

ΜΗΧ  
711

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



**ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ  
ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΟΛΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΜΠΕΡΣΙΜΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ Α.Μ.34197  
ΤΣΑΓΔΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ Α.Μ.35393

**ΤΡΑΜ. ΜΗΧ/ΓΙΑΣ.**

## Περιεχόμενα

1.	ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
2.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
2.1	Κιβώτιο ταχυτήτων .....	5
2.2	Σχέσεις Μετάδοσης .....	6
2.3	Ταξινόμηση των κιβωτίων .....	6
2.4	Μηχανισμός επιλογής των ταχυτήτων .....	8
2.5	Θέση του μοχλού επιλογής ταχυτήτων .....	8
3.	Ιστορική Αναδρομή.....	11
3.1	Το πρώτο κοινό κιβώτιο ταχυτήτων (ολισθαίνοντες τροχοί) .....	11
3.1.1	Μειονεκτήματα κιβωτίων ταχυτήτων με ολισθαίνοντες τροχούς .....	13
3.2	Κιβώτια ταχυτήτων μόνιμης εμπλοκής .....	14
3.2.1	Σύγκριση κιβωτίων ταχυτήτων μόνιμης εμπλοκής και κιβωτίων με ολισθαίνοντες τροχούς.....	14
3.3	Κιβώτια ταχυτήτων με συγχρονιστές (συγχροριζέ).....	15
4.	Τα είδη Κιβωτίων Ταχυτήτων του αυτοκινήτου.....	16
4.1	Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων .....	17
	Από 4 έως 8 ταχύτητες .....	17
	Τα θετικά και τα αρνητικά των αυτόματων κιβωτίων .....	17
4.1.1	Τύποι αυτόματων κιβωτίων .....	18
4.1.2	Αυτόματα και ηλεκτρονικά ελεγχόμενα κιβώτια ταχυτήτων.....	20
4.1.3	Αυτόματο Κιβώτιο με χειροκίνητη λειτουργία.....	21
4.1.4	Χειροκίνητο κιβώτιο με αυτόματη λειτουργία Ferrari F1 Gearbox "Selespeed" 22	
4.1.5	Alfa Romeo Selespeed .....	23
4.1.6	BMW M-Sequential .....	24
4.1.7	Κιβώτιο ταχυτήτων στα αυτόματα κιβώτια μετάδοσης.....	24
4.2	Το σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων .....	29
4.3	Συμβατικό Χειροκίνητο χωρίς Συμπλέκτη .....	38
4.4	CVT (Continuous Variable Transmission) Συστήματα Συνεχώς Μεταβαλλόμενης Μετάδοσης .....	39
4.4.1	CVT με χειροκίνητη λειτουργία .....	41
4.4.2	Audi Multitronic CVT .....	42
4.4.3	Nissan Extroid CVT.....	44

5.	Κιβώτια Ταχυτήτων Τετρακίνησης .....	46
6.	ΤΑ Κιβώτια Ταχυτήτων των φορητών.....	52
6.1	Τα είδη κιβωτίων ταχυτήτων των φορητών .....	52
6.1.1	Κιβώτια ταχυτήτων ZF .....	52
6.1.2	Τα Νέα κιβώτια ταχυτήτων.....	57
6.1.3	Κιβώτιο Power-Shift.....	61
7.	Τα κιβώτια ταχυτήτων των μοτοσικλετών .....	65
7.1	Η Ιστορία.....	65
7.2	Γενικές πληροφορίες .....	66
7.3	Η Κατασκευή.....	66
7.4	Τα Μέρη του κιβωτίου και η λειτουργία τους .....	67
8.	Αιτίες φθοράς του κιβωτίου ταχυτήτων .....	80
8.1	Κακή χρήση του συμπλέκτη .....	80
8.2	Γρήγορες και απότομες αλλαγές ταχυτήτων .....	80
8.3	Πάτημα του γκαζιού όταν το αυτοκίνητο περνάει από ανωμαλίες του οδοστρώματος (π.χ. λακκούβες).....	80
9.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	81
10.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82



## 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει σκοπό να παρουσιάσει την χρήση του κιβωτίου ταχυτήτων και την εξέλιξή του στον χρόνο σε αυτοκίνητα, φορτηγά και μοτοσικλέτες. Επίσης παρουσιάζεται η ανάγκη για την χρήση του έτσι ώστε να ικανοποιούνται κάθε φορά οι διαφορετικές ανάγκες των τροχών σε στροφές και ροπή.

Επίσης, συγκρίνονται τα κιβώτια μόνιμης εμπλοκής με αυτά με ολισθαίνοντες τροχούς και με αυτά με συγχρονιστές.

Διακρίνεται η ταξινόμηση των κιβωτίων ταχυτήτων ανάλογα, με τον τρόπο που αλλάζουν οι ταχύτητες, με τις σχέσεις μετάδοσης που δίνουν, με τον σκοπό που εξυπηρετούν, και με τον αριθμό των σχέσεων που διαθέτουν.

Έπειτα υπάρχει εκτενείς αναφορά και επεξήγηση σε κάθε είδος κιβωτίου ξεχωριστά για το αυτοκίνητο το φορτηγό και την μοτοσικλέτα αντίστοιχα, που σκοπό έχει να κατανοηθεί η χρήση και η λειτουργία του. Τέλος αναφέρονται οι συχνότερες αιτίες φθοράς των κιβωτίων ταχυτήτων και πως μπορούν να αποφεύγονται.

### 1.1 SUMMARY

This paper aims to present the use of the gearbox and its evolution over time in cars, trucks and motorcycles. The needs that led us to the development of the gearbox will be analyzed.

Permanent engagement gearboxes, sliding wheel ones and those with synchronizers will be compared in detail.

Gearboxes will be classified accordingly, by the way gear changing is accomplished, the gear ratios they have, the purpose they serve, and the number of gears they have.

Afterwards there's a lengthy explanation and reference to any kind of gearbox, separately for cars, trucks and motorcycles. The last chapter emphasizes on the most common causes of damage to gearboxes and how they can be avoided.



## 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 2.1 Κιβώτιο ταχυτήτων

Ένα αυτοκίνητο, ανάλογο με το φορτίο και την ταχύτητα, με την οποία θέλουμε κάθε φορά να κινείται, χρειάζεται στους τροχούς διαφορετικούς συνδυασμούς ροπής και στροφών.

Όταν λέμε φορτίο εννοούμε την αντίσταση που παρουσιάζεται στην κίνηση του αυτοκινήτου από διάφορους παράγοντες (βάρος, ωφέλιμο φορτίο, κλίση δρόμου, αντίσταση από τον αέρα, τριβές ανάμεσα στο οδόστρωμα και στους τροχούς κλπ).

Όταν τ' αυτοκίνητο ξεκινάει χρειάζεται στους τροχούς χαμηλό αριθμό στροφών και μεγάλη ροπή στρέψεως (για να υπερνικηθεί η αδράνεια της ακίνητης μάζας).

Ο κινητήρας όμως στις λίγες στροφές έχει και χαμηλή ροπή η οποία, αν φθάσει στους τροχούς όπως είναι, δεν είναι αρκετή για να ξεκινήσει το αυτοκίνητο. Αν όμως δουλέψει σε υψηλές στροφές, για να βγάλει μεγάλη ροπή, τότε η κίνηση με αυτές τις στροφές δεν μπορεί να μεταδοθεί προς τους τροχούς που αδρανούν και έτσι ο κινητήρας θα σβήσει.

Για να ικανοποιηθούν κάθε φορά οι διαφορετικές ανάγκες των τροχών σε στροφές και ροπή χρειάζεται ένας μηχανισμός μετασχηματισμού της ροπής και των στροφών.

Ο μηχανισμός που κάνει το μετασχηματισμό της ροπής και των στροφών είναι το κιβώτιο ταχυτήτων.

Ο μετασχηματισμός αυτός βασίζεται στο γεγονός ότι η ισχύς που μεταφέρεται από τον κινητήρα μέσα από το κιβώτιο ταχυτήτων παραμένει σταθερή.

Η μετάδοση των στροφών μέσα από το κιβώτιο ταχυτήτων γίνεται με τη βοήθεια των οδοντωτών τροχών.

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

Η κίνηση μεταδίνεται κάθε φορά και από διαφορετικό ζευγάρι. Η αλλαγή του ζευγαριού γίνεται με κάποιο μοχλό που κινείται από το μοχλό επιλογής ταχυτήτων (λεβιέ).

Σε άλλα κιβώτια ταχυτήτων, στα αυτόματα, η αλλαγή αυτή μπορεί να γίνει και χωρίς την επέμβαση του οδηγού.

Ένα από τα χαρακτηριστικά του κινητήρα εσωτερικής καύσεως είναι ότι περιστρέφεται πάντοτε προς την ίδια φορά περιστροφής, χωρίς να μπορούμε να αντιστρέψουμε την κίνηση για να κινηθεί το αυτοκίνητο προς τα πίσω.

Η κίνηση του κινητήρα αντιστρέφεται μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων. Η αντιστροφή επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενδιάμεσου τροχού.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του κινητήρα εσωτερικής καύσεως είναι η αδυναμία του να ξεκινά με φορτίο, γιατί όταν είναι κρύος έχει ατελή καύση και δεν μπορεί να αναπτύξει αμέσως αυξημένη ροπή.

Για το λόγο αυτό πρέπει να έχουμε δυνατότητα να διακόπτουμε τη σύνδεση του κινητήρα με το υπόλοιπο σύστημα μεταδόσεως, ώστε ο κινητήρας να ξεκινάει χωρίς φορτία.

Ένα άλλο σοβαρό θέμα που πρέπει να εξετάσουμε είναι αυτό της κατανάλωσης καυσίμου.

Ξέρουμε ότι η ειδική κατανάλωση ενός κινητήρα εξαρτάται από τον αριθμό στροφών που λειτουργεί. Για το λόγο αυτό ο κινητήρας πρέπει να εργάζεται, όσο το δυνατόν περισσότερο, στη περιοχή όπου η κατανάλωση είναι μικρότερη από ότι είναι στο υπόλοιπο φάσμα των στροφών λειτουργίας του.

Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή, για κάθε περίπτωση κινήσεως, της πιο κατάλληλης ταχύτητας, δηλαδή με την επιλογή του κατάλληλου ζευγαριού οδοντωτών μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων.

## 2.2 Σχέσεις Μετάδοσης

Ονομάζονται οι σχέσεις υποπολλαπλασιασμού του κιβωτίου ταχυτήτων. Σκοπός της ύπαρξής τους είναι να προσαρμόζουν τη ροπή και τις στροφές του κινητήρα στις ανάγκες της κίνησης, καθώς οι βενζινοκινητήρες δεν έχουν σταθερή απόδοση σε όλο το εύρος των στροφών λειτουργίας τους. Η σχέση υποπολλαπλασιασμού της 1ης ταχύτητας επιλέγεται με βάση την επιθυμητή δυνατότητα αναρρίχησης σε ανηφορικό δρόμο, ενώ αυτή της τελευταίας, με βάση την επιθυμητή τελική ταχύτητα αλλά και τον περιορισμό της κατανάλωσης κατά την κίνηση σε ανοικτό δρόμο. Οι ενδιάμεσες σχέσεις επιλέγονται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μια καμπύλη ελκτικής δύναμης όσο το δυνατόν πιο κοντά στην επιθυμητή. Η επιλογή των ταχυτήτων σε ένα μηχανικό σύστημα γίνεται μέσω του επιλογέα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι σχέσεις μετάδοσης είναι πέντε και σε ορισμένες περιπτώσεις έξι στα χειροκίνητα κιβώτια, και τέσσερις ή πέντε στα αυτόματα.

## 2.3 Ταξινόμηση των κιβωτίων

Τα διάφορα κιβώτια ταχυτήτων που χρησιμοποιούμε στα αυτοκίνητα μπορούμε να ταξινομήσουμε ως εξής:



### **1. Ανάλογα με τον τρόπο που αλλάζουν οι ταχύτητες**

- a. Κοινά κιβώτια ταχυτήτων ή χειροκίνητα ή μηχανικά
- b. Αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων ή υδραυλικά
- c. Ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων

Στα κοινά κιβώτια ταχυτήτων η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται από τον οδηγό με τη βοήθεια του μοχλού επιλογής ταχυτήτων ή λεβιέ.

Στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται εντελώς αυτόματα χωρίς καμία επέμβαση του οδηγού. Επέμβαση του οδηγού απαιτείται για την τοποθέτηση ενός ειδικού μοχλού στην κατάλληλη θέση όταν το αυτοκίνητο πρέπει να κινηθεί προς τα πίσω ή να παρκάρει.

Τέλος στα ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων έχει καταργηθεί το πεντάλ του συμπλέκτη και η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται με την επίδραση του οδηγού σε ένα μικρό μοχλό επιλογής που βρίσκεται κοντά στο τιμόνι.

### **2. Ανάλογα με τις σχέσεις μετάδοσης που δίνουν**

- a. Κλιμακωτά κιβώτια ταχυτήτων
- b. Κιβώτια ταχυτήτων συνεχούς μεταβολής της σχέσης μετάδοσης ή κιβώτια CVT (σεβτετέ).

Όταν λέμε κλιμακωτά κιβώτια ταχυτήτων εννοούμε αυτά που δίνουν μόνο ορισμένες συγκεκριμένες σχέσεις μετάδοσης (ταχύτητες) και μπορούν να λειτουργούν είτε ως κοινά είτε ως αυτόματα.

Κιβώτια συνεχούς μεταβολής λέμε αυτά που δεν έχουν ορισμένες συγκεκριμένες σχέσεις μετάδοσης, 'όπως τα προηγούμενα, αλλά λειτουργούν κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η σχέση μετάδοσης να αλλάζει διαρκώς, ανάλογα με την απαιτούμενη στους τροχούς ροπή και στροφές.

### **3. Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν**

- a. Κύρια κιβώτια ταχυτήτων
- b. Κιβώτια βοηθητικής ταχύτητας και διανομής της ισχύος σε μπροστινούς και πίσω τροχούς.
- c. Κιβώτια οβερντράιβ ή πολλαπλασιαστές στροφών.

### **4. Ανάλογα με τον αριθμό ταχυτήτων**

- a. Κιβώτια τριών ταχυτήτων
- b. Κιβώτια τεσσάρων ταχυτήτων
- c. Κιβώτια πέντε ταχυτήτων
- d. Κιβώτια περισσότερων ταχυτήτων

Στην Ελλάδα μικρά επιβατικά αυτοκίνητα είναι εφοδιασμένα συνήθως με κοινά κιβώτια πέντε ταχυτήτων με τάση να αντικατασταθούν με κοινά κιβώτια έξι ταχυτήτων.

Σε φορτηγά αυτοκίνητα τα κιβώτια ταχυτήτων έχουν πολύ μεγαλύτερο αριθμό ταχυτήτων.



Τέλος στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων μικρών επιβατικών αυτοκινήτων ο αριθμός των ταχυτήτων είναι συνήθως τρεις και σε μερικές περιπτώσεις τέσσερις.

#### **2.4 Μηχανισμός επιλογής των ταχυτήτων**

Όπως έχουμε αναφέρει, για να επιλέξουμε μια σχέση μετάδοσης (ταχύτητα) στο κιβώτιο ταχυτήτων υπάρχει ένας μοχλός επιλογής ταχυτήτων.

Η κίνηση του μοχλού μεταβιβάζεται, είτε απ' ευθείας είτε με κάποια κινηματική αλυσίδα, στο εσωτερικό του κιβωτίου, και εμπλέκει κάθε φορά και διαφορετικό ζευγάρι οδοντωτών τροχών.

Η εμπλοκή των οδοντωτών τροχών στα κιβώτια με ολισθαίνοντες τροχούς γίνεται, όπως είπαμε σε προηγούμενες παραγράφους, με την ολίσθηση ενός οδοντωτού τροχού πάνω στην άτρακτό τους.

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

Κάθε δίχαλο στερεώνεται σε έναν αξονίσκο και όταν κινηθεί προς τη μια κατεύθυνση μετακινεί για εμπλοκή έναν οδοντωτό τροχό και όταν κινηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση μετακινεί έναν δεύτερο οδοντωτό τροχό. Έτσι με κάθε δίχαλο επιλέγονται μέχρι δύο ταχύτητες. Μερικές φορές ένα δίχαλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για την επιλογή μιας ταχύτητας.

Κάθε αξονίσκος έχει και μία εγκοπή μέσα στην οποία μπαίνει η κάτω άκρη (γλώσσα) του μοχλού επιλογής.

#### **2.5 Θέση του μοχλού επιλογής ταχυτήτων**

Ο μοχλός επιλογής ταχυτήτων τοποθετείται συνήθως στο δάπεδο, ακριβώς δίπλα από τον οδηγό. Παλιότερα ήταν πολύ διαδεδομένο να τοποθετείται στην κολώνα του τιμονιού.

**A. Μοχλός επιλογής στο δάπεδο**

Στην περίπτωση αυτή το κιβώτιο ταχυτήτων μπορεί να βρίσκεται:

- a. Ακριβώς κάτω από το μοχλό επιλογής.
- b. Σε μικρή απόσταση από αυτό.
- c. Σε μεγάλη απόσταση από αυτό.

Όταν το κιβώτιο βρίσκεται ακριβώς κάτω από το μοχλό επιλογής τότε ο μοχλός επιλογής επενεργεί απ' ευθείας στα δίχαλα. Η κατασκευή αυτή είναι η πιο αποδεκτή, γιατί παρουσιάζει: λιγότερα εξαρτήματα, μικρό όγκο, έλλειψη κινηματικής αλυσίδα και μικρότερο κόστος.



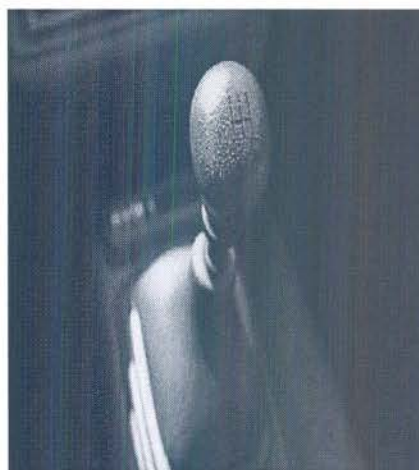
Αν το κιβώτιο βρίσκεται σε μικρή απόσταση, τότε ο μοχλός επιλογής προσαρμόζεται πάνω σε ένα κέλυφος επέκτασης, που προσαρμόζεται στο πίσω μέρος του κιβωτίου ταχυτήτων. Η γλώσσα του μοχλού επιλογής ταχυτήτων με το συγκρότημα των διχάλων ενώνονται με μία συνδετική ράβδο. Η ράβδος αυτή κινείται αξονικά (εμπρός – πίσω) και στρέφεται λίγο, ώστε να μπαίνει κάθε φορά στην κατάλληλη εγκοπή των αξονίσκων των φουρκετών και να εμπλέκεται η ταχύτητα που θέλουμε.

Τέλος, αν το κιβώτιο ταχυτήτων βρίσκεται μακριά από το μοχλό επιλογής ταχυτήτων, τότε η συνδετική ράβδος δε βρίσκεται μέσα στο κέλυφος επέκτασης. Μπορεί όμως να βρίσκεται προστατευμένη μέσα σε τούνελ που σχηματίζεται κατά μήκος του αμαξώματος. Τέτοιες κατασκευές συναντάμε:

- α. όταν κινητήρας και σύστημα μετάδοσης βρίσκονται πίσω
- β. όταν ο κινητήρας είναι στο εμπρόσθιο μέρος και οι κινητήριοι τροχοί πίσω, αλλά το κιβώτιο ταχυτήτων για λόγους κατανομής βάρους τοποθετείται στο πίσω μέρος, ακριβώς μπροστά από το διαφορικό.

Ο μοχλός ταχυτήτων επιτρέπει την αλλαγή των ταχυτήτων και χρησιμοποιείται πάντοτε μαζί με το συμπλέκτη. Κάθε αυτοκίνητο έχει σχεδιαστεί να δέχεται έναν αριθμό ταχυτήτων, συνήθως 5 ή 4 για την προς τα εμπρός κίνηση και μία για την όπισθεν. Η 1η και η 2η ταχύτητα σας βοηθούν να αναπτύξετε χαμηλή ταχύτητα με μεγάλη ροπή (ώθηση), για παράδειγμα τις χρησιμοποιείτε όταν ανεβαίνετε μίαν ανηφόρα· οι 3η, 4η και 5η αναπτύσσουν υψηλή ταχύτητα με μειωμένη ροπή (ώθηση).

Όταν ξεκινά το αυτοκίνητο, πρέπει να βάζετε την 1η ταχύτητα και όταν τεθεί σε κίνηση ανεβάζετε προοδευτικά τις ταχύτητες 2η, 3η κλπ., ανάλογα με τις συνθήκες κυκλοφορίας και την ταχύτητα που επιτρέπεται να αναπτύσσει το αυτοκίνητό σας. Όταν δεν υπάρχει επιλεγμένη ταχύτητα στο κιβώτιο, ο μοχλός βρίσκεται στο νεκρό σημείο (νεκρά) οπότε δεν μεταφέρεται ισχύς από τον κινητήρα στους τροχούς.



ΕΙΚΟΝΑ 2.1: Επιλογέας Ταχυτήτων 1

Η επιβράδυνση γίνεται με παρόμοιες κινήσεις. Πρέπει πάντοτε να συνδυάζετε την ταχύτητα του κιβωτίου ταχυτήτων με την ταχύτητα του αυτοκινήτου, έτσι ώστε, αν θελήσετε να επιταχύνετε ξανά, ο κινητήρας να έχει την κατάλληλη ισχύ για να το κάνει.

Τα αυτοκίνητα συνήθως είναι εξοπλισμένα με στροφόμετρο, ένα όργανο στον πίνακα οργάνων (ταμπλό) που δείχνει τις στροφές του κινητήρα. Αν το συμβουλευέστε έστω και με μια ματιά, σας βοηθά να αποφασίσετε για την σχέση που θα επιλέξετε στο κιβώτιο ταχυτήτων. Επειδή όμως υπάρχει κίνδυνος η παρατεταμένη παρατήρηση του στροφόμετρου να αποσπάσει την προσοχή σας από το δρόμο, θα πρέπει να συνηθίσετε να εντοπίζετε πότε πρέπει να αλλάξετε ταχύτητα. Αυτό γίνεται και με την απόκτηση εμπειρίας για να αντιλαμβάνεσθε, αν οι στροφές του κινητήρα είναι οι κατάλληλες για την ταχύτητα με την οποία κινείται το αυτοκίνητό σας κάθε στιγμή, χρησιμοποιώντας την ακοή σας. Όταν μιλάμε για χρήση της ακοής εννοούμε πως αν η λειτουργία του κινητήρα είναι σε πολύ υψηλές στροφές και θορυβώδης, τότε πρέπει να βάλετε την αμέσως μεγαλύτερη ταχύτητα, ενώ, αντίθετα, αν είναι σε πολύ χαμηλές στροφές ή ο κινητήρας «σκορτσάρει» τότε πρέπει να κατεβάσετε ταχύτητα.



### 3. Ιστορική Αναδρομή

#### 3.1 Το πρώτο κοινό κιβώτιο ταχυτήτων (ολισθαίνοντες τροχοί)

Το πρώτο κοινό κιβώτιο ταχυτήτων κατασκευάστηκε το 1890 στη Γαλλία από τους Panhard (Πανάρντ) και Levassor (Λεβασόρ).

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

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

Για να πετύχουμε διαφορετική σχέση μετάδοσης (ταχύτητα) εμπλέκουμε κάθε φορά και διαφορετικό ζευγάρι οδοντωτών τροχών. Η εμπλοκή γίνεται με μετακίνηση ενός τροχού της κινητήριας ατράκτου για να έλθει στη θέση του αντίστοιχου τροχού της κινούμενης ατράκτου.

Η μετακίνηση των οδοντωτών τροχών επιτυγχάνεται με ένα δίχαλο που παίρνει κίνηση από το μοχλό επιλογής ταχυτήτων (λεβιέ).

Το κιβώτιο αυτό αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Την κινητήρια άτρακτο
- Την ενδιάμεση άτρακτο
- Την κινούμενη άτρακτο
- Το σύστημα επιλογής ταχυτήτων
- Το κέλυφος

##### 1. Η κινητήρια άτρακτος

Αυτή είναι περισσότερο γνωστή ως πριζντιρέκτ (prise direct). Λέγεται επίσης και πρωτεύονταξ άξονας. Η άτρακτος αυτή στο ένα της άκρο φέρει πολύσφηνο και συνδέεται με την πλήμνη που έχει ο δίσκος του συμπλέκτη και τη μεταφέρει στο εσωτερικό του κιβωτίου ταχυτήτων.

Η κινητήρια άτρακτος στηρίζεται στο σφόνδυλο (βολάν) και στο κέλυφος του κιβωτίου ταχυτήτων με ρουλεμάν.

##### 2. Ενδιάμεση άτρακτος

Η ενδιάμεση άτρακτος βρίσκεται στο κάτω μέρος του κιβωτίου ταχυτήτων και είναι παράλληλη στην κινητήρια άτρακτο. Πάνω της υπάρχουν μερικοί οδοντωτοί τροχοί που είναι ενσωματωμένοι σε αυτή.

Κινητήρια και ενδιάμεση άτρακτος συνδέονται με τους οδοντωτούς τροχούς Z1 και Z2. έτσι αν δεν είναι πατημένος ο συμπλέκτης η κίνηση φθάνει μέχρι και την ενδιάμεση άτρακτο. Όταν πατήσουμε το πεντάλ του συμπλέκτη σταματά να κινείται η κινητήρια άτρακτος και κατά συνέπεια και η ενδιάμεση άτρακτος.

Στηρίζεται στα δύο άκρα της σε ρουλεμάν που τοποθετούνται σε υποδοχές του κελύφους.

### 3. Κινούμενη άτρακτος

Η κινούμενη άτρακτος (γνωστή και ως δευτερεύοντα άξονα) είναι η άτρακτος με την οποία βγαίνει η κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων για να μεταφερθεί προς τους τροχούς και βρίσκεται κατά μήκος της κινητήριας άτρακτου.

Τα ένα της άκρο στηρίζεται στην κινητήρια άτρακτο και το άλλο στο κέλυφος.

Στην άτρακτο αυτή υπάρχουν οδοντωτοί τροχοί που κάθε φορά μετακινείται αξονικά ένας για να συμπλεχθεί με τον αντίστοιχο οδοντωτό τροχό της ενδιάμεσης άτρακτου.

Για να είναι δυνατή τόσο η αξονική μετακίνηση των πιο πάνω οδοντωτών τροχών όσο και η μεταβίβαση της ροπής πρέπει τόσο η άτρακτος όσο και οι πλήμνες των τροχών, να έχουν μορφή πολύσφηνου.

Επειδή η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται με ολίσθηση των οδοντωτών τροχών πάνω στην άτρακτό τους τα κιβώτια αυτά λέγονται κιβώτια ταχυτήτων με ολισθαίνοντες τροχούς.



### 3.1.1 Μειονεκτήματα κιβωτίων ταχυτήτων με ολισθαίνοντες τροχούς

Τα κιβώτια ταχυτήτων με ολισθαίνοντες τροχούς παρουσιάζουν τα εξής μειονεκτήματα:

1. δυσκολία στην αλλαγή των ταχυτήτων. Η δυσκολία αυτή είναι τόσο μεγάλη που μόνο οδηγοί που έχουν σημαντική εμπειρία μπορούν να αλλάζουν ταχύτητα χωρίς θόρυβο.
2. θορυβώδης λειτουργία όχι μόνο κατά την αλλαγή των ταχυτήτων αλλά και κατά τη διάρκεια συνεχούς λειτουργίας με κάποια από τις ταχύτητες. Ο θόρυβος αυτός είναι ιδιαίτερα έντονος στις υψηλές ταχύτητες και οφείλεται στο είδος των οδοντωτών τροχών, που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα κιβώτια

οδοντωτοί τροχοί με αθόρυβη λειτουργία είναι οι ελικοειδείς, αλλά αυτοί δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτά γιατί απαιτούν μόνιμη εμπλοκή αφού δεν μπορούν να αποσυμπλεχθούν με αξονική μετάθεση του ενός τροχού.

Έτσι, επειδή η απαίτηση για εύκολη και αθόρυβη λειτουργία έγινε σήμερα επιτακτική, τα κιβώτια με ολισθαίνοντες τροχούς δε χρησιμοποιούνται πλέον στα αυτοκίνητα. Θα τα συναντήσουμε όμως σε βιομηχανικές και γεωργικές εφαρμογές. Αλλαγή ταχύτητας με ολίσθηση του οδοντωτού τροχού πάνω στον άξονα του θα συναντήσουμε στα σύγχρονα αυτοκίνητα μόνο για την εμπλοκή της όπισθεν και αυτό όχι σε όλα τα κιβώτια ταχυτήτων.



### 3.2 Κιβώτια ταχυτήτων μόνιμης εμπλοκής

Στα κιβώτια αυτά όλα τα ζευγάρια των οδοντωτών τροχών βρίσκονται μόνιμα σε εμπλοκή, άλλα μόνο ένα κάθε φορά μεταδίδει κίνηση από την ενδιάμεση στην κινούμενη άτρακτο.

Η μόνιμη εμπλοκή των οδοντωτών τροχών όλων των ταχυτήτων είναι επακόλουθο της χρησιμοποίησης ελικοειδών οδοντωτών τροχών.

Ένα κιβώτιο ταχυτήτων μόνιμης εμπλοκής αποτελείται και αυτό από τρεις ατράκτους, που έχουν την ίδια μορφή και διάταξη με αυτές του κιβωτίου ταχυτήτων που περιγράψαμε προηγουμένως.

Παρατηρούμε ότι όλοι οι οδοντωτοί τροχοί είναι ελικοειδείς και βρίσκονται σε μόνιμη εμπλοκή.

Οι οδοντωτοί τροχοί της ενδιάμεσης ατράκτου αποτελούν ενιαίο σώμα με την ενδιάμεση άτρακτο. Οι τροχοί της κινούμενης ατράκτου περιστρέφονται γύρω από αυτή ελεύθερα. Η σύνδεση των τροχών αυτών με την άτρακτο γίνεται με τα συνδετικά δακτυλίδια.

Τα συνδετικά δακτυλίδια συνδέονται με την κινούμενη άτρακτο με πολύσφηνο και έτσι έχουν τη δυνατότητα τόσο για μετάδοση περιστροφικής κινήσεως όσο και για ολίσθηση κατά μήκος της ατράκτου.

Στη μέση του συνδετικού δακτυλιδιού υπάρχει υποδοχή για το δίχαλο που το μετακινεί αριστερά ή δεξιά ώστε να συνδεθεί με την πλήμνη του τροχού που θα μεταδώσει την περιστροφική κίνηση.

#### 3.2.1 Σύγκριση κιβωτίων ταχυτήτων μόνιμης εμπλοκής και κιβωτίων με ολισθαίνοντες τροχούς.

Επειδή στα κιβώτια μόνιμης εμπλοκής οι οδοντωτοί τροχοί εμπλέκονται μόνιμα, είναι δυνατόν να έχουν ελικοειδή οδόντωση και να δίνουν στα κιβώτια τα εξής πλεονεκτήματα:

α. αύξηση της ικανότητας μεταφοράς φορτίου

β. μείωση του θορύβου σε σχέση με τα κιβώτια που έχουν ολισθαίνοντες τροχούς

γ. μείωση του μεγέθους και του όγκου αφού οι ελικοειδείς τροχοί μπορούν να κατασκευασθούν με λιγότερα δόντια.

Όπως και στα κιβώτια με ολισθαίνοντες τροχούς έτσι και στα κιβώτια μόνιμης εμπλοκής το πρόβλημα της δυσκολίας στην αλλαγή των ταχυτήτων παραμένει. Και στα δύο κιβώτια η αλλαγή των ταχυτήτων απαιτεί δεξιοτεχνία. Οι οδηγοί καταφεύγουν στη διπλή αποσύμπλεξη. Με το πρώτο πάτημα του πεντάλ φέρνουν το μοχλό επιλογής ταχυτήτων από

τη θέση κάποιας ταχύτητας στη θέση νεκρό και με το δεύτερο πάτημα φέρουν το μοχλό από το νεκρό στην επιθυμητή θέση. Όπως και τα κιβώτια με ολισθαίνοντες τροχούς έτσι και τα κιβώτια μόνιμης εμπλοκής έχουν περιορισμένη εφαρμογή σε οχήματα.

### 3.3 Κιβώτια ταχυτήτων με συγχρονιστές (συγχρονιζέ)

Όπως είδαμε τα κιβώτια ταχυτήτων με ολισθαίνοντες τροχούς παρουσιάζουν σημαντικά μειονεκτήματα. Αλλά και τα κιβώτια μόνιμης εμπλοκής, που είναι βελτίωση των κιβωτίων με ολισθαίνοντες τροχούς, παρουσιάζουν και αυτά το πρόβλημα της δυσκολίας στην αλλαγή των ταχυτήτων.

Έτσι το 1936 η αμερικάνικη εταιρία Γουόρνερ για να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα παρουσιάζει κιβώτια ταχυτήτων με συγχρονισμό στην αλλαγή των ταχυτήτων.

Λίγο αργότερα, περίπου στα 1940, εμφανίστηκαν και τα πρώτα κιβώτια ταχυτήτων με αυτόματη επιλογή των ταχυτήτων.

Στα κιβώτια ταχυτήτων με συγχρονισμό το πρόβλημα της δυσκολίας στην αλλαγή των ταχυτήτων αντιμετωπίζεται με τους μηχανισμούς συγχρονισμού.

Οι μηχανισμοί συγχρονισμού είναι αυτοί που εξισώνουν τις ταχύτητες των μερών που θα εμπλακούν με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται εύκολη και αθόρυβη λειτουργία χωρίς κίνδυνο φθορών και θραύσεων.

Όλα τα ζευγάρια των οδοντωτών τροχών βρίσκονται σε συνεχή εμπλοκή με εξαίρεση τους οδοντωτούς τροχούς της όπισθεν που, σε μερικά κιβώτια ταχυτήτων, δεν είναι σε μόνιμη εμπλοκή. Στην περίπτωση αυτή η εμπλοκή γίνεται με ολίσθηση ενός οδοντωτού τροχού πάνω στον άξονα του. Σε μερικές περιπτώσεις η όπισθεν εμπλέκεται με συνδετικό κολάρο.

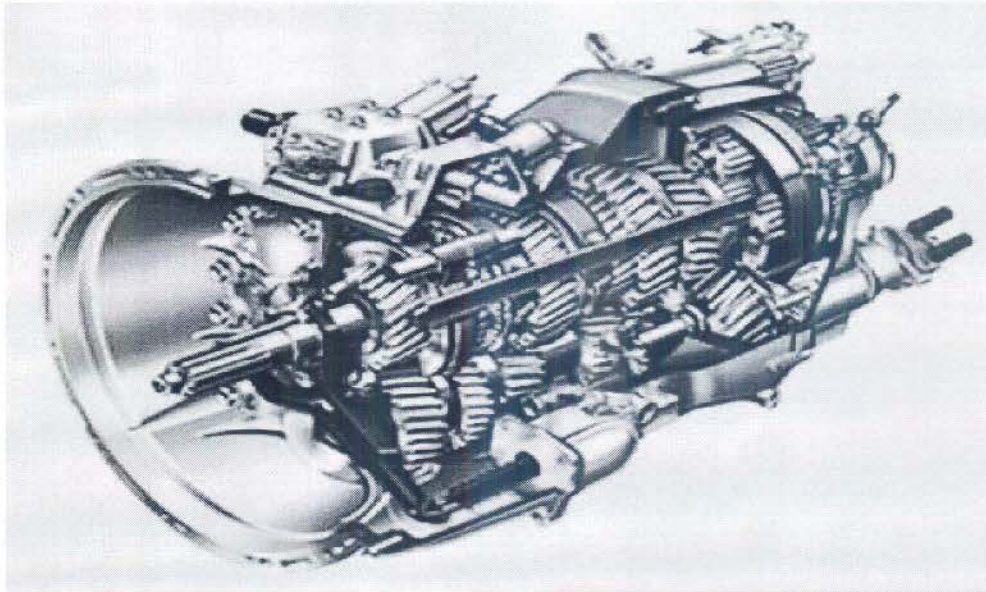
Οι οδοντωτοί τροχοί είναι ελικοειδείς γιατί όπως γνωρίζουμε έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των τροχών με παράλληλα δόντια.

Η αλλαγή των ταχυτήτων είναι εύκολη και αθόρυβη.

Τα κιβώτια ταχυτήτων με συγχρονισμό έχουν περισσότερα εξαρτήματα και είναι πιο πολύπλοκα από τα άλλα κιβώτια ταχυτήτων.

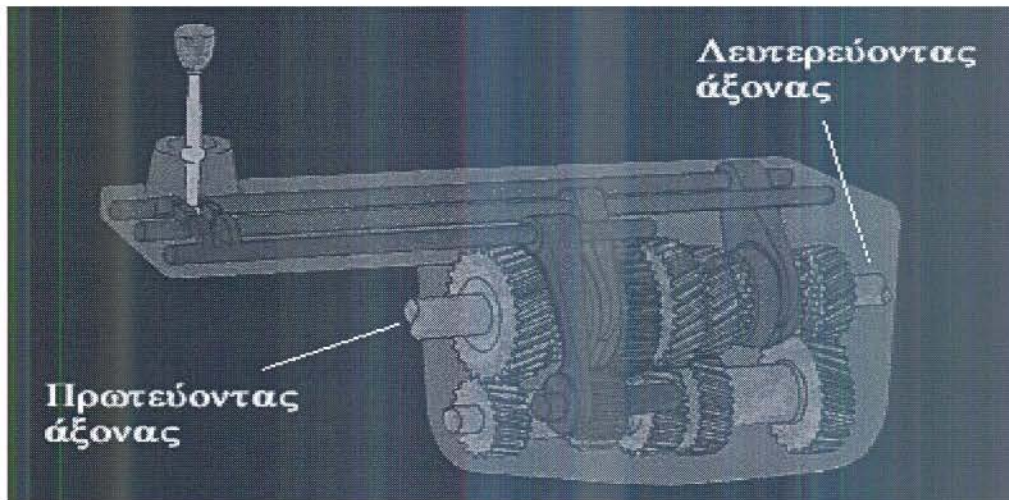


Το 1958 η Porsche τελειοποίησε τα κιβώτια ταχυτήτων με συγχρονιστές, τα οποία επικρατούν μέχρι σήμερα.



ΕΙΚΟΝΑ 3.1: Κιβώτιο Ταχυτήτων 1

#### 4. Τα είδη Κιβωτίων Ταχυτήτων του αυτοκινήτου



ΕΙΚΟΝΑ 4.1: Λειτουργικό Διάγραμμα Κ.Τ. 1

#### **4.1 Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων**

Τα αυτοκίνητα με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων ολοένα και κερδίζουν έδαφος στην προτίμηση των αγοραστών της Ευρώπης, όπως και στην Ελλάδα παράλληλα, ενώ στην Αμερική εδώ και χρόνια αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία. Η ευκολία που παρέχουν στην οδήγηση -ειδικά σε αστικές συνθήκες- είναι το μεγάλο τους πλεονέκτημα έναντι των χειροκίνητων. Επιπλέον, η παρουσία νέων αυτόματων κιβωτίων με σημαντικά αναβαθμισμένη τεχνολογία, με 6 ή και 7 ταχύτητες, σε συνδυασμό με σειριακή λειτουργία, ακόμα και σε μικρής χωρητικότητας κινητήρες, τα κάνει ακόμη πιο δημοφιλή.

##### **Από 4 έως 8 ταχύτητες**

Τα αυτόματα κιβώτια που διατίθενται έχουν -ανάλογα το μοντέλο- 4, 5, 6, 7 ή και 8 σχέσεις μετάδοσης, ενώ εκείνα με τις περισσότερες είναι τα πιο σύγχρονα και εξελιγμένα. Μάλιστα, αυτά διακρίνονται για τις εφάμιλλες επιδόσεις, την παραπλήσια ή ακόμα και χαμηλότερη κατανάλωση και εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προσφέρουν, σε σχέση με τα χειροκίνητα κιβώτια. Μερικά από αυτά είναι το Easytronic της Opel και το DSG7 της VW, τα οποία προσφέρονται σε πιο προσιτά σε τιμή αυτοκίνητα.

##### **Τα θετικά και τα αρνητικά των αυτόματων κιβωτίων**

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

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



## 4.1.1 Τύποι αυτόματων κιβωτίων

### 4.1.1.1 Συνεχώς μεταβαλλόμενων σχέσεων (CVT)

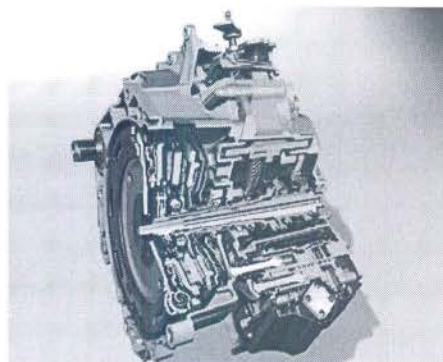


ΕΙΚΟΝΑ 4.2: Επιλογέας Ταχυτήτων 2

Τα εν λόγω κιβώτια -αντί για γρανάζια και περιστρεφόμενους δίσκους- διαθέτουν δύο τροχαλίες, που επιτρέπουν άμεση μετάβαση από τις κοντές στις μακριές σχέσεις, χωρίς οι αλλαγές αυτές να γίνονται αισθητές από τον οδηγό. Παράλληλα, η κάθε τροχαλία αποτελείται από δύο κώνους, οι οποίοι έχουν την ιδιότητα να απομακρύνονται ή να πλησιάζουν μεταξύ τους, ανάλογα με την πίεση που ασκεί ο οδηγός στο γκάζι. Έτσι λοιπόν, ουσιαστικά, στα CVT κιβώτια ταχυτήτων δεν υπάρχουν σχέσεις μετάδοσης και η επιτάχυνση γίνεται με γραμμικό τρόπο, γεγονός που αποτελεί και το βασικότερο πλεονέκτημα. Ωστόσο, σε πολλά σύγχρονα CVT υπάρχει η δυνατότητα σειριακής αλλαγής των ταχυτήτων.

### 4.1.1.2 Διπλού συμπλέκτη

Από τα πιο διαδεδομένα κιβώτια ταχυτήτων διπλού συμπλέκτη είναι το DSG (Direct Shift Gearbox) της VW, το οποίο εφοδιάζει πολλά αυτοκίνητα του γερμανικού ομίλου. Σε αυτού του τύπου τα σασμάν οι ταχύτητες μεταδίδουν την



ΕΙΚΟΝΑ 4.3: Τομή Διπλού Συμπλέκτη 1

κίνηση από τους συμπλέκτες σε ξεχωριστούς άξονες. Έτσι, σε ένα 7άρι κιβώτιο, στον πρώτο άξονα εμπλέκονται η 1η, 3η, 5η, και 7η ταχύτητα, ενώ στο δεύτερο εμπλέκονται η 2η, 4η, 6η και όπισθεν. Με αυτόν τον τρόπο, πριν γίνει η αλλαγή της ταχύτητας, αυτή έχει ήδη προεπιλεγεί, γεγονός που μειώνει σημαντικά το χρόνο που χρειάζεται στις εναλλαγές των σχέσεων μετάδοσης, με επιπλέον οφέλη στην κατανάλωση και στις επιδόσεις.

#### 4.1.1.3 τετρατάχυτα

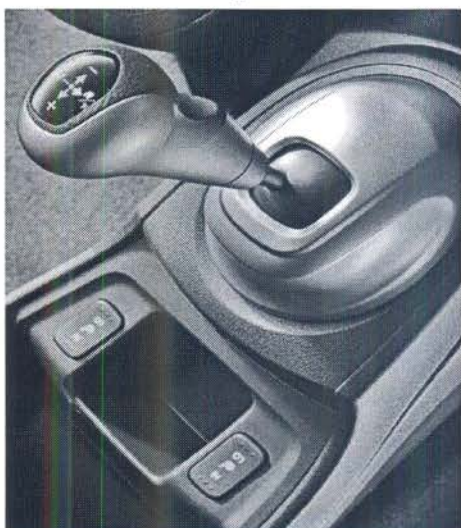


ΕΙΚΟΝΑ 4.4:Επιλογέας Ταχυτήτων 3

πολύπλοκα και σύνθετα στην κατασκευή τους.

Αυτά αποτελούν τα παλαιότερης τεχνολογίας αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων, τα οποία πλέον συναντώνται σε λίγα αυτοκίνητα, καθώς εμφανίζουν πολλά αρνητικά στοιχεία. Τα πιο βασικά είναι ότι επιβαρύνουν αισθητά τις επιδόσεις και την κατανάλωση (σε σχέση με τα χειροκίνητα), αλλά είναι λιγότερο

#### 4.1.1.4 Σειριακά



ΕΙΚΟΝΑ 4.5:Επιλογέας Ταχυτήτων 4

κυρίως, κινητήρες υπάρχει υστέρηση στις εναλλαγές των ταχυτήτων.

Πλέον, τα πιο πολλά σύγχρονα κιβώτια ταχυτήτων άνω των 5 σχέσεων μετάδοσης έχουν και σειριακή λειτουργία. Μέσω αυτής ο οδηγός είναι σε θέση να ανεβάζει ή να κατεβάζει ταχύτητες μετακινώντας τον επιλογέα πάνω - κάτω ή δεξιά-αριστερά, ανάλογα το κιβώτιο, κάτι που αποτελεί και το σημαντικότερο πλεονέκτημα. Πρόσθετα, σε ορισμένα αυτοκίνητα οι εναλλαγές των σχέσεων γίνονται και μέσω χειριστηρίων στο τιμόνι. Το αρνητικό στοιχείο είναι ότι σε μικρού κυβισμού,



#### 4.1.2 Αυτόματα και ηλεκτρονικά ελεγχόμενα κιβώτια ταχυτήτων

Τα αυτόματα κιβώτια εμφανίστηκαν για πρώτη φορά τη δεκαετία του '30 από την Αμερικάνικη αυτοκινητοβιομηχανία Cadillac και από τότε ελάχιστα έχουν εξελιχθεί ως προς την αρχή λειτουργίας τους. Βασικά τους γνωρίσματα είναι η μεγάλη πολυπλοκότητα και το αυξημένο κόστος κατασκευής λόγω του μεγάλου αριθμού πλανητικών γραναζιών που χρησιμοποιούν αλλά και το αυξημένο τους βάρος σε σχέση με τα συμβατικά χειροκίνητα κιβώτια. Επίσης η χρήση μετατροπέα ροπής στη θέση του συμβατικού συμπλέκτη αυξάνει σημαντικά το χρόνο αντίδρασής τους σε σχέση με τη μεγάλη αμεσότητα των συμβατικών κιβωτίων. Ωστόσο είναι ιδιαίτερα δημοφιλή ιδιαίτερα στην Αμερικάνικη αγορά κυρίως λόγω του ότι προσφέρουν μεγάλη ευκολία οδήγησης και φιλικότητα προς το χρήστη.

Είναι βέβαια γεγονός πως τα τελευταία χρόνια οι κατασκευαστές κυρίως πολυτελών αυτοκινήτων όπως η Mercedes και η BMW προχώρησαν σε αρκετές αλλαγές και καινοτομίες στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων τους. Έτσι σήμερα μιλάμε για αυτόματα κιβώτια 5 σχέσεων και διάφορα προγράμματα οδήγησης (Οικονομικό, Σπορ, για Χιόνι κ.λπ.) ορισμένα μάλιστα από τα οποία είναι εξοπλισμένα και με αυτοματισμούς που στηρίζονται σε μη γραμμικούς αλγορίθμους και επιτρέπουν τη δημιουργία "έξυπνων κιβωτίων". Η μονάδα ελέγχου δηλαδή του κιβωτίου "μαθαίνει" τον τρόπο οδήγησης του κάθε οδηγού και προσαρμόζεται ανάλογα. Ωστόσο, το μέλλον των αυτόματων κιβωτίων ταχυτήτων δεν είναι ιδιαίτερα ευόιωνο. Αυτή η διαπίστωση οφείλεται στην εμφάνιση πολλών, πολλά υποσχόμενων ηλεκτρονικά ελεγχόμενων κιβωτίων.

Με την αλματώδη εξέλιξη της ηλεκτρονικής και των αυτοματισμών έχει γίνει δυνατός ο σχεδόν τέλειος έλεγχος των συμβατικών κιβωτίων από ηλεκτρομηχανικές διατάξεις οι οποίες μετατρέπουν το κλασικό χειροκίνητο κιβώτιο ταχυτήτων σε ένα υπερεξελιγμένο ηλεκτρονικά ελεγχόμενο κιβώτιο, περίπου στα πρότυπα των μονοθεσιών της Formula 1. Στις παρακάτω παραγράφους ακολουθεί μια συνοπτική ανάλυση των κυριότερων συστημάτων ηλεκτρονικά ελεγχόμενων κιβωτίων ταχυτήτων τα οποία εφοδιάζουν αυτοκίνητα παραγωγής.

### 4.1.3 Αυτόματο Κιβώτιο με χειροκίνητη λειτουργία

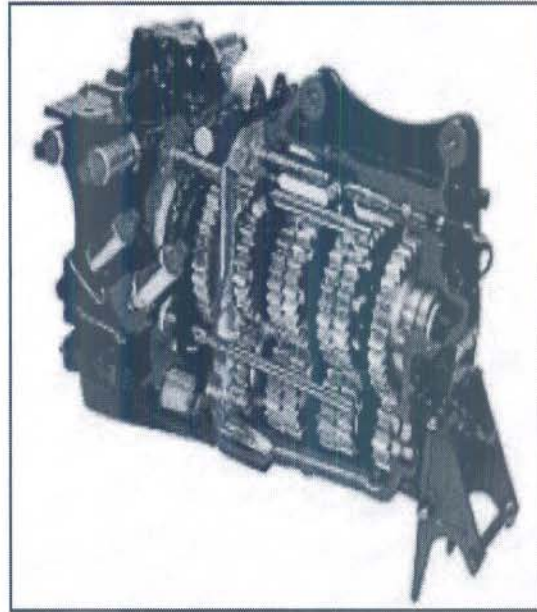
Χρονολογικά η πρώτη παρουσίαση ηλεκτρονικά ελεγχόμενου κιβωτίου ταχυτήτων έγινε το 1990 από την Porsche στο μοντέλο της 911. Το κιβώτιο αυτό ονομάστηκε Tiptronic και σύντομα χρησιμοποιήθηκε και στα μοντέλα 968 και Boxter της ίδιας εταιρίας, καθώς και σε μοντέλα άλλων εταιριών όπως η Audi και η Mitsubishi. Λειτουργικά βασίζεται στο απλό αυτόματο κιβώτιο το οποίο κάνει χρήση ενός κανονικού μετατροπέα ροπής. Ωστόσο δίνεται η δυνατότητα στον οδηγό να επιλέξει 5 "εικονικές" ταχύτητες μετακινώντας εμπρός ή πίσω το μοχλό ταχυτήτων. Ουσιαστικά το μόνο που επιτυγχάνει το Tiptronic είναι να δίνει μια αίσθηση οδηγικής ευχαρίστησης και αμεσότητας στον οδηγό, παρόμοια με αυτή του χειροκίνητου κιβωτίου. Βέβαια είναι σημαντική και η παρουσία εξελιγμένων ηλεκτρονικών αυτοματισμών οι οποίοι δίνουν τη δυνατότητα επιλογής προγραμμάτων οδήγησης ανάλογα με τη διάθεση του οδηγού και την κατάσταση του δρόμου. Επίσης υπάρχουν αυτοματισμοί προστασίας του κινητήρα και του κιβωτίου, σε περίπτωση που ο οδηγός από λανθασμένο χειρισμό τείνει να προκαλέσει βλάβη. Για το σχεδιασμό του πρώτου αυτού έξυπνου κιβωτίου ταχυτήτων, υπεύθυνη είναι η Porsche, την κατασκευή του έχει αναλάβει η ZF ενώ την κατασκευή και τον προγραμματισμό της μονάδας ελέγχου κάνει η Bosch. Η τελευταία εξέλιξη του Tiptronic είναι το Tiptronic S το οποίο διαθέτει βελτιωμένο λογισμικό αλλά και 2 κουμπιά στο τιμόνι για την αλλαγή ταχυτήτων. Με τον τρόπο αυτό ο οδηγός μένει απόλυτα προσηλωμένος στην οδήγηση.

<b>Porsche Tiptronic / Tiptronic S</b>	
<b>Πλεονεκτήματα</b>	Προσφέρει περισσότερη οδηγική ευχαρίστηση και αμεσότητα από το κλασικό αυτόματο κιβώτιο.
<b>Μειονεκτήματα</b>	Τα μειονεκτήματα ενός αυτόματου κιβωτίου συν το γεγονός πως δεν είναι γρηγορότερο στις αντιδράσεις του από τα αυτόματα.



#### 4.1.4 Χειροκίνητο κιβώτιο με αυτόματη λειτουργία Ferrari F1 Gearbox "Selespeed"

Στα μέσα του 2000 η Ferrari παρουσίασε το μοντέλο της 355 F1. Το μοντέλο αυτό διαθέτει ένα ιδιαίτερα καινοτόμο λειτουργικό στοιχείο. Ήταν εξοπλισμένο με το πρώτο χειροκίνητο κιβώτιο ταχυτήτων, με αυτόματη λειτουργία, που έμπαινε σε παραγωγή. Όπως υποδηλώνει και το όνομά του, το κιβώτιο αυτό εξελίχθηκε με βάση τα ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων των μονοθεσιών της Formula1 τα οποία πρωτοπαρουσιάστηκαν το 1989. Το ημιαυτόματο αυτό κιβώτιο ταχυτήτων βασίζεται στο κλασικό χειροκίνητο κιβώτιο 6 σχέσεων της Ferrari 355, στο οποίο όμως έχουν γίνει πολλές



ΕΙΚΟΝΑ 4.6: Τομή Selespeed 1

τροποποιήσεις. Η βασικότερη διαφοροποίηση είναι το ότι ο κλασικός χειροκίνητος μηχανισμός αποσύμπλεξης και αλλαγής σχέσεων έχει αντικατασταθεί από έναν ηλεκτρονικό συμπλέκτη και ένα ηλεκτροδραυλικό σύστημα υψηλής πίεσης το οποίο πραγματοποιεί τις αλλαγές των ταχυτήτων. Το κιβώτιο αυτό μπορεί να λειτουργήσει σε 3 διαφορετικά προγράμματα. Το πρώτο είναι η πλήρως αυτόματη λειτουργία κατά την οποία, η μονάδα ελέγχου, αναλύει τα σήματα που στέλνουν οι αισθητήρες στροφών κινητήρα, φορτίου, ταχύτητας και πίεσης του πεντάλ του γκαζιού και αυτόματα επιλέγει την ιδανική σχέση. Βέβαια η λειτουργία αυτή δεν είναι τόσο ομαλή όσο η αντίστοιχη λειτουργία του αυτόματου κιβωτίου, διότι εδώ γίνεται αυτόματη αλλαγή σε ένα κλασικό χειροκίνητο κιβώτιο, χωρίς την ύπαρξη μετατροπέα ροπής. Όταν όμως ο οδηγός θελήσει να οδηγήσει σε γρήγορους ρυθμούς, επιλέγει την αντίστοιχη διαμόρφωση κιβωτίου και πλέον οι ταχύτητες αλλάζουν χειροκίνητα μεν, ηλεκτρονικά ελεγχόμενα δε. Ουσιαστικά, ο οδηγός ενεργοποιεί με το πάτημα ενός κουμπιού στο τιμόνι τον μηχανισμό αλλαγής ταχύτητας. Η μονάδα ελέγχου του κιβωτίου, αναλαμβάνει να ενεργοποιήσει το συμπλέκτη, να συγχρονίσει ομαλά τις στροφές του κινητήρα και να ολοκληρώσει τη διαδικασία της αλλαγής σχέσης σε λιγότερο από 0.5 δευτερόλεπτα.

Σε αυτή τη διαμόρφωση ο κινητήρας μπορεί να λειτουργήσει σε όλο το φάσμα των στροφών του αφού τις αλλαγές τις πραγματοποιεί ο οδηγός. Τέλος υπάρχει και η ημιαυτόματη λειτουργία η οποία είναι παρόμοια με αυτή του Tiptronic. Εδώ ο οδηγός προβαίνει χειροκίνητα στις αλλαγές σχέσεων αλλά έως τις 6.000σ.α.λ. Πάνω από αυτό το όριο των στροφών, το κιβώτιο αυτόματα ανεβάζει μια σχέση. Έτσι το κιβώτιο πραγματοποιεί ομαλές αλλαγές δίνοντας όμως στον οδηγό μια αίσθηση κυριαρχίας στην οδήγηση. Το ημιαυτόματο αυτό κιβώτιο της Ferrari το οποίο είναι γνωστό και με την ονομασία Selespeed αποτελεί τον καρπό της συνεργασίας της Ferrari με τη Magneti-Marelli. Το κόστος και το βάρος του τοποθετείται ανάμεσα στα αυτόματα και τα χειροκίνητα κιβώτια, όμως η λειτουργία του συνδυάζει τα πλεονεκτήματα και των 2 ειδών κιβωτίων ταχυτήτων.

#### **4.1.5 Alfa Romeo Selespeed**

Ένας από τους κύριους χρηματοδότες της Ferrari στη Formula 1 είναι και η FIAT. Η μεγάλη αυτή Ιταλική αυτοκινητοβιομηχανία απέκτησε ως αντάλλαγμα από τη Ferrari μια πιο συμβατική έκδοση του ημιαυτόματου κιβωτίου της. Το ημιαυτόματο λοιπόν αυτό κιβώτιο τοποθετήθηκε στο κορυφαίο μοντέλο της Alfa Romeo (θυγατρικής της FIAT) και έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά. Είναι κατά 90% όμοιο με αυτό της Ferrari με μικρές διαφορές στο λογισμικό της μονάδας ελέγχου και των περιφερειακών εξαρτημάτων του. Ωστόσο, το κιβώτιο που αποτέλεσε βάση του ημιαυτόματου Selespeed της Alfa Romeo είναι ένα συμβατικό χειροκίνητο κιβώτιο 5 σχέσεων. Έτσι οι ρυθμίσεις της μονάδας ελέγχου είναι πολύ πιο ήπιες έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ομαλή λειτουργία και να μην καταπονούνται τα κινούμενα μέρη του κιβωτίου. Έτσι οι αλλαγές γίνονται σε χρόνο 1-1.5 δευτερόλεπτα, σαφώς πιο αργά από το αντίστοιχο κιβώτιο της Ferrari. Η πρόταση λοιπόν της ιταλικής αυτής αυτοκινητοβιομηχανίας μπορεί να θεωρηθεί λιγότερο πρωτοποριακή και αποτελεσματική, ωστόσο δεν παύει να είναι ένα πολύ σημαντικό τεχνολογικό επίτευγμα.



#### 4.1.6 BMW M-Sequential

Περίπου την ίδια χρονική περίοδο που η Ferrari παρουσίασε το ημιαυτόματό της κιβώτιο ταχυτήτων, η BMW έκανε μια παρόμοια κίνηση, παρουσιάζοντας τη δική της εκδοχή στο θέμα των ημιαυτόματων κιβωτίων. Όπως και τα υπόλοιπα αντίστοιχα συστήματα, έτσι και το κιβώτιο της BMW κάνει χρήση ενός συμβατικού κιβωτίου ταχυτήτων. Εδώ οι αλλαγές των σχέσεων πραγματοποιούνται από ένα μοχλό παρόμοιο με τον συμβατικό μοχλό των χειροκίνητων κιβωτίων. Αντιγράφοντας λοιπόν τα αγωνιστικά σειριακά κιβώτια, απλά μετακινώντας τον μοχλό εμπρός ή πίσω γίνονται οι αλλαγές των σχέσεων. Το σύστημα της BMW αποδείχθηκε αργότερο στις αλλαγές από το αντίστοιχο της Ferrari



ΕΙΚΟΝΑ 4.7:

Επιλογέας Ταχυτήτων 5

Ωστόσο σε πραγματικές συνθήκες η διαφορά δεν γίνεται αντιληπτή αφού είναι της τάξης των 0.2 δευτερολέπτων.

Ferrari F1, Alfa Romeo Selespeed & BMW M-Sequential	
Πλεονεκτήματα	Σχετικά φθινό, συμπαγές σε διαστάσεις και ελαφρύ, γρήγορο σαν το χειροκίνητο (και ορισμένες φορές ακόμα πιο γρήγορο), δεν εμφανίζει απώλειες ισχύος.
Μειονεκτήματα	Λιγότερο πολιτισμένο από τα αυτόματα, οι αλλαγές ταχυτήτων είναι λίγο απότομες.

#### 4.1.7 Κιβώτιο ταχυτήτων στα αυτόματα κιβώτια μετάδοσης

Συμβατικά, προκειμένου να επιλέξει «σχέση», το λειτουργικό μετάδοσης, ο οδηγός κινεί τον μοχλό επιλογής που βρίσκεται είτε στην κολώνα του τιμονιού ή στο πάτωμα (όπως με ένα χειροκίνητο). Με σκοπό την επιλογή των τρόπων μεταφοράς, ή για να επιλέξετε χειροκίνητα ειδικές σχέσεις του κιβωτίου ταχυτήτων, ο οδηγός πρέπει να πατήσει ένα κουμπί (που ονομάζεται το κουμπί ασφάλισης βάρδιας) ή να τραβήξει το μοχλό έξω. Μερικά οχήματα αντ' αυτού έχουν τα κουμπιά επιλογής θέσης, απελευθερώνοντας χώρο στην κεντρική κονσόλα. Οχήματα που πληρούν τα πρότυπα πρέπει να έχουν τις σχέσεις σε διάταξη PRNDL (αριστερά προς τα δεξιά, πάνω προς τα κάτω ή προς τα δεξιά).

Αυτόματα κιβώτια έχουν διάφορες σχέσεις ανάλογα με το μοντέλο και της μετάδοσης. Μερικά από τα κοινά μέσα περιλαμβάνουν

- **Park (P)**

Αυτή η επιλογή κλειδώνει μηχανικά τον άξονα της μετάδοσης, περιορίζοντας το όχημα από τη μετακίνηση προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Μια γλωττίδα πάρκινγκ ότι εμποδίζει τη μετάδοση από την περιστροφή, και επομένως το όχημα από την κίνηση, αν και με γνώμονα την roadwheels του οχήματος που δεν μπορεί ακόμη να περιστρέφεται ελεύθερα. Για το λόγο αυτό, συνιστάται να χρησιμοποιήσετε το χειρόφρενο, διότι αυτό κλειδώνει στην πραγματικότητα (στις περισσότερες περιπτώσεις) στους πίσω τροχούς και τους εμποδίζει να κινούνται.

Συνήθως, Park (P) είναι μία από τις δύο επιλογές στις οποίες ο κινητήρας του αυτοκινήτου μπορεί να ξεκινήσει, το άλλο είναι το ουδέτερο (N). Σε πολλά σύγχρονα αυτοκίνητα και φορτηγά, ο οδηγός πρέπει να έχει πατημένο το πεντάλ του φρένου πριν από τη μετάβαση από το πάρκ. Η θέση Park παραλείπεται σε λεωφορεία / πούλμαν με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων η οποία πρέπει να είναι στο νεκρό με τα φρένα στάθμευσης ενεργοποιημένα. Παρέχονται συμβουλές σε εγχειρίδια ιδιοκτήτη [παράδειγμα: χειροκίνητο 1997 Oldsmobile γιαταγάκι Ανωτάτου ιδιοκτήτη] ότι αν το όχημα είναι σταθμευμένο σε μια απότομη πλαγιά με την κλειδαριά πάρκ και μόνο, μπορεί να μην είναι δυνατόν να απασφαλιστεί. Ένα άλλο όχημα μπορεί να υποχρεωθεί να ωθήσει το κολλημένο όχημα στην ανηφόρα ελαφρώς για να καταργήσετε τη φόρτωση για τη γλωττίδα κλειδαριά Park. Τα περισσότερα αυτοκίνητα απαιτούν P ή N που θα καθοριστούν στο μοχλό επιλογής πριν η μηχανή εσωτερικής καύσης μπορεί να ξεκινήσει.

- **Αντίστροφη (R)**

Αυτό προσλαμβάνει οπισθοπορεία εντός της μετάδοσης, δίνοντας τη δυνατότητα στο όχημα να οδηγηθεί προς τα πίσω. Προκειμένου για τον οδηγό να επιλέξει αναστροφή στις σύγχρονες μεταδόσεις, θα πρέπει να έρθει σε μια πλήρη στάση, και επιλέξετε αντίστροφη. Αν δεν έρθει σε πλήρη στάση μπορεί να προκαλέσει σοβαρή βλάβη. Πολλά σύγχρονα αυτόματα κιβώτια έχουν μηχανισμό ασφαλείας στη θέση του, η οποία έχει σε κάποιο βαθμό την πρόληψη λάθους βάζοντας το αυτοκίνητο στο ανάστροφο όταν το όχημα κινείται προς τα εμπρός. Αυτός ο μηχανισμός αποτελείται συνήθως από ένα σωληνοειδές ελεγχόμενο φυσικό εμπόδιο στις δύο πλευρές της θέσης Reverse, η οποία προσλαμβάνεται



ηλεκτρονικά από ένα διακόπτη στο πεντάλ του φρένου . Ως εκ τούτου, το πεντάλ του φρένου πρέπει να είναι πατημένο, προκειμένου να καταστεί δυνατή η επιλογή της αντιστροφής. Μερικά shifters με ένα κουμπί δίνουν την δυνατότητα στον οδηγό να κινείται ελεύθερα στον επιλογέα από το R σε N ή D, ή απλώς μετακίνηση του λεβιέ προς N ή D χωρίς στην πραγματικότητα να πατά το κουμπί. Ωστόσο, ο οδηγός δεν μπορεί να βάλει το λεβιέ προς R χωρίς να πιέσει το κουμπί shift για να αποφύγει την κατά λάθος στροφή, ιδιαίτερα σε υψηλές ταχύτητες, οι οποίες θα μπορούσαν να βλάψουν τη μετάδοση.

- **Ουδέτερο (N)**

Αυτό απενεργοποιεί τη μετάδοση, έτσι ώστε το όχημα είναι σε θέση να κινείται ελεύθερα κάτω από το βάρος του και τη ορμή του χωρίς την κινητήρια δύναμη από τον κινητήρα (κινητήρας πέδησης). Αυτή είναι η μόνη άλλη επιλογή στην οποία ο κινητήρας μπορεί να ξεκινήσει.

- **Drive (D)**

Η θέση αυτή επιτρέπει στη μετάδοση να ασκεί το πλήρες φάσμα των διαθέσιμων ταχυτήτων, επομένως, επιτρέπει στο όχημα να κινηθεί προς τα εμπρός και να επιταχυνθεί μέσω του φάσματος των ταχυτήτων. Ο αριθμός των σχέσεων «ταχυτήτων» εξαρτάται από το μοντέλο, αλλά αρχικά κυμαίνονταν από τρεις, σε τέσσερις, πέντε, και έξι ταχύτητες.

- **OverDrive (D, OD, ή ένα κουτί [D])**

Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται σε ορισμένες μεταδόσεις με σκοπό την έγκαιρη ελεγχόμενη από τον υπολογιστή μεταδόσεις να δεσμεύει με την Αυτόματη Overdrive. Σε αυτές τις μεταδόσεις, το Drive (D) κλειδώνει το αυτόματο Overdrive, σε σταθερές ταχύτητες ή χαμηλή επιτάχυνση κατά περίπου 35-45 μίλι/ώρα (56 - 72 χλμ/ώρα ). Οχήματα με αυτή την επιλογή θα πρέπει να οδηγούνται με αυτό τον τρόπο εάν οι περιστάσεις το επιτρέπουν.

- **Τρίτο (3)**

Αυτός ο τρόπος λειτουργίας περιορίζει τη μετάδοση στις τρεις πρώτες σχέσεις του κιβωτίου ταχυτήτων, ή μερικές φορές κλειδώνει τη διαβίβαση στην τρίτη ταχύτητα. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανέβει ή να κατεβαίνει από λόφο. Αυτή η σχέση επίσης συνιστάται για την ρυμούλκηση.

- **Δεύτερο (2 ή S)**

Αυτός ο τρόπος λειτουργίας περιορίζει τη μετάδοση των δύο πρώτων σχέσεων μετάδοσης, ή κλειδώνει τη μετάδοση στη δεύτερη ταχύτητα. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οδήγηση σε δυσμενείς συνθήκες, όπως το χιόνι και τον πάγο, καθώς και ορειβάσια ή κατάβαση και τον χειμώνα.

- **Πρώτο (1 ή L [Χαμηλό])**

Αυτή η λειτουργία κλειδώνει το σύστημα μετάδοσης στη πρώτη σχέση μόνο. Δεν θα αλλάξει σε οποιαδήποτε άλλη ταχύτητα. Αυτό, όπως και το δεύτερο(2), μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, ή για ρυμούλκηση.

- **S ή Sport**

Αυτό συνήθως περιγράφεται ως «Sport mode». Λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως και η λειτουργία «D», εκτός από το ότι η upshifts αλλάζει σε πολύ υψηλότερο φάσμα στροφών του κινητήρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εκμετάλλευση όλης της διαθέσιμης ισχύ του κινητήρα, και, συνεπώς, αυξάνει τις επιδόσεις του οχήματος, ιδιαίτερα κατά την επιτάχυνση. Αυτή η λειτουργία θα έχει αρνητικές συνέπειες για την οικονομία καυσίμου.

- **+ -, Και M**

Πρόκειται για το «χειροκίνητος» τρόπος επιλογής των σχέσεων σε ορισμένα αυτόματα, όπως η Porsche είναι Tiptronic . Το χαρακτηριστικό γνώρισμα M μπορεί επίσης να βρεθεί στην Chrysler, το Dodge Magnum και Pontiac G6, καθώς και Camry της Toyota, το Corolla, Fortuner, Previa και Innova. Η Mitsubishi και ορισμένα μοντέλα της Audi (TT), εν τω μεταξύ δεν έχουν το M, και αντ 'αυτού έχουν (+) και (-), το οποίο διαχωρίζεται από το υπόλοιπο των τρόπων μετάδοσης.

Το ίδιο ισχύει και για ορισμένα προϊόντα όπως το Peugeot 206 . Εν τω μεταξύ, ο οδηγός μπορεί να επιλέξει πάνω και κάτω κατά βούληση από την εναλλαγή του μοχλού ταχυτήτων σαν ένα ημι-αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.



- Χειμώνας (W)

Σε ορισμένες Mercedes-Benz, BMW και μοντέλα General Motors, μια «κατάσταση Winter» μπορεί να συμμετέχει, έτσι ώστε η δεύτερη σχέση μετάδοσης να επιλέγεται αντί της πρώτης, έτσι ώστε να μειωθεί η πιθανότητα απώλειας της πρόσφυσης λόγω wheelspin πάνω στο χιόνι ή πάγο.



ΕΙΚΟΝΑ 4.8: Επιλογές Ταχυτήτων 6

## 4.2 Το σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων

Στο κιβώτιο ταχυτήτων, στο οποίο οι σχέσεις δεν διατάσσονται στο κλασικό «Η», προσεγγίζοντας τη φιλοσοφία αλλαγής ταχυτήτων των μοτοσικλετών. Ο μοχλός ταχυτήτων μετακινείται μόνο εμπρός-πίσω κι όχι αριστερά-δεξιά. Όταν κινείται προς τα πίσω επιλέγεται η αμέσως επόμενη σχέση, ενώ όταν κινείται προς τα εμπρός επιλέγεται η προηγούμενη. Με τον τρόπο αυτόν, ο χρόνος που διαρκεί η αλλαγή ταχύτητας μειώνεται στο μισό. Δύο «κουμπιά» στο τιμόνι ή ένας σειριακός επιλογέας ταχυτήτων αλλάζουν «ταχύτητες» ανάλογα με τις εντολές του οδηγού. Υπάρχει όμως και η επιλογή της εντελώς αυτόματης λειτουργίας για τις δύσκολες ώρες της ημέρας.

Με τον όρο «ημιαυτόματα κιβώτια» χαρακτηρίζουμε τα κιβώτια ταχυτήτων, που έχουν τη δυνατότητα από μόνα τους να διεκπεραιώνουν ολόκληρη τη διαδικασία αλλαγής «ταχυτήτων» (τα εισαγωγικά γιατί, στην πραγματικότητα, πρόκειται για μεταβολές σχέσεων) χωρίς να απαιτείται κάποιος ιδιαίτερος χειρισμός από τον οδηγό, παρά μόνο η εντολή. Για παράδειγμα, τέτοια είναι τα κιβώτια που χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια στα μονοθέσια της Φόρμουλα 1, όπου ο οδηγός δίνει την εντολή για την αλλαγή με ένα μοχλό (στην πράξη, έναν ηλεκτρικό διακόπτη) πίσω από το τιμόνι. Το σύστημα αναλαμβάνει να αλλάξει τη σχέση μετάδοσης με τον καλύτερο και ταχύτερο δυνατό τρόπο. Όμως, ένα τέτοιο κιβώτιο δεν πρέπει να συγχέεται με αυτό που έχει επικρατήσει να ονομάζεται «σειριακό», το κιβώτιο δηλαδή που έχει ένα μηχανικό επιλογέα ταχυτήτων, που λειτουργεί όπως της μοτοσικλέτας, με κίνηση δηλαδή σε ένα μόνο επίπεδο (π.χ. τραβάς το μοχλό για να «ανεβάσει» ταχύτητα, τον σπρώχνεις για να «κατεβάσει»). Τέτοια είναι τα σειριακά κιβώτια, που διαθέτουν πολλά σύγχρονα αγωνιστικά αυτοκίνητα (όπως π.χ. το Mitsubishi Lancer του Τόμι Μάκινεν ή το Focus WRC του COLIN McRAE, αλλά και τα αυτοκίνητα πίστας του BTCC), και σε ένα τέτοιο κιβώτιο ο οδηγός είναι ο κύριος υπεύθυνος για μια καλή ή κακή αλλαγή ταχύτητας. Ο (μηχανικός) σειριακός επιλογέας και τα ίσια δόντια των γραναζιών επιτρέπουν γρήγορες αλλαγές, με ή χωρίς συμπλέκτη, όμως ένας κακός οδηγός δεν είναι βέβαιο ότι θα καταφέρει να χειριστεί σωστά το σύστημα. Αντίθετα, σε ένα ημιαυτόματο κιβώτιο (που επίσης μπορεί να διαθέτει σειριακής διάταξης επιλογέα, αλλά η ομοιότητα σταματά εκεί), ακόμα και ο χειρότερος οδηγός του κόσμου δε θα καταφέρει να δημιουργήσει πρόβλημα, αφού το σύστημα το μόνο που ζητά από τον οδηγό είναι η ηλεκτρονική- εντολή.



Μετά την αναλυτική, αλλά απαραίτητη πιστεύουμε εισαγωγή, μπορούμε πλέον να κατατάξουμε σαφώς το νέο κιβώτιο της ALFA ROMEO στην κατηγορία των ημιαυτόματων κιβωτίων, όπου ο οδηγός δίνει την εντολή και τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα του κιβωτίου την πραγματοποιούν. Η βάση, άλλωστε είναι το κανονικό πεντατάχυτο χειροκίνητο κιβώτιο της ALFA ROMEO, πάνω στο οποίο προστίθενται οι ηλεκτροϋδραυλικοί μηχανισμοί, που αναλαμβάνουν να εκτελέσουν αυτόματα τις ίδιες ακριβώς κινήσεις, που θα εκτελούσαν τα χέρια και τα πόδια του οδηγού. Δεν υπάρχει καμία ουσιαστική αλλαγή στα μηχανικά μέρη, απλώς αντί ο οδηγός να πατάει και να αφήνει το πεντάλ του συμπλέκτη, υπάρχει ένας μηχανισμός που συμπλέκει και αποσυμπλέκει αυτόματα (με τον ίδιο ακριβώς δίσκο), και το ίδιο συμβαίνει με τις ντίζες για την επιλογή των ταχυτήτων. Επιπλέον, έχοντας το πλήρες σύστημα ελέγχου του χειροκίνητου κιβωτίου με ημιαυτόματο τρόπο, είναι πλέον απλή υπόθεση ηλεκτρονικού προγραμματισμού να λειτουργεί το ίδιο κιβώτιο σαν κανονικό αυτόματο. Πατώντας λοιπόν το κουμπί της αντίστοιχης επιλογής, το κιβώτιο μπορεί να λειτουργεί σαν συνηθισμένο αυτόματο, όπου ο οδηγός απλά πατάει γκάζι και φρένο, και το αυτοκίνητο από μόνο του αναλαμβάνει να ξεκινά και αλλάζει ταχύτητες ανάλογα με τις συνθήκες του δρόμου και της κίνησης.

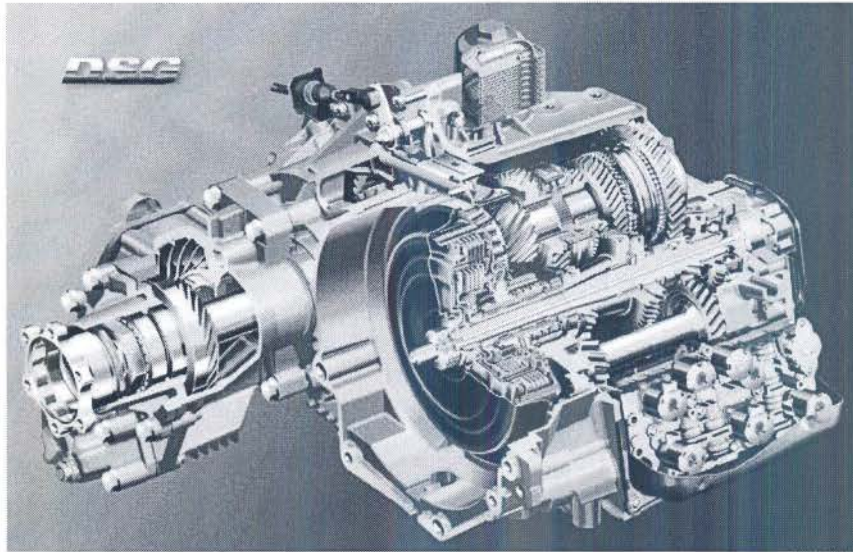
Στο μεταξύ, σε σχέση με ένα συμβατικό αυτόματο κιβώτιο, το σύστημα αυτό έχει το πλεονέκτημα των πέντε σχέσεων (αντί των συνηθισμένων τεσσάρων των αυτόματων κιβωτίων), ενώ δεν υπάρχει «μετατροπέας ροπής» όπως στα συμβατικά αυτόματα και άρα δεν υπάρχει και καμία απολύτως αύξηση στην κατανάλωση καυσίμου. Στο δρόμο με δύο κουμπιά! Δύο διακόπτες στο τιμόνι, επιλογέας σειριακής διάταξης, και δύο πεντάλ αντί τριών, είναι τα σημεία που δίνουν αμέσως το στίγμα της διαφορετικής 156. Ο οδηγός μπορεί να αλλάζει ταχύτητες από το τιμόνι ή τον επιλογέα, και είναι θέμα συνήθειας τι τελικά θα προτιμήσει. Στη σύντομη γνωριμία μας διαπιστώσαμε ότι και τα δύο συστήματα είναι χρήσιμα, αφού ο οδηγός κατά περίπτωση χρησιμοποιεί μια το ένα και μια το άλλο. Στον ανοικτό δρόμο και στο ταξίδι, τα κουμπιά στο τιμόνι αποδεικνύονται ιδιαίτερα εύχρηστα, και το κατέβασμα π.χ. από πέμπτη σε τέταρτη για ένα προσπέρασμα γίνεται πολύ εύκολα και αβίαστα.

Στις πιο κλειστές ορεινές διαδρομές όμως, όπου το τιμόνι στρίβει διαρκώς, μας φάνηκε πιο εύκολο και γρήγορο να κατέβει το χέρι μέχρι τον επιλογέα για να σπρώξει ή να τραβήξει το «τζόιστικ». Η φορά επιλογής ακολουθεί τη «σχολή» Τιπτρόνικ (προς τα εμπρός ανεβάξει,

προς τα πίσω κατεβάζει), και είναι αντίθετη από αυτή που συνηθίζεται τα τελευταία χρόνια στα αγωνιστικά αυτοκίνητα, αυτό όμως είναι θέμα απλής συνήθειας, που γρήγορα καταγράφεται στο υποσυνείδητο του οδηγού. Όσο για την ταχύτητα των αλλαγών, που είναι για πολλούς το άμεσα ζητούμενο σε ένα τέτοιο κιβώτιο, η κριτική πρέπει να γίνεται πάντα τηρουμένων των αναλογιών. Αν έχει κανείς στο μυαλό του τα (μηχανικά) σειριακά κιβώτια των αγωνιστικών αυτοκινήτων ή τα ημιαυτόματα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα της Formula 1, το πιθανότερο είναι ότι θα απογοητευτεί. Αν όμως τοποθετήσει κανείς τα πράγματα στη σωστή τους διάσταση και συγκρίνει το Selespeed με άλλες, παρόμοιες λύσεις σε αυτοκίνητα δρόμου, θα ικανοποιηθεί απόλυτα. Η ταχύτητα των αλλαγών προς τα πάνω είναι απλά «σβέλτη» και όχι ιδιαίτερα γρήγορη, όμως η αποζημίωση έρχεται στο κατέβασμα, όπου το κιβώτιο κατεβάζει γρήγορα και θετικά, συγχρονίζοντας σωστά τις στροφές του κινητήρα. Επιπλέον, όταν το σύστημα ελέγχου αντιλαμβάνεται έντονο φρενάρισμα, κατεβάζει ακόμη πιο γρήγορα ταχύτητες, ώστε να βοηθήσει στη σταθερότητα και τον έλεγχο του αυτοκινήτου. Όσο για την πλήρως αυτόματη λειτουργία (με τον κωδικό City), μόνο καλά λόγια έχουμε να πούμε, αφού λειτουργεί εξίσου καλά με το καλύτερο αυτόματο κιβώτιο, ενώ δεν έχει και την ενοχλητική «συνήθεια» των αυτόματων να ανεβάζει αμέσως ταχύτητα, μόλις ο οδηγός αφήσει το γκάζι πλησιάζοντας σε μία στροφή. Το νέο κιβώτιο, σύμφωνα με τις πρώτες πληροφορίες, θα τοποθετείται μόνο στη δίλιτρη έκδοση της 156 και αναμένεται να κοστίζει στην ελληνική αγορά λιγότερο από 3000 ευρώ παραπάνω, σε σχέση με τις απλές εκδόσεις.



#### 4.2.1 Σειριακό κιβώτιο Τεχνολογίας DSG Direct-Shift Gearbox



ΕΙΚΟΝΑ 4.9: Τομή DSG 1

Με το νέο σειριακό κιβώτιο 6 ταχυτήτων τεχνολογίας DSG®, τελευταία τεχνολογική καινοτομία της Volkswagen Audi, ο χρόνος που χρειάζεται για την αλλαγή των ταχυτήτων είναι πλέον μικρότερος από 0,2 δευτερόλεπτα.

##### *Πως λειτουργεί*

Ο κλασικός συμπλέκτης έχει δώσει την θέση του σε ένα σύστημα διπλών συμπλεκτών. Με τον τρόπο αυτό γίνεται ουσιαστικά μία “προεπιλογή”, από το κιβώτιο ταχυτήτων, για την ταχύτητα που θα “πρέπει” να ακολουθήσει.

Το DSG® είναι ένα ηλεκτροδραυλικό κιβώτιο με αυτόματες & μηχανικές επιλογές. Δύο ανεξάρτητες επιλογές εξασφαλίζουν ότι η σωστή ταχύτητα έχει επιλεγεί πριν ο οδηγός δώσει την εντολή. Η αλλαγή των ταχυτήτων είναι απόλυτα συγχρονισμένη και χωρίς απώλεια δύναμης του κινητήρα.

## Τεχνική Ανάλυση

Το DSG ανήκει στην κατηγορία των “ημιαυτόματων” κιβωτίων που διαθέτουν τη βασική φιλοσοφία των μηχανικών, αλλά οι συμπλέκτες είναι δύο αντί για ένας. Βασικός στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί ο νεκρός χρόνος της αλλαγής όπου η διακοπή της ισχύος προς τους τροχούς διακόπτεται, ένα χαρακτηριστικό που έστω και σε ελάχιστη κλίμακα έχουν όλα τα μηχανικά κιβώτια, όσο προηγμένα και να είναι.

Η ιδέα είναι ο ένας συμπλέκτης να αναλάβει τις μισές σχέσεις και ο άλλος τις υπόλοιπες έτσι ώστε όταν έχει επιλεγεί μία  $x$  σχέση, η  $x+1$  να είναι και αυτή εμπλεγμένη και έτοιμη. Η σκέψη υπήρχε και πριν τα μέσα του 20ου αιώνα όμως οι πρώτες πραγματικά επιτυχημένες εφαρμογές έγιναν τη δεκαετία του '80 σε αγωνιστικό επίπεδο: κιβώτιο διπλού συμπλέκτη διέθεταν οι Porsche 956 και μετέπειτα 962 του Group C, το πεντατάχυτο Porsche Doppel Kupplungs-getriebe (PDK). Τέτοια κιβώτια εξόπλιζαν και τα Audi Sport Quattro και S1 του Group B, αλλά μόλις πρόσφατα βρήκαν το δρόμο τους προς πολιτικά αυτοκίνητα παραγωγής με το Direct Shift Gearbox (DSG). Το DSG εξελίχτηκε από την BorgWarner και σε συνεργασία με το Volkswagen Group τοποθετήθηκε αρχικά στα TT, A3 και Golf με τον 3.2 V6 κινητήρα, ενώ πρόσφατα προωθήθηκε και σε πολλά άλλα μοντέλα του Group. 150 εκατομμύρια ευρώ επενδύθηκαν στην εξέλιξη του κιβωτίου, ενώ η παραγωγική δυναμικότητα του εργοστασίου της VW στο Kassel φτάνει τα 1000 κιβώτια την ημέρα.

Ως βάση για το DSG (αρχιτεκτονική, γρανάζια, συγχρονιζέ) χρησιμοποιήθηκε το εξατάχυτο MQ350/02M350 του Group το οποίο έχει έναν παραπάνω άξονα από ένα συμβατικό: διαθέτει έναν πρωτεύοντα αλλά δύο δευτερεύοντες.

Το απλό χειροκίνητο κιβώτιο ζυγίζει συνολικά 60kg, ενώ με την προσθήκη των εξαρτημάτων του DSG το βάρος αυτό έφτασε τα 90kg. Ο πρωτεύοντας άξονας αποτελείται από δύο ομόκεντρα κομμάτια, με το ένα να βρίσκεται μέσα στο άλλο.



Το πρώτο και εξωτερικό κομμάτι διαθέτει τα γρανάζια της 2ας και το κοινό της 4ης-6ης. Μέσα από το “κούφιο” κομμάτι περνάει το δεύτερο κομμάτι του πρωτεύοντα όπου διαθέτει τα γρανάζια της 1ης, της 3ης, της 5ης και της όπισθεν. Στο άκρο είσοδο καθενός κομματιού του πρωτεύοντα συνδέεται ένας ξεχωριστός πολύδισκος υγρός συμπλέκτης, υπάρχει με άλλα λόγια ένας συμπλέκτης για τις μονές σχέσεις και ένας για τις ζυγές. Οι δύο συμπλέκτες είναι εμβαπτισμένοι σε λάδι για καλύτερη απαγωγή θερμότητας, ενώ ανάλογα με τη θερμοκρασία του που ελέγχεται από αισθητήρα στο κέλυφος του κιβωτίου, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου καθορίζει την παροχή της αντλίας λαδιού του κιβωτίου.

Η μέγιστη παροχή της αντλίας ανέρχεται στα 20lt/min και επιτρέπει θερμικές απώλειες μέχρι 70KW (95,2PS) στους δύο συμπλέκτες χωρίς να περάσει τη θερμοκρασία λειτουργίας του το λάδι, το οποίο είναι κοινό για τους συμπλέκτες και για το υδραυλικό σύστημα αλλαγής σχέσεων.

Εκατέρωθεν των δύο ομοαξονικών κομματιών του πρωτεύοντα βρίσκονται οι δύο δευτερεύοντες άξονες. Ο πρώτος διαθέτει τα γρανάζια της 1ης, 2ας, της 3ης και της 4ης ενώ ο δεύτερος αυτά της 5ης, 6ης και όπισθεν.

Συνολικά υπάρχουν τέσσερις “φουρκέτες”: μία για την επιλογή 1ης και 3ης, μία για την 2α και την 4η, μία για την 5η και μία για την 6η και την όπισθεν.

Αυτές παίρνουν κίνηση μέσω ενός υδραυλικού κυκλώματος που εργάζεται σε εύρος πιέσεων 0-20bar. Μέσω κατάλληλου αισθητήρα η ECU του κιβωτίου γνωρίζει ανά πάσα στιγμή ακριβώς τη θέση της κάθε φουρκέτας.

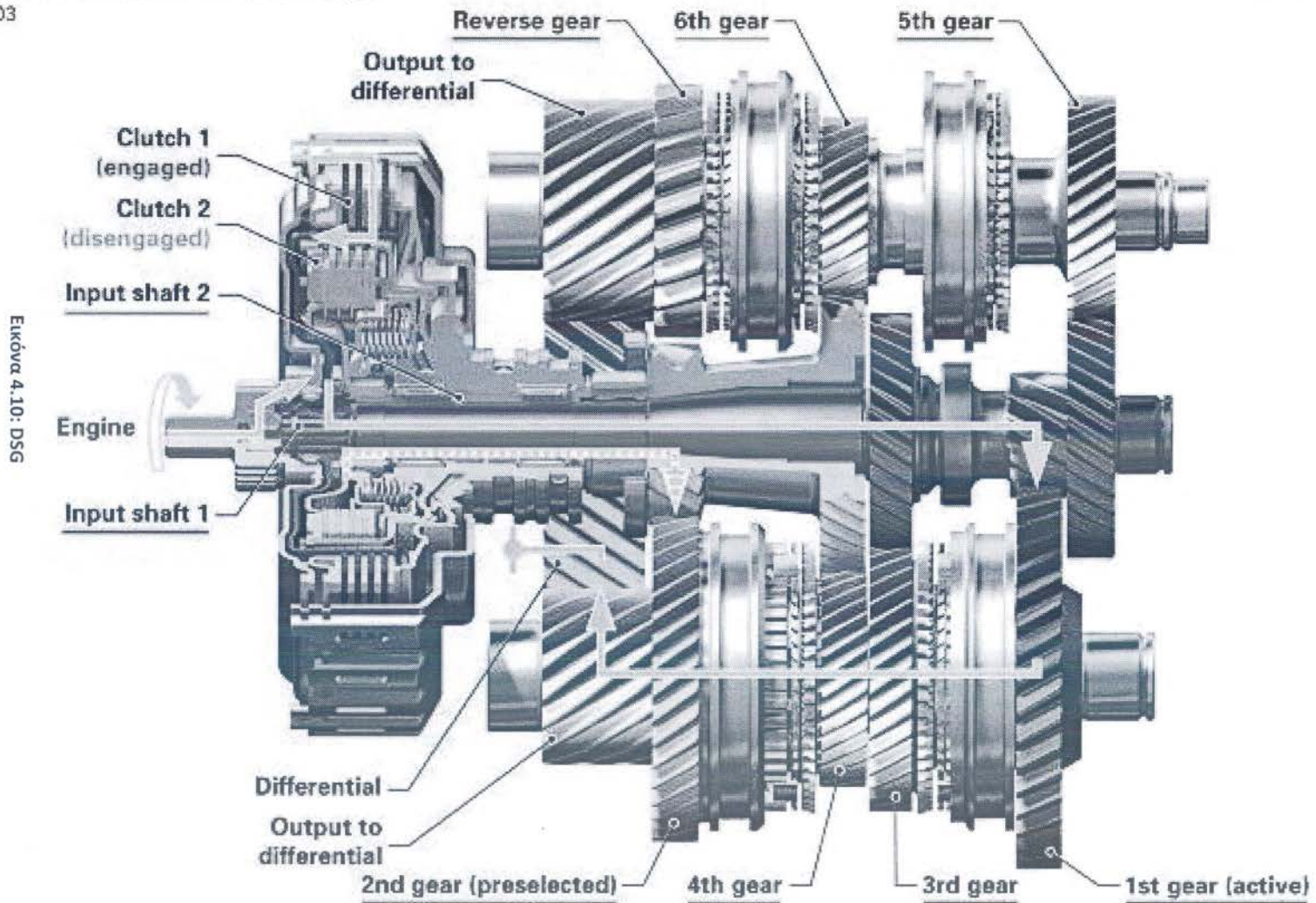
Περνώντας λοιπόν στο σύστημα ελέγχου του DSG, αυτό ονομάζεται “Mechatronic” και βρίσκεται στην εσωτερική πλευρά του κελύφους του κιβωτίου, δηλαδή είναι εμβαπτισμένο σε λάδι που μπορεί να φτάσει ακόμα και τους 140ο C. Τα κυκλώματα ημιαγωγών του συστήματος είναι φυσικά πολύ ευαίσθητα σε τέτοιες θερμοκρασίες και έτσι την ψύξη τους έχει αναλάβει μία ευμεγέθης ψήκτρα τοποθετημένη στην εξωτερική πλευρά του κελύφους του κιβωτίου. Το Mechatronic έχει τρία κύρια υποσυστήματα: τη μονάδα λήψης δεδομένων (είσοδος), την ECU του κιβωτίου (επεξεργασία) και την μονάδα ελέγχου του (έξοδος).

Η πρώτη παίρνει σήματα από 12 αισθητήρες (π.χ. θερμοκρασίας), μεταβιβάζει τα δεδομένα στην ECU και αυτή με βάση αυτά, την κατάσταση του κινητήρα και τις επιθυμίες του οδηγού δίνει τις αντίστοιχες εντολές εξόδου στο υδραυλικό κύκλωμα. Το τελευταίο έχει αναλάβει το χειρισμό των υδραυλικών κυλίνδρων που κινούν τις φουρκέτες, την πίεση που ασκείται στους δίσκους των συμπλεκτών (10bar για μεταφορά ροπή στρέψης 35,7kgm) και την παροχή της αντλίας λαδιού.



# Audi TT 3.2 quattro

with the new Direct Shift Gearbox DSG  
Operating principle, acceleration in 1st gear  
02/03



Eková 4.10: DSG

Ας υποθέσουμε ότι κινούμαστε με 3η και επιταχύνουμε. Στη φάση αυτή ο συμπλέκτης των μονών σχέσεων είναι κλειστός και αυτός των ζυγών ανοικτός. Μόλις η ECU του κιβωτίου ανιχνεύσει πρόθεση για αλλαγή σχέσης (rpm κινητήρα, άνοιγμα πεταλούδας), προεπιλέγεται η 4η αλλά ο συμπλέκτης των ζυγών σχέσεων είναι φυσικά ακόμα ανοικτός. Όταν έρθει η ώρα για την αλλαγή σε 4η, σχεδόν ταυτόχρονα κλείνει ο συμπλέκτης των ζυγών σχέσεων και ανοίγει αυτός των μονών. Ο χρόνος της αλλαγής πλέον δηλαδή δεν περιλαμβάνει την εμπλοκή-απεμπλοκή δύο ζευγών γραναζιών αλλά μόνο την στιγμιαία σύμπλεξη-αποσύμπλεξη.

Τα ανεβάσματα απαιτούν 30-40ms, ο σχεδόν μισός δηλαδή χρόνος από αυτόν που απαιτεί το SMG II της BMW. Τα κατεβάσματα είναι πιο πολύπλοκη και χρονοβόρα υπόθεση (ο χρόνος αλλαγής εδώ κυμαίνεται στα 600ms), αφού μπορεί να χρειαστεί να κατεβάσουμε πολλές σχέσεις μαζί χωρίς να περάσουμε από τις ενδιάμεσες. Χειρότερη δοκιμασία για το DSG είναι το κατέβασμα από 6η σε 2α, αφού οι δύο αυτές σχέσεις ελέγχονται από διαφορετική φουρκέτα και από τον ίδιο συμπλέκτη. Σε αυτή τη περίπτωση το κιβώτιο είναι αναγκασμένο να κατεβάσει σε 5η και έπειτα να επιλεγεί η 2α, ανεβάζοντας το χρόνο αλλαγής στα 900ms. Κατά τα κατεβάσματα η ECU του κιβωτίου “ζητάει” από την ECU του κινητήρα να ανοίξει στιγμιαία την πεταλούδα ώστε να συγχρονιστούν ευκολότερα οι στροφές εισόδου και εξόδου του κιβωτίου, ότι ακριβώς δηλαδή θα έκανε και ένας έμπειρος οδηγός σε ένα χειροκίνητο σασμάν (“throttleblip”).

Το DSG της Volkswagen και της BorgWarner που περιγράψαμε έχει σχεδιαστεί για μέγιστη ισχύ. 270PS και μέγιστη ροπή 35,7kgm, δηλαδή δεν προορίζεται για κινητήρες πολύ μεγάλης ιπποδύναμης.



## Διατύπωση

Τα κιβώτια αυτά του είδους αναφέρονται στην πραγματικότητα ως “ημιαυτόματα” ή “αυτοματοποιημένα μηχανικά”, αφού με τον όρο “αυτόματο” παραδοσιακά χαρακτηρίζονται τα κιβώτια με υδραυλικό μετατροπέα ροπής και “σειριακά” είναι τα αγωνιστικά κιβώτια όπου πρέπει κάποιος να περάσει από όλες τις σχέσεις για να επιλέξει την τελική. Σε κιβώτια ταχυτήτων σαν το DSG όταν λέμε “αυτόματο” και “σειριακό” αναφερόμαστε σε μία από τις δύο δυνατότητες λειτουργίας και όχι στην κατασκευή καθαυτή.

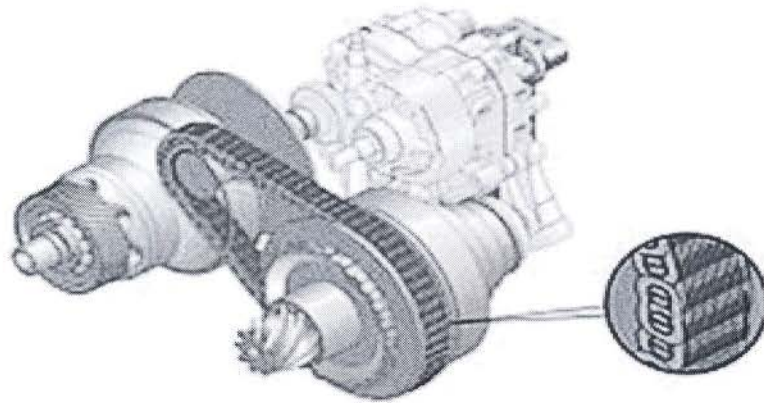
### 4.3 Συμβατικό Χειροκίνητο χωρίς Συμπλέκτη

Μια φτηνή (κυρίως διαφημιστική) λύση ψευδο-ημιαυτόματων κιβωτίων ταχυτήτων αποτελεί το χειροκίνητο κιβώτιο με αυτόματο συμπλέκτη. Πρόκειται για ένα απόλυτα συμβατικό κιβώτιο ταχυτήτων το οποίο είναι εφοδιασμένο με έναν ήλεκτρο-υδραυλικό μηχανισμό ο οποίος ενεργοποιεί τον συμπλέκτη. Όταν λοιπόν ο οδηγός αρχίσει να σπρώχνει τον επιλογέα, ένας αισθητήρας τοποθετημένος πάνω στον επιλογέα δίνει σήμα στη μονάδα ελέγχου. Αντίστοιχα ένας άλλος αισθητήρας που είναι τοποθετημένος στο πεντάλ του γκαζιού, ενημερώνει τη μονάδα ελέγχου για τη θέση του πεντάλ. Έτσι όταν κινηθεί προς πια θέση ο επιλογέας και ταυτόχρονα ανασηκωθεί το πεντάλ του γκαζιού, ενεργοποιείται ο συμπλέκτης, επιτρέποντας την αλλαγή της ταχύτητας. Η επανασύμπλεξη γίνεται αρκετά ομαλά με αρκετό όμως πατινάρισμα του συμπλέκτη. Γενικά η λειτουργία αυτών των κιβωτίων δεν είναι προβληματική, αλλά δεν συγκρίνεται καν με τα συμβατικά χειροκίνητα κιβώτια. Γενικά αποτελεί φτηνή λύση εντυπωσιασμού, και καλό βοήθημα για άπειρους κυρίως οδηγούς που οδηγούν αυτοκίνητα ασθενικών κυρίως επιδόσεων μέσα στην πόλη. Χρησιμοποιείται στα: Saab 93 Sensotronic, Renault Twingo easy, Alpina B10, Mercedes A-Class & MCC Smart.

Συμβατικό Χειροκίνητο χωρίς Συμπλέκτη	
Πλεονεκτήματα	Φθηνό, ελαφρύ μικρή απώλεια ισχύος
Μειονεκτήματα	Δεν υπάρχει επιλογή πλήρους αυτοματοποίησης, αργές αλλαγές, όχι ιδιαίτερα ομαλές και καθόλου γρήγορες.

#### 4.4 CVT (Continuous Variable Transmission) Συστήματα Συνεχώς Μεταβαλλόμενης Μετάδοσης

Η τεχνολογία προχωράει με γοργούς ρυθμούς σε όλους τους τομείς και τα κιβώτια δεν αποτελούν εξαίρεση.



ΕΙΚΟΝΑ 4.11: Σκαρίφημα CVT 1

Συνδυάζονται, καθώς οι τελευταίοι είναι τεχνολογικά αισθητά πιο εξελιγμένοι. Επίσης υπάρχουν άλλα που στις αλλαγές τους παρουσιάζουν ορισμένα σημαντικά μειονεκτήματα, όπως η χρονική υστέρηση ή η απότομη εμπλοκή, που εκτός από το να τρομάζει τον οδηγό, μπορεί να εξελιχθεί σε μία απρόσμενη συνάντηση με την μπαριέρα ή τον απέναντι. Τα περισσότερα από τα σύγχρονα κιβώτια είναι πραγματικά καλά, ορισμένα μάλιστα υπερβολικά καλά. Ουσιαστικά υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά είδη, ενώ για να περιπλέξουμε λίγο την κατάσταση, κάποια κιβώτια, τα οποία δεν ταιριάζουν καθόλου με τους κινητήρες με τους οποίους συνδυάζονται με δύο διαφορετικούς τύπους συμπλεκτών. Το αποτέλεσμα φαντάζει περίπλοκο, αλλά όλοι οι συνδυασμοί -κιβώτια και συμπλέκτες- έχουν ένα μοναδικό στόχο και σκοπό: Γρήγορες και ομαλές αλλαγές, ιδανικά χωρίς κομπιάσματα, κυρίως κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης. Αυτό δηλαδή που δεν μπορεί πρακτικά να πετύχει κανένα από τα συμβατικά αυτόματα ή χειροκίνητα κιβώτια, εξού και η πληθώρα των νέων κιβωτίων που παρουσιάζονται συχνά πυκνά από τους κατασκευαστές. Ενδεικτικά αναφέρεται η χρήση τους στα σκούτερ (βαριατορ).

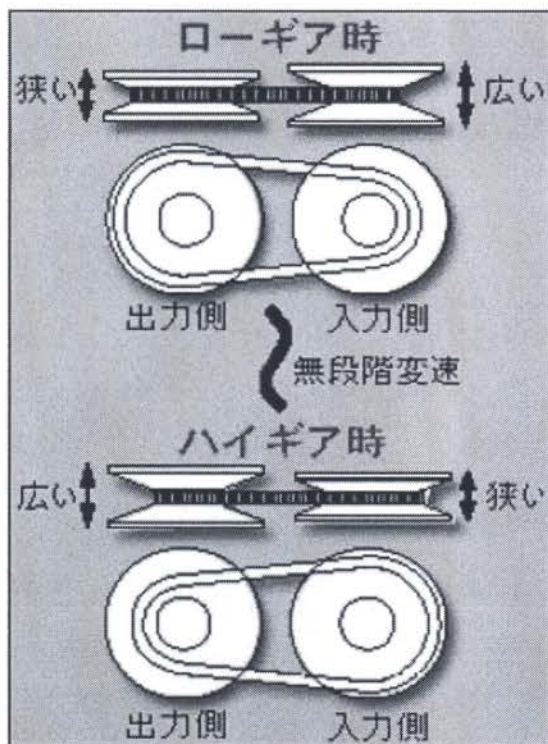


Θεωρητικά ένα σύστημα συνεχώς μεταβαλλόμενης μετάδοσης θα ήταν ιδανικό. Μεταβάλλει τη σχέση μετάδοσης συνεχώς, σαν ένα αυτόματο κιβώτιο με άπειρες σχέσεις. Συνεπώς είναι δυνατή η επιλογή κάθε στιγμή της ιδανικής σχέσης μετάδοσης η οποία θα οδηγήσει στη μέγιστη απόδοση και οικονομία. Η φιλοσοφία λειτουργίας λοιπόν, αυτών των συστημάτων είναι αρκετά απλή. Το σύστημα αποτελείται από 2 τροχαλίες μεταβαλλόμενου πλάτους και έναν ιμάντα. Καθώς μεταβάλλεται το πλάτος της κάθε τροχαλίας, ο ιμάντας εξαναγκάζεται να "ακουμπά" σε διαφορετικό σημείο της τροχαλίας (βλ. σχετικό σχήμα). Έτσι όταν ο ιμάντας ακουμπά κοντά στον άξονα περιστροφής της μιας τροχαλίας, η άλλη τροχαλία την εξωθεί προς την περιφέρειά της, μεταβάλλοντας τη σχέση μετάδοσης. Επίσης, αν θεωρήσουμε ότι ο ιμάντας δεν είναι ελαστικός, τότε αρκεί η μεταβολή της μιας τροχαλίας για να μεταβληθεί αυτόματα (με τη βοήθεια του ιμάντα) και η άλλη. Ωστόσο, η θεωρία απέχει αρκετά από την πράξη. Υπάρχουν λοιπόν αρκετές δυσκολίες στην εφαρμογή αυτής της τόσο έξυπνης ιδέας στην πράξη. Η πρώτη απαίτηση που τίθεται αφορά τον ιμάντα. Ο ιμάντας αποτελεί το περισσότερο καταπονούμενο εξάρτημα αυτής της διάταξης και πρέπει να είναι πολύ ανθεκτικός, αλλά ταυτόχρονα εύκαμπτος. Την ίδια στιγμή πρέπει να μην ολισθαίνει στην επιφάνεια της τροχαλίας έτσι ώστε να μεταδίδει την κίνηση από τον κινητήρα αλλά και να μην υπερθερμαίνεται. Οι περισσότερες αυτοκινητοβιομηχανίες που κατασκευάζουν κιβώτια τύπου CVT προμηθεύονται τους ιμάντες των κιβωτίων τους από έναν συγκεκριμένο κατασκευαστή. Πρόκειται για μια Ολλανδική βιομηχανία εξειδικευμένη στους ιμάντες κίνησης η οποία ονομάζεται Van Doorne Transmissie BV. Οι ιμάντες που κατασκευάζει αυτή η εταιρία αποτελούνται από εκατοντάδες μικρές μεταλλικές πλάκες και διαμήκεις ταινίες. Τα κάθετα πλακίδια χρησιμεύουν στη μετάδοση της κίνησης μεταξύ των τροχαλιών, ενώ οι διαμήκεις ταινίες συγκρατούν τα πλακίδια και επωμίζονται όλα τα εφελκυστικά φορτία. Η τεχνολογική πρόοδος στον τομέα των υλικών έχει αυξήσει τις δυνατότητες των κιβωτίων CVT και πρόκειται να τις αυξήσει ακόμα περισσότερο. Ενώ λοιπόν κατά τη δεκαετία του '80 τα κιβώτια αυτού του τύπου δεν μπορούσαν να τοποθετηθούν σε κινητήρες μεγαλύτερους από 1.300 cc λόγω του ότι δεν μπορούσαν να διαχειριστούν την αυξημένη ροπή, σήμερα τοποθετούνται ακόμα και σε κινητήρες των 2.000 cc. Εάν λοιπόν σε μερικά χρόνια, τα κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενης μετάδοσης "εισβάλουν" στις μεγάλες κατηγορίες (άνω των 3.000cc), τότε οι κατασκευαστές συμβατικών αυτόματων κιβωτίων θα χάσουν σίγουρα ένα πολύ μεγάλο κομμάτι της αγοράς.



#### 4.4.1 CVT με χειροκίνητη λειτουργία

Οι ιαπωνικές αυτοκινητοβιομηχανίες Nissan και Subaru θεωρούνται ως οι πρωτοπόροι στον τομέα των κιβωτίων συνεχώς μεταβαλλόμενης μετάδοσης. Το τελευταίο βήμα τους είναι η ανάπτυξη



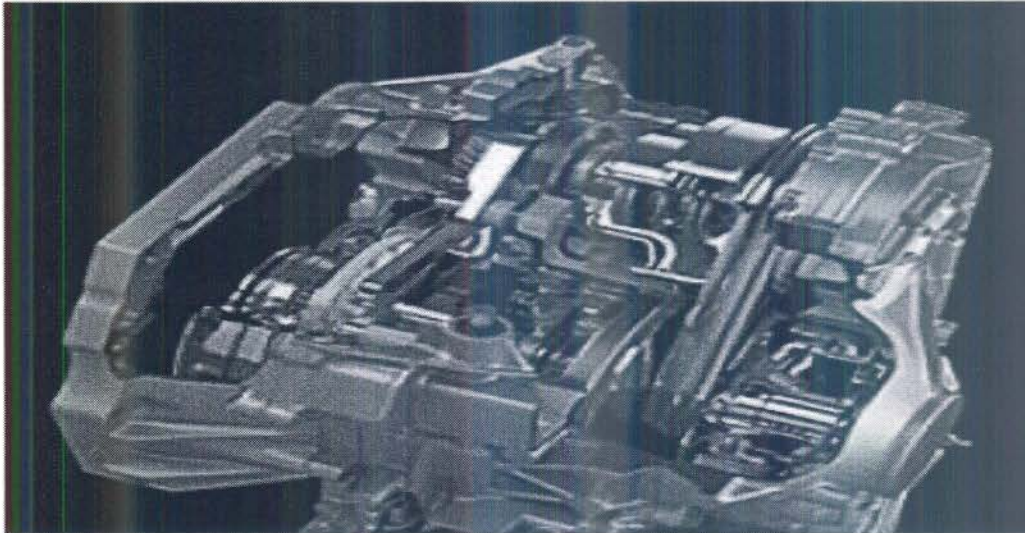
ΕΙΚΟΝΑ 4.12: Σκαρίφημα CVT 2

των κιβωτίων συνεχώς μεταβαλλόμενης μετάδοσης με δυνατότητα χειροκίνητης λειτουργίας. Πρόκειται για ένα

σύστημα το οποίο είναι ότι το Tiptronic για τα αυτόματα κιβώτια. Προσομοιώνει δηλαδή έναν αριθμό σχέσεων τις οποίες ο οδηγός αλλάζει χειροκίνητα, από τον επιλογέα ή από μπουτόν στο τιμόνι. Η κίνηση αυτή δεν βελτιώνει τις επιδώσεις ή την κατανάλωση, αφού η ηλεκτρονική μονάδα του κιβωτίου στην αυτόματη λειτουργία της επιλέγει πάντα την ιδανικότερη σχέση μετάδοσης. Ωστόσο το σύστημα αυτό προσφέρει στον οδηγό την αίσθηση της συμμετοχής στην οδήγηση. Ωστόσο η νέα αυτή γενιά

κιβωτίων διαθέτει και ορισμένες άλλες καινοτομίες οι οποίες τα έχουν καταστήσει πάρα πολύ ομαλά κατά τη διαδικασία μεταβολής των σχέσεων αλλά και αρκετά γρήγορα ως προς την απόκρισή τους σε μεταβολές των συνθηκών οδήγησης. Το γρηγορότερα όμως αναπτυσσόμενο τμήμα των συσκευών αυτών είναι φυσικά οι μονάδες ελέγχου. Πλέον ελέγχονται πάρα πολλές παράμετροι, όπως η γωνία στροφής του τιμονιού, η ποιότητα του οδοστρώματος, η μεταφορά βάρους κ.α. για την αυτόματη επιλογή της καταλληλότερης κάθε φορά σχέσης.

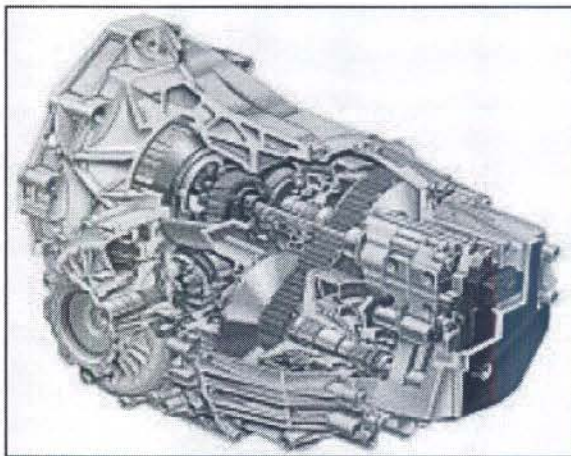




ΕΙΚΟΝΑ 4.13: Τομή CVT 1

#### 4.4.2 Audi Multitronic CVT

Θεωρητικά η συνεχώς μεταβαλλόμενη μετάδοση θα έπρεπε να βελτιώνει την κατανάλωση καυσίμου του κινητήρα, καθώς και τις επιδόσεις του οχήματος, σε



ΕΙΚΟΝΑ 4.14: Τομή CVT 2 (Audi)

σχέση με τα συμβατικά χειροκίνητα συστήματα μετάδοσης. Ωστόσο, στην πράξη τίποτα από τα παραπάνω δεν συμβαίνει. Έτσι τα κιβώτια τύπου CVT τοποθετούνται στον τομέα της κατανάλωσης και των επιδόσεων κάπου ανάμεσα στα συμβατικά χειροκίνητα και τα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων.

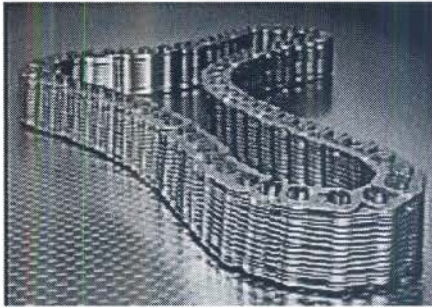
Το νέο όμως κιβώτιο CVT Multitronic

υπόσχεται κατανάλωση και επιδόσεις καλύτερες και από το αντίστοιχο χειροκίνητο με ταυτόχρονα ομαλότητα λειτουργίας αντίστοιχη με αυτόματο κιβώτιο. Οι παραπάνω ενθαρρυντικές επιδόσεις επιτυγχάνονται χάρης σε τρεις καινοτομίες της γερμανικής εταιρίας. Αρχικά η Audi έχει αναπτύξει μια ειδική μεταλλική αλυσίδα η με την οποία αντικαθιστά τον κλασικό ιμάντα. Η αλυσίδα αυτή αποτελείται από 1025 διαμήκη τμήματα και 75 ζευγάρια πείρων τα οποία τα συγκρατούν. Η αλυσίδα λοιπόν αυτή είναι περίπου όσο εύκαμπτος είναι και ο ιμάντας, αλλά πολύ πιο ανθεκτική στις τριβές και τον εφελκυσμό. Προσδίδει λοιπόν τη



δυνατότητα στο κιβώτιο να διαχειριστεί περίπου 60% περισσότερη ροπή. Η άλλη καινοτομία του κιβωτίου της Audi είναι η χρήση ενός ειδικού αισθητήρα ροπής.

Ο αισθητήρας αυτός μέσω του κατάλληλου λογισμικού επιτρέπει



ΕΙΚΟΝΑ 4.15: Καδένα CVT 1

στην κεντρική μονάδα ελέγχου του κιβωτίου, να διατηρεί συνεχώς τεντωμένο τον ιμάντα, χωρίς όμως να υπερβαίνει ορισμένα όρια πάνω από τα οποία εμφανίζεται μεγάλη απώλεια ισχύος λόγω τριβών. Στα συμβατικά CVT ο ιμάντας είναι διαρκώς πολύ τεντωμένος έτσι ώστε να μπορέσει να αντεπεξέλθει σε τυχόν αυξημένα φορτία.

Αυτή η συνεχής εφαρμοζόμενη τάση οδηγεί σε αύξηση της κατανάλωσης αλλά και φθορά του ιμάντα. Επιπλέον, στο CVT της Audi, υπάρχει η δυνατότητα επίτευξης πολύ μακριάς σχέσης μετάδοσης της τάξης του 6,05:1 (έναντι του 5:1 των συμβατικών CVT). Αυτό επιτρέπει στον κινητήρα να κινεί το όχημα σε ταχύτητες ταξιδιού λειτουργώντας στο οικονομικότερο φάσμα στροφών του. Επίσης, το Multitronic της Audi διαθέτει πολύ εξελιγμένα (έξυπνα) ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, τα οποία ελέγχουν την επιτάχυνση του πεντάλ του γκαζιού καθώς και του φρένου, και με τον τρόπο αυτό "καταλαβαίνουν" εάν κάθε στιγμή ο οδηγός σκοπεύει να κινηθεί περισσότερο οικονομικά ή περισσότερο γρήγορα. Έτσι επιλέγεται η κατάλληλη σχέση στο κιβώτιο. Τέλος υπάρχει η δυνατότητα μεγαλύτερης εμπλοκής του οδηγού στην οδήγηση με την επιλογή των προκαθορισμένων επιλεγόμενων σχέσεων καθώς επίσης και η δυνατότητα ύπαρξης φρένου του κινητήρα, όπως ακριβώς συμβαίνει και στα χειροκίνητα κιβώτια. Για την ομαλή μεταβολή των σχέσεων, τα περισσότερα CVT χρησιμοποιούν υδραυλικούς συμπλέκτες ή μετατροπείς ροπής. Ωστόσο η Audi χρησιμοποιεί έναν πολύδισκο συμπλέκτη, λύση με περισσότερη πολυπλοκότητα η οποία όμως προσφέρει πολύ ομαλές αλλαγές σχέσεων.

Audi Multitronic CVT	
Πλεονεκτήματα	Φθηνότερο, ελαφρύτερο και μικρότερο από τα αυτόματα. Γρήγορο και οικονομικό όπως ένα χειροκίνητο
Μειονεκτήματα	Υπάρχει ακόμα περιορισμός στη μέγιστη ροπή που μπορεί να διαχειριστεί, άρα δεν είναι δυνατή η χρήση του σε αυτοκίνητα επιδόσεων.



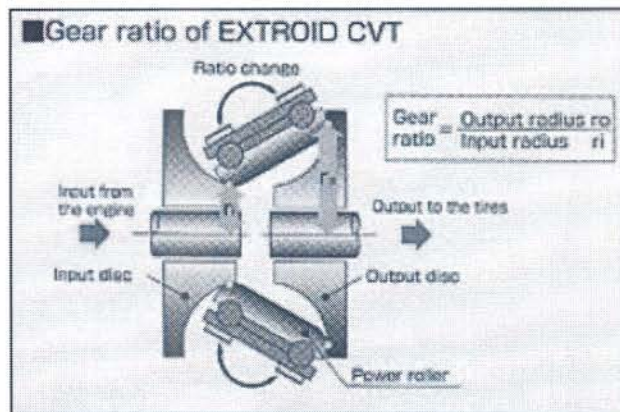
#### 4.4.3 Nissan Extroid CVT

Εάν το Multitronic της Audi θεωρήθηκε σοβαρή εξέλιξη στο χώρο των συστημάτων συνεχώς μεταβαλλόμενης μετάδοσης, τότε το Extroid της Nissan αποτελεί επανάσταση. Αντί να χρησιμοποιεί ιμάντα για τη μετάδοση της κίνησης και τη μεταβολή της σχέσης μετάδοσης κάνει χρήση δύο ζευγών ολισθητήρων. Όπως φαίνεται και στο σχετικό σχήμα οι ολισθητήρες εφάπτονται στον δίσκο εισόδου (από τον στροφαλοφόρο) καθώς και στον δίσκο εξόδου (προς τους τροχούς). Μεταβάλλοντας λοιπόν τη γωνία των ολισθητήρων,

μεταβάλλεται και η σχέση μετάδοσης. Για παράδειγμα μια "κοντή" σχέση μετάδοσης απαιτεί την επαφή των ολισθητήρων με τη μικρή διάμετρο του δίσκου εισόδου και τη μεγάλη του δίσκου εξόδου.

Με τον τρόπο αυτό ο δίσκος εξόδου

περιστρέφεται πιο αργά από τον δίσκο εισόδου. Η σχέση μετάδοσης που επιτυγχάνει το σύστημα αυτό φτάνει το 4,4:1.



ΕΙΚΟΝΑ 4.16: Λειτουργικό Διάγραμμα CVT (Nissan) 1

Συγκρινόμενο με τα συστήματα που χρησιμοποιούν ιμάντα ή αλυσίδα, το σύστημα αυτό με τους μεταβαλλόμενους ολισθητήρες, είναι σε θέση να διαχειριστεί πολύ μεγαλύτερες τιμές ροπής από τον κινητήρα. Επιπλέον έχει πολύ περιορισμένες διαστάσεις, καθώς ο άξονας εισόδου και εξόδου είναι στο ίδιο ύψος. Το γεγονός αυτό επιτρέπει την τοποθέτησή του και σε διαμήκεις κινητήρες οι οποίοι κινούν τους πίσω τροχούς. Η αντοχή του συστήματος αυτού έχει ήδη δοκιμαστεί αφού κινεί την ιαπωνική έκδοση του Nissan Cedric / Gloria του οποίου ο υπερτροφοδοτούμενος δκύλινδρος κινητήρας παράγει 286 lbft ροπής. Η κίνηση των ολισθητήρων πραγματοποιείται από ηλεκτρουδραυλικούς μηχανισμούς. Επίσης, οι ολισθητήρες δεν έρχονται απ' ευθείας σε επαφή με τον δίσκο εισόδου και εξόδου. Ένα ειδικό παχύρρευστο λάδι παρέχει την απαραίτητη ελκτική δύναμη ενώ την ίδια στιγμή ψύχει και λιπαίνει το όλο σύστημα. Τέλος η ηλεκτρονική μονάδα του κιβωτίου παρέχει τη δυνατότητα προεπιλογής 6 εικονικών σχέσεων, καθώς επίσης ομαλοποιεί τη μετάβαση του κιβωτίου από τη μια σχέση στην άλλη.



Nissan Extroid CVT	
Πλεονεκτήματα	Φθηνότερο, ελαφρύτερο και μικρότερο από τα αυτόματα. Ομαλή λειτουργία, ικανότητα διαχείρισης πολύ μεγαλύτερων τιμών ροπής.
Μειονεκτήματα	Ακριβό, όχι πολύ γρηγορότερο από ένα σύγχρονο αυτόματο, μικρό εύρος σχέσεων μετάδοσης

Σήμερα πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες το έχουν φέρει ξανά στην επιφάνεια σε εξελιγμένη μορφή όπως η Fiat, η Nissan και η Audi. Το σύστημα Selecta της Fiat αποτελείται από ένα ηλεκτρονικό συμπλέκτη που ελέγχεται από μια κεντρική ηλεκτρονική μονάδα για να παρέχει στο αυτοκίνητο ομαλή και σταδιακή εκκίνηση από τη θέση στάσης. Η κίνηση μεταδίδεται στο διαφορικό μέσω ενός μειωτήρα στροφών ο οποίος παράγει απεριόριστο αριθμό σχέσεων. Αντί των κλασικών γκραναζιών χρησιμοποιείται ένας μεταλλικός μάντας, ενώ η μείωση των στροφών επιτυγχάνεται από δύο τροχαλίες μεταβλητής διαμέτρου που εξασφαλίζουν πρακτικά άπειρες σχέσης μετάδοσης. Παράλληλα μια υδραυλική τρόμπα μεταφέρει λιπαντικό υπό πίεση για τη λίπανση και ψύξη του συστήματος. Τέλος έχει τοποθετηθεί ένας αισθητήρας στο πεντάλ γκαζιού για να γίνονται πιο ομαλά η εκκίνηση του οχήματος και οι μανούβρες κατά τη διάρκεια του παρκαρίσματος. Η Fiat όμως εξέλιξε ακόμα περισσότερο αυτό το σύστημα και κατασκεύασε ένα νέο κιβώτιο ταχυτήτων, το Speedgear. Αυτό το νέο κιβώτιο τοποθετείται στο νέο Punto με τον 16βάλβιδο κινητήρα των 1,2 λίτρων και μπορεί να λειτουργήσει σαν CVT και σαν σειριακό.

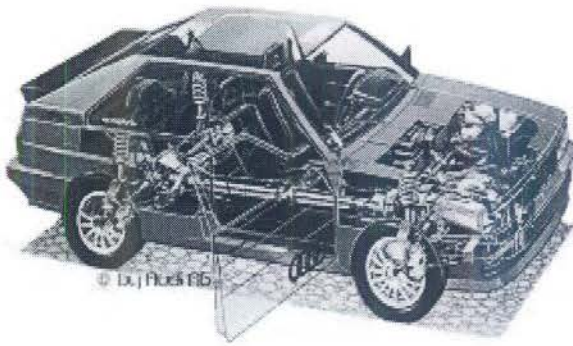
Η Nissan προχώρησε ένα βήμα παραπέρα και κατασκεύασε πρόσφατα ένα κιβώτιο CVT με την ονομασία Hypertronic και Hypertronic M-6, το οποίο συνεργάζεται με κινητήρα μεγάλου κυβισμού (2.000 κ.εκ.). Οι μηχανικοί της Nissan για να αντιμετωπίσουν την επιπλέον ροπή του μεγάλου κινητήρα χρησιμοποίησαν μια νέα συνδετική ζώνη μεταξύ των δύο τροχαλιών του κιβωτίου. Η νέα ζώνη είναι πάλι χαλύβδινη, όμως έχει μεγαλύτερο πλάτος για μεγαλύτερη αντοχή. Το δεύτερο στοιχείο είναι ένα υδραυλικό σύστημα ελέγχου το οποίο φροντίζει για την ομαλή κίνηση των δύο τροχαλιών ακόμα και σε συνθήκες υψηλών πιέσεων. Το Hypertronic M-6 έχει τη δυνατότητα επιλογής των σχέσεων με τρόπο αντίστοιχο των σειριακών κιβωτίων. Η λειτουργία του βασίζεται στην ύπαρξη έξι προεπιλεγμένων θέσεων στις δύο τροχαλίες του CVT. Ο ατσάλινος μάντας μετακινείται άμεσα πάνω σε αυτές ανάλογα με τις εντολές του οδηγού. Όπως είναι λογικό, οι έξι



θέσεις αντιστοιχούν σε πέντε σχέσεις ενός κλασικού μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων και σε μία ακόμη για οικονομική οδήγηση. Τέλος, υπάρχει ένα κουμπί που ενεργοποιείται η θέση "S" η οποία βελτιώνει τη μετάδοση της κίνησης έτσι ώστε να λειτουργεί ο κινητήρας στο φάσμα των στροφών της μέγιστης απόδοσής του. Η Audi επίσης παρουσίασε ένα νέο κιβώτιο CVT το οποίο καινοτομεί και στη θέση του μάντα χρησιμοποιεί μια αλυσίδα ελασματιδίων. Λόγω της κατασκευής της είναι σε θέση να αντέχει τις αυξημένες δυνάμεις που παράγουν οι μεγάλοι κυβισμού κινητήρες.

Η τεχνολογία αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι ο οδηγός θα μπορεί να κινείται και να επιταχύνει το όχημά του, παραμένοντας σε ένα σταθερό προεπιλεγμένο ρυθμό στροφών.

## 5. Κιβώτια Ταχυτήτων Τετρακίνησης



ΕΙΚΟΝΑ 5.1: Τομή Audi Quattro 1

Ένα από τα πρώτα ζητήματα που αντιμετώπισαν οι μηχανικοί στην κατασκευή των πρώτων αυτοκινήτων αφορούσε στην μεταφορά της ισχύος από το κιβώτιο ταχυτήτων στους τροχούς. Εκείνη την εποχή ήταν ιδιαίτερα δύσκολη υπόθεση να μοιραστεί η ροπή στους δύο κινητήριους τροχούς

(θυμηθείτε πως οι μη κινητήριοι περιστρέφονται «ελεύθεροι») που στην διάρκεια στροφής οι εξωτερικοί διαγράφουν μεγαλύτερο τόξο από τους εσωτερικούς. Μεγαλύτερο τόξο σημαίνει μεγαλύτερη απόσταση, άρα και αυξημένη περιστροφική ταχύτητα. Οι μηχανικοί έπρεπε να βρουν ένα τρόπο, ένα μηχανισμό, που θα επέτρεπε σε κάθε κινητήριο τροχό να περιστραφεί με διαφορετική ταχύτητα. Στα μέσα του 18<sup>ου</sup> αιώνα ο James Stanley επινόησε το πρώτο σύστημα που πληρούσε την συγκεκριμένη προϋπόθεση και το ονόμασε διαφορικό. Στη συνέχεια άλλοι μηχανικοί εξέλιξαν συνεχώς την λειτουργία των διαφορικών η οποία πλέον δεν αποτελούσε πρόβλημα. «Γιατί όμως η κίνηση να μεταδίδεται μόνο στους δύο και όχι σε όλους τους τροχούς;» σκέφτηκαν μερικοί από αυτούς. Όπως εκείνοι που εργάζονταν το 1898 στο εργοστάσιο αυτοκινήτων Tatra και σκέφτηκαν να κατασκευάσουν μερικά οχήματα με κίνηση στους τέσσερις τροχούς τα οποία όμως αντιμετώπισαν σωρεία προβλημάτων. Δύο χρόνια αργότερα ο δαιμόνιος σαν μηχανικός



Ferdinand Porsche είχε την ιδέα να κατασκευάσει ένα όχημα που πίσω από κάθε τροχό κρυβόταν ένας ηλεκτροκινητήρας. Ο κάθε ένας από αυτούς τραβούσε ρεύμα από ένα δυναμό που κινούσε ο βενζινοκινητήρας αλλά η όλη κατασκευή ήταν αδύνατο να βγει στην παραγωγή λόγω κόστους και της πολυπλοκότητας του όλου συστήματος.

Τα επόμενα χρόνια εμφανίστηκαν διάφορες πατέντες και εφαρμογές **τετρακίνησης** αλλά ορόσημο ήταν η παραγωγή του θρυλικού Willys Jeep μετά από αίτημα της αμερικανικής κυβέρνησης για ένα όχημα «που θα μπορούσε να κινηθεί παντός εδάφους». Στην δεκαετία του '50 εμφανίζονται το Toyota Land Cruiser καθώς και τα πρώτα Land Rover από την Austin. Μέχρι και τις αρχές περίπου της δεκαετίας του '80, τα συστήματα τετρακίνησης έβρισκαν εφαρμογή αποκλειστικά σε οχήματα τύπου τζίπ. Εν τούτοις, το πρώτο αυτοκίνητο παραγωγής με **σύστημα μόνιμης τετρακίνησης**, με κεντρικό διαφορικό και για πρώτη φορά σύστημα ABS, ήταν το επαναστατικό Jensen FF. Η παραγωγή του διήρκεσε περίπου έξι χρόνια και ο αριθμός παραγωγής δεν ξεπέρασε τις 100 μονάδες. Ωστόσο, το μοντέλο που πραγματικά ώθησε την τεχνολογία της τετρακίνησης μέσα από τους αγώνες έφερε τα διακριτικά της πρώην NSU, το οποίο είχε παρουσιαστεί για πρώτη φορά το 1980 στο σαλόνι της Γενεύης. Ουσιαστικά, το Audi Quattro καθιέρωσε την τετρακίνηση στο παγκόσμιο πρωτάθλημα ράλι. Το κεντρικό διαφορικό ήταν συνδεδεμένο με το κιβώτιο ταχυτήτων, και το πίσω διαφορικό του αυτοκινήτου μπορούσε να μετατραπεί με χειροκίνητο τρόπο σε μπλοκέ ενώ η κατανομή της ροπής ανάμεσα στους δύο άξονες ήταν 50:50.

Η συνέχεια ήταν εντυπωσιακή και μέσα από τα ράλι η εξέλιξη των **συστημάτων τετρακίνησης** επιταχύνθηκε με γοργούς ρυθμούς. Από τις αμιγώς μηχανικές συναρμογές τετρακίνησης και τα σκληροτράχηλα 4x4 η μετέπειτα εφαρμογή των ηλεκτρονικών και οι απαιτήσεις του κοινού για πολιτισμένα μοντέλα έδωσε νέα διάσταση, εξού και τα ιδιαίτερα δημοφιλή SUV. Σήμερα, η μετάδοση της κίνησης σε όλους τους τροχούς επιτυγχάνεται γενικώς με τρεις τρόπους με αρκετές όμως παραλλαγές. **Ένα απλό κοινό διαφορικό επιτρέπει σε ένα ζεύγος τροχών να περιστρέφεται με διαφορετική ταχύτητα αλλά την ροπή την κατανέμει ισομερώς. Αν δηλαδή ο ένας τροχός βρεθεί σε ολισθηρή επιφάνεια και σπινάρει τότε η ροπή που μεταφέρεται στον άλλο είναι ανάλογα μικρή με αποτέλεσμα το όχημα να ακινητοποιείται. Θα σας έχει τύχει σε ανηφόρα με βρεγμένο οδόστρωμα ο ένας τροχός να σπινάρει τρελά και ο άλλος να μένει ακίνητος, όπως και το αυτοκίνητο σας. Εκείνη την στιγμή το διαφορικό κατανέμει την ίδια**



## **ροπή στον τροχό που σπινάρει στο βρεγμένο με τον τροχό που πατά στο στεγνό οδόστρωμα.**

Ίδια ροπή αλλά διαφορετική περιστροφική ταχύτητα, οπότε το συμπέρασμα είναι πως το διαφορικό κατανέμει ροπή και επιτρέπει ελευθερία κίνησης (περιστροφικής). Με άλλα λόγια: το διαφορικό κατανέμει την ροπή στρέψης που δέχεται προς τους τροχούς ώστε αυτοί να περιστρέφονται ταυτόχρονα αλλά με διαφορετική ταχύτητα. Για ισχύ δεν θα πρέπει να μιλάμε καθώς η κίνηση των γραναζιών έχει να κάνει με την δύναμη που ασκείται στην επιφάνεια των οδοντώσεων των γραναζιών, όπως και στα κιβώτια ταχυτήτων. Αν τώρα υποθέσουμε πως σε ένα τετρακίνητο έχουμε από ένα κοινό διαφορικό σε κάθε άξονα τότε τι θα γίνει όταν κάθε ζεύγος τροχών αρχίζει να σπινάρει. Το άλλο ζεύγος θα ακινητοποιηθεί και για αυτό απαιτείται η χρήση ενός κεντρικού διαφορικού περιορισμένης ολίσθησης που θα ρυθμίζει την ροπή που θα περνά σε κάθε άξονα.

Ωστόσο, το κοινό διαφορικό δεν μπορεί να αντιληφθεί την ροπή που πρέπει να φτάσει σε κάθε τροχό και την λύση δίνουν τα διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης. Στην ευθεία και στις στροφές με ικανοποιητική πρόσφυση λειτουργούν όπως τα κοινά διαφορικά αλλά όταν κάποιος τροχός χάσει πρόσφυση τότε η ροπή περνά στον τροχό με την μεγαλύτερη. Θα έχετε ακούσει μηχανικούς να μιλούν για μπλοκέ π.χ. 30%. Αυτός είναι ο συντελεστής ενός μπλοκέ που βγαίνει από την αναλογία της διαφοράς ροπής ανάμεσα στους τροχούς και το οδόστρωμα, την ολική ροπή που μεταφέρεται στους κινητήριους τροχούς. Το πηλίκο πολλαπλασιάζεται επί 100%.

Για διαφορά περιστροφής αναφερόμαστε στα μπλοκέ σιλικονούχα διαφορικά δίσκων, τους γνωστούς συνεκτικούς συμπλέκτες, καθώς από την διαφορά περιστροφής του εμπρός και πίσω άξονα προκύπτει θερμότητα και διαστολή της σιλικόνης με αποτέλεσμα ένα ελατήριο να «κουμπώνει» τους δίσκους. Στέκομαι στους συνεκτικούς συμπλέκτες γιατί αξίζει να σημειωθεί πως όσο μικρότερη είναι η διαφορά περιστροφής ανάμεσα στους δύο άξονες τόσο μικρότερη είναι η μεταφορά της ροπής. Με άλλα λόγια, θεωρητικά όταν το όχημα κινείται στην ευθεία δεν έχουμε διαφορά περιστροφής και η ροπή που περνά στον πίσω άξονα είναι μηδενική. Στην περίπτωση που ο συνεκτικός συμπλέκτης συνεργάζεται με κεντρικό διαφορικό τότε έχουμε αναλογία 50:50.



«Από την στιγμή που η κίνηση μεταφέρεται στους δύο τροχούς γιατί να μην μεταφέρεται και στους τέσσερις;». «Δεν μπορεί, αφού οι παθητικοί τροχοί ενός αυτοκινήτου μπορούν να φρενάρουν, σίγουρα θα υπάρχει τρόπος και να επιταχύνουν.» Απλοί και ξεκάθαροι συλλογισμοί που αφορούν στην μετάδοση της ισχύος στους τέσσερις τροχούς. Σκέψεις που στριφογύριζαν στο νου των μηχανικών πολλές δεκαετίες πριν. Μία από τις πρώτες «τετρακίνητες» πατέντες είχε κατοχυρωθεί το 1898 από τον R.Twinford. Την ίδια χρονιά η Tatra είχε ξεκινήσει την παραγωγή 4×4 αυτοκινήτων. Ωστόσο, η κατασκευή ενός αυτοκινήτου όπου η ροπή του κινητήρα μπορούσε να μεταδίδεται μόνιμα και ομαλά, σε όλους τους τροχούς, ήταν εξαιρετικά δύσκολη λόγω πρακτικών προβλημάτων. Αφήνοντας στην άκρη τα καθάραιμα 4×4, τα γνωστά τζίπ με την κατ' επιλογήν τετρακίνηση, η πρώτη αξιόλογη κατασκευή -με μόνιμη τετρακίνηση- ήταν το Jensen FF το οποίο εμφανίσθηκε το 1966 και στην διάρκεια περίπου έξι ετών κυκλοφόρησαν μόλις εκατό αντίτυπά του. Η αυτοκινητοβιομηχανία όμως που κυριολεκτικά έφερε την επανάσταση, αρχικά στους αγώνες και μετέπειτα στην παραγωγή, ήταν η Audi όπου η λέξη Quattro έμελλε να ταυτιστεί με την ιστορία της.

Όλα ξεκίνησαν την άνοιξη του 1977 όταν στο project με την κωδική ονομασία 262, που είχαν αναλάβει τρεις νεαροί μηχανικοί, οι J.Bensinger, W.Treser και F.Piech, δόθηκε από την VW το «πράσινο φως» για την έναρξή του. Ο τελευταίος, μάλιστα, της τριάδας διέθετε μοναδική εμπειρία σε τεχνικά θέματα, μέρος της οποίας είχε αποκομίσει από τις σημειώσεις του παππού του, του αείμνηστου Ferdinand Porsche. Στόχος του προγράμματος ήταν η κατασκευή ενός αγωνιστικού τετρακίνητου μοντέλου που θα ξεπερνούσε τον ανταγωνισμό και θα μεσουρανούσε την Audi.



EIKONA 5.2: Audi Quattro 1

Η βάση για την εξέλιξη του συστήματος τετρακίνησης ήταν ένα κόκκινο Audi 80 Coupe εξοπλισμένο με πεντακύλινδρο turbo κινητήρα ισχύος 160 ίππων και ελαφρώς αυξημένο μεταξόνιο. Ο κινητήρας είχε παραμείνει στην διαμήκη θέση του, όπως και το κιβώτιο

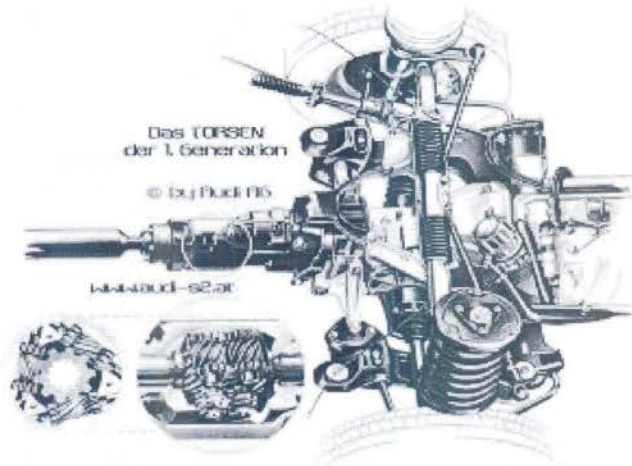


ταχυτήτων, ενώ την εξέλιξη της μονάδας μετάδοσης στους πίσω τροχούς είχε αναλάβει ο H.Nedvidek. Ο άνθρωπος που κατασκεύαζε κιβώτια ταχυτήτων στα Grand Prix, με τα μονοθέσια που συμμετείχαν -μεταξύ άλλων- οι S.Moss και M.Fangio, είχε τοποθετήσει έναν άξονα που γεφύρωνε απευθείας την έξοδο του κιβωτίου ταχυτήτων με τους πίσω τροχούς. Δεν υπήρχε κεντρικό διαφορικό καθώς το σύστημα τετρακίνησης προέρχονταν από τα Itis, τα τζίπ που προορίζονταν για τον γερμανικό στρατό, και η εμπλοκή της κίνησης σε όλους τους τροχούς ήταν εφικτή μόνο χειροκίνητα.

**Ένα χρόνο αργότερα, τον Ιανουάριο του 1978, το πρωτότυπο A1 (All-Wheel-Drive-1)** δοκιμάστηκε στην Αυστρία όπου διαπιστώθηκαν διάφορα προβλήματα που είχαν να κάνουν με την καταπόνηση των μηχανικών μερών και του σασί χωρίς να συνυπολογίζεται η πρόωγη φθορά των ελαστικών και η επιβαρημένη κατανάλωση. Όλα τα παραπάνω συμπτώματα οφείλονταν στο γεγονός πως την μετάδοση από τον εμπρός άξονα στους πίσω τροχούς είχε αναλάβει ένας άξονας χωρίς μηχανισμό κατανομής της ροπής, δηλαδή διαφορικό. Στην συνέχεια, όμως, το πρόβλημα επιλύθηκε με την τοποθέτηση του εμπρός διαφορικού του Audi 80 μετά το κιβώτιο ταχυτήτων, την εγκατάσταση ενός άξονα που συνέδεε το κεντρικό διαφορικό και έναν επιπλέον άξονα -μήκους 26,5 εκατοστών- που τοποθετήθηκε μετά το κεντρικό διαφορικό για να μεταδίδεται η κίνηση και στο πίσω διαφορικό. Το πρώτο αξιόλογο τετρακίνητο μοντέλο παραγωγής είχε κατασκευαστεί και το πρώτο original Quattro είχε εμφανισθεί τον Σεπτέμβριο του 1980 σε ανεπίσημο ραλί -στα χέρια του H.Mikola στην Πορτογαλία- και μετά από δύο μήνες στις εκθέσεις της Audi.

**Ορόσημο στην τεχνολογία Quattro, στάθηκε το φθινόπωρο του 1986** όταν στο ρόλο του κεντρικού διαφορικού χρησιμοποιήθηκε το μηχανικό διαφορικό περιορισμένης ολίσθησης τύπου Torsen το οποίο επέτρεπε την κατανομή της ροπής ανάμεσα στους δύο άξονες σε αναλογία έως και 75% (στον ένα άξονα). Μερικά εκατοστά εμπρός από τον επιλογέα ταχυτήτων, υπήρχε ένας διακόπτης ο οποίος αναλάμβανε την μηχανική εμπλοκή του κεντρικού με το πίσω διαφορικό. Αξίζει να σημειωθεί πως το Torsen (Torque Sensing) είχε επινοηθεί το 1958 από την αμερικανική εταιρεία Gleason Corporation αλλά δεν είχε εφαρμοστεί ως κεντρικό διαφορικό.

Δύο χρόνια αργότερα, το σύστημα τετρακίνησης αναβαθμίστηκε με την εισαγωγή του ηλεκτρονικά ελεγχόμενου διαφορικού (EDS ή Electronic Differential Lock) το οποίο απέτρεπε το σπινάρισμα των τροχών με την μικρότερη πρόσφυση. Το



Audi V8 ήταν το πρώτο Quattro που συνδυάστηκε

ΕΙΚΟΝΑ 5.3: Σύστημα 4κίνησης Torsen 1

με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων και με δύο διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης, ένα ηλεκτρονικά ελεγχόμενο κεντρικό Torsen που συνδυάστηκε με συμπλέκτη και με ένα δεύτερο μηχανικό Torsen στον πίσω άξονα. Το 1994 η διάταξη με κεντρικό Torsen υιοθετήθηκε και στις εκδόσεις με μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων και συνδυάστηκε με τα δύο ηλεκτρονικά ελεγχόμενα διαφορικά σε κάθε άξονα. Στην επόμενη εξέλιξη του Quattro μπλέχθηκε μια σουηδική εταιρία η οποία κατασκεύασε τον γνωστό ηλεκτροϋδραυλικό συμπλέκτη Haldex που τοποθετήθηκε για πρώτη φορά στο Audi TT και εν συνεχεία σε διάφορα μοντέλα του ομίλου και όχι μόνο. Με αυτά και αυτά, έτσι λοιπόν συμπληρώθηκαν από την άνοιξη του 1977 μέχρι σήμερα 35 χρόνια Quattro.



## 6. ΤΑ Κιβώτια Ταχυτήτων των φορτηγών



ΕΙΚΟΝΑ 6.1: Φορτηγό 1

### 6.1 Τα είδη κιβωτίων ταχυτήτων των φορτηγών

#### 6.1.1 Κιβώτια ταχυτήτων ZF

Η απαίτηση για μεγιστοποίηση της άνεσης και της ασφάλειας, έχει οδηγήσει τους περισσότερους κατασκευαστές να προβάλλουν ως ιδανική λύση για τη μετάδοση της ισχύος των μεγάλων αυτοκινήτων τα αυτόματα κιβώτια. Η ZF ανταποκρινόμενη σε κάθε νέα ανάγκη της αγοράς, ήταν από τις πρώτες εταιρείες που παρουσίασαν ολοκληρωμένες λύσεις για κάθε περίπτωση οχήματος ανάλογα με το μέγεθος και τη χρήση για την οποία προορίζεται. Η σειρά αυτόματων κιβωτίων AS Tronic, έχοντας επιτυχημένη πορεία στα μεγάλα φορτηγά οχήματα -στα οποία θεωρείται σημείο αναφοράς μεταξύ των εταιρειών αφού διατίθεται από το 1997- αποτέλεσε το εφαλτήριο για την ZF προκειμένου να εξελίξει λύσεις και για τις υπόλοιπες κατηγορίες. Από την πρώτη στιγμή της εμφάνισης στην αγορά της σειράς AS Tronic, το τμήμα έρευνας και τεχνολογίας της ZF δούλεψε διαρκώς πάνω στο project της προσαρμογής των εξελιγμένων αυτόματων κιβωτίων και στα μικρότερα επαγγελματικά οχήματα που κατά τεκμήριο έχουν μεγάλη ανάγκη για τέτοιο είδος κιβωτίου ταχυτήτων.



Τα οφέλη δεν έχουν να κάνουν μόνο με την άνεση του οδηγού αλλά και με την οικονομία στη συντήρηση του αυτοκινήτου, αφού το αυτόματο κιβώτιο έχει μικρότερες απαιτήσεις σε επίπεδο service.

Παράλληλα και για οχήματα με ωφέλιμο βάρος μέχρι 6,5 τόνους, υπάρχει από τη ZF και η δυνατότητα επιλογής του νέου της κιβωτίου με την ονομασία eTronic, το οποίο προσφέρει δυνατότητα αυτόματης ή χειροκίνητης αλλαγής ταχυτήτων στον οδηγό.

#### ***Τα Πλεονεκτήματα των κιβωτίων της ZF***

Από τη χρήση των heavy duty αυτόματων κιβωτίων της ZF, είναι αποδεδειγμένο το ότι υπάρχει σημαντικό όφελος σε ότι αφορά την οικονομία καυσίμου αλλά και στον περιορισμό των εξόδων συντήρησης του οχήματος. Εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς πως με τις αυτόματες αλλαγές των ταχυτήτων, εξασφαλίζεται το ότι ο οδηγός δε θα πιέζει τον κινητήρα περισσότερο από όσο χρειάζεται ή σε στροφές υψηλότερες από αυτές όπου εμφανίζεται η μέγιστη τιμή της ροπής του. Η απλοποίηση της οδήγησης για το χειριστή, σημαίνει μικρότερη επιβάρυνση σε κόπωση που είναι ένας παράγοντας άμεσα συνδεδεμένος με την ασφάλεια στα επαγγελματικά οχήματα. Έχοντας λιγότερες κινήσεις να κάνει ο οδηγός, διοχετεύει περισσότερη ενέργεια στο να ελέγχει το δρόμο καλύτερα και μπορεί να διακρίνει έγκαιρα μια κατάσταση που μπορεί να εξελιχθεί σε επικίνδυνη για πρόκληση ατυχήματος. Επίσης, μεγάλη είναι και η σημασία της άνεσης που μπορούν να προσφέρουν τα εξελιγμένα αυτόματα κιβώτια, χάρη στα οποία οι αλλαγές των ταχυτήτων πραγματοποιούνται χωρίς να γίνονται αντιληπτές –στις περισσότερες των περιπτώσεων- από τους επιβάτες και αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό αν μιλάμε για λεωφορεία, είτε τουριστικά, είτε αστικών συγκοινωνιών.

#### ***Ποια είναι η ZF***

Η ZF είναι μια από τις κυρίαρχες εταιρείες στο χώρο της σχεδίασης και εξέλιξης συστημάτων μετάδοσης και σασί, που δραστηριοποιείται αρκετές δεκαετίες τώρα στον τομέα των φορτηγών – κυρίως- και έχει εγκαταστάσεις σε 26 χώρες. Το προσωπικό που απασχολείται από τη ZF φτάνει τους 54.500 ανθρώπους, οι οποίοι βρίσκονται μοιρασμένοι στις 125 μονάδες της εταιρείας παγκοσμίως. Οι εμπορικές της επιτυχίες την έχουν μετατρέψει από απλό κατασκευαστή σε εταιρεία αναζήτησης μελλοντικών εφαρμογών και τεχνολογικών λύσεων, με μεγάλα οφέλη από τις αποκλειστικές συνεργασίες που έχει συνάψει με τους κυριότερους κατασκευαστές αυτοκινήτων στην αγορά των επαγγελματικών οχημάτων. Ενδεικτικό της δυναμικής της είναι το



ότι το 1/3 των πωλήσεών της, αφορά προϊόντα που έχουν εξελιχθεί και προωθηθεί στην παραγωγή, μόλις τα τελευταία 5 χρόνια. Χαρακτηριστικό της διαρκούς αναζήτησης νέων εφαρμογών, είναι το ότι κάθε χρόνο η ZF επενδύει περισσότερα από 500 εκατομμύρια ευρώ στον τομέα έρευνας και εξέλιξης.

#### ***AS Tronic και στα χρωματουργικά***

Η προηγμένη τεχνολογία των κιβωτίων της σειράς AS Tronic προσφέρεται ήδη εδώ και κάποια χρόνια και στον τομέα των χρωματουργικών μηχανημάτων. Ακόμα και σε αυτή την ανοικονόμητη από άποψη μεγέθους σε πολλές περιπτώσεις κατηγορία, τα κιβώτια AS Tronic έχουν εκτιμηθεί για την οικονομία χώρου κι καυσίμου που προσφέρουν αλλά και την ευελιξία που είναι τόσο απαραίτητη σε αυτή την κλάση. Οι παράμετροι κάθε άλλο παρά απλές είναι: μέχρι και 108 τόνοι βάρους που κατανέμονται έως και σε 9 άξονες. Το κιβώτιο των ταχυτήτων πρέπει να είναι τόσο ευέλικτο ώστε να επιτρέπει τους εύκολους ελιγμούς μέσα στα εργοτάξια με τα αλλεπάλληλα σταμάτα-ξεκίνα αλλά και να είναι ικανό για επίτευξη ταχύτητας στον ανοιχτό δρόμο, έως και 80 χλμ./ώρα. Οι προτάσεις της ZF είναι τόσο αποτελεσματικές για τη συγκεκριμένη κατηγορία, που κατέχει το 50% της συγκεκριμένης αγοράς, ενώ και η κυρίαρχη εταιρεία στα χρωματουργικά Liebherr έχει ήδη απορροφήσει –μέχρι το τέλος του 2005- 5.000 μονάδες αυτόματων κιβωτίων.

#### ***ZF και στο Βρετανικό Στρατό***

Μια συμφωνία μεταξύ της MAN και του Βρετανικού Υπουργείου Αμύνης, θα φέρει τη ZF και στις τάξεις του στρατεύματος. Εκτιμώντας τη μεγάλη αντοχή των αυτόματων κιβωτίων αλλά και τη συνολική ποιότητα των αυτοκινήτων της MAN, η προμήθεια του Βρετανικού Στρατού με τα 7.300 οχήματα παντός εδάφους θα κάνει τη διαφορά, δίνοντας τη δυνατότητα εκτός των άλλων και για περιορισμό του προϋπολογισμού για τη συντήρηση του συνολικού στόλου των στρατιωτικών οχημάτων.

### **AS Tronic Mid**

Για φορτηγά μεσαίου μεγέθους, η ZF προσαρμοσε τις βασικές κατασκευαστικές αλλά και λειτουργικές αρχές των heavy duty κιβωτίων ταχυτήτων. Με τρία πρωτεύοντα γρανάζια από τα οποία προκύπτει δυνατότητα υποπολλαπλασιασμού, έτσι ώστε ο αριθμός των συνολικών σχέσεων να είναι 12. Η επιλογή τους γίνεται με την εφαρμογή ενός εξελιγμένου πνευματικού κυκλώματος, χάρη στο οποίο η εναλλαγή μεταξύ των σχέσεων είναι ανεπαίσθητη. Προκειμένου να υπάρχει δυνατότητα κάλυψης απαιτήσεων μεγάλου εύρους –ανάλογα και με τη χρήση του αυτοκινήτου- αλλά και για την καλύτερη δυνατή προσαρμογή ανάλογα με τον κινητήρα του οχήματος, η ZF έχει παρουσιάσει δύο παραλλαγές του κιβωτίου AS Tronic Mid και είναι σε θέση να δώσει λύσεις για αποδιδόμενη ροπή από 800 Nm έως και μέχρι 1.600 Nm.

Οι παραλλαγές αυτές, αφορούν κυρίως τον πρωτεύοντα άξονα και το γρανάζι του, το οποίο έχει διάμετρο 840 και 900 χιλιοστά αντίστοιχα, δίνοντας μακρύτερη ή κοντύτερη τελική σχέση αντίστοιχα. Επιπλέον, να πούμε πως ένα ακόμα πλεονέκτημα του AS Tronic Mid είναι το βάρος του (αφορά την ευκολία στη συντήρηση αλλά και την αύξηση του ωφέλιμου φορτίου στο αυτοκίνητο) που κυμαίνεται από 50 έως 65 κιλά λιγότερα σε σχέση με ένα αντίστοιχο συμβατικό. Ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος είναι αυτή της εξέλιξης και του συστήματος λίπανσης. Στο AS Tronic Mid, η λίπανση των γραναζιών γίνεται με ένα πρωτοποριακό σύστημα ψεκασμού και όχι με τη γνωστή μέθοδο της εμβάπτισης, γεγονός που μειώνει τις απώλειες του λιπαντικού και παράλληλα κάνει τη διαδικασία πιο αποτελεσματική. Χρησιμοποιώντας τις ίδιες κατασκευαστικές αρχές και για τις μικρότερες εκδοχές των AS Tronic όπως και για τη μεγαλύτερη, η ZF έχει καταφέρει και προσφέρει στους κατασκευαστές την επιλογή των νέων της κιβωτίων χωρίς να είναι απαραίτητες τροποποιήσεις στη γραμμή παράγωγής. Η εφαρμοσμένη τεχνολογία των κιβωτίων, έχει ως αποτέλεσμα την απουσία οποιοδήποτε προβλήματος κατά την τοποθέτηση αλλά και από το χειρισμό του κιβωτίου σε καθημερινή βάση.



### ***AS Tronic Lite***

Για τις μικρές κατηγορίες φορτηγών που συνήθως εξυπηρετούν ανάγκες μεταφορών και παράδοσης σε αστικό περιβάλλον, η ZF προσφέρει την παραλλαγή AS Tronic Lite. Οι ευκολίες που προσφέρει το κιβώτιο αυτό είναι πραγματικά ανεκτίμητες για τους οδηγούς. Το AS Tronic Lite είναι βασισμένο στο χειροκίνητο κιβώτιο με τον κωδικό 6S 850 της ZF, πάνω στο οποίο έχουν γίνει συγκεκριμένες τροποποιήσεις που αφορούν το σύστημα αλλαγής ταχυτήτων (στην περίπτωση αυτή η διαδικασία γίνεται ηλεκτροπνευματικά) και το συνοδευτικό λογισμικό.

Η αντικατάσταση του πνευματικού συστήματος με αντίστοιχο ηλεκτροπνευματικό επιτρέπει την τοποθέτηση του κιβωτίου ακόμα και σε αυτοκίνητα που δε διαθέτουν κύκλωμα χρησιμοποίησης πεπιεσμένου αέρα. Είναι τέτοια η δομή του AS Tronic Lite ωστόσο, που και στα αυτοκίνητα που διαθέτουν ανάλογο κύκλωμα, δεν επιβάλλεται καμία απολύτως τροποποίηση για την τοποθέτηση του κιβωτίου κατά την κατασκευή του αυτοκινήτου. Πρόκειται για μια ολοκληρωμένη πρόταση, στην οποία η ενσωμάτωση των επιπλέον συστημάτων γίνεται από τη ZF, προσφέροντας στον κατασκευαστή του οχήματος τη δυνατότητα να το προσαρμόσει χωρίς να υπάρχει ανάγκη τροποποιήσεων στο αμάξωμα. Σε ότι αφορά τον όγκο αλλά και το βάρος, το AS Tronic Lite είναι παρεμφερές με το χειροκίνητο πάνω στο οποίο βασίζεται.

### ***eTronic***

Μια ακόμα πιο εξελιγμένη μορφή αυτόματου κιβωτίου σε σχέση με το AS Tronic Lite, είναι αυτή του eTronic (ZF- 6 AS 350 VD) το οποίο βασίζεται στην εφαρμογή ηλεκτρομηχανισμού που αναλαμβάνει με τη συνδρομή και ενός εξελιγμένου λογισμικού, τη διαδικασία της σύμπλεξης/ αποσύμπλεξης αλλά και την επιλογή της ιδανικής σχέσης στο κιβώτιο ανάλογα με το φορτίο του αυτοκινήτου, την κλίση του δρόμου, τις στροφές του κινητήρα, κ.ο.κ. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα που έχει το eTronic είναι το ότι επιτρέπει και τη χειροκίνητη επιλογή των σχέσεων από τον οδηγό. Είναι σχεδιασμένο για οχήματα με κίνηση στους πίσω τροχούς, διαθέτει 6 σχέσεις και δυνατότητα επιλογής αργού- γρήγορου (υποπολλαπλασιασμό). Ο δίσκος του συμπλέκτη που έχει κατασκευαστεί σε συνεργασία της ZF με τη Sachs, είναι ξηρού τύπου αυτορυθμιζόμενος. Οι αυτόματες αλλαγές των ταχυτήτων πραγματοποιούνται σε συνάρτηση με τα δεδομένα που λαμβάνει η κεντρική μονάδα του κιβωτίου από τους αισθητήρες που είναι ήδη εγκατεστημένοι στο αυτοκίνητο για τα διάφορα



ηλεκτρονικά συστήματα ασφαλείας (όπως π.χ. το ABS). Η κεντρική μονάδα του κιβωτίου είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε να μπορεί να «συνεργάζεται» με κάθε τύπου σειριακής μεταφοράς δεδομένων (CAN Bus).

### 6.1.2 Τα Νέα κιβώτια ταχυτήτων

Τη σημαντικότητα της ύπαρξης σύγχρονων κινητήρων για τα μεγάλα επαγγελματικά οχήματα, την αναγνωρίζουν όλοι. Είτε έχουν βλέψεις για καθαρότερο περιβάλλον, είτε γιατί θέλουν το μάξιμουμ της οικονομίας κατά την κίνηση. Είναι άλλωστε γνωστό πως ένας παλιός τεχνολογίας κινητήρας, εκτός του ότι μεσοπρόθεσμα θα αποδειχτεί ακριβότερος στη συντήρηση, εμφανίζει μεγαλύτερο μέσο όρο κατανάλωσης και σημαντικά αυξημένες εκπομπές ρύπων.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στους κινητήρες, έχουν επιφέρει τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας του καυσίμου. Αυτό με απλά λόγια μπορεί να περιγραφεί ως η απόδοση ίδιας ισχύος με τη χρήση λιγότερου καυσίμου σε σχέση με τα παλιότερα μηχανικά σύνολα. Τώρα για να γίνει απόλυτη η εκμετάλλευση της νέας αυτής τεχνολογίας, χρειάζεται τα μηχανικά σύνολα να υποστηρίζονται μεταξύ άλλων (σημαντικό ρόλο παίζουν, τόσο το βάρος και η αεροδυναμική αντίσταση του οχήματος, όσο και τα ελαστικά του, αφού και τα δεδομένα αυτά έχουν να κάνουν με την τριβή και κατά συνέπεια με τη δυσκολία του κινητήρα για την κίνηση του βάρους του οχήματος) και από τα κιβώτια των ταχυτήτων. Η κλιμάκωση των ταχυτήτων ενός κιβωτίου, έχει άμεση σχέση με την εκμετάλλευση της ισχύος του κινητήρα και την ευκολία με την οποία ο τελευταίος συμβάλλει στη μεταφορά φορτίων που προστίθενται ως βάρος σε αυτό του οχήματος.

Με την κάλυψη των βασικότερων αναγκών να γίνεται με ένα «απλό» δτάχυτο κιβώτιο, το οποίο σε πρώτη φάση έχει εφαρμογή μόνο σε οχήματα μεταφοράς προσωπικού και λεωφορεία, οι ανεξάρτητες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή εξαρτημάτων για λογαριασμό των μεγάλων αυτοκινητοβιομηχανιών, μας προετοιμάζουν για το μέλλον. Μια από τις μεγαλύτερες ανεξάρτητες εταιρείες, η ZF έχει προχωρήσει στην εξέλιξη ενός νέου κιβωτίου 6 σχέσεων με την ονομασία EcoLife. Το δτάχυτο αυτό κιβώτιο μπορεί με πολύ λίγες αλλαγές να εξυπηρετήσει επιπλέον και τις ανάγκες λεωφορείων αστικών συγκοινωνιών, καθώς επίσης μεγάλων φορτηγών ειδικής χρήσης αλλά και οχημάτων σταθερής τροχιάς.



Με τη χρήση του κιβωτίου αυτού, η σχεδίαση του οποίου επιτρέπει το συνδυασμό του με μηχανικά σύνολα που αποδίδουν μέχρι και 2.000 Nm (204 kgm), η απόδοση συναντά την αποδοτικότητα και προκύπτουν λύσεις για κάθε εφαρμογή. Σε σχέση με παλιότερα κιβώτια ταχυτήτων και συγκεκριμένα με το ZF- Ecomat που έχει αποδείξει την αξία του και ήταν μια από τις καλύτερες επιλογές μέχρι πρότινος, η νέα αυτή έκδοση του δτάχτου κιβωτίου προσφέρει οφέλη και σε επίπεδο συντήρησης. Συγκεκριμένα, το ZF- EcoLife εμφανίζει μεγαλύτερη αντοχή στο χρόνο και χρειάζεται συντήρηση έχοντας χρησιμοποιηθεί περίπου 40% περισσότερο από το παλιότερο κιβώτιο της ZF, σε σύγκριση με το οποίο μπορεί να διαχειριστεί και 25% περισσότερη ροπή.

Ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται, η οικονομία στα καύσιμα που πρέπει να περιμένει κανείς είναι της τάξεως του 5% τουλάχιστον. Έχοντας εξ ολοκλήρου νέο κύκλωμα ψύξης αλλά και ένα ειδικά εξελιγμένο από τη ZF λιπαντικό, το κιβώτιο ZF- EcoLife μπορεί να αντεπεξέλθει με άνεση στην αυξημένη κατά 15% περίπου, θερμοκρασία λειτουργίας που επιβάλλουν οι σύγχρονοι κινητήρες. Περισσότερα από 60 σημεία στο κιβώτιο είναι τελείως νέα και έχουν εξελιχθεί ειδικά για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, με αποτέλεσμα την εξιδανίκευση της λειτουργίας και της χρήσης του κιβωτίου. Νέος είναι επίσης και ο μετατροπέας ροπής, που επιτρέπει την ομαλότερη επιτάχυνση του εκάστοτε οχήματος με λιγότερες στροφές στον κινητήρα.

Μεταξύ των ζητούμενων κατά την εξέλιξη του κιβωτίου ZF- EcoLife, ήταν και ο περιορισμός του θορύβου από τη λειτουργία του αλλά και των πολλών κραδασμών. Ειδικά για τους κραδασμούς, έχουν εφαρμοστεί λύσεις που μέχρι πριν λίγα χρόνια φαινότουσαν αδιανόητες, καθώς μέχρι και χρήση ειδικών υλικών για την απορρόφηση των κραδασμών μέσα στο κιβώτιο έχει γίνει εφικτή πλέον. Το λιπαντικό του κιβωτίου που λειτουργεί αποτρεπτικά στην παραγωγή θορύβων ενώ παράλληλα, μέσα στις ιδιότητές του είναι και η θερμομόνωση, κάνει κύκλωμα μέσα στο κιβώτιο και αποστραγγίζεται σε δοχείο εκτός, προκειμένου να είναι πολύ πιο εύκολη και λιγότερο δαπανηρή η αντικατάστασή του στο πλαίσιο της περιοδικής συντήρησης του οχήματος.

Έτοιμη για τη μαζική παραγωγή είναι και η νέα γενιά του ZF- Ecosplit, η οποία επιδεικνύει 12 σχέσεις και προορίζεται για τα πιο μεγάλα οχήματα και τις ειδικές κατασκευές. Με το κιβώτιο αυτό συμπληρώνεται ιδανικά η γκάμα των διαθέσιμων από τη ZF. Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζεται, το Ecosplit διατίθεται σε δύο



ακόμα εκδοχές Ecomid και Ecolite, οι οποίες όπως φαίνεται και από την ονομασία τους, είναι σχεδιασμένες για χρήση σε φορτηγά διανομών μεσαίου και μικρού μεγέθους αντίστοιχα. Πρόκειται για μια σειρά χειροκίνητων κιβωτίων από τη ZF, χάρη στην οποία κάθε περίπτωση έχει την εφαρμογή που της χρειάζεται.

Εκτός των άλλων πλεονεκτημάτων που εμφανίζουν και τα τρία αυτά κιβώτια που λίγο πολύ συναντώνται και στο νέο δτάχυτο που είδαμε πιο πάνω, πρέπει να προσθέσουμε και το μικρό επιλογή στη διάθεση του οδηγού, χάρη στον οποίο οι κινήσεις του χεριού του οδηγού είναι πολύ μικρές. Προστίθεται λοιπόν και μια νέα διάσταση στην άνεση, ενώ ακόμα πιο άνετο γίνεται οποιοδήποτε από τα τρία κιβώτια αν συνδυαστεί με το πνευματικό σύστημα Servoshift το οποίο δίνει χαρακτηριστικά ημιαυτόματου κιβωτίου. Να θυμίσουμε πως μέχρι πρότινος, το χειροκίνητο Ecosplit της ZF διέθετε 16 σχέσεις.

Οι νέες νόρμες Euro, έχουν επιφέρει αλλαγές στα χαρακτηριστικά των επαγγελματικών οχημάτων και έτσι η μείωση των σχέσεων σε 12 ήταν αναπόφευκτη. Παρ' όλα αυτά, η κλιμάκωση των σχέσεων είναι τέτοια που επιτρέπει την απόλυτη εκμετάλλευση της ροπής του κινητήρα και έτσι δεν τίθεται θέμα «έλλειψης» για τις 4 σχέσεις της διαφοράς. Με το κιβώτιο αυτό που μπορεί να διαχειριστεί μέχρι και 2.800 Nm (285 kgm) ροπής, η ZF καλύπτει τις ανάγκες και τις απαιτήσεις των μεγάλων επαγγελματικών οχημάτων. Για τις ελαφρύτερες εφαρμογές, η ZF έχει προβλέψει για την ύπαρξη δύο εναλλακτικών κιβωτίων με 6 ή 9 σχέσεις.

Με κοινό χαρακτηριστικό την ευκολία στη συντήρηση και το χαμηλό κόστος αυτής, σε συνδυασμό με την οικονομία καυσίμων, η ZF προσφέρει μια μεγάλη γκάμα προϊόντων στους κατασκευαστές, έτσι ώστε για κάθε περίπτωση να υπάρχουν ικανές επιλογές προκειμένου το κάθε όχημα να «έρθει» όσο πιο κοντά γίνεται στις ανάγκες του εκάστοτε πελάτη. Η «οικογένεια» AS Tronic και το eTronic, είναι τα κλειδιά για την επιτυχημένη προσαρμογή κάθε περίπτωσης ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζεται. Όπως θα δούμε παρακάτω, οι τρεις επιλογές AS Tronic και το eTronic, αρκούν για την πλειοψηφία των περιπτώσεων.

Το AS Tronic lite έχει σχεδιαστεί για να καλύψει τις ανάγκες των ελαφρών φορτηγών και των βαν. Έχει 6 σχέσεις και χρησιμοποιεί ως βάση το χειροκίνητο ZF- Ecolite κιβώτιο ταχυτήτων. Σε αντίθεση με τις άλλες εκδοχές του AS- Tronic, το lite κιβώτιο περιλαμβάνει ένα υλεκτροϋδραυλικό σύστημα αλλαγών, χάρη στο οποίο οι συνολικές



διαστάσεις του είναι περιορισμένες και έτσι η τοποθέτησή του είναι πιο εύκολη, ενώ απαιτείται και λιγότερος χώρος. Το γεγονός αυτό αποτελεί μεγάλη ευκολία και εξοικονόμηση κονδυλίων για τον εκάστοτε κατασκευαστή οχημάτων, αφού δε χρειάζεται ξεχωριστή γραμμή συναρμολόγησης προκειμένου να υπάρχει προεγκατάσταση κάποιου πνευματικού κυκλώματος για να ακολουθήσει η τοποθέτηση του κιβωτίου. Εδώ αξίζει να σημειώσουμε πως το AS Tronic lite ήταν η επιλογή της DAF για τη σειρά LF αλλά και της MAN για τη σειρά TGL, η οποία στην έκθεση του Άμστερνταμ κέρδισε την πρώτη της διάκριση.

Για τα λίγο μεγαλύτερα οχήματα, το AS Tronic mid προσφέρει τα πλεονεκτήματα της σειράς AS , αφού φέρει και τη σχετική τεχνολογία αιχμής. Το mid συνδυάζεται με πνευματικό σύστημα αλλαγής των ταχυτήτων, είναι δηλαδή πιο ογκώδες από το lite και περιλαμβάνει 12 σχέσεις. Μεγάλο είναι το εύρος της ροπής που μπορεί να διαχειριστεί η έκδοση αυτή και η ZF ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζεται το κιβώτιο το ετοιμάζει ανάλογα. Σημαντικό ρόλο σε αυτή την παράμετρο παίζουν τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του κιβωτίου, καθώς επίσης τα κράματα των μετάλλων από τα οποία αποτελείται το γρανάζι κάθε σχέσης. Η MAN έχει επιλέξει το mid για τοποθέτηση στη σειρά TGM.

Το μεγάλο AS Tronic της σειράς, είναι ένα κιβώτιο που έχει αποδείξει την αξία του σε περισσότερους από 170.000 οδηγούς και ιδιοκτήτες μεγάλων οχημάτων που ήδη το χρησιμοποιούν. Η επέκταση της χρήσης του και σε λεωφορεία, υπογραμμίζει τα κορυφαία λειτουργικά χαρακτηριστικά του, αφού είναι ευνόητο πως στα οχήματα που προορίζονται για μεταφορά επιβατών, οι αλλαγές χωρίς κραδασμούς, θορύβους κλ.π., θεωρείται ένα από τα πιο περιζήτητα χαρακτηριστικά. Μέσα στο 2006, η ZF θα προωθήσει σε συνεργαζόμενους κατασκευαστές, περισσότερα από 50.000 έτοιμα κιβώτια ταχυτήτων AS Tronic, για τοποθέτηση. Η μέχρι στιγμής πρόβλεψη είναι πως μέχρι το έτος 2008, περίπου το 50% όλων των βαρέων φορτηγών και λεωφορείων που θα κυκλοφορούν στη Δυτική Ευρώπη, θα είναι εφοδιασμένα με το μεγάλο AS Tronic.

Το eTronic θεωρείται μια εκ των κορυφαίων επιλογών για βαν, ελαφρά φορτηγά και μικρά οχήματα μεταφοράς προσωπικού, με μικτό βάρος μέχρι τους 7 τόνους. Οι 6 σχέσεις με το αυτόματο σύστημα εναλλαγών, κάνουν τις μετακινήσεις ιδιαίτερα εύκολες, άνετες και περισσότερο ασφαλείς. Διατίθεται με δύο επιλογές τελικής σχέσης μετάδοσης (με 1:1 και Overdrive), ενώ στο προκαταρκτικό κομμάτι που



αφορά τις τοποθετήσεις, το eTronic παρέχεται από τη ZF με πλήρες τσετ των καλωδιώσεων και των κολάρων που απαιτούνται για την τοποθέτησή του σε οποιοδήποτε όχημα. Εδώ και περισσότερο από ένα χρόνο, το eTronic αποδεικνύει την αξία του, στο Iveco Daily Agile.



ΕΙΚΟΝΑ 6.2: Θέση Οδηγού Φορτηγού 1 eTronic

### 6.1.3 Κιβώτιο Power-Shift

Με περισσότερο κόμπακτ διαστάσεις και εξαιρετικά χαρακτηριστικά λειτουργίας, το νέο αυτόματο κιβώτιο Power-Shift αναμένεται να κάνει την οδήγηση πιο άνετη από ποτέ. Το νέο κιβώτιο ταχυτήτων Power-Shift πρόκειται να αντικαταστήσει σταδιακά το αυτόματο Telligent σε όλες τις εκδόσεις των φορτηγών Actros της Mercedes. Το Power-Shift αντιπροσωπεύει τη νέα γενιά των αυτόματων κιβωτίων ταχυτήτων, η οποία προσφέρει όλα τα πλεονεκτήματα των χειροκίνητων κιβωτίων, χωρίς την ύπαρξη του συμπλέκτη για τη διαδικασία της εναλλαγής των σχέσεων.

Με άλλα λόγια, το Power-Shift είναι η πιο σύγχρονη προσαρμογή των αυτόματων κιβωτίων για τα μεγάλα οχήματα, που απαλλάσσει τον οδηγό από το χειρισμό του συμπλέκτη, αφήνοντάς του μεγάλη ελευθερία όμως στην επιλογή της σχέσης για την εκάστοτε περίπτωση.

Η τεχνογνωσία της Mercedes στον τομέα των αυτόματων κιβωτίων ταχυτήτων, είναι αποτέλεσμα ενασχόλησης με το αντικείμενο εδώ και 20



συναπτά χρόνια. Το 1985 η Mercedes παρουσίασε το πρώτο κιβώτιο ταχυτήτων με αυτόματη λειτουργία και χειροκίνητη επιλογή σχέσεων, με τον κωδικό EPS. Το 1996, παρουσίασε το σύστημα Telligent και στις δύο του μορφές, με την ημιαυτόματη και την πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία, η εξέλιξη των οποίων συνεχιζόταν μέχρι και το περασμένο έτος. Συνεπώς, η Γερμανική αυτοκινητοβιομηχανία έχει μεγάλη πείρα στην εξέλιξη και την εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Η βασική αρχή για τη σύλληψη αρχικά και υλοποίηση στη συνέχεια των νέων εφαρμογών, έχει να κάνει με την ανάγκη υποδιπλασιασμού των σχέσεων σε συνδυασμό με την αρχή των ασυγχρόνιστων σχέσεων, που κατά κανόνα διασφαλίζουν μεγαλύτερη αντοχή στα μεγάλα φορτία. Το Power-Shift στη βασική του μορφή έχει 12 ταχύτητες, ενώ για ειδικές εφαρμογές προσφέρεται και μια παραλλαγή του ίδιου κιβωτίου με 16 ταχύτητες.

Η αυτόματη εναλλαγή των σχέσεων αλλά και ο αντίστοιχος χειρισμός του συμπλέκτη, είναι προϊόν λειτουργίας εξελιγμένου λογισμικού που αναλύει μια σειρά παραμέτρων σχετικών με την ιδανική λειτουργία του κιβωτίου σε σχέση με τις στροφές λειτουργίας του κινητήρα, έτσι ώστε η εκμετάλλευση της ισχύος του κινητήρα να είναι η πληρέστερη δυνατή. Εκτός από αυτή τη λειτουργία, το λογισμικό του Power-Shift αναλύει και μια σειρά από άλλες παραμέτρους, με στόχο την ομαλοποίηση της λειτουργίας του συνδυασμού κιβωτίου- κινητήρα, που ως φυσικό επόμενο θα έχει τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου αλλά και των λειτουργικών εξόδων του οχήματος με τον περιορισμό των φθορών. Παράλληλα προσφέρει και τη δυνατότητα χρήσης μιας σειράς «έξυπνων» εφαρμογών που όπως θα δούμε παρακάτω διευκολύνουν περαιτέρω τον οδηγό.

### **Πλεονεκτήματα**

Σημαντική είναι η βοήθεια που προσφέρει το Power-Shift στην προσπάθεια της **εξοικονόμησης καυσίμου**. Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά της λειτουργίας του, είναι οι γρήγορες εναλλαγές των ταχυτήτων. Η δυνατότητα προσαρμογής του αριθμού των σχέσεων –άρα και της κλιμάκωσής τους- ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται το όχημα, διασφαλίζει και το ότι το αυτοκίνητο στο σύνολό του αντιμετωπίζει λιγότερες φθορές αφού υποβάλλεται σε λιγότερη πίεση προκειμένου ο οδηγός να πάρει αυτό που θέλει σε επίπεδο απόδοσης από τον κινητήρα σε συνάρτηση και με το βάρος.

Οι ομαλές αλλαγές του Power-Shift μειώνουν ακόμα πιο πολύ τις φθορές σε όλα τα μηχανικά μέρη, πράγμα που μεταφράζεται στην πράξη σε **λιγότερες απαιτήσεις συντήρησης** για το όχημα στο σύνολό του και



όχι μόνο για το κιβώτιο των ταχυτήτων. Ούτως ή άλλως, τα δκύλινδρα και δκύλινδρα μηχανικά σύνολα που εφοδιάζουν τη σειρά Actros της Mercedes, έχουν αρκετά μεγάλα διαστήματα μεταξύ των περιοδικών συντηρήσεών τους. Με τη χρήση του νέου κιβωτίου ταχυτήτων, περιορίζεται και το κόστος της ετήσιας συντήρησης, αφού χάρη στα λιγότερα κινούμενα μέρη οι τριβές –άρα και οι φθορές- είναι σημαντικά λιγότερες.

Με τις οδικές συνθήκες να επιβαρύνονται καθημερινά καθώς ο στόλος των αυτοκινήτων αυξάνεται διαρκώς, το στρες του οδηγού ενός επαγγελματικού αυτοκινήτου είναι ένας παράγοντας που απασχολεί ιδιαίτερα τη Mercedes όπως και κάθε κατασκευαστή. Έτσι λοιπόν, με την απαλλαγή του από τη διαδικασία των χειροκίνητων αλλαγών με τη χρήση συμπλέκτη, **η οδήγηση γίνεται σαφώς πιο ξεκούραστη διαδικασία**, με ανάλογο όφελος και στην οδική ασφάλεια συνολικά. Ιδιαίτερα αν σκεφτεί κανείς πως κατά το παρελθόν η διαδικασία των αλλαγών ταχυτήτων για τον οδηγό περιελάμβανε διπλό πάτημα του συμπλέκτη, χώρια τις μεγάλες κινήσεις που απαιτούσαν και κάποια σχετική ακρίβεια με τον αντίστοιχα μεγάλο σε μέγεθος επιλογέα. Με την εφαρμογή υψηλής τεχνολογίας, γίνεται εφικτός ο απόλυτος έλεγχος των γραναζιών του κιβωτίου ακόμα και με την απουσία συγχρονιζέ, με αποτέλεσμα τις ιδιαίτερα ομαλές εναλλαγές των σχέσεων σε κάθε περίπτωση.

Σε ότι αφορά τη **λειτουργία**, οι οδηγοί των Actros και ιδιαίτερα όσοι από αυτούς είχαν στη διάθεσή τους την αυτόματη έκδοση του Telligent, δεν πρόκειται να εντοπίσουν διαφορές στην καμπίνα. Ούτε όμως και στην λειτουργία. Ο χειριστής, ακόμα και στην περίπτωση που δεν έχει ποτέ πριν οδηγήσει κάποιο μεγάλο όχημα με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, δεν πρόκειται να δυσκολευτεί καθόλου για να προσαρμοστεί. Αφού αυτό άλλωστε ήταν και ένα από τα ζητούμενα κατά την εξέλιξη του Power-Shift. Η απουσία του συμπλέκτη από τα πόδια του οδηγού και ο μεγέθους joystick επιλογέας που έρχεται πολύ κοντά στο δεξί χέρι του οδηγού, είναι τα κυριότερα εμφανισιακά χαρακτηριστικά των Actros που εφοδιάζονται με το νέο κιβώτιο ταχυτήτων. Στην περίπτωση που ο οδηγός θελήσει να επιλέξει χειροκίνητα τις σχέσεις, μικρές κινήσεις του καρπού είναι αρκετές για τη μετακίνηση του επιλογέα και την εμπλοκή της επιθυμητής σχέσης. Στο ταμπλό υπάρχει μόνιμα μια ένδειξη για τον τρόπο με τον οποίο γίνονται οι αλλαγές των ταχυτήτων, με το “A” να συμβολίζει τις αυτόματες αλλαγές και το “M” τις χειροκίνητες. Επιπλέον, οι ενδείξεις του παρελθόντος για τις «ολόκληρες» και τις «μισές» σχέσεις, έχουν αντικατασταθεί με αριθμούς, αφού όλες οι σχέσεις είναι



αριθμημένες από την κοντύτερη μέχρι και τη μακρύτερη, δίνοντας έτσι πιο γρήγορη και σαφή ένδειξη για την επιλεγμένη ταχύτητα.

### *Νέες Λειτουργίες*

Το εξελεγμένο λογισμικό από το οποίο ελέγχεται το νέο κιβώτιο ταχυτήτων, προσφέρει και μια σειρά από επιπλέον λειτουργίες. Αυτές είναι:

- Το Power mode, με το οποίο ο οδηγός έχει περισσότερη δύναμη με το πάτημα ενός κουμπιού. Η λειτουργία αυτή βοηθάει στην εκμετάλλευση της ισχύος του κινητήρα χωρίς να είναι απαραίτητο το kick down και έχει διάρκεια 10 λεπτών από τη στιγμή που ο οδηγός θα πατήσει το κουμπί. Αυτή η λειτουργία δε μπορεί να ενεργοποιηθεί αν ο κινητήρας δεν έχει τη σωστή θερμοκρασία λειτουργίας αλλά και στην περίπτωση που ο οδηγός έχει επιλέξει τις χειροκίνητες αλλαγές ταχυτήτων.

- Το EcoRoll είναι μια λειτουργία που ενεργοποιείται -και αυτή- με ένα διακόπτη, επιτρέποντας την ελεύθερη περιστροφή των τροχών, μόνο όταν η ταχύτητα του οχήματος ξεπερνάει τα 55 χιλιόμετρα ανά ώρα και οι αλλαγές των ταχυτήτων γίνονται αυτόματα. Η ενεργοποίηση του retarder ή η χρήση των φρένων ανακαλεί τη λειτουργία.

- Το ευέλικτο Cruise control χάρη στο οποίο ο οδηγός μπορεί να ρυθμίσει από ποια υπέρβαση της προεπιλεγμένης ταχύτητας κίνησης και πάνω θα επεμβαίνουν τα φρένα προκειμένου να επαναφέρουν το όχημα στην επιθυμητή ταχύτητα. Σε αυτή τη λειτουργία υπάρχουν φυσικά κάποιες δικλίδες ασφαλείας, χάρη στις οποίες οι μεγάλες αποκλίσεις από την ταχύτητα που έχει τεθεί, ακόμα και αν έχουν επιτραπεί από τον οδηγό να μην υλοποιούνται.

- Το Manoeuvring mode που δίνει ακριβώς όση ισχύ χρειάζεται ο οδηγός για να πραγματοποιήσει μικρές μετακινήσεις του οχήματος μέσα στο χώρο στάθμευσης. Ιδιαίτερα χρήσιμη λειτουργία κατά την πραγματοποίηση ελιγμών με την όπισθεν σε ιδιαίτερα στενά σημεία.

- Η αντικατάσταση του «άσε- πάτα» για το συμπλέκτη, που στα φορτηγά με τα συμβατικά κιβώτια ταχυτήτων ήταν απαραίτητη διαδικασία για τις «μικρομετρικές» κινήσεις στο χώρο φόρτωσης της εκάστοτε εταιρείας. Αλλεπάλληλα και διαδοχικά πατήματα του γκαζιού σε μικρού χρόνους, δίνουν το ίδιο αποτέλεσμα και χωρίς ιδιαίτερες φθορές στο κιβώτιο.

- Οι 4 σχέσεις για την όπισθεν, δίνουν στον οδηγό τη δυνατότητα να επιλέγει κάθε φορά την ιδανικότερη σχέση ανάλογα με την οπισθοπορεία που θέλει να πραγματοποιήσει.

Έτσι λοιπόν έχουν τα πράγματα με τα νέα δεδομένα που εισάγει η Mercedes στον τομέα των αυτόματων κιβωτίων με δυνατότητα χειροκίνητης επιλογής των σχέσεων. Το νέο Power-Shift προσφέρει όλα όσα μπορεί να ζητήσει κανείς σε επίπεδο ευκολίας αλλά και χρηστικότητας, χωρίς να κάνει παραχωρήσεις στον τομέα της άνεσης αλλά και στην ιδιαίτερα σημαντική παράμετρο που έχει να κάνει με το κόστος χρήσης και συντήρησης του οχήματος.

## 7. Τα κιβώτια ταχυτήτων των μοτοσικλετών



ΕΙΚΟΝΑ 7.1: Κιβώτιο Ταχυτήτων Μοτοσικλέτας 1

Η Μοτοσικλέτα είναι δίτροχο όχημα, που έχει παρόμοιο σχήμα με το ποδήλατο. Κινείται με μηχανή εσωτερικής καύσης

### 7.1 Η Ιστορία

Ο Γκότλιμπ Ντάιμλερ κατασκεύασε πρώτος μία μοτοσικλέτα το 1885 και την χρησιμοποίησε αποκλειστικά για να δοκιμάζει κινητήρες. Ο πρώτος πραγματικός τύπος μοτοσικλέτας κατασκευάστηκε από τους αδελφούς Βέρνερ το 1900 με κινητήρα εσωτερικής καύσης και μετάδοση με τη βοήθεια μάντα. Στη συνέχεια κατασκευάστηκε μεικτό

σύστημα κίνησης, με μάντα και αλυσίδα. Μετά το 1914 άρχισε να διαδίδεται πλατιά η χρησιμοποίηση κιβωτίου ταχυτήτων. Το 1923 επικράτησε η μετάδοση της κίνησης με αλυσίδα.



Τα τελευταία χρόνια, το σύστημα μετάδοσης με ιμάντα επανήλθε, ενώ υπάρχουν και πολλές υλοποιήσεις με άξονα.

## 7.2 Γενικές πληροφορίες

1. Οι θέσεις επιβατών στις μοτοσικλέτες ως επί το πλείστον είναι δύο, υπάρχουν όμως και μοτοποδήλατα με μονή σέλα.
2. Τα μικρά δίτροχα δεν είναι πάντα ιδιωτικής χρήσης. Τα «παπιά» χρησιμοποιούνται ευρύτατα για διανομές μικρών αντικείμενων από εταιρείες μαζικής εστίασης και τα σκούτερ περισσότερο από ταχυδρομικές εταιρείες για διανομή δεμάτων. Επίσης χρησιμοποιούνται και ως μοτο - ταξί κυρίως στην Ευρώπη γιατί η αντίστοιχη σκέψη στην Ελλάδα δεν είχε ιδιαίτερη απήχηση. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθούν και τα τρίτροχα οχήματα με δύο τροχούς πίσω που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με μεγάλα κιβώτια αποθήκευσης πίσω για μεταφορές προϊόντων.

## 7.3 Η Κατασκευή

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

Στις μοτοσικλέτες 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 2.300 κ. εκ.. Το καύσιμο υλικό κατέρχεται στον εξατμιστήρα από δοχείο (ρεζερβουάρ) που βρίσκεται πάνω από τον κινητήρα. Η εξάτμιση και η ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα γίνεται στο καρμπρατέρ ή με σύστημα ψεκασμού. Υπάρχουν αερόψυκτοι, αεροελαιόψυκτοι και υδρόψυκτοι κινητήρες. Τέλος, οι τροχοί είναι δύο, σήμερα όμως, υπάρχουν και τρίτροχες υλοποιήσεις με δύο τροχούς πίσω ή σπανίως με δύο τροχούς εμπρός.

#### 7.4 Τα Μέρη του κιβωτίου και η λειτουργία τους

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 αυτοκίνητου χρησιμεύει για τη βμετάδοση της ροπής στρέψεως του κινητήρα στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης και για την προσωρινή αποσύνδεση του κινητήρα και ομαλή εκκίνηση.

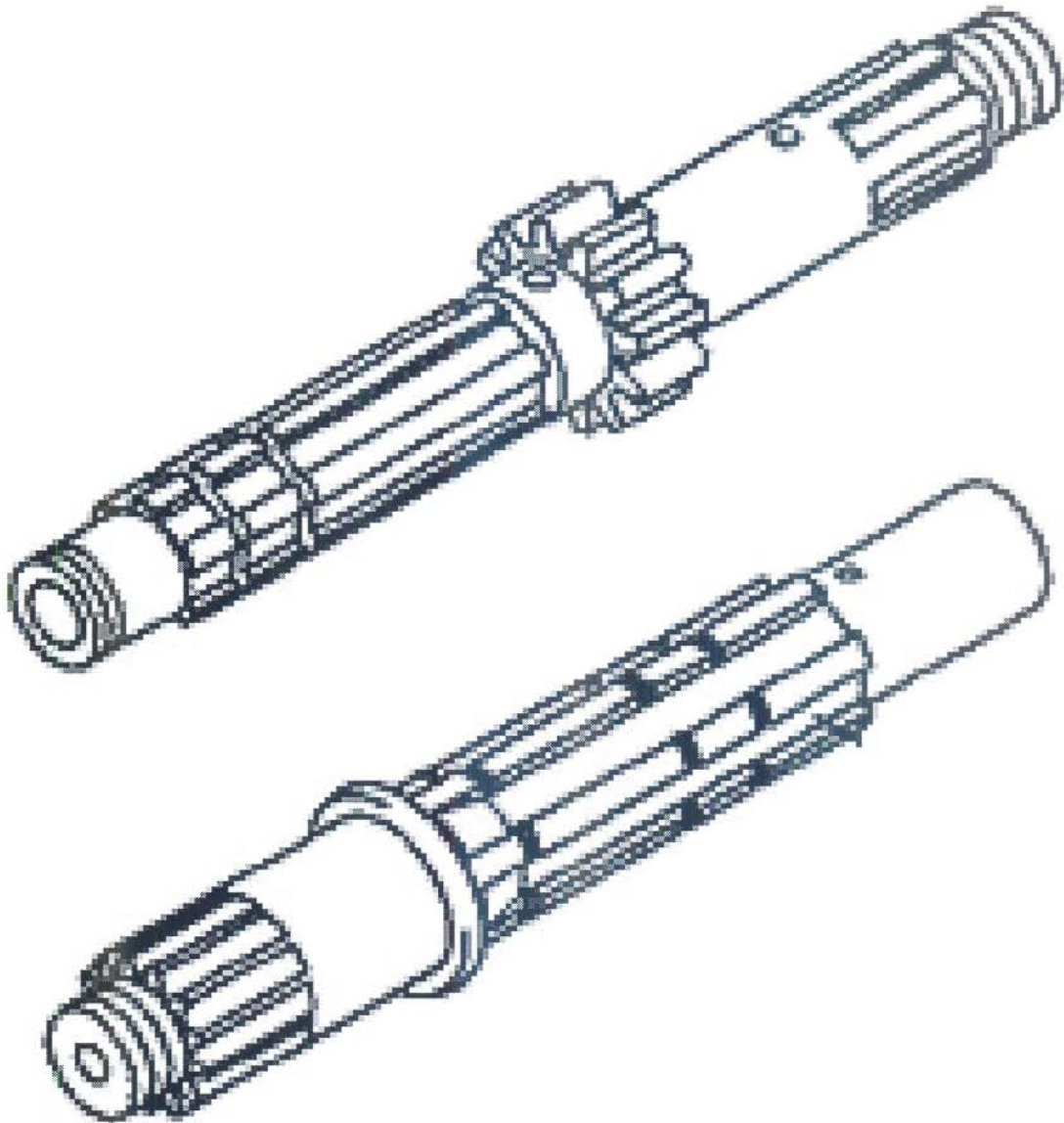
Αν υπάρχει ένα εξάρτημα πάνω στη μοτοσυκλέτα μας που διεκδικεί τον τίτλο του πιο μυστηριώδους εξαρτήματος και η λειτουργία του αποτελεί γρίφο για τους περισσότερους... αυτό είναι το κιβώτιο ταχυτήτων...

Είτε πούμε κιβώτιο ταχυτήτων, είτε σασμάν, είτε ακόμη και μειωτήρας... αναφερόμαστε σε ένα σύνολο αξόνων, εξαρτημάτων και γραναζιών που σκοπό έχουν να μεταβάλουν την αναλογία-σχέση περιστροφής του στροφάλου με αυτήν του εμπρόσθιου γραναζιού της αλυσίδας μας και εν τέλει το ρυθμό περιστροφής του οπίσθιου τροχού της μοτοσυκλέτας μας...



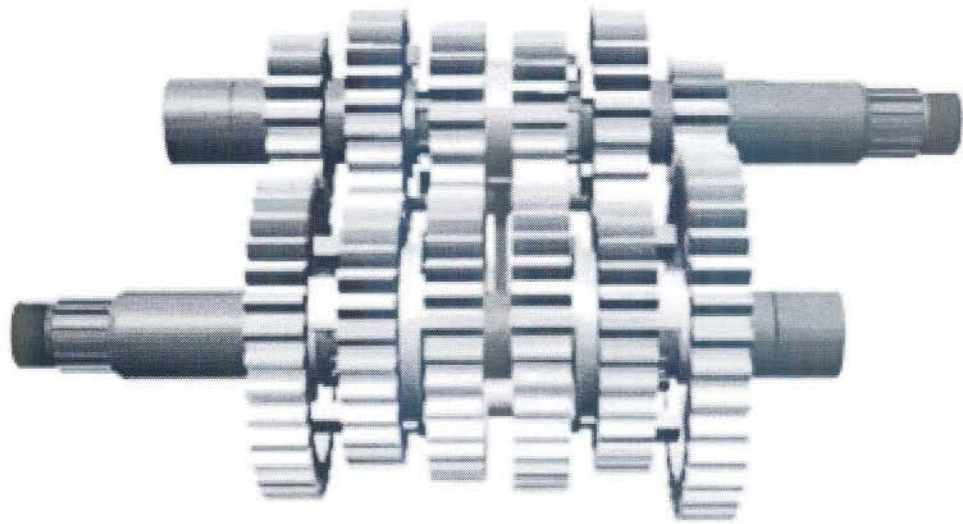
Τα κυριότερα στοιχεία του και τα σημαντικότερα βοηθητικά εξαρτήματα που μας ενδιαφέρουν είναι τα εξής:

Καταρχήν έχουμε δύο άξονες



ΕΙΚΟΝΑ 7.2: Πρωτεύων και Δευτερεύων Άξονες

Στη συνέχεια έχουμε ένα σύνολο γραναζιών



ΕΙΚΟΝΑ 7.3: Γρανάζια

Μετά είναι οι «φουρκέτες»



ΕΙΚΟΝΑ 7.4:Φουρκέτα 1



Ο «μύλος»



ΕΙΚΟΝΑ 7.5: Μύλος 1

Ο επιλογέας (στο εγχειρίδιο χρήσης αναφέρεται ως shifter=εναλλακτήρας) ο οποίος είναι συνήθως «ένα σώμα» με τον άξονα του λεβιέ ταχυτήτων.



ΕΙΚΟΝΑ 7.6: Εναλλακτήρας 1



ΕΙΚΟΝΑ 7.7: Επιλογέας Ταχυτήτων 7

Και τέλος ο ίδιος ο λεβιές ταχυτήτων

Για το λεβιέ ,πατώντας τον αρχίζει στα σωθικά του κινητήρα μας μια διαδικασία αρκετά περίπλοκη..

Πατώντας τον λοιπόν, αυτό που κάνουμε είναι να περιστρέψουμε τον άξονα.

Αυτός με τη σειρά του θα κινήσει τον επιλογέα.

Ανάλογα την φορά της κίνησης, ο επιλογέας θα τοποθετήσει τον μύλο σε συγκεκριμένη θέση.



Και από εδώ ξεκινάει η εμπλοκή

Ο μύλος είναι ένα κυλινδρικό εξάρτημα που στην εξωτερική του επιφάνεια υπάρχουν αυλακώσεις.

Η περιστροφή του κατά το πάτημα του λεβιέ, δεν γίνεται σε τυχαία θέση. Ο επιλογέας περιστρέφει τον μύλο σε συγκεκριμένη/ες θέση/εις. Ο μύλος στην πλευρά του που εξέχει έξω από τον χώρο του σασμάν(συνήθως στο χώρο της καμπάνας του συμπλέκτη αλλά όχι και απαραίτητα), έχει αστεροειδές σχήμα. Ένα «μάνταλο» με ελατήριο αναλαμβάνει να τον τοποθετήσει με ακρίβεια στην θέση που πρέπει...

*Οι άξονες:*

Οι δύο άξονες του σασμάν είναι τοποθετημένοι παράλληλα και στηρίζονται πάνω στα κάρτερ μέσω ρουλεμάν που τους επιτρέπουν ελεύθερη περιστροφή. Στον έναν άξονα(τον πρωτεύων), στην δεξιά του πλευρά, έχει τοποθετηθεί ο συμπλέκτης μας. Ο άλλος άξονας (ο δευτερεύων) έχει στην αριστερή του πλευρά το μπροστινό γρανάζι της αλυσίδας μας(η μία άκρη του δηλαδή βρίσκεται έξω από τον κινητήρα)...

*Τα γρανάζια:*

Οι ονομασίες που θα χρησιμοποιήσουμε ίσως να μην είναι ιδιαίτερα «επιστημονικές» αλλά θα το κάνουμε για χάρη της ευκολότερης κατανόησης των πραγμάτων...

Σταθερά γρανάζια.

Περιστρέφονται μόνιμα με τον άξονα τους.

Δεν μετακινούνται δεξιά-αριστερά. Είτε είναι προσαρμοσμένα πάνω στον άξονα με καρέ και ασφάλειες, είτε αποτελούν μέρος του ίδιο του άξονα...

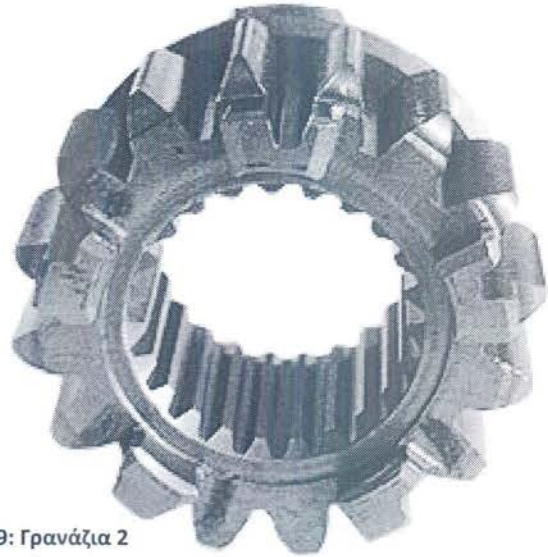


ΕΙΚΟΝΑ 7.8: Γρανάζια 1

### Πλευστά

Περιστρέφονται μόνιμα με τον άξονα τους. Εσωτερικά στην τρύπα τους έχουν καρέ και φωλιάζουν στο καρέ του άξονα..

Έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται δεξιά-αριστερά. Δίπλα από το οδοντωτό τμήμα τους, έχουν ένα αυλάκι που φωλιάζει μία φουρκέτα.



ΕΙΚΟΝΑ 7.9: Γρανάζια 2



ΕΙΚΟΝΑ 7.10: Γρανάζια 3



### Τρελά

Δεν περιστρέφονται μόνιμα με τον άξονα τους. Εσωτερικά στην τρύπα τους υπάρχει κουζινέτο ή κάποιο δαχτυλίδι που επιτρέπει την «τρελή»-ανεξάρτητη περιστροφή τους, ασχέτως αν ο άξονας που είναι τοποθετημένα επάνω του, περιστρέφεται ή όχι...

Δεν μετακινούνται δεξιά αριστερά.



ΕΙΚΟΝΑ 7.11: Γρανάζια 4

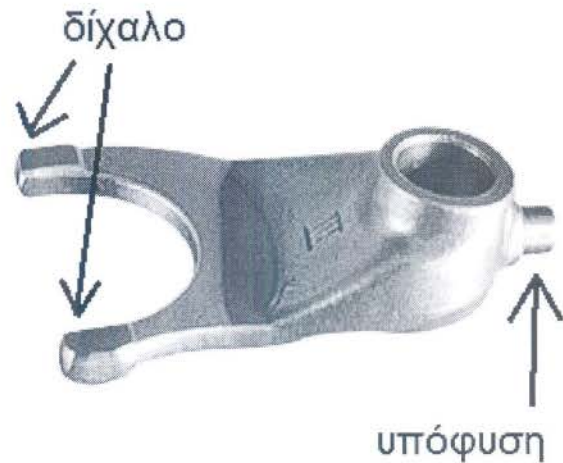
Οι φουρκέτες:

Σε παράλληλη θέση με τους άξονες του σασμάν υπάρχουν και άλλοι δύο(συνήθως δύο, γιατί ο αριθμός τους είναι θέμα κατασκευής) άξονες... τα αξονάκια των φουρκετών...

Το δίσταλο της κάθε φουρκέτας φωλιάζει στο αυλάκι του κάθε πλευστού γραναζιού..

Η άλλη πλευρά όμως της φουρκέτας είναι περασμένη πάνω σε ένα από τα δύο αξονάκια.

Στην ίδια πλευρά, υπάρχει και μια υπόφυση... ένα πειράκι πάνω στη φουρκέτα... το οποίο «αυλακώνει» πάνω στα αυλάκια του μύλου.



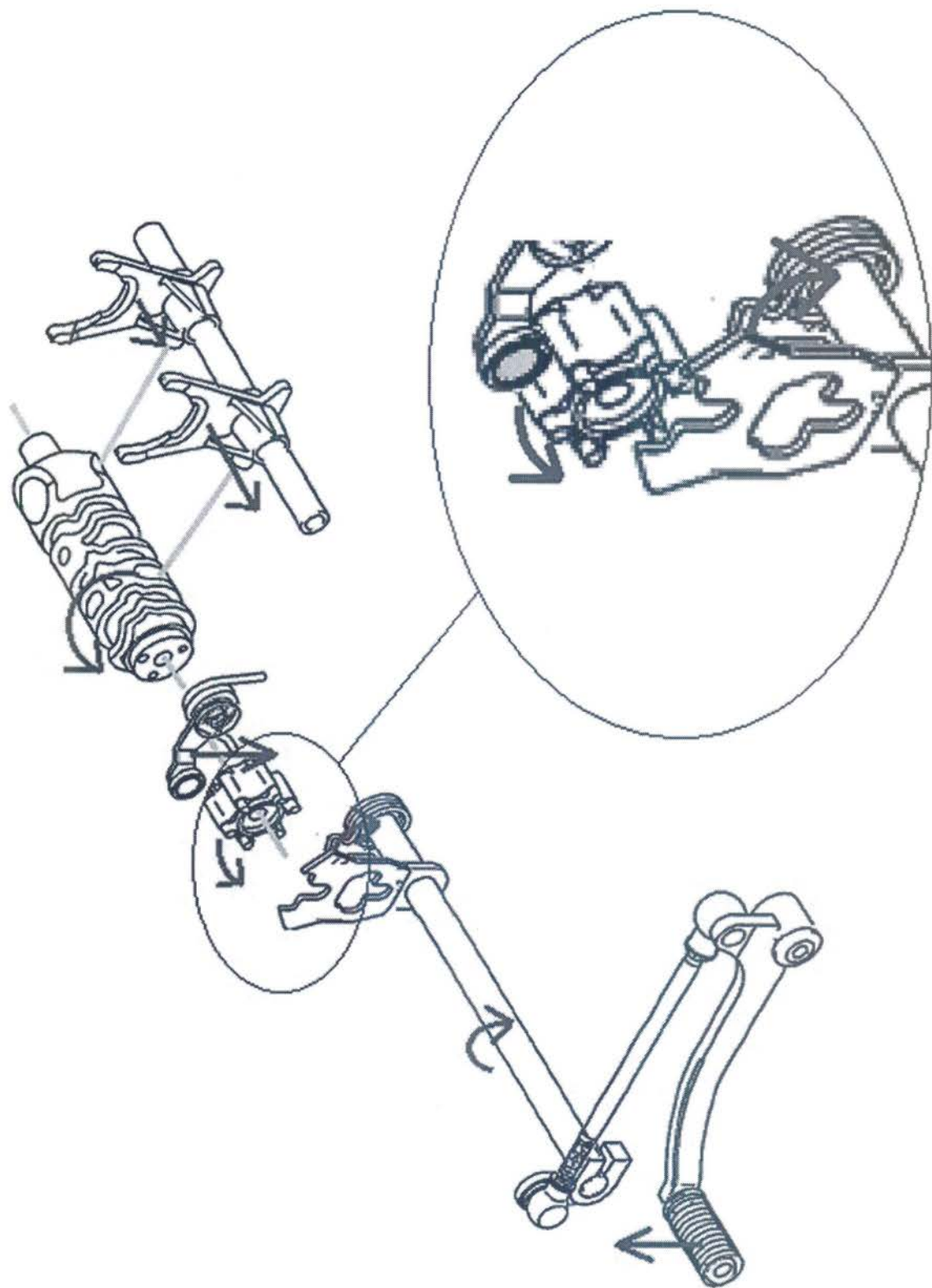
ΕΙΚΟΝΑ 7.12: Φουρκέτα 2

Κινούμε τον λεβιέ(ας πούμε προς τα πάνω)

Περιστρέφεται ο άξονας του λεβιέ ταχυτήτων

Μετακινείται ο επιλογέας τοποθετώντας τον μύλο σε συγκεκριμένη θέση που τον ασφαλίζει προσωρινά ένα μάνταλο με ελατήριο. Με την τοποθέτηση του μύλου σε διαφορετική θέση, οι αυλακώσεις του αλλάζουν θέση παρασέρνοντας την υπόφυση της φουρκέτας(λειτουργώντας σαν οδηγός της) η οποία κάνει την ίδια την φουρκέτα να ολισθήσει πάνω στο αξονάκι της... η οποία φουρκέτα θα μετακινήσει με το δίσταλο της, το πλευστό γρανάκι του σασμάν το οποίο αγκιστρώνει πάνω της...





ΕΙΚΟΝΑ 7.13: Λειτουργικό Διάγραμμα Κ.Τ. Μοτοσυκλέτας 1

Το δύσκολο στην κατανόηση της λειτουργία του σασμάν είναι το «πως γίνεται να λειτουργεί, αφού όλες οι οδοντωτές πλευρές, όλων των γραναζιών του ενός άξονα είναι μόνιμα σε επαφή με αυτές, αυτών, του άλλου άξονα»...

Κανονικά θα έπρεπε να μπλοκάρει το σύστημα.

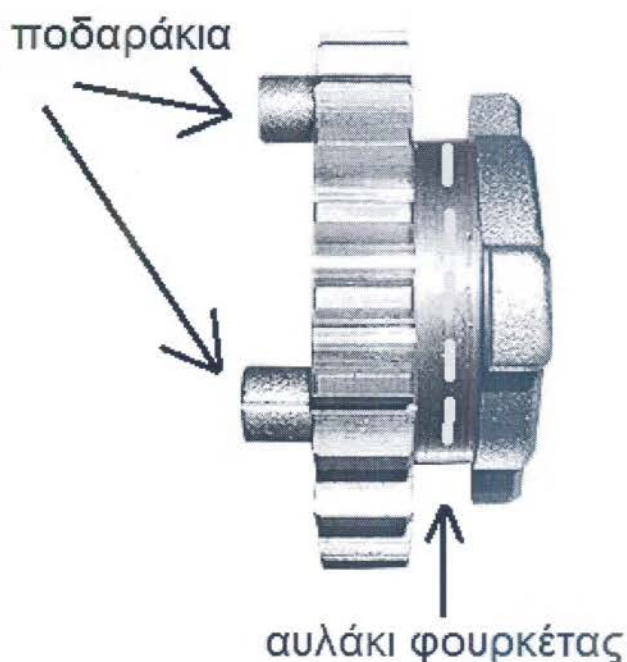
Το ένα «μυστικό» είναι ότι τα γρανάζια είναι τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο που πάντα ένα από τα δύο( αντικριστά) εμπλεκόμενα να είναι «τρελό»...Το άλλο «μυστικό» είναι ότι για να δουλέψει θα πρέπει να υπάρχει και εμπλοκή γραναζιών ανάμεσα σε διπλανά γρανάζια... όχι μόνο σε αντικριστά...

Τα πλευστά γρανάζια αναλαμβάνουν αυτήν την δουλειά.

Τα πλευστά λοιπόν εκτός από την οδοντωτή επιφάνειά τους, έχουν όπως είπαμε και ένα αυλάκι ακριβώς δίπλα για να φωλιάσει η φουρκέτα..

Όχι μόνο αυτό όμως..

Έχουν και τις κατάλληλες προεξοχές(ποδαράκια) στα πλαϊνά τους, οι οποίες εφαρμόζουν πάνω στις εσοχές που έχουν τα διπλανά γρανάζια...



ΕΙΚΟΝΑ 7.14: Γρανάζια 5

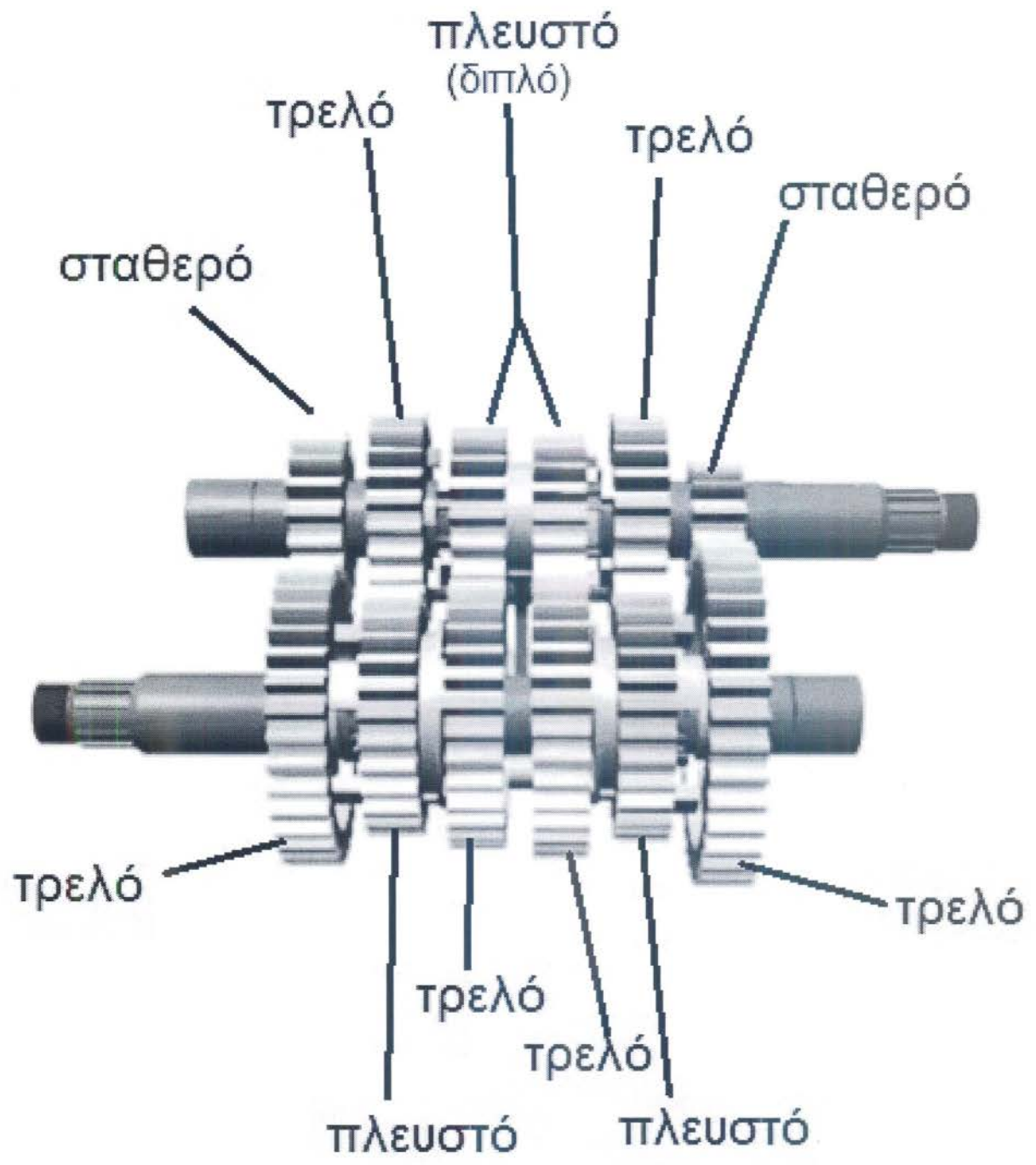


Όταν λοιπόν η φουρκέτα μετακινήσει δεξιά ή αριστερά ένα πλευστό γρανάζι, ουσιαστικά το κομπλάρει στο διπλανό του και το διπλανό του είναι αυτό που θα μεταφέρει την κίνηση από τον έναν άξονα στον άλλο...

Δηλαδή πλέον η κίνηση από το συμπλέκτη θα πάει στον πρωτεύων άξονα που θα κινήσει σταθερό γρανάζι, το οποίο θα κινήσει το αντικριστό του τρελό γρανάζι στον απέναντι(δευτερεύων) άξονα,

το οποίο τρελό είναι κομπλαρισμένο με πλευστό γρανάζι,

που το πλευστό θα κινήσει τον δευτερεύων άξονα του σασμάν που είναι τοποθετημένο το μπροστινό γρανάζι της αλυσίδας και μέσω της αλυσίδας θα πάει στον τροχό. Σε κάθε ταχύτητα που αλλάζουμε, ουσιαστικά εμπλέκουμε ένα σταθερό, ένα τρελό και ένα πλευστό γρανάζι ή δύο πλευστά(ένα σε κάθε άξονα) και ένα τρελό...



ΕΙΚΟΝΑ 7.15: Πρωτεύων και Δευτερεύων Άξονας 1



## **8. Αιτίες φθοράς του κιβωτίου ταχυτήτων**

### **8.1 Κακή χρήση του συμπλέκτη**

Από την κακή χρήση φθείρεται ο συγχρονιστής (συγχρονιζέ). Πρόκειται για ένα μηχανισμό με γρανάζι (υπάρχουν τρεις στο σασμάν: 1ης-2ης, 3ης-4ης και 5ης) που αναλαμβάνει να μεταφέρει την κίνηση ( π.χ. από το γρανάζι της 1ης στο γρανάζι της 2ης σχέσης). Όταν φθείρεται, προκαλεί θόρυβο κατά την αλλαγή των ταχυτήτων, συνήθως από 1η σε 2η.

### **8.2 Γρήγορες και απότομες αλλαγές ταχυτήτων**

Φθείρονται τα ρουλεμάν των βάσεων στον πρωτεύοντα και το δευτερεύοντα άξονα του σασμάν. Αυτό έχει ως συνέπεια να παράγεται θόρυβος (σφύριγμα) ο οποίος σταματάει μόλις πατήσουμε το συμπλέκτη.

### **8.3 Πάτημα του γκαζιού όταν το αυτοκίνητο περνάει από ανωμαλίες του οδοστρώματος (π.χ. λακκούβες).**

Κυρίως στις περιπτώσεις όπως πάτημα του γκαζιού περνώντας από λακκούβα ή στα σπιναρίσματα προκαλούνται φθορές στα γρανάζια του διαφορικού (πλανήτες και δορυφόρους). Πρόκειται για το συνηθέστερο πρόβλημα του σασμάν που εκτός από θόρυβο μπορεί και να ακινητοποιήσει το αυτοκίνητο αφού δε μεταφέρεται κίνηση στα ημιαξόνια, άρα και στους τροχούς.

## 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, εξετάζοντας το παραπάνω κείμενο είναι γεγονός πως με το πέρασμα του χρόνου η τεχνολογία εξελίσσεται. Αντίστοιχα, παρατηρείται και ανάπτυξη στα κιβώτια ταχυτήτων. Το γεγονός αυτό παρέχει στον οδηγό πληθώρα επιλογών κάνοντας τον χειρισμό του εκάστοτε οχήματος πιο εύκολη. Είναι φανερό ότι η εξέλιξη των πιο πολύπλοκων κιβωτίων ταχυτήτων πραγματοποιείται αρχικά στα επαγγελματικά οχήματα λόγω της ανάγκης για άνετη και ασφαλή οδήγηση καθώς και για την επιτυχήs πραγμάτωση ελιγμών. Επίσης, τα τελευταία χρόνια σημαντική πρόοδο παρατηρούμε και στα κιβώτια ταχυτήτων των επιβατικών οχημάτων, η εξέλιξη αυτή σκοπό έχει την πιο άνετη χρήση αλλά και την καλύτερη οδηγική απόλαυση του οδηγού καθώς προσφέρουν σαφώς καλύτερες επιδώσεις. Όλα τα νέα κιβώτια ταχυτήτων εκτός από άνεση και τον εύκολο χειρισμό που προσφέρουν είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να συμβάλουν στην οικονομία καυσίμου, χάρη στην χαμηλή κατανάλωση που προσφέρουν, και άρα στην χαμηλότερη δυνατή εκπομπή ρύπων από τους κινητήρες.



## 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://el.wikipedia.org>
2. <http://www.caroto.gr>
3. <http://www.myturbodiesel.com>
4. <http://www.sciroccoclub.gr>
5. <http://vwaudinewsandtips.com>
6. <http://www.autotriti.gr>
7. <http://www.onsports.gr/Auto-moto>
8. <http://www.4troxoi.gr>
9. <http://www.iveco.gr>
10. <http://www.car-truck.gr>
11. <http://www.interco-truckgears.gr/>
12. <http://www.gearbox.gr/>
13. <http://www.kawasaki-bikers.gr>
14. <http://www.bmwbikers.org>
15. <http://forum.motoguzziclub.gr>
16. <http://www.driveland.gr>
17. <http://www.ashokagears.net>
18. <http://www.autoblog.gr>
19. Τεχνολογία αυτοκινήτου, εκδόσεις Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις.
20. Αυτοκίνητο, εκδόσεις Ίων.
21. Οχήματα, συστήματα μετάδοσης κίνησης, Στολάκη Νικολέτα, εκδόσεις University studio press.
22. Εργαστήριο αυτοκινήτων, Κωνσταντινίδης Ν., εκδόσεις Ίων.
23. Auto & Auto, εκδόσεις Καρακώστογλου.
24. Κιβώτια ταχυτήτων, βιβλίο συνεργείου, Ερτζαβεκ, εκδόσεις Ίων.
25. Τεχνολογία αυτοκινήτου: πέρα αποτο 2000, Συλλογικό έργο, εκδόσεις Ι.Δ.Ε.Ε.Α.
26. Το αυτοκίνητό σας, Steve Rendle, εκδόσεις Κλειδάριθμος.
27. Δίκυκλα, φορτηγά και βαρέα οχήματα, εκδόσεις Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις.