

ΓΥΡΟΣΚΟΠΙΟ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

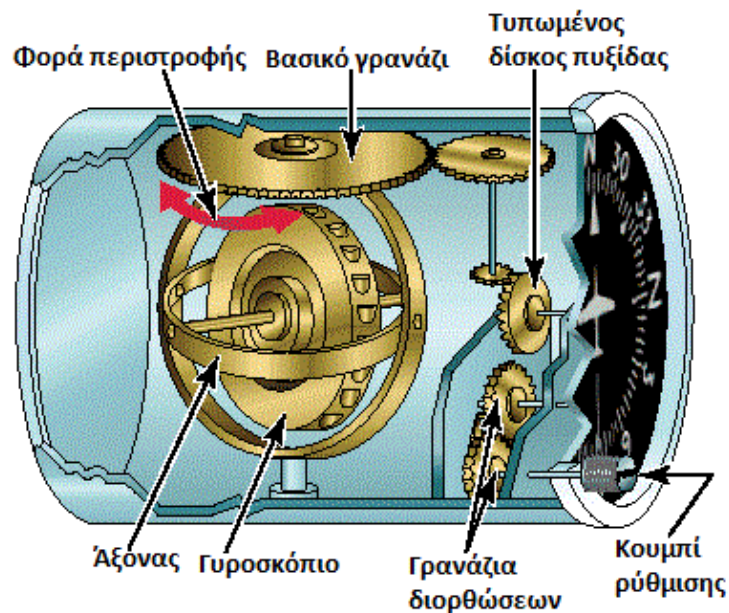
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΜΑΘΗΜΑ: Φυσική 1

ΕΞΑΜΗΝΟ: 1^ο

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Τσιγαρίδας Γεώργιος



Παρουσιάζουν οι μαθητές:

- Μπέσης Ηλίας (mm20030) – Περίληψη, Εισαγωγή, Θεωρητικό υπόβαθρο
- Μαρκαντωνάτος Ανδρέας (mm20032) – Εφαρμογές, Μελλοντικές προοπτικές για εξέλιξη, Επίλογος

Περίληψη

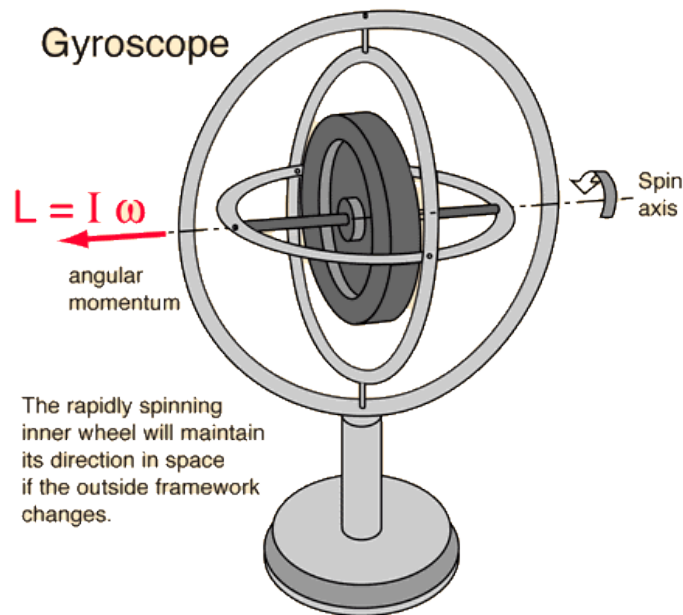
Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην έννοια του γυροσκοπίου τόσο ως φυσική υπόσταση όσο και ως ένα φαινόμενο που ικανοποιεί στην πράξη ορισμένους νόμους της φυσικής. Το γυροσκόπιο είναι ένα πολύ σύνθετο όργανο το οποίο αποτελείται από έναν τροχό συνοδευόμενο από 1, 2 ή 3 αντίζυγα τα οποία του δίνουν τη δυνατότητα να περιστρέφεται γύρω από έναν μόνο άξονα. Ο κύριος νόμος που το διέπει και εξηγεί την ιδιαίτερη συμπεριφορά του είναι ο νόμος που αναφέρει πως η συνισταμένη εξωτερική ροπή ενός συστήματος ισούται με τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής του. Δηλαδή στηρίζεται στη σχέση $\Sigma \vec{\tau} = d\vec{L} / dt$. Από την πρώτη εμφάνισή του γνωστή ως “Whirling Speculum” το 1743 έως και τις πιο εκλεπτυσμένες μορφές που κυκλοφορούν την παρούσα χρονική στιγμή, το γυροσκόπιο προσφέρει ένα εύρος δυνατοτήτων με πολλές εφαρμογές στον τομέα της μηχανικής. Κύρια χρήση του γυροσκοπίου είναι για την διατήρηση σταθερής πορείας και για τον έλεγχο του προσανατολισμού στα αεροπλάνα και τους διαστημικούς σταθμούς. Ακόμη, αποτελεί βασικό “συστατικό” στην κατασκευή των αποκαλούμενων έξυπνων συσκευών, προσφέροντας διάφορες δυνατότητες. Τέλος, οι κύριες μελλοντικές επιδιώξεις για εξέλιξη του γυροσκοπίου αποτελούν η χρήση του στον τομέα της γεωλογίας, στον τομέα της ιατρικής καθώς και της τεχνολογίας.

This project is about the gyroscope as a natural being and a phenomenon explaining in action some of the most popular laws of physics. The gyroscope is a very complex organ which is made of one wheel accompanied with 1, 2 or 3 gimbals. These gimbals provide the opportunity to spin around only one axis. The main law explaining its behavior is the one telling that the sum of the total torque acting to one body is the rate of change of the body's angular momentum. Meaning that the main relation of the gyroscope's movement is $\Sigma \vec{\tau} = d\vec{L} / dt$. From its first appearance known as the “Whirling Speculum” in 1743 till its most involving forms nowadays, gyroscope provides an amount of abilities with many applications for the mechanical section. Its main usage is keeping the airoplane's and spacecraft's direction stable. Moreover, its a main part for the smart device's construction. Furthermore the gyroscope's usage is believed to contribute to the sections of geology, technology and medical sciences in the future.

Εισαγωγή

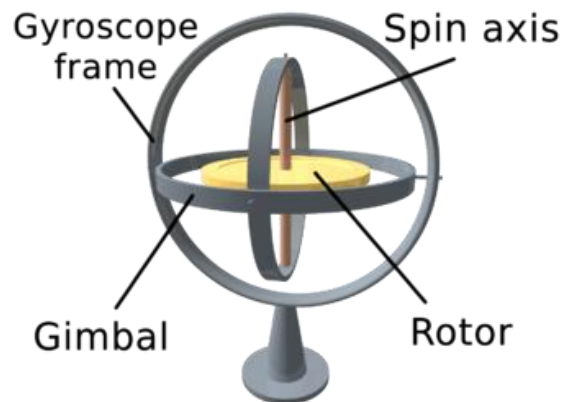
Ορισμός - επεξήγηση

Ένα γυροσκόπιο είναι ένα όργανο που αποτελείται από έναν τροχό τοποθετημένο σε δύο ή τρία αντίζυγα (που παρέχουν περιστρεφόμενα στηρίγματα), τα οποία επιτρέπουν στον τροχό να περιστρέφεται γύρω από έναν μόνο άξονα. Ένα σύνολο τριών ζυγών, το ένα τοποθετημένο πάνω στο άλλο με ορθογώνιους άξονες περιστροφής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτρέψει στον εσωτερικό ζυγό να προσανατολίζεται ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό της υποστήριξής του (στον αέρα ή στο διάστημα).



Στην περίπτωση ενός γυροσκοπίου με δύο αντίζυγα, το εξωτερικό άκρο (που είναι το πλαίσιο γυροσκοπίου), είναι τοποθετημένο έτσι ώστε να περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα στο δικό του επίπεδο, ο οποίος καθορίζεται από το στήριγμα. Το εξωτερικό αντίζυγο έχει έως έναν βαθμό ελευθερία στην περιστροφή, ενώ ο άξονας του δεν έχει. Το εσωτερικό αντίζυγο, τοποθετείται στο πλαίσιο του γυροσκοπίου έτσι ώστε να περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα στο δικό του επίπεδο, ο οποίος είναι πάντα κάθετος στον άξονα του πλαισίου του γυροσκοπίου. Το εσωτερικό αντίζυγο έχει δύο βαθμούς ελευθερίας περιστροφής.

Ο άξονας του περιστρεφόμενου τροχού καθορίζει τον άξονα περιστροφής. Η κίνηση του ρότορα περιορίζεται στην περιστροφή γύρω από έναν άξονα, ο οποίος είναι πάντα κάθετος προς τον άξονα του εσωτερικού αντίζυγου. Έτσι, ο ρότορας διαθέτει τρεις βαθμούς ελευθερίας περιστροφής ενώ ο άξονας του έχει δύο. Ο τροχός δέχεται μια δύναμη που ασκείται στον άξονα εισόδου, η οποία προέρχεται από μια δύναμη αντίδρασης στον άξονα εξόδου.



Η συμπεριφορά ενός γυροσκοπίου μπορεί να εκτιμηθεί ευκολότερα με γνώμονα τον μπροστινό τροχό ενός ποδηλάτου. Εάν ο τροχός κλίνει μακριά από την κατακόρυφη θέση έτσι ώστε το πάνω μέρος του τροχού να κινείται προς τα αριστερά, το μπροστινό χείλος του τροχού στρέφεται επίσης προς τα αριστερά. Με άλλα λόγια, η περιστροφή σε έναν άξονα του περιστρεφόμενου τροχού προκαλέσει την περιστροφή τρίτου άξονα.

Ένα γυροσκοπικό σφόνδυλο θα κυλήσει ή θα αντισταθεί στον άξονα εξόδου ανάλογα με την περίπτωση τα αντίζυγα εξόδου να είναι ελεύθερης ή σταθερής διαμόρφωσης. Παραδείγματα ορισμένων συσκευών με αντίζυγα εξόδου ελεύθερης διαμόρφωσης θα ήταν τα γυροσκόπια αναφοράς που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση ή μέτρηση των γωνιών στάσης του βήματος, του ρολού και του χασμουρητού σε ένα διαστημικό σκάφος ή αεροσκάφος. Αντίστοιχα ένα γυροσκόπιο ροπής ελέγχου (CMG) είναι ένα παράδειγμα συσκευής με αντίζυγο εξόδου σταθερής διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται σε διαστημικό σκάφος για να συγκρατεί ή να διατηρεί μια επιθυμητή γωνία στάσης, χρησιμοποιώντας τη δύναμη της γυροσκοπικής αντίστασης.

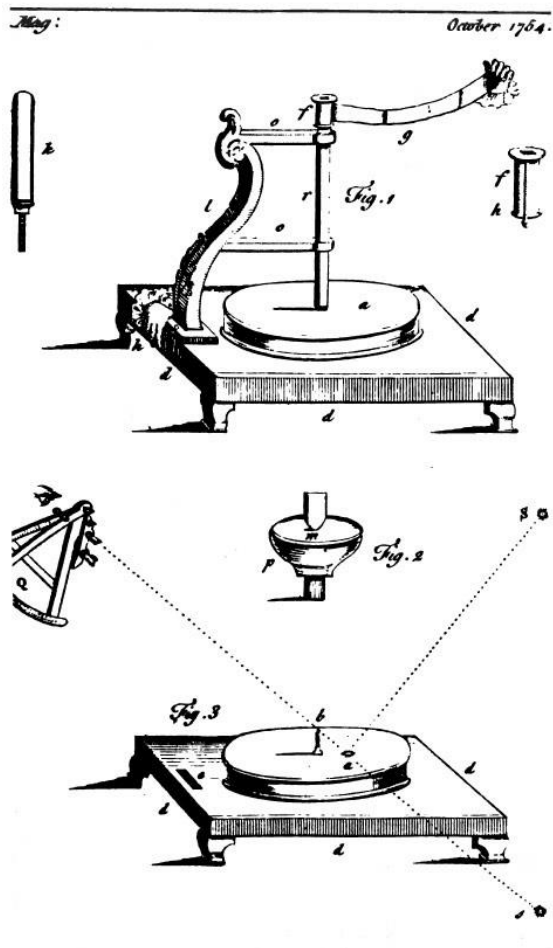
Το κέντρο βάρους του ρότορα μπορεί να βρίσκεται σε σταθερή θέση. Ο ρότορας περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα και ταυτόχρονα είναι ικανός να ταλαντεύεται γύρω από τους δύο άλλους άξονες, ενώ είναι ελεύθερος να περιστρέφεται προς οποιαδήποτε κατεύθυνση γύρω από το σταθερό σημείο (εκτός από την εγγενή αντίσταση που προκαλείται από την περιστροφή του ρότορα). Ορισμένα γυροσκόπια έχουν μηχανικά ισοδύναμα που αντικαθιστούν ένα ή περισσότερα από τα στοιχεία. Για παράδειγμα, ο περιστρεφόμενος ρότορας μπορεί να αιωρείται σε ένα ρευστό, αντί να στερεώνεται σε αντίζυγα.

Σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις, το εξωτερικό αντίζυγο μπορεί να παραλειφθεί έτσι ώστε ο ρότορας να έχει μόνο δύο βαθμούς ελευθερίας. Σε άλλες περιπτώσεις, το κέντρο βάρους του ρότορα μπορεί να αντισταθμίζεται από τον άξονα ταλάντωσης. Έτσι το κέντρο βάρους του ρότορα και το κέντρο ανάρτησης του είναι πιθανό να μην συμπίπτουν.



Ουσιαστικά, ένα γυροσκόπιο είναι μια κορυφή σε συνδυασμό με ένα ζεύγος αντίζυγων

Ιστορική εξέλιξη του γυροσκοπίου



"Whirling Speculum" ή "Serson's Speculum", δημιουργημένο από τον John Serson το 1743. Χρησιμοποιήθηκε ως επίπεδο για να εντοπίσει τον ορίζοντα σε ομιχλώδεις ή ομιχλώδεις συνθήκες.

Το πρώτο όργανο που χρησιμοποιήθηκε περισσότερο σαν ένα πραγματικό γυροσκόπιο έγινε από τον Johann Bohnenberger της Γερμανίας, ο οποίος αναφέρθηκε για πρώτη φορά σε αυτό το 1817. Αρχικά το ονόμασε «Μηχανή». Η μηχανή του Bohnenberger βασίστηκε σε μια περιστρεφόμενη τεράστια σφαίρα.

Το 1832, ο Αμερικανός Walter R. Johnson ανέπτυξε μια παρόμοια συσκευή που βασίστηκε σε περιστρεφόμενο δίσκο.

Ο Γάλλος μαθηματικός Pierre-Simon Laplace, που εργάστηκε στο École Polytechnique στο Παρίσι, πρότεινε τη μηχανή για χρήση ως εκπαιδευτικό βοήθημα, και έτσι ήρθε στην προσοχή του Léon Foucault.

Το 1852, ο Foucault το χρησιμοποίησε σε ένα πείραμα που περιλάμβανε την περιστροφή της Γης. Ήταν ο Foucault που έδωσε στη συσκευή το μοντέρνο όνομά του, σε ένα πείραμα για να δει την περιστροφή της Γης, η οποία ήταν ορατή για 8 με 10 λεπτά μέχρι η επιβράδυνση της τριβής να σταματήσει τον περιστρεφόμενο ρότορα.

Στη δεκαετία του 1860, η έλευση των ηλεκτρικών κινητήρων επέτρεψε στο γυροσκόπιο να περιστρέφεται επ 'αόριστον. Αυτό οδήγησε στους πρώτους πρωτότυπους δείκτες και σε μια μάλλον πιο περίπλοκη συσκευή, την γυροπυξίδα . Η πρώτη λειτουργική γυροπυξίδα κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1904 από τον Γερμανό εφευρέτη Hermann Anschütz-Kaempfe.

Ο Αμερικανός Elmer Sperry ακολούθησε με το δικό του σχέδιο αργότερα εκείνο το έτος, και άλλα έθνη συνειδητοποίησαν σύντομα τη στρατιωτική σημασία της εφεύρεσης - σε μια εποχή στην οποία η ναυτική ανδρεία ήταν το πιο σημαντικό μέτρο στρατιωτικής δύναμης - και δημιούργησαν τις δικές τους βιομηχανίες γυροσκοπίου. Η εταιρεία Sperry Gyroscope επεκτάθηκε γρήγορα για να παρέχει αεροσκάφη και ναυτικούς σταθεροποιητές, ενώ άλλοι προγραμματιστές γυροσκοπίου ακολούθησαν το ίδιο μονοπάτι.

Το 1917, η εταιρεία Chandler της Ινδιανάπολης, δημιούργησε το "γυροσκόπιο Chandler", ένα γυροσκόπιο παιχνιδιών με κορδόνι έλξης και βάθρο. Ο Τσάντλερ συνέχισε να παράγει το παιχνίδι έως ότου η εταιρεία αγοράστηκε από την TEDCO inc. το 1982. Το παιχνίδι πολυέλαιου παράγεται ακόμα από την TEDCO σήμερα.



Στις πρώτες δεκαετίες του 20ού αιώνα, άλλοι εφευρέτες προσπάθησαν (ανεπιτυχώς) να χρησιμοποιήσουν γυροσκόπια ως βάση για τα πρώτα συστήματα πλοήγησης, δημιουργώντας μια σταθερή πλατφόρμα από την οποία θα μπορούσαν να γίνουν ακριβείς μετρήσεις επιτάχυνσης (προκειμένου να παρακάμψουν την ανάγκη της αστρικής παρατήρησης για τον υπολογισμό της θέσης). Παρόμοιες αρχές χρησιμοποιήθηκαν αργότερα στην ανάπτυξη συστημάτων αδρανούς πλοήγησης για βαλλιστικούς πυραύλους.

Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, το γυροσκόπιο έγινε το κύριο συστατικό για αεροσκάφη και αντιαεροπορικά όπλα. Μετά τον πόλεμο, ο αγώνας για τη μικρογραφία γυροσκοπίων που προορίζονταν για κατευθυνόμενους πυραύλους και συστήματα πλοήγησης όπλων είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη των λεγόμενων μικροσκοπικών γυροσκοπίων που ζύγιζαν λιγότερο από 3 ουγγιές (85 g) και είχαν διάμετρο περίπου 1 ίντσα (2,5 cm) . Μερικά από αυτά τα μικροσκοπικά γυροσκόπια θα μπορούσαν να φτάσουν σε ταχύτητα 24.000 περιστροφών ανά λεπτό σε λιγότερο από 10 δευτερόλεπτα.

Γυροσκόπια τριών αξόνων βασισμένα σε MEMS χρησιμοποιούνται επίσης σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές όπως tablet, smartphone, και smartwatches. Αυτό προσφέρει τη δυνατότητα εύρεσης προσανατολισμού ή και για διάφορες μετρήσεις όπως βημάτων, διαδρομής κ.ά.

Ορισμένες συσκευές ενσωματώνουν επιπλέον ένα μαγνητόμετρο για να παρέχουν απόλυτες γωνιακές μετρήσεις σε σχέση με το μαγνητικό πεδίο της Γης. Οι νεότερες μονάδες αδρανειακής μέτρησης που βασίζονται σε MEMS ενσωματώνουν έως και τους εννέα άξονες ανίχνευσης σε ένα ενιαίο πακέτο ολοκληρωμένου κυκλώματος, παρέχοντας φθηνή και ευρέως διαθέσιμη ανίχνευση κίνησης.

Κύριες χρήσεις του γυροσκοπίου

Steadicam

Κατά τη διάρκεια των γυρισμάτων του Return of the Jedi χρησιμοποιήθηκε μια εγκατάσταση Steadicam, σε συνδυασμό με δύο γυροσκόπια για επιπλέον σταθεροποίηση. Η κάμερα “έτρεχε” με ένα καρέ ανά δευτερόλεπτο. Όταν προβλήθηκε με ταχύτητα 24 καρέ ανά δευτερόλεπτο, έδωσε την εντύπωση ότι πετάει στον αέρα με επικίνδυνες ταχύτητες.

Heading indicator (δείκτης κατεύθυνσης)

Ο δείκτης κατεύθυνσης ή το γυροσκόπιο κατεύθυνσης έχει έναν άξονα περιστροφής που ορίζεται οριζόντια, δείχνοντας βόρεια. Σε αντίθεση με μια μαγνητική πυξίδα, δεν αναζητά βόρεια. Για παράδειγμα, όταν χρησιμοποιείται σε αεροσκάφος, θα απομακρυνθεί αργά από το βορρά και θα πρέπει να επαναπροσανατολίζεται περιοδικά, χρησιμοποιώντας τη μαγνητική πυξίδα ως αναφορά.

Gyrocompass (γυροπυξίδα)

Σε αντίθεση με τον δείκτη κατεύθυνσης, η γυροπυξίδα αναζητά βόρεια. Ανιχνεύει την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της και αναζητά τον πραγματικό βορρά, και όχι τον μαγνητικό βορρά. Οι γυροπυξίδες συνήθως έχουν ενσωματωμένη απόσβεση για να αποτρέψουν την υπέρβαση κατά την αναπροσαρμογή από ξαφνική κίνηση.

Accelerometer (επιταχυνσιόμετρο)

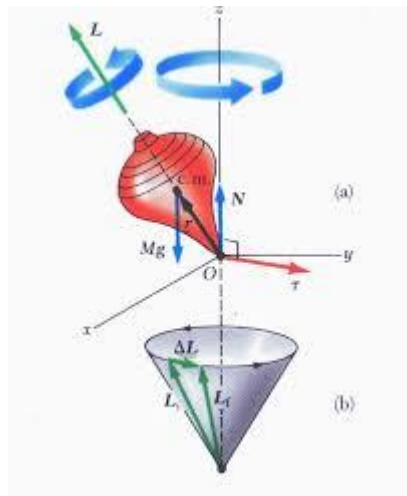
Με τον προσδιορισμό της επιτάχυνσης ενός αντικειμένου και τη διαρκή ενσωμάτωση των διαφορών τιμών της με την πάροδο του χρόνου, μπορεί να υπολογιστεί η ταχύτητα του αντικειμένου. Με επαναλαμβανόμενη ενσωμάτωση των τιμών της, μπορεί να προσδιοριστεί η θέση. Το απλούστερο επιταχυνσιόμετρο είναι ένα βάρος που είναι ελεύθερο να κινείται οριζόντια, το οποίο προσαρτάται σε ένα ελατήριο και μια συσκευή για τη μέτρηση της τάσης. Αυτό μπορεί να βελτιωθεί με την εισαγωγή μιας αντίθετης δύναμης για να ωθήσει το βάρος πίσω και να μετρήσει τη δύναμη που απαιτείται για να αποφευχθεί η κίνηση του βάρους.

Ένας πιο περίπλοκος σχεδιασμός αποτελείται από ένα γυροσκόπιο με βάρος σε έναν από τους άξονες. Η συσκευή αντιδρά στη δύναμη που παράγεται από το βάρος όταν επιταχύνεται, ενσωματώνοντας αυτή τη δύναμη για να παράγει ταχύτητα.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Η κίνηση του γυροσκοπίου στηρίζεται στη σχέση: $\Sigma \vec{\tau} = d\vec{L} / dt$

Έστω ένα γυροσκόπιο με γωνιακή ταχύτητα ιδιοπεριστροφής ω και ροπή αδράνειας I ως προς τον άξονα συμμετρίας x . Αν περιστραφεί, παρατηρείται πως ο άξονας περιστροφής x περιστρέφεται γύρω από την κατακόρυφο. Η κίνηση αυτή λέγεται μετάπτωση και σκοπό αποτελεί ο υπολογισμός της γωνιακής ταχύτητας μετάπτωσης Ω . Επιπλέον ισχύει πως $\omega \gg \Omega$, οπότε μπορεί να θεωρηθεί με καλή προσέγγιση ότι η στροφορμή του γυροσκοπίου είναι ίση με αυτή λόγω ιδιοπεριστροφής, με μέτρο $L = I\omega$.



Η μετάπτωση οφείλεται στην επίδραση της ροπής του βάρους $\vec{W}$ του γυροσκοπίου. Το διάνυσμα της στροφορμής $\vec{L}$ μεταβάλλεται υπακούοντας το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για τη στροφική κίνηση:

$$d\vec{L} / dt = \vec{W}$$

Η μόνη ροπή είναι από το βάρος με στιγμιαία διεύθυνση στον άξονα z και έχει μέτρο $W_z = mgr \sin \theta$. Επειδή η ροπή αυτή είναι κάθετη στη στροφορμή, το μέτρο της τελευταίας παραμένει σταθερό:

$$dL^2 / dt = d\vec{L}^2 / dt = 2\vec{L} \cdot d\vec{L} / dt = 2\vec{L} \cdot \vec{W} = 0$$

Η μεταβολή του διανύσματος της στροφορμής για μικρό χρόνο Δt είναι:

$$\Delta L = \Delta\varphi \cdot L \cdot \sin\theta \Rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \cdot L \cdot \sin\theta$$

Επειδή όμως $\Omega = \Delta\varphi / \Delta t$ ισχύει:

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = L \cdot \Omega \cdot \sin\theta$$

Οπότε:

$$\Omega = \frac{\Delta L}{\Delta t} \cdot \frac{1}{L} \cdot \sin\theta = \frac{Mz}{L} \cdot \sin\theta = mgr \cdot \frac{\sin\theta}{L} \cdot \sin\theta = \frac{mgr}{L}$$

Το μέτρο της στροφορμής είναι $L = I\omega$, οπότε τελικά υπολογίζεται

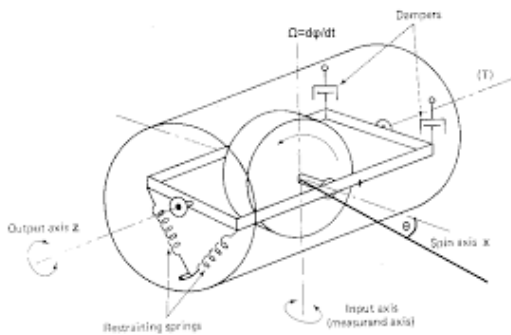
$$\Omega = \frac{mgr}{I\omega}$$

Συμπεραίνεται δηλαδή ότι η γωνιακή ταχύτητα μετάπτωσης είναι αντιστρόφως ανάλογη της γωνιακής ταχύτητας του γυροσκοπίου.

Σύμφωνα με τα παραπάνω διαγράφεται η γυροσκοπική κίνηση.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

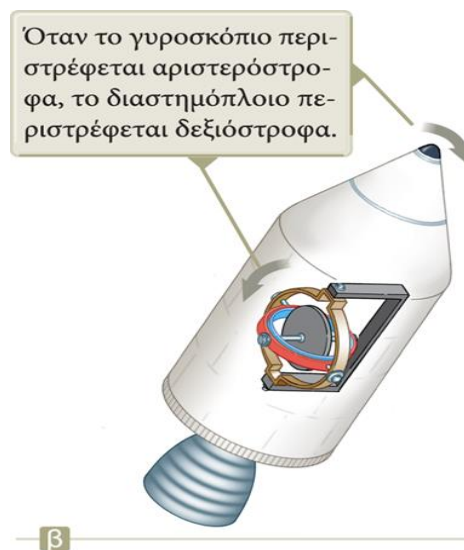
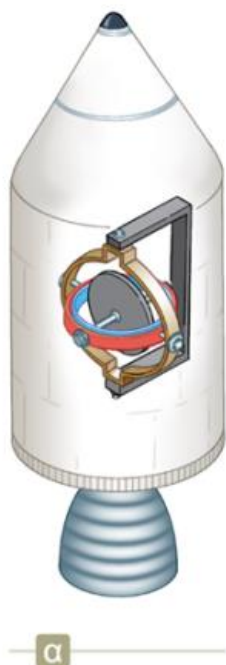
Γίνεται σαφές ότι τα γυροσκόπια αποτελούν όργανα τα οποία έχουν απασχόληση τον επιστημονικό κόσμο κατά το πέρασμα των χρόνων λόγω των δυνατοτήτων που προσφέρουν τόσο στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων όσο και στην μηχανική. Τα γυροσκόπια αποτελούν βασικό εξάρτημα των διαστημικών οχημάτων. Αποτελούν έναν σιωπηλό "εγκέφαλο" τα οποία κρατούν τα διαστημικά οχήματα στην σωστή τροχία. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται στην πλοήγηση δηλαδή στην εκτίμηση της θέσης, του προσανατολισμού και της ταχύτητας των οχημάτων. Γενικά ο όρος πλοήγηση είναι άμεσα εξαρτώμενος από την καθοδήγηση και τον έλεγχο του οχήματος, ώστε αυτό να ακολουθεί μια προκαθορισμένη τροχιά προς έναν τελικό προορισμό. Ειδική περίπτωση πλοήγησης αποτελεί η αδρανειακή πλοήγηση, πλοήγηση την οποία χρησιμοποιούν τα διαστημικά οχήματα. Στην αδρανειακή πλοήγηση, υπολογίζοντας την αρχική κατάσταση του οχήματος δηλαδή θέση, προσανατολισμό και ταχύτητα, γίνεται μέτρηση των επιταχύνσεων και των ρυθμών αλλαγής προσανατολισμού χρησιμοποιώντας αδρανειακούς αισθητήρες. Το γυροσκόπιο αποτελεί έναν τέτοιο αισθητήρα.



Ένας τρόπος αλλαγής κατεύθυνσης ενός διαστημόπλοιου στο διάστημα είναι μέσω της χρήσης μικρών πυραυλοκινητήρων οι οποίοι πυροδοτούνται κάθετα στον άξονά του οχήματος προκαλώντας συνεπώς ροπή ως προς το κέντρο μάζας του (cm).

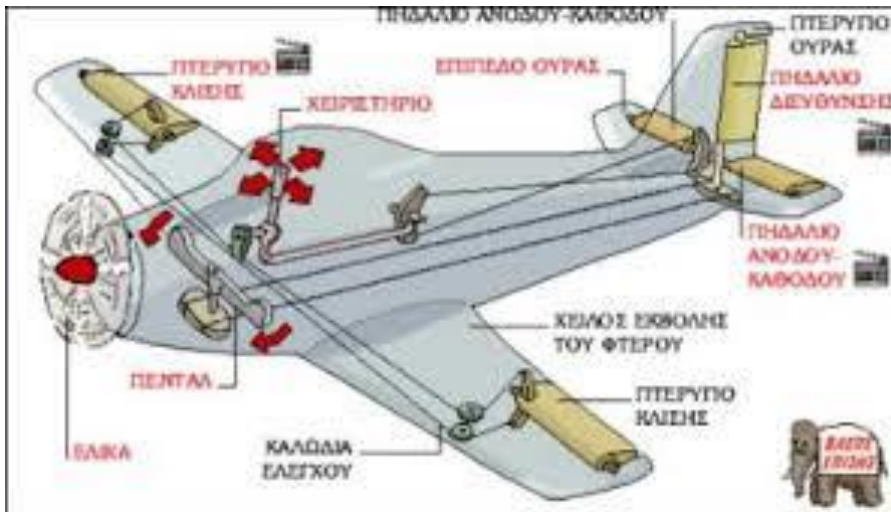
Όταν το διαστημόπλοιο δεν περιστρέφεται η στροφορμή του ως προς το κέντρο μάζας του είναι μηδέν. Αντίθετα αν το γυροσκόπιο αρχίσει να περιστρέφεται η στροφορμή πλέον θα είναι μη μηδενική. Στο σύστημα διαστημόπλοιο – γυροσκόπιο δεν ασκείται εξωτερική ροπή άρα η στροφορμή του συστήματος πρέπει να παραμένει μηδέν και για να επιτευθεί αυτό πρέπει το διαστημόπλοιο να περιστραφεί αντίθετα από το γυροσκόπιο ώστε τα διανύσματα στροφορμής (στροφορμή γυροσκοπίου – διαστημόπλοιου) να αλληλοαναιρεθούν. Όλες οι περιστροφές επιτυγχάνονται με την χρήση τριών γυροσκοπίων τοποθετημένα κάθετα μεταξύ τους στους άξονες x, y, z.

Για να γίνει υπολογισμός της επιτάχυνσης από τα επιταχυνσιόμετρα πρέπει να διατηρείται σταθερός ο προσανατολισμός ανεξάρτητα από τυχόν περιστροφές του οχήματος. Ο υπολογισμός της περιστροφής γίνεται με την χρήση τριών γυροσκοπίων τα οποία τοποθετούνται πάνω σε μία πλατφόρμα (αδρανειακή πλατφόρμα) μαζί με τα τρία επιταχυνσιόμετρα. Η έξοδος κάθε γυροσκοπίου συνδέεται με κινητήρα που περιστρέφει τον αντίστοιχο δακτύλιο έτσι ώστε να διατηρείται σταθερός ο προσανατολισμός της πλατφόρμας. Έτσι μπορεί να γίνει ακριβής μέτρηση της επιτάχυνσης και εξασφαλίζεται ότι η ένδειξη των επιταχυνσιόμετρων αντιστοιχεί στην επιτάχυνση του οχήματος ως προς αδρανειακό σύστημα αναφοράς.



Πέρα από την χρήση τους για την πλοήγηση διαστημικών οχημάτων τα γυροσκόπια χρησιμοποιούνται και στην πλοήγηση αεροσκαφών. Τα γυροσκόπια με βάση την αρχή

της μετάπτωσης όταν το αεροπλάνο θα πετάει παράλληλα με το έδαφος θα παρουσιάσει μετάπτωση όταν τα φτερά θα παίρνουν κλίση. Έτσι οι πιλότοι έχουν την δυνατότητα να γνωρίζουν την γωνία που έχουν τα φτερά ως προς τον ορίζοντα. Η ύπαρξη ενός δεύτερου γυροσκοπίου επιτρέπει στους χειριστές του αεροπλάνου να γνωρίζουν την κλίση της ατράκτου του προς τα μπρος ή προς τα πίσω.



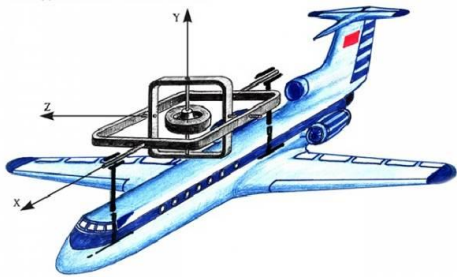
Τα γυροσκόπια του αεροπλάνου συνδεδεμένα με τα επιταχυνσιόμετρα επιτρέπουν το πέταγμα του αεροπλάνου σε σταθερή τροχιά δηλαδή την χρήση της λειτουργίας του αυτόματου πιλότου.

Τα αεροπλάνα όπως και τα διαστημόπλοια χρησιμοποιούν την αδρανειακή πλοήγηση. Συγκεκριμένα η αδρανειακή πλατφόρμα του αεροσκάφους χρησιμοποιείται για να διατηρηθεί ο προσανατολισμός του σκάφους (διευθύνσεις Βορρά, Ανατολής και κατακόρυφου). Η πλατφόρμα παραμένει κάθετη στην τοπική κατακόρυφο, ανεξάρτητα με τις κινήσεις ή τους ελιγμούς που μπορεί να πραγματοποιεί το αεροπλάνο. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατάλληλη περιστροφή της πλατφόρμας ώστε να αντισταθμίζει την περιστροφή της Γης αλλά και την κίνηση του αεροσκάφους γύρω από αυτήν.

Συγκεκριμένα αν ω_γ είναι η γωνιακή ταχύτητα της Γης και το αεροσκάφος κινείται ανατολικά ή δυτικά ώστε το γεωγραφικό του μήκος να αλλάζει με ρυθμό $\frac{dL}{dt}$, για να διατηρηθεί σταθερός ο προσανατολισμός της πλατφόρμας πρέπει να στρέφεται αυτή με γωνιακή ταχύτητα $\omega_\gamma + \frac{dL}{dt}$ γύρω από το βόρειο πόλο. Αν το αεροσκάφος βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος λ , τότε οι γωνιακές ταχύτητες της πλατφόρμας περί το Βορρά και την κατακόρυφο πρέπει να είναι

$$\omega_N = (\omega_\gamma + \frac{dL}{dt}) \cos \lambda, \quad \omega_{\text{Κατακορ}} = (\omega_\gamma + \frac{dL}{dt}) \sin \lambda$$

Αν το αεροπλάνο κινείται βόρεια ή νότια, τότε η πλατφόρμα θα πρέπει να περιστρέφεται περί την Ανατολή με το ρυθμό αλλαγής του γεωγραφικού πλάτους λ .



Σκοπός του αδρανειακού συστήματος είναι να υπολογίζει συνεχώς τη θέση και την ταχύτητα του αεροσκάφους, ώστε να διατηρείται ο προσανατολισμός της πλατφόρμας. Σε αυτό βοηθούν τα γυροσκόπια και τα επιταχυνσιόμετρα που είναι τοποθετημένα πάνω στην πλατφόρμα και παρέχουν μετρήσεις των επιταχύνσεων στις τρεις κατευθύνσεις (Βορρά, Ανατολή και κατακόρυφο διεύθυνση).

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ

Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για μεγαλύτερη ακρίβεια και ασφάλεια στην πλοήγηση των οχημάτων οδήγησαν επιστήμονες και μηχανικούς σε έναν αγώνα δρόμου βελτίωσης των γυροσκοπίων έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν και σε άλλους τομείς ζωής των ανθρώπων. Σήμερα, έχουν δημιουργηθεί αρκετά ακριβή γυροσκοπικά συστήματα που ικανοποιούν ένα ευρύ φάσμα αναγκών. Επιπρόσθετα έχει αυξησει έντονα το ενδιαφέρον χρήση της γυροσκοπικής τεχνολογίας όχι μόνο για στρατιωτικές ανάγκες. Στις μέρες μας ευρέα διαδεδομένη είναι η χρήση μικροσκοπικών γυροσκοπίων σε συστήματα σταθεροποίησης για αυτοκίνητα ή βιντεοκάμερες. Η εξέλιξη των αυτόνομων βοηθημάτων πλοήγησης (SNS) υποστηρίζεται ότι θα οδηγήσει στην εξάλειψη εξαλείφει της ανάγκης χρήσης γυροσκοπίων. Όμως η αδυναμία των συστημάτων SNS να προσδιορίσουν με ακρίβεια τη θέση σε αστικές συνθήκες, σε δασικές περιοχές καθιστούν τη ύπαρξη των αυτόνομων γυροσκοπικών συσκευών αναγκαία καθώς αυτές λειτουργούν οπουδήποτε δηλαδή σε υπόγεια, κάτω από το νερό και στο διάστημα. Στην τελευταία δυνατότητα τους βασίζονται οι νέες ιδέες για την χρήση τους στο τομέα της γεωλογίας συγκεκριμένα στην πρόβλεψη σεισμού. Επιπρόσθετα επιθυμητή είναι και η χρήση τους στον τομέα της ιατρικής άλλα και στην μέτρηση των θέσεων των σιδηροδρόμων και των πετρελαιοαγωγών. Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει και προσπάθεια χρησιμοποίησης των γυροσκοπίων σε κινητά τηλέφωνα και σε βιντεοπαιχνίδια. Συγκεκριμένα προσφέρουν στα κινητά προστασία κάποιων στοιχείων της συσκευής κατά την πτώση της καθώς ο αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύει μια αλλαγή θέσης. Ο χάρτης του GPS περιστρέφεται οπού κατευθυνθεί το βλέμμα του χρήστη χάρη στα γυροσκόπια. Στα βιντεοπαιχνίδια χρησιμοποιούνται ως αισθητήρας χώρου. Συνοψίζοντας οι επιστήμονες και η μηχανικοί αντιλαμβάνονται τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα γυροσκόπια και σε πράγματα τις καθημερινής μας ζωής και για αυτό τον λόγο συνεχίζουν την εξέλιξη τους και την χρήση τους.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η μελέτη της γυροσκοπικής κίνησης και της εφαρμογής τους στην πλοήγηση αεροσκαφών και διαστημικών οχημάτων. Γίνεται αντιληπτό ότι τα γυροσκόπια μέσα από την διαχρονική τους εξέλιξη έδωσαν την δυνατότητα τόσο και για εξερεύνηση του διαστήματος όσο και για πρόοδο στον τομέα της ασφάλειας στην πλοήγηση οχημάτων. Οι δυνατότητες που προσφέρει στον καθορισμό του προσανατολισμού οδηγεί τους επιστήμονες στην συνεχή εξέλιξή τους αλλά και την χρήση τους σε πολλούς κλάδους των επιστημών όσο και στην καθημερινή ζωή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. http://users.otenet.gr/~elpida_1/Dionisis_Stefanatos/Gyroskopia_Stefanatos_Shmeiwseis.pdf
2. Serway / Jewett – ΦΥΣΙΚΗ ΓΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥΣ – Μηχανική Ταλαντώσεις και Μηχανικά Κύματα, Θερμοδυναμική, Σχετικότητα – Εκδόσεις Κλειδάριθμος
3. <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/DI491/M802%20%CE%95%CE%92%CE%94%205%20%CE%A5%CE%A0%20%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%A3%20I%203.11.20%20no%20videos.pdf>
4. <https://core.ac.uk/download/pdf/38465255.pdf>
5. <https://bar812.ru/el/princip-deistviya-giroskop-kak-eto-rabotaet-giroskop-kak-uznat-est-li-na.html>
6. Wikipedia (gyroscope)