

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΠΛΑΝΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΔΟΝΤΩΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΠΑΛΑΜΙΔΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ A.M: 4980

ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ A.M: 4995

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΚΟΥΝΤΟΥΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΠΛΑΝΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΟΔΟΝΤΩΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΠΑΛΑΜΙΔΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ A.M: 4980

ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ A.M: 4995

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΚΟΥΝΤΟΥΡΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο Καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία περιγράφει την λειτουργία του πλανητικού συστήματος οδοντωτών τροχών και την διαδικασία ανακατασκευής ενός απλού συστήματος . Οι οδοντωτοί τροχοί κοινώς γρανάζια έχουν ευρεία εφαρμογή σε διάφορες κατασκευές. Τα πλανητικά συστήματα μάλιστα έχουν ιδιαίτερη σημασία σαν εφεύρεση στην χρήση της βιομηχανίας όσο και στην απλή καθημερινότητα. Η χρήση τους υπάρχει εδώ και είκοσι αιώνες περίπου, σε εφαρμογές με πολύπλοκους πλανητικούς μηχανισμούς. Εάν δεν υπήρχαν σήμερα τα πλανητικά συστήματα οδοντωτών τροχών, πολλά από τα επιτεύγματα της μηχανικής θα παρέμεναν ακατόρθωτα.

Στην παρακάτω εργασία θα παρουσιαστούν διάφοροι τύποι πλανητικών συστημάτων και οι χρήσεις τους. Θα αναλυθούν οι χρήσεις τους με την βοήθεια εικόνων και σχεδίων, επίσης παρουσιάζεται ένα παράδειγμα υπολογισμού ενός πλανητικού συστήματος τύπου wolfram. Γίνεται η περιγραφή του απλού πλανητικού συστήματος, του διπλού πλανητικού μηχανισμού και που χρησιμοποιούνται τα συστήματα wolfram.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένας απλός πλανητικός μηχανισμός αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία: τον εξωτερικό οδοντωτό τροχό, τη στεφάνη με την εσωτερική οδόντωση με την οποία συνεργάζονται οι τρεις πλανήτες, ενώ στο κέντρο του μηχανισμού βρίσκεται ο ήλιος .Οι τρεις πλανήτες συνδέονται σε έναν κοινό φορέα .Μέσα από έναν σύνδεσμο κινήσεων των παραπάνω στοιχείων , μπορούμε με αυτόν τον απλό μηχανισμό να έχουμε 7 συνδυασμούς κινήσεων .Με συνδυασμό δύο οι περισσότερων πλανητικών μηχανισμών μπορούμε να έχουμε ένα ικανοποιητικό πλήθος σχέσεων μετάδοσης στα κιβώτια ταχυτήτων .Αυτός είναι ένας από τους βασικούς λόγους που τα πλανητικά συστήματα βρίσκουν τόσο ευρεία εφαρμογή. Τα βασικά μέρη ενός πλανητικού μηχανισμού είναι οι οδοντωτοί τροχοί . Τα πλανητικά συστήματα βρίσκουν εφαρμογή σε περιπτώσεις ρύθμισης της σχέσης μετάδοσης . Άλλη μία ευρεία εφαρμογή των πλανητικών συστημάτων, όπου απαιτούνται πολλαπλές σχέσεις μετάδοσης και όπου συναντά κανείς μερικούς από τους πιο πολύπλοκους πλανητικούς μηχανισμούς είναι τα κιβώτια ταχυτήτων των οχημάτων .

Η μετάδοση ισχύος σε μια βιομηχανική εγκατάσταση συνιστά μια διαδικασία πολλών σταδίων αλλά και πολλαπλών μετατροπών. Για παράδειγμα η ευθύγραμμη κίνηση ενός ιμάντα προκύπτει από τη μετατροπή της περιστροφικής κίνησης του κινητήριου μοτέρ σε ευθύγραμμη κίνηση, ωστόσο η μετατροπή αυτή έγινε σε περισσότερα από ένα στάδια. Οι πολλαπλές αυτές μετατροπές αφορούν διάφορες παραμέτρους της κίνησης και διαμορφώνουν έναν τελικό συντελεστή ισχύος του εκάστοτε μηχανισμού μετάδοσης κίνησης. Το πρώτο στάδιο μιας τυπικής διαδικασίας μετάδοσης ισχύος είναι η μείωση (ή σπανιότατα η αύξηση) των στροφών του κινητήριου μοτέρ που συνδυάζεται συχνά με την αλλαγή του άξονα περιστροφής της μεταδιδόμενης κίνησης. Αυτή η πρώτη μετατροπή της κίνησης που παράγεται από την ενέργεια που μεταδίδει ένας κινητήρας στον άξονά του γίνεται από τους μειωτήρες στροφών.

Ο άξονας περιστροφής της κίνησης που μεταδίδει ο μειωτήρας μπορεί να είναι παράλληλος, τεμνόμενος ή ασύμβατος με τον άξονα του κινητήρα. Η μετάδοση της κίνησης γίνεται με γρανάζια. Τα γρανάζια σαν μηχανισμός αλλαγής των στροφών εξασφαλίζουν μεγάλη ασφάλεια λειτουργίας, ακριβή σχέση μετάδοσης, δυνατότητα υπερφόρτισης, μεγάλη διάρκεια ζωής και μεγάλο βαθμό απόδοσης. Μέσα στο κέλυφος ενός μειωτήρα μπορούν να είναι προσαρμοσμένοι πολλοί οδοντωτοί τροχοί διαφόρων τύπων. Οι συνήθεις τύποι γραναζιών που αξιοποιούνται στην κατασκευή των μειωτήρων οι μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί, οι κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, οι κοχλιωτοί οδοντωτοί τροχοί και το σύστημα ατέρμονα κοχλία – οδοντωτού τροχού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

• ΠΛΑΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΣΕΛ 6
• ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΣΕΛ 7
• ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΦΑΝΗΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΣΕΛ 10
• ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ	ΣΕΛ 11
• Αυτόματα κιβώτια (κλασικά)	ΣΕΛ 11
• Πλανητικοί μειωτήρες	ΣΕΛ 13
• ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	ΣΕΛ 14
• ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΗΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ	ΣΕΛ 14
• ΔΙΠΛΟΣ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	ΣΕΛ 16
• ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΣΕΛ 17
• Σύζευξη σε σειρά πλανητικών συστημάτων - Πλανητικό σύστημα τύπου Wolfram	ΣΕΛ 18
• ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	ΣΕΛ 19
• ΧΡΗΣΕΙΣ ΠΛΑΝΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΡΑΝΑΖΙΩΝ ΤΥΠΟΥ WOLFRAM	
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΙΣΜΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ	ΣΕΛ 23
• ΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟ ΣΕ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥΣ ΒΡΑΓΧΙΩΝΕΣ	ΣΕΛ 26
• ΣΕΡΒΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	ΣΕΛ 27
• ΓΕΡΑΝΟΥΣ (ΜΠΟΥΜΕΣ)	ΣΕΛ28
• ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ WOLFRAM	ΣΕΛ29
• ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΠΛΟΥ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΣΕΛ 30
• ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΙΝ	ΣΕΛ 33
• ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΤΑ	ΣΕΛ 34-35
• ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	ΣΕΛ36

ΠΛΑΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΣΗΣ

Το πλανητικό σύστημα κίνησης αποτελείται από τα εξής:

1. Μια οδοντωτή στεφάνη που φέρει άξονα και εσωτερικά δόντια
2. Ένα κεντρικό οδοντωτό τροχό, ονομαζόμενος ήλιος
3. Δυο, τρεις ή και περισσότερους οδοντωτούς τροχούς που καλούνται πλανήτες, οι οποίοι είναι πάντα σε εμπλοκή μεταξύ στεφάνης και ήλιου και περιστρέφονται επί αξονίσκων

Από τον φορέα των πλανητών πάνω στον οποίο είναι στερεωμένοι οι προηγούμενοι αξονίσκοι. Ο φορέας αυτός καταλήγει σε έναν άξονα που είναι ευθυγραμμισμένος με τον άξονα του ήλιου, ενώ και οι δύο αυτοί άξονες είναι κεντραρισμένοι στην οδοντωτή στεφάνη η οποία και φέρει τον δικό της άξονα



Πλανητικό σύστημα κίνησης.

Το παραπάνω πλανητικό σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μειωτήρας στροφών σε ένα κιβώτιο ταχυτήτων ή και σαν πολλαπλασιαστής στροφών (over drive) σε ορισμένα κιβώτια. Το πλανητικό σύστημα χρησιμοποιείται είτε σε συνδυασμό με ένα κοινό κιβώτιο ταχυτήτων στο οποίο λειτουργεί ως πολλαπλασιαστής τροφών, είτε σε συνδυασμό με άλλα πλανητικά συστήματα στο υδραυλικό κιβώτιο ταχυτήτων.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Στο πλανητικό σύστημα, εφ' όσον ακινητοποιήσουν ένα από τα μέλη του κ θέσουμε σε κίνηση ένα από τα άλλα μπορούμε να επιτύχουμε τους παρακάτω συνδυασμούς κίνησης:

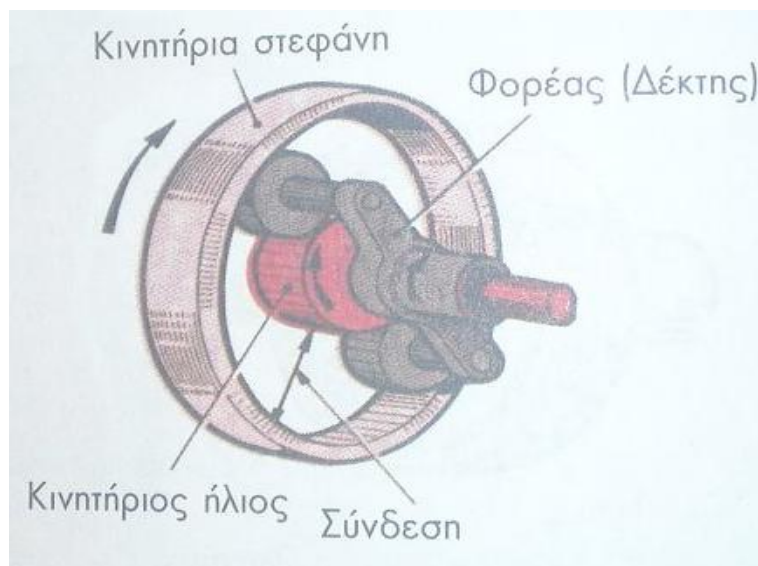
α) Απευθείας μετάδοση της κίνησης (η οποία επιτυγχάνεται με δύο τρόπους)

Με τον ένα τρόπο καθιστούμε δύο από τα μέλη του πλανητικού συστήματος αλληλένδετα μεταξύ τους. Για παράδειγμα καθιστούμε τον ήλιο κινητήριο και την στεφάνη αλληλένδετη με αυτό. Εδώ, λόγω του ότι οι πλανήτες δεν περιστρέφονται και δεν παρασύρουν τον φορέα τους σε κίνηση ίδια με αυτή του ηλίου, ο φορέας γίνεται δέκτης. Το πλανητικό σύστημα λοιπόν μεταδίδει απευθείας την κίνηση χωρίς καμία αυξομείωση στροφών.

Με τον άλλον τρόπο επιτυγχάνουμε επίσης την απευθείας μετάδοση της κίνησης με αντίστροφο τρόπο. Εδώ καθιστούμε την στεφάνη κινητήρια κ τον ήλιο αλληλένδετο με αυτή. Έτσι επιτυγχάνουμε αυξομείωση των στροφών και αντιστροφή της κίνησης. Αυτό πραγματοποιείται με την εξής διαδικασία:

Ένα από τα μέλη του πλανητικού συστήματος γίνεται κινητήριο, ένα άλλο ακινητοποιείται και το τρίτο γίνεται δέκτης (κινούμενο).

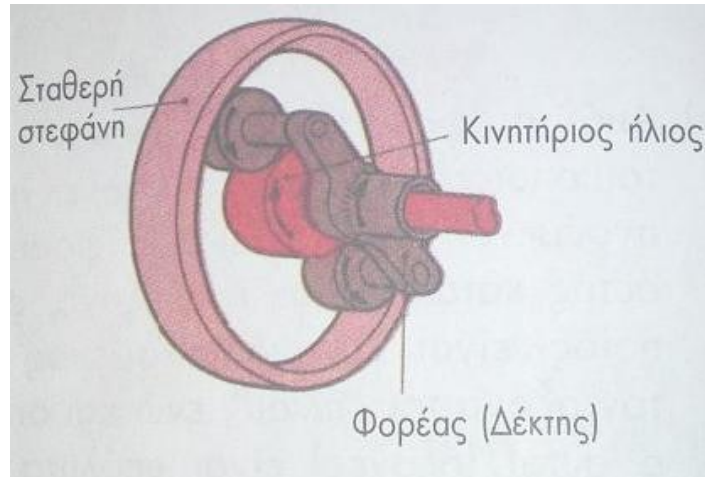
Βάση των πολλών συνδυασμών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν θα έχουμε:



Απ' ευθείας μετάδοση κίνησης.

β) Μείωση στροφών (με σταθερή την οδοντωτή στεφάνη και κινητήριο τον ήλιο).

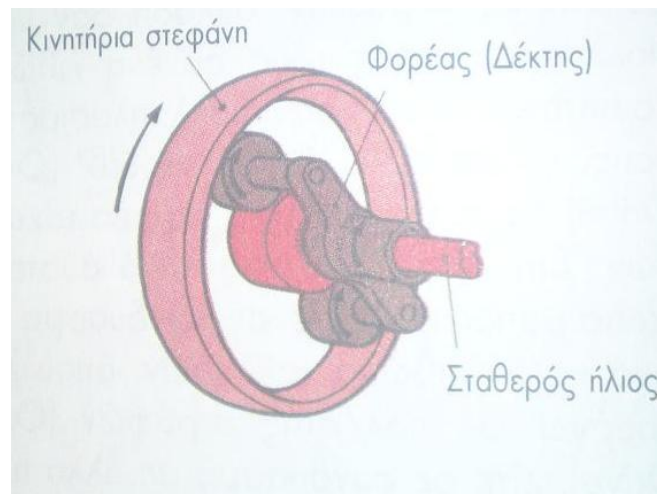
Η συγκεκριμένη διάταξη χρησιμοποιείται για την δεύτερη ταχύτητα των στροφών κ για την πρώτη σαν πρώτος υποπολλαπλασιαστής των στροφών. Ο φορέας των πλανητών γίνεται λοιπόν δέκτης κ παρασύρεται από αυτούς, οι οποίοι κυλίνουν στο εσωτερικό της στεφάνης με μειωμένες στροφές. Ο φορέας περιστρέφεται με την ίδια κατεύθυνση του κινητήριου ήλιου.



Μείωση στροφών με σταθερή τη στεφάνη.

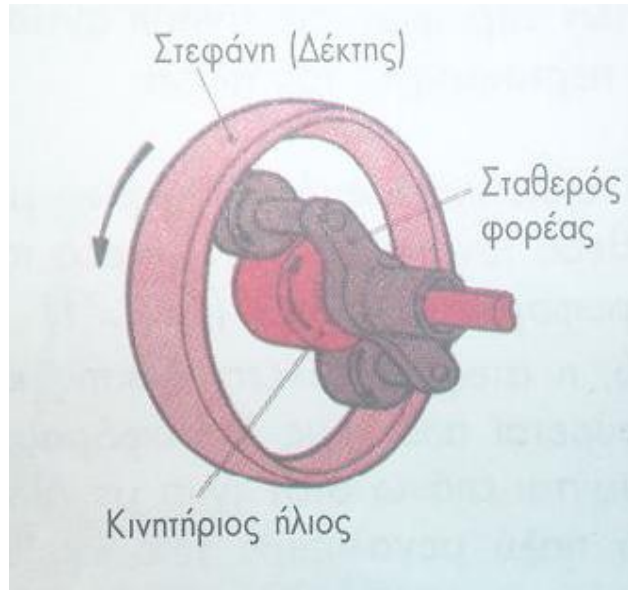
γ) Μείωση στροφών (με σταθερό τον ήλιο και κινητήρια την στεφάνη).

Αυτή η διάταξη χρησιμοποιείται για την πρώτη και τρίτη ταχύτητα σαν δεύτερος υποπολλαπλασιαστής των στροφών. Ο φορέας των πλανητών λοιπόν γίνεται δέκτης και παρασύρεται από αυτούς, οι οποίοι κυλίνουν επί του ήλιου στην ίδια κατεύθυνση περιστροφής με αυτή της στεφάνης.



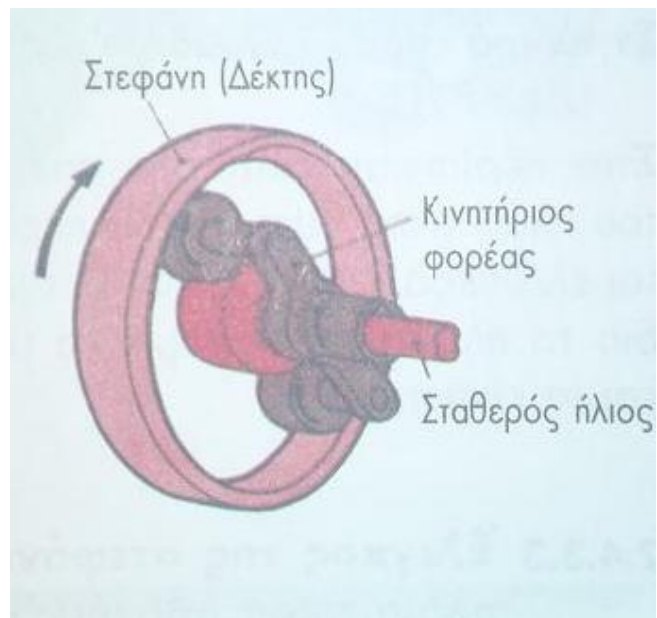
Μείωση στροφών με σταθερό τον ήλιο.

δ) Κίνηση προς τα πίσω (αντίστροφη κίνησης) Με σταθερό τον φορέα και κινητήριο τον ήλιο. Η στεφάνη εδώ γίνεται δέκτης και παρασύρεται από τους πλανήτες με μείωση των στροφών, σε αντίστροφη κίνηση από αυτή της περιστροφής του ηλίου



Κίνηση προς τα πίσω (αντίστροφη κίνησης).

ε) Πολλαπλασιασμός στροφών με σταθερό τον ήλιο και κινητήριο τον φορέα των δορυφόρων. Η στεφάνη γίνεται δέκτης και παρασύρεται από τους δορυφόρους, που κυλίνουν επάνω στον ήλιο με μία ταχύτητα πολύ πιο μεγάλη από αυτή του φορέα και σε κατεύθυνση περιστροφής ίδια με αυτόν. Η συγκεκριμένη διάταξη χρησιμοποιείται σε ορισμένα κιβώτια ταχυτήτων, της μορφής “over drive”.



Πολλαπλασιασμός στροφών.

στ) Νεκρό σημείο η ελεύθερη περιστροφή. Στη περίπτωση αυτή, ένα από τα μέλη του πλανητικού συστήματος περιστρέφεται ελεύθερα , χωρίς όμως το ίδιο το πλανητικό σύστημα να μεταδίδει καμία κίνηση.



Νεκρό σημείο.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΦΑΝΗΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Όπως τονίσαμε και προηγουμένως, η οδοντωτή στεφάνη κάθε πλανητικού συστήματος μπορεί να περιστρέφεται ή να παραμένει σταθερή, ανάλογα με τον συνδυασμό που επιλέχθηκε. Στην περίπτωση ιδιαίτερα σταθερής στεφάνης η ακινησία της επιτυγχάνεται με τους παρακάτω τρόπους:

α) Με τη δράση ενός ηλεκτρομαγνητικού πηνίου, στη περίπτωση του κιβωτίου cotal.

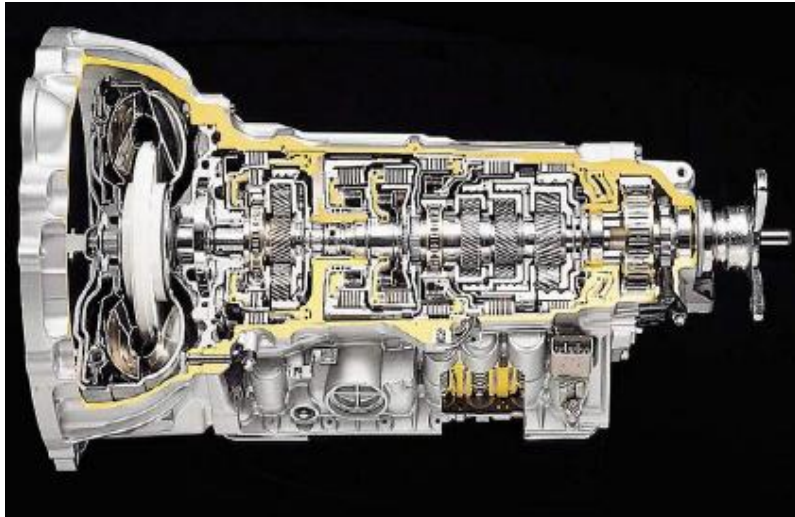
β) Με ένα συγκρότημα συμπλέκτη πολλαπλών δίσκων που ελέγχεται υδραυλικά, στη περίπτωση μερικών κιβωτίων των αυτοκινήτων Renault, Peugeot, Simca και κάποιων άλλων.

γ) Με τη δράση ενός φρένου που επενεργεί απ' ευθείας επί της στεφάνης και το οποίο ελέγχεται από ένα υδραυλικό κύλινδρο, στη περίπτωση του κιβωτίου Wilson.

ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ

Εφ' όσον περιγράψαμε τα δύο βασικά μέρη που απαρτίζεται ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, θα συνεχίσουμε με την περιγραφή ενός τέτοιου απλού κιβωτίου ταχυτήτων. Τα υδραυλικά κιβώτια αν και διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή, λειτουργούν γενικά με τον ίδιο τρόπο. Η αυτόματη μετάδοση εξασφαλίζει την αλλαγή των ταχυτήτων χωρίς την παρέμβαση του οδηγού και λόγω αυτής της ιδιότητας καταργείται το πεντάλ του συμπλέκτη καθώς και ο χειρισμός του λεβιέ των ταχυτήτων και παραμένει μόνο το πεντάλ της επιτάχυνσης και των φρένων. Στο παρακάτω σχήμα θα

δούμε σε τομή ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.



Αυτόματα κιβώτια (κλασικά)

Την μεταφορά της κίνησης αναλαμβάνει ο υδραυλικός μετατροπέας ροπής που λειτουργεί σαν συμπλέκτης μεταφέροντας την ισχύ από τον κινητήρα στο κιβώτιο. Βασικό μέρος αποτελεί η αντλία παροχής υδραυλικού υγρού ATF (Automatic Transmission Fluid), το πλανητικό σύστημα μετάδοσης, οι μηχανισμοί σύμπλεξης και η μονάδα ηλεκτρονικής διαχείρισης.

SMS====> ZF 9HP, το κιβώτιο με τις 9 σχέσεις [vid]

Σε αντίθεση με το μηχανικό κιβώτιο στα αυτόματα δεν χρησιμοποιούνται ζεύγη γραναζιών ανάμεσα σε δύο

άξονες αλλά πλανητικές διατάξεις (συνήθως 2-3) που συνδυάζονται μεταξύ τους και έτσι προκύπτει η σχέση μετάδοσης ανάμεσα στον στροφαλοφόρο και την έξοδο προς το διαφορικό. Η διαμόρφωση του συνδυασμού πραγματοποιείται με την ταινιοπέδη, κάτι σαν «φρένο» που ενεργοποιείται υδραυλικά και ρυθμίζει την θέση των διατάξεων. Σχεδόν κάθε σύγχρονο κιβώτιο διαθέτει και «σειραϊκή» λειτουργία (επιτρέπει χειροκίνητη μόνο διαδοχική αλλαγή σχέσεων) ενώ υπάρχουν διάφορα προγράμματα ανάλογα με τις συνθήκες κίνησης (comfort, sport, economy κ.α.).

Πλεονεκτήματα: αυτόματη αλλαγή σχέσεων, αξιοπιστία, απουσία δίσκων και υπερθέρμανσης

Μειονεκτήματα: αυξημένη κατανάλωση και βάρος, ογκώδες σε διαστάσεις

Παραδείγματα: Κάθε αυτόματη έκδοση με μετατροπέα ροπής



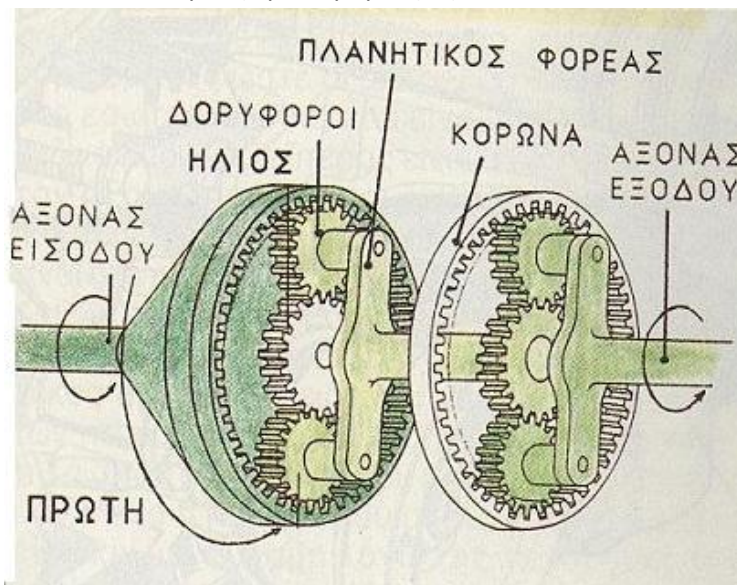
Ένα απλό πλανητικό σύστημα αποτελείται από α) μια στεφάνη (κορώνα) με εσωτερική οδόντωση που ανάλογα με την διάταξη μπορεί να περιστρέφεται ή να μένει σταθερή, β) ένα κεντρικό γρανάζι (πινιόν) που αποκαλείται ήλιος, και γ) δύο ή περισσότερα σετ γραναζιών (πλανήτες) που περιστρέφονται σε μικρούς άξονες και εμπλέκονται μεταξύ της στεφάνης και του ήλιου. Οι μικροί άξονες εμπλέκονται στον φορέα των πλανητών. Ο άξονας του φορέα είναι ομοαξονικά τοποθετημένος με τον άξονα του ήλιου. Και οι δύο άξονες έρχονται σε επαφή με την στεφάνη. Ένα πλανητικό σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υποπολλαπλασιαστής ή πολλαπλασιαστής στροφών σε αυτόματα υδραυλικά κιβώτια με μετατροπέα ροπής ή σε κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενων σχέσεων CVT.

πλανητικό σύστημα Ravigneaux περιλαμβάνει δύο ήλιους (ένα μικρότερο και ένα μεγαλύτερο) και ένα μονό φορέα που εμπλέκεται με δύο σετ πλανητών (ένα εσωτερικό, ένα εξωτερικό). Ο φορέας μπορεί να είναι μονός αλλά έχει να παντρέψει δύο σχέσεις μετάδοσης, των εσωτερικών και εξωτερικών πλανητών, τα οποία μπορεί να κινούνται ανεξάρτητα αλλά πάντοτε με συγκεκριμένη σχέση μετάδοσης καθώς κάθε κίνηση του ενός γραναζιού συνυπολογίζεται στο άλλο και το αντίστροφο. Τα ζεύγη των εσωτερικών πλανητών εμπλέκονται με τον μικρό ήλιο και των εξωτερικών με τον μεγάλο ήλιο. Η στεφάνη εμπλέκεται με τα εξωτερικά ζεύγη πλανητών.

Πλανητικοί μειωτήρες

Οι πλανητικοί μειωτήρες παρουσιάζουν ορισμένα χαρακτηριστικά που τους διακρίνουν από τους συνήθεις μειωτήρες. Το βασικότερο είναι η χαμηλή (κατά κανόνα αλλά όχι πάντα) ισχύς λειτουργίας τους, αλλά και η μεγάλη ακρίβεια ρύθμισης που επιτυγχάνουν. Χαρακτηρίζονται επίσης από το ότι μολονότι επιτυγχάνουν σημαντικές σχέσεις μείωσης και αρκετά μεγάλες ροπές εξόδου κατασκευάζονται σε μικρά σχετικά μεγέθη.

Πρέπει να σημειώσουμε εδώ πως σε ορισμένες εφαρμογές όπως σε αυτοκινούμενες υπερκατασκευές χρειάζεται να διαχειριστούν πολύ μεγάλα φορτία. Κάποια άλλα χαρακτηριστικά τους είναι η αυξημένη μηχανική απόδοση τους και η ιδιαίτερα αθόρυβη λειτουργία τους. Υπάρχει ακόμα η δυνατότητα χρησιμοποίησής τους σε εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων και εν γένει έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και προσφέρουν μεγάλη αξιοπιστία.



Στους πλανητικούς μειωτήρες συνηθέστατα ο άξονας εξόδου είναι φλαντζωτός. Αυτό προσφέρει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα όπως τη δυνατότητα διαχείρισης υψηλών ακτινικών φορτίων, αλλά και η οικονομία που επιτυγχάνεται στην κατανάλωση ισχύος διότι το οδηγούμενο φορτίο συνδέεται απευθείας με το κινητήριο σύστημα χωρίς τα συνήθη στοιχεία σύνδεσης (π.χ κόμπλερ, αντάπτορες, κ.λ.π). Πρέπει να σημειωθεί ακόμα πως στους περισσότερους πλανητικούς μειωτήρες η λίπανση γίνεται με συνθετικό λάδι, το οποίο διαρκεί καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του μειωτήρα.

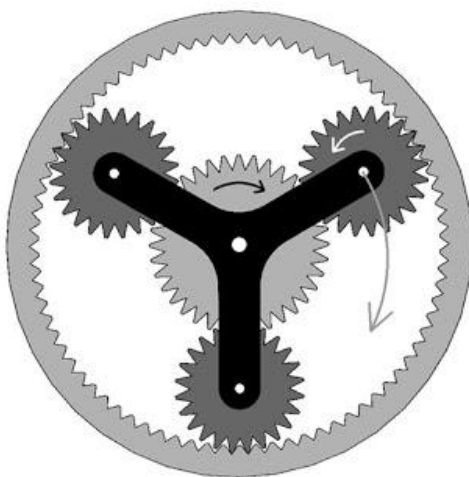
Οι πλανητικοί μειωτήρες χρησιμοποιούνται συχνά σε συστήματα ελέγχου κίνησης (motion control systems).

Βρίσκουν ενδιαφέρουσα εφαρμογή στα πιο εξελιγμένα από αυτά τα συστήματα όπως στα συστήματα ρομποτικής και τούτο γιατί προσφέρουν υψηλή ακρίβεια θέσης συνδεδεμένοι με ειδικές διατάξεις με τους σερβοκινητήρες και τους βηματικούς κινητήρες οι οποίοι ενεργοποιούν τους μηχανισμούς κίνησης στα συστήματα αυτά. Πρέπει να τονίσουμε πως καθώς εξελίχθηκε η τεχνολογία των πλανητικών μειωτήρων τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί σε διάφορα μοντέλα μειωτήρων πολλαπλές δυνατότητες οδήγησης.

Υπάρχουν λοιπόν πλανητικοί μειωτήρες που οδηγούνται από ηλεκτροκινητήρα, αλλά κι άλλοι που οδηγούνται από υδραυλικό κινητήρα ή από ελεύθερο άξονα. Αντίστοιχες δυνατότητες έχουν αναπτυχθεί και στις εξόδους των διαφόρων τύπων πλανητικών μειωτήρων, καθώς μια σειρά από διαφορετικούς σχεδιασμούς καλύπτει πολλαπλές απαιτήσεις.

ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

Μηχανισμός γραναζιών, στον οποίο η ισχύς διαχωρίζεται σε δύο ή περισσότερα τμήματα και, μέσω των αντιστοίχων γραναζιών, μεταφέρεται από τον κινητήρα στις κινούμενες ατράκτους. Τα βασικά στοιχεία που αποτελούν έναν πλανητικό ή επικυκλικό μηχανισμό, είναι ο ήλιος, που συνήθως βρίσκεται πάνω στην κινητήρια άτρακτο, οι πλανήτες, των οποίων ο αριθμός εξαρτάται από το μέγεθος του μεταφερόμενου φορτίου, ο πλανητικός φορέας, πάνω στον οποίο είναι στερεωμένες οι εδράσεις των ατράκτων των πλανητών, και η στεφάνη, που είναι ο εξωτερικός τροχός κι έχει εσωτερική οδόντωση. Τα πλανητικά συστήματα χρησιμοποιούνται ευρύτατα στα αυτόματα κιβώτια των αυτοκινήτων καθώς έχουν μικρότερο όγκο και βάρος, είναι λιγότερο θορυβώδη και καταπονούν πολύ λιγότερο τις εδράσεις τους, σε σχέση με τα απλά συστήματα μετάδοσης



ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΗΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ

Η κίνηση στο πλανητικό σύστημα γραναζιών μπορεί να μεταδοθεί μέσω καθενός από τα εξαρτήματά του, ενώ ο άξονας ενός από τα άλλα θα πρέπει να είναι σταθεροποιημένος (δίχως δηλαδή ελευθερία περιστροφής). Συνήθως αυτό πετυχαίνεται με την βοήθεια μιας ταινιοπέδης, όπως θα αναφερθεί και παρακάτω πιο αναλυτικά. Στην περίπτωση των πλανητών η πέδηση γίνεται μέσω ακινητοποίησης του φορέα, ενώ όμως τα γρανάζια των πλανητών μπορούν να περιστρέφονται ως προς τον άξονά τους.

Πίνακας Χ: συνδυασοί κινήσεων μεταξύ αξόνων αυτόματου κιβωτίου.

Οι δυνατοί συνδυασμοί κινήσεων μεταξύ των αξόνων είναι οι εξής:

Άξονας εισόδου	Άξονας εξόδου	Σταθερό εξάρτημα	Σχέση μετάδοσης
A	C	B	$I = 1 + Z_B / Z_A$
B	C	A	$I = 1 + Z_A / Z_B$
C	A	B	$I = 1 / (1 + Z_B / Z_A)$
C	B	A	$I = 1 / (1 + Z_A / Z_B)$
A	B	C	$I = - Z_B / Z_A$
B	A	C	$I = - Z_A / Z_B$

Όπου:

A: ήλιος

B: οδοντωτή στεφάνη

C: άξονας πλανητών

I: τελική σχέση μετάδοσης

Z_B : αριθμός δοντιών στεφάνης

Z_A : αριθμός δοντιών ήλιου

Για παράδειγμα αν ο άξονας των πλανητών είναι σταθερός και ο άξονας εισόδου της κίνησης είναι ο άξονας της στεφάνης, τότε ο άξονας του ήλιου θα περιστραφεί με αντίθετη φορά και με σχέση μετάδοσης ανάλογη του λόγου των δοντιών του ήλιου - στεφάνης.

Αν ο ήλιος είναι σταθεροποιημένος και ο άξονας εισόδου είναι ο άξονας της στεφάνης (ταχύτητα περιστροφής ω_B) τα γρανάζια των πλανητών παρασύρονται από την στεφάνη και αρχίζουν να περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους και γύρω από τον άξονα του ήλιου. Αυτό σημαίνει ότι ο άξονας του φορέα των πλανητών θα στραφεί κατά την ίδια φορά αλλά με μικρότερη ταχύτητα περιστροφής (ω_C), μικρότερη από αυτή της στεφάνης.

Η ταχύτητα υπολογίζεται :

$$\omega_c = \frac{\omega_B}{I}$$

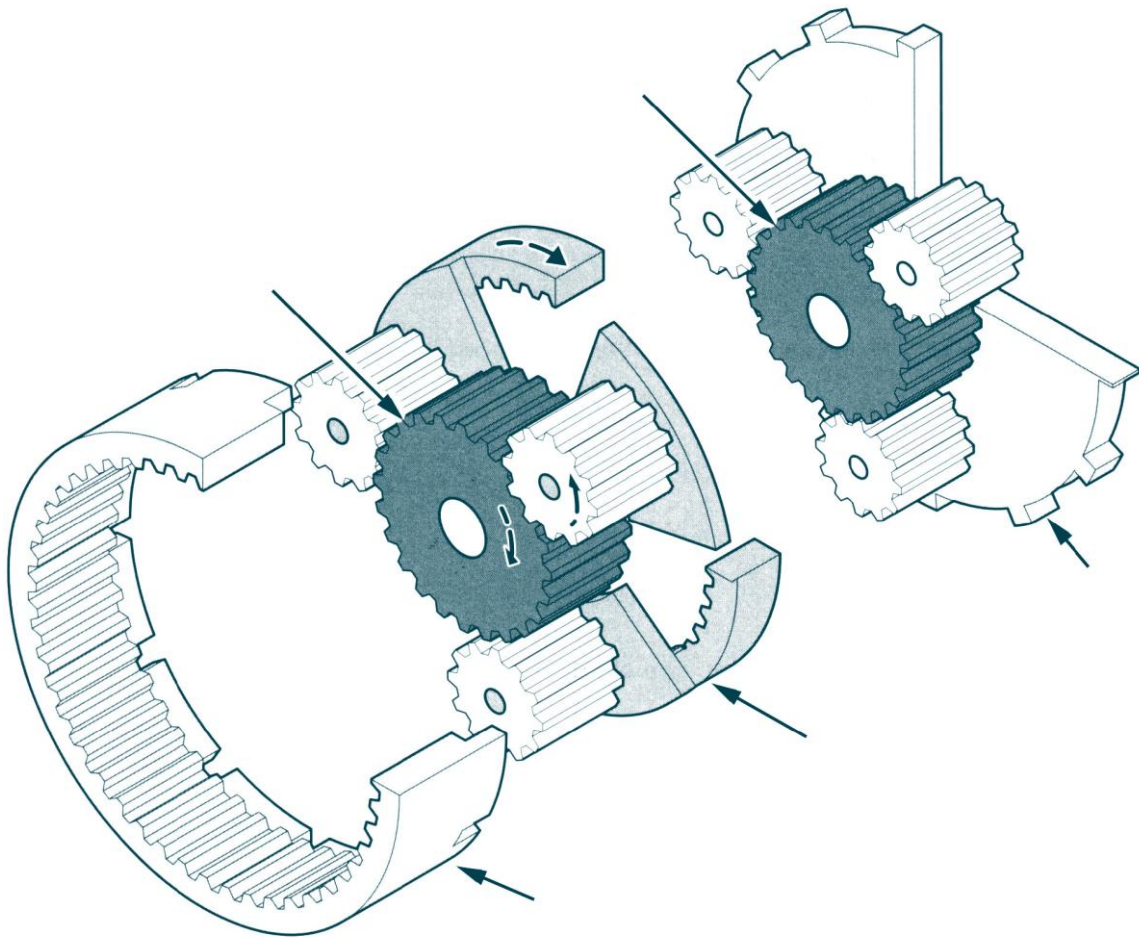
όπου σχέση μετάδοσης $I = 1 + \frac{Z_A}{Z_B}$

οπότε και στην περίπτωση αυτή ο πλανητικός μηχανισμός λειτουργεί ως μειωτήρας στροφών. Αντίθετα όταν η κίνηση μεταφέρεται από τον άξονα των πλανητών προς την στεφάνη (με τον ήλιο ακινητοποιημένο), τότε λειτουργεί ως πολλαπλασιαστής στροφών.

Για να υπάρξει κίνηση θα πρέπει ένα από τα τρία τμήματα να είναι ακινητοποιημένο. Αν αυτό δεν συμβεί ακόμη και στην περίπτωση που κάποιο αρχίσει να περιστρέφεται, η κίνηση δεν μεταφέρεται πουθενά.

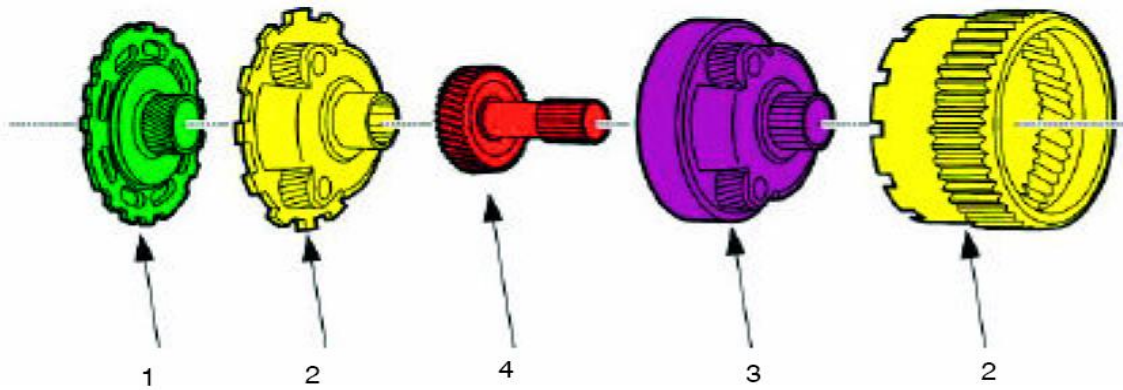
ΔΙΠΛΟΣ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

Τα σύνθετα πλανητικά συστήματα γραναζιών είναι μια σύνθεση απλών πλανητικών συστημάτων μεταξύ τους με διάφορους τάρρους. Πιο συγκεκριμένα μπορεί να ενωθούν μεταξύ τους διάφορα εξαρτήματα με τρόπο που θα έχουν ίδια γωνιακή ταχύτητα. Συνεπώς η ένωση των εξαρτημάτων δεν σταματάει τους μηχανισμούς αλλά περιορίζει τις γωνιακές ταχύτητες των κοινών εξαρτημάτων. Επίσης είναι δυνατόν να συνθέτονται και ελλειπή πλανητικά συστήματα μεταξύ τους.



εικόνα X: σύνθετο πλανητικό σύστημα δυο βαθμίδων (δύο επιμέρους δηλαδή πλανητικών συστημάτων). Ο φρέας του μπροστινού πλανητικού είναι συνδεδεμένος με την στεφάνη του πίσω πλανητικού.

Στην **εικόνα X** που ακολουθεί φαίνεται ένας διπλός πλανητικός μηχανισμός, ενός κιβωτίου τεσσάρων σχέσεων. Η δημιουργία των σχέσεων πραγματοποιείται με συνδυασμό σύμπλεξης των διαφορετικών εξαρτημάτων του κάθε απλού πλανητικού μεταξύ τους.



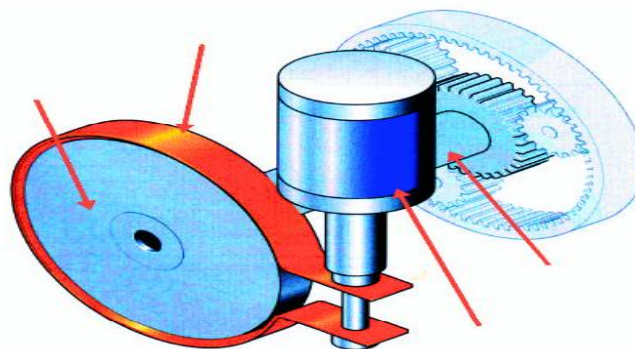
1. Ήλιος 2^{ου} συστήματος
2. Φορέας πλανητών 2^{ου} συστήματος και στεφάνη 1^{ου} συστήματος
3. Φορέας πλανητών 1^{ου} συστήματος) και στεφάνη 2^{ου} συστήματος
4. Ήλιος 1^{ου} συστήματος
5. Γρανάζι εξόδου

εικόνα Χ ανατομία ενός σύνθετου διβάθμιου πλανητικού συστήματος γραναζιών.

Στην περίπτωση αυτή ο φορέας των πλανητών του 1ου συστήματος είναι σταθερά συνδεδεμένος με την στεφάνη του 2ου πλανητικού συστήματος. Την ίδια στιγμή ο φορέας των πλανητών του 2ου συστήματος είναι συνδεδεμένος με την στεφάνη του 1ου πλανητικού συστήματος. Το γρανάζι εξόδου είναι συνδεδεμένο με πολύσφηνο με τον άξονα του φορέα των πλανητών του πρώτου συστήματος. Από το γρανάζι εξόδου η κίνηση μεταφέρεται μέσω ενός μειωτήρα στροφών στο διαφορικό.

ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Με την ενεργοποίηση διαφόρων συμπλεκτών και φρένων κάποια από τα εξαρτήματα του πλανητικού μηχανισμού παίρνουν κίνηση, ενώ κάποια άλλα ακινητοποιούνται, οπότε προκύπτει η τελική σχέση μετάδοσης.



Ταινιοπέδη ακινητοποίησης του άξονα του ήλιου.

Σύζευξη σε σειρά πλανητικών συστημάτων - Πλανητικό σύστημα τύπου Wolfram

Το συγκεκριμένο πλανητικό σύστημα απαρτίζεται από την σύζευξη μεταξύ δυο επιμέρους απλών πλανητικών συστημάτων, με κοινό φορέα και συνδεδεμένους πλανήτες. Στην **εικόνα Χ** φαίνεται η πατέντα του δημιουργού του συγκεκριμένου πλανητικού συστήματος, από όπου και πήρε το όνομά της.

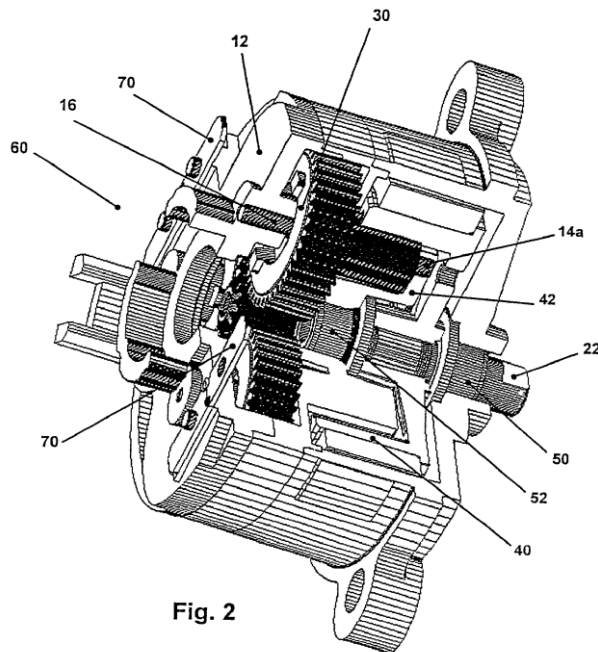
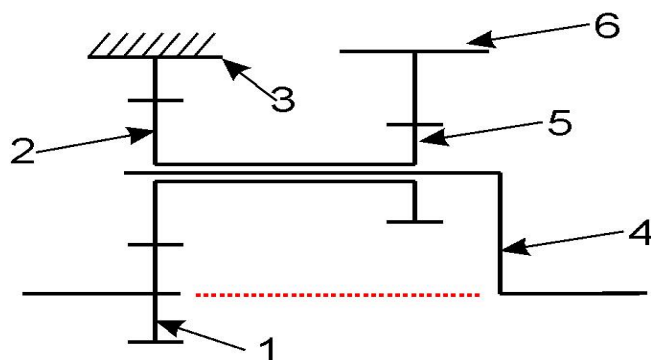


Fig. 2

Στην **εικόνα Χ** φαίνεται η απλοποιημένη μορφολογία του συγκεκριμένου πλανητικού συστήματος και πάνω σ'αυτή θα ασιστεί η κινηματική του ανάλυση. Όπως φαίνεται στην συγκεκριμένη εικόνα, παρουσιάζονται δύο απλά πλανητικά συστήματα: το πλανητικό σύστημα εισόδου στροφών, που απαρτίζεται από τα στοιχεία (1),(2),(3),(4) και το απλό αλλά ελλειπές πλανητικό σύστημα που απαρτίζεται από τα στοιχεία (4),(5),(6).



Πιο αναλυτικά το πρώτο αριστερά πλανητικό σύστημα έχει όλα του τα στοιχεία: τον ήλιο (1), που είναι και η είσοδος των στροφών, τον πλανήτη (2), την στεφάνη (3), η οποία είναι ακινητοποιημένη και τον φορέα (4). Το δεξιό πλανητικό σύστημα απαρτίζεται από τον φορέα (4), που είναι κοινός και των δύο πλανητικών συστημάτων, ο πλανήτης (5), ο οποίος έχει την ίδια γωνιακή ταχύτητα με τον πλανήτη (2) του πρώτου πλανητικού και η στεφάνη (6), η οποία είναι και η έξοδος των στροφών.

ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την διεξαγωγή της κινηματικής ανάλυσης θα χρησιμοποιηθούν οι σχέσεις (1), (2), (3) και (4), που αποδείχθηκαν στην μελέτη των απλών πλανητικών συστημάτων. Αρχικά γίνεται η θεώρηση ότι:

$$\omega_1 > 0$$

$$\omega_3 = 0$$

Για το πρώτο αριστερό και πλήρες πλανητικό σύστημα ισχύει από εξίσωση (4) ότι:

$$\frac{\left(\frac{z_1}{z_3} - 1\right)}{\left(\frac{z_1}{z_2} + 1\right)} \omega_2 + \omega_3 - \frac{\left(1 + \frac{z_2}{z_3}\right)}{\left(1 + \frac{z_2}{z_1}\right)} \omega_1 = 0 \Rightarrow \omega_2 = \frac{z_1}{z_2} \frac{z_2 + z_3}{z_1 - z_3} \omega_1 < 0$$

επίσης από την εξίσωση (3) ισχύει ότι:

$$\omega_4 \left(\frac{z_1}{z_3} - 1\right) - \left(\frac{z_1}{z_3}\right) \omega_1 + \omega_3 = 0 \Rightarrow \omega_4 = \frac{z_1}{z_1 - z_3} \omega_1 > 0$$

και επίσης είναι φανερό από το διάγραμμα ότι:

$$\omega_2 = \omega_5$$

Για το δεύτερο ελλειπές δεξιό κείμενο πλανητικό σύστημα ισχύει από την εξίσωση (2) και την εξίσωση (4) ότι:

$$\left. \begin{aligned} \omega_5 + \frac{z_6}{z_5} \omega_6 - \left(1 + \frac{z_6}{z_5}\right) \omega_4 &= 0 \\ \frac{\left(\frac{z_1}{z_6} - 1\right)}{\left(\frac{z_1}{z_5} + 1\right)} \omega_5 + \omega_6 - \frac{\left(1 + \frac{z_5}{z_6}\right)}{\left(1 + \frac{z_5}{z_1}\right)} \omega_1 &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \omega_6 = \frac{z_1}{z_1 - z_3} \left(1 - \frac{z_3 z_5}{z_2 z_6}\right) \omega_1 = 0$$

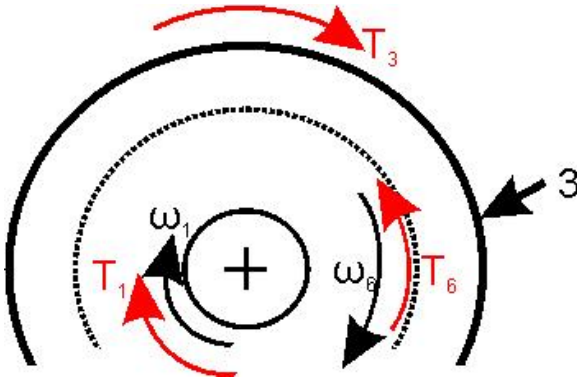
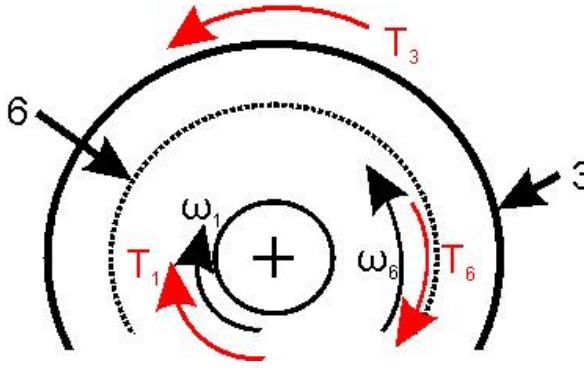
στο σημείο αυτό όλες οι γωνιακές ταχύτητες όλων των στοιχείων είναι γνωστές και ανάλογες με την γωνιακή ταχύτητα εισόδου ω_1 , αλλά δεν μπορεί να διεξαχθεί κάποιο αποτέλεσμα σχετικά με την φορά

περιστροφής του στοιχείου (6), που είναι και η βασική έξοδος στροφών του μεικτού πλανητικού συστήματος.

Η βασική σχέση μετάδοσης του πλανητικού τύπου Wolfram δίνεται από την σχέση:

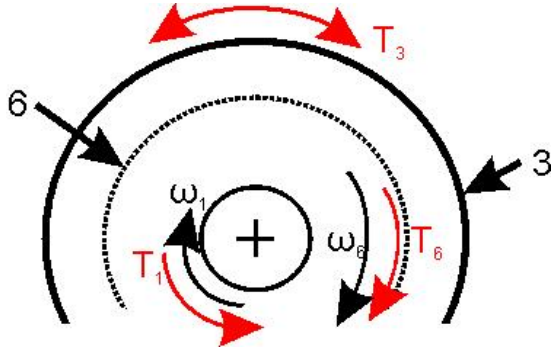
$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1 - \frac{z_3}{z_1}}{1 - \frac{z_5 z_3}{z_6 z_2}}$$

Οπότε θα πρέπει να ληφθούν δυο γενικές περιπτώσεις: α) να κινεί ο ήλιος (1) και β) να κινεί η στεφάνη (6). Σε κάθε περίπτωση θα ληφθούν υπόψη και δυοεπιμέρους υποπεριπτώσεις: για $i < 0$ και $i > 0$ του όλου πλανητικού συστήματος. Τα αποτελέσματα θα συνδυαστούν και θα ερμηνευθούν με την θεώρηση της επαλληλίας των κινήσεων.

<p>Α περίπτωση (κινεί ο ήλιος (1))</p> <p>$i > 0$</p>	<p>Α περίπτωση (κινεί ο ήλιος (1))</p> <p>$i < 0$</p>
	
<p>Ισχύει $T_1 + T_6 + T_3 = 0$</p> <p>$T_6 > T_1$ διότι $i > 0$</p>	

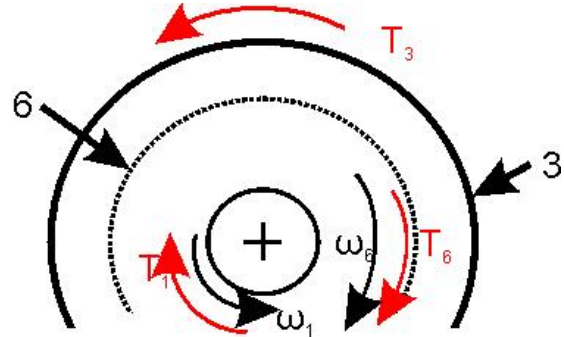
B περίπτωση (κινεί η στεφάνη (6))

$$\iota > 0$$

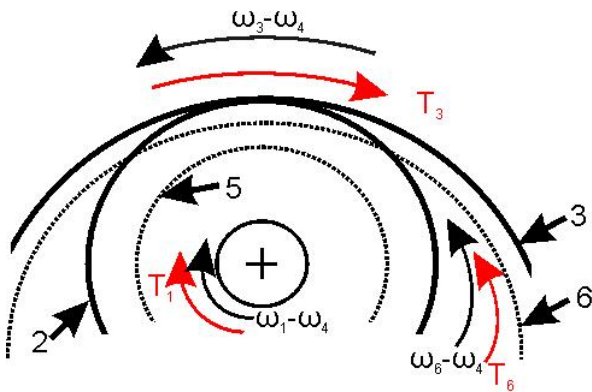


B περίπτωση (κινεί η στεφάνη (6))

$$\iota < 0$$



Περίπτωση z: μόνο ο φορέας είναι σταθερός.



$\omega_1 - \omega_3$ στην περίπτωση αναγραφής των σχετικών ταχυτήτων ως προς τον φορέα

$$n^2 \frac{-z_3}{z_1 - z_3} P_{\epsilon_{\sigma}} + n^2 \frac{-z_5 z_3}{1 - \frac{z_5 z_3}{z_6 z_2}} P_{\epsilon_{\delta}} - T_3 \omega_4 = 0$$

Περίπτωση u: όλα μπλοκαρισμένα

$\frac{z_1}{z_1 - z_3} P_{\epsilon\sigma} + \frac{1}{1 - \frac{z_5 z_3}{z_6 z_2}} P_{\epsilon\xi\sigma\delta} + T_3 \omega_4 = 0$	

Εφαρμόζοντας την αρχή της επαλληλίας των κινήσεων ο ενιαίος βαθμός απόδοσης του πλανητικού συστήματος για $i > 0$:

$$n = \frac{(1 - n^2 \frac{z_3}{z_1})(1 - \frac{z_5 z_3}{z_6 z_2})}{(1 - \frac{z_3}{z_2})(1 - n^2 \frac{z_5 z_3}{z_6 z_2})} = - \frac{P_{\epsilon\xi\sigma\delta}}{P_{\epsilon\sigma}} > 0$$

αν $i < 0$ και είσοδος ροπής γίνεται από την στεφάνη (6) τότε:

$$n = \frac{(1 - \frac{z_3}{z_1})(1 - n^2 \frac{z_5 z_3}{z_6 z_2})}{(1 - \frac{z_5 z_3}{z_2 z_6})(1 - \frac{1}{n^2} \frac{z_3}{z_1})} < 0$$

που δεν ισχύει.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΠΛΑΝΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΡΑΝΑΖΙΩΝ ΤΥΠΟΥ WOLFRAM

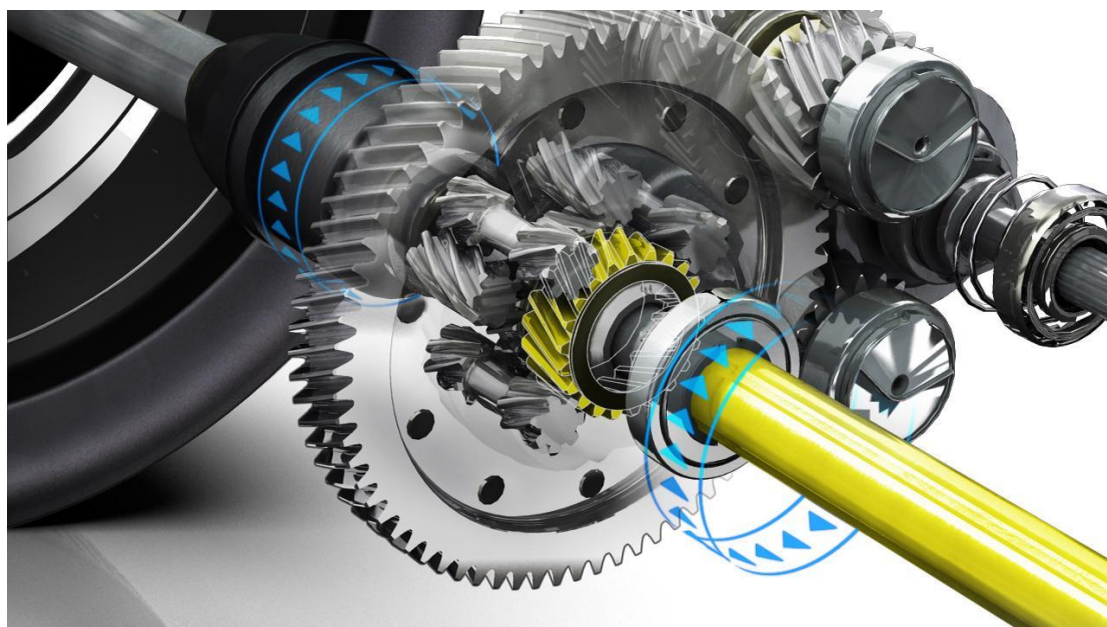
ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΙΣΜΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

Τα πλανητικά συστήματα είναι η πιο εξελιγμένη μορφή των μηχανισμών ελέγχου ροπής και στροφών, που μεταδίδεται από τον κινητήρα του αυτοκινήτου στους κινητήριους τροχούς του οχήματος. Υπάρχουν πάρα πολλά είδη διαφορετικών μηχανισμών και κιβωτίων ταχυτήτων, με σημαντικές σχέσεις μετάδοσης κίνησης, καθώς και πολύ καλούς βαθμούς απόδοσης.



εικόνα X: διαφορετικοί τύποι πλανητικών συστημάτων οδοντωτών τροχών που τοποθετούνται σε αυτοκίνητα αυτόματων σχέσεων μετάδοσης (αριστερά Bevel , δεξιά Ravigneaux)

Στον κόσμο της βιομηχανίας (**εικόνα X**) υπάρχουν ξεχωριστά και εξειδικευμένα εργοστάσια παραγωγής πλανητικών μηχανισμών (δηλαδή δεν συμπεριλαμβάνονται στην γραμμή παραγωγής των αυτοκινήτων, είναι ανεξάρτητα), τα οποία προμηθεύουν το συγκεκριμένο αντικείμενο, όπου υπάρχει ζήτηση, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς ποιότητας και προδιαγραφών.



εικόνα X: πλανητικό διαφορικό σε σύστημα μετάδοσης κίνησης σε αυτοκίνητο

Συνεπώς παράγουν πολλών τύπων πλανητικά συστήματα οδοντωτών τροχών (τύπου Bevel, Ravnigneaux, κ.α.), ποικίλων διαστάσεων και μορφολογιών (π.χ. ευθείας ή κεκλιμένης οδόντωσης κ.α.).

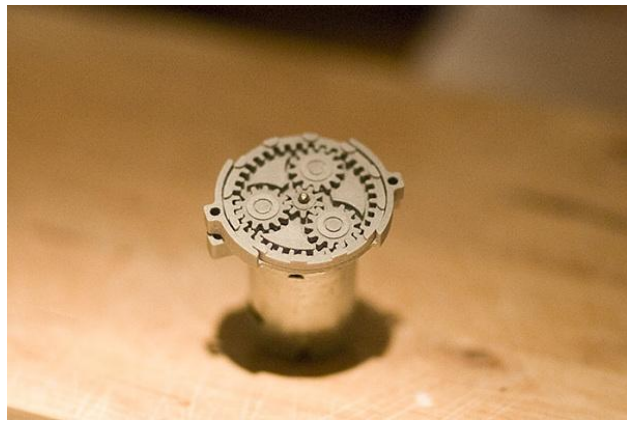


εικόνα X: εσωτερική διάταξη των πλανητών και του φορέα σε σύνθετο πλανητικό τύπου Wolfram



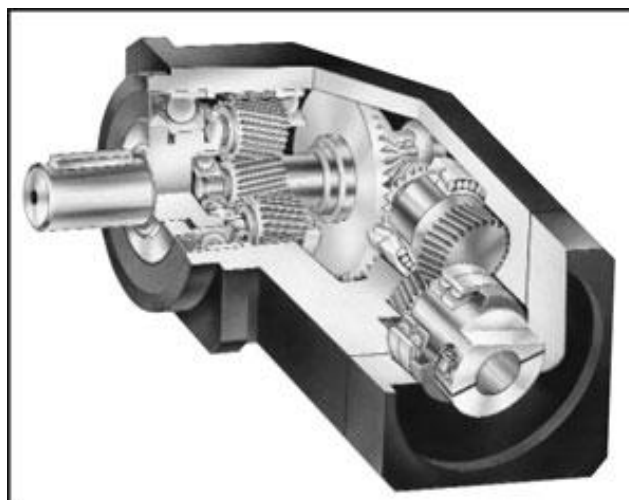
εικόνα X: συναρμολόγηση διαφόρων πλανητικών συστημάτων. Αριστερά: πλανητικά συστήματα οδοντωτών τροχών με ευθεία οδόντωση είναι απλή περίπτωση συναρμολόγησης, αρκεί να είναι προκαθορισμένες οι θέσεις των πλανητών, της στεφάνης και τέλος του φορέα (πρέπει να εφαρμόζουν τέλεια στον φορέα, ο οποίος τελικά δένει το εσωτερικό υποσύστημα). Η εξωτερική στεφάνη είναι το τελευταίο στοιχείο που αγκαλιάζει όλο το πλανητικό. Δεξιά: στην περίπτωση της πλάγιας οδόντωσης τα πράγματα δυσκολεύουν, διότι το "κούμπωμα" των γραναζιών μεταξύ τους πρέπει να γίνει σε δεδομένες γωνίες και το πρώτο υποσύστημα πρέπει να κουμπώσει με την σειρά του στην στεφάνη με την κεκλιμένη οδόντωση, εφαρμόζοντας ολίσθηση μεταξύ δοντιών και ρπιν σταθεροποιηθούν με το φορέα.

Η συναρμολόγηση τους είναι καθαρά υπολογιστή διαδικασία και επίσης δεν είναι δυνατόν τα τυποποιημένα στοιχεία (γρανάζια, φορείς και στεφάνια) να συναρμολογούν όλων των τύπων τα πλανητικά. Ακόμη και το "δέσιμο" ενός συγκεκριμένου πλανητικού μηχανισμού προϋποθέτει γεωμετρικό έλεγχο ώστε να εμπλακούν σωστά όλα τα δόντια σε συγκεκριμένες και προδιαγεγραμμένες θέσεις.



εικόνα X: πλανητικά συστήματα διαφόρων τύπων, διαστάσεων και υλικών (πλαστικό πολυμερές, ξύλινο, χαλύβδινο, αλουμινίου κ.α.) που χρησιμοποιούνται από απλές κατασκευές όπως μοντελισμός μέχρι και εργαλειομηχανές βαρέος τύπου.

επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν και κιβώτια μετάδοσης όπου δίνεται και η δυνατότητα να αλλάζει και η κατεύθυνση της μετάδοσης (γωνιακά κιβώτια μετάδοσης), όπως φαίνεται και στην **εικόνα X** που ακολουθεί.

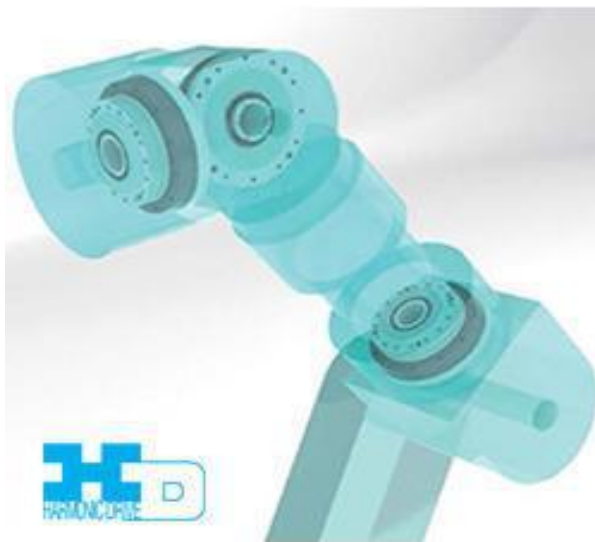


εικόνα X: κιβώτιο γωνιακής μετάδοσης κίνησης πλανητικού συστήματος

Το μειονέκτημα των μηχανισμών αυτών είναι το κόστος τους διότι οι κατεργασίες που υπόκεινται οι οδοδντωτοί τροχοί, τόσο στην φάση της διαμόρφωσής τους, των θερμικών κατεργασιών όσο και στην φάση της συναρμολόγησής τους είναι υψηλό.

ΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟ ΣΕ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥΣ ΒΡΑΓΧΙΩΝΕΣ

Τα πλανητικά συστήματα κυρίως τύπου Wolfram παρουσιάζουν το χαρακτηριστικό της πολύς καλής κινηματικής. Το χαρακτηριστικό αυτό τα καθιστά ιδανικά για εφαρμογές, όπου απαιτείται ακριβής κίνηση, με πολύ καλό βαθμό απόδοσης, αυτόματο φρένο και ακινητοποίηση των κινούμενων στοιχείων, όπως βραγχίωνες, αρπάγεις, εργαλειοφορείς, μπούμες κ.α. χωρίς να χρειάζεται επιπλέον μηχανισμός πέδης, ο οποίος είναι πολυπλοκότερος, βαρής και με μικρή απόδοση ως προς την ακρίβεια θέσης που θέλει να έχει ένας ρομποτικός μηχανισμός.



CE ISO 9001 ISO 14001 ISO 18001

Sherry Ye
hft07@hftreducer.com



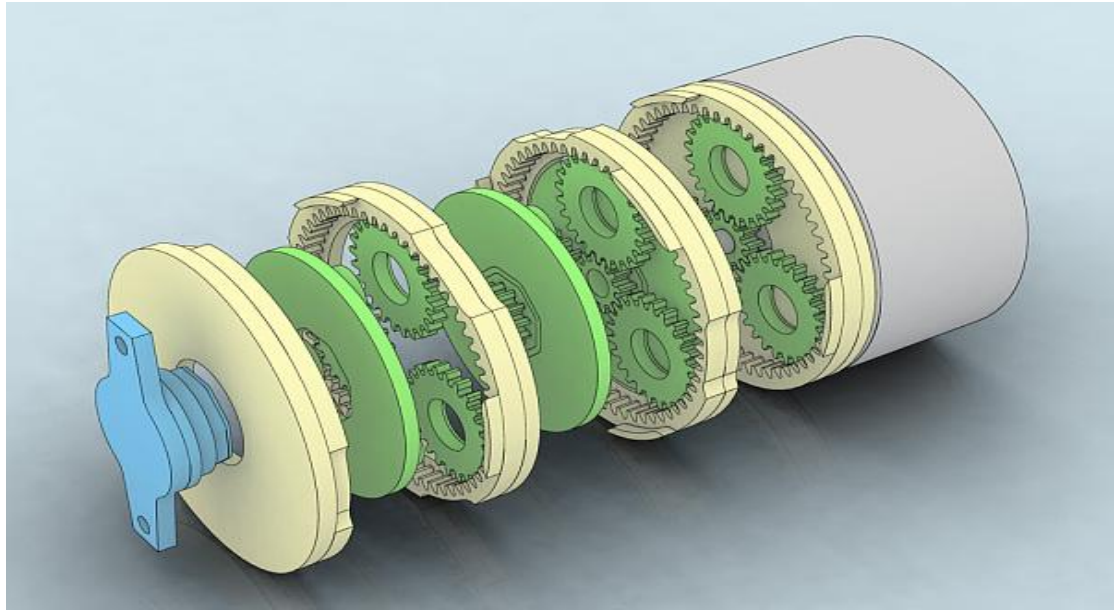
cnhtr.en.alibaba.com

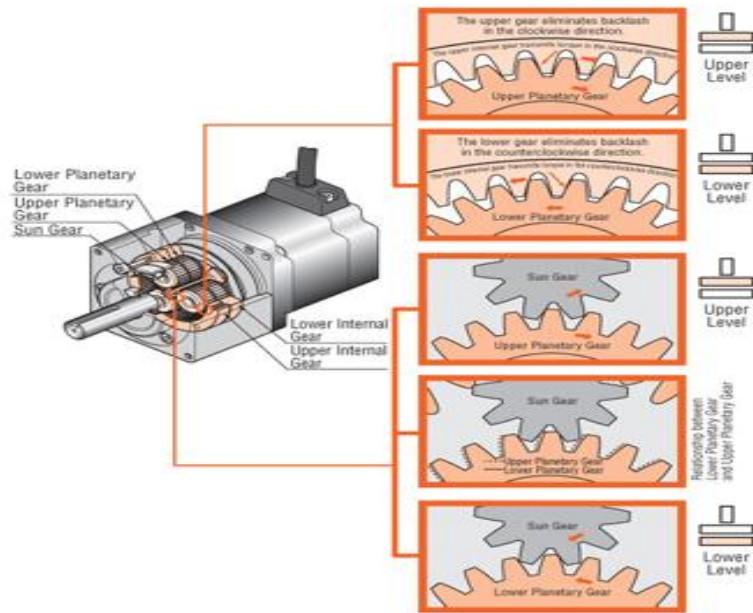


 恒丰泰 HENGFENGTAI

www.cnhtr.com

ΣΕΡΒΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ





ΓΕΡΑΝΟΥΣ (ΜΠΟΥΜΕΣ)



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΠΛΑΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ WOLFRAM

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να σχεδιαστεί ένα πλανητικό σύστημα οδοντωτών τροχών είναι σχετικά ελεύθερος. Δηλαδή ο κάθε μελετητής μηχανικός μπορεί να θεωρήσει και να λάβει υπόψη του, σαν αρχικά δεδομένα, ό, τι θέλει. Πιο συγκεκριμένα μπορεί να αρχίσει να σχεδιάζει ένα πλανητικό σύστημα λαμβάνοντας υπόψη του οδοντωτούς τροχούς π[ου υπάρχουν στο εμπόριο με τυποποιημένα χαρακτηριστικά οδόντωσης (δόντια, modul, διαστάσεις κ.α.). Μπορεί να θέλει να τοποθετήσει τον μηχανισμό μέσα σε ένα προϋπάρχον χώρο, οπότε έχει να αντιμετωπίσει περιορισμό διαστάσεων και συνεπώς θα πρέπει να κατασκευάσει το σύστημα. Επίσης μπορεί πολύ απλά να παραγγείλει από μια κατασκευαστική ή εμπορική εταιρία ένα έτοιμο πλανητικό σύστημα και να το χρησιμοποιήσει απευθείας.

$n_{\text{συστ}}=$	0,98				
$m=$	3				
$z_1=$	150			$d_1=$	450
$z_2=$	90	$z_5=$	100	$d_2=$	270
$z_3=$	240	$z_6=$	250	$d_3=$	720

$d_5=$ 300

$d_6=$ 750

$\omega_1=$	1250
$\omega_3=$	0
$\omega_2=$	-7638,89
$\omega_4=$	-2083,33
$\omega_5=$	-7638,89
$\omega_6=$	138,8889
$i=$	9
$\eta_{\text{ολικό}}=$	0,878777

Στην παρούσα εργασία θα επιλεγθούν διαστάσεις χωρίς κανέναν περιορισμό αρκεί να πλησιάζουν στο μέγεθος με ένα βαρούλκο που χρησιμοποιείται στους ανελκυστήρες

προσώπων, ώστε να διερευνηθεί ο βαθμός απόδοσης του πλανητικού και η τελική σχέση μετάδοσης.

Οι σχέσεις που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό είναι οι σχέσεις: (1), (2), (3) και (4), βλέπε σχετικό κεφάλαιο ανάπτυξης της κινηματικής ανάλυσης.

Οι διαστάσεις είναι σε χιλιοστά του μέτρου. Οι βαθμοί απόδοσης της κάθε εμπλοκής οδοντώσεων είναι 0.98, το modul της οδόντωσης είναι 3mm.

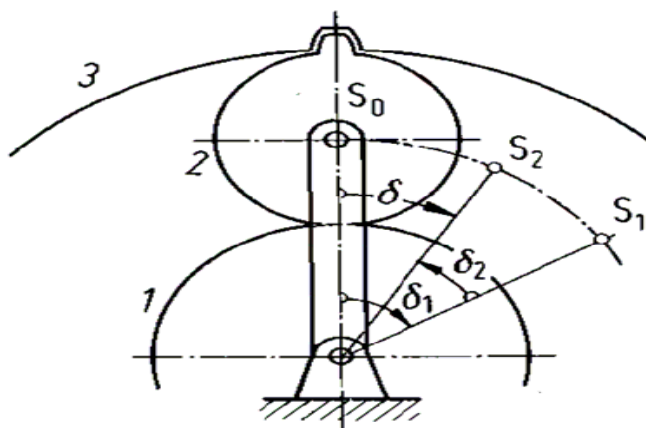
Θεωρήθηκε ότι όλοι οι οδοντωτοί τροχοί είναι ευθείας οδόντωσης, οι διάμετροι d που φαίνονται στον υπολογισμό είναι οι διάμετροι εργασίας του κάθε γραναζιού, z είναι οι αριθμοί δοντιών που επιλέγεται ελεύθερα από τον μελετητή για τον κάθε τροχό.

Τα θετικά η αρνητικά πρόσημα στις γωνιακές ταχύτητες (rpm) δείχνουν αν θα ακολουθούν ή όχι την φορά περιστροφής των στροφών εισόδου ω_1 .

Από τους υπολογισμούς φαίνεται ότι η σχέση μετάδοσης είναι $i=9$, ίδιας φοράςπεριστροφής με αυτή των στροφών εισόδου και ο συνολικός βαθμός απόδοσης για το συγκεκριμένο σετ εμπλοκής γραναζιών είναι 87,88 %.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΠΛΟΥ ΠΛΑΝΗΤΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Προκειμένου να μονταριστούν οι πλανήτες σε ένα πλανητικό σύστημα, πρέπει οι αριθμοί των δοντιών όλων των οδοντωτών τροχών να ικανοποιούν ορισμένες συνθήκες. Με την συναρμολόγηση του πρώτου πλανήτη καθορίζεται η θέση των δοντιών και των διακένων του εσωτερικού ήλιου και της στεφάνης. Ο δεύτερος μπορεί να συναρμολογηθεί μόνο εάν στα δόντια του αντιστοιχούν διάκενα του ήλιου και της στεφάνης. Γενικά αυτό ισχύει για ορισμένες μόνο γωνίες. Εφόσον οι πλανήτες συναρμολογηθούν σε ίσες αποστάσεις, οι συνθήκες αυτές εκφράζονται μόνο σαν συναρτήσεις του αριθμού δοντιών.



Στο σκαρίφημα φαίνεται η αρχική θέση του φορέα (S₀) μετά τη συναρμολόγηση του πρώτου πλανήτη (2). Από εκεί περιστρέφεται ο ήλιος (1), έχοντας σταθερή τη στεφάνη (3), ένα ή περισσότερα θετικά βήματα (πλήθος α) κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Ο φορέας περιστρέφεται τότε κατά τη γωνία (δ₁) και πηγαίνει στη θέση (S₁). Από τη σχέση (4) προκύπτει για ω_Σ=0 ότι:

$$\left(\frac{z_H}{z_\Sigma} - 1 \right) \cdot \omega_\Phi = \frac{z_H}{z_\Sigma} \cdot \omega_H \Leftrightarrow \frac{z_H - z_\Sigma}{z_\Sigma} \cdot \omega_\Phi = \frac{z_H}{z_\Sigma} \cdot \omega_H \Leftrightarrow \omega_\Phi = \frac{z_H}{z_H - z_\Sigma} \cdot \omega_H$$

$$\omega_H = \frac{a}{t} \cdot p_t = \frac{a}{t} \cdot \frac{360^\circ}{z_H} \text{ και } \omega_\Phi = \frac{\delta_1}{t}$$

Αντικαθιστώντας προκύπτει ότι:

$$\frac{\delta_1}{t} = \frac{z_H}{z_H - z_\Sigma} \cdot \frac{a}{t} \cdot \frac{360^\circ}{z_H} \Leftrightarrow \delta_1 = \frac{a \cdot 360^\circ}{z_H - z_\Sigma}$$

Στη συνέχεια περιστρέφεται η στεφάνη (3) κρατώντας σταθερό τον ήλιο (1) ένα ή περισσότερα ακέραια βήματα (πλήθος b) αντίθετα με την φορά των δεικτών του ρολογιού.

Από τη σχέση (4) προκύπτει για ω_H=0 ότι:

$$\left(\frac{z_H}{z_\Sigma} - 1 \right) \cdot \omega_\Phi = -\omega_\Sigma \Leftrightarrow \frac{z_H - z_\Sigma}{z_\Sigma} \cdot \omega_\Phi = \omega_\Sigma \Leftrightarrow \omega_\Phi = -\frac{z_H}{z_H - z_\Sigma} \cdot \omega_\Sigma$$

όπου:

$$\omega_\Sigma = -\frac{b}{t} \cdot p_t = -\frac{b}{t} \cdot \frac{360^\circ}{z_\Sigma} \text{ και } \omega_\Phi = \frac{\delta_2}{t}$$

Αντικαθιστώντας προκύπτει ότι :

$$\frac{\delta_2}{t} = \frac{z_\Sigma}{z_H - z_\Sigma} \cdot \frac{b}{t} \cdot \frac{360^\circ}{z_\Sigma} \Leftrightarrow \delta_2 = \frac{b \cdot 360^\circ}{z_H - z_\Sigma}$$

Ο φορέας τότε πηγαίνει στη θέση (S₂) στη γωνία δ:

$$\delta = \delta_1 - \delta_2 = \frac{a \cdot 360^\circ}{z_H - z_\Sigma} - \frac{b \cdot 360^\circ}{z_H - z_\Sigma} \Leftrightarrow \delta = \frac{360^\circ}{z_H - z_\Sigma} \cdot (a - b)$$

Σε αυτή τη θέση μπορεί να συναρμολογηθεί, κατά τη γεωμετρική βέβαια έννοια, ένας ακόμη πλανήτης διότι και ο ήλιος και η στεφάνη περιστράφηκαν κατά ακέραιο πλήθος βημάτων. Από την παραπάνω κινηματική ανάλυση προέκυψε ότι:

$$\delta = \frac{360^\circ}{z_1 - z_3} \cdot (a - b)$$

Επειδή a και b είναι ακέραιοι αριθμοί θα είναι και η διαφορά τους $a - b$ ακέραιος αριθμός. Η κατά απόλυτη τιμή $\delta=0$ δεν ενδιαφέρει διότι αντιπροσωπεύει την θέση μονταρίσματος του πρώτου πλανήτη. Η επόμενη δυνατή θέση συναρμολόγησης προκύπτει για $a - b = 1$ και είναι στην γωνία:

$$\delta_{\min} = \frac{360}{z_1 - z_3}$$

Επόμενες θέσεις συναρμολόγησης προκύπτουν από ακέραια πολλαπλάσια της δ_{\min} . Έτσι τελικά για το απλό πλανητικό σύστημα η συνθήκη συναρμολόγησης των γωνιών είναι

$$\delta = f \cdot \delta_{\min} = \frac{f \cdot 360}{z_1 - z_3}$$

όπου f ένας ακέραιος θετικός αριθμός. Στην πραγματικότητα πρέπει ο f να επιλεγεί τόσο μεγάλος ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι κύκλοι κεφαλών των πλανητών θα απέχουν μεταξύ τους αρκετή απόσταση. Στην περίπτωση που p πλανήτες πρέπει να κατανεμηθούν ομοιόμορφα σε 360° , είναι στην ουσία προκαθορισμένη η γωνία:

$$\delta = \frac{360}{p} \quad \text{οπότε από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι:}$$

$$f = \frac{z_1 - z_3}{p} \quad \text{Δηλαδή, σε ένα απλό πλανητικό σύστημα με } p \text{ ισαπέχοντες πλανήτες πρέπει ο λόγος}$$

$$\frac{z_1 - z_3}{p}$$

να είναι ακέραιος.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΙΝ



ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΕΤΑ





BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Τεχνικό άρθρο από ηλεκτρονικό περιοδικό "**Μετάδοση Ισχύος**" είναι της "**T - Press**" η οποία εκδίδει επίσης τα μηνιαία περιοδικά "Car & Truck", "Εργοταξιακά Θέματα", "Ηλεκτρολόγος", "Logistics & Management", "Θερμοϋδραυλικός" και "Ecotec". **Εκδότρια:** Βούλα Μουρτά **Αρχισυντάκτης:** Δημήτρης Σταμούλης
- Άρθρο του ηλεκτρονικού περιοδικού <http://caroto.gr/> με τίτλο «Περί μετάδοσης κίνησης...»
του [Νίκου Ι. Μαρινόπουλου](#)
- Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αλεξάνδρου Δ., Γιάννος Γ., Καπετανάκης Γ., Συστήματα αυτοκινήτου ΙΙ, Α' τεύχος, Αθήνα 2001
- Published October 7, 2014 [Technical Support Information](#) [Leave a Comment](#)
Tags: [Bevel Gearbox](#), [Cycloidal Gearbox](#), [Gearhead](#), [Harmonic Drive](#), [Helical Gearbox](#), [Planetary Gearbox](#), [Spur Gearbox](#), [Strain Wave Gearing](#)
- [Planetary Gearheads, Inline & MultiDrive](#)
- [Planetary Gearheads, Right Angle](#)
- [Harmonic Drive Gearing Systems](#)
- [Pancake Gearing Components](#)
- [Spiral Bevel Gearheads](#)
- [Spur Gearheads](#)
- [Cycloidal Speed Reducers](#)

