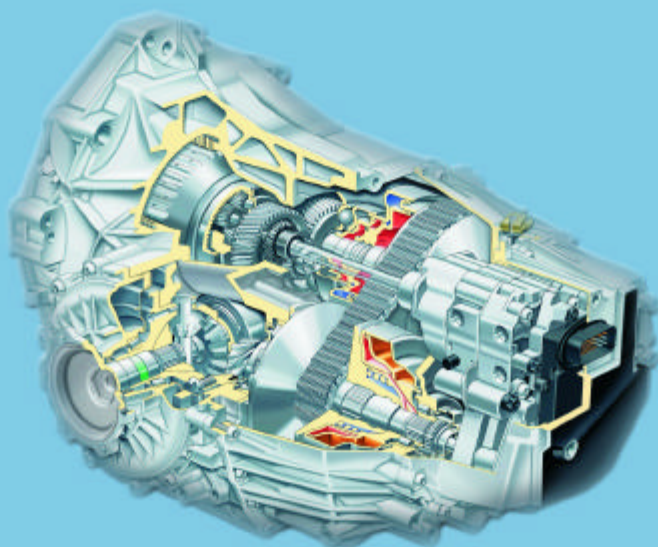


ΚΕΦΑΛΑΙΟ



ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

- Εξελιγμένα συστήματα μετάδοσης κίνησης
- Σύγχρονοι εξελιγμένοι συμπλέκτες
- Αυτόματα κιβώτια
- Διαφορικό περιορισμένης ολίσθησης

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1

Εξελεγμένα συστήματα μετάδοσης κίνησης

Διδακτικοί στόχοι

Με την ολοκλήρωση της διδασκαλίας του κεφαλαίου αυτού οι μαθητές θα είναι σε θέση:

- να αναφέρουν τα είδη των ηλεκτρονικά ελεγχόμενων συστημάτων μετάδοσης της κίνησης
- να περιγράφουν και να εξηγούν τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος
- να αναφέρουν τα συμπτώματα των βλαβών του συστήματος
- να αναφέρουν τα μέσα και τους τρόπους διάγνωσης και επισκευής των αντίστοιχων βλαβών

1.1.1. Γενικά

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συστημάτων άλλαξε σημαντικά τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων μετάδοσης της κίνησης.

Έχοντας σαν στόχο την οικονομία, την άνεση, αλλά και την ασφάλεια, οι αυτοκινητοβιομηχανίες παρουσίασαν εξελεγμένα συστήματα μετάδοσης της κίνησης.

Έτσι τα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων άρχισαν να κερδίζουν έδαφος ακόμα και στην ευρωπαϊκή αγορά. Με την κατάργηση του πεντάλ του συμπλέκτη οι αλλαγές ταχυτήτων πραγματοποιούνται αυτόματα, προσφέροντας έτσι, τα αυτόματα κιβώτια, σημαντική άνεση σε σχέση με τα συμβατικά. Παράλληλα τα

ηλεκτρονικά ελεγχόμενα κιβώτια ταχυτήτων επιτρέπουν μεγαλύτερη οικονομία στην οδήγηση. Χάρη στον προγραμματισμό τους, ο κινητήρας μπορεί να λειτουργεί στο εύρος των στροφών που έχει την καλύτερη λειτουργία του.

Ιδιαίτερα εντυπωσιακή είναι η εφαρμογή της ηλεκτρονικής τεχνολογίας στην τετρακίνηση. Τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα διαφορικά βρίσκουν όλο και μεγαλύτερη εφαρμογή, αφού εξασφαλίζουν την καλύτερη μετάδοση της ισχύος στους τροχούς που έχουν πρόσφυση. Έτσι η τετρακίνηση δεν είναι προνόμιο μόνον των αυτοκινήτων εκτός δρόμου, αλλά αποτελεί πια επιλογή ακόμα και στα συμβατικά μοντέλα, προσφέροντας εξαιρετική οδική συμπεριφορά στο αυτοκίνητο.

1.1.2. Είδη εξελεγμένων συστημάτων μετάδοσης κίνησης

Θα μπορούσαμε να χωρίσουμε τα συστήματα μετάδοσης κίνησης σε τρία τμήματα:

1. Εξελεγμένοι συμπλέκτες

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι σύγχρονοι συμπλέκτες, όπου, εκτός από την τριβή για την μεταφορά της ισχύος, χρησιμοποιείται ο ηλεκτρισμός και το λάδι.

Έτσι υπάρχουν:

- Συμπλέκτες με βολάν διπλής μάζας
- Ηλεκτρομαγνητικοί συμπλέκτες
- Μετατροπείς ροπής (torque converters).

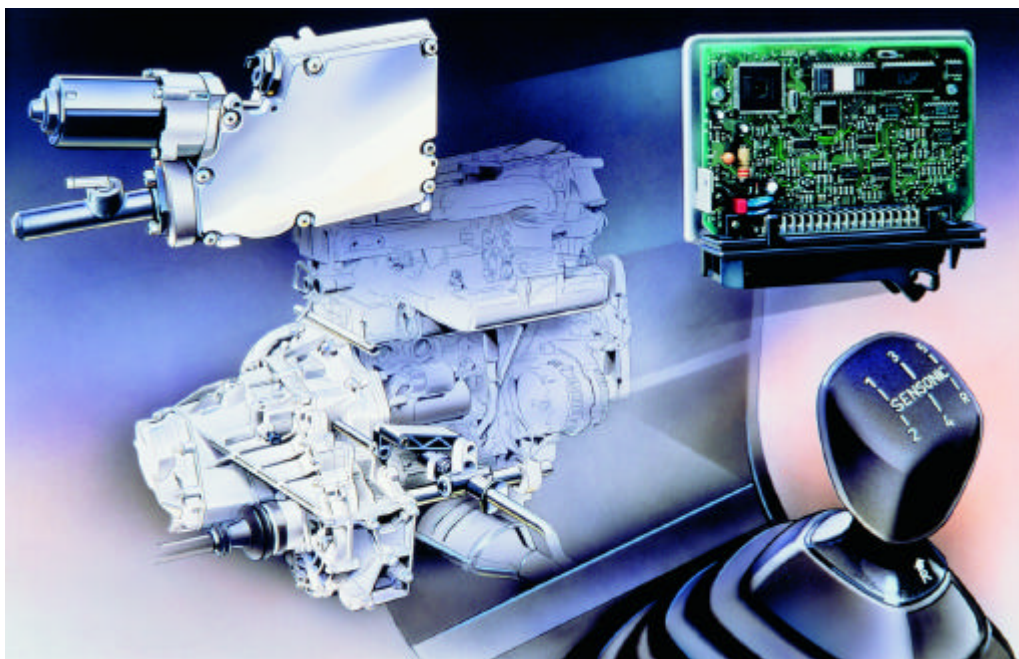
- Αυτόματοι συμπλέκτες, ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι.
- Συμπλέκτες αγωνιστικών εφαρμογών (κιβώτια ταχυτήτων με διπλό συμπλέκτη).

2. Αυτόματα κιβώτια χωρισμένα σε

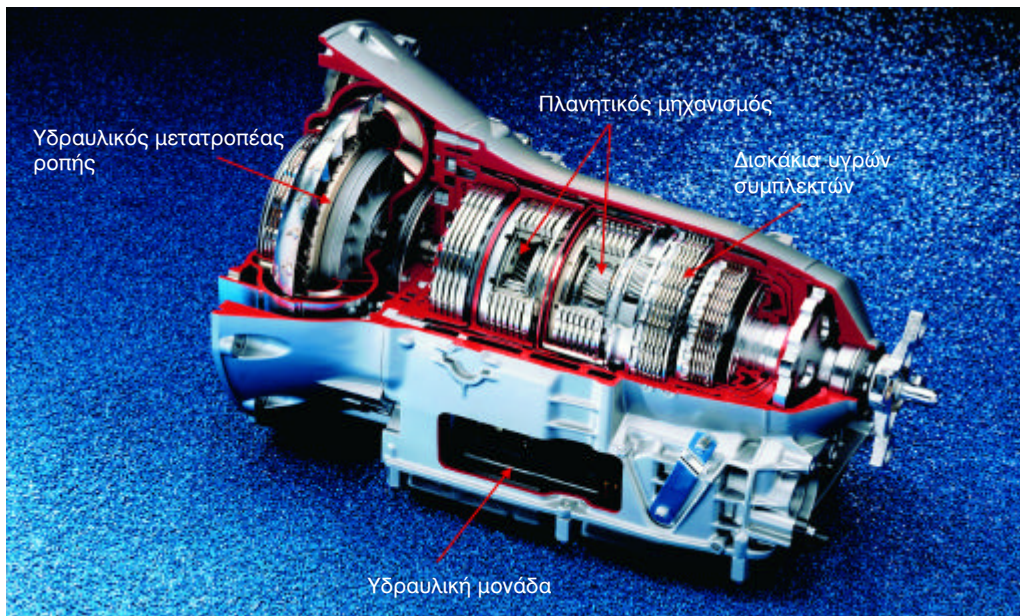
- Κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης (CVT)
- Κλασσικά αυτόματα
- Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα

3. Συστήματα τετρακίνησης

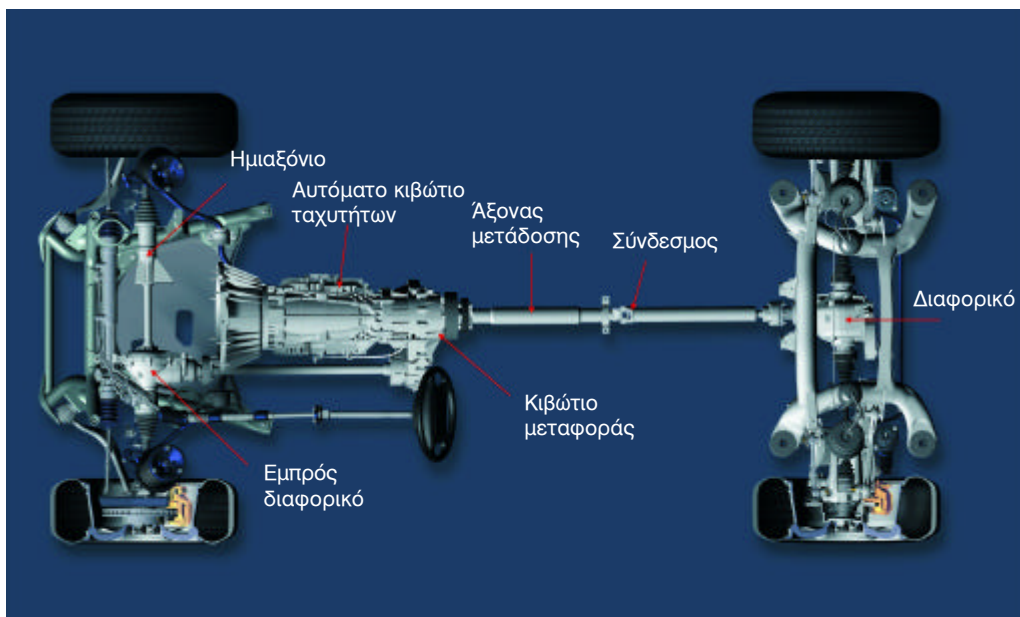
- Με κεντρικό διαφορικό (Τόρσεν)
- Με κεντρικό κιβώτιο μεταφοράς
- Με συνεκτική σύμπλεξη
- Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα
- Με συνδυασμό των παραπάνω



Σχήμα 1.1: Μηχανικό κιβώτιο με αυτόματο συμπλέκτη (Saab).



Σχήμα 1.2: Κλασσικό Αυτόματο κιβώτιο (Mercedes).



Σχήμα 1.3: Διάταξη τετρακίνησης (BMW).

1.1.3. Πιθανά προβλήματα - βλάβες - κακή λειτουργία του συστήματος

Η προβληματική λειτουργία ενός εξε-
λιγμένου συστήματος μετάδοσης μπο-
ρεί να εμφανίζει τα παρακάτω συμπτώ-
ματα:

- Καθυστέρηση στην αλλαγή των ταχυ-
τήτων
- Αδυναμία αλλαγής ταχυτήτων, ακινη-
τοποίηση του αυτοκινήτου
- Υπερβολικό θόρυβο κατά τις αλλα-
γές ταχυτήτων
- Φθορά του συμπλέκτη σε μικρό χρο-
νικό διάστημα και έντονη οσμή
- Αυξημένη κατανάλωση καυσίμου
- Σκορτσαρίσματα κατά τις αλλαγές
ταχυτήτων
- Φθορά των ημιαξονίων
- Πρόωρη ή και ανομοιόμορφη φθορά
των ελαστικών



Ερωτήσεις

1. Αναφέρετε τρία είδη εξελεγμένων συμπλεκτών.
2. Ποια είναι η βασική διαφορά των αυτόματων κιβωτίων με τα χειροκίνητα;
3. Ποια είναι τα βασικά πλεονεκτήματα των αυτόματων κιβωτίων ταχυτήτων;
4. Αναφέρετε τους βασικούς τύπους αυτόματων κιβωτίων.
5. Πώς μπορεί ένα αυτόματο κιβώτιο να συνεισφέρει στην οικονομική λειτουργία του αυτοκινήτου;
6. Για ποιο λόγο επιλέγεται η τετρακίνηση σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο;
7. Αναφέρετε τα βασικά συστήματα τετρακίνησης.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2

Σύγχρονοι εξελιγμένοι συμπλέκτες

Λιδακτικοί στόχοι

Με την ολοκλήρωση της διδασκαλίας του κεφαλαίου αυτού οι μαθητές θα είναι σε θέση:

- να αναγνωρίζουν τα μέρη - εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα σύστημα εξελιγμένου συμπλέκτη
- να περιγράφουν και να εξηγούν τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος
- να αναφέρουν τα συμπτώματα των βλαβών του συστήματος
- να αναφέρουν τα μέσα και τους τρόπους διάγνωσης και επισκευής των αντιστοίχων βλαβών

1.2.1. Γενικά

Η βασική λειτουργία ενός συμπλέκτη είναι να συνδέει ή να απομονώνει τον κινητήρα από το κιβώτιο ταχυτήτων, έτσι ώστε να επιτρέπει ή να διακόπτει την μεταφορά ισχύος.

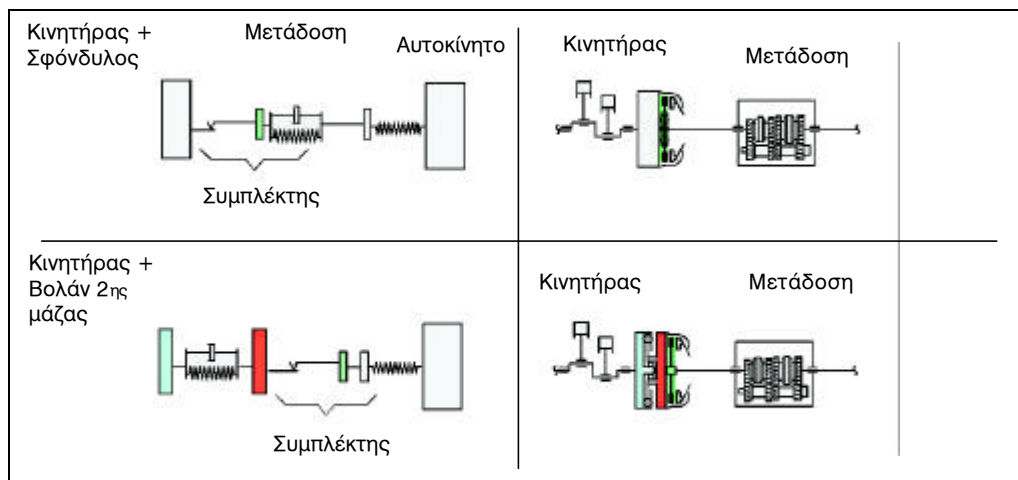
Τα είδη συμπλεκτών που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα αυτοκίνητα είναι τα παρακάτω:

- Ο μηχανικός συμπλέκτης (ξηρός και υγρός)
- Ο ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης
- Ο υδραυλικός μετατροπέας ροπής
- Ο αυτόματος συμπλέκτης
- Τα συστήματα διπλού συμπλέκτη

1.2.2. Μηχανικός Συμπλέκτης

Τα βασικά εξαρτήματά ενός συμβατικού ξηρού συμπλέκτη είναι ο δίσκος, η πλάκα πίεσης (πλατώ) και ο σφόνδυλος (βολάν) που είναι βιδωμένος πάνω στον στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα. Η μεταφορά της περιστροφικής κίνησης του κινητήρα προς το κιβώτιο ταχυτήτων γίνεται από το δίσκο που συνδέεται με τον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων. Ο δίσκος πιέζεται πάνω στο βολάν από την πλάκα πίεσης (πλατώ), έτσι αναγκάζεται να περιστραφεί μαζί τους μεταφέροντας την κίνηση στο κιβώτιο ταχυτήτων.

Το κύριο πρόβλημα των μηχανικών συμπλεκτών είναι οι κραδασμοί που δημιουργούνται κατά την λειτουργία τους,



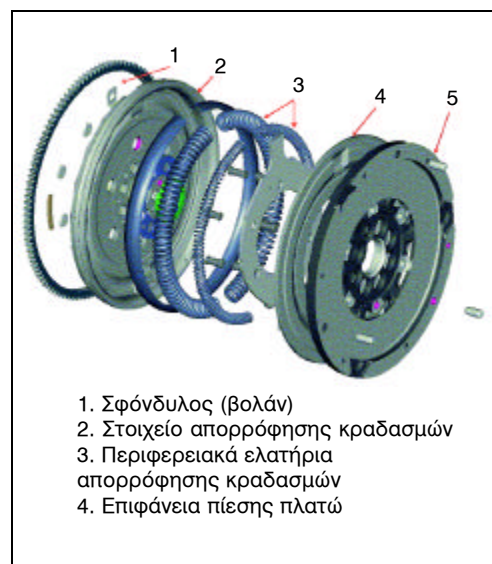
Σχήμα 1.4: Σχηματικό διάγραμμα λειτουργίας συμβατικού συμπλέκτη και συμπλέκτη με βολάν διπλής μάζας.

τη σύμπλεξη και την αποσύμπλεξη. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται ένας νέος τύπος συμπλέκτη με την ονομασία **“συμπλέκτης με βολάν διπλής μάζας”**, χάρη στον οποίο μειώνονται οι κραδασμοί κατά τη μεταφορά της κίνησης.

Το κύριο χαρακτηριστικό του νέου συστήματος είναι ότι ο σφόνδυλος (βολάν) είναι πλέον διαιρούμενος και αποτελείται από ένα ενδιάμεσο στοιχείο και το κυρίως βολάν. Το ενδιάμεσο στοιχείο περιλαμβάνει εσωτερικά ελατήρια τοποθετημένα περιφερειακά, τα οποία απορροφούν τους κραδασμούς που δημιουργούνται κατά την σύμπλεξη. Έτσι, προσφέρει μια ομαλότερη σύμπλεξη.

Στους **υγρούς συμπλέκτες** υπάρχει μια σειρά από μικρούς δίσκους, οι οποίοι είναι εμβαπτισμένοι σε λάδι (ATF - λάδι αυτόματου κιβωτίου). Η επαφή επιτυγχάνεται με την αύξηση της πίεσης του λαδιού μέσω ενός υδραυλικού συστήματος. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι

μέσω του λαδιού επιτυγχάνεται η καλύτερη ψύξη τους, και το μειονέκτημα τους ότι παρουσιάζουν μεγαλύτερη ολίσθηση και απώλειες κατά την αποσύ-



Σχήμα 1.5: Συμπλέκτης με βολάν διπλής μάζας.

μπλεξη. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε αυτόματα κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης αλλά και σε συμβατικά αυτόματα.

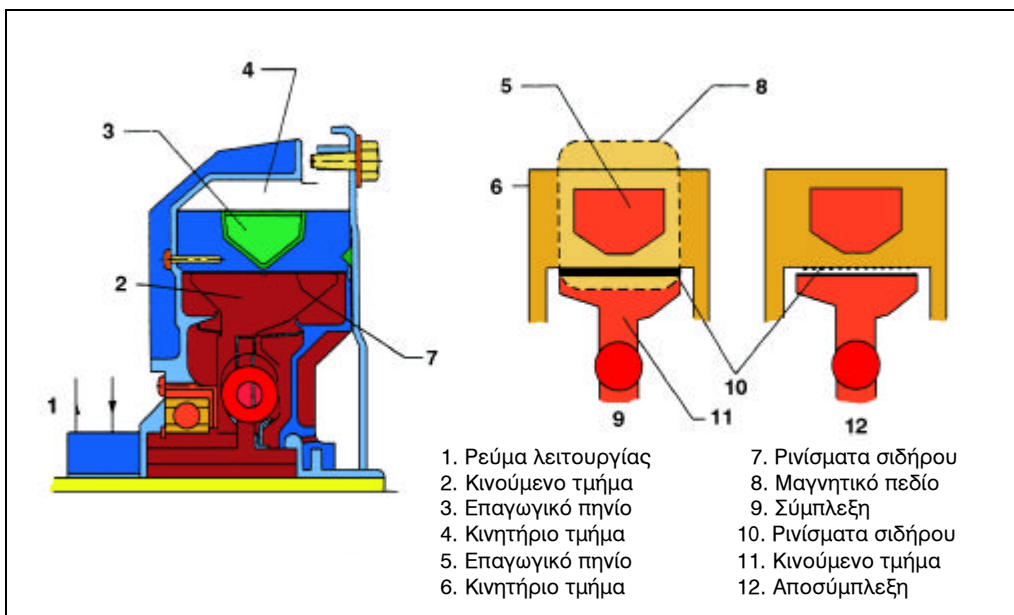
1.2.3. Ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης

Εδώ η σύμπλεξη πραγματοποιείται μέσω ηλεκτρομαγνητικών φορτίων που δημιουργούνται μεταξύ των δύο μεταλλικών επιφανειών επαφής, από τις οποίες η μία είναι συνδεδεμένη με τον άξονα του κινητήρα (κινητήριο τμήμα) και η άλλη με τον άξονα εισόδου του κιβωτίου ταχυτήτων (κινούμενο τμήμα). Ανάμεσα στις επιφάνειες επαφής υπάρχει λάδι εμπλουτισμένο με ρινίσματα σιδήρου ή απλά ρινίσματα σιδήρου. Η εφαρμογή ενός ηλεκτρομαγνητικού πεδίου μεταξύ των επιφανειών έχει ως αποτέ-

λεσμα τον προσανατολισμό των ρινισμάτων και την έλξη τους. Με την κίνηση αυτή το κινητήριο τμήμα παρασύρει το κινούμενο και μεταφέρει την ροπή από τον κινητήρα στο κιβώτιο ταχυτήτων. Ο έλεγχος της σύμπλεξης γίνεται με τη μεταβολή του ηλεκτρικού ρεύματος που παρέχεται και δημιουργεί το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.

Η παροχή του ρεύματος και ταυτόχρονα ο χρόνος σύμπλεξης ελέγχεται από την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα του κιβωτίου. Αυτή χρησιμοποιεί τα σήματα που δέχεται από τους αισθητήρες της και υπολογίζει τη διάρκεια και την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Το κύριο χαρακτηριστικό των ηλεκτρομαγνητικών συμπλεκτών είναι ο μικρός χρόνος σύμπλεξης και το υψηλό τους κόστος. Γι' αυτόν το λόγο χρησιμο-



Σχήμα 1.6: Λειτουργία ηλεκτρομαγνητικού συμπλέκτη.

ποιούνται μόνον σε ιδιαίτερες εφαρμογές, όπως σε αγωνιστικά αυτοκίνητα ή σε CVT κιβώτια με μικρά φορτία.

1.2.4. Υδραυλικός Μετατροπέας Ροπής

Αρχή λειτουργίας - σκοπός

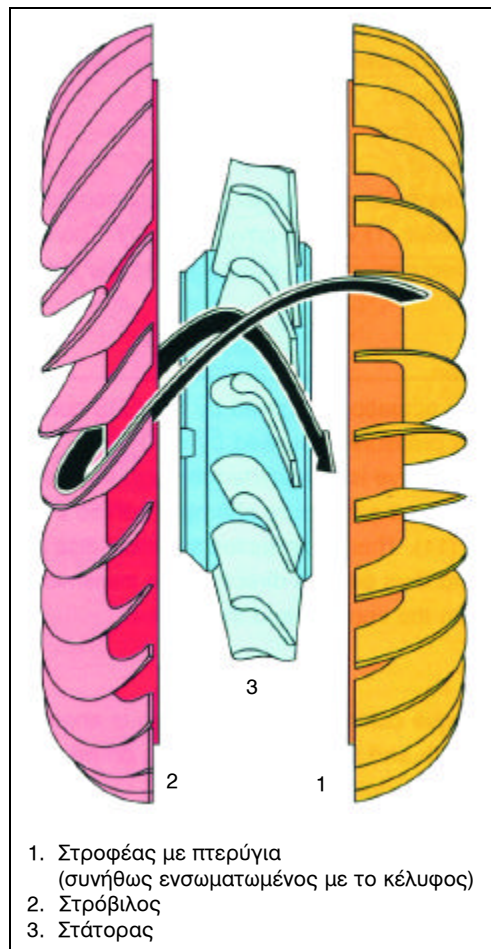
Ο υδραυλικός μετατροπέας χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε αυτόματα και ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων. Η μεταφορά της κίνησης γίνεται χωρίς εξωτερική επέμβαση, όπως στους μηχανικούς δίσκους, αλλά εξαρτάται και από τις στροφές εξόδου του κινητήρα.

Ο μετατροπέας ροπής αποτελεί εξέλιξη του υδροδυναμικού συμπλέκτη, όπου η μεταφορά της κίνησης επιτυγχάνεται μέσω της ροής υγρών. Το χαρακτηριστικό του συμπλέκτη αυτού του τύπου είναι ότι όσο οι στροφές λειτουργίας του άξονα του κινητήρα είναι χαμηλές, η μεταφερόμενη ισχύς προς το κιβώτιο είναι μηδενική.

Στη βασική του μορφή αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- το στροφέα
- το στρόβιλο
- το στάτορα

Ο στροφέας με τα πτερύγια είναι συνδεδεμένος σταθερά με τον άξονα του κινητήρα και ο στρόβιλος με τον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου. Ο άξονας του στάτορα συνδέεται μέσω ενός μονόφορου συμπλέκτη (συμπλέκτης ο οποίος επιτρέπει την περιστροφή μόνον κατά τη μία φορά περιστροφής του στροφέα) με την εξωτερική αντλία του



Σχήμα 1.7: Αρχή λειτουργίας υδραυλικού μετατροπέα ροπής

λαδιού. Η συσκευή είναι γεμάτη λάδι κιβωτίου ταχυτήτων.

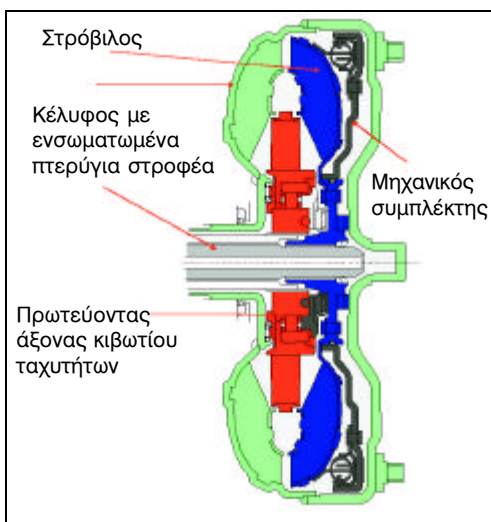
Όταν ο κινητήρας ξεκινάει, ο στροφέας αρχίζει να περιστρέφεται και, λόγω της φυγοκέντρου δύναμης, εκτοξεύει το λάδι προς το κέλυφος και στη συνέχεια στα πτερύγια του στρόβιλου. Ο στρόβιλος αρχίζει να περιστρέφεται, ενώ ταυτόχρονα κατευθύνει το λάδι προς τα πτερύγια του στάτορα, απ' όπου το λάδι κατευθύνεται ξανά προς τον στροφέα.

α. Με την επιστροφή του λαδιού επιτυγχάνεται αύξηση της ροπής εξόδου του κιβωτίου, αφού ο στάτορας είναι σταθερά συνδεδεμένος με την αντλία που είναι σταθερά τοποθετημένη στο κέλυφος του κιβωτίου ταχυτήτων.

Η αύξηση της ροπής παρουσιάζεται όσο υπάρχει διαφορά ταχυτήτων μεταξύ του στροφέα και του στρόβιλου και φτάνει το 1,8 με 2, όταν η διαφορά έχει την μέγιστη τιμή της. Όταν οι ταχύτητες εξισορροποούνται, η ροπή που μεταφέρεται στο κιβώτιο είναι ίδια με τη ροπή εξόδου του κινητήρα. Στην περίπτωση αυτή ο άξονας του στάτορα αποσυνμπλέκεται από την αντλία και περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα που περιστρέφεται ο στρόβιλος και ο στροφέας.

Μετατροπéας ροπής με μηχανικό συμπλέκτη (lock up clutch)

Οι σύγχρονοι μετατροπéες ροπής περιλαμβάνουν και ένα μηχανικό συμπλέκτη (lock up clutch).



Σχήμα 1.8: Μετατροπéας ροπής με μηχανικό συμπλέκτη.

Ο συμπλέκτης αυτός ενεργοποιείται στις υψηλές ταχύτητες του κιβωτίου (τρίτη και τέταρτη σε ένα αυτόματο κιβώτιο τεσσάρων ταχυτήτων), οπότε η ροπή μεταδίδεται απευθείας από το κέλυφος στον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου. Η ενεργοποίηση γίνεται υδραυλικά μέσω ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων που παίρνουν την σχετική εντολή από τον εγκέφαλο ελέγχου του αυτόματου κιβωτίου.

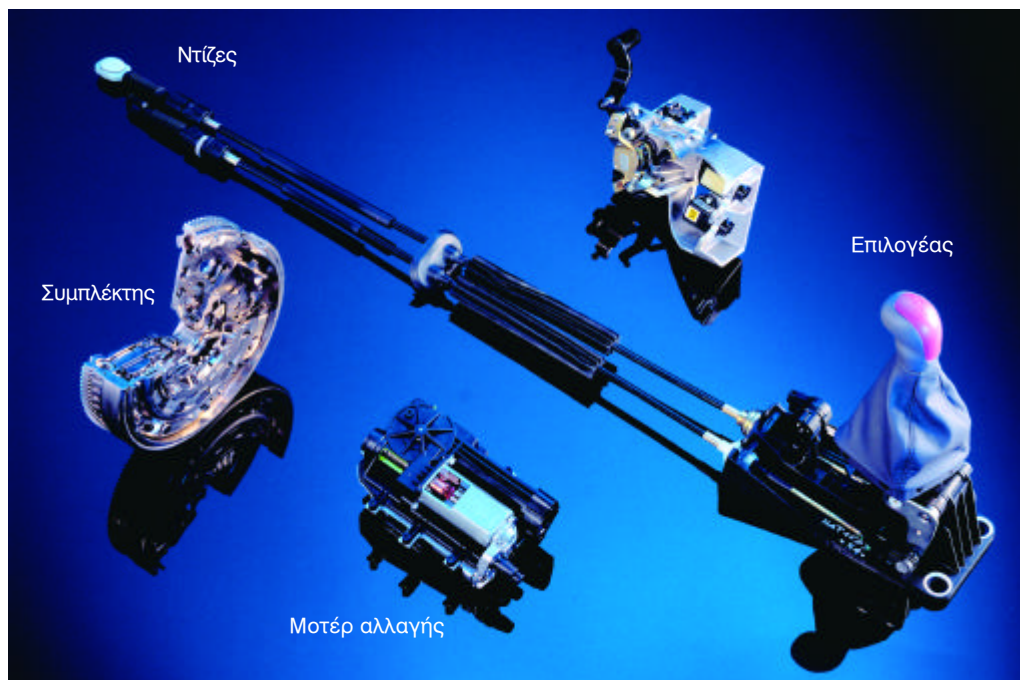
1.2.5. Αυτόματος συμπλέκτης

Τα κιβώτια που χρησιμοποιούν αυτόματο συμπλέκτη βασίζονται στα αντίστοιχα μηχανικά χειροκίνητα, με τη διαφορά ότι ο οδηγός δεν αλλάζει ταχύτητα πατώντας το πεντάλ του συμπλέκτη, παρά μόνο μετακινώντας τον επιλογέα ταχυτήτων στην επιθυμητή σχέση. Ουσιαστικά σ' αυτήν την περίπτωση έχουμε ένα μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων με αυτοματοποιημένη ενεργοποίηση του συμπλέκτη.

Περιγραφή λειτουργίας

Η ενεργοποίηση του συμπλέκτη και η σύμπλεξη - αποσύμπλεξη με την αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται μέσω ενός υδραυλικού συστήματος ή ενός ηλεκτροκινητήρα και η διαδικασία αυτή ελέγχεται ηλεκτρονικά. Φυσικά το πεντάλ του συμπλέκτη έχει εξαφανιστεί και η λειτουργία του εξαρτάται από τις μετακινήσεις του επιλογέα.

Η σύνδεση του επιλογέα με το κιβώτιο παραμένει μηχανική, με ντίζες ή ράβδους, σε ορισμένες όμως περιπτώσεις έχει αντικατασταθεί από ένα ηλεκτρονικό σύστημα (shift by wire). Αυτό προσφέρει πολλαπλές δυνατότητες στο σχεδιασμό του επιλογέα, ενώ μπορεί να διατίθεται και η επιλογή πλήρως αυτό-



Σχήμα 1.9: Αυτόματος συμπλέκτης από μηχανικό κιβώτιο της Mercedes.

ματης λειτουργίας, κατά τα πρότυπα ενός αυτόματου κιβωτίου.

Στην τελευταία περίπτωση οι ταχύτητες αλλάζουν αυτόματα με βάση τον προγραμματισμό της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου όπως στο ημιαυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων. Η μονάδα ελέγχου συνεργάζεται με την μονάδα ελέγχου του κινητήρα και χρησιμοποιεί τα σήματα από τους αισθητήρες της. Η επιλογή της αυτόματης λειτουργίας γίνεται μέσω ενός διακόπτη στην κεντρική κονσόλα.

Στην περίπτωση της πλήρως αυτοματοποιημένης λειτουργίας τα σημεία αλλαγής των ταχυτήτων εξαρτώνται από τον προγραμματισμό της κεντρικής μονάδας και συνδυάζονται με τις στροφές λειτουργίας ή το φορτίο του κινητήρα. Συνήθως έχει την επιλογή "sport", με έμ-

φαση στην επίτευξη επιδόσεων και την επιλογή "eco", με στόχο την οικονομία κατά την οδήγηση.

Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Συγκρινόμενο με ένα συμβατικό αυτόματο κιβώτιο, το μηχανικό με αυτόματο συμπλέκτη παρουσιάζει μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως:

- Χρήση της υπάρχουσας τεχνολογίας για την κατασκευή μηχανικών κιβωτίων
- Χαμηλότερο κόστος κατασκευής
- Μικρότερες απώλειες και μεγαλύτερη απόδοση
- Χαμηλότερο βάρος

Όπως γίνεται κατανοητό τα εξαρτήματα του μηχανισμού επιλογής αποτελούν επιπρόσθετο εξοπλισμό σε ένα μηχανικό

κιβώτιο και επιτρέπουν έτσι την μετατροπή συμβατικών μηχανικών κιβωτίων σε μηχανικά με αυτόματο συμπλέκτη. Θα μπορούσε μάλιστα να θεωρήσει κανείς ότι τα κιβώτια αυτά είναι, σε πολλές περιπτώσεις, διαφορετικές εκδόσεις μηχανικών κιβωτίων.

Από τη μια λοιπόν το πεντάλ του συμπλέκτη εξαφανίζεται, από την άλλη όμως προστίθεται ένας σημαντικός αριθμός νέων εξαρτημάτων, που αντικαθιστούν τον μηχανισμό του πεντάλ, αλλά και την σύνδεση μεταξύ του επιλογέα και του κιβωτίου. Αυτό σημαίνει αύξηση του κόστους του συστήματος, αλλά και του βάρους του σε σχέση με ένα κλασικό μηχανικό κιβώτιο μέχρι και 10%.

Συγκρινόμενο με ένα τυπικό αυτόματο κιβώτιο, το μηχανικό με αυτόματο συμπλέκτη έχει λιγότερο ομαλές αλλαγές ταχυτήτων, αφού η λειτουργία του συμπλέκτη παραμένει ουσιαστικά η ίδια. Επίσης, σε αρκετές περιπτώσεις δεν περιλαμβάνει λειτουργία έκτακτης ανάγκης, οπότε σε περίπτωση βλάβης το αυτοκίνητο ακινητοποιείται.

Οι πρώτες εφαρμογές μηχανικών κιβωτίων με αυτόματο συμπλέκτη ήταν σε αγωνιστικά αυτοκίνητα, με σκοπό τις γρήγορες αλλαγές. Η μείωση του χρόνου αλλαγής ταχύτητας ήταν σημαντική, αφού έπεσε κάτω από το δευτερόλεπτο, ενώ με το συμβατικό κιβώτιο έφτανε και τα 3 δευτερόλεπτα. Σήμερα η εφαρμογή τους έχει επεκταθεί και σε συμβατικά σπορ μοντέλα, όπως στην Alfa 156 Selespeed, αλλά και σε μικρά αυτοκίνητα πόλης, όπως το Opel Corsa (Easytronic) αλλά και σε επαγγελματικά αυτοκίνητα όπως το Ford Transit. Ιδιαίτερα διαδεδομένη είναι η εφαρμογή

τους και στα ηλεκτρικά ή υβριδικά μοντέλα όπου επιδιώκεται η λειτουργία του κινητήρα στις στροφές λειτουργίας μέγιστης απόδοσης.

Τυπική διάταξη μηχανικού κιβωτίου με αυτόματο συμπλέκτη

Εξαρτήματα - περιγραφή λειτουργίας

Τα εξαρτήματα ενός τυπικού συστήματος κιβωτίου με αυτόματο συμπλέκτη παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα (σχήμα 1.10).

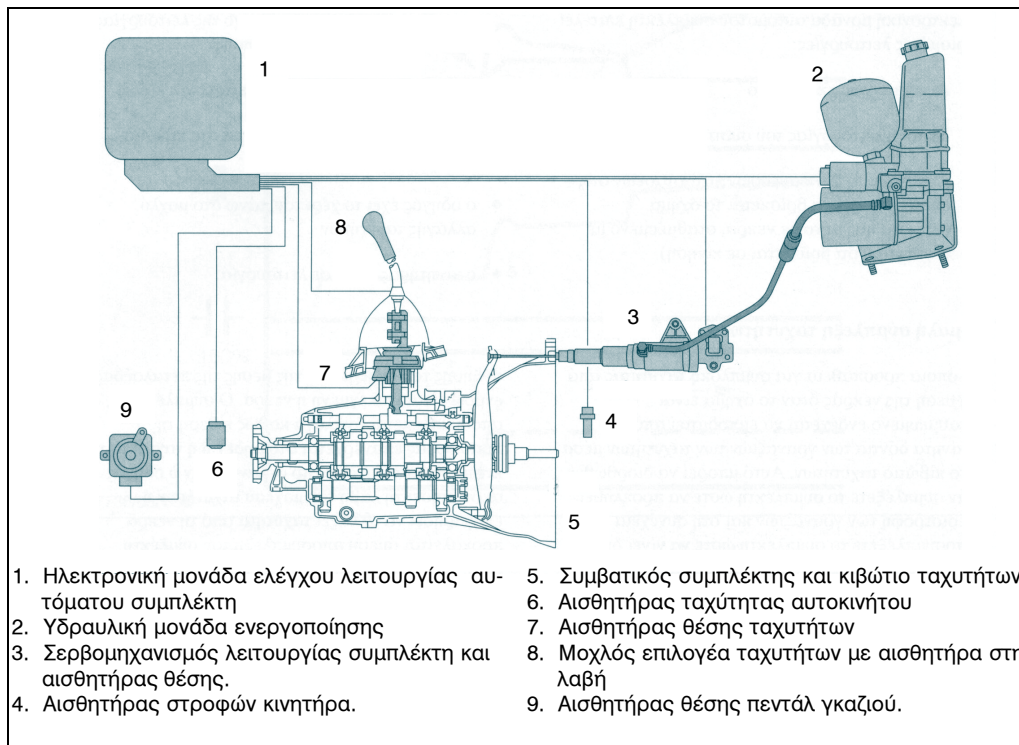
Ηλεκτρονική Μονάδα Ελέγχου Λειτουργίας

Η βασική λειτουργία της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου είναι να συλλέγει τα σήματα από τους περιφερειακούς αισθητήρες και με βάση τον προγραμματισμό της να στέλνει τα κατάλληλα σήματα προς την υδραυλική μονάδα ενεργοποίησης, για τη σύμπλεξη και την αποσύμπλεξη.

Οι σημαντικότεροι στόχοι είναι η ομαλή σύμπλεξη - αποσύμπλεξη και η χαμηλότερη φθορά του συμπλέκτη.

Ο προγραμματισμός της περιλαμβάνει διαφορετικές περιπτώσεις λειτουργίας του αυτοκινήτου, όπως:

- Εκκίνηση του αυτοκινήτου από στάση
- Σύμπλεξη ταχύτητας από νεκρά όταν το αυτοκίνητο κινείται
- Κατέβασμα ταχύτητας με στόχο το φρενάρισμα με τον κινητήρα
- Ανέβασμα ταχύτητας με χαμηλές στροφές κινητήρα
- Αποσύμπλεξη κατά το απότομο φρενάρισμα του αυτοκινήτου για την α-



Σχήμα 1.10: Λειτουργικό διάγραμμα κιβωτίου με αυτόματο συμπλέκτη (Ford Transit).

ποφυγή του σβησίματος του κινητήρα.

- Προστασία του κινητήρα από πολύ υψηλές στροφές λειτουργίας (κατέβασμα ταχύτητας με υψηλές στροφές).
- Λειτουργία σε κατάσταση ανάγκης, με σύμπτυξη μιας σταθερής ταχύτητας για να μπορεί να κινηθεί το αυτοκίνητο.

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου περιλαμβάνει και σύστημα αυτοδιάγνωσης, έτσι ώστε να μπορεί να συνδεθεί, μέσω της πρίζας διάγνωσης, με τη διαγνωστική συσκευή του συνεργείου. Σε περίπτωση βλάβης ενεργοποιεί τη σχετική

λυχνία στον πίνακα οργάνων προειδοποιώντας τον οδηγό, ενώ ταυτόχρονα θέτει σε λειτουργία και ηχητικό σήμα.

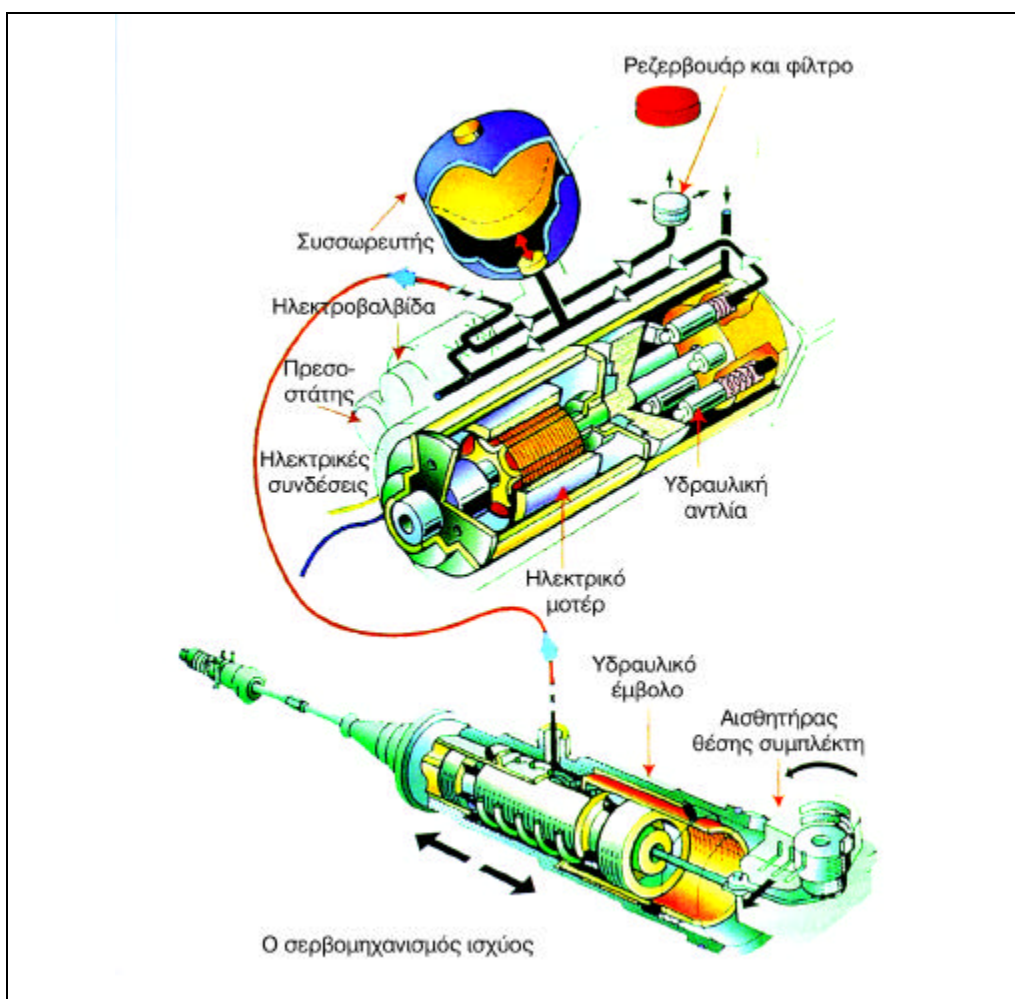
Υδραυλική μονάδα ενεργοποίησης συμπλέκτη - σερβομηχανισμός συμπλέκτη

Ένας ηλεκτρικός κινητήρας δίνει κίνηση στην αντλία που παράγει υψηλή πίεση του υγρού, ώστε αυτό να κατευθυνθεί στο σερβομηχανισμό λειτουργίας του συμπλέκτη. Η παροχή υγρού ελέγχεται από μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα στην έξοδο της παροχής, ενώ ο έλεγχος της πίεσης γίνεται μέσω ενός ρυθμιστή πίεσης. Σε περίπτωση που η πίεση υπερβεί κάποια τιμή, η ηλεκτρομαγνητική

κή βαλβίδα ανοίγει τη δίοδο επιστροφής των υγρών στο δοχείο διαστολής. Ο σερβομηχανισμός του συμπλέκτη είναι συνδεδεμένος με το δίχτυ του συμπλέκτη, μέσω της ντίζας, έτσι ώστε, όταν αυξάνεται η πίεση, να τραβάει τη ντίζα και να αποσυμπλέκει το δίσκο. Επίσης περιλαμβάνει και τον αισθητήρα θέσης συμπλέκτη που συνδέεται με την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.

Αισθητήρας λαβής του μοχλού ταχυτήτων

Με τον αισθητήρα στην λαβή του μοχλού ταχυτήτων η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου αντιλαμβάνεται την κατεύθυνση στην οποία θέλει να κινηθεί ο οδηγός τον επιλογέα, καθώς και την επιλογή της νεκράς. Αποτελείται από δύο κυκλώματα των οποίων οι επαφές είναι τα ηλεκτρόδια

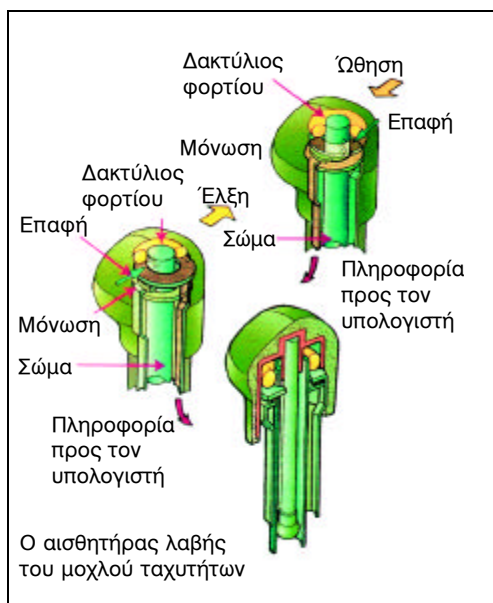


Σχήμα 1.11: Υδραυλική μονάδα ενεργοποίησης συμπλέκτη -σερβομηχανισμός.

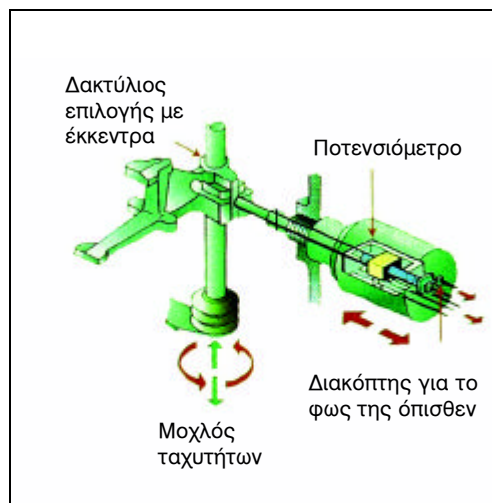
που βρίσκονται στο εσωτερικό του μοχλού. Το κεντρικό σωληνωειδές ηλεκτρόδιο, είναι αξονικά τοποθετημένο στο εσωτερικό του μοχλού, ενώ τα άλλα δύο δακτυλοειδή είναι τοποθετημένα γύρω από αυτό. Όταν ο μοχλός είναι σε ηρεμία τα ηλεκτρόδια δεν βρίσκονται σε επαφή, οπότε, ουσιαστικά, είναι ανοιχτά και τα δύο κυκλώματα του αισθητήρα. Όταν πιέζεται ο μοχλός ταχυτήτων προς τα εμπρός ή προς τα πίσω, το ένα από τα δύο δακτυλοειδή ηλεκτρόδια κλείνει το κύκλωμα με το κεντρικό, απομώνοντας το δεύτερο.

Αισθητήρας θέσης μοχλού ταχυτήτων

Ο αισθητήρας θέσης του μοχλού ταχυτήτων χρησιμοποιείται από την κεντρική μονάδα για την αναγνώριση της θέσης του επιλογέα. Είναι τοποθετημένος στην βάση του μοχλού και αποτελείται



Σχήμα 1.12: Αισθητήρας λαβής του μοχλού ταχυτήτων.



Σχήμα 1.13: Αισθητήρας θέσης του μοχλού ταχυτήτων.

από δύο ποτενσιόμετρα, κάθετα μεταξύ τους. Το ένα αναγνωρίζει τη θέση του μοχλού εμπρός και πίσω και το άλλο δεξιά και αριστερά.

Συμπληρωματικοί αισθητήρες - διακόπτες

- **Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού:** Είναι ένα ποτενσιόμετρο συνδεδεμένο με το πεντάλ του γκαζιού, του οποίου η τάση εξόδου αυξάνεται με το άνοιγμα της πεταλούδας του γκαζιού.
- **Αισθητήρας στροφών κινητήρα:** Είναι ένας επαγωγικός αισθητήρας, όμοιος με αυτόν του στροφαλοφόρου, από τον οποίο η κεντρική ηλεκτρονική μονάδα πληροφορείται τις στροφές του κινητήρα. Εάν ο οδηγός επιχειρήσει να αλλάξει ταχύτητα, από μεγαλύτερη σε μικρότερη, (κατέβασμα), αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την κατά πολύ αύξηση των

στροφών του κινητήρα και η ηλεκτρονική μονάδα δεν το επιτρέπει.

- **Αισθητήρας ταχύτητας:** Είναι ένας αισθητήρας τύπου Hall, που είναι συνδεδεμένος με τη ντίζα του ταχύμετρου και πληροφορεί την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα για την ταχύτητα του αυτοκινήτου.
- **Διακόπτες ασφάλισης:** Υπάρχουν στις πόρτες και στο καπώ. Σε περίπτωση που ένας από αυτούς είναι ανοιχτός, άρα και κάποια πόρτα είναι ανοιχτή, η κεντρική ηλεκτρονική μονάδα δεν επιτρέπει τη σύμπλεξη ταχύτητας και την εκκίνηση του αυτοκινήτου.

Διακόπτες επιλογής λειτουργίας και ένδειξη επιλεγμένης ταχύτητας σε αυτοματοποιημένο σύστημα

Στην εξελιγμένη μορφή του ημιαυτόματου αυτού κιβωτίου παρέχεται η επιλογή αυτόματης λειτουργίας. Η αρχική σύμπλεξη από στάση γίνεται με το πάτημα του διακόπτη D στην κονσόλα, ενώ για την αποσύμπλεξη και την επιλογή της νεκράς ο οδηγός πατάει το διακόπτη N.

Η ταχύτητα που είναι συμπλεγμένη μέσα στο κιβώτιο φαίνεται από την σχετική ένδειξη στο ταμπλό.



Σχήμα 1.14: Διακόπτες επιλογής λειτουργίας - ενδεικτικό επιλεγμένης ταχύτητας.

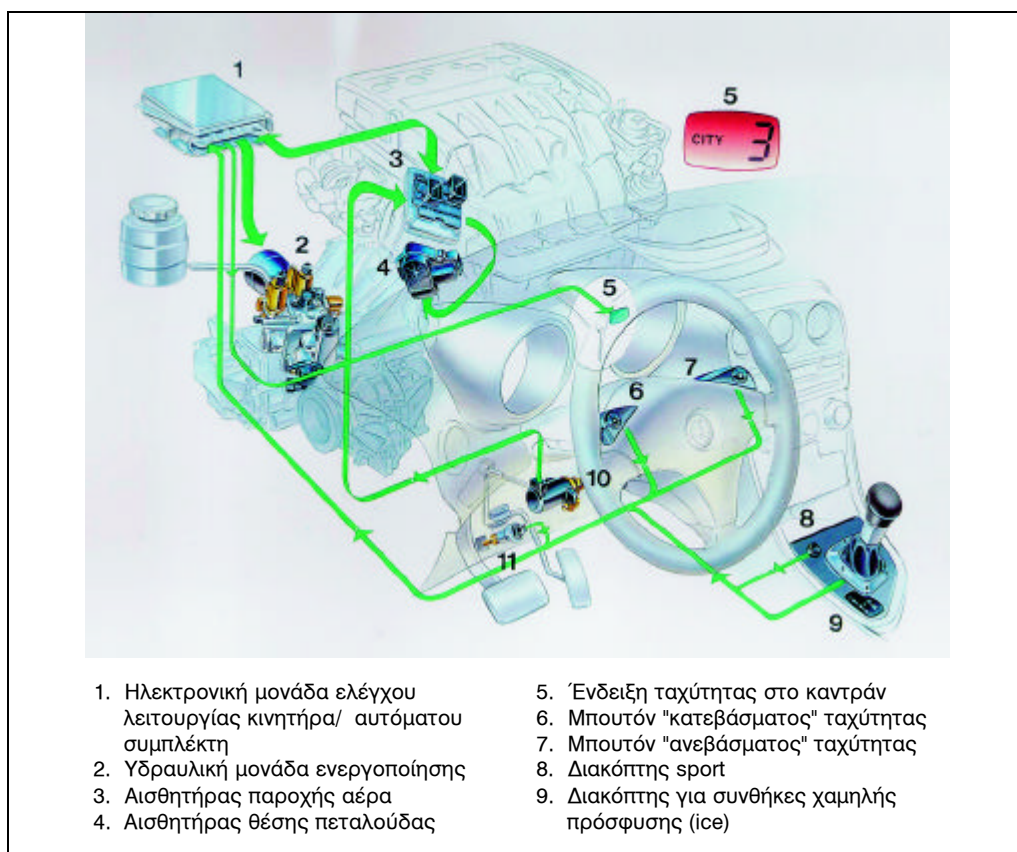
Μηχανικά κιβώτια σειριακής επιλογής ταχυτήτων

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

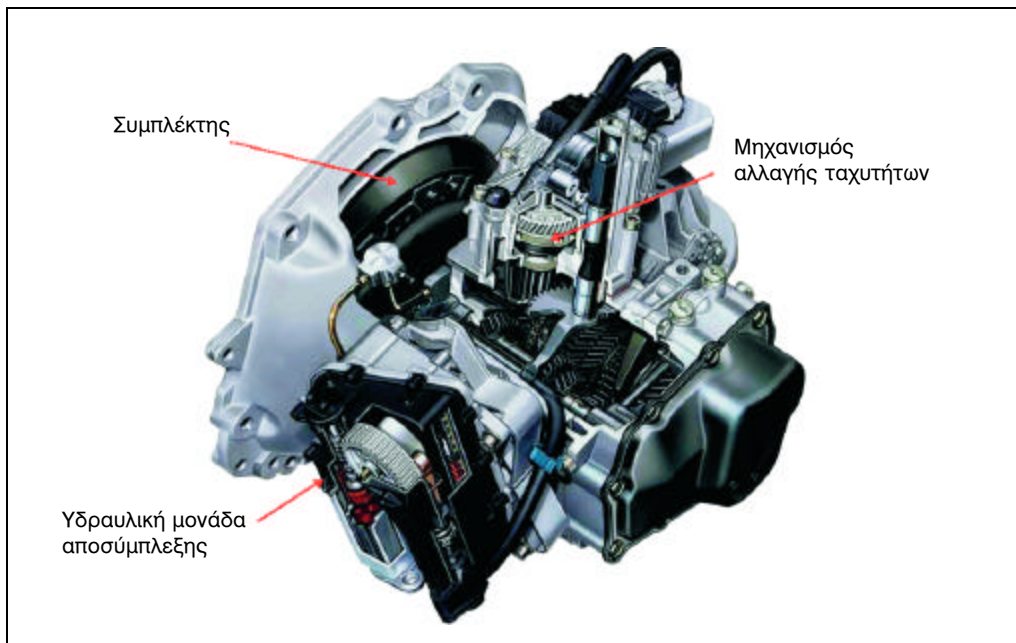
Στην περίπτωση αυτή οι αλλαγές ταχυτήτων γίνονται μία - μία, είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω, τραβώντας ή σπρώχνοντας τον επιλογέα αντίστοιχα

(σειριακά). Σε ορισμένα σπορ ή αγωνιστικά μοντέλα η διαδικασία αυτή γίνεται πατώντας ειδικά πλήκτρα πίσω από το τιμόνι (Ferrari F355) ή με μπουτόν επάνω στις ακτίνες του (BMW M3).

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



Σχήμα 1.15: Σειριακό κιβώτιο Alfa Romeo Selespeed.



Σχήμα 1.16: Opel Easytronic.

Η αλλαγή ταχυτήτων γίνεται σειριακά, όμως ο οδηγός έχει τη δυνατότητα να αλλάξει παραπάνω από μία σχέσεις διατηρώντας σταθερά τον επιλογέα στην θέση "+" ή "-".

Εκτός από την χειροκίνητη λειτουργία υπάρχει και η επιλογή της αυτόματης, μέσω του σχετικού διακόπτη, κατά την οποία, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα αποφασίζει την αλλαγή των ταχυτήτων ανάλογα με τις συνθήκες οδήγησης, μετατρέποντας το κιβώτιο ουσιαστικά σε αυτόματο.

Άλλη δυνατότητα του κιβωτίου είναι σε φρενάρισμα πανικού να "κατεβάζει" μία-μια τις ταχύτητες, και, όταν το αυτοκίνητο πλησιάσει στην ακινητοποίηση, να αποσυμπλέκει τελείως τον κινητήρα από το σύστημα μετάδοσης. Επίσης αν ο δρόμος είναι ολισθηρός και τεθεί σε



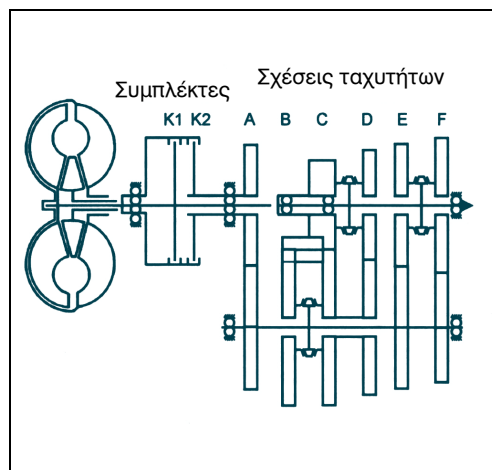
Σχήμα 1.17: Επιλογέας ταχυτήτων Opel Easytronic.

λειτουργία το ABS το σύστημα πάλι αποσυμπλέκει τον κινητήρα από το σύστημα μετάδοσης, έτσι ώστε να μην επηρεάζεται καθόλου το φρενάρισμα από την αδράνεια του κινητήρα.

1.2.6. Ημι-αυτόματα κιβώτια διπλού συμπλέκτη

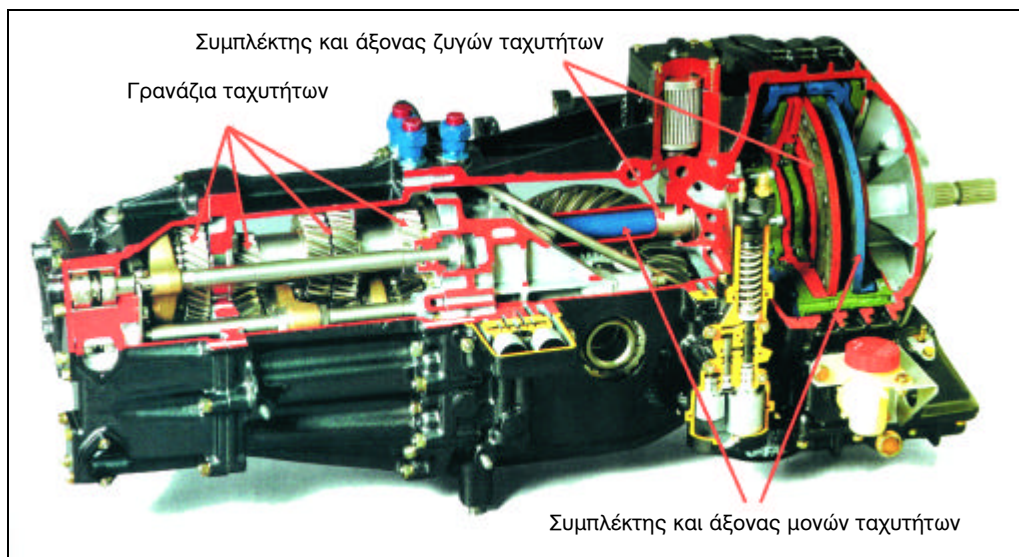
Πρόκειται για κιβώτια αυτόματης σύμπλεξης με κύριο χαρακτηριστικό ότι ουσιαστικά ο δευτερεύοντας άξονας είναι χωρισμένος σε δύο. Το κάθε τμήμα παίρνει κίνηση από τον πρωτεύοντα άξονα μέσω του δικού του συμπλέκτη, ενώ ο ένας έχει τις μονές και ο άλλος τις ζυγές σχέσεις. Στο τέλος και οι δύο άξονες μεταφέρουν την κίνηση σε έναν κοινό άξονα εξόδου.

Το πλεονέκτημα του συστήματος είναι η δυνατότητα ταχύτατης αλλαγής σχέσεων μετάδοσης. Η αλλαγή των ταχυτήτων γίνεται όπως σε ένα συμβατικό μη-



Σχήμα 1.18: Λειτουργικό διάγραμμα κιβωτίου διπλού συμπλέκτη.

χανικό κιβώτιο ταχυτήτων, με τη διαφορά ότι, από τη μία αλλαγή ταχύτητας στην άλλη, αλλάζει ο άξονας και ουσιαστικά ο αντίστοιχος εμπλεκόμενος συμπλέκτης.



Σχήμα 1.19: Κιβώτιο διπλού συμπλέκτη Porsche PDK.

Για παράδειγμα, στην αλλαγή ταχύτητας από 1η σε 2η το αυτόματο σύστημα αλλαγής ανοίγει το συμπλέκτη του άξονα της 2ης και στη συνέχεια σπρώχνει το κόμπλερ της. Κλείνοντας τον συμπλέκτη του άξονα της 2ης, ανοίγει ταυτόχρονα τον συμπλέκτη του άξονα της 1ης, απομονώνοντάς τον, οπότε η μετάδοση της ισχύος πραγματοποιείται πια μόνον από τον άξονα της 2ης.

Από την περιγραφή της λειτουργίας του γίνεται φανερό ότι δεν μπορεί να υπάρχει αλλαγή δύο ταχυτήτων μαζί, από 2η σε 4η, αφού αυτές βρίσκονται στον ίδιο άξονα.

Το ιδιαίτερο αυτό κιβώτιο ταχυτήτων βρήκε εφαρμογή μόνο σε αγωνιστικά μοντέλα της Porsche και όχι σε αυτοκίνητα μαζικής παραγωγής, παρά τις εκτεταμένες δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στα μοντέλα 944.

1.2.7. Πιθανά προβλήματα - βλάβες - κακή λειτουργία του συστήματος

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

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

1.2.8 Μέσα - τρόποι διάγνωσης

Για τη διάγνωση των βλαβών συνήθως απαιτείται η αποσυναρμολόγηση του συστήματος και ο έλεγχος των φθορών. Σε περίπτωση που υπάρχει ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου χρησιμοποιούνται οι ειδικές διαγνωστικές συσκευές ή πολύμετρα.

Ανακεφαλαίωση

Η εξέλιξη των μηχανικών συμπλεκτών με το σύστημα βολάν διπλής μάζας βελτίωσε σημαντικά τη διαδικασία αλλαγής ταχύτητας σε ένα συμβατικό μηχανικό κιβώτιο.

Δραστικότερη όμως συμβολή στην άνεση κατά την οδήγηση έχει η χρήση ενός αυτοματοποιημένου συμπλέκτη, με τον οποίο καταργείται το πεντάλ και ο οδηγός αλλάζει τις ταχύτητες, μετακινώντας απλά τον επιλογέα. Και στις δύο περιπτώσεις η χρήση μηχανικού συμπλέκτη είναι αξιόπιστη και σχετικά φθηνή αλλά περιορίζεται στα μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων.

Ο ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης και ο μετατροπέας ροπής χρησιμοποιούνται σε αυτόματα ή ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων και έχουν το βασικό πλεονέκτημα της ομαλής μεταφοράς της ισχύος χωρίς κραδασμούς (σκορτσαρίσματα). Συγκρινόμενος με τον μετατροπέα ροπής ο ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης παρουσιάζει μεγαλύτερη ταχύτητα σύμπλεξης και ευκολότερα ελεγχόμενη λειτουργία αλλά δεν μπορεί να μεταφέρει υψηλές ροπές. Αντίθετα, ο μετατροπέας ροπής υστερεί περισσότερο στην λειτουργία του, έχει μεγαλύτερες απώλειες αλλά έχει αυξημένη αξιοπιστία και δυνατότητα μεταφοράς ιδιαίτερα μεγάλης ροπής.

Στα κιβώτια διπλού συμπλέκτη χρησιμοποιούνται δύο συμπλέκτες, έτσι ώστε να επιταχύνεται η αλλαγή των σχέσεων μετάδοσης. Το χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι οι αλλαγές μπορούν να γίνονται μόνον σειριακά, γι' αυτό βρήκαν ελάχιστη εφαρμογή, και μόνο σε αγωνιστικά μοντέλα.