

**Τ.Ε.Ι ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ

**«Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΚΙΒΩΤΙΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΣΕ
ΦΙΑΤ STILO 1.2 – 16V 2001-2007»**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΜΠΙΖΜΠΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ**

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1. Περίληψη.....	4
Κεφάλαιο 2. Εισαγωγή.....	5
2.1 Συνδεδεμένα εξαρτήματα κιβωτίου ταχυτήτων.....	5
2.1.1 Συμπλέκτης.....	5
2.1.2 Διαφορικό.....	6
2.2 Κιβώτιο ταχυτήτων.....	7
2.3 Σχέσεις μετάδοσης.....	9
Κεφάλαιο 3. Στάθμη γνώσεων.....	11
3.1 Τι είναι τα κιβώτια ταχυτήτων.....	11
3.1.1 Στοιχεία μηχανών και εξαρτήματα του κιβωτίου.....	11
3.1.2 Δυσλειτουργία του κιβωτίου ταχυτήτων.....	20
3.1.3 Ταξινόμηση των κιβωτίων ταχυτήτων.....	21
3.1.4 Μηχανισμός επιλογής των ταχυτήτων.....	22
3.1.5 Θέση-Λειτουργία του μοχλού επιλογής ταχυτήτων.....	23
3.2 Ιστορική αναδρομή.....	24
3.2.1 Το πρώτο κιβώτιο ταχυτήτων (ολισθαίνοντες τροχοί).....	24
3.2.2 Μειονεκτήματα κιβωτίων ταχυτήτων με ολισθαίνοντες τροχούς.....	27
3.2.3 Χειροκίνητα κιβώτια ταχυτήτων μόνιμης εμπλοκής.....	27
3.2.4 Βοηθητικά κιβώτια ταχυτήτων.....	28
3.3 Κιβώτιο ταχυτήτων με συγχρονιστές (συγχροριζέ).....	28
3.4 Ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων.....	30
3.4.1 Ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη.....	31
3.4.2 Μειονεκτήματα-Πιθανά προβλήματα.....	31
3.4.3 Μηχανικά κιβώτια σειριακής επιλογής.....	32
3.5 Αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων.....	34
3.5.1 Εξαρτήματα του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων.....	35
3.5.2 Πλανητικά συστήματα γραναζιών.....	35
3.5.3 Συμπλέκτες και ταινιοπέδες (φρένα).....	36
3.5.4 Ηλεκτρονικός έλεγχος κιβωτίου ταχυτήτων.....	37
3.5.5 Κιβώτιο ταχυτήτων στα αυτόματα κιβώτια μετάδοσης.....	37
3.5.6 Μετατροπέας ροπής.....	40
3.6 Τύποι αυτόματων κιβωτίων.....	42

3.6.1	Κιβώτιο ταχυτήτων μεταβαλλόμενης σχέσης (CVT).....	42
3.6.2	Τυπική διάταξη κιβωτίων (CVT).....	42
3.6.3	Το CVT της Audi Multitronic.....	44
3.6.4	Nissan Extroid.....	45
3.7	Κιβώτιο ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη DSC.....	46
3.7.1	Κιβώτιο DSG 7-speed.....	48
3.7.2	Κιβώτιο ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη της Mercedes-Benz 76-DCT (αυτόματο).....	49
3.7.3	Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη του Audi A4.....	50
3.7.4	Αυτόματο κιβώτιο EDC της Renault.....	52
3.8	Σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων.....	53
3.9	Κλιμακωτά πλήρως αυτοματοποιημένα κιβώτια με υδραυλικό σύστημα ελέγχου.....	54
3.9.1	Υδραυλικό σύστημα ελέγχου.....	54
3.9.2	Ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα ελέγχου.....	56
3.10	Υβριδικό κιβώτιο ταχυτήτων της Lexus LC 500h.....	57
3.11	Τεχνολογία κιβωτίων ταχυτήτων για βαρέα οχήματα.....	58
3.11.1	Χειροκίνητο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων ZF-EcoShift.....	58
3.11.2	Αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων (MAN TipMatic).....	59
3.11.3	Αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο ZF Ecolife.....	59
3.12	Τα κιβώτια ταχυτήτων στις μοτοσικλέτες.....	60
3.12.1	Κατασκευή.....	60
3.12.2	Δίτροχα για όλες τις χρήσεις.....	62

Κεφάλαιο 4.	Περιγραφή και μελέτη 7τάχυτου κιβωτίου ταχυτήτων της Fiat Stilo και βλάβες οι οποίες υπέστη από έλλειψη βαρβολίνης.....	63
--------------------	---	----

Κεφάλαιο 5.	Συμπεράσματα.....	96
5.1	Βιβλιογραφία.....	97

1.ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σκοπό να παρουσιάσει την χρήση του κιβωτίου ταχυτήτων και την εξέλιξη του στον χρόνο σε όλα τα επιβατικά αυτοκίνητα, φορτηγά και μοτοσικλέτες αλλά και τα προβλήματα από έλλειψη λίπανσης. Αποτελείται από πέντε κεφάλαια που στο πρώτο είναι η περίληψη.

Στο πρώτο κεφάλαιο υπάρχει η περίληψη στην οποία θα αναφερθούν και τα πέντε κεφάλαια έτσι ο αναγνώστης θα πάρει μια γεύση στο τι πρόκειται να διαβάσει σε αυτήν την εργασία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο που είναι η εισαγωγή, διακρίνονται τα συνδεδεμένα εξαρτήματα δηλαδή το σύστημα μετάδοσης κίνησης το οποίο αποτελείται από τον συμπλέκτη, το κιβώτιο ταχυτήτων, από εκεί στο διαφορικό και από εκεί στους τροχούς. Επίσης γίνεται μια μικρή αναφορά στις σχέσεις μετάδοσης και πως δημιουργούν τους πολλαπλασιασμούς και υποπολλαπλασιασμούς.

Στο τρίτο κεφάλαιο που είναι και η στάθμη γνώσεων υπάρχει εκτενείς αναφορά και επεξήγηση στο τι είναι το κιβώτιο ταχυτήτων, τι στοιχεία περιέχει, την δυσλειτουργία ενός κιβωτίου ταχυτήτων, την ταξινόμηση αυτών και μια πλήρη αναφορά από το πρώτο πετυχημένο κιβώτιο ταχυτήτων μέχρι και τα σημερινά. Επίσης αναφέρονται κιβώτια ταχυτήτων και στα μεγάλα επιβατικά αλλά και στις μοτοσικλέτες.

Στο τέταρτο κεφάλαιο υπάρχουν πολλές φωτογραφίες από την αποσυναρμολόγηση και την συναρμολόγηση ενός κιβωτίου ταχυτήτων της Fiat stilo το οποίο είναι 7τάχυτο όπως επίσης γίνεται μελέτη και υπολογισμός των δεδομένων που αντλείται από αυτό.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο αφού έχουν αντληθεί όλες οι πληροφορίες πάνω στα κιβώτια ταχυτήτων, βγάζουμε συμπεράσματα. Επίσης υπάρχει όλοι η βιβλιογραφία από όπου και πάρθηκαν πολλές πληροφορίες όπως και ιστοσελίδες οι οποίες βοήθησαν αρκετά.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1 Συνδεδεμένα εξαρτήματα του κιβωτίου ταχυτήτων

2.1.1 Συμπλέκτης

Συμπλέκτης είναι ο πρώτος μηχανισμός του συστήματος μετάδοσης κίνησης και βρίσκεται αμέσως μετά τον κινητήρα, δηλαδή μεσολαβεί μεταξύ σφονδύλου και κιβωτίου ταχυτήτων. Σκοπός του είναι να συνδέει και να αποσυνδέει τον στροφαλοφόρο άξονα (μέσω του σφονδύλου) και τον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων. Ο συμπλέκτης του αυτοκινήτου χρησιμεύει για τη μετάδοση της ροπής στρέψεως του κινητήρα στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης και για την προσωρινή αποσύνδεση του κινητήρα και ομαλή εκκίνηση.¹



2.1.1 Συμπλέκτης

¹ <https://el.wikipedia.org/wiki/Συμπλέκτης>

Τύποι συμπλεκτών

- Μηχανικοί ξηροί: λειτουργούν βασιζόμενη στη δύναμη τριβής
- Υδραυλικοί: χρησιμοποιούν την κινητική ενέργεια του υγρού
- Ηλεκτρομαγνητική: χρησιμοποιούν την δύναμη τριβής που παράγεται από την κίνηση της σκόνης του σιδήρου εντός του μαγνητικού πεδίου
- Φυγόκεντροι συμπλέκτες: χρησιμοποιούν την φυγόκεντρη δύναμη
- Συνδυαζόμενοι μηχανικό-υδραυλική: χρησιμοποιούν συνδυασμό δύο τύπων: Υδραυλικό και ξηρό²

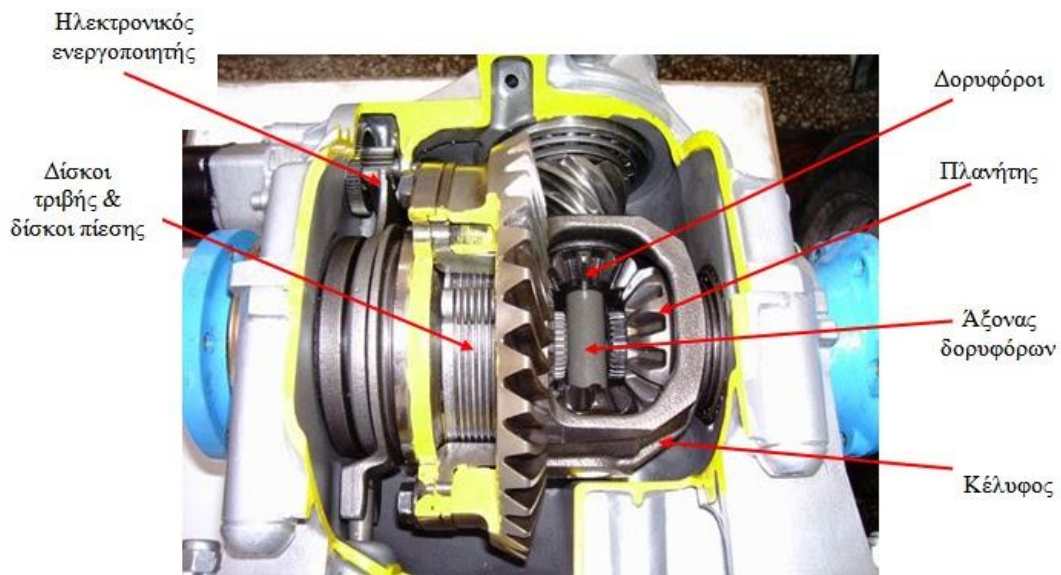
2.1.2 Διαφορικό

Το διαφορικό είναι ένας μηχανισμός που σκοπό έχει να επιτρέπει στους δύο κινητήριους στα μπροστιοκίνητα ή οπισθοκίνητα οχήματα, ή στους δύο άξονες μετάδοσης στα τετρακίνητα, να περιστρέφονται με διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες και να κατανέμει την ροπή στρέψης, ανάλογα με τον συντελεστή πρόσφυσης στους κινητήριους τροχού, είτε μεγεθύνοντας 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 στην εσωτερική πλευρά. Άρα, οι εξωτερικοί τροχοί θα πρέπει να στρέφονται ταχύτερα από τους εσωτερικούς, ώστε να μπορέσουν να ακολουθήσουν την γεωμετρική μορφή της οδού. Στην περίπτωση που και οι εξωτερικοί και οι εσωτερικοί τροχοί στρέφονταν από τον κινητήρα με την ίδια ταχύτητα, τότε το όχημα δε θα μπορούσε να διαγράψει καμπύλη τροχιά χωρίς σημαντικές τριβές στα ελαστικά του.³

² Βιβλίο ‘Όχηματα: Συστήματα μετάδοσης της κίνησης’

³ https://el.wikipedia.org/wiki/Διαφορικό_οχημάτων



2.1.2 Διαφορικό

Τύποι διαφορικών

- Διαφορικό με αναστολέα
- Διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης
- Συμμετρικό και μη συμμετρικό διαφορικό
- Αυτομπλοκαριζόμενο διαφορικό⁴

2.2 Κιβώτιο ταχυτήτων

Ένα αυτοκίνητο ανάλογα με το φορτίο και την ταχύτητα του, χρειάζεται στους τροχούς διαφορετικούς συνδυασμούς ροπής και στροφών. Τα κιβώτια ταχυτήτων είναι σίγουρα από τους τομείς της σύγχρονης αυτοκίνησης που διαθέτει πολύ μεγάλα περιθώρια εξέλιξης. Το αυτόματο κιβώτιο έχει βελτιωθεί στις λεπτομέρειες, αλλά επί της ουσίας παραμένει ίδιο εδώ και πάρα πολλές δεκαετίες αντίθετα το αυτόματο υπάρχει στην Αμερική περίπου από τα τέλη της δεκαετίας του '40.

Όταν λέμε φορτίο, εννοούμε την αντίσταση που παρουσιάζει από διάφορους παράγοντες (βάρος, φορτίο, κλίση δρόμου, αντίσταση του αέρα και τριβές).

Όταν το αυτοκίνητο ξεκινάει χρειάζεται λίγες στροφές στους τροχούς και μεγάλη ροπή στρέψης για να υπερνικηθεί η αδράνεια της ακίνητης μάζας.

Το κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από διάφορους συνδυασμούς οδοντοτροχών και επιτρέπει στον οδηγό του αυτοκινήτου την αλλαγή σχέσης ή και φοράς μετάδοσης. Με ένα μόνο ζεύγος οδοντοτροχών δε θα ήταν δυνατό να πετύχουμε τη μεγάλη σχετικά κλίμακα σχέσεων, ροπών και στροφών που χρειάζεται ένα αυτοκίνητο.

⁴ Βιβλίο "Όχηματα: Συστήματα μετάδοσης της κίνησης"

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.

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 την σχέση που επιλέγει ο οδηγός. Ο κάθε τέτοιος συνδυασμός εξασφαλίζει διαφορετική σχέση μετάδοσης. Σε άλλα κιβώτια ταχυτήτων, στα αυτόματα, η αλλαγή αυτή μπορεί να γίνει και χωρίς την επέμβαση του οδηγού.

Κάθε σχέση μετατρέπει σε διαφορετικό βαθμό τη ροπή και τις στροφές που μεταδίδονται από τον κινητήρα στους τροχούς. Στην περίπτωση που η ροπή μεγαλώνει οι στροφές μειώνονται και αντίστροφα. Περισσότερη δύναμη έχουμε όταν προχωράμε με την 5^η ή την 4^η παρά με την 1^η. Αυτός είναι και ο λόγος που ξεκινάμε με την 1^η και στην συνέχεια με την 2^η, 3^η κ.ο.κ.

Οτι κερδίζουμε σε δύναμη το χάνουμε όμως σε ταχύτητα αφού οι τροχοί περιστρέφονται με μικρότερη συχνότητα.

Σοβαρό θέμα είναι αυτό της κατανάλωσης καυσίμου που εξαρτάται από τον αριθμό στροφών που λειτουργεί ο κινητήρας. Γι' αυτό τον λόγο ο κινητήρας πρέπει να εργάζεται, όσο το δυνατόν, σε περιοχές όπου η κατανάλωση είναι μικρή.

Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή, της πιο κατάλληλης ταχύτητας, δηλαδή με την επιλογή του πιο κατάλληλου ζευγαριού οδοντωτών μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων.^{5 6}

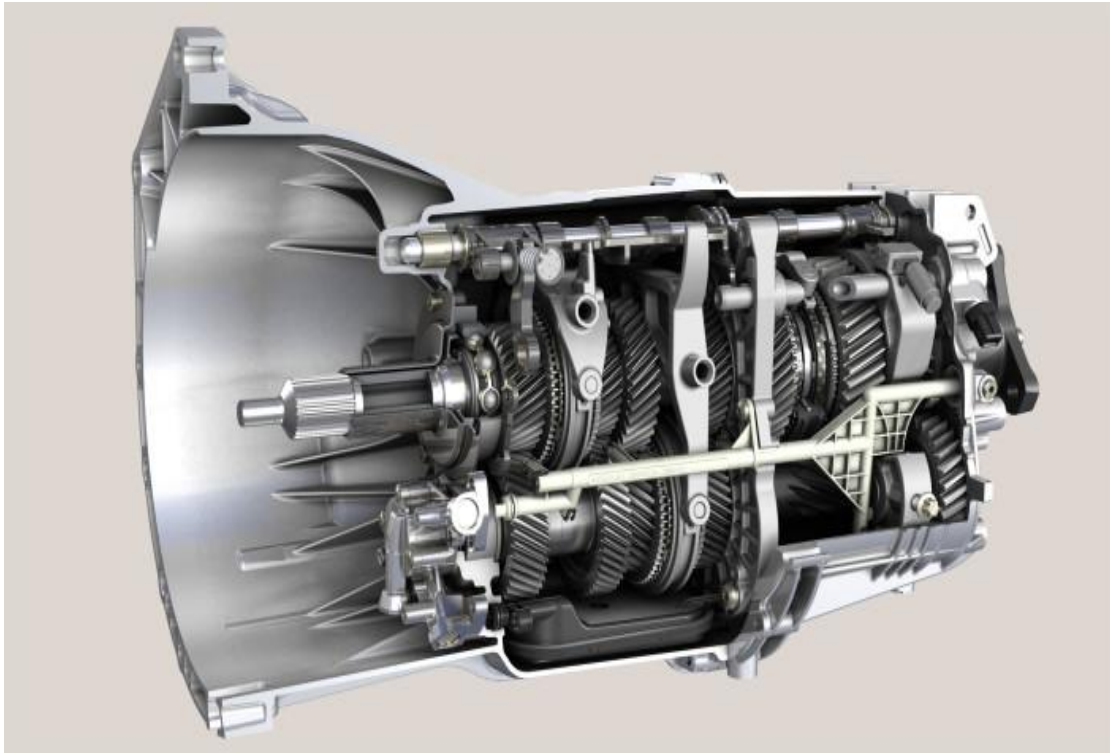
Από το κιβώτιο ταχυτήτων απαιτούμε:

1. Ο αριθμός ταχυτήτων και η σχέση μετάδοσης **i** πρέπει να εξασφαλίζουν τις ελκτικές, επιταχυντικές και οικονομικές ιδιότητες του αυτοκινήτου στις δεδομένες συνθήκες.
2. Η αλλαγή των ταχυτήτων πρέπει να πραγματοποιείται χωρίς μεγάλη μυϊκή δύναμη.
3. Να έχει ουδέτερη ταχύτητα για αποσύνδεση μακράς διάρκειας του κινητήρα από το σύστημα μετάδοσης της κίνησης στις στάσεις και όταν το αυτοκίνητο κινείται με αδράνεια (κυλάει).
4. Να μπορούμε να αντιστρέφουμε την κίνηση για να κινηθεί το αυτοκίνητο προς τα πίσω.
5. Να επιτρέπει τοποθέτηση δυναμολήπτη για τη μετάδοση κίνησης σε διάφορους βοηθητικούς μηχανισμούς.⁷

⁵ Βιβλίο ‘Όχηματα: Συστήματα μετάδοσης της κίνησης’

⁶ <http://iceal.wikidot.com/gearbox-def>

⁷ Βιβλίο ‘Όχηματα: Συστήματα μετάδοσης της κίνησης’

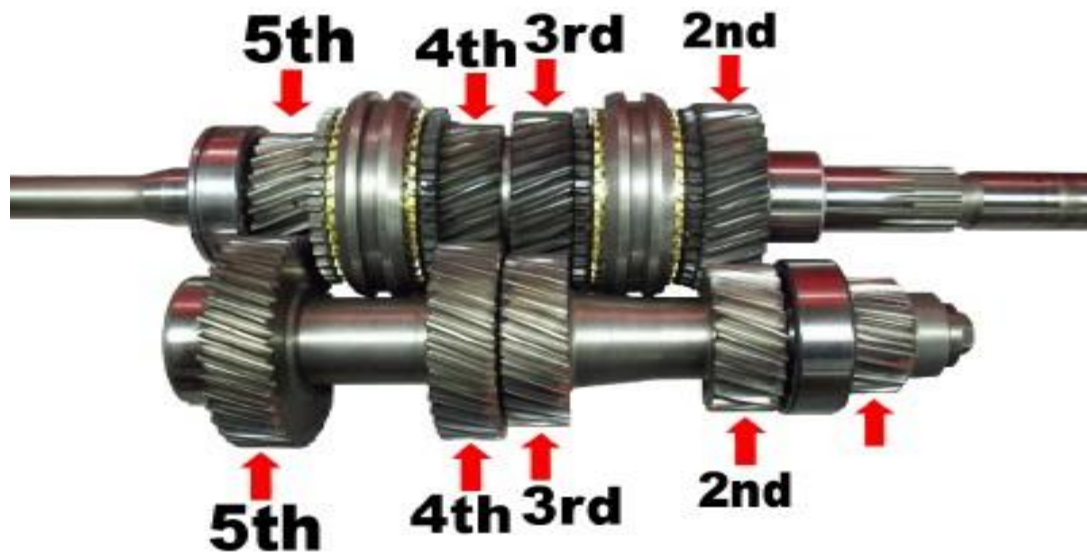


2.2 Κιβώτιο ταχυτήτων (σασμάν)

2.3 Σχέσεις μετάδοσης

Ονομάζονται οι σχέσεις υποπολλαπλασιασμού του κιβωτίου ταχυτήτων. Σκοπός της ύπαρξής τους είναι να προσαρμόζουν την 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 υποπολλαπλασιασμού της 1^{ης} 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 ανοιχτό δρόμο. Οι ενδιάμεσες ταχύτητες επιλέγονται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μια καμπύλη ελκτικής δύναμης όσο το δυνατόν πιο κοντά στην επιθυμητή. Η επιλογή των ταχυτήτων σε ένα μηχανικό σύστημα γίνεται μέσω του επιλογέα (λεβιέ). Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι σχέσεις μετάδοσης είναι πέντε και σε ορισμένες περιπτώσεις έξι στα χειροκίνητα κιβώτια, και τέσσερις ή πέντε στα αυτόματα.⁸

⁸ http://www.gearbox.gr/kivotia_taxytitwn_info.html



2.3 Ταχύτητες σε ένα απλό κιβώτιο ταχυτήτων

3. Στάθμη Γνώσεων

3.1 Τι είναι τα κιβώτια ταχυτήτων

Τα κιβώτια ταχυτήτων (σασμάν) ονομάζονται έτσι γιατί ουσιαστικά μοιάζουν με «κουτιά που περιέχουν γρανάζια» (εξού και ο αγγλικός ορισμός «gearbox»). 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 διαφορετικό αριθμό οδοντώσεων ώστε οι στροφές ανά λεπτό (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». Με λίγα λόγια τα κιβώτια μεταβάλλουν 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: Στα μηχανικά κιβώτια (τα γνωστά χειροκίνητα), στα κλασσικά αυτόματα, στα «ρομποτικά», στα διπλού συμπλέκτη και στα τύπου CVT.⁹

3.1.1 Στοιχεία μηχανών και εξαρτήματα του κιβωτίου

Στοιχεία μηχανών ονομάζονται τα τεμάχια που χρησιμοποιούνται κατ' επανάληψη, στην ίδια η παραπλήσια μορφή, για τη συγκρότηση μηχανών, συσκευών και οργάνων.

Τα στοιχεία μηχανών μπορούν να ταξινομηθούν βάσει του ρόλου τους σε:

- Στοιχεία σύνδεσης (ήλοι, κοχλίες, σφήνες, πολύσφηνα, πείροι, κολλήσεις)
- Στοιχεία έδρασης και μετάδοσης κίνησης (έδρανα, άξονες, άτρακτοι, συμπλέκτες, οδοντωτοί τροχοί, μάντες, αλυσίδες)
- Στοιχεία για την μεταφορά ρευστών (σωληνώσεις, βαλβίδες, κρούνοι)

Ακόμη βάσει του προορισμού τους, τα στοιχεία μηχανών διακρίνονται σε:

- Στοιχεία γενικού προορισμού (επιτελούν πάντα τον ίδιο σκοπό σε οποιαδήποτε μηχανή, παραδείγματος χάρη οι κοχλίες σύνδεσης)
- Στοιχεία ειδικού προορισμού (χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένους τύπους μηχανών, παραδείγματος χάρη τα έμβολα)

Όταν ανοίγει κάποιος ένα κιβώτιο ταχυτήτων μπορεί να διακρίνει εξαρτήματα μέσα σε αυτό τα οποία είναι αρκετά και ανήκουν στην κατηγορία των στοιχείων μηχανών.

⁹ <http://www.caroto.gr/2012/03/21/transmission-and-gearbox/>

Τα εξαρτήματα του κιβωτίου είναι τα εξής:

- Άξονας είναι το στοιχείο μηχανής που δύναται να εκτελεί περιστροφική κίνηση, στηριζόμενο σε δύο ή περισσότερες θέσεις επί κατάλληλων εδράνων. Τα τμήματα ενός άξονα που έρχονται σε επαφή με τα έδρανα ονομάζονται στροφείς (στην μηχανολογική ορολογία άξονες ονομάζονται τα στοιχεία που παρέχουν στήριξη στα στρεφόμενα μέρη μιας μηχανής, χωρίς όμως να μεταβιβάζουν ροπή. Επομένως οι άξονες δεν μεταδίδουν ροπή).
- Άτρακτος είναι ένα περιστρεφόμενο στοιχείο που μεταδίδει ισχύ (επομένως καταπονείται σε ροπή στρέψης). Κατασκευάζεται από χάλυβα και σπανιότερα χρησιμοποιούνται ειδικοί χάλυβες που εκτός από άνθρακα περιέχουν και άλλα στοιχεία όπως νικέλιο, χρώμιο και άλλα.¹⁰



3.1.1 Άτρακτος

- Κοιλίες κίνησης-σύνδεσης μπορούμε να αναλύσουμε την ισορροπία δυνάμεων και ροπών στο σύστημα κοιλίας-περικόχλιο. Οι κοιλίες κίνησης χρησιμεύουν για μετατροπή ροπών σε αξονικές όπως σε μία μηχανική πρέσα (πιο κοινές σήμερα οι υδραυλικές), αλλά και για μετατροπή περιστροφικής κίνησης σε γραμμική. Αυτό έχει ποικιλία εφαρμογών, όπως για παράδειγμα πολύ μεγάλης ακρίβειας έλεγχο της μετατόπισης σε μηχανικές διατάξεις, μετρητικές συσκευές. Οι κοιλίες σύσφιγξης χρησιμοποιούνται για συνδέσεις στοιχείων μεταξύ τους, είτε χρησιμοποιώντας περικόχλιο, είτε κατασκευάζοντας σπειρώματα πάνω στα ίδια τα τμήματα που πρόκειται να συνδεθούν. Οι κοιλιατές συνδέσεις χρησιμοποιούνται εκτενώς στον σχεδιασμό μηχανών, γιατί έχουν χαμηλό κόστος, είναι τυποποιημένοι και τα συνδεόμενα μέρη μπορούν να αποσυναρμολογηθούν πολύ εύκολα.

¹⁰ https://el.wikipedia.org/wiki/Στοιχεία_μηχανών



3.1.1 Κοχλίες

- Πείροι ονομάζονται οι συνήθως κοντοί άξονες στους οποίους η κύρια καταπόνηση είναι διατμητική και όχι καμπτική. Επίσης συνδέουν εξαρτήματα μηχανών τα οποία πρέπει να έχουν μία ακριβή θέση μεταξύ τους. Αυτά τα εξαρτήματα ασφαίζονται έτσι έναντι μετατοπίσεως.
- Σφήνα είναι στοιχείο μηχανής που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση δύο μηχανικών εξαρτημάτων μεταξύ τους. Η κλασική σφήνα έχει σχήμα τριγωνικού πρίσματος, ωστόσο πολλές άλλες διαμορφώσεις είναι επίσης συνηθισμένες, όπως για παράδειγμα σφήνες κωνικές και κυλινδρικές. Η κλασική πρισματική σφήνα μπορεί να λειτουργήσει ως πολλαπλασιαστής δύναμης. Υλικό κατασκευής είναι ο χάλυβας.



3.1.1 Σφήνα

- Έδρανα ολίσθησης (ρουλεμάν) είναι τα στοιχεία της μηχανής στα οποία στηρίζονται οι άξονες, οι άτρακτοι και οι πείροι, ώστε να είναι εφικτή η περιστροφή τους, ενώ παράλληλα μεταβιβάζουν τα φορτία των στην βάση της μηχανής. Μία ξεχωριστή κατηγορία εδράνων είναι τα γραμμικά έδρανα, τα οποία επιτρέπουν την γραμμική σχετική κίνηση των κινούμενων μερών.

Τα έδρανα ταξινομούνται:

1. Ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους, σε έδρανα ολίσθησης και έδρανα κύλισης.
2. Ανάλογα με την διεύθυνση των μεταβιβαζόμενων φορτίων, σε έδρανα αξονικά και έδρανα ακτινικά.
3. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, σε έδρανα σταθερά και έδρανα αυτορυθμιζόμενα.

Αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Ο εσωτερικός δακτύλιος που κατασκευάζεται από κραματωμένο χάλυβα υψηλών απαιτήσεων (Χρωμιούχους-Χρωμονικελιούχους).
2. Τα στοιχεία κύλισης που κατασκευάζονται από κραματωμένο χάλυβα υψηλών απαιτήσεων (Χρωμιούχους-Χρωμονικελιούχους). Λειαινόνται επιφανειακά και υπόκεινται σε επιφανειακή θερμική κατεργασία ώστε να αποκτήσουν επιφανειακή σκληρότητα.
3. Η σφαιροθήκη

4. Ο εξωτερικός δακτύλιος κατασκευάζεται από κραματωμένο χάλυβα υψηλών απαιτήσεων (Χρωμιούχους-Χρωμονικελιούχους).



3.1.1 Έδρανο κύλισης (ρουλεμάν)

- Έδρανα ολίσθησης (κουζινέτα) τα οποία είναι η βάση και ταυτόχρονα ο κύριος οδηγός περιστρεφόμενου άξονα σε μηχανές. Τα έδρανα ολίσθησης κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο.

Αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Ο τριβέας ο οποίος κατασκευάζεται κυρίως από χυτοσίδηρο ή από μπρούντζο.
2. Το σώμα του εδράνου που κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο.
3. Το κάλυμμα¹¹

¹¹ http://edume.myds.me/00_0070_e_library/10020/1002/07.pdf



3.1.1 Έδρανο ολίσθησης (κουζινέτα)

- Τα γρανάζια (οδοντωτοί τροχοί), είναι κύλινδροι και τα ίχνη των δοντιών τους είναι είτε ευθύγραμμα (ίσια δόντια), είτε ελικοειδή (λοξά δόντια).



3.1.1 Οδοντωτοί τροχοί (γρανάζια)

- Συγχρονιζέ το οποίο το χρησιμοποιούμε για να δώσουμε κίνηση στον κινούμενο άξονα. Το κέντρο του συγχρονιζέ, συνδέεται σταθερά με τον άξονα (κόκκινο κομμάτι), ενώ το εξωτερικό μέρος, κάθεται πάνω στο κόκκινο κομμάτι με τη διαφορά ότι το εξωτερικό μέρος μπορεί να γλιστρήσει πάνω και πίσω στο κομμάτι.



3.1.1 Συγχρονιζέ

Σημαντικός είναι ο ρόλος του δαχτυλιδιού του συγχρονιζέ. Επειδή ο άξονας και συγχρονιζέ κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες και εμείς τα μπλοκάρουμε, τότε δημιουργούνται προβλήματα και αρκετός θόρυβος στα κιβώτια ταχυτήτων. Το δαχτυλίδι του συγχρονιζέ έχει κωνικό σχήμα οπότε μας βοηθάει για μια ομαλή εμπλοκή μεταξύ συγχρονιζέ και άξονα.¹²

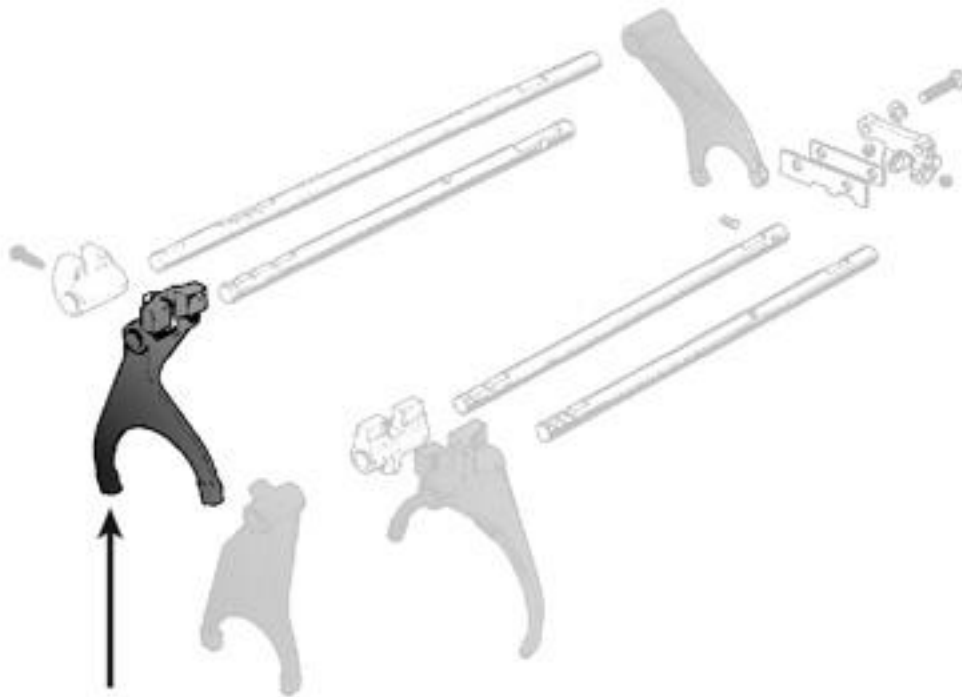


3.1.1 Δαχτυλίδι του συγχρονιζέ

- Φουρκέτες οι οποίες βρίσκονται σε παράλληλη θέση με τους άξονες του κιβωτίου ταχυτήτων και συνήθως είναι δύο (ανάλογα με την κατασκευή). Το δίχαλο της κάθε φουρκέτας φωλιάζει στο αυλάκι του κάθε πλευστού γραναζιού. Η άλλη πλευρά της φουρκέτας είναι περασμένη πάνω σε ένα από τα δύο αξονάκια. Στην ίδια πλευρά υπάρχει και μία υπόφυση, ένα πειράκι πάνω στην φουρκέτα το οποίο ‘αυλακώνει’ πάνω στα αυλάκια του μύλου.¹³

¹² http://vehicletech.blogspot.gr/2012/01/kivotiota_xititon.html

¹³ <http://rider-s-land.pblogs.gr/to-mysthriwdes-kibwtio-tahythtwn.html>



3.1.1 Φουρκέτα

- Τα κομπλέρ είναι τα εξαρτήματα που, όταν επιλέγεις κάποια ταχύτητα, κλειδώνουν το κατάλληλο γρανάτζι στον δευτερεύοντα άξονα, παρέχοντας ισχύ στους τροχούς. Επειδή ο άξονας είναι πολύσφηνος, όπως και το κομπλέρ, το κομπλέρ μπορεί να μετακινείται πάνω-κάτω στον άξονα, αλλά δεν μπορεί να περιστραφεί ανεξάρτητα από εκείνον, σε αντίθεση με τα γρανάτζια των ταχυτήτων. Όταν μετακινείς τον λεβιέ, μετακινούνται οι φουρκέτες, που με τη σειρά τους μετακινούν το κομπλέρ. Τα δόντια του κομπλέρ κλειδώνουν σε αντίστοιχα δόντια στο άκρο του γραναζιού της ταχύτητας που έχεις επιλέξει. Αυτό είναι που δίνει την κίνηση στο γρανάτζι.¹⁴

¹⁴ <http://www.burnout.gr/articles/tech/kivotia-tahytiton>



3.1.1 Κόμπλερ

- Ασφάλειές, οι οποίες χρησιμεύουν για την σταθεροποίηση των αξόνων και των εδράνων. Κατασκευάζονται από μπρούντζο.



3.1.1 Ασφάλεια

3.1.2 Δυσλειτουργία του κιβωτίου ταχυτήτων

Η οδήγηση ενός αυτοκινήτου, ανεξαρτήτως μάρκας, τύπου, απόδοσης, πρέπει να γίνεται πάντα με ομαλούς χειρισμούς, διαφορετικά να αρχίσουν σιγά - σιγά να εμφανίζονται προβλήματα ή να επιταχύνονται οι φυσιολογικές φθορές. Μία από αυτές, είναι η αλλαγή δίσκου - πλατό, η οποία εξαρτάται από τον τρόπο οδήγησης και τις συνθήκες κίνησης. Ένα αυτοκίνητο που κινείται στην πόλη θα αλλάξει πιο γρήγορα δίσκο - πλατό λόγω των συνεχόμενων εναλλαγών ταχυτήτων, εν αντιθέσει με ένα άλλο που κάνει ταξίδια. Ακόμα μεγαλύτερου κόστους είναι πιθανή επιδιόρθωση ζημιάς στο κιβώτιο ταχυτήτων ή ακόμα χειρότερα η αλλαγή του.

Όταν το αυτοκίνητο είναι σταματημένο στο φανάρι ή στην κίνηση δεν κρατάμε το πόδι πατημένο στο πεντάλ του συμπλέκτη, γιατί εκτός από το ότι κουράζεται το πόδι, φθείρεται άσκοπα ο δίσκος.

Προσέξτε το πατάκι να μην φτάνει μέχρι το σημείο που πατιέται το πεντάλ του συμπλέκτη, γιατί τότε το πεντάλ δεν τερματίζει, με αποτέλεσμα να προκαλείται γρήγορη φθορά τόσο στο δίσκο όσο και στο κιβώτιο ταχυτήτων. Επιπλέον δεν θα κουμπώνουν σωστά οι ταχύτητες και ασκείται περισσότερη δύναμη στον επιλογέα.

Για την αλλαγή των ταχυτήτων, το πεντάλ του συμπλέκτη πρέπει να πατιέται μέχρι τέρμα. Οι καρφωτές ταχύτητες είναι ότι χειρότερο για το κιβώτιο ταχυτήτων.

Αποφύγετε την επιλογή πολύ χαμηλής ταχύτητας στο κιβώτιο, όταν το αυτοκίνητο κινείται σε γρήγορους ρυθμούς. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που από 5^η ταχύτητα ο οδηγός κατεβάσει κατά λάθος αντί για 4^η ταχύτητα τη 2^η, ενδέχεται να προκληθούν σοβαρές ζημιές στο συμπλέκτη, στο κιβώτιο και ίσως στον κινητήρα. Παράλληλα εγκυμονεί κίνδυνο απώλειας ελέγχου του οχήματος.

Μην επιλέγετε ποτέ την όπισθεν, για όσο χρονικό διάστημα το όχημα κινείται προς τα εμπρός. Για την επιλογή της όπισθεν το αυτοκίνητο θα πρέπει να έχει ακινητοποιηθεί πλήρως.

Αποφύγετε την όπισθεν σε κατηφορικούς δρόμους, γιατί ζορίζεται πολύ ο δίσκος. Σε τέτοιες περιπτώσεις θα έχετε παρατηρήσει ότι βγάζει μια πολύ άσχημη μυρωδιά γιατί ζεσταίνεται πολύ γρήγορα, ενώ «εξασθενεί» και θα πρέπει να κρυώσει για να επανέλθει.

Κατά τη διάρκεια της οδήγησης καλό είναι να μην πιέζετε με το χέρι σας τον επιλογέα ταχυτήτων, γιατί η πίεση που ασκείται μεταδίδεται στις φουρκέτες του κιβωτίου ταχυτήτων.

Στις ανηφόρες αποφεύγετε την ισορροπία του αυτοκινήτου με συμπλεκτάρισμα, διότι φθείρεται ο δίσκος και μπορεί να ανάψει.¹⁵

¹⁵ <http://www.autogreeknews.gr/perissotera/6404-pos-xalaei-grigora-to-kivotio-taxytiton-kai-o-diskos-plato>

3.1.3 Ταξινόμηση των κιβωτίων ταχυτήτων

Τα κιβώτια ταχυτήτων μπορούμε να τα ταξινομήσουμε στις εξής κατηγορίες:

1.Ανάλογα με τον τρόπο που αλλάζουμε τις ταχύτητες

- Μηχανικά ή χειροκίνητα κιβώτια ταχυτήτων
- Ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων
- Αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων

Στα κοινά κιβώτια η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται με την βοήθεια του οδηγού χρησιμοποιώντας τον μοχλό επιλογής ταχυτήτων.

Στα ημιαυτόματα κιβώτια έχει καταργηθεί το πεντάλ του συμπλέκτη και η αλλαγή γίνεται με έναν μικρό μοχλό ο οποίος βρίσκεται κοντά στο τιμόνι.

Στα αυτόματα κιβώτια η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται αυτόματα χωρίς την παρέμβαση του οδηγού, εκτός από την περίπτωση της οπίσθιας κίνησης

2.Ανάλογα με τις σχέσεις μετάδοσης που δίνουν

- Κλιμακωτά κιβώτια ταχυτήτων
- Κιβώτια ταχυτήτων συνεχούς μεταβολής της σχέσης μετάδοσης ή κιβώτια CVT (σεβετε).
- Σύνθετα κιβώτια ταχυτήτων

Όταν λέμε κλιμακωτά κιβώτια εννοούμε αυτά που δίνουν ορισμένες σχέσεις μετάδοσης και ανάλογα με τον αριθμό των ταχυτήτων.

Κιβώτια συνεχούς μεταβολής λέμε αυτά που λειτουργούν με τέτοιο τρόπο, ώστε η σχέση μετάδοσης να αλλάζει διαρκώς, ανάλογα με τον τρόπο μετατροπής της ροπής στρέψεως διακρίνονται και σε:

- Υδραυλικά
- Ηλεκτρικά
- Μηχανικά

Τα σύνθετα κιβώτια είναι συνδυασμός μετατροπέα ροπής με κλιμακωτό κιβώτιο ταχυτήτων, συνήθως πλανητικού τύπου.

3.Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν

- Κύρια κιβώτια ταχυτήτων.
- Κιβώτια βοηθητικής ταχύτητας και διανομής της ισχύος σε μπροστινούς και πίσω τροχούς.
- Κιβώτια overdrive ή πολλαπλασιαστές στροφών.

4.Ανάλογα με τον αριθμό ταχυτήτων

- Κιβώτια τεσσάρων ταχυτήτων
- Κιβώτια πέντε ταχυτήτων
- Κιβώτια έξι ταχυτήτων
- Κιβώτια περισσότερων ταχυτήτων

Τέλος στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων μικρών επιβατικών ο αριθμός των ταχυτήτων είναι συνήθως τεσσάρων και πέντε ταχυτήτων και σε λίγες περιπτώσεις παραπάνω.¹⁶

3.1.4 Μηχανισμός επιλογής των ταχυτήτων

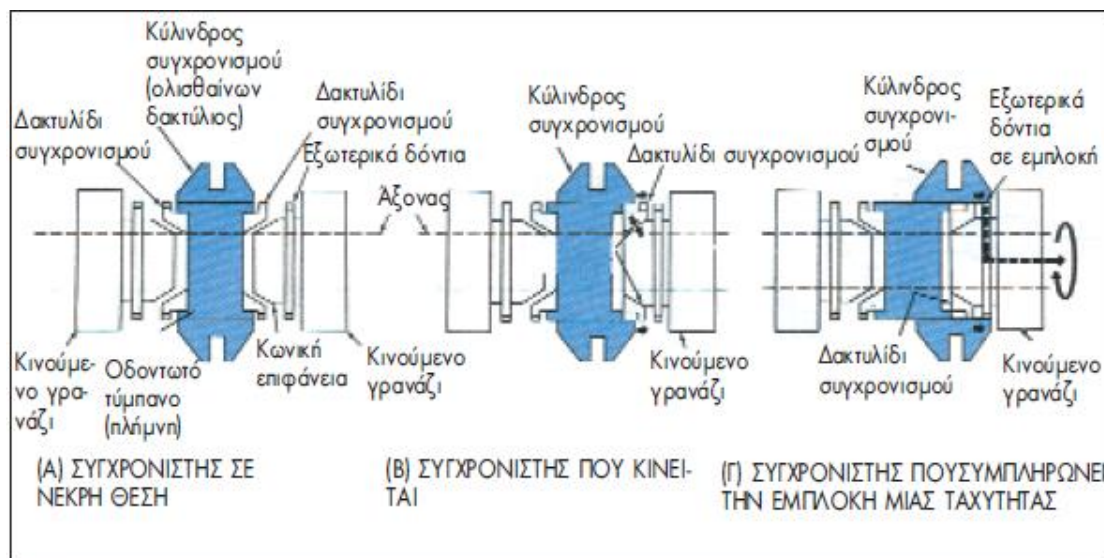
Για να επιλέξουμε μια σχέση μετάδοσης στο κιβώτιο ταχυτήτων υπάρχει ένας μοχλός επιλογής.

Η κίνηση του μοχλού μεταβιβάζεται, είτε απευθείας, είτε με κάποια κινηματική αλυσίδα στο εσωτερικό του κιβωτίου και εμπλέκει κάθε φορά την ταχύτητα που επιλέξαμε. Χρειάζεται δύο κινήσεις του μοχλού επιλογής ταχυτήτων.

Η πρώτη γίνεται με την ολίσθηση ενός οδοντωτού τροχού πάνω στην άτρακτο τους.

Η ολίσθηση των τροχών πάνω στην άτρακτό τους, γίνεται με ένα δίχαλο (φουρκέτα) που μπαίνει στο ειδικό αυλάκι της πλήμνης.

Η δεύτερη κίνηση αναγκάζει το δίχαλο της αλλαγής να μετακινήσει τον κύλινδρο του συγχρονιστή προς το επιθυμητό οδοντωτό τροχό, και «κλειδώνεται» στον δευτερεύοντα άξονα, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται μεταφορά ισχύος από αυτόν.¹⁷



3.1.4 Μηχανισμός επιλογής ταχυτήτων σε κιβώτιο ταχυτήτων

¹⁶ Βιβλίο “Οχήματα: Συστήματα μετάδοσης της κίνησης”

¹⁷ Βιβλίο “Συστήματα αυτοκινήτου 1”

3.1.5 Θέση-λειτουργία του μοχλού επιλογής ταχυτήτων

Ο μοχλός επιλογής ταχυτήτων τοποθετείται συνήθως στο δάπεδο, ακριβώς δίπλα από τον οδηγό.

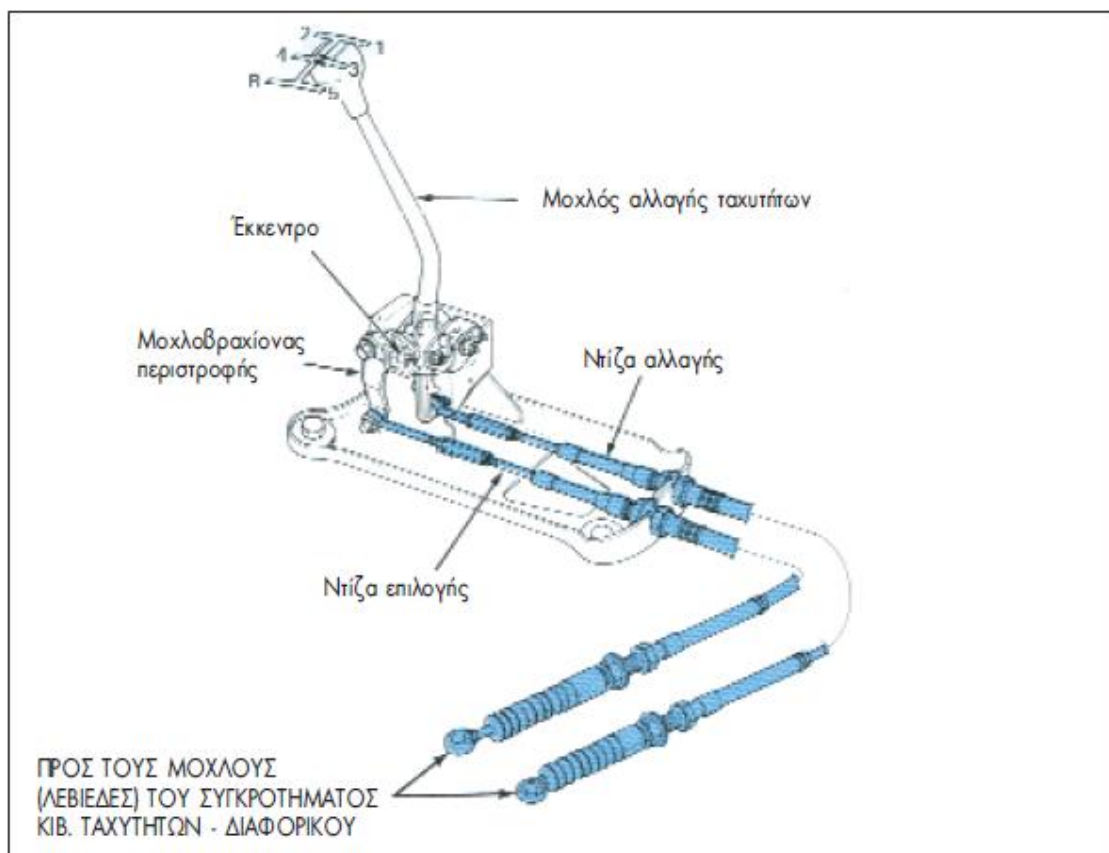
Στην περίπτωση αυτή το κιβώτιο μπορεί να βρίσκεται:

- Κάτω ακριβώς από τον μοχλό
- Σε μικρή απόσταση από αυτό σχεδόν σε όλα τα μπροστιοκίνητα
- Σε μεγάλη απόσταση από αυτό όπου το κιβώτιο βρίσκεται στο πίσω μέρος

Επιτρέπει την αλλαγή ταχυτήτων και χρησιμοποιείται πάντοτε μαζί με τον συμπλέκτη. Κάθε αυτοκίνητο έχει σχεδιαστεί να δέχεται έναν αριθμό ταχυτήτων, συνήθως 5 ή 4 και σπάνια 6 για εμπρός κίνηση και μία για την όπισθεν.

Η 1^η και η 2^η ταχύτητα σας βοηθούν να αναπτύξετε χαμηλή ταχύτητα με μεγάλη ροπή (ώθηση), για παράδειγμα τις χρησιμοποιείται για το ανέβασμα μιας ανηφόρας, οι 3^η, 4^η και 5^η αναπτύσσουν ταχύτητα με μειωμένη ροπή. Όταν ξεκινά το αυτοκίνητο πρέπει να βάζετε 1^η ταχύτητα και όταν τεθεί σε κίνηση ανεβάζεται προοδευτικά τις ταχύτητες.

Όταν δεν υπάρχει επιλεγμένη ταχύτητα στο κιβώτιο ταχυτήτων τότε ο μοχλός βρίσκεται σε νεκρό σημείο (νεκρά) οπότε δεν μεταφέρεται ισχύς από τον κινητήρα στους τροχούς.¹⁸



3.1.5 Μοχλός επιλογέα ταχυτήτων σε πλήρη διάταξη

¹⁸ http://www.besiris.gr/CHAPTERS/_2Meros%201/_21/1.2/1.2.htm



3.1.5 Επιλογέας ταχυτήτων

3.2 Ιστορική Αναδρομή

3.2.1 Το πρώτο κιβώτιο ταχυτήτων (ολισθαίνοντες τροχοί)

Το 1890, ξεκίνησε από την εταιρία Peugeot, η παραγωγή ιδιαίτερα εξελιγμένων αυτοκινήτων, με κινητήρες Panhard και Levassor, με κιβώτιο ταχυτήτων με ολισθαίνοντες τροχούς.¹⁹

Αυτό αποτελείται από δύο παράλληλες ατράκτους. Η μία άτρακτος συνδέεται με τον κινητήρα (κινητήρια άτρακτος ή άτρακτος εισόδου) και η άλλη είναι αυτή που θα δώσει την κίνηση στο υπόλοιπο σύστημα μεταδόσεως και λέγεται κινούμενη άτρακτος (κύρια άτρακτος ή άτρακτος εξόδου).

Η κινητήρια άτρακτος είναι διαμορφωμένη σε πολύσφηνο και φέρει τόσους οδοντωτούς τροχούς όσες είναι και οι ταχύτητες που θέλουμε να πετύχουμε.

¹⁹ http://www.oximaton.drwx.eu/files/oximata_i_th_v1.pdf

Η κινούμενη άτρακτος φέρει και αυτή των ίδιο αριθμό οδοντωτών τροχών με την κινητήρια άτρακτο αλλά χωρίς δυνατότητα ολίσθησης κατά μήκος των ατράκτων. Όλοι οι τροχοί έχουν σταθερή σχέση.

Το κιβώτιο αυτό αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Την κινητήρια άτρακτο (input shaft)
- Την ενδιάμεση άτρακτο (layshaft)
- Την κινούμενη άτρακτο (output shaft)
- Τον άξονα της όπισθεν
- Τα γρανάζια
- Το σύστημα επιλογής ταχύτητας
- Το κέλυφος

Κινητήρια άτρακτος

Λέγεται επίσης και πρωτεύοντας άξονας αλλά είναι γνωστή και ως prise directe. Αυτός ενώνει το συμπλέκτη με το κιβώτιο ταχυτήτων και έχει ενσωματωμένο ολόσωμο οδοντωτό τροχό (γρανάζι), που περιστρέφεται με τον ίδιο αριθμό στροφών του στροφαλοφόρου άξονα, ο οποίος εμπλέκεται με τον αντίστοιχο οδοντωτό τροχό του ενδιάμεσου άξονα, για την μετάδοση της κίνησης.

Ενδιάμεση άτρακτος

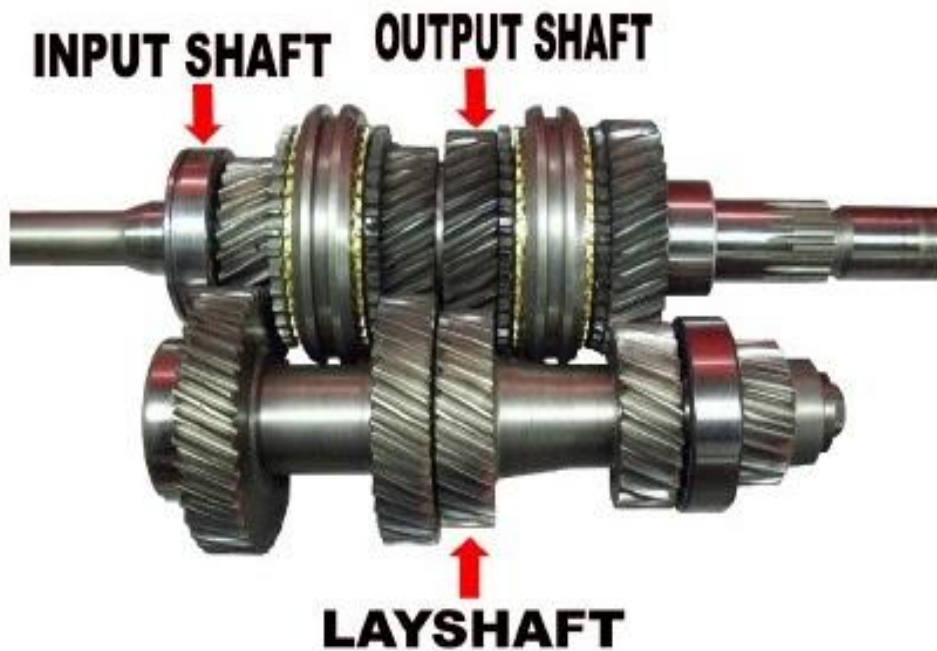
Η ενδιάμεση άτρακτος βρίσκεται στο κάτω μέρος του κιβωτίου ταχυτήτων και είναι παράλληλη στην κινητήρια άτρακτο. Παίρνει κίνηση απ' ευθείας από τον πρωτεύοντα άξονα, με ένα ζεύγος οδοντωτών τροχών και με τον οποίο βρίσκεται σε μόνιμη εμπλοκή. Επίσης, φέρει τους οδοντωτούς τροχούς των διάφορων ταχυτήτων (σχέσεων), μόνιμα, "σφηνωμένους" σε αυτόν ενώ στηρίζεται στη θήκη επάνω σε ένσφαιρούς τριβείς (ρουλεμάν).

Κινούμενη άτρακτος

Η κινούμενη άτρακτος (δευτερεύοντας άξονας) είναι η άτρακτος η οποία παίρνει την κίνηση βασικά από τον ενδιάμεσο άξονα με την εμπλοκή ενός ζεύγους οδοντωτών τροχών, ανάλογα με την ταχύτητα την οποία επιλέγουμε, μπορεί όμως να πάρει κίνηση και από τον πρωτεύοντα άξονα, οπότε έχουμε απευθείας εμπλοκή.

Άξονα της όπισθεν

Ο άξονας αυτός στηρίζεται στην θήκη του κιβωτίου ταχυτήτων και φέρει οδοντωτό τροχό ο οποίος με την κατάλληλη κίνηση του μοχλού αλλαγής ταχυτήτων από τον οδηγό, παρεμβάλλεται εμπλεκόμενος μεταξύ των οδοντωτών τροχών της πρώτης ταχύτητας του δευτερεύοντα και του ενδιάμεσου άξονα, με αποτέλεσμα την αντιστροφή της εμπρόσθιας κίνησης σε οπίσθια, οπότε το όχημα κινείται προς τα πίσω.



3.2.1 Άξονες του κιβωτίου ταχυτήτων

Γρανάζια

Περιστρέφονται μόνιμα με τον άξονα τους. Δεν μετακινούνται δεξιά-αριστερά και είναι προσαρμοσμένα είτε με καρέ, ασφάλειες και πολύσφηνα είτε αποτελούν μέρος του ίδιου του άξονα.



3.2.1 Γρανάζια

Κέλυφος

Το κέλυφος κατασκευάζεται από χυτοχάλυβα ή φαιό χυτοσίδηρο και μέσα σε αυτό βρίσκονται οι άξονες και οι οδοντωτοί τροχοί (γρανάζια). Εσωτερικά έχει εγκαθίσεις (υποδοχές) για την στερέωση των αξόνων, καθώς και πλευρικές οπές για να περνά ο πρωτεύων και δευτερεύων άξονας του κιβωτίου. Επίσης έχει δύο κοχλιωτά πώματα, ένα για την εκκένωση του λιπαντικού και ένα για την πλήρωσή της με αυτό. Το

επάνω μέρος του κελύφους καλύπτεται με κάλυμμα στο οποίο τοποθετείται ο μηχανισμός επιλογής των ταχυτήτων.²⁰

Υλικά κατασκευής

Οι οδοντωτοί τροχοί και οι άτρακτοι των κιβωτίων ταχυτήτων, ανάλογα με τις απαιτήσεις, κατασκευάζονται από αντίστοιχα υλικά όπως: 15CrNi6, 15Cr3, 20MnCr5, C22, C35. Μετά την κατεργασία τους υπόκεινται στην ανάλογη θερμική κατεργασία.²¹

3.2.2 Μειονεκτήματα κιβωτίων ταχυτήτων με ολισθαίνοντες τροχούς

Τα κιβώτια ταχυτήτων με ολισθαίνοντες τροχούς παρουσιάζουν κάποια μειονεκτήματα αυτά είναι τα εξής:

1. Δυσκολία στην αλλαγή των ταχυτήτων
2. Θορυβώδης λειτουργία όχι μόνο κατά την αλλαγή ταχύτητας αλλά και κατά την διάρκεια συνεχούς λειτουργίας.

Επειδή σήμερα η αθόρυβη λειτουργία έγινε απαραίτητη, τα κιβώτια με ολισθαίνοντες τροχούς δεν χρησιμοποιούνται πλέον στα αυτοκίνητα. Θα τα συναντήσουμε όμως σε βιομηχανικές και σε γεωργικές εφαρμογές. Αλλαγή ταχύτητας με ολίσθηση θα συναντήσουμε στα σύγχρονα κιβώτια μόνο για την εμπλοκή της όπισθεν.²²

3.2.3 Χειροκίνητα κιβώτια ταχυτήτων μόνιμης εμπλοκής

Το απλό χειροκίνητο κιβώτιο είναι ένα σύστημα με δύο άξονες και αρκετά γρανάζια, τα οποία βρίσκονται όλα σε διαρκή εμπλοκή μεταξύ τους. Αντίθετα τα γρανάζια των ταχυτήτων δεν εμπλέκονται και αποσυμπλέκονται μεταξύ τους, αλλά παραμένουν σε μόνιμη εμπλοκή ανά ζεύγη, γυρίζοντας «τρελά», μέχρι την στιγμή που το ενδιάμεσο γρανάζι «κόμπλερ» έρχεται να «κλειδώσει» ένα από αυτά πάνω στον άξονα εξόδου, ώστε να δώσει κίνηση στο διαφορετικό.

Κάθε φορά που ο οδηγός μετακινεί τον μοχλό μετακινείται και το αντίστοιχο κόμπλερ και με αυτόν τον τρόπο η εμπλοκή των γραναζιών δεν γίνεται απευθείας αλλά μέσω των κόμπλερ για ομαλότερη και αθόρυβη λειτουργία.²³²⁴

²⁰ Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 1’

²¹ Βιβλίο ‘Όχηματα: Συστήματα μετάδοσης της κίνησης’

²² Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 1’

²³ <http://www.caroto.gr/2012/03/21/transmission-and-gearbox/>

²⁴ Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 2’

3.2.4 Βοηθητικά κιβώτια ταχυτήτων

Σε πολλά ειδικά οχήματα, εκτός από το κύριο κιβώτιο ταχυτήτων στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης εγκαθίστανται ένα ή πολλά επιπρόσθετα κιβώτια ταχυτήτων διαφορετικού προορισμού (λειτουργίας).

Τα βοηθητικά κιβώτια ταχυτήτων χρησιμοποιούνται στα συστήματα μετάδοσης της κίνησης των οχημάτων, τα οποία για την κίνησή τους σε δύσκολες συνθήκες είναι απαραίτητο να έχουν μεγαλύτερη τιμή της σχέσης μετάδοσης καθώς και μεγαλύτερο αριθμό σχέσεων μετάδοσης από αυτά του κύριου κιβωτίου ταχυτήτων. Σε ορισμένα οχήματα (π.χ. ανατροπή, αμφίβιο) υπάρχει και δυναμολήπτης.

Τα βοηθητικά κιβώτια μπορεί να τοποθετούνται και μπροστά και πίσω από το κύριο κιβώτιο ταχυτήτων και ανάλογα με τις ανάγκες της κίνησης να έχουν τον κατάλληλο αριθμό σχέσεων μετάδοσης.²⁵

3.3 Κιβώτια ταχυτήτων με συγχρονιστές (συγχρονιζέ)

Τα κιβώτια αυτού του τύπου αποτελούν βελτιωμένη έκδοση των κιβωτίων σταθερής σύμπλεξης. Σε αυτά απλουστεύεται η αλλαγή ταχύτητας και αποφεύγονται οι ζημιές των οδοντωτών τροχών. Λέγονται συγχρονισμού, επειδή οι στροφές των οδοντωτών τροχών, που πρόκειται να συμπλεχθούν, συγχρονίζονται με ειδικούς κωνικούς συγχρονιστές (μπρούτζινα δακτυλίδια ή φρενάκια ή συγχρονιζέ).

Η ταχύτητα τόσο του συγχρονιστή όσο και του επιλέγοντα οδοντωτού τροχού συγχρονίζεται με την βοήθεια ενός δακτυλίου συγχρονισμού πριν την έμπλεξη. Στην συνέχεια καθώς ο οδηγός αποσυμπλέκει τον συμπλέκτη και μετακινεί τον μοχλό ταχυτήτων, τα εσωτερικά ελατήρια των ασφαλειών του συγχρονιστή υποχωρούν από την εσωτερική θέση τους, οπότε αυτός κινείται κατά μήκος του δευτερεύοντα άξονα με αποτέλεσμα την σύμπλεξη των εγκοπών του συγχρονιστή και του οδοντωτού τροχού της ταχύτητας που επιθυμούμε να εμπλέξουμε.

Αυτή η εμπλοκή γίνεται ομαλά (αθόρυβα και χωρίς χτυπήματα) και εφαρμόζεται, κυρίως στις υψηλές ταχύτητες όπου υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος ζημιών των οδοντωτών τροχών, κατά την αλλαγή ταχυτήτων και λόγω της μεγαλύτερης διαφοράς στροφών μεταξύ τους. Έτσι, συνήθως ο συγχρονιστής δεν εφαρμόζεται στην 1^η ταχύτητα και στην όπισθεν στις οποίες χρησιμοποιούνται οι ολισθαίνοντες οδοντωτοί τροχοί όπως προαναφέρθηκε.

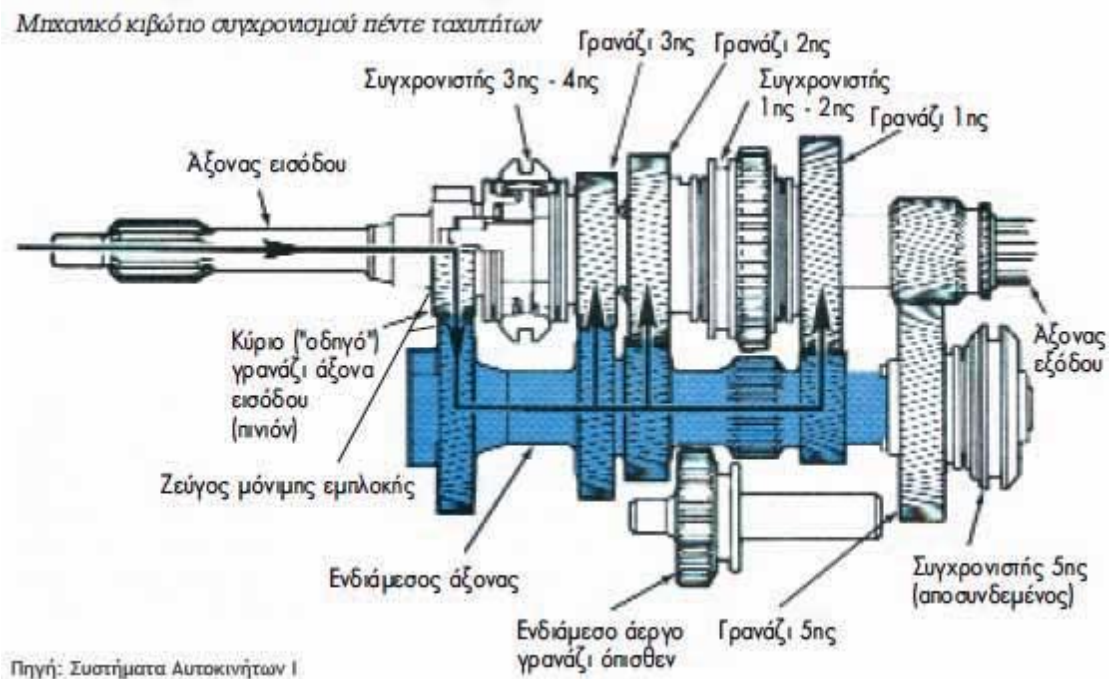
Τα κιβώτια πλεονεκτούν σε σχέση με τα προηγούμενα γιατί παρουσιάζουν αθόρυβη λειτουργία και συμβάλλουν στην εύκολη αλλαγή ταχυτήτων χωρίς να προξενούν ζημιές. Επομένως εμφανίζουν μικρές φθορές και κατά συνέπεια, έχουν μικρές απαιτήσεις συντήρησης και μεγάλη διάρκεια ζωής.²⁶

²⁵ Βιβλίο “Οχήματα: Συστήματα μετάδοσης της κίνησης”

²⁶ Βιβλίο “Συστήματα αυτοκινήτων 1”



3.3 Αποσυναρμολογημένος μηχανισμός συγχρονισμού με ανεξάρτητο δακτυλίδι συγχρονισμού



Πηγή: Συστήματα Αυτοκινήτων Ι

3.3 Μηχανικό κιβώτιο συγχρονισμού πέντε ταχυτήτων

3.4 Ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων

Παλιότερα, ξέραμε ότι υπήρχαν δύο βασικές κατηγορίες κιβωτίων ταχυτήτων, τα χειροκίνητα και τα αυτόματα. Τα τελευταία χρόνια, όμως, έχουμε αρχίσει και συναντάμε μια νέα, “ενδιάμεση” κατηγορία που χρησιμοποιείται σε όλο και περισσότερα σύγχρονα αυτοκίνητα.

Πριν φτάσουμε στην ανάλυση, ας δώσουμε έναν πρώτο ορισμό. Έτσι, με τον όρο “ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων” εννοούμε τα κιβώτια που αλλάζουν ταχύτητα κατ’ εντολή του οδηγού, αλλά με εντελώς αυτοματοποιημένη λειτουργία και χωρίς να απαιτούν κανένα άλλο χειρισμό εκτός από την αρχική εντολή. Σε αντίθεση με τα χειροκίνητα κιβώτια δεν διαθέτουν πεντάλ συμπλέκτη, ούτε και χρειάζονται “τέχνη” στην οδήγηση, προσφέροντας όμως τον πλήρη έλεγχο του αυτοκινήτου στον οδηγό, ο οποίος μπορεί να επιλέξει ακριβώς τη σχέση κιβώτιο που θα ήθελε κάθε στιγμή.

Η καρδιά κάθε ημιαυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα το οποίο παρακολουθεί κάθε στιγμή τις στροφές του κινητήρα, την ταχύτητα του αυτοκινήτου, καθώς και τις συνθήκες επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης, και αναλαμβάνει να υλοποιήσει τις εντολές του οδηγού. Ο οδηγός από την πλευρά του, δίνει εντολές με ηλεκτρονικό τρόπο, με τη βοήθεια ηλεκτρικών διακοπών, είτε σαν κουμπιά πάνω στο τιμόνι είτε σαν μικροδιακόπτες στην βάση του επιλογέα (μοχλού) στην παραδοσιακή θέση στην κεντρική κονσόλα. Το κεντρικό σύστημα ελέγχου φροντίζει να επιβεβαιώσει ότι το αίτημα του οδηγού μπορεί να ολοκληρωθεί με ασφάλεια χωρίς να ξεπεραστεί το επιτρεπόμενο όριο στροφών του κινητήρα, κι έπειτα δίνει εντολή στους ηλεκτρομηχανικούς αυτοματισμούς που ενεργοποιούν το μηχανισμό επιλογής των ταχυτήτων για μια πλήρως αυτόματη αλλαγή. Το αποτέλεσμα είναι ένας συνδυασμός ευκολίας ταχύτητας αλλά και ασφάλειας, που δίνει καλύτερο έλεγχο του αυτοκινήτου ακόμα και στον άπειρο οδηγό, ενώ “απαγορεύει” και τις βλάβες του αυτοκινήτου ή ακόμα και τα ατυχήματα από τα λανθασμένο χειρισμό (κυρίως στο κατέβασμα ταχυτήτων) στο κιβώτιο.

Από τεχνικής πλευράς, υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες ημιαυτόματων κιβωτίων: εκείνα που βασίζονται στο κλασικό χειροκίνητο κιβώτιο, πάνω στο οποίο έχουν προστεθεί οι αυτοματισμοί που το κάνουν ημιαυτόματο (κιβώτιο Selespeed της Άλφα ρομέο) και εκείνα που βασίζονται σε ένα κλασικό αυτόματο κιβώτιο (Τιπτρόνικ της Πόρσε) με τους αυτοματισμούς να αναλαμβάνουν να δώσουν την εντολή για την αλλαγή ταχύτητας μόνο όταν το ζητήσει ο οδηγός. Κατασκευαστικά, οι διαφορές είναι μεγάλες ανάμεσα στις δύο αυτές εκδοχές ημιαυτόματου κιβωτίου, στην πράξη όμως για τον οδηγό που απλά οδηγεί χωρίς να ενδιαφέρεται για τίποτα παραπάνω, η αίσθηση και η λειτουργία του συστήματος είναι ίδια και στις δύο περιπτώσεις.²⁷

²⁷ <http://old.kynigesia.gr/article.asp?AID=871>

3.4.1 Ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη

Πρόκειται για κιβώτια αυτόματης σύμπλεξης με κύριο χαρακτηριστικό ότι ουσιαστικά ο δευτερεύοντας άξονας είναι χωρισμένος σε δύο. Το κάθε τμήμα παίρνει κίνηση από τον πρωτεύοντα άξονα μέσω του δικού του συμπλέκτη, ενώ ο ένας έχει τις μονές σχέσεις και ο άλλος τις ζυγές σχέσεις. Στο τέλος και οι δύο άξονες μεταφέρουν την κίνηση σε έναν κοινό άξονα εξόδου. Το πλεονέκτημα του συστήματος είναι η δυνατότητα ταχύτατης αλλαγής σχέσεων μετάδοσης. Η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται όπως ένα συμβατικό μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων, με την διαφορά, ότι από τη μία αλλαγή ταχύτητας στην άλλη, αλλάζει ο άξονας και ουσιαστικά ο αντίστοιχος εμπλεκόμενος συμπλέκτης. Για παράδειγμα, στην αλλαγή ταχύτητας από 1^η σε 2^η το αυτόματο σύστημα αλλαγής ανοίγει το συμπλέκτη του άξονα της 2^{ης} και στην συνέχεια σπρώχνει το κόμπλερ της. Κλείνοντας τον συμπλέκτη του άξονα της 2^{ης}, ανοίγει ταυτόχρονα τον συμπλέκτη του άξονα της 1^{ης}, απομονώνοντας τον, οπότε η μετάδοση της ισχύος πραγματοποιείται πια μόνον από τον άξονα της 2^{ης}.

Άρα γίνεται φανερό ότι δεν γίνεται να υπάρχει αλλαγή δύο ταχυτήτων μαζί, από 2^η στη 4^η, αφού αυτές βρίσκονται στον ίδιο άξονα.

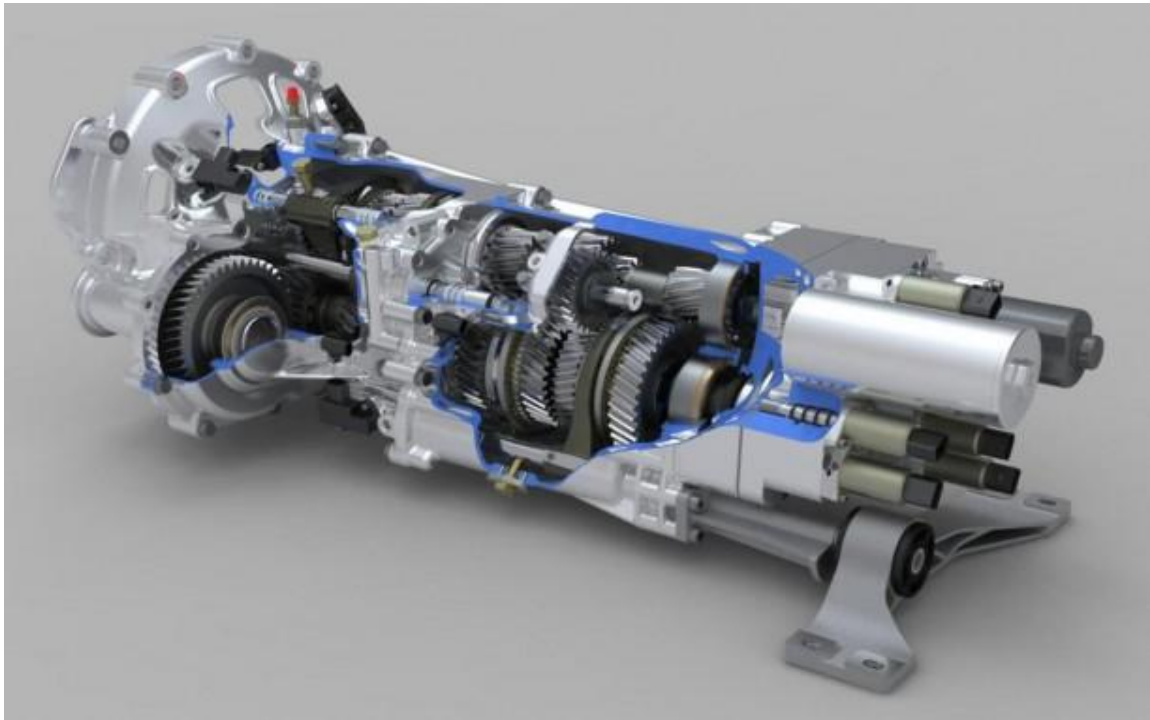
Το ιδιαίτερο αυτό κιβώτιο βρήκε εφαρμογή μόνο σε αγωνιστικά μοντέλα της Porsche και όχι σε αυτοκίνητα μαζικής παραγωγής, παρά τις εκτεταμένες δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν.²⁸

3.4.2 Μειονεκτήματα-Πιθανά προβλήματα

Η προβληματική λειτουργία ενός εξελιγμένου συστήματος συμπλέκτη μπορεί να εμφανίζει τα παρακάτω συμπτώματα:

- Καθυστέρηση στην αλλαγή των ταχυτήτων
- Αδυναμία αλλαγής ταχυτήτων (μπλοκάρισμα του κιβωτίου)
- Υπερβολικό θόρυβο κατά τις αλλαγές
- Φθορά του συμπλέκτη σε μικρό χρονικό διάστημα
- Αυξημένη κατανάλωση καυσίμου
- Σκορτσάρισμα κατά τις αλλαγές ταχυτήτων

²⁸ Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 2’



3.4.1 Ημιαυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη

3.4.3 Μηχανικά κιβώτια σειριακής επιλογής

Τα τελευταία χρόνια έχουν παρουσιαστεί ορισμένες εκδόσεις χειροκίνητων κιβωτίων με αυτόματο συμπλέκτη, όπου ο συμβατικός επιλογέας ταχυτήτων (με μορφή σκάλας) έχει αντικατασταθεί με έναν επιλογέα «ανεβάσματος»-«κατεβάσματος» ταχυτήτων.

Στην περίπτωση αυτή οι αλλαγές ταχυτήτων γίνονται μία-μία, είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω, τραβώντας ή σπρώχνοντας τον επιλογέα αντίστοιχα σειριακά. Σε ορισμένα σπορ ή αγωνιστικά μοντέλα η διαδικασία αυτή γίνεται πατώντας ειδικά πλήκτρα πίσω από το τιμόνι (Ferrari F335) ή με μπουτόν επάνω στις ακτίνες του (BMW M3).

Επίσης η Opel παρουσίασε ένα σειριακό κιβώτιο με την ονομασία Easytronic του Corsa του 2000, στο οποίο έχουν χρησιμοποιηθεί ηλεκτροκινητήρες για την ταχύτερη λειτουργία του, ένας ηλεκτροκινητήρας για την ενεργοποίηση του συμπλέκτη, ένας ηλεκτροκινητήρας για τον επιλογέα και ένας για την αλλαγή των ταχυτήτων μέσα στο κιβώτιο.

Η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται σειριακά, όμως ο οδηγός έχει την δυνατότητα να αλλάξει παραπάνω από μία σχέσεις διατηρώντας σταθερά τον επιλογέα στη θέση “+” ή “-”.

Εκτός από την χειροκίνητη λειτουργία υπάρχει και η επιλογή της αυτόματης, μέσω του σχετικού διακόπτη, κατά την οποία, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα

αποφασίζει την αλλαγή των ταχυτήτων ανάλογα με τις συνθήκες οδήγησης, μετατρέποντας το κιβώτιο ουσιαστικά σε αυτόματο.

Άλλη δυνατότητα του κιβωτίου είναι σε φρενάρισμα πανικού να κατεβάζει μία-μία τις ταχύτητες και όταν το αυτοκίνητο πλησιάσει στην ακινητοποίηση, να αποσυμπλέκει τελείως τον κινητήρα από το σύστημα μετάδοσης. Επίσης αν ο δρόμος είναι ολισθηρός και τεθεί σε λειτουργία το ABS το σύστημα πάλι αποσυμπλέκει τον κινητήρα από το σύστημα μετάδοσης, έτσι ώστε να μην επηρεάζεται καθόλου το φρενάρισμα από την αδράνεια του κινητήρα.²⁹



3.4.3 Επιλογές ταχυτήτων από μηχανικό σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων

3.5 Αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων

Το κλασικό αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων όπως έχουμε προαναφέρει υπάρχει από την δεκαετία του '40. Τα τελευταία χρόνια όμως, τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του έχουν βελτιωθεί πάρα πολύ, αφού πλέον ο κεντρικός έλεγχος έχει περάσει από τα μηχανικά στα ηλεκτρονικά συστήματα, οπότε έχουν εξαλειφθεί και τα ενοχλητικά οδικά του χαρακτηριστικά, όπως το κατέβασμα στις στροφές ή στις ανηφορικές

²⁹ Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 2’

κλίσης. Επιπλέον, η παρουσία νέων αυτόματων κιβωτίων με σημαντικά αναβαθμισμένη τεχνολογία, με έξι και επτά ταχύτητες.

Γενικότερα τα αυτόματα κιβώτια διακρίνονται από τέσσερις έως οκτώ σχέσεις μετάδοσης. Μάλιστα, διακρίνονται καλές τους επιδόσεις, για τους χαμηλούς ρύπους αλλά και για την χαμηλή τους κατανάλωση σε σχέση με τα απλά χειροκίνητα κιβώτια ταχυτήτων.

Τα θετικά και τα αρνητικά των αυτόματων κιβωτίων ταχυτήτων

(+): Περισσότερη άνεση και ευκολία στη οδήγηση, λιγότερες φθορές λόγω έλλειψης του συμπλέκτη, γρήγορες εναλλαγές ταχυτήτων στα πιο εξελιγμένα 7τάχυτα ή στα 8τάχυτα, χαμηλό κόστος συντήρησης.

(-): Επιβάρυνση τιμής (για ότι διατίθεται προαιρετικά), αυξημένη κατανάλωση και χαμηλότερες επιδόσεις από τα μηχανικά (κυρίως στα 4τάχυτα), υστέρηση στις αλλαγές ταχυτήτων (στα πιο παλιές τεχνολογίας με μικρούς κινητήρες).³⁰



3.5 Κλασικό αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων (Mercedes)

3.5.1 Εξαρτήματα του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων

Τα κύρια εξαρτήματα του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων είναι:

- Ο υδροδυναμικός μετατροπέας ροπής, για την μεταφορά της κίνησης από τον κινητήρα στο κιβώτιο
- Η αντλία παροχής υγρού των υδραυλικών μηχανισμών του κιβωτίου
- Οι πλανητικοί μηχανισμοί, για την επιλογή των σχέσεων μετάδοσης

³⁰ <http://www.autotriti.gr/data/magazine/viewthema/37464.asp>

- Οι μηχανισμοί σύμπλεξης των διαφορετικών σχέσεων μετάδοσης, όπως οι υδραυλικοί συμπλέκτες ή οι ταινιοπέδες (φρένα)
- Η υδραυλική μονάδα με τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες για την ενεργοποίηση των μηχανισμών σύμπλεξης που συνήθως ονομάζονται “βαλβιδοφόρος”
- Ο επιλογέας θέσεων ταχυτήτων
- Η ηλεκτρική μονάδα ελέγχου λειτουργίας του κιβωτίου (για ηλεκτρονικά ελεγχόμενα κιβώτια)³¹

3.5.2 Πλανητικά συστήματα γραναζιών

Ένας από τους πιο σημαντικούς μηχανισμούς σε ένα αυτόματο ή ημιαυτόματο κιβώτιο είναι το πλανητικό σύστημα γραναζιών, χάρη στο οποίο έγινε δυνατή η χρήση τους.

Η βασική διαμόρφωση περιλαμβάνει τα ακόλουθα εξαρτήματα:

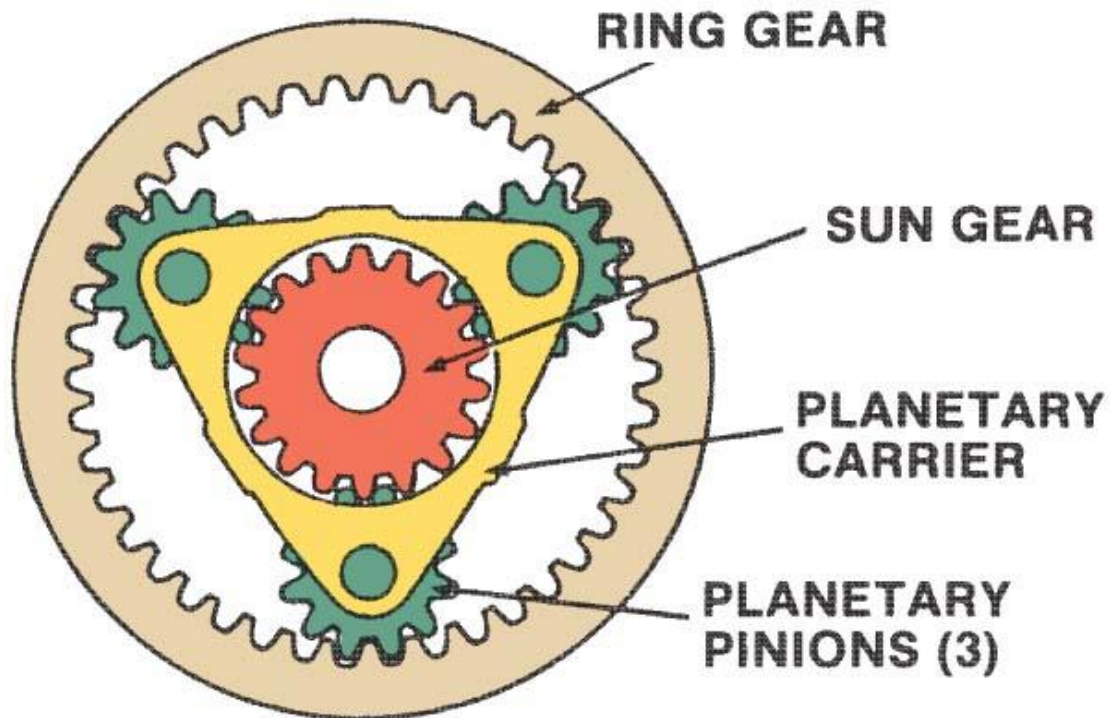
- Το κεντρικό γρανάζι που ονομάζεται ήλιος
- Το σύστημα των πλανητών, όπου τα γρανάζια-πλανήτες είναι τοποθετημένα γύρω από τον ήλιο
- Τη στεφάνη με την εσωτερική οδόντωση

Τα δόντια των γραναζιών των πλανητών είναι σε μόνιμη εμπλοκή με αυτά της στεφάνης και του ήλιου, οι άξονες τους όμως είναι στερεωμένοι σε ένα φορέα, έτσι ώστε οι αποστάσεις μεταξύ τους να είναι σταθερές. Ο φορέας αυτός είναι συνδεδεμένος με έναν άξονα, που περιστρέφεται όταν τα γρανάζια παίρνουν κίνηση.

Η κίνηση στο πλανητικό σύστημα μπορεί να μεταδοθεί μέσω καθενός από τα εξαρτήματα του, ενώ ο άξονας ενός από τα άλλα θα πρέπει να είναι σταθεροποιημένος. Αυτό συνήθως γίνεται μέσω μια ταινιοπέδης (φρένου). Στην περίπτωση των πλανητών ακινητοποιείται ο άξονας του φορέα τους, ενώ τα γρανάζια συνεχίζουν και περιστρέφονται γύρω από τους άξονές τους.³²

³¹ Βιβλίο “Συστήματα αυτοκινήτου 2”

³² Βιβλίο “Συστήματα αυτοκινήτου 2”



3.5.2 Πλανητικό σύστημα γραναζιών

Στην φωτογραφία μας:

1. Ring gear: Στεφανή (κορώνα), με εσωτερική οδόντωση που ανάλογα με την διάταξη μπορεί να περιστρέφεται ή να μένει σταθερή.
2. Sun gear: Ήλιος, κεντρικό γρανάζι (πινιόν).
3. Planetary carrier: Πλανητικός φορέας ο οποίος συγκρατεί τα πλανητικά γρανάζια.
4. Planetary pinions: Πλανητικά γρανάζια (πλανήτες), που περιστρέφονται σε μικρούς άξονες και εμπλέκονται μεταξύ της στεφάνης και του ήλιου

3.5.3 Συμπλέκτες και ταινιοπέδες (φρένα)

Οι υγροί συμπλέκτες μεταφέρουν την κίνηση, λειτουργώντας με την πίεση του υγρού που παρέχεται μέσω των βαλβίδων της υδραυλικής μονάδας. Αυτοί αποτελούνται από πολλά δισκάκια που όταν συμπλέκουν μεταφέρουν την κίνηση σε κάποιο εξάρτημα του πλανητικού φορέα. Υπάρχει όμως η περίπτωση ο υδραυλικός συμπλέκτης να χρησιμοποιείται για να σταματήσει ένα κινούμενο εξάρτημα, οπότε στη περίπτωση αυτή λειτουργεί σαν φρένο.

Την ίδια λειτουργία μπορεί να εκτελεί και μια ταινιοπέδη (φρένο). Αποτελείται από το τύμπανο, την ταινία και το υδραυλικό έμβολο. Όταν το έμβολο ενεργοποιείται

σφίγγει την ταινία και ακινητοποιεί το τύμπανο. Η πίεση του υγρού που ενεργοποιεί το έμβολο ελέγχεται από την σχετική βαλβίδα του βαλβιδοφόρου.³³

3.5.4 Ηλεκτρονικός έλεγχος κιβωτίου ταχυτήτων

Η μονάδα του ηλεκτρονικού ελέγχου του κιβωτίου παίρνει κάποια σήματα από τους αισθητήρες με τα οποία ενεργοποιούνται οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες.

Ο προγραμματισμός της ηλεκτρονικής μονάδας καθορίζει πότε αυτή θα ενεργοποιήσει τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες και θα αλλάξει κάποια ταχύτητα. Τα «ανεβάσματα» ταχυτήτων γίνονται όταν οι στροφές λειτουργίας του κινητήρα περάσουν πάνω από ένα όριο στροφών (3,500 στροφές ανά λεπτό). Αυτό συμβαίνει μέχρι να φτάσει το κιβώτιο ταχυτήτων στην υψηλότερη σχέση μετάδοσης, ανάλογα με την επιλογή θέσης του κιβωτίου, D, 2, 1, οπότε και οι στροφές ανεβαίνουν μέχρι το όριο του κινητήρα.

Σε ορισμένα κιβώτια ταχυτήτων υπάρχει η επιλογή «economy» και «sport». Στην πρώτη ο αριθμός στροφών αλλαγής είναι χαμηλότερος (ο κινητήρας λειτουργεί οικονομικά) και στη δεύτερη υψηλότερος (ο κινητήρας αποδίδει μεγαλύτερη ισχύ).

Το αυτόματο κιβώτιο διαθέτει και την λειτουργία «κικντάουν» που χρησιμοποιείται από τον οδηγό, όταν θέλει να επιταχύνει απότομα. Στην περίπτωση αυτή πατάει τέρμα το πεντάλ του γκαζιού, οπότε ο εγκέφαλος «κατεβάζει» μία οι δύο ταχύτητες, έτσι ώστε να αυξηθούν οι στροφές λειτουργίας και η αποδιδόμενη ισχύς.³⁴

3.5.5 Κιβώτια ταχυτήτων στα αυτόματα κιβώτια μετάδοσης

Προκειμένου να επιλέξει σχέση, το λειτουργικό μετάδοσης, πρέπει ο οδηγός να αλλάξει θέση στον μοχλό που βρίσκεται πίσω από το τιμόνι ή στο πάτωμα όπως με ένα χειροκίνητο. Ο οδηγός πρέπει να πατήσει ένα κουμπί (που ονομάζεται κουμπί ασφάλισης βάρδιας) ή να τραβήξει τον μοχλό έξω.

Αυτόματα κιβώτια έχουν διάφορες σχέσεις ανάλογα με το μοντέλο και της μετάδοσης. Ένα κιβώτιο που μπορεί να μας δώσει μια γενική εικόνα είναι το κιβώτιο Geatronic που διαθέτει δύο λειτουργίες αλλαγής σχέσεων, αυτόματα και χειροκίνητη.

³³ Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 2’

³⁴ Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 2’

Στον πίνακα οργάνων εμφανίζεται η θέση του επιλογέα μέσω των εξής ενδείξεων: P, R, N, D, S, 1, 2, 3 κ.λ.π

- Θέση στάθμευσης (P)

Για να μπορέσετε να μετακινήσετε τον επιλογέα ταχυτήτων στην θέση P πρέπει το πεντάλ του φρένου να είναι πατημένο. Αυτή η επιλογή κλειδώνει μηχανικά τον άξονα της μετάδοσης, περιορίζοντας το όχημα από τη μετακίνηση προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Για να κλειδώσει στην πραγματικότητα το όχημα πρέπει να τραβηχτεί και το χειρόφρενο ειδικά όταν το αυτοκίνητο βρίσκεται σε επικλινή έδαφος.

- Θέση όπισθεν (R)

Δίνεται η δυνατότητα στο όχημα να οδηγηθεί προς τα πίσω. Το αυτοκίνητο πρέπει να είναι σταματημένο όταν επιλέγετε η θέση R. Αν δεν έρθει σε πλήρη στάση, τότε μπορεί να προκαλέσει σοβαρή βλάβη στο κιβώτιο. Συνήθως στα σύγχρονα κιβώτια υπάρχει ένας μηχανισμός ασφαλείας ο οποίος έχει σε βαθμό την πρόληψη λάθους βάζοντας το αυτοκίνητο στην θέση όπισθεν όταν το όχημα ακινητοποιείται.

- Νεκρά (N)

Σε αυτή τη θέση δεν είναι επιλεγμένη καμία ταχύτητα και μπορεί να τεθεί ο κινητήρας σε λειτουργία.

- Οδήγηση (D)

Η θέση D είναι η σχέση κανονικής οδήγησης. Η αλλαγή σε μεγαλύτερη ή μικρότερη σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων πραγματοποιείται αυτόματα, ανάλογα με την επιτάχυνση και την ταχύτητα κίνησης. Το αυτοκίνητο πρέπει να είναι σταματημένο όταν μετακινείται τον επιλογέα D από τη θέση R.

- Overdrive (D, OD , ή ένα κουτί [D])

Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται σε ορισμένες μεταδόσεις με σκοπό την έγκαιρη ελεγχόμενη από τον υπολογιστή μετάδοση να δεσμεύει με την αυτόματη overdrive. Σε αυτές τις μεταδόσεις η drive (D), κλειδώνει το αυτόματο overdrive, σε σταθερές ταχύτητες.

- Τρίτο (3)

Αυτός ο τρόπος λειτουργίας περιορίζει τη μετάδοση στις τρεις ταχύτητες. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το ανέβασμα ή το κατέβασμα από έναν λόφο. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ρυμούλκηση.

- Δεύτερο (2)

Αυτός ο τρόπος περιορίζει τα μεταδόση στις δύο ταχύτητες. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δυσμενείς συνθήκες, όπως χιόνι, πάγο καθώς και για ορειβάσια.

- Πρώτο (1)

Αυτή η λειτουργία κλειδώνει το σύστημα μετάδοσης στην πρώτη σχέση μόνο. Δεν θα αλλάξει σε οποιαδήποτε άλλη ταχύτητα. Αυτό όπως και το δεύτερο (2), μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε χειμερινή περίοδο αλλά και για ρυμούλκηση.

- Θέσεις χειροκίνητης αλλαγής σχέσεων (+S-)

Ο οδηγός μπορεί να αλλάξει σχέσεις χειροκίνητα χρησιμοποιώντας το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων Geartronic.

- Λειτουργία Sport (S)

Η λειτουργία sport προσδίδει πιο спор χαρακτηριστικά στην οδήγηση και επιτρέπει τη λειτουργία του κινητήρα σε υψηλότερες στροφές. Ταυτόχρονα, το αυτοκίνητο αποκρίνεται γρηγορότερα στην επιτάχυνση. Κατά την δυναμική οδήγηση, προτεραιότητα έχουν οι μικρότερες σχέσεις, που σημαίνει ότι η επιλογή μεγαλύτερης σχέσης καθυστερεί.

- Χειμερινή λειτουργία

Όταν ο δρόμος είναι ολισθηρός, το αυτοκίνητο ενδέχεται δυσκολότερα. Η χειμερινή λειτουργία ξεκινά με τον κινητήρα σε χαμηλότερες στροφές και μειωμένη ισχύ κινητήρα στους κινητήριους τροχούς.

- Λειτουργία Kick-down

Αν πατήσετε το πεντάλ του γκαζιού μέχρι το τέρμα της διαδρομής του, επιλέγεται αυτόματα μικρότερη σχέση. Αυτό ονομάζεται κατέβασμα ταχύτητας για μέγιστη επιτάχυνση (kick-down).

Αν αφήσετε το πεντάλ του γκαζιού από τη θέση (kick-down) τότε επιλέγεται αυτόματα μεγαλύτερη σχέση. Χρησιμοποιείται για μεγάλη επιτάχυνση κατά την προσπέραση.

Για να αποφευχθεί η υπέρβαση του ορίου στροφών του κινητήρα, το πρόγραμμα ελέγχου του κιβωτίου ταχυτήτων διαθέτει αναστολέα επιλογής χαμηλότερης ταχύτητας, ο οποίος αποτρέπει το kick-down.

Το Geartronic δεν επιτρέπει την επιλογή μικρότερης σχέσης/ kick-down, διότι κάτι τέτοιο θα αύξανε τον αριθμό στροφών του κινητήρα με αποτέλεσμα την πιθανή βλάβη του.

Όταν έχει ενεργοποιηθεί το kick-down, το αυτοκίνητο μπορεί να αλλάξει μία ή και περισσότερες σχέσεις κάθε φορά ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα. Όταν οι στροφές του κινητήρα αυξηθούν στο ανώτατο όριο, πραγματοποιείται αλλαγή σε μεγαλύτερη σχέση έτσι ώστε να μην υποστεί ζημιά.³⁵



3.5.5 Επιλογές ταχυτήτων σε αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων

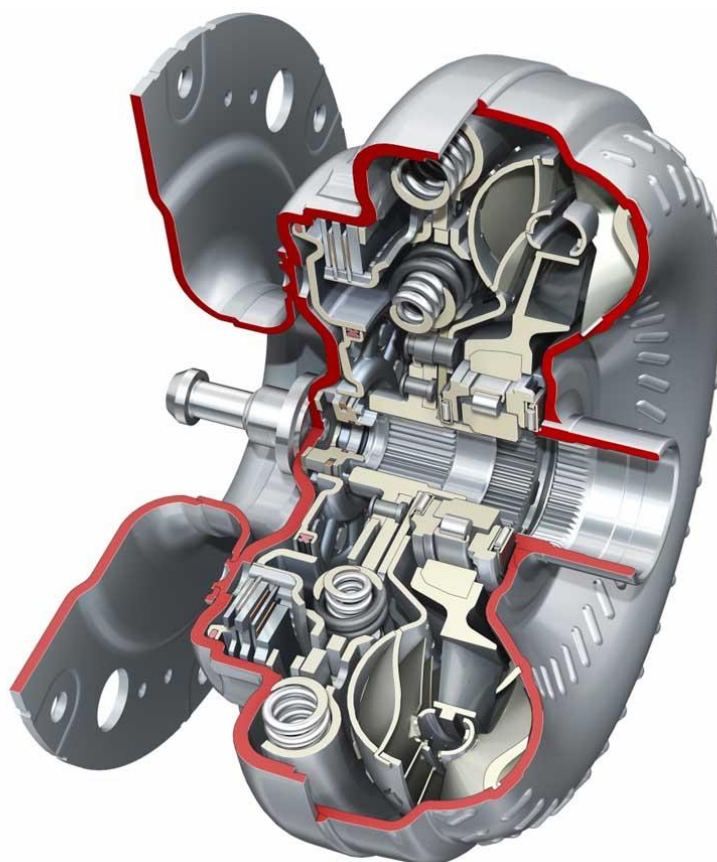
3.5.6 Μετατροπέας ροπής

Η μετάδοση της κίνησης στα κλασικά αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων πραγματοποιείται μέσω υδραυλικών συστημάτων που ονομάζονται μετατροπείς ροπής και αντικαθιστούν τους μηχανικούς συμπλέκτες.

³⁵ Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 2’

Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται είναι δύο φτερωτές που βρίσκονται σε στεγανό χώρο που περιέχει λιπαντικό. Η μία φτερωτή, αυτή της εισόδου, είναι ομοαξονικά συνδεδεμένη με τον κινητήρα ενώ η άλλη, η εξόδου, με τον πρωτεύον άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων. Ανάλογα με τις στροφές του στροφαλοφόρου άξονα, η φτερωτή εισόδου κινεί το λιπαντικό του οποίου η κινητική ενέργεια μεταβιβάζεται στην φτερωτή εξόδου. Με αυτόν τον τρόπο μεταδίδεται ομαλά η κίνηση από τον κινητήρα στο κιβώτιο ταχυτήτων και από εκεί στους τροχούς.

Κατά την επιτάχυνση η αύξηση της ολίσθησης έχει ως αποτέλεσμα τον πολλαπλασιασμό της ροπής ενώ σε κατάσταση σταθερής λειτουργίας δεν υπάρχει ολίσθηση μεταξύ των δύο φτερωτών, οπότε ο λόγος μετάδοσης μετατροπέα ροπής είναι 1:1.³⁶



3.5.6 Μετατροπέας ροπής

36

<http://www.caroto.gr/2009/02/12/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B%CF%80%CE%AD%CE%B1%CF%82-%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%AE%CF%82/>

3.6 Τύποι αυτόματων κιβωτίων

3.6.1 Κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης (CVT)

Ο στόχος των κιβωτίων αυτού του είδους είναι η συνεχής μεταβολή της σχέσης μετάδοσης κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ο κινητήρας να λειτουργεί στην περιοχή των στροφών όπου παρουσιάζει την μέγιστη ροπή. Εκεί μεγιστοποιείται και η απόδοσή του, όπου επιτυγχάνεται η μέγιστη οικονομία καυσίμου. Για αυτό τον λόγο η χρήση τους επικεντρώθηκε στα μικρά αυτοκίνητα πόλης, με μικρούς κινητήρες.

Παράλληλα παρουσιάζουν ιδιαίτερα ομαλή λειτουργία στην αλλαγή των ταχυτήτων, κάτι που τα κάνει ιδιαίτερα βολικά για την κίνηση μέσα στην πόλη.

Η βασική αρχή λειτουργίας των κιβωτίων συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης είναι σχετικά απλή και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στο Variomatic της DAF το 1956.

Η μετάδοση της κίνησης γίνεται μέσω ενός μιάντα σταθερού μήκους μεταξύ δύο τροχαλιών κωνικής διατομής και μεταβλητής διαμέτρου. Η σχέση μετάδοσης ισούται με το λόγο των διαμέτρων των τροχαλιών, οπότε από την στιγμή που οι διάμετροι είναι μεταβλητές, το ίδιο είναι και η σχέση μετάδοσης.

Η αλλαγή της διαμέτρου της τροχαλίας γίνεται συνήθως μέσω ενός υδραυλικού συστήματος, που μετακινεί τα κωνικά τμήματά της πάνω στον άξονα τους. Όσο τα τμήματα απομακρύνονται, το V της τροχαλίας ανοίγει και ο μιάντας γλιστράει πιο κοντά στον άξονα περιστροφής της, οπότε και η διάμετρος της τροχιάς του πάνω σε αυτήν αλλάζει.

Όταν η τροχαλία του άξονα εισόδου είναι στη μικρότερη διάμετρο, η τροχαλία του άξονα εξόδου βρίσκεται στη μεγαλύτερη διάμετρό της και έχουμε την πιο κοντή σχέση του κιβωτίου.

Συνήθως το εύρος σχέσεων ενός CVT είναι μεγαλύτερο από ένα μηχανικό με συνολική σχέση μετάδοσης 5.5 με 6. Θεωρητικά, με το σύστημα αυτό μπορούν να υπάρχουν άπειρες ταχύτητες, στην πράξη όμως οι σχέσεις αυτές είναι συγκεκριμένες, όμως πάντα περισσότερες από τα συμβατικά κιβώτια ταχυτήτων.³⁷

3.6.2 Τυπική διάταξη κιβωτίου CVT

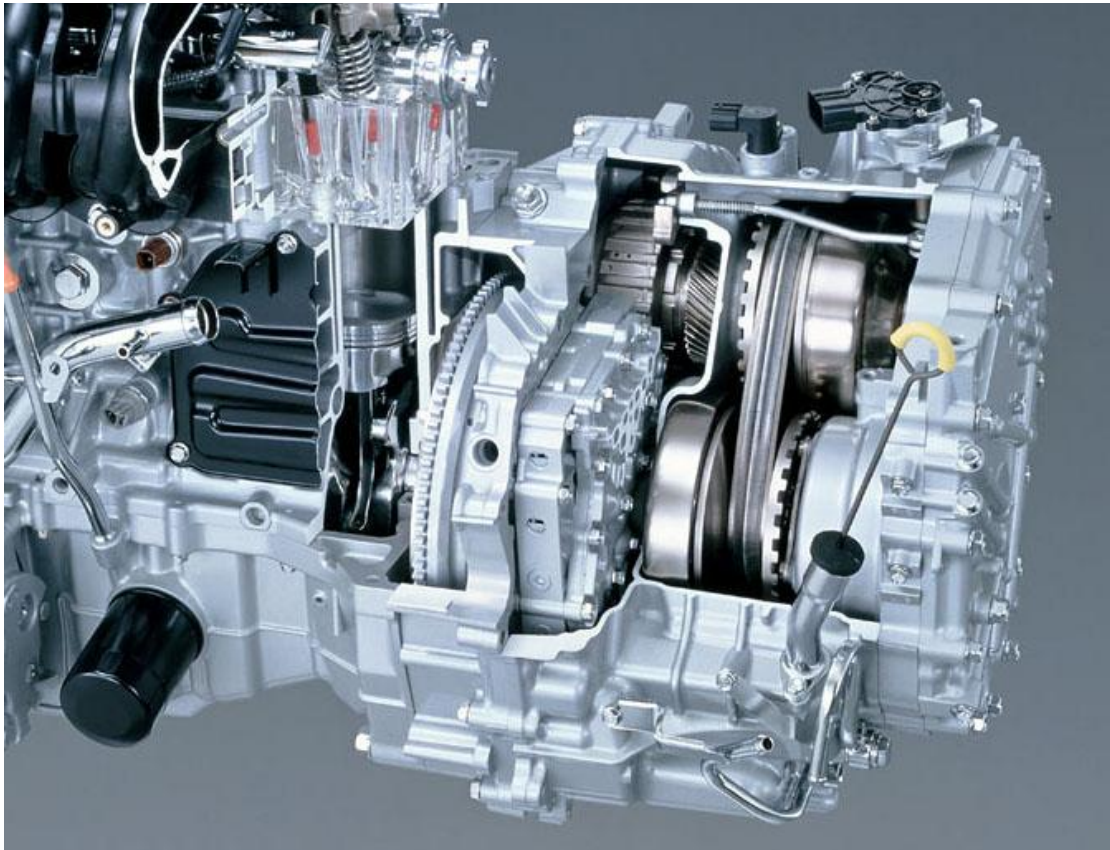
Η μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στο κιβώτιο γίνεται μέσω ενός συμβατικού συμπλέκτη ή σε ορισμένους τύπους μέσω υδροδυναμικού συμπλέκτη ή μετατροπέα ροπής.

Στο κιβώτιο αυτό υπάρχει μετατροπέας ροπής, ενώ στην συνέχεια υπάρχουν 2 υγροί συμπλέκτες και ένα πλανητικό σύστημα, με το οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί η αναστροφή της φοράς της κίνησης όταν ο οδηγός επιλέγει την όπισθεν. Επίσης πριν από την τροχαλία εισόδου υπάρχει και μειωτήρας στροφών, έτσι ώστε η μείωση των στροφών να επιτυγχάνεται πριν από το διαφορικό.

³⁷ Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 2’

Η πίεση των υγρών συμπλεκτών ελέγχεται από μια υδραυλική μονάδα, οπότε μπορεί να μεταβληθεί η ταχύτητα σύμπλεξης και μεταφοράς της ισχύος.

Η λειτουργία του συμπλέκτη εξαρτάται από τις στροφές του κινητήρα. Ξεκινά από τις στροφές ρελαντί και ολοκληρώνεται όταν φτάσει στις στροφές εκκίνησης, περίπου στις 3.000 στροφές ανά λεπτό. Στην περίπτωση της οικονομικής οδήγησης (πεντάλ γκαζιού πατημένο στο 60%), σύμπλεξη γίνεται σταδιακά με ελάχιστη ολίσθηση. Όταν υπάρχει απαίτηση ισχύος (πεντάλ πατημένο τέρμα), η σύμπλεξη γίνεται απότομα μόνον όταν ο άξονας εισόδου φτάσει στις στροφές εκκίνησης.³⁸



3.6.1 Κιβώτιο συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης (CVT)

³⁸ Βιβλίο ‘Συστήματα αυτοκινήτου 2’

3.6.3 Το CVT της Audi Multitronic

Το Multitronic της Audi διαφοροποιείται από τα προηγούμενα συστήματα CVT σε δύο κυρίως σημεία. Καταρχάς, για τη μεταφορά και μεταβολή της ροπής χρησιμοποιείται μάντας ο οποίος έχει μεγαλύτερη αντοχή από αυτούς των προηγούμενων CVT. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα είναι η υψηλή αντοχή του μάντα καθώς αποτελείται από 1.025 χαλύβδινα πλακίδια που τα συνδέουν 25 ζευγάρια μικρών πείρων. Το πλάτος του μάντα φτάνει τα 3,8 εκατοστά, καθώς απαρτίζεται από 13 με 14 συνδέσμους, ενώ έχει την ίδια ευκαμψία με τον υπόλοιπων CVT, παρουσιάζοντας όμως υψηλά όρια αντοχής τα οποία ξεπερνούν τα 700Nm.

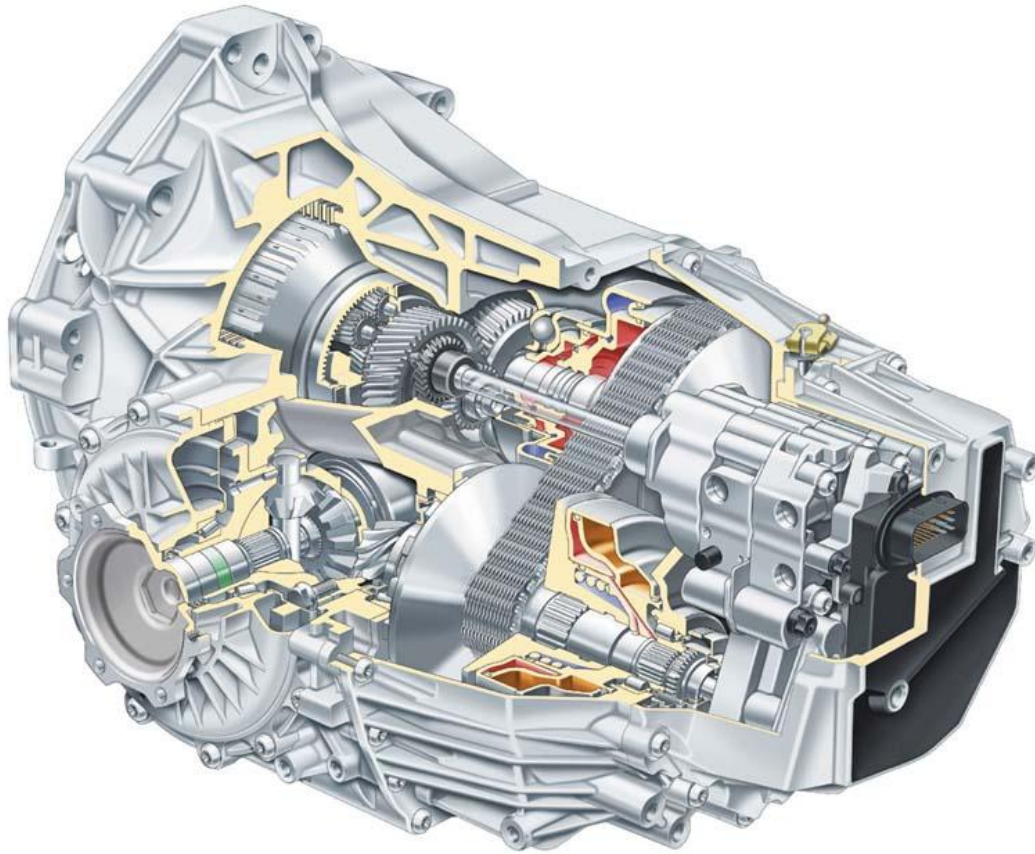
Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί και το σχετικά μικρό πλάτος της αλυσίδας, το οποίο επιτρέπει ευρύ πεδίο μεταβολής των σχέσεων, από 12,7:1 έως και 2,1:1. Η επίτευξη τόσο μικρής σχέσης μετάδοσης επιτρέπει την μειώνοντας ακόμη περισσότερο την κατανάλωση καυσίμου.

Η δεύτερη καινοτομία αφορά σε έναν αισθητήρα ροπής που αντιλαμβάνεται το τέντωμα του μάντα μειώνοντας το βαθμό καταπόνησής του.

Τα προηγούμενα συστήματα λόγω της συνεχούς μεταβολής της θέσης του μάντα είχαν την ιδιότητα να αυξάνουν την τάση του, θέλοντας να μειώσουν τις ανοχές επαφής και κατά συνέπεια την ολίσθησή του. Με την υπερένταση όμως επιβαρυνόταν ο κινητήρας, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την περισσότερη κατανάλωση και την πρόωρη φθορά του μάντα. Επίσης η ηλεκτρονική διαχείριση είναι εξυπνότερη, αφού σχεδόν εξαλείφει το φαινόμενο της ολίσθησης που παρουσιάζουν τα συμβατικά CVT, διασταυρώνοντας μέσω αισθητήρων τις στροφές του κινητήρα με την ταχύτητα με την οποία κινείται το αυτοκίνητο.³⁹

39

<http://www.caroto.gr/2009/05/10/%CE%BA%CE%B9%CE%B2%CF%8E%CF%84%CE%B9%CE%B1-cvt/>



3.6.3 Κιβώτιο συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης (CVT) της Audi multitronic

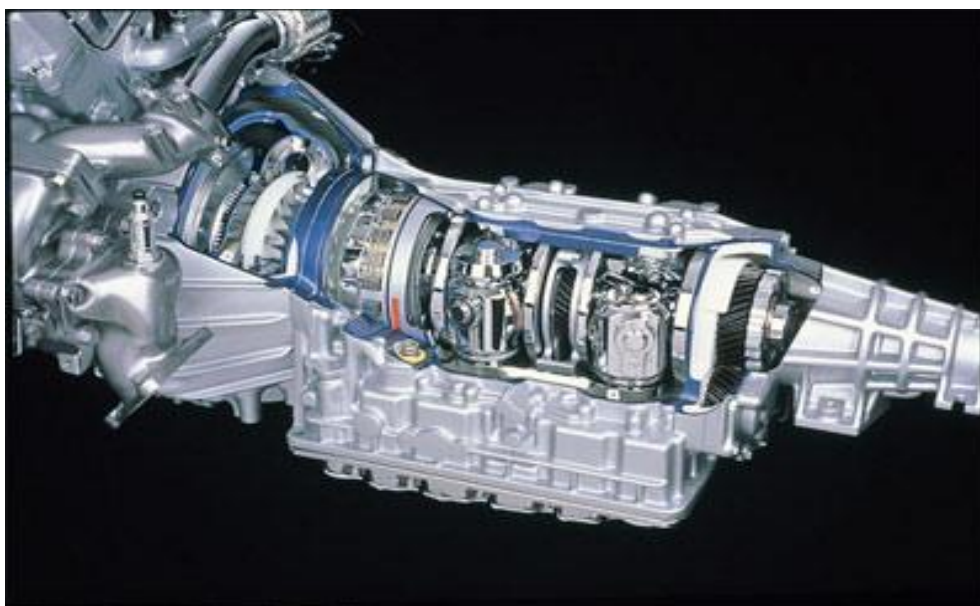
3.6.4 Nissan Extroid

Το Extroid της Nissan έχει την ικανότητα μεταφοράς μεγάλων μεγεθών ροπής, καθώς ο μάντας και οι τροχαλίες από τα οποία αποτελούνται τα συμβατικά CVT έχουν αντικατασταθεί από ένα πλανητικό σύστημα. Το σύστημα αυτό αποτελείται από κύλινδρο, τα οποία παρεμβάλλονται ανάμεσα στον εσωτερικό δίσκο που μεταφέρει την ισχύ από τον στροφαλοφόρο και στον εξωτερικό δίσκο που συνδέεται με τον άξονα μετάδοσης. Μεταβάλλοντας ηλεκτροϋδραυλικά τη γωνία επαφής των κυλινδρίσκων, μεταβάλλεται συγχρόνως και η σχέση μετάδοσης.

Ωστόσο, η επαφή δεν είναι άμεση δεδομένου ότι παρεμβάλλεται ειδικό λιπαντικό το οποίο ρυθμίζει τη γωνία και παράλληλα μειώνει το μέγεθος της τριβής και τη φθορά των υλικών. Το ειδικό λιπαντικό αποτελείται από σφηνοειδούς μορφής κόκκους, οι οποίοι έχουν την ιδιότητα να κλειδώνονται ανάμεσα στις δύο επιφάνειες. Η πίεση που ασκείται στα σημεία επαφής σε κανονικές συνθήκες φόρτισης προσδιορίζεται σε περίπου 3 τόνους με όριο αντοχής τους 10 τόνους.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα του Extroid είναι το εύρος μεταβολής που είναι 4,4:1, ενώ παράλληλα οι επιδόσεις που δίνει ο κατασκευαστής κυμαίνονται σχεδόν στα ίδια

επίπεδα με αυτά των αυτόματων κιβωτίων, με εξαίρεση την μειωμένη κατά 10% κατανάλωση.⁴⁰



3.6.4 Κιβώτιο συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης (CVT) της Nissan extroid

3.7 Κιβώτια ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη DSG

Θα μπορούσε κανείς να πει πως το DSG (Direct-Shift-Gearbox) είναι το ιδανικό κιβώτιο για οποιονδήποτε οδηγό. Μπορεί να επιτύχει την μικρότερη χαμηλή 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 με τον επιλογέα στην θέση D.

Μία κίνηση προς τα δεξιά αρκεί για να περάσει την θέση S για να ικανοποιηθούν οι σβέλτοι ρυθμοί του οδηγού. 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.

40

<http://www.caroto.gr/2009/05/10/%CE%BA%CE%B9%CE%B2%CF%8E%CF%84%CE%B9%CE%B1-cvt/>

Από μηχανολογικής πλευράς το DSG είναι εκπληκτικό στην λειτουργία του καθώς καταφέρνει να είναι το πιο οικονομικό από τις εκδόσεις με μηχανικό κιβώτιο αλλά και πιο γρήγορο ακόμη και από τα ανθρώπινα χέρια. Η οικονομική λειτουργία του οφείλεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στο γεγονός πως η σύμπλεξη είναι θεωρητικά ξηρή και όχι υδραυλική.

Ο κλασσικός 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 κλασσικά αυτόματα κιβώτια) λόγω του υδραυλικού υγρού και του φυγοκεντρικού μετατροπέα ροπής.

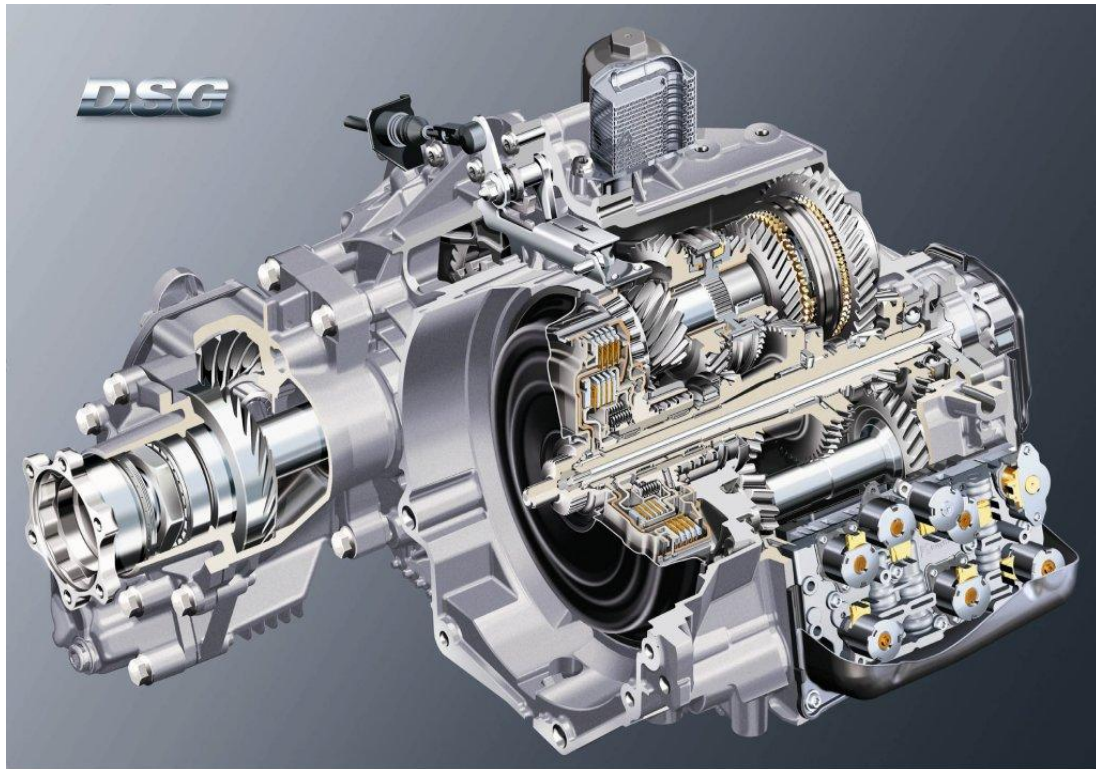
Από τεχνική πλευρά με το μάτι του μηχανολόγου το R32 αποτελεί μια εξαιρετική κατασκευή η οποία συνδυάζει κόμπακτ V6 μοτέρ, τετρακίνηση με συμπλέκτη τύπου Haldex και κιβώτιο ταχυτήτων DSG.

Υπάρχουν δύο ομόκεντροι τοποθετημένοι άξονες οι οποίοι ελέγχονται από δύο συμπλέκτες που βρίσκονται σε λουτρό λαδιού (στο 6-speed DSG). Καθένας από τους δύο άξονες ελέγχεται από ηλεκτροϋδραυλικούς μηχανισμούς ξεχωριστά για τον καθένα συμπλέκτη και συνθέτουν κατά μία έννοια πρωτεύοντα που υπάρχει στα κλασσικά κιβώτια.

Στα ανεβάσματα , το DSG πραγματοποιεί τις αλλαγές σε 0,3-0,4" ενώ το ίδιο χρειάζεται και για το κατέβασμα. Αυτό γίνεται, όταν επιλεγθεί η 3^η σχέση στη μία άτρακτο ταυτόχρονα κουμπώνει και η 4^η στην άλλη άτρακτο η οποία όμως δεν τρέχει μέχρι να την αφήσει ο ένας από τους δύο συμπλέκτες.⁴¹

41

<http://www.caroto.gr/2009/03/07/%CE%BA%CE%B9%CE%B2%CF%8E%CF%84%CE%B9%CE%B1-dsg-gearstation/>



DB03_60443

3.7 Κιβώτιο ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη DSG

3.7.1 Κιβώτιο DSG 7-speed

Το κιβώτιο DSG 7-speed μπορεί να ακούγεται σαν ένα DSG 6-speed στο οποίο προστέθηκε μία ακόμη σχέση επιπλέον. Στην πράξη όμως τα πράγματα είναι διαφορετικά καθώς υπάρχουν αρκετές και σημαντικές διαφορές. Η μεγαλύτερη είναι πως στο 7τάχυτο οι δύο συμπλέκτες είναι ξηροί και δεν κολυμπούν στο λάδι του κιβωτίου. Με αυτό τον τρόπο οι μηχανικοί εξασφάλισαν λιγότερες απώλειες και συνεπώς μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου. Για παράδειγμα το Golf TSI με τους 122 ίππους και το χειροκίνητο 6άρι κιβώτιο καταναλώνει 6,3 lt/100km ενώ η έκδοση με το εφτάρι DSG μόλις 5,9 lt/100km. Αντίστοιχα και οι εκπομπές ρύπων μειώνονται από 149g/km στα 139g/km.

Ιδιαίτερα ενδιαφέρονσα είναι η σύγκριση με ένα κλασικό αυτόματο κιβώτιο με μετατροπέα ροπής που η έκδοση με το DSG 7-speed αποδεικνύονται τουλάχιστον κατά 20% πιο οικονομικές στον τομέα της κατανάλωσης.

Αξίζει να σημειωθεί πως κατασκευάζονται στο εργοστάσιο παραγωγής στο Kassel της Γερμανίας. Ζυγίζει 70 κιλά, αποτελείται από 400 μέρη διαφορετικά και μήκος 369 χιλιοστά.⁴²



3.7.1 Κιβώτιο ταχυτήτων DSG 7-speed

3.7.2 Κιβώτιο ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη της Mercedes-Benz 7G-DCT (αυτόματο)

Το κιβώτιο διπλού συμπλέκτη συνδυάζει την άνεση ενός αυτόματου κιβωτίου 7 ταχυτήτων με τη δυναμική συμπεριφορά ενός μηχανικού κιβωτίου. Επιτρέπει τις γρήγορες και ομαλές αλλαγές ταχυτήτων χωρίς διακοπές στην ελκτική δύναμη. Τα χαρακτηριστικά αλλαγής ταχυτήτων μπορούν να προεπιλεγούν από οικονομικά μέχρι спор.

Τα κιβώτιο αποτελείται από δύο υπο-κιβώτια, καθένα με τον δικό του συμπλέκτη. Η ενεργοποίηση των συμπλεκτών και η αλλαγή ταχυτήτων είναι πλήρως αυτόματες και επιτρέπουν την ιδιαίτερη ομαλή αλλαγή ταχυτήτων χωρίς καμία απώλεια ελκτικής δύναμης.

42

<http://www.caroto.gr/2009/03/07/%CE%BA%CE%B9%CE%B2%CF%8E%CF%84%CE%B9%CE%B1-dsg-gearstation/>

Τα προεπιλεγμένα προγράμματα αλλαγής ταχυτήτων “Economy” (οικονομικό), “Sport” (αθλητικό) και “Manual” (χειροκίνητο) διαφέρουν ως προς τα χαρακτηριστικά αλλαγής ταχυτήτων και την ταχύτητα. Με το πρόγραμμα “Sport” η ταχύτητα ανεβαίνει σε υψηλές στροφές του κινητήρα και κατεβαίνει νωρίτερα από ότι με το “Economy”. Το πρόγραμμα “Manual” επιτρέπει πιο σπορ στυλ οδήγησης με χειροκίνητη αλλαγή ταχυτήτων.

Ο εργονομικός μοχλός Direct Select, καθώς και οι λειτουργίες ελέγχου πορείας και Speedtronic αποτελούν μέρος του κιβωτίου διπλού συμπλέκτη 7G-DCT. Η λειτουργία Eco start/stop απενεργοποιεί προσωρινά τον κινητήρα στα φανάρια και στην κίνηση.⁴³



3.7.2 Κιβώτιο ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη της Mercedes-Benz 7G-DCT

3.7.3 Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη του Audi A4

Το νέο Audi A4, εξοπλίζεται με δύο αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων νέας γενιάς. Το οικογενειακό αυτοκίνητο της γερμανικής μάρκας είναι διαθέσιμο για όλους τους κινητήρες, εκτός από τον 3.0 TDI, με το νέο 7τάχυτο κιβώτιο S. Το σύστημα διπλού συμπλέκτη, το οποίο αντικαθιστά τον τύπο της συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης multitronic, συμβάλει στον περιορισμό των καυσίμων. Οι πιο σημαντικές βελτιώσεις περιλαμβάνουν περαιτέρω μείωση των τριβών, μικρό βάρος, αποδοτικότερο κύκλωμα λίπανσης, καθώς και ένα αντικραδασμικό φυγοκεντρικό σύστημα ‘τύπου εκκρεμούς’ στο βολάν διπλής μάζας, το οποίο επιτυγχάνει τον πολύ χαμηλό ρυθμό λειτουργίας του ρελαντί.

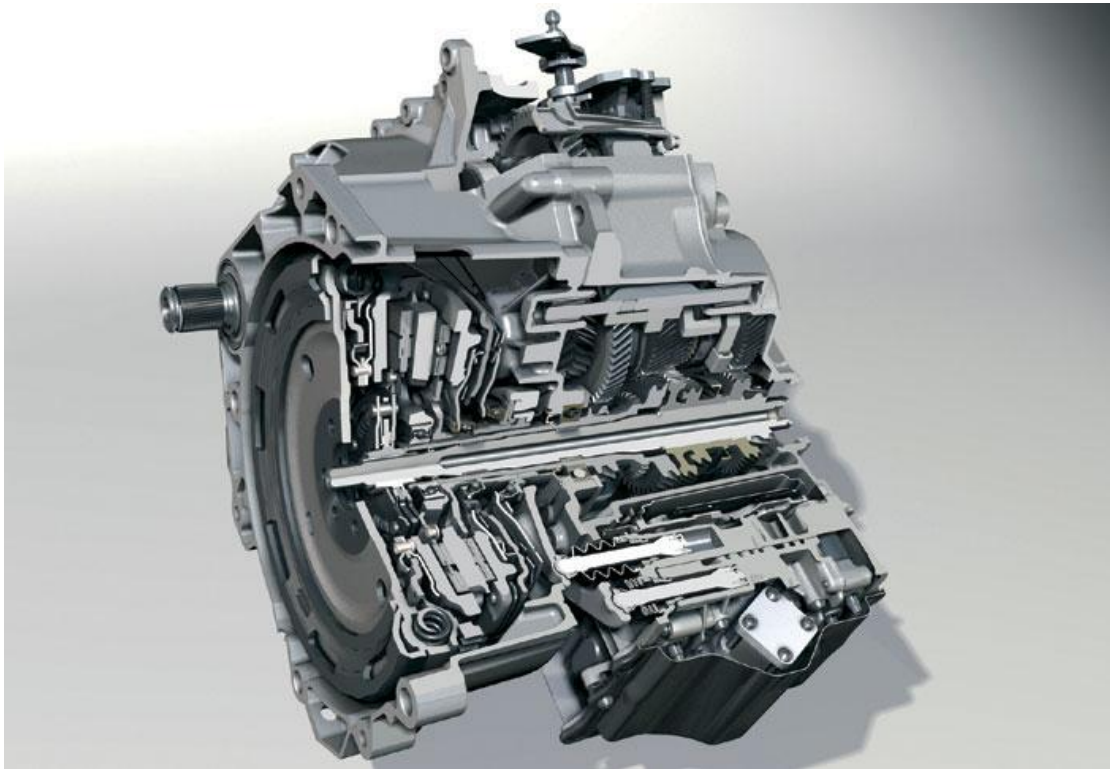
⁴³ <http://www.mercedes-benz.gr>

Οι δύο συμπαγείς πολύδισκοι συμπλέκτες, είναι τοποθετημένοι στον ίδιο άξονα, ο ένας πίσω από τον άλλον και σε αντίθεση με τον προηγούμενο που ο ένας ήταν πάνω στον άλλον, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η ροπή αδράνειας. Η λειτουργία στηρίζεται σε δύο επιμέρους κιβώτια μετάδοσης που είναι κατασκευασμένα σαν χειροκίνητα. Είναι σε μόνιμη εμπλοκή αλλά μόνο το ένα εκ των δύο είναι συνδεδεμένο με τον κινητήρα. Οι αλλαγές γίνονται σε κλάσματα δευτερολέπτου. Με το σύστημα τετρακίνησης Quattro, η ισχύς μεταφέρεται από τον άξονα μετάδοσης της κίνησης μέσω ρουλεμάν στο εμπρός διαφορικό.

Το 8τάχυτο tiptronic διατίθεται μόνον με τον κινητήρα 3.0 TDI 272 ίππων. Η λειτουργία τόσο του S tronic όσο και του tiptronic ενσωματώνεται στο σύστημα διαχείρισης των θερμικών φορτίων του κινητήρα, ενώ και τα δύο έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν σε συνεργασία με το σύστημα start-stop. Ο οδηγός μπορεί να επιλέξει ένα από τα προγράμματα D, S και E, ενώ μπορεί κάθε στιγμή να αλλάξει χειροκίνητα τις ταχύτητες, είτε από μοχλό αλλαγών, ή από τα ειδικά paddles στο τιμόνι. Όλες οι εντολές του οδηγού μεταφέρονται στο κιβώτιο ηλεκτρονικά.

Στο νέο cruise control ενσωματώνεται ακόμα μία λειτουργία: μόλις ο οδηγός σηκώσει το πόδι του από το γκάτζι και ο επιλογέας είναι στη θέση D ή E, το σύστημα μετάδοσης περνά αυτόματα στη φάση ελεύθερης κύλισης των τροχών με αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση της κατανάλωσης. Αυτή η λειτουργία είναι εφικτή εφόσον το αυτοκίνητο κινείται με 55 έως 160 χλμ/ώ.⁴⁴

⁴⁴ <http://www.news.gr/auto/sto-timoni/article/262504/ta-afto-mata-kivotia-tahythton-toy-neoy-audi-a4.html>



3.7.3 Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη της Audi A3

3.7.4 Αυτόματο κιβώτιο EDC της Renault

Τα αυτόματα κιβώτια διπλού συμπλέκτη κερδίζουν συνεχώς έδαφος σε σχέση με τα συμβατικά. Αρχικά, τέτοια κιβώτια συναντούσαμε στην κορυφαία έκδοση κάποιου μοντέλου. Τα δεδομένα άλλαξαν και πλέον αυτή η τεχνολογία έχει υιοθετηθεί και σε μικρότερες κατηγορίες.

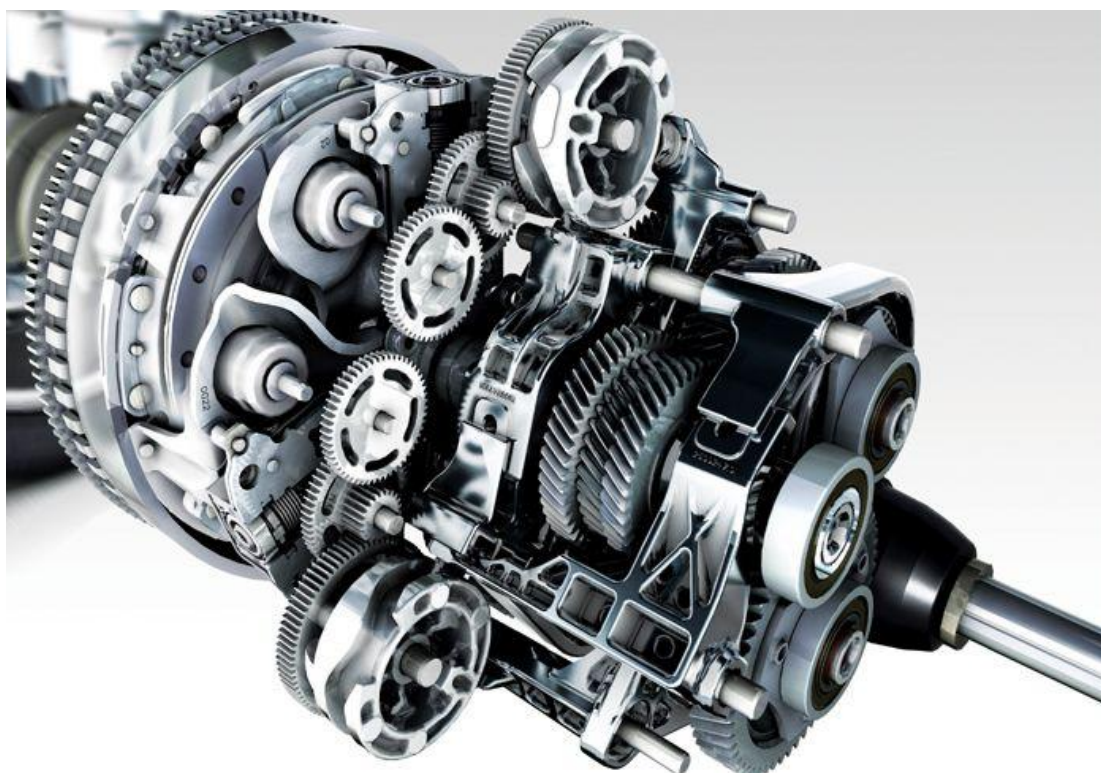
Βασικό χαρακτηριστικό των κιβωτίων διπλού συμπλέκτη είναι η αμεσότητα στη λειτουργία τους αλλά και η βελτίωση της οικονομίας, δηλαδή της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου αλλά και των εκπομπών ρύπων. Η πρόταση της Renault για το συγκεκριμένο κιβώτιο λέγεται EDC (Efficient Dual Clutch) και σύμφωνα με την γαλλική αυτοκινητοβιομηχανία, τα οφέλη είναι πολλαπλά.

Οι επιλογές λειτουργίας που δίνει στον οδηγό EDC της Renault είναι η πλήρως αυτόματη λειτουργία αλλά και η σειριακή, μέσω του επιλογέα. Για να βελτιωθεί η οικονομία και η κατανάλωση, επιλέχθηκε ένα σύστημα υγρού τύπου για κάθε σχέση κιβωτίου. Ο πρώτος συμπλέκτης είναι υπεύθυνος για τη επιλογή των “μονών” ταχυτήτων (1^η 2^η 3^η 5^η), ενώ ο δεύτερος για την επιλογή των ζυγών (2^η 4^η 6^η), ενώ παράλληλα συμπεριλαμβάνει και την επιλογή της όπισθεν.

Οι ταχύτητες φέρονται από τέσσερις άξονες: δύο ομόκεντρους αρχικούς άξονες (καθένας εκ των οποίων συνδέεται με έναν συμπλέκτη) και δύο δευτεροβάθμιους. Η αντιστοίχιση κάθε ταχύτητας γίνεται μέσω συγχρονιστών, όπως ακριβώς και στα χειροκίνητα κιβώτια. Αυτοί οι συγχρονιστές, όπως και οι συμπλέκτες, ενεργοποιούνται από ηλεκτρικούς ενεργοποιητές οι οποίοι με την σειρά τους ελέγχονται από μία ηλεκτρονική μονάδα.

Με την τοποθέτηση του αυτόματου κιβωτίου EDC επιτυγχάνεται έως και κατά 17% μείωση στην κατανάλωση καυσίμου και 30γρ./χλμ. εκπομπές σε CO₂, σε σχέση με ένα απλό συμβατικό αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου λαμβάνει υπόψη έναν μεγάλο αριθμό παραμέτρων ώστε να επιλέξει την ιδανική σχέση. Το σύστημα προσαρμόζεται στιγμιαία στις απαιτήσεις του οδηγού επιλέγοντας τη σχέση εκείνη που μεταφέρει ακριβώς το ποσοστό ισχύος που χρειάζεται την συγκεκριμένη χρονική στιγμή το αυτοκίνητο. Σε οποιαδήποτε στιγμή ο οδηγός έχει τη δυνατότητα να ξαναπάρει τον έλεγχο μέσω της σειριακής λειτουργίας του κιβωτίου μετακινώντας τον επιλογέα στις θέσεις (+, -).⁴⁵



3.7.4 Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων EDC της Renault

3.8 Σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων

Το σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων υπάρχει σε όλες τις μοτοσυκλέτες εδώ και πάρα πολλά χρόνια. Ακόμα και η πιο απλή και φθηνή μοτοσυκλέτα διαθέτει αληθινό σειριακό κιβώτιο ικανό να αλλάξει ταχύτητα χωρίς κανένα πρόβλημα σε 15 εκατοστά του δευτερολέπτου. Είναι μάλιστα αξιοσημείωτο το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια

⁴⁵ http://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/109074.asp

τα αγωνιστικά αυτοκίνητα “ανακάλυψαν” τα σειριακά κιβώτια με τον Τζον Μπάρναρντ να πειραματίζεται με το ημιαυτόματο σειριακό στην Ferrari το 1986 και να το εφαρμόζει τελικά το 1989.

Η εργονομική λειτουργία που προσφέρει το σειριακό κιβώτιο αποδείχθηκε πιο αποδοτική σε δευτερόλεπτα, ενώ μειώθηκαν σημαντικά και οι σπασμένοι κινητήρες από λάθος αλλαγές πάνω στον αγώνα. Το αποτέλεσμα είναι σήμερα να κυριαρχούν, όχι μόνο στην F1 αλλά και στα αυτοκίνητα στα WRC.

Από τεχνικής πλευράς, ένα αγωνιστικό σειριακό κιβώτιο είναι όσο πιο μικρό τόσο πιο ελαφρύ με βασική αρχιτεκτονική που μοιάζει με αυτή ενός συμβατικού χειροκίνητου κιβωτίου, που όμως για λόγους αντοχής, αλλά και ταχύτητας αλλαγής, χρησιμοποιεί ασυγχρόνιστα γρανάζια.

Η πιο σημαντική διαφορά όμως, βρίσκεται στον μηχανισμό επιλογής των σχέσεων, όπου αντί για το μοχλικό σύστημα υπάρχει ένας κύλινδρος (μύλος) που οδηγεί απευθείας στις φουρκέτες επιλογής μέσα από προσεκτικά χαραγμένους δρόμους (λούκια), έτσι ώστε σε κάθε βήμα περιστροφής οι φουρκέτες να κάνουν την αντίστοιχη κίνηση. Έτσι, ένα κιβώτιο έξι σχέσεων έχει έξι διαφορετικές θέσεις στον μύλο μετά τη θέση του νεκρού, ενώ ο επιλογέας με ένα μηχανισμό καστάνιας δίνει περιστροφή κατά μία θέση σε κάθε σπρώξιμο προς τα ή προς τα πίσω. Μοναδικό μειονέκτημα του συστήματος είναι το γεγονός ότι για να βρεις το νεκρό η την όπισθεν, πρέπει να περάσεις από όλες τις ενδιάμεσες σχέσεις, κατεβάζοντας έξι φορές αν είσαι στην 6^η. Αυτός είναι ο λόγος που κανένας κατασκευαστής μέχρι τώρα δεν έχει τολμήσει να εξοπλίσει ένα κανονικό αυτοκίνητο δρόμου με πραγματικό σειριακό κιβώτιο, αφού η διαδικασία 6^η -5^η -4^η -3^η -2^η -1^η, που στην μοτοσυκλέτα μας φαίνεται απολύτως φυσιολογική, στο αυτοκίνητο μάλλον δεν θα γίνει αποδεκτή από την υποψήφια πελατεία.

Ο μύλος είναι η καρδιά του συστήματος επιλογής ενός πραγματικού σειριακού κιβωτίου. Σε κάθε βήμα περιστροφής προς τα εμπρός ή προς τα πίσω, οι φουρκέτες επιλογής σπρώχνουν το αντίστοιχο κόμπλερ στο ασυγχρόνιστο κιβώτιο που ανεβάζει ταχύτητα σε ένα δέκατο του δευτερολέπτου, με το συμπλέκτη να χρησιμοποιείται μόνο στα κατεβάσματα.⁴⁶

3.9 Κλιμακωτά πλήρως αυτοματοποιημένα κιβώτια με υδραυλικό σύστημα ελέγχου

Δομή

- Υδροδυναμικός μετατροπέας ροπής στρέψης, χρησιμεύει ως συμπλέκτης εκκίνησης και δημιουργεί, στην περιοχή μετατροπής, ενίσχυση της ροπής στρέψης.

⁴⁶ <http://iceal.wikidot.com/gearbox-genika>

- Το πλανητικό σύστημα τοποθετείται μετά τον μετατροπέα και δημιουργεί αλλαγές στη ροπή στρέψης και στις στροφές, καθώς και αναστροφή της φοράς περιστροφής για την οπισθοπορεία.
Το πλανητικό σύστημα μπορεί να είναι του Ravigneaux ή του Simpson ή του Wilson.
Σε κάθε ένα από τα παραπάνω συστήματα μπορεί να τοποθετηθεί πριν ή μετά από αυτό και ένα απλό πλανητικό συγκρότημα.
- Μηχανικό – υδραυλικό σύστημα ελέγχου έχει ως αποστολή τη θέση εμπλοκή (προς τα πάνω ή προς τα κάτω) της κατάλληλης σχέσης την κατάλληλη στιγμή.

Το σύστημα ελέγχου συνδέεται με αισθητήρες από τους οποίους δέχεται σήματα (πληροφορίες) για :

- Τη θέση του μοχλού επιλογής
- Το φορτίο του κινητήρα
- Την ταχύτητα κίνησης του οχήματος⁴⁷

3.9.1 Υδραυλικό σύστημα ελέγχου

Το σύστημα ελέγχου αποτελείται από:

Το σύστημα παραγωγής πίεσης

- Αντλία λαδιού
- Υδραυλικό λάδι ως εργαζόμενο μέσο

Αισθητήρες (πληροφοριοδότες)

- Σύρτης χειροκίνητης επιλογής
- Φυγοκεντρικός ρυθμιστής
- Στραγγαλιστική βαλβίδα
- Επαφείας μηχανισμού kick – down

Δέκτες πληροφοριών (επενεργητές)

- Βαλβίδες ενεργοποίησης

⁴⁷ Βιβλίο ‘Τεχνολογία αυτοκινήτου’

- Συμπλέκτης πολλών δίσκων
- Ταινιοπέδη
- ‘‘Ελεύθερο’’

Τρόπος λειτουργίας

Σε εξάρτηση από τα μεγέθη: θέση μοχλού επιλογής, φορτίο κινητήρα και ταχύτητα ταξιδιού, ελέγχονται οι πιέσεις από τις βαλβίδες ελέγχου κατά τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ενεργοποιούνται ορισμένοι συμπλέκτες ή ταινιοπέδες.

Έτσι προκύπτουν το πλανητικό συγκρότημα, είτε με κίνηση είτε με πέδηση ορισμένων μερών, οι αντίστοιχοι λόγοι μετάδοσης για τις επιμέρους σχέσεις.⁴⁸

3.9.2 Ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα ελέγχου κιβωτίου ταχυτήτων

Στο σύστημα αυτό ο υδραυλικός έλεγχος του κιβωτίου ταχυτήτων συνδυάζεται και με ένα ηλεκτρικό/ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου. Εδώ το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου του κιβωτίου ταχυτήτων συνδέεται μέσω διαύλων CAN (Control – Area – Network) με άλλα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, όπως με την συσκευή ελέγχου του κινητήρα και αν είναι διαθέσιμο με το ABS/ASR.

Πλεονεκτήματα

- Μεγάλη άνεση στις αλλαγές σχέσεων
- Μικροί χρόνοι αλλαγών σχέσεων
- Κοινή χρησιμοποίηση αισθητήρων
- Μείωση θορύβων
- Μείωση κατανάλωσης καυσίμου
- Δυνατή η εκλογή χαρακτηριστικών καμπυλών αλλαγών (Economic, Sport, χειμώνας)
- Προσαρμογή προγράμματος αλλαγών

Τρόπος λειτουργίας

Μέσω της θέσης του μοχλού επιλογής, του διακόπτη προγράμματος, του αισθητήρα πεταλούδας του γκαζιού και της επαφής Kick – down διαβιβάζεται η επιθυμία του οδηγού στο σύστημα ελέγχου του κιβωτίου ταχυτήτων. Άλλα σήματα αισθητήρων είναι: Οι στροφές εξόδου από το κιβώτιο ταχυτήτων, οι στροφές εισόδου στο κιβώτιο ταχυτήτων, η θερμοκρασία λαδιού του κινητήρα και το σήμα φρένου. Αυτά τα

⁴⁸ Βιβλίο ‘‘Τεχνολογία αυτοκινήτου’’

σήματα εισάγονται στο σύστημα ελέγχου του κιβωτίου ταχυτήτων και συγκρίνονται με στοιχεία που βρίσκονται στην μνήμη. Από εδώ υπολογίζονται τα ανάλογα σήματα εξόδου.

Τα σήματα εξόδου προκαλούν:

- Έλεγχο του σημείου αλλαγής (εκλογή της καταλληλότερης σχέσης)
- Τη ζεύξη ή τη διακοπή του συμπλέκτη γεφύρωσης στο μετατροπέα
- Έλεγχο ποιότητας αλλαγής (υδραυλική πίεση, με την οποία ανοίγουν και κλείνουν οι συμπλέκτες)⁴⁹

3.10 Υβριδικό κιβώτιο ταχυτήτων της Lexus LC 500h

Το νέο Multi stage Hybrid system ‘παντρεύει’ τα στοιχεία ενός παραδοσιακού, υβριδικού powertrain συμπεριλαμβανομένου ενός V6 βενζινοκινητήρα με χωρητικότητα 3,5 λίτρων, ενός ισχυρού ηλεκτροκινητήρα και ενός battery pack ιόντων λιθίου με ένα 4τάχυτο αυτόματο κιβώτιο τοποθετημένο στο πίσω μέρος της υβριδικής μετάδοσης. Το Multi Stage Hybrid system είναι η εξέλιξη του Lexus Hybrid System όπως για παράδειγμα αυτό του GS 450h.

Η μετάδοση LC 500h δεν αποτελείται μόνο από ένα 4τάχυτο, αυτόματο κιβώτιο, αλλά από ένα 4τάχυτο, αυτόματο κιβώτιο και ένα CVT.

Όπως όλα τα CVT, έτσι και αυτό της Lexus διαθέτει 6 ‘εικονικές’ ταχύτητες. Αυτές συμπληρώνονται από τις 4 ‘πραγματικές’ του αυτόματου κιβωτίου με αποτέλεσμα να δημιουργείται μία μετάδοση που θα μπορούσε κανείς να πει ότι διαθέτει 10 σχέσεις. Ανά πάσα στιγμή, το LC 500h χρησιμοποιεί μία από τις τέσσερις σχέσεις του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων, σε συνδυασμό με μία από τις 6 ‘εικονικές’ του CVT. Αυτό το περίεργο κιβώτιο, προσφέρει ορισμένα πλεονεκτήματα. Πρώτα απ’ όλα όταν ο στόχος είναι η εξοικονόμηση καυσίμου τότε παρακάμπτει μερικές σχέσεις στην εκκίνηση. Εκμεταλλεύεται τη ροπή του ηλεκτροκινητήρα και ξεκινά για παράδειγμα με 2^α ή 3^η.

Επίσης, το συμβατικό αυτόματο κιβώτιο, επιτρέπει στο αυτοκίνητο να κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα χρησιμοποιώντας αμιγώς ηλεκτρική ενέργεια. Ενώ στο GS 450h για παράδειγμα ο κινητήρας παίρνει μπρος στα 100χλμ/ώρα, στο LC 500h ο κινητήρας παραμένει σβηστός μέχρι τα 140χλμ/ώρα.

Η βασική του διαφορά σε σύγκριση με το Lexus Hybrid Drive με λίγα λόγια είναι η εξής: Ενώ στο LHD μόνο η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα υπόκειται σε ‘μείωση’ λόγω του e-CVT στο Multi stage Hybrid system όλη η ισχύς του συστήματος είναι ‘αναγκασμένη’ να περάσει τις σχέσεις του κιβωτίου, έτσι επωφελείται ο βενζινοκινητήρας. Το νέο σύστημα θα ήταν ελαφρώς βαρύτερο από το LHD αλλά αυτή η αύξηση του βάρους αντισταθμίστηκε από την μετάβαση στις μπαταρίες ιόντων-λιθίου, το LHD διαθέτει μπαταρίες νικελίου-υβριδίου μετάλλου.⁵⁰

⁴⁹ Βιβλίο ‘Τεχνολογία αυτοκινήτου’

⁵⁰ <http://www.autoblog.gr/2016/02/19/lexus-lc-500h>

3.11 Τεχνολογία κιβωτίων ταχυτήτων για βαρέα οχήματα

Για κάθε λεωφορείο το σωστό κιβώτιο ταχυτήτων: Τα ειδικά προσαρμοσμένα στις ανάγκες μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων της MAN εξασφαλίζουν μέγιστη απόδοση και οδηγική άνεση στις τουριστικές, υπεραστικές και αστικές συγκοινωνίες.

3.11.1 Χειροκίνητο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων ZF Eco Shift

Το νέο εξελιγμένο χειροκίνητο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων ZF Eco επιτρέπει μια ιδιαίτερα εύκολη και ευχάριστη αλλαγή ταχυτήτων. Οι ταχύτητες που επιλέγονται κουμπώνουν αισθητά. Αυτό καθιστά την αλλαγή ταχυτήτων πιο ασφαλή. Η πιθανότητα εσφαλμένη αλλαγής ταχυτήτων περιορίζεται, η μη ηθελημένη επιλογή της όπισθεν είναι σχεδόν αδύνατη. Με το Intarder 3 μπορεί επιπλέον να αυξηθεί η πεδητική απόδοση κατά έως 20%.⁵¹

Τομέας χρήσης: Υπεραστικό και αστικό λεωφορείο



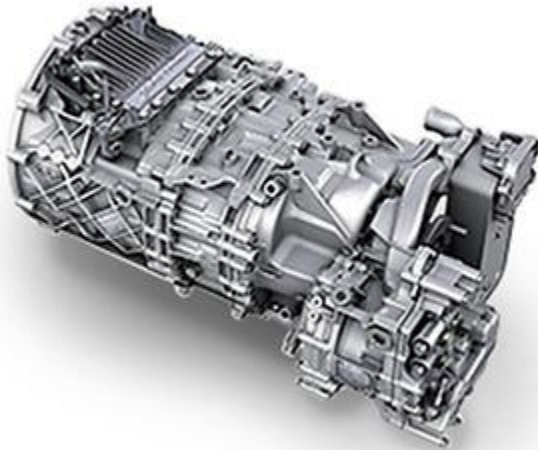
51

http://www.bus.man.eu/gr/el/man_welt_2/technology_and_competence_truck_1/technology/drive_technology/drive_technology_bus.html

3.11.2 Αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων (MAN TipMatic)

Το σύστημα MAN TipMatic βασίζεται σε ένα αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων. Το σύστημα επιλέγει για κάθε κατάσταση οδήγησης την ιδανική ταχύτητα και προσαρμόζει τον αριθμό στροφών κινητήρα κατά την διάρκεια αλλαγής ταχύτητας. Επίσης υποστηρίζεται η χειροκίνητη λειτουργία οδήγησης. Ο χειρισμός πραγματοποιείται μέσω του διακόπτη DNR και του διακόπτη κολόνας τιμονιού. Η οθόνη προβάλλει στον οδηγό την επιλεγμένη ταχύτητα.⁵²

Τομέας χρήσης: Υπεραστικό και αστικό λεωφορείο



3.11.3 Αυτοματοποιημένο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων ZF EcoLife

Η εξέλιξη του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων ZF EcoLife με σύστημα ελέγχου ταχυτήτων Step 3 βελτιώνει την οδηγική εμπειρία για τον οδηγό και τους επιβάτες. Αυτό εξασφαλίζεται από την ομαλή, αθόρυβη αλλαγή ταχυτήτων χωρίς διακοπή της ροπής και τη σταθερή ποιότητα αλλαγής ταχυτήτων με μικρή πιθανότητα σφαλμάτων. Επίσης το νέο πακέτο λογισμικού Step 3 επιτρέπει χάρη στη βελτιστοποιημένη ικανότητα διάγνωσης με UDS (Unified Diagnostics Services), σημαντικά μικρότερους χρόνους ακινητοποίησης οχήματος.⁵³

⁵²

http://www.bus.man.eu/gr/el/man_welt_2/technology_and_competence_truck_1/technology/drive_technology/drive_technology_bus.html

⁵³

http://www.bus.man.eu/gr/el/man_welt_2/technology_and_competence_truck_1/technology/drive_technology/drive_technology_bus.html

Τομέας χρήσης: Αστικό, υπεραστικό και τουριστικό



3.12 Τα κιβώτια ταχυτήτων στις μοτοσικλέτες

Νέους ορίζοντες άνοιξε το 1876 ο κινητήρας εσωτερικής καύσης, ο αποκαλούμενος και κινητήρας Όττο κατά το όνομα το εφευρέτη του Νικόλαους Όττο. Βάσει αυτού οι Γκότλμπ Ντάιμλερ, Βίλχελμ Μάιμπαχ και Καρλ Μπεντς κατασκεύασαν λίγα χρόνια αργότερα τον βενζινοκινητήρα, που ήταν πιο γρήγορος και ελαφρύς από τους κινητήρες Όττο. Το 1892 ο Ρούντολφ Ντίζελ ολοκλήρωσε την παλέτα κινητήρων του 19^{ου} αιώνα με τον πετρελαιοκινητήρα ή κινητήρα ντίζελ, ενώ ο κινητήρας Βάνκελ του Φέλιξ Βάνκελ (περιστροφικός κινητήρας) εμφανίστηκε πολύ αργότερα και συγκεκριμένα το 1957.⁵⁴

3.12.1 Κατασκευή

Η σύγχρονη μοτοσικλέτα αποτελείται από τον σκελετό, από τον κινητήρα και από τους τροχούς. Ο σκελετός κατασκευάζεται συνήθως από σωλήνα χάλυβα. Ο κινητήρας στηρίζεται συνήθως σε χαμηλό σημείο για την αύξηση της ευστάθειας και είναι τετράχρονος ή δίχρονος. Ο αριθμός των κυλίνδρων ξεκινάει από έναν και φτάνει μέχρι τους έξι.

Ειδικότερα στους κινητήρες με δύο και άνω κυλίνδρους, η διάταξη μπορεί να είναι:

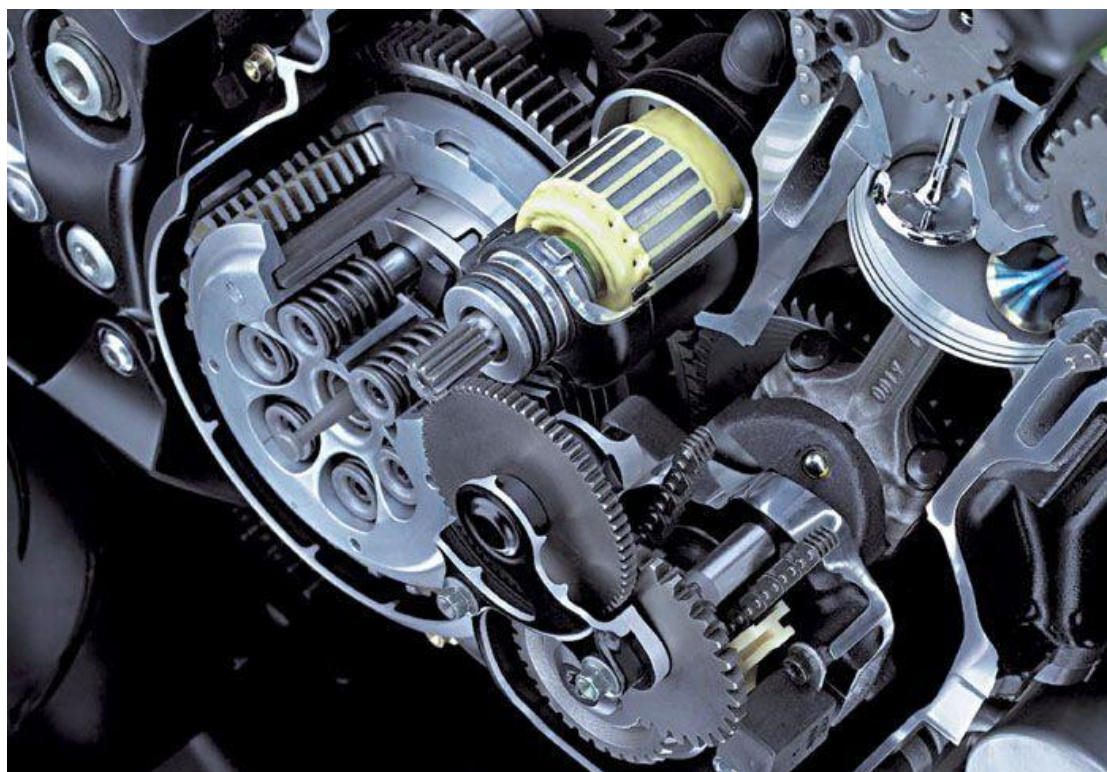
- Σειριακή
- V κατά τον διαμήκη άξονα ή V εγκάρσια
- Boxer (αντικριστοί)

⁵⁴ <https://el.wikipedia.org/wiki/Μοτοσικλέτα>

Στις μοτοσυκλέτες μαζικής παραγωγής η ισχύς των κινητήρων ξεκινά από έναν ίππο και φτάνει τους 200 ίππους. Ο κυβισμός ξεκινά από τα 50 κ.εκ. και φτάνει τα 2300 κ.εκ. Το καύσιμο υλικό κατέρχεται στον εξατμιστήρα από δοχείο (ρεζερβουάρ) που βρίσκεται πάνω στον κινητήρα. Η εξάτμιση και η ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα γίνεται στο καρμπρατέρ ή με το σύστημα ψεκασμού. Υπάρχουν αερόψυκτοι, αεροελαιόψυκτοι και υδρόψυκτοι κινητήρες.⁵⁵

Το κιβώτιο ταχυτήτων

Ένα κιβώτιο ταχυτήτων μοτοσυκλέτας αποτελείται από δύο άξονες, ένα ζεύγος γραναζιών για κάθε σχέση και το μηχανισμό επιλογής. Ο άξονας εισόδου κινείται μέσω εξωτερικού ζεύγους γραναζιών (πρωτεύουσα μετάδοση) από το στροφαλοφόρο. Στην περιμέτρώ του έχει διαμορφωμένα αυλάκια (πολύσφηνο), ώστε τα γρανάζια να μετακινούνται κατά μήκος του άξονα. Τα γρανάζια έχουν διαμορφωμένες σφήνες στο πλάι τους (κόμπλερ), οι οποίες επιτρέπουν να μεταδίδεται η κίνηση στα πλαϊνά γρανάζια. Ο μηχανισμός επιλογής μετακινεί τα γρανάζια κατά μήκος των αξόνων και επιτρέπει ή όχι στις σφήνες να εμπλακούν μεταξύ τους. Στη μία άκρη του άξονα εξόδου είναι προσαρμοσμένο το μπροστινό γρανάζι της αλυσίδας. Η αλυσίδα με τα δυο γρανάζια της αποτελούν τη δευτερεύουσα μετάδοση.⁵⁶



3.12.2 Κιβώτιο ταχυτήτων από μοτοσυκλέτα

⁵⁵ <https://el.wikipedia.org/wiki/Μοτοσυκλέτα>

⁵⁶ http://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/108150.asp

3.12.2 Δίτροχα για όλες τις χρήσεις

Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται οι μοτοσικλέτες με τα κάτωθι χαρακτηριστικά: Κυβισμός από 125 cc έως 1.000 cc, μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων με 4 έως 7 ταχύτητες και συμπλέκτη, μετάδοση κυρίως με αλυσίδα, τηλεσκοπικό πιρούνι μπροστά και ρεζερβουάρ μπροστά από τη σέλα, δυνατότητα μεταφοράς δύο ατόμων και χρήση αστική, αναψυχής και ταξιδιού.

Για μεγάλου κυβισμού περιλαμβάνονται οι μοτοσικλέτες με κυβισμό άνω των 1.000 cc και χρήση αναψυχής ή / και ταξιδιού. Διακρίνονται σε σούπερ σπορ που σχεδιάζονται αποκλειστικά για χρήση αναψυχής και επίτευξη υψηλών αποδόσεων και σπορ τούρινγκ που προορίζονται εν μέρει και για χρήση ταξιδιού. Αναπτύσσουν επιτάχυνση και μέση ωριαία ταχύτητα πολύ ανώτερες από αυτές των αυτοκινήτων.⁵⁷

⁵⁷ <https://el.wikipedia.org/wiki/Μοτοσικλέτα>

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΤΑΤΑΧΥΤΟΥ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΤΗΣ FIAT STILO ΚΑΙ ΒΛΑΒΕΣ ΟΙ ΟΠΟΙΕΣ ΥΠΕΣΤΗ ΑΠΟ ΕΛΛΕΙΨΗ ΒΑΡΒΟΛΙΝΗΣ

Στην περίπτωση μας έχουμε ένα 7τάχυτο κιβώτιο ταχυτήτων το οποίο αποτελείται από 6 ταχύτητες για εμπρός πορεία και 1 για πίσω πορεία (όπισθεν). Το κιβώτιο αυτό υπέστη μερική καταστροφή σε κάποιες ταχύτητες και αυτό λόγω έλλειψης λιπαντικού υγρού (βαρβολίνης).



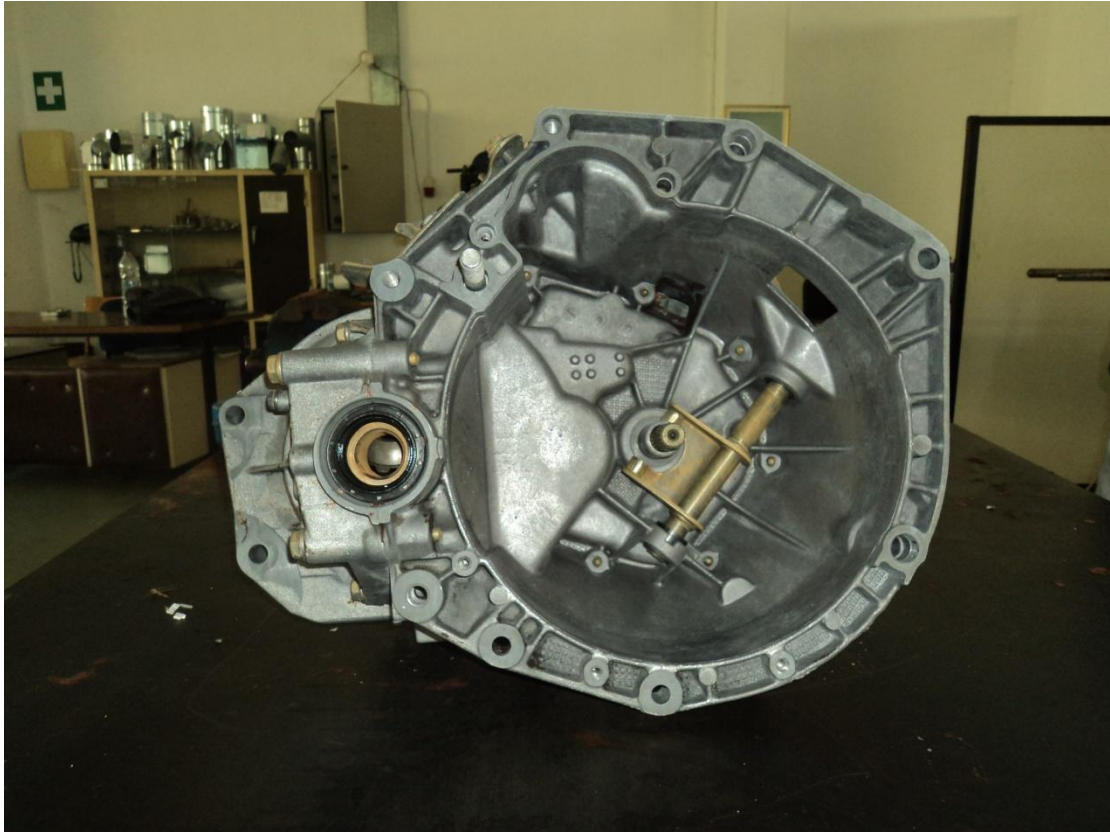
1. Το κιβώτιο ταχυτήτων μετά την αφαίρεσή του από το αυτοκίνητο.

Χρειάστηκε αρκετές ώρες έτσι ώστε να μπορέσει το κιβώτιο να επανέρθει στην αρχική του κατάσταση και να αφαιρεθούν από επάνω του οι καμένες βαρβολίνες, οι

λάσπες αλλά και οι λοιπές βρωμιές οι οποίες εμπόδιζαν στο άνοιγμα του αλλά και γενικά.



2.Το κιβώτιο ταχυτήτων μετά από το καθάρισμα.

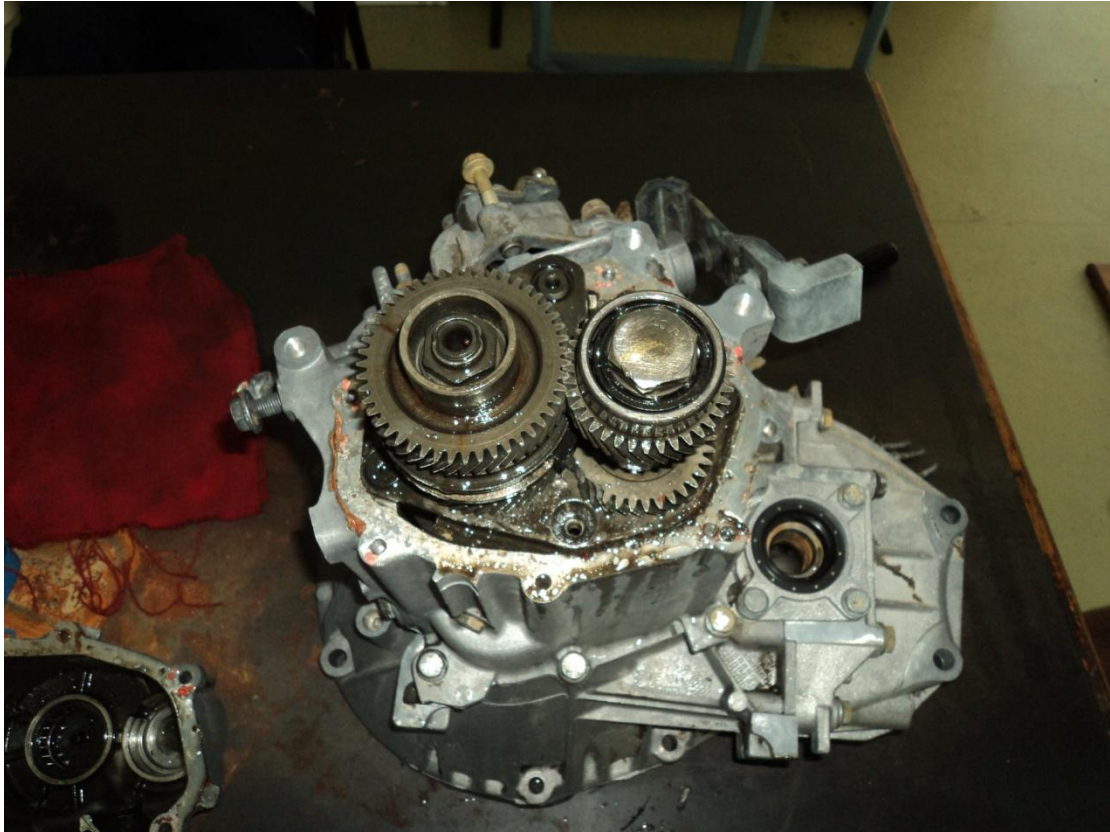


3. Πρόσωση του κιβωτίου που λέγεται και χελώνα οπου φαίνεται και ο πρωτεύον άξονας.

Το άνοιγμα του ξεκίνησε με επιτυχία ξεβιδώνοντας μία προς μία τις βίδες από το καπάκι το οποίο καλύπτει την 5^η και 6^η ταχύτητα καθώς οι υπόλοιπες βρίσκονται στον κύριο κορμό πιο κάτω.



4. Στο πάνω μέρος βρίσκεται το καπάκι που περιέχει την 5^η και 6^η ταχύτητα και ακριβώς από κάτω ο κύριος κορμός που περιέχει τις υπόλοιπες ταχύτητες.



5. Στο αριστερό μέρος βρίσκεται το καπάκι το οποίο βγάλαμε και στο κέντρο της φωτογραφίας φαίνεται η 5^η και η 6^η ταχύτητα.

Αφού το καθαρίσαμε καλά από την βαρβολίνη και από τα γρέζια παρατηρήσαμε ότι τα γρανάζια της 5^{ης} ταχύτητας πολλά δόντια από αυτά ήταν κουρεμένα. Παρατηρήθηκε επίσης πως υπήρχαν πολλά μικρά σωματίδια τα οποία μελετήθηκαν και βγήκαμε στο συμπέρασμα πως είναι από τα κουρεμένα δόντια.



6. Τα κουρεμένα δόντια της 5^{ης} ταχύτητας τα οποία είναι εμφανή ενώ της 6^{ης} είναι άθικτα.



7. Σε κοντινότερο πλάνο τα κουρεμένα δόντια.



8. Βγάλθηκε ότι υπήρχε τριγύρω όπως επίσης αποσυναρμολογήθηκαν οι βίδες του κεντρικού κορμού.

Το διαφορετικό το οποίο αποσυναρμολογήθηκε και αυτό παρατηρούμε ότι είναι ένα μπλόκε διαφορετικό (περιορισμένης ολίσθησης). Αποτελείται από το:

- Πινιόν
- Κορώνα
- Θήκη διαφορικού
Η θήκη του διαφορικού είναι μια χαλύβδινη μεταλλική βάση, που έχει τις κατάλληλες υποδοχές για να στερεώνεται το διαφορικό.
- Οι δορυφόροι
Οι δορυφόροι είναι 2 κωνικοί οδοντωτοί τροχοί οι οποίοι είναι κάθετοι στον άξονα περιστροφής των ημιαξονίων.
- Οι πλανήτες
Οι πλανήτες είναι και αυτοί 2 κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, λίγο μεγαλύτεροι από τους δορυφόρους.

Στα αυτοκίνητα με μπροστινή κίνηση όπως έχουμε και εμείς, δεν έχουμε κωνικό ζεύγος κορώνας και πινιόν. Η κορώνα αντικαθίσταται από ένα γρανάζι με λοξή οδόντωση που βρίσκεται στερεωμένο πάνω στο κέλυφος του διαφορικού και παίρνει κίνηση από ένα άλλο γρανάζι που βρίσκεται στο τέλος του δευτερεύοντα άξονα του κιβώτιου ταχυτήτων, όπως θα δούμε και παρακάτω.



9. Αποσυναρμολογήθηκε το καπάκι του διαφορικού έτσι ώστε να εξετασθεί και αυτό.

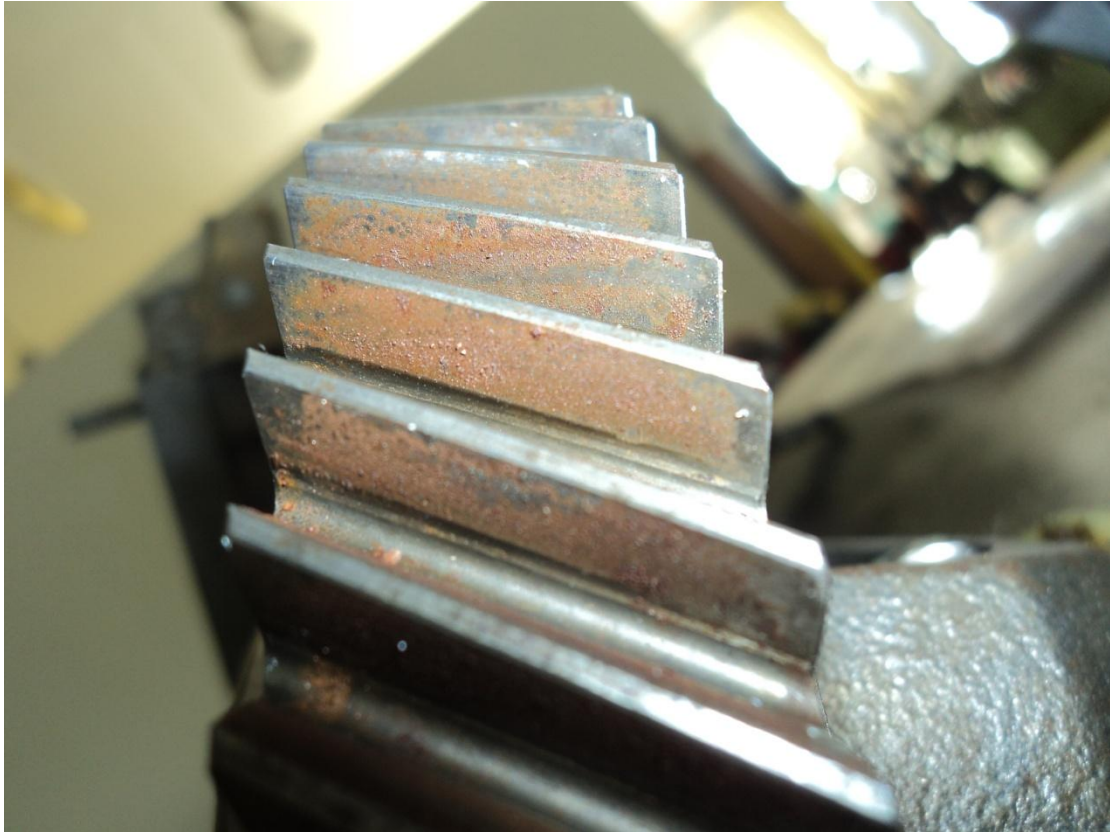


10. Στο κάτω μέρος της εικόνας παρατηρείτε ένα σπασμένο κομμάτι το οποίο είναι οδηγός για να τοποθετηθεί με ευκολία και ακρίβεια το καπάκι του διαφορικού.



11. Το γρανάζι το οποίο παίρνει κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων και την μεταδίδει στους τροχούς έχει υποστεί ζημιά σε 5 δόντια εξ αυτού. Είναι εμφανής και οι πλανήτες.

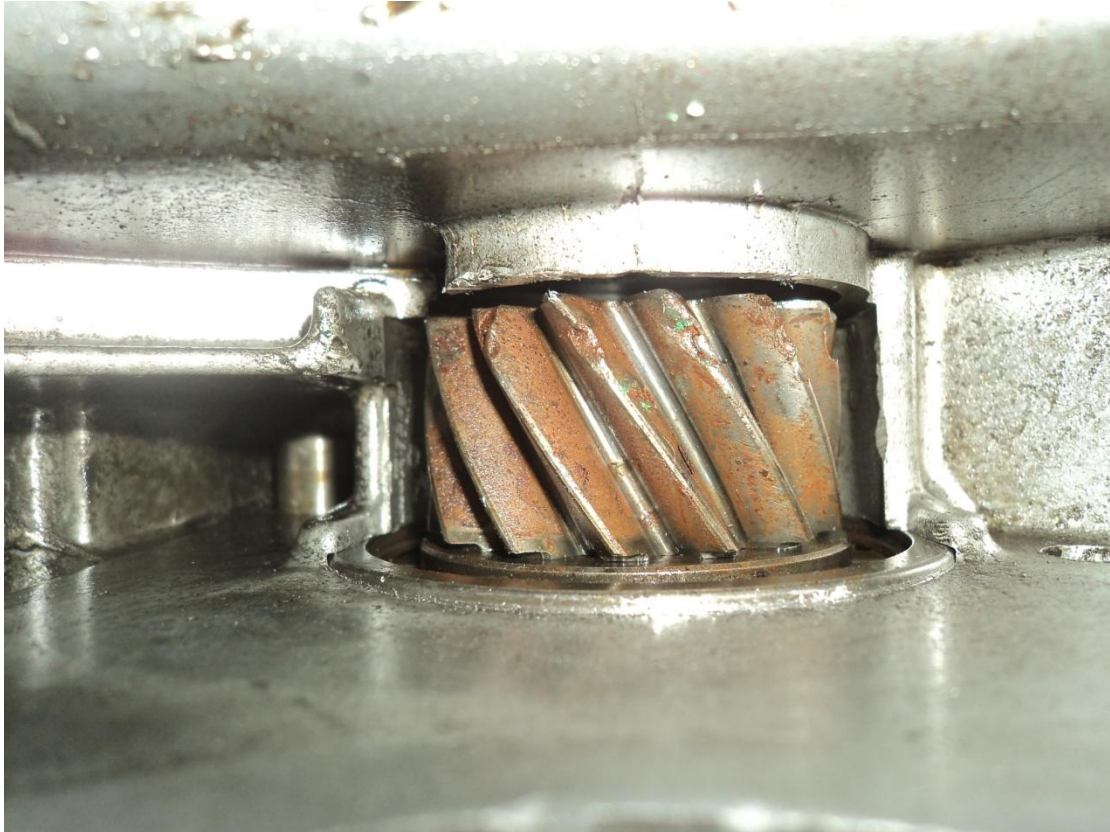
Μετά από καλύτερη εξέταση του αντικειμένου παρατηρήθηκε επίσης ότι το γρανάζι του διαφορικού υπέστη άρπαγμα, διαρροή, θραύση αλλά και εκκοιλάνσεις πάνω στα δόντια. Τις ίδιες επιπτώσεις είχε και το γρανάζι του δευτερεύον άξονα το οποίο δίνει στροφές στο διαφορικό και από εκεί στους τροχούς.



12. Τα δόντια έχουν υποστεί άρπαγμα.



13. Εκκοιλάνσεις. Κόπωση υλικού στην ενεργεία παρειά και αποκόλληση τεμαχιδίων υλικού

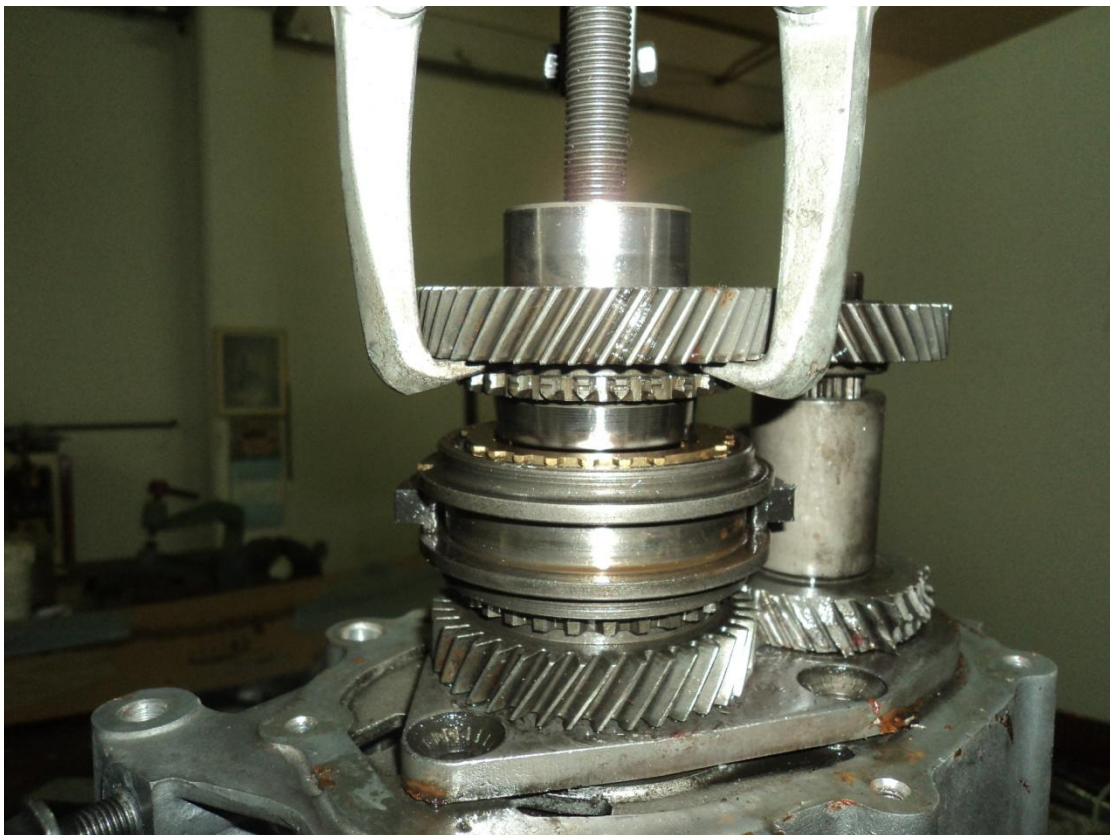


14. Γρανάζι του δευτερεύον άξονα που δίνει κίνηση στο γρανάζι του διαφορικού. Υπέστη θραύση κόπωσης και θραύση υπερφόρτισης.

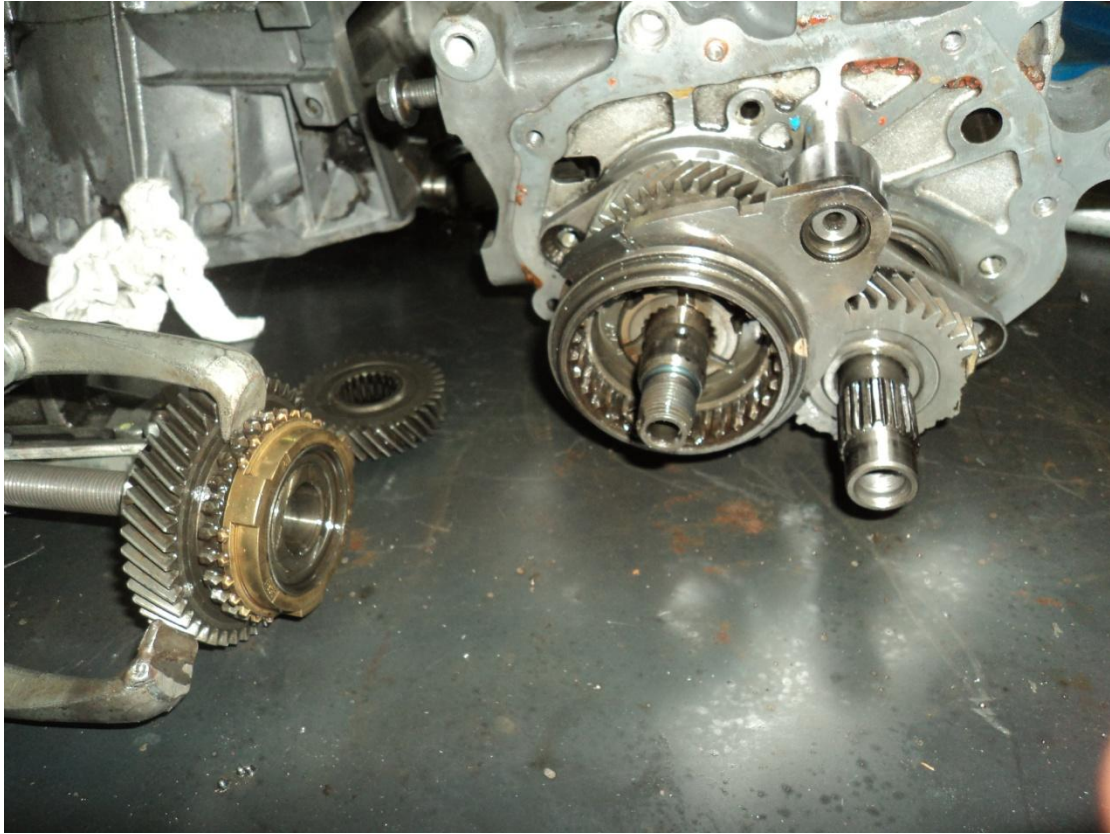
Για να βγει εν τέλει το κέλυφος έτσι ώστε να παρατηρηθεί και να εξετασθεί το κιβώτιο ταχυτήτων έπρεπε να βγουν οι τελικές ταχύτητες, δηλαδή η 5^η και η 6^η. Προτού γίνει αυτό τοποθετήθηκε το κιβώτιο ταχυτήτων σε μία μέγγενη, έτσι ώστε να υπάρχει κόντρα για να μπορέσουν να αφαιρεθούν οι βίδες που κρατούσαν τους άξονες. Αφού βγήκαν με λίγη δυσκολία το επόμενο βήμα ήταν να βγουν οι ταχύτητες που εμπόδιζαν. Αυτό, έγινε με την βοήθεια του εξορκέα ο οποίος έπαιξε καθοριστικό ρόλο και στην αφαίρεση του ρουλεμάν.



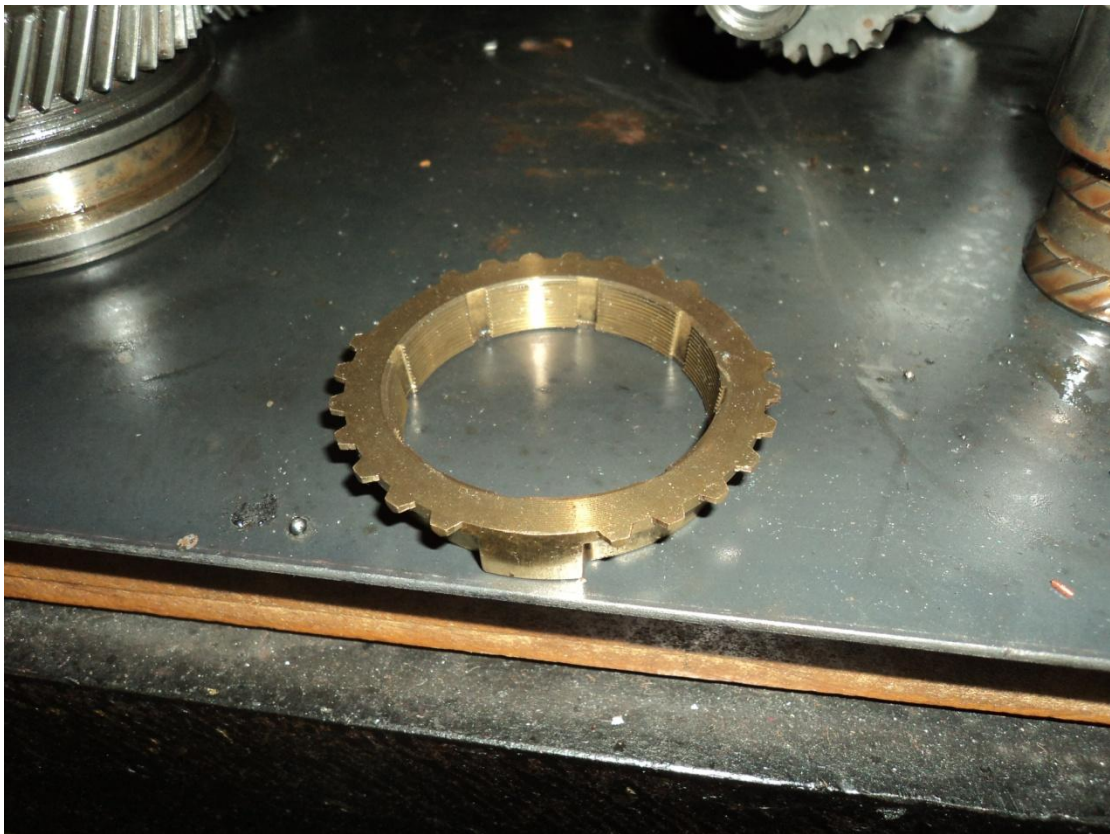
15. Ο εξολκέας και η αφαίρεση της 6^{ης} ταχύτητας.



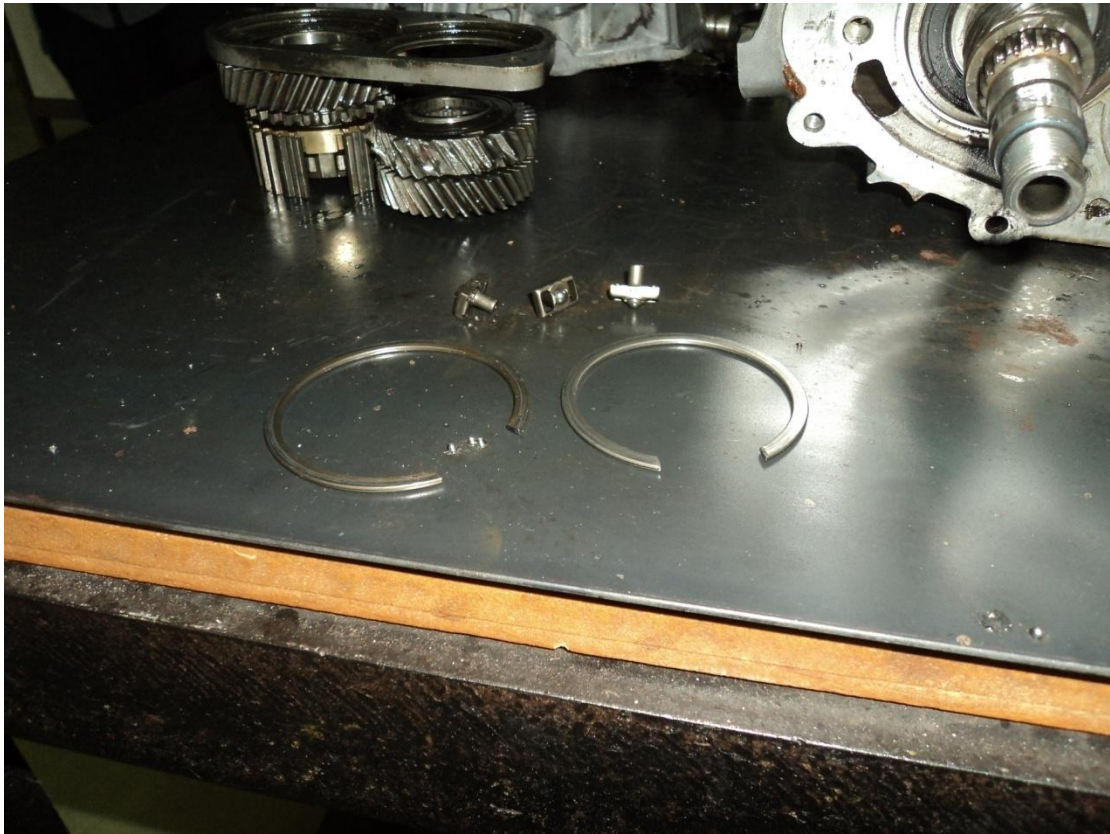
16. Κοντινότερη εικόνα με την αφαίρεση της 6^{ης}.



17. Επιτυχής αφαίρεση της 6^{ης} μαζί με το συγχρονιζέ.



18. Το δαχτυλίδι του συγχρονιζέ.

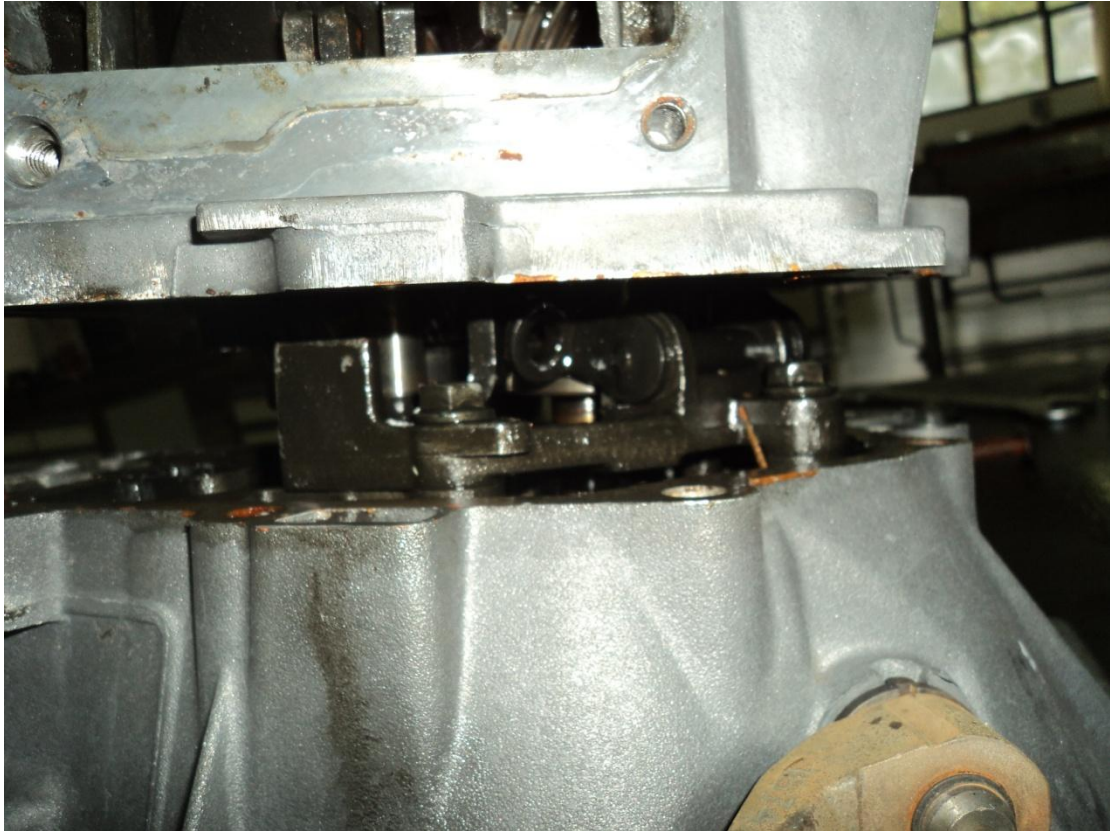


19. Τα στρογγύλα είναι οι ασφάλειες που πατάνε στην βάση του κελύφους και τα ορθογώνια είναι πάλι ασφάλειες που κρατάνε το συγχρονιζέ ενωμένο.

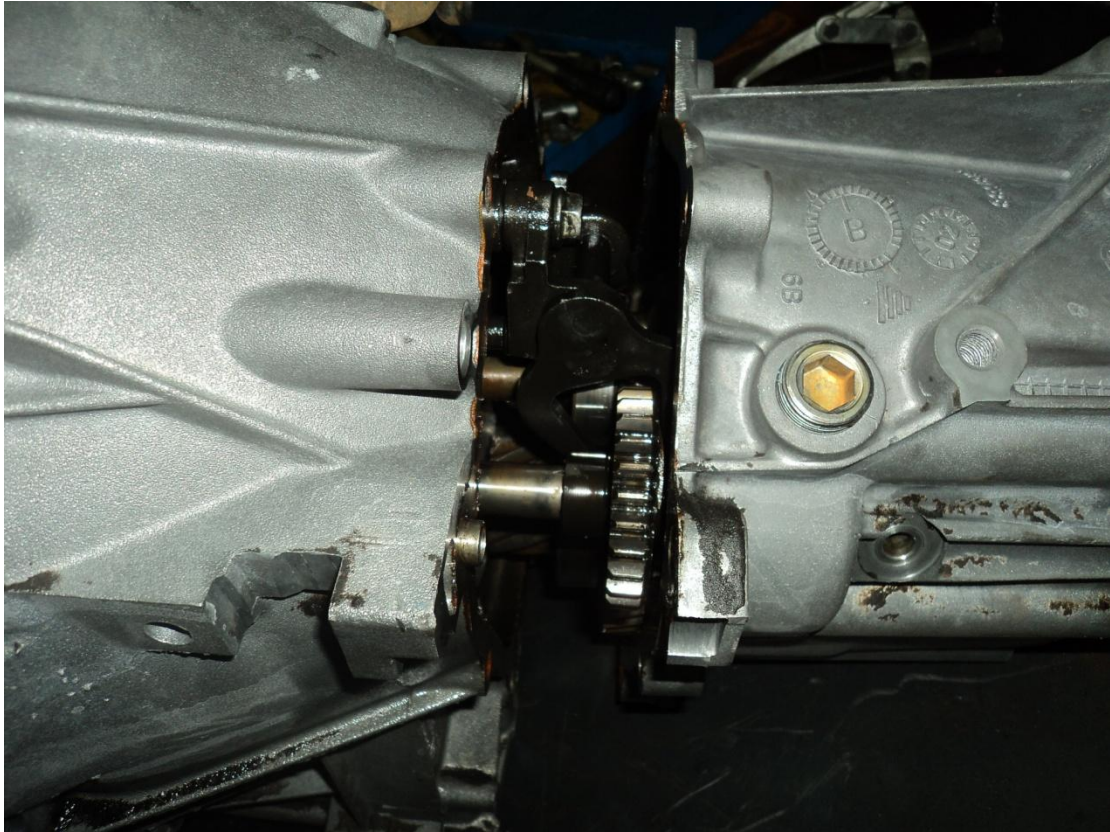


20. Ο αποστάτης και το γρανάζι της 6^{ης}.

Αφού αφαιρέθηκαν οι ταχύτητες υπήρξε και ένα άλλο πρόβλημα το οποίο δυσκόλεψε την αφαίρεση του κελύφους, το οποίο ήταν ο ξεχωριστός επιλογέας ταχυτήτων που υπήρχε για την όπισθεν που έπρεπε να αφαιρεθεί.

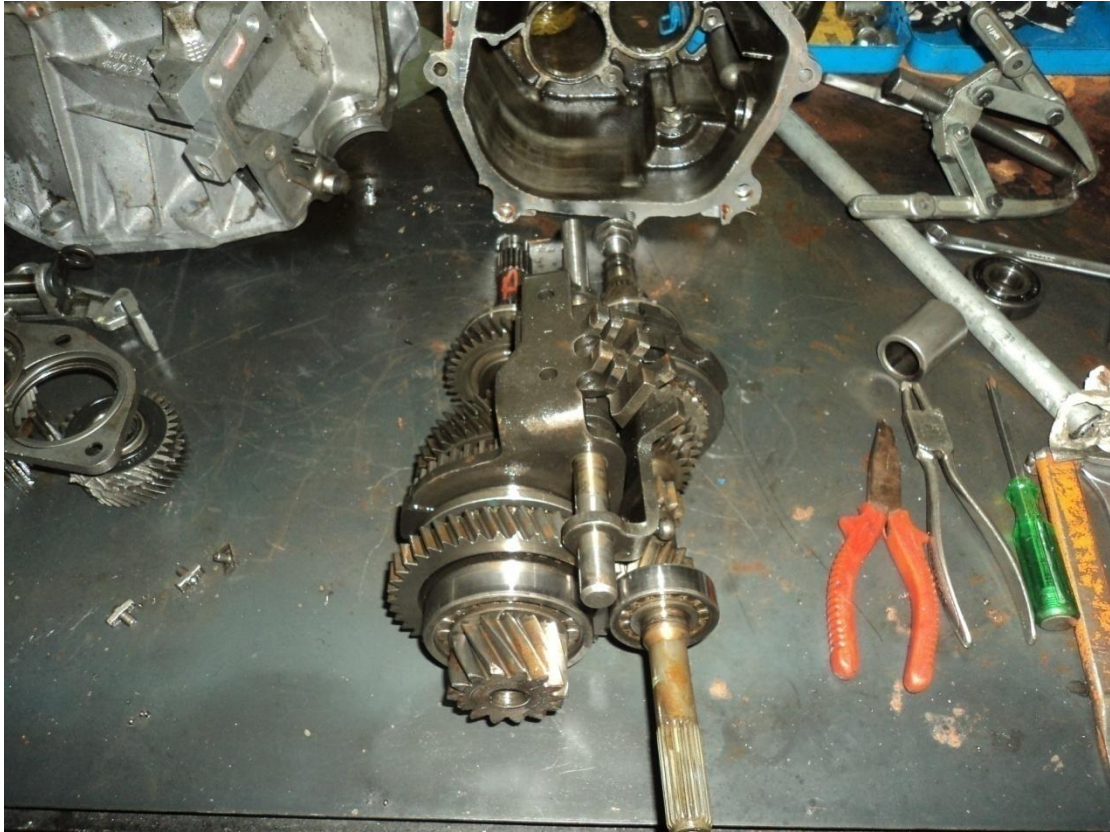


21. Ο επιλογέας της όπισθεν και οι βίδες που πρέπει να αφαιρεθούν για να βγει.

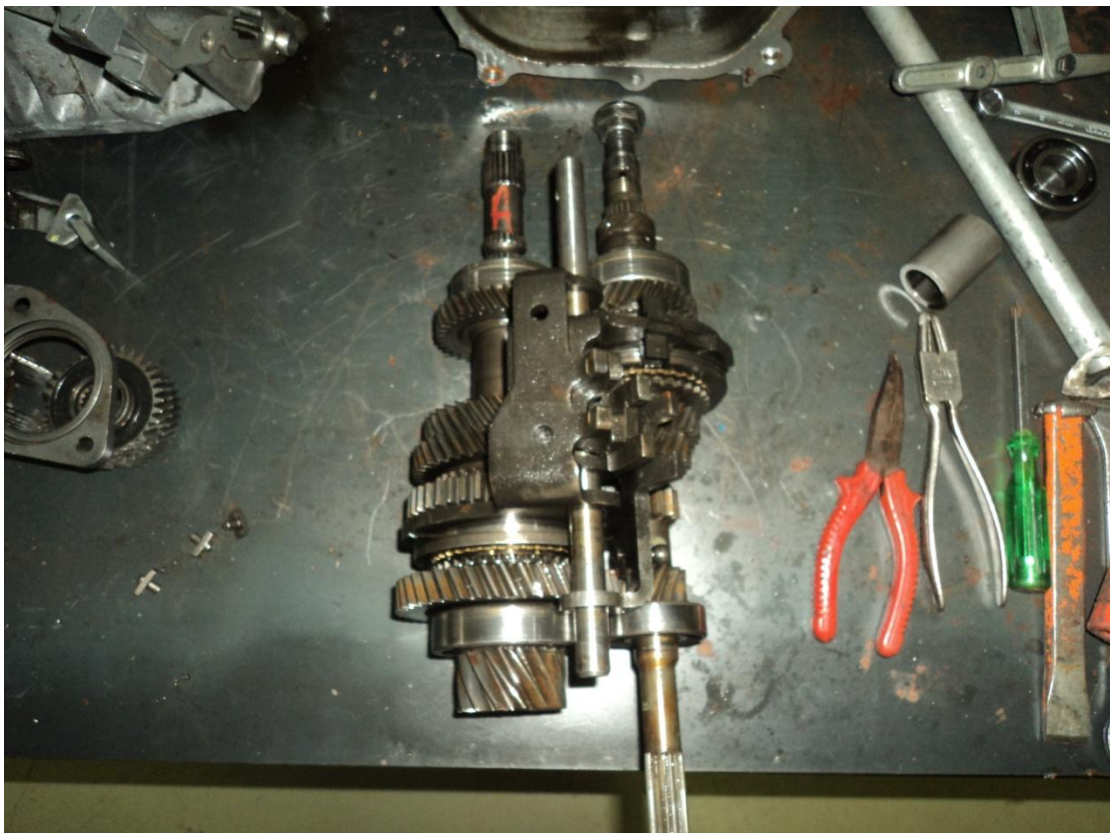


22. Από μια άλλη οπτική φαίνεται και το γρανάζι της όπισθεν.

Με την αφαίρεση και των ταχυτήτων αλλά και με την αφαίρεση του επιλογέα της όπισθεν βγήκε με απόλυτη επιτυχία το κέλυφος αλλά και όλο το κιβώτιο ταχυτήτων.



23. Το κέλυφος και το κιβώτιο ταχυτήτων χωρίς τα πέριξ του.



24. Το κιβώτιο ταχυτήτων από πανοραμική οπτική.



25. Το κύριο (κεντρικό) κέλυφος μόνο του.

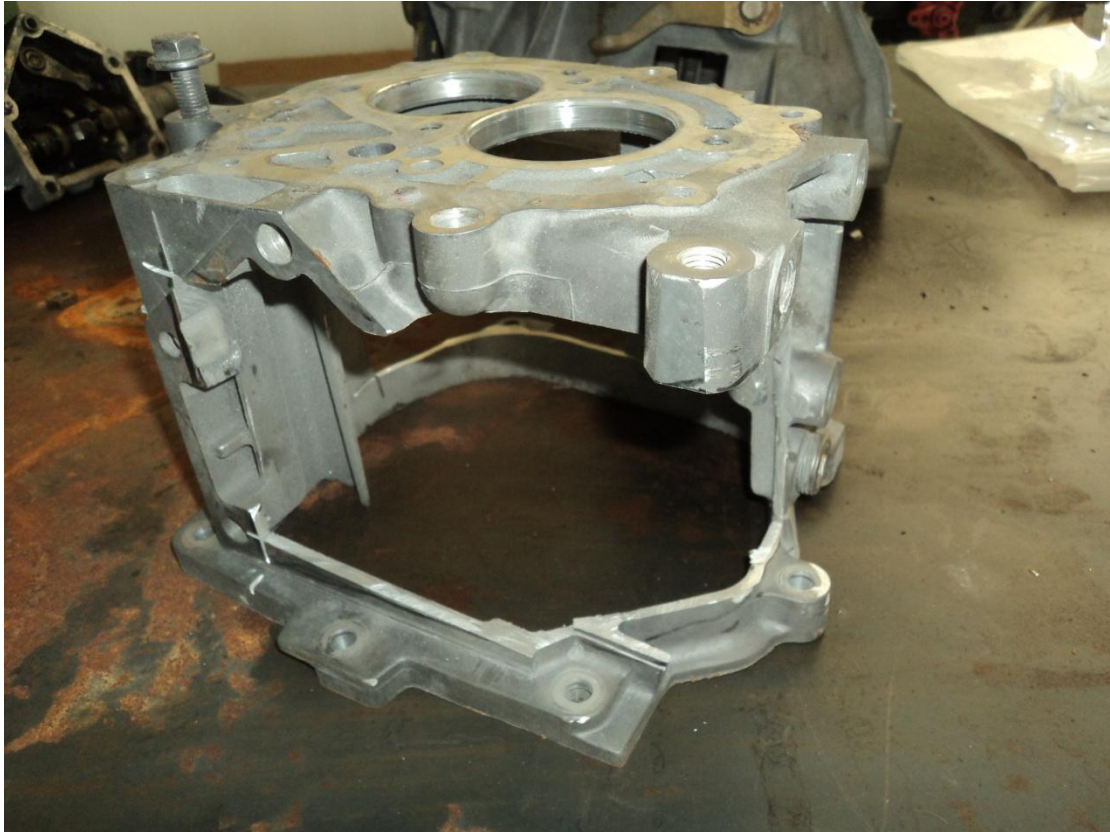


26. Επανατοποθέτηση του κιβωτίου ταχυτήτων πάνω στην χελώνα.

Για να μπορέσουν να γίνουν εμφανή οι ταχύτητες, τα στοιχεία του κιβωτίου αλλά και οι καταστροφές που υπέστη έπρεπε να κοπεί σε τομή το κεντρικό κέλυφος. Πάρθηκαν οι μετρήσεις και σε ποία σημεία θα γίνουν οι τομές και έτσι με κοπτικό εργαλείο τον τροχό κόπηκε επιτυχώς.



27. Το κέλυφος του κιβώτιου ταχυτήτων σε τομή. (πάνω - κάτω φωτογραφία)



Έπειτα από το άνοιγμα του κιβωτίου πήραμε μετρήσεις:

- Αριθμοί δοντιών του κάθε γραναζιού της κάθε ταχύτητας
- Κατασκευαστικές διαμέτροι οδοντωτών τροχών
- Αριθμοί δοντιών των κωνικών γραναζιών του διαφορικού αλλά και τα δόντια των πλανητών
- Γωνίες κλίσεις της ελικοειδούς οδόντωσης όλων των τροχών

Αυτές οι μετρήσεις έγιναν για να κάνουμε τους υπολογισμούς και να βρούμε διάφορα στοιχεία για το κιβώτιο αυτό όπως:

- Σχέση μετάδοσης της κάθε ταχύτητας
- Διάμετροι των οδοντωτών τροχών
- Απόσταση αξόνων
- Modul (μετωπικής τομής και κάθετης τομής)
- Διάμετρος κύκλου κεφαλής
- Διάμετρος κύκλου ποδιών
- Βήμα κάθετης τομής

Τα **δόντια** των οδοντωτών τροχών του πρωτεύον άξονα:

z1	12
z2	19
z3	25
z4	33
z5	35
z6	36

Τα **δόντια** των οδοντωτών τροχών του δευτερεύον άξονα:

z1	42
z2	40
z3	36
z4	37
z5	39
z6	47

Τα **δόντια** των οδοντωτών τροχών της όπισθεν :

- Οδοντωτός τροχός στον δευτερεύον άξονα : z= 41
- Οδοντωτός τροχός στον πρωτεύον άξονα : z= 11
- Ξεχωριστός άξονας ο οποίος περιέχει και το γρανάζι της όπισθεν (λέγεται και ενδιάμεσο γρανάζι) : z= 26

Σχέση μετάδοσης της κάθε ταχύτητας:

(διαίρεση του δευτερεύοντος οδοντωτού τροχού με τον αντίστοιχο του πρωτεύοντος)

$$1^{\text{ης}} \text{ ταχύτητας : } i_1 = 42/12 = 3,5$$

$$2^{\text{ης}} \text{ ταχύτητας : } i_2 = 40/19 = 2,1$$

$$3^{\text{ης}} \text{ ταχύτητας : } i_3 = 36/25 = 1,44$$

$$4^{\text{ης}} \text{ ταχύτητας : } i_4 = 37/33 = 1,12$$

$$5^{\text{ης}} \text{ ταχύτητας : } i_5 = 39/35 = 1,11$$

$$6^{\text{ης}} \text{ ταχύτητας : } i_6 = 47/36 = 1,3$$

Η σχέση μετάδοσης της όπισθεν παράλο που περιέχει τρεις οδοντωτούς τροχούς δεν συμπεριλαμβάνεται ο ενδιάμεσος στην διαίρεση οπότε :

Όπισθεν : $i7 : 41/11 = 3,72$

Μετρήσαμε τις **διαμέτρους κύκλου κεφαλών** του κάθε οδοντωτού τροχού όλων των ταχυτήτων και του πρωτεύον άξονα αλλά και του δευτερεύον με παχύμετρο :

Διάμετρος κεφαλών	Πρωτεύον άξονας	Δευτερεύον άξονας
da1	32.25mm	104.81mm
da2	46.28mm	92.6mm
da3	57.3mm	82.3mm
da4	66.1mm	73.1mm
da5	73.05mm	65.8mm
da6	76.8mm	60.2mm
daR	30.15mm	30.15mm

Για να μπορέσουμε να επαληθεύσουμε αλλά και να βρούμε τις διαμέτρους των γραναζιών και το modul βρήκαμε την απόσταση αξόνων η οποία είναι:

$$a = 64,15 \text{ mm}$$

Μετρήθηκαν επίσης με παχύμετρο τα **πλάτη** όλων των οδοντοτροχών του πρωτεύον άξονα και βρέθηκαν οι εξής διαστάσεις :

Πλάτος (b)	Διαστάσεις
b1	17.1mm
b2	13.8mm
b3	12.8mm
b4	12mm
b5	12.9mm
b6	12.9mm
bR	15.2mm

Η περιφέρεια που περνά από τη μέση περίπου των δοντιών και αποτελεί την περιφέρεια ενός κινηματικού ίσου τροχού τριβής λέγεται ονομαστική (αρχική) περιφέρεια ενώ η αντίστοιχη διάμετρος **do** λέγεται **ονομαστική διάμετρος** και υπολογίζεται από την εξής σχέση :

$$dos = 2*a / i+1$$

$$dos_1 = 2*64.15\text{mm} / 3.5+1 = 28.51\text{mm}$$

$$dos_2 = 2*64.15\text{mm} / 2.1+1 = 41.38\text{mm}$$

$$dos_3 = 2*64.15\text{mm} / 1.44+1 = 52.58\text{mm}$$

$$dos_4 = 2*64.15\text{mm} / 1.12+1 = 60.51\text{mm}$$

$$dos_5 = 2*64.15\text{mm} / 1.11+1 = 60.8\text{mm}$$

$$\text{dos}_6 = 2 * 64.15 \text{ mm} / 1.3 + 1 = 55.78 \text{ mm}$$

$$\text{dos}_R = 2 * 64.15 \text{ mm} / 3.72 + 1 = 27.18 \text{ mm}$$

Το **modul μετωπικής τομής** υπολογίζεται από την εξής σχέση :

$$m_s = \text{dos} / z$$

$$m_{s1} = 28.51 \text{ mm} / 12 = 2.37 \text{ mm}$$

$$m_{s2} = 41.38 \text{ mm} / 19 = 2.17 \text{ mm}$$

$$m_{s3} = 52.58 \text{ mm} / 25 = 2.1 \text{ mm}$$

$$m_{s4} = 60.51 \text{ mm} / 33 = 1.83 \text{ mm}$$

$$m_{s5} = 60.8 \text{ mm} / 35 = 1.73 \text{ mm}$$

$$m_{s6} = 55.78 \text{ mm} / 36 = 1.54 \text{ mm}$$

$$m_{sR} = 27.18 \text{ mm} / 11 = 2.47 \text{ mm}$$

Το **modul κάθετης τομής** υπολογίζεται από την εξής σχέση :

$$m_n = m_s * \cos \beta_0$$

Όπου γωνία β_0 μετρήθηκε ίση με 35° οπότε :

$$m_{n1} = m_{s1} * \cos \beta_0 = 2.37 * 0.819 = 1.94 \text{ mm}$$

$$m_{n2} = m_{s2} * \cos \beta_0 = 2.17 * 0.819 = 1.77 \text{ mm}$$

$$m_{n3} = m_{s3} * \cos \beta_0 = 2.1 * 0.819 = 1.71 \text{ mm}$$

$$m_{n4} = m_{s4} * \cos \beta_0 = 1.83 * 0.819 = 1.49 \text{ mm}$$

$$m_{n5} = m_{s5} * \cos \beta_0 = 1.73 * 0.819 = 1.41 \text{ mm}$$

$$m_{n6} = m_{s6} * \cos \beta_0 = 1.54 * 0.819 = 1.26 \text{ mm}$$

$$m_{nR} = m_{sR} * \cos \beta_0 = 2.47 * 0.819 = 2.02 \text{ mm}$$

Σύμφωνα με τα όσα γνωρίζουμε το modul κάθετης τομής πρέπει να τυποποιηθεί στην αμέσως κοντινότερη τιμή προς τα πάνω εκτός άμα έχει μεγάλη απόκλιση στην προς τα πάνω τιμή οπότε πάμε στις αμέσως προηγούμενη, οπότε :

$$m_{n1} = 1.94 \text{ mm} = 2.00 \text{ mm}$$

$$m_{n2} = 1.77 \text{ mm} = 1.75 \text{ mm}$$

$$m_{n3} = 1.71 \text{ mm} = 1.75 \text{ mm}$$

$$m_{n4} = 1.49 \text{ mm} = 1.50 \text{ mm}$$

$$m_{n5} = 1.41 \text{ mm} = 1.50 \text{ mm}$$

$$m_{n6} = 1.26 \text{ mm} = 1.25 \text{ mm}$$

$$m_{nR} = 2.02 \text{ mm} = 2.00 \text{ mm}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα για το τυποποιημένο διαμετρικό βήμα m_n προκύπτει ότι υπάρχει μετατόπιση κατατομής σε όλες τις βαθμίδες ταχυτήτων του κιβωτίου.

Η περιφέρεια που διέρχεται από τις κεφαλές των δοντιών λέγεται **περιφέρεια κεφαλών** και η διάμετρος **da** που τις αντιστοιχεί ονομάζεται **διάμετρος κεφαλής** και υπολογίζεται από την εξής σχέση :

$$d_a = d_{os} + 2 * h_a$$

Όπου h_a ισούται με το $modul$ της κάθετης τομής ($h_a = m_n$) οπότε :

$$d_{a1} = d_{os1} + 2 * m_{n1} = 28,51\text{mm} + 2 * 2,00 = 32,51\text{mm}$$

$$d_{a2} = d_{os2} + 2 * m_{n2} = 41,38\text{mm} + 2 * 1,75 = 44,88\text{mm}$$

$$d_{a3} = d_{os3} + 2 * m_{n3} = 52,58\text{mm} + 2 * 1,75 = 56,08\text{mm}$$

$$d_{a4} = d_{os4} + 2 * m_{n4} = 60,51\text{mm} + 2 * 1,50 = 63,51\text{mm}$$

$$d_{a5} = d_{os5} + 2 * m_{n5} = 60,8\text{mm} + 2 * 1,50 = 63,8\text{mm}$$

$$d_{a6} = d_{os6} + 2 * m_{n6} = 55,78\text{mm} + 2 * 1,25 = 58,28\text{mm}$$

$$d_{aR} = d_{osR} + 2 * m_{nR} = 27,18\text{mm} + 2 * 2,00 = 31,18\text{mm}$$

Η περιφέρεια που διέρχεται από την βάση των δοντιών ονομάζεται **διάμετρος ποδιών** και υπολογίζεται από την εξής σχέση :

$$d_f = d_{os} - 2 * h_f$$

όπου h_f το ύψος του δοντιού $h_a + c$, όπου c η χάρη κεφαλής και πρέπει σύμφωνα με DIN 867 να κυμαίνεται μεταξύ 0.1m και 0.3m. Συνήθως προτιμώνται τιμές 0.16m ή 0.25m ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο κοπτικό εργαλείο. Σαν στάνταρ τιμή κατά ISO 53:1998 ισχύει η τιμή $c = 0.25\text{m}$ με $\rho_f = 0.38\text{m}$.

$$d_{f1} = d_{os1} - 2 * (m_{n1} + c) = 28,51\text{mm} - 2 * (2,00 * 0,25) = 27,51\text{mm}$$

$$d_{f2} = d_{os2} - 2 * (m_{n2} + c) = 41,38\text{mm} - 2 * (1,75 * 0,25) = 40,5\text{mm}$$

$$d_{f3} = d_{os3} - 2 * (m_{n3} + c) = 52,58\text{mm} - 2 * (1,75 * 0,25) = 51,7\text{mm}$$

$$d_{f4} = d_{os4} - 2 * (m_{n4} + c) = 60,51\text{mm} - 2 * (1,50 * 0,25) = 59,76\text{mm}$$

$$d_{f5} = d_{os5} - 2 * (m_{n5} + c) = 60,8\text{mm} - 2 * (1,50 * 0,25) = 60,05\text{mm}$$

$$d_{f6} = d_{os6} - 2 * (m_{n6} + c) = 55,78\text{mm} - 2 * (1,25 * 0,25) = 55,03\text{mm}$$

$$d_{fR} = d_{osR} - 2 * (m_{nR} + c) = 27,18\text{mm} - 2 * (2,00 * 0,25) = 26,18\text{mm}$$

Βήμα κάθετης τομής (p) ονομάζεται το μήκος τόξου του αρχικού κύκλου, το οποίο περιλαμβάνεται μεταξύ δύο διαδοχικών παρειών (αριστερών ή δεξιών). Εάν d η διάμετρος του αρχικού κύκλου τότε η περιφέρεια του θα είναι $p * z = \pi * d$, οπότε είναι $p = \pi * (d/z)$. Ο λόγος d/z είναι το μέτρο της οδόντωσης ή μοντούλ m , το οποίο σαν τμήμα της διαμέτρου d μπορεί να θεωρηθεί και σαν βήμα της διαμέτρου. Οπότε η σχέση που υπολογίζεται είναι η εξής :

$$p_n = m_n * \pi$$

$$p_{n1} = m_{n1} * \pi = 2,00 * 3,14 = 6,28$$

$$p_{n2} = m_{n2} * \pi = 1,75 * 3,14 = 5,49$$

$$p_{n3} = m_{n3} * \pi = 1.75 * 3.14 = 5.49$$

$$p_{n4} = m_{n4} * \pi = 1.50 * 3.14 = 4.71$$

$$p_{n5} = m_{n5} * \pi = 1.50 * 3.14 = 4.71$$

$$p_{n6} = m_{n6} * \pi = 1.25 * 3.14 = 3.92$$

$$p_{nR} = m_{nR} * \pi = 2.00 * 3.14 = 6.28$$

Βαθμός επικάλυψης : Τα γρανάζια με ελικοειδή δόντια όπως έχουμε και στην προκειμένη περίπτωση είναι ιδιαίτερα δαπανηρά λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής τους. Εξασφαλίζουν βέβαια την ομαλή μετάδοση κίνησης και κρατούν χαμηλά τα επίπεδα θορύβου πλεονεκτώντας σημαντικά σε σχέση με τα άλλα είδη σε αυτόν τον τομέα.

Τα πλεονεκτήματα αυτών των οδοντωτών τροχών οφείλονται :

- Στο γεγονός ότι η εμπλοκή κάθε δοντιού είναι σταδιακή όχι μόνο κατά της έννοιας του ύψους αλλά και του μήκους. Δηλαδή η ροπή «κυλά» πάνω στο δόντι.
- Έχουν μεγαλύτερο βαθμός επικάλυψης από τους τροχούς με ευθεία δόντια γιατί έρχονται σε επαφή περισσότερα από ένα δόντια την φορά.
- Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις μετάδοσης της κίνησης με πολλές στροφές και μεγάλες δυνάμεις.

Ως επικάλυψη ορίζεται ο μέσος αριθμός δοντιών του ενός οδοντωτού τροχού που συνεργάζονται ταυτόχρονα με τα αντίστοιχα του άλλου. Εξασφαλίζεται έτσι η εμπλοκή του επόμενου κατά την σειρά του δοντιού πριν εμπλακεί το προηγούμενο.

Για να βρούμε τον **βαθμό επικάλυψης** του κάθε ζεύγους της κάθε ταχύτητας χρησιμοποιούμε την εξής σχέση για εξωτερικούς τροχούς :

$$\epsilon_{\tau} = \frac{1}{2\pi} \left[\sqrt{\left(\frac{z_1+2}{\sin\alpha_0}\right)^2 - z_1^2} + \sqrt{\left(\frac{z_2+2}{\sin\alpha_0}\right)^2 - z_2^2} - (z_1 + z_2) * \epsilon_{\varphi_{\alpha_0}^0} \right] + \frac{b \sin\beta_0}{m_n * \pi}$$

όπου πρέπει $\epsilon > 1,1$ και $\alpha_0 = 20^\circ$

$$\epsilon_{\tau 1} = \frac{1}{2\pi} \left[\sqrt{\left(\frac{12+2}{\sin 20}\right)^2 - 12^2} + \sqrt{\left(\frac{42+2}{\sin\alpha_0}\right)^2 - 42^2} - (12 + 42) * \epsilon_{\varphi_{20}^0} \right] + \frac{b \sin 35}{m_n * \pi} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{6,28} \left[\sqrt{\left(\frac{12+2}{0,939}\right)^2 - 12^2} + \sqrt{\left(\frac{42+2}{0,939}\right)^2 - 42^2} - (12 + 42) * 0,363 \right] + \frac{17,1 * 0,573}{2,00 * 3,14} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{6,28} \left[\sqrt{(222,29 - 144)} + \sqrt{(2195,7 - 1764)} - 19,602 \right] + 1,56 \Leftrightarrow$$

$$\epsilon_{\tau 1} = 3.15 \text{ άρα } 3.15 > 1.1$$

Ο συγκεκριμένος βαθμός επικάλυψης είναι πολύ καλός αφού ξεπερνάει το επιθυμητό. Σε αυτή την περίπτωση το 15 σημαίνει ότι στην λειτουργία των οδοντοτροχών 15 % εμπλέκονται 3 δόντια και το υπόλοιπο 85 % ότι εμπλέκεται 2 δόντια.

Ο βαθμός επικάλυψης και για τις υπόλοιπες ταχύτητες :

$$\varepsilon_{\tau 2} = \frac{1}{6,28} \left[\sqrt{\left(\frac{19+2}{0,939}\right)^2 - 19^2} + \sqrt{\left(\frac{40+2}{0,939}\right)^2 - 40^2} - (19 + 40) * 0,363 \right] + \frac{13,8 * 0,573}{1,75 * 3,14} \Leftrightarrow$$

$$\varepsilon_{\tau 2} = 3.08$$

$$\varepsilon_{\tau 3} = \frac{1}{6,28} \left[\sqrt{\left(\frac{25+2}{0,939}\right)^2 - 25^2} + \sqrt{\left(\frac{36+2}{0,939}\right)^2 - 36^2} - (25 + 36) * 0,363 \right] + \frac{12,8 * 0,573}{1,75 * 3,14} \Leftrightarrow$$

$$\varepsilon_{\tau 3} = 3.00$$

$$\varepsilon_{\tau 4} = \frac{1}{6,28} \left[\sqrt{\left(\frac{33+2}{0,939}\right)^2 - 33^2} + \sqrt{\left(\frac{37+2}{0,939}\right)^2 - 37^2} - (33 + 37) * 0,363 \right] + \frac{12 * 0,573}{1,50 * 3,14} \Leftrightarrow$$

$$\varepsilon_{\tau 4} = 3.16$$

$$\varepsilon_{\tau 5} = \frac{1}{6,28} \left[\sqrt{\left(\frac{35+2}{0,939}\right)^2 - 35^2} + \sqrt{\left(\frac{39+2}{0,939}\right)^2 - 39^2} - (35 + 39) * 0,363 \right] + \frac{12,9 * 0,573}{1,50 * 3,14} \Leftrightarrow$$

$$\varepsilon_{\tau 5} = 3.29$$

$$\varepsilon_{\tau 6} = \frac{1}{6,28} \left[\sqrt{\left(\frac{36+2}{0,939}\right)^2 - 36^2} + \sqrt{\left(\frac{47+2}{0,939}\right)^2 - 47^2} - (39 + 47) * 0,363 \right] + \frac{12,9 * 0,573}{1,25 * 3,14} \Leftrightarrow$$

$$\varepsilon_{\tau 6} = 3.63$$

$$\varepsilon_{\tau R} = \frac{1}{6,28} \left[\sqrt{\left(\frac{11+2}{0,939}\right)^2 - 11^2} + \sqrt{\left(\frac{41+2}{0,939}\right)^2 - 41^2} - (11 + 41) * 0,363 \right] \Leftrightarrow$$

$$\varepsilon_{\tau R} = 1.57$$

Η όπισθεν δεν παίρνει το δεύτερο μέλος $\left[\frac{b \sin \beta_0}{m n * \pi} \right]$ επειδή έχουμε ευθεία δόντια.

Παρατηρείται λοιπόν ότι όλες οι ταχύτητες έχουν αρκετά καλό βαθμό επικάλυψης και ειδικά η 5^η ταχύτητα και η 6^η ταχύτητα οπού αγγίζουν καλά ποσοστά.

Σχετικά με το διαφορικό τα στοιχεία που έχουμε αντλήσει είναι τα εξής:

Δόντια γραναζιού διαφορικού (Κορώνας) : 57

Δόντια γραναζιού δευτερεύοντα άξονα που δίνει στη κορώνα : 14

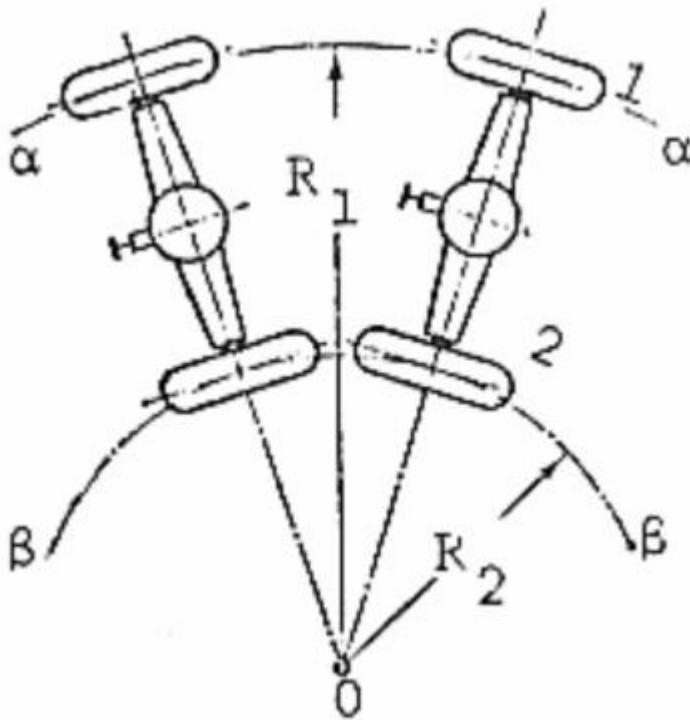
Δόντια και των 2 πλανητών : 13-13

Δόντια και των 2 δορυφόρων : 9-9

Η σχέση μετάδοσης λοιπόν του διαφορικού βγαίνει από την διαίρεση :

$$57 / 14 = 4,07$$

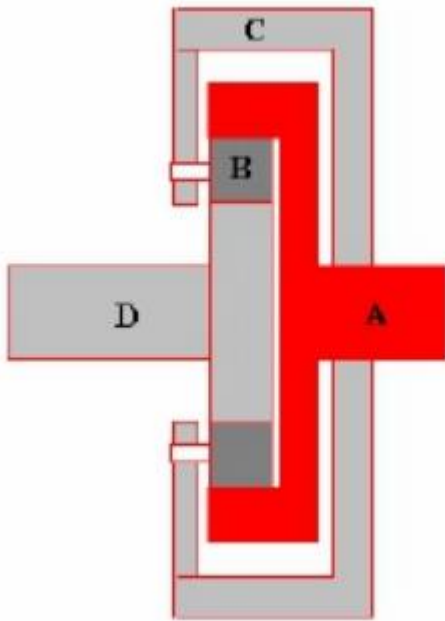
Σχετικά με το διαφορικό όπως γνωρίζουμε, όταν το όχημα κινείται σε ευθεία το διαφορικό μετατρέπεται σε μπλοκέ έτσι η σχέση μετάδοσης κ στους δύο τροχούς είναι 4.07.



Αντιθέτως όταν το όχημα παίρνει μια στροφή τότε ο εσωτερικός τροχός διαγράφει λιγότερα μέτρα από ότι ο εξωτερικός έτσι η παραπάνω σχέση μετάδοσης παύει να υπάρχει κ δημιουργείται μία άλλη. Έτσι ο τύπος που χρησιμοποιείται για να μετρήσουμε με ακρίβεια το πόσες στροφές παραλαμβάνει ο εσωτερικός και πόσες ο εξωτερικός τροχός είναι ο εξής :

A	B	C	D
$x+y$	$x \cdot z_A / z_B + y = 8x + y$	y	$-x \cdot z_A / z_D + y = -1.5x + y$

Όπου y περιστροφές και x περιστροφές του A.



Παρακάτω βρίσκεται ένα συγκεντρωτικός πίνακας με όλους τους υπολογισμούς.

Διαστάσεις (mm)	Ταχύτητα 1η	Ταχύτητα 2η	Ταχύτητα 3η	Ταχύτητα 4η	Ταχύτητα 5η	Ταχύτητα 6η	Ταχύτητα R
z	12	19	25	33	35	36	11
i	3.5	2.1	1.44	1.12	1.11	1.3	3.72
dos	28.51	41.38	52.58	60.51	60.8	55.78	27.18
b	17.1	13.8	12.8	12	12.9	12.9	15.22
ms	2.37	2.17	2.1	1.83	1.73	1.54	2.47
mn	1.94	1.77	1.71	1.49	1.41	1.26	2.02
mn (τυπ)	2.00	1.75	1.75	1.50	1.50	1.25	2.00
da	32.51	44.88	56.08	63.51	63.8	58.28	31.18
df	27.51	40.5	51.7	59.76	60.05	55.03	26.18
pn	6.28	5.49	5.49	4.71	4.71	3.92	6.28
ετ	3.15	3.08	3	3.16	3.29	3.63	1.57

Έπειτα από μετρήσεις υπολογισμούς και εύρεση στοιχείων για το κιβώτιο ταχυτήτων το συναρμολογήσαμε και πάλι όπως ήτανε. Επίσης πρέπει να δημιουργηθεί ένα τραπέζι (σαντ) έτσι ώστε να μπορέσει να παρουσιαστεί.



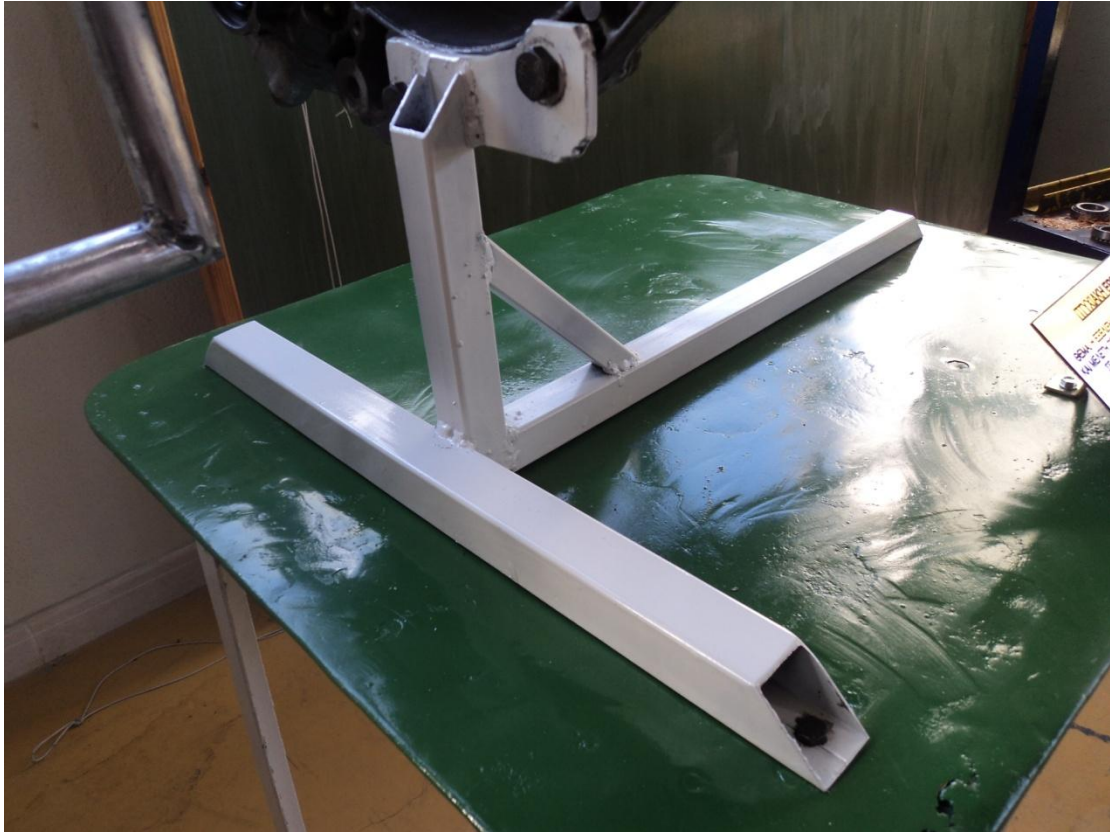
28. Το κιβώτιο ταχυτήτων συναρμολογημένο και στην τελική του μορφή. (πάνω-κάτω φωτογραφία)



Βρήκαμε ένα παλιό τραπεζάκι και έτσι το κάναμε μια ανακατασκευή. Αφού το τρίψαμε, του κόψαμε τα ποδαράκια γιατί ήταν λίγο στραβό, το βάψαμε.



Ύστερα έπρεπε να κατασκευάσουμε ένα εξάρτημα στήριξης έτσι ώστε να συνδέεται πάνω στο τραπεζάκι, να είναι ελαφρύ και σχετικά μη ογκώδες. Μετά από σκέψη και μελέτη κατασκευάσαμε το εξάρτημα από σίδερα το οποίο είναι σε σχήμα σταυρού και στην μέση αυτού υψώνεται άλλο ένα σίδερο. Πάνω σε αυτό τοποθετήσαμε μια χονδρή λάμα από χάλυβα και ανοίξαμε δύο τρύπες έτσι ώστε να τοποθετηθεί το κιβώτιο ταχυτήτων. Όλοι αυτή η κατασκευή έγινε με ηλεκτροσυγκόλληση. Η λάμα που κόπηκε για να έρθει στο σχήμα το κυκλικό της χελώνας κόπηκε με οξυγόνο. Εν τέλει βάφτηκε και αυτή στο ίδιο χρώμα με τα ποδαράκια από το τραπεζάκι.



Αφού ανοίξαμε τις τρύπες έτσι ώστε να τοποθετηθεί στο τραπεζάκι, τοποθετήσαμε το κιβώτιο ταχυτήτων επάνω. Επίσης για να μπορέσει το κιβώτιο ταχυτήτων να λειτουργήσει για να μπορέσει ο οποιοσδήποτε να δει την λειτουργία του κατασκευάσαμε ένα λεβιέ (μανιβέλα) η οποία έγινε και αυτή εξίσου με ηλεκτροσυγκόλληση. Μετά την τρίψαμε έτσι ώστε οι γωνίες τις να μην είναι τραχιές και υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού και ύστερα την λειάναμε. Τέλος την συνδέσαμε στον πρωτεύοντα άξονα (πρίσντερεκτ) και λειτούργησε επιτυχώς.



Και τελικά η κατασκευή μας τελείωσε επιτυχώς και μεταφέρθηκε στο εργαστήριο μας στα ανυψωτικά για έκθεμα.





5. Συμπεράσματα

Σαν συμπέρασμα σύμφωνα με το παραπάνω κείμενο καταλαβαίνουμε ότι η ανθρωπότητα έχει εξελιχθεί δραματικά γρήγορα και συνεχίζει με γρήγορους ρυθμούς. Αυτό παρατηρείται και στα κιβώτια ταχυτήτων όπου είναι ένα από τα πιο σημαντικά κομμάτια πάνω στα οχήματα.

Το κιβώτιο ταχυτήτων κάνει αν όχι όλη, σίγουρα την μίση δουλειά έτσι ώστε να μπορέσει να κινηθεί το όχημα σε φυσιολογικούς ρυθμούς και όχι δυσλειτουργικά. Δηλαδή να πάρει τις στροφές από τον κινητήρα να τις μειώσει, να τις στείλει στο διαφορικό και από εκεί στους τροχούς.

Ο οδηγός με την πάροδο του χρόνου έχει πολλές επιλογές στο τι να επιλέξει ανάλογα με την προτίμηση της οδήγησής του αλλά και ανάλογα πάντα και από το οικονομικό. Υπάρχουν πληθώρα επιλογές, από νορμάλ οδήγηση έως και πιο σπορ.

Όλα τα νέα κιβώτια πλέον παρατηρείται ότι όχι μόνο προσφέρουν άνεση και ευκολία κινήσεων αλλά προσφέρουν και οικονομία καυσίμου το οποίο σημαίνει και λιγότερες εκπομπές ρύπων από τους κινητήρες. Οπότε τα εργοστάσια κατασκευής τους κάνουν τα αδύνατα δυνατά για να αποφέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα και να έρθει στα χέρια μας όσο το δυνατόν πιο αποδοτικό.

Κλείνοντας μένει να δούμε πολλά από τις εταιρίες κατασκευής οχημάτων όχι μόνο για τα κιβώτια ταχυτήτων που τώρα τελευταία έχουν πάρει τους γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης, αλλά και γενικότερα για όλο του αυτοκίνητο και αυτό γιατί παρατηρείται η ραγδαία αύξηση της τεχνολογίας τις τελευταίες δεκαετίες.

Βιβλιογραφία

1. Στοιχεία μηχανών 1
2. Στοιχεία μηχανών 2
3. Συστήματα αυτοκινήτου 1
4. Συστήματα αυτοκινήτου 2
5. Τεχνολογία αυτοκινήτου 2
6. Οχήματα ‘Συστήματα μετάδοσης της κίνησης’

Ιστοσελίδες (links)

<https://el.wikipedia.org>

<https://www.google.gr/search?>

<http://www.gearbox.gr>

<http://asteros.gr>

<http://iceal.wikidot.com>

<http://www.oximaton.drwx.eu>

<http://vehiclestech.blogspot.gr>

<http://rider-s-land.pblogs.gr>

<http://www.burnout.gr>

<http://www.tosynergeio.gr>

<http://www.autotriti.gr>

<http://support.volvocars.com>

<http://www.caroto.gr>

<http://www.autoblog.gr>

<http://www.news.gr/auto>

<http://www.mercedes-benz.gr>

<http://www.bus.man.eu>

<http://vehiclestech.blogspot.gr>

<http://www.automagazine.gr>

<http://www.besiris.gr/chapters>