



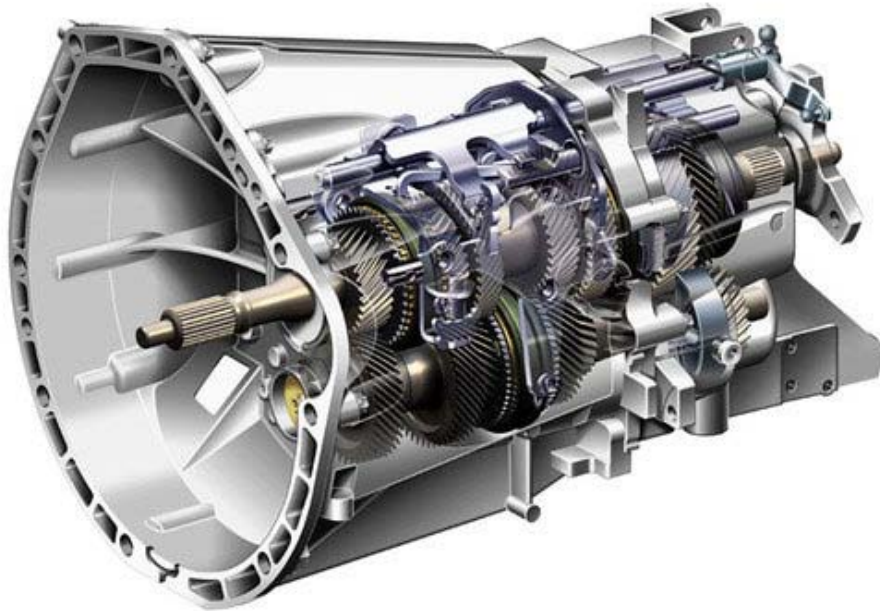
ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΕΛΑΦΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΠΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ

Α.Μ. : 44917

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΘΕΟΔΩΡΑΚΑΚΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία που ακολουθεί, θα αναλυθούν τα στοιχεία των κιβώτιων ταχυτήτων και πιο συγκεκριμένα τα μηχανικά κιβώτια . Ξεκινώντας θα γίνει μια συνοπτική ιστορική αναδρομή και στη συνέχεια μια μικρή αναφορά στα κιβώτια ταχυτήτων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Έπειτα θα εντυφύσουμε στο κομμάτι των μηχανικών και των αυτόματων κιβώτιων αλλά και κάποιες άλλες κατηγορίες κιβωτίων ταχυτήτων καθώς θα αναλύσουμε και το διαφορικό το οποίο συνδέεται άμεσα με το κιβώτιο ταχυτήτων. Εφ' όσον γίνει αναφορά στα όσα γράφτηκαν προηγουμένως, θα ασχοληθούμε με το κατασκευαστικό κομμάτι της πτυχιακής στο οποίο θα γίνει η προσπάθεια να αναφερθεί όσο το δυνατόν αναλυτικότερα ο τρόπος κατασκευής του μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων σε τομή, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί σαν μοντέλο παρουσίασης της παρούσας πτυχιακής εργασίας αλλά και σαν κατασκευή παρουσίασης στο μάθημα των Μ.Ε.Κ. για να μαθαίνουν και οι νέοι φοιτητές τον τρόπο λειτουργίας του κιβωτίου ταχυτήτων σε ένα αυτοκίνητο.

SUMMARY

In this thesis details of gearboxes, and more particularly manual transmissions, will be analyzed. In the beginning a brief historical overview will be presented. Following that a short overview of the gearboxes and their technical characteristics will be given. Then a discussion will be made about mechanical, automatic transmissions and some other type of gearboxes, as well about differentials, which are directly connected to the gearboxes. Continuing, the construction part of the thesis will be presented. In that part an effort will be made to reveal as much details as possible, concerning the sectioning of a modern manual gearbox and the creation of a model, that could eventually be used as a presentation model in the Internal Combustion Engines (ICE) laboratory classes of our home institution in order to enhance the understanding about automotive transmissions of the young students.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	7
1.1. Ιστορική αναδρομή.....	7
1.2. Εισαγωγή.....	12
1.3 Σύστημα μετάδοσης κίνησης	13
1.3.1 Σχέσεις μετάδοσης	14
1.3.2 Είδη διαφόρων συστημάτων μετάδοσης της κίνησης.....	14
1.3.3 Γενικά	16
1.4. Συμπλέκτης	17
1.4.1 Αρχή λειτουργίας του μηχανικού συμπλέκτη ξηρής τριβής και μέρη που τον απαρτίζουν.....	20
1.4.2. Συμπλέξη και αποσύμπλεξη ξηρού συμπλέκτη	27
1.4.3 Αρχές λειτουργίας υδραυλικού συμπλεκτη	27
1.4.4 Συμπλέκτης με αυτορυθμιζόμενο διάφραγμα (SAC)	28
1.4.4.1 Αρχή λειτουργίας του αυτορυθμιζόμενου συμπλέκτη (SAC)	29
1.4.4.2 Σχεδιασμός ενός αυτορυθμιζόμενου συμπλέκτη με αισθητήρα φορτίου.....	29
1.4.4.3 SAC πολλαπλών δίσκων	30
1.4.5 Συμπλέκτης διπλής μάζας.....	31
1.4.6 Ρύθμιση της ελεύθερης διαδρομής του πατιδίου του συμπλέκτη	31
1.4.7 Συντήρηση και βλάβες συμπλέκτη	32
1.5 Κιβώτιο ταχυτήτων	35
1.5.1 Προορισμός και θέση του κιβωτίου ταχυτήτων στο αυτοκίνητο	35
1.6 Άξονας μετάδοσης της κίνησης	36
1.6.1 Κατασκευή – Λειτουργία	37
1.6.2 Συντήρηση και έλεγχος του άξονα μετάδοσης της κίνησης	39
1.7 Μηχανισμός γωνιακής μετάδοσης – Διαφορικό.....	40
1.7.1 Σύστημα γωνιακής μετάδοσης της κίνησης.....	40

1.7.2 Μηχανισμός γωνιακής μετάδοσης κίνησης με ατέρμονα κοχλία και οδοντοτροχό	41
1.7.3 Διαφορικό	41
1.7.4 Συντήρηση διαφορικού	43
1.8 Ημιαξόνια.....	43
1.9 Άξονες των τροχών	43
1.9.1 Διευθυντήριοι άξονες	44
1.9.2 Κινητήριοι άξονες.....	48
1.9.3 Κινητήριοι και διευθυντήριοι άξονες	45
1.9.4 Απλοί άξονες	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	46
2.1. Εισαγωγή.....	46
2.2. Λειτουργία.....	48
2.3. Άξονες και γρανάζια απλού μηχανικού κιβωτίου	49
2.4. Λίπανση κιβωτίου	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ	53
3.1. Εισαγωγή.....	53
3.2. Πλανητικό σύστημα μετάδοσης.....	55
3.3. Ημιαυτόματο (Σειριακό) κιβώτιο.....	57
3.4. Διαφορές μεταξύ μηχανικού και αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων.....	58
3.5. Αυτοματοποιημένα κιβώτια (ρομποτικά)	59
3.6 Κιβώτια διπλού συμπλέκτη	61
3.7 Κιβώτιο ταχυτήτων τύπου CVT	63
3.7.1 Η αρχή λειτουργίας των CVT.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ	67
4.1. Γενικά	67
4.2. Εξαρτήματα συμβατικού διαφορικού	69
4.3. Ίδη διαφορικών.....	70
4.4. Ηλεκτρονικός έλεγχος στο διαφορικό μηχανισμό	75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΚΥΒΩΤΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΣΕ

ΤΟΜΗ:76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

1.1 Ιστορική αναδρομή

Πολλοί αιώνες πέρασαν από τότε που η επιστήμη και η τεχνολογία έχουν να επιδείξουν φοβερά επιτεύγματα σε όλους τους τομείς, ο μοχλός όμως όχι μόνο δεν ξεχάστηκε αλλά χρησιμοποιείται καθημερινά από όλους μας (συνειδητά ή ασυνείδητα) σε χίλιες δύο παραλλαγές του, κάνοντας τη ζωή μας πιο εύκολη.

Από τα αρχαία χρόνια υπήρξε ανάπτυξη της μηχανικής και ειδικότερα στην μετάδοση της κίνησης. Από τις αρχαιολογικές σκαπάνες έρχονται στην επιφάνεια συνεχώς αναφορές αλλά και αντικείμενα όπως μοχλοί, τροχαλίες, γρανάζια με πιο σημαντικά αυτών τον μηχανισμό των Αντικυθήρων και το γρανάζι της Σαρδηνίας.

- **Μηχανισμός των Αντικυθήρων**

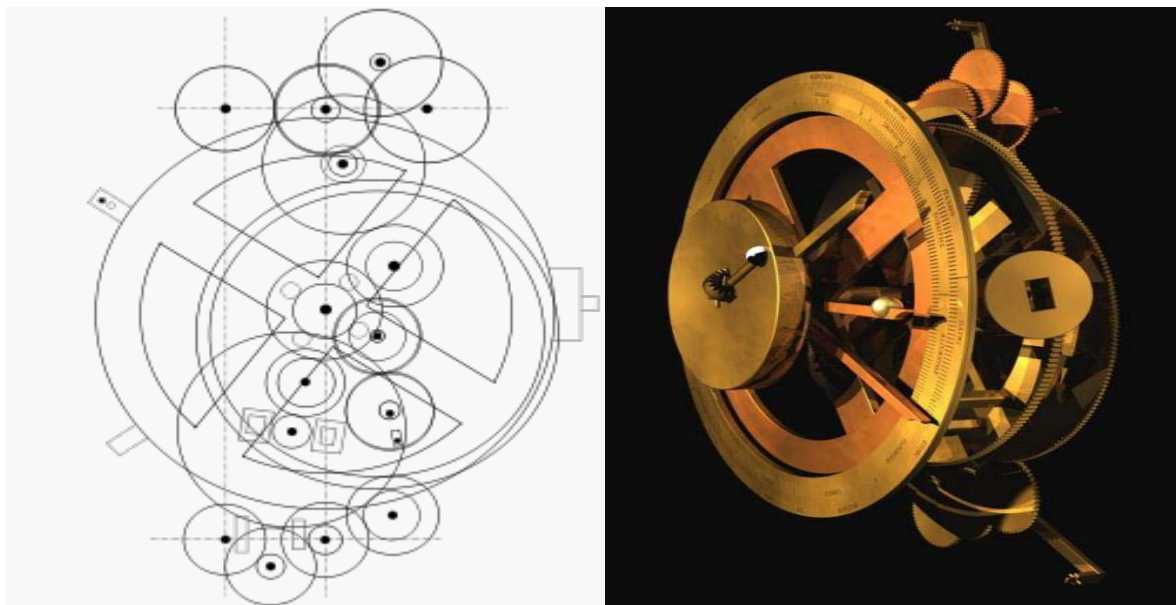


Αυτός, είναι ο αρχαιότερος γνωστός πολύπλοκος μηχανισμός. Ονομάζεται και πρώτος γνωστός αναλογικός υπολογιστής. Η ποιότητα κατασκευής του υποδηλώνει ότι είχε ανακαλυφθεί κατά τη διάρκεια της Ελληνιστικής Περιόδου.

Ανακαλύφθηκε σε ναυάγιο ανοικτά του Ελληνικού νησιού Αντικύθηρα μεταξύ των Κυθήρων και της Κρήτης. Με βάση τη μορφή των ελληνικών επιγραφών που φέρει χρονολογείται μεταξύ του 150 π.χ. και του 100 π.χ., αρκετά πριν από την ημερομηνία του

ναυαγίου, το οποίο ενδέχεται να συνέβη ανάμεσα στο 87 π.χ. και 63 π.χ.. Θα μπορούσε να ήταν κατασκευασμένο μέχρι μισόν αιώνα πριν το ναυάγιο. Το ναυάγιο ανακαλύφθηκε το 1900 σε βάθος περίπου 40 με 64 μέτρων και πολλοί θησαυροί, αγάλματα και άλλα αντικείμενα, ανασύρθηκαν από σημειακούς σφουγγαράδες και βρίσκονται σήμερα στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο στην Αθήνα. Στις 17 Μαΐου 1902 ο μαθηματικός και τ. Υπουργός Παιδείας Σπυρίδων Στάης πρόσεξε ότι ένα από τα ευρήματα είχε έναν οδοντωτό τροχό ενσωματωμένο και εμφανείς επιγραφές με αστρονομικούς όρους.

Ο μηχανισμός είναι το αρχαιότερο σωζόμενο μηχάνημα με γρανάζια, και μάλιστα πολύ πολύπλοκο. Είναι φτιαγμένος από μπρούντζο και είχε ξύλινο πλαίσιο. Έχει προβληματίσει και συναρπάσει πολλούς ιστορικούς της επιστήμης και της τεχνολογίας αφότου ανακαλύφθηκε. Η πιο αποδεκτή θεωρία σχετικά με τη λειτουργία του υποστηρίζει ότι ήταν ένας αναλογικός υπολογιστής, όσο και ψηφιακός υπολογιστής σχεδιασμένος για να υπολογίζει και απεικονίζει τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, τις εκλείψεις ηλίου και σελήνης, τις φάσεις της σελήνης. Πρόσφατες λειτουργικές ανακατασκευές της συσκευής υποστηρίζουν αυτήν την ανάλυση. Από τις πρόσφατες έρευνες καταρρίφθηκε η θεωρία ότι εμπεριέχει ένα διαφορικό γρανάζι, όμως ο ανακαλυφθείς μηχανισμός της κίνησης της Σελήνης είναι ακόμα πιο εντυπωσιακός, καθότι δίνει τη δυνατότητα μεταβλητής γωνιακής ταχύτητας στον άξονα που κινεί τη Σελήνη (δεύτερος Νόμος Κέπλερ).



Σχ 2. Αναπαράσταση του μηχανισμού

Ο καθηγητής Ντέρεκ ντε Σόλα Πράις (Derek De Solla Price), φυσικός και ιστορικός της επιστήμης που εργαζόταν στο Πανεπιστήμιο του Γέηλ, δημοσίευσε ένα άρθρο για τον

μηχανισμό αυτό στο περιοδικό Scientific American τον Ιούνιο του 1959, όταν ακόμα ο μηχανισμός δεν είχε μελετηθεί πλήρως. Το 1973 ή το 1974 δημοσίευσε τη μονογραφία του με τίτλο «Γρανάζια από τους Έλληνες», βασισμένη σε σάρωση του μηχανισμού με ακτίνες γ που πραγματοποίησε ο ακτινοφυσικός του Ε.ΚΕ.Φ.Ε. «Δημόκριτος» Χαράλαμπος Καράκαλος. Ο Πράις υποστήριξε ότι η συσκευή αυτή θα μπορούσε να είχε κατασκευαστεί από τη Σχολή του Απολλωνίου στη Ρόδο. Τα συμπεράσματά του δεν έγιναν αποδεκτά από τους ειδικούς της εποχής, οι οποίοι πίστευαν ότι οι Αρχαίοι Έλληνες είχαν το θεωρητικό υπόβαθρο αλλά όχι και την απαιτούμενη πρακτική τεχνολογία για μια τέτοια κατασκευή.

Η μελέτη του συνεχίζεται από Άγγλους και Έλληνες ειδικούς των Πανεπιστημίων του Κάρντιφ, των Αθηνών, της Θεσσαλονίκης, του Εθνικού Αρχαιολογικού Μουσείου και του Μορφωτικού Ιδρύματος Εθνικής Τραπέζης, σε μια διαπανεπιστημιακή ομάδα. Η σύγχρονη έρευνα υποστηρίζεται από την τελευταία τεχνολογία με τη βοήθεια μεγάλων εταιρειών, με πρωτοποριακά προγράμματα ψηφιακής απεικόνισης και έναν ειδικό τομογράφο, ο οποίος κατασκευάστηκε ειδικά για την έρευνα του μηχανισμού των Αντικυθήρων. Τα αποτελέσματα την έρευνας επιβεβαίωσαν ότι ο μηχανισμός φέρει 30 οδοντωτούς τροχούς οι οποίοι περιστρέφονται γύρω από 10 άξονες. Η λειτουργία του μηχανισμού κατέληγε σε τουλάχιστον 5 καντράν, με έναν ή περισσότερους δείκτες για το καθένα. Με τη βοήθεια του τομογράφου έχουν διαβαστεί αρκετές από τις επιγραφές που υπήρχαν στις πλάκες και στους περιστρεφόμενους δίσκους, οι οποίες εμπεριέχουν αστρονομικούς και μηχανικούς όρους, και έχουν χαρακτηριστεί από τους ειδικούς ως ένα είδος "εγχειριδίου χρήσης" του οργάνου.

Ο μηχανισμός αυτός έδινε, κατά την επικρατέστερη σύγχρονη άποψη, τη θέση του ήλιου και της σελήνης καθώς και τις φάσεις της σελήνης. Μπορούσε να εμφανίσει τις εκλείψεις ηλίου και σελήνης βασιζόμενος στον βαβυλωνιακό κύκλο του Σάρου. Τα καντράν του απεικόνιζαν επίσης τουλάχιστον δύο ημερολόγια, ένα ελληνικό βασισμένο στον Μετωνικό κύκλο και ένα αιγυπτιακό, που ήταν και το κοινό "επιστημονικό" ημερολόγιο της ελληνιστικής εποχής.

Οι παλαιότερες απόψεις που έχουν παρουσιασθεί (κυρίως πριν από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο) για πιθανές χρήσεις με το όργανο αυτό είναι: αστρολάβος, ή δρομόμετρο, ή αναφορικό ρολόι, ή πλανητάριο, ή αστρονομικό ναυτικό ρολόι ή πλοογνώμονας της αρχαιότητας. Όλες αυτές οι χρήσεις δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες.

- **Το γρανάζι της Σαρδηνίας**

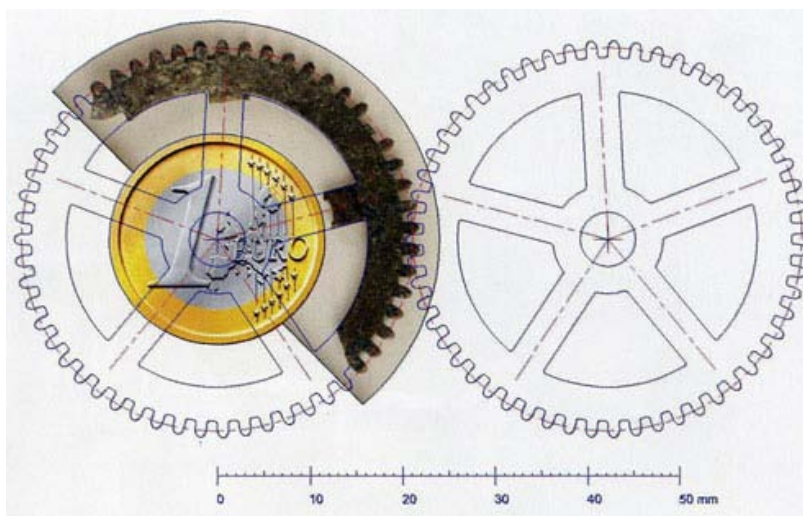
Προτού προλάβει καλά-καλά να συνέλθει η επιστημονική κοινότητα από τις εκπλήξεις, που επεφύλασσε η μελέτη του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, ήρθε αντιμέτωπη με μία νέα απρόσμενη και πολύ μεγαλύτερη έκπληξη. Το προφίλ των οδόντων του τεμαχίου του γρναζιού του γ' αι. π.χ., το οποίο ανακαλύφθηκε προ τριετίας στην πόλη Ολβία της

Σαρδηνίας, μετά την αποκατάστασή του αποδείχθηκε, ότι δεν είναι τριγωνικό, όπως του Υπολογιστή των Αντικυθήρων, αλλά καμπύλο, πανομοιότυπο κι εφάμιλλης τεχνολογίας με τα γρανάζια της σύγχρονης Μηχανολογίας.

Αν και το Γρανάζι της Σαρδηνίας προηγείται χρονικά σχεδόν δύο αιώνες του Υπολογιστή των Αντικυθήρων και πολλούς αιώνες όλων των άλλων μεταγενέστερων μηχανισμών –όλοι τους διαθέτουν τριγωνικούς οδόντες–, λόγω του εξελιγμένου μαθηματικά καμπύλου προφίλ της οδόντωσής του παρουσιάζει πολύ καλύτερες ιδιότητες, βέλτιστη ποιότητα εμπλοκής, καλύτερη σχέση μετάδοσης κ.λπ.. Αυτό μας οδηγεί στη σκέψη, ότι η Επιστήμη την προχριστιανική εποχή είχε φθάσει σε ύψιστη ακμή, αλλά στη συνέχεια παράκμασε τάχιστα και σημαντικά, παρακμή, που διήρκεσε περισσότερο από δύο χιλιετίες. Μόνο κατά τη σύγχρονη εποχή μπόρεσε πάλι ο άνθρωπος να κατασκευάσει γρανάζια και μηχανισμούς ισάξιας τεχνολογίας.

Το θραύσμα του γραναζιού, που βρέθηκε το 2006 στην Ολβία της Σαρδηνίας, χρονολογήθηκε στο δεύτερο μισό του αιώνα. π.χ., την εποχή του Αρχιμήδη, τότε, που ο ελληνικός πολιτισμός είχε φθάσει στη μέγιστη ακμή του στην Κάτω Ιταλία. Πρόκειται για το αρχαιότερο γρανάζι, που έχει βρεθεί μέχρι σήμερα, το οποίο από την ημέρα της ανακάλυψής του προκάλεσε το τεράστιο ενδιαφέρον της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας.

Είναι κατασκευασμένο από κράμα χαλκού, έχει διάμετρο 43 χιλιοστά και διέθετε 55 δόντια σε όλη του την περιφέρεια. Δεδομένου, ότι ο αριθμός 55 είναι το γινόμενο των δύο πρώτων αριθμών 5 και 11, είναι πολύ πιθανόν, ότι το γρανάζι αυτό αποτελούσε μέρος μηχανισμού, όπου σε συνεργασία με άλλα γρανάζια η σχέση μετάδοσης αντιστοιχούσε σε κάποιο αστρονομικό κύκλο. Αυτό επιβεβαιώνει τη μεγάλη ακρίβεια των αστρονομικών μετρήσεων εκείνης της εποχής με τη χρήση οδοντωτών μηχανισμών προσομοίωσης της Ουράνιας Μηχανικής.



Το Γρανάζι της Σαρδηνίας με εμφανή την καμπυλότητα οδόντωσης. Η εντυπωσιακή ομοιότητά του σε σχήμα και διαστάσεις με τα γρανάζια της σύγχρονης Τεχνολογίας έγινε αντιληπτή μετά την

αποκατάσταση και την ακριβή γραφική αναπαράστασή του στον υπολογιστή. (Φωτογραφία, σχέδιο: Τζιοβάννι Παστόρ)

Η αναλογία με το κέρμα του ενός ευρώ στην εικόνα μας δίνει μία ιδέα των μικρών διαστάσεών του. Οι μικρές του αυτές διαστάσεις μας έκαναν να πιστεύουμε, ότι το γρανάζι πιθανόν να αποτελούσε τμήμα κάποιου μηχανισμού παρόμοιου με τον Υπολογιστή των Αντικυθήρων (α΄ αι. π.Χ.). Πριν από την αποκατάσταση και λόγω της εκτεταμένης οξειδωσης της επιφάνειάς του τα δόντια φαίνονταν σχεδόν σαν ακατέργαστα και με τριγωνικό προφίλ, ίδια με του Υπολογιστή των Αντικυθήρων.

Λίγα είναι τα επιστημονικά όργανα της Αρχαιότητας, που διασώθηκαν μέχρι τις μέρες μας. Η Αρχαία Γραμματεία μας λέει βέβαια, ότι ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς (α΄ αι. π.Χ.) χρησιμοποιούσε μηχανισμούς με γρανάζια. Σχετικές αναφορές κάνει και ο Αριστοτέλης. Αναφορές σε αρχαίους μηχανισμούς με γρανάζια -εκτός του Υπολογιστή των Αντικυθήρων- υπάρχουν και στην Λατινική Γραμματεία, κυρίως στον Κικέρωνα, τον Οβίδιο, τον Λακτάντιο και τον Κλαύδιο Κλαυδιανό. Η σπουδαιότερη αναφορά αφορά σ' ένα πλανητάριο, που είχε κατασκευασθεί από τον Αρχιμήδη στις Συρακούσες τον γ' αι. μ.Χ., πιθανώς με γρανάζια επίσης. Ο Κικέρων κάνει λόγο για μια ουράνια σφαίρα και ένα πλανητάριο, που έφερε ο Ρωμαίος Μαρκέλλος μετά την κατάληψη των Συρακουσών, τα οποία είχε κατασκευάσει ο Αρχιμήδης στη Ρώμη. («De Re Publica» I, 14, 21 και 22.) Δυστυχώς δεν υπάρχουν περιγραφές για τους μηχανισμούς αυτούς, διότι το έργο του Αρχιμήδη «Σφαιροποιία», στο οποίο περιγράφονταν οι αρχές, που ακολουθούνταν για την κατασκευή τους, έχει απολεσθεί.

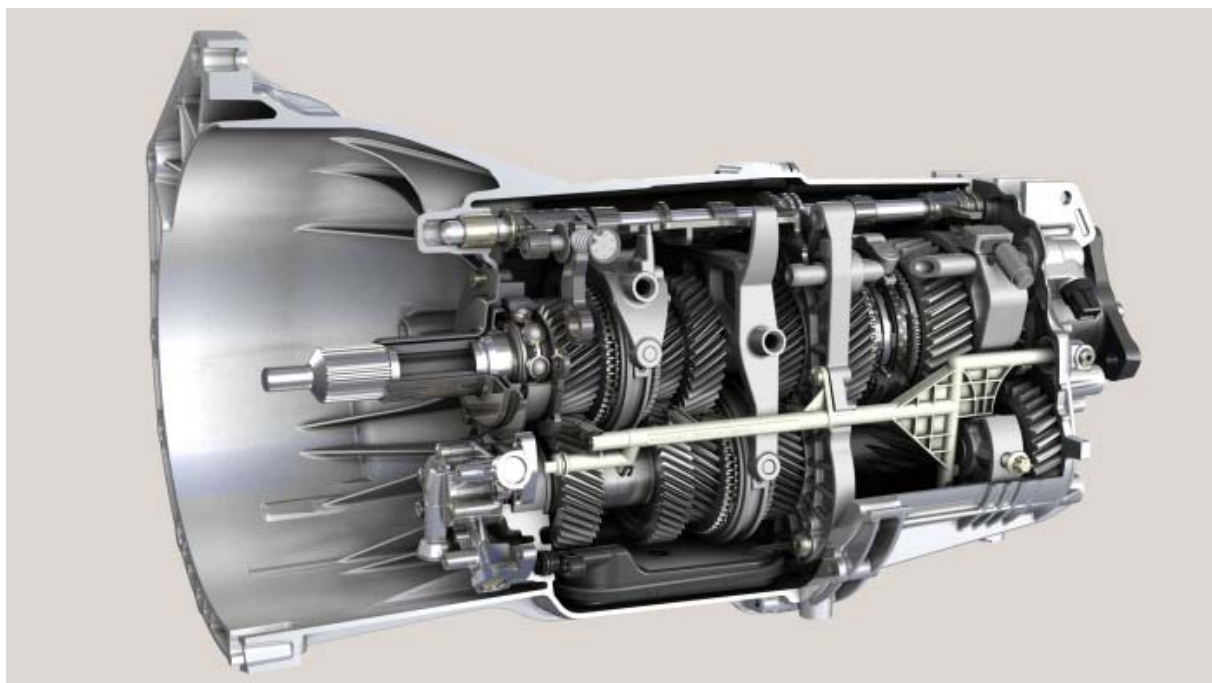
- **Σχετικά με το αυτοκίνητο**

Η ραγδαία εξέλιξη του αυτοκινήτου ξεκίνησε το 1920 αλλά στην εποχή μας τελειοποιούνται οι εφαρμογές του . Η αυτοκίνηση στον 21° αιώνα έχει κάνει πολύ μεγάλα άλματα , τα δεδομένα αλλάζουν με ταχύτατο ρυθμό . Οι βάσεις της μετά από έρευνες και τεχνικούς ελέγχους έχουν αλλάξει, η ποιότητα των μετάλλων , η αντοχή τους και αντίστοιχα οι υψηλής απόδοσης κινητήρες.

Βασικό συστατικό ενός τέτοιου συνόλου είναι ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να εκμεταλλευτεί και να αποδώσει αυτή τη δύναμη αλλά και πως αυτή θα είναι πλήρως εκμεταλλεύσιμη. Με στόχο τα παραπάνω αρχίζει να εξελίσσεται ένα από τα σημαντικότερα μέρη του αυτοκινήτου , το σύστημα μετάδοσης ή αλλιώς κιβώτιο ταχυτήτων. Το σύστημα μετάδοσης και η εκμετάλλευση του δεν είναι μία απλή διαδικασία, αντιθέτως είναι από τα πιο καταπονούμενα και νευραλγικά σημεία του συστήματος. Ο λόγος είναι πως αυτό το τμήμα παραλαμβάνει πρώτο την περιστροφική κίνηση του κινητήρα/ μοτέρ και ευθύνεται για τη σωστή και άρτια μεταφορά αυτής στα υπόλοιπα μέρη του συστήματος.

1.2. Εισαγωγή

Τα κιβώτια ταχυτήτων (σασμάν) ονομάζονται έτσι γιατί ουσιαστικά μοιάζουν με «κουτιά που περιέχουν γρανάζια» (εξού και ο αγγλικός ορισμός «gearbox»).



Παρεμβάλλεται ανάμεσα στο στροφαλοφόρο άξονα και το διαφορικό. Σκοπός τους είναι να μεταφέρουν την ισχύ από τον συμπλέκτη στο διαφορικό και από εκεί στους τροχούς και να δημιουργούν μεταβλητή σχέση μετάδοσης με εμπλοκή γραναζιών διαφορετικής διαμέτρου ή με διαφορετικό αριθμό οδοντώσεων ώστε οι rpm του κινητήρα να διατηρούνται κοντά στην ωφέλιμη περιοχή. Μεγαλύτερη διάμετρος σημαίνει μικρότερη ταχύτητα αλλά μεγαλύτερη στρεπτική ροπή, δηλαδή «...ότι χάνουμε σε ταχύτητα το κερδίζουμε σε δύναμη».

Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει την αλλαγή σχέσης της μετάδοσης του κινητήρα στους τροχούς και τοποθετείται κοντά στον κινητήρα. Ανάλογα με τη σχέση του κιβωτίου ταχυτήτων, αυξάνονται ή μειώνονται οι στροφές του κινητήρα και ανάλογα αυξάνεται ή μειώνεται η ταχύτητα του αυτοκινήτου. Τα πιο διαδεδομένα συστήματα μετάδοσης είναι το μηχανικό και το αυτόματο. Τα τελευταία χρόνια έχουν εξελιχθεί νέα ημιαυτόματα συστήματα μετάδοσης όπως το σειριακό, χωρίς συμπλέκτη και το συνεχώς μεταβαλλόμενων σχέσεων (CVT). Η μετάδοση των στροφών μέσα από το κιβώτιο ταχυτήτων γίνεται με τη βοήθεια των οδοντωτών τροχών. Έτσι, για να ανταποκριθεί ένα κιβώτιο

ταχυτήτων στις διαφορετικές ανάγκες των τροχών σε ροπή και στροφές, πρέπει να διαθέτει μια σειρά οδοντωτών τροχών με διαφορετική σχέση μετάδοσης.

Η κίνηση μεταδίνεται κάθε φορά και από διαφορετικό ζευγάρι. Η αλλαγή του ζευγαριού γίνεται με κάποιο μοχλό που κινείται από το μοχλό επιλογής ταχυτήτων (λεβιέ). Σε άλλα κιβώτια ταχυτήτων, στα αυτόματα, η αλλαγή αυτή μπορεί να γίνει και χωρίς την επέμβαση του οδηγού. Ένα από τα χαρακτηριστικά του κινητήρα εσωτερικής καύσεως είναι ότι περιστρέφεται πάντοτε προς την ίδια φορά περιστροφής, χωρίς να μπορούμε να αντιστρέψουμε την κίνηση για να κινηθεί το αυτοκίνητο προς τα πίσω.

Με λίγα λόγια τα κιβώτια μεταβάλουν την ροπή στρέψης και την ελκτική δύναμη του αυτοκινήτου (του κινητήρα), απομονώνουν την κίνηση (νεκρά) και φυσικά προσφέρουν δυνατότητα οπισθοπορείας (όπισθεν).

Χωρίζονται σε πέντε μεγάλες κατηγορίες και θα αναλυθούν στα επόμενα κεφάλαια της παρούσας εργασίας.

- στα μηχανικά κιβώτια (τα γνωστά χειροκίνητα)
- στα κλασικά αυτόματα
- στα «ρομποτικά
- στα διπλοσύνπλεκτα
- στα τύπου CVT (Continuously Variable Transmission)

1.3. Σύστημα μετάδοσης κίνησης

Πριν αναλύσουμε τα τεχνικά θέματα και τις λειτουργίες, θα αναφερθούμε στους σκοπούς του συστήματος μετάδοσης της κίνησης. Αυτοί οι σκοποί είναι οι εξής:

- 1.** Η μεταφορά της περιστροφικής κίνησης του κινητήρα, στους κινητήριους τροχούς.
- 2.** Να μεταβάλλει τις στροφές και την ροπή που παρέχει ο κινητήρας ώστε οι κινητήριοι τροχοί να παίρνουν την απαιτούμενη ελκτική δύναμη για να μπορέσουν να αντιμετωπίζουν τις διάφορες αντιστάσεις κίνησης του οχήματος.
- 3.** Δυνατότητα αναστροφής κίνησης των τροχών για την οπίσθια πορεία του οχήματος.
- 4.** Αλλαγή της κατεύθυνσης της κινήσεως από ευθύγραμμη σε εγκάρσια έτσι ώστε να φθάνει στους τροχούς.
- 5.** Να δίνει διαφορετική περιστροφική ταχύτητα σε κάθε κινητήριο τροχό, όταν το όχημα κινείται σε καμπύλη τροχιά.

6. Διανομή της κίνησης και της ροπής στους εμπρόσθιους και στους οπίσθιους τροχούς.

Το Σύστημα Μετάδοσης κίνησης (Σ.Μ.Κ.) είναι το μέσω που μεταφέρει την ισχύ του κινητήρα στους τροχούς προκειμένου να έχουμε την μετακίνηση του οχήματός μας. Στην απλή περίπτωση του συστήματος αποτελείται από γρανάζια όπως στα ποδήλατα, στο αυτοκίνητο όμως έχουμε μεγάλη ισχύ που πρέπει να μεταφερθεί στους τροχούς, οπότε ένα τόσο απλό σύστημα θα είχε πολλά προβλήματα, γι' αυτό έχουν δημιουργηθεί κάποιοι μηχανισμοί.

1.3.1. Σχέσεις μετάδοσης

Ονομάζονται οι σχέσεις υποπολλαπλασιασμού του κιβωτίου ταχυτήτων. Σκοπός της ύπαρξής τους είναι να προσαρμόζουν τη ροπή και τις στροφές του κινητήρα στις ανάγκες της κίνησης, καθώς οι βενζινοκινητήρες δεν έχουν σταθερή απόδοση σε όλο το εύρος των στροφών λειτουργίας τους. Η σχέση πολλαπλασιασμού της 1ης ταχύτητας επιλέγεται με βάση την επιθυμητή δυνατότητα αναρρίχησης σε ανηφορικό δρόμο, ενώ αυτή της τελευταίας, με βάση την επιθυμητή τελική ταχύτητα αλλά και τον περιορισμό της κατανάλωσης κατά την κίνηση σε ανοικτό δρόμο. Οι ενδιάμεσες σχέσεις επιλέγονται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μια καμπύλη ελκτικής δύναμης όσο το δυνατόν πιο κοντά στην επιθυμητή. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι σχέσεις μετάδοσης είναι πέντε και σε ορισμένες περιπτώσεις έξι στα χειροκίνητα κιβώτια, και τέσσερις ή πέντε στα αυτόματα. Έχουν άμεση σχέση με τις ταχύτητες του κιβωτίου και διαμορφώνουν την κλιμάκωσή του. Για παράδειγμα όταν μιλάμε για μία σχέση μετάδοσης 3,5:1 για την 1^η σχέση τότε εννοούμε πως ο άξονας μετάδοσης περιστρέφεται 3,5 φορές πιο αργά από τον στροφαλοφόρο άξονα. Μία σχέση μετάδοσης 0,9:1 αναφέρεται σε κατάσταση overdrive και σημαίνει πως ο άξονας μετάδοσης περιστρέφεται 10% πιο γρήγορα από τον στροφαλοφόρο άξονα. Οι σχέσεις και η κλιμάκωση των σχέσεων ενός κιβωτίου προσαρμόζουν τη ροπή και τις στροφές του κινητήρα στις ανάγκες της κίνησης ανάλογα με την ισχύ και τον χαρακτήρα του αυτοκινήτου.

1.3.2. Είδη διαφόρων συστημάτων μετάδοσης της κίνησης

Σε ένα όχημα οι δυνατές θέσεις εγκατάστασης του κινητήρα είναι είτε στο εμπρόσθιο είτε στο οπίσθιο μέρος του. Υπάρχει βέβαια, και άλλη μια δυνατότητα η τοποθέτηση, δηλαδή, του κινητήρα στο μέσον του οχήματος, επιλογή όμως η οποία δεν εφαρμόζεται πολύ συχνά, γιατί προορίζεται μόνο για σπορ αυτοκίνητα αγώνων.

Στην περίπτωση αυτή, ο κινητήρας βρίσκεται εμπρός από το σύστημα κίνησης του οπίσθιου άξονα. Θέση που προσφέρει καλύτερη κατανομή της μάζας και στους δύο άξονες και συνεπώς, ευνοϊκότερο για το αμάξωμα, κέντρο βάρους. Μειονεκτεί, όμως, στο ότι γίνεται δύσκολη η πρόσβαση στον κινητήρα, για την επιθεώρηση και συντήρηση του. Ανεξάρτητα από τη θέση του κινητήρα επάνω στο όχημα, τα συστήματα μετάδοσης κίνησης (Σ.Μ.Κ.) των οχημάτων, διαφοροποιούνται ανάλογα με το ποιοι και πόσοι τροχοί είναι κινητήριοι, δηλαδή σε ποιους τροχούς μεταφέρεται ένα μέρος της ισχύος του κινητήρα. Έτσι, στους τροχούς εφαρμόζεται μία ροπή στρέψης, η οποία βοηθά το όχημα να αντιμετωπίζει τα διάφορα εμπόδια που συναντά κατά την κίνηση του.

Κατά συνέπεια το Σ.Μ.Κ. χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες και είναι η εξής:

- Κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς.
- Κίνηση στους οπίσθιους τροχούς.
- Κίνηση στους τέσσερις τροχούς (4x4).
- Κίνηση στους έξι τροχούς.

Στα οχήματα με κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς, η μηχανή μπαίνει στο εμπρός μέρος του αυτοκινήτου και ο συμπλέκτης με το κιβώτιο ταχυτήτων μαζί με το διαφορικό μεταφέρουν την ισχύς μόνο στους εμπρόσθιους τροχούς, ενώ οι πίσω τροχοί είναι ανεξάρτητοι από το σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται στα περισσότερα αυτοκίνητα, κυρίως στα αυτοκίνητα πόλης, είναι πιο οικονομικό στην κατασκευή.

Στα οχήματα με κίνηση στους πίσω τροχούς η μηχανή μπαίνει παράλληλα με το αυτοκίνητο, συνήθως τοποθετούνται κινητήρες εν σειρά ή σε διάταξη V, μετά τη μηχανή τοποθετείται ο συμπλέκτης με το κιβώτιο ταχυτήτων, μετά το κιβώτιο είναι ο κεντρικός άξονας ενωμένος με το διαφορικό. Αυτός ο τύπος μετάδοσης κυρίως τοποθετείται στα sport αυτοκίνητα.

Στα οχήματα με κίνηση στους τέσσερις τροχούς (4x4) συνήθως η μηχανή τοποθετείται στο εμπρός μέρος του αυτοκινήτου παράλληλα με το αυτοκίνητο, μετά τη μηχανή είναι ο συμπλέκτης, το κιβώτιο ταχυτήτων, ο κεντρικός άξονας και το διαφορικό. Η συγκεκριμένος τύπος μετάδοσης είναι δημοφιλής στα SUV και σε ορισμένα συμβατικά αυτοκίνητα.

Στα οχήματα με κίνηση στους έξι τροχούς φαίνεται το σχήμα τους να είναι όμοιο με το αντίστοιχο της μετάδοσης κίνησης στους τέσσερις άξονες, με τη διαφορά ότι, μετά το κιβώτιο ταχυτήτων διανομής, η ισχύς του κινητήρα μεταβιβάζεται και στους τρεις άξονες του οχήματος. Αυτή η σχεδίαση εφαρμόζεται, κυρίως, σε μεγάλα φορτηγά και στρατιωτικά οχήματα.

1.3.3. Γενικά

Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης εξασφαλίζει τη μετάδοση της κίνησης από τη μηχανή στους κινητήριους τροχούς. Η διαμόρφωση του εξαρτάται από τη θέση, στην οποία τοποθετείται η μηχανή, καθώς και από το ποιοι θα είναι οι κινητήριοι τροχοί.

Κύρια μέρη του συστήματος μετάδοσης της κίνησης στους τροχούς

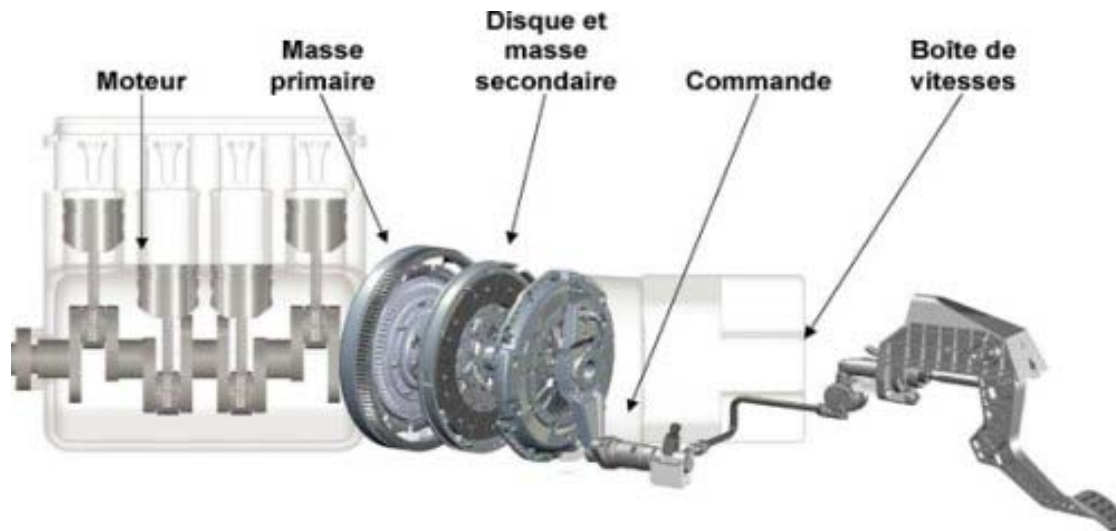
1. Ο συμπλέκτης
2. Το κιβώτιο ταχυτήτων
3. Ο άξονας μετάδοσης της κίνησης
4. Ο μηχανισμός γωνιακής μετάδοσης – Το διαφορικό
5. Τα ημιαξόνια
6. Οι άξονες των τροχών

Η κίνηση από τη μηχανή μεταβιβάζεται στο συμπλέκτη και μέσω του κιβωτίου ταχυτήτων μεταδίδεται από τον άξονα μετάδοσης της κίνησης στον πριονό άξονα. Σ' αυτόν τον άξονα βρίσκεται ο μηχανισμός γωνιακής μετάδοσης και το διαφορικό. Ο μηχανισμός – μέσω ημιαξονίων και άλλων εξαρτημάτων – μεταδίδει την κίνηση στους κινητήριους τροχούς υπό γωνία 90ο.

Στην περίπτωση αυτή τα μέρη του συστήματος μετάδοσης της κίνησης είναι τα ίδια όπως και στην προηγούμενη διάταξη, με μόνη διαφορά ότι δεν υπάρχει άξονας μετάδοσης της κίνησης. Τα διάφορα μέρη του συστήματος μετάδοσης της κίνησης, καθώς και ο προορισμός τους, εξετάζονται αναλυτικά στις επόμενες ενότητες του βιβλίου.

1.4 Συμπλέκτης

Γενικά



Συμπλέκτης ονομάζεται ο μηχανισμός του συστήματος μετάδοσης της κίνησης, ο οποίος δημιουργεί τη σύμπλεξη και την αποσύμπλεξη της μηχανής με το υπόλοιπο σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Τοποθετείται στο σφόνδυλο της μηχανής και βρίσκεται μεταξύ του σφονδύλου και του κιβωτίου ταχυτήτων. Πρέπει να έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει τη ροπή της μηχανής στο υπόλοιπο σύστημα μετάδοσης της κίνησης.

Αν ο κινητήρας ήταν μόνιμα συνδεδεμένος με το κιβώτιο, αν δηλαδή μετέδιδε διαρκώς την κίνηση στο τελευταίο, δεν θα ήταν δυνατόν να βάλουμε μπροστά τη μηχανή με το αυτοκίνητο εν στάση, γιατί τότε θα συνέβαινε αυτό που συμβαίνει όταν καμιά φορά επιχειρούμε κάτι τέτοιο χωρίς να βάλουμε το μοχλό του κιβωτίου ταχυτήτων στη νεκρή θέση. Το αυτοκίνητο θα «πεταγόταν» προς τα μπρός με το γύρισμα του κλειδιού του διακόπτη. Δεν θα ήταν επίσης δυνατόν ούτε να αλλάξουμε ταχύτητα, με ομαλό τουλάχιστον τρόπο στα υπάρχοντα χειροκίνητα κιβώτια, αλλά θα έπρεπε να διαθέτουμε ιδιαίτερες ικανότητες για να βάζουμε τις ταχύτητες «καρφωτές».

Ο συμπλέκτης απομονώνει τον κινητήρα από το κιβώτιο όταν πρόκειται να γίνει επιλογή της σχέσης στο κιβώτιο, όταν δηλαδή ο οδηγός θέλει να αλλάξει ταχύτητα, με το πάτημα του αντίστοιχου πεντάλ. Η επανασύνδεση γίνεται προοδευτικά με το άφημα του πεντάλ.

- **Με το συμπλέκτη εξυπηρετούνται οι εξής σκοποί:**

1. Σύμπλεξη και αποσύμπλεξη

Η σύμπλεξη και η αποσύμπλεξη είναι ο βασικός σκοπός του συμπλέκτη. Κατά τη σύμπλεξη ο συμπλέκτης συνδέει τη μηχανή με το κιβώτιο ταχυτήτων, για να μεταδώσει την κίνηση στους κινητήριους τροχούς του αυτοκινήτου. Με την αποσύμπλεξη αποσυνδέει τη μηχανή από το κιβώτιο ταχυτήτων, με αποτέλεσμα να μη μεταδίδεται η κίνηση από τη μηχανή στους κινητήριους τροχούς.

2. Ομαλή εκκίνηση του αυτοκινήτου

Με τη σύμπλεξη επιτυγχάνεται προοδευτική και ομαλή μετάδοση της κίνησης στους κινητήριους τροχούς και κατά συνέπεια ομαλή εκκίνηση του αυτοκινήτου.

3. Ομαλή αλλαγή ταχυτήτων

Με την αποσύμπλεξη επιτυγχάνεται ομαλή και αθόρυβη αλλαγή των ταχυτήτων και έτσι αποφεύγεται η πρόκληση φθορών στο κιβώτιο ταχυτήτων.

- **Τύποι συμπλεκτών**

1. Μηχανικοί ξηροί: λειτουργούν βασιζόμενοι στη δύναμη της τριβής.
2. Υδραυλικοί: χρησιμοποιούν την κινητική ενέργεια του υγρού.
3. Ηλεκτρομαγνητικοί: χρησιμοποιούν τη δύναμη της τριβής που παράγεται από την κίνηση της σκόνης σιδήρου (φερρομαγνητικής σκόνης) εντός μαγνητικού πεδίου.
4. Φυγοκεντρικοί συμπλέκτες: χρησιμοποιούν τη φυγόκεντρη δύναμη.
5. Συνδυαζόμενοι μηχανικό-υδραυλικοί: χρησιμοποιούν συνδυασμό δυο τύπων: Υδραυλικό και Ξηρό.

- **Τρόποι μετάδοσης της κίνησης από το πατίδι στο συμπλέκτη**

Όπως είναι γνωστό, η λειτουργία των συμπλεκτών ξηρής τριβής επιτυγχάνεται, με τη βοήθεια του πατιδιού του συμπλέκτη.

Όταν ο οδηγός εξασκήσει δύναμη στο πατίδι, αυτή μεταδίδεται στο δίχαλο του ωστικού τριβέα με δύο τρόπους:

1. Με μηχανικό σύστημα
2. Με υδραυλικό σύστημα

- **Με μηχανικό σύστημα**

Στο μηχανικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης η δύναμη εξασκείται στο πατίδι με το δίχαλο του ωστικού τριβέα. Όταν δηλαδή ο οδηγός πατήσει το πατίδι του συμπλέκτη, το χαλύβδινο σύρμα έλκει το δίχαλο και ο ωστικός τριβέας πιέζει τους μοχλούς αποσύμπλεξης ή το ελατηριωτό διάφραγμα, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η αποσύμπλεξη του δίσκου του συμπλέκτη.

- **Με υδραυλικό σύστημα**

Το υδραυλικό σύστημα, αποτελείται από το δοχείο υγρού, την κεντρική αντλία, τη βοηθητική αντλία και τις απαραίτητες σωληνώσεις για τη σύνδεσή τους. Το δοχείο υγρού πρέπει να βρίσκεται σε τέτοια θέση, ώστε το σύστημα να είναι πάντα γεμάτο με υγρό. Όταν ο οδηγός πατήσει το πατίδι του συμπλέκτη, η πίεση μεταδίδεται από την κεντρική αντλία στη βοηθητική, μέσω των σωληνώσεων του συστήματος. Ο μοχλός της βοηθητικής αντλίας μεταδίδει την πίεση στο δίχαλο, το οποίο με τη σειρά του πιέζει τον ωστικό τριβέα με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η αποσύμπλεξη του δίσκου του συμπλέκτη.

Το υδραυλικό σύστημα της λειτουργίας του συμπλέκτη μοιάζει πολύ με το υδραυλικό σύστημα πέδησης. Έχει και αυτό ανάγκη εξαέρωσης, η οποία γίνεται κατά ανάλογο τρόπο, από ένα ειδικό κοχλία εξαερισμού, που βρίσκεται στη βοηθητική αντλία.

1.4.1 Αρχή λειτουργίας του μηχανικού συμπλέκτη ξηρής τριβής και μέρη που τον απαρτίζουν

Ο ξερός μηχανικός συμπλέκτης με έναν επίπεδο δίσκο τριβής χρησιμοποιείται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα στα αυτοκίνητα με χειροκίνητο κιβώτιο ταχυτήτων. Στην συντριπτική πλειονότητα χρησιμοποιείται συμπλέκτης με ένα δίσκο τριβής.

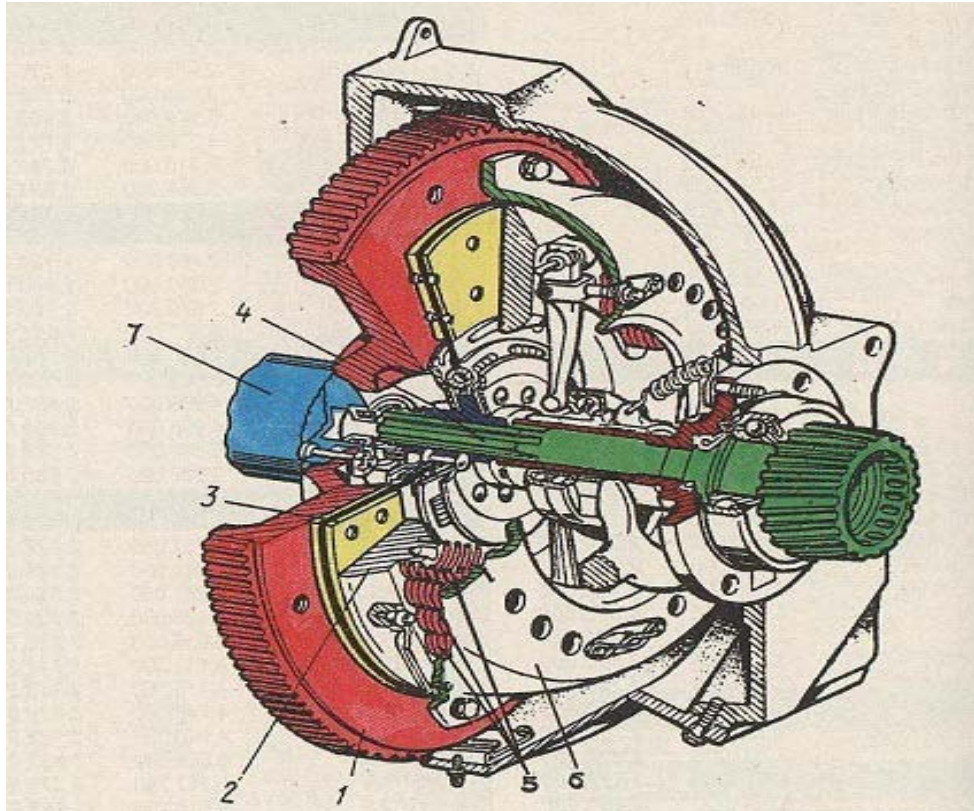
Ο συμπλέκτης αποτελείται από δακτυλιοειδείς πλάκες (δίσκους). Η μία από αυτές είναι ο ίδιος ο σφόνδυλος του κινητήρα, ενώ η δεύτερη, ονομάζεται πλάκα πίεσης - πλατώ, συνδέεται με το σφόνδυλο, με το κέλυφος του συμπλέκτη μέσω συστήματος μοχλών και ακολουθεί στην περιστροφή της το στροφαλοφόρο άξονα. Ανάμεσα τους βρίσκεται ένας λεπτός δίσκος επικαλυμμένος και από τις δύο μεριές με ειδικό υλικό που αυξάνει την τριβή (φερμουίτ-φερόντο), ο οποίος ονομάζεται δίσκος τριβής του συμπλέκτη και μεταδίδει την κίνηση στο κιβώτιο ταχυτήτων.

Ο δίσκος τριβής του συμπλέκτη είναι σφηνωμένος με τη δύναμη των ελατηρίων (ελικοειδή ή ελατηριωτό διάφραγμα-χτένι) στο σφόνδυλο και την πλάκα πίεσης, έτσι ώστε όταν ο σφόνδυλος περιστρέφεται είναι αναγκασμένος να τον ακολουθήσει, οπότε με το πολύσφηνο του μεταδίδει την κίνηση στον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων. Στη θέση αυτή ο συμπλέκτης, είναι «συμπλεγμένος», δηλαδή είναι σε λειτουργία και μεταδίδει την κίνηση στο κιβώτιο ταχυτήτων. Η αποσύμπλεξη γίνεται με πίεση στα ελεύθερα άκρα των μοχλών, όποτε αναγκάζονται τα ελατήρια να αποχωρίσουν και η πλάκα πίεσης απομακρύνεται από το σφόνδυλο, και έτσι ελευθερώνεται ο δίσκος τριβής του συμπλέκτη, η κίνηση δεν μεταδίδεται

Η αρχή λειτουργίας του μηχανικού συμπλέκτη ξηρής τριβής βασίζεται στην αξιοποίηση της τριβής. Με το πιο κάτω παράδειγμα γίνεται ευκολότερα κατανοητός ο τρόπος μετάδοσης της κίνησης σ' αυτούς τους συμπλέκτες.

Ας δεχτούμε ότι ο ένας από αυτούς κινείται (κινητήριο άξονας) και ότι θέλουμε να μεταδώσουμε την κίνηση του και στον άλλο (κινούμενος άξονας). Τοποθετούμε στις άκρες τους, πρόσωπο με πρόσωπο δύο μεταλλικούς δίσκους και καλύπτουμε τις επιφάνειές τους με επένδυση τριβής. Αν τώρα σπρώξουμε το δίσκο του κινούμενου προς το δίσκο του κινητήριου άξονα, τότε η περιστροφική κίνηση θα μεταδοθεί από τον κινητήριο στον κινούμενο άξονα. Η μετάδοση της κίνησης είναι αποτέλεσμα της τριβής των επιφανειών των δύο δίσκων και εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

1. Το συντελεστή τριβής του υλικού των επιφανειών τριβής.
2. Τη δύναμη με την οποία πιέζονται οι δύο δίσκοι.



Σχήμα 1: «Κλασικός» συμπλέκτης

1. Σφόνδυλος
2. Πλατό
3. Υλικό τριβής
4. Άξονας «εισόδου» κιβωτίου ταχυτήτων
5. Ελατήρια
6. Κάλυμμα
7. Στροφαλοφόρος άξονας κινητήρα

Πέρα όμως από το πάτημα και το άφημα του πεντάλ κρύβεται κι ένας ολόκληρος μηχανισμός. Η λειτουργία του βασίζεται στην ανάπτυξη δυνάμεων τριβής ανάμεσα στο «δίσκο», ο οποίος περιστρέφεται μαζί με τον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων και το «βολάν» (σφόνδυλο), το οποίο στερεώνεται στο στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα. Όταν το πεντάλ του συμπλέκτη δεν είναι πατημένο ο δίσκος πιέζεται από τα ελατήρια πάνω στο σφόνδυλο και περιστρέφεται μαζί με αυτόν (στα επιβατικά αυτοκίνητα αντί για ελατήρια υπάρχει μια ελαστική μεμβράνη). Με το πάτημα του πεντάλ ο δίσκος απομακρύνεται από το βολάν «γλιστρώντας» πάνω στον άξονα του κιβωτίου. Κατ' αυτόν τον τρόπο απομονώνεται το κιβώτιο από τον κινητήρα όταν χρειάζεται να γίνει αλλαγή της σχέσης μετάδοσης.

Ο δίσκος αποτελείται από ειδικό υλικό με υψηλό συντελεστή τριβής, ανάλογο με αυτόν που κατασκευάζονται τα υλικά τριβής των φρένων, ώστε να μην γλιστράει πάνω στο σφόνδυλο και «χάνονται στροφές» αλλά να εξασφαλίζεται καλή επαφή ανάμεσα τους. Για να εξασφαλίζεται προσδευτική σύμπλεξη κινητήρα-κιβωτίου είναι αναπόφευκτο να

υπάρχει ένα μικρό διάστημα που δίσκος και σφόνδυλος περιστρέφονται με διαφορετικές ταχύτητες. Η διαφορά αυτή όμως έχει σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή φθορά του δίσκου (κάτι ανάλογο με τη φθορά του γυαλόχαρτου με το οποίο τρίβουμε ένα κομμάτι ξύλο) γεγονός που μας αναγκάζει σε τακτά χρονικά διαστήματα να τον αντικαθιστούμε. Το πόσο συχνά χρειάζεται να γίνεται η αντικατάσταση αυτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο που οδηγούμε. Καλό είναι λοιπόν να μην παίζουμε με το πεντάλ του συμπλέκτη και να αποφεύγουμε το άσκοπο «πατινάρισμα» κατά το ξεκίνημα και τις αλλαγές ταχυτήτων, γιατί έτσι μειώνουμε τη διάρκεια ζωής του «δίσκου» του αυτοκινήτου μας.

- **Σφόνδυλος ή βολάν**



Ο σφόνδυλος είναι ένας αρκετά βαρύς μεταλλικός δίσκος που αποθηκεύει ενέργεια από τον ωφέλιμο χρόνο της εκτόνωσης των καυσαερίων και την αποδίδει για να πραγματοποιηθούν οι παθητικοί χρόνοι της εισαγωγής, συμπίεσης και εξαγωγής.

Η αποθήκευση γίνεται με την αδράνεια της σχετικά μεγάλης μάζας του. Ο σφόνδυλος εξαιτίας της σχετικά μεγάλης μάζας του όταν αρχίζει να περιστρέφεται απορροφά ένα μέρος από την ενέργεια που δίνει ο χρόνος της εκτόνωσης και παρασύρει με την περιστροφή του το έμβολο για να εκτελέσει και τους υπόλοιπους τρεις χρόνους. Είναι τοποθετημένος έξω από τη μηχανή στο πίσω μέρος της και συνδέεται με τον στροφαλοφόρο άξονα. Ο στροφαλοφόρος και ο σφόνδυλος πρέπει να είναι ζυγισμένοι ώστε στις υψηλές στροφές να μην

εμφανίζονται μεγάλες φυγόκεντρες δυνάμεις λόγω ανομοιομορφίας στην κατανομή της μάζας, πράγμα που προκαλεί κραδασμούς τόσο στο στροφαλοφόρο και ισχυρή φόρτιση στο στροφαλοφόρο και στα έδρανα.

Το μέγεθος του σφονδύλου εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων (μηχανές με μικρό αριθμό κυλίνδρων έχουν μεγάλο σφόνδυλο, και αντίστροφα) και από τους χρόνους της μηχανής (οι δίχρονες μηχανές έχουν μικρότερο σφόνδυλο, και αντίστροφα). Οι εργασίες που κάνει ο σφόνδυλος εκτός από το να αποθηκεύει ενέργεια είναι:

1. Στην περιφέρεια του φέρει οδοντωτή στεφάνη επάνω στην οποία εμπλέκεται ο εκκινητής (μίζα) για την αρχική εκκίνηση της μηχανής.

2. Στην εξωτερική του πλευρά σχηματίζει σχετική κοιλότητα για την τοποθέτηση του συγκροτήματος του συμπλέκτη.

3. Βοηθά στην ομαλή περιστροφική κίνηση του στροφαλοφόρου άξονα.

- Πλατό



Το πλατό είναι ένα σύνολο εξαρτημάτων το οποίο στερεώνεται με κοχλίες πάνω στον σφόνδυλο και περιστρέφεται μόνιμα μαζί με αυτόν. Αποτελείται από:

- Την πλάκα πίεσεως που είναι ένας δίσκος με δακτυλιοειδή μορφή και κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο και αναπτύσσει την απαραίτητη τριβή με το δίσκο.
- Το κέλυφος είναι μία θήκη από χαλύβδινο έλασμα που περιβάλλει και συγκρατεί την πλάκα πίεσεως και το σύστημα μοχλών
- Σύστημα μοχλών αποσύμπλεξης, οι οποίοι διακρίνονται σε δύο είδη:

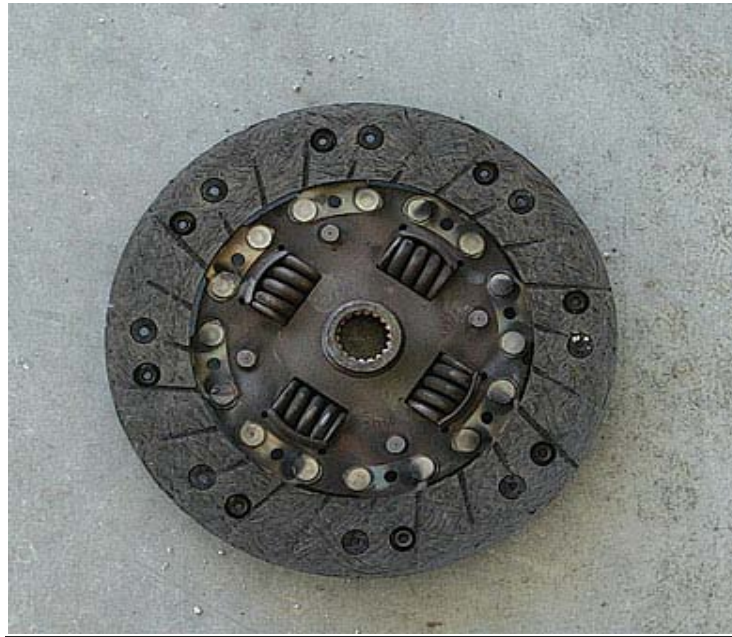
1. Με ελατήρια και ζύγωθρα:

Τα ελατήρια τοποθετούνται περιφερειακά στην πλάκα πίεσεως και συγκρατούνται από το κέλυφος. Εξασκούν μόνιμη πίεση πάνω στην πλάκα πίεσεως. Όσο μεγαλύτερη ροπή θέλουμε να μεταφέρουμε τόσο πιο ισχυρότερα και περισσότερα πρέπει να είναι τα ελατήρια. Εξασθένιση των ελατηρίων επιφέρει ολίσθηση του δίσκου, θέρμανση και φθορά του δίσκου και απώλεια ισχύος. Τα ζύγωθρα ή κοκοράκια, είναι μοχλοί που στη μια άκρη τους δέχονται τη δύναμη από τον ωστικό τριβέα και πλησιάζουν προς τον σφόνδυλο ενώ η άλλη τους άκρη απομακρύνεται με αποτέλεσμα να συσπειρώνονται τα ελατήρια και να απομακρύνεται η πλάκα πίεσεως.

2. Με ελατηριωτό διάφραγμα:

Στους συμπλέκτες αυτούς τα ελικοειδή ελατήρια έχουν αντικατασταθεί από ένα ελατηριωτό διάφραγμα με τομείς σαν χτένι με ακτινοειδή διάταξη. Η εξωτερική περιφέρεια του διαφράγματος στερεώνεται πάνω στην πλάκα πίεσεως. Στις δυο πλευρές του ελατηρίου τοποθετούνται δυο δακτυλιοειδή υπομόχλια που στερεώνονται πάνω στο κέλυφος. Τα υπομόχλια αυτά συγκρατούν ανάμεσα τους το ελατήριο ενώ ο ωστικός τριβέας ενεργεί στην εσωτερική περιφέρεια του διαφράγματος. Η αποσύμπλεξη γίνεται κάτω από την πίεση του ωστικού τριβέα και τα άκρο των ακτινοειδών δακτύλων του ελάσματος γίνεται κοίλο. Η εξωτερική του περιφέρεια τείνει να απομακρυνθεί από το σφόνδυλο και παρασύρει την πλάκα πίεσεως. Αυτός ο τύπος συμπλέκτη χρησιμοποιείται στους πολύστροφους κινητήρες διότι αποδίδει καλύτερα αποτελέσματα στην περίοδο σύμπλεξης και στη διάρκεια ζωής του σε σχέση μ' αυτόν με ελικοειδή ελατήρια.

- **Δίσκος τριβής**



Ο δίσκος τριβής μεσολαβεί μεταξύ σφονδύλου και πλατώ. Η επιφάνεια επαφής του είναι από φερμουίτ ή υλικά με μεγάλο συντελεστή τριβής ώστε να μπορεί να μεταφέρει τη ροπή στρέψης αλλά και να αντέχει την αναπτυσσόμενη θερμοκρασία. Η επιφάνεια επαφής είναι συνδεδεμένη με πριτσίνια πάνω σε ένα χαλύβδινο έλασμα που ονομάζεται μαργαρίτα. Το χαλύβδινο αυτό έλασμα είναι συνδεδεμένο ελαστικά με την πλήμνη με ελικοειδή ελατήρια. Σκοπός της σύνδεσης αυτής είναι η προοδευτική μετάδοση της κίνησης κατά τη σύμπλεξη. Τα ελατήρια αυτά ονομάζονται ελατήρια απορρόφησης κραδασμών ή ελατήρια σκορτσαρίσματος. Παραλλαγή που εμφανίζεται στα νέα μοντέλα αποτελεί να έχουμε συνδεδεμένο σταθερά το δίσκο με την πλήμνη και τα ελατήρια να είναι μέσα στο σφόνδυλο με ανάλογη εσωτερική διαμόρφωση. Το εσωτερικό της πλήμνης είναι πολύσφηνο και μέσα σφηνώνεται στο άκρο του ο πρωτεύων άξονας που βρίσκεται έξω από το κιβώτιο που είναι διαμορφωμένο εξωτερικό πολύσφηνο.

- **Ωστικός τριβέας**



Είναι περισσότερο γνωστός ως ρουλεμάν του συμπλέκτη. Ο τριβέας αυτός περιστρέφεται στο ξεκίνημα του αυτοκινήτου και στην αποσύμπλεξη για την αλλαγή της ταχύτητας. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται αυτολιπαινόμενος τριβέας που δεν απαιτεί λίπανση. Ο ωστικός τριβέας είναι ένα εξάρτημα το οποίο δέχεται τη δύναμη που έρχεται, με κατάλληλο τρόπο, από το πεντάλ του οδηγού για να πιέσει με τη σειρά του τα ζύγωθρα ή τα χτένια και να δημιουργηθεί απομάκρυνση της πλάκας πίεσεως (0,2 - 0,5 mm) Επίσης υπάρχουν και οι τριβείς ολισθήσεως από γραφίτη (τα λεγόμενα καρβουνάκια,) σε μερικά αυτοκίνητα, αντί του ωστικού τριβέα.

Σύστημα αποσύμπλεξης ξηρού συμπλέκτη

Ο χειρισμός του συμπλέκτη γίνεται με το πεντάλ, η πίεση μεταδίδεται μέσω:

- Κινηματικής αλυσίδας (μοχλόν ή ντίζας) και
- Υδραυλικό σύστημα, η δύναμη φτάνει στο ωστικό τριβέα με υδραυλική πίεση.

Η μηχανική κινηματικής αλυσίδας είναι αξιόπιστη στην λειτουργία, αλλά απαιτεί μεγαλύτερη δύναμη χειρισμού σε σχέση με το υδραυλικό σύστημα που πολλαπλασιάζει τη δύναμη, όμως η παρουσία αέρα στις σωληνώσεις του και η έλλειψη στεγανότητας το θέτουν εκτός λειτουργίας

1.4.2 Σύμπλεξη και αποσύμπλεξη ξηρού συμπλέκτη

Ο χειρισμός του συμπλέκτη γίνεται με το πεντάλ, η πίεση μεταδίδεται μέσω:

- Κινηματικής αλυσίδας (μοχλών ή ντίζας) και
- Υδραυλικό σύστημα, η δύναμη φτάνει στο ωστικό τριβέα με υδραυλική πίεση.

Η μηχανική κινηματικής αλυσίδας είναι αξιόπιστη στην λειτουργία, αλλά απαιτεί μεγαλύτερη δύναμη χειρισμού σε σχέση με το υδραυλικό σύστημα που πολλαπλασιάζει τη δύναμη, όμως η παρουσία αέρα στις σωληνώσεις του και η έλλειψη στεγανότητας το θέτουν εκτός λειτουργίας.

Όταν το πατίδι του συμπλέκτη είναι ελεύθερο, το ελατηριωτό διάφραγμα, το οποίο έχει περίπου επίπεδη μορφή, αναγκάζει το δίσκο να παραμένει σταθερά ακινητοποιημένος μεταξύ του σφονδύλου και της πλάκας πίεσης. Έτσι γίνεται η σύμπλεξη του δίσκου.

1.4.3 Αρχές λειτουργίας υδραυλικού συμπλέκτη

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί με χαμηλές στροφές (μέχρι 900 rpm) η ταχύτητα ροής του λαδιού μέσα στο συμπλέκτη είναι πολύ μικρή και η δύναμη, που δέχεται ο στρόβιλος από το λάδι, δεν είναι ικανή να το περιστρέψει. Σε αυτή τη φάση δεν μεταδίδεται ισχύς από τον κινητήρα προς τους κινητήριους τροχούς. Όταν όμως αυξήσουμε τις στροφές της μηχανής (άνω των 1500 rpm), τότε αυξάνει και η φυγόκεντρη δύναμη του λαδιού που εξάγεται από τα πτερύγια της αντλίας και χτυπούν με δύναμη στο εξωτερικό μέρος των πτερυγίων του στρόβιλου και δημιουργείται η ροπή περιστροφής του κελύφους του στρόβιλου. Αυτή η μεταφορά ισχύος συνεχίζεται όσο ο στρόβιλος περιστρέφεται με χαμηλότερο αριθμό στροφών από την αντλία και παύει, όταν οι στροφές εξισωθούν.

Το βασικό μειονέκτημα του υδραυλικού συμπλέκτη παρουσιάζεται στην επιστροφή του της ροής του λαδιού από το στρόβιλο στην αντλία, με αντίθετη φορά περιστροφής. Όταν το όχημα συναντήσει μεγάλη αντίσταση τότε η ροπή που απαιτείται για να κινηθεί ο στρόβιλος από την αντλία είναι πολύ μεγαλύτερη και η κίνηση διακόπτεται.

Οι υδραυλικοί συμπλέκτες (Φόζινγκερ 1910) χρησιμοποιούν την φυγόκεντρη δύναμη ενός υγρού για να μεταδώσουν την κίνηση από τον κινητήρα στο σύστημα μετάδοσης κίνησης. Μεταλλική επαφή μεταξύ των δύο μερών δεν υπάρχει. Το υγρό αυτό είναι ένα ειδικό λεπτόρρευστο λάδι, βρίσκεται μέσα σε κλειστό κέλυφος και χρησιμοποιείται συνεχώς το ίδιο. Η σύνδεση και η αποσύνδεση γίνεται αυτόματα. Πεντάλ συμπλέκτη δεν υπάρχει. Χρησιμοποιείται σε πολλά οχήματα σε συνδυασμό με πλανητικά κιβώτια ταχυτήτων.

Διακρίνονται σε δυο είδη:

- Υδραυλικοί συμπλέκτες
- Μετατροπείς ροπής

Δομή

Η αντλία που είναι και το κινητήριο στοιχείο, συνδέεται με το σφόνδυλο του κινητήρα, ενώ ο στρόβιλος που είναι και το κινούμενο στοιχείο συνδέεται με πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων. Η αντλία και ο στρόβιλος διαμορφώνονται κατάλληλα και σχηματίζουν ένα κλειστό κέλυφος. Το εσωτερικό κέλυφος της αντλίας και του στροβίλου φέρουν πτερύγια σε ακτινική διάταξη. Τα 3 / 5 του ελεύθερου όγκου του κελύφους καλύπτεται από ειδικό λάδι. Σε ένα υδραυλικό συμπλέκτη η κίνηση του λαδιού είναι στη πραγματικότητα σπειροειδής. Ο μέγιστος συντελεστής απόδοσης μεταξύ αντλίας - στρόβιλου φτάνει μέχρι το 98% των στροφών. Το 2% μετατρέπεται σε θερμότητα λόγω ολίσθησης.

1.4.4 Συμπλέκτης με αυτορυθμιζόμενο διάφραγμα (SAC)

Τα τελευταία χρόνια οι αυτορυθμιζόμενοι συμπλέκτες έχουν γίνει σπάνια εξοπλισμός σε εφαρμογές με υψηλές ροπές κινητήρα ή με αυξημένες απαιτήσεις για διάρκεια ζωής. Τα ουσιαστικά πλεονεκτήματα του SAC απέναντι σε έναν συμβατικό συμπλέκτη είναι:

- χαμηλά φορτία αποσύμπλεξης τα οποία παραμένουν σταθερά σε όλη τη διάρκεια ζωής
- έτσι επιτυγχάνουμε άψογη οδηγική άνεση καθ' όλη τη διάρκεια ζωής
- αυξημένα περιθώρια φθοράς με αποτέλεσμα μεγαλύτερη διάρκεια ζωής εξαιτίας της αυτόματης ρύθμισης της φθοράς
- η υπερβολική διαδρομή του ρουλεμάν αποσύμπλεξης αποτρέπεται από το τέρμα του διαφράγματος

Με άμεσα επιπλέον πλεονεκτήματα:

- απλούστερος σχεδιασμός συστήματος αποσύμπλεξης
- μικρότερη διαδρομή πεντάλ
- νέες ιδέες μηχανικής για τη μείωση της διαμέτρου του δίσκου (μεταφορά ροπής)
- μικρότερη διαδρομή ρουλεμάν αποσύμπλεξης σε όλη τη διάρκεια ζωής του

1.4.4.1 Αρχή λειτουργίας του αυτορυθμιζόμενου συμπλέκτη (SAC)

Σε έναν συμπλέκτη με ρύθμιση φθοράς ο αισθητήρας φορτίου ανιχνεύει την αύξηση στο φορτίο αποσύμπλεξης που προκαλείται από τη φθορά και δρα διορθωτικά στην μείωση του πάχους του υλικού τριβής. Αντίθετα με έναν συμβατικό συμπλέκτη, το (κυρίως) διάφραγμα υποστηρίζεται από το αποκαλούμενο ελατήριο αισθητήρα αντί να είναι περτσινωμένο στο κάλυμμα. Σε αντίθεση με το έντονα οπισθοδρομικό διάφραγμα, το ελατήριο αισθητήρας προσφέρει επαρκές ευρύ φάσμα σχεδόν συνεχούς φορτίου.

Το φάσμα του συνεχούς φορτίου του ελατηρίου αισθητήρα είναι σχεδιασμένο να είναι ελαφρώς υψηλότερο από το επιθυμητό φορτίο αποσύμπλεξης. Όσο το φορτίο αποσύμπλεξης είναι μικρότερο από το φορτίο του αισθητήριου ελατηρίου κατά την αποσύμπλεξη του συμπλέκτη, η άρθρωση του διαφράγματος παραμένει σταθερή. Όταν η φθορά του υλικού τριβής αυξάνεται, τότε αυξάνεται και το φορτίο αποσύμπλεξης, η αντίρροπή δύναμη του ελατηρίου αισθητήρα ξεπερνάται και το σημείο της άρθρωσης μετακινείται προς το βολάν σε μια θέση όπου το φορτίο αποσύμπλεξης πέφτει και πάλι κάτω από το φορτίο του αισθητήρα. Όταν το ελατήριο αισθητήρας αποκλίνει, δημιουργείται ένα κενό μεταξύ του σημείου άρθρωσης και του καλύμματος, το οποίο μπορεί να αντισταθμιστεί εισάγοντας ένα εξάρτημα με σφηνοειδές σχήμα.

1.4.4.2 Σχεδιασμός ενός αυτορυθμιζόμενου συμπλέκτη με αισθητήρα φορτίου

Ο αισθητήρας φορτίου με σφήνα ρύθμισης πάχους μπορεί να κατασκευαστεί με έναν απλό και αποτελεσματικό τρόπο. Σε σύγκριση με το συμβατικό συμπλέκτη, τα μόνα επιπρόσθετα εξαρτήματα που απαιτούνται σε αυτόν το σχεδιασμό είναι το ελατήριο αισθητήρας (κόκκινο) και ένα ελατήριο ράμπας (κίτρινο). Το διάφραγμα αισθητήρας βρίσκεται στο κάλυμμα και τα εσωτερικά άκρα υποστηρίζουν το κυρίως διάφραγμα.

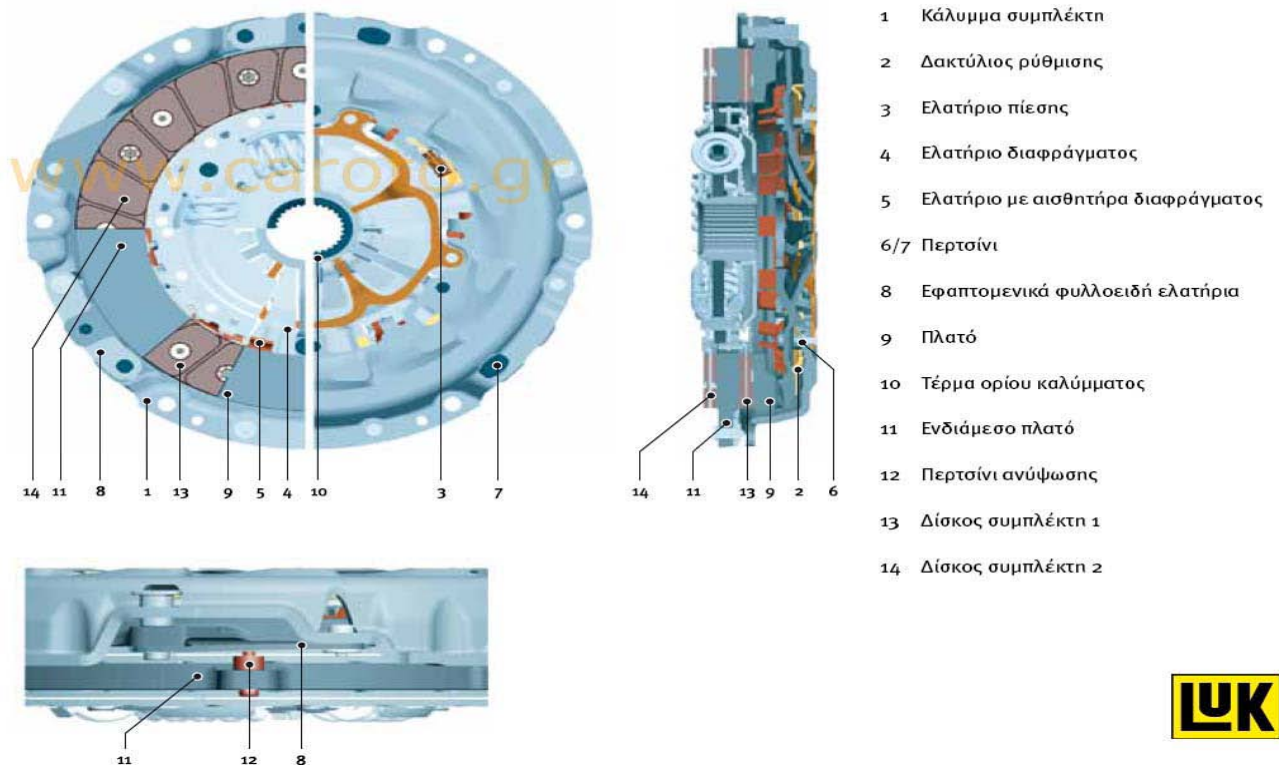
Λόγω των φυγοκεντρικών δυνάμεων, οι σφήνες που παρέχουν την ουσιαστική ρύθμιση είναι τοποθετημένες περιφερειακά. Ένας χαλύβδινος μεταλλικός δακτύλιος με κεκλιμένες ράμπες κινείται σε αντιτιθέμενες ράμπες στο κάλυμμα. Το χαλύβδινο ελατήριο ρύθμισης είναι προφορτισμένο περιφερειακά με ελατήρια πίεσης τα οποία επιβάλλουν στο ελατήριο να κλείσει το κενό μεταξύ του διαφράγματος και του καλύμματος όταν το ελατήριο αισθητήρας αποκλίνει.

Η εικόνα 1 δείχνει τις καμπύλες του φορτίου αποσύμπλεξης ενός συμβατικού συμπλέκτη με καινούριο και φθαρμένο υλικό τριβής. Αντιθέτως, συγκρίνετε το σημαντικά χαμηλότερο φορτίο αποσύμπλεξης του SAC όπως φαίνεται στο γράφημα 2, το οποίο έχει μια καμπύλη χαρακτηριστικών λειτουργίας που παραμένει ουσιαστικά απaráλλαχτη κατά τη διάρκεια ζωής του. Ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα είναι η μεγαλύτερη ανοχή σε φθορά, η οποία δεν εξαρτάται πλέον από το μήκος της καμπύλης του διαφράγματος (όπως στον συμβατικό συμπλέκτη) αλλά πιο πολύ από το ύψος της ράμπας, το οποίο μπορεί εύκολα να

αυξηθεί στα 3 mm για μικρούς και στα 10 mm για πολύ μεγάλους συμπλέκτες. Αυτό αποτελεί ένα αποφασιστικό βήμα προς την εξέλιξη ισχυρότερων συμπλεκτών.

1.4.4.3 SAC πολλαπλών δίσκων.

2.2 Αυτορυθμιζόμενος συμπλέκτης (SAC) με πολλαπλούς δίσκους



Κινητήρες υψηλής απόδοσης που παράγουν ροπή πάνω από 500Nm απαιτούν συμπλέκτες που έχουν σχεδιαστεί να μεταφέρουν τέτοιες ροπές. Αυτό προκαλεί μια σχεδόν αναπόφευκτη αύξηση στη δύναμη του πεντάλ παρά τη χρήση του αυτορυθμιζόμενου συμπλέκτη. Μια ποικιλία τεχνολογικών προσεγγίσεων κράτησε την αύξηση μέσα σε λογικά πλαίσια (πχ βελτιωμένα συστήματα αποσύμπλεξης) παρόλ' αυτά η ζήτηση για συμπλέκτες με μειωμένη δύναμη ενεργοποίησης έγινε ολοένα και μεγαλύτερη.

Σε αντίθεση με την έκδοση μονού δίσκου, ο SAC πολλαπλών δίσκων έχει μια επιπρόσθετη ενδιάμεση πλάκα πίεσης και τρία επιπλέον εφαπτόμενα φυλλοειδή ελατήρια τα οποία εξασφαλίζουν επαρκή ανύψωση της ενδιάμεσης πλάκας πίεσης. Για να υπάρξει ομοιόμορφη φθορά και των δυο δίσκων, πριτσίνια ανύψωσης χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν το ενδιάμεσο πλατό. Εξασφαλίζουν πως η ανύψωση του ενδιάμεσου πλατό είναι η

μισή από την ανύψωση του πλατό. Μια ειδική έκδοση του δίσκου του συμπλέκτη μπορεί να κατασκευαστεί για να ταιριάζει σε εφαρμογές αυτοκινήτων που απαιτούν δίσκο με απόσβεση ώστε να παρέχουν καλύτερη μόνωση.

Το κέρδος ενός SAC πολλαπλών δίσκων είναι πως επιτρέπει μια μείωση στο φορτίο αποσύμπλεξης για την ίδια ροπή κινητήρα ή αντίθετα, μια αύξηση στη μεταφορά ροπής του κινητήρα στα ίδια επίπεδα φορτίων αποσύμπλεξης. Σε κινητήρες όπου η υψηλή ροπή συνδυάζεται και με υψηλές στροφές κινητήρα, ο SAC πολλαπλών δίσκων προσφέρει την επιλογή της μείωσης της επιφάνειας της εξωτερικής διαμέτρου, το οποίο με τη σειρά του βελτιώνει τα χαρακτηριστικά αντοχής των δίσκων του συμπλέκτη. Επιπλέον, η μείωση του όγκου του δίσκου του συμπλέκτη βοηθάει στην σταθεροποίηση, ή έστω και στη μικρή μείωση της αδράνειας του δίσκου σε σύγκριση με ένα σύστημα μονού δίσκου αντίστοιχης δυναμικής ροπής.

1.4.5 Συμπλέκτης διπλής μάζας



Πρόκειται για έναν σχετικά πρόσφατο τύπο συμπλέκτη που χρησιμοποιεί βολάν διπλής μάζας. Αναλυτικότερα το κύριο στοιχείο αυτή της διάταξης είναι πως ο σφόνδυλος (βολάν) είναι διαιρούμενος και αποτελείται από ένα ενδιάμεσο μέρος και το κυρίως βολάν. Το ενδιάμεσο εξάρτημα φέρει περιφερειακά ελατήρια που αποσβένουν τις ταλαντώσεις και τους κραδασμούς κατά την σύμπλεξη. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ομαλότερη σύμπλεξη μειώνοντας τους κραδασμούς κατά την μεταφορά της ισχύος.

1.4.6 Ρύθμιση της ελεύθερης διαδρομής του πατιδίου του συμπλέκτη

Για την ομαλή λειτουργία του συμπλέκτη, το πατίδι πρέπει να έχει μια ορισμένη ελεύθερη διαδρομή 20-25 mm. Στο τέρμα αυτής της διαδρομής ο ωστικός τριβέας αρχίζει να πιέζει τους μοχλούς αποσύμπλεξης ή το ελατηριωτό διάφραγμα. Όταν η ελεύθερη διαδρομή

του πατιδιού είναι πολύ μεγαλύτερη από την κανονική, ο δίσκος δεν ελευθερώνεται τελείως, με αποτέλεσμα να γίνεται δύσκολη η αλλαγή των ταχυτήτων. Στην αντίθετη περίπτωση, όταν δηλαδή δεν υπάρχει ελεύθερη διαδρομή, ο δίσκος ολισθαίνει με αποτέλεσμα, ενώ οι στροφές της μηχανής αυξάνονται, να μην παρατηρείται αντίστοιχη επιτάχυνση στο αυτοκίνητο.

Και στους δύο τύπους του συστήματος μετάδοσης της κίνησης (υδραυλικό και μηχανικό) η ρύθμιση της ελεύθερης διαδρομής του πατιδιού ρυθμίζεται με ένα ρυθμιστικό και ένα ασφαλιστικό περικόχλιο που βρίσκεται στο μεν υδραυλικό σύστημα στο μοχλό της αντλίας, στο δε μηχανικό στην άκρη του σύρματος.

1.4.7 Συντήρηση και βλάβες συμπλέκτη

- **Στο συμπλέκτη**

Ο συμπλέκτης του αυτοκινήτου είναι ένα αρκετά ευπαθές εξάρτημα και η πιθανότητα πρόωρης φθοράς του είναι αυξημένη. Τα σημαντικότερα προβλήματα, που παρατηρούνται, είναι η "άρνηση" της ταχύτητας να μπει, καθώς και η δυσκολία του αυτοκινήτου να ξεκινήσει.

Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, το πρόβλημα είναι το ίδιο και οφείλεται στη φθορά του δίσκου σύμπλεξης. Η αντικατάστασή του, σε συνεργείο, θα επαναφέρει το αυτοκίνητο στην αρχική του κατάσταση.

- **Στο Δίσκο πλατώ**

Αν ενώ πατάτε γκάζι το αυτοκίνητο δεν επιταχύνει, τότε έχει φθαρεί ο δίσκος του συμπλέκτη με αποτέλεσμα να «γλυστράει» και να μην μπορεί να μεταδώσει σωστά την ροπή στρέψης. Σε αυτήν την περίπτωση θα χρειαστείτε αλλαγή δίσκο πλατώ, οι τιμές για την οποία ξεκινούν από 80€, ανάλογα με το πού έχει την κίνηση το αυτοκίνητο (μπρος-πίσω) και φτάνουν μέχρι και τα 180€. Σε ακραίες περιπτώσεις και για συγκεκριμένα μοντέλα, τα εργατικά για αλλαγή δίσκο πλατώ «αγγίζουν» τα 500€. Ενδεικτική τιμή για ένα καινούργιο δίσκο πλατώ είναι τα 140€.

Για τη συντήρηση του συμπλέκτη επιβάλλεται να γίνεται περιοδικά έλεγχος του όσον αφορά:

(α) τη στάθμη του υγρού στο δοχείο της κεντρικής αντλίας.

(β) την ελεύθερη διαδρομή του πατιδιού.

(γ) τις σωληνώσεις του υδραυλικού συστήματος μετάδοσης κίνησης.

(δ) την απώλεια υγρού από την κεντρική και βοηθητική αντλία του συμπλέκτη.

Οι πιο βασικές βλάβες στο συμπλέκτη, οι αιτίες που τις προκαλούν και η επιδιόρθωση τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα 1.

Βλάβες	Αιτίες βλαβών	Επιδιόρθωση
(α) Ο συμπλέκτης ολισθαίνει	<ul style="list-style-type: none">• Δεν υπάρχει ελεύθερη διαδρομή του πατιδίου• Λάδια ή γράσα στις επιφάνειες τριβής του δίσκου• Φθαρμένος δίσκος• Αδύνατα ή σπασμένα ελατήρια πίεσης• Σπασμένο ελατηριωτό διάφραγμα	<ul style="list-style-type: none">• Ρύθμιση• Αλλαγή δίσκου• Αλλαγή δίσκου• Αλλαγή ελατηρίων ή ολόκληρου του συγκροτήματος• Αλλαγή ολόκληρου του συστήματος
(β) Κακή αποσύμπλεξη του δίσκου – δυσκολία στην αλλαγή ταχυτήτων	<ul style="list-style-type: none">• Η ελεύθερη διαδρομή του πατιδίου είναι μεγάλη• Δίσκος «κολλημένος» στο σφόνδυλο ή στο πολύσφηνο του πρωτεύοντα άξονα εξαιτίας ακαθαρσιών, λαδιών και υπερθέρμανσης• Κακή ρύθμιση των μοχλών αποσύμπλεξης	<ul style="list-style-type: none">• Ρύθμιση• Αλλαγή δίσκου• Ρύθμιση

	<ul style="list-style-type: none"> • Φθαρμένοι στεγανωτήρες (πετσιά) αντλιών και απώλεια υγρού • Αέρας στο υδραυλικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης 	<ul style="list-style-type: none"> • Αλλαγή στεγανωτήρος • Εξαερισμός του συστήματος
(γ) Απότομη σύμπλεξη του δίσκου	<ul style="list-style-type: none"> • Κακή παραλληλότητα της πλάκας πίεσης προς το σφόνδυλο • Λάδια ή ακαθαρσίες στις επιφάνειες τριβής του δίσκου • <input type="checkbox"/> Πολύ χαλαρές ή φθαρμένες οι βάσεις της μηχανής 	<ul style="list-style-type: none"> • Ρύθμιση των μοχλών αποσύμπλεξης • Αλλαγή δίσκου • Αλλαγή βάσεων μηχανής
(δ) Ο συμπλέκτης θορυβεί κατά το πάτημα του πατιδίου	<ul style="list-style-type: none"> • Φθαρμένος ο ωστικός τριβέας του συμπλέκτη • Φθορά στο δίχαλο 	<ul style="list-style-type: none"> • Αλλαγή ωστικού τριβέα • Αλλαγή δίχαλου
(ε) Το αυτοκίνητο τρέμει κατά την εκκίνηση	<ul style="list-style-type: none"> • Πολύ χαλαρές ή φθαρμένες οι βάσεις της μηχανής και του κιβώτιου ταχυτήτων • Φθαρμένα τα ελατήρια ταλαντώσεων του δίσκου 	<ul style="list-style-type: none"> • Αλλαγή βάσεων μηχανής • Αλλαγή δίσκου

1.5 Κιβώτιο ταχυτήτων

Γενικά

Το κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από διάφορους συνδυασμούς οδοντοτροχών και επιτρέπει στον οδηγό του αυτοκινήτου την αλλαγή σχέσης ή και φοράς μετάδοσης της κίνησης από τη μηχανή στους τροχούς.

Με ένα μόνο ζεύγος οδοντοτροχών δε θα ήταν δυνατό να πετύχουμε τη μεγάλη σχετικά κλίμακα σχέσεων, ροπών και στροφών που χρειάζεται ένα αυτοκίνητο για την κίνησή του. Είναι λοιπόν απαραίτητη η ύπαρξη περισσότερων ζευγών οδοντοτροχών, συγκεντρωμένων σε ένα μεταλλικό κιβώτιο όπου, με κατάλληλους χειρισμούς, να είναι δυνατό να σχηματιστούν τρεις, τέσσερις ή και περισσότεροι ακόμα συνδυασμοί ζευγών οδοντοτροχών, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητές κάθε φορά σχέσεις (ταχύτητες), για τη μετάδοση της κίνησης από τη μηχανή στους τροχούς.

1.5.1 Προορισμός και θέση του κιβωτίου ταχυτήτων στο αυτοκίνητο

Ο προορισμός του κιβωτίου ταχυτήτων είναι:

1. Να δίνει στους κινητήριους τροχούς διάφορους συνδυασμούς ροπής και στροφών.
2. Να συνδέει και να αποσυνδέει μόνιμα τη μηχανή από το υπόλοιπο μέρος του συστήματος μετάδοσης της κίνησης.
3. Να αντιστρέφει τη φορά κίνησης του αυτοκινήτου.
4. Να επιτρέπει στη μηχανή να εργάζεται με τον πιο οικονομικό τρόπο.
5. Να δίνει κίνηση σε βοηθητικούς μηχανισμούς του αυτοκινήτου.

Η θέση του κιβωτίου ταχυτήτων στο αυτοκίνητο εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το αν η κίνηση είναι στους πισινούς ή στους μπροστινούς τροχούς. Αν η κίνηση είναι στους πισινούς τροχούς, τότε το κιβώτιο ταχυτήτων βρίσκεται μεταξύ του συμπλέκτη και του άξονα μετάδοσης της κίνησης. Αν η κίνηση είναι στους μπροστινούς τροχούς, τότε το κιβώτιο ταχυτήτων βρίσκεται μπροστά στο χώρο της μηχανής και στο ίδιο κέλυφος που περιβάλλονται ο συμπλέκτης και το διαφορικό.

Έτσι λοιπόν στο ερώτημα μας “τι είναι το κιβώτιο ταχυτήτων” η απάντηση είναι ότι το κιβώτιο ταχυτήτων είναι ένας μηχανισμός αποτελούμενος από οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια) που χρησιμεύει για την προσαρμογή της ροπής και των στροφών του κινητήρα στις ανάγκες της κίνησης. Τα γρανάζια κινούν το ένα το άλλο σε διαφορετικούς συνδυασμούς, η κίνηση δηλαδή δεν «περνά» από όλα τα γρανάζια κάθε φορά, αλλά από συγκεκριμένα,

ανάλογα με τη σχέση που επιλέγει ο οδηγός. Ο κάθε τέτοιος συνδυασμός εξασφαλίζει διαφορετική σχέση μετάδοσης. Κάθε σχέση μετατρέπει σε διαφορετικό βαθμό τη ροπή («δύναμη» που έχει το αυτοκίνητο) και τις στροφές που μεταδίδονται από τον κινητήρα στους τροχούς. Στην περίπτωση που η ροπή μεγαλώνει οι στροφές μειώνονται και αντίστροφα.

Περισσότερη δύναμη έχουμε όσο προχωράμε από την 5η ή την 4η σχέση προς την 1η. Αυτός είναι και ο λόγος που όταν ξεκινάμε επιλέγουμε την 1η ταχύτητα και στη συνέχεια επιλέγουμε 2η, 3η κ.ο.κ. Για τον ίδιο λόγο όταν ο δρόμος γίνεται ανηφορικός ή όταν θέλουμε να προσπεράσουμε κάποιο αυτοκίνητο «κατεβάζουμε ταχύτητα», επιλέγουμε δηλαδή την 3η αν προηγουμένως είχαμε επιλέξει 4η ή την 2η αν είχαμε επιλέξει την 3η ή ακόμα μπορεί να χρειαστεί να «κατεβάσουμε» δύο ταχύτητες μαζί. Ότι κερδίζουμε όμως σε δύναμη το χάνουμε σε ταχύτητα, αφού οι τροχοί περιστρέφονται με μικρότερη συχνότητα (λιγότερες στροφές), όταν έχει επιλεγεί για παράδειγμα η 1η και με μεγαλύτερη όταν έχει επιλεγεί η 3η ή η 4η. Γι' αυτόν το λόγο η μέγιστη ταχύτητα των αυτοκινήτων επιτυγχάνεται με 4η ή με 5η. Οι αλλαγές των σχέσεων δεν θα μπορούσαν να γίνουν αν δεν υπήρχε δυνατότητα διακοπής της μετάδοσης της κίνησης από τον κινητήρα στο κιβώτιο. Σε αυτήν την περίπτωση δεν θα μπορούσαμε ούτε να σταματήσουμε το αυτοκίνητο μας με αναμμένη μηχανή.

Γι' αυτόν το λόγο υπάρχει ο συμπλέκτης ο οποίος βρίσκεται ανάμεσα στο κιβώτιο ταχυτήτων και τη μηχανή. Τα παραπάνω δεν ισχύουν μόνο για τα χειροκίνητα, αλλά και για τα αυτόματα κιβώτια, που σε αντίθεση με αυτό που νομίζουν πολλοί, έχουν ταχύτητες. Η διαφορά με τα χειροκίνητα, πέρα από τη διαφορετική διάταξη των γραναζιών, βρίσκεται στο ότι αυτά επιλέγουν μόνα τους τη σχέση μετάδοσης. Διαφορετικός είναι και ο συμπλέκτης ώστε να μην χρειάζεται το πάτημα του αντίστοιχου πεντάλ από τον οδηγό, το οποίο πεντάλ όπως είναι γνωστό, στα «αυτόματα» αυτοκίνητα δεν υπάρχει.

1.6 Άξονας μετάδοσης της κίνησης

Γενικά

Ο άξονας μετάδοσης της κίνησης είναι ένας αρκετά ισχυρός μεταλλικός σωλήνας, που έχει ως σκοπό να μεταδίδει την κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων στον πισινό κινητήριο άξονα, σε αυτοκίνητα με τη μηχανή μπροστά και κίνηση στους πισινούς. Η θέση των δύο αυτών μερών (κιβωτίου ταχυτήτων και πισινού κινητήριου άξονα) δεν είναι σταθερή, ούτε ως προς την απόσταση που υπάρχει ανάμεσά τους, ούτε ως προς τη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ τους.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κιβώτιο ταχυτήτων είναι στερεωμένο στο αμάξωμα του αυτοκινήτου, ενώ ο πισινός άξονας μεταβάλλει τη θέση του, ανάλογα με τη συμπεριφορά

του συστήματος ανάρτησης. Όταν δηλαδή το έδαφος είναι ανώμαλο ή το φορτίο στο αυτοκίνητο μεγάλο, τα ελατήρια ανάρτησης συσπειρώνονται και ο άξονας μετάδοσης της κίνησης τείνει να ευθυγραμμιστεί, έχοντας ως επακόλουθο τη μείωση της απόστασης μεταξύ του κιβωτίου ταχυτήτων και του πισινού κινητήριου άξονα. Όταν όμως δεν υπάρχει φορτίο στο αυτοκίνητο, τα ελατήρια ανάρτησης αποσυσπειρώνονται, ανυψώνουν το αμάξωμα και η πιο πάνω απόσταση αυξάνεται.

Ο άξονας μετάδοσης της κίνησης, λοιπόν, πρέπει να είναι τέτοιος, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα:

- (α) Να αυξομειώνεται το μήκος του, με τη βοήθεια του τηλεσκοπικού συνδέσμου.
- (β) Να μεταδίδει την κίνηση υπό γωνία, με τη βοήθεια των αρθρωτών συνδέσμων.

1.6.1 Κατασκευή – Λειτουργία

Βασικά μέρη του άξονα μετάδοσης της κίνησης είναι:

- Ο τηλεσκοπικός σύνδεσμος
- Οι αρθρωτοί σύνδεσμοι

Ο τηλεσκοπικός σύνδεσμος, το λεγόμενο πολύσφηνο, είναι το εξάρτημα το οποίο δίνει στον άξονα μετάδοσης της κίνησης τη δυνατότητα αυξομείωσης του μήκους του. Ο σύνδεσμος αυτός αποτελείται από ένα ζεύγος πολύσφηνων, τα οποία μπορούν να κινηθούν ελεύθερα λίγα χιλιοστά το ένα μέσα στο άλλο. Οι δύο αρθρωτοί σύνδεσμοι, ένας σε κάθε άκρο του άξονα μετάδοσης της κίνησης, δίνουν στον άξονα τη δυνατότητα να μεταδίδει την κίνηση υπό γωνία, η οποία δεν είναι σταθερή. Ο αρθρωτός σύνδεσμος Χάρντι Σπάισερ (Hardy Spicer) είναι εξέλιξη του απλού σταυρού τύπου Χουκ (Hooke).

Αυτός ο τύπος αρθρωτού συνδέσμου (Χάρντι Σπάισερ):

- Έχει μικρό μέγεθος
- Ευθυγραμμίζει με ακρίβεια τα τμήματα του άξονα και τον καθιστά κατάλληλο να περιστρέφεται σε ψηλές στροφές.
- Δίνει στον άξονα μετάδοσης της κίνησης τη δυνατότητα να μεταδίδει την κίνηση υπό γωνία (20ο).

- Έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, αν η λίπανση των βελονοτριβέων του γίνεται συχνά.

Χρησιμοποιούνται δύο αρθρωτοί σύνδεσμοι Χάρντι Σπάισερ (ένας σε κάθε άκρο του άξονα μετάδοσης της κίνησης), διότι ένας μόνο θα προκαλούσε κραδασμούς στην περιστροφή του άξονα. Τόσο ο αρθρωτός σύνδεσμος Χάρντι Σπάισερ, όσο και ο σύνδεσμος ταχύτητας ανήκουν στην κατηγορία των μεταλλικών αρθρωτών συνδέσμων. Εκτός από τους μεταλλικούς, χρησιμοποιούνται και αρθρωτοί σύνδεσμοι από ελαστικό.

Ο πιο διαδεδομένος ελαστικός σύνδεσμος, που χρησιμοποιείται στους άξονες μετάδοσης της κίνησης, είναι ο πολυγωνικός τύπος. Ο σύνδεσμος αυτός αποτελείται από ένα ελαστικό δακτυλίδι, συνήθως σε σχήμα κωνικού εξαγώνου. Σε κάθε γωνιά του φέρει μεταλλική υποδοχή, για τη στήριξη των τμημάτων του άξονα μετάδοσης της κίνησης. Κάθε τμήμα του άξονα μετάδοσης της κίνησης έχει τρία σημεία σύνδεσής του με το σύνδεσμο.

Οι ελαστικοί σύνδεσμοι έχουν τα πιο κάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

Πλεονεκτήματα

- Είναι αθόρυβοι.
- Δε χρειάζονται λίπανση.
- Απορροφούν τους κραδασμούς.

Μειονεκτήματα

- Επιτρέπουν μικρή αλλαγή της γωνίας.
- Επιτρέπουν σχετικά μικρή επιμήκυνση.

Ο άξονας μετάδοσης της κίνησης ζυγοσταθμίζεται από τον κατασκευαστή, έτσι ώστε το βάρος του να είναι ομοιόμορφα κατανομημένο γύρω από τον άξονα περιστροφής του. Ανισομερής κατανομή του θα προκαλούσε κραδασμούς, που θα προξενούσαν βλάβη στους τριβείς του κιβωτίου ταχυτήτων και της γωνιακής μετάδοσης. Σε ορισμένους τύπους αυτοκινήτων που έχουν μεγάλο μήκος, χρησιμοποιείται άξονας μετάδοσης της κίνησης, που αποτελείται από δύο τμήματα με ένα τριβέα στη μέση, ώστε να αποφεύγονται οι ταλαντώσεις και οι κραδασμοί.

1.6.2 Συντήρηση και έλεγχος του άξονα μετάδοσης της κίνησης

Η συντήρηση του άξονα μετάδοσης της κίνησης συνίσταται στην περιοδική λίπανση του σταυρού των συνδέσμων του με γρασαδόρο, εφόσον βέβαια προβλέπεται από τον κατασκευαστή. Συνήθως οι βελονοτριβές των σταυρών λιπαίνονται και σφραγίζονται και συνεπώς δεν απαιτείται λίπανσή τους. Κάμψη του άξονα μετάδοσης της κίνησης, που κατά κανόνα οφείλεται σε εξωτερική επίδραση, σπάνια παρατηρείται. Η ευθυγράμμιση του άξονα μετάδοσης της κίνησης ελέγχεται με τη βοήθεια ωρολογιακού μικρομέτρου, το οποίο τοποθετείται σε μεταλλικά τμήματα τμήματος V.

Οι πιο βασικές βλάβες που παρατηρούνται στον άξονα μετάδοσης της κίνησης, οι αιτίες που τις προκαλούν και η επιδιόρθωση τους δίνονται στον πιο κάτω πίνακα 6/2.

Πίνακας 2: Βλάβες, αιτίες βλαβών και επιδιόρθωσή τους στον άξονα μετάδοσης της κίνησης.

Βλάβες	Αιτίες βλαβών	Επιδιόρθωση
(α) Θόρυβος κατά την εκκίνηση του αυτοκινήτου	<input type="checkbox"/> Φθαρμένος αρθρωτός σύνδεσμος	<input type="checkbox"/> Αντικατάσταση
(β) Κραδασμοί του άξονα μετάδοσης της κίνησης κατά την περιστροφή του σε ψηλές στροφές	<input type="checkbox"/> Στρέβλωση ή θραύση του άξονα	<input type="checkbox"/> Έλεγχος ή αντικατάσταση του άξονα

1.7 Μηχανισμός γωνιακής μετάδοσης – Διαφορικό

Γενικά

Ο μηχανισμός της γωνιακής μετάδοσης της κίνησης αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του διαφορικού, γι' αυτό αρχικά θα ασχοληθούμε με την περιγραφή του και στη συνέχεια θα περιγράψουμε το σύστημα του διαφορικού.

1.7.1 Σύστημα γωνιακής μετάδοσης της κίνησης

Για να κινηθεί το αυτοκίνητο, πρέπει η ισχύς της μηχανής να μεταδοθεί στα ημιαξόνια των κινητήριων τροχών, που συνήθως είναι οι πισινοί. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του άξονα μετάδοσης της κίνησης, ο οποίος είναι κάθετος στον πισινό άξονα και τα ημιαξόνιά του. Είναι επομένως απαραίτητο το σύστημα μετάδοσης της κίνησης να εφοδιαστεί με ένα μηχανισμό, που να έχει την ικανότητα να αλλάζει κατεύθυνση της κίνησης κατά 90°. Ο μηχανισμός αυτός ονομάζεται γωνιακή μετάδοση της κίνησης.

Ο μηχανισμός γωνιακής μετάδοσης της κίνησης μπορεί να λειτουργήσει με δύο συστήματα:

1. Το σύστημα γωνιακής μετάδοσης της κίνησης με κωνικό ζεύγος οδοντοτροχών, πηνίο και κορώνα.
2. Το σύστημα γωνιακής μετάδοσης της κίνησης με ατέρμονα κοχλία και οδοντοτροχό. Το σύστημα αυτό αποτελείται από:

- Το πηνίο: ένα κωνικό οδοντοτροχό που παίρνει κίνηση από τον άξονα μετάδοσης της κίνησης.
- Την κορώνα: μία κωνική οδοντωτή στεφάνη η οποία παίρνει κίνηση από το πηνίο.

Τα δόντια αυτού του κωνικού ζεύγους οδοντοτροχών είναι συνήθως ελικοειδή ώστε να επιτυγχάνεται αθόρυβη λειτουργία του μηχανισμού. Μία βελτιωμένη μορφή του κωνικού ζεύγους οδοντοτροχών με ελικοειδή δόντια είναι το ζεύγος οδοντοτροχών τύπου χάιποϊντ, όπου ο άξονας του πηνίο βρίσκεται χαμηλότερα από τον άξονα της κορώνας. Έτσι επιτυγχάνεται η κατασκευή αυτοκινήτων με χαμηλό αμάξωμα, γι' αυτό και το ζεύγος αυτό των οδοντοτροχών χρησιμοποιείται περισσότερο. Λειτουργεί επίσης ακόμη πιο αθόρυβα, σε σχέση με το άλλο ζεύγος οδοντοτροχών.

1.7.2 Μηχανισμός γωνιακής μετάδοσης κίνησης με ατέρμονα κοχλία και οδοντοτροχό

Το σύστημα αυτό αποτελείται από:

(α) τον ατέρμονα κοχλία

(β) τον οδοντοτροχό

Ο μηχανισμός αυτός, που χρησιμοποιείται ήδη σε βαριά οχήματα, έχει το πλεονέκτημα ότι μειώνει κατά πολύ την ταχύτητα των τροχών και αυξάνει τη στρεπτική ροπή που παίρνουν από τη μηχανή.

Ο μηχανισμός γωνιακής μετάδοσης της κίνησης, εκτός από το βασικό προορισμό που έχει, να αλλάζει δηλαδή την κατεύθυνση της κίνησης, μειώνει και τις στροφές στους τροχούς, αυξάνοντας έτσι τη στρεπτική ροπή. Η μείωση της ταχύτητας περιστροφής εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ του αριθμού των δοντιών της κορώνας σε σχέση με τον αριθμό των δοντιών του πηνίου. Αν, για παράδειγμα, το πηνίο έχει 10 δόντια και η κορώνα 40, το πηνίο θα πρέπει να περιστραφεί τέσσερις φορές, για να πάρει μια στροφή η κορώνα και μαζί της οι κινητήριοι τροχοί. Η σχέση μετάδοσης της κίνησης είναι περίπου 3,5:1 για τα μικρά αυτοκίνητα και 6:1 για τα φορτηγά.

1.7.3 Διαφορικό

Γενικά

Θα μιλήσουμε ξανά σε ξεχωριστό κεφάλαιο μόνο για τα διαφορικά, απλά τώρα θα πούμε λίγα πράγματα για αυτό χωρίς να περιαιτολογούμε. Όταν ένα αυτοκίνητο κινείται σε καμπύλη τροχιά, ο κινητήριο τροχός, που βρίσκεται στο εξωτερικό μέρος της καμπύλης, θα διανύσει μεγαλύτερη διαδρομή από τον κινητήριο τροχό, που βρίσκεται στο εσωτερικό της μέρος.

Το ίδιο συμβαίνει, όταν το αυτοκίνητο κινηθεί πάνω σε ανώμαλο έδαφος. Τότε ο ένας από τους δύο κινητήριους τροχούς, που βρίσκεται στον ίδιο άξονα, είναι δυνατό να ανέβει σε διαφορετικό ύψος και να διανύσει μεγαλύτερη διαδρομή, επομένως θα πρέπει να περιστραφεί με διαφορετική ταχύτητα περιστροφής από τον άλλο τροχό, που κινείται σε χαμηλότερο επίπεδο εδάφους. Όσον αφορά τους τροχούς που δεν είναι κινητήριοι, δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα, διότι ο καθένας μπορεί να περιστρέφεται ανεξάρτητα από τον άλλο.

Όσον αφορά τους κινητήριους όμως τροχούς, πρέπει να υπάρχει ένα συγκρότημα, το οποίο να τους επιτρέπει – όταν κινούνται σε ομαλό έδαφος ευθύγραμμο – να έχουν και οι δύο την ίδια ταχύτητα περιστροφής, όταν όμως βρίσκονται σε καμπύλη τροχιά ή σε ανώμαλο έδαφος, να μπορούν να κινούνται με διαφορετική ταχύτητα ο ένας από τον άλλο. Την ικανότητα αυτή την αποκτούν με ένα μηχανικό συγκρότημα, που ονομάζεται διαφορικό.

Ένα συμβατικό διαφορικό αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Κεντρικός άξονας – Άτρακτος: Από τον άξονα αυτόν, η κίνηση μεταδίδεται στο πηνίο του διαφορικού
2. Πηνίο: Είναι ένας κωνικός οδοντωτός τροχός, μέσω του οποίου η κίνηση μεταδίδεται από το κεντρικό άξονα στο διαφορικό.
3. Κορώνα: Είναι μια κωνική οδοντωτή στεφάνη, η οποία μαζί με το πηνίο αποτελούν το ζεύγος της γωνιακής μετάδοσης και αλλάζουν την διεύθυνση της κίνησης κατά 90ο, από τη κεντρική άτρακτο στα ημιαξόνια.
4. Θήκη πλανητικού μηχανισμού – φορέας δορυφόρων: Είναι στερεωμένη πάνω στη κορώνα και περιστρέφεται μαζί με αυτή και φέρει τον κυρίως πλανητικό μηχανισμό.
5. Άξονας δορυφόρων.
6. Πλανήτες: Είναι δυο κωνικοί οδοντωτοί τροχοί οι οποίοι πάντοτε έχουν ευθύγραμμο κωνικά δόντια, λίγο μεγαλύτεροι από τους δορυφόρους. Είναι στερεωμένοι μέσα στη θήκη του διαφορικού και μπλεγμένοι μόνιμα με τους δορυφόρους. Ο άξονας τους συμπίπτει με τον άξονα περιστροφής των ημιαξονίων. Με τους πλανήτες συνδέονται τα ημιαξόνια με πολύσφηνα.
7. Δορυφόροι: Είναι συνήθως δύο στον αριθμό αλλά μπορούν να υπάρξουν και 4 κωνικοί οδοντωτοί τροχοί οι οποίοι έχουν πάντοτε ευθύγραμμο κωνικά δόντια, στερεωμένοι στο εσωτερικό της θήκης, με άξονες κάθετους στον άξονα περιστροφής των ημιαξονίων των τροχών.
8. Έξοδος προς τροχούς – Ημιαξόνια

Ο σκοπός του διαφορικού είναι διπλός:

- (α) Επιτρέπει στους κινητήριους τροχούς να έχουν διαφορετική ταχύτητα, όταν στρίβουν.
- (β) Διανέμει ίση ροπή σε κάθε κινητήριο τροχό.

Η θέση του διαφορικού εξαρτάται από το πού είναι η κίνηση, μπροστά ή πίσω.

- (α) Αν η κίνηση είναι στους πισινούς τροχούς, τότε το διαφορικό τοποθετείται στον πισινό

κινητήριο άξονα.

(β) Αν η κίνηση είναι στους μπροστινούς τροχούς, τότε το διαφορικό τοποθετείται στην ίδια θήκη, στην οποία βρίσκεται το κιβώτιο ταχυτήτων.

(γ) Αν η κίνηση είναι και στους τέσσερις τροχούς, τότε έχουμε δύο διαφορικά, ένα για κάθε κινητήριο άξονα.

Σε μερικές περιπτώσεις, ανάμεσα στα δύο διαφορικά τοποθετείται και τρίτο, το οποίο έχει ως σκοπό να ρυθμίζει τη διαφορά ταχύτητας των μπροστινών και των πισινών τροχών.

1.7.4 Συντήρηση διαφορικού

Για συντήρηση της γωνιακής μετάδοσης – διαφορικού, επιβάλλεται να γίνεται περιοδικά έλεγχος τους, ο οποίος περιλαμβάνει τα εξής:

(α) Έλεγχο της στάθμης του λαδιού

(β) Έλεγχο για διαρροή του λαδιού

(γ) Ρύθμιση διαφορικού

Σημείωση: Στο διαφορικό χρησιμοποιείται συνήθως παχύρρευστο λάδι SA E90. Είναι καλύτερα όμως να συμβουλευόμαστε τον κατάλογο του κατασκευαστή.

1.8 Ημιαξόνια

Πρόκειται για ένα αρθρωτό περιστρεφόμενο άξονα ο οποίος χρησιμεύει στην μεταφορά της ροπής από το διαφορικό στους κινητήριους τροχούς. Ημιαξόνια υπάρχουν στον εμπρός ή στον πίσω άξονα, ανάλογα αν η κίνηση μεταδίδεται στους εμπρός, στους πίσω ή στους τέσσερις τροχούς. Χωρίς αυτό, το αμάξι και οι τροχοί δεν θα κινούντουσαν όσο κι αν πατούσαμε το γκάζι.

1.9 Άξονες των τροχών

Γενικά

Οι άξονες των τροχών είναι επιμήκεις και ολόσωμοι. Τοποθετούνται κάθετα προς το μήκος του αυτοκινήτου και φέρουν στα άκρα τους τους τροχούς. Συνδέονται με το πλαίσιο-αμάξωμα, μέσω ελατηρίων και άλλων εξαρτημάτων του συστήματος ανάρτησης.

Βασικοί προορισμοί των αξόνων είναι οι εξής:

- Να σηκώνουν το βάρος του αυτοκινήτου.
- Να φέρουν τους τροχούς.
- Να φέρουν τα φρένα.
- Να φέρουν το συγκρότημα του διαφορικού.

Υπάρχουν αυτοκίνητα με δύο, τρεις ή και με τέσσερις άξονες.

Είδη αξόνων

Οι άξονες των τροχών μπορεί να είναι:

1. Διευθυντήριοι
2. Κινητήριοι
3. Κινητήριοι και διευθυντήριοι
4. Απλοί

1.9.1 Διευθυντήριοι άξονες

Συνήθως είναι οι ολόσωμοι μπροστινοί άξονες και ονομάζονται έτσι, διότι οι τροχοί τους δεν κινούν το αυτοκίνητο, αλλά χρησιμοποιούνται για αλλαγή της διεύθυνσης του.

Οι διευθυντήριοι άξονες έχουν στο μέσο τους μια καμπυλότητα μικρού βάθους, η οποία χρησιμεύει για να χαμηλώνει το κέντρο βάρους του αυτοκινήτου. Τα δύο άκρα τους διαμορφώνονται κατάλληλα, για να στερεώνεται ο πίσος του ακραξονίου του τροχού.

Πλεονεκτήματα: Είναι απλοί στην κατασκευή, κοστίζουν φθηνά και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση.

Μειονεκτήματα: Έχουν μεγάλο βάρος και δεν επιτρέπουν την ελεύθερη ανάρτηση των τροχών.

Οι διευθυντήριοι άξονες χρησιμοποιούνται κυρίως στα φορτηγά, στα λεωφορεία και γενικά στα βαριά οχήματα. Στα σύγχρονα μικρά αυτοκίνητα δε χρησιμοποιούνται. Αντί αυτών, για τη στερέωση των μπροστινών τροχών, χρησιμοποιείται ένα σύστημα βραχιόνων ανάρτησης, το οποίο επιτρέπει την ελεύθερη ανάρτηση τους

1.9.2 Κινητήριои άξονες

Συνήθως είναι οι πισινοί άξονες και ονομάζονται έτσι, διότι οι τροχοί τους χρησιμοποιώντας την ισχύ της μηχανής κινούν το αυτοκίνητο. Υπάρχουν και περιπτώσεις μπροστινών κινητήριων αξόνων, όπως συμβαίνει στα αυτοκίνητα με κίνηση και στους τέσσερις τροχούς. Οι κινητήριои άξονες συνήθως είναι ολόσωμοι και είναι είτε μονοί είτε διπλοί.

Φέρουν στο μέσο σφαιρικό κοίλωμα, όπου τοποθετείται το διαφορικό. Επίσης στεγάζουν τα ημιαξόνια, τα οποία περιστρέφονται από τους πλανήτες του διαφορικού και δίνουν την κίνηση στις πλήμνες των τροχών. Οι βασικοί τύποι κινητήριων αξόνων, σε σχέση με την κατασκευή της θήκης τους, είναι δύο:

(α) Ο άξονας τύπου μπάντζο (banjo)

(β) Ο άξονας διαχωριζόμενου τύπου (split)

Στον τύπο μπάντζο, που είναι ο επικρατέστερος, η θήκη είναι ολόσωμη και το διαφορικό μπορεί να αφαιρεθεί σαν μια αυτοτελής μονάδα, χωρίς να είναι αναγκαία η αφαίρεση ολόκληρου του άξονα. Το γεγονός αυτό κάνει τον άξονα τύπου μπάντζο να πλεονεκτεί σε σύγκριση με τον άξονα διαχωριζόμενου τύπου. Στον άξονα διαχωριζόμενου τύπου η θήκη αποτελείται από δύο μέρη, το ένα από τα οποία συναποτελεί ενιαίο σώμα με το διαφορικό. Αυτό σημαίνει ότι, για την αποσυναρμολόγηση, συναρμολόγηση και ρύθμιση του διαφορικού, είναι αναγκαία η αφαίρεση ολόκληρου του άξονα από το αυτοκίνητο.

1.9.3 Κινητήριои και διευθυντήριои άξονες

Στα περισσότερα σύγχρονα μικρά αυτοκίνητα με εμπρόσθια κίνηση η ισχύς της μηχανής μεταδίδεται στους μπροστινούς τροχούς με αρθρωτούς κινητήριουσ άξονες.

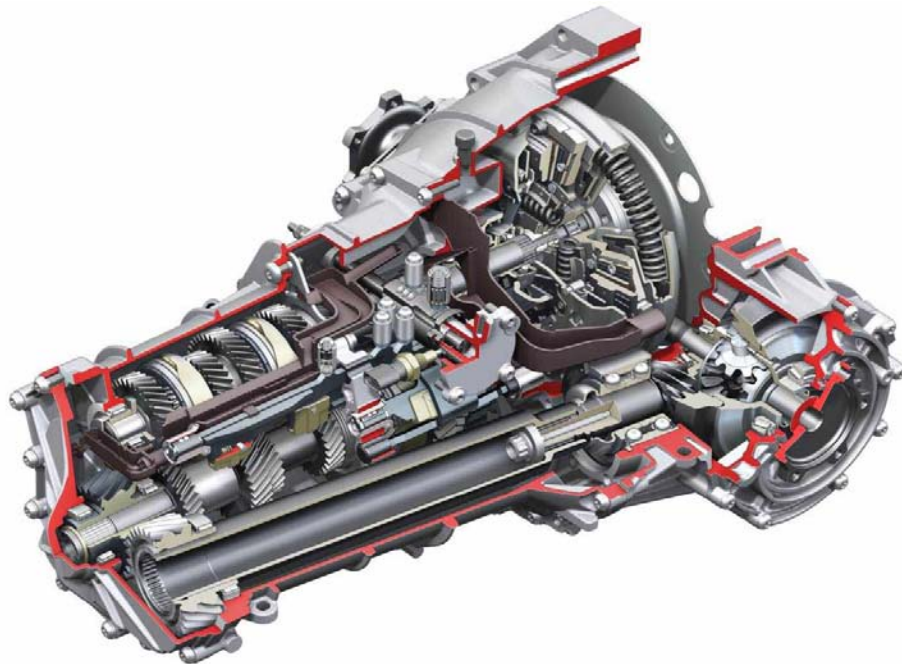
1.9.4 Απλοί άξονες

Συνήθως είναι οι πισινοί άξονες σε αυτοκίνητα με εμπρόσθια κίνηση και δέχονται ένα μέρος από το βάρος του αυτοκινήτου, όπως συμβαίνει άλλωστε με όλους τους άξονες. Οι απλοί άξονες δε μεταδίδουν στους τροχούς ούτε διαθέτουν σύστημα αλλαγής της διεύθυνσης τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Το μηχανικό κιβώτιο είναι το πιο "πολυφορεμένο", γιατί προσφέρει οδηγική απόλαυση και είναι απλό και οικονομικό στην κατασκευή του. Η λειτουργία του γίνεται μέσω γραναζιών τα οποία έχουν διαφορετικό μέγεθος και ανάλογα με τη σύμπλεξη τους έχουμε την επιθυμητή σχέση στο κιβώτιο. Ο επιλογέας συνδέεται με το κιβώτιο ταχυτήτων -ανάλογα με τον κατασκευαστή- είτε μετρία συρματόσχοινα, είτε με δύο μεταλλικούς άξονες. Μερικοί τύποι είναι τα κιβώτια ταχυτήτων με ολισθαίνοντα γρανάζια, κιβώτια ταχυτήτων με μόνιμη εμπλοκή γραναζιών και αυτών με μόνιμη εμπλοκή γραναζιών και σύστημα συγχρονισμού. Τα τελευταία χρησιμοποιούνται σήμερα μιας και είναι πιο εύχρηστα και αθόρυβα.



Το απλό χειροκίνητο κιβώτιο (στο οποίο βασίζονται τα αντίστοιχα ημιαυτόματα) είναι ένα σύστημα με δύο άξονες και αρκετά γρανάζια, τα οποία βρίσκονται όλα σε διαρκή εμπλοκή μεταξύ τους. Αντίθετα με ότι θα πίστευε κανείς, τα γρανάζια των ταχυτήτων δεν εμπλέκονται και απεμπλέκονται μεταξύ τους, αλλά παραμένουν σε μόνιμη εμπλοκή ανά ζεύγη, γυρίζοντας «τρελά», μέχρι τη στιγμή που το ενδιαμέσο γρανάζι-«κόμπλερ» έρχεται να «κλειδώσει» ένα από αυτά πάνω στον άξονα της εξόδου, ώστε να δώσει κίνηση στο διαφορικό. Πρόκειται για

τον πιο συχνά χρησιμοποιούμενο τύπο κιβωτίου. Σε αυτόν, ο οδηγός έχει τον πλήρη έλεγχο σε ότι αφορά τον συμπλέκτη και τη σχέση μετάδοσης. Οι σχέσεις μετάδοσης στις τρέχουσες εφαρμογές είναι από 5 έως 7.

Στην συντριπτική πλειοψηφία όμως των περιπτώσεων είναι από 5 έως 6 με την Porsche και την Chevrolet να διαθέτουν χειροκίνητο 7άρι στις 911 και Stingray αντίστοιχα. Σε ότι αφορά τον βαθμό απόδοσης, είναι ο πιο αποδοτικός τύπος κιβωτίου, με την έννοια ότι έχει τις λιγότερες απώλειες από όλους, ενώ η αναλογία βάρους/αντοχή ροπής είναι επίσης η καλύτερη. Στην άνεση κατά την οδήγηση, είναι ασφαλώς ο πιο επίπονος τύπος, ειδικά σε αστικά περιβάλλοντα με τις συνεχόμενες απαιτούμενες αλλαγές σχέσεων και την καταπόνηση που αυτές συνεπάγονται.

Η μηχανολογική αξιοπιστία του είναι πολύ καλή, λόγω απλούστερης κατασκευής, ωστόσο ακριβώς επειδή ο οδηγός έχει τον απόλυτο έλεγχο, αν χειρίζεται το όχημα με πολύ επιθετικό σχήμα οδήγησης, μπορεί να το φθείρει πολύ γρήγορα. Γενικά το χειροκίνητο κιβώτιο προτιμάται ακόμα και σήμερα από τους παραδοσιακούς εραστές της αυτοκίνησης, λόγω κυρίως του απόλυτου ελέγχου που προσφέρει, όμως η σύγχρονη μηχανολογία το έχει ξεπεράσει στο θέμα της αποτελεσματικότητας με άλλους τύπους κιβωτίων οι οποίοι μπορούν να αλλάξουν ταχύτητες πολύ πιο γρήγορα ακόμα και από το πιο ικανό χέρι.

Μια υποκατηγορία του χειροκίνητου κιβωτίου αν και ετυμολογικά δεν μπορεί να χαρακτηριστεί χειροκίνητο, είναι τα κιβώτια τα οποία ο συμπλέκτης δεν ελέγχεται από τον οδηγό και ως εκ τούτου έχουν αυτόματη λειτουργία, όμως σε σχέση με τα συνήθη αυτόματα δεν διαθέτουν μετατροπέα ροπής και έτσι χαρακτηρίζονται πιο αποδοτικά. Τέτοιου είδους κιβώτια είναι το MMT που χρησιμοποιείται στα τρίδυμα Peugeot 107, Citroen C1 και Toyota Aygo, καθώς και το ASG της Volkswagen που χρησιμοποιείται στο UP!, το Seat Mii και το Skoda Citigo.

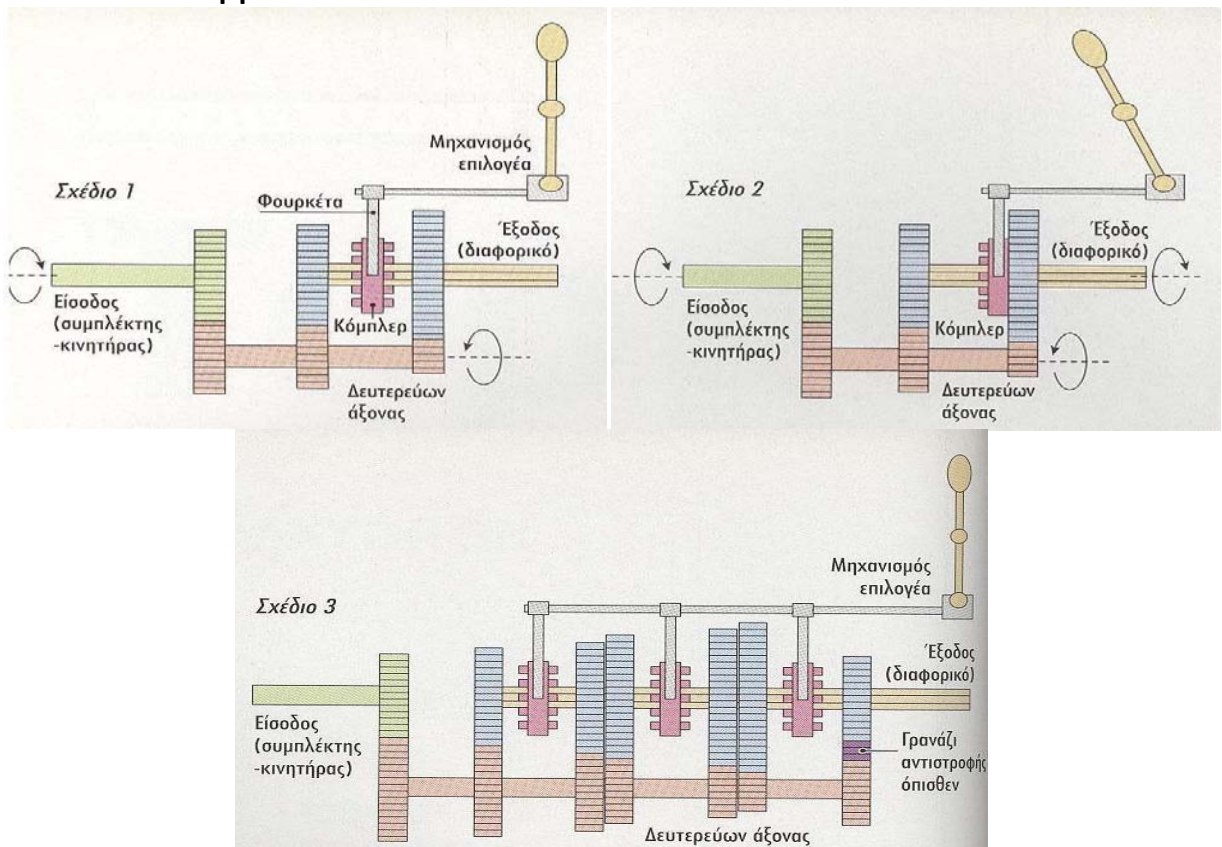
Ο βασικός τους λόγος ύπαρξης αφορά αυτοκίνητα με σχεδόν αποκλειστικό αστικό προσανατολισμό, για ευκολία χρήσης, ενώ μέχρι στιγμής δεν χρησιμοποιούνται σε κινητήρες με υψηλή παραγωγή ροπής, αφού για αυτές τις περιπτώσεις, υπάρχουν αλλά πιο κατάλληλα κιβώτια. Σε ότι αφορά την εμπειρία χρήσης, η ταχύτητα αλλαγής των σχέσεων είναι σαφώς χειρότερη από των άλλων τύπων κιβωτίων, ενώ οι αλλαγές τους είναι πιο ομαλές όταν υιοθετείται ένα πιο συντηρητικό προφίλ οδήγησης, κάτι που άλλωστε είναι σύμφυτο με τον χαρακτήρα των οχημάτων που συνεργάζονται.

Τα μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων έχουν γρανάζια με πλάγιους οδοντωτούς τροχούς (ελικοειδής) για λιγότερο θόρυβο. Ο πρωτεύοντας άξονας ή αλλιώς πριζντιρέκτ παίρνει κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα της μηχανής και τη μεταδίδει στο κιβώτιο. Στο νοητό παράλληλο συνδέεται ο δευτερεύοντας άξονας μέσω του οποίου εξέρχεται και η κίνηση (άξονας εξόδου). Για τη μείωση των στροφών υπάρχει και ο ενδιάμεσος άξονας που είναι σε μόνιμη εμπλοκή με τον κινητήριο άξονα (πριζντιρέκτ) μέσω ενός ζεύγους οδοντωτών τροχών (2 γρανάζια).

Τα κιβώτια αυτά λέγονται και ομοαξονικά κιβώτια (3 άξονες) τα οποία έχουν δηλαδή τον πρωτεύοντα και δευτερεύοντα άξονα στον ίδιο νοητό παράλληλο και ο ενδιάμεσος άξονας βρίσκεται κάτω από αυτούς.

Η άλλη διάταξη των μηχανικών κιβωτίων είναι ο πρωτεύοντας και ο δευτερεύοντας άξονας να μη βρίσκονται στον ίδιο νοητό παράλληλο αλλά ο ένας πάνω και ο άλλος κάτω. Αυτά τα κιβώτια λέγονται ετεραξονικά κιβώτια και έχουν σύνολο 2 άξονες. Η κίνηση εισέρχεται στον πρωτεύοντα άξονα και εξέρχεται από τον δευτερεύοντα άξονα.

2.2. Λειτουργία



Στο Σχέδιο 1 παρουσιάζετε ένα απλό χειροκίνητο κιβώτιο δύο σχέσεων με τον επιλογέα στο «νεκρό». Η είσοδος από τον κινητήρα (πράσινο χρώμα), ο δευτερεύων άξονας (κόκκινο) και τα δύο γρανάζια των σχέσεων (μπλε) βρίσκονται σε μόνιμη εμπλοκή και γυρίζουν διαρκώς ή, για την ακρίβεια, όσο δεν είναι πατημένος ο συμπλέκτης που δίνει κίνηση στον πράσινο άξονα. Ο κίτρινος άξονας της εξόδου οδηγεί προς το διαφορικό και συνδέεται μέσω των εγκοπών του σφηνόδρομου μόνο με το γρανάζι της επιλογής

(κόμπλερ), ενώ τα δύο μπλε γρανάζια απλώς εδράζονται σε μία λεία επιφάνεια του και περιστρέφονται ελεύθερα.

Στο Σχέδιο 2, ο επιλογέας, με τη βοήθεια ενός μοχλικού μηχανισμού που καταλήγει στη φουρκέτα επιλογής, έχει σπρώξει το κόμπλερ που έχει «κλειδώσει» πάνω στο γρανάζι της πρώτης ταχύτητας, παίρνοντας με αυτό τον τρόπο κίνηση από το δευτερεύοντα άξονα και μεταφέροντας την προς την έξοδο, με τη σχέση μετάδοσης του συγκεκριμένου ζεύγους γραναζιών. Με βάση αυτή την αρχή λειτουργίας, το Σχέδιο 3 απεικονίζει ένα πλήρες κιβώτιο πέντε σχέσεων και όπισθεν, με μοναδική επιπλέον δυσκολία, στο σύνθετο μοχλικό μηχανισμό που μετατρέπει τις κινήσεις του επιλογέα (σε διάταξη διπλού Η) σε κινήσεις της αντίστοιχης φουρκέτας.

2.3. Άξονες και γρανάζια απλού μηχανικού κιβωτίου

Ένα απλό κιβώτιο αποτελείται από το περίβλημα (κέλυφος ή case), τους άξονες και τους οδοντωτούς τροχούς. Κάθε κιβώτιο ταχυτήτων με τέσσερις ή πέντε ταχύτητες μαζί με την όπισθεν έχει τέσσερις άξονες που πάνω τους βρίσκονται τοποθετημένα τα γρανάζια των ταχυτήτων.

α) Πρωτεύων άξονας (πριζ-ντιρέκτ ή άξονας εισόδου). Είναι ο άξονας που παίρνει την κίνηση με το συμπλέκτη απ' τον κινητήρα και τη μεταφέρει στο κιβώτιο ταχυτήτων. Αποτελείται από ένα

πολύσφηνο που βρίσκεται στη μια άκρη του άξονα κι έξω απ' τη θήκη κι ένα γρανάζι στην άλλη άκρη του άξονα μέσα στη θήκη. Πάνω στο πολύσφηνο αυτό (καρέ), στερεώνεται ο δίσκος του συμπλέκτη. Ο άξονας καταλήγει σ' ένα γρανάζι που δίνει συνέχεια στην κίνηση στο δευτερεύοντα

άξονα. Το γρανάζι αυτό πλευρικά έχει ακόμα ένα σύστημα εμπλοκής για να συνδέεται ή ν' αποσυνδέεται με το δευτερεύοντα άξονα.

β) Ενδιάμεσος άξονας.

Ο ενδιάμεσος άξονας ή βοηθητικός ή τετραπλού ή πολλαπλού είναι ένας ολόσωμος άξονας μαζί με τα γρανάζια. Βρίσκεται μόνιμα σε εμπλοκή με το γρανάζι του πρωτεύοντα και περιστρέφεται πάντα, κάθε φορά που περιστρέφεται ο πρωτεύων άξονας. Επάνω του βρίσκεται

μια σειρά γραναζιών ανάλογα με τις ταχύτητες που έχει το αντίστοιχο κιβώτιο ταχυτήτων.

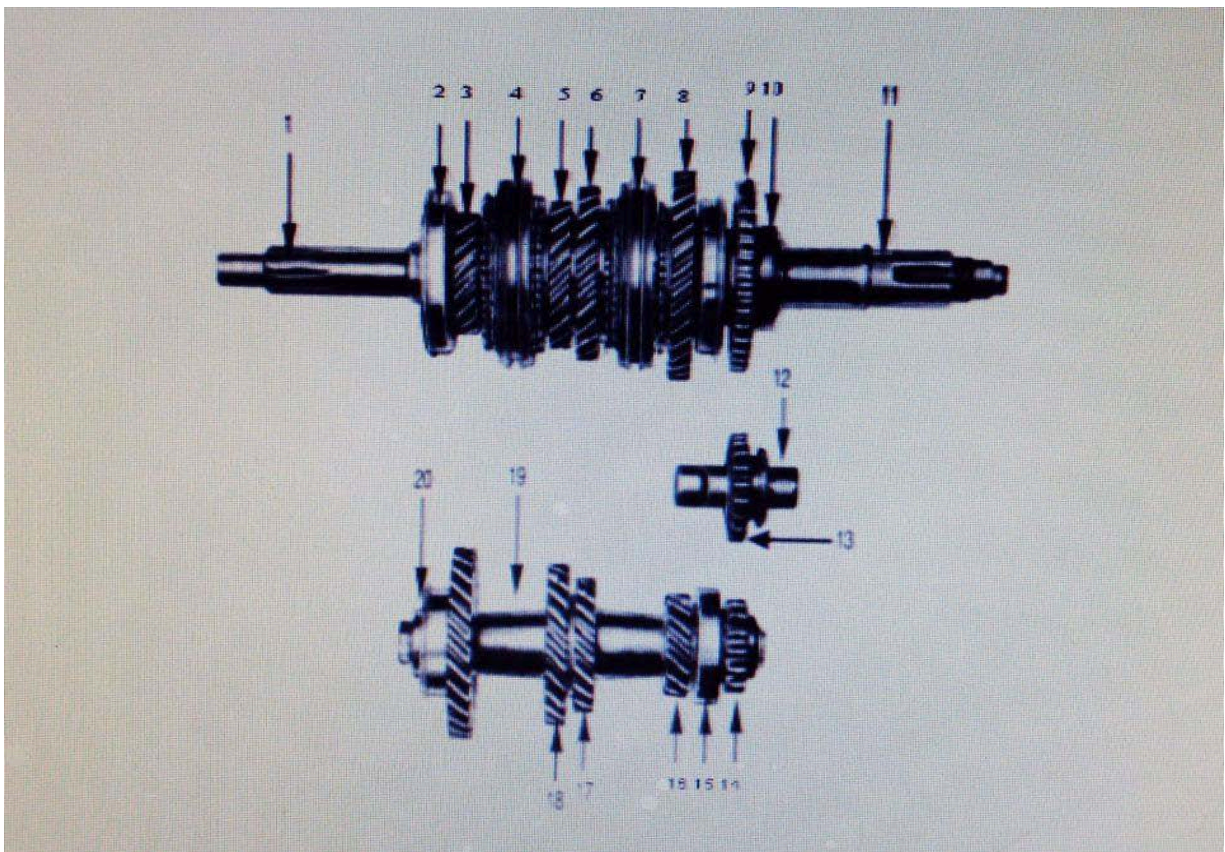
γ) Δευτερεύων άξονας.

Ο δευτερεύων άξονας είναι συνήθως προέκταση του πρωτεύοντα. Μ' ένα σύστημα συγχρονισμένης

εμπλοκής (συγχρονιζέ) μπορεί να περιστρέφεται μαζί με τον πρωτεύοντα, όταν βρίσκεται σ'εμπλοκή ή να περιστρέφονται σαν δύο διαφορετικοί άξονες. Πάνω στο δευτερεύοντα άξονα βρίσκονται τα

γρανάζια των ταχυτήτων. Αυτά εμπλέκονται μόνιμα με τα αντίστοιχα γρανάζια του ενδιάμεσου άξονα. Μεταξύ δύο γραναζιών, π.χ. 1ης και 2ης ταχύτητας παρεμβάλλεται το σύστημα συγχρονισμού εμπλοκής των δύο αυτών ταχυτήτων με τον ενδιάμεσο άξονα.

δ) Άξονας της όπισθεν. Ο άξονας της όπισθεν, είναι ο μικρότερος άξονας στο σύστημα και πάνω του περιστρέφεται ένα μόνο γρανάζι. Όταν αυτό το γρανάζι μετακινηθεί απ'το μοχλό ταχυτήτων, εμπλέκει τα αντίστοιχα γρανάζια του ενδιάμεσου και του δευτερεύοντα άξονα. Έτσι αντιστρέφεται η κίνηση περιστροφής του δευτερεύοντα άξονα.



Γρανάζι του πρωτεύοντα-ενδιάμεσου άξονα και της όπισθεν

1. Πρωτεύων άξονας
2. Ρουλεμάν
3. Γρανάζι πρωτεύοντα άξονα
4. Συγχρονιζέ 4ης & 3ης ταχύτητας
5. Γρανάζι 3ης ταχύτητας
6. Γρανάζι 2ης ταχύτητας
7. Συγχρονιζέ 2ης & 1ης ταχύτητας
8. Γρανάζι 1ης ταχύτητας
9. Γρανάζι όπισθεν

- 10.Ρουλεμάν
- 11.Δευτερεύων άξονας
- 12.Άξονας όπισθεν
- 13.Ενδιάμεσο γρανάζι όπισθεν
- 14.Γρανάζι όπισθεν
- 15.Ρουλεμάν
- 16.Γρανάζι 1ης ταχύτητας
- 17.Γρανάζι 2ης ταχύτητας
- 18.Γρανάζι 3ης ταχύτητας
- 19.Ενδιάμεσος
- 20.Ρουλεμάν

Τα γρανάζια του δευτερεύοντα άξονα περιστρέφονται ελεύθερα ως προς τον άξονα, πάνω σε "δακτυλίδια". Έτσι, αν και παίρνουν κίνηση όλα μαζί απ'τον ενδιάμεσο άξονα, η κίνηση αυτή δεν μεταφέρεται στον άξονα. Η μεταφορά πραγματοποιείται μόνον όταν ο μηχανισμός εμπλοκής (συγχρονιζέ) ακινητοποιήσει το αντίστοιχο γρανάζι της ταχύτητας που θα εμπλακεί με τον ίδιο τον άξονα.

Σήμερα χρησιμοποιούνται κιβώτια ταχυτήτων με συγχρονισμό. Στα συγχρονιζέ τα πλάγια γρανάζια των ταχυτήτων του δευτερεύοντα άξονα είναι σε μόνιμη εμπλοκή με τα γρανάζια του ενδιάμεσου άξονα. Το συγχρονιζέ έχει εσωτερικό δακτύλιο με δόντια που κινείται προς τα δεξιά και τα αριστερά και βρίσκεται πάνω στο πολύσφηνο του δευτερεύοντα άξονα, Από τη μια και την άλλη πλευρά έχει κώνους συγχρονισμού και εξωτερικά έχει σπές, για να στερεώνονται οι ασφάλειες του. Επάνω στο γρανάζι κινείται το εξωτερικό δακτυλίδι. Το εξωτερικό δακτυλίδι έχει εσωτερικά οδόντωση, για να κινείται πάνω στον εσωτερικό δακτύλιο προς τα δεξιά και αριστερά. Στα εξωτερικά του το δακτυλίδι έχει περιφερειακό αυλάκι, για να μπαίνει μέσα η φουρκέτα μέσω του λεβιέ των ταχυτήτων. Όταν δηλαδή ο οδηγός βάζει ταχύτητα, σπρώχνει το συγχρονιζέ προς το γρανάζι της ταχύτητας που γυρίζει. Ο μέσα και ο έξω κώνος έρχονται σε επαφή και έτσι αρχίζει να γυρίζει το σύστημα συγχρονισμού. Η κίνηση μεταδίδεται με το πολύσφηνο στον ενδιάμεσο άξονα και κατ'αυτό τον τρόπο εξισώνονται οι ταχύτητες των δυο γραναζιών που εμπλέκονται. Οι σφαιρικές ασφάλειες που έχει το σύστημα συγχρονισμού πάνε προς τα κάτω και η εσωτερική οδόντωση του δακτυλιδιού έρχεται σε εμπλοκή με τα εξωτερικά δόντια του γραναζιού.

Υπάρχουν τα ασυγχρόνιστα (για ειδικές εφαρμογές) και συγχρονισμένα κιβώτια (στα επιβατικά). Η διαφορά ανάμεσα σε ένα ασυγχρόνιστο και συγχρονισμένο κιβώτιο έχει να κάνει με ένα πρόσθετο «δακτυλίδι» που υπάρχει ανάμεσα στο κόμπλερ και στο κάθε γρανάζι ώστε να επιβραδύνει το γρανάζι της ταχύτητας και να κουμπώσει το κόμπλερ ομαλά. Με άλλα λόγια υπάρχουν ειδικοί κωνικοί συγχρονιστές (συγχρονιζέ) που κανονίζουν τις στροφές των γραναζιών ώστε να γίνεται ομαλά η σύμπλεξη.

2.4 Λίπανση κιβωτίου



Ένα συμβατικό κιβώτιο έχει δυο πώματα, το ένα στο χαμηλότερο σημείο, για να αδειάζεται το λιπαντικό, και το άλλο στο ψηλότερο σημείο για το γέμισμα του με λάδι. Η κάτω τάπα έχει εσωτερικά μαγνήτη για να συγκροτεί τα ρινίσματα από τις εσωτερικές φθορές. Η κυριότερη εργασία συντήρησης είναι ο έλεγχος της στάθμης και η συμπλήρωση της βαλβολίνης στην οποία εμβαπτίζονται τα γρανάζια. Σε περίπτωση επισκευής κατά την συναρμολόγηση των τριβέων (ρουλεμάν) χρησιμοποιείται εσωτερικά ειδικό γράσο.

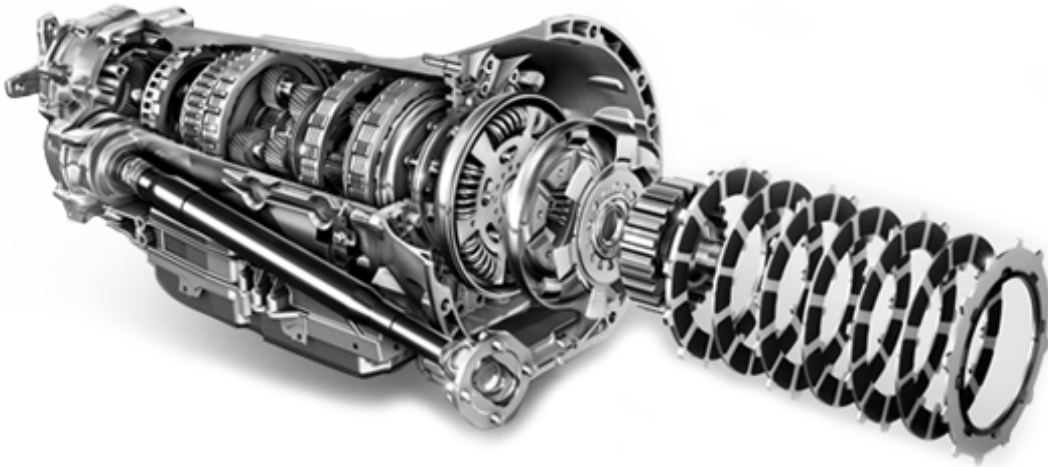
Κακή λίπανση προκαλεί φθορά των γραναζιών και θόρυβο. Μπορεί επίσης να φθαρούν ή να σπάσουν οι χαλύβδινες θήκες των ένσφαιρων τριβέων (ρουλεμάν) που στηρίζουν τους άξονες των οδοντωτών τροχών. Η εκλογή της κατάλληλης βαλβολίνης και οι περίοδοι αλλαγής προσδιορίζονται από τους κατασκευαστές. Με ιξώδες μεγαλύτερο από το κανονικό η κίνηση των γραναζιών δυσχεραίνεται με αποτέλεσμα απώλεια έργου και υπερθέρμανση. Συνήθως χρησιμοποιούνται βαλβολίνες κατηγορίας GL-4 GL-5 (G = Gear, L= Lubricate) κατά προδιαγραφών API με ιξώδες SAE 75W-90, 80W-90, 85W-90, 75W-140, 85W-140.

Η βαλβολίνη πρέπει να έχει μεγάλη αντοχή στη φόρτιση και στις υψηλές πιέσεις όπως επίσης να παραμένει σταθερό το ιξώδες της με τη θερμοκρασία, να μη δημιουργεί κατάλοιπα που δημιουργούν πρόβλημα στα ρουλεμάν, να μην αφρίζει, να μην είναι διαβρωτική και να έχει σταθερότητα στις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται λόγω των μεγάλων ταχυτήτων περιστροφής των γραναζιών. Η βαλβολίνη πρέπει να συνεργάζεται με τα υλικά στεγανότητας και να μην τα διαβρώνει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

3.1. Εισαγωγή

Για πολλά χρόνια στη χώρα μας το να είναι κανείς κάτοχος αυτοκινήτου χωρίς πεντάλ συμπλέκτη σήμαινε ή ότι είναι πλούσιος ή ότι Βαριέται να οδηγεί. Σήμερα όμως τα πράγματα έχουν αλλάξει όχι μόνο όσον αφορά στην τιμή και στις επιδόσεις αυτών των αυτοκινήτων αλλά και στη νοοτροπία του αγοραστικού κοινού. Επιχειρούμε λοιπόν μια παρουσίαση -από τεχνική σκοπιά- των αυτοκινήτων που θα τους ταίριαζε ο τίτλος του «άρχοντα» των πόλεων.

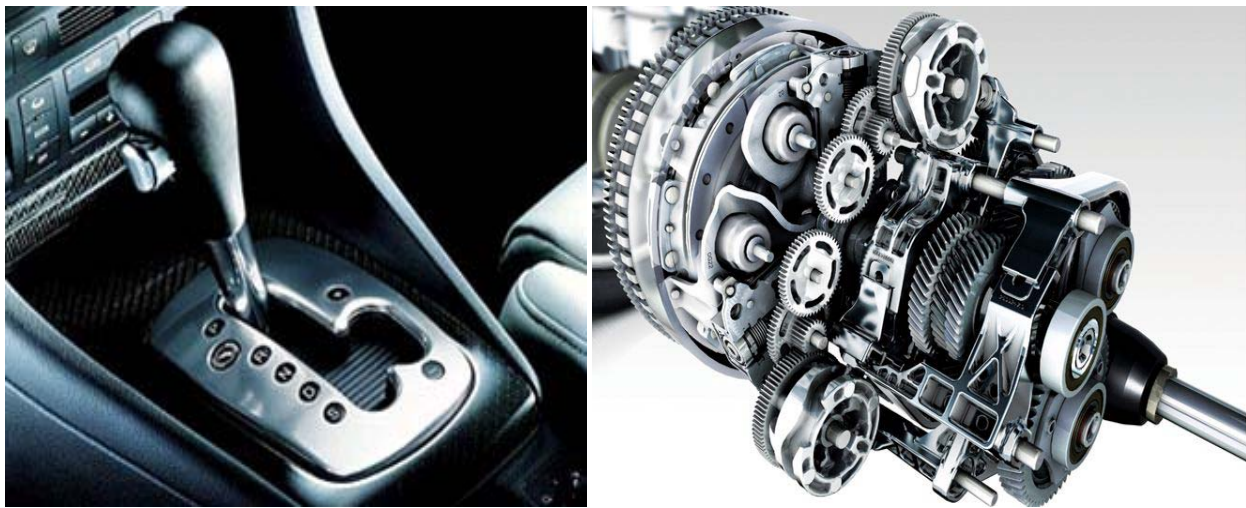


Το ότι το σύστημα μετάδοσης των διαφόρων τροχοφόρων οχημάτων περιλαμβάνει απαραίτητα και κάποιο κιβώτιο ταχυτήτων ή κάποιο άλλο σύστημα μετατροπής της ροπής δεν είναι τυχαίο. Είναι γνωστό ότι άλλη ροπή χρειάζεται να μεταδοθεί στους τροχούς για να ξεκινήσει ένα όχημα, άλλη για να κινηθεί με σταθερή ταχύτητα και άλλη για να επιταχύνει εν κινήσει. Η ύπαρξη όμως του κιβωτίου κάνει σε πολλές περιπτώσεις δύσκολη τη ζωή του οδηγού ο οποίος, εκτός από το να κρατά στα χέρια του το τιμόνι και να πατά τα πεντάλ του γκαζιού και των φρένων για να ξεκινήσει και να σταματήσει αντίστοιχα, επιφορτίζεται και με το καθήκον της αλλαγής ταχυτήτων. Οι αλλαγές ταχυτήτων δεν ενοχλούν ιδιαίτερα όταν οδηγεί κανείς σε ανοιχτό δρόμο. Όταν βρεθείς όμως σε «μποτιλιάρισμα» η όλη διαδικασία (πάτημα του πεντάλ του συμπλέκτη, επιλογή σχέσης στο κιβώτιο, προοδευτική απελευθέρωση του πεντάλ με ταυτόχρονο πάτημα του πεντάλ του γκαζιού) είναι τουλάχιστον κουραστική και, αν το κιβώτιο ή/και ο συμπλέκτης είναι λίγο ιδιότροποι, «εκνευριστική». Εξάλλου ποιός είναι

αυτός που δεν δυσκολεύτηκε σαν μαθητευόμενος οδηγός μέχρι να συνηθίσει το χειρισμό του κιβωτίου ταχυτήτων.

Αναγκαίο κακό λοιπόν το κιβώτιο ταχυτήτων. Όμως υπάρχει λύση στο πρόβλημα και δεν θα πρωτοτυπήσει κανείς αν κάνει λόγο είτε για τα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων, είτε για κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης. Τί είναι όμως το αυτόματο κιβώτιο, σε τί διαφέρει από το χειροκίνητο, πώς λειτουργεί και τί προσφέρει στον οδηγό του αυτοκινήτου στο οποίο είναι τοποθετημένο;

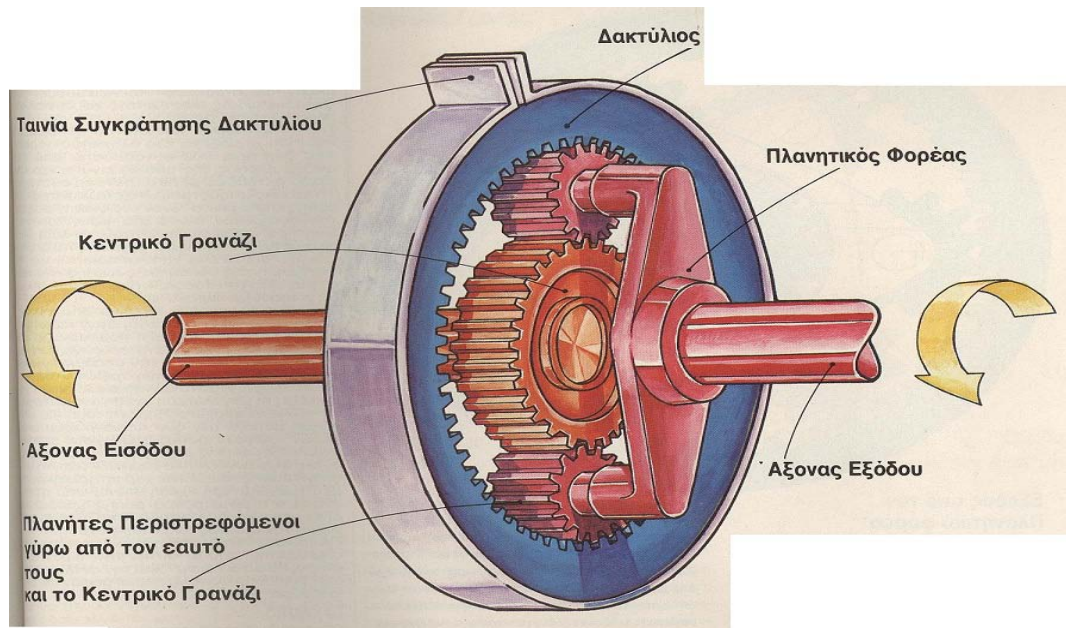
Με την εξέλιξη των χειροκίνητων κιβωτίων σε σχετική στασιμότητα, τα τελευταία χρόνια οι κατασκευαστές ανεβάζουν ταχύτητα στα αυτόματα και ημιαυτόματα συστήματα μετάδοσης, που κερδίζουν όλο και μεγαλύτερο κομμάτι της αγοράς.



Το «κλασικά» αυτόματο κιβώτιο στηρίζει τη λειτουργία του σε ένα επικυκλικό σύστημα γραναζιών (σχέσεων) και στο μετατροπέα ροπής, ο οποίος «αποφασίζει» υδραυλικά να κατεβάσει ταχύτητα όταν το φορτίο του κινητήρα ξεπεράσει ένα όριο και να ανεβάσει σχέση όταν το φορτίο πέσει κάτω από κάποιο άλλο προκαθορισμένο σημείο. Στα πρώτα αυτόματα κιβώτια η απόφαση αυτή ήταν καθαρά μηχανικό προϊόν (με κάποια χρονοκαθυστέρηση, βέβαια), με αποτέλεσμα συμπεριφορές... λόξιγκα στο δρόμο, αν ο οδηγός δεν ήταν προσεκτικός στην πίεση που ασκεί στο πεντάλ του γκαζιού.

Αυτό άλλαξε άρδην όταν, πλέον, ο έλεγχος της αλλαγής των σχέσεων πέρασε σε ηλεκτρονικό επίπεδο, με έναν από πριν χαρτογραφημένο εγκέφαλο να αποφασίζει ποια σχέση είναι η σωστή, λαμβάνοντας υπόψη του μια σειρά πληροφοριών από τους αισθητήρες του οχήματος, και όχι απλώς υπακούοντας στο δεξί πόδι κάποιου... αφηρημένου. Αργότερα, με το 4άρι Tiptronic των Porsche, ZF και Bosch το 1990, ο οδηγός απέκτησε λόγο επί των αλλαγών σχέσεων, μέσω πλήκτρων πάνω στο τιμόνι.

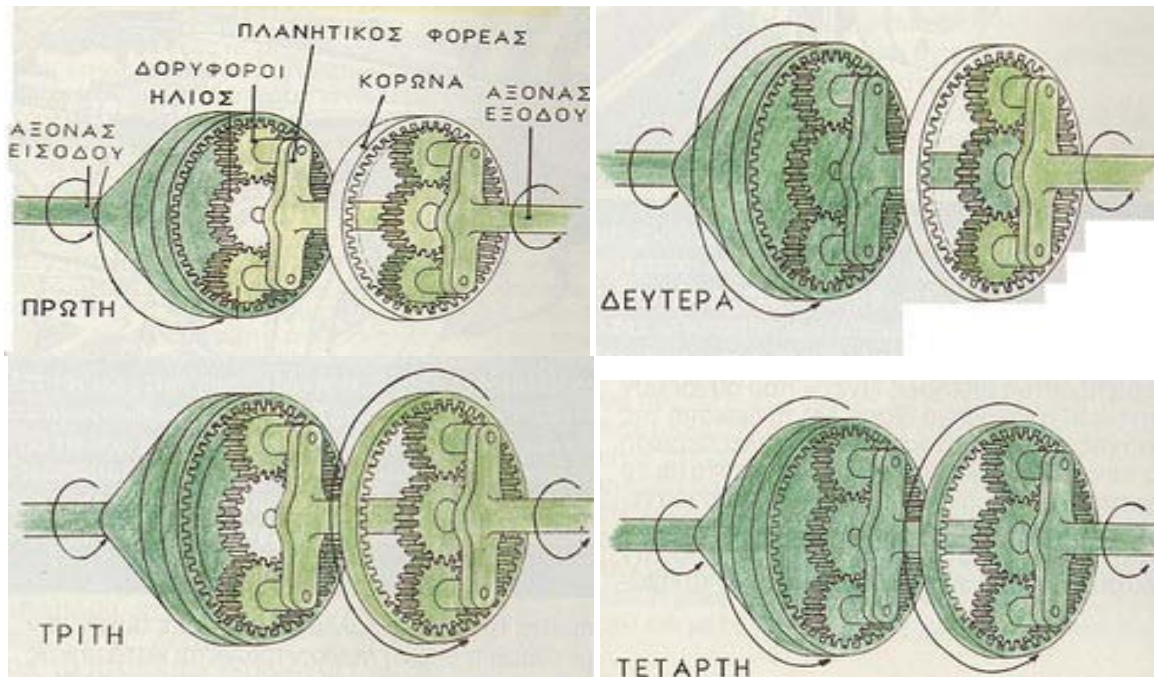
3.2. Πλανητικό σύστημα μετάδοσης



Ένα επικυκλικό σύστημα οδοντωτών τροχών αποτελείται από ένα κεντρικό γρανάζι που ονομάζεται «ήλιος» γύρω από το οποίο κινούνται τρία συνήθως μικρότερα γρανάζια (δορυφόροι) τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με τον πλανητικό φορέα. Οι δορυφόροι κυλούν πάνω σε ένα μεγάλο οδοντωτό τροχό με εσωτερική οδόντωση που ονομάζεται κορόνα. Εκείνο το χαρακτηριστικό που καθιστά το σύστημα αυτό κατάλληλο για τη χρησιμοποίησή του σε αυτόματα κιβώτια είναι ότι για την αλλαγή της σχέσης μετάδοσης δεν χρειάζεται να μετακινηθεί τίποτα, αλλά αρκεί η απελευθέρωση ή η συγκράτηση κάποιων από τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται. Διαφορετική σχέση μετάδοσης επιτυγχάνεται με άξονα εισόδου τον άξονα στον οποίο βρίσκεται ο ήλιος αν συγκρατηθεί ο πλανητικός φορέας (άξονας εξόδου ή κορόνα) και διαφορετική αν συγκρατηθεί η κορόνα (άξονας εξόδου ο πλανητικός φορέας). Επίσης αν «συνδεθούν» (ακινητοποιηθούν το ένα σε σχέση με το άλλο) δύο οποιαδήποτε στοιχεία του τότε αυτό «μπλοκάρει» (τα γρανάζια παύουν να περιστρέφονται) και περιστρέφεται όλο μαζί. Στην περίπτωση αυτή έχουμε απ' ευθείας μετάδοση της κίνησης και άξονες (εισόδου και εξόδου) αποτελούν ένα σύνολο.

Ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα των επικυκλικών συστημάτων μετάδοσης είναι το ότι επιτυγχάνουν με μικρότερο αριθμό γριναζιών ποσοτικά ίδιες ή και περισσότερες σχέσεις

μετάδοσης, σε σύγκριση με τα συστήματα μετάδοσης που χρησιμοποιούν γρανάζια που βρίσκονται σε σταθερούς άξονες. Μειώνεται δηλαδή το βάρος και ο όγκος του κιβωτίου.



Σχήμα 1: Επικυκλικό (πλανητικό) σύστημα μετάδοσης αποτελείται βασικά από τέσσερα στοιχεία: Το κεντρικό γρανάζι (ήλιος), τα γρανάζια που περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο (δορυφόροι), τον πλανητικό φορέα και το γρανάζι δακτύλιο με την εσωτερική οδόντωση (κορόνα). Στα σχήματα βλέπουμε πώς λειτουργεί επικυκλικό σύστημα μετάδοσης τεσσάρων σχέσεων, το οποίο αποτελείται από δύο συνδεδεμένα στη σειρά στοιχειώδη πλανητικά συστήματα. Ανάλογα με το ποιά γρανάζια είναι σταματημένα (με άσπρο χρώμα) επιτυγχάνεται διαφορετική σχέση μετάδοσης. Η κίνηση μεταδίδεται από τον κινητήρα στην αριστερή κορόνα. Για να επιλεγεί η πρώτη στο κιβώτιο ακινητοποιούνται ο αριστερός ήλιος και η δεξιά κορόνα. Οι περιστρεφόμενοι γύρω από τον ακινητοποιημένο ήλιο δορυφόροι (αριστερά) περιστρέφουν το συνδεδεμένο με τον ήλιο (δεξιά) πλανητικό φορέα. Ο ήλιος με τη σειρά του θέτει σε κίνηση τους δορυφόρους για να περιστραφεί ο δεύτερος πλανητικός φορέας που είναι συνδεδεμένος με τον άξονα μετάδοσης της κίνησης στο διαφορεικό (άξονας εξόδου).

Για να επιλεγεί η δεύτερα, η αριστερή κορόνα συνδέεται με τους δορυφόρους (οι οποίοι παύουν να περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο τους) και ολόκληρο το αριστερό σύστημα περιστρέφεται σαν ένα σώμα. Η δεξιά κορόνα παραμένει ακίνητη. Για να επιλεγεί η τρίτη

ακινητοποιείται ο αριστερός ήλιος, οι δορυφόροι αρχίζουν ξανά να περιστρέφονται γύρω από αυτόν, ενώ όλο το δεξιό σύστημα περιστρέφεται σαν ένα σώμα.

Τέλος για την επιλογή της τετάρτης και τα δύο πλανητικά συστήματα «μπλοκάρουν» και περιστρέφονται σαν ένα σώμα, οπότε επιτυγχάνεται απ' ευθείας μετάδοση j της κίνησης από τον άξονα εισόδου στον άξονα εξόδου.

3.3. Ημιαυτόματο (Σειριακό) κιβώτιο

Το σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων προκύπτει από την διαδοχική αλλαγή των σχέσεων. Σε ένα πραγματικά σειριακό κιβώτιο οι σχέσεις κατεβαίνουν ή ανεβαίνουν με την σειρά σπρώχνοντας ή τραβώντας το λεβιέ ή τα paddles με βασικό μειονέκτημα την κυκλική αλλαγή (δηλ. αν υπάρχει κουμπωμένη 5η θα πρέπει να σπρωχτεί το λεβιέ 4 φορές για να κατεβάσεις σε 1η). Οι μοτοσικλέτες και τα γνωστά «παπάκια» έχουν την πιο απλή μορφή σειριακού κιβωτίου ενώ στους αγώνες εμφανίστηκαν την δεκαετία του 1980.



Ο μοχλός επιλογής του Τιπτρόνικ διαθέτει εκτός από τις κλασικές επιλογές και την επιλογή «M» για τον οδηγό που θα θελήσει να κινηθεί «ημιαυτόματα»

Στην πράξη τα πράγματα είναι αρκετά πιο πολύπλοκα και ένα κιβώτιο μπορεί να περιλαμβάνει όχι μόνο ένα αλλά δύο πλανητικά συστήματα ανάλογα με τον αριθμό των σχέσεών του. Επίσης το σύστημα (ή τα συστήματα) αυτά μπορεί να μην έχουν την απλή μορφή που περιγράψαμε αλλά πιο πολύπλοκη με διπλούς δορυφόρους κ.τ.λ. Η συγκράτηση των διαφόρων στοιχείων μιας πλανητικής μετάδοσης σε ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων επιτυγχάνεται είτε με κάποια φρένα, είτε με υγρούς πολύδισκους συμπλέκτες. Να

σημειώσουμε στο σημείο αυτό ότι οι πολύδισκοι συμπλέκτες τίθενται σε λειτουργία με την αύξηση της πίεσης του λαδιού μέσα στο οποίο βρίσκονται. Η πίεση αυξάνει με την αύξηση των στροφών του κινητήρα. Έτσι εξασφαλίζουν σύμπλεξη ανάλογη με αυτήν του υδραυλικού συμπλέκτη όταν ο κινητήρας λειτουργεί στο «ρελαντί». Όταν όμως ο κινητήρας λειτουργεί σε υψηλότερες στροφές η σύμπλεξη που εξασφαλίζουν είναι «άκαμπτη» δεν παρουσιάζει δηλαδή την ολίσθηση που χαρακτηρίζει τον υδραυλικό συμπλέκτη και το μετατροπέα ροπής.

Είναι φανερό ότι για τον έλεγχο της λειτουργίας του αυτόματου κιβωτίου απαιτείται ένα αρκετά σύνθετο υδραυλικό κύκλωμα ελέγχου. Η πίεση στο κύκλωμα αυτό αλλάζει χάρη σε μια γραναζωτή αντλία η οποία είναι απαραίτητο συστατικό στοιχείο ακόμα και του πιο απλού (ή του πιο σύνθετου) αυτόματου κιβωτίου. Τα επιτεύγματα στο χώρο της μικροηλεκτρονικής δεν ήταν δυνατόν να μην επηρεάσουν την εξέλιξη των αυτομάτων κιβωτίων. Έτσι τα περισσότερα σύγχρονα αυτόματα κιβώτια διαθέτουν ένα, περισσότερο ή λιγότερο πολύπλοκο, ηλεκτρονικό κύκλωμα ελέγχου της λειτουργίας τους. Συνήθως ο οδηγός μπορεί να επιλέξει με το πάτημα ενός διακόπτη αν θέλει οικονομική ή спор οδήγηση. Στην πρώτη περίπτωση οι αλλαγές των ταχυτήτων γίνονται σχετικά νωρίς πριν ανέβουν αρκετά οι στροφές του κινητήρα, ενώ στη δεύτερη οι αλλαγές γίνονται αργότερα για να επιτυγχάνονται καλύτερες επιδόσεις. Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα της χρησιμοποίησης μικροϋπολογιστών για τον έλεγχο της λειτουργίας του αυτόματου κιβωτίου αποτελεί το σύστημα Tiptronic (Τιπτρόνικ) της Πόρσε.

Πρόκειται για ένα σύστημα που δίνει τη δυνατότητα στον οδηγό να χρησιμοποιήσει το κιβώτιο είτε σαν τελείως αυτόματο, είτε σαν χειροκίνητο-ημιαυτόματο.

Στην πρώτη περίπτωση το αυτοκίνητο οδηγείται με τον ίδιο τρόπο που οδηγείται κάθε αυτόματο αυτοκίνητο, ενώ στη δεύτερη οι αλλαγές των ταχυτήτων γίνονται με ένα σπρώξιμο του μοχλού (ο οποίος έχει προηγουμένως τοποθετηθεί στη θέση M: manual = χειροκίνητο) προς τα εμπρός (για ανέβασμα ταχύτητας) ή προς τα πίσω (για κατέβασμα). Σε αυτό το σπρώξιμο οφείλει την ονομασία του το σύστημα (tip στα Αγγλικά σημαίνει άκρη του δακτύλου). Για την πληροφόρηση του οδηγού σχετικά με τη θέση του μοχλού και τη σχέση που έχει επιλεγεί υπάρχει ένα σύστημα φωτεινών ενδείξεων στο ταμπλό.

Όταν ο κινητήρας είναι κρύος οι αλλαγές των ταχυτήτων γίνονται πιο αργά. Έτσι ο κινητήρας δουλεύει σε ψηλότερες στροφές και μικραίνει ο χρόνος που χρειάζεται για το ζέσταμα του ίδιου του κινητήρα όσο και του καταλύτη. Τέλος για την περίπτωση που θα υπάρξει βλάβη στα ηλεκτρονικά του συστήματος η ηλεκτρουδραυλική μονάδα ελέγχου επιτρέπει στο αυτοκίνητο να κινηθεί χρησιμοποιώντας την τρίτη ταχύτητα και την όπισθεν.

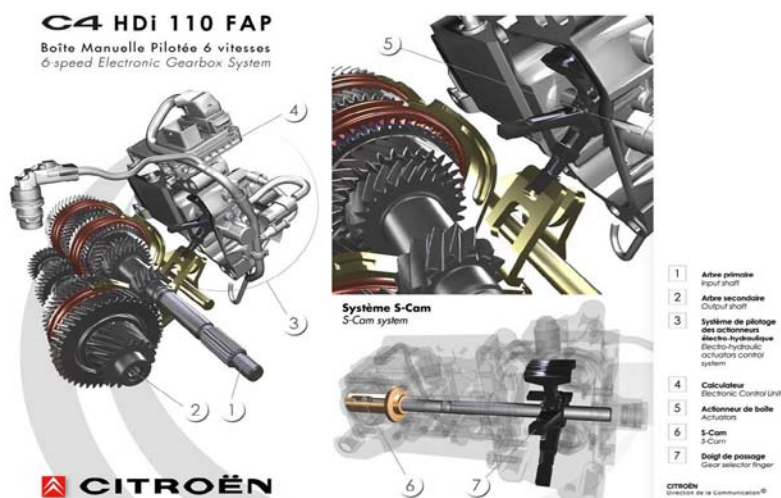
3.4 Διαφορές μεταξύ μηχανικού και αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων

Το μηχανικό κιβώτιο έχει βασικές διαφορές σε σχέση με τα αυτόματα και οι σημαντικότερες των οποίων είναι 2. Η πρώτη διαφορά είναι ότι δεν έχει μετατροπέα ροπής γεγονός πολύ θετικό για το βαθμό απόδοσης και για την κατανάλωση, ενώ η δεύτερη είναι η ύπαρξη δυο

συμπλεκτών. Προφανώς η απουσία συμπλέκτη και η γενικότερη λογική χρήσης είναι ίδια, άρα όσον αφορά στον τελικό χρήστη, τον οδηγό, τα κιβώτια διπλού συμπλέκτη «είναι» αυτόματα. Όμως συγκριτικά είναι απείρως πιο γρήγορα και άμεσα, υπακούουν τον οδηγό όταν θέλει να αλλάξει μόνος του ταχύτητα τη στιγμή που θέλει να αλλάξει ταχύτητα και όχι μετά από ώρα, ενώ προσφέρουν σαφώς καλύτερη κατανάλωση και είναι εμφανώς πιο ελαφρά.

Σε σχέση με ένα κλασικό μηχανικό όμως είναι αρκετά πιο βαριά, και η οικονομία καυσίμου δεν διαφέρει, είναι αρκετά πιο ακριβά, ενώ έχουν και σαφή όρια ροπής που αντέχουν θέτοντας έτσι αντίστοιχα όρια σε όσους θέλουν να «πειράξουν» τους κινητήρες τους. Στη χρήση βέβαια τα κιβώτια διπλού συμπλέκτη προσφέρουν καλύτερες επιδόσεις, ενώ η ξεκούραστη οδήγηση είναι δεδομένη αφού η χρήση του συμπλέκτη με το δεξί πόδι, ιδιαίτερα μέσα στην πόλη είναι σκότωμα. Το πιο σημαντικό όμως είναι πως αντίθετα με τα αυτόματα κιβώτια, αυτά με διπλό συμπλέκτη ταιριάζουν στα αυτοκίνητα που αγοράζουμε και οδηγούμε και στην Ελλάδα.

3.5 Αυτοματοποιημένα κιβώτια (ρομποτικά)



Εδώ υπάρχει ένας αυτοματοποιημένος συμπλέκτης όπου οι αλλαγές των σχέσεων γίνονται με την βοήθεια ηλεκτροκινητήρα που ενεργοποιεί τον συμπλέκτη. Εκτός από τον ενεργοποιητή για τον συμπλέκτη το ηλεκτρουδραυλικό σύστημα περιλαμβάνει ακόμη ένας για τη αλλαγή των γραναζιών/σχέσεων. Με απλά λόγια, το πάτημα του πεντάλ του συμπλέκτη (που δεν υπάρχει) το αναλαμβάνει ένας ηλεκτροκινητήρας όπως και την αλλαγή των σχέσεων που αντί να γίνεται χειροκίνητα εκτελείται και πάλι ηλεκτρουδραυλικά.



Έτσι, κάθε φορά που ο οδηγός επιλέγει το σειριακό πρόγραμμα (αντί της αυτόματης επιλογής D) ένας αισθητήρας ανιχνεύεται την μετακίνηση του επιλογέα {συνήθως πάνω-κάτω με υποδείξεις (+) για ανεβάσματα και (-) για κατεβάσματα} π.χ. από την 2α. Τότε η ηλεκτρονική μονάδα δίνει εντολή για μείωση των rpm του κινητήρα, ο συμπλέκτης ανοίγει, ο ενεργοποιητής αλλάζει π.χ. στην 3η σχέση και ο συμπλέκτης ξανακλείνει ώστε να μεταφερθεί η ροπή. Φυσικά, όταν το αυτοκίνητο τείνει να ακινητοποιηθεί ή όταν επεμβαίνει το ABS «μπαίνει» αυτόματα νεκρά.

Πλεονεκτήματα: *δεν επιβαρύνουν την κατανάλωση, μικρό κόστος κατασκευής, αξιοπιστία*

Μειονετήματα: *σχετικά αργή αλλαγή των σχέσεων, κόμπιασμα κατά τη αλλαγή*

Αυτοκίνητα που χρησιμοποιούνται: *Alfa Romeo 156 Selespeed, Opel Easytronic, Fiat Dualogic, Citroen Sensodrive κ.α.*

3.6 Κιβώτια διπλού συμπλέκτη

Πρόκειται για ένα τύπο κιβωτίου που γίνεται δημοφιλέστερο όλο και περισσότερο με πρόσφατο παράδειγμα την Alfa Romeo Giulietta/Mito TCT, το Ford S-MAX κ.α. Υπάρχουν δύο τύποι κιβωτίων διπλού συμπλέκτη, με υγρό ή ξηρό (συμπλέκτη). Σήμερα το χρησιμοποιούν πολλές εταιρίες, όπως η Renault



Πλεονεκτήματα: τάχιστες αλλαγές σχέσεων, ομαλό στη λειτουργία του, μειωμένη κατανάλωση, προστασία συμπλέκτη

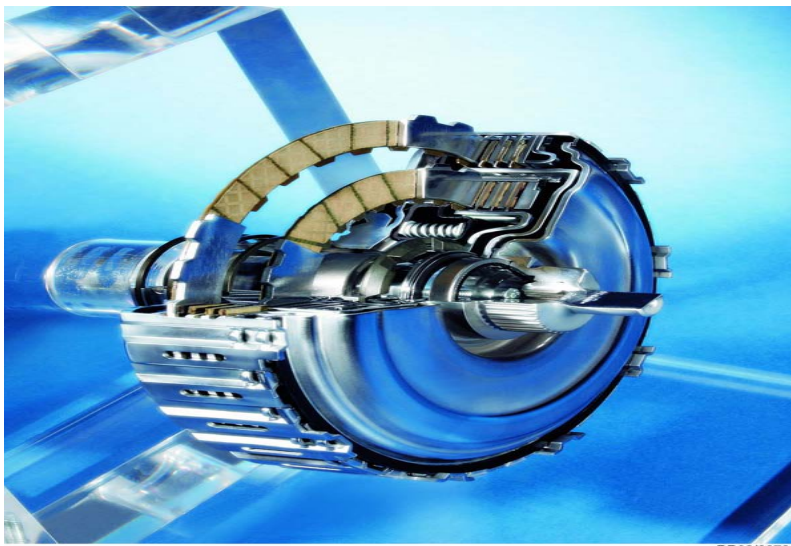
Μειονεκτήματα: πολύπλοκη κατασκευή, αξιοπιστία ηλεκτρονικής διαχείρισης

Αυτοκίνητα που χρησιμοποιούνται: [VW Group, Nissan GT-R (Borg Warner)], [Ford Focus, S-MAX - Volvo S60, BMW M-DCT, Mercedes-Benz SLS AMG, Ferrari California, Mitsubishi Lancer Evo X (Getrag)], [Fiat Auto (Magneti Marelli)], Porsche 911 (ZF), Bugatti Veyron (Ricardo) κ.α

Το μόνο κιβώτιο που μπορεί να προσφέρει «διπλή» απόλαυση είναι το DSG, το γνωστό κιβώτιο ταχυτήτων με τους διπλούς συμπλέκτες που μπορούν και αλλάζουν σχέσεις ...με ρυθμούς playstation!

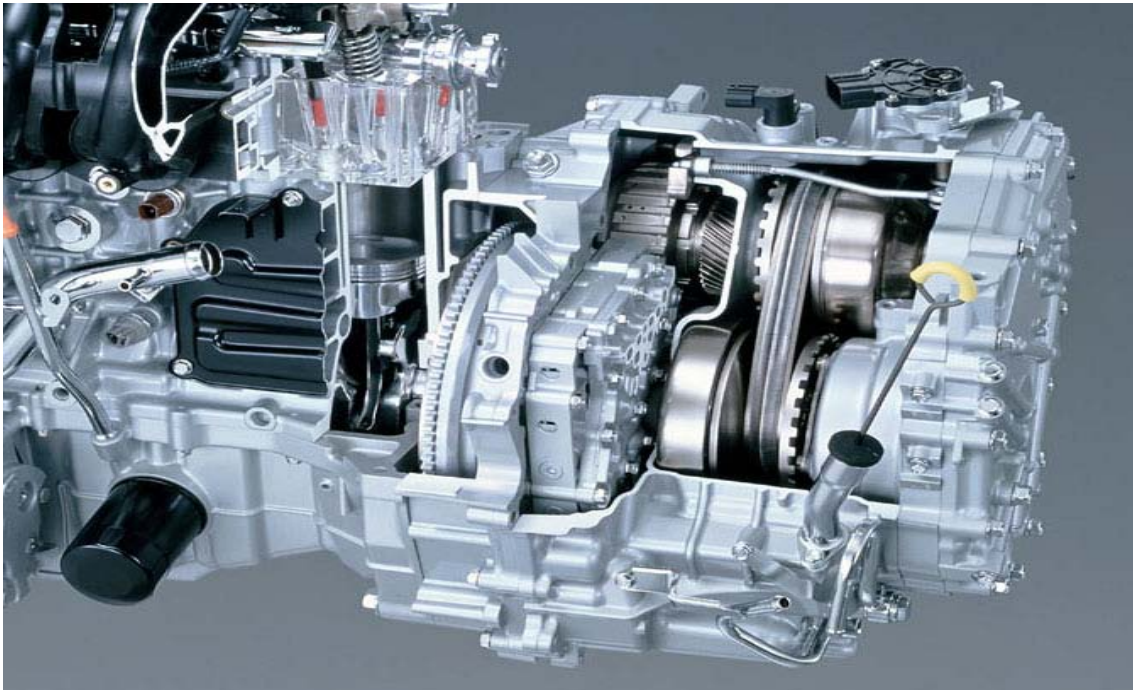
Θα μπορούσε να πει κανείς πως το DSG (Direct-Shift Gearbox) είναι το ιδανικό κιβώτιο για οποιονδήποτε οδηγό. Από την μία το DSG είναι σε θέση να υπερκαλύψει τις απαιτήσεις όποιου αναζητά ένα αυτόματο κιβώτιο που να μεταβαίνει από την μία σχέση στην άλλη με απόλυτα ομαλό και βελούδινο τρόπο. Μπορεί επίσης να επιτύχει την μικρότερη δυνατή κατανάλωση καυσίμου, όχι μόνο από τα βενζινοβόρα συμβατικά αυτόματα κιβώτια, αλλά και

από τα περισσότερα μηχανικά κιβώτια. Αυτά τουλάχιστον ισχύουν για την μία λειτουργία του κιβωτίου DSG με τον επιλογέα στην θέση «D». Μία κίνηση προς τα δεξιά αρκεί για να περάσει την θέση «S» για να ικανοποιηθούν οι ανησυχίες ενός οδηγού που επιθυμεί να κινηθεί σε πιο σβέλτους ρυθμούς. Οι αλλαγές των σχέσεων γίνονται στις ιδανικές στροφές ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη επιτάχυνση ενώ για ακόμη μεγαλύτερη οδηγική ευχαρίστηση πίσω από το τιμόνι υπάρχουν δύο paddles δίνοντας αγωνιστική γεύση.



Από μηχανολογικής πλευράς το DSG είναι εκπληκτικό στην λειτουργία του καθώς καταφέρνει να είναι πιο οικονομικό από τις εκδόσεις με μηχανικό κιβώτιο αλλά και πιο γρήγορο από πολλά ανθρώπινα χέρια. Η οικονομική λειτουργία του DSG οφείλεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στο γεγονός πως η σύμπλεξη είναι θεωρητικά «ξηρή» (πρακτικά οι δίσκοι είναι ξηροί αλλά λιπαίνονται από το λιπαντικό του κιβωτίου που «ρίχνει» την θερμοκρασία) και όχι υδραυλική. Ο κλασικός υδραυλικός μετατροπέας που υπάρχει στα συμβατικά κιβώτια, στο ρόλο του συμπλέκτη, αποσπά έργο από τον κινητήρα, άρα και ισχύς, άρα έχουμε αυξημένη κατανάλωση. Παράλληλα, στο DSG η εμπλοκή από την μία σχέση στην άλλη είναι άμεση χωρίς να υπάρχει η αίσθηση του ελαφρού πατιναρίσματος (που παρουσιάζουν τα κλασικά αυτόματα κιβώτια) λόγω του υδραυλικού υγρού και του φυγοκεντρικού μετατροπέα ροπής.

3.7 Κιβώτιο ταχυτήτων τύπου CVT



Εισαγωγή

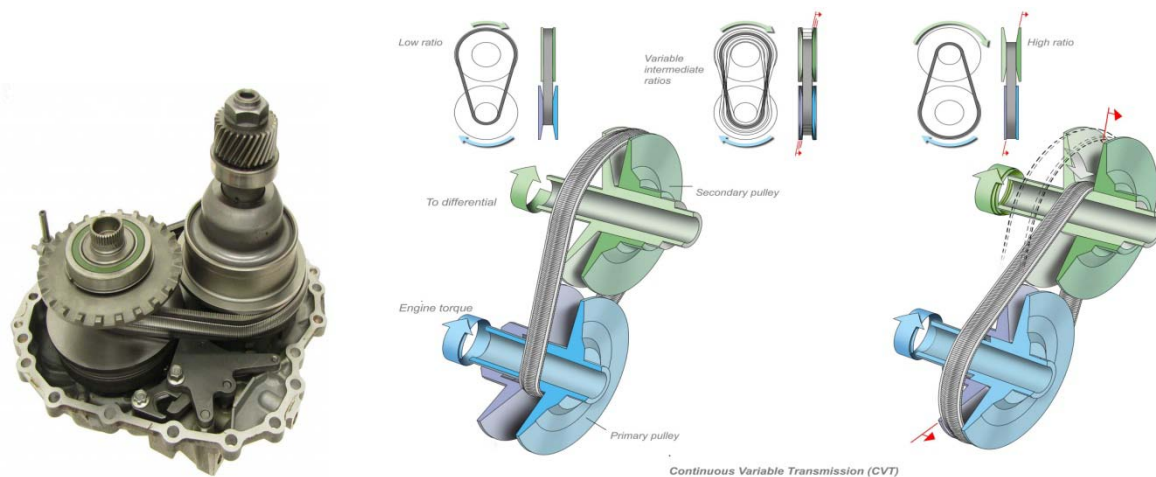
Πρόκειται για κιβώτια τα οποία δεν απαρτίζονται από γρανάζια αλλά από ένα σύστημα μάντα με δύο τροχαλίες. Στα υβριδικά είθισται να χρησιμοποιείται CVT με πλανητική συναρμογή ώστε να συνδυάζεται η κίνηση της ΜΕΚ με τον ηλεκτροκινητήρα.

Μια ιδιαίτερη κατηγορία αυτομάτων κιβωτίων αποτελούν τα κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης (ΣΜΣ). Με τα κιβώτια αυτού του τύπου επιτυγχάνεται η μεταβολή της σχέσης μετάδοσης όχι σκαλωτά αλλά συνεχώς (άπειρες φορές) μέσα σε ορισμένα βέβαια πλαίσια. Έτσι εξασφαλίζεται και ο αυτοματισμός στις αλλαγές ταχυτήτων αλλά και η λειτουργία του κινητήρα στις στροφές στις οποίες ο βαθμός απόδοσής του διατηρείται αρκετά ψηλός. Βασικό χαρακτηριστικό όλων των κιβωτίων ΣΜΣ που τοποθετούνται σε αυτοκίνητα παραγωγής είναι η ύπαρξη δύο τροχαλιών μεταβλητής διαμέτρου, μίας εισόδου (συνδεδεμένης με τον κινητήρα) και μιας εξόδου (μεταδίδει την κίνηση προς το διαφορικό). Κάθε τροχαλία αποτελείται από δύο μέρη, ένα σταθερό και ένα το οποίο έχει τη δυνατότητα να ολισθαίνει κατά μήκος του άξονα στον οποίο είναι τοποθετημένη η τροχαλία. Οι τροχαλίες «επικοινωνούν» (στις περισσότερες περιπτώσεις) με έναν ειδικό ατσάλινο μάντα η επινόηση του οποίου οφείλεται στους αδελφούς Van Doorne από την Ολλανδία. Όταν το ολισθαίνον τμήμα της τροχαλίας απομακρύνεται από το σταθερό ο μάντας «βυθίζεται» στην τροχαλία και η διάμετρος επαφής του με αυτή μικραίνει. Αντίθετα όταν η

απόσταση ανάμεσα στα δύο τμήματα μικραίνει, ο ιμάντας «ανεβαίνει» και η διάμετρος επαφής του με την τροχαλία αυξάνεται

Πρωταρχική για τη μεταβολή της σχέσης μετάδοσης είναι η μεταβολή της διαμέτρου της τροχαλίας εισόδου η οποία και επιφέρει τη μεταβολή της διαμέτρου της τροχαλίας εξόδου (λόγω του σταθερού μήκους του ιμάντα). Όταν η διάμετρος της τροχαλίας εισόδου μεγαλώνει η διάμετρος της τροχαλίας εξόδου μικραίνει και αντίστροφα όταν η διάμετρος της πρώτης μικραίνει μεγαλώνει η διάμετρος της δεύτερης. Οι μετατοπίσεις των ολισθαινόντων τμημάτων (άρα και οι μεταβολές των διαμέτρων) των τροχαλιών ελέγχονται -κατά κανόνα- υδραυλικά. Η δύναμη με την οποία πιέζεται ο ιμάντας μεταξύ των τοιχωμάτων των τροχαλιών μεταβάλλεται ανάλογα με το φορτίο, ώστε και να μην ολισθαίνει ο ιμάντας πάνω σε αυτές αλλά και να μην συμπιέζεται υπερβολικά. Η μεταβολή της διαμέτρου των δύο τροχαλιών επιφέρει την αλλαγή της σχέσης μετάδοσης. Η μεγαλύτερη σχέση μετάδοσης (το αντίστοιχο της «πρώτης» των συμβατικών κιβωτίων) επιτυγχάνεται όταν η τροχαλία εισόδου έχει τη μικρότερη και η τροχαλία εξόδου τη μεγαλύτερη δυνατή διάμετρο. Αντίστοιχα η «πέμπτη» επιτυγχάνεται όταν η τροχαλία εισόδου έχει τη μεγαλύτερη και η εξόδου τη μικρότερη δυνατή διάμετρο. Στην πραγματικότητα το φάσμα των σχέσεων μετάδοσης που επιτυγχάνονται με τα κιβώτια ΣΜΣ είναι ευρύτερο από αυτό των συμβατικών κιβωτίων: η «πρώτη» δηλαδή των ΣΜΣ είναι «κοντύτερη» και η «πέμπτη» μακρύτερη από τις αντίστοιχες σχέσεις των συμβατικών κιβωτίων.

3.7.1 Η αρχή λειτουργίας των CVT



Η Βασική αρχή λειτουργίας προέρχεται από την ιδέα του Variomatic της DAF, όπου ένας ιμάντας μεταφέρει την κίνηση ανάμεσα σε δύο τροχαλίες μεταβλητής ενεργής διαμέτρου, θεωρητικά, η ιδέα είναι πολύ πιο απλή, και στη σύλληψή της είναι σαφώς απλούστερη, ακόμα και σε σχέση με τα χειροκίνητα, πόσο μάλλον με τα πολύ πιο σύνθετα αυτόματα κιβώτια που ήδη εξετάσαμε. Χωρίζοντας τις τροχαλίες σε δύο κομμάτια και κάνοντας κωνικό το σχήμα της

εγκοπής, μέσα στην οποία πατά ο ιμάντας, μπορούμε να μεταβάλλουμε την απόσταση των δύο κομματιών της τροχαλίας και να αναγκάζουμε τον ιμάντα να ανεβαίνει πιο ψηλά ή να κατεβαίνει πιο χαμηλά μέσα στην εγκοπή, δηλαδή να μεταβάλλουμε την ενεργή διάμετρο της τροχαλίας. Αυτός είναι ένας θεωρητικά εύκολος τρόπος μεταβολής της σχέσης μετάδοσης από την τροχαλία εισόδου προς την τροχαλία εξόδου. Από τη θεωρία μέχρι την πράξη, όμως, η δυσκολία εντοπίζεται στις πολύ μεγάλες επιφανειακές πιέσεις που θα πρέπει να ασκούνται εγκάρσια στον ιμάντα και στην επαφή του με τις πλευρές της τροχαλίας, προκειμένου να έχουμε μετάδοση κίνησης χωρίς ολίσθηση. Αυτός ήταν και ο λόγος που τα συστήματα CVT έμειναν στα συρτάρια των σχεδιαστών για πάρα πολλά χρόνια, μέχρι να αναπτυχθεί η τεχνολογία των υλικών που να επιτρέπει τη χρήση τους και σε αυτοκίνητα μεγαλύτερου κυβισμού και υψηλότερων επιδόσεων.

Σήμερα, όμως, με την εμφάνιση του δίλιτρου Primera CVT, καθώς και του Audi A6 Multitronic, φαίνεται ότι έχει λυθεί οριστικά το πρόβλημα, και το μοναδικό (μικρό) μειονέκτημα που παραμένει είναι το μεγαλύτερο βάρος του συστήματος σε σχέση με το αντίστοιχο χειροκίνητο κιβώτιο. Σε αντίθεση με τα πρώτης γενιάς CVT που απλώς διέθεταν ένα μοχλό, με τον οποίο ο οδηγός μπορούσε να μεταβάλλει διαρκώς τη σχέση μετάδοσης από «κοντή» σε «μακριά» χωρίς ενδιάμεσα βήματα, στα σημερινά CVT ο έλεγχος είναι απόλυτα αυτόματος και γίνεται με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου που αποφασίζει κάθε στιγμή για την ιδανική σχέση μετάδοσης, ενώ ο συμπλέκτης μπορεί να είναι είτε συμβατικός και ελεγχόμενος με ηλεκτρομηχανισμό, είτε μετατροπέας ροπής, ανάλογα με την επιλογή του κάθε κατασκευαστή. Το οδηγικό ενδιαφέρον, όμως, είναι ότι κάποιος πονηρός σχεδιαστής-μηχανικός συνειδητοποίησε ότι, κάνοντας χρήση των ήδη έτοιμων συστημάτων ελέγχου, είναι πλέον πολύ εύκολο, με έναν απλό ηλεκτρονικό προγραμματισμό και τίποτα άλλο, να προσομοιώσουμε τη λειτουργία ενός πραγματικού σειριακού κιβωτίου, δημιουργώντας ενδιάμεσα «σκαλοπάτια» στη συνεχή μεταβολή της σχέσης μετάδοσης. Η προσομοίωση σειριακού κιβωτίου με το CVT είναι και η πιο επιτυχημένη από τις διάφορες λύσεις, αφού η απόκριση του συστήματος στην εντολή του οδηγού είναι άμεση (ίδια ή καλύτερη με αυτόματου κιβωτίου), ενώ δεν υπάρχει περιορισμός στο μέγιστο αριθμό σχέσεων, αφού ο προγραμματιστής του συστήματος μπορεί να του δώσει όσα ενδιάμεσα «σκαλοπάτια» θέλει.

Όσο απλός και αν φαντάζει ο τρόπος λειτουργίας του συγκεκριμένου συστήματος, το μεγαλύτερο πρόβλημα αφορά στην αντοχή του ιμάντα σε αντίθεση με τα μασίφ γρανάζια. Η ανάπτυξη υψηλών επιφανειακών τάσεων κατά τη μεταβολή της διαμέτρου των τροχαλιών απαιτεί έναν ιμάντα με ιδιαίτερα αυξημένες μηχανικές ιδιότητες καθώς αυτός καλείται να μεταφέρει σχεδόν όλη την ισχύ του κινητήρα. Σημειώστε μία λεπτομέρεια: την μετάδοση της ισχύος προς το κιβώτιο CVT αναλαμβάνει ένας κλασικός συμπλέκτης ή ένας υδροδυναμικός ή ένας μετατροπέας ροπής.



Τα κιβώτια **CVT** (Continuously Variable Transmission) σήμερα χρησιμοποιούνται σε διάφορα μοντέλα, από το υβριδικό Honda Insight μέχρι το Mitsubishi Outlander και το Toyota RAV4. Παρόλο όμως που η ιδέα της επίτευξης άπειρων και συνεχώς μεταβαλλόμενων σχέσεων υπάρχει από τις αρχές του περασμένου αιώνα, διάφοροι πρακτικοί λόγοι δεν επέτρεπαν μέχρι πρόσφατα την υλοποίηση της θεωρίας. Πριν από δύο σχεδόν δεκαετίες -στις αρχές του '80- τα κιβώτια ταχυτήτων τύπου CVT αν και υιοθετήθηκαν από αρκετούς κατασκευαστές αυτοκινήτων δεν μπόρεσαν να επικρατήσουν, διότι οι ιμάντες που χρησιμοποιούνταν δεν αποδείχθηκαν αρκετά ανθεκτικοί ώστε να μεταφέρουν το μέγεθος της ροπής, ιδίως σε κινητήρες μεγάλου κυβισμού.

Με αρωγό τη ραγδαία εξέλιξη της ηλεκτρονικής, διάφορες εταιρείες εξόπλισαν στις αρχές του '90 αρκετά μοντέλα τους με κιβώτια CVT. Μερικά μόνο από αυτά ήταν τα Ford Fiesta, Fiat Uno 60, Lancia Y και Subaru Justy, με κοινό χαρακτηριστικό τους τη σχετικά μικρή χωρητικότητα του κινητήρα τους -κάτω από τα 1.300κ.εκ. Εντούτοις, με τη σταδιακή βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του ιμάντα, η Honda παρουσίασε το 1996 το Multimatic CVT σε συνδυασμό με κινητήρες των 1.600κ.εκ. Το 1998 η Nissan με το Extroid προχώρησε ένα βήμα μακρύτερα συνδυάζοντας CVT με μηχανικά σύνολα από δύο έως και τρία λίτρα. Από τα πιο πετυχημένα παραδείγματα με κιβώτια CVT είναι αυτό του Multitronic της Audi το οποίο συνδυάζεται ακόμα και με κινητήρες τριών λίτρων ενώ σε μοντέλα μικρότερου κυβισμού το συναντάμε ακόμη και σε οικογενειακά όπως το νέο Toyota Avensis. Απορίας άξιο είναι η εγκατάλειψη του CVT από την Honda όπου ταίριαζε γάντι στο προηγούμενο Jazz. Παρά ταύτα, η τεχνολογία CVT εφαρμόζεται σήμερα σε περισσότερα από δύο εκατομμύρια οχήματα σε

παγκόσμια κλίμακα. Το μεγαλύτερο ποσοστό αναλογεί στην ιαπωνική αγορά, ενώ ένα το ποσοστό αυτό είναι μικρότερο στην ευρωπαϊκή και διαρκώς αυξανόμενο στις ΗΠΑ.

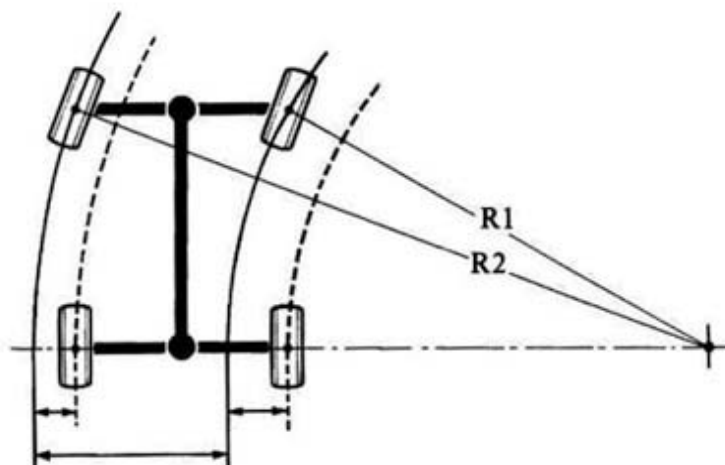
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ

4.1. Γενικά



Το Διαφορικό είναι ο μηχανισμός που σκοπό έχει να επιτρέψει στους δύο κινητήριους τροχούς στα προσθιοκίνητα ή οπισθιοκίνητα οχήματα, ή στους δυο άξονες μετάδοσης στα τετρακίνητα, να περιστρέφονται με διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες και να κατανέμει τη ροπή στρέψης, ανάλογα με τον συντελεστή πρόσφυσης στους κινητήριους τροχούς, είτε μεγενθύνοντας είτε ελαχιστοποιώντας την.

Για να μπορεί να στρίψει ένα όχημα, οι τροχοί που βρίσκονται στην εξωτερική πλευρά της καμπύλης διανύουν μεγαλύτερη απόσταση από τους τροχούς που βρίσκονται στη εσωτερική πλευρά. Άρα, οι εξωτερικοί τροχοί θα πρέπει να στρέφονται ταχύτερα από τους εσωτερικούς, ώστε να μπορούν να ακολουθήσουν τη γεωμετρική μορφή της οδού.

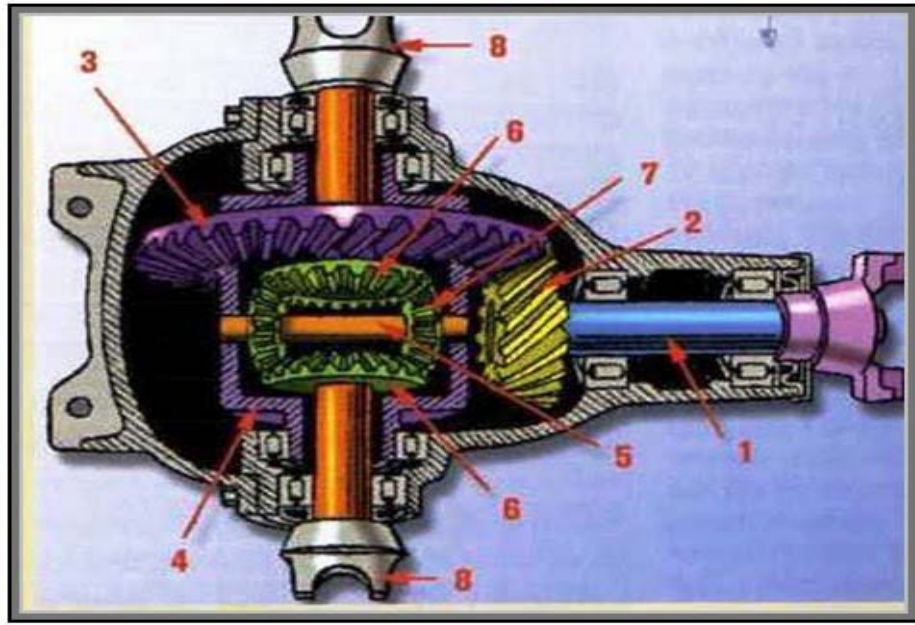


Στη περίπτωση που και οι εξωτερικοί και οι εσωτερικοί τροχοί στρέφονταν από τον κινητήρα με την ίδια ταχύτητα, τότε το όχημα δεν θα μπορούσε να διαγράψει καμπύλη τροχιά χωρίς σημαντικές τριβές στα ελαστικά του. Οι τριβές αυτές θα εκδηλώνονταν ως τάση του οχήματος να «υπακούσει» στις στροφές που παίρνουν οι τροχοί του: να κινηθεί ευθεία και όχι να διαγράψει καμπύλη τροχιά. Όταν τώρα το όχημα κινείται στην ευθεία και κάποιος από τους κινητήριους τροχούς συναντήσει μια ανωμαλία του οδοστρώματος, π.χ.: ένα σαμαράκι ή μια λακκούβα, θα υπάρξει και σε αυτή τη περίπτωση πρόβλημα, καθώς δεν θα υπάρχει δυνατότητα να διαφοροποιήσει τις στροφές του από τον άλλο τροχό και ολόκληρο το όχημα θα υποστεί μια αποσταθεροποιητική φόρτιση (τράνταγμα) η οποία θα εκδηλωθεί ως τάση εκτροπής του οχήματος.

Τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται με τη χρήση του διαφορικού, το οποίο μπορεί να αλλάξει το ποσοστό ισχύος που λαμβάνει ο κάθε τροχός ενός άξονα, αλλά και να μπορεί να περιστρέψει τους κινητήριους τροχούς με διαφορετική γωνιακή ταχύτητα λαμβάνοντας υπ' όψη την απόσταση που κάθε τροχός πρέπει να διανύσει. Το μέγεθος της μεταφερόμενης ροπής στρέψης καθορίζεται από εκείνον το τροχό ο οποίος έχει τη μικρότερη πρόσφυση στο οδόστρωμα.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο διαφορικός μηχανισμός, είναι ο μηχανισμός που «λαμβάνει πληροφορίες» ανάλογα με την επαφή καθενός κινητηρίου τροχού με το οδόστρωμα και συμφωνά με αυτές τις πληροφορίες, διαμοιράζει την ισχύ ή τη ροπή του κινητήρα στους άξονες των τροχών.

4.2 Εξαρτήματα συμβατικού διαφορικού



Ένα συμβατικό διαφορικό αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Κεντρικός άξονας – Άτρακτος: Από τον άξονα αυτόν, η κίνηση μεταδίδεται στο πηνίο του διαφορικού
2. Πηνίο: Είναι ένας κωνικός οδοντωτός τροχός, μέσω του οποίου η κίνηση μεταδίδεται από τον κεντρικό άξονα στο διαφορικό.
3. Κορώνα: Είναι μια κωνική οδοντωτή στεφάνη, η οποία μαζί με το πηνίο αποτελούν το ζεύγος της γωνιακής μετάδοσης και αλλάζουν την διεύθυνση της κίνησης κατά 90ο, από τη κεντρική άτρακτο στα ημιαξόνια.
4. Θήκη πλανητικού μηχανισμού – φορέας δορυφόρων: Είναι στερεωμένη πάνω στη κορώνα και περιστρέφεται μαζί με αυτή και φέρει τον κυρίως πλανητικό μηχανισμό.
5. Άξονας δορυφόρων.
6. Πλανήτες: Είναι δυο κωνικοί οδοντωτοί τροχοί οι οποίοι πάντοτε έχουν ευθύγραμμα κωνικά δόντια, λίγο μεγαλύτεροι από τους δορυφόρους. Είναι στερεωμένοι μέσα στη θήκη του διαφορικού και μπλεγμένοι μόνιμα με τους δορυφόρους. Ο άξονας τους συμπίπτει με τον άξονα περιστροφής των ημιαξονίων. Με τους πλανήτες συνδέονται τα ημιαξόνια με πολύσφηνα.
7. Δορυφόροι: Είναι συνήθως δύο στον αριθμό αλλά μπορούν να υπάρξουν και 4 κωνικοί οδοντωτοί τροχοί οι οποίοι έχουν πάντοτε ευθύγραμμα κωνικά δόντια, στερεωμένοι στο

εσωτερικό της θήκης, με άξονες κάθετους στον άξονα περιστροφής των ημιαξονίων των τροχών.

8. Έξοδος προς τροχούς – Ημιαξόνια

4.3 Ίδη διαφορικών

- **Διαφορικό με αναστολέα**

Όπως γνωρίζουμε, τα συμβατικά διαφορικά έχουν ένα πολύ σοβαρό μειονέκτημα. Εάν για οποιοδήποτε λόγο ο ένας τροχός χάσει τη πρόσφυση του (π.χ. πέσει σε λάσπη, βρίσκεται σε πάγο ή στον αέρα), τότε δεν παρουσιάζει αντίσταση, και παίρνει όλες τις στροφές. Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι το μέγεθος της μεταφερόμενης ροπής, καθορίζεται από τον κινητήριο τροχό, ο οποίος έχει τη μικρότερη πρόσφυση με το οδόστρωμα. Η αντιμετώπιση αυτού του μειονεκτήματος, γίνεται με συστήματα στα οποία αναστέλλεται ολικά ή μερικά η λειτουργία του διαφορικού.

- Η πρώτη περίπτωση είναι η ολική αναστολή της λειτουργίας του διαφορικού. Η ολική αναστολή επιτυγχάνεται χειροκίνητα ή αυτόματα με τη σταθεροποίηση ορισμένων μερών του διαφορικού μεταξύ τους, έτσι ώστε τα δυο ημιαξόνια να λειτουργούν σαν ένας ολόσωμος άξονας. Την ολική αναστολή την εφαρμόζουμε μονό στα μεγάλα ειδικά οχήματα (στρατιωτικά, ρυμουλκά και αλλά).
- Η δεύτερη περίπτωση είναι η μερική αναστολή και χρησιμοποιείται στα διαφορικά περιορισμένης – ελεγχόμενης ολίσθησης, στα οποία όταν παρουσιαστεί μεγάλη διαφορά στροφών μεταξύ των δυο τροχών, μειώνεται αυτόματα η λειτουργία του διαφορικού.

Τέλος, πρέπει να επισημάνουμε τα μειονεκτήματα. Η ολική αναστολή, προκαλεί φθορά στα ελαστικά λόγω των πολλών δυνάμεων και καταπονήσεων και αυτός είναι ένας από τους λόγους που το χρησιμοποιούμε μονό στα μεγάλα ειδικά οχήματα. Ο κύριος λόγος που βρίσκει εφαρμογή μονό σε αυτά τα οχήματα είναι οι περισσότερες ανωμαλίες του οδοστρώματος που συναντάνε σε σχέση με τα επιβατικά οχήματα και οι χαμηλές ταχύτητες κίνησης.

Διαφορικό με αναστολέα, είναι το διαφορικό που επιτρέπει με χειροκίνητο τρόπο ή με ηλεκτροκίνητο τρόπο την εμπλοκή των δύο ημιαξονίων των κινητήριων τροχών και τα επιτρέπει να κινηθούν με την ίδια περιστροφική ταχύτητα.

Όπως και στα συμβατικά διαφορικά, έτσι και εδώ υπάρχει το ζεύγος γωνιακής μετάδοσης (κορώνα – πινιόν) οι πλανήτες και οι δορυφόροι. Υπάρχει όμως και ο ωστικός τριβέας που μετακινείται χειροκίνητα ή αυτόματα και σταθεροποιεί διάφορα μέρη του διαφορικού. Τα μέρη του διαφορικού τα οποία μπορούν να σταθεροποιηθούν είναι είτε οι δορυφόροι είτε η θήκη και τα ημιαξόνια.

- **Διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης**

Οι τύποι των διαφορικών περιορισμένης ολίσθησης, κατατάσσονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία υπάρχουν αυτά που «αισθάνονται» την ροπή και στη δεύτερη αυτά που «αισθάνονται» την ταχύτητα περιστροφής των κινητήριων τροχών. Τα διαφορικά που «αισθάνονται» τη ροπή, χρησιμοποιούν τη μηχανική τριβή των εξαρτημάτων τους για να δημιουργήσουν την απαιτούμενη διαφορά ροπής μεταξύ των δύο αξόνων, ανεξάρτητα από την ταχύτητα περιστροφής των τροχών. Τα διαφορικά που «αισθάνονται» την ταχύτητα των τροχών, για να ενεργοποιηθούν και να λειτουργήσουν, πρέπει να υπάρχει διαφορά στην ταχύτητα περιστροφής των τροχών.

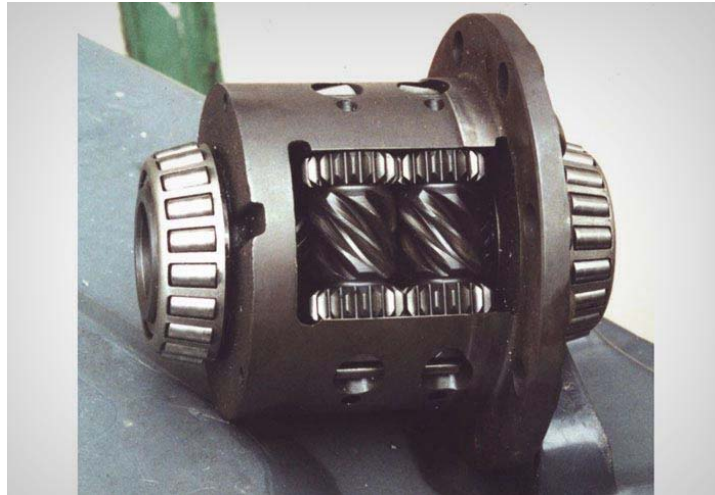
Τα διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης, παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Με Πολύδισκους συμπλέκτες**

Τα πλεονεκτήματα του LSD με πολύδισκους συμπλέκτες είναι:

1. Περιορισμός ολίσθησης των τροχών σε στροφές με μεγάλες ταχύτητες.
2. Διάθεση ισχύς στους τροχούς πιο ομοιόμορφα, όταν προσφέρεται η μεγαλύτερη ισχύ στο σύστημα.
3. Ομοιόμορφη πρόσφυση και καλύτερος έλεγχος του οχήματος κατά την επιτάχυνση ή την επιβράδυνση.
4. Σε συνθήκες ομαλής οδήγησης, το σύστημα με τους δίσκους αποσυμπλέκεται, για να μειωθούν οι τριβές και το όχημα να στρίβει ευκολότερα.

- **Με Ατέρμονες οδοντωτούς τροχούς**



Διαφορικό Torsen

Είναι γνωστοί ως Torsen. Η διάταξη Torsen είναι καθαρά μηχανική και δεν χρησιμοποιεί ηλεκτρονικά, ενώ λειτουργεί σαν απλό διαφορικό όταν το ποσοστό της ροπής που καταλήγει στον κάθε τροχό είναι το ίδιο.

Σε περίπτωση όμως που ένας εκ των δύο τροχών χάσει την πρόσφυσή του, η διαφορά αυτή στη ροπή γίνεται «αντιληπτή» από ένα σύστημα μετωπικών και κωνικών γραναζιών, το οποίο «κλειδώνει» με το που θα αντιληφθεί αυτή την αντίθεση στην περιστροφή των ημιαξόνων. Ανάλογα με τους πλανήτες, τα γρανάζια και τους δορυφόρους που χρησιμοποιούνται, το Torsen έχει ένα συγκεκριμένο λόγο ολίσθησης.

Αυτό σημαίνει πως όταν ένας τροχός χάσει την πρόσφυσή του, αυτόματα ο άλλος θα λάβει πολλαπλάσια ροπή από τον πρώτο, ώστε να ξεπεραστεί το εμπόδιο. Στα πλεονεκτήματα του συστήματος περιλαμβάνεται η γρήγορη μεταφορά της ροπής. Από την άλλη έχει σχετικά μεγάλο βάρος, ενώ σε περίπτωση ολικής απώλειας πρόσφυσης στον ένα άξονα (όταν το Torsen λειτουργεί ως κεντρικό διαφορικό), καθίσταται αδύνατη η μεταφορά δύναμης στους υπόλοιπους τροχούς.

Το διαφορικό Torsen εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το φθινόπωρο του 1986 στο Audi 80 Quattro. Το προηγμένο για την εποχή του μηχανικό διαφορικό (το γνωστό σε όλους μας μπλοκέ) μπορούσε να "αισθανθεί" την ροπή (η ονομασία του προέρχεται από τις λέξεις "Torque & Sensing") όσο κανένα άλλο εξάρτημα και από την πρώτη του εφαρμογή στον πίσω άξονα γρήγορα πέρασε σε ρόλο κεντρικού διαφορικού σε σύστημα τετρακίνησης.

Η επινοητικότητα του Torsen κρύβεται στην διάταξη μίας συναρμογής από γρανάζια σε πλανητική διάταξη που αντιλαμβάνονται την ροπή και την κατανέμουν στον άξονα (ή τον

τροχό όταν μιλάμε για κίνηση στους δύο τροχούς). Η στάνταρ κατανομή -στο Type 1 ή T1, παρουσιάστηκε στο A4 το 1995- είναι 50/50 ενώ το ποσοστό μπορεί να αλλάξει έως 75/25 ή το αντίστροφο. Το Torsen "κλειδώνει" μόνο όταν βρίσκεται υπό φορτίο και ξεκλειδώνει όταν ο οδηγός τραβήξει το πόδι του από το γκάζι. Για καλύτερη πρόσφυση κατά την εκκίνηση σε εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες το πίσω διαφορικό μπορεί να κλειδώσει ηλεκτροπνευματικά με το πάτημα ενός διακόπτη.



Το 2005 η Audi εξέλιξε το Torsen στην 3η του μορφή (Torsen T3 με μηχανική κατανομή έως 80% σε άξονα - με την βοήθεια του ESP το ποσοστό φτάνει στο 100%) και το παρουσίασε στη 2^η γενιά του RS 4. Το κεντρικό διαφορικό έχει ένα πιο ευέλικτο μηχανικό τρόπο κλειδώματος και χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα σε μερικά μοντέλα της εταιρίας με τον κινητήρα τοποθετημένο κατά τον διαμήκη άξονα αν και από το 2010 αντικαθιστάτε σταδιακά από το διαφορικό Crown.

- **Συνεκτικής σύζευξης**

Το διαφορικό αυτού του τύπου χρησιμοποιείται αποκλειστικά στα τετρακίνητα αυτοκίνητα προκειμένου να κατανέμει τη ροπή του κινητήρα επιλεκτικά στον εμπρόσθιο και πίσω άξονα αναλόγως συνθηκών. Υπάρχουν τα μηχανικά μπλοκέ και τα ηλεκτροϋδραυλικά ή ηλεκτρομαγνητικά. Στην πρώτη περίπτωση, το διαφορικό μπλοκάρει και ξεμπλοκάρει ο οδηγός μέσω λεβιέ ή διακόπτη. Στη δεύτερη περίπτωση, η εμπλοκή γίνεται αυτόματα μέσω κεντρικής μονάδας ελέγχου που παρακολουθεί τη δυναμική συμπεριφορά του οχήματος και ρυθμίζει το ποσοστό εμπλοκής του πίσω άξονα.

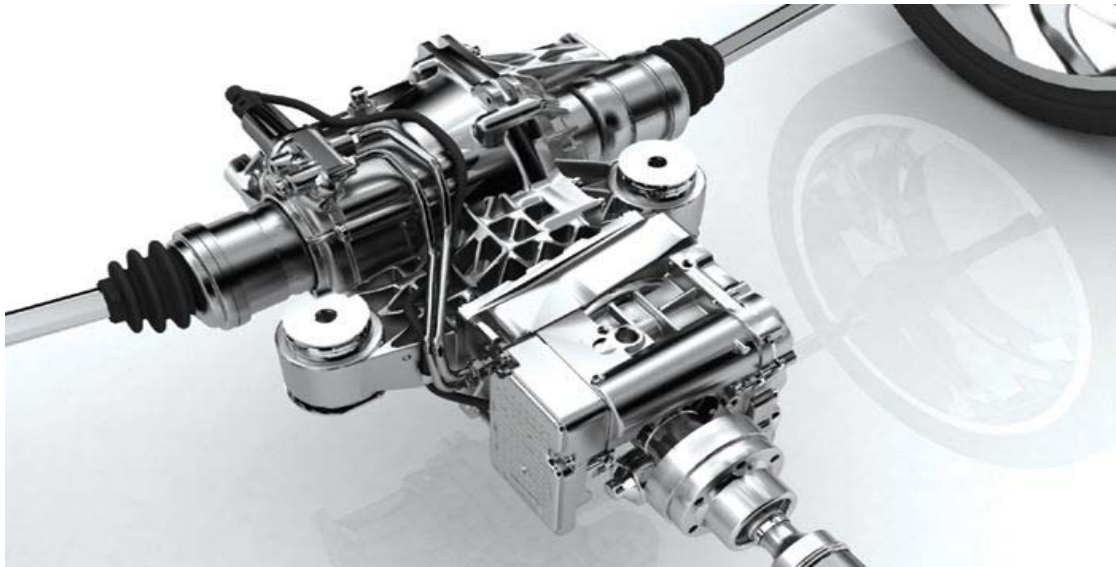
Η κεντρική μονάδα ελέγχου, αφού λάβει υπόψη της τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα και τη δυναμική συμπεριφορά του οχήματος, ρυθμίζει το ποσοστό εμπλοκής του πίσω άξονα. Η λειτουργία του κινητήρα υπολογίζεται από τις στροφές του κινητήρα και από τη θέση του πεντάλ του γκαζιού. Η δυναμική συμπεριφορά υπολογίζεται από την ταχύτητα του κάθε τροχού, την πραγματική επιτάχυνση του οχήματος, τη θέση του πεντάλ του φρένου και τη λειτουργία του χειρόφρενου. Επίσης η μονάδα ελέγχου του συστήματος των φρένων, ενημερώνει τη μονάδα του Haldex εάν κάποια από τις ειδικές λειτουργίες (ABS, ESP κλπ), έχει ενεργοποιηθεί. Όταν αναλυθούν τα δεδομένα, η μονάδα ελέγχου ελέγχει τη ροπή που μεταδίδεται στον πίσω άξονα, μέσω της βαλβίδας η οποία ρυθμίζει την πίεση στο υδραυλικό κύκλωμα.

Η λειτουργία συνεκτικής σύζευξης είναι διαθέσιμη με την εκκίνηση του κινητήρα και μπορεί να ενεργοποιηθεί ανεξάρτητα από το αν το όχημα κινείται προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Η προϋπόθεση για τη μεταφορά μέρους της ροπής στο πίσω άξονα είναι η διαφορετική γωνιακή ταχύτητα μεταξύ των τροχών του εμπρός και του πίσω άξονα. Η μεταφορά ροπής μέσω συνεκτικής σύζευξης εξασφαλίζει τη βέλτιστη κατανομή ροπής ανάμεσα στον εμπρός και τον πίσω άξονα. Οι εμπρόσθιοι τροχοί παίρνουν τη ροπή κατευθείαν από το κιβώτιο ταχυτήτων και η ροπή αυτή δε μπορεί να μεταβληθεί. Το σύστημα όμως παρεμβάλλεται μεταξύ του κιβωτίου ταχυτήτων και των πίσω τροχών και είναι υπεύθυνο να αποφασίσει πόση από τη ροπή θα πρέπει να περάσει και στον πίσω άξονα. Το τελικό αποτέλεσμα, είναι η διαφοροποίηση του ποσοστού της έλξης που παρέχεται από τον πίσω άξονα.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η τετρακίνηση με συνεκτική σύζευξη, είναι διαθέσιμη σε κάθε ταχύτητα, ακόμη και στην πορεία προς τα πίσω (όπισθεν). Δηλαδή, η μονάδα ελέγχου αναλύει συνεχώς τη δυναμική συμπεριφορά του οχήματος (επιτάχυνση, ολίσθηση, φρενάρισμα) και την ίδια στιγμή ανταλλάσσει πληροφορίες με μονάδες ελέγχου άλλων συστημάτων. Η λειτουργία δεν μπορεί να απενεργοποιηθεί από τον οδηγό.

- **«Ηλεκτρονικά» μπλοκέ**

Η χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων έδωσε τη δυνατότητα σε κάποιους κατασκευαστές να εξελίξουν διαφορικά, η λειτουργία των οποίων βασίζεται στους ηλεκτρονικούς αισθητήρες των συστημάτων φρένων και ESP. Με αυτό τον τρόπο φρενάρει ή μεταφέρεται μεγαλύτερο ποσοστό ροπής στον τροχό του κάθε άξονα όταν παρουσιαστούν φαινόμενα ολίσθησης.



Τέτοια διαφορικά έχουν εξελίξει η BMW (ADR-X), η Fiat (ELD), η Mercedes-Benz (XTC) και το VW Group (XDS). Το πλεονέκτημα του ηλεκτρονικού μπλοκέ σε σύγκριση με το μηχανικό είναι το χαμηλότερο βάρος τους. Στην ασφάλτο είναι αποτελεσματικά. Ωστόσο, σε δύσκολες συνθήκες εκτός δρόμου υστερούν σε απόδοση.

4.4 Ηλεκτρονικός έλεγχος στο διαφορικό μηχανισμό

Στα σημερινά σύγχρονα οχήματα, οι κατασκευαστές έχουν εκμεταλλευτεί την επιστήμη της σύγχρονης ηλεκτρονικής και έχουν κατασκευάσει οχήματα, τα οποία ελέγχουν την ολίσθηση των τροχών και τη κατεύθυνση του οχήματος σε δύσκολες καταστάσεις οδήγησης. Τα συστήματα αυτά, ανήκουν στα συστήματα ενεργητικής ασφάλειας. Τα συστήματα αυτά, χρησιμοποιούν και εκμεταλλεύονται τα εξαρτήματα και τους μηχανισμούς του συστήματος πέδησης και του συστήματος ABS, για να φρενάρουν περισσότερο ή λιγότερο έναν ή δύο τροχούς. Έτσι ελέγχεται η ασφαλής κίνηση του οχήματος χωρίς να παρουσιάζονται φαινόμενα ολίσθησης των τροχών λόγω της διαφορετικής ταχύτητας ή λόγω υπερστροφής ή υποστροφής. Επίσης, κάποια συστήματα χρησιμοποιούν και τους μηχανισμούς της ηλεκτρονικής διαχείρισης του κινητήρα, ώστε να υπολογίζουν και να ελέγχουν την ιδανική ροπή του κινητήρα που πρέπει να εφαρμόζεται στους τροχούς σε καταστάσεις ολίσθησης τους. Το όφελος αυτών των συστημάτων και ο σκοπός κατασκευής τους, είναι να παρέχουν στον οδηγό του οχήματος όσο το δυνατόν περισσότερη ασφάλεια σε δύσκολες καταστάσεις οδήγησης και σε στιγμές πανικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΣΕ ΤΟΜΗ

Για τη κατασκευή ενός μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων σε τομή επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ένα κιβώτιο το οποίο χρησιμοποιούνταν από την εταιρία παραγωγής αυτοκινήτων Fiat στο μοντέλο stilo το οποίο είναι εξατάχυτο 1400cc. Το κιβώτιο αυτό αγοράστηκε μεταχειρισμένο από συνεργείο αυτοκινήτων με την προϋπόθεση να χρησιμοποιηθεί έπειτα από μία σειρά διεργασιών και κατεργασιών σαν μοντέλο παρουσίασης μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων σε τομή, της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Επίσης, αγοράστηκε και ο λεβιές ταχυτήτων από κατάστημα με μεταχειρισμένα ανταλλακτικά για να κουμπώνουν οι ταχύτητες και να φαίνονται οι κινήσεις των γραναζιών ανάλογος την ταχύτητα που μπαίνει.



Μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων.



Εξατάχυτος λεβιές ταχυτήτων.



Μηχανικό κιβώτιο αρχικά.

Οι διεργασίες που έγιναν στο κιβώτιο ήταν οι εξής:

1) Εξωτερικός καθαρισμός κιβωτίου.

Όλα τα ίχνη λαδιών και γράσου απομακρύνθηκαν έπειτα από πλύσιμο με βενζίνη με την βοήθεια πινέλου.

2) Άνοιγμα κιβωτίου.

Το κιβώτιο λύθηκε αφαιρώντας όλα τα εσωτερικά και εξωτερικά του εξαρτήματα, μένοντας μόνο η θήκη του κιβωτίου.



Εξαρτήματα λυμένου κιβωτίου ταχυτήτων.

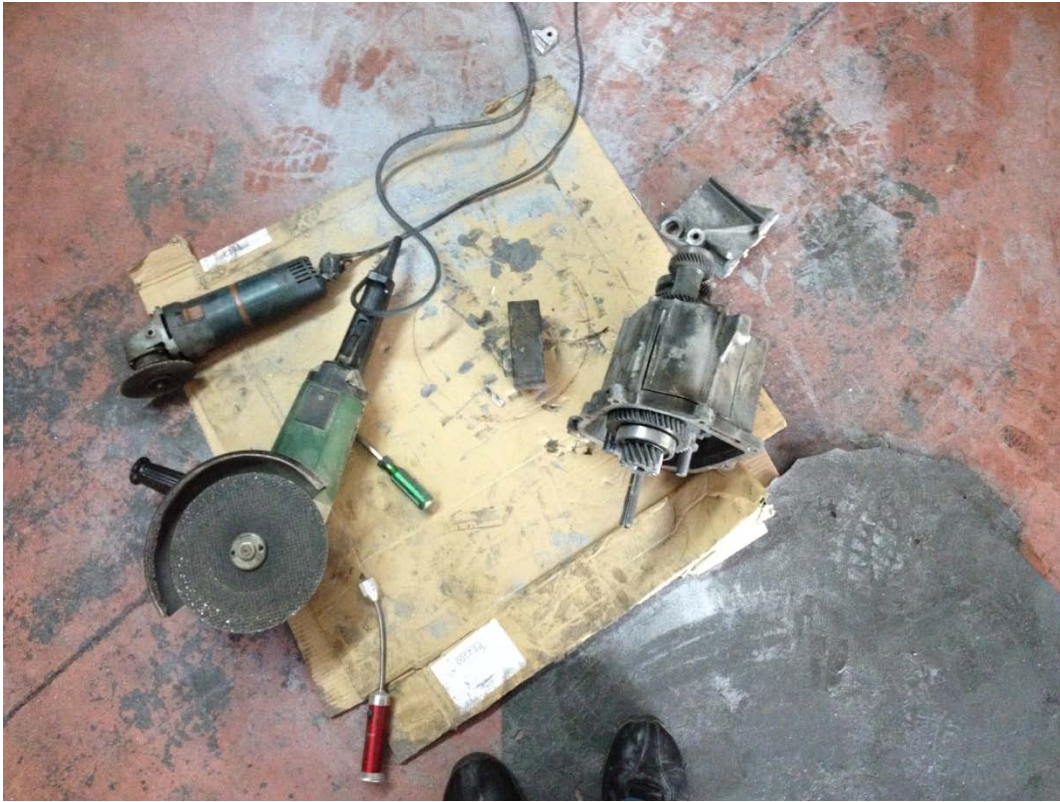


Διαφορικό σύστημα.

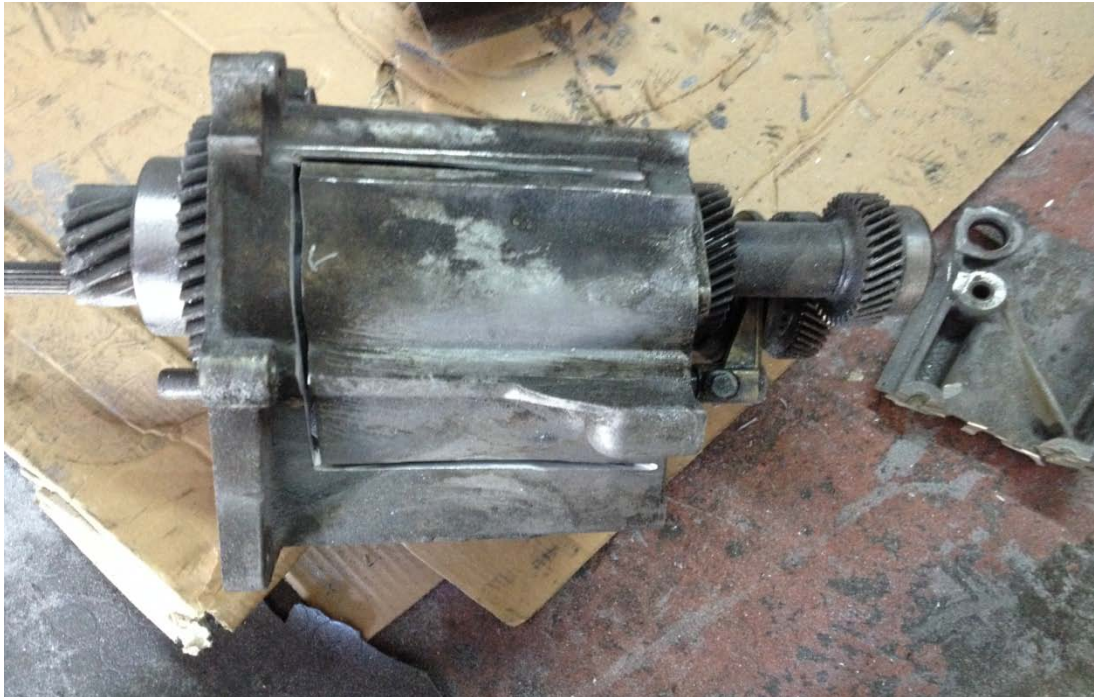


Διαφορικό σύστημα.

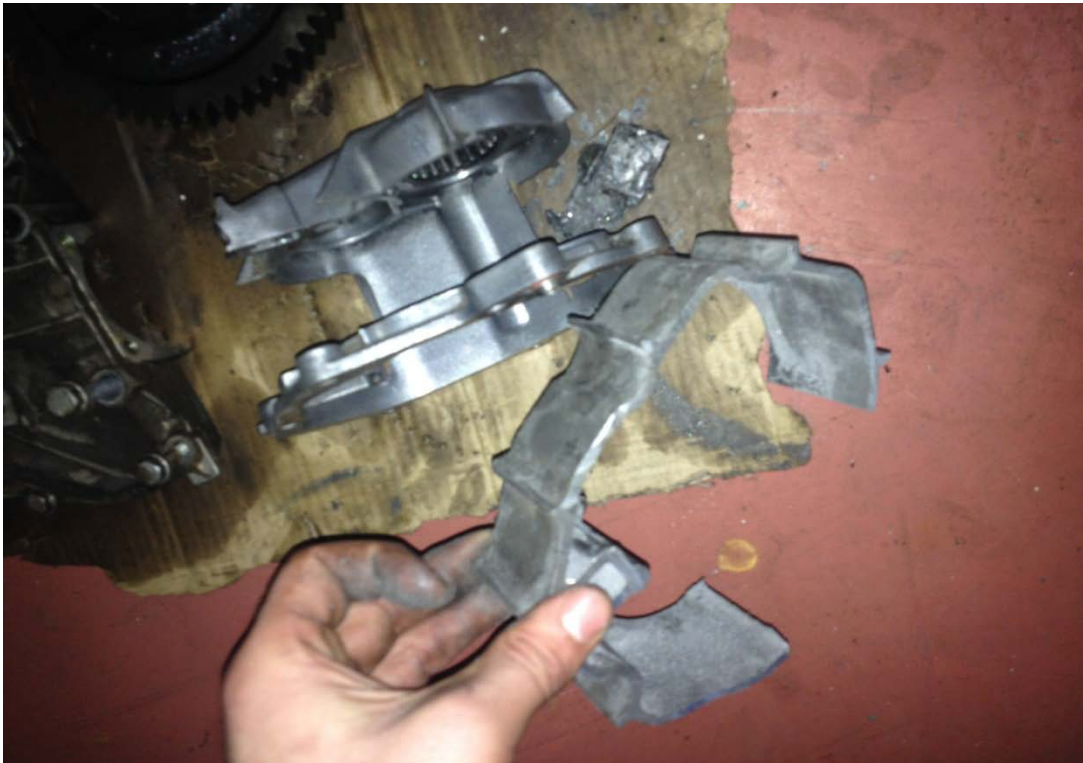
3) Τομή κιβωτίου.



Τομή μηχανικού κιβωτίου.



Τομή μηχανικού κιβωτίου.



Τομή μηχανικού κιβωτίου.

4) Δέσιμο κιβωτίου.

Αφού το κιβώτιο κόπηκε όπως έπρεπε, ξαναπλύθηκε με βενζίνη για να φύγουν τα ρινίσματα μετάλλων και επανατοποθετήθηκαν όλα τα εσωτερικά και εξωτερικά εξαρτήματα του.



Επανασυναρμολόγηση κιβωτίου

5) Κατασκευή βάσης στήριξης.

Για τη βάση στήριξης χρησιμοποιήθηκαν σίδερα και σιδερογωνιές βαρέως τύπου στο σκελετό της βάσης. Επίσης, για να την κόλληση της βάσης χρησιμοποιήθηκαν και διάφορα αναλώσιμα υλικά όπως δίσκοι κοπής, ηλεκτρόδια και τρυπάνια.

Για την στήριξη του κιβωτίου πάνω στην βάση χρησιμοποιήθηκαν κάποιες γωνιές και κάποιες άλλες βάσεις με βίδες και παξιμάδια.



Βάση στήριξης σε αρχικό επίπεδο .



Βάση στήριξης μετά από διεργασίες.

6) Βαφή.

Το τελικό στάδιο ήταν αυτό της βαφής για να αποκτήσει το μοντέλο μία καλύτερη εμφάνιση.



Τελειωμένη και βαμμένη βάση στήριξης.



Τομές κιβωτίου ταχυτήτων.

Οι φωτογραφίες που ακολουθούν είναι του σταδίου ολοκλήρωσης του μοντέλου του μηχανικού κιβωτίου σε τομή.



Ολοκληρωμένη βάση στήριξης μηχανικού κιβωτίου σε τομή.



Ολοκληρωμένη βάση στήριξης μηχανικού κιβωτίου σε τομή.



Ολοκληρωμένη βάση στήριξης μηχανικού κιβωτίου σε τομή.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Autotriti.gr. 2016. Πως λειτουργεί η μετάδοση.
<http://www.autotriti.gr/magazine/dataposleitourgei.asp?idsubcat=313>
- [2] Γκλαβόπουλος Χ. Δ. και ΣΙΑ ΕΕ. 2016. ΜΙΚΡΗ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ - ΛΕΞΙΚΟ ΟΡΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ΚΑΙ ΜΟΤΟΣΥΚΛΕΤΑΣ.
http://www.glavopoulos.gr/auto_glossary/kapa_auto_terms.shtm
- [3] Μαρινόπουλος Ν.Ι. 2012. Περί μετάδοσης κίνησης.
<http://www.caroto.gr/2012/03/21/transmission-and-gearbox/>
- [4] Μπερσίμης Γ. Τσάγδης Α. 2016. Χειροκίνητα κιβωτια ταχυτήτων οχημάτων.
<http://docplayer.gr/7961847-Heirokekinita-kivotia-tahytiton-ohimaton.html>
- [5] Pasoulas. 2009. κιβωτιο ταχυτητων, συστημα μεταδοσης κινησης, διαφορικα περιορισμενης ολισθησης.
http://www.gearbox.gr/kivotia_taxytitwn_info.html
- [6] Σακελλαρίου Ν. 2012. Τεχνολογία αυτοκινήτου.
<http://vehiclestech.blogspot.gr/#uds-search-results>
- [7] Δουρακη Μ. 2013. Σύστημα μεταδοσης κινησης- διαφορικα περιορισμενης ολισθησης.
<http://docplayer.gr/5392925-Ptyhiaki-ergasia-thema-systima-metadosis-kinisis-diaforika-periorismenis-olisthis.html>
- [8] Αναστασόπουλος Κ. , Μπεκιάρης Κ. 2012. Λειτουργία Μηχανικού Συμπλέκτη κιβωτίου ταχυτήτων.
<http://car-moto.info/archives/263>
- [9] Χατζηαραλάμπους Ζ. 2014. Σφόνδυλος.
<http://users.sch.gr/zoicha/wordpress/?p=70>
- [10] Εργαστήριο ΜΕΚ & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου. 2014. Μηχανές Εσωτερικής Καύσης.
<http://iceal.wikidot.com/automatic-transmission>
- [11] Εργαστήριο ΜΕΚ & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου. 2011. Διαφορικό.
<http://iceal.wikidot.com/differential>

- [12] Μαρινόπουλος Ν.Ι. 2009. Κιβώτια DSG.
<http://www.caroto.gr/2009/03/07/%CE%BA%CE%B9%CE%B2%CF%8E%CF%84%CE%B9%CE%B1-dsg-gearstation/>
- [13] Θεοδοριδης Μ.2014. Κιβωτια ταχυτητων dsg και εφαρμογες τους.
<http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/2120/1/012014094.pdf>
- [14] Εργαστήριο MEK & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου. 2011. Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.
<http://iceal.wikidot.com/automatic-transmission>
- [15] Εργαστήριο MEK & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου. 2011. Η εξέλιξη στα κιβώτια ταχυτήτων.
<http://iceal.wikidot.com/gearbox-genika>
- [16] Κροκος Δ. 2016. Αυτοματα σειριακα και cvt κιβωτια ταχυτητων. κατασκευη αυτοματου κιβωτιου σε τομη.
<http://docplayer.gr/5287646-Aytomata-seiriaka-kai-cvt-kivotia-tahytiton-kataskeyi-aytomatoy-kivotioy-se-tomi.html>
- [17] 4Τροχοί. 2011. Η εξέλιξη των κιβωτίων ταχυτήτων.
<http://www.4troxoi.gr/4tlibrary/article.php?year=2011&month=4&issue=628&cat=%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%AC%CE%BB%CE%BB%CE%B1&number=13352>
- [18] Θεοδοριδης Μ. 2014. Κιβώτια ταχυτήτων dsg και εφαρμογές τους.
<http://docplayer.gr/8525187-Sholi-tehnologikon-efarmogon-tmima-mihanologias-tomeas-energeiakos-ptyhiaki-ergasia-kivotia-tahytiton-dsg-kai-efarmoges-toys.html>
- [19] Μαρινόπουλος Ν.Ι. 2009. Τα πάντα για τα κιβώτια CVT.
<http://www.caroto.gr/2009/05/10/%CE%BA%CE%B9%CE%B2%CF%8E%CF%84%CE%B9%CE%B1-cvt/>
- [20] Σακελλαρίου Ν. 2012. Διαφορικό.
<http://vehiclestech.blogspot.gr/2012/02/diaforiko.html>
- [21] Βικιπαίδεια. 2015. Διαφορικό οχημάτων.
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%BF%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD

[22] Χατουτσιδης Γ. Καρίκωσες Δ. 2010. Κύρια συστήματα μεκ.
<http://docplayer.gr/6637110-T-e-i-kavalas-sholi-tehnologikon-efarmogon-tmima-mihanologias-ptyhiaki-ergasia-thema-kyria-systimata-mek-karakostas-dimitrios.html>