας την επιλογή του τόπου για το Chang'e 3.

Το Chang'e 1 είχε διάδοχο το Chang'e 2, εγκρίθηκε τον Οκτώβριο του 2008 και ξεκίνησε την 1η Οκτωβρίου 2010 έως τη διεξαγωγή έρευνας από 100-χιλιόμετρα σε υψηλή σεληνιακή τροχιά, στο πλαίσιο της προετοιμασίας για το 2013 του Chang'e 3 αλλά και στην ομαλή προσγείωση του. Το Chang'e 2, αν και παρόμοιο στο σχεδιασμό με το Chang'e 1, ήταν εξοπλισμένο με βελτιωμένο εσωτερικό υπό την προϋπόθεση υψηλότερης ανάλυσης εικόνας της σεληνιακής επιφάνειας για να βοηθήσει στο σχεδιασμό της Chang'e 3. Το 2012, το Chang'e 2 απεστάλη σε ένα εκτεταμένο αστεροειδή 4179 Toutatis.

Τον Μάρτιο του 2012, η Κίνα άρχισε την κατασκευή του σώματος και το ωφέλιμο φορτίο του Chang'e 3 προσεδάφισης, έτσι σχεδιάζει να εκτελέσει σεληνιακή επιφάνεια και διαστημικές σπουδές ανεξάρτητα από το κινητό rover της αποστολής. Όπως σε τροχιά γύρω από τους προκατόχους του, το Chang'e 3 θεωρείται ως προπομπός για τις περαιτέρω ρομποτικές αποστολές σεληνιακής εξερεύνησης, συμπεριλαμβανομένου του Chang'e 5, ένα δείγμα επιστροφής της αποστολής είχε προγραμματιστεί για το 2017. Μετά από αυτές τις αυτοματοποιημένες αποστολές, μια επανδρωμένη προσγείωση μπορεί να πραγματοποιηθεί γύρω στο 2025.



Στόχοι του Chang'e 3 :

επίσημος στόχος της αποστολής είναι να επιτευχθεί η πρώτη ομαλή προσγείωση κινεζικού διαστημοπλοίου στη Σελήνη, καθώς και να αποδείξει και την ανάπτυξη βασικών τεχνολογιών για μελλοντικές αποστολές. Οι επιστημονικοί στόχοι του Chang'e 3 περιλαμβάνουν την τοπογραφία της σεληνιακής επιφάνειας και τη γεωλογική της έρευνα, τη σύνθεση του υλικού στη σεληνιακή επιφάνεια και την έρευνα των πόρων, Ήλιου-Γης-Σελήνης την ανίχνευση του περιβάλλοντος, καθώς και τη σεληνιακή βασική αστρονομική παρατήρηση. Chang'e 3 θα επιχειρήσει να πραγματοποιήσει την πρώτη άμεση μέτρηση της δομής και βάθους του σεληνιακού εδάφους (μέχρι βάθους 30) , και να διερευνήσει τη σεληνιακή δομή μέχρι αρκετές εκατοντάδες μέτρα βάθος.

Βασικός εξοπλισμός

Σεληνιακό-based τηλεσκόπιο υπεριώδους (LUT)

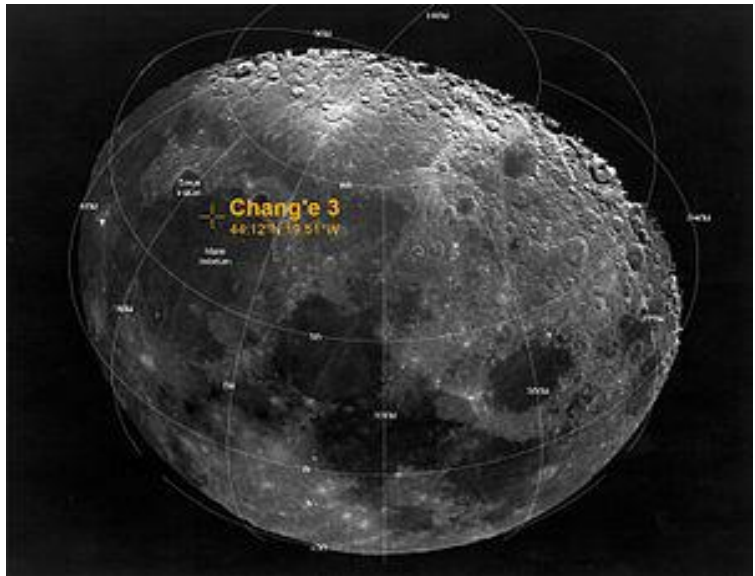
Το Chang'e 3 είναι εξοπλισμένη με 150 mm τηλεσκοπίου που θα χρησιμοποιηθούν για την παρατήρηση γαλαξιών, ενεργών γαλαξιακών πυρήνων , μεταβλητών αστέρων και αντικείμενα Blazars στην εγγύς υπεριώδες ζώνη , και είναι ικανό να ανιχνεύει αντικείμενα σε φωτεινότητα τόσο χαμηλή έως 13. Η λεπτή ατμόσφαιρα και αργή περιστροφή της Σελήνης επιτρέπουν εξαιρετικά μακρές, αδιάκοπες παρατηρήσεις ενός στόχου. Το LUT θα είναι η πρώτη μακροχρόνια σεληνιακή βασιζόμενη στο αστρονομικό παρατηρητήριο, κάνοντας συνεχείς παρατηρήσεις των ουρανίων σωμάτων.

Ακραία υπεριώδη (EUV) κάμερα

Το Chang'e 3 φέρει επίσης μια ακραία υπεριώδη φωτογραφική μηχανή, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την παρατήρηση της Γης προκειμένου να εξετάσει τη δομή και τη δυναμική της και να διερευνήσει πώς επηρεάζεται από την ηλιακή δραστηριότητα

Lander κάμερες

Τρεις πανοραμικές κάμερες έχουν εγκατασταθεί στο διαστημικό ρομπότ που διαθέτουν διαφορετικές κατευθύνσεις. Το Chang'e 3 είναι εξοπλισμένη με μία μόνο κάμερα που είχε δοκιμαστεί στο διαστημόπλοιο Chang'e 2.



Περιοχή προσγείωσης

Change'3

Space shuttle enterprise

Ιστορία:

Το **Διαστημικό Λεωφορείο** της NATO **Διαστημικό Λεωφορείο** της NASA, που επίσημα λέγεται "Διαστημικό Σύστημα Μεταφορών" (*Space Transportation System-STS*), είναι ιστορικός φορέας εκτόξευσης πληρωμάτων και φορτίου των ΗΠΑ. Συνολικά, κατασκευάστηκαν επτά διαστημικά λεωφορεία, απ'τα οποία τρία αποσύρθηκαν (*Ντισκάβερι, Ατλαντίς, Εντέβορ*), δυο καταστράφηκαν σε ατυχήματα, το *Challenger* και το *Columbia*, το 1986 και 2003 αντίστοιχα, ενώ ένα χρησιμοποιήθηκε για δοκιμαστικές πτήσεις στη γήινη ατμόσφαιρα κι όχι για διαστημικές αποστολές, το *Space Shuttle Enterprise* (το πρώτο διαστημικό λεωφορείο της ΝΑΣΑ), και τέλος το *Space Shuttle Pathfinder*, το οποίο αποτελεί εξομοιωτή διαστημικού λεωφορείου.

Το διαστημικό λεωφορείο εκτοξευόταν κάθετα, φέρνοντας συνήθως πέντε έως επτά αστροναύτες (αν και έχουν μεταφερθεί και οκτώ) και μέχρι περίπου 22.700 κιλά (50.000 λίβρες) ωφέλιμου φορτίου σε χαμηλή γήινη τροχιά. Όταν η αποστολή του τελείωνε, επέστρεφε μέσα στην γήινη ατμόσφαιρα, πετούσε σαν ανεμοπλάνο και προσγειωνόταν οριζοντίως σε προκαθορισμένους διαδρόμους προσγείωσης.

Το διαστημικό λεωφορείο ήταν το πρώτο τροχιακό διαστημικό σκάφος που σχεδιάστηκε με μερική ικανότητα επαναχρησιμοποίησης. Ήταν επίσης το πρώτο επανδρωμένο διαστημικό σκάφος με φτερά που έχει επιτύχει να εκτοξευθεί σε τροχιά και να προσγειωθεί. Μετέφερε μεγάλα ωφέλιμα φορτία σε διάφορες τροχιές, χρησίμευσε σαν πορθμείο για την μεταφορά πληρωμάτων προς και από το Διεθνή Διαστημικό Σταθμό (*ISS*), και εκτέλεσε αποστολές συντήρησης και επισκευών.

Το όχημα μπορούσε επίσης να ανακτήσει δορυφόρους και άλλα ωφέλιμα φορτία από την τροχιά τους και να τα επιστρέψει στη γη, αλλά αυτή η ικανότητα δεν χρησιμοποιήθηκε συχνά. Εντούτοις, αυτή η ικανότητα χρησιμοποιήθηκε για να επιστρέψει μεγάλα φορτία στη γη από το διεθνή διαστημικό σταθμό, δεδομένου ότι το ρωσικό σκάφος Σογιούζ έχει περιορισμένη ικανότητα επιστροφής φορτίων. Κάθε διαστημικό λεωφορείο σχεδιάστηκε με προβλεπόμενη διάρκεια ζωής 100 εκτοξεύσεων ή 10 ετών

λειτουργικής ζωής. Εν τέλει η μέση διάρκεια ζωής αποδείχτηκε πως ήταν 19 πτήσεις για τα Challenger και Columbia, 32 πτήσεις για τα αποσυρθέντα οχήματα Endeavour, Atlantis, και Discovery, και 5 πτήσεις για το δοκιμαστικό όχημα Enterprise.

Η NASA ανακοίνωσε το 2004 ότι το διαστημικό λεωφορείο θα αποσυρθεί το 2010 και θα αντικατασταθεί από το όχημα Orion και τον πυραυλικό φορέα Άρης I. Τελικά, η τελευταία αποστολή διαστημικού λεωφορείου πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2011 (STS-135).

Το πρόγραμμα άρχισε προς το τέλος της δεκαετίας του '60 και έχει μονοπωλήσει το πρόγραμμα επανδρωμένων πτήσεων της NASA από τα τέλη της δεκαετίας του '70, οπότε και τερματίστηκε το Πρόγραμμα Απόλλο για την εξερεύνηση της Σελήνης. Η πρώτη εκτόξευση έγινε στις 12 Απριλίου 1981 με το *Columbia*. Σύμφωνα με το "όραμα για τη διαστημική εξερεύνηση", το νέο πρόγραμμα της NASA για την επιστροφή στη Σελήνη και την εξερεύνηση του Άρη, η χρήση του διαστημικού λεωφορείου στράφηκε στην ολοκλήρωση της συναρμολόγησης του ISS ως το 2011, οπότε και τερματίστηκε.



Περιγραφή Space shuttle enterprise:

Το διαστημικό λεωφορείο είναι ένα μερικώς επαναχρησιμοποιούμενο σύστημα εκτόξευσης που αποτελείται από τρία κύρια συγκροτήματα: το επαναχρησιμοποιήσιμο τροχιακό όχημα (*Orbiter Vehicle-OV*), την εξωτερική δεξαμενή καυσίμων(*External Tank-ET*), το μόνο αναλώσιμο τμήμα του συστήματος, και δύο επαναχρησιμοποιήσιμους πυραύλους στερεών καυσίμων (*Solid Rocket Boosters*). Η δεξαμενή και οι δυο πύραυλοι απορρίπτονται στη θάλασσα κατά τη διάρκεια της ανάβασης. Μόνο το όχημα μπαίνει σε τροχιά. Το όχημα εκτοξεύεται κάθετα όπως ένας συμβατικός πύραυλος, προσγειώνεται οριζόντια όπως ένα πολιτικό αεροπλάνο, και μετά ανανεώνεται και επισκευάζεται για την επαναχρησιμοποίηση.



Προσγείωση space shuttle

enterprise: Το σκάφος ξεκινά την επανείσοδό του στην ατμόσφαιρα πυροδοτώντας τους κινητήρες OMS σε διεύθυνση αντίθετη με την τροχιακή του κίνηση για περίπου τρία λεπτά. Η επιβράδυνση από την πυροδότηση μεταφέρει το περίγιο της τροχιάς μέσα στην ατμόσφαιρα. Η πυροδότηση των κινητήρων γίνεται περίπου στην αντίθετη πλευρά του πλανήτη από την τοποθεσία προσγείωσης. Από αυτό το σημείο και μετά η όλη διαδικασία της επανεισοδού, εκτός από την έκταση του συστήματος προσγείωσης και την ανάπτυξη των αισθητήρων αέρα, ελέγχεται από τους υπολογιστές του σκάφους. Παρόλα αυτά ολόκληρη η διαδικασία μπορεί να εκτελεστεί (όπως και έχει γίνει για μια και μοναδική φορά) χειροκίνητα. Η τελική φάση της προσγείωσης μπορεί να γίνει με αυτόματο πιλότο, συνήθως όμως γίνεται χειροκίνητα. Το *Εντέβορ* στη φάση της προσγείωσης και ενώ έχει ανοίξει το αλεξίπτωτο

Το όχημα αρχίζει ουσιαστικά να μπαίνει στην ατμόσφαιρα σε ύψος περίπου 120 χιλιομέτρων, με ταχύτητα 25 Mach. Με τη χρήση του συστήματος RCS και των επιφανειών ελέγχου, το σκάφος πετά με το ρύγχος υψωμένο σε κλίση 40 μοιρών με την οριζόντιο, κάτι που εξασφαλίζει τη μέγιστη επιβράδυνση σε συνδυασμό με την ελάχιστη θέρμανση από την τριβή με την ατμόσφαιρα. Μετά από αυτή τη φάση, το σκάφος μειώνει κι άλλο την ταχύτητά του εκτελώντας ελιγμούς σχήματος S πριν την τελική προσέγγιση.

Η πρώτη προσγείωση του διαστημικού λεωφορείου Columbia στις 14 Απριλίου 1981

Στην κατώτερη ατμόσφαιρα το σκάφος πετά ουσιαστικά σαν ανεμόπτερο, εκτός του πολύ μεγαλύτερου ρυθμού καθόδου (3 χιλιόμετρα το λεπτό). Όταν πέσει η ταχύτητά του περίπου στα 3 Mach αναπτύσσονται δυο αισθητήρες του αέρα κάτω από το ρύγχος, που συλλέγουν στοιχεία για την κίνηση του σκάφους μέσα στην ατμόσφαιρα.

Το όχημα ξεκινά τη φάση προσέγγισης και προσγείωσης σε ύψος 10.000 ποδών (περίπου τριών χιλιομέτρων), σε απόσταση περίπου δώδεκα χιλιομέτρων από το διάδρομο προσγείωσης. Η ταχύτητα μειώνεται κι άλλο με τη χρήση αερόφρενων (δυο επιφανειών που καλύπτουν το πηδάλιο και αναπτύσσονται προς τα έξω), από 682 km/h σε περίπου 350 km/h την ώρα της προσγείωσης (η αντίστοιχη ταχύτητα για τα επιβατικά τζετ είναι

250 km/h). Το σύστημα προσγείωσης αναπτύσσεται όταν το σκάφος πετά με ταχύτητα 343 χλμ/ώρα. Για να μειωθεί κι άλλο η ταχύτητα, τη στιγμή που το ρινιαίο σκέλος του συστήματος προσγείωσης αγγίζει το διάδρομο, στην ουρά ανοίγει ένα αλεξίπτωτο 12 μέτρων, που απορρίπτεται όταν η ταχύτητα πέσει στα 111 km/h. Το αλεξίπτωτο προστέθηκε λόγω της συχνής καταστροφής των ελαστικών του οχήματος, που πριν προστεθεί το αλεξίπτωτο δέχονταν το μεγαλύτερο μέρος της δύναμης από την επιβράδυνση.

Μετά την προσγείωση το σκάφος παραμένει απομονωμένο στο διάδρομο για αρκετή ώρα, επειδή πρέπει να διαλυθούν οι επικίνδυνοι ατμοί υδραζίνης (που χρησιμοποιείται σαν πρωθητικό στους κινητήρες ελέγχου προσανατολισμού) και η άτρακτος να κρυώσει πριν μπορέσει κανείς να το πλησιάσει.

Η προσγείωση του διαστημικού λεωφορείου είναι αρκετά ευαίσθητη διαδικασία, καθώς το σκάφος δεν χρησιμοποιεί κινητήρες κι έτσι έχει μόνο μια ευκαιρία για προσέγγιση/προσγείωση.

Το διαστημικό λεωφορείο κατά κανόνα προσγειώνεται στο Διαστημικό Κέντρο Κέννεντυ. Αν οι συνθήκες δεν επιτρέπουν προσγείωση εκεί, μπορεί να προσγειωθεί και στην αεροπορική βάση Έντουαρτς στην Καλιφόρνια. Σ' αυτή την περίπτωση, προκειμένου να επιστρέψει για συντήρηση και προετοιμασία στη Φλόριντα, το σκάφος τοποθετείται πάνω σε ένα ειδικά μετασκευασμένο Boeing 747 Αυτό το ταξίδι της επιστροφής κοστίζει στη NASA ένα εκατομμύριο δολάρια επιπλέον στον προϋπολογισμό της αποστολής

