



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

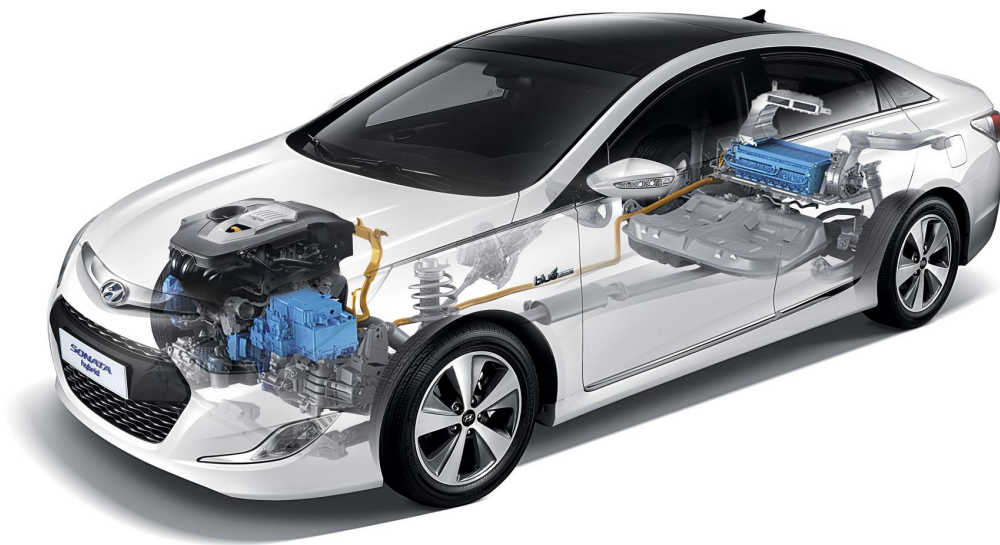
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

‘ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ &

**ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ (DIRECT SHIFT
GEARBOX)’**



**Σταύρου Γεώργιος Καρδαμήλας Παντελής
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΧΑΡΑΛΑΜΠΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1^ο Μέρος

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
1.1.1.ΣΦΟΝΔΥΛΟΣ.....	5
1.1.2.ΣΦΟΝΔΥΛΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΜΑΖΑΣ.....	8
1.2.1.ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ.....	10
1.2.2.ΟΛΙΣΘΗΣΗ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ.....	17
1.2.3.ΔΙΣΚΟΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ ΜΕ ΦΤΕΡΑ.....	18
1.2.4.ΠΟΛΥΔΙΣΚΟΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ.....	22
1.2.5.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΙΜΗΣ ΡΟΠΗΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ.....	24
1.3.1.ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	25
1.3.2.ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	27
1.3.3.ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	31
1.3.4.ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΙΒΩΤΙΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	37
1.4.1.ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ.....	40
1.4.2.ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ.....	42
1.4.3.ΜΠΛΟΚΕ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ.....	45
1.4.4.ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ.....	46
1.4.5.ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ TORSEN.....	47
1.4.6.ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ.....	51
1.4.7.ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ HALDEX.....	54
1.4.8.ΔΙΣΚΑΤΟ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ.....	60
1.4.9.BMW M DIFFERENTIAL LOCK.....	64
1.4.10.ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΤΕΤΡΑΚΙΝΗΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ.....	65
1.4.11.ΣΥΣΤΗΜΑ QUATTRO ΤΗΣ AUDI.....	67
1.4.12.ΣΥΣΤΗΜΑ PSK ΤΗΣ PORSCHE.....	70
1.4.13.ΣΥΣΤΗΜΑ ATTESA E-TS PRO ΤΗΣ NISSAN.....	72
1.4.14.ΣΥΣΤΗΜΑ SH-AWD ΤΗΣ HONDA.....	73

2^ο Μέρος

2. Κιβώτια DSG.....	76
2.1. Γενικά.....	76
2.2. Τεχνικά Χαρακτηριστικά και διαφορές μεταξύ κιβωτίων.....	79
2.2.1. 6-speed DSG(έξι σχέσεων κιβώτιο ταχυτήτων).....	79
2.2.2. 7-speed DSG (επτά σχέσεων κιβώτιο ταχυτήτων).....	80
2.3.Τεχνική πλευρά συστήματος.....	81
2.4.Μηχατρονική (MECHATRONIC).....	83
2.5.Συντήρηση – αλλαγή λαδιών του.....	84
2.6.Οφέλη από την αλλαγή λαδιού και φίλτρου.....	85
2.7.Πρότυπο ψύκτη DSG.....	86
2.8.Συνοπτικά για το κιβώτιο DSG (όσον αφορά την Volkswagen).....	87
2.9.Χειρισμός του DSG.....	88
2.10.Οπτική ανάλυση του κιβωτίου.....	90
2.11.Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα DSG (αναλυτικά).....	91
2.11.1.Πλεονεκτήματα.....	91
2.11.2.Μειονεκτήματα.....	91
2.12.Το κόστος του 7 σχέσεων DSG.....	92
2.13.Μελλοντική εξέλιξη κιβωτίου DSG.....	93
2.14.Ανακλήσεις των οχημάτων που είναι εξοπλισμένα με DSG.....	94
2.15.Δυνατότητες βελτιστοποίησης.....	95
3. Κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης.....	95

.....	96
3.1.Κιβώτια ταχυτήτων CVT.....	96
3. 2.Κιβώτιο ταχυτήτων TCT.....	100
3.3.M-DCT κιβώτιο ταχυτήτων.....	102
3.4.Sequential M gearbox.....	103
3.5.Μελλοντικό κιβώτιο ταχυτήτων.....	106
4.Βιβλιογραφία.....	107

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός του συστήματος μετάδοσης κίνησης είναι η μεταφορά της ισχύος του κινητήρα ενός οχήματος στους τροχούς του για να περιστραφούν και να κινηθεί το όχημα.

Τα αυτοκίνητα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να παράγουν μεγάλη ισχύ έλξης, ώστε να μπορούν να κινούνται προς τα εμπρός, προς τα πίσω σε ομαλά και ανώμαλα εδάφη.

Η διαδρομή όπου ακολουθεί η δύναμη του κινητήρα για να φτάσει έως και τους τροχούς είναι η εξής: από τον κινητήρα και τον σφόνδυλο περνάει στον συμπλέκτη, έπειτα στο κιβώτιο ταχυτήτων ή ακόμα και στο βοηθητικό κιβώτιο εάν υπάρχει και από εκεί μέσω του άξονα μετάδοσης κίνησης και των αρθρωτών συνδέσμων πάει στο διαφορικό για να μοιρασθεί η ισχύς στα ημιαξόνια και τέλος στους τροχούς και τα ελαστικά ώστε να κινηθεί το όχημα.

Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει:

δύναμη στο πέδμα του ελαστικού = τριβή κύλισης + δύναμη βάρους λόγω κλίσης οδοστρώματος + αδράνεια μάζας οχήματος + αεροδυναμική αντίσταση

Στο πρώτο μέρος της παρόν πτυχιακή θα γίνει εκτενέστερη αναφορά στον σφόνδυλο, στον συμπλέκτη, το κιβώτιο ταχυτήτων και το διαφορικό. Το δεύτερο μέρος απαρτίζεται από τη μελέτη κωνικών οδοντωτών τροχών, όπου και εξοπλίζουν το πίσω διαφορικό των οχημάτων.

1° Μέρος

1.1.1. ΣΦΟΝΔΥΛΟΣ



Ο σφόνδυλος είναι η τελευταία επιφάνεια τριβής του συμπλέκτη και ο μηχανισμός που επιτρέπει στον κινητήρα να παίρνει μπροστά, να λειτουργεί στο ρελαντί και σε χαμηλές στροφές και να προσφέρει μια σταθερή παροχή ροπής χωρίς απότομες και συνεχείς διακυμάνσεις.

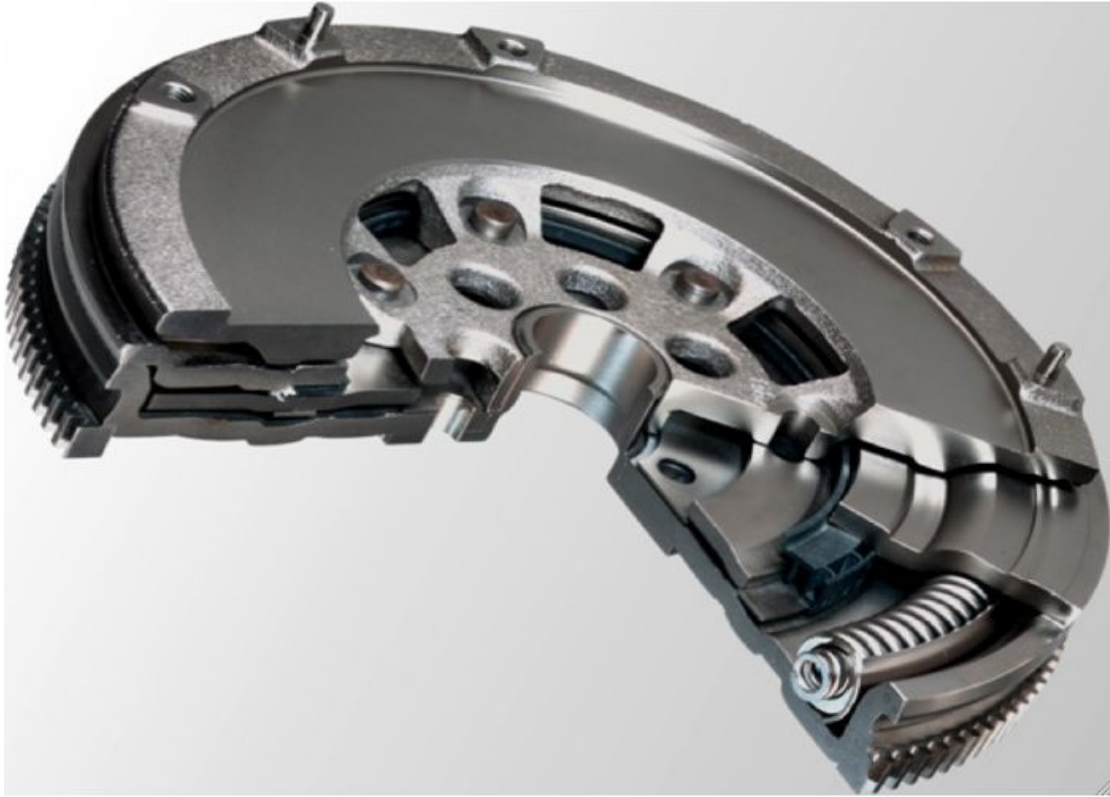
Ο σφόνδυλος είναι ένας μεγάλος και βαρύς δίσκος από χυτοσίδηρο. Βιδώνεται στον στροφαλοφόρο και λειτουργεί ως κόμπλερ για την προσαρμογή του συμπλέκτη. Το μεγάλο βάρος του βολάν, η υψηλή ταχύτητα περιστροφής του και η μεγάλη συγκέντρωση μάζας προς την επιφάνειά του, το καθιστούν μια δεξαμενή με μεγάλη χωρητικότητα κινητικής ενέργειας. Η στάθμη της δεξαμενής αυξάνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα ενώ υπάρχει μια ανταλλαγή ενέργειας από το μοτέρ προς το βολάν και το αντίστροφο.

Σε ένα τετράχρονο κινητήρα έχουμε παραγωγή έργου μόνο στον τρίτο χρόνο, την εκτόνωση αλλά καταναλώνει μεγάλα ποσά ενέργειας στους υπόλοιπους χρόνους. Ο κινητήρας παράγει έργο και μέρος αυτού απορροφάται από το βολάν με τη μορφή κινητικής ενέργειας όπου το βολάν περιστρέφεται με την ίδια κινητική κατάσταση του στροφάλου και έτσι έχει κάποια αδράνεια. Στον τετράχρονο κινητήρα από έκρηξη σε έκρηξη στη σειρά ανάφλεξης των κυλίνδρων είναι 180 μοίρες περιστροφής του στροφάλου. Από χρόνο σε χρόνο ο κινητήρας έχει κενά παραγωγής ισχύος και τότε το βολάν με την αδράνειά του δίνει στον κινητήρα την κινητική ενέργεια ώστε να περάσει στον επόμενο χρόνο παραγωγής έργου.

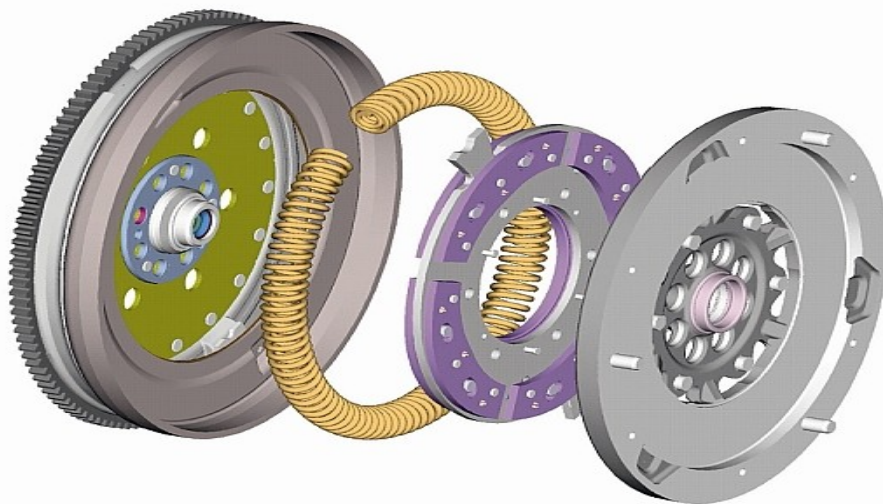
Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων θέλουν πολιτισμένα και φιλικά προς την χρήση αυτοκίνητα. Το βαρύ βολάν διευκολύνει σε αυτό και έτσι γίνεται χρήση βαρύτερων απ' ότι χρειάζεται ο κινητήρας. Το αρνητικό είναι ότι αυξάνεται η αδράνεια με αποτέλεσμα να μειώνεται η ευστροφία του κινητήρα. Σε ένα εργοστασιακό αμάξι μπορεί να γίνει χρήση 50% ελαφρύτερου βολάν χωρίς να διαταραχθεί εμφανώς η ομαλότητα του ρελαντί και ο πολιτισμένος κινητήρας του.

Τα ελαφρύτερα βολάν κατασκευάζονται από αλουμίνιο σε σχέση με τα εργοστασιακά που είναι από μαντέμι και έτσι τα αλουμινένια μπορούν ακόμα και να διατηρήσουν την εργοστασιακή σχεδίαση ενώ παράλληλα προσφέρουν αυξημένη ευστροφία. Στο βολάν αλουμινίου χρειάζεται να ενσωματωθεί μια ειδική ατσάλινη πλάκα για την επιφάνεια τριβής του συμπλέκτη. Ο συντελεστής διαστολής της δεν είναι ταυτόσημος με του αλουμινίου και έτσι η υπερθέρμανση από πατινάρισμα ή σκληρή χρήση δημιουργεί τον κίνδυνο παραμόρφωσης του βολάν. Επίσης υπάρχει πρόβλημα στήριξης του βολάν στον στρόφαλο γιατί οι τρύπες στο κέντρο μπορεί να παραμορφωθούν από υπερβολικά φορτία. Έτσι χρησιμοποιούνται ατσάλινα εμφυτεύματα στο κέντρο για ενίσχυση. Τα καλύτερα βολάν αλλά και ακριβότερα είναι από χρωμιομολυβδαίνιο ή από χάλυβα εργαλείων. Είναι ελαφρύτερα από το μαντέμι όχι όμως και από το αλουμίνιο αλλά έχουν τρύπες περιμετρικά για μείωση βάρους. Είναι ανθεκτικότερα στην υπερθέρμανση και στην σκληρή χρήση απ' ότι τα αλουμινένια και είναι κατάλληλα για αγωνιστικές κατασκευές.

1.1.2. ΣΦΟΝΔΥΛΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΜΑΖΑΣ



Ο σφόνδυλος διπλής μάζας χρησιμοποιείται περισσότερο τα τελευταία χρόνια ενώ παλαιότερα ήταν προνόμιο για κινητήρες με μεγάλη χωρητικότητα και η χρήση του προοριζόταν για αυτοκίνητα πολυτελείας. Το βολάν διπλής μάζας είναι διαιρούμενο, όπου η επιφάνεια τριβής είναι αναρτημένη σε έναν μεγάλο αποσβεστήρα κραδασμών, ο οποίος και την ενώνει με το υπόλοιπο βολάν, που λειτουργεί σαν κέλυφος. Ο αποσβεστήρας κραδασμών αποτελείται από ένα συνδυασμό ελατηρίων και ελαστικών συνδέσμων, μαζί με τις απαραίτητες διατάξεις στήριξης και λίπανσης. Το βολάν διπλής μάζας λειτουργεί σαν μεγάλος αποσβεστήρας ταλαντώσεων, που εξουδετερώνει μεγάλο μέρος των κραδασμών του κινητήρα και του συμπλέκτη. Λόγω του ότι έχει ενσωματωμένο αποσβεστήρα κραδασμών, ο δίσκος είναι ξερός, χωρίς ελατήρια όπως σε αγωνιστικά αυτοκίνητα. Με αυτόν τον τρόπο η μάζα του δίσκου μειώνεται δραστικά και ο συγχρονισμός των γραναζιών κατά την αλλαγή ταχυτήτων γίνεται ευκολότερα και ταχύτερα. Επίσης απομονώνουν καλύτερα τους λειτουργικούς θορύβους του κινητήρα και μετάδοσης και προσφέρουν την αρκετά ομαλή λειτουργία κατά την κίνηση με χαμηλούς ρυθμούς περιστροφής, ακόμα και με μεγάλη σχέση στο κιβώτιο στο ρελαντί. Τέλος για έναν σφόνδυλο διπλής μάζας δεν ενδείκνυται η σκληρή χρήση με βίαια ξεκινήματα και απότομες συμπλέξεις γιατί η δευτερεύουσα μάζα του σφονδύλου και ο αποσβεστήρας του υποφέρουν και τελικά αστοχούν δημιουργώντας τζόγους και κραδασμούς.



1.2.1. ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ



Η λειτουργία του συμπλέκτη που χρησιμοποιείτε στα αυτοκίνητα βασίζεται στην τριβή. Η λειτουργία των μηχανικών συμπλεκτών βασίζεται στην ξηρή τριβή ενώ των συμπλεκτών υγρής σύμπλεξης βασίζεται στην υγρή τριβή και στην αδράνεια. Οι δύο τύποι συμπλεκτών εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό με διαφορά στην αρχή λειτουργίας του καθενός.

Ο συμπλέκτης τοποθετείτε στη πίσω πλευρά του σφονδύλου μεταξύ του κινητήρα και του κιβωτίου ταχυτήτων και αποτελεί τον μηχανισμό εκείνο, με τον οποίο αποσυνπλέκεται προσωρινά το σύστημα της μετάδοσης της κίνησης από τον κινητήρα. Ο κινητήρας εσωτερικής καύσης δεν αναπτύσσει μεγάλη ροπή στρέψης, ικανή να επιτύχει την αρχική εκκίνηση του οχήματος, πρέπει ο κινητήρας να αποσυνδέεται από το σύστημα μετάδοσης κίνησης και να λειτουργεί ελεύθερος, χωρίς φορτίο, μέχρις ότου αναπτύξει ικανοποιητική στρέψη για να υπερνικήσει την αδράνεια του οχήματος, κατά την αρχική του εκκίνηση. Η εφαρμογή της ισχύος του κινητήρα επί του φορτίου πρέπει να γίνεται βαθμιαία, για την επίτευξη ομαλής σύμπλεξης του συστήματος μετάδοσης και του κινητήρα, ώστε να μην υπάρξουν κραδασμοί που ταλαιπωρούν σοβαρά τα εξαρτήματα μετάδοσης κίνησης, ιδιαίτερα κατά την εκκίνηση. Μετά την σύμπλεξη, ο συμπλέκτης πρέπει να μεταδίδει όλη την ισχύ του κινητήρα στο κιβώτιο ταχυτήτων, χωρίς να ολισθαίνει, ενώ και ο κινητήρας επίσης πρέπει να αποσυνπλέκεται από το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, κατά την διάρκεια μιας αλλαγής ταχύτητας στο κιβώτιο.

Η μετάδοση της κίνησης, μέσω του συμπλέκτη, επιτυγχάνεται με την βαθμιαία επαφή ενός ή περισσοτέρων κινητήριων στοιχείων, στερεωμένων επί του στροφαλοφόρου άξονα με άλλο ή άλλα αντίστοιχα κινούμενα στοιχεία που είναι στερεωμένα στο εξάρτημα που πρόκειται να κινηθεί. Τα στοιχεία αυτά βρίσκονται σε επαφή, είτε σε στάση, είτε σε περιστροφή, με διαφορετικές ταχύτητες. Η επαφή αυτή επιτυγχάνεται και διατηρείται με την πίεση ισχυρών ελατηρίων, η οποία ελέγχεται από τον οδηγό, μέσω του ποδόπληκτρου του συμπλέκτη και κατάλληλων αρθρώσεων. Όταν αυξάνεται η πίεση των ελατηρίων, αυξάνεται αντίστοιχα και η τριβή, ενώ όταν η πίεση είναι ελαφρά, τότε μικρή θα είναι και η τριβή μεταξύ των στοιχείων, γεγονός που επιτρέπει την ολίσθηση του συμπλέκτη σε μεγάλο βαθμό. Έτσι ενόσω η πίεση από τα ελατήρια αυξάνει, η ολίσθηση ελαττώνεται, μέχρις ότου εφαρμοσθεί η πλήρης πίεση των ελατηρίων, οπότε και ταχύτητα περιστροφής των κινητήριων και κινούμενων στοιχείων γίνεται η ίδια, με τελικό αποτέλεσμα κάθε ολίσθηση να έχει σταματήσει εντελώς. Η απ' ευθείας σύνδεση μεταξύ κινητήριων και κινούμενων εξαρτημάτων είναι πλέον γεγονός και προκύπτει η πλήρης μετάδοση της κίνησης.

Τύποι συμπλεκτών

- Ενός δίσκου με ελατήρια
- Δύο δίσκων με ελατήρια
- Με διάφραγμα
- Πολλαπλών δίσκων
- Υγρής τριβής πολλαπλών δίσκων
- Αυτόματοι (φυγοκεντρικοί, ηλεκτρομαγνητικοί, υδραυλικοί, υδραυλικοί μετατροπείς της ροπής στέψης)

Ο συμπλέκτης που είναι πλέον ο πιο διαδεδομένος στις μέρες μας και χρησιμοποιείται στα περισσότερα αυτοκίνητα είναι ο επίπεδος μονόδισκος συμπλέκτης ξηράς τριβής. Ο δίσκος του συμπλέκτη τρίβεται πάνω στον σφόνδυλο.



Δίσκος συμπλέκτη

Πρόκειται για ένα ειδικό συγκρότημα που συνδέει τον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου με τον σφόνδυλο του κινητήρα μέσω της τριβής που αναπτύσσεται ανάμεσα στις επιφάνειές τους. Η απόληξη του πρωτεύοντα άξονα μπαίνει μέσα στον ειδικά διαμορφωμένο πολύσφηνο κέντρο του δίσκου, από τον οποίο παραλαμβάνει την δύναμη του κινητήρα. Η τριβή είναι ανάλογη της δύναμης που πιέζει τις τριβόμενες επιφάνειες, έτσι για να έχουμε αρκετή τριβή και να μεταφέρουμε αυτούσια την δύναμη του κινητήρα στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης θα πρέπει να πιέζουμε τον δίσκο πάνω στον σφόνδυλο. Αυτή την εργασία κάνει ο δίσκος πλατό.



Δίσκος πλατό

Ο δίσκος πλατό αποτελείται κατά βάση από μια άκαμπτη μεταλλική πλάκα, ένα ελαστικό διάφραγμα που την πιέζει πάνω στον δίσκο και ένα κέλυφος που κρατάει κόντρα και την συγκρατεί πάνω στον σφόνδυλο.

Ο συνηθισμένος δίσκος συμπλέκτη έχει υλικό τριβής από οργανικό υλικό (φερμουίτ) πακτωμένο με πιρτσίνια στις δύο μεριές της εξωτερικής του διαμέτρου. Το φερμουίτ έχει σχήμα κυκλικού τομέα και το έλασμα πάνω στο οποίο είναι πακτωμένο είναι κυματοειδές. Αν αφαιρέσουμε το φερμουίτ θα φανεί ότι το ειδικό ατσάλινο έλασμα έχει κυματοειδές προφίλ ώστε όταν συμπιέζεται να λειτουργεί σαν ελατήριο. Με αυτόν τον τρόπο ο δίσκος αποκτά πιο προοδευτική σύμπλεξη, καθώς έχει περισσότερα περιθώρια συμπίεσης από το πλατό κατά την διάρκεια της σύμπλεξης και έτσι προσφέρει μεγαλύτερη ωφέλιμη διαδρομή στο ποδόπληκτρο.

Ο αφαλός του δίσκου είναι διαιρούμενος, με το καρέ του πρωτεύοντα άξονα να είναι ανεξάρτητο από το κέντρο του δίσκου που αποτελεί την προέκταση των στηριγμάτων του φερμουίτ. Το καρέ ενώνεται με τον υπόλοιπο δίσκο με την βοήθεια ειδικών ελατηρίων, συνήθως τεσσάρων ή έξι, που ανά ζεύγη έχουν διαφορετική σκληρότητα μεταξύ τους. Αυτά επιτρέπουν τη σχετική κίνηση καρέ-κέντρου μέχρι και 20 μοίρες, ώστε να υπάρχει κάποια ελαστικότητα κατά την σύμπλεξη. Αυτός είναι ο τρόπος που αποφεύγεται η ολίσθηση κατά την εκκίνηση και κατά το πάτημα ή το άφημα του γκαζιού όταν το ποδόπληκτρο του συμπλέκτη έχει αφεθεί τελείως. Οι αφαλοί αυτοί είναι πολύ ανθεκτικοί, ωστόσο δεν είναι κατάλληλοι για απότομα ξεκινήματα γιατί τα ελατήριά τους τερματίζουν με αποτέλεσμα να υποχωρούν οι οδηγοί στήριξής τους και να δημιουργούνται τζόγοι στον αφαλό του δίσκου με συνέπεια την ολίσθηση και ανωμαλίες στην εκκίνηση.

Το πλατό καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την απόδοση του συμπλέκτη και την ικανότητά του να μεταφέρει αυτούσια τη ροπή του κινητήρα. Η τριβή εξαρτάται από την πίεση του πλατό, δηλαδή τη δύναμη των ελατηρίων ή του χτενιού του. Μεταβάλλοντάς τη, μπορούμε να μεταβάλουμε την τριβή και έτσι να εκκινήσουμε ομαλά και να απομονώσουμε το κιβώτιο από τον κινητήρα. Αυτό πραγματοποιείται πιέζοντας το χτένι με ένα ειδικό ρουλεμάν πίεσης και αναγκάζοντάς το να υποχωρήσει παρασέρνοντας μαζί του την πλάκα πίεσης. Με αυτόν τον τρόπο ο δίσκος ελευθερώνεται, χάνει την επαφή του με τον σφόνδυλο και σταματάει να μεταφέρει την κίνηση στο κιβώτιο ταχυτήτων.

Το προοδευτικό άφημα του ποδόπληκτρο του συμπλέκτη επιστρέφει την πλάκα πίεσης και το δίσκο σε επαφή με τον σφόνδυλο και αυξάνει την πίεση πάνω στο δίσκο με αποτέλεσμα την αύξηση της τριβής. Όταν η τριβή φτάσει σε μια επαρκή τιμή, ο δίσκος παύει να ολισθαίνει πάνω στο σφόνδυλο και ακινητοποιείται σε σχέση με αυτό, μεταφέροντας αυτούσια τη ροπή στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης.

Το χτένι τοποθετείται ανάμεσα στο κέλυφος του πλατό και στην πλάκα πίεσης, με την κορυφή του κώνου του χτενιού να είναι στραμμένο προς το εξωτερικό μέρος του πλατό, δηλαδή το κιβώτιο ταχυτήτων. Εκατέρωθεν του χτενιού τοποθετούνται δύο δακτυλίδια, που λειτουργούν ως αρθρώσεις-υπομόχλια για την παραμόρφωση του χτενιού. Μετά την τοποθέτηση του χτενιού στο κέλυφος του πλατό, προστίθεται η πλάκα πίεσης και πιέζεται ενάντια στο χτένι, για να δημιουργήσει μια αρχική προφόρτιση. Για να συγκρατείται το πλατό κόντρα στο χτένι, ασφαρίζεται με ειδικά ελάσματα στο πλάι του. Κάθε φορά που πατάμε το συμπλέκτη, το δίχαλο που βρίσκεται στη γελώνα του κιβωτίου ταχυτήτων πιέζει το ρουλεμάν και παραμορφώνει το χτένι. Με αυτόν τον τρόπο το χτένι μειώνει την πίεσή του στο πλατό και το ασφαλιστικό έλασμά του το παρασύρουν προς τα πίσω, για να αυξήσουν το διάκενο πλατό-σφονδύλου και να ελευθερώσουν τον δίσκο.

1.2.2. ΟΛΙΣΘΗΣΗ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ

Η ολίσθηση οφείλεται στην αδυναμία του συμπλέκτη να αναπτύξει επαρκή τριβή ώστε να μεταφέρει όλη τη ροπή στους τροχούς. Η μοναδική περίπτωση που η ολίσθηση είναι θεμιτή είναι όταν το προκαλεί ο οδηγός, πατώντας το ποδόπληκτρο του συμπλέκτη για να εκκινήσουμε ή να επιλέξουμε μία ταχύτητα στο κιβώτιο. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που προκαλούν την ολίσθηση, με κυριότερο παράγοντα την φθορά του δίσκου. Όταν φθαρεί ο δίσκος και μαζί του ο δίσκος πλατό και ακόμη λιγότερο ο σφόνδυλος, μειώνεται το συνολικό πάχος των επιφανειών τριβής (δύο του δίσκου, μία του προσώπου του πλατό και μία της πλάκας πίεσης του σφονδύλου, σύνολο τέσσερις επιφάνειες σε ένα μονόδισκο συμπλέκτη). Αυτό σημαίνει ότι το χτένι εκτίνεται περισσότερο για να πατήσει πλήρως ο δίσκος πάνω στον σφόνδυλο, χάνοντας την πρόσφυσή του και συνεπώς μέρος από τη συνολική πίεση που μπορεί να ασκήσει στην πλάκα πίεσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της μέγιστης αναπτυσσόμενης από το συμπλέκτη τριβής. Εκτός αυτού, ο φθαρμένος δίσκος έχει χαμηλότερο συντελεστή τριβής, επειδή το φερμουίτ έχει καταπονηθεί και έχει ψηθεί από τις υψηλές θερμοκρασίες και επειδή ο σφόνδυλος και το πλατό έχουν γυαλίσει από την παρατεταμένη ολίσθηση. Ωστόσο υπάρχουν και άλλες περιπτώσεις ολίσθησης, όπως η πρόωρη υπερθέρμανση του φερμουίτ από την παρατεταμένη ολίσθηση ή η καταστροφή του δίσκου πλατό από απότομες εκκινήσεις.

1.2.3. ΔΙΣΚΟΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ ΜΕ ΦΤΕΡΑ



Η εξελιγμένη παραλλαγή του δίσκου τριβής είναι αυτή που χρησιμοποιεί τακάκια προσαρμοσμένα πάνω σε ειδικά φτερά, αντί για μονοκόμματους δακτυλίους από φερμουίτ. Τα τακάκια που χρησιμοποιούνται στους δίσκους συμπλέκτη είναι κατασκευασμένα από ειδικά υλικά που τους προσδίδουν υψηλό συντελεστή τριβής, μεγάλη συνοχή με τις μεταλλικές επιφάνειες του συμπλέκτη (σφόνδυλος και δίσκος πλατό), μεγάλη αντοχή στα μηχανικά και θερμικά φορτία. Είναι κατασκευασμένα με τη μέθοδο της κονεομεταλλουργίας, δηλαδή κατασκευάζονται από πολύ μικρά σωματίδια του υλικού τα οποία σχηματίζουν το τακάκι με πρεσάρισμά του σε ειδικό καλούπι, κάτω από κατάλληλες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας και με τις κατάλληλες προσμίξεις συνδετικών υλικών. Τα τακάκια μπορεί να είναι μεταλλικά (βασισμένα σε ειδικά κράματα χαλκού), κεραμικά ή σύμμεικτης σύνθεσης ανάλογα με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά λειτουργίας.

Ο λόγος που χρησιμοποιούνται τακάκια και όχι ολόκληροι δακτύλιοι από το υλικό του τακακιού είναι ότι το υλικό του τακακιού είναι τέτοιο που αν καλύπταμε όλη την επιφάνεια του δίσκου με αυτό, θα δημιουργούσαμε πολλά προβλήματα. Αρχικά το τακάκι θα χρειαζόνταν περισσότερη πίεση για να λειτουργήσει αποδοτικά. Με δεδομένη την πίεση του χτενιού, ο μόνος τρόπος να αυξήσουμε τη σημειακή πίεση του υλικού τριβής είναι μειώνοντας τη συνολική του επιφάνεια, διαιρώντας το σε τακάκια.

Σε αντίθετη περίπτωση, η πίεση δεν θα είναι αρκετή και το υλικό θα ολισθαίνει. Ακόμη κι αν έχουμε αρκετή πίεση από το δίσκο πλατό, η διαθέσιμη δύναμη τριβής θα είναι υπερβολικά μεγάλη (λόγω του υψηλότερου συντελεστή τριβής του τακακιού έναντι του φερμουίτ), με αποτέλεσμα την απότομη σύμπλεξη και την ολίσθηση. Επίσης, το υλικό του τακακιού διαστέλλεται περισσότερο από το φερμουίτ και μπορεί εύκολα να δημιουργήσει προβλήματα παραμόρφωσης του δίσκου όταν υπερθερμανθεί.

Τα τακάκια όπως και το φερμουίτ στηρίζονται πάνω στα φτερά του δίσκου. Τα φτερά αυτά είναι οι απολήξεις της πλάκας του δίσκου. Στους δίσκους με τακάκια, τα φτερά διαφέρουν πολύ από τα φτερά στήριξης ενός δακτυλιοειδούς φερμουίτ σε ένα συμβατικό δίσκο. Σε ένα συμβατικό δίσκο τα φτερά είναι κατασκευασμένα από πολύ λεπτά ελάσματα επειδή είναι πολλά, οπότε και μοιράζονται τα μηχανικά φορτία μεταξύ τους, αλλά και επειδή η επιφάνειά τους είναι κυματοειδής, ώστε να συμπεριφέρονται ως ελατήρια που ενώνουν τα δύο φερμουίτ (ένα σε κάθε μεριά του δίσκου) μεταξύ τους και έτσι να εξομαλύνουν την σύμπλεξη. Ένας συμβατικός δίσκος δεν μπορεί να πακτωθεί με τακάκια αντί για φερμουίτ χωρίς να αντικατασταθεί η φτερωτή του πλάκα με μια μεγαλύτερου πάχους και πιο άκαμπτη, ειδικά σχεδιασμένη για χρήση τακακιών. Ο λόγος είναι ότι τα λεπτά φτερά του συμβατικού δίσκου δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στη δύναμη που διαχειρίζεται ένα σετ τακακιών και έτσι παραμορφώνονται με κίνδυνο να σπάσουν.

Σε κάθε περίπτωση και ειδικά όταν ο συμπλέκτης ζεσταθεί, ο δίσκος συμπεριφέρεται κάκιστα και είναι επικίνδυνος και έτσι οι μεγάλες εταιρίες κατασκευής βελτιωτικών συμπλεκτών παίρνουν έναν έτοιμο εργοστασιακό αφαλό ή κατασκευάζουν ένα αντίστοιχο του εργοστασιακού αλλά με ενισχυμένη δομή. Προσαρμόζεται μια μονοκόμματη ατσάλινη πλάκα με ειδική περιφερειακή διαμόρφωση ώστε να σχηματίζονται τα φτερά στα οποία θα πακτωθούν τα τακάκια. Ο αφαλός μπορεί να είναι είτε συμβατικός, με ελατήρια απόσβεσης κραδασμών, είτε με το καρέ πακτωμένο στο φορέα των τακακιών, για ειδικές εφαρμογές όπου ο συμπλέκτης έχει λειτουργία on-off και συνεπώς η ολίσθηση δεν αποτελεί πρόβλημα.



Για την διαδικασία μετατροπής ενός δίσκου με φερμουίτ ώστε να τοποθετηθεί πλάκα για την πάκτωση τακακιών ο δίσκος διαλύεται ολοκληρωτικά και ο αφαλός του χρησιμοποιείται ως πατρόν για τη διαμόρφωση του κέντρου της φτερωτής πλάκας. Έπειτα η πλάκα πακτώνεται στη θέση του εργοστασιακού ελάσματος, αφού επιθεωρηθεί και ενισχυθεί ανάλογα ο αφαλός. Σε οποιαδήποτε περίπτωση καρφώματος, είτε πρόκειται για φερμουίτ είτε για τακάκια, το τελικό στάδιο της κατεργασίας του δίσκου είναι ο έλεγχος της ευθυγράμμισής του. Για να διαπιστωθεί η ευθυγράμμισή του, ο δίσκος κεντράρεται σε μια ειδική περιστρεφόμενη βάση και ελέγχεται με ένα ωρολογιακό μικρόμετρο. Η μέγιστη απόκλιση της επιφάνειάς του δίσκου δεν πρέπει να ξεπερνά το 0,1mm, ειδάλλως μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα ολίσθησης. Αν ο δίσκος αποκλίνει περισσότερο, τότε η ευθυγράμμισή του αποκαθιστάται πρεσάροντάς το στα σημεία απόκλισης ή επαναφέροντάς τον με τον κεντραδόρο δίσκου.

1.2.4. ΠΟΛΥΔΙΣΚΟΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ



Η αρχή λειτουργίας του πολύδισκου συμπλέκτη είναι ίδια με του συμβατικού αλλά με σημαντικές αλλαγές στην κατασκευή. Ένας πολύδισκος συμπλέκτης έχει δύο ή περισσότερους δίσκους τριβής. Ανάμεσα στους δίσκους παρεμβάλλονται πλάκες πίεσης και έτσι είναι σαν να έχουμε ισάριθμα ξεχωριστά δίσκο πλατό, που να μεταφέρουν τη ροπή του κινητήρα στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Το κέλυφος του δίσκου πλατό έχει ειδικές γλίστρες και οι ενδιάμεσες πλάκες πίεσης ειδικές διαμορφώσεις για να παλινδρομούν στις γλίστρες. Έτσι ελευθερώνονται οι δίσκοι, όταν η κυρίως πλάκα πίεσης του πλατό αποτραβιέται με τη βοήθεια του ρουλεμάν του συμπλέκτη. Με τους πολύδισκους συμπλέκτες εξασφαλίζουμε περισσότερες επιφάνειες τριβής, με αποτέλεσμα να μπορούμε να μεταφέρουμε μεγαλύτερες τιμές ροπής χωρίς να αυξάνεται η διάμετρος των δίσκων ή η πίεση του δίσκου πλατό. Τα πλεονεκτήματα του πολύδισκου συμπλέκτη είναι οι περισσότερες επιφάνειες τριβής που σημαίνει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, απαιτείται μικρότερη πίεση από το δίσκο πλατό, συνεπώς έχουμε μικρότερη καταπόνηση του υλικού τριβής των δίσκων και των εδράνων του στροφαλοφόρου. Οι πολύδισκοι συμπλέκτες μπορούν να διαχειριστούν μεγάλες τιμές ροπής με δίσκους μικρής διαμέτρου, το οποίο σημαίνει και μικρότερη ροπή αδρανείας άρα μεγαλύτερη ευστροφία στον κινητήρα. Πολύδισκοι συμπλέκτες υπάρχουν για χρήση στον δρόμο αλλά και αγωνιστική. Για χρήση στον δρόμο έχουν δίσκους με αποσβεστήρες κραδασμών ενώ οι αγωνιστική είναι μεν ανθεκτικότεροι αλλά πιο άγριοι, με λειτουργία on-off. Οι αγωνιστική πολύδισκοι συμπλέκτες χρειάζονται τακτική επιθεώρηση, συχνές ρυθμίσεις και αλλαγές δίσκων.

1.2.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΙΜΗΣ ΡΟΠΗΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ

$$\text{ΤΥΠΟΣ: } M_c = \frac{1}{2} \times \mu \times F_a \times (r_1 + r_2) \times n$$

M_c : μεταφερόμενη ροπή από συμπλέκτη (Nm)

μ : συντελεστής τριβής του υλικού τριβής (κατασκευαστής)

F_a : δύναμη ελατηρίων ή χτενιού του δίσκου πλατό (N)

r_1 : εξωτερική ακτίνα δίσκων (mm)

r_2 : εσωτερική ακτίνα δίσκων (mm)

n : συνολικός αριθμός τριβόμενων επιφανειών συμπλέκτη

Ένας μονόδισκος συμπλέκτης διαθέτει δύο ζεύγη τριβόμενων επιφανειών, την επιφάνεια τριβής του σφονδύλου και του δίσκου πλατό. Ένας αγωνιστικός δίδισκος συμπλέκτης διαθέτει τέσσερα ζεύγη τριβόμενων επιφανειών. Εν τέλει τα τριβόμενα ζεύγη ισοδυναμούν με το διπλάσιο του αριθμού των δίσκων τριβής.

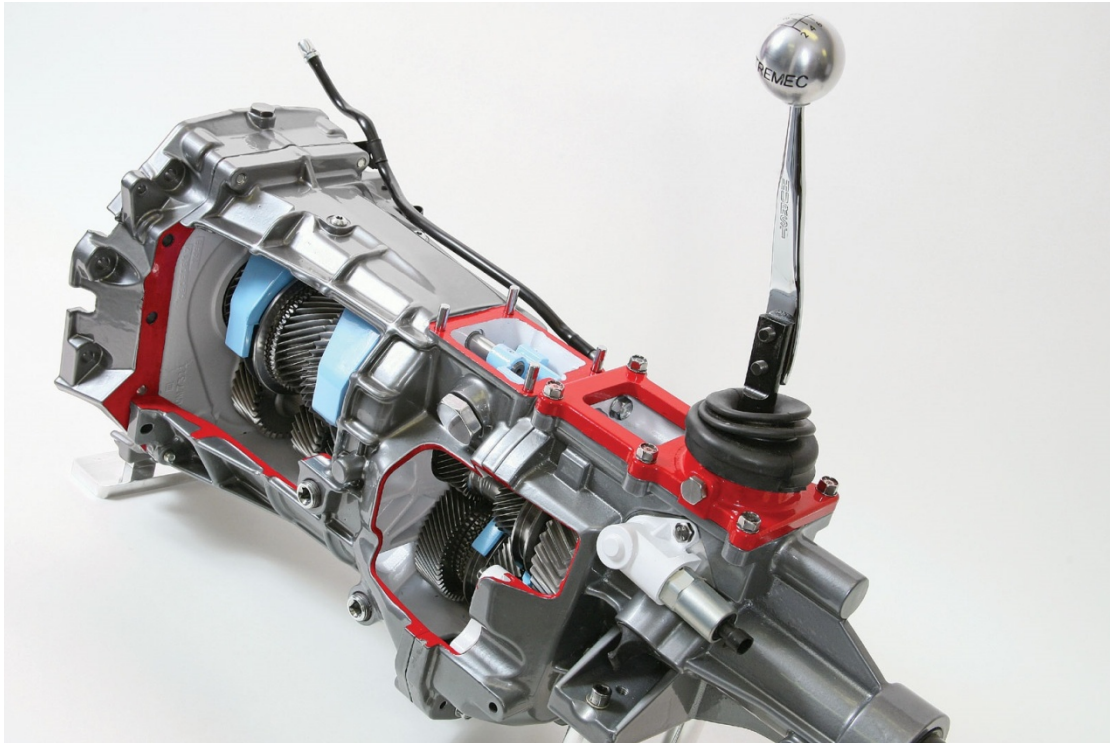
Η απόσταση r_1 είναι από το κέντρο του καρτέ μέχρι την εξωτερική πλευρά του τακακιού και η απόσταση r_2 είναι μέχρι την εσωτερική.

Ο συντελεστής ασφαλείας του συμπλέκτη θα πρέπει τουλάχιστον να είναι τέτοιος, ώστε να μπορεί να μεταφέρει 40% περισσότερη ροπή από αυτή που παράγει ο κινητήρας του οχήματος, ούτως ώστε να μην παρουσιασθεί ολίσθηση.

$$M_e = M_c / 1.4$$

M_e : ροπή κινητήρα

1.3.1. ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ



Το κιβώτιο ταχυτήτων βρίσκεται μεταξύ του συμπλέκτη και του κεντρικού άξονα μετάδοσης της κίνησης στο διαφορικό. Σκοπός του είναι, με τη βοήθεια οδοντωτών τροχών, να δημιουργεί μια 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 μεταξύ τους, ο οδοντωτός τροχός που έχει τη μεγαλύτερη διάμετρο ή το μεγαλύτερο αριθμό δοντιών, περιστρέφεται με μικρότερο αριθμό στροφών, έναντι του άλλου. Το αποτέλεσμα της μείωσης των στροφών είναι η αύξηση της ροπής στρέψης του οχήματος που χρειάζεται για την αντιμετώπιση των διαφόρων φορτίων ή των ανωμαλιών του εδάφους. Τέλος ισχύει ότι χάνουμε σε ταχύτητα, το κερδίζουμε σε δύναμη.

Το κιβώτιο ταχυτήτων έχει σκοπό 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. Να επιτρέπει στο όχημα να κινείται προς τα πίσω, αλλάζοντας την φορά περιστροφής των κινητήριων τροχών του. Να διακόπτει τη μετάδοση της κίνησης του κινητήρα προς τους τροχούς, δημιουργώντας το νεκρό σημείο. Έτσι δεν επιτρέπει στο όχημα να κινείται, ακόμη κι αν ο κινητήρας του λειτουργεί και ενώ ο συμπλέκτης του είναι σε σύμπλεξη.

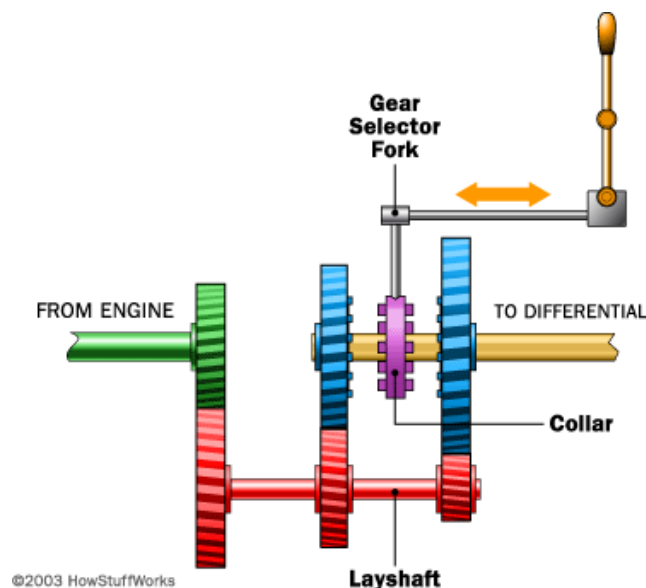
Τα βασικότερα είδη κιβωτίων ταχυτήτων είναι τα μηχανικά, τα ημιαυτόματα, τα αυτόματα και τα κιβώτια συνεχώς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης.

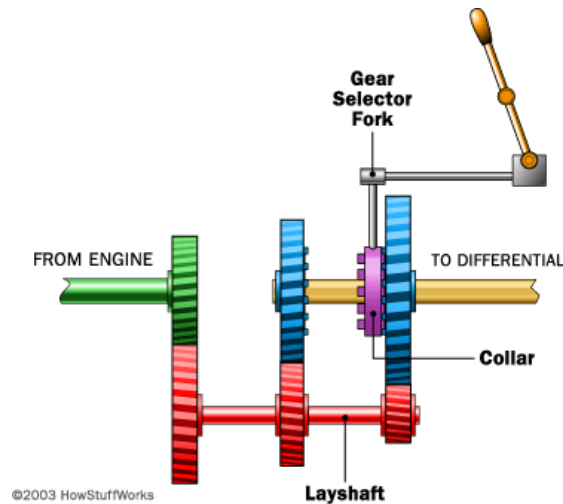
1.3.2. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Τα μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων είναι τα πλέον διαδεδομένα κιβώτια σήμερα και με αυτά εφοδιάζονται τα περισσότερα αυτοκίνητα. Τα βασικά στοιχεία ενός κιβωτίου είναι οι άξονες και οι οδοντωτοί τροχοί. Η ισχύς που παράγει ο κινητήρας περνάει στον συμπλέκτη και στη συνέχεια εισέρχεται στο κιβώτιο ταχυτήτων μέσω του κινητήριου πρωτεύοντα άξονα, ο οποίος στην άκρη του διαθέτει πακτωμένο τον οδοντωτό τροχό εισόδου. Έπειτα η κίνηση μεταδίδεται μέσω ενός επίσης πακτωμένου οδοντωτού τροχού σε έναν άξονα παράλληλο με τον πρωτεύοντα, ο οποίος ονομάζεται δευτερεύων άξονας. Η εμπλοκή των δύο αξόνων είναι μόνιμη, δηλαδή όταν περιστρέφεται ο κινητήρας και το ποδόπληκτρο του συμπλέκτη δεν είναι πατημένο, περιστρέφεται και ο δευτερεύων άξονας. Εκτός από το ακριανό οδοντωτό τροχό εισόδου του, ο δευτερεύων άξονας διαθέτει κατά μήκος του τους οδοντωτούς τροχούς υποπολλαπλασιασμού των στροφών του κινητήρα. Οι οδοντωτοί τροχοί αυτοί εμπλέκονται με τους αντίστοιχους οδοντωτούς τροχούς του δεύτερου μισού του πρωτεύοντα, του κινούμενου άξονα. Ο κινούμενος και ο κινητήριος πρωτεύων αποτελούν τα δύο μέρη του ίδιου άξονα, τα οποία ωστόσο είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους ως προς την περιστροφή. Σε κάθε οδοντωτό τροχό υποπολλαπλασιασμού του δευτερεύοντος αντιστοιχεί ένας οδοντωτός τροχός του κινούμενου πρωτεύοντα, με κάθε ζευγάρι να αποτελεί και μία σχέση μετάδοσης. Οι οδοντωτοί τροχοί του κινούμενου πρωτεύοντα είναι τα μόνα που δεν είναι πακτωμένα πάνω στην άτρακτο του άξονα, αλλά μπορούν να περιστρέφονται στον αέρα.

Η εμπλοκή τους με αυτά του δευτερεύοντα είναι μόνιμη οπότε όταν ο κινητήρας περιστρέφεται, περιστρέφονται και οι οδοντωτοί τροχοί του κινούμενου πρωτεύοντα. Ο τελευταίος ονομάζεται και άξονας εξόδου του κιβωτίου επειδή μέσω αυτού η ισχύς εξέρχεται του κιβωτίου και η ροή ισχύος συνεχίζει προς το διαφορικό.

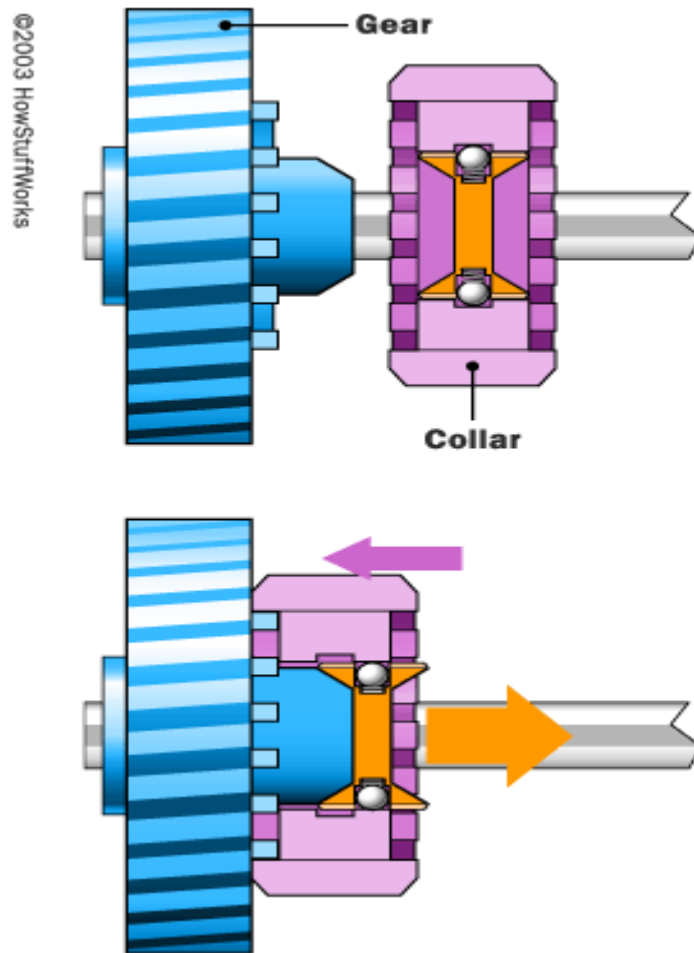
Το κόμπλερ είναι ένα εξάρτημα που πακτώνει έμμεσα τον άξονα εξόδου με τους οδοντωτούς τροχούς του. Βρίσκεται ανάμεσα στους οδοντωτούς τροχούς του κινούμενου πρωτεύοντα και διαθέτει πολύσφηνο στο κέντρο του άξονά του, μέσω του οποίου περιστρέφεται μαζί με αυτόν και παράλληλα όμως μπορεί να κινείται κατά μήκος του. Οι πλευρικές επιφάνειες του κάθε κόμπλερ έχουν οδόντωση η οποία εμπλέκεται με την αντίστοιχη δευτερεύουσα οδόντωση του ανάλογου οδοντωτού τροχού εξόδου του κινούμενου πρωτεύοντα. Κινούμενο κατά μήκος του πρωτεύοντα, το κόμπλερ κολλάει πάνω στον οδοντωτό τροχό της εκάστοτε σχέσης το οποίο τώρα πλέον μπορεί να μεταφέρει ισχύ από το δευτερεύοντα άξονα προς το διαφορικό αφού δεν είναι πλέον στον αέρα. Ο επιλογέας ταχυτήτων στην κεντρική κονσόλα στο εσωτερικό του οχήματος αυτό που κινεί είναι τα κόμπλερ. Η σύνδεση επιλογέα ταχυτήτων-κόμπλερ δεν είναι άμεση και γίνεται μέσω των φουρκετών. Κάθε φουρκέτα είναι πακτωμένη πάνω σε ένα άξονα που κινείται εμπρός-πίσω με βάση τον επιλογέα ταχυτήτων, όπου και χειρίζεται ο οδηγός. Τους άξονες χειρίζεται ο δευτερεύον μηχανισμός του επιλογέα ταχυτήτων, ο λεβιές. Ο λεβιές συνδέεται με τον υπόλοιπο επιλογέα είτε με ντίζες είτε με συρματόσχοινα. Ένα τυπικό κιβώτιο ταχυτήτων έξι σχέσεων τύπου Η διαθέτει τρεις άξονες.



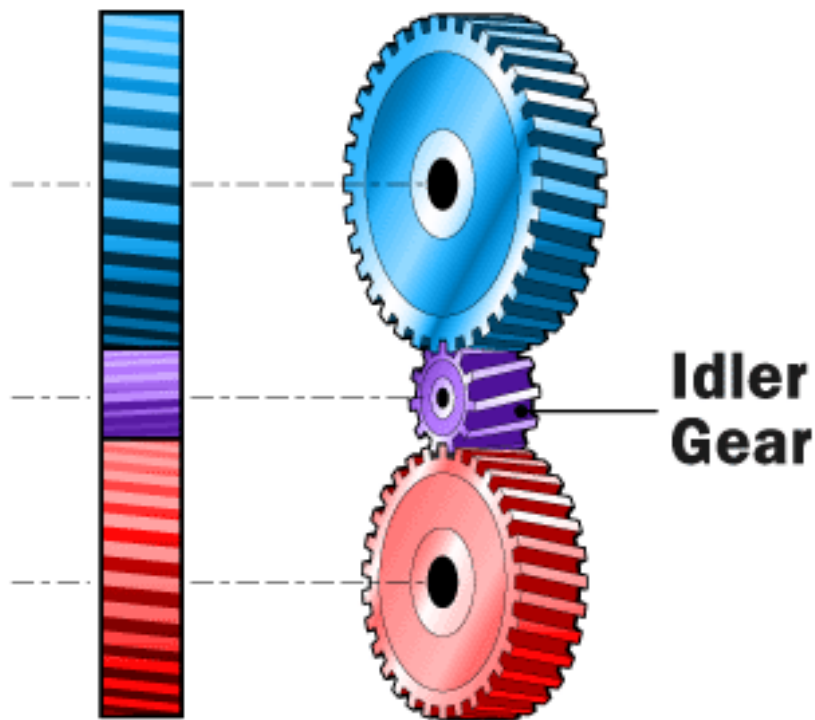


Καθένας από αυτούς κινεί μια φουρκέτα και μέσω αυτής ένα κόμπλερ, το οποίο μπορεί να είναι μια ενιαία μονάδα δύο πλευρικά πακτωμένων κόμπλερ. Όταν κινείται ο επιλογέας μπρος-πίσω, το κόμπλερ κινείται κατά μήκος του άξονά του, κολλώντας σε έναν οδοντωτό τροχό, με την μπροστά ή πίσω μετωπική οδόντωσή του αντίστοιχα. Όταν κινείται ο λεβιές αριστερά-δεξιά περνάει στην επόμενη φουρκέτα η οποία αντιστοιχεί στους επόμενους οδοντωτούς τροχούς των εκάστοτε σχέσεων.

Το κόμπλερ θα πρέπει να έχει την ίδια γωνιακή ταχύτητα με τον οδοντωτό τροχό για να πραγματοποιηθεί η εμπλοκή. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσθήκη των συγχρονιζέ στα κόμπλερ με διαφορετικό τύπο συνεργαζόμενης οδόντωσης μεταξύ κόμπλερ, συγχρονιζέ και οδοντωτού τροχού. Σκοπός του συγχρονιζέ είναι η επαφή του κόμπλερ με τον οδοντωτό τροχό να γίνει σταδιακά ώστε να υπάρξει μια πρώτη επαφή που με τη βοήθεια της τριβής να καταλήξει σε κομπλάρισμα. Η οδόντωση είναι με μικρότερα και περισσότερα δόντια και για να έρθουν σε ομαλή επαφή μεταξύ τους υπάρχει το κωνικό δακτυλίδι που εφάπτεται του κόμπλερ, το συγχρονιζέ. Οι οδοντωτοί τροχοί διαθέτουν τη συμπληρωματική κωνική επιφάνεια των συγχρονιζέ και αν ο οδοντωτός τροχός έχει θηλυκό κώνο το συγχρονιζέ θα έχει αρσενικό κώνο. Όταν ξεκινήσει η κωνική συναρμογή οι ταχύτητες κόμπλερ και οδοντωτού τροχού εξομοιώνονται λόγω της τριβής των κωνικών επιφανειών, μέχρι το σημείο που τελικά οι δύο οδοντώσεις τους κουμπώσουν.



Ανάμεσα στο ζεύγος οδοντωτών τροχών πρωτεύοντα-δευτερεύοντα της όπισθεν παρεμβάλλεται και ένα τρίτο γρανάζι, ο αναστροφέας του οποίου ο σκοπός είναι να μην αλλάξει η φορά περιστροφής μεταξύ οδοντωτού τροχού δευτερεύοντα και πρωτεύοντα άξονα, όπως συμβαίνει με τις υπόλοιπες σχέσεις. Ανάλογα με το κιβώτιο ταχυτήτων, η εμπλοκή της όπισθεν μπορεί να γίνει με κίνηση του αναστροφέα, του κόμπλερ ή ολόκληρου του οδοντωτού τροχού. Για να μπορέσει να κουμπώσει ο αναστροφέας οι οδοντωτοί τροχοί έχουν ευθεία οδόντωση και όχι ελικοειδή, όπως των υπόλοιπων σχέσεων. Τέλος για να επιλέξουμε την όπισθεν θα πρέπει το αυτοκίνητο να ακινητοποιηθεί.



©2003 HowStuffWorks

Η επιφάνεια του κώνου του συγχρονιζέ έχει μικρές παράλληλες αυλακώσεις όπου συγκρατούν την βαλβολίνη και έτσι επιτυγχάνεται η λίπανσή τους. Σε περίπτωση απώλειας του λιπαντικού οι τριβόμενες κωνικές επιφάνειες αναπτύσσουν υψηλές τοπικές θερμοκρασίες και φθείρονται. Υπάρχουν συγχρονιζέ διπλού ή τριπλού κώνου όπου είναι μια διάταξη διαδοχικών κωνικών επιφανειών με διαφορετικά μεγέθη. Η συνολική επιφάνεια που έρχονται σε επαφή τα συγχρονιζέ και οι οδοντωτοί τροχοί είναι μεγαλύτερη, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη μικρότερων τοπικών τάσεων και παράλληλα μεγαλύτερης επιφανειακής τριβής και επιτυγχάνεται πιο αποτελεσματικός συγχρονισμός με πλεονέκτημα την αντοχή στην βαριά χρήση.

1.3.3. ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Στις μέρες μας οι περισσότεροι κατασκευαστές προσφέρουν στον αγοραστή την δυνατότητα να εξοπλίσει το αυτοκίνητο που επέλεξε με αυτόματο κιβώτιο. Τα πρώτα αυτοκίνητα παραγωγής με αυτόματο κιβώτιο παρουσιάστηκαν από την Oldsmobile το 1940. Στις ΗΠΑ το ποσοστό των αυτοκινήτων με αυτόματο κιβώτιο υπερβαίνει το 50%. Επίσης τα δυνατότερα αυτοκίνητα που συμμετέχουν σε αγώνες επιτάχυνσης όπως στην κατηγορία Top Fuel, χρησιμοποιούν αυτόματα κιβώτια.



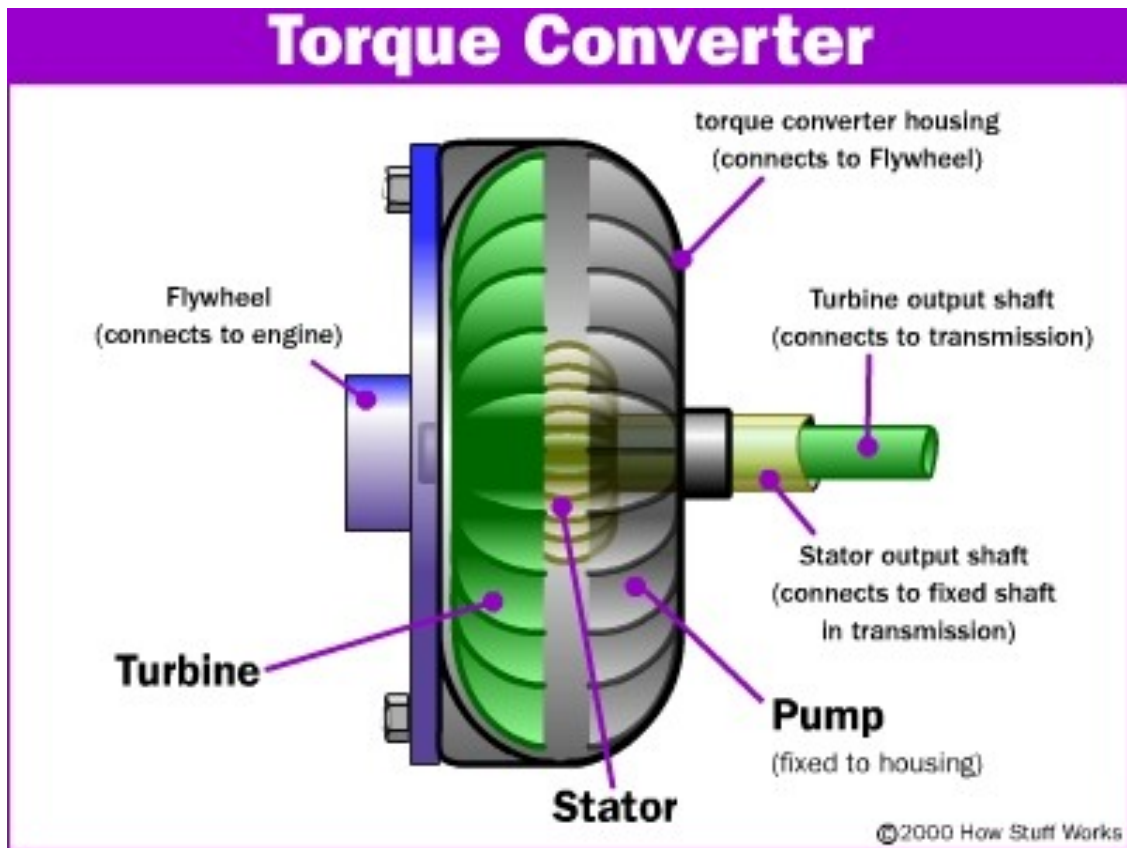
Αγωνιστικό αυτοκίνητο Dragster Top Fuel με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων

Τα αυτόματα κιβώτια δεν έχουν συμπλέκτη και η ροή ισχύος δεν διακόπτεται με αποτέλεσμα οι αλλαγές σχέσεων να είναι ομαλότερες. Στη θέση του συμπλέκτη τριβής υπάρχει ο μετατροπέας ροπής για την εξισορρόπηση της διαφοράς ταχύτητας του κινητήρα με το σύστημα μετάδοσης.

Ο μετατροπέας ροπής είναι ένα υδραυλικό σύστημα σύμπλεξης που αποτελείται από μια διάταξη τριών φτερωτών μέσα σε ένα κέλυφος που περιέχει λεπτόρρευστο λάδι. Το κέλυφος του μετατροπέα είναι πακτωμένο στον σφόνδυλο του κινητήρα και περιστρέφεται με τις ίδιες στροφές. Στην επιφάνεια του κελύφους είναι πακτωμένα πτερύγια τα οποία μαζί με το κέλυφος γυρνάνε και αυτά με την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα. Αυτή είναι η πρώτη φτερωτή του συστήματος η αντλία. Η αντλία του μετατροπέα είναι ακτινική, καθώς περιστρέφεται αποβάλλει το λάδι περιφερειακά και το δέχεται από το κέντρο του άξονα της λόγω της υποπίεσης που δημιουργείται. Όταν το λάδι φύγει από την αντλία πέφτει πάνω στα πτερύγια της δεύτερης φτερωτής, τον στρόβιλο του μετατροπέα, ο οποίος είναι συνδεδεμένος μόνιμα με την είσοδο του κιβωτίου ταχυτήτων. Ο στρόβιλος περιστρέφει τη μετάδοση και κινεί το αυτοκίνητο. Το λάδι εισέρχεται στον στρόβιλο περιφερειακά και εξέρχεται από το κέντρο του, και πάλι η λειτουργία είναι ακτινική. Όταν το λάδι περιστρέψει τον στρόβιλο, στη συνέχεια περνάει από το στάτορα, την τρίτη φτερωτή της διάταξης και μετά μέσω του στάτορα επιστρέφει στην αντλία και ο κύκλος λειτουργίας μέσα στο μετατροπέα ροπής ξαναρχίζει. Ο στάτορας είναι τοποθετημένος στο κέντρο του κυκλικού κελύφους, μπορεί να περιστραφεί μόνο ομόρροπα με τις άλλες δύο φτερωτές και η συνεισφορά του είναι πολύ μεγάλη.

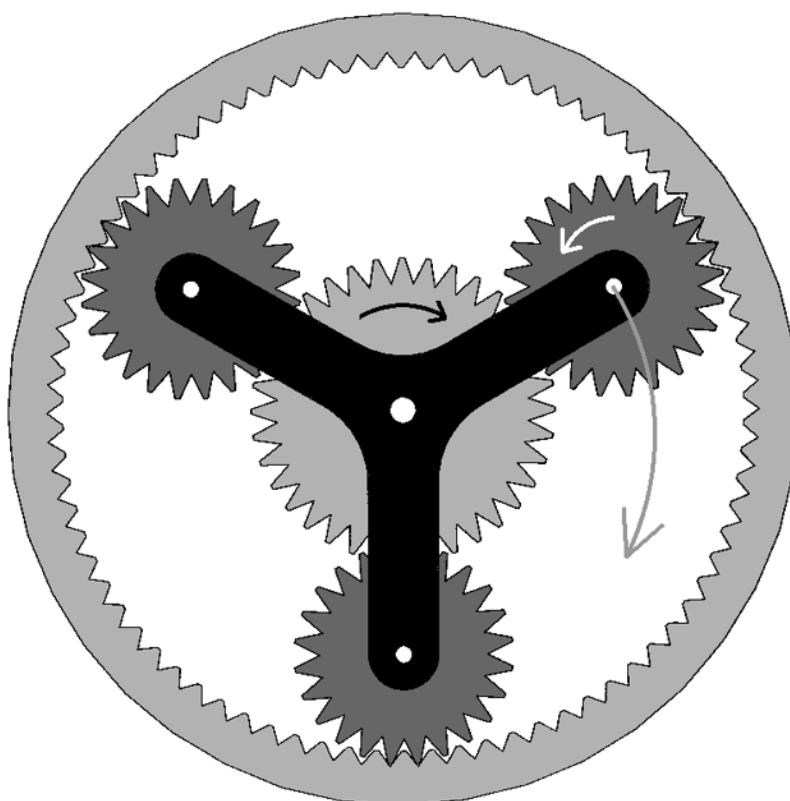
Όταν η διάταξη περιστρέφεται με χαμηλές ταχύτητες, αν η ροή του λαδιού έμπαινε στην αντλία κατ' ευθείαν όπως έβγαινε από τον στρόβιλο, θα χτύπαγε στα πτερύγια της φτερωτής με αντίθετη φορά από την περιστροφή της αντλίας και ο υδροδυναμικός βαθμός απόδοσης της διάταξης θα ήταν μικρός. Ο στάτορας αλλάζει διεύθυνση στο λάδι μετά τον στρόβιλο έτσι ώστε η γωνία πρόσπτωσης της ροής στην αντλία να είναι ιδανική. Η καστανία με την οποία συνδέεται στον άξονα έδρασής του, εμποδίζει το στάτορα να περιστραφεί αντίθετα από τον στρόβιλο, καθώς το λάδι πέφτει πάνω του ούτως ώστε να μπορέσει να αλλάξει κατεύθυνση στη ροή. Όταν οι ρυθμοί περιστροφής του συστήματος είναι μεγάλη, η αδράνεια του υγρού είναι τέτοια που η φορά του λαδιού καθώς εξέρχεται του στρόβιλου αντιστρέφεται και πλέον συμπίπτει με αυτήν της αντλίας. Σε τέτοιους ρυθμούς περιστροφής ο στάτορας δεν χρειάζεται και απλά γυρνάει από την ελεύθερη φορά της καστανίας του, ώστε να μην εμποδίζει τη ροή προς την αντλία αυξάνοντας έτσι τις απώλειες. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο ταχύτητες περιστροφής εντός του μετατροπέα από την αντλία και τον στρόβιλο είναι αυτό που καθορίζει κατά πόσο ο μετατροπέας θα πολλαπλασιάσει τη ροπή εισόδου του στην έξοδο.

Η διαφορά ταχύτητας περιστροφείς αντλίας και στρόβιλου δεν μηδενίζεται ποτέ 100% και υπάρχει ολίσθηση. Η ολίσθηση με πατημένο τελείως το ποδόπληκτρο του γκαζιού είναι της τάξεως του 6-8% και δεν είναι επιθυμητή αφού μέσω της αύξησης των υδροδυναμικών απωλειών που επιφέρει, μειώνεται ο συντελεστής απόδοσης της μετάδοσης. Αυτός είναι ο λόγος που οφείλεται για το ότι για δεδομένη ισχύ στο στροφαλοφόρο άξονα, ένα αυτοκίνητο με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων έχει λιγότερη ισχύ στους τροχούς από το αντίστοιχο αυτοκίνητο με χειροκίνητο κιβώτιο. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το βάρος επηρεάζει αρνητικά τις επιδόσεις που επιτυγχάνουν τα αυτοκίνητα με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.



Υδραυλικός μετατροπέας ροπής

Η ισχύς περνάει από τον υδραυλικό μετατροπέα ροπής και στη συνέχεια εισέρχεται στο κυρίως κέλυφος του αυτόματου κιβωτίου. Από τους οδοντωτούς τροχούς απαρτίζεται το πλανητικό σύστημα, το οποίο αντικαθιστά τις διατάξεις με τα ζεύγη οδοντωτών τροχών που έχουμε στα χειροκίνητα και ημιαυτόματα κιβώτια ταχυτήτων. Το πλανητικό σύστημα περιλαμβάνει τρία διαφορετικά είδη συνεργαζόμενων οδοντωτών τροχών. Το πρώτο έχει κεντρική θέση, εξωτερική οδόντωση και ονομάζεται ήλιος, το δεύτερο είναι τοποθετημένο ομόκεντρα με τον ήλιο και τον περιβάλλει, έχει εσωτερική οδόντωση και ονομάζεται δακτυλίδι, το τρίτο βρίσκεται ανάμεσα στον ήλιο και το δακτυλίδι, έχει εξωτερική οδόντωση, περιστρέφεται μεταξύ των άλλων και ονομάζεται πλανήτης. Οι πλανήτες είναι συνήθως τέσσερις και ο φορέας του άξονά τους ονομάζεται πλανητικός φορέας.



Πλανητικό σύστημα

Με αυτό το σύστημα μπορούν να επιτευχθούν διάφορες σχέσεις μετάδοσης ανάλογα με το ποιος οδοντωτός τροχός από τους τρεις είναι ακίνητος, ποιος αναλαμβάνει την είσοδο της ισχύος και ποιος την έξοδο. Κλειδώνοντας δύο από τα τρία μέρη του πλανητικού συστήματος, οι στροφές εισόδου συμπίπτουν με τις στροφές εξόδου και έχουμε σχέση μετάδοσης 1:1.

Ο μηχανισμός επιλογής και ακινητοποίησης των διαφόρων μερών του πλανητικού συστήματος περιλαμβάνει συμπλέκτες και ταινιοπέδες οι οποίοι ελέγχονται από υδραυλικούς ή ηλεκτρομηχανικούς επενεργητές.

Τοποθετώντας δύο πλανητικά συστήματα στη σειρά, διπλασιάζουμε τις διαθέσιμες σχέσεις μετάδοσης. Ο σύνθετος πλανητικός φορέας είναι μια τρίτη διάταξη που διαθέτει ένα δακτυλίδι πάντα σαν έξοδο, δύο ήλιους και δύο σετ πλανητών. Με τα εξελεγμένα αυτά συστήματα στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων στις μέρες μας επιτυγχάνουμε μέχρι και 8 σχέσεις μετάδοσης.

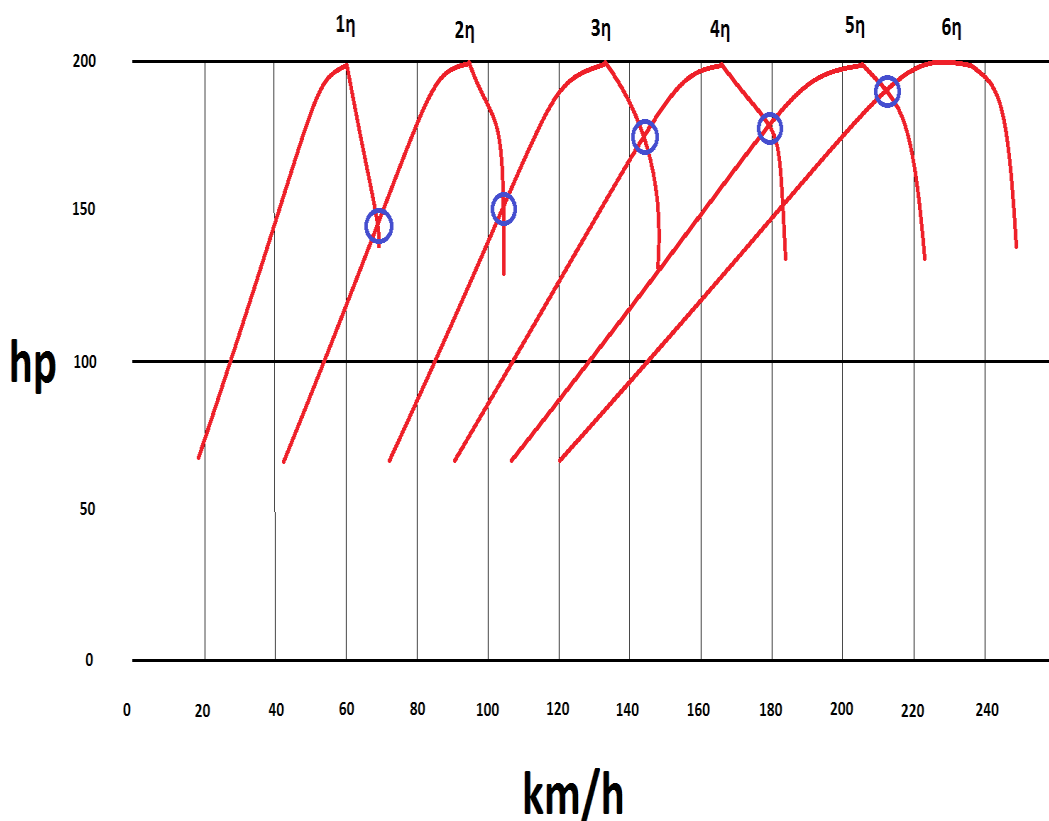
1.3.4. ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΙΒΩΤΙΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Από ένα κιβώτιο ταχυτήτων η συνολική ισχύς που περνάει μέσα από αυτό εισερχόμενη από τον κινητήρα για να φτάσει στους τροχούς, είναι μειωμένη σε σχέση με την ισχύ που εξέρχεται από τον στροφαλοφόρο άξονα. Αυτό οφείλεται στο ότι κάθε φορά που η ισχύς περνάει από έδρανο στήριξης εντός του κιβωτίου ταχυτήτων χάνει 1-2% της τιμής της και κάθε φορά που μεταφέρεται από έναν οδοντωτό τροχό σε έναν άλλο χάνει 3-5% αναλόγως τη λίπανση και τη μορφή των οδοντωτών τροχών.

Στους οδοντωτούς τροχούς των κιβωτίων ταχυτήτων όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος τους τόσο μικρότερη είναι η καταπόνησή τους. Η ιαπωνική αυτοκινητοβιομηχανία Subaru εξοπλίζει το Impreza STi Group N με παχύτερους οδοντωτούς τροχούς απ' ότι το εργοστασιακό μοντέλο παραγωγής Impreza STi WRX. Αρκετοί κατασκευαστές επιλέγουν να μειώσουν τον αριθμό σχέσεων σε ένα αυτοκίνητο με μεγάλη ισχύ κινητήρα, για δεδομένες διαστάσεις κελύφους του κιβωτίου ούτως ώστε να εφοδιάσουν τις υπόλοιπες σχέσεις με φαρδύτερους οδοντωτούς τροχούς.

Το διάγραμμα δυναμομέτρησης είναι για τις σχέσεις του κιβωτίου ταχυτήτων σημαντικό και το κατά πόσο θα αλλάξουν οι στροφές του κινητήρα μετά από την αλλαγή μιας σχέσης εξαρτάται αποκλειστικά από τις σχέσεις του κιβωτίου.

Για να επιτευχθεί η μέγιστη αξιοποίηση της επιτάχυνσης ενός οχήματος, θα πρέπει να βρεθούν τα σημεία όπου τέμνεται η κάθε σχέση του κιβωτίου με την επόμενη. Από το διάγραμμα δυναμομέτρησης ισχύος / ταχύτητας είναι δυνατό να επιτευχθεί η εύρεση των σημείων τομής των ιδανικών αλλαγών σχέσεων.

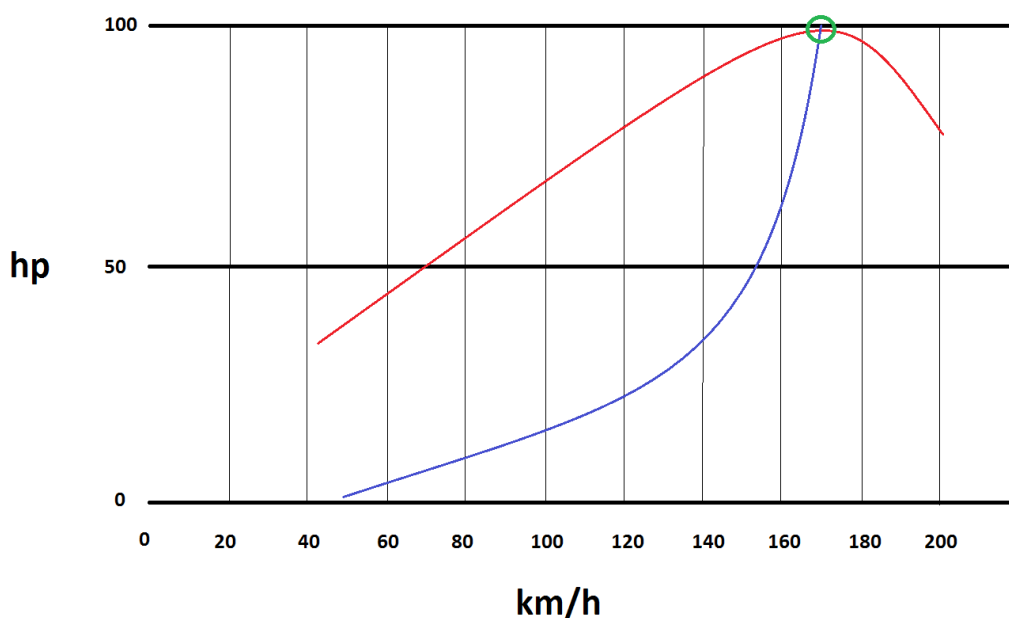


Κόκκινο: απόδοση σχέσης, Μπλε: Σημεία τομής σχέσεων

Ποιοτικό διάγραμμα δυναμομέτρησης ισχύος / ταχύτητας

Η μέγιστη τελική ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει ένα αυτοκίνητο επιτυγχάνεται όταν η καμπύλη απωλειών, όπου εξαρτάται από την τριβή κύλισης και την αεροδυναμική αντίσταση, τέμνει την καμπύλη ισχύος της τελευταίας σχέσης του κιβωτίου ταχυτήτων.

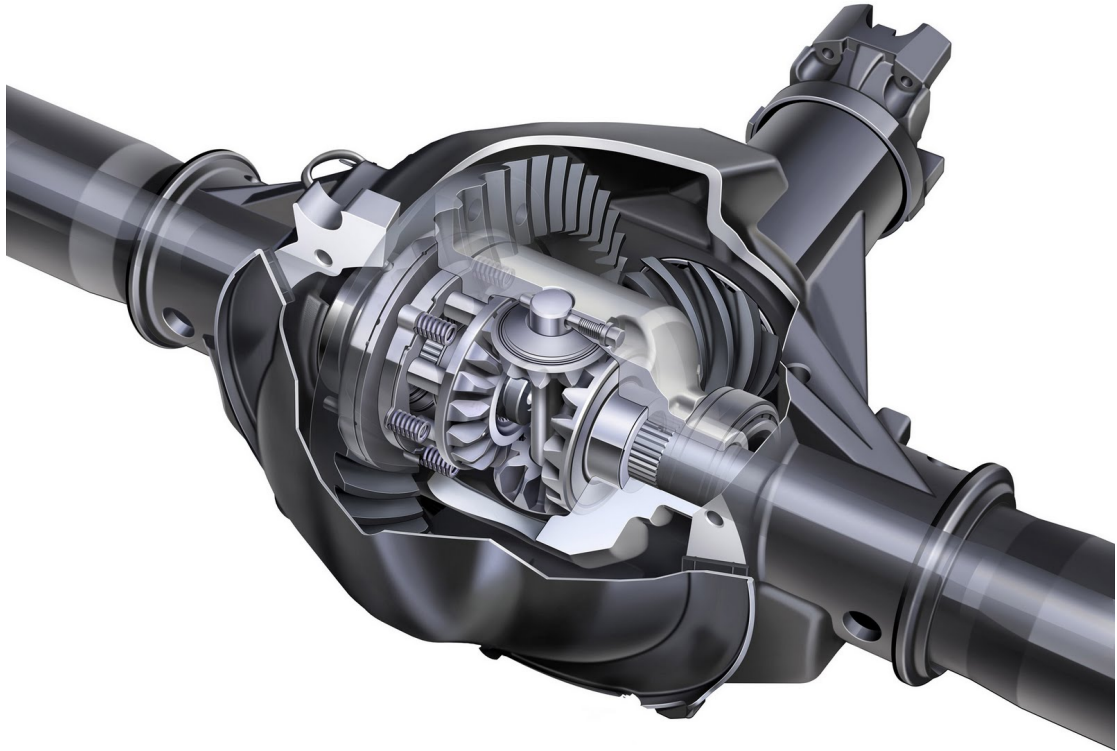
Αν η κορυφή της καμπύλης ισχύος της τελευταίας σχέσης του κιβωτίου ταχυτήτων βρίσκεται δεξιότερα από την καμπύλη απωλειών, τότε κονταίνοντας την τελευταία σχέση και κατ' επέκταση μεταφέροντας την καμπύλη της προς τα αριστερά, η τελική ταχύτητα του οχήματος αυξάνεται επειδή το σημείο τομής βρίσκεται ψηλότερα. Αντιστρόφως αν η κορυφή της καμπύλης ισχύος βρίσκεται αριστερά της καμπύλης απωλειών, μια πιο μακριά τελική σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων θα αυξήσει την τελική ταχύτητα του οχήματος.



Κόκκινο: Καμπύλη ισχύος, Μπλε: Καμπύλη απωλειών

Ποιοτικό διάγραμμα ισχύος / απωλειών

1.4.1 ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ



Το διαφορικό των αυτοκινήτων βρίσκεται μετά το κιβώτιο ταχυτήτων στο οποίο φτάνει η κίνηση μέσω ενός κεντρικού άξονα μετάδοσης κίνησης, περιγράφοντάς το για ένα προσθιομήχανο όχημα με κίνηση στους οπίσθιους τροχούς. Τα βασικά μέρη που απαρτίζουν τη διάταξη ενός τέτοιου διαφορικού είναι το πινιόν, ο πλανητικός φορέας, η κορώνα, οι δορυφόροι, οι πλανήτες και τα ημιαξόνια τα οποία δίνουν και την κίνηση στους τροχούς.

Σκοπός ενός διαφορικού είναι:

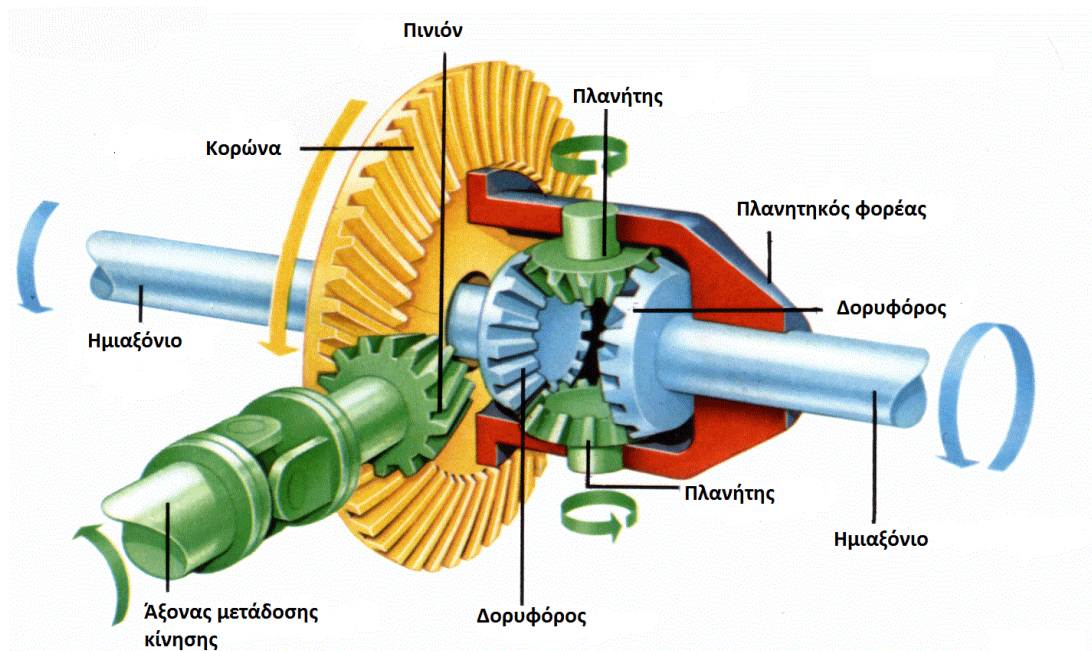
- Να κατανέμει τη ροπή στρέψης του κινητήρα στους κινητήριους τροχούς, ανάλογα με την αντίσταση που έχει να αντιμετωπίσει ο κάθε τροχός κατά τέτοιον τρόπο, ώστε οι τροχοί να μπορούν να περιστρέφονται ταυτόχρονα, αλλά με διαφορετικές ταχύτητες περιστροφής ο καθένας με αποτέλεσμα όσες στροφές χάνει ο ένας τροχός, να τις κερδίζει ο άλλος.
- Να μεταδίδει τη ροπή στρέψης του κινητήρα στα ημιαξόνια των κινητήριων τροχών, υπό γωνία 90 μοιρών σε σχέση με τον κεντρικό άξονα μετάδοσης κίνησης.
- Να δημιουργεί ένα σταθερό υποπολλαπλασιασμό των στροφών, από 3:1 μέχρι και 5:1 στα αυτοκίνητα.

1.4.2. ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ

Ο τύπος διαφορικού που χρησιμοποιείται συνήθως στα καθημερινά αυτοκίνητα είναι το ελεύθερο διαφορικό. Διαθέτει πλανητικό μηχανισμό όπου η ισχύς διαχωρίζεται σε πολλά τμήματα οδοντωτών τροχών. Η ισχύς μετά το κιβώτιο ταχυτήτων και τον άξονα μετάδοσης κίνησης εισέρχεται στο διαφορικό μέσω του ζεύγους οδοντωτών τροχών που αποτελείται από το πινιόν και την κορώνα. Το πινιόν δίνει κίνηση στην κορώνα. Η συνεργασία των δύο αυτών οδοντωτών τροχών είναι υπεύθυνη για τον υποπολλαπλασιασμό των στροφών και τον πολλαπλασιασμό της ροπής, διότι μικρός οδοντωτός τροχός, το πινιόν δίνει κίνηση σε μεγαλύτερο οδοντωτό τροχό, την κορώνα. Αυτή η σχέση μετάδοσης ονομάζεται τελική σχέση μετάδοσης. Πάνω στην κορώνα είναι στερεωμένος ο πλανητικός φορέας, ένας μικρός άξονας στα άκρα του οποίου βρίσκονται δύο κωνικοί οδοντωτοί τροχοί που περιστρέφονται ελεύθερα γύρω από αυτόν και ονομάζονται πλανήτες. Εκατέρωθεν του πλανητικού φορέα βρίσκονται δύο οδοντωτοί τροχοί σε μόνιμη εμπλοκή με τους πλανήτες, οι δορυφόροι. Ο κάθε δορυφόρος είναι πακτωμένος μέσω πολύσφηνου σε ένα ημιαξόνιο.

Κατά την κίνηση ενός αυτοκινήτου σε ευθεία οι τροχοί έχουν την ίδια γωνιακή ταχύτητα και οι δορυφόροι περιστρέφονται επίσης με όμοια μεταξύ τους ταχύτητα και ίδια με της κορώνας και έτσι οι πλανήτες δεν περιστρέφονται γύρω από το φορέα τους αλλά είναι το μέσω μεταφοράς της ροής της ισχύος μεταξύ κορώνας και δορυφόρων.

Κατά την κίνηση ενός αυτοκινήτου σε στροφή, η διαφορά ταχύτητας περιστροφής μεταξύ των δορυφόρων θέτει σε περιστροφή τους πλανήτες, οι οποίοι παίρνουν ταχύτητα από τον ένα τροχό και τη μεταβιβάζουν στον άλλο. Όσες στροφές χάνει ο εσωτερικός τροχός, τόσες κερδίζει ο εξωτερικός. Το άθροισμα των στροφών των δύο τροχών είναι σταθερό και ισούται με το διπλάσιο των στροφών της κορώνας. Βασικό χαρακτηριστικό του ελεύθερου διαφορικού και συνάμα μεγάλο μειονέκτημά του είναι ότι ισοκατανέμει τη ροπή της εισόδου του στους δύο τροχούς ανεξάρτητα από την ταχύτητα περιστροφής τους.



Διάταξη ελεύθερου διαφορικού

Το ελεύθερο διαφορικό υπό όλες τις συνθήκες μεταφέρει το ίδιο ποσό ροπής σε καθένα από τους δύο τροχούς του άξονα. Η ροπή που φτάνει σε κάθε τροχό είναι άμεσα συνυφασμένη με την ελκτική πρόσφυση που αυτός μπορεί να παράγει. Η ελκτική πρόσφυση που μπορεί να παράγει ένας τροχός κατά την κίνηση του οχήματος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και κατά περίπτωση μπορεί να έχει εντελώς διαφορετικό μέγεθος για τον καθένα τροχό ξεχωριστά. Η κατακόρυφη φόρτιση του τροχού κατά τη μεταφορά βάρους σε στροφή, ο συντελεστής τριβής μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος, η ρύθμιση της ανάρτησης είναι κάποιοι από τους παράγοντες που καθορίζουν την ελκτική δύναμη που μπορεί να αναπτύξει ο κάθε τροχός του αυτοκινήτου.

Σε δύο τροχούς στους οποίους ασκείται από τα ημιαξόνια το ίδιο ποσό ροπής, για τον ένα μπορεί να είναι υπεραρκετή ώστε να τον περιστρέφει τρελά, αλλά για τον άλλο τροχό μπορεί να μην του αρκεί ούτε για να εκκινήσει το όχημα.

Η ροπή ισοκατανέμεται αλλά δεν ισχύει το ίδιο και για την ισχύ, η οποία ισούται με τη ροπή \times ταχύτητα περιστροφής. Κατ' επέκταση ολόκληρη η ισχύς πηγαίνει στο τροχό με τη μικρότερη πρόσφυση, ο οποίος αντί να τη μετατρέψει σε ελκτική πρόσφυση και επομένως κινητική ενέργεια του οχήματος, την κρατάει και την ξοδεύει άσκοπα.

1.4.3. ΜΠΛΟΚΕ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ

Το μειονέκτημα του ελεύθερου διαφορικού να ισοκατανέμει πάντα τη ροπή σε δύο τροχούς αντιμετωπίστηκε με το να μπλοκάρουν τα ημιαξόνια μεταξύ τους, ώστε να περιστρέφονται ενιαία και οι τροχοί με την σειρά τους να γυρίζουν πάντα με την ίδια ταχύτητα. Με αυτόν τον τρόπο αν ένας από τους δύο τροχούς χάσει τελείως την πρόσφυσή του θα περιστρέφεται με τις ίδιες στροφές με τον άλλο τροχό που έχει πρόσφυση. Όταν ένα διαφορικό μετατραπεί από ελεύθερο και κλειδώσει ονομάζεται μπλοκέ διαφορικό.

Τα 100% μπλοκέ διαφορικά χρησιμοποιούνται σε οχήματα εκτός δρόμου. Η επιλογή της ελευθερίας ή του μπλοκαρίσματος του διαφορικού πραγματοποιείται με χειριστήριο στην καμπίνα του οχήματος ή αυτοματοποιημένα όταν ανιχνευθεί ανάγκη για ελευθερία ή μπλοκαρίσμα.

Για την πραγματοποίηση του κλειδώματος του διαφορικού θα πρέπει η κορώνα να περιστρέφεται μαζί με τα ημιαξόνια. Αυτό γίνεται όταν πακτωθεί το ένα από τα δύο ημιαξόνια στην κορώνα και μέσω ενδιάμεσων σταθερών οδοντωτών τροχών όπως οι δορυφόροι, να υποχρεωθεί και το άλλο ημιαξόνιο να περιστραφεί με την ίδια ταχύτητα. Για να κλειδώσει η κορώνα με το ημιαξόνιο χρησιμοποιείται διάταξη δίσκων συμπλέκτη όπου μέσω οδόντωσης κλειδώνουν τα δύο άκρα του. Η μία πλευρά συνδέεται με την κορώνα και η άλλη με το ημιαξόνιο. Άλλος τρόπος για να κλειδώσει η κορώνα με τα ημιαξόνια είναι με υδραυλική διάταξη με πείρο που πακτώνει τα ημιαξόνια.

1.4.4. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

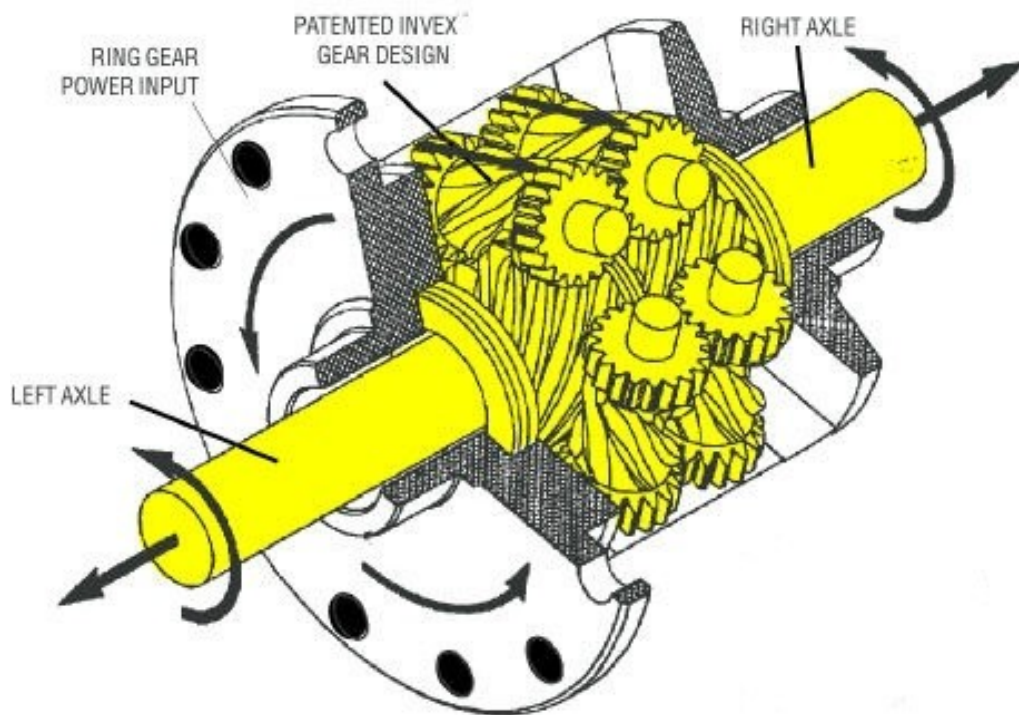
Μεταξύ των δύο ακραίων περιπτώσεων των ελεύθερων και των μπλοκέ διαφορικών, δημιουργήθηκε το διαφορικό περιορισμένης ολίσθησης. Σκοπός του διαφορικού αυτού είναι να συνδυάσει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα και από τα ελεύθερα και τα μπλοκέ διαφορικά. Με αυτόν τον τρόπο επιτεύχθηκε να επιτρέπει την διαφορά ταχύτητας περιστροφής μεταξύ των δύο τροχών μέχρι ένα συγκεκριμένο όριο, το οποίο δεν πρέπει να ξεπεραστεί.

Σε ένα διαφορικό περιορισμένης ολίσθησης η τιμή η οποία ορίζει το κατά πόσο θα είναι περιορισμένη η ολίσθηση στο διαφορικό, ποσοτικοποιείται με δύο μεγέθη. Το λόγο κατανομής της ροπής και το ποσοστό της εμπλοκής.

Με αυτούς τους δύο τρόπους η εμπλοκή που επιτυγχάνεται από ένα διαφορικό περιορισμένης ολίσθησης, μπορεί να πραγματοποιείται σύμφωνα με τη διαφορά ροπής των δύο πλευρών, ή σύμφωνα με τη διαφορά ταχυτήτων περιστροφής. Η ροπή και η ταχύτητα περιστροφής παρ' όλα αυτά δεν είναι ανεξάρτητα μεγέθη και έτσι οποιαδήποτε κατηγορία διαφορικού, είτε κατανομής της ροπής, είτε ποσοστού της εμπλοκής και να υπάρχει σε ένα αυτοκίνητο θα συνυπάρχουν και τα δύο αυτά μεγέθη.

1.4.5. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ TORSEN

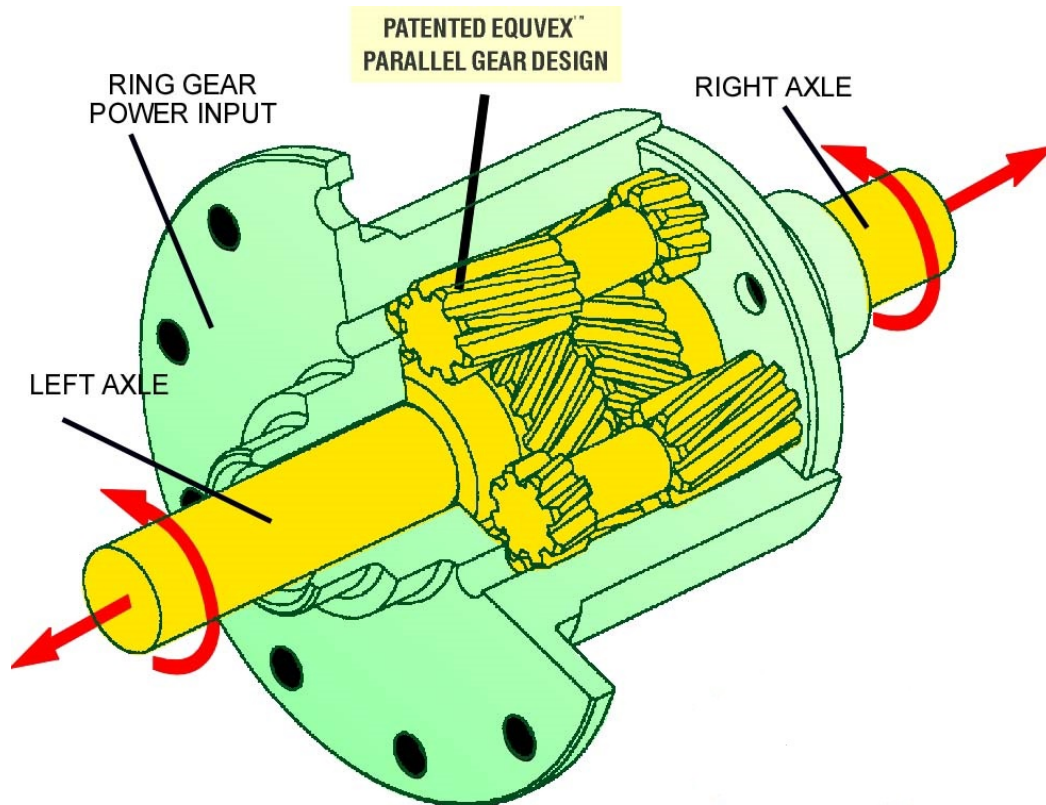
Το διαφορικό Torsen βασίζεται στη διαφορά ροπής των δύο τροχών και είναι εφεύρεση του Αμερικάνου Vernon Gleasman. Αρχικά τα διαφορικά Torsen κατασκευάζονταν από την Gleasman Corporation και στη συνέχεια από τη Zexel, ένα κλάδο της Bosch. Το διαφορικό torsen πήρε το όνομά του από τα αρχικά των λέξεων torque sensitive και σημαίνει ευαισθησία στην ροπή. Είναι ένα μηχανικό διαφορικό, όπου υπό κανονικές συνθήκες όπου η ροπή ισοκατανέμεται στους δύο τροχούς, το Torsen λειτουργεί ακριβώς όπως και ένα ελεύθερο διαφορικό. Αν ένας από τους δύο τροχούς χάσει την πρόσφυση, ένα σύμπλεγμα οδοντωτών τροχών αναλαμβάνει να παραδώσει ποσοστό ροπής από τον ένα τροχό στον άλλο σύμφωνα με το λόγο κατανομής.



Διαφορικό Torsen πρώτης γενιάς

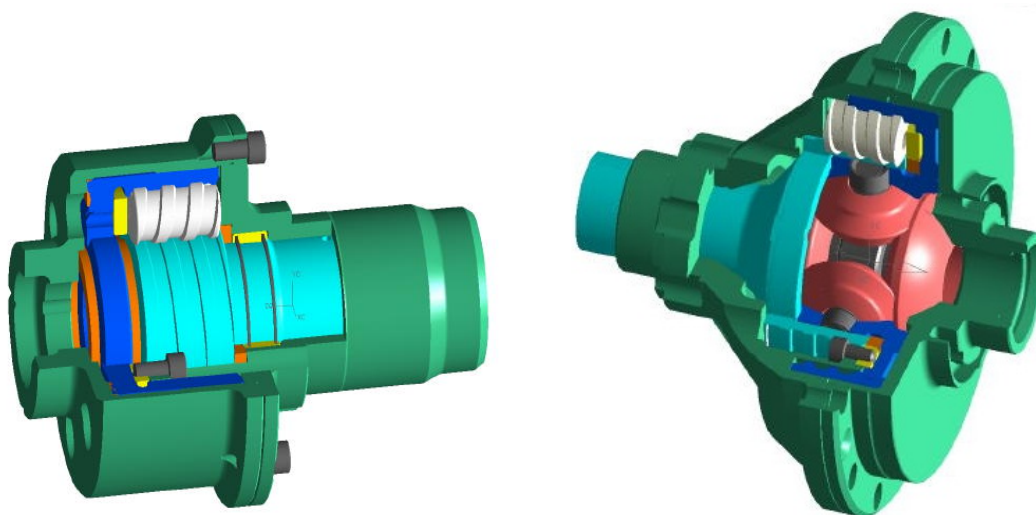
Πυρήνας της κατασκευής του διαφορικού Torsen T-1 που αποτελεί και τη διάταξη πρώτης γενιάς, είναι το σύμπλεγμα οδοντωτών τροχών invez gears, το οποίο περιλαμβάνει τρία ζεύγη οδοντωτών τροχών που ονομάζονται element gears και είναι οι βασικοί οδοντωτοί τροχοί, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σαν τους πλανήτες ενός ελεύθερου διαφορικού. Στο μέσο το σχήμα τους έχει ελικοειδή οδόντωση και στα άκρα τους ευθεία μετωπική οδόντωση. Οι βασικοί οδοντωτοί τροχοί εμπλέκονται με τους ελικοειδείς οδοντωτούς τροχούς που ονομάζονται side gears και είναι τοποθετημένοι στο κέντρο του διαφορικού. Η κίνηση περνάει από τη διάταξη κορώνας πινιόν και φτάνει στο ελικοειδές μέρος των βασικών οδοντωτών τροχών. Έπειτα περνάει στους ελικοειδείς οδοντωτούς τροχούς, μεταφέροντας τη ροπή από τη μία πλευρά στην άλλη. Οι δυνάμεις τριβής μεταξύ των διαφορετικών επιφανειών που έρχονται σε επαφή καθώς και η γωνία της ελικοειδούς οδόντωσης, καθορίζουν το ποσοστό εμπλοκής του διαφορικού.

Εξέλιξη του διαφορικού Torsen T-1 αποτέλεσε το δεύτερης γενιάς T-2, όπου το σύμπλεγμα των invez gears αντικαταστάθηκε από το σύμπλεγμα οδοντωτών τροχών equvez. Σε αντίθεση με το Torsen T-1 όπου οι οδοντωτοί τροχοί του invez ήταν τοποθετημένα με τον άξονά τους κάθετα στον άξονα των ημιαξονίων, στο T-2 οι οδοντωτοί τροχοί equvez είναι τοποθετημένοι παράλληλα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί ο συνολικός όγκος του διαφορικού και κατ' επέκταση να επιτραπεί η τοποθέτηση του και στον εμπρόσθιο άξονα, κάτι το οποίο ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθεί με το Torsen πρώτης γενιάς.

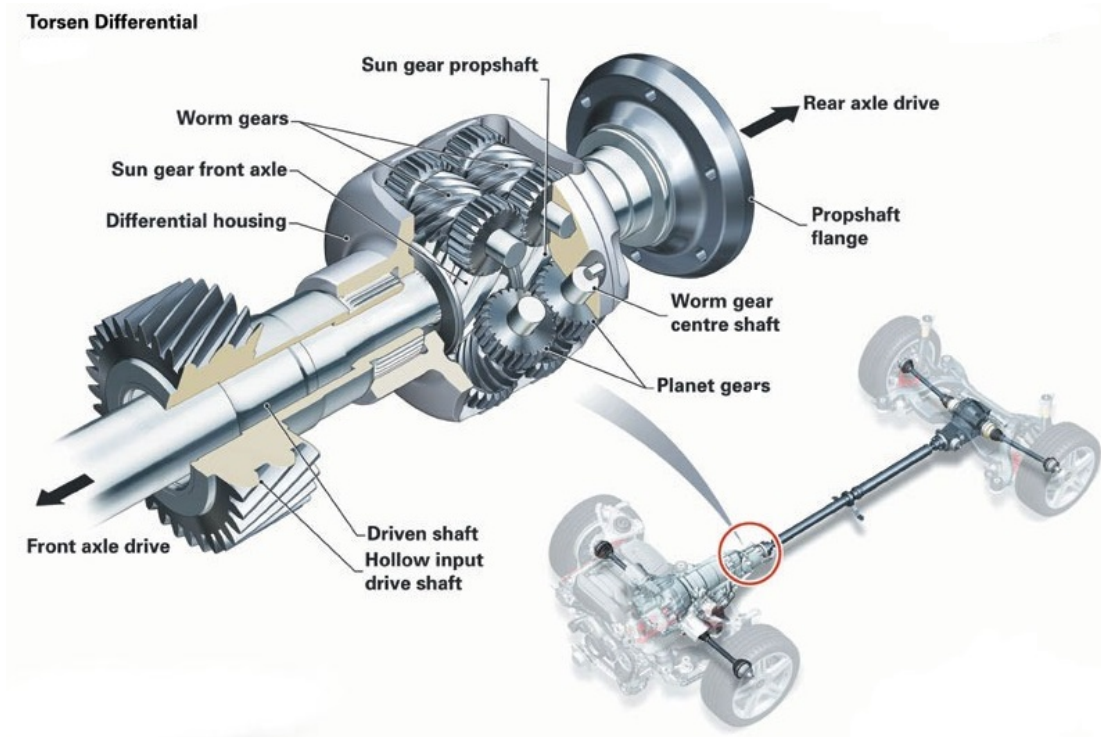


Διαφορικό Torsen δεύτερης γενιάς

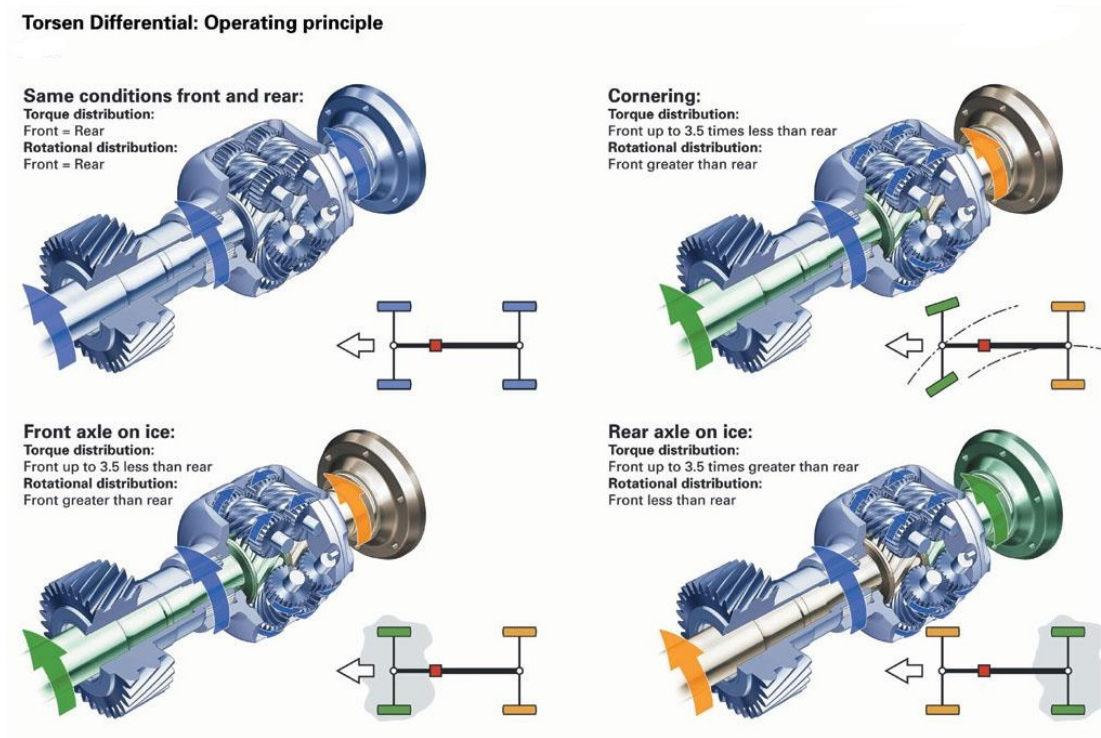
Έπειτα το Torsen T-2 δημιουργήθηκε το τρίτης γενιάς T-3 που εξελίχθηκε για να χρησιμοποιηθεί ως κεντρικό διαφορικό σε μόνιμα τετρακίνητα οχήματα.



Διαφορικό Torsen τρίτης γενιάς



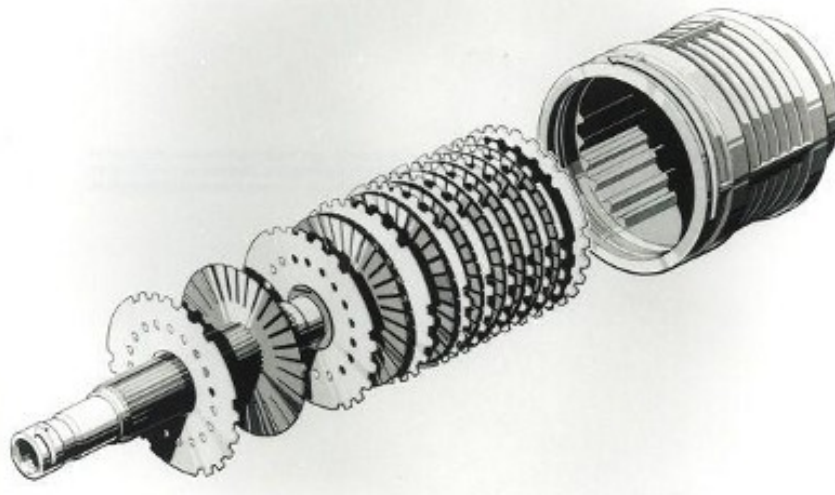
Χρήση διαφορικού Torsen T-1 σε Audi A4 quattro



Αρχή λειτουργίας Torsen T-1

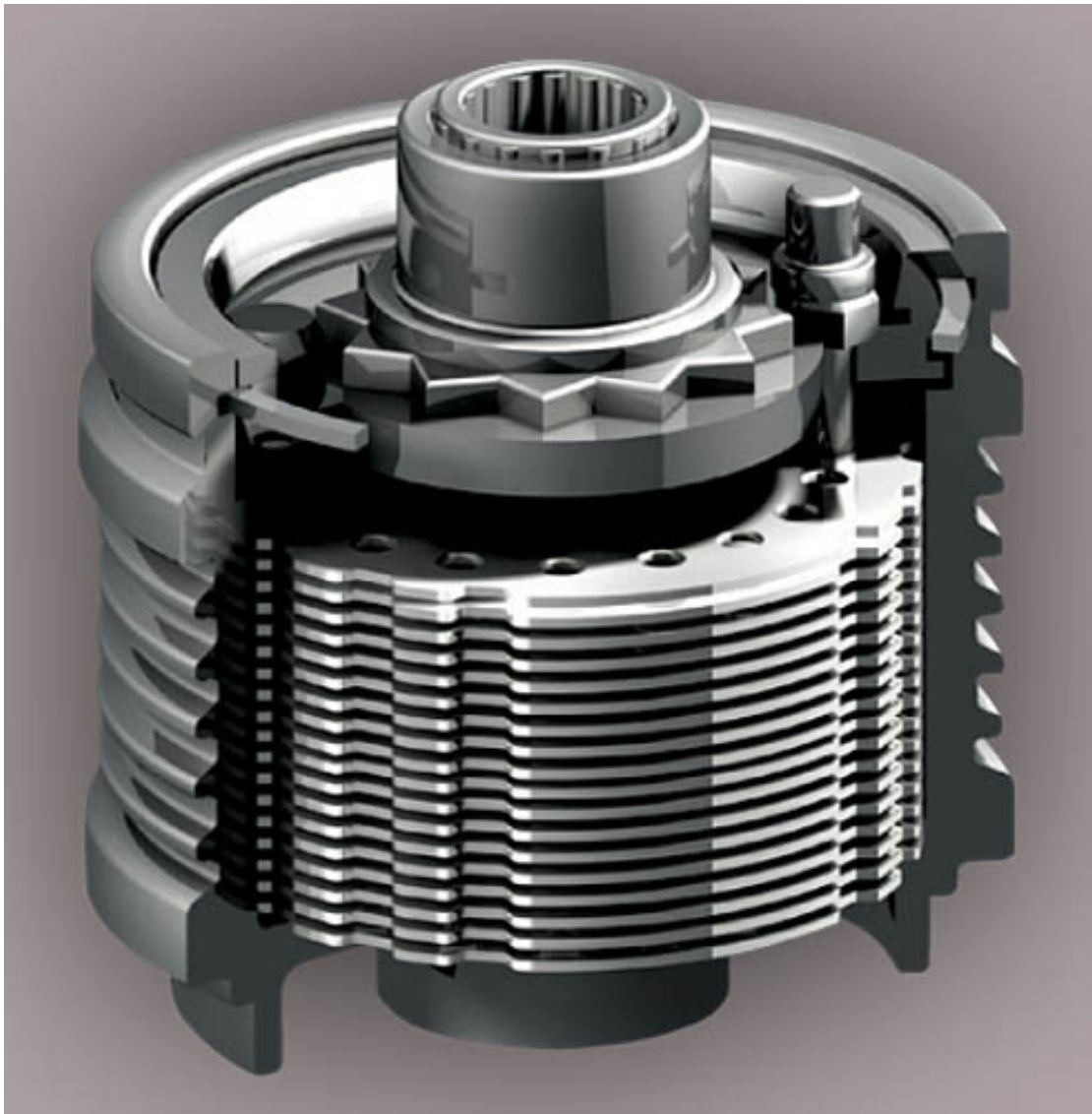
1.4.6. ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ

Βασικό στοιχείο των διατάξεων των συνεκτικών συμπλεκτών είναι το σιλοκονούχο υγρό που περιέχουν. Στα σιλικονούχα υγρά όσο η θερμοκρασία τους αυξάνεται, το ιξώδες τους αυξάνεται επίσης. Εκτός από την αύξηση στο ιξώδες των σιλοκονούχων υγρών, αύξηση υπάρχει και στην πυκνότητά τους. Αύξηση της θερμοκρασίας τους συνεπάγεται με αύξηση της πυκνότητας και έτσι για δεδομένη μάζα αυξάνεται ο όγκος τους. Η εκμετάλλευση των ιδιοτήτων των σιλικονούχων υγρών πραγματοποιήθηκε από τους κατασκευαστές σε συνδιασμό με τους πολύδισκους συμπλέκτες. Παράλληλα τοποθετημένα ομόκεντροι δίσκοι εμβαπτίστηκαν μέσα σε αυτό το υγρό και προσαρμόστηκαν σε ένα ελεύθερο διαφορικό. Πακτώθηκαν οι μισοί δίσκοι μεταξύ τους, αλλά και με το ένα από τα δύο ημιαξόνια και οι άλλοι μισοί δίσκοι στο άλλο ημιαξόνιο. Το αποτέλεσμα είναι όταν το ένα ημιαξόνιο περιστρέφεται γρηγορότερα από το άλλο, τα διαδοχικά ζεύγη δίσκων περιστρέφονται με διαφορετική σχετική γωνιακή ταχύτητα. Όταν συμβαίνει αυτό, το σιλικονούχο υγρό αναδεύεται, αυξάνεται η θερμοκρασία και η πυκνότητά του, με αποτέλεσμα να εμποδίζει τους δίσκους που βρίσκονται εκατέρωθεν του να περιστρέφονται με διαφορετική μεταξύ τους ταχύτητα.



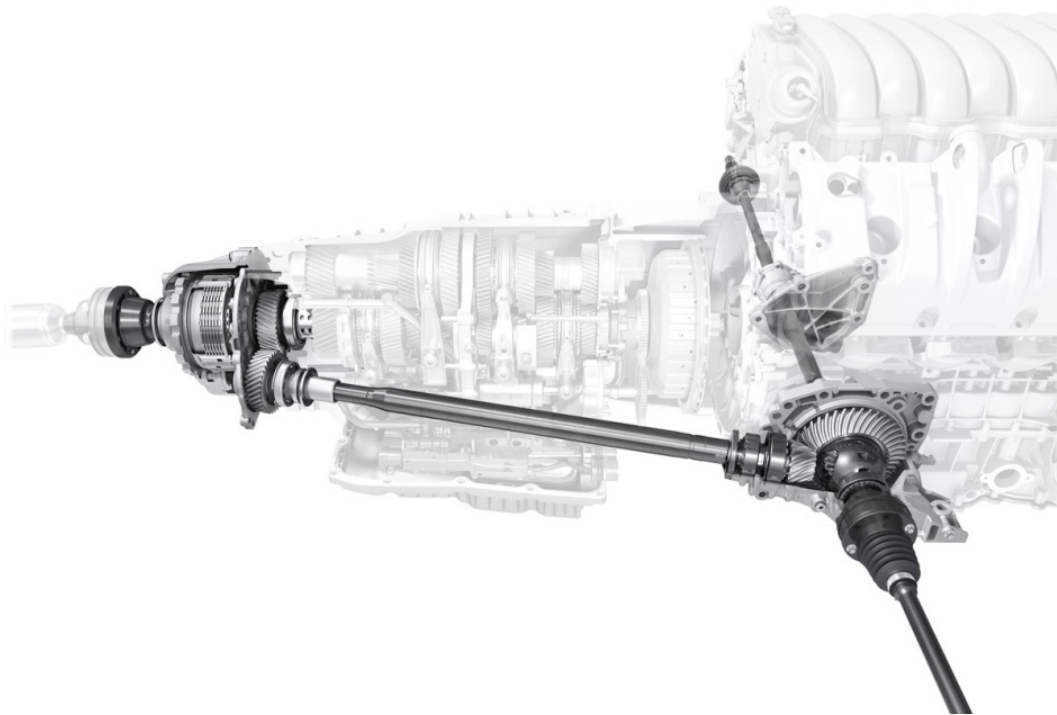
Πολύδισκος συμπλέκτης για σιλικονούχο υγρό

Το σιλικονούχο υγρό αναγκάζει τον πολύδισκο συμπλέκτη να μπλοκάρει, περιορίζοντας την ολίσθηση. Ο μηχανισμός αυτός λειτουργεί βάση της διαφοράς ταχύτητας και είναι οικονομικότερος από πολύπλοκα μηχανικά διαφορικά, αλλά μειονεκτεί λόγω καθυστερημένης εμπλοκής των μερών του. Υπάρχει χρονική καθυστέρηση από τη στιγμή που οι τροχοί θα ολισθήσουν μέχρι τη στιγμή που το σιλικονούχο υγρό θα πάρει την κατάλληλη θερμοκρασία, ώστε οι δίσκοι να αρχίσουν να επιβραδύνουν.



Συνεκτικός συμπλέκτης

Η χρήση του συνεκτικού συμπλέκτη βρίσκει εφαρμογή σε πολλά μοντέλα βελτιώνοντας τα περιθώρια πρόσφυσης, είτε μεταξύ των τροχών ενός άξονα, είτε μεταξύ των αξόνων όταν χρησιμοποιείται σε τετρακίνητα οχήματα. Αυτού του είδους διατάξεις διαθέτουν ακριβιά αυτοκίνητα όπως Porsche 911, Lamborghini Diablo VT, Murcielago, Gallardo, αλλά και αυτοκίνητα καθημερινής χρήσης όπως Fiat, Lancia, VW, Volvo. Επίσης εφαρμογή βρίσκει σε οχήματα πόλης με εκτός δρόμου προσανατολισμό όπως Honda CRV, HRV, Nissan X-trail, Murano, όπου ο συνεκτικός συμπλέκτης παίρνει τη θέση του κεντρικού διαφορικού. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείτε μόνιμη και μη τετρακίνηση μέσω προφόρτισης του συμπλέκτη. Προκειμένου να εξαλειφθεί το μειονέκτημα της χρονικής απόκρισης, προστέθηκε στη διάταξη αντλία με έμβολα για να συνεργαστεί με το σιλικονούχο υγρό. Το αποτέλεσμα είναι να μην βασίζεται η λειτουργία της διάταξης μόνο στις ιδιότητες του σιλικονούχου υγρού, αλλά και στην επιπλέον πίεση που ασκεί το κύκλωμα ώστε να λειτουργήσουν ταχύτερα οι δίσκοι. Τέτοια διάταξη με υδραυλική υποβοήθηση είναι το σύστημα της σουηδικής Haldex.



Εφαρμογή συνεκτικού συμπλέκτη σε Porsche Panamera

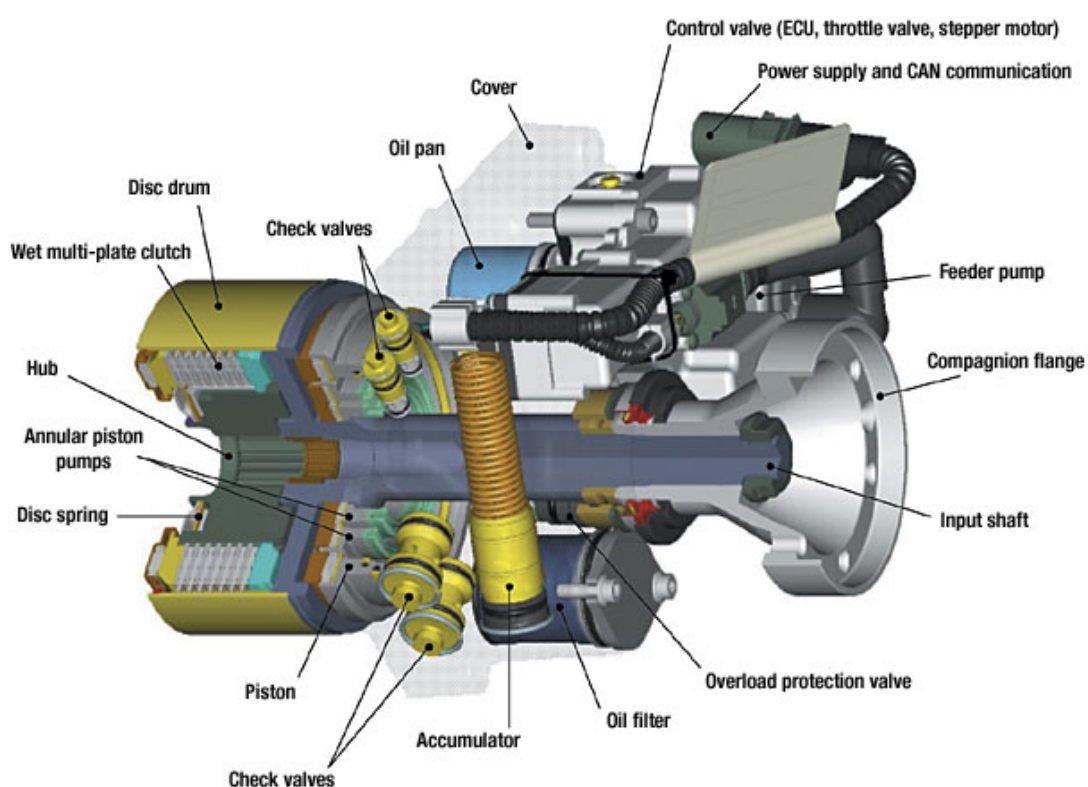
1.4.7. ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ HALDEX

Το Haldex είναι μια πολύπλοκη διάταξη που ενσωματώνει υδραυλικά, μηχανικά και ηλεκτρονικά υποσυστήματα. Τα βασικά μέρη του Haldex είναι μια παλινδρομική αντλία που ενεργοποιείται από τη διαφορά ταχυτήτων περιστροφής των δύο αξόνων που ελέγχει το σύστημα, ο υγρός πολύδισκος συμπλέκτης, οι επιμέρους βαλβίδες του κυκλώματος και τα ηλεκτρονικά.

Όσο οι δύο άξονες εισόδου και εξόδου περιστρέφονται με τον ίδιο ρυθμό δεν αντλείται το ειδικό υδραυλικό υγρό για Haldex, όμως από τη στιγμή που δημιουργηθεί διαφορά, ξεκινάει η ροή του λαδιού. Το λάδι ρέει σε ένα έμβολο που πιέζει τους δίσκους του πολύδισκου συμπλέκτη, μειώνοντας τη διαφορά ταχύτητας περιστροφής. Η επιστροφή του λαδιού στο συσσωρευτή του κυκλώματος πραγματοποιείται μέσω μιας ελεγχόμενης βαλβίδας η οποία ρυθμίζει την πίεση του λαδιού του κυκλώματος και κατ' επέκταση την πίεση που ασκεί το έμβολο στους δίσκους του συμπλέκτη. Η αντλία διαθέτει τρία υδραυλικά έμβολα άντλησης, από τα οποία τα δύο ενεργοποιούνται όταν υπάρξει διαφορά ταχύτητας περιστροφής εισόδου-εξόδου και τα οποία παρέχουν λάδι στο τρίτο κατά σειρά έμβολο που συμπιέζει τους δίσκους του συμπλέκτη. Η παροχή του λαδιού αυξάνεται ανάλογα με τη διαφορά ταχυτήτων μεταξύ των αξόνων. Καθώς αυτή αυξάνει, αυξάνεται και η δύναμη που συμπιέζει τους δίσκους του συμπλέκτη, μέχρι αυτή να εξισορροπηθεί πλήρως.

Στο Haldex υπάρχει μια δεύτερη μικρότερη ηλεκτρική αντλία, η οποία κρατάει το κύκλωμα σε ετοιμότητα όσον αφορά την υδραυλική πίεση, ασκώντας μικρή δύναμη στα έμβολα ακόμα και όταν δεν υπάρχει ολίσθηση μεταξύ των αξόνων,

ούτως ώστε η απόκριση του κυκλώματος για το κτίσιμο ωφέλιμης πίεσης όταν χρειαστεί, να είναι όσο το δυνατόν πιο άμεση. Η μικρή αντλία λειτουργεί μόνο όσο ο κινητήρας του αυτοκινήτου βρίσκεται σε κατάσταση που μπορεί να λειτουργήσει. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να ρυμουλκηθεί το όχημα με τον έναν άξονα στον αέρα, χωρίς ανεπιθύμητη φθορά των τριβόμενων μερών. Τέλος στο κύκλωμα υπάρχει προστατευτική βαλβίδα, η οποία προφυλάσσει το σύστημα από υπερβολικά φορτία.



Συνεκτικός συμπλέκτης Haldex

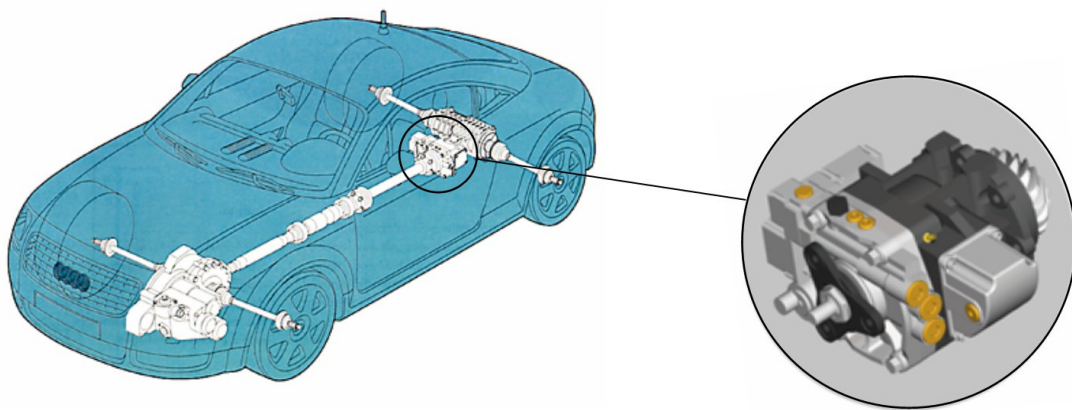
Το ηλεκτρονικό κύκλωμα ελέγχου του Haldex βρίσκεται σε συνεχή επικοινωνία με το βασικό ηλεκτρονικό κύκλωμα ελέγχου του αυτοκινήτου και το δίκτυο αυτό μεταφέρει τα σήματα από διάφορους αισθητήρες του οχήματος. Το Haldex χρησιμοποιεί μέσω του συστήματος τα σήματα των υπαρχόντων

αισθητήρων του αυτοκινήτου, χωρίς να χρειάζεται ξεχωριστούς αισθητήρες, τα οποία σήματα στη συνέχεια επεξεργάζονται στη δική του ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, ώστε να καθορίσει το ποσοστό εμπλοκής των δύο αξόνων.

Οι βασικοί αισθητήρες του συστήματος είναι: περιστροφής των τροχών (ABS-ESP), περιστροφής τιμονιού, περιστροφής γύρω από τον κατακόρυφο άξονα του οχήματος και ο αισθητήρας πλευρικής επιτάχυνσης. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του Haldex βρίσκεται ενσωματωμένη στο κέλυφός του και αποτελεί προϊόν συνεργασίας της Haldex και της Siemens VDO Automotive. Αυτή η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου είναι δοκιμασμένη σε ακραίες συνθήκες κραδασμών και θερμοκρασίας. Βασική αρμοδιότητα της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου του Haldex είναι ο έλεγχος της βαλβίδας του κυκλώματος που ελέγχει τη σύμπλεξη των δίσκων και τη μεταφορά ροπής από τον έναν άξονα στον άλλο. Για να αποφευχθεί το Haldex να επηρεάσει τη δυναμική του οχήματος κατά τη λειτουργία του ABS, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του Haldex απενεργοποιεί το σύστημα αφήνοντας ανοικτό το συμπλέκτη σε 60ms.

Η εφαρμογή του Haldex μπορεί να πραγματοποιηθεί σε προσθιοκίνητα αυτοκίνητα με δυνατότητα μεταφοράς ποσοστού της ροπής πίσω ή αντίστροφα. Σε μεγάλο ποσοστό η χρήση του γίνεται σε αυτοκίνητα με μπροστά κίνηση, που σε περίπτωση ολίσθησης των τροχών μπορούν να

μεταφέρουν ροπή πίσω μέχρι 50%-50% κατανομή σε πλήρες κλείδωμα του συμπλέκτη.

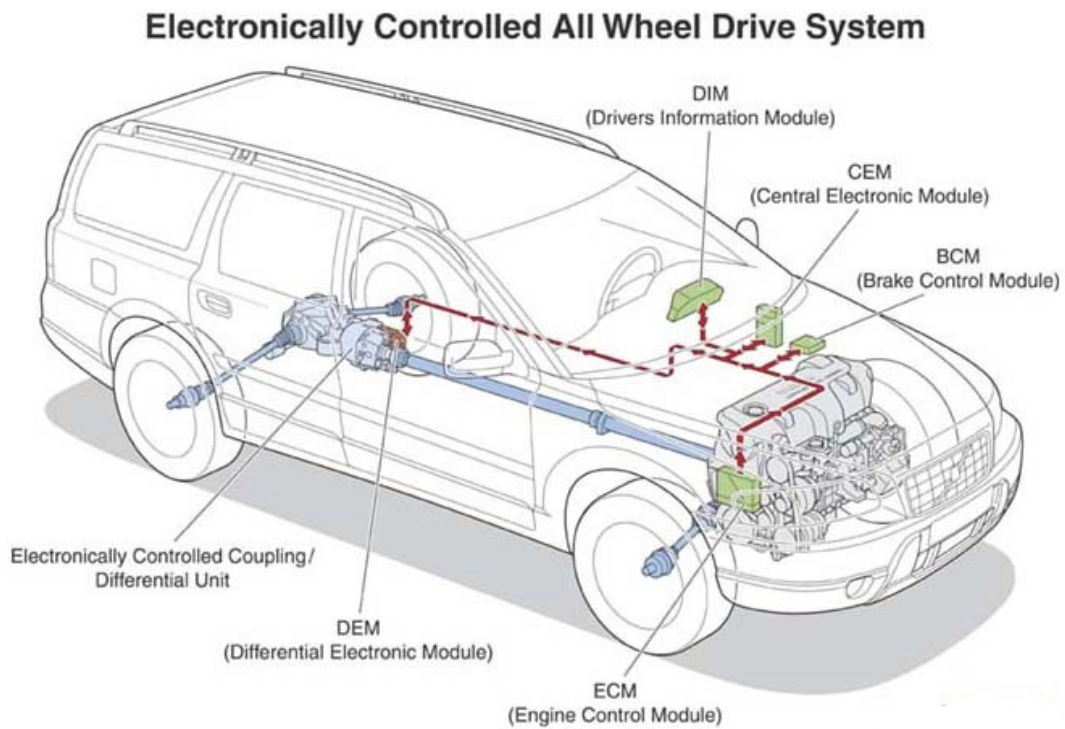


Haldex σε Audi TT

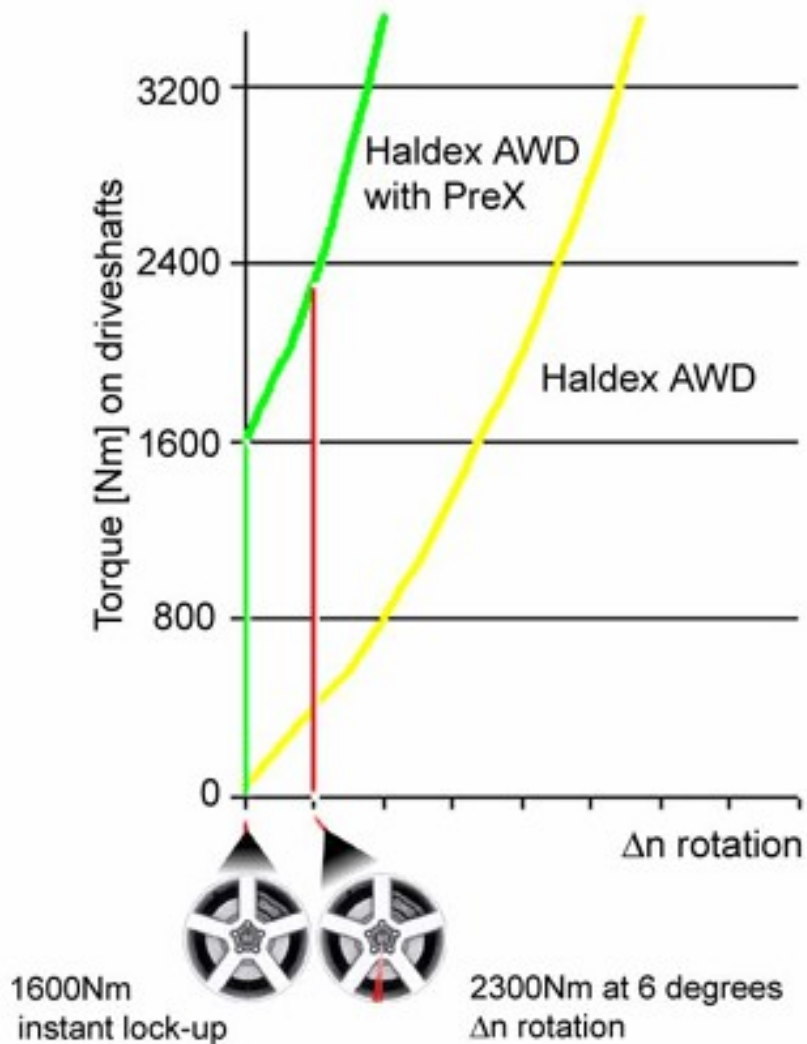
Η εξέλιξη του Haldex διαθέτει βελτιωμένο ηλεκτρονικό έλεγχο στις βαλβίδες. Εφαρμόζοντας το σύστημα PreX το Haldex δεύτερης γενιάς διαθέτει προφόρτιση, με αποτέλεσμα χωρίς ολίσθηση του εμπρόσθιου άξονα, το σύστημα να μεταφέρει μικρό ποσοστό της ροπής πίσω. Έτσι εμπλέκει τις δύο ομάδες δίσκων χωρίς να υπάρχει διαφορά στην περιστροφή τους, ώστε να μειωθεί η καθυστέρηση στην απόκριση. Το ποσοστό είναι 2-5% και υπάρχει δυνατότητα να αυξηθεί, δημιουργώντας ένα μόνιμα τετρακίνητο αυτοκίνητο χωρίς κεντρικό διαφορικό.

Η αρχή λειτουργίας του Haldex είναι: μετά το κιβώτιο ταχυτήτων, η ισχύς μεταφέρεται στο μπροστινό διαφορικό, όπου από εκεί εκτός από τα μπροστά ημιαξόνια, κίνηση παίρνει και ο κεντρικός άξονας ο οποίος συνδέεται με την είσοδο του Haldex. Η έξοδος του οδηγείται στο πίσω διαφορικό. Πάντα όταν

το αυτοκίνητο κινείται περιστρέφεται ο κεντρικός άξονας και κατ' επέκταση οι μισοί δίσκοι του Haldex.



Haldex δεύτερης γενιάς σε Volvo XC70

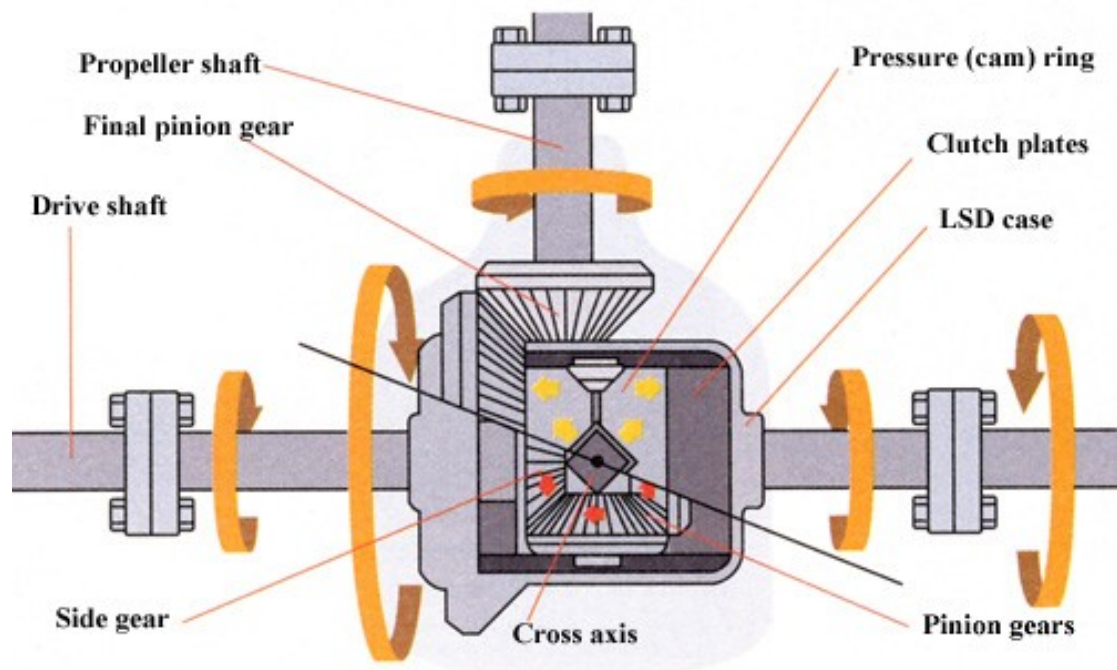


Στο διάγραμμα φαίνεται η προφόρτιση που δημιουργήτε από το Haldex δεύτερης γενιάς, με αποτέλεσμα την γρηγορότερη απόκριση του οπίσθιου άξονα και την καλύτερη δυναμική συμπεριφορά του οχήματος, σε σχέση με το Haldex πρώτης γενιάς.

1.4.8. ΔΙΣΚΑΤΟ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ



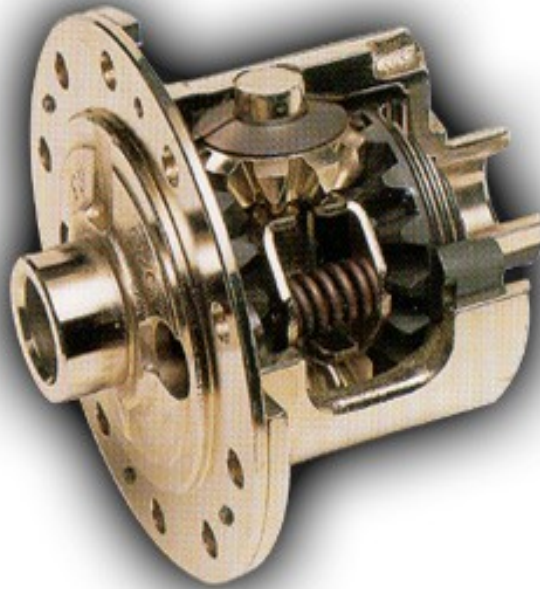
Το δισκάτο διαφορικό αποτελείται από τα μέρη ενός υπάρχον ελεύθερου διαφορικού, κορώνα, πλανήτες, δορυφόρους, συν την προσθήκη δύο συμμετρικών ομάδων δίσκων τριβής. Από μία ομάδα δίσκων τριβής εξοπλίζεται το κάθε ημιαξόνιο και κατ' ουσίαν υπάρχει ένας πολύδισκος συμπλέκτης σε κάθε πλευρά του διαφορικού. Η λειτουργία του είναι παρόμοια με την λειτουργία ενός διαφορικού περιορισμένης ολίσθησης.



Διάταξη δισκάτου διαφορικού

Καθεμία από τις δύο πλευρές του διαφορικού διαθέτει έναν αριθμό δίσκων τριβής, οι οποίοι είναι πακτωμένοι στο ημιαξόνιο και ανάμεσα στους οποίους παρεμβάλλονται δίσκοι τριβής που είναι σταθερά τοποθετημένοι στο κέλυφος της κορώνας.

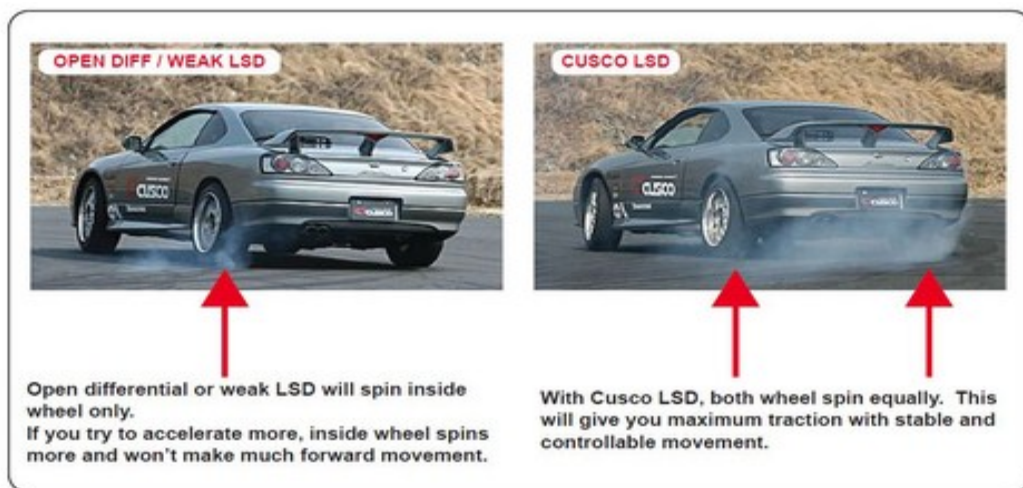
Όταν υπάρχει διαφορά στην ταχύτητα περιστροφής των δύο τροχών, ο μηχανισμός του διαφορικού πιέζει τους δίσκους μεταξύ τους. Μέσω των δυνάμεων τριβής που αναπτύσσονται μεταξύ των δίσκων, ο τροχός που έχει την τάση να ολισθήσει κοντράρει άμεσα με τον απέναντι τροχό που έχει καλύτερη πρόσφυση.



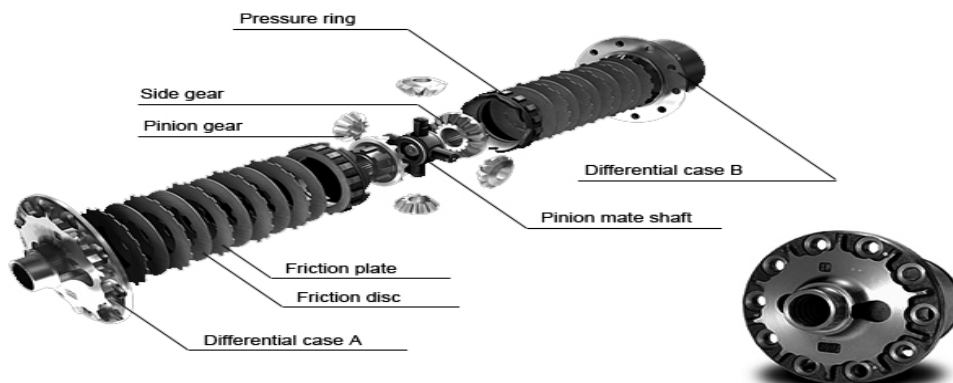
Δισκάτο διαφορικό

Το ποσοστό εμπλοκής ενός δισκάτου διαφορικού καθορίζεται από τις δυνάμεις τριβής που μπορούν να αναπτυχθούν μεταξύ των δίσκων, οι οποίες εξαρτώνται από τον συντελεστή τριβής των διεπιφανειών, τον αριθμό των δίσκων και τη δύναμη που ασκείται μεταξύ των δίσκων λόγω προφόρτισης. Όσο πιο σφυχτεί οι δίσκοι μεταξύ τους, τόσο περισσότερο μπλοκέ γίνεται το διαφορικό.

Τα δισκάτα διαφορικά προσφέρουν μεγάλο ποσοστό εμπλοκής για μικρές διαφοροποιήσεις στην ταχύτητα περιστροφής μεταξύ των τροχών. Το μειονέκτημά τους είναι ότι περιορίζουν την ανεξαρτισία κίνησης των τροχών. Σε περίπτωση που το αυτοκίνητο στρίβει με μικρή ταχύτητα, χωρίς να χάσει πρόσφυση, το διαφορικό καταπονείται λόγω του ότι οι δίσκοι αναγκάζονται να ολισθήσουν. Τα δισκάτα διαφορικά παράγουν θόρυβο κατά τους κλειστούς ελιγμούς, με μικρή ταχύτητα όπως κατά το παρκάρισμα εξαιτίας της ολίσθησης των δίσκων. Είναι επιτακτική ανάγκη η αποκατάσταση της φθοράς των δίσκων τριβής, διότι το διαφορικό θα συμπεριφέρεται όπως το ελεύθερο διαφορικό.



Nissan Silvia S15 με και χωρίς δισκάτο διαφορικό



Μέρη δισκάτου διαφορικού

1.4.9. BMW M DIFFERENTIAL LOCK

Μία παρεμφερές εφαρμογή δισκάτου διαφορικού αποτελεί το διαφορικό όπου εξοπλίζεται η BMW M3 E46, το οποίο εξελίχθηκε από κοινού μεταξύ της BMW M και τις GKN Viscodriv. Χρησιμοποιεί μια αντλία στο εσωτερικό του διαφορικού όπου η κάθε πλευρά της συνδέεται με ένα κινητήριο τροχό. Όταν η ταχύτητα των τροχών διαφέρει η αντλία παρέχει μεταβλητή πίεση που εφαρμόζεται σε πολύδισκους συμπλέκτες και εμποδίζει τους τροχούς να περιστρέφονται με διαφορετικό ρυθμό. Η αντλία χρησιμοποιεί σιλικονούχο λάδι μεταξύ δύο δίσκων. Όταν οι δίσκοι περιστραφούν με διαφορετικοί ταχύτητα, τους ασκείται πίεση από το σιλικονούχο λάδι που διαστέλεται και εξισορροπεί την ταχύτητα των δίσκων. Το διαφορικό δεν απαιτεί συντήρηση και το ποσοστό εμπλοκής μπορεί να φτάσει το 100%.



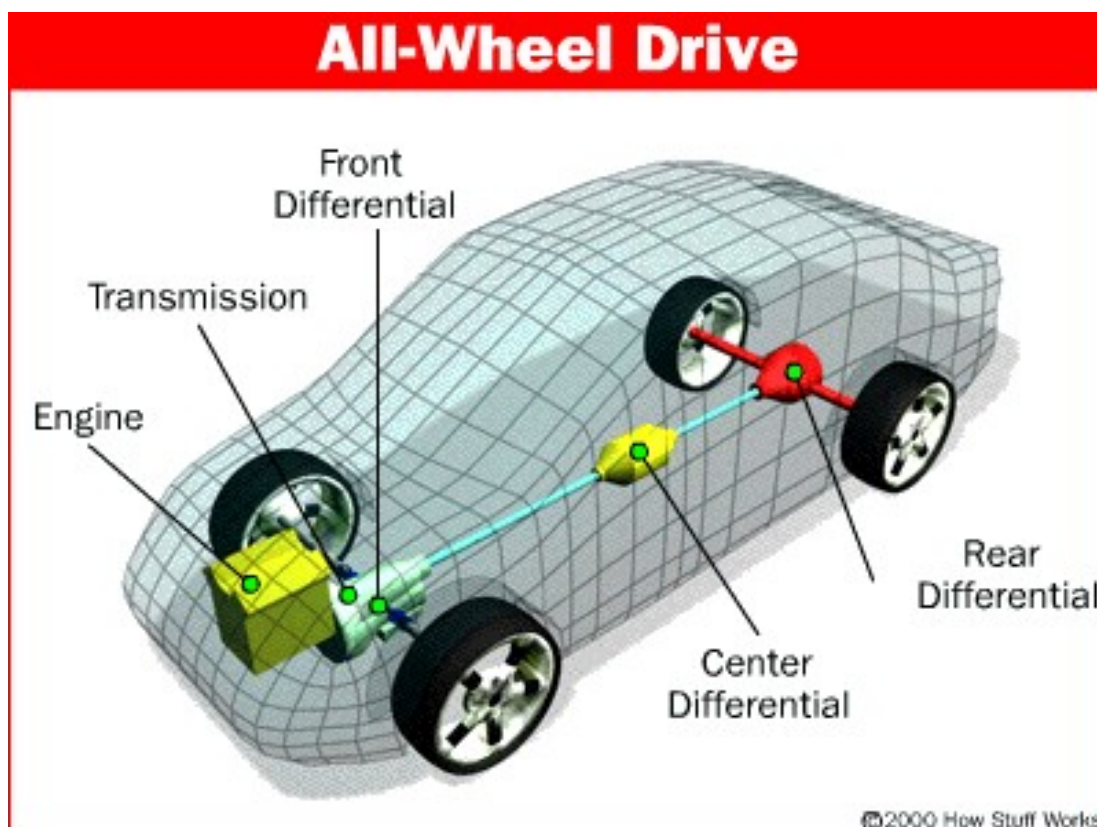
Μηχανισμός διαφορικού BMW M3 E46

1.4.10. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΤΕΤΡΑΚΙΝΗΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

Η τετρακίνηση των αυτοκινήτων αφορά την ελκτική κατά βάση πρόσφυση. Αν η ροπή που παράγει ένας κινητήρας μοιράζεται σε δύο από τους τέσσερις τροχούς του αυτοκινήτου, λόγω του μεγέθους της ή και του συντελεστή πρόσφυσης οι τροχοί μπορούν να ολισθήσουν, με αποτέλεσμα να χαθεί το μέγιστο περιθώριο πρόσφυσης. Αν η ίδια ροπή του κινητήρα μοιραστεί και στους τέσσερις τροχούς, οι πιθανότητες ολίσθησης ελαττώνονται επειδή υπάρχει δυνατότητα εκμετάλλευσης περισσότερης ροπής σε πρόσφυση. Σε μία στροφή ένα δίκινητο και ένα τετρακίνητο αυτοκίνητο θα αναπτύξουν παρόμοιες τιμές πλευρικής επιτάχυνσης, όμως αν εκκινήσουν από στάση ταυτόχρονα με τη μέγιστη επιτάχυνση, το τετρακίνητο αυτοκίνητο θα αναπτύξει γρηγορότερα την μέγιστη ταχύτητα εξαιτίας της καλύτερης ελκτικής πρόσφυσης που θα αναπτύξει. Σε περίπτωση που ο συντελεστής πρόσφυσης του οδοστρώματος είναι χαμηλός, η ελκτική και πλευρική πρόσφυση έχουν άμεση εξάρτηση μεταξύ τους. Αν ένα τετρακίνητο όχημα χάσει την προσφυσή του σε μία στροφή, η ελκτική πρόσφυση θα είναι εκμεταλλεύσιμη ώστε να αναπτύξει και την πλευρική πρόσφυση αμεσότερα σε σχέση με ένα δίκινητο. Σε οδόστρωμα με υψηλό συντελεστή πρόσφυσης και οι δύο τύποι μετάδοσης μπορούν να κινηθούν με τους ίδιους ρυθμούς.

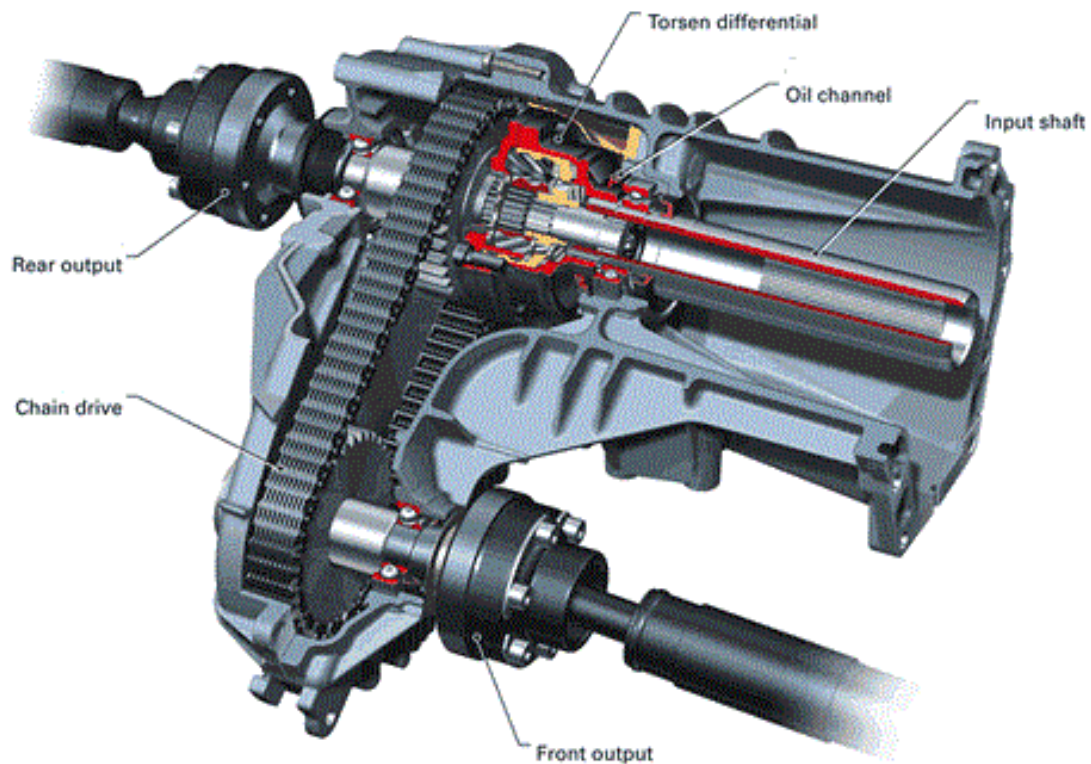
Σε ένα δίκινητο από τον κινητήρα μέχρι τους τροχούς η τιμή των απωλειών κυμαίνεται μεταξύ 10-15% και σε ένα μόνιμα τετρακίνητο μεταξύ 20-25%. Σε κάθε ζεύγος οδοντωτών τροχών η ισχύς μειώνεται κατά 5% και σε κάθε έδρανο κατά 2%. Σε ένα δίκινητο με την μετάδοση στον οπίσθιο άξονα οι απώλειες αυξάνονται κατά 1-2% λόγω του κεντρικού άξονα, ενώ σε ένα σύστημα Haldex οι απώλειες αυξάνονται κατά άλλο ένα 5%, λόγω της ύπαρξης και εμπρόσθιου διαφορικού και κεντρικού άξονα που περιστρέφει μόνιμα τους μισούς δίσκους του πολύδισκου συμπλέκτη.

Οι βασικές διατάξεις τετρακίνητων είναι δύο. Σε ένα τετρακίνητο αυτοκίνητο πρέπει ο κάθε άξονας να περιστρέφεται ανεξάρτητα, όμως και οι δύο να μπορούν να δεχτούν ροπή. Όλα τα τετρακίνητα διαθέτουν εμπρός και πίσω διαφορικό, όμως υπάρχουν και τετρακίνητα με κεντρικό διαφορικό. Αυτά τα αυτοκίνητα έχουν μόνιμη τετρακίνηση. Το κεντρικό διαφορικό επιτρέπει στον κάθε άξονα να κινηθεί με διαφορετική συχνότητα από τον άλλο. Η ισχύς μεταφέρεται στο κεντρικό διαφορικό και από εκεί ένας άξονας μετάδοσης την μεταφέρει στο εμπρός διαφορικό και ένας άλλος άξονας στο πίσω. Στα αυτοκίνητα με δύο διαφορικά υπάρχει πολύδισκος συμπλέκτης και δεν έχουν μόνιμη τετρακίνηση. Η ισχύς μεταφέρεται στον έναν από τους δύο άξονες, ενώ στιγμιαία μεταφέρεται ροπή και στον άλλο άξονα μέσω του πολύδισκου συμπλέκτη.



Διάταξη τετρακίνησης με κεντρικό διαφορικό

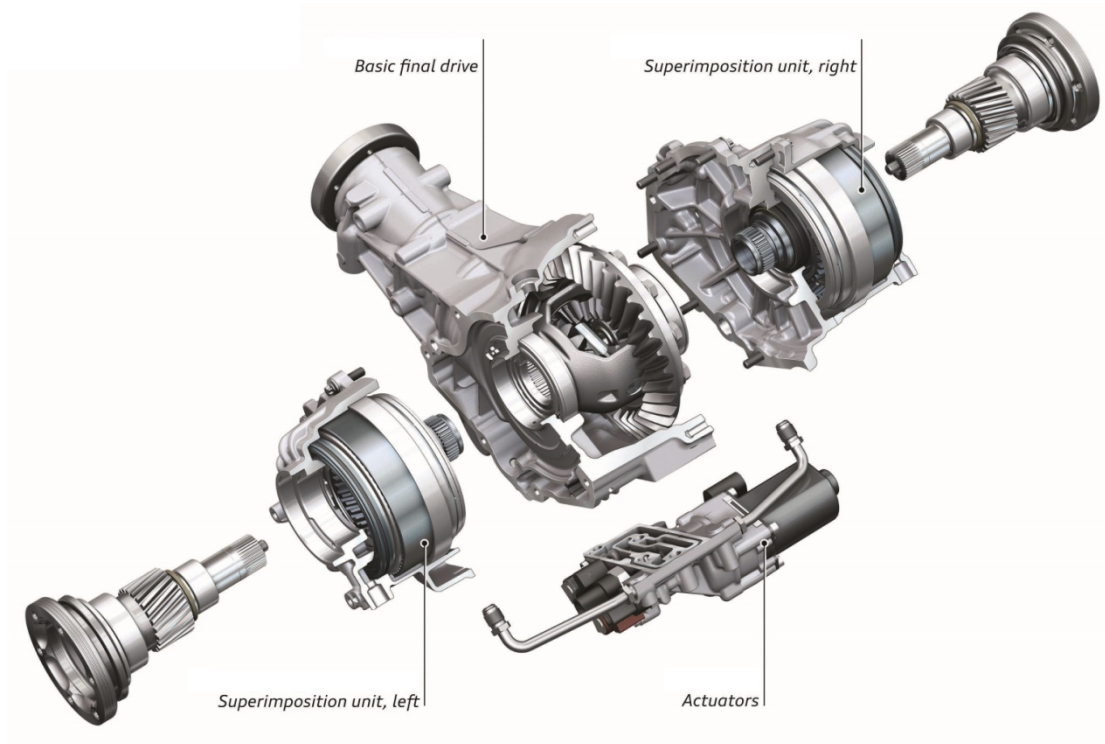
Σε ένα ελεύθερο κεντρικό διαφορικό η κατανομή της ροπής είναι 50%-50%. Για να αλλάξει η κατανομή θα πρέπει το διαφορικό να είναι περιορισμένης ολίσθησης. Torsen ή διαφορικό με πολύδισκο συμπλέκτη συνεκτικό ή ηλεκτρονικά ελεγχόμενο υδραυλικό. Κατ' επέκταση υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του ποσοστού κατανομής της ροπής εμπρος-πίσω.



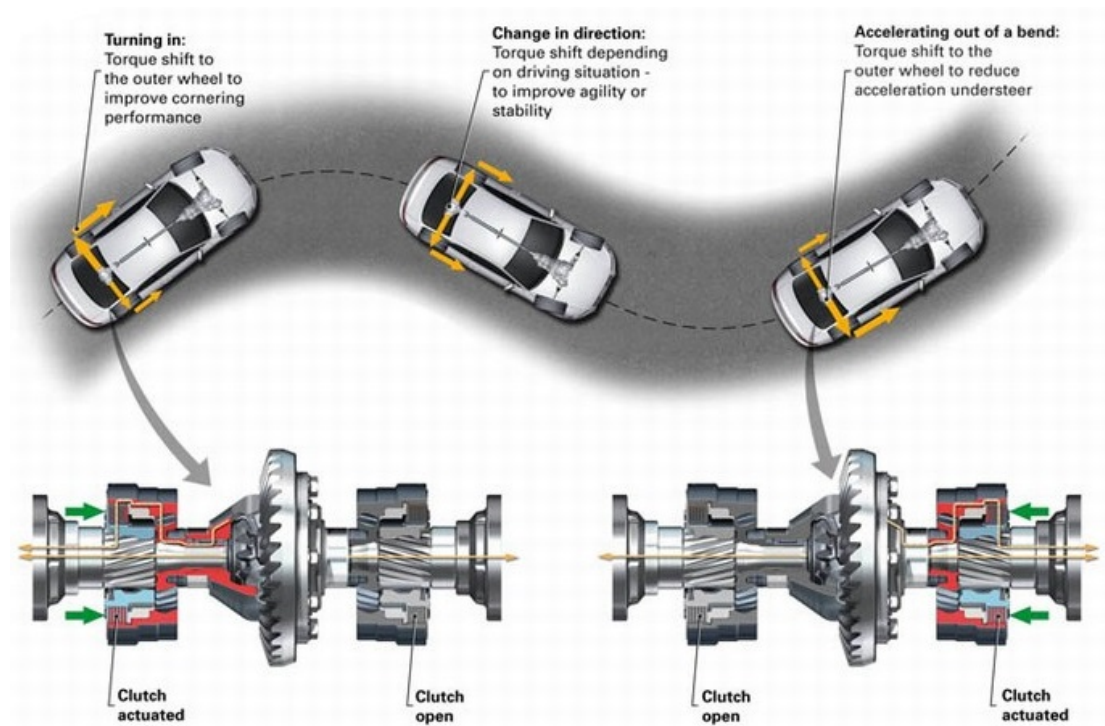
Κεντρικό διαφορικό από Audi Q7

1.4.11. ΣΥΣΤΗΜΑ QUATTRO ΤΗΣ AUDI

Το σύστημα αυτό ξεκίνησε από τους αγώνες αυτοκινήτων και για πρώτη φορά εξόπλισαι μοντέλο παραγωγής το 1981. Το σύστημα πρώτης γενιάς διέθεται τρία ελεύθερα διαφορικά, εκ των οποίων το κεντρικό και το πίσω διαφορικό κλείδωναν με επιλογή από την καμπίνα. Το σύστημα δεύτερης γενιάς είχε εμπρός και πίσω ελεύθερο διαφορικό, ενώ το κεντρικό ήταν Torsen. Η κατανομή ήταν 50%-50% αλλά υπήρχε δυνατότητα να δώσει το 80% σε ένα από τους δύο άξονες. Το σύστημα τρίτης γενιάς είχε δύο Torsen διαφορικά και μόνο το εμπρός ήταν ελεύθερο. Το σύστημα τέταρτης γενιάς είχε Torsen διαφορικό στο κέντρο και ελεύθερο στους δύο άξονες όπου και ελέγχονταν ηλεκτρονικά. Ο περιορισμός της ολίσθησης πραγματοποιούνταν ενεργοποιώντας τα φρένα στον εκάστοτε τροχό που είχε τάση ολίσθησης μέσω σήματος από τους αισθητήρες περιστροφής του ABS. Το σύστημα πέμπτης γενιάς έχει την κατανομή της ροπής 40%-60% εμπρός-πίσω, με δυνατότητα να μεταβάλλεται από 70%-30% έως και 15%-85% εμπρός-πίσω. Η ροπή μπορεί να κατανεμηθεί στους οπίσθιους τροχούς ανεξάρτητα, με αποτέλεσμα να εκμηδενιστεί η τάση υποστροφής. Το διαφορικό διαθέτει δύο πολύδισκους συμπλέκτες, όπου ενεργοποιούνται από ένα ηλεκτρο-υδραυλικό ενεργοποιητή σε λιγότερο χρόνο από 100ms. Ο τρόπος λειτουργίας του διαθέτει τρεις επιλογές, άνεσης, αυτόματο και δυναμικό.



Το διαφορικό της Audi πέμπτης γενιάς



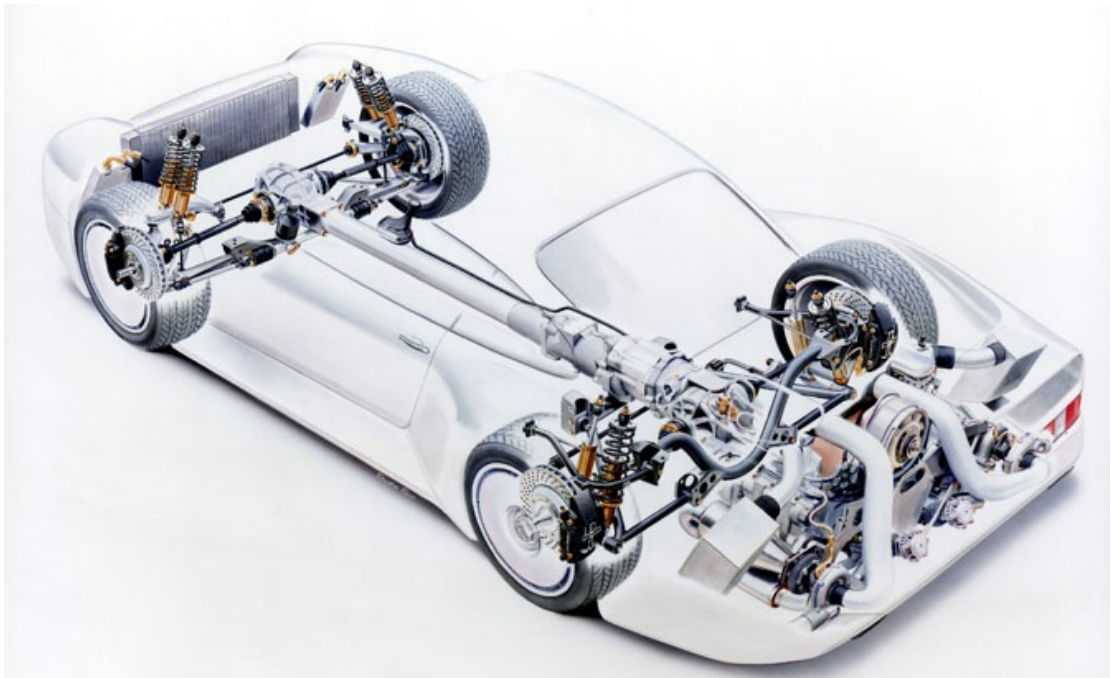
Η αρχή λειτουργίας του διαφορικού της Audi

1.4.12. ΣΥΣΤΗΜΑ PSK ΤΗΣ PORSCHE

Το 1986 η Porsche εξόπλισε την 959 με το σύστημα τετρακίνησης PSK. Η κατανομή της ροπής γίνεται συνεχώς, χωρίς να υπάρχει ολίσθηση μεταξύ των δύο αξόνων. Υπό κανονικές συνθήκες η κατανομή της ροπής είναι 40%-60% εμπρός-πίσω, αντίστοιχη με την κατανομή βάρους του οχήματος. Κατά την επιτάχυνση όπου ο πίσω άξονας βυθίζεται η κατανομή της ροπής ακολουθεί αυτήν του βάρους, στέλνοντας πίσω μέχρι και 80% της ροπής. Σε συνθήκες χαμηλής πρόσφυσης η κατανομή είναι μοιρασμένη και στους δύο άξονες ισόποσα. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος δέχεται σήματα από την πεταλούδα, την γωνία του τιμονιού, το επιταχυνσιόμετρο και την πίεση του υπερπληρωτή. Η ροπή μοιράζεται από ένα πολύδισκο συμπλέκτη, ο οποίος έχει 6 ζεύγη ανεξάρτητων δίσκων τριβής. Ανάλογα με το πόσα ζεύγη κλειδώνει το υδραυλικό κύκλωμα ελέγχου υπό την επιτήρηση των ηλεκτρονικών, καθορίζεται και το ποσοστό της ροπής που μεταφέρεται στον εμπρός άξονα. Για να λειτουργεί το αυτοκίνητο με μόνιμη τετρακίνηση οι δίσκοι βρίσκονται μόνιμα σε εμπλοκή και μερική ολίσθηση. Αυτό πραγματοποιούνταν λόγω της συνεχής διαφοράς ταχύτητας περιστροφής των δύο αξόνων, όπου επιτυγχάνεται με τη χρήση ελαστικών διαφορετικής διαμέτρου εμπρός και πίσω.



Porsche 959 του 1986



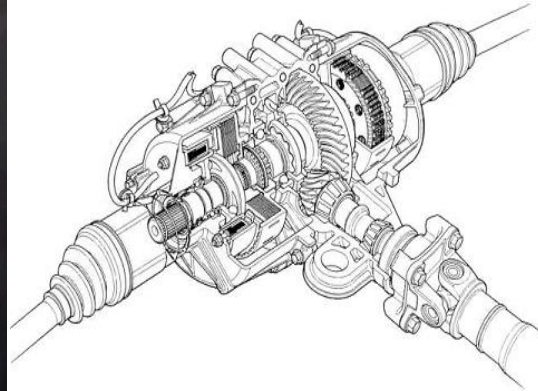
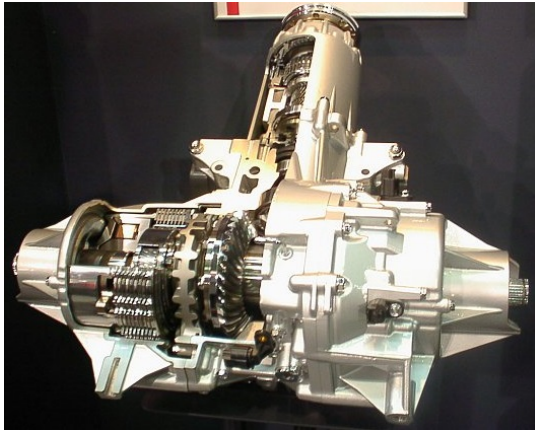
Σύστημα τετρακίνησης PSK

1.4.13. ΣΥΣΤΗΜΑ ATTESA E-TS PRO ΤΗΣ NISSAN

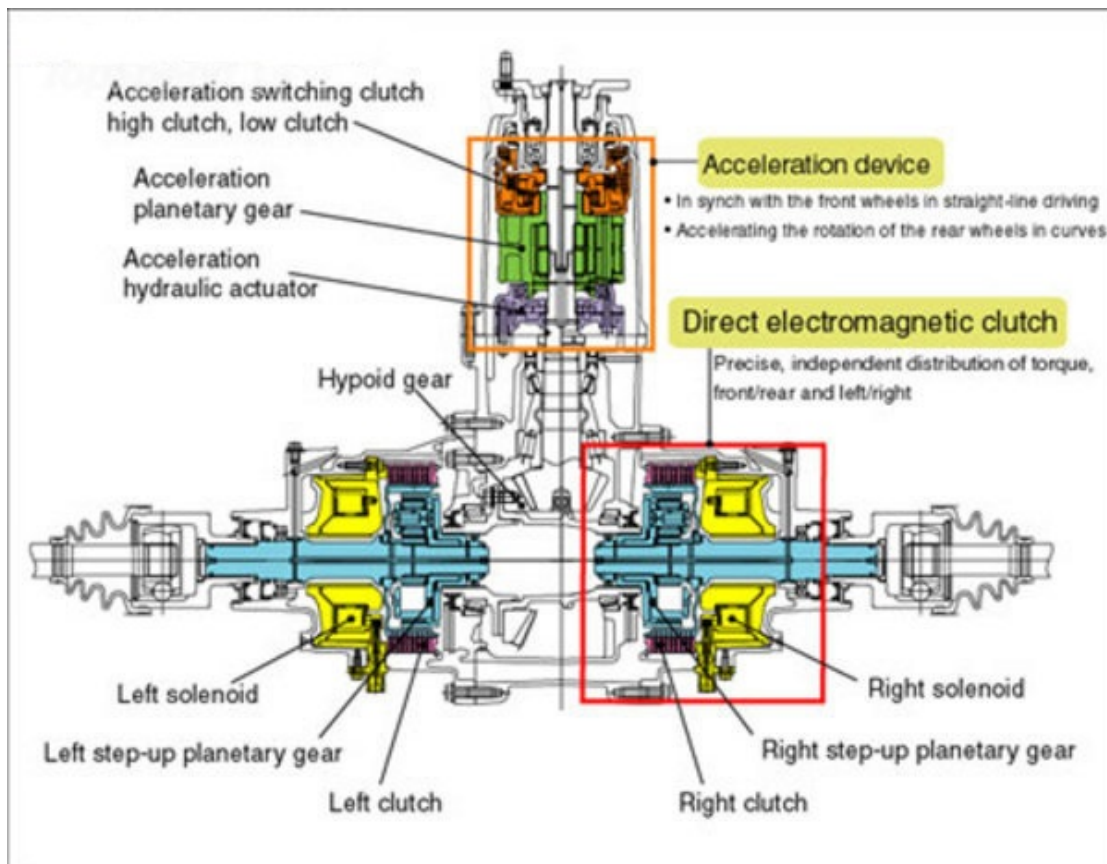
Με αυτό το σύστημα εξόπλισε η Nissan τα Skyline R33 και R34. Το πλήρες όνομα του συστήματος είναι Advanced Total Traction Engineering System for All-Electronic Torque Split. Το σύστημα δέχεται την ισχύ στο πίσω ηλεκτρονικά ελεγχόμενο διαφορικό περιορισμένης ολίσθησης, το οποίο ελέγχει την κατανομή της ροπής αριστερά-δεξιά και το αυτοκίνητο έχει πίσω κίνηση 100% υπό κανονικές συνθήκες. Όταν οι αισθητήρες του ABS σε συνδυασμό με τους αισθητήρες διαμήκους και εγκάρσιας επιτάχυνσης αντιληφθούν την απαίτηση να σταλεί ροπή και εμπρός, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος δίνει εντολή σε μία υδραυλική αντλία να κλειδώσει έναν πολύδισκο συμπλέκτη. Ο συμπλέκτης παίρνει ροπή από την έξοδο του κιβωτίου και την μεταβιβάζει στο εμπρός περιορισμένης ολίσθησης διαφορικό. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος είναι, ότι όταν δεν υπάρχει ανάγκη για ροπή εμπρός, το αυτοκίνητο έχει απώλειες πισωκίνητου και όταν η ελκτική ή πλευρική πρόσφυση είναι χαμηλή μπορεί να μεταφέρει εμπρός ποσοστό της ροπής μέχρι 50%. Η κατανομή μπορεί να μεταφερθεί εμπρός-πίσω και αριστερά-δεξιά.

1.4.14. ΣΥΣΤΗΜΑ SH-AWD ΤΗΣ HONDA

Με αυτό το σύστημα εξοπλίζεται το Honda Legend και το πλήρες ονομά του είναι Super Handling All-Wheel Drive. Το σύστημα έχει δυνατότητα συνεχής μεταβολής της ροπής, εμπρός-πίσω και αριστερά-δεξιά στον πίσω άξονα, δεν διαθέτει όμως κεντρικό και πίσω διαφορικό. Η λειτουργία του βασίζεται σε δύο ηλεκτρομαγνητικούς πολύδισκους συμπλέκτες όπου ο καθένας συνεργάζεται με έναν πίσω τροχό. Τα μέρη του συστήματος είναι τοποθετημένα στον πίσω άξονα και όταν η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του αυτοκινήτου, αναλύσει τα σήματα από τους αισθητήρες του συστήματος, υπολογίζει την κατανομή της ροπής για τους τέσσερις τροχούς. Στην πίσω άκρη του κεντρικού άξονα μετάδοσης, ένας επιταχυντής ο οποίος μέσω πλανητικού συστήματος οδοντωτών τροχών πολλαπλασιάζει τις στροφές εισόδου του στην έξοδο, στέλνει τη ροπή στους δύο ηλεκτρομαγνητικούς συμπλέκτες. Το σύστημα υπό κανονικές συνθήκες κίνησης σε ευθεία στέλνει το 70% της ροπής εμπρός και το 30% πίσω. Όταν χρειαστεί η κατανομή μπορεί να φτάσει μέχρι και 30%-70% εμπρός-πίσω. Σε περίπτωση που μέχρι και το 70% της ροπής σταλεί στον πίσω άξονα υπάρχει δυνατότητα να διανεμηθεί στον έναν τροχό. Με αυτόν τον τρόπο η ροπή κατανέμεται ως εξής, ο εμπρόσθιος άξονας δέχεται το 30% της ροπής, ο εξωτερικός πίσω τροχός το 70% και ο εσωτερικός πίσω 0% της ροπής.

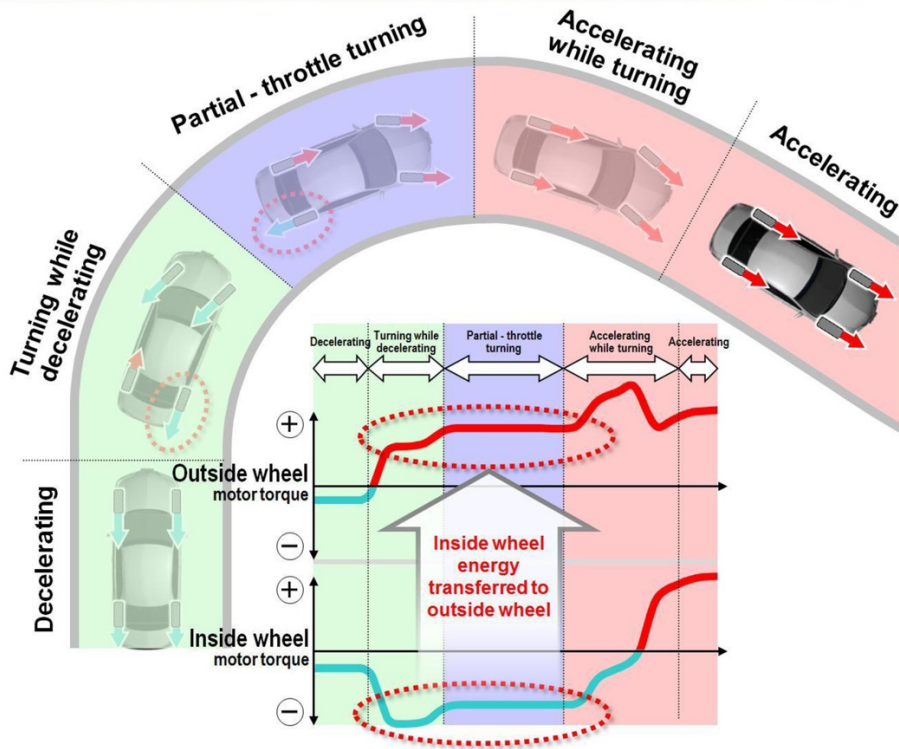


Το σύστημα SH-AWD της Honda



Τα μέρη του SH-AWD

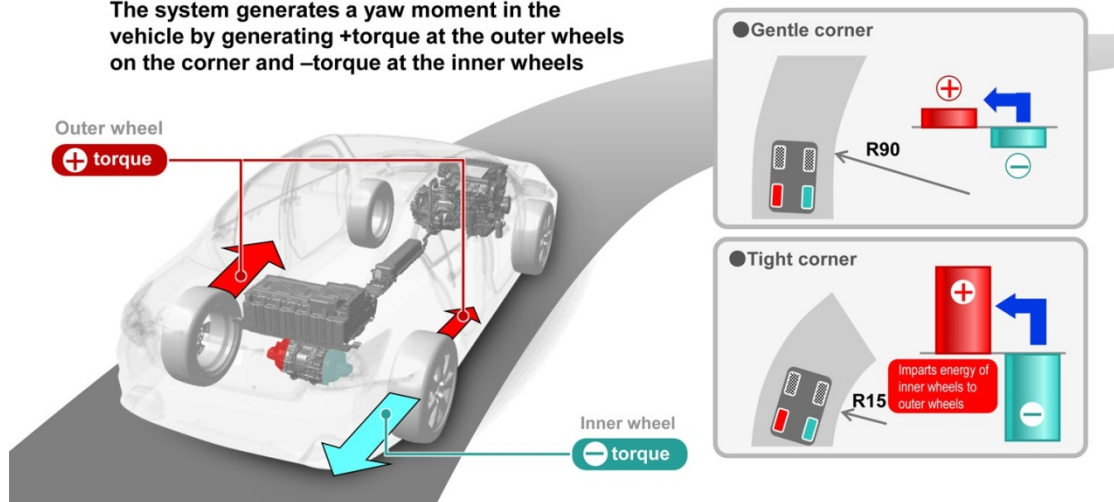
Effect during cornering



Unique flexible control of rear torque

Unique flexible control of rear torque generates its own turning force

The system generates a yaw moment in the vehicle by generating +torque at the outer wheels on the corner and -torque at the inner wheels



Η λειτουργία του SH-AWD

2^ο Μέρος

ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΙΒΩΤΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ (DIRECT SHIFT GEARBOX)

2.1.Γενικά

Ιστορικά η τεχνολογία DirectShiftGearbox (D.S.G) αρχικά ξεκίνησε από την αυτοκινητοβιομηχανία της Porsche περίπου 20 χρόνια πιο πριν και αργότερα παρατηρείται και η συμμετοχή της Volkswagen και της Audi. Η Porsche σταμάτησε να χρησιμοποιεί το κιβώτιο DSG λόγω της μεγάλης δύναμης των σημερινών μοντέλων τους. Η αμερικάνικη εταιρία BorgWarner κατασκεύασε το πρώτο κιβώτιο DualTronic και στη συνέχεια η Volkswagen βοήθησε στην οικονομική ανάπτυξη του DualTronic με αντάλλαγμα μια πενταετής συμφωνία πάνω στην εξέταση της τεχνολογίας του κιβωτίου. Σήμερα λοιπόν έχουμε φτάσει σε σημείο να βλέπουμε συνεχώς διάφορες αυτοκινητοβιομηχανίες να χρησιμοποιούν το παραπάνω κιβώτιο ταχυτήτων. Γι' αυτό λοιπόν είναι αναγκαίο να αναφέρουμε κάποιες βαθύτερες λεπτομέρειες του συγκεκριμένου συστήματος.

Το DSG είναι ένα ημιαυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων που διαθέτει τη βασική φιλοσοφία των μηχανικών κιβωτίων, αλλά έχει δύο συμπλέκτες. Ο στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί ο νεκρός χρόνος της αλλαγής όπου η ισχύς προς τους τροχούς διακόπτεται, χαρακτηριστικό που διαθέτουν όλα τα μηχανικά κιβώτια. Αυτό επιτυγχάνεται με τον έναν συμπλέκτη να αναλαμβάνει τις μισές σχέσεις και ο άλλος τις υπόλοιπες, έτσι ώστε όταν έχει επιλεγεί μια σχέση να είναι εμπλεγμένη ακόμα μία έτοιμη για χρήση. Η πρώτη επιτυχημένη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε την δεκαετία του '80 σε αγωνιστικό επίπεδο. Το κιβώτιο διπλού συμπλέκτη που διαθέτουν οι Porsche 956 και μετέπειτα 962 του Group C, είναι το πεντατάχυτο PDK. Τέτοιο κιβώτιο εξόπλιζε και τα Audi Sport Quattro και S1 του Group B, ενώ πλέον έχουμε τα DSG. Το κιβώτιο

εξελίχθηκε από την BorgWarner σε συνεργασία με το Volkswagen Group.

Ως βάση για το DSG (αρχιτεκτονική, οδοντωτοί τροχοί και συγχρονιζέ) χρησιμοποιήθηκε ένα εξατάχυτο το οποίο έχει έναν παραπάνω άξονα από το συμβατικό και διαθέτει ένα πρωτεύοντα και δύο δευτερεύοντες. Το χειροκίνητο κιβώτιο ζυγίζει 60kg, ενώ με την προσθήκη των εξαρτημάτων του DSG το βάρος έφτασε στα 90kg. Ο πρωτεύοντας άξονας αποτελείται από δύο ομόκεντρα κομμάτια, με το ένα να βρίσκεται μέσα στο άλλο. Το πρώτο, εξωτερικό κομμάτι διαθέτει τους οδοντωτούς τροχούς της 2ας και το κοινό της 4ης και 6ης. Μέσα από το κενό κομμάτι περνάει το δεύτερο κομμάτι του πρωτεύοντα όπου διαθέτει τους οδοντωτούς τροχούς της 1ης, της 3ης, της 5ης και της όπισθεν.



Στο άκρο της εισόδου καθενός κομματιού του πρωτεύοντα συνδέεται ένας ξεχωριστός πολύδισκος υγρός συμπλέκτης και έτσι υπάρχει ένας συμπλέκτης για τις μονές σχέσεις και ένας για τις ζυγές. Οι δύο συμπλέκτες είναι εμβαπτισμένοι σε λάδι για καλύτερη απαγωγή θερμότητας, ενώ ανάλογα με την θερμοκρασία τους που ελέγχεται από αισθητήρα στο κέλυφος του κιβωτίου, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου καθορίζει την παροχή της αντλίας λαδιού του κιβωτίου. Η μέγιστη παροχή της αντλίας ανέρχεται στα 20lt/min και επιτρέπει θερμικές

απώλειες μέχρι 70KW (95,2PS) στους δύο συμπλέκτες χωρίς να περάσει τη θερμοκρασία λειτουργίας τους στο λάδι, το οποίο είναι κοινό για τους δύο συμπλέκτες και για το υδραυλικό σύστημα αλλαγής σχέσεων.

Εκατέρωθεν των δύο ομοαξονικών κομματιών του πρωτεύοντα βρίσκονται οι δύο δευτερεύοντες άξονες. Ο πρώτος διαθέτει τους οδοντωτούς τροχούς της 1ης, της 2ας, της 3ης και της 4ης, ενώ ο δεύτερος αυτά της 5ης, της 6^{ης} και της όπισθεν. Συνολικά υπάρχουν τέσσερις φουρκέτες, μία για την επιλογή 1ης και 3ης, μία για την 2α και την 4η, μία για την 5η και μία για την 6η και την όπισθεν. Αυτές παίρνουν κίνηση μέσω ενός υδραυλικού κυκλώματος που εργάζεται σε εύρος πιέσεων 0-20bar. Μέσω αισθητήρα, η ECU του κιβωτίου γνωρίζει ανά πάσα στιγμή ακριβώς τη θέση της κάθε φουρκέτας. Το σύστημα ελέγχου του DSG Mechatronic βρίσκεται στην εσωτερική πλευρά του κελύφους του κιβωτίου μέσα σε λάδι που φτάνει τους 140° C. Τα κυκλώματα ημιαγωγών του συστήματος είναι ευαίσθητα σε τέτοιες θερμοκρασίες και την ψύξη τους έχει αναλάβει μια ψύκτρα τοποθετημένη στην εξωτερική πλευρά του κελύφους του κιβωτίου. Τέλος, να μην ξεχνάμε ότι τα κιβώτια αυτά του είδους αναφέρονται στην πραγματικότητα ως “ημιαυτόματα” ή “αυτοματοποιημένα μηχανικά”, αφού με τον όρο “αυτόματο” παραδοσιακά χαρακτηρίζονται τα κιβώτια με υδραυλικό μετατροπέα ροπής και “σειριακά” είναι τα αγωνιστικά κιβώτια όπου πρέπει κάποιος να περάσει από όλες τις σχέσεις για να επιλέξει την τελική.

2.2.ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΙΒΩΤΙΩΝ

2.2.1. 6-speed DSG (έξι σχέσεων κιβώτιο ταχυτήτων)

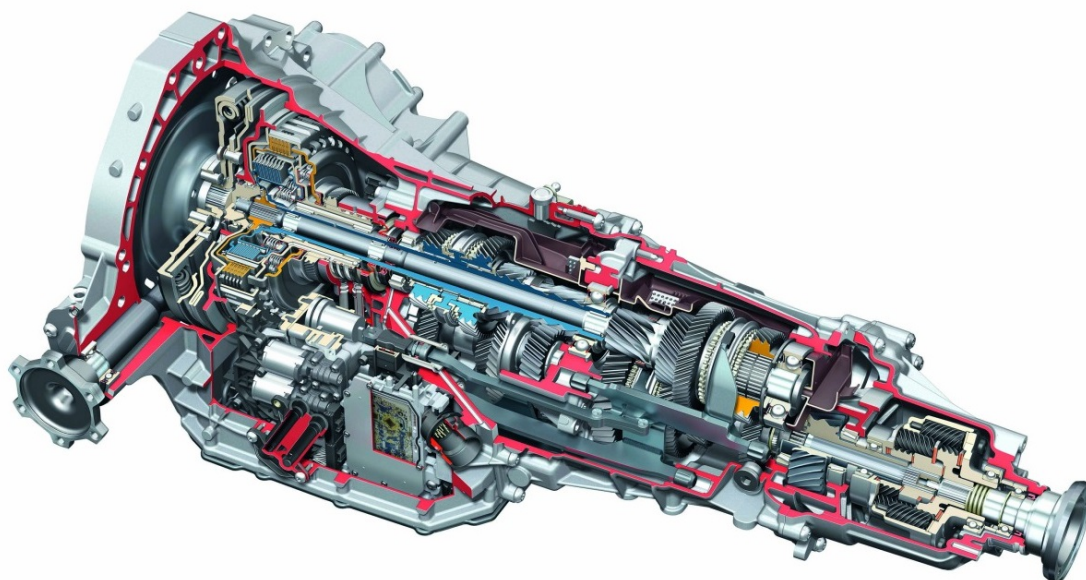
Πέρασαν περίπου πέντε χρόνια από τότε που η Volkswagen παρουσίασε το πρώτο κιβώτιο με διπλό συμπλέκτη έξι σχέσεων σε μοντέλα παραγωγής. Η επιτυχία του DSG επιβεβαιώθηκε σε μία πενταετία καθώς έχουν γίνει πωλήσεις σε περισσότερα από ένα εκατομμύριο αυτοκίνητα με το κιβώτιο έξι σχέσεων της Volkswagen. Για παράδειγμα το περασμένο έτος πουλήθηκαν συνολικά περίπου γύρω στις 364.000 εκδόσεις DSG δηλαδή 1.000 περίπου μοντέλα σε ημερήσια βάση με το συγκεκριμένο κιβώτιο. Για πολλούς το DSG θεωρείται ο μελλοντικός αντικαταστάτης των συμβατικών κιβωτίων λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων του. Για αυτό και οι μηχανικοί της VW φρόντισαν να δώσουν νέα διάσταση στο DSG πολύ απλά προσθέτοντας ακόμη μία σχέση στο έξι θέσεων κιβώτιο DSG.



6 σχέσεων DSG

2.2.2. 7-speed DSG (επτά σχέσεων κιβώτιο ταχυτήτων)

Στο επτά θέσεων κιβώτιο τα πράγματα είναι διαφορετικά καθώς υπάρχουν αρκετές και σημαντικές διαφορές με ένα κιβώτιο των έξι σχέσεων. Μία από τις μεγαλύτερες από αυτές τις διαφορές είναι πως στο κιβώτιο επτά σχέσεων DSG οι δύο συμπλέκτες είναι ξηροί και δεν κολυμπούν στο λάδι του κιβωτίου. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται οι υδροδυναμικές αντιστάσεις γιατί ο όγκος λαδιού έχει μειωθεί κατά 75% 1,7 λίτρα έναντι των 7 του έξι σχέσεων και έτσι λοιπόν οι μηχανικοί εξασφάλισαν λιγότερες απώλειες αλλά ταυτόχρονα εξασφάλισαν μεγαλύτερη οικονομία στα καύσιμα. Για παράδειγμα, το TSI Golf με τους 122 ίππους και το χειροκίνητο έξι σχέσεων κιβώτιο κάνει κατανάλωση 6,3 lt/100km ενώ η έκδοση με το κιβώτιο των επτά σχέσεων καταναλώνει 5,9 lt/100km με αποτέλεσμα οι εκπομπές των ρύπων να μειώνονται από 149g/km στα 139g/km. Ακόμη ενδιαφέρουσα είναι η σύγκριση με ένα κλασικό αυτόματο κιβώτιο με μετατροπέα ροπής όπου οι εκδόσεις με το επτά σχέσεων κιβώτιο DSG είναι τουλάχιστον κατά 20% πιο οικονομικές στον τομέα της κατανάλωσης. Γι' αυτό λοιπόν χρησιμοποιούμε το διπλό κιβώτιο DSG γιατί το ένα συμπληρώνει το άλλο. Το κιβώτιο ταχυτήτων DSG κατασκευάζεται στο εργοστάσιο παραγωγής μονάδων μετάδοσης στο Kassel της Γερμανίας. Το κιβώτιο των έξι σχέσεων είναι ικανό να μεταφέρει μεγάλα ποσά ισχύος ενώ το κιβώτιο των επτά σχέσεων είναι σχεδιασμένο για μοντέλα με μικρότερης απόδοσης μηχανικά σύνολα. Το βάρος των επτά θέσεων κιβωτίου είναι 70 κιλά και αποτελείται από 400 διαφορετικά μέρη ενώ κατά την φάση της εξέλιξης του μερικές από τις πρωτότυπες μονάδες δοκίμασαν την αξιοπιστία τους για περισσότερες από 60.000 ώρες συνεχούς λειτουργίας στους πάγκους. Άλλες διένυσαν περισσότερα από δύο εκατομμύρια χιλιόμετρα στον πραγματικό κόσμο χωρίς να παρουσιάσουν ούτε ένα πρόβλημα.

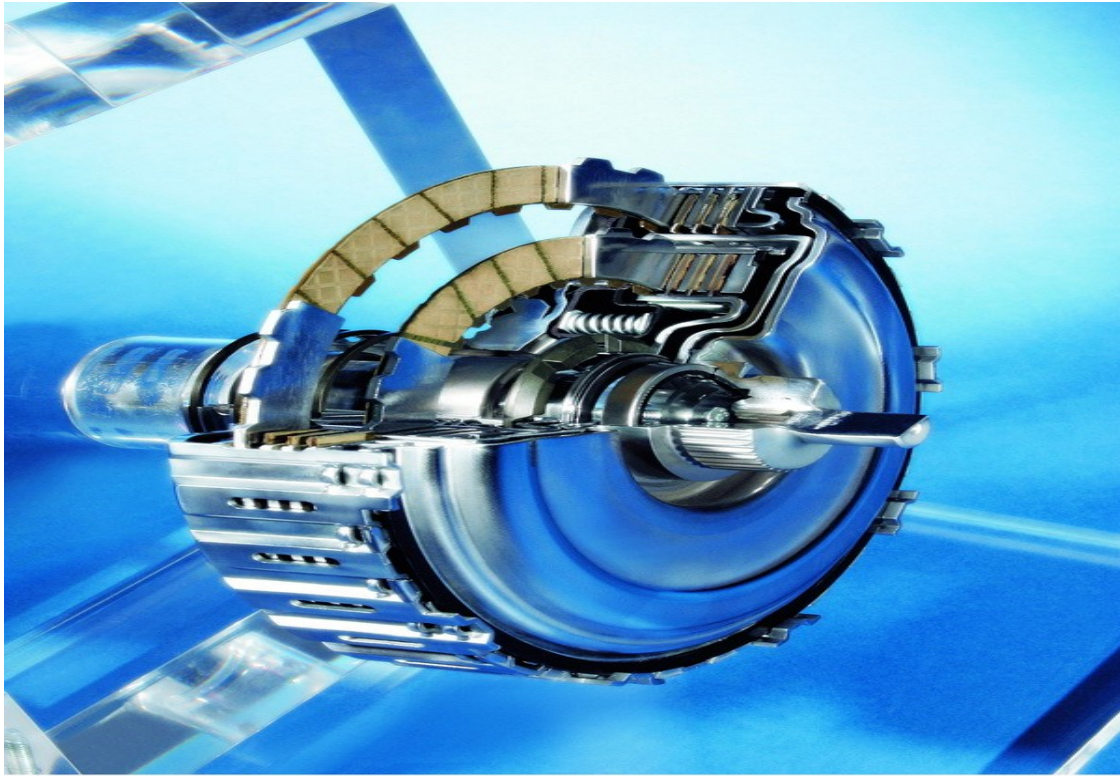


7 σχέσεων κιβώτιο

2.3.Τεχνική πλευρά συστήματος

Αρχικά έχουμε δύο ομόκεντρα τοποθετημένους άξονες οι οποίοι ελέγχονται από δύο συμπλέκτες που βρίσκονται σε λουτρό λαδιού (στο έξι σχέσεων DSG). Καθένας από τους δύο άξονες ελέγχεται από ηλεκτροϋδραυλικούς μηχανισμούς ξεχωριστά για τον καθένα συμπλέκτη και συνθέτουν κατά μία έννοια τον προτεύοντα που υπάρχει στα κλασικά κιβώτια. Με κόκκινο απεικονίζονται δύο εξωτερικοί άτρακτοι. Με την σειρά από αριστερά ο ένας πάνω φέρει τα γρανάζια της 6ης, 4ης και 2ης σχέσης ενώ ο κάτω της όπισθεν, 5ης, 3ης και 2ης σχέσης.

Στα ανεβάσματα, το DSG πραγματοποιεί τις αλλαγές σε περίπου 0,30,4 δευτερόλεπτα ενώ τον ίδιο χρόνο χρειάζεται και για τα κατεβάσματα. Δηλαδή όταν για παράδειγμα επιλεχθεί η 3η σχέση στη μία άτρακτο ταυτόχρονα μπαίνει και η 4η σχέση στην άλλη άτρακτο η οποία όμως δεν είναι ενεργή μέχρι να την αφήσει ο ένας από τους δύο συμπλέκτες. Στη φάση αυτή ο συμπλέκτης των μονών σχέσεων είναι κλειστός και αυτός των ζυγών ανοικτός.



DSG σε λουτρό λαδιού

Μόλις η ECU του κιβωτίου ανιχνεύσει πρόθεση για αλλαγή σχέσης (rpm κι-η-ήρα, άνοιγμα πεταλούδας), προεπιλέγεται η 4η αλλά ο συμπλέκτης των ζυγών σχέσεων είναι φυσικά ακόμα ανοικτός. Όταν έρθει η ώρα για την αλλαγή σε 4η, σχεδόν ταυτόχρονα κλείνει ο συμπλέκτης των ζυγών σχέσεων και ανοίγει αυτός των μονών. Ο χρόνος της αλλαγής πλέον δηλαδή δεν περιλαμβάνει την εμπλοκή - απεμπλοκή δύο ζευγών γραναζιών αλλά μόνο την στιγμιαία σύμπλεξη - αποσύμπλεξη. Έτσι λοιπόν, όταν ο οδηγός θελήσει να ανεβάσει ταχύτητα απλά ο ένας συμπλέκτης απελευθερώνεται και εμπλέκεται ο άλλος με την 4η σχέση. Άρα λοιπόν είναι σαν να έχουμε δύο ξεχωριστά κιβώτια ταχυτήτων όπου το καθένα χρησιμοποιεί το δικό του συμπλέκτη αλλά με κοινή έξοδο ισχύος. Τέλος, όσον αφορά το R32 αποτελεί μία εξαιρετική κατασκευή η οποία συνδυάζει κόμπακτ V6 μοτέρ, τετρακίνηση με συμπλέκτη τύπου Haldex και κιβώτιο ταχυτήτων DSG. Το τελευταίο συγκεντρώνει και το εγαλύτερο ενδιαφέρον, όχι μόνο για τις αστραπιαίες αλλαγές των έξι σχέσεων του, αλλά και για την καταπληκτική σύλληψή του.

2.4.Μηχατρονική (MECHATRONIC)

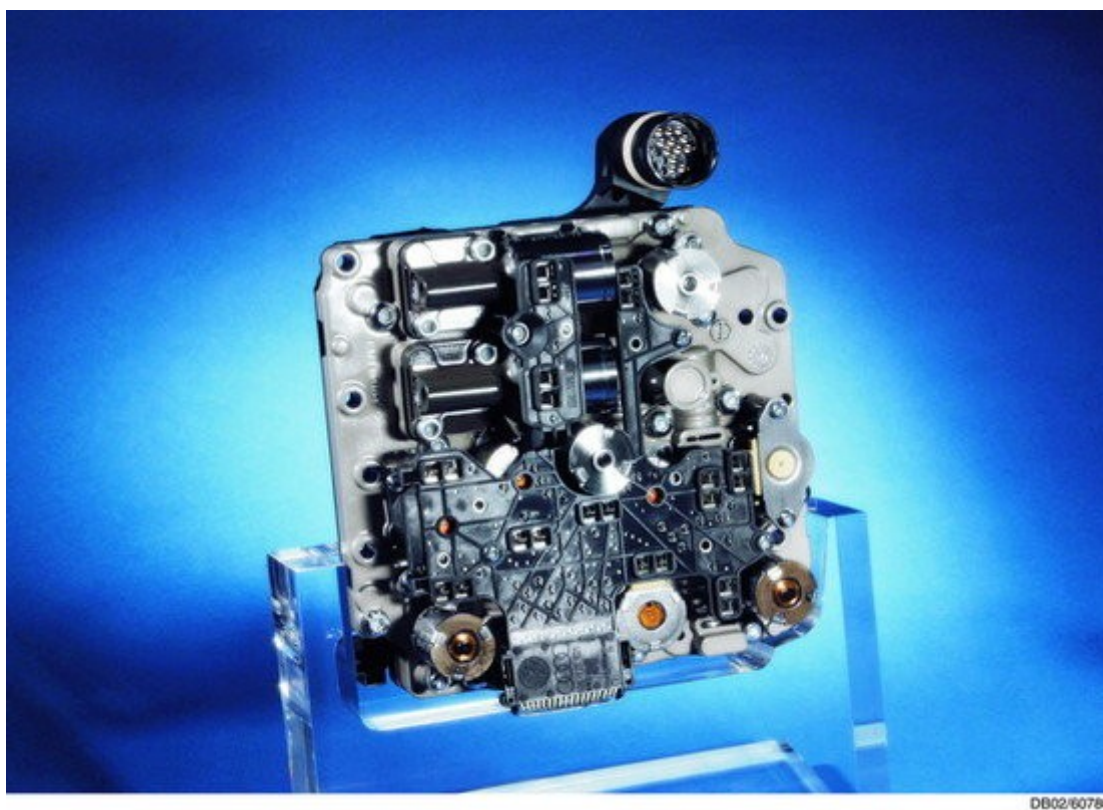
Το επτά σχέσεων κιβώτιο συνδυάζεται με TSI και TDI εκδόσεις κινητήρα, έχει μήκος 369 χιλιοστά και ζυγίζει 70 κιλά. Επειδή οι δίσκοι του δεν εμβαπτίζονται σε λουτρό λαδιού, στο επτά σχέσεων DSG δεν υπάρχει ο εναλλάκτης λαδιού, το φίλτρο λαδιού και άλλα εξαρτήματα και έτσι είναι 23 κιλά ελαφρύτερο από το έξι σχέσεων DSG. Όπως και σε αυτό έτσι και στο νέο επτά σχέσεων DSG υπάρχουν δύο ξηροί συμπλέκτες και τρεις άτρακτοι με τα γρανάζια των σχέσεων.

Περνώντας λοιπόν στο σύστημα ελέγχου του DSG, αυτό ονομάζεται “Mechatronic” και βρίσκεται στην εσωτερική πλευρά του κελύφους του κιβωτίου, δηλαδή είναι εμβαπτισμένο σε λάδι που μπορεί να φτάσει ακόμα και τους 140 οC. Τα κυκλώματα ημιαγωγών του συστήματος είναι φυσικά πολύ ευαίσθητα σε τέτοιες θερμοκρασίες και έτσι την ψύξη τους έχει αναλάβει μία ευμεγέθης ψήκτρα τοποθετημένη στην εξωτερική πλευρά του κελύφους του κιβωτίου. Το Mechatronic έχει τρία κύρια υποσυστήματα: τη μονάδα λήψης δεδομένων (είσοδος), την ECU του κιβωτίου (επεξεργασία) και την μονάδα ελέγχου του (έξοδος). Η πρώτη παίρνει σήματα από 12 αισθητήρες (π.χ. θερμοκρασίας), μεταβιβάζει τα δε-δομένα στην ECU και αυτή με βάση αυτά, την κατάσταση του κινητήρα και τις επιθυμίες του οδηγού δίνει τις αντίστοιχες εντολές εξόδου στο υδραυλικό κύκλωμα. Το τελευταίο έχει αναλάβει το χειρισμό των υδραυλικών κυλίνδρων που κινούν τις φουρκέτες, την πίεση που ασκείται στους δίσκους των συμπλεκτών (10bar για μεταφορά ροπή στρέψης 35,7kgm) και την παροχή της αντλίας λαδιού.

Η «καρδιά» λοιπόν του DSG είναι το Mechatronic και πρόκειται για μία μονάδα που διαχειρίζεται ηλεκτρονικά τα σήματα και τα δεδομένα που δέχεται από τους αισθητήρες έτσι ώστε να τα μεταβιβάσει σε εντολές οι οποίες κατευθύνονται προς τους ενεργοποιητές.

Δηλαδή το Mechatronic είναι η ηλεκτρική μονάδα που αποτελεί το μόνο κοινό στοιχείο αν υποθέσουμε πως μιλάμε για δύο χωριστά κιβώτια και το Mechatronic είναι αυτό που αναλαμβάνει κάθε φορά να εκτελέσει τις εντολές του οδηγού με τον βέλτιστο και ταχύτερο τρόπο βάση του προγράμματος με τον οποίο εξοπλίζεται. Όσον αφορά το κιβώτιο

ταχυτήτων των έξι σχέσεων DSG, το Mechatronic ενσωματώνεται με την μονάδα που ελέγχει την κυκλοφορία του λαδιού στο επτά σχέσεων DSG βρίσκεται αυτόνομη και ανεξάρτητη. Άρα μπορεί να συναρμολογηθεί πολύ πιο εύκολα ενώ οι αλλαγές των σχέσεων μπορούν να γίνουν ανεξάρτητα από την λειτουργία του κινητήρα επιτρέποντας έτσι έναν υβριδικό τρόπο κίνησης και απενεργοποίησης του κινητήρα.



DB02/60780

Mechatronic (μηχατρονική)

2.5.Συντήρηση – αλλαγή λαδιών του DSG

Αυτό το εκλεπτυσμένο κομμάτι της εφαρμοσμένης μηχανικής χρειάζεται τακτική αλλαγή λαδιών. Το ομαλό σύστημα διπλού συμπλέκτη ελέγχεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή με πολύ λεπτές ανοχές μηχανικής. Αν το λάδι του κιβωτίου ταχυτήτων είναι βρώμικο, θα βλάψει τα άλλα μέρη και

θα επηρεάσει την απόδοση του κινητήρα. Εάν για κάποιο λόγο δεν έχει γίνει έγκαιρα η συντήρηση-αλλαγή λαδιών στο σύστημα μετάδοσης τότε ποσότητα “βρώμικου” πετρελαίου μπορεί να υπερθερμάνει το κιβώτιο ταχυτήτων ή να προκαλέσει το κάψιμο των συμπλεκτών. Αυτό θα οδηγήσει σε κακή επιλογή ταχυτήτων, απώλεια της εξουσίας και την αποτυχία μετάδοσης.

Οι ενέργειες λοιπόν που πραγματοποιούμε είναι οι εξής:

Να ελέγχουμε το κιβώτιο ταχυτήτων για διαρροές καθώς και να στραγγίζουμε και να αντικαθιστούμε το φίλτρο λαδιού πριν από την πλήρωση με υψηλή ποιότητα λαδιού του κιβωτίου ταχυτήτων Volkswagen εγκεκριμένα πρότυπα. Η αλλαγή των λαδιών πρέπει να γίνεται κάθε 40.000 μίλια, όπως και υπάρχει και η περίπτωση να χρειαστεί αλλαγή και του φίλτρου.

2.6.Οφέλη από την αλλαγή λαδιού και φίλτρου

1. Εξοικονομεί δαπανηρές επισκευές στο κιβώτιο ταχυτήτων
2. Βελτιώνει την απόδοση του αυτοκινήτου σας
3. Διατηρεί την εγγύησή σας και ισχύει για επισκευές σε τμήματα που σχετίζονται με το κιβώτιο ταχυτήτων
4. Ειδική τιμή προσφοράς με Σταθερή Τιμή μας Συντήρηση για Volkswagens 3-10 ετών, μέχρι και τους κινητήρες 2.0-λίτρων.



Φίλτρο λαδιού DSG

2.7.Πρότυπο ψύκτη DSG

Το πρότυπο ψύκτη DSG χρησιμοποιεί το νερό για την ψύξη του λαδιού από το κιβώτιο ταχυτήτων DSG. Αυτό επιτυγχάνεται με την άμεση λήψη τροφοδοσίας από την αντλία λαδιού του κιβωτίου ταχυτήτων, περνώντας μέσα από σωλήνες στο ψυγείο λαδιού. Ταυτόχρονα, το ψυκτικό υγρό του κινητήρα διέρχεται μέσω του ψύκτη DSG, ψύχοντας το σωλήνα λαδιού από το οποίο διέρχεται το έλαιο. Η θερμότητα μεταφέρεται από το έλαιο εντός του μετάλλου των σωλήνων και στη συνέχεια στο πέρασμα του νερού πάνω από τους σωλήνες από την άλλη πλευρά. Το νερό κινείται μέσα από τον ψύκτη απομακρύνοντας την θερμότητα που έχει μόλις απορροφηθεί.



Ψυγείο λαδιού

Το πρότυπο ψυγείο λαδιού παρεμποδίζεται από 3 πράγματα:

- Τη θέση του (στην κορυφή του κιβωτίου ταχυτήτων, κάτω από τη μπαταρία), ένα μέρος που ζεσταίνεται και δεν πραγματοποιείται ροή του αέρα με αποτέλεσμα την υπερθέρμανσή του.
- Ο όγκος που μπορεί να χειριστεί. Ο ρυθμός με τον οποίο συμβαίνει η μεταφορά θερμότητας εξαρτάται από την επιφάνεια που το έλαιο έρχεται

σε επαφή, λόγω του μικρού και συμπαγή σχεδιασμό του ψυγείου ελαίου DSG η εν λόγω επιφάνεια είναι περιορισμένη.

- Το ψυκτικό μέσο. Η εταιρία της VW έχει επιλέξει να χρησιμοποιήσει το υπάρχον σύστημα ψυκτικού του κινητήρα έτσι ώστε να κρυώσει το λάδι DSG. Αν σκεφτεί κανείς ότι η ρύθμιση ενός αυτοκινήτου θα αυξήσει τη θερμότητα που παράγει ο κινητήρας, καθώς και τη θερμότητα που το λάδι λίπανσης DSG παράγει, μπορούμε να δούμε ότι το θερμικό φορτίο το οποίο είναι τοποθετημένο στο σύστημα ψύξης του κινητήρα αυξάνεται σημαντικά με τον τρόπο αυτό μειώνοντας τη συνολική ψύξη που το σύστημα είναι ικανό.

2.8.Συνοπτικά για το κιβώτιο DSG (όσον αφορά την Volkswagen)

- Το 2003 είναι η χρονιά που τοποθετείται το πρώτο DSG στο Golf R32.
- 6,5 λίτρα λαδιού χρησιμοποιούνται στο έξι σχέσεων DSG, ενώ μόλις 1,7 λίτρα υπάρχουν στο επτά θέσεων DSG.
- 93 κιλά ζυγίζει το έξι σχέσεων DSG, ενώ μόλις 70 κιλά ζυγίζει το επτά θέσεων.
- Οι 105 ίπποι είναι η απόδοση της μικρότερης έκδοσης μοντέλου με DSG.
- Τα 250Nm είναι η μέγιστη ροπή ενός κινητήρα που συνεργάζεται με ένα επτά θέσεων.
- Οι 300 ίπποι είναι η ισχυρότερη έκδοση DSG σε μοντέλο της Volkswagen.
- Μόλις 350Nm είναι η μέγιστη ροπή ενός κινητήρα που συνεργάζεται με ένα έξι σχέσεων DSG.

2.9.Χειρισμός του DSG

Η θέση P(park) του floor-mounted μοχλού μετατόπισης εργαλείων σημαίνει ότι η μετάδοση τίθεται «στο πάρκο». Και τα δύο πακέτα συμπλεκτών αποσυνδέονται πλήρως και μια στερεά μηχανική μετάδοση «κλειδαριά» εφαρμόζεται στη ρόδα κορωνών του εσωτερικού διαφορικού του DSG. Αυτή η θέση πρέπει μόνο να χρησιμοποιηθεί όταν το μηχανοκίνητο όχημα είναι στάσιμο. Επιπλέον, αυτό είναι η θέση που πρέπει να τεθεί στο μοχλό μετατόπισης προτού να μπορέσει να αφαιρεθεί το κλειδί ανάφλεξης οχημάτων.

Η θέση N(neutral) του floor-mounted μοχλού μετατόπισης σημαίνει ότι η μετάδοση είναι «σε ουδέτερο». Παρόμοια με το P ανωτέρω, και τα πακέτα συμπλεκτών και η κλειδαριά χώρων στάθμευσης αποσυνδέεται. Αυτή η θέση πρέπει να χρησιμοποιηθεί όταν το μηχανοκίνητο όχημα είναι στάσιμο για μια χρονική περίοδο, όπως στους κόκκινους φωτεινούς σηματοδότες, ή αναμονή σε μια σειρά αναμονής της στάσιμης κυκλοφορίας. Το DSG δεν πρέπει να κρατηθεί σε οποιαδήποτε από τους ενεργές ταχύτητες ενώ χρησιμοποιούμε φρένο.

Η θέση D(drive) Ενώ το μηχανοκίνητο όχημα είναι στάσιμο και σε ουδέτερο (N), ο οδηγός μπορεί να επιλέξει το D για «την κίνηση» (μετά από πρώτα να πιέσει το πεντάλ φρένων ποδιών). Το πρώτο εργαλείο της μετάδοσης επιλέγεται στον πρώτο άξονα, και ο εξωτερικός συμπλέκτης δεσμεύει στην έναρξη του «σημείου δαγκωμάτων». Συγχρόνως, στον εναλλάσσομαι άξονα εργαλείων, το δεύτερο εργαλείο επιλέγεται επίσης (επιλεγμένος εκ των προτέρων), αλλά το πακέτο συμπλεκτών για το δεύτερο εργαλείο παραμένει πλήρως αποσυνδεδεμένο.

Η θέση S(sport) Ο μοχλός επιλογέων πατωμάτων έχει επίσης μια θέση του S. Όταν επιλέγεται το S, ο «αθλητικός» τρόπος ενεργοποιείται στο DSG. Ο αθλητικός τρόπος λειτουργεί ακόμα ως πλήρως αυτοματοποιημένος τρόπος, ίδιος σε λειτουργία με τον τρόπο «D», αλλά up shifts και downshifts καθίσταται πολύ υψηλότερη επάνω την περιστροφή σειρά μηχανών. Αυτό μας βοηθά οδηγώντας, να χρησιμοποιούμε αρκετά περισσότερα τη διαθέσιμη δύναμη των

μηχανών, και επίσης βοηθά να μεγιστοποιείται το φρενάρισμα των μηχανών.

Η θέση R(reverse) του floor-mounted μοχλού μετατόπισης σημαίνει ότι η μετάδοση είναι «στην αντιστροφή». Αυτό λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο στο D, αλλά υπάρχει μόνο μία «αντίστροφη ταχύτητα». Όταν επιλέγεται, το R τονίζεται στην επίδειξη οργάνων

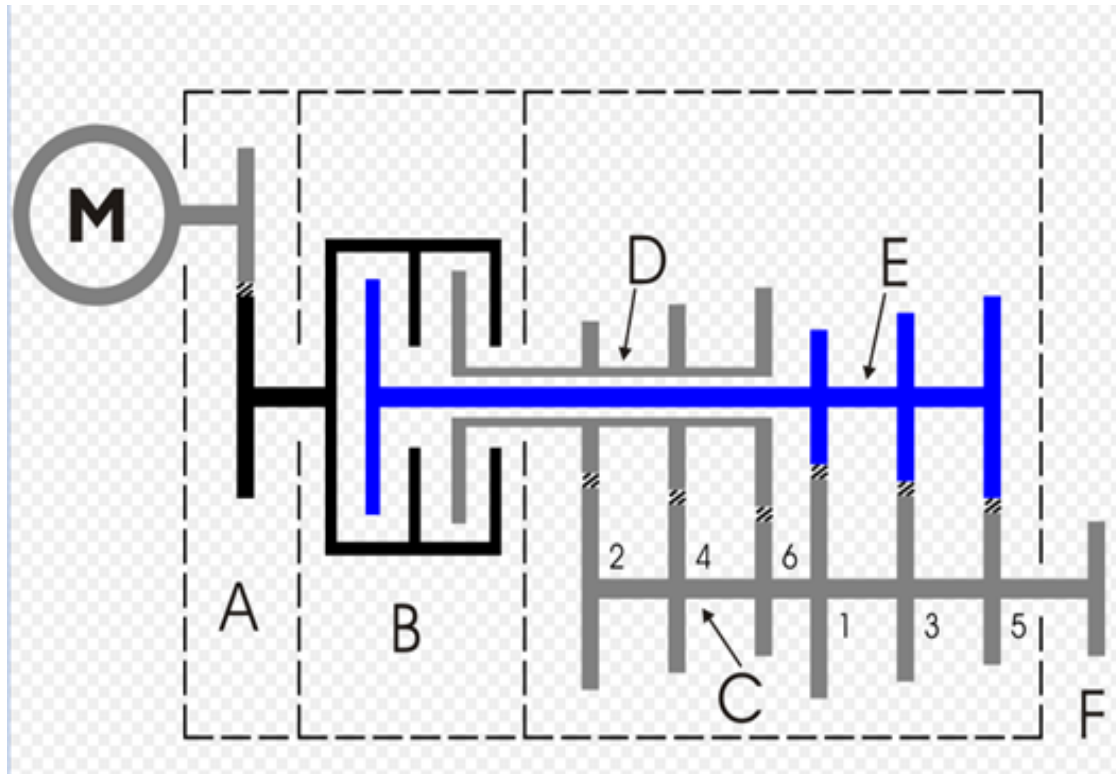
Οι θέσεις «+» και «-». Ο μοχλός μετατόπισης πατωμάτων έχει επίσης ένα άλλο σύστημα λειτουργίας, με τις συμπιεσμένες με ελατήριο θέσεις «+» και «-». Αυτό το σύστημα επιλέγεται με την κίνηση του μοχλού μακριά από τον οδηγό (στα οχήματα με τη θέση του οδηγού στα δεξιά, ο μοχλός ωθείται στο αριστερό, και στα αυτοκίνητα με τιμόνι αριστερά αυτοκίνητα, ο μοχλός ωθείται στα δεξιά). Όταν αυτό το σύστημα επιλέγεται, το DSG μπορεί να λειτουργήσει όπως ένα χειρωνακτικό κιβώτιο ταχυτήτων, αν και μόνο κάτω από ένα διαδοχικό σχέδιο μετατόπισης.

Να σημειωθεί ότι τα κουμπιά αλλαγής ταχυτήτων στο τιμόνι δεν είναι σπάνταρ σε όλα τα οχήματα τα οποία είναι εξοπλισμένα με κιβώτιο ταχυτήτων DSG.



Μοχλός εναλλαγής ταχυτήτων DSG

2.10.Οπτική ανάλυση του κιβωτίου



M: Motor-μηχανή

A : Primary Drive-αρχική οδήγηση.

B: Double Clutch-διπλός συμπλέκτης.

C: Shaft-άξονας.

D: MainShaft, EvenGearRatios-βασικός άξονας, ακόμη και με αναλογίες ταχυτήτων.

E: MainShaft, Odd Gear Ratios-βασικός άξονας, και με περίεργες αναλογίες ταχυτήτων.

F: OutputGear-ταχύτητα παραγωγής.

2.11.Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα DSG (αναλυτικά)

2.11.1.Πλεονεκτήματα

- Καλύτερη οικονομία καυσίμου (έως και 15% βελτίωση) από τα συμβατικά λόγω των χαμηλότερων παρασιτικών απωλειών από τις αναταράξεις του πετρελαίου.
- Δεν υπάρχουν απώλειες στη μετάδοση της ροπής από τον κινητήρα στους τροχούς κίνησης κατά τη διάρκεια της αλλαγής των ταχυτήτων.
- Εξαιρετικά γρήγορο ανέβασμα-αλλαγή της ώρας των 8 χιλιοστών του δευτερολέπτου, όταν γίνεται η μεταπήδηση σε μία ταχύτητα η εναλλακτική ταχύτητα στον άξονα μετάδοσης έχει προεπιλεγεί
- Πολύ ομαλή εναλλαγή των ταχυτήτων.
- Συνεπής αλλαγή ταχύτητας στα 600 χιλιοστά του δευτερολέπτου, ανεξάρτητα από το γκάζι ή κατάσταση λειτουργίας

2.11.2.Μειονεκτήματα

- Η επίτευξη για μέγιστη δυνατή επιτάχυνση και αναρρίχηση λόφων, αποφεύγοντας στροφές του κινητήρα μεγαλύτερο από ένα ορισμένο όριο (π.χ. 3000 ή 4000 rpm) είναι δύσκολη, αφού απαιτεί την αποφυγή σβήσιμο του διακόπτη.
- Αποφεύγοντας να προκαλέσει το λεγόμενο "kick-down-διακόπτη απαιτεί καλή αίσθηση του πεντάλ γκαζιού. Έτσι λοιπόν το DSG προσπαθεί να μάθει στον οδηγό να αποφύγει την πλήρη ρυθμιστική βαλβίδα. Το πρόβλημα αυτό θα μπορούσε να αποφευχθεί, αν ο "kickdown - διακόπτης είναι απενεργοποιημένος σε χειροκίνητη λειτουργία. Το kick-down - διακόπτης είναι μια

περιττή ασάφεια στη χειροκίνητη λειτουργία, δεδομένου ότι υπάρχει ήδη μια μέθοδος για κατέβασμα σε χειροκίνητη λειτουργία.

- Οριακά χειρότερη γενική μηχανική απόδοση σε σύγκριση με ένα συμβατικό μηχανικό κιβώτιο, ειδικά στο βρεγμένο-συμπλέκτη παραλλαγές λόγω ηλεκτρονικών και υδραυλικών συστημάτων.
- Έχει ακριβά υγρά μετάδοσης, λιπαντικά με ειδικά πρόσθετα, τα οποία χρειάζονται αλλαγή σε τακτικά χρονικά διαστήματα, κατά συνέπεια αυξάνεται η τιμή αγοράς του οχήματος.
- Σχετικά μεγάλος χρόνος μετατόπισης κατά τη μετατόπιση σε μια αναλογία ταχυτήτων που το ECU μετάδοσης δεν προσδόκησε (περίπου 1100, ανάλογα με την κατάσταση).
- Διαχειριζόμενοι περιορισμοί ικανότητας ροπής όπου μπορούμε να αντιληφθούμε ένα όριο aftermarket στις τροποποιήσεις συντονισμού μηχανών αν και πολλοί δέκτες και χρήστες τώρα πολύ έχουν υπερβεί τα επίσημα όρια ροπής.
- Βαρύτερο από ένα συγκρίσιμο Getrag, συμβατικό μηχανικό κιβώτιο (75 kg (170 lb) έναντι 47,5 κιλά (105 λίβρες)).

2.12.Το κόστος του 7 σχέσεων DSG

Για την απόκτηση ενός τέτοιου κιβωτίου DSG 7 σχέσεων, το κόστος ανέρχεται σε 1.750 ευρώ, ενώ τα paddles αλλαγής ταχυτήτων στο τιμόνι επιβαρύνονται με 400 ευρώ επιπλέον. Η διάθεση μοντέλων με αυτό το κιβώτιο έχει ξεκινήσει στην Ελλάδα από τα τέλη του 2008.

2.13.Μελλοντική εξέλιξη κιβωτίου DSG

Τα επόμενα χρόνια αναμένεται να δούμε από αρκετές εταιρείες τα πρώτα 9άρια και 10άρια, τα οποία θα προσφέρουν ακόμα καλύτερη κατανάλωση καυσίμου και επιδόσεις.

Μία από αυτές είναι και η VW, η οποία ανακοίνωσε - διά στόματος του προέδρου της - ότι εξελίσσει ένα DSG κιβώτιο με 10 σχέσεις. Η γερμανική φίρμα δεν έδωσε περισσότερες πληροφορίες για το πότε θα βγει στην παραγωγή ή σε ποια μοντέλα θα τοποθετηθεί, παρά μόνο ότι θα το δούμε σχετικά σύντομα.

Παράλληλα, στην VW επιβεβαίωσαν ότι αναπτύσσουν και έναν καινούργιο κινητήρα diesel χαμηλού κυβισμού αλλά υψηλής απόδοσης, ο οποίος αποδίδει 136 ίππους.

Μιλώντας στο Διεθνές Συμπόσιο κινητήρων της Βιέννης, ο Δρ Winterkorn ανακοίνωσε το νέο κινητήρα και το κιβώτιο ταχυτήτων, ως μέρος της δέσμευσης του Ομίλου VW στη μείωση του στόλου σε επίπεδο εκπομπών CO₂ στο 95g/km έως το 2020, αν και η ημερομηνία για την εισαγωγή του νέου κινητήρα και το κιβώτιο ταχυτήτων δεν ήταν δεδομένη.

Πρόσθεσε ότι ακόμα πίστευε πως οι υπάρχουσες μηχανές εσωτερικής καύσης έχουν πολλές δυνατότητες δηλώνοντας το εξής, " Από το 2000, έχουμε μειώσει την κατανάλωση καυσίμου TDI και κινητήρες TSI κατά περισσότερο από 30 τοις εκατό. Είμαι πεπεισμένος ότι το 2020 μπορούμε να επιτύχουμε περαιτέρω αυξήσεις στην απόδοση της τάξης του 15 τοις εκατό".

Εκτός από την ιπποδύναμη των φρένων (bhp) ανά λίτρο, ο Winterkorn ανακοίνωσε ότι ο νέος κινητήρας θα έχει " ένα μεταβλητό συγκρότημα βαλβίδας - τρένο, ένα σύστημα ψεκασμού υψηλής πίεσης έως και 3.000 bar και σε συνδυασμό φόρτισης με την πρωτοποριακή e - booster [το οποίο είναι ορολογία της VW για τον ηλεκτρικό υπερσυμπιεστή του]. "Επιβεβαίωσε επίσης το ενδιαφέρον του ομίλου VW στην ανάπτυξη plug in υβριδική τεχνολογία, επιβεβαιώνοντας ότι το plug-in Porsche

Panamera και Audi A3 e - tron θα μπει στην παραγωγή σύντομα , και ότι παρόμοιες εκδόσεις του Golf , Passat , Audi A6 και Porsche Cayenne επίσης, θα παραχθεί. Στην ηπειρωτική Ευρώπη, όπου υπάρχει μια τέτοια υποδομή, ο Winterkorn επανέλαβε τη δέσμευση της VW στο φυσικό αέριο που κινούνται τα αυτοκίνητα. Το οικολογικό -up- είναι σήμερα πιο οικονομικό αυτοκίνητο φυσικού αερίου στον κόσμο, που εκπέμπει 79g/km CO₂, η εταιρεία θα επεκτείνει σταδιακά τις εκδόσεις φυσικού αερίου του γκολφ, το οποίο ονομάζεται TGI BlueMotion, και το Audi A3 g - tron .

2.14.Ανακλήσεις των οχημάτων που είναι εξοπλισμένα με DSG

Τον Αύγουστο του 2009, η Volkswagen της Αμερικής εξέδωσε δύο ανακλήσεις των DSG-εξοπλισμένων οχημάτων. Η πρώτη περιέλαβε 13.500 οχήματα, και επρόκειτο να απευθύνει τις σπάνιες μη σχεδιασμένες μετατοπίσεις στην ουδέτερη ταχύτητα, ενώ η δεύτερη περιέλαβε τα παρόμοια προβλήματα (που αποδίδονται έως τότε στους ελαττωματικούς αισθητήρες θερμοκρασίας) και ίσχυσε για 53.300 οχήματα. Αυτές οι ανακλήσεις προέκυψαν ως αποτέλεσμα των ερευνών που διεξήχθησαν από τη διοίκηση ασφάλειας κυκλοφορίας αμερικανικών εθνικών αυτοκινητόδρομων (NHTSA), όπου οι ιδιοκτήτες εξέθεσαν στο NHTSA μια απώλεια.

Μία ακόμη ανάκληση, η οποία ανακοινώθηκε στην Ιαπωνία, αλλά καταδεικνύει τα προβλήματα αξιοπιστίας των DSG κιβωτίων. Πριν από περίπου δύο μήνες το γόητρο της VW δέχθηκε μεγάλο πλήγμα σχετικά με τα κιβώτια DSG (τα οποία τα κατασκευάζει η BorgWarner) καθώς η ανάκληση 384.000 μοντέλων κόστισε περίπου 600 εκ. δολάρια.

Το πρόβλημα εντοπίστηκε σε μεμονωμένες περιπτώσεις στην δυσλειτουργία του ηλεκτρονικού εγκεφάλου του κιβωτίου (mechatronic) ή στην απώλεια πίεσης λαδιού που είχε σαν αποτέλεσμα το κιβώτιο να

μην μεταφέρει σωστά στην ροπή από το μοτέρ. Η ανάκληση αφορούσε τόσο στα 6άρια όσο και στα 7άρια DSG.

Πρόσφατα, η VW θα προχωρήσει σε νέα ανάκληση 91.000 μοντέλων της με DSG που κυκλοφορούν στην Ιαπωνία. Εκπρόσωπος της εταιρίας είπε πως σε περιόδους με ζέστη και υγρασία καθώς και σε έντονο κυκλοφοριακό το κιβώτιο μπορεί να παρουσιάσει δυσλειτουργία. Βέβαια, κατά καιρούς έχουν αναφερθεί και στην Ευρώπη διάφορα προβλήματα για το κιβώτιο DSG σε μοντέλα του VW Group με παράπονα που σχετίζονται κυρίως με τον έντονο θόρυβο και την άτσαλη εμπλοκή των πρώτων σχέσεων. Σε ακραίες περιπτώσεις, το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η ηλεκτρονική μονάδα ενώ γενικότερα κάθε βλάβη του κιβωτίου DSG που βρίσκεται εκτός εγγύησης είναι φαρμακερή.

2.15.Δυνατότητες βελτιστοποίησης

Με την συνεχή επίβλεψη των μηχανικών σε ότι αφορά όλα τα εξαρτήματα ενός κιβωτίου DSG αλλά και ταυτόχρονα με την συνεχή ανάπτυξη, αρχικά σε πειραματικό στάδιο, και με την μείωση όλο και περισσότερο των σημαντικότερων μειονεκτημάτων του αλλά και των σφαλμάτων όπου μπορεί να παρουσιάσει το σύστημα μετάδοσης DSG όλες οι αυτοκινητοβιομηχανίες θα είναι έτοιμες να μιλήσουν για ένα καλύτερο μέλλον σε ότι αφορά την τεχνολογία των αυτοκινήτων.

3. ΚΙΒΩΤΙΑ ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΗΣ ΣΧΕΣΗΣ **ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ**

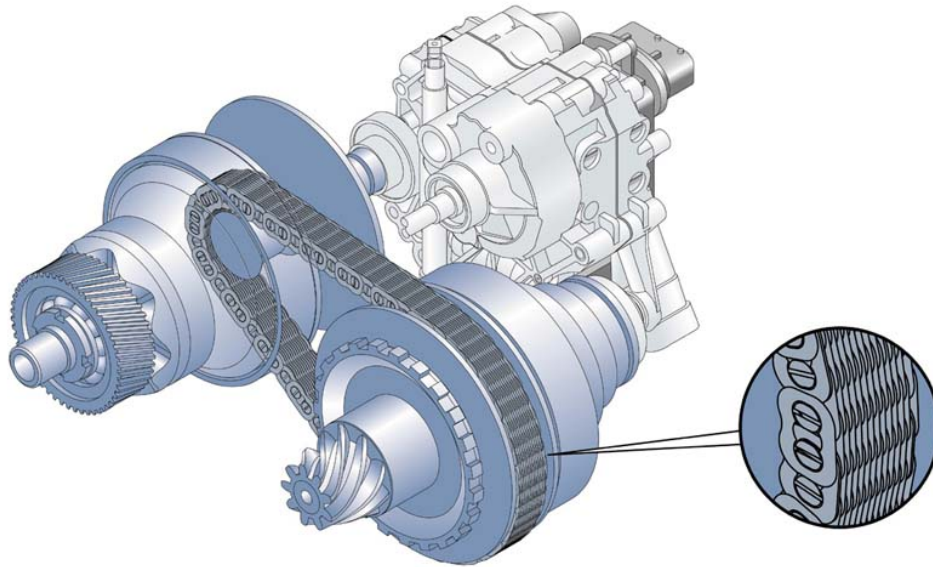
3.1.Κιβώτια ταχυτήτων CVT

Τα κιβώτια συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης διαθέτουν άπειρες σχέσεις μετάδοσης κρατώντας τις στροφές στην μέγιστη ισχύ και μακραίνουν συνεχώς τη σχέση μετάδοσης περνώντας από άπειρα ενδιάμεσα σημεία. Η πρώτη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε το 1958 από την DAF.

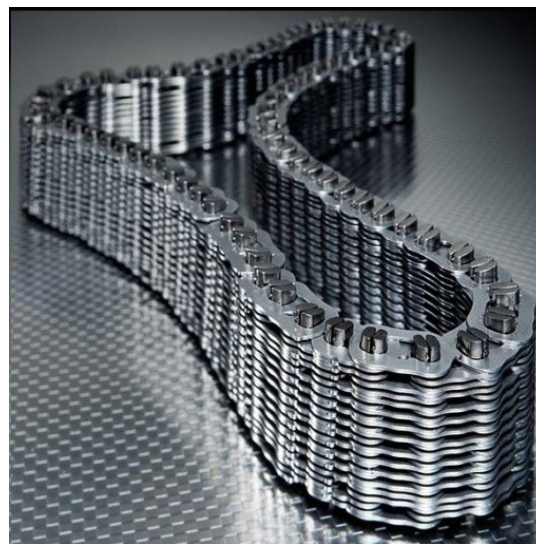
Συνήθως χρησιμοποιείτε διάταξη με ιμάντα. Ο ιμάντας έχει τραπεζοειδή διατομή και αποτελείται από ατσάλινα σύρματα που συγκρατούν μεταλλικά πλακίδια. Είναι περασμένος σε δύο διαιρούμενες τροχαλίες με κωνική εσωτερική διαμόρφωση. Η μια συνδέεται με τον κινητήρα και αποτελεί την είσοδο του κιβωτίου και η άλλη με την είσοδο του διαφορικού και αποτελεί την έξοδο του κιβωτίου. Οι δύο τροχαλίες μπορούν να ανοίγουν ή να κλείνουν, καθώς τα δύο κινητά μέρη τους απομακρύνονται ή πλησιάζουν μέσω υδραυλικού κυκλώματος. Καθώς αυτό συμβαίνει λόγω της κωνικής διαμόρφωσης των εσωτερικών τμημάτων, ο ιμάντας βρίσκεται διαρκώς σε μεταβαλλόμενη διάμετρο τροχαλίας και με αυτόν τον τρόπο για άπειρες διαμέτρους έχουμε και άπειρες σχέσης μετάδοσης. Για να βρίσκεται ο ιμάντας διαρκώς σε σταθερή τάση χωρίς να χαλαρώνει, η μια τροχαλία ανοίγει και η άλλη κλείνει κατά το ίδιο ποσοστό και αυτό συμβάλει στην περαιτέρω αύξηση του εύρους σχέσεων μετάδοσης που επιτυγχάνονται.

Η εξέλιξη των κιβωτίων συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης έγινε το 2000 όταν και παρουσίασε η Audi το Multitronic. Ο μεταλλικός ιμάντας αντικαταστάθηκε από αλυσίδα που αποτελείται από 1025 μεταλλικά πλακίδια και 75 πείρους. Με τη χρήση της αλυσίδας οι απώλειες ισχύος λόγω τριβών

μειώθηκαν και αυξήθηκε η μέγιστη ροπή που μπορεί να διαχειριστεί το κιβώτιο. Η φθορά στις τριβόμενες επιφάνειες κυμαίνεται στα 0,1-0,2mm/300.000km. Τέλος ο μετατροπέας ροπής αντικαταστάθηκε από ηλεκτρονικά ελεγχόμενο υγρό πολύδισκο συμπλέκτη.



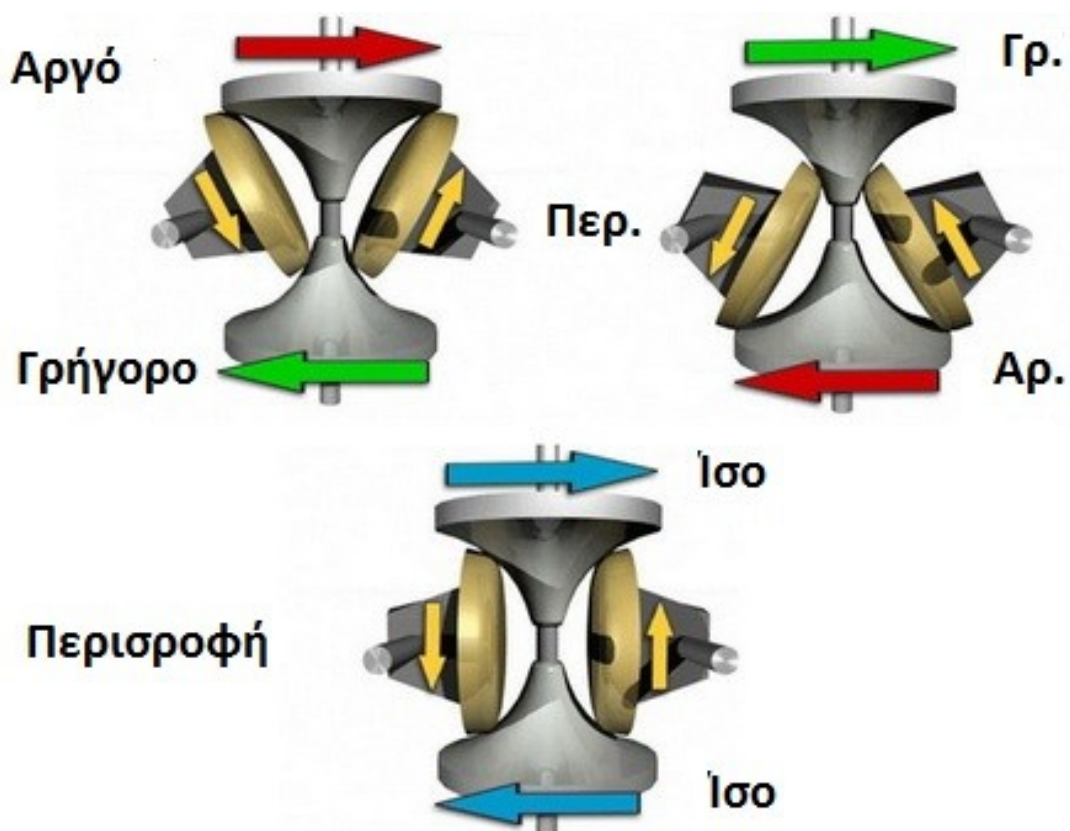
Audi CVT Multitronic



Η αλυσίδα του Multitronic

Κατηγορία κιβωτίων συνεχούς μεταβαλλόμενης σχέσης μετάδοσης αποτελούν τα τοροειδή κιβώτια, που παρουσιάστηκαν από την Nissan το 1999 με την ονομασία Extroid. Στο τοροειδή κιβώτιο αντί για τροχαλίες υπάρχουν δύο κωνικοί δίσκοι, ένας εισόδου και ένας εξόδου όπου ανάμεσά τους υπάρχουν

κυλινδρικά κύλιστρα, τα οποία έρχονται σε επαφή με τους δίσκους και αντικαθιστούν τους ιμάντες. Η ισχύς μεταφέρεται από τον δίσκο εισόδου στον δίσκο εξόδου μέσω των κυλίστρων και καθώς μεταβάλλουν την θέση τους ως προς τους δίσκους, αλλάζουν και την ταχύτητα περιστροφής τους με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται και η γωνιακή ταχύτητα του δίσκου εξόδου και τέλος η σχέση μετάδοσης. Μεταξύ των επιφανειών υπάρχει συνεκτικό υγρό που εμποδίζει την ολίσθηση.

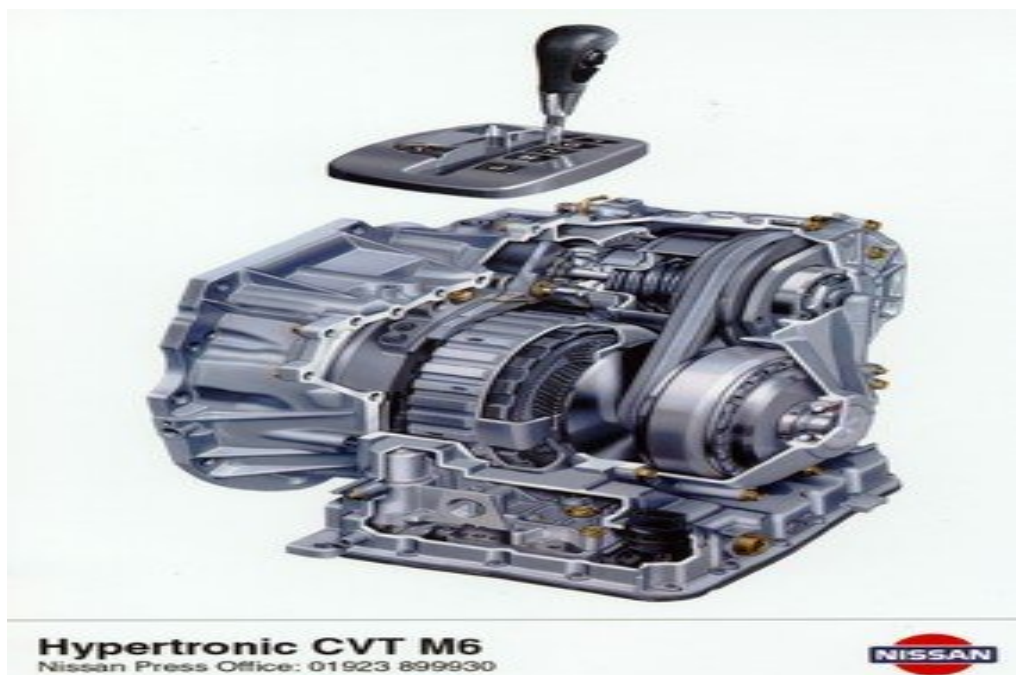


Λειτουργία τοροειδούς κιβωτίου CVT

Πλεονεκτήματα: απλό στην κατασκευή, ευνοϊκό στη κατανάλωση, ομαλή αλλαγή σχέσεων, κόστος, κόμπακτ σε διαστάσεις.

Μειονεκτήματα: φαινόμενο πατιναρίσματος, όχι τόσο γρήγορο, περιορισμένη μεταφορά ισχύος ως προς το όριο. Θεωρητικά αποτελούν μία από τις αποδοτικότερες λύσεις μετάδοσης. Πρακτικά τα κιβώτια τύπου CVT φαίνεται πως δεν θα γνωρίσουν ποτέ την αναγνώριση που τους αξίζει μιας και η εποχή των ηλεκτροκίνητων πλησιάζει. Αυτό, βέβαια, δεν μας εμποδίζει από το να αναλύσουμε μία απλή και έξυπνη λύση που ίσως έπρεπε να είχε προωθηθεί πολύ νωρίτερα.

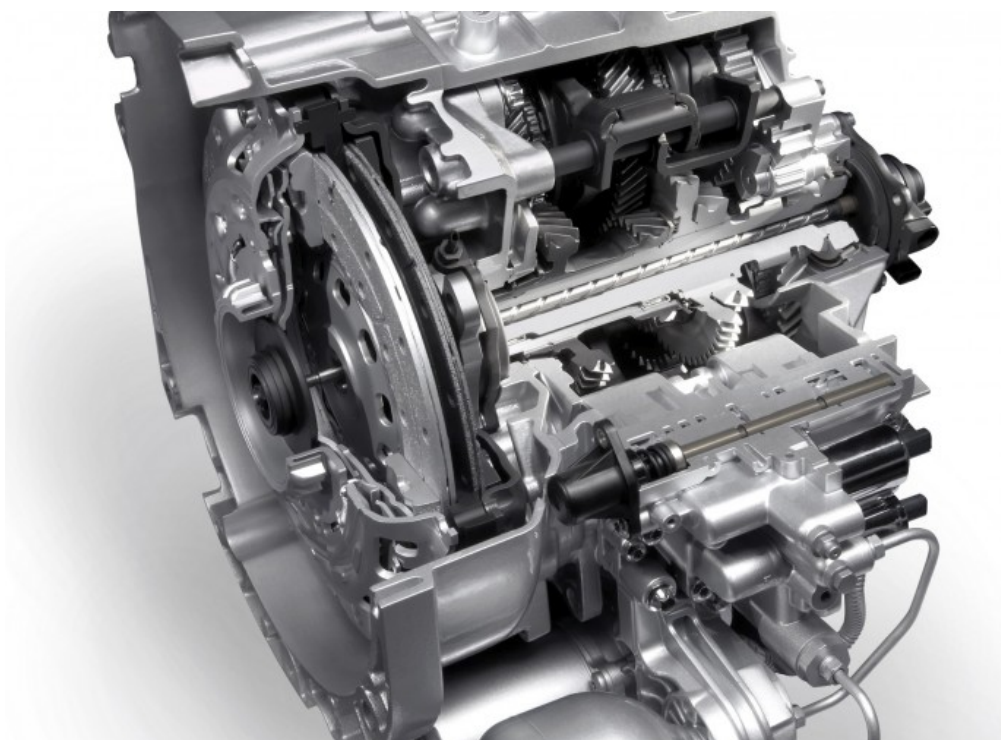
Τα κιβώτια CVT σήμερα χρησιμοποιούνται σε διάφορα μοντέλα, από τα υβριδικά Honda Insight και Toyota Prius, μέχρι το Mitsubishi Outlander και το Toyota RAV4. Παρόλο όμως που η ιδέα της επίτευξης άπειρων και συνεχώς μεταβαλλόμενων σχέσεων υπάρχει από τις αρχές του περασμένου αιώνα, διάφοροι πρακτικοί λόγοι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



Κιβώτιο ταχυτήτων CVT

3.2.Κιβώτιο ταχυτήτων TCT

Αναλύουμε το κιβώτιο TCT και διαπιστώνουμε πόσο πιο γρήγορο μπορεί να γίνει ένα μηχανικό κιβώτιο από το καλύτερο κλασικό αυτόματο όταν υπάρχουν δύο συμπλέκτες και καλός ηλεκτρονικός έλεγχος. Με το κιβώτιο διπλού συμπλέκτη TCT (Twin Clutch Technology) μπορείς να πει κανείς με βεβαιότητα πως το Fiat Gruppo απέκτησε πλέον ένα αυτόματο κιβώτιο που λειτουργεί πραγματικά γρήγορα και ομαλά ρίχνοντας μαύρη πέτρα στα αυτοματοποιημένα μηχανικά Selespeed». Ευσταθεί η παραπάνω άποψη; Και ναι, και όχι! Ναι για την σαφώς πιο προηγμένη λειτουργία του TCT η οποία όμως βασίζεται σε αυτή των MTA (Mechanical Trasmission Automatized). Οι αλλαγές των σχέσεων πραγματοποιούνται ηλεκτροϋδραυλικά αλλά εδώ δεν υπάρχει ένας αλλά δύο συμπλέκτες (όπως στους πρωτεργάτες της VW με το DSG). Το TCT δεν προέρχεται αυτούσιο από κάποιον προμηθευτή καθώς έχει συναρμολογηθεί και εξελιχθεί από το τμήμα FPT (Fiat Powertrain Technologies) κάνοντας χρήση εξαρτημάτων (π.χ. οι δίσκοι είναι της LUK).



Κιβώτιο ταχυτήτων TCT

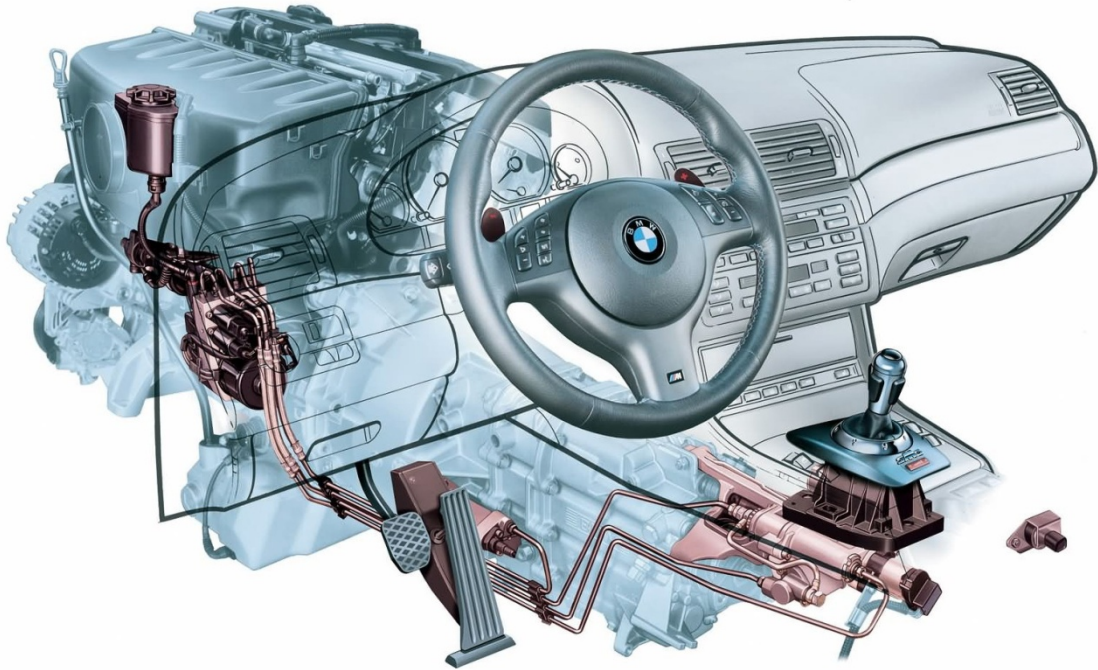
Το σύστημα περιλαμβάνει μία μηχανική μετάδοση με δύο ξηρούς δίσκους συμπλέκτη και μηχανικό σασμάν που συγχρονίζονται και κινούνται από έναν ηλεκτροϋδραυλικό μηχανισμό. Το TCT εξασφαλίζει μεγάλη οικονομία καυσίμου όχι μόνο απέναντι στα κλασικά με μετατροπέα ροπής αλλά ακόμη και στα διπλού συμπλέκτη με υγρούς συμπλέκτες ενώ διαθέτει δύο λειτουργίες: την ημιαυτόματη μέσω του επιλογέα ή των paddles στο τιμόνι και την αυτόματη (ανάλογα με το πρόγραμμα D.N.A.).

Το TCT διαθέτει 6 συγχρονισμένες σχέσεις, αποτελείται από 3 άξονες με μεταφορά μέγιστης ροπής 350 Nm, περιβάλλεται σε δύο αλουμινένια καβούκια και προορίζεται για εγκάρσια τοποθέτηση σε βενζινοκίνητα ή πετρελαιοκίνητα μοντέλα με την κίνηση στον εμπρός άξονα. Το κιτ των συμπλεκτών είναι της LUK. Αποτελείται από ένα σώμα που περιλαμβάνει τους δύο δίσκους, τους μηχανισμούς συγκράτησης, το πλατό και τα ελατήρια. Σημειώστε πως στην περίπτωση αντικατάστασης αλλάζουν και οι δύο συμπλέκτες μαζί (ο κατασκευαστής ισχυρίζεται πως η αντοχή τους μπορεί να διαρκέσει όσο και η ζωή ενός κινητή-ρα!). Για την αλλαγή κάθε ταχύτητας ο ρομποτικός μηχανισμός χρησιμοποιεί τέσσερις άξονες που καταλήγουν σε τέσσερις φουρκέτες. Οι άξονες είναι τοποθετημένοι σε ζεύγη όπου ένα ζεύγος ελέγχει την εισαγωγή των σχέσεων στον πάνω δευτερεύοντα άξονα και το άλλο ζεύγος αυτές που βρίσκονται στον κάτω δευτερεύοντα άξονα.

3.3.M-DCT κιβώτιο ταχυτήτων

Το M-DCT της BMW M3 είναι μία από τις αποδείξεις ότι οι διπλοί συμπλέκτες είναι ιδανικοί και για σπορ χρήση, πέρα από τα καθημερινά μας αυτοκίνητα. Η BMW «ψαχνόταν» με τα SMG (ρομποτιζέ χειροκίνητα) στις προηγούμενες γενιές M3, που όμως δεν απέδωσαν τα αναμενόμενα. Και οι δύο συμπλέκτες ελέγχονται από μια ολοκληρωμένη υδραυλική μονάδα. Ξηρό κάρτερ λαδιού, εγγυήσεις αξιοπιστίας και χωρίς συντήρηση. Για την αντιμετώπιση της θερμότητας που αναπτύσσεται συνήθως στο σύστημα κίνησης ενός σπορ αυτοκινήτου υψηλών επιδόσεων, το λάδι του κινητήρα δεν πρέπει μόνο να ψύχεται μέσω του κυκλώματος ψύξης του νερού του κινητήρα, αλλά και να διατηρείται στη βέλτιστη θερμοκρασία από ένα ψυγείο είτε αυτό είναι λαδιού είτε είναι αέρα. Το σύστημα μετάδοσης είναι ειδικά σχεδιασμένο για να συμπληρώσει την υψηλή ροπή και τον κινητήρα υψηλών στροφών που είναι χαρακτηριστικό των οχημάτων M. Είναι ικανή μέχρι και τις 9000 rpm. Οι επτά ταχυτήτων καταστεί δυνατή τη βέλτιστη προσαρμογή του σχετικού δείκτη ταχυτήτων με τα χαρακτηριστικά απόδοσης του συστήματος μετάδοσης κίνησης. Οι αλλαγές ταχυτήτων κατά την επιτάχυνση πραγματοποιείται με πολύ μικρά διαστήματα στροφών. Η ταχύτητα αυξάνεται με σταθερό ρυθμό μετά από κάθε αλλαγή ταχυτήτων. Η μετάδοση επτά ταχυτήτων μπορεί να ελεγχθεί είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα. Η ταχύτητα μπορεί να αλλάξει χρησιμοποιώντας είτε τα χειριστήρια στο τιμόνι, είτε το μοχλό αλλαγής ταχυτήτων ή την αυτόματη λειτουργία για ακόμα πιο δυναμική άνεση. Αλλαγή ταχυτήτων σε υψηλές ταχύτητες, χωρίς συμπλέκτη και χωρίς διακοπή κατά την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Και οι δύο τρόποι επιτρέπουν στον οδηγό να καθορίσει τα χαρακτηριστικά μετάδοσης ανάλογα με τις προσωπικές προτιμήσεις ή για να ταιριάζει τη διαδρομή. Υπάρχουν έντεκα ρυθμίσεις οδήγησης διαθέσιμες στις M με διπλό συμπλέκτη Drivelogic όπου αυτό μπορεί να επιλεγεί μέσω του πλήκτρου Drivelogic στην κεντρική κονσόλα.

3.4. SEQUENTIAL M GEARBOX



Το κιβώτιο SMG της BMW είναι μια εφαρμογή χειροκίνητου κιβωτίου με ηλεκτροϋδραυλικό μηχανισμό σύμπλεξης και επιλογής σχέσεων. Η εταιρία έχει εξελίξει το κιβώτιο από την πρώτη του εφαρμογή με σημαντικές βελτιώσεις, στον χρόνο αλλαγής ταχύτητας και την αποτελεσματικότητά του.

SMG I: Το κιβώτιο ταχυτήτων της M3 E36 εξελίχθηκε από την BMW, την Getrag και την Sachs. Το κιβώτιο είναι το ίδιο σε δομή και λειτουργία με το χειροκίνητο Getrag. Τα αυτοματοποιημένα χειροκίνητα κιβώτια διαφέρουν από τις απλές χειροκίνητες εκδόσεις τους κατά βάση μόνο στις διατάξεις, εκτός του κελύφους του κιβωτίου. Το υδραυλικό κύκλωμα λειτουργεί με πίεση 85bar, με την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, εκτός από το χειρισμό του κιβωτίου και του συμπλέκτη, να αφήνει στιγμιαία το ηλεκτρονικό γκάζι σε κάθε αλλαγή. Η μονάδα αυτή λαμβάνει και επεξεργάζεται σήματα από 11 αισθητήρες που μετρούν διάφορες παραμέτρους της λειτουργίας του κιβωτίου.

Η πρώτη γενιά SMG έχει ένα πρόγραμμα για τις χειροκίνητες αλλαγές σχέσεων και άλλα 3 για τις αυτόματες. Οι αλλαγές ταχυτήτων διαρκούν περίπου 250ms, ενώ η πρωτοποριακή λειτουργία του είναι το launch control. Η λειτουργία είναι η εξής: όταν επιθυμεί η ECU την επιλογή μιας σχέσης, ένα υδραυλικό έμβολο κινεί το δίχαλο του συμπλέκτη, τα αντίστοιχα υδραυλικά έμβολα κινούν διαδοχικά τη φουρκέτα απεμπλοκής της εν χρήσει σχέσης και τη φουρκέτα επιλογής της επόμενης σχέσης και το υδραυλικό κύκλωμα ξαναφήνει το συμπλέκτη, προκειμένου να ολοκληρωθεί η αλλαγή σχέσης.

SMG II: Η δεύτερη γενιά του κιβωτίου παρουσιάστηκε το 2001 στη M3 E46. Έγιναν βελτιώσεις στην ηλεκτροϋδραυλική μονάδα ώστε να μειωθεί ο χρόνος αλλαγής των σχέσεων και να βελτιωθεί η ομαλότητα των αλλαγών. Σημαντική προσθήκη είναι το σύστημα Drivelogic, το οποίο ανάλογα με τις απαιτήσεις του οδηγού προσφέρει 11 διαφορετικά προγράμματα αλλαγής ταχυτήτων. Τα 5 (A1-A5) αφορούν την πλήρως αυτόματη λειτουργία του κιβωτίου και τα 6 (S1-S6) τη χειροκίνητη. Στο πιο γρήγορο πρόγραμμα αλλαγής S6, οι αλλαγές ταχυτήτων πραγματοποιούνται σε 80ms. Επίσης στην δεύτερη γενιά προστέθηκαν paddles στο τιμόνι για τη χειροκίνητη αλλαγή ταχυτήτων.



SMG III: Η καινοτομία στην τρίτη γενιά του κιβωτίου είναι η προσθήκη μιας επιπλέον σχέσης και είναι το πρώτο ημιαυτόματο επτατάχυτο κιβώτιο σε επιβατικό αυτοκίνητο. Το SMG III έχει σχεδιαστεί για να διαχειρίζεται μέχρι και 56kgm ροπής, ενώ αντέχει σε ρυθμούς περιστροφής μέχρι 8500rpm. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες γενιές, το υδραυλικό κύκλωμα και οι επενεργητές είναι ενσωματωμένοι στο κέλυφος του κιβωτίου ταχυτήτων. Η μέγιστη πίεση του λαδιού που χρησιμοποιείται ως εργαζόμενο μέσο στον κύλινδρο που ανοίγει και κλείνει το συμπλέκτη και στα 4 έμβολα που χειρίζονται τις ισάριθμες φουρκέτες αλλαγής σχέσεων είναι 90bar. Στο κατέβασμα ταχύτητας το σύστημα διπλοσυμπλεκτάρει αυτόματα. Με την μονάδα ελέγχου επικοινωνούν 12 αισθητήρες και σε συνεργασία με την ECU του οχήματος έχει βελτιωθεί σε σχέση με το προηγούμενης γενιάς, μειώνοντας τον χρόνο αλλαγής ταχύτητας κατά 20% και πλέον ο απαιτούμενος χρόνος αλλαγής είναι περίπου 65ms.

3.5.Μελλοντικό κιβώτιο ταχυτήτων

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 «ψευδοσειριακό».

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, Τογιότα) 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.

4.Βιβλιογραφία

Συγγράμματα :

Συστήματα Αυτοκινήτου - Τεχνολογία Αυτοκινήτου 2
Bohner Max, Gscheidle Rolf, Wolfgang Keil
Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις - ETE

Επαγγελματικοί Υπολογισμοί Μηχανικού Αυτοκινήτων
Bohner Max, Wolfgang Keil, Leyer Siegfried
Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις - ETE

Οχήματα και Συστήματα Μετάδοσης Κίνησης
Στολάκη Νικολέτα
Εκδόσεις: UNIVERSITY STUDIO PRESS

Στοιχεία Οχημάτων και Συστήματα Μετάδοσης Κίνησης
Σημειώσεις Γραμματική Βασιλείου Καθηγητή Εφαρμογών.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ :

www.ebooks.edu.gr , www.gearbox.gr , www.metadosi-ischios.gr
www.texnologiaautokinitou.weebly.com , www.autozine.org ,
www.popularmechanics.com , www.audiworld.com , www.vwclub.gr ,
www.audiforums.com , www.awdwiki.com , www.diariomotor.com , www.torsen.com
 , www.autoblog.com , www.carstats.gr , aesop.iiep.edu.gr , www.eurocarsnews.com ,
www.automobilemag.com , www.howstuffworks.com , www.volkswagen.gr ,
www.atsp.gr , www.insigniaclub.gr , www.etam8-16.gr , www.shimano.com ,
www.gboxweb.com , www.vehiclestech.com , www.highoctane.gr ,
 , www.speedhunters.com , www.newtechland.com , www.cardomain.com ,
www.egmcartech.com , www.gocar.gr , www.drive.gr.