

ΠΤΥΧΙΑΚΗ
ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΣΕΙΡΙΑΚΑ ΚΑΙ CVT
ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΣΕ ΤΟΜΗ.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΡΟΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΙΡΗΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ

Πίνακας περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Η Εξέλιξη στα Κιβώτια Ταχυτήτων.....	4
1.1 Εισαγωγή.....	4
1.2 F1 το απόλυτο	5
1.3 Χειροκίνητο Κιβώτιο.....	7
1.4 Αυτόματο Κιβώτιο.....	10
1.5 Κιβώτιο Διαρκώς Μεταβαλλόμενης Σχέσης Μετάδοσης.....	13
1.6 Σειριακό και «σειριακό».....	15
1.6.1 Αληθινό σειριακό.....	15
1.7 Porsche PDK	18
1.7.1 Άλλος κόσμος.....	20
1.7.2 Το παρόν.....	21
1.7.3 Το μέλλον.....	21
1.7.4 Υπάρχει «δια ταύτα»;.....	21
1.7.5 Τυποποίηση τώρα.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Σειριακό Κιβώτιο Ταχυτήτων	23
2.1 Γενικά - προορισμός – είδη κιβωτίων ταχυτήτων.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Αυτόματο Κιβώτιο Ταχυτήτων	26
3.1 Γενικά.....	26
3.2 Υδραυλικός Μετατροπέας Ροπής Στρέψης.....	27
3.3 Πλανητικό Σύστημα Κίνησης.....	32
3.3.1 Γενικά.....	32
3.4 Αυτόματη Μετάδοση.....	34
3.4.1 Γενικά.....	34
3.5 Φθορές - Βλάβες - Επισκευή - Συντήρηση.....	36
3.5.1 Γενικά.....	36
3.5.2 Κανονική Συντήρηση.....	36
3.5.3 Διάγνωση Βλαβών.....	36
3.5.4 Επισκευή επί του οχήματος.....	37
3.5.5 Γενική Επισκευή.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	38
4.1 Κιβώτιο Συνεχώς Μεταβαλλόμενης Σχέσης Μετάδοσης.....	38
(Continuously Variable Transmission).....	38
4.1.1 Περισσότερες Λεπτομέρειες - Οι Σχέσεις Μέσα από Νέο Πρίσμα	42

4.2 Δυναμική του Οχήματος.....	56
4.3 Μεθοδολογία Ολοκλήρωσης	56
4.4 CVT: Ένα κιβώτιο με άπειρες σχέσεις (Auto Express 275, 6/1990).....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	64
5.1 Κατασκευή αυτόματου κιβωτίου σε τομή.....	64
Βιβλιογραφία.....	70

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Η Εξέλιξη στα Κιβώτια Ταχυτήτων

1.1 Εισαγωγή

Και, ξαφνικά, όλοι οι κατασκευαστές ανακάλυψαν ότι μπορούν να δανειστούν «ίματζ» από τους αγώνες αυτοκινήτου, διαφημίζοντας καταπληκτικά, υπερσύγχρονα, υπεργρήγορα, υπερτέλεια, «σειριακά» κιβώτια. Τί είναι, όμως, όλα αυτά τα διαφορετικά κιβώτια, πού βασίζονται και πόσο μοιάζουν με το «αληθινό»;

Τα κιβώτια ταχυτήτων είναι σίγουρα ένας από τους τομείς της σύγχρονης αυτοκίνησης που διαθέτει πολύ μεγάλα περιθώρια εξέλιξης. (Λακαφώσης, 2011) Το απλό χειροκίνητο κιβώτιο έχει βελτιωθεί στις λεπτομέρειες, αλλά επί της ουσίας παραμένει ίδιο εδώ και πάρα πολλές δεκαετίες, ενώ το αυτόματο κιβώτιο (αν και όχι ιδιαίτερα διαδεδομένο στη χώρα μας και γενικότερα στην Ευρώπη) υπήρχε στην αμερικανική αγορά από τα τέλη της δεκαετίας του '40. Σημαντικότερη εξέλιξη αποτελούν τα κιβώτια διαρκώς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης (continuously variable transmission = CVT) (Wikipedia, 2011¹) που τοποθετήθηκαν για πρώτη φορά σε αυτοκίνητο παραγωγής πολύ παλαιότερα από ότι θα φαντάζονται όσοι «ανακάλυψαν» σήμερα την τεχνολογία αυτή: ήδη από το 1958 υπήρχε σε λειτουργία το πρώτο δείγμα, ενώ μέχρι και το 1975, που η DAF (www.daf.com, 2011) απορροφήθηκε από τη Βόλβο (www.volvo.com, 2011), τα μικρά αυτοκινητάκια της χρησιμοποιούσαν το σύστημα Βαριομάτικ με επιτυχία (αν και με τον περιορισμό της μικρής ιπποδύναμης που μπορούσαν να αντέξουν οι ιμάντες της εποχής). Επί της ουσίας, όμως, η πιο «χρήσιμη» πρόοδος ήταν αυτή των ηλεκτρονικών, που έφερε το κόστος των ηλεκτρομηχανικών αυτοματισμών σε λογικά επίπεδα, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε καθημερινά αυτοκίνητα δρόμου. Με πρώτο βήμα τον ηλεκτρονικό έλεγχο των παραδοσιακών αυτόματων κιβωτίων (που ξεκίνησε πριν από αρκετά χρόνια με το Τιπτρόνικ στις Πόρσε), αρκετές εταιρείες έχουν περάσει στον αυτόματο έλεγχο συμβατικών χειροκίνητων κιβωτίων (όπως το SMG (Wikipedia, 2011²))

της BMW M3 (Wikipedia, 2011³) του 1996 ή το Selespeed (Wikipedia, 2010⁴) της Άλφα Ρομέο) και, προσφάτως, στον πλήρη έλεγχο των CVT (όπως το Primera CVT ή το Punto Selespeed) που πλέον διαθέτουν και «ψευδο-σειριακή» λειτουργία με ενδιάμεσα «σκαλοπάτια» στη μεταβολή της σχέσης μετάδοσης. Από όλα αυτά τα διαφορετικού τύπου κιβώτια, που όλα ονομάζονται «σειριακά» από τα αντίστοιχα τμήματα μάρκετινγκ, τί εισπράττει ο οδηγός σε επίπεδο οδηγικής απόλαυσης, αλλά και ευκολίας και ασφάλειας, και τί γίνεται με τα θέματα του κόστους, του βάρους, της κατανάλωσης καυσίμου και της αξιοπιστίας; Ας το δούμε, παίρνοντας τα πράγματα από την αρχή.

1.2 F1 το απόλυτο



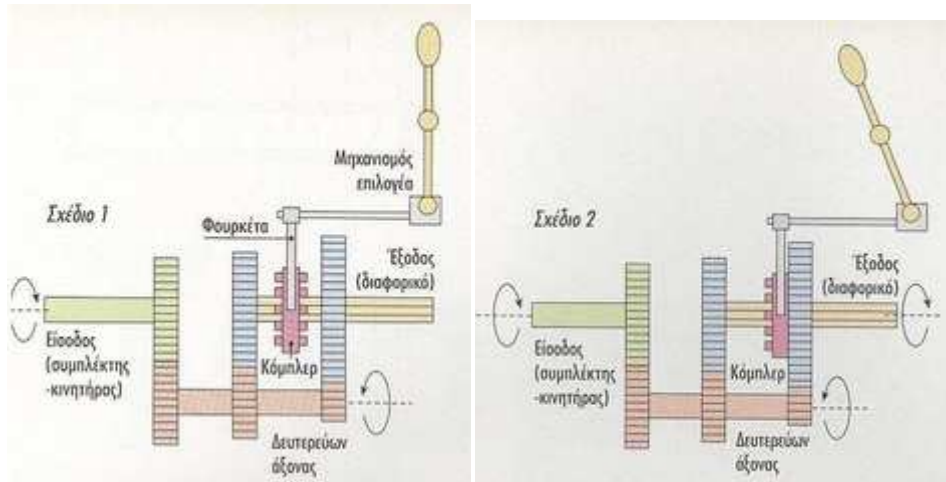
Εικόνα 1.1: Αλλαγή Ταχύτητας F1

Πηγή: Εργαστήριο MEK & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, 2011

Πόσο γρήγορα ανεβάζει ταχύτητα ένα ημιαυτόματο σειριακό κιβώτιο της Φόρμουλα 1; Μια αδιάκριτη ματιά σε ένα διάγραμμα τηλεμετρίας από τις δοκιμές του GP της Μαλαισίας, μας αποδεικνύει αυτό που, αν απλώς μας το έλεγαν, σίγουρα δεν θα το πιστεύαμε: τα σύγχρονα κιβώτια της F1 έχουν καταφέρει να ρίξουν το χρόνο της αλλαγής κάτω από το 1 δέκατο του δευτερολέπτου! Στην πραγματικότητα, σχεδόν ένα ολόκληρο δέκατο χρειάζεται στο κατέβασμα της ταχύτητας, όπου ο συμπλέκτης πρέπει να μείνει ανοικτός για περισσότερο χρόνο, ώστε να ανέβουν στιγμιαία οι στροφές για

την ομαλή επιλογή του πιο κάτω γραναζιού. Στο ανέβασμα, όμως, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, 4-5 εκατοστά του δευτερολέπτου (!!!) αρκούν για να περάσουμε από την 4η στην 5η, ενώ το υδραυλικό σύστημα που φτάνει την πίεση των 200 bar, προλαβαίνει να ρίξει μια μικρή «κλοτσιά» στο συμπλέκτη, που στην ουσία δεν προλαβαίνει να απομακρυνθεί, αλλά απλώς να «πατινάρει» στιγμιαία για να μπει πιο εύκολα η επόμενη σχέση στο ασυγχρόνιστο κιβώτιο με τα ίσια δόντια. Τί σχέση έχουν όλα αυτά με τα διάφορα «σειριακά» κιβώτια που όλο και περισσότερες εταιρείες διαφημίζουν ότι προσφέρουν στα καινούργια τους μοντέλα; Διαβάστε παρακάτω και... μην απογοητευτείτε! Στη λειτουργία που προσομοιώνει τα σειριακά κιβώτια των αγωνιστικών αυτοκινήτων, τα περισσότερα ημιαυτόματα χάνουν σαφώς σε ταχύτητα αλλαγής, απαιτώντας περίπου μισό δευτερόλεπτο για να κάνουν τις ίδιες ακριβώς κινήσεις που ένας έμπειρος οδηγός μπορεί να κάνει σε τρία δέκατα του δευτερολέπτου, αν βιάζεται. Μόνο οι ημιαυτόματες Φεράρι F355 (Wikipedia, 2011⁵) και F360 (Wikipedia, 2011⁶) έκαναν τον ίδιο χρόνο που θα μπορούσε να πετύχει κανείς με το χειροκίνητο κιβώτιο.

1.3 Χειροκίνητο Κιβώτιο

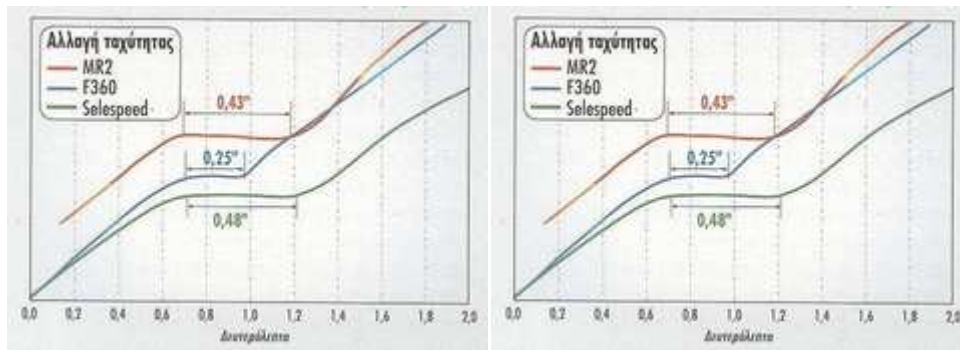


Εικόνα 1.2: Χειροκίνητα Κιβώτια Ταχυτήτων

Πηγή: Εργαστήριο MEK & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, 2011

Το απλό χειροκίνητο κιβώτιο (στο οποίο βασίζονται τα αντίστοιχα ημιαυτόματα) είναι ένα σύστημα με δύο άξονες και αρκετά γρανάζια, τα οποία βρίσκονται όλα σε διαρκή εμπλοκή μεταξύ τους. Αντίθετα με ότι θα πίστευε κανείς, τα γρανάζια των ταχυτήτων δεν εμπλέκονται και απεμπλέκονται μεταξύ τους, αλλά παραμένουν σε μόνιμη εμπλοκή ανά ζεύγη, γυρίζοντας «τρελά», μέχρι τη στιγμή που το ενδιάμεσο γρανάζι-«κόμπλερ» έρχεται να «κλειδώσει» ένα από αυτά πάνω στον άξονα της εξόδου, ώστε να δώσει κίνηση στο διαφορικό. Στο Σχέδιο 1 παρουσιάζετε ένα απλό χειροκίνητο κιβώτιο δύο σχέσεων με τον επιλογέα στο «νεκρό». Η είσοδος από τον κινητήρα (πράσινο χρώμα), ο δευτερεύων άξονας (κόκκινο) και τα δύο γρανάζια των σχέσεων (μπλε) βρίσκονται σε μόνιμη εμπλοκή και γυρίζουν διαρκώς ή, για την ακρίβεια, όσο δεν είναι πατημένος ο συμπλέκτης που δίνει κίνηση στον πράσινο άξονα. Ο κίτρινος άξονας της εξόδου οδηγεί προς το διαφορικό και συνδέεται μέσω των εγκοπών του σφηνόδρομου μόνο με το γρανάζι της επιλογής (κόμπλερ), ενώ τα δύο μπλε γρανάζια απλώς εδράζονται σε μία λεία επιφάνεια του και περιστρέφονται ελεύθερα. Στο

Σχέδιο 2, ο επιλογέας, με τη βοήθεια ενός μοχλικού μηχανισμού που καταλήγει στη φουρκέτα επιλογής, έχει σπρώξει το κόμπλερ που έχει «κλειδώσει» πάνω στο γρανάζι της πρώτης ταχύτητας, παίρνοντας με αυτό τον τρόπο κίνηση από το δευτερεύοντα άξονα και μεταφέροντας την προς την έξοδο, με τη σχέση μετάδοσης του συγκεκριμένου ζεύγους γραναζιών. Με βάση αυτή την αρχή λειτουργίας, το Σχέδιο 3 απεικονίζει ένα πλήρες κιβώτιο πέντε σχέσεων και όπισθεν, με μοναδική επιπλέον δυσκολία, στο σύνθετο μοχλικό μηχανισμό που μετατρέπει τις κινήσεις του επιλογέα (σε διάταξη διπλού Η) σε κινήσεις της αντίστοιχης φουρκέτας. Όσο για τη διαφορά συγχρονισμένων και ασυγχρονιστων κιβωτίων, αυτή βρίσκεται στην ύπαρξη ενός επιπλέον «δαχτυλιδιού» ανάμεσα στο κόμπλερ και στο κάθε γρανάζι, αποστολή του οποίου είναι να φρενάρει στιγμιαία το γρανάζι της ταχύτητας (που απλώς γυρίζει με τη φόρα του όσο είναι πατημένος ο συμπλέκτης), ώστε να «κουμπώσει» πάνω του το κόμπλερ εύκολα και χωρίς χτύπημα. Στα ασυγχρόνιστα κιβώτια των αγωνιστικών, υπάρχει μόνο η απλή διάταξη του σχήματος, όπου η σύνδεση γραναζιού και κόμπλερ επιτυγχάνεται (... αν επιτευχθεί) με το ταίριασμα μεγάλων και αραιών δοντιών μέσα σε ευρύχωρα «λούκια» που δίνουν αρκετό περιθώριο επιτυχίας, αν ο οδηγός έχει σβέλτο και καλό χέρι. Άλλωστε, η επιτυχία της διαδικασίας διευκολύνεται στα αγωνιστικά κιβώτια και από έναν άλλο παράγοντα: από τις κλειστές σχέσεις τους, αφού όσο πιο κοντά είναι σε «γρανάζωμα» δύο διαδοχικές ταχύτητες τόσο λιγότερο διαφέρουν οι ρυθμοί περιστροφής των αντίστοιχων γραναζιών και άρα τόσο πιο εύκολα περνάει το κόμπλερ από το ένα γρανάζι στο άλλο. Όσο για την ημιαυτόματη λειτουργία που έχει προστεθεί στα χειροκίνητα κιβώτια (από την Alfa Romeo Selespeed μέχρι τις Ferrari F355 και F360), πρόκειται απλώς για ηλεκτρομηχανικούς αυτοματισμούς που προσαρμόζονται στο συμπλέκτη και στο μηχανισμό του επιλογέα ενός κατά τα άλλα απολύτως συμβατικού χειροκίνητου κιβωτίου, οι οποίοι αναλαμβάνουν να παίξουν το ρόλο του χεριού και του ποδιού του οδηγού, μετατρέποντας σε «ρομποτική» τη διαδικασία αλλαγής ταχύτητας. Έτσι, είναι δυνατόν να προσομοιωθεί η σειριακή λειτουργία ενός αγωνιστικού κιβωτίου (αν και με σαφώς μεγαλύτερους χρόνους αλλαγής), αλλά και, με μικρότερο κόστος και βάρος, να προσομοιωθεί η λειτουργία ενός κλασικού αυτόματου κιβωτίου, για ξεκούραστη οδήγηση μέσα στην πόλη.



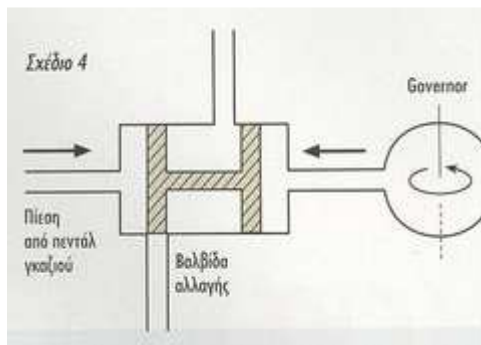
Εικόνα 1.3: Χειροκίνητα Κιβώτια Ταχυτήτων

Πηγή: Εργαστήριο ΜΕΚ & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, 2011

Ολόκληρος ο μηχανισμός της Selespeed (ζυγίζει μόλις 4 κιλά) που μετατρέπει ένα απλό χειροκίνητο κιβώτιο σε ημιαυτόματο. Ο μοχλικός μηχανισμός που μεταφέρει την κίνηση του χειροκίνητου επιλογέα με ντίζες στην είσοδο του κιβωτίου, αφαιρείται και αντικαθίσταται από ένα υδραυλικό σύστημα υψηλής πίεσης που λειτουργεί με ηλεκτρικά ελεγχόμενες βαλβίδες. Οι εντολές του οδηγού από το τιμόνι μεταφράζονται σε αυτόματο πάτημα και απελευθέρωση του συμπλέκτη, καθώς και στην αντίστοιχη κίνηση του πέρου επιλογής στην είσοδο του κιβωτίου.

1.4 Αυτόματο Κιβώτιο

Το κλασικό αυτόματο κιβώτιο υπάρχει στο μυαλό και στα σχεδιαστήρια των μηχανικών από τις αρχές του αιώνα και σε πραγματική λειτουργία από το 1938 με το Hydramatic (Wikipedia, 2011⁷) της GM (www.gm.com, 2011). Τα τελευταία χρόνια, όμως, τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του έχουν βελτιωθεί πάρα πολύ, αφού ο κεντρικός έλεγχος έχει πλέον περάσει από τα μηχανικά στα ηλεκτρονικά συστήματα, οπότε έχουν σχεδόν εξαλειφθεί και τα «ενοχλητικά» οδικά του χαρακτηριστικά, όπως το ανέβασμα ταχύτητας στην κατηφόρα ή λίγο πριν από τη στροφή. Παράλληλα, με την πρόοδο της μεταλλουργίας και των διαδικασιών παραγωγής, έχει αποκτήσει τουλάχιστον τέσσερις (και σε αρκετά μοντέλα έως και πέντε) σχέσεις μετάδοσης, σε σύγκριση με τις τρεις που διέθετε τις προηγούμενες δεκαετίες. Σε αντίθεση με το συμβατικό χειροκίνητο κιβώτιο, το αυτόματο δεν χρησιμοποιεί διάταξη ζεύγους γραναζιών ανάμεσα σε δύο άξονες, αλλά μία ή περισσότερες «πλανητικές» διατάξεις γραναζιών, σε λειτουργία παρόμοια με αυτή ενός διαφορικού. Έχοντας τρεις πιθανές εισόδους και εξόδους («ήλιος», «πλανήτες» και εξωτερικό γρανάζι) σε κάθε πλανητικό σύστημα από τα δύο ή τρία που υπάρχουν μέσα στο κιβώτιο, έχουμε τη δυνατότητα για διάφορους συνδυασμούς που δίνουν τις αντίστοιχες σχέσεις μετάδοσης ανάμεσα στον κινητήρα και την έξοδο προς το διαφορικό. Η επιλογή του επιθυμητού συνδυασμού κίνησης γίνεται με τη βοήθεια κάποιου είδους «φρένου» (δίσκος ή ταινιοπέδη) που ενεργοποιείται μέσω ενός υδραυλικού κυκλώματος, φρενάροντας κάθε φορά το στοιχείο που επιθυμούμε και μεταφέροντας την κίνηση προς άλλη κατεύθυνση και με την αντίστοιχη σχέση μετάδοσης. Χωρίς να χρειάζεται να μπορούμε ακόμα πιο Βαθιά μέσα σε έναν ούτως ή άλλως ιδιαίτερα σύνθετο μηχανισμό, σημειώνουμε απλώς το χαρακτηριστικό παράδειγμα λειτουργίας πλανητικού μηχανισμού στο διαφορικό του αυτοκινήτου: αν φρενάρουμε τον έναν τροχό μόνο ενός προσθιοκίνητου αυτοκινήτου, ο ελεύθερος τροχός θα πάρει κίνηση μέσω του διαφορικού με ακίνητο τον έναν από τους δύο πλανήτες και θα γυρίσει με τις διπλάσιες στροφές από ότι θα γύριζε κανονικά (Λακαφώσης, 2011).



Εικόνα 1.4: Ρυθμιστής Υδραυλικής Πίεσης στο Κύκλωμα σε Αυτόματα κιβώτια

Πηγή: Εργαστήριο ΜΕΚ & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, 2011

Τα αυτόματα κιβώτια που κυκλοφορούσαν επί πολλές δεκαετίες (και ακόμα κυκλοφορούν από κάποιους κατασκευαστές) χρησιμοποιούσαν ένα μηχανισμό (Σχέδιο 4) που ρύθμιζε την υδραυλική πίεση στο κύκλωμα ελέγχου, παίρνοντας σήμα εισόδου από ένα φυγοκεντρικό μηχανισμό (γνωστό και ως governor), που διάβαζε την ταχύτητα εξόδου του κιβωτίου, και από μία ακόμα είσοδο που χαρακτήριζε το φορτίο του κινητήρα (είτε από τη θέση του πεντάλ του γκαζιού, είτε από τη μέτρηση της πίεσης εισαγωγής του κινητήρα). Τα δύο αυτά σήματα ασκούσαν υδραυλική πίεση στη βαλβίδα αλλαγής ταχύτητας από αντίθετη πλευρά, με έναν προσεκτικά «ζυγισμένο» τρόπο. Με την αύξηση της ταχύτητας, ο governor έδινε όλο και περισσότερη πίεση, «κόντρα» στην αντίθετη πίεση από το πεντάλ του γκαζιού. Έτσι, όταν το αυτοκίνητο επιτάχυνε με «μισό γκάζι», η αύξηση της ταχύτητας «νικούσε» νωρίτερα το σήμα από τη θέση του πεντάλ και το ανέβασμα της ταχύτητας γινόταν νωρίτερα, σε σχέση με την επιτάχυνση με το γκάζι στο πάτωμα. Για τον ίδιο λόγο, όμως, όταν ο οδηγός σήκωνε το πόδι από το γκάζι για να επιβραδύνει μπαίνοντας σε μια στροφή, η πίεση στη βαλβίδα έπεφτε και το αυτόματο κιβώτιο ανέβαζε ταχύτητα αντί να κατεβάσει. Με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας, όμως, ο έλεγχος των βαλβίδων έχει περάσει σε πιο εξελιγμένα συστήματα που συγκρίνουν πολύ περισσότερες παραμέτρους κίνησης, ενώ είναι πλέον πολύ απλό να δοθεί ο έλεγχος απευθείας στον οδηγό, με δύο απλούς ηλεκτρικούς διακόπτες που παρακάμπτουν τον

«εγκέφαλο». Δοκιμάζοντας την -επίσης βασισμένη σε αυτόματο κιβώτιο-ημιαυτόματη SLK, διαπιστώνουμε και στην πράξη ότι χάνουμε χρόνο, αν σηκώνουμε στιγμιαία το πόδι από το γκάζι, όταν δίνουμε εντολή για αλλαγή με τον επιλογέα (όπως στο διάγραμμα), αφού το αυτόματο κιβώτιο αλλάζει ταχύτητα χωρίς κανένα πρόβλημα με το γκάζι πατημένο και χωρίς κανένα κενό στην επιτάχυνση (Λακαφώσης, 2011).

Οι αλλαγές στα αυτόματα κιβώτια (και κατ' επέκταση στα ημιαυτόματα που βασίζονται σε αυτόματα) γίνονται μέσα στα επικυκλικά γρανάζια, χωρίς να διακόπτεται η παροχή ισχύος προς τους τροχούς, η οποία γίνεται διαρκώς μέσω του υδραυλικού μετατροπέα ροπής. Έτσι, η επιτάχυνση δεν διακόπτεται και ο οδηγός απλώς «ακούει» την αλλαγή χωρίς να αισθάνεται το «κενό» της αποσύμπλεξης ενός συμβατικού συμπλέκτη. Στα μειονεκτήματα του αυτόματου κιβωτίου παραμένει ο μικρότερος αριθμός σχέσεων, το μεγαλύτερο Βάρος (20-25 κιλά παραπάνω σε σχέση με το αντίστοιχο χειροκίνητο κιβώτιο), ο ελαφρά χειρότερος συνολικός Βαθμός απόδοσης των επικυκλικών γραναζιών, καθώς και η δυσκολία στη συντήρηση και την επισκευή. Τουλάχιστον, με τη χρήση μηχανικού «κλειδώματος» στον υδραυλικό μετατροπέα ροπής για ταχύτητες άνω των 50 χλμ./ώρα, έχει βελτιωθεί κάπως και η αυξημένη κατανάλωση καυσίμου που προκαλείται από την ολίσθηση (28%) της υδραυλικής αυτής διάταξης που χρησιμοποιείται στη θέση του συμβατικού συμπλέκτη.

Ο υδραυλικός μετατροπέας ροπής χρησιμοποιείται στα αυτόματα κιβώτια στη θέση του συμβατικού συμπλέκτη, σαν ένας αυτόματος τρόπος να αποσυμπλέκεται η μετάδοση από τον κινητήρα, όταν πέφτουν πολύ χαμηλά οι στροφές. Η έξοδος του κινητήρα κινεί τη φτερωτή ενός στροβίλου, η οποία εκτοξεύει υδραυλικό υγρό σε έναν αντίστοιχο στρόβιλο που βρίσκεται τοποθετημένος απέναντι του, παρασύροντάς τον στην περιστροφή και μεταδίδοντας την κίνηση στο κιβώτιο (κατά τον ίδιο τρόπο που ένας ηλεκτρικός ανεμιστήρας θα μπορούσε να περιστρέφει με τη ροή του αέρα του έναν ίδιο ανεμιστήρα, τοποθετημένο απέναντι του εκτός λειτουργίας). Όταν οι στροφές του κινητήρα πέσουν πολύ χαμηλά, η ροή του λαδιού δεν έχει πλέον τη δύναμη να κινήσει τη δεύτερη φτερωτή, οπότε έχουμε προσωρινή μερική αποσύμπλεξη, αν και το αυτοκίνητο έχει την τάση να «έρπει» προς τα εμπρός, αν αφήσουμε το φρένο (Λακαφώσης, 2011).

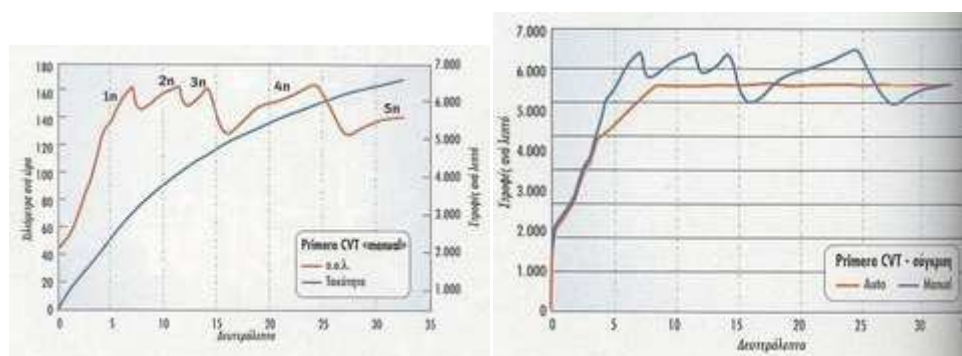
1.5 Κιβώτιο Διαρκώς Μεταβαλλόμενης Σχέσης Μετάδοσης

Η Βασική αρχή λειτουργίας προέρχεται από την ιδέα του Variomatic της DAF, όπου ένας ιμάντας μεταφέρει την κίνηση ανάμεσα σε δύο τροχαλίες μεταβλητής ενεργής διαμέτρου, θεωρητικά, η ιδέα είναι πολύ πιο απλή, και στη σύλληψή της είναι σαφώς απλούστερη, ακόμα και σε σχέση με τα χειροκίνητα, πόσο μάλλον με τα πολύ πιο σύνθετα αυτόματα κιβώτια που ήδη εξετάσαμε. Χωρίζοντας τις τροχαλίες σε δύο κομμάτια και κάνοντας κωνικό το σχήμα της εγκοπής, μέσα στην οποία πατά ο ιμάντας, μπορούμε να μεταβάλλουμε την απόσταση των δύο κομματιών της τροχαλίας και να αναγκάζουμε τον ιμάντα να ανεβαίνει πιο ψηλά ή να κατεβαίνει πιο χαμηλά μέσα στην εγκοπή, δηλαδή να μεταβάλλουμε την ενεργή διάμετρο της τροχαλίας. Αυτός είναι ένας θεωρητικά εύκολος τρόπος μεταβολής της σχέσης μετάδοσης από την τροχαλία εισόδου προς την τροχαλία εξόδου. Από τη θεωρία μέχρι την πράξη, όμως, η δυσκολία εντοπίζεται στις πολύ μεγάλες επιφανειακές πιέσεις που θα πρέπει να ασκούνται εγκάρσια στον ιμάντα και στην επαφή του με τις πλευρές της τροχαλίας, προκειμένου να έχουμε μετάδοση κίνησης χωρίς ολίσθηση. Αυτός ήταν και ο λόγος που τα συστήματα CVT έμειναν στα συρτάρια των σχεδιαστών για πάρα πολλά χρόνια, μέχρι να αναπτυχθεί η τεχνολογία των υλικών που να επιτρέπει τη χρήση τους και σε αυτοκίνητα μεγαλύτερου κυβισμού και υψηλότερων επιδόσεων. Σήμερα, όμως, με την εμφάνιση του δίλιτρου Primera CVT, καθώς και του Audi A6 Multitronic, φαίνεται ότι έχει λυθεί οριστικά το πρόβλημα, και το μοναδικό (μικρό) μειονέκτημα που παραμένει είναι το μεγαλύτερο βάρος του συστήματος σε σχέση με το αντίστοιχο χειροκίνητο κιβώτιο. Σε αντίθεση με τα πρώτης γενιάς CVT που απλώς διέθεταν ένα μοχλό, με τον οποίο ο οδηγός μπορούσε να μεταβάλλει διαρκώς τη σχέση μετάδοσης από «κοντή» σε «μακριά» χωρίς ενδιάμεσα βήματα, στα σημερινά CVT ο έλεγχος είναι απόλυτα αυτόματος και γίνεται με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου που αποφασίζει κάθε στιγμή για την ιδανική σχέση μετάδοσης, ενώ ο συμπλέκτης μπορεί να είναι είτε συμβατικός και ελεγχόμενος με

ηλεκτρομηχανισμό, είτε μετατροπέας ροπής, ανάλογα με την επιλογή του κάθε κατασκευαστή (Λακαφώσης, 2011).

Το οδηγικό ενδιαφέρον, όμως, είναι ότι κάποιος πονηρός σχεδιαστής μηχανικός συνειδητοποίησε ότι, κάνοντας χρήση των ήδη έτοιμων συστημάτων ελέγχου, είναι πλέον πολύ εύκολο, με έναν απλό ηλεκτρονικό προγραμματισμό και τίποτα άλλο, να προσομοιώσουμε τη λειτουργία ενός πραγματικού σειριακού κιβωτίου, δημιουργώντας ενδιάμεσα «σκαλοπάτια» στη συνεχή μεταβολή της σχέσης μετάδοσης. Η προσομοίωση σειριακού κιβωτίου με το CVT είναι και η πιο επιτυχημένη από τις διάφορες λύσεις, αφού η απόκριση του συστήματος στην εντολή του οδηγού είναι άμεση (ίδια ή καλύτερη με αυτόματου κιβωτίου), ενώ δεν υπάρχει περιορισμός στο μέγιστο αριθμό σχέσεων, αφού ο προγραμματιστής του συστήματος μπορεί να του δώσει όσα ενδιάμεσα «σκαλοπάτια» θέλει.

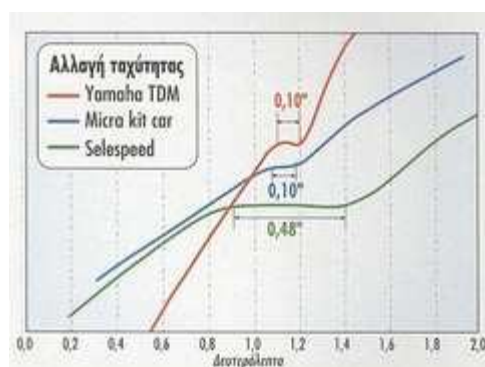
Σε μια προσπάθεια να κατανοήσουμε καλύτερα τη λειτουργία του συστήματος, τοποθετήσαμε τα ηλεκτρονικά μας όργανα στο Πριμέρα CVT, προσθέτοντας μάλιστα και τον αισθητήρα που καταγράφει τις στροφές του κινητήρα. Επιταχύνοντας με το γκάζι στο πάτωμα, στην εντελώς αυτόματη λειτουργία, οι στροφές του κινητήρα ανεβαίνουν μέχρι τις 5.500 σ.α.λ. και έπειτα παραμένουν σταθερές, με τη σχέση μετάδοσης να «μακραίνει» σταδιακά επιταχύνοντας διαρκώς το αυτοκίνητο. Στην «ψευδο-σειριακή» λειτουργία, οι στροφές του κινητήρα μπορούν να ανέβουν μέχρι τις 6.500 σ.α.λ., ενώ οι αλλαγές των «ταχυτήτων» φαίνονται μόνο από την πτώση των στροφών, αφού η επιτάχυνση παραμένει συνεχής, χωρίς διακοπή της παροχής ισχύος στους τροχούς κατά τη στιγμή της αλλαγής.



Εικόνα 1.5: Ρυθμιστής Υδραυλικής Πίεσης στο Κύκλωμα σε Αυτόματα Κιβώτια

1.6 Σειριακό και «σειριακό»

Αν όμως όλα αυτά είναι «ψεύτικα» σειριακά, τι είναι το πραγματικό σειριακό κιβώτιο; Καταρχήν, δεν είναι κάτι καινούργιο, άγνωστο ή δύσκολο, αφού υπάρχει σε όλες τις μοτοσυκλέτες εδώ και πάρα πολλά χρόνια! Ακόμα και το πιο φθηνό και ταλαίπωρο «παπί» των 50 κ.εκ. διαθέτει αληθινό σειριακό κιβώτιο, ικανό να αλλάξει ταχύτητα χωρίς κανένα πρόβλημα σε 15 εκατοστά του δευτερολέπτου! Είναι μάλιστα αξιοσημείωτο το γεγονός ότι τα αγωνιστικά αυτοκίνητα μόλις τα τελευταία χρόνια «ανακάλυψαν» τα σειριακά κιβώτια, με τον Τζον Μπάρναρντ (Wikipedia, 2011⁸) να πειραματίζεται με το ημιαυτόματο σειριακό στη Φεράρι από το 1986 και να το εφαρμόζει τελικά το 1989, και να ακολουθούν την επόμενη χρονιά τα Βέκτρα του BTCC, τουλάχιστον τρία χρόνια πριν το πρώτο Έσκορτ χρησιμοποιήσει σειριακό κιβώτιο σε αγώνα ράλι. Κάποτε πίστευαν ότι ο συμβατικός επιλογέας προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία στον οδηγό αγώνων ράλι, που μπορεί να θελήσει να κατεβάσει απευθείας, π.χ., από έκτη σε δεύτερη ταχύτητα σε μια δύσκολη στιγμή. Όμως, τελικά, η εργονομική ευκολία που προσφέρει το σειριακό κιβώτιο (σπρώχνεις-κατεβάζει, τραβάς-ανεβάζει) αποδείχθηκε πιο αποδοτική σε δευτερόλεπτα, ενώ μειώθηκαν σημαντικά και οι σπασμένοι κινητήρες από λάθος αλλαγές πάνω στον αγώνα. Το αποτέλεσμα είναι σήμερα τα σειριακά (είτε ως μηχανικά είτε ως ημιαυτόματα-«joystick») να κυριαρχούν, όχι μόνο στην F1 και στα πρωταθλήματα πίστας, αλλά και στα ράλι, όπου τα κιβώτια αυτά χρησιμοποιούνται σε όλα τα WRC και τα περισσότερα kit car.



Εικόνα 1.6: Σύγκριση στην Αλλαγή Ταχύτητας

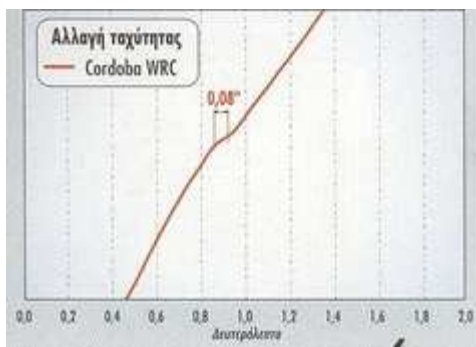
Πηγή: Εργαστήριο MEK & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, 2011

Μία Γιαμάχα TDM αλλάζει ταχύτητα σε σχεδόν ένα δέκατο του δευτερολέπτου, όσο χρειάζεται δηλαδή και το αγωνιστικό Μίκρα Kit Καρ που επίσης διαθέτει πραγματικό σειριακό κιβώτιο. Από τεχνικής πλευράς, ένα αγωνιστικό σειριακό κιβώτιο είναι όσο πιο μικρό, απλό και ελαφρύ γίνεται, με Βασική αρχιτεκτονική που μοιάζει με αυτή ενός συμβατικού χειροκίνητου κιβωτίου, που όμως για λόγους αντοχής, αλλά και ταχύτητας αλλαγής, χρησιμοποιεί ασυγχρόνιστα γρανάζια. Η πιο σημαντική διαφορά, όμως, βρίσκεται στο μηχανισμό επιλογής των σχέσεων, όπου αντί για το μοχλικό σύστημα υπάρχει ένας κύλινδρος (ή «μύλος») που οδηγεί απευθείας τις φουρκέτες επιλογής μέσα από προσεκτικά χαραγμένους «δρόμους» (λούκια), έτσι ώστε σε κάθε βήμα περιστροφής οι φουρκέτες να κάνουν την αντίστοιχη κίνηση. Έτσι, ένα κιβώτιο έξι σχέσεων έχει έξι διαφορετικές θέσεις στο «μύλο» μετά τη θέση του «νεκρού», ενώ ο επιλογέας με ένα μηχανισμό καστάνιας δίνει περιστροφή κατά μία θέση σε κάθε σπρώξιμο προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Μοναδικό μειονέκτημα του συστήματος είναι το γεγονός ότι για να βρεις το «νεκρό» ή την όπισθεν (σε κάποιο τετ-α-κε για τα αγωνιστικά ή σε κάποιο φανάρι για την κίνηση στο δρόμο), πρέπει να περάσεις απ' όλες τις ενδιάμεσες σχέσεις, κατεβάζοντας έξι φορές αν είσαι στην 6η. Αυτός είναι ίσως και ο λόγος που κανένας (!) κατασκευαστής μέχρι τώρα δεν έχει τολμήσει να εξοπλίσει ένα κανονικό αυτοκίνητο δρόμου με πραγματικό σειριακό κιβώτιο, αφού η διαδικασία 6η-5η-4η-3η-2η-1η, που στη μοτοσυκλέτα μάς φαίνεται απολύτως φυσιολογική, στο αυτοκίνητο μάλλον δεν θα γίνει αποδεκτή από την υποψήφια «πελατεία».

Ο «μύλος» είναι η καρδιά του συστήματος επιλογής ενός πραγματικού σειριακού κιβωτίου. Σε κάθε βήμα περιστροφής προς τα εμπρός ή προς τα πίσω, οι φουρκέτες επιλογής σπρώχνουν το αντίστοιχο κόμπλερ στο ασυγχρόνιστο κιβώτιο που ανεβάζει ταχύτητα σε ένα δέκατο του δευτερολέπτου, με το συμπλέκτη να χρησιμοποιείται μόνο στα κατεβάσματα. Το συγκεκριμένο «εξωτικό» κιβώτιο είναι από... παπί! Για τη συγκεκριμένη «υπερπαραγωγή» (και με εξαίρεση φυσικά τη Φόρμουλα 1) αξίζει να σημειώσουμε όχι όλα τα διαγράμματα αλλαγής ταχυτήτων προκύπτουν από

δικές μας μετρήσεις, που πήραμε με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών μας οργάνων.

1.6.1 Αληθινό σειριακό



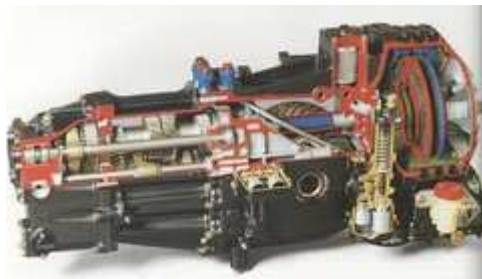
Εικόνα 1.7: Σύγκριση σε Cordoba WRC

Πηγή: Εργαστήριο MEK & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, 2011

Από ότι έχουμε μετρήσει μέχρι τώρα με τα ηλεκτρονικά μας όργανα, το Cordoba WRC Evo2 διεκδικεί τον τίτλο της ταχύτερης και ομαλότερης αλλαγής, με οριακά κάτι λιγότερο από ένα δέκατο του δευτερολέπτου! Το ασυγχρόνιστο κιβώτιο χρησιμοποιεί την ίδια ακριβώς αρχιτεκτονική με ένα κιβώτιο μοτοσικλέτας, με το μηχανικό επιλογέα σε κάθε του κίνηση να περιστρέφει κατά μία θέση το «μύλο» που οδηγεί τις φουρκέτες. Ο συμπλέκτης χρησιμοποιείται μόνο στα κατεβάσματα, ενώ στο ανέβασμα ταχύτητας υπάρχει ένα ηλεκτρονικό σύστημα που φροντίζει για ένα πολύ σύντομο «κόψιμο» της ανάφλεξης τη στιγμή της αλλαγής, ώστε να μπορεί ο

οδηγός να μένει με το γκάζι πατημένο, χωρίς να υπάρχει κανένα απολύτως πρόβλημα στην αλλαγή. Όσο για την έκδοση Eno3 που ο Σ.Χ. οδήγησε επί ισπανικού εδάφους (διαβάστε άλλες σελίδες), το ηλεκτρονικό «joystick» -που έχει αντικαταστήσει το μηχανικό επιλογέα- απλώς δίνει την εντολή στο υδραυλικό σύστημα, που (ημιαυτόματα πλέον) ανεβάζει ή κατεβάζει ταχύτητα κατά τα πρότυπα της F1 στο ίδιο κατά τα άλλα σειριακό κιβώτιο.

1.7 Porsche PDK

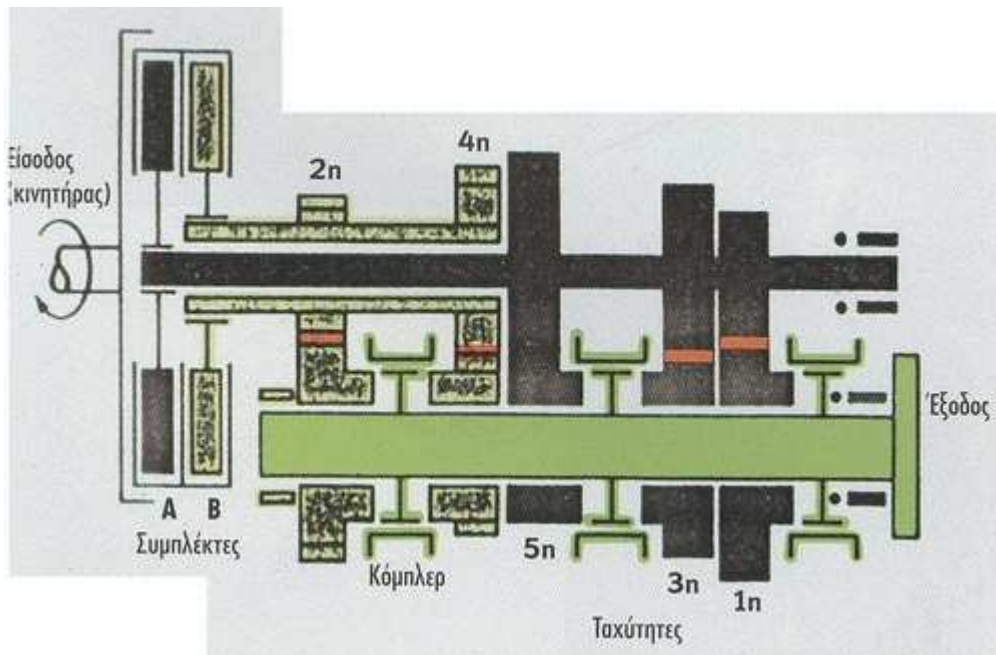


Εικόνα 1.8: Κιβώτιο PDK

Πηγή: Εργαστήριο MEK & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, 2011

Πολύ πριν τα σημερινά ημιαυτόματα κιβώτια και πριν ακόμα την εφαρμογή ημιαυτόματων σειριακών κιβωτίων στη Φόρμουλα 1 και τις υπόλοιπες μορφές αγώνων αυτοκινήτου, η Πόρσε είχε ήδη δοκιμάσει ένα παράξενο σύστημα ημιαυτόματου κιβωτίου, που αναγκαστικά λειτουργούσε σαν σειριακό λόγω της ιδιαιτερότητας της λειτουργίας του. Ο αρχικός στόχος μιας μελέτης που ξεκίνησε το 1983, με αποκορύφωμα το 1987, όπου τα Σπορ Πρωτότυπα της εταιρείας δοκίμασαν το κιβώτιο PDK και σε πραγματικές αγωνιστικές συνθήκες, ήταν η ανάπτυξη ενός εντελώς καινούργιου κιβωτίου που θα μπορούσε να αλλάξει ταχύτητες αστραπιαία, χωρίς κανένα ενδιάμεσο κενό στην παροχή ισχύος, αλλά χωρίς τα μειονεκτήματα (Βάρος, πολυπλοκότητα, αυξημένες απώλειες, μικρός αριθμός σχέσεων) του κλασικού αυτόματου κιβωτίου της εποχής. Η αρχή λειτουργίας του PDK (από τα αρχικά που σημαίνουν Κιβώτιο με Διπλό Συμπλέκτη) βασιζόταν σε ένα δευτερεύοντα άξονα χωρισμένο στα δύο, όπου το κάθε «μισό» έπαιρνε κίνηση από τον κινητήρα μέσω ενός ξεχωριστού συμπλέκτη.

Κατά τα άλλα, η βασική μορφή του κιβωτίου δεν διέφερε από αυτή ενός συμβατικού χειροκίνητου κιβωτίου, με ζεύγη γκραναζιών σε μόνιμη εμπλοκή και ενδιάμεσα κόμπλερ με συγχρόνιζε που κινούνταν με φουρκέτες. Το «κόλπο» βρισκόταν στο γεγονός ότι οι σχέσεις ήταν μοιρασμένες ανάμεσα στα δύο μισά του άξονα (1η, 3η, 5η στο ένα κομμάτι και 2η, 4η στο άλλο), έτσι ώστε, όταν κάποιος ανέβαζε ή κατέβαζε ταχύτητα, πήγαινε υποχρεωτικά από το ένα μισό του άξονα στο άλλο. Έτσι, το ημιαυτόματο σύστημα αλλαγής, πρώτα έσπρωχνε το αντίστοιχο κόμπλερ, ώστε να επιλέξει την επόμενη σχέση (πάνω σε έναν άξονα όμως που γύριζε «τρελά», αφού ο αντίστοιχος συμπλέκτης είχε ήδη ανοίξει), κι έπειτα, έχοντας και τις δύο σχέσεις επιλεγμένες ταυτόχρονα, απλώς φρόντιζε να ανοίξει τον ένα συμπλέκτη και να κλείσει τον άλλο, αλλάζοντας ταχύτητα χωρίς κανένα κενό. Μετά την ολοκλήρωση της αλλαγής, το σύστημα «έβγαζε» την προηγούμενη ταχύτητα αφήνοντας το αντίστοιχο κόμπλερ στο νεκρό, και έκλεινε και πάλι τον πρώτο συμπλέκτη αφήνοντας το σύστημα σε ηρεμία μέχρι την επόμενη αλλαγή. Όλα αυτά φαίνονται καλά στη θεωρία, όμως στην πράξη το σύστημα (αν και δοκιμάστηκε εκτεταμένα σε μία πειραματική 944 δρόμου) αποδείχθηκε μάλλον αναξιόπιστο και δύσκολο στη ρύθμιση του, και η γερμανική εταιρεία προτίμησε την υιοθέτηση του Τιππρόνικ (Wikipedia, 2011⁹) , τουλάχιστον για τα αυτοκίνητα δρόμου.



Εικόνα 1.9: Περιγραφή Αλλαγής Ταχυτήτων

Πηγή: Εργαστήριο MEK & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, 2011

Ας παρακολουθήσουμε μία αλλαγή από 1η σε 2η: ο οδηγός δίνει την εντολή- ο συμπλέκτης B ανοίγει και το αριστερό κόμπλερ επιλέγει 2η ταχύτητα- ο συμπλέκτης B κλείνει προοδευτικά και ταυτόχρονα ο συμπλέκτης A ανοίγει προοδευτικά, ώστε να περάσει η κίνηση από το εσωτερικό μέρος του άξονα στο εξωτερικό-η αλλαγή στην πράξη έχει τελειώσει και ο συμπλέκτης A παραμένει ανοικτός απλώς για να απελευθερωθεί το γρανάζι της 1ης από το δεξιό κόμπλερ.

1.7.1 Άλλος κόσμος

Διαφορά νοοτροπίας στον κόσμο των δύο και των τεσσάρων τροχών. Το διαδοχικό κατέβασμα όλων των ταχυτήτων για να βρούμε το «νεκρό», κάτι που στη μοτοσυκλέτα φαίνεται απόλυτα φυσιολογικό, είναι και ο βασικός λόγος που οι αυτοκινητοβιομηχανίες δεν έχουν τολμήσει μέχρι τώρα τη χρήση πραγματικού σειριακού κιβωτίου σε αυτοκίνητο παραγωγής (Λακαφώσης, 2011).

1.7.2 Το παρόν

Η τεχνολογία της αυτοκίνησης τα τελευταία χρόνια έχει προχωρήσει με αλματώδη βήματα και οι άνθρωποι του χώρου εκφράζουν μια διακριτική επιφυλακτικότητα στο θέμα της τεχνικής υποστήριξης. Οι νέες τεχνολογίες είναι «μαγικές», όταν όλα λειτουργούν όπως πρέπει, σε περίπτωση, όμως, βλάβης είναι βέβαιο ότι θα χρειαστεί πολύ περισσότερος χρόνος (και πολλές φορές η επέμβαση κάποιων πολύ ειδικευμένων τεχνικών της κεντρικής αντιπροσωπείας) για να δοθεί λύση στο πρόβλημα.

1.7.3 Το μέλλον

Το κλασικό, χειροκίνητο κιβώτιο δεν πιστεύουμε ότι θα εξαφανιστεί τελείως στο άμεσο μέλλον, σιγά σιγά όμως θα αρχίσει να μοιράζεται τα συνολικά ποσοστά πωλήσεων με άλλες, πιο προηγμένες θεωρητικά λύσεις. Με τα σημερινά δεδομένα, η καλύτερη από τις μοντέρνες εναλλακτικές μοιάζει να είναι το εξελιγμένο CVT που μπορεί να λειτουργεί τόσο σαν αυτόματο όσο και σαν έξυπνο και διασκεδαστικό «ψευδο-σειριακό».

1.7.4 Υπάρχει «δια ταύτα»;

Πέρα από όλες τις τεχνικές επεξηγήσεις, θα απορούσε κανείς γιατί υπάρχουν όλα αυτά τα διαφορετικά συστήματα και θα αναρωτιόταν ποιο από αυτά είναι το καλύτερο. Άμεση και προφανής απάντηση, όμως, δεν υπάρχει, και αυτό αποδεικνύεται και από τις επιλογές των ίδιων των αυτοκινητοβιομηχανιών, αρκετές από τις οποίες (π.χ. Άλφα Ρομέο, BMW, Νισάν, Τογιάτα) διαθέτουν στην γκάμα τους διαφορετικά μοντέλα με περισσότερες από μία εκδοχές ημιαυτόματου κιβωτίου. Αν κάποια από τις λύσεις που αναφέραμε ήταν αδιαμφισβήτητα η καλύτερη, τότε οι εταιρείες θα την είχαν επιλέξει και θα την ακολουθούσαν σε όλα τους τα μοντέλα. Κάθε επιλογή έχει τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματά της (που αναφέρθηκαν τόσο παραπάνω όσο και στους πίνακες), ενώ πέρα από τα θεωρητικά χαρακτηριστικά, σημασία έχει και η τελική υλοποίηση, η ρύθμιση στις λεπτομέρειες της λειτουργίας, που δίνει και

τον τελικό χαρακτήρα στο αυτοκίνητο. Η «απόλυτη αλήθεια» δεν έχει βρεθεί ακόμα, και αναμένουμε με ενδιαφέρον τις εξελίξεις, τώρα που όλο και περισσότεροι κατασκευαστές βιάζονται να μπουν στο συρμό της νέας τεχνολογίας. Όσο για το μέλλον; Σε κάτι από CVT θα ποντάραμε, αν και ακόμα όλα παίζονται.

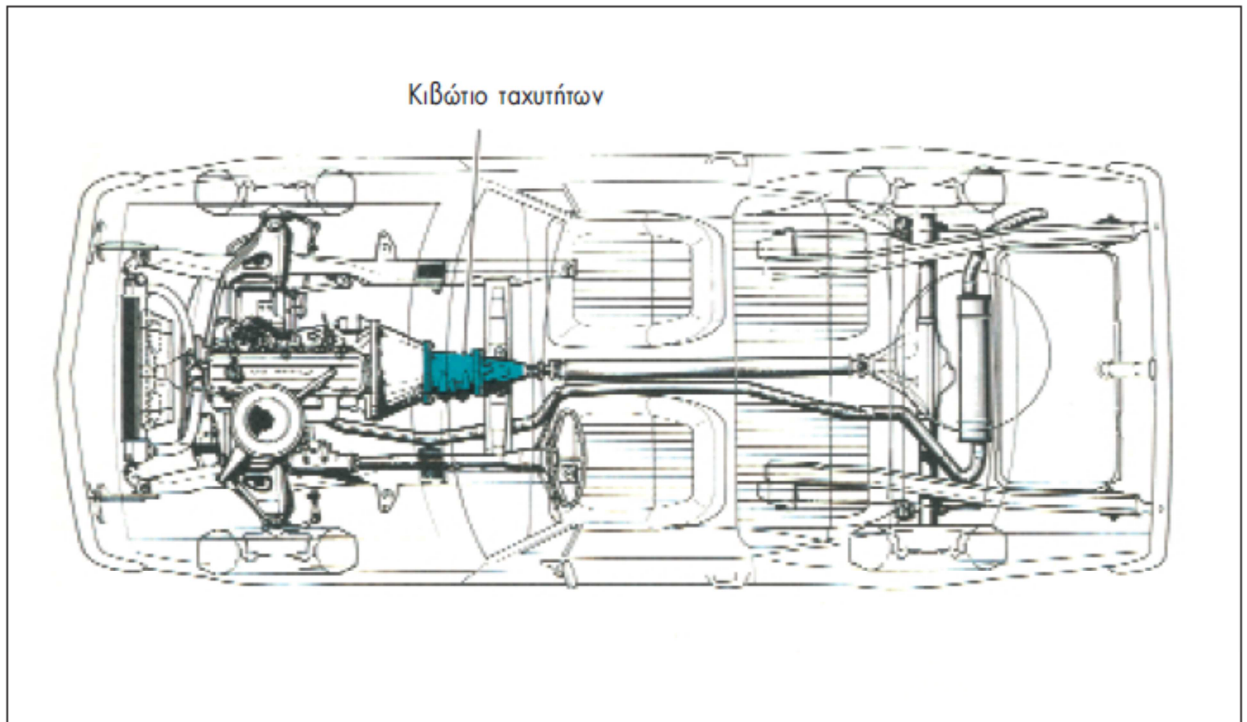
1.7.5 Τυποποίηση τώρα

Εμπρός ανεβάζει, πίσω κατεβάζει, ή ανάποδα; Ο καθένας βάζει τα κουμπιά στο τιμόνι και με διαφορετική διάταξη, ενώ η Μερτσέντες κάνει την έκπληξη με τον επιλογέα «δεξιά-αριστερά»! Όπως το γκάζι είναι δεξιά, ο συμπλέκτης αριστερά και η πρώτη ταχύτητα πάνω αριστερά στο διπλό Η, έτσι και στα «σειριακά» κιβώτια (πιο σωστό: «ημιαυτόματα κιβώτια με σειριακό επιλογέα») πρέπει επείγοντως να αποφασίσουν οι κατασκευαστές σε μια ενιαία τυποποίηση. Εμείς, πάντως, ψηφίζουμε τη διάταξη που χρησιμοποιείται και στα αγωνιστικά αυτοκίνητα και είναι η πιο φυσιολογική, αφού ταιριάζει με τις επιταχύνσεις που δέχεται το σώμα του οδηγού: όταν επιταχύνεις, «κολλάς» πίσω στο κάθισμα και τραβάς τον επιλογέα προς το μέρος σου για να ανεβάσεις. Στην επιβράδυνση, «φεύγεις» προς τα εμπρός και το χέρι σου σπρώχνει προς την ίδια κατεύθυνση το σειριακό επιλογέα για να κατεβάσεις ταχύτητα (Λακαφώσης, 2011).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Σειριακό Κιβώτιο Ταχυτήτων

2.1 Γενικά - προορισμός – είδη κιβωτίων ταχυτήτων.

Το κιβώτιο ταχυτήτων βρίσκεται μεταξύ του συμπλέκτη και του κεντρικού άξονα μετάδοσης της κίνησης στο διαφορικό, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 2.1. Σκοπός του είναι, με τη βοήθεια οδοντωτών τροχών (γρاناζιών), να δημιουργεί μία μεταβλητή σχέση μετάδοσης της κίνησης μεταξύ του κινητήρα και των κινητήριων τροχών του οχήματος. Η λειτουργία του κιβωτίου ταχυτήτων στηρίζεται στην αρχή των οδοντωτών τροχών, κατά την οποία, όταν δύο τροχοί με διαφορετικές διαμέτρους ή με διαφορετικό αριθμό δοντιών συνεργάζονται (εμπλέκονται) μεταξύ τους, αυτός που έχει τη μεγαλύτερη διάμετρο ή το μεγαλύτερο αριθμό δοντιών, αντίστοιχα, περιστρέφεται με μικρότερο αριθμό στροφών, έναντι του άλλου. Έτσι, το αποτέλεσμα της μείωσης των στροφών είναι η αύξηση της ροπής στρέψης (ελκτικής ικανότητας) του οχήματος που χρειάζεται για την αντιμετώπιση των διαφόρων φορτίων ή των ανωμαλιών του εδάφους. Δηλαδή, και εδώ ισχύει ο "χρυσός" κανόνας της Μηχανικής, που



Εικόνα 2.1: Θέση του κιβωτίου ταχυτήτων στο όχημα

Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)

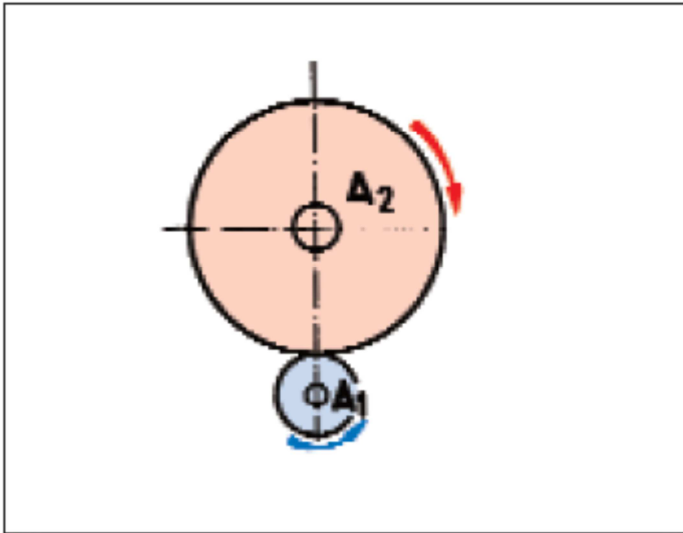
ορίζει: "ό,τι χάνουμε σε ταχύτητα, το κερδίζουμε σε δύναμη". Πιο αναλυτικά, ο σκοπός του κιβωτίου ταχυτήτων είναι:

1. Να ελαττώνει ή να αυξάνει την περιστροφική ταχύτητα του κινητήρα, που μεταφέρεται στους τροχούς, ανάλογα με την αντίσταση που έχουν να αντιμετωπίσουν αυτοί, μεταβάλλοντας έτσι τη ροπή στρέψης και, κατά συνέπεια, την ελκτική δύναμη του οχήματος.
2. Να επιτρέπει στο όχημα να κινείται προς τα πίσω, αλλάζοντας τη φορά περιστροφής των κινητήριων τροχών του.
3. Να διακόπτει με ένα συγκεκριμένο τρόπο τη μετάδοση της κίνησης του κινητήρα προς τους τροχούς, δημιουργώντας το "νεκρό σημείο". Το γεγονός αυτό δεν επιτρέπει στο όχημα να κινείται, ακόμη κι αν ο κινητήρας του εργάζεται και ενώ ο συμπλέκτης του είναι σε σύμπλεξη. Επί πλέον, σκοπός του κιβωτίου ταχυτήτων είναι να κατευθύνει την κίνηση σε άλλους βοηθητικούς μηχανισμούς, όπως είναι: "ο γερανός", το βαρούλκο για την ανύψωση βαρών, ο "εργάτης" κλπ., σε αντιδιαστολή προς το συμπλέκτη

που αφήνει, στιγμιαία, από συμπλεγμένο τον κινητήρα από το υπόλοιπο σύστημα μετάδοσης της κίνησης.

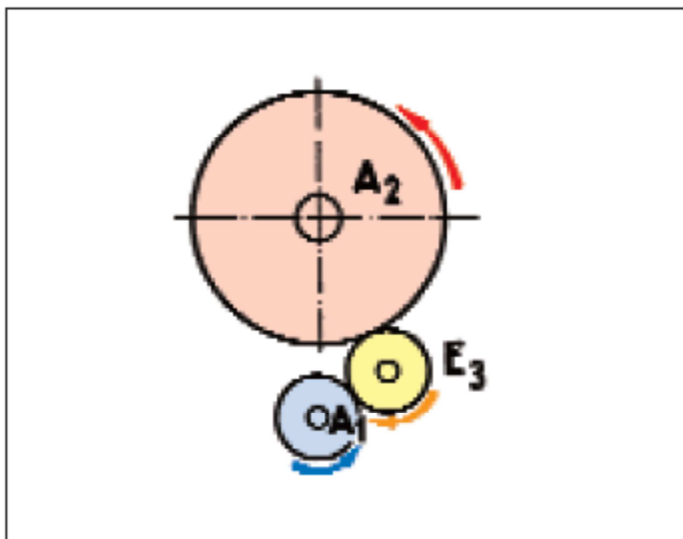
Πριν προχωρήσουμε στην αναλυτική περιγραφή και τη λειτουργία ενός μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων, θα αναφέρουμε, σε συντομία, τις διάφορες αρχές που ισχύουν για τα εμπλεκόμενα (συνεργαζόμενα) γρανάζια ενός τέτοιου κιβωτίου:

1. Σχέση μετάδοσης δύο γραναζιών (Εικόνα 2.2)



Εικόνα 2.2: Δυο εμπλεκόμενα γρανάζια

Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)



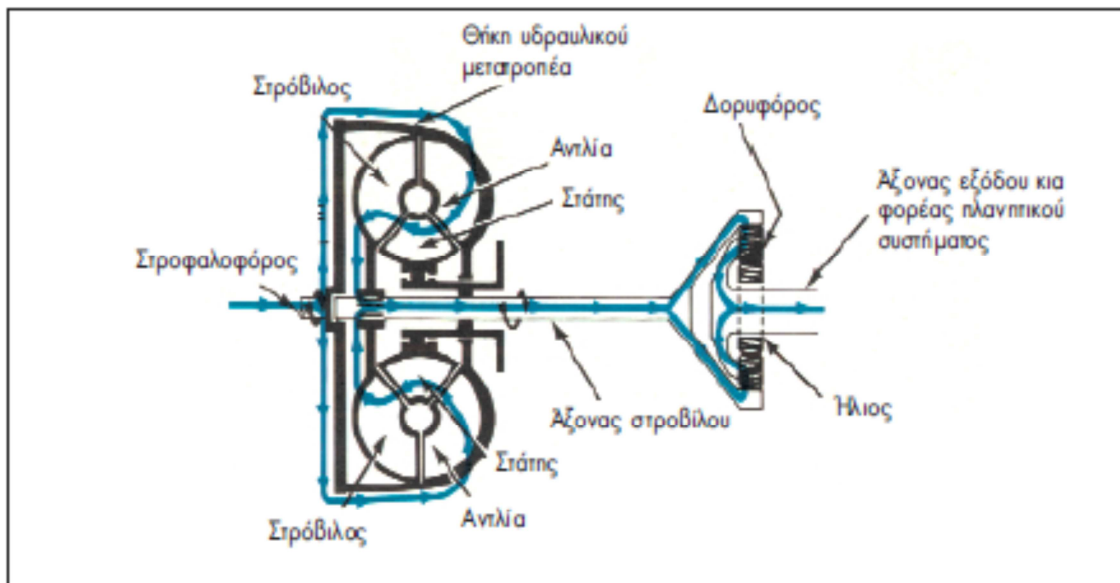
Εικόνα 2.3: Αντίστροφη κίνηση

Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Αυτόματο Κιβώτιο Ταχυτήτων

3.1 Γενικά

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η λειτουργία ενός μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων ελέγχεται από τον οδηγό του οχήματος, ο οποίος πιέζοντας το πεντάλ του συμπλέκτη και με τη βοήθεια του μοχλού επιλογής ταχυτήτων (λεβιέ), επιλέγει εκείνο το ζεύγος των οδοντωτών τροχών (γρاناζιών) του κιβωτίου αυτού, το οποίο κρίνει ότι είναι κατάλληλο για να υπερνικηθεί η αντίσταση, που αντιμετωπίζουν, εκείνη τη στιγμή, οι κινητήριοι τροχοί του οχήματος. Επί πλέον, ο αριθμός των ζευγών των οδοντωτών τροχών που είναι δυνατό να επιλεγούν, είναι περιορισμένος (συνήθως ένα από τα τέσσερα ζεύγη οδοντωτών τροχών στα περισσότερα μηχανικά κιβώτια). Αντίθετη στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων η παραπάνω εργασία επιλογής του ζεύγους των οδοντωτών τροχών γίνεται αυτόματα από το ίδιο το κιβώτιο ταχυτήτων, χωρίς τη μεσολάβηση του οδηγού. Έτσι, τα ζεύγη αυτά ξεκινούν με τη χαμηλότερη σχέση μετάδοσης και καθώς το όχημα επιταχύνει, μετακινούνται αυτόματα στην ενδιάμεση και από εκεί στην υψηλότερη σχέση.



Σχήμα 3.1: Ροή ισχύος μέσα από τον υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης στο πλανητικό σύστημα κίνησης

Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)

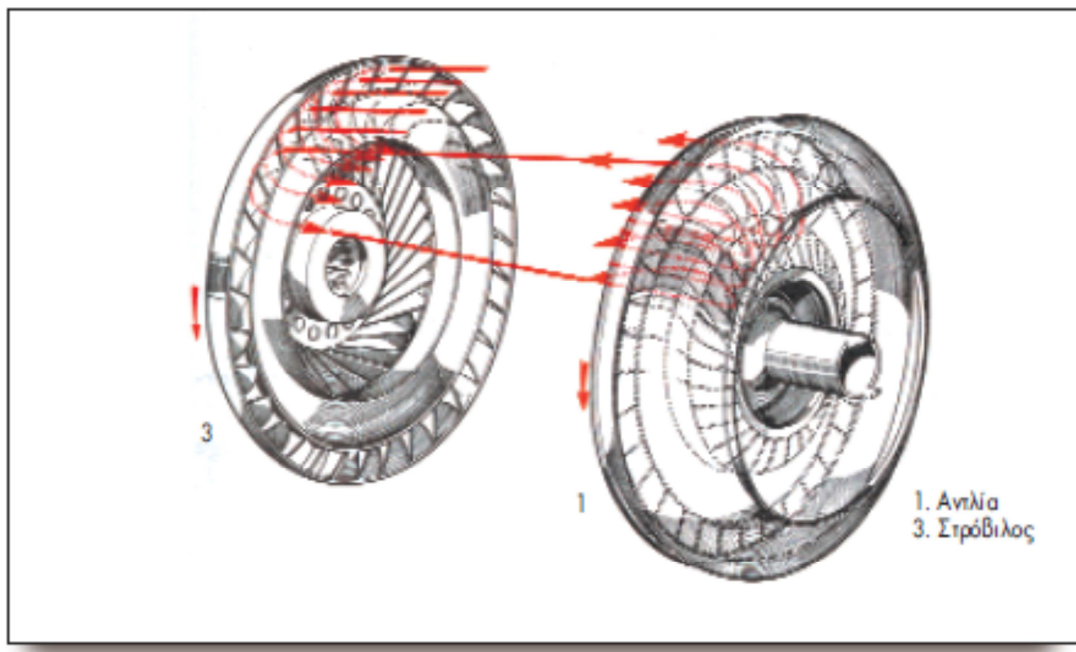
Τα αυτόματα κιβώτια λειτουργούν υδραυλικά, δηλαδή με πίεση λαδιού και αποτελούνται από δύο βασικά μέρη: α) από τον υδραυλικό συμπλέκτη ή υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης και β) από ένα αριθμό (δύο ή περισσότερων) συστημάτων οδοντωτών τροχών, που καλούνται πλανητικά συστήματα κίνησης. Ο υδραυλικός μετατροπέας ροπής μεταφέρει τη ροπή στρέψης του κινητήρα στα πλανητικά συστήματα κίνησης του κιβωτίου και επενεργώντας με υδραυλική πίεση α) αυτά γίνεται η επιλογή των κατάλληλων οδοντωτών τροχών και, επομένως, της κατάλληλης σχέσης μετάδοσης. Στο παραπάνω Σχήμα 3.1, φαίνεται η ροή της ισχύος του κινητήρα μέσα από τον υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης στο πλανητικό σύστημα κίνησης ενός απλού αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων.

3.2 Υδραυλικός Μετατροπέας Ροπής Στρέψης

Ο υδραυλικός συμπλέκτης, ο οποίος θεωρείται ένα από τα βασικά εξαρτήματα του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων. Ο υδραυλικός, όμως, αυτός συμπλέκτης, όπως τονίσθηκε και στην παραπάνω αυτή ενότητα, είναι μειωμένης απόδοσης, και αυτό, επειδή το λάδι που περιέχει, όταν αποδώσει την κινητική

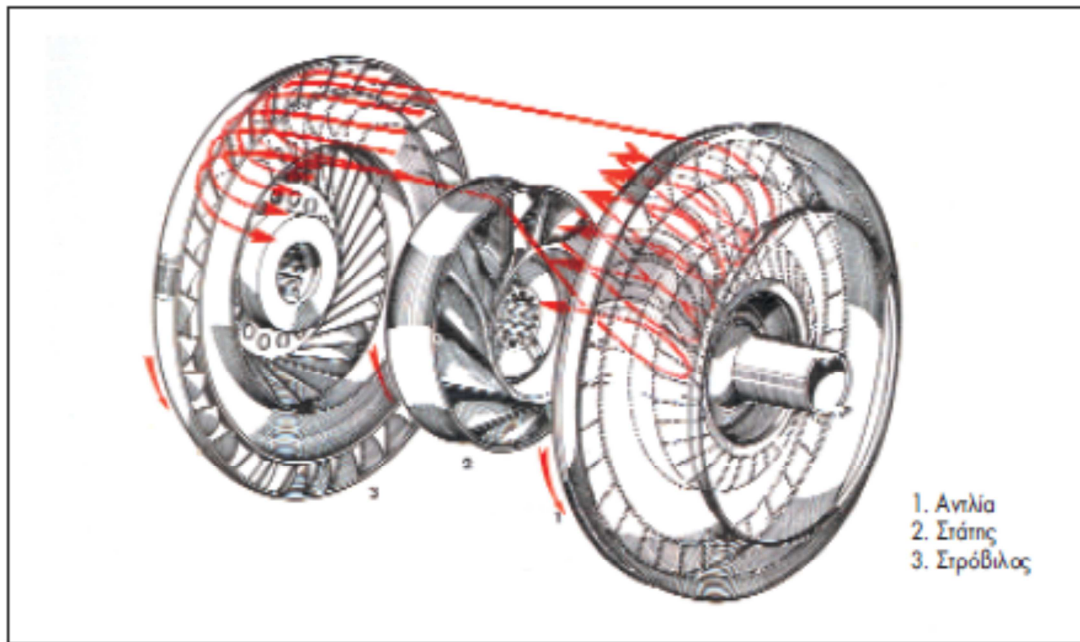
του ενέργεια στα πτερύγια του στροβίλου και επιστρέφει πάλι στην αντλία, την συναντά σε κατεύθυνση αντίθετη προς την κίνησή της, με αποτέλεσμα να τη "φρενάρει" και έτσι να μειώνεται η απόδοση του συμπλέκτη (Σχήμα 3.2).

Για να περιορισθεί αυτό το μειονέκτημα, ένα τρίτο μέλος που καλείται "στάτης" προστίθεται στο σύστημα του υδραυλικού συμπλέκτη και σε θέση μεταξύ αντλίας και στροβίλου. Ο στάτης αυτός έχει κεκλιμένα πτερύγια, τα οποία αλλάζουν την κατεύθυνση του λαδιού που εξέρχεται από τα πτερύγια του στροβίλου, έτσι ώστε να συναντά την αντλία στην κατεύθυνση της περιστροφής της, οπότε και ενισχύει περαιτέρω την περιστροφή της αυτή (Σχήμα 3.3).



Σχήμα 3.2: Κατεύθυνση του λαδιού επιστροφής από το στρόβιλο προς την αντλία, όταν δεν υπάρχει "στάτης"

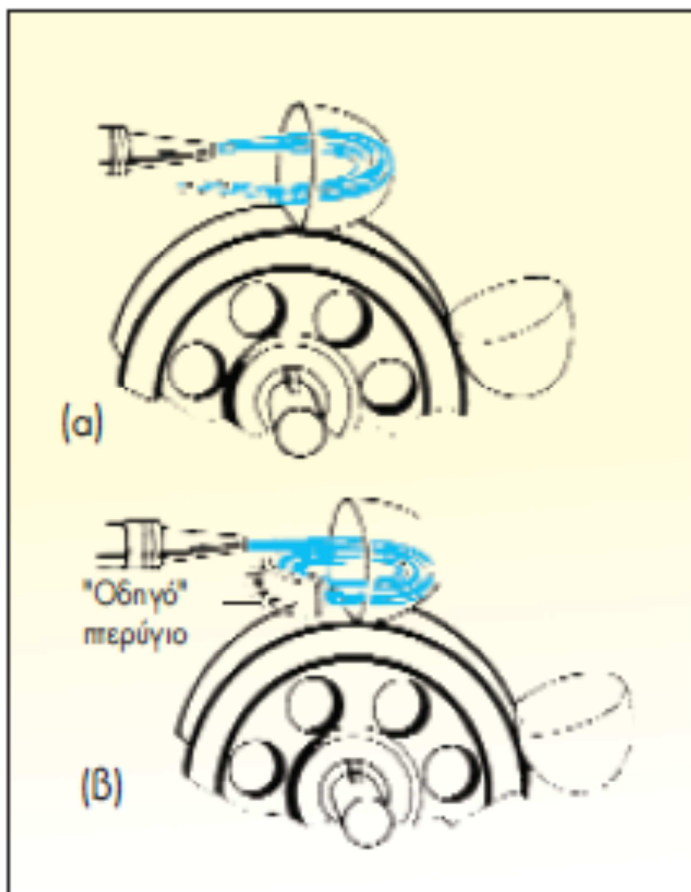
Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)



Σχήμα 3.3: Κατεύθυνση του λαδιού επιστροφής από το στρόβιλο προς την αντλία, όταν παρεμβάλλεται ο “στάτης”

Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)

Στο παρακάτω Σχήμα 3.4 βλέπουμε ένα απλοποιημένο τύπο υδραυλικού μετατροπέα ροπής, στον οποίο το τρίτο μέλος (ο στάτης) αλλάζει την κατεύθυνση του λαδιού προς μία άλλη (της βοηθητικής) που έχει φορά ίδια με αυτήν της περιστροφής της αντλίας.



σχήμα 3.4: Αποτέλεσμα δέσμης λαδιού σε ένα κουβαδάκι επάνω σε ένα τροχό, χωρίς οδηγό – πτερύγιο α) και με οδηγό πτερύγιο β)

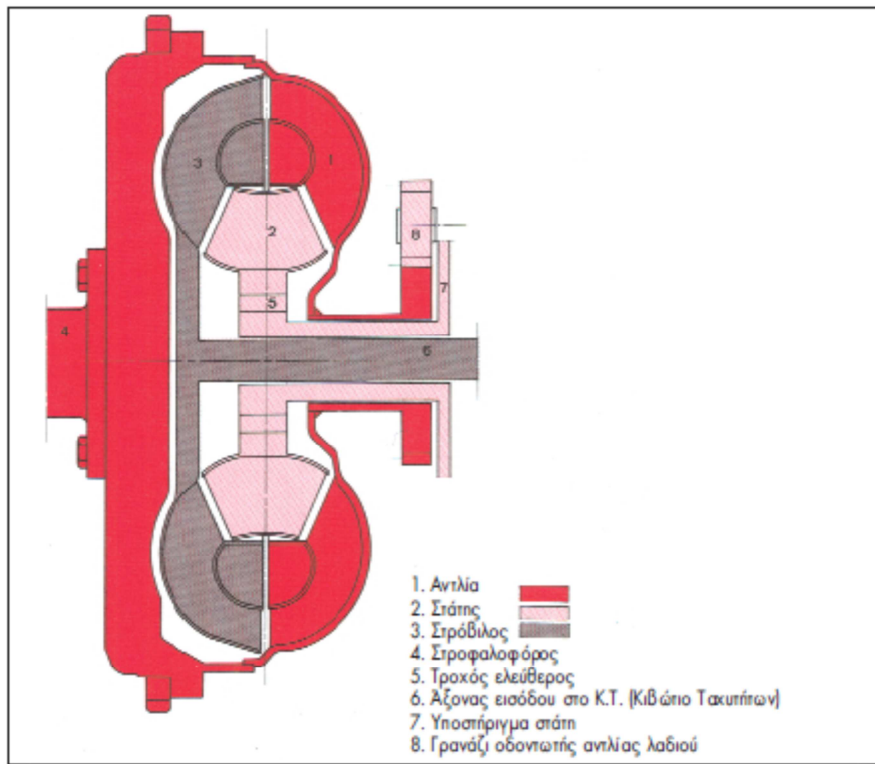
Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)

Στο επάνω σχήμα (α) φαίνεται μία δέσμη λαδιού, που εκτινάσσεται από ένα μπεκ, να κτυπά σε ένα κυκλικό πτερύγιο ("κουβαδάκι") που είναι στερεωμένο πάνω στον τροχό. Το λάδι αυτό αφού απωθήσει το πτερύγιο μόνο για λίγο, χύνεται έξω απ' αυτό με την ίδια περίπου ενέργεια που είχε πριν εισέλθει σε αυτό. Ως συμπέρασμα, λοιπόν, προκύπτει, ότι ένα απλό πέρασμα του λαδιού από το "κουβαδάκι", δεν του δίνει μεγάλη ώθηση. Αν όμως, προστεθεί ένα "οδηγό πτερύγιο", όπως φαίνεται στο σχήμα (β), το λάδι εκτελεί περισσότερα από ένα περάσματα μέσα από το "κουβαδάκι" αυτό, αφού ο συγκεκριμένος "οδηγός" - πτερύγιο υποχρεώνει τη δέσμη του λαδιού να επιστρέψει πάλι σ' αυτό, με αποτέλεσμα να του προσθέτει ώθηση. Πράγματι, το λάδι μπορεί να συμπληρώσει το κύκλωμα πολλές φορές, προσθέτοντας κάθε φορά ώθηση στο "κουβαδάκι" (πτερύγιο). Αυτό το αποτέλεσμα είναι το φαινόμενο που καλούμε "πολλαπλασιασμό της ροπής στρέψης".

Αμέσως παρακάτω θα εξηγήσουμε, αναλυτικά πώς αυτός ο πολλαπλασιασμός της ροπής στρέψης εφαρμόζεται α) ένα υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης. Καθώς, δηλαδή, το λάδι αφήνει το στρόβιλο και κτυπά στα καθοδηγητικά πτερύγια του στάτη, αλλάζει κατεύθυνση και εισέρχεται στα πτερύγια της αντλίας, «ακολουθώντας μία βοηθητική κατεύθυνση ίδια με τη φορά περιστροφής της αντλίας. Αυτή, στη συνέχεια, εκτινάσσει το λάδι εκ νέου πίσω στο στρόβιλο, διαδικασία η οποία είναι συνεχής και επαναλαμβανόμενη. Έτσι, οι επανειλημμένες αυτές ωθήσεις από το λάδι των πτερυγίων του στρόβιλου αυξάνουν τη ροπή στρέψης του. Σε πολλούς υδραυλικούς μετατροπείς της ροπής στρέψης, αυτή (η ροπή) γίνεται μεγαλύτερη κατά δύο φορές, σε σχέση με την αρχική, φαινόμενο που καλούμε πολλαπλασιασμό της ροπής στρέψης.

Ο στάτης, όπως αποδείξαμε παραπάνω, αναγκάζει τον μετατροπέα της ροπής στρέψης να την πολλαπλασιάσει, όταν η αντλία στρέφεται γρηγορότερα από το στρόβιλο. Αυτή η διαφορά ταχύτητας αφενός, και η αύξηση της ροπής αφετέρου, έχουν το ίδιο αποτέλεσμα που θα είχε ένα μικρό γρανάζι μικρής σχέσης μετάδοσης στο αντίστοιχο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων, δηλαδή επιτρέπουν στον κινητήρα να γυρίζει γρήγορα, ενώ οι κινητήριοι τροχοί του οχήματος στρέφονται αργά. Έτσι, αν μία υψηλή ροπή εφαρμοσθεί στο όχημα, τότε αυτό μπορεί να επιταχυνθεί. Όταν, όμως, το όχημα αυξήσει την ταχύτητά του, ο στρόβιλος τείνει να κινείται με την ταχύτητα της αντλίας, οπότε σε αυτή την περίπτωση το λάδι αφήνει τα πτερύγια του στρόβιλου και εισέρχεται κατευθείαν στην αντλία και σε μια βοηθητική γι' αυτήν κατεύθυνση, χωρίς να χρειάζεται να υποστηριχθεί από τον στάτη. Πράγματι, κάτω από αυτές τις συνθήκες, τα πτερύγια του στάτη βρίσκονται στην ίδια την πορεία του λαδιού, με αποτέλεσμα αυτό να αρχίζει να κτυπά τα συγκεκριμένα πτερύγια από την οπίσθια πλευρά τους. Έτσι, για να είναι σε θέση τα πτερύγια του στάτη να κινηθούν έξω από την πορεία του λαδιού, πρέπει ο ίδιος ο στάτης να μπορεί να περιστραφεί, και για να επιτευχθεί αυτό, είναι τοποθετημένος επάνω σε ένα μηχανισμό ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα. Πιο συγκεκριμένα, ο μηχανισμός αυτός της ελεύθερης περιστροφής είναι ένας συμπλέκτης μιας κατεύθυνσης που επιτρέπει στο στάτη να περιστρέφεται ελεύθερα, μόνο, όμως, σε μία κατεύθυνση, εμπο-

δίζοντας τον να γυρίσει σε αντίθετη κατεύθυνση. Στο Σχήμα 3.4, φαίνεται μία απλοποιημένη τομή ενός υδραυλικού μετατροπέα ροής στρέψης.



Σχήμα 3.5: Τομή υδραυλικού μετατροπέα ροπής στρέψης
Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)

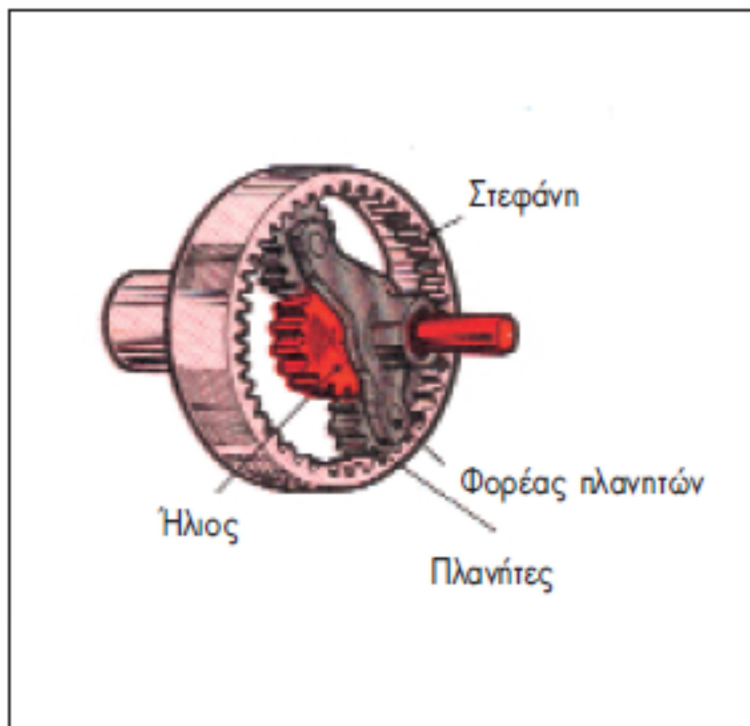
3.3 Πλανητικό Σύστημα Κίνησης

3.3.1 Γενικά

Ένα πλανητικό σύστημα κίνησης (Σχήμα 3.6), αποτελείται από τα εξής μέλη:

- α) Μία οδοντωτή στεφάνη ("κορώνα") που φέρει άξονα και εσωτερικά δόντια
- β) Ένα κεντρικό οδοντωτό τροχό ("πινιόν") που καλείται "ήλιος"
- γ) Δύο, τρεις ή περισσότερους οδοντωτούς τροχούς που καλούνται "πλανήτες" και οι οποίοι είναι πάντα σε εμπλοκή μεταξύ στεφάνης και ήλιου και περιστρέφονται επί αξονίσκων, και
- δ) Από το "φορέα των πλανητών", επί του οποίου είναι στερεωμένοι οι προηγούμενοι αξονίσκοι. Ο "φορέας" αυτός καταλήγει σε ένα άξονα, ο οποίος

είναι ευθυγραμμισμένος με τον άξονα του "ήλιου", ενώ και οι δύο αυτοί (άξονες) είναι απόλυτα κεντραρισμένοι στην οδοντωτή στεφάνη, η οποία και φέρει το δικό της άξονα.



Σχήμα 3.6: Πλανητικό Σύστημα Κίνησης

Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)

Έτσι, το παραπάνω αυτό πλανητικό σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μειωτήρας στροφών, δηλαδή σαν υπο-πολλαπλασιαστής τους σε ένα κιβώτιο ταχυτήτων, ή και σαν πολλαπλασιαστής τους, γνωστός ως "όβερ ντράιβ" (Over Drive) σε ορισμένα άλλα κιβώτια ταχυτήτων. Στην πράξη, το πλανητικό σύστημα χρησιμοποιείται, είτε σε συνδυασμό με ένα κοινό κιβώτιο ταχυτήτων, όπου λειτουργεί ως πολλαπλασιαστής στροφών (Over Drive), είτε σε συνδυασμό με άλλα πλανητικά συστήματα στο υδραυλικό (αυτόματο) κιβώτιο ταχυτήτων.

3.4 Αυτόματη Μετάδοση.

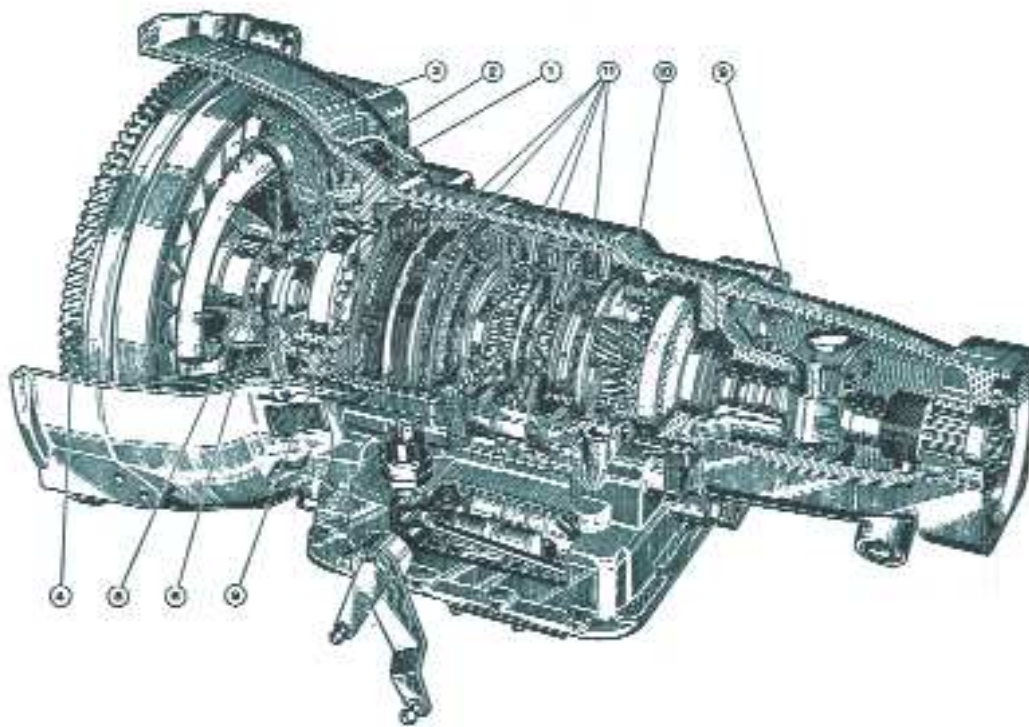
3.4.1 Γενικά.

Αφού περιγράψαμε τα δύο βασικά μέρη που συγκροτούν ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων (τον υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης και το πλανητικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης), θα προχωρήσουμε στην αναλυτική περιγραφή ενός τέτοιου απλού αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων.

Έτσι:

- Τα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων μπορεί να ελέγχονται υδραυλικά, ηλεκτρομαγνητικά και ηλεκτρονικά. Πάντως, στο παρόν βιβλίο θα περιγράψουμε τις γενικές αρχές λειτουργίας ενός αυτομάτου κιβωτίου, που ελέγχεται υδραυλικά.
- Τα κιβώτια αυτά, αν και διαφέρουν στις λεπτομέρειες από κατασκευαστή σε κατασκευαστή, όλα, γενικά, λειτουργούν με τον ίδιο περίπου τρόπο.

Όπως αναφέραμε και στην αρχή της παρούσας ενότητας, η αυτόματη μετάδοση εξασφαλίζει την αλλαγή των ταχυτήτων χωρίς την παρέμβαση του οδηγού και έτσι, λόγω ακριβώς αυτής της ιδιότητας, καταργείται το πεντάλ του συμπλέκτη καθώς και ο χειρισμός του λεβιέ (μοχλού) ταχυτήτων και παραμένει μόνο το πεντάλ της επιτάχυνσης και το αντίστοιχο των φρένων. Στο παρακάτω Σχήμα 3.7 βλέπουμε, σε τομή, ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.



Σχήμα 3.7: Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων ZF της Peugeot

(1. Αντλία 2. Στάτης 3. Στρόβιλος 4. Σφόνδυλος 5. Τροχός ελεύθερος 6. Άξονος εισόδου στο κιβώτιο 7. Άξονας εξόδου από το κιβώτιο 8. Αντλία με γρανάζια 9. Ρυθμιστής 10. Πλανητικό Σύστημα 11. Συμπλέκτες).

Πηγή: Ανδρινός, Παναγιωτίδης και Παπαδόπουλος (2001)

Στην πράξη, ο οδηγός του οχήματος διατηρεί το δικαίωμα της ελεύθερης επιλογής συγκεκριμένων σχέσεων μετάδοσης, με ταυτόχρονη μείωση των στροφών, επενεργώντας σε ένα επιλογέα, που βρίσκεται στη θέση του μοχλού επιλογής ταχυτήτων στα μηχανικά κιβώτια. Αυτές, λοιπόν, οι επιλογές μπορεί να είναι:

- 1) Στάθμευση του οχήματος (Parking), με την ένδειξη (P).
- 2) Κίνηση προς τα πίσω, με την ένδειξη (R).
- 3) Νεκρό σημείο, με την ένδειξη (N).
- 4) Οδήγηση, με την ένδειξη (D).
- 5) Κίνηση σε μεγάλες ανηφόρες ("εκτός δρόμου")
- 6) Ταχεία εκκίνηση, κλπ.

3.5 Φθορές - Βλάβες - Επισκευή - Συντήρηση.

3.5.1 Γενικά.

Το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων σπάνια παθαίνει βλάβη και γι' αυτό απαιτεί πολύ μικρή και σε μεγάλα χρονικά διαστήματα συντήρηση. Στην παρούσα, όμως, ενότητα θα τονίσουμε, σε γενικές γραμμές, ορισμένες ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, στα πλαίσια:

- Της κανονικής συντήρησης του.
- Της διάγνωσης των βλαβών.
- Της επισκευής του επί του οχήματος.
- Της γενικής επισκευής του.

Πιο αναλυτικά:

3.5.2 Κανονική Συντήρηση

Η κανονική συντήρηση, η οποία πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κάθε κατασκευαστή, πρέπει να περιλαμβάνει τις παρακάτω ενέργειες:

- α) Αλλαγή λαδιού και φίλτρου
- β) Έλεγχο στάθμης λαδιού
- γ) Προσθήκη λαδιού, εάν είναι ανάγκη.
- δ) Έλεγχο της πεταλούδας του καρμπυρατέρ και των συνδέσμων της.
- ε) Ρύθμιση διακόπτη "νεκρού" σημείου.
- στ) Πιθανές ρυθμίσεις φρένων ή συμπλεκτών.

3.5.3 Διάγνωση Βλαβών

Κάθε τύπος αυτομάτου κιβωτίου ταχυτήτων έχει το δικό του οδηγό διάγνωσης βλαβών, που εκδίδεται από τον κατασκευαστή. Αυτός περιγράφει βήμα προς βήμα την όλη διαδικασία της διάγνωσης. Να εντοπίσεις, λοιπόν, το τμήμα εκείνο του βιβλίου συντήρησης, που αναφέρεται στο αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων και το οποίο πρόκειται να συντηρήσεις. Πριν κάνεις, πάντως, ένα λειτουργικό έλεγχο σε ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, πρέπει να βεβαιωθείς ότι ο κινητήρας του εργάζεται κανονικά στη συνέχεια, ακολούθησε τις

διαδικασίες με προσοχή, γιατί κάθε παρέκκλιση από αυτές μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ζημιά στο κιβώτιο.

Επίσης, μπορεί να απαιτηθεί από το βιβλίο συντήρησης να γίνουν έλεγχοι δοκιμαστηρίου ή λειτουργικοί έλεγχοι, οπότε σ' αυτήν την περίπτωση, διάβασε και εφάρμοσε με προσοχή όλες τις οδηγίες που αφορούν τα μέτρα προφύλαξης και ασφάλειας και τα οποία αναγράφονται, αναλυτικά, στο συγκεκριμένο αυτό βιβλίο.

3.5.4 Επισκευή επί του οχήματος.

Ο κάθε κατασκευαστής, για κάθε τύπο αυτομάτου κιβωτίου ταχυτήτων, δίνει συγκεκριμένες οδηγίες, όσον αφορά τις επισκευές που μπορεί να γίνουν επάνω στο όχημα. Το βιβλίο συντήρησης περιγράφει με κάθε λεπτομέρεια, πώς θα κάνεις αυτές τις επισκευές. Αν, όμως, η βλάβη είναι μία από αυτές που δεν μπορούν να επισκευασθούν επί του οχήματος, το κιβώτιο θα πρέπει να αφαιρεθεί.

3.5.5 Γενική Επισκευή

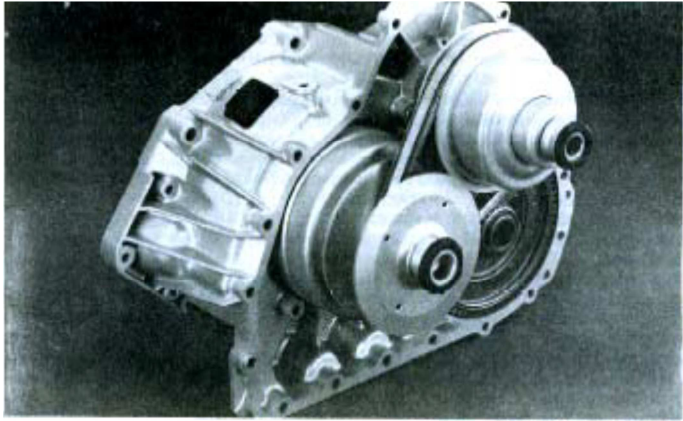
Η γενική επισκευή ή ανακατασκευή ενός αυτομάτου κιβωτίου ταχυτήτων είναι μία εργασία πολύ εξειδικευμένη και ως εκ τούτου απαιτείται πολύς χρόνος και μελέτη για να γίνει κανείς ένας καλός ειδικός τεχνίτης για κιβώτια ταχυτήτων αυτού του τύπου. Πολλές φορές, πάντως, ακόμη κι αν κάποιος τεχνίτης δεν θέλει να γίνει ειδικός στον τομέα αυτό, παρά ταύτα επιθυμεί να έχει μία καλή ιδέα για το πώς ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων ανακατασκευάζεται. Αν, λοιπόν, σου δώσουν στο συνεργείο ένα αυτόματο κιβώτιο για ανακατασκευή, πρέπει να βρεις το αντίστοιχο βιβλίο του κατασκευαστή που προβλέπει την ανακατασκευή του συγκεκριμένου τύπου κιβωτίου ταχυτήτων, να το μελετήσεις προσεκτικά και να ακολουθήσεις με προσοχή όλες τις διαδικασίες που περιγράφονται βήμα προς βήμα σ' αυτό, χρησιμοποιώντας τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται, οπότε και δεν θα έχεις προβλήματα στο να εκτελέσεις αυτή την τόσο σοβαρή και αρκετά πολύπλοκη εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Κιβώτιο Συνεχώς Μεταβαλλόμενης Σχέσης Μετάδοσης (Continuously Variable Transmission)

Μια ειδική περίπτωση αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων είναι το κιβώτιο συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης (CVT). Το ιδανικό κιβώτιο ταχυτήτων θα έπρεπε να διαθέτει έναν άπειρο αριθμό σχέσεων έτσι ώστε ο κινητήρας να εργάζεται στο βέλτιστο σημείο λειτουργίας του. Το CVT ξεκίνησε από την ιδέα ότι η κίνηση θα μπορούσε να μεταφέρεται από έναν ιμάντα ο οποίος θα εφαρμόζει σε δυο μεταβλητής διαμέτρου τροχαλίες. Η σχέση μετάδοσης, που ισούται με το λόγο των διαμέτρων των δυο τροχαλιών, μπορεί θεωρητικά να πάρει άπειρες τιμές ανάμεσα στη μέγιστη και την ελάχιστη.

Στο CVT η επιλογή της σχέσης γίνεται με βάση έναν αλγόριθμο, ο οποίος λαμβάνει υπόψη του την ταχύτητα του αυτοκινήτου, το φορτίο και τις απαιτήσεις του οδηγού. Το εύρος των σχέσεων που μπορεί να προσφέρει το CVT είναι μεγαλύτερο ακόμα κι από ενός πεντατάχτου κιβωτίου. Η 'πρώτη', ή καλύτερα η σχέση εκκίνησης, είναι πιο "κοντή" απ' ό,τι συνήθως, ενώ η τελική πιο "μακριά" από overdrive. Το CVT, που περικλείεται από ένα χυτό αλουμινένιο κάλυμμα, περιλαμβάνει ένα πλανητικό σύστημα γραναζιών με δυο υγρούς πολύδισκους συμπλέκτες καθώς και το σύστημα ιμάντων – τροχαλιών. Το τελευταίο τμήμα αποτελεί και την καρδιά του κιβωτίου παρέχοντας ομαλή και σταδιακή μεταβολή της σχέσης μετάδοσης. Όταν η τροχαλία η συνδεδεμένη με τον κινητήρα βρίσκεται στην ελάχιστη της διάμετρο και η άλλη στη μέγιστη, τότε επιτυγχάνεται η πιο 'κοντή' σχέση (ακριβώς όπως στα ποδήλατα με ταχύτητες). Σταδιακά μεγαλώνει η διάμετρος της τροχαλίας του κινητήρα και μειώνεται η διάμετρος της άλλης, αλλάζοντας τη σχέση μετάδοσης. Η μεταβολή της διαμέτρου των δυο τροχαλιών γίνεται ταυτόχρονα έτσι που να διατηρείται σταθερό το μήκος του ιμάντα.

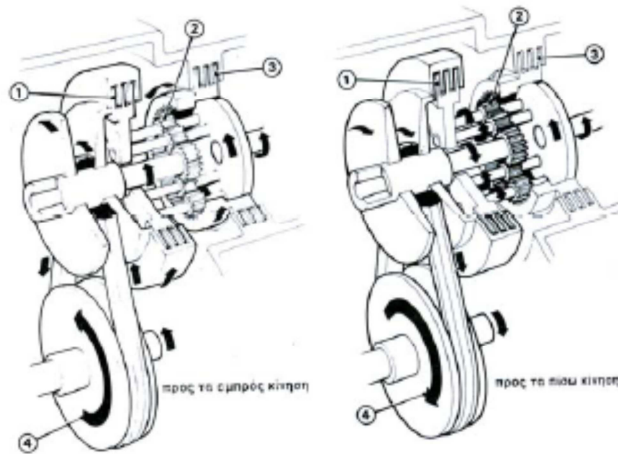


Εικόνα 4.1: Όταν η διάμετρος της τροχαλίας του κινητήρα έχει τη μικρότερη διάμετρο (και η δεύτερη τη μεγαλύτερη), τότε το CVT διαθέτει την “κοντύτερη” σχέση μετάδοσης. Στην ακριβώς αντίθετη περίπτωση το CVT λειτουργεί με τη “μακρύτερη” δυνατή σχέση.

Πηγή: Βαμβαράπης, 2007

Στην πραγματικότητα δεν είναι ακριβώς η διάμετρος της τροχαλίας που μεταβάλλεται αλλά τα δυο κωνικού σχήματος πλαϊνά τμήματα που μπορούν να απομακρύνονται και να πλησιάζουν, έτσι ώστε το αυλάκι σχήματος V που ορίζουν να μετατοπίζεται προς το κέντρο ή προς την περιφέρεια της τροχαλίας.

Ανάμεσα στο σφόνδυλο του κινητήρα και το σύστημα ιμάντα / τροχαλίας παρεμβάλλεται ένα σύστημα επικυκλικών γρاناζιών που λειτουργεί με δύο τρόπους. Για την προς τα εμπρός κίνηση (Εικόνα 4.2) συμπλέκεται ο συμπλέκτης (1) με αποτέλεσμα να παρασύρεται όλο το πλανητικό σύστημα στη διεύθυνση περιστροφής του άξονα του κινητήρα. Όταν επιλεγεί η όπισθεν συμπλέκεται ο συμπλέκτης (3) σταθεροποιώντας το περιφερειακό γρανάζι, οπότε οι πλανήτες αναγκάζουν τον ήλιο να περιστραφεί στην αντίθετη κατεύθυνση από αυτήν του κινητήρα. Και οι δυο συμπλέκτες βρίσκονται μέσα σε λάδι ώστε να αποφεύγεται η φθορά και η υπερθέρμανση τους, ταυτόχρονα δίνοντας τη δυνατότητα στο αυτοκίνητο να κυλά πολύ αργά όταν ο κινητήρας εργάζεται στο ‘ρελαντί’, κάτι που προσφέρουν όλα τα αυτοκίνητα με αυτόματο κιβώτιο και βοηθάει πολύ στους τοπικούς ελιγμούς.

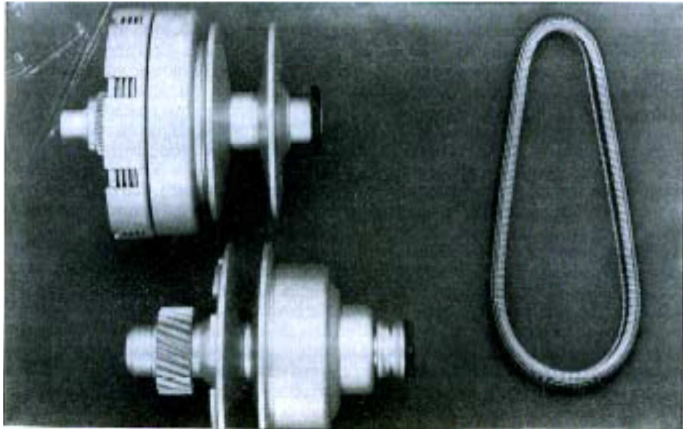


Εικόνα 4.2: Λειτουργία επικυκλικών γραναζιών

Πηγή: Βαμβαράτης, 2007

Ο έλεγχος της σχέσης μετάδοσης γίνεται με την μετακίνηση των πλαϊνών μερών των τροχαλιών. Αυτό επιτυγχάνεται με υδραυλική πίεση από μια αντλία που περιστρέφεται από τον κινητήρα. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται η σύμπλεξη των δυο πολύδισκων συμπλεκτών.

Η μετάδοση της κίνησης στο CVT δεν επιτυγχάνεται με έκταση αλλά με συμπίεση του ιμάντα. Ένας συμβατικός ιμάντας μόλις πιεστεί λυγίζει, όμως στην περίπτωση αυτή τα 320 μεταλλικά του στοιχεία σχήματος V (που ενώνονται με δυο ομάδες από πολύ λεπτούς μεταλλικούς 'ιμάντες', εξασφαλίζοντας την απαραίτητη ευκαμψία) μπορούν να μεταφέρουν μια δύναμη πιέζοντας το ένα το άλλο. Το κάθε μεταλλικό στοιχείο είναι κατασκευασμένο με μεγάλη ακρίβεια και από μέταλλο μεγάλης τραχύτητας.



Εικόνα 4.3: Η δημιουργία της απαιτούμενης (για τη μετάδοση της κίνησης) τριβής μεταξύ του ιμάντα και των τροχαλιών δεν γίνεται με την πρόταση του ιμάντα αλλά με τη συμπίεση των πλαϊνών των μεταλλικών στοιχείων από τις παρειές της τροχαλίας

Πηγή: Βαμβαράτης, 2007

Ο χειρισμός του CVT είναι ανάλογος ενός συνηθισμένου αυτόματου κιβωτίου. Ο οδηγός επιλέγει την ταχύτητα που θέλει να κινηθεί χρησιμοποιώντας μόνο γκάζι και φρένο. Ο τρόπος που αλλάζουν οι ταχύτητες δίνει την εντύπωση οδήγησης ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Ο μοχλός διαθέτει τις συνήθειες (για τα αυτόματα κιβώτια) ενδείξεις P-R-N-D-L. Ο κινητήρας παίρνει μπρος μόνο στις θέσεις 'Park' και 'Neutral'. Όταν ο μοχλός τοποθετηθεί στη θέση 'Drive' ενεργοποιείται ο κατάλληλος υδραυλικός υγρός πολύδισκος συμπλέκτης ο οποίος μεταφέρει σταδιακά την κίνηση στους τροχούς. Όσο ο κινητήρας βρίσκεται στο ρελαντί, το αυτοκίνητο - εφόσον ο οδηγός δεν πατάει το φρένο – κυλά πολύ σιγά. Μόλις πατηθεί το πεντάλ του γκαζιού, αμέσως αρχίζει να μεταφέρεται η ισχύς του κινητήρα κατευθείαν στους τροχούς με τα επικυκλικά γρανάζια μπλοκαρισμένα ώστε να μην υπάρχουν απώλειες τριβής και φυσικά χωρίς τις γνωστές απώλειες ολίσθησης των μετατροπένων ροπής. Οι πληροφορίες για την ταχύτητα του οχήματος και θέσης του επιταχυντή μεταφέρονται στην υδραυλική μονάδα ελέγχου που είναι προγραμματισμένη να εκμεταλλεύεται στο μέγιστο τις δυνατότητες του κινητήρα.

4.1.1 Περισσότερες Λεπτομέρειες - Οι Σχέσεις Μέσα από Νέο Πρίσμα

Από τη στιγμή που το πρώτο κιβώτιο ταχυτήτων τοποθετήθηκε στο αυτοκίνητο, αναζητήθηκαν τρόποι ώστε ο οδηγός να απαλλαγεί από το δύσκολο και κουραστικό έργο της επιλογής των σχέσεων. Το CVT ίσως αποτελεί μια ενδιαφέρουσα λύση, αφού πέρα από την ευκολία που παρέχει στον οδηγό, ο τρόπος λειτουργίας του το καθιστά ιδανικό για την εκμετάλλευση της ισχύος ενός κινητήρα.



Εικόνα 4.4: Κιβώτιο συνεχώς μεταβαλλόμενης μετάδοσης

Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011

Τα πρώτα χειροκίνητα κιβώτια ταχυτήτων ήταν δύσκολα και σκληρά στη χρήση τους. Αν ο οδηγός δεν «ταίριαζε» απόλυτα την ταχύτητα του αυτοκινήτου με τις στροφές του κινητήρα κάθε αλλαγή συνοδευόταν από τους ανάλογους ήχους. Όταν ο Χένρι Φορντ σχεδίασε το περίφημο Μόντελ Τ ξεπέρασε το πρόβλημα χρησιμοποιώντας ένα εξαιρετικά απλό κιβώτιο ταχυτήτων που θα μπορούσε να θεωρηθεί σαν το πρώτο αυτόματο, αφού δεν είχε μοχλό επιλογής ούτε συμπλέκτη, τουλάχιστον στη μορφή που σήμερα γνωρίζουμε. Η πρώτη έμπαινε πιέζοντας το αριστερό πεντάλ, το οποίο φρενάριζε τα γρανάζια του πλανητικού κιβώτιου. Η τελική ταχύτητα (η... δευτέρα) έμπαινε αφήνοντας το πεντάλ, με αποτέλεσμα να περιστρέφεται όλο το σύστημα των γραναζιών μαζί. Στη μέση της διαδρομής του πεντάλ ήταν το νεκρό, ενώ η όπισθεν έμπαινε με το μεσαίο πεντάλ. Η διαδικασία ήταν τόσο απλή που πολλές πολιτείες των Η.Π.Α. έδιναν διαφορετικά διπλώματα για τους οδηγούς των Μόντελ Τ. Οι υπόλοιποι, το μόνο που μπορούσαν να κάνουν για ν' αποφύγουν τη φασαρία της αλλαγής των ταχυτήτων ήταν να προσλάβουν έναν έμπειρο οδηγό... Κατά καιρούς έγιναν κάποιες απόπειρες ώστε οι περίπλοκες ενέργειες της αλλαγής να γίνονται ηλεκτρικά, αλλά το πείραμα απέτυχε. Ένας λόγος που οι αλλαγές ταχυτήτων δυσκόλευαν τον οδηγό ήταν, ο σκληρός στη χρήση του, συμπλέκτης. Το πρόβλημα αυτό έγινε προσπάθεια ν' αντιμετωπιστεί με τη χρήση υποβοηθούμενων (υδραυλικά ή ηλεκτρικά) συμπλεκτών. Μια άλλη προσέγγιση σ' αυτό το θέμα ήταν ο φυγοκεντρικός συμπλέκτης (όπως του 2CV) που αποσυμπλέκει αυτόματα, όταν πέσουν οι στροφές.



Εικόνα 4.5: Το CVT έχει σχεδιαστεί για προσθιοκίνητα αυτοκίνητα με κινητήρες (κυβισμού μέχρι 1,600κ.εκ.) εγκάρσια τοποθετημένους.

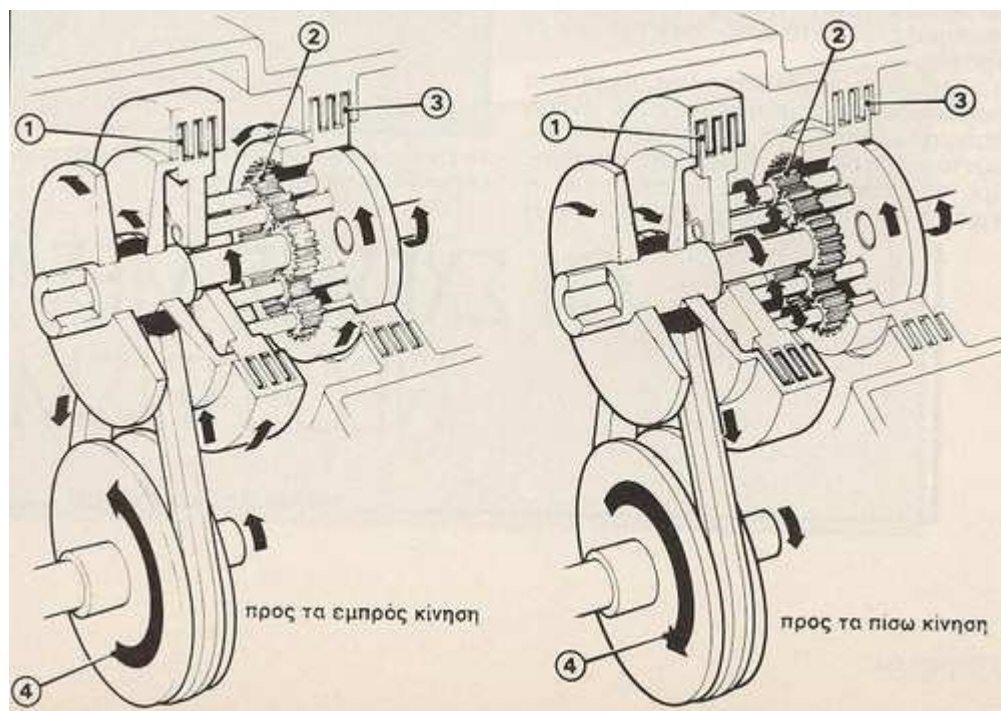
Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011

Οι υδραυλικοί συμπλέκτες (όχι υδραυλικά υποβοηθούμενοι) μεταφέρουν την κίνηση χρησιμοποιώντας δύο φτερωτές που κινούνται μέσα σε υγρό. Η φτερωτή του κινητήρα παρασύρει το υγρό, το οποίο με τη σειρά του κινεί τη φτερωτή του κιβώτιου. Η μετάδοση γίνεται πολύ ομαλά αλλά πάντα υπάρχουν απώλειες, κι έτσι οι συμπλέκτες αυτοί καθώς και τα αυτόματα κιβώτια που χρησιμοποιούν ένα ανάλογο σύστημα (το μετατροπέα ροπής) τοποθετούνται ως επί το πλείστον σε μεγάλα αυτοκίνητα (και κατ' εξοχήν στ' αμερικάνικα) όπου κάποια μικρή απώλεια ισχύος δεν είναι ιδιαίτερα αισθητή. Το 1967 η Φιάτ (fiat.com, 2011) έδειξε την πρόθεσή της να προσφέρει στον κάτοχο ενός μικρού αυτοκινήτου ευκολίες των αυτόματων κιβωτίων. Έτσι τοποθέτησε στο 850 το Idromatic, ένα ημιαυτόματο κιβώτιο βασισμένο σε σχέδια της Φερόντο. Ο οδηγός επέλεγε τη σχέση που επιθυμούσε αλλά δεν υπήρχε πεντάλ για το συμπλέκτη. Το πιο σημαντικό όμως βήμα για την ευρύτερη χρήση των αυτόματων κιβωτίων έγινε με την εφαρμογή των επικυκλικών γραναζιών (ή αλλιώς σύστημα ήλιου - πλανητών). Φρενάροντας διάφορα μέρη του συστήματος, η μετάδοση της κίνησης επιτυγχάνεται με διαφορετικά γρανάζια και άρα διαφορετικές σχέσεις. Το πρόβλημα που εμπόδιζε την παραπέρα διάδοση των αυτόματων κιβωτίων ήταν η αδυναμία ανάπτυξης ενός κατάλληλου συστήματος ελέγχου που να μπορεί να αντιλαμβάνεται πότε πρέπει να δίνει εντολή για την αλλαγή της ταχύτητας. Στο Μόντελ Τ το πρόβλημα αυτό λύθηκε με την παρέμβαση του οδηγού, ο οποίος άλλαζε ταχύτητες πιέζοντας τα κατάλληλα πεντάλ (όπως ήδη αναφέραμε). Το επόμενο επιτυχημένο ημιαυτόματο κιβώτιο παρουσιάστηκε στη δεκαετία του '30 και χρησιμοποιούσε υδραυλικό συμπλέκτη και επικυκλικά γρανάζια. Το όνομά του ήταν «προεπιλογέας Γουίλσον» και αυτό γιατί ο οδηγός θα έπρεπε να επιλέξει τη σωστή ταχύτητα, πιέζοντας ένα πεντάλ. Ένα ανάλογο σύστημα είχε παρουσιαστεί και στη Γαλλία, όπου η εμπλοκή των κατάλληλων γραναζιών γινόταν με τη βοήθεια ηλεκτρομαγνητικών συμπλεκτών. Το πρώτο ολοκληρωμένο αυτόματο κιβώτιο παρουσιάστηκε σε μια Όλντσμομπιλ του '39. Χρησιμοποιούσε υδραυλικά συστήματα για τον έλεγχο όλων των συστημάτων, γι' αυτό και ονομάστηκε Hydromatic. Το σύστημα αυτό έθεσε τις βάσεις για την παραπέρα εξάπλωση του αυτόματου κιβωτίου, σε σημείο που το 90% των αυτοκινήτων που πωλούνται στην Αμερική να είναι εφοδιασμένα με τέτοια κιβώτια. Σταδιακά ο υδραυλικός συμπλέκτης αντικαταστάθηκε απ' το

μετατροπέα ροπής, ο οποίος έχει το πλεονέκτημα, ότι στις χαμηλές στροφές μπορεί να μεταφέρει περισσότερη ροπή. Ο μετατροπέας ροπής όμως μειονεκτεί στις υψηλές ταχύτητες (μην ξεχνάμε ότι υπάρχει πάντα απώλεια ισχύος) κι έτσι πρόσφατα αναπτύχθηκαν διάφορα συστήματα παράκαμψής του (torque converter lock-up). Στην Ευρώπη όμως αυτή η απώλεια ισχύος σε συνδυασμό με τους μικρούς κινητήρες των αυτοκινήτων της γηραιάς ηπείρου (και τους ακόμα πιο ισχνούς των νότιων Βαλκανίων...) είχε σαν αποτέλεσμα την περιορισμένη χρήση των αυτόματων κιβωτίων. Εν τούτοις οι Ευρωπαίοι μηχανικοί ποτέ δεν σταμάτησαν να αναζητούν το ιδανικό αυτόματο κιβώτιο για μικρά αυτοκίνητα. Η λέξη ιδανικό είναι μια πολύ μεγάλη λέξη που προϋποθέτει, ότι το κιβώτιο αυτό θα έπρεπε να μην εμφανίζει το βασικό μειονέκτημα όλων των κιβωτίων, το γεγονός δηλαδή ότι διαθέτουν περιορισμένο αριθμό σχέσεων. Το ιδανικό κιβώτιο ταχυτήτων θα έπρεπε να διαθέτει έναν άπειρο αριθμό σχέσεων έτσι, ώστε ο κινητήρας να εργάζεται στο βέλτιστο σημείο λειτουργίας του. Το πρώτο αυτοκίνητο με CVT (Continuously variable transmission), δηλαδή συνεχώς μεταβαλλόμενη σχέση μετάδοσης, με χειροκίνητο όμως έλεγχο των τυμπάνων ήταν το Ελβετικό Βέμπερ. Η εταιρία (...πρώην υφαντουργική) με έδρα τη Ζυρίχη, κατασκεύαζε περίπου 60 αυτοκίνητα το χρόνο ανάμεσα στο 1900 και το 1906, οικονομικά όμως προβλήματα έβαλαν τέλος στην παραγωγή.

Το CVT ξεκίνησε από την ιδέα ότι η κίνηση θα μπορούσε να μεταφέρεται από έναν ιμάντα ο οποίος θα εφαρμόζει σε δύο μεταβλητής διαμέτρου τροχαλίες. Η σχέση μετάδοσης, που ισούται με το λόγο των δύο τροχαλιών, μπορεί να πάρει άπειρες τιμές ανάμεσα στη μέγιστη και την ελάχιστη. Ένα ανάλογο σύστημα κατασκευάστηκε το 1922 στην Αγγλία από τον Άμποτ που αντί για ιμάντα χρησιμοποιούσε αλυσίδα. Το 1955 οι αδελφοί Βαν Ντορν (όπως είναι η σωστή προφορά στα Ολλανδικά) κατασκεύασαν ένα σύστημα μετάδοσης, ανάλογο με του Βέμπερ, μόνο που η αλλαγή της σχέσης γινόταν αυτόματα. Αν και η ιδέα ήταν η ίδια το Βαριομάτικ των Βαν Ντορν που πρωτοτοποθετήθηκε στα Νταφ, προστατευόταν από μια τελείως διαφορετική πατέντα. Όταν το 1976 η Νταφ απορροφήθηκε από τη Βόλβο (Volvo.com, 2011), το Βαριομάτικ τοποθετήθηκε στη νέα σειρά 300 (Wikipedia, 2011¹³), αν και το '78 παρουσιάστηκε και μια έκδοση με συμβατικό κιβώτιο. Σήμερα το Βαριομάτικ εξακολουθεί να προσφέρεται στο Βόλβο 340 1.4. Στα μέσα της

δεκαετίας του '70 με τον Βαν Ντορν άρχισαν να συνεργάζονται η Φιάτ και η Φορντ για την παραπέρα εξέλιξη του Βαριομάτικ. Το 1977 τοποθετήθηκε το σύστημα του Ολλανδικού οίκου σε δύο Φιάτ 131. Αργότερα αναπτύχθηκε το πρώτο CVT (όπου ο συμβατικός ιμάντας αντικαταστάθηκε από μεταλλικό) ειδικά για προσθιοκίνητα αυτοκίνητα με εγκάρσια τοποθετημένο κινητήρα. Η κυκλοφορία του στο κέντρο της Ρώμης αποδείχθηκε το ιδανικότερο πεδίο δοκιμής ενός νέου κιβώτιου ταχυτήτων, κι έτσι σήμερα παρά τις κάποιες καθυστερήσεις, το CVT διατίθεται σε αυτοκίνητα παραγωγής, όπως είναι το Φιάτ Ούνο και το Φορντ Φιέστα. Ας δούμε τώρα πώς ακριβώς λειτουργεί το CVT (ή CTX όπως το αποκαλεί η Φορντ). Η επιλογή της σχέσης γίνεται με βάση ένα πρόγραμμα το οποίο εξετάζει την ταχύτητα του αυτοκινήτου, το φορτίο και τις απαιτήσεις του οδηγού. Η σχεδιάσή του έχει γίνει ειδικά για μικρά προσθιοκίνητα αυτοκίνητα με κινητήρες μέχρι 1,6 λίτρα. Το εύρος των σχέσεων που μπορεί να προσφέρει το CVT είναι μεγαλύτερο ακόμα κι από ενός πεντατάχτου κιβώτιου. Η «πρώτη» ή καλύτερα η σχέση εκκίνησης είναι πιο κοντή απ' ότι συνήθως, ενώ η τελική πιο μακριά από οβερντράιβ.



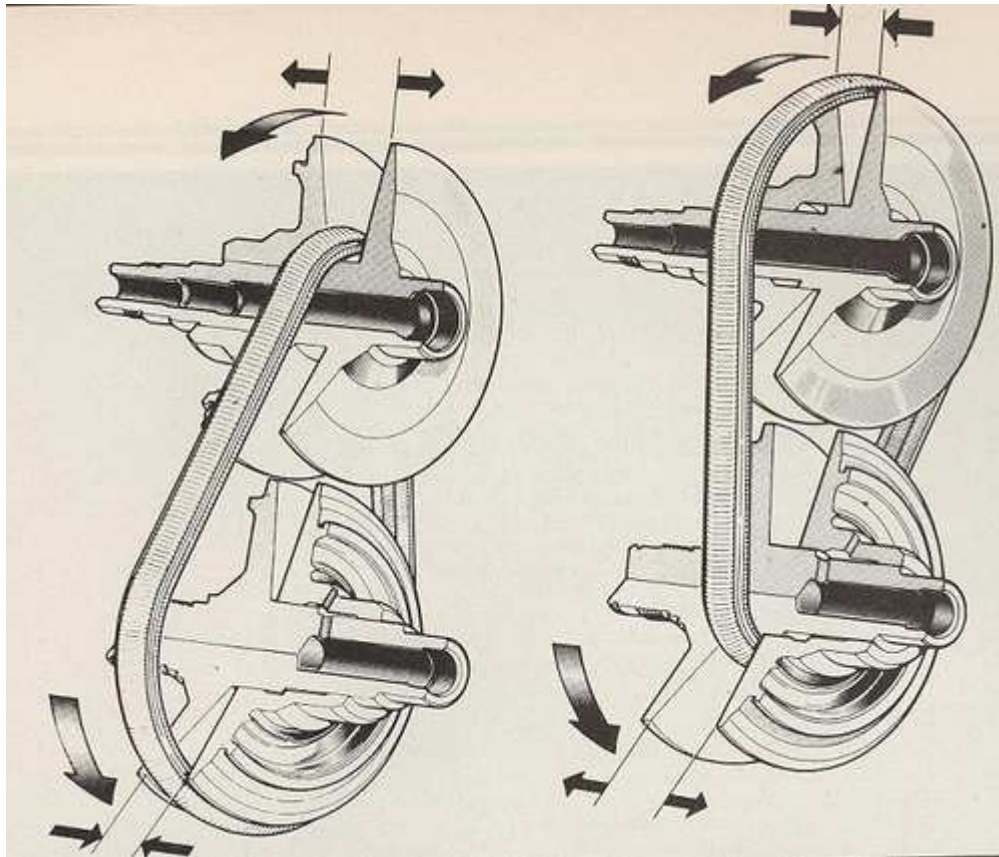
Εικόνα 4.6

Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011

Το CVT, που περικλείεται από ένα χυτό αλουμινένιο κάλυμμα, περιλαμβάνει ένα πλανητικό σύστημα γραναζιών με δύο υγρούς πολύδισκους συμπλέκτες καθώς και το σύστημα ιμάντων - τροχαλιών. Το τελευταίο τμήμα αποτελεί και την καρδιά του κιβώτιου παρέχοντας ομαλή και σταδιακή μεταβολή της σχέσης μετάδοσης. Όταν η τροχαλία η συνδεδεμένη με τον κινητήρα βρίσκεται στην ελάχιστη της διάμετρο και η άλλη στη μέγιστη, τότε επιτυγχάνεται η πιο «κοντή» σχέση. Σταδιακά μεγαλώνει η διάμετρος της τροχαλίας του κινητήρα και μειώνεται η διάμετρος της άλλης, αλλάζοντας τη σχέση μετάδοσης. Η μεταβολή της διαμέτρου των δύο τροχαλιών γίνεται ταυτόχρονα έτσι που να διατηρείται σταθερό το μήκος του ιμάντα. Στην πραγματικότητα δεν είναι ακριβώς η διάμετρος της τροχαλίας που μεταβάλλεται, αλλά τα δύο κωνικού σχήματος πλαϊνά τμήματα που μπορούν να απομακρύνονται και να πλησιάζουν, έτσι ώστε το αυλάκι σχήματος V που ορίζουν να μετατοπίζεται προς το κέντρο ή προς την περιφέρεια της τροχαλίας. Ανάμεσα στο βολάν του κινητήρα και το σύστημα ιμάντα / τροχαλίας παρεμβάλλεται ένα σύστημα επικυκλικών γραναζιών που λειτουργεί με δύο τρόπους. Για την προς την εμπρός κίνηση συμπλέκεται ο συμπλέκτης (1) με αποτέλεσμα να παρασύρεται όλο το πλανητικό σύστημα στη διεύθυνση περιστροφής του άξονα του κινητήρα. Όταν επιλεγεί η όπισθεν συμπλέκεται ο συμπλέκτης (3) σταθεροποιώντας το περιφερειακό γρανάτζι, οπότε οι πλανήτες αναγκάζουν τον ήλιο να περιστραφεί στην αντίθετη κατεύθυνση από αυτήν του κινητήρα.

Και οι δύο συμπλέκτες βρίσκονται μέσα σε λάδι ώστε να αποφεύγεται η φθορά και η υπερθέρμανσή τους, ταυτόχρονα δίνοντας τη δυνατότητα στο αυτοκίνητο να κυλά πολύ αργά όταν ο κινητήρας εργάζεται στο «ρελαντί», κάτι που προσφέρουν όλα τα αυτοκίνητα με αυτόματο κιβώτιο και βοηθάει πολύ στους τοπικούς ελιγμούς. Ο έλεγχος της σχέσης μετάδοσης γίνεται, όπως είπαμε, με την μετακίνηση των πλαϊνών μερών των τροχαλιών. Αυτό επιτυγχάνεται με υδραυλική πίεση από μια αντλία που περιστρέφεται από τον κινητήρα. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται η σύμπλεξη των δύο πολύδισκων συμπλεκτών. Η μετάδοση της κίνησης στο CVT δεν επιτυγχάνεται με έκταση αλλά με συμπίεση του ιμάντα. Ένας συμβατικός ιμάντας μόλις πιεστεί λυγίζει, όμως στην περίπτωση μας τα 320 μεταλλικά του στοιχεία σχήματος V (που ενώνονται με δύο ομάδες από πολύ λεπτούς μεταλλικούς «ιμάντες»,

εξασφαλίζοντας την απαραίτητη ευκαμψία) μπορούν να μεταφέρουν μια δύναμη πιέζοντας το ένα τ' άλλο. Το κάθε μεταλλικό στοιχείο είναι κατασκευασμένο με μεγάλη ακρίβεια και από μέταλλο μεγάλης τραχύτητας.



Εικόνα 4.7

Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011



Εικόνα 4.8: Ο μοχλός του CVT έχει τις κλασικές θέσεις των αυτόματων κιβώτιων: P (parking), R (rear), N (neutral), D (drive) και L (low). Στο βάθος διακρίνονται τα δύο μοναδικά πεντάλ, του γκαζιού και το τεράστιο του φρένου. Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011

Ο χειρισμός του CVT είναι ανάλογος ενός συνηθισμένου αυτόματου κιβώτιου. Ο οδηγός επιλέγει την ταχύτητα που θέλει να κινηθεί χρησιμοποιώντας μόνο γκάζι και φρένο. Ο τρόπος που αλλάζουν οι ταχύτητες σου δίνουν την εντύπωση ότι οδηγείς ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Ο μοχλός διαθέτει τις συνήθεις (για τ' αυτόματα κιβώτια) ενδείξεις P-R-N-D-L. Ο κινητήρας παίρνει μπρος μόνο στις θέσεις "Park" και "Neutral". Όταν ο μοχλός τοποθετηθεί στη θέση "Drive", όπως ήδη είπαμε ενεργοποιείται ο κατάλληλος υδραυλικός υγρός πολύδισκος συμπλέκτης ο οποίος μεταφέρει σταδιακά την κίνηση στους τροχούς. Όσο ο κινητήρας βρίσκεται στο ρελαντί το αυτοκίνητο —εφόσον ο οδηγός δεν πατάει το φρένο— κυλά πολύ σιγά. Μόλις πατηθεί το πεντάλ του γκαζιού, αμέσως αρχίζει να μεταφέρεται η ισχύς του κινητήρα κατευθείαν στους τροχούς, με τα επικυκλικά γρανάζια μπλοκαρισμένα ώστε να μην υπάρχουν απώλειες τριβής και φυσικά χωρίς τις γνωστές απώλειες ολίσθησης των μετατροπών ροπής.

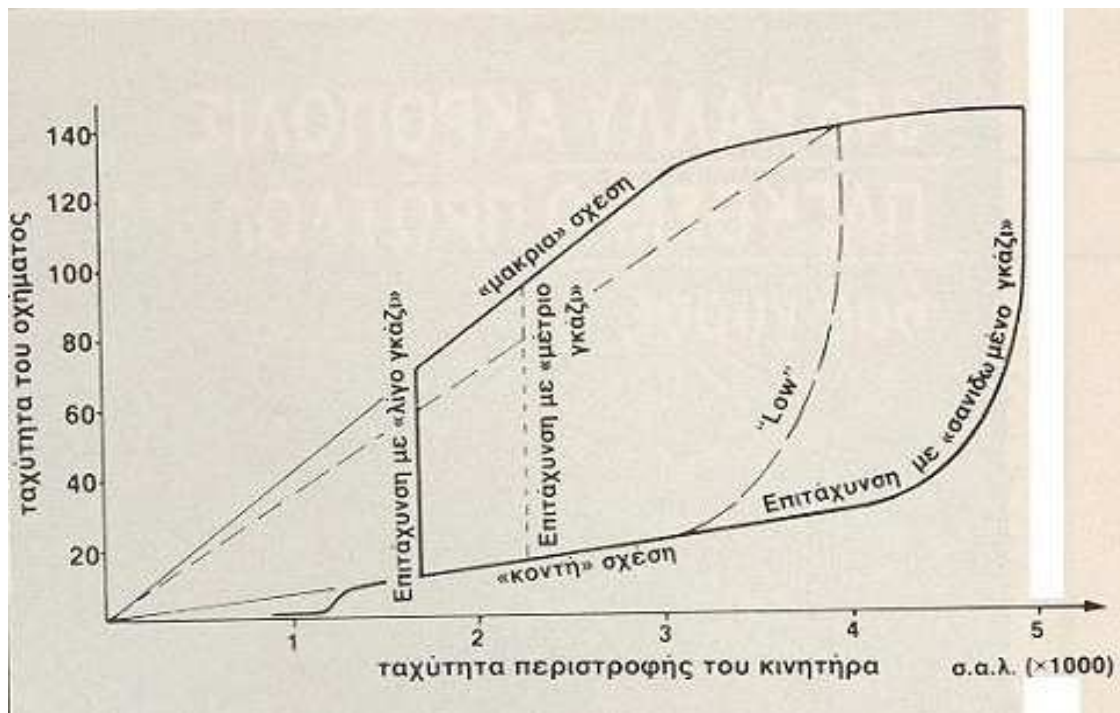
Οι πληροφορίες για την ταχύτητα του οχήματος και θέσης του γκαζιού μεταφέρονται στην υδραυλική μονάδα ελέγχου που είναι προγραμματισμένη να εκμεταλλεύεται στο μέγιστο τις δυνατότητες του κινητήρα. Για τη μέτρηση των πιο πάνω στοιχείων το CVT χρησιμοποιεί δύο pitot (πιτό). Το πιτό δεν είναι τίποτα άλλο από έναν μικροσκοπικό σωλήνα που «κοιτάει» στη

διεύθυνση της ροής του ρευστού και δίνει τη διαφορά συνολικής και στατικής πίεσης, ουσιαστικά δηλαδή την ταχύτητα κίνησης του ρευστού. Ακόμα η μονάδα υπολογίζει τη βέλτιστη σχέση μετάδοσης για τις δεδομένες οδηγικές συνθήκες και ανάλογα μεταβάλλει τη σχέση μετάδοσης. Είχαμε πει ότι η κίνηση μεταφέρεται με συμπίεση του ιμάντα και όχι με έκταση όπως είναι το συνηθισμένο. Ας το εξηγήσουμε αυτό κάπως καλύτερα. Για να μεταφέρει τη ροπή ενός κινητήρα η τροχαλία (με τριβή βέβαια) στον ιμάντα, πρέπει αυτός να συμπιεστεί πάνω στην τροχαλία με μια συγκεκριμένη πίεση, αλλιώς η τροχαλία θα περιστρέφεται ελεύθερα. Αυτό κανονικά επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μικρότερο μήκος ιμάντα απ' ότι χρειάζεται. Οι δυνάμεις ελαστικότητας (το «τσίτωμα» αν θέλετε του ιμάντα) δημιουργούν τις απαραίτητες δυνάμεις τριβής μεταξύ τροχαλίας και ιμάντα για να μεταφερθεί η ροπή του κινητήρα. Στην περίπτωση μας για να ελαττωθούν οι απώλειες τριβής δεν υπάρχει πρόταση του ιμάντα, αλλά η απαραίτητη τριβή δημιουργείται από τα πλαϊνά μέρη της τροχαλίας που πιέζουν (κατά τη φορά του άξονα περιστροφής της) τα μεταλλικά στοιχεία του ιμάντα. Αυτά τώρα μεταφέρουν τη δύναμη που παρέλαβαν από την τροχαλία, κατά μήκος του ιμάντα πιέζοντας το ένα στοιχείο με το άλλο, κάτι αδιανόητο βέβαια με έναν κοινό ελαστικό ιμάντα. Η πίεση όμως που ασκούν οι παρειές της τροχαλίας στα μεταλλικά στοιχεία του ιμάντα πρέπει να είναι συγκεκριμένη γιατί παραπάνω πίεση θα είχε σαν αποτέλεσμα τη μετατόπισή τους προς τα πάνω (ουσιαστικά αύξηση της διαμέτρου) και αντιστρόφως.

Όταν δίνεται εντολή να αλλάξει η σχέση μετάδοσης, αυτόματα μεταβάλλεται η τροχαλία που είναι συνδεδεμένη με τον κινητήρα, ενώ η άλλη... συμμορφώνεται έτσι, ώστε ο ιμάντας που την περιβάλλει να μην χαλαρώσει ούτε να πιεστεί υπερβολικά. Βλέπετε το σύστημα παρ' ότι απλό σαν σύλληψη, εκτελεί πολύπλοκες εντολές και δεν είναι περίεργο που χρειάστηκε τόσος χρόνος για να τελειοποιηθεί.

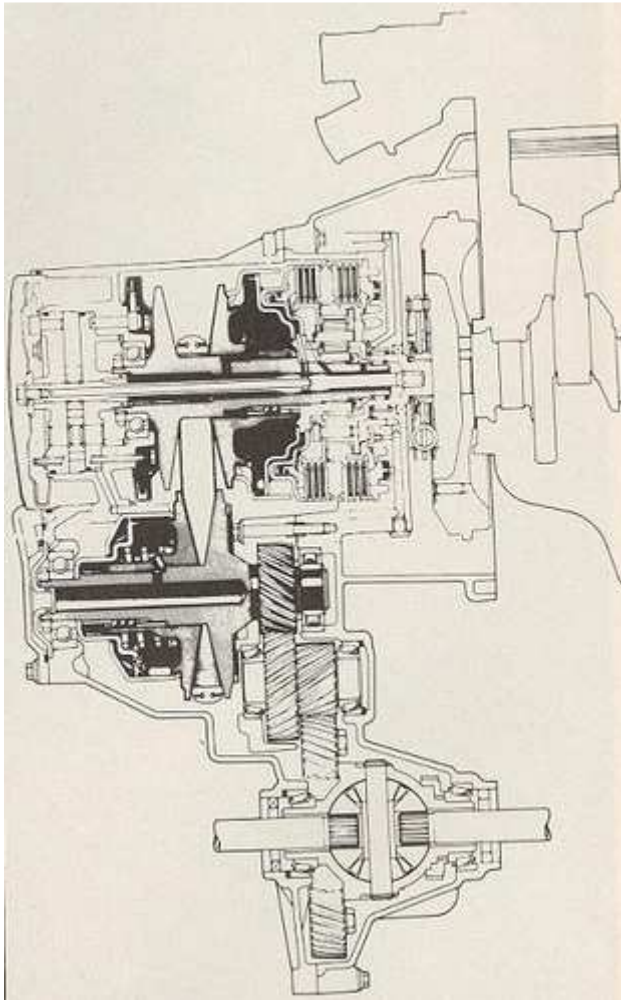
Όταν το αυτοκίνητο ξεκινά με το γκάζι πατημένο τέρμα (όπου η ταχύτητα είναι μικρή και το φορτίο του κινητήρα μεγάλο), το κιβώτιο επιλέγει την πιο κοντή σχέση. Με το που μπλοκάρει ο συμπλέκτης για την προς τα εμπρός κίνηση, οι στροφές του κινητήρα ανεβαίνουν με το CVT να παραμένει στην κοντύτερη σχέση. Αυτό συμβαίνει μέχρι ο κινητήρας να φτάσει τις 3.900 σ.α.λ., από εκεί και πέρα το CVT αρχίζει να αλλάζει σχέσεις, διατηρώντας τον κινητήρα στις

στροφές βέλτιστης λειτουργίας. Η μέγιστη ταχύτητα επιτυγχάνεται με μια σχέση ανάλογη με την τέταρτη ενός συμβατικού κιβώτιου. Όταν το αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα, το CVT επιλέγει τη μεγαλύτερη δυνατή σχέση, έτσι που ο κινητήρας να λειτουργεί στις στροφές μέγιστης απόδοσης. Αν συναντήσει και αντίθετο άνεμο ή ανηφορικό δρόμο, το επιπλέον φορτίο (που γίνεται αντιληπτό από τη θέση του γκαζιού και την ταχύτητα του οχήματος) αντιμετωπίζεται από το κιβώτιο κατεβάζοντας αυτόματα τη σχέση μετάδοσης. Αν, ξεκινώντας, πατηθεί το γκάζι πολύ λίγο, το κιβώτιο αρχίζει να αλλάζει σχέσεις μόλις ο κινητήρας φτάσει τις 1.700 σ.α.λ. (τις οποίες διατηρεί σταθερές, μέχρι το CVT να φτάσει στη μεγαλύτερη σχέση). Σε περίπτωση που πατηθεί (στην εκκίνηση πάντα) περισσότερο το πεντάλ του γκαζιού, το κιβώτιο θα αρχίσει να αλλάζει τις σχέσεις κρατώντας και πάλι τις στροφές του κινητήρα σταθερές, αλλά αυτήν τη φορά με περισσότερες σ.α.λ.



Εικόνα 4.9

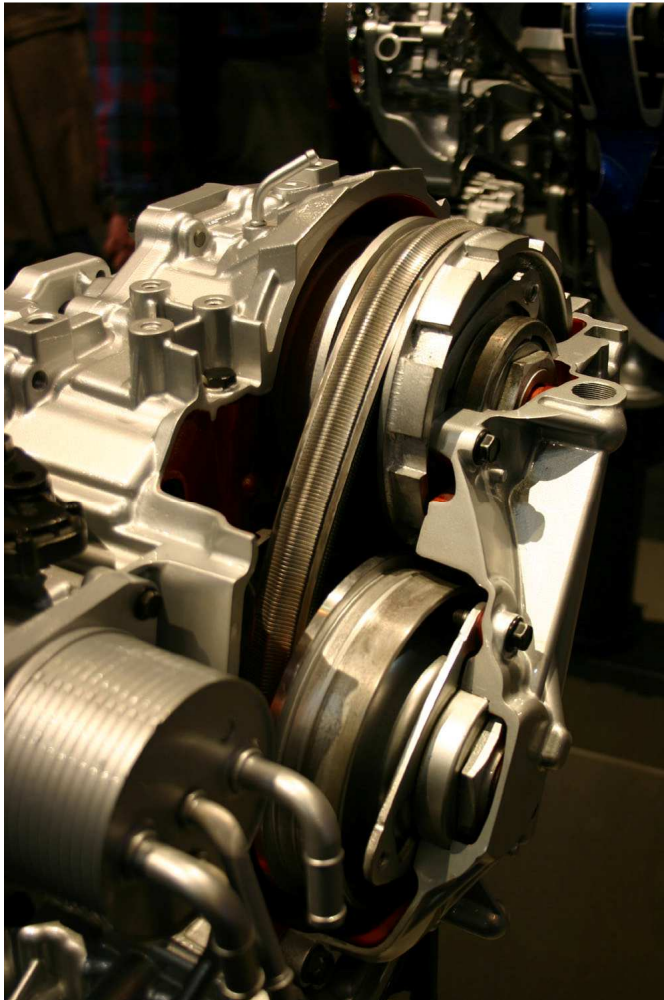
Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011



Εικόνα 4.10: Λεπτομερειακή τομή του CVT που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, αφού περιλαμβάνει μέχρι την τελευταία βίδα, μόνο που χρειάζονται κάποιες μικρές γνώσεις μηχανολογικού σχεδίου για να γίνει 100% κατανοητή.

Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011

Η θέση "L" (Low) του κιβώτιου χρησιμεύει στις μεγάλες κλίσεις και σε ολισθηρά οδοστρώματα, όπου η λειτουργία του συστήματος αλλάζει, επιλέγοντας όχι πλέον τη μακρύτερη δυνατή σχέση. Η εντύπωση που έχει ο οδηγός από την κίνησή του με ένα αυτοκίνητο που διαθέτει CVT δεν απέχει πολύ από ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Η συνεχής κλιμάκωση των σχέσεων κάνει τις αλλαγές εντελώς απαρατήρητες, την οδήγηση ξεκούραστη και όλα αυτά επιτυγχάνονται με πολύ μικρή μόνο αύξηση στην κατανάλωση, εξαιτίας της λειτουργίας της υδραυλικής αντλίας. Από την άλλη πλευρά ο υψηλός βαθμός απόδοσης του νέου ιμάντα και η οικονομικότερη λειτουργία του κινητήρα αντισταθμίζουν τη μικρή αυτή κατανάλωση ενέργειας. Εκείνο που μας προβληματίζει είναι κατά πόσο έχει ξεπεραστεί το πρόβλημα της ολίσθησης του ιμάντα, φαινόμενο που θίξαμε στη γνωριμία του Φιάτ Ούνο Σελέκτα. Τις φοβίες μας ήρθε να επιβεβαιώσει ένα συγκριτικό τεστ ανάμεσα στο Φιάτ Ούνο Σελέκτα, Φορντ Φιέστα CTX και δύο Όστιν Μέτρο (το ένα με χειροκίνητο κιβώτιο και το άλλο με κλασικό αυτόματο κιβώτιο) που πραγματοποίησαν οι συνεργάτες της εκπομπής αυτοκινήτου Top Gear του δορυφορικού καναλιού Super Channel, η οποία μεταδόθηκε στις 2.6.87. Τα αυτοκίνητα της δοκιμής τοποθετήθηκαν σε έναν επαρχιακό δρόμο με μεγάλη κλίση και μοναδικό επιβάτη τον οδηγό. Βάζοντας όπισθεν, τα δύο Μέτρο ξεκίνησαν χωρίς κανένα πρόβλημα, τα άλλα δύο όμως αυτοκίνητα που διέθεταν CVT... αρνήθηκαν να μετακινηθούν έστω και ένα εκατοστό. Το πρόβλημα αυτό (που παρακολουθήσαμε από το δορυφορικό σύστημα των Τεχνικών Εκδόσεων) ελπίζουμε να λυθεί σύντομα.



Εικόνα 4.11: Όταν η διάμετρος της τροχαλίας του κινητήρα έχει τη μικρότερη διάμετρο (και η δεύτερη τη μεγαλύτερη), τότε το CVT διαθέτει την κοντύτερη σχέση μετάδοσης. Στην ακριβώς αντίθετη περίπτωση το CVT λειτουργεί με τη μακρύτερη δυνατή σχέση.

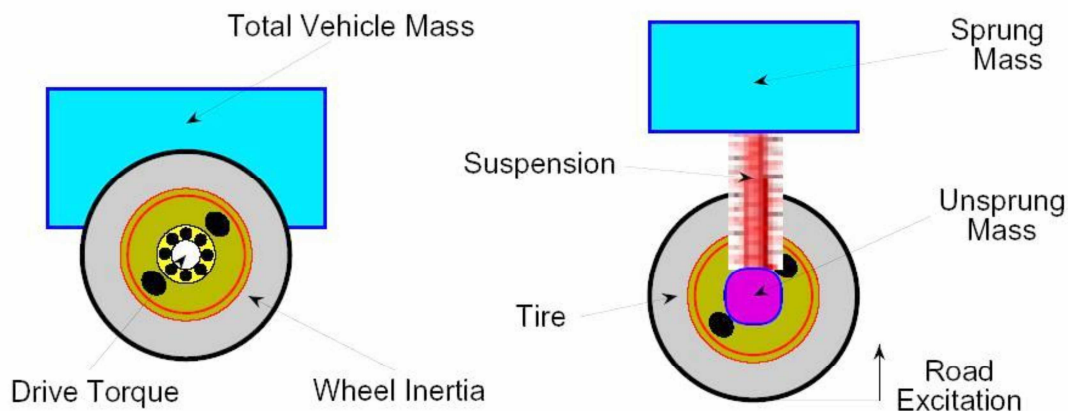
Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011

Περισσότερα όμως όταν πάρουμε κάποιο αυτοκίνητο με CVT για τεστ. Περαιτέρω εξέλιξη στο CVT μπορεί να γίνει με την αντικατάσταση των υδραυλικών ελέγχων με ηλεκτρονικά συστήματα, ενώ με την προσθήκη μιας ακόμα σειράς επικυκλικών γραναζιών είναι δυνατό να διευρυνθεί περισσότερο η κλίμακα των σχέσεων του κιβώτιου, βελτιώνοντας έτσι την κατανάλωση. Η εξάπλωση των συστημάτων αυτών θα πραγματοποιηθεί μόνο όταν ο κόσμος

βεβαιωθεί για την αξιοπιστία τους. Αν όντως καταφέρουν να ξεφύγουν από το μελανό παρελθόν τους, δεν αποκλείεται σε λίγα χρόνια, ακόμα και στην Ελλάδα, τα περισσότερα νέα (και μικρά) αυτοκίνητα να διαθέτουν CVT, κάνοντας τη ζωή του οδηγού πιο εύκολη αλλά ίσως και πιο μονότονη...

4.2 Δυναμική του Οχήματος

Η δυναμική συμπεριφορά των ελαστικών και μη ελαστικών στοιχείων του οχήματος διαμορφώνεται μέσω της αλληλεπίδρασης δρόμου/ελαστικού. Το δεδομένο εισόδου στο σύστημα μελέτης είναι το προφίλ του δρόμου. Η ροπή του συστήματος μετάδοσης ισχύος μπορεί να θεωρηθεί ότι εφαρμόζεται στο κέντρο του τροχού και η ολίσθηση του τροχού επιδρά πάνω στη διαθέσιμη δύναμη έλξης που επιταχύνει το όχημα. Η δύναμη έλξης αυξάνεται γραμμικά με την ολίσθηση του τροχού και σταθεροποιείται όταν προσεγγίσει την τιμή που είναι ίση με το βάρος του τροχού πολλαπλασιασμένο με τον συντελεστή τριβής δρόμου/ελαστικού μ .

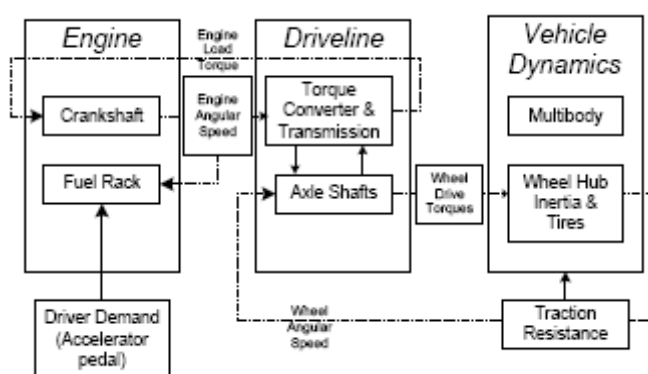


Εικόνα 4.5: Δυναμική οχήματος σε διαμήκεις (αριστερά) και καθ' ύψος (δεξιά) κατευθύνσεις

Πηγή: Βαμβαράπης, 2007

4.3 Μεθοδολογία Ολοκλήρωσης

Στο επόμενη εικόνα 4.5 απεικονίζεται η μεθοδολογία ολοκλήρωσης σε σύστημα μετάδοσης ισχύος της λεπτομερούς ανάλυσης της δυναμικής του οχήματος με έμφαση στις παραμέτρους κλειδιά του κάθε μοντέλου. Μια από τις κύριες δυσκολίες που αντιμετωπίζονται σε τέτοιου είδους μελέτες είναι ο κατάλληλος σύνδεσμος μεταξύ του μοντέλου προσομοίωσης του κινητήρα και του αντίστοιχου μοντέλου της δυναμικής του οχήματος. Η δυσκολία μεγαλώνει εξαιτίας των διαφορετικών χρονικών βημάτων που απαιτούνται για την επίλυση των διαφορικών εξισώσεων σε κάθε μοντέλο. Το μοντέλο του κινητήρα απαιτεί ένα χρονικό βήμα της τάξης της μιας μίρας γωνίας στροφάλου, το οποίο είναι πολύ μικρό για τη δυναμική του οχήματος.



Εικόνα 4.6 Μεθοδολογία ολοκλήρωσης σε σύστημα μετάδοσης ισχύος

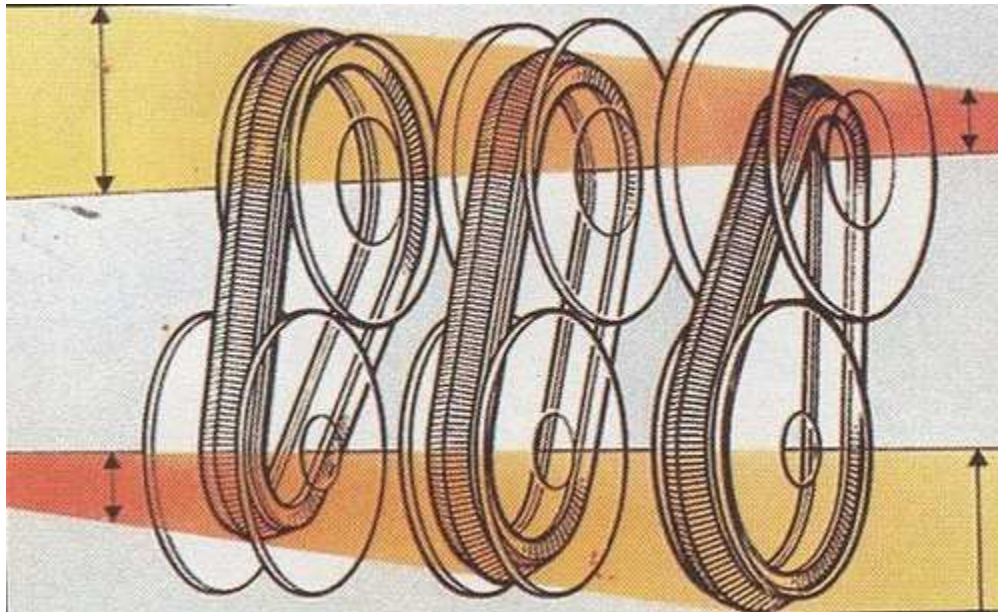
Πηγή: Βαμβαράτης, 2007

Σκοπός της διαδικασίας βελτιστοποίησης είναι να βρεθεί ο καλύτερος λειτουργικός τρόπος για όλο το σύστημα μετάδοσης ισχύος και όχι μόνο για το κάθε τμήμα χωριστά. Αυτό ισχύει για οποιοδήποτε συνδυασμό κινητήρα και κιβωτίου, ωστόσο τα CVTs είναι ιδιαίτερος κατάλληλα για ελαστικό, συνδυασμένο έλεγχο. Τα χειροκίνητα κιβώτια και οι συμπλέκτες είναι μηχανικά πιο αποδοτικά, ωστόσο ο αυτοματισμός απαιτείται για να ελαττώσει την επίδραση εκείνου του στοιχείου που μειώνει περισσότερο την

αποτελεσματικότητα τους, όπως π.χ. ο οδηγός. Μέγιστη διευκόλυνση στην μεθοδολογία ολοκλήρωσης σε σύστημα μετάδοσης ισχύος αποτέλεσε η εισαγωγή της τεχνολογίας διόδου CAN (Controller Area Network) ή παρόμοιων ψηφιακών συνδέσμων επικοινωνίας που τώρα πλέον σχεδόν σε παγκόσμια κλίμακα χρησιμοποιούνται στις μονάδες ηλεκτρονικού ελέγχου (ECU).

4.4 CVT: Ένα κιβώτιο με άπειρες σχέσεις (Auto Express 275, 6/1990)

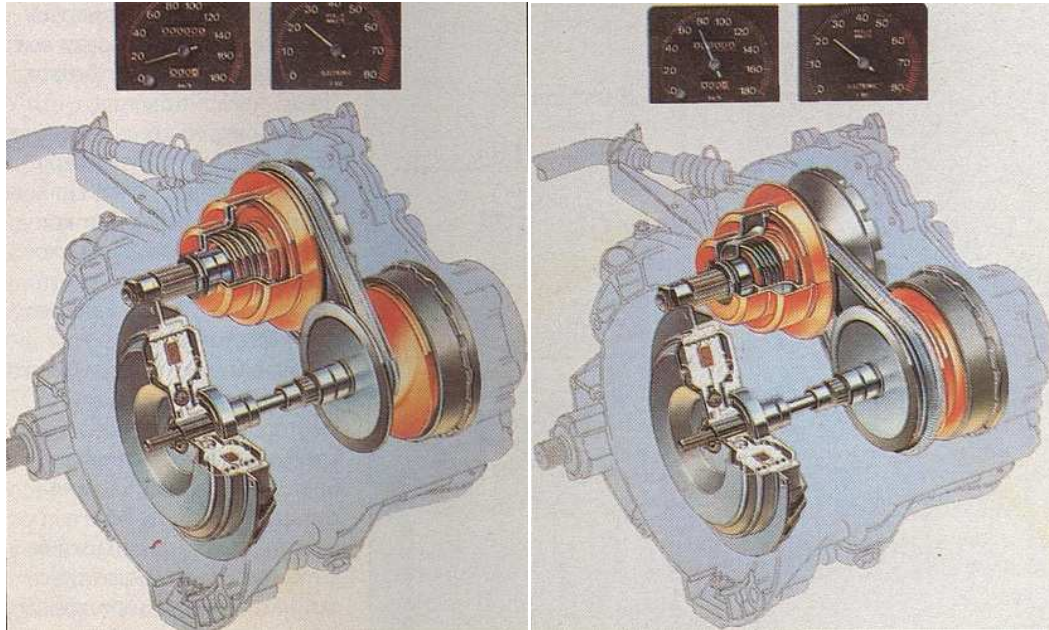
Κάθε μέρα που περνάει, οι κυκλοφοριακές συνθήκες χειροτερεύουν. Αυτό είναι τόσο σίγουρο, όσο και ο... πληθωρισμός. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των κυκλοφορούντων οχημάτων, τόσο μειώνεται και ο διαθέσιμος για κάθε όχημα χώρος, διότι, δυστυχώς, ο χώρος είναι μέγεθος πεπερασμένο. Αναπόφευκτα, έρχεται και το μπουτιλιάρισμα των «ωρών αιχμής» για να κάνει το οδήγημα μια απαίσια εμπειρία. Επειδή, λοιπόν, έχει αναγνωριστεί η ανάγκη της όσο το δυνατόν ξεκούραστης οδήγησης μέσα στην πόλη, ξανάρχονται στο φως συστήματα που απαλλάσσουν τον οδηγό από την έγνοια της αλλαγής ταχυτήτων. Το αυτόματο κιβώτιο βρίσκεται και πάλι μπροστά μας, βασισμένο, αυτή τη φορά, σε κάτι παλιό αλλά και σε κάτι καινούριο. Θα πείτε, τόσο καιρό που τα κιβώτια αυτά ήταν γνωστά, γιατί δε διαδόθηκαν παντού; Η απάντηση είναι σύνθετη και έχει να κάνει ακόμα και με την... ψυχολογία του οδηγού. Πρόκειται (κατά τους ειδικούς) για μια προσπάθεια να αντισταθεί ο οδηγός στην εποχή των ρομπότ και των μικροσίπς εξουσιάζοντας ο ίδιος το αυτοκίνητο του (πολλά ζητάει στο κάτω - κάτω της γραφής ο άνθρωπος;).



Εικόνα 4.7: Στο σχήμα φαίνεται καθαρά η μεταβολή των λειτουργικών διαμέτρων των τροχαλιών, αρχή πάνω στην οποία χτίσθηκε η όλη φιλοσοφία του Selectronic.

Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011

Νιώθεις ότι κάτι λείπει από την οδήγηση. Ακόμα και στην Β. Αμερική, η νεολαία που έτσι κι αλλιώς μεγάλωσε και μεγαλώνει με τα «αυτόματα», θεωρεί τα «manual shift» σαν κάτι ανώτερο και πιο ανθρώπινο. Τουλάχιστον οι νέοι, λοιπόν, σαφώς προτιμούν τα χειροκίνητα κιβώτια, γιατί σίγουρα αυτά προσφέρουν κάτι στη спор οδήγηση. Είναι, όμως, πολλά τα εκατομμύρια των μποτιλιαρισμένων οδηγών που θα ήθελαν «κάτι άλλο». Η ιδέα του Βαριομάτικ (Wikipedia, 2011¹⁰) της DAF έχει εξελιχθεί μετά από τόσο καιρό και χρησιμοποιείται τώρα στο Y10 (Wikipedia, 2011¹¹) Selectronic του Γκρούπο Φιάτ. Πιστεύεται ότι θα έχει απήχηση στο αγοραστικό κοινό, αυτή η ιδέα που έχει ήδη πουλήσει 20.000 αυτοκίνητα και συνεχίζει να έχει ζήτηση. Θα τοποθετηθεί, μάλιστα, το κιβώτιο αυτό στα Τίρο και Tempra για να διευρυνθεί το φάσμα της επιλογής των αγοραστών.

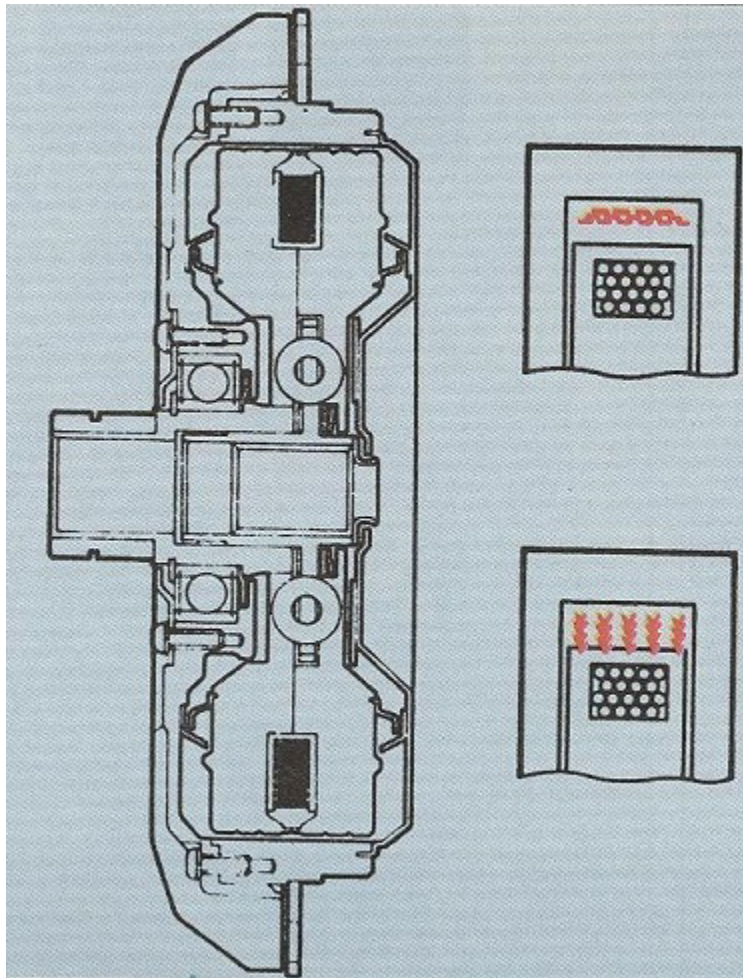


Εικόνα 4.8: Κάτι που ίσως ξενίσει πολλούς: Διατηρώντας τις 2.200 στροφές/λεπτό στον κινητήρα, είναι δυνατό να πάμε από τα 15 στα 80 χιλιόμετρα/ώρα, χάρη βέβαια στις μεταβλητές σχέσεις που δημιουργούνται με τη συνεχή εναλλαγή θέσης των τροχαλιών. Η μετατόπιση των επιφανειών της κάθε τροχαλίας, γίνεται με υδραυλική πίεση (20-30 bar) από αντλία υψηλής πίεσης. Η δε πίεση, που ασκούν αυτά τα μάγουλα στην αλυσίδα, είναι μεταξύ 800 και 2.800 κιλών για να μηδενίζεται και η πιθανότητα ολίσθησης (της αλυσίδας). Ο συμπλέκτης, που φαίνεται σε μερική τομή στο σχέδιο, απενεργοποιείται όταν η ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι κάτω των 10 χλμ./ώρα και το πεντάλ του γκαζιού δεν πιέζεται.

Πηγή: Χατζηγιαννάκης, 2011

Ας δούμε στον τεχνικό τομέα τι έχει να παρουσιάσει το «νέο» αυτό κιβώτιο: Η όλη του αξία είναι στη συνεχώς μεταβαλλόμενη σχέση, που επιτυγχάνεται με ένα μοναδικό σύστημα με ρυθμιζόμενες τροχαλίες. Όπως βλέπετε στο σχήμα, οι τροχαλίες επικοινωνούν με έναν ιμάντα, ο οποίος είναι -χωρίς να του φαίνεται- ένα σοβαρότατο και πολύπλοκο, κατασκευαστικά, κομμάτι. Αποτελείται από 300 ατσάλινους κρίκους τραπεζοειδούς διατομής και πάχους 2 χιλιοστών ο καθένας. Οι κρίκοι αυτοί συγκρατούνται στη σειρά από 20 «τσέρκια» ατσάλινα, πάχους 0,18 του χιλιοστού το καθένα, που περνούν μέσα από τους κρίκους σε δύο συστάδες των 10. Η «αλυσίδα» αυτή με την πρωτότυπη κατασκευή, λειτουργεί κατά τρόπο τελείως ανορθόδοξο απ' ό,τι

θα περίμενε κανείς. Η κινητήρια τροχαλία δεν τραβάει τη δεύτερη τροχαλία με την αλυσίδα, αλλά τη σπρώχνει, διότι έτσι έχει παρατηρηθεί μεγαλύτερη αξιοπιστία. Για να φέρουμε ένα πολύ κοντινό παράδειγμα, η δράση του συστήματος μοιάζει με μια στήλη από νομίσματα σε τέλεια ευθεία, που φυσικά, συμπεριφέρεται αξονικά σαν συμπανής μάζα! Η όλη λειτουργία του συστήματος κίνησης, γίνεται μέσα σε ειδικό λάδι που παίζει και το δικό του ρόλο στην απορρόφηση του θορύβου πέρα από τη λιπαντική ικανότητα που έχει, ενώ τα συνηθισμένα αυτόματα σαζμάν έχουν μόνο 3, 4 ή και 5 ταχύτητες το CVT έχει... άπειρες (CVT σημαίνει Continuously Variable Transmission (Wikipedia, 2011¹²) ή συνεχώς μεταβαλλόμενη μετάδοση). Η λειτουργία του είναι απαλή από τη στιγμή που ξεκινά το αυτοκίνητο μέχρι τη μέγιστη ταχύτητα. Ο λόγος, φυσικά, είναι η μεταβολή της λειτουργικής διαμέτρου των τροχαλιών που είναι συνεχής, και έτσι δεν υπάρχει διακοπή στη μετάδοση της ροπής. Η συμπεριφορά, μάλιστα, του αυτοκινήτου σε ολισθηρό οδόστρωμα, είναι πολύ καλύτερη από ένα (συμβατικό) αυτοκίνητο με χειροκίνητο κιβώτιο, διότι μόλις οι τροχοί «σπινάρουν» αμέσως μεταβάλλεται η σχέση με μακρύτερη, περιορίζοντας το φαινόμενο.



Εικόνα 4.9: Τομή του ηλεκτρομαγνητικού συμπλέκτη του Selectronic, και οι δύο φάσεις της μαγνητικής σκόνης: Ελεύθερη χωρίς πεδίο και ευθυγραμμισμένη κάτω από την επίδραση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

Αξιοπρόσεκτο σημείο του κιβωτίου του Lancia Y10 Selectronic είναι και ο συμπλέκτης, ο οποίος εδώ είναι ηλεκτρομαγνητικός. Στα κλασικά αυτόματα κιβώτια η μετάδοση της κίνησης γίνεται με τον «υδραυλικό μετατροπέα ροπής»; όπου σαν μέσο μεταφοράς της κίνησης χρησιμοποιείται ένα λεπτό λάδι. Στο Selectronic, συνδετικός κρίκος δεν είναι το λάδι, αλλά 56 γραμμάρια μαγνητικής... σκόνης, που όταν βρεθούν σε κατάλληλη διέγερση δρουν σαν ένας πολύ ισχυρός σύνδεσμος. Ίσως, πολλοί από τους αναγνώστες να έχετε υπόψη τις διάφορες αντλίες υγρών που έχουν τέτοια μαγνητική εμπλοκή μεταξύ ηλεκτροκινητήρα και «φτερωτής». Ακριβώς το ίδιο σύστημα χρησιμοποιείται στο κιβώτιο αυτό, παρουσιάζοντας έτσι μερικά πλεονεκτήματα. Όταν το αυτοκίνητο δεν κινείται και βρίσκεται στο ρελαντί ο κινητήρας, ο οδηγός δε χρειάζεται να πιέζει το φρένο όπως γίνεται με τα

κλασικά αυτόματα κιβώτια, διότι η ηλεκτρομαγνητική εμπλοκή δε λειτουργεί. Στο κλασικό πάλι αυτόματο κιβώτιο, όσο χαμηλές και να είναι οι στροφές του κινητήρα, πάντα υπάρχει η τάση της κίνησης, λόγω φυσικά του ιξώδους του υδραυλικού υγρού του μετατροπέα ροπής, εξ ου και η ανάγκη να είναι πατημένο το φρένο στο φανάρι π.χ. Η ηλεκτρομαγνητική εμπλοκή στο συμπλέκτη του Selectronic, γίνεται βέβαια προοδευτικά και είναι ηλεκτρονικά ελεγχόμενη, απορροφώντας μόνο 40W ισχύος.

Τα αποτελέσματα των καινοτομιών αυτών και της ποιότητας κατασκευής του κιβωτίου Selectronic φαίνονται από την αξιοπιστία που παρουσιάζει το σύστημα. Εφόσον δεν έχει στο συμπλέκτη μέρη που φθείρονται και η αλυσίδα είναι μεταλλική (και από ειδικό, μάλιστα, ασάλι) η συντήρηση περιορίζεται στην αλλαγή του λαδιού κάθε 40.000 χιλιόμετρα. Δε θα μπορούσε να ζητήσει κανείς περισσότερα από ένα μηχανικό σύνολο. Τέλος, αν ακόμα νομίζετε ότι τα αυτόματα κιβώτια δεν είναι κατάλληλα για σπορ ή ακόμα και για αγωνιστική χρήση, θα αναφέρουμε τρία μαγικά τέρατα: Λάντσια HF integrale, Φεράρι Φ1 και Πόρσε 962 (Γκρουπ C). Τι έχουν αυτά τα τρία «αυτοκίνητα» κοινό μεταξύ τους; Μα, φυσικά, το αυτόματο κιβώτιο! Βέβαια, διαφέρει λιγάκι από το Selectronic, αλλά οι αρχές είναι αρχές. Αυτόματο, λοιπόν, και... ζήτω το μποτιλιάρισμα; Ίσως αυτή να είναι μόνο η αρχή, αλλά εδώ είμαστε και για τη συνέχεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΣΕ ΤΟΜΗ

Για τη κατασκευή ενός αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων σε τομή επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ένα κιβώτιο το οποίο χρησιμοποιούνταν από την εταιρία παραγωγής αυτοκινήτων Hyundai στο μοντέλο Elantra.

Το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων αυτό αγοράστηκε μεταχειρισμένο από συνεργείο αυτοκινήτων με την προϋπόθεση να χρησιμοποιηθεί έπειτα από μία σειρά διεργασιών σαν μοντέλο παρουσίασης αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων σε τομή.



Οι διεργασίες αυτές ήταν οι εξής:

1) Καθαρισμός κιβωτίου.

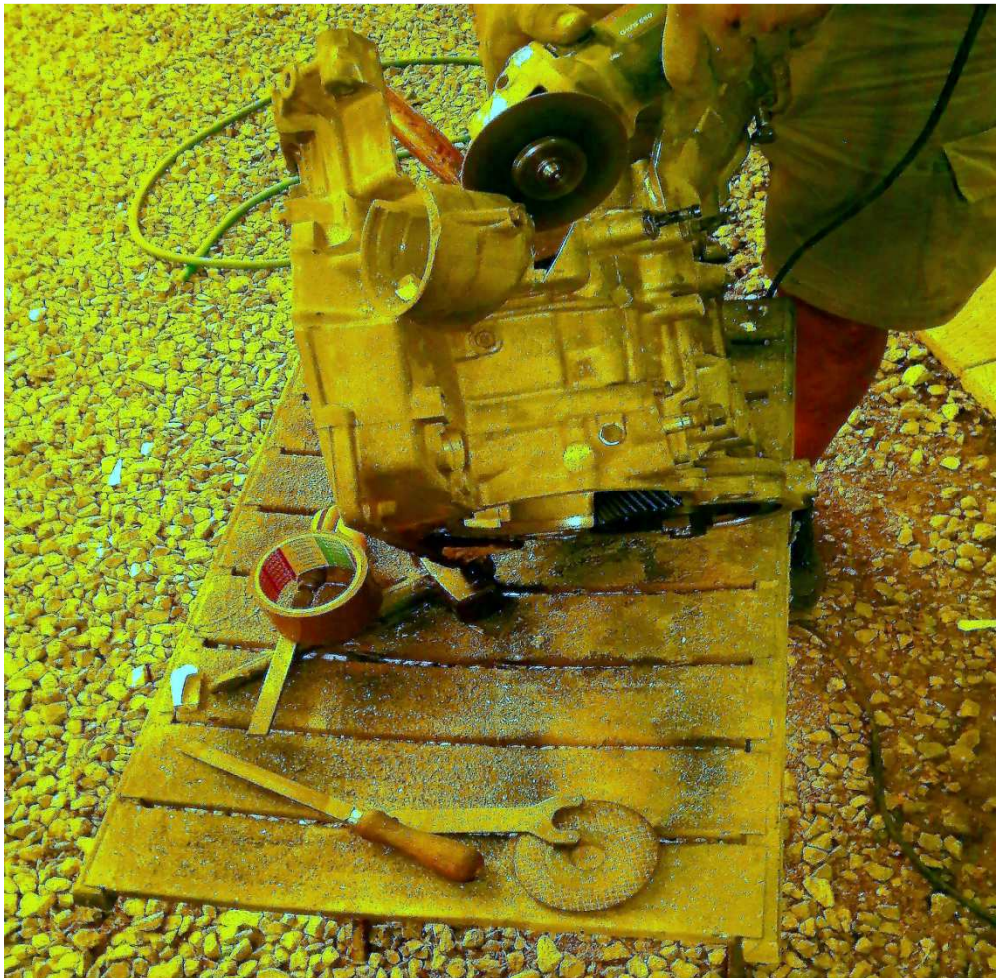
Όλα τα ίχνη λαδιών και γράσου απομακρύνθηκαν έπειτα από πλύσιμο με βενζίνη.

2) Άνοιγμα κιβωτίου.

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

3) Τομή κιβωτίου.

Δημιουργήθηκε μία τομή κατά μήκος του κιβωτίου έτσι ώστε όταν ανατοποθετηθούν τα εξαρτήματά του, να φαίνεται τι υπάρχει εσωτερικά.



Για τη τομή αυτή χρησιμοποιήθηκε τροχός χειρός με λεπτό δίσκο κοπής αρχικά και έπειτα με παχύ για τη λείανση της τομής.



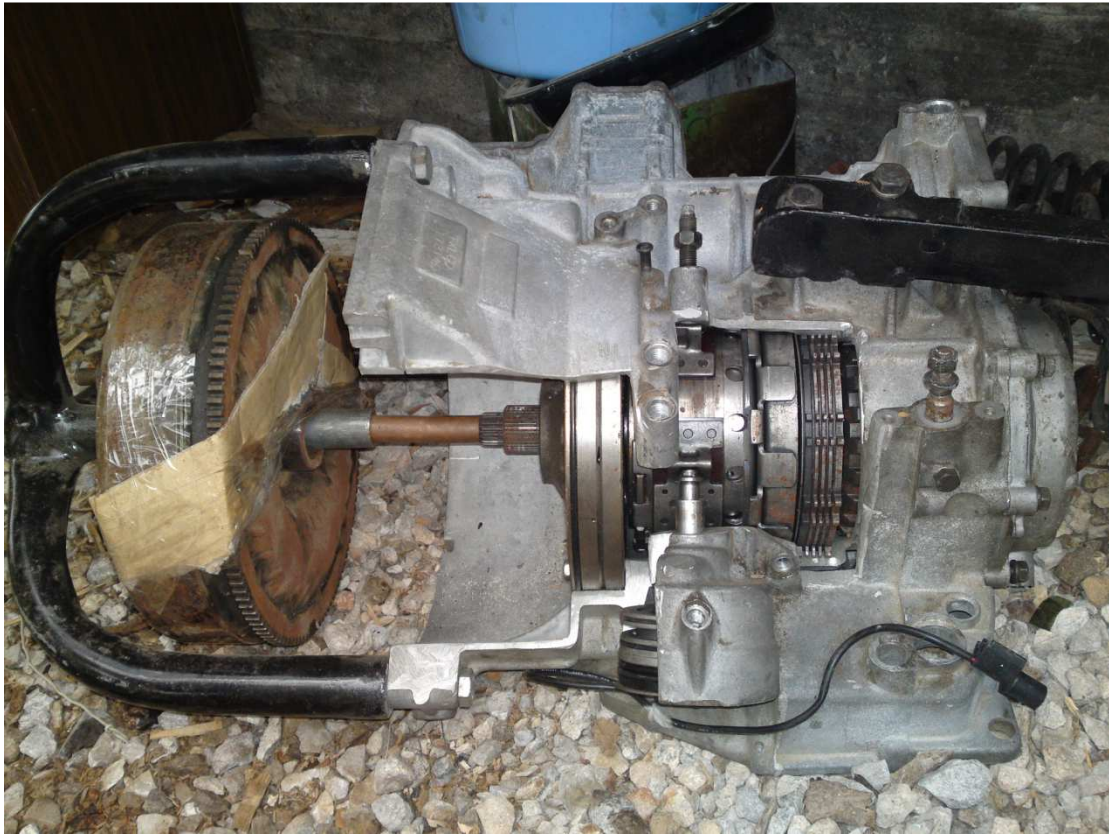
4) Δέσιμο κιβωτίου.

Αφού το κιβώτιο κόπηκε όπως έπρεπε, επανατοποθετήθηκαν όλα τα εσωτερικά και εξωτερικά εξαρτήματα του.

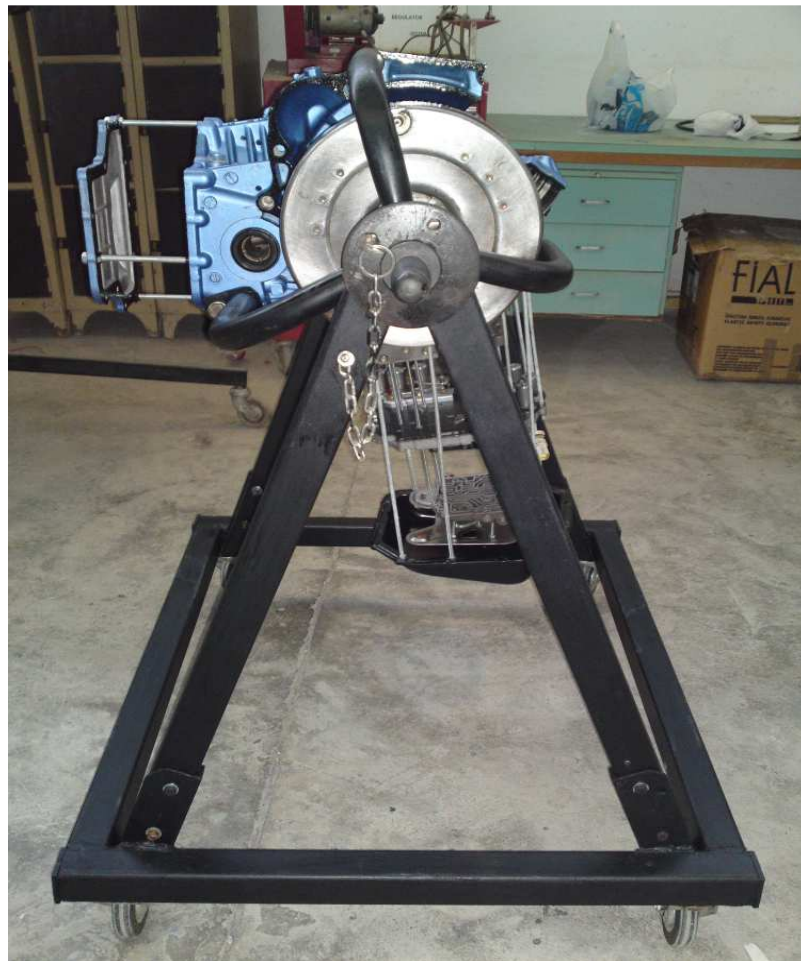
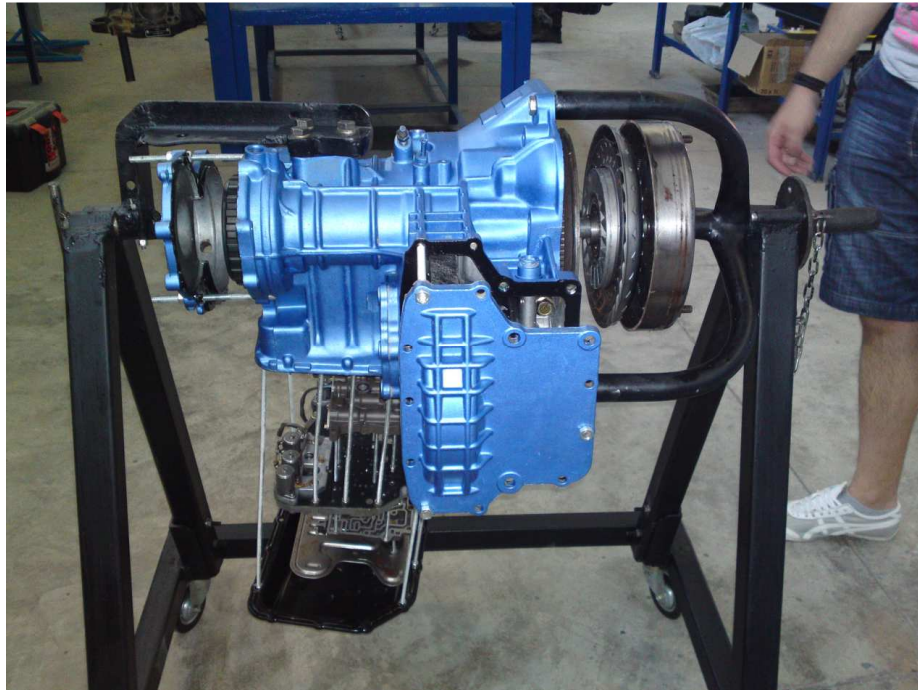
5) Κατασκευή βάσης στήριξης.

Για τη βάση στήριξης χρησιμοποιήθηκαν στραντζαριστά σίδερα και σιδερογωνιές βαρέως τύπου στο σκελετό της βάσης, στρογγυλές δοκοί, τραβέρσες για την επέκταση της ελαιολεκάνης και των πλακετών, ρόδες για τη μετακίνηση της βάσης, χειρολαβή πλαστική για τη ρύθμιση θέσης του κιβωτίου, βίδες και παξιμάδια και διάφορα αναλώσιμα υλικά όπως δίσκοι κοπής, ηλεκτρόδια και τρυπανάκια.

Μία βάση από οχτώ στραντζαριστά σίδερα 40x40x2 mm δημιουργήθηκε έτσι ώστε να στηρίξει το κιβώτιο ταχυτήτων βάση αυτή έπιανε από τη μία πλευρά πάνω στο κιβώτιο με τέσσερις στρογγυλές δοκούς 1" και ¼ και από την άλλη με μία γωνία 50x50x4 mm φτιαγμένα έτσι ώστε το κιβώτιο να περιστρέφεται κυκλικά.



Τραβέρσες προστέθηκαν ώστε να επεκταθούν τα μέρη της ελαιολεκάνης και του εσωτερικού της. Ένας άξονας τοποθετήθηκε για να επεκταθούν ο στρόβιλος, ο σφόνδυλος, ο στάτης και η αντλία. Απο τη πλευρά των στρογγυλών δοκών τοποθετήθηκε δίσκος σταθεροποίησης τεσσάρων θέσεων με χειρολαβή και ασφάλεια για τη σταθεροποίηση του κιβωτίου στη θέση που θέλουμε. Από την άλλη πλευρά της γωνίας τοποθετήθηκε πείρος σιδερένιος μεταξύ σιδερογωνίας και βάσης στήριξης, για την διευκόλυνση περιστροφής του κιβωτίου. Τέλος ροδάκια προστέθηκαν στη βάση ώστε να υπάρχει δυνατότητα μετακίνησης του μοντέλου.



Βιβλιογραφία

1. Ανδρινός Ν., Παναγιωτίδης Π. και Παπαδόπουλος Ν., (2001), “Συστήματα Αυτοκινήτου Ι”, Τεχνικά Επαγγελματικά Εκπαιδευτήρια, 1^{ος} Κύκλος – Β’ Τάξη, Τομέας Μηχανολογικός
2. Λακαφώσης Κ., (2001), «Ημιαυτόματα Κιβώτια Ταχυτήτων», για το Περιοδικό 4 Τροχοί, 364 – Ιανουάριος 2001
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Continuously_variable_transmission, (2011)¹
4. www.daf.com
5. www.volvo.com
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Sequential_manual_transmission, (2011)²
7. http://en.wikipedia.org/wiki/BMW_M3, (2011)³
8. <http://en.wikipedia.org/wiki/Selespeed>, (2010)⁴
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Ferrari_F355, (2011)⁵
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Ferrari_360, (2011)⁶
11. Εργαστήριο ΜΕΚ & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, (2011), διαθέσιμο από: <http://iceal.wikidot.com/gearbox-genika>
12. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hydramatic>⁷
13. www.gm.com
14. http://en.wikipedia.org/wiki/John_Barnard⁸
15. <http://en.wikipedia.org/wiki/Tiptronic>⁹
16. <http://en.wikipedia.org/wiki/Variomatic>¹⁰
17. http://en.wikipedia.org/wiki/Lancia_Y10¹¹

18. Χατζηγιαννάκης (2011), “Κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενης μετάδοσης (CVT)”, Εργαστήριο ΜΕΚ & Τεχνολογίας Αυτοκινήτου, διαθέσιμο από:
<http://iceal.wikidot.com/cvt>

19. <http://en.wikipedia.org/wiki/Torostrak>¹²

20. <http://www.fiat.com> (2011)

21. <http://www.volvo.com> (2011)

22. http://en.wikipedia.org/wiki/Volvo_340¹³