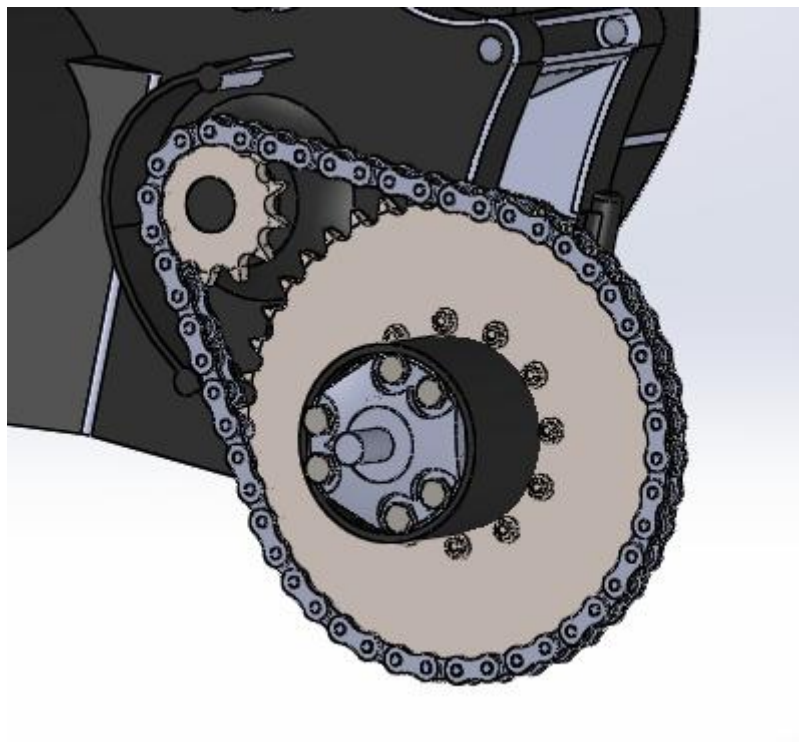


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ, ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ
FORMULA STUDENT**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

**ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ ΚΩΝ/ΝΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΜΕΝΤΖΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΙΡΚΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και αναφέρεται στην μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή του συστήματος μετάδοσης κίνησης του οχήματος προδιαγραφών Formula Student.

Με την παρούσα πτυχιακή εργασία δίνεται η δυνατότητα στους σπουδαστές να μάθουν το σκοπό και την λειτουργία των στοιχείων που αποτελούν το σύστημα μετάδοσης της κίνησης και ακόμη να έρθουν σε επαφή με την μελέτη μερικών στοιχείων του συστήματος μετάδοσης κίνησης του οχήματος προδιαγραφών Formula Student.

Ως εκ τούτου θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα Καθηγητή μας κ. Σωτήριο Τσίρκα, καθώς και τον κ. Γιαννόπουλο Ανδρέα Αναπληρωτή Καθηγητή του τμήματος Μηχανολογίας για την πολύτιμη και συνεχή υποστήριξη τους κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μας.

Τέλος ευχαριστούμε θερμά τις οικογένειές μας για την ηθική και οικονομική υποστήριξη τους.

ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ ΚΩΝ/ΝΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΜΕΝΤΖΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές

(Όνοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

(Όνοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην μελέτη, σχεδίαση και κατασκευή του συστήματος μετάδοσης κίνησης του οχήματος προδιαγραφών Formula Student. Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη, η σχεδίαση και η κατασκευή του συστήματος μετάδοσης κίνησης σε ένα όχημα προδιαγραφών Formula Student. Αυτό το σύστημα μετάδοσης κίνησης περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία: συμπλέκτης, κιβώτιο ταχυτήτων, αλυσοτροχός κινητήρα, αλυσίδα, αλυσοτροχός διαφορικού, διαφορικό, ημιαξόνια.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε επτά κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η εισαγωγή για την Πτυχιακή Εργασία του συστήματος μετάδοσης κίνησης για όχημα προδιαγραφών Formula Student.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται θεωρητική ανάλυση στο συμπλέκτη και το κιβώτιο ταχυτήτων ενός κινητήρα μοτοσυκλέτας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο όχημα Formula Student.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται θεωρητική ανάλυση στα διαφορικά αυτοκινήτων. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται τα σημαντικότερα είδη διαφορικών αυτοκινήτων, ο σκοπός που έχουν τα διαφορικά, η λειτουργία, οι φθορές, οι βλάβες, η συντήρηση καθώς και οι ρυθμίσεις αυτών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται θεωρητική ανάλυση στα διαφορικά που τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένα οχήματα που τηρούν τις προδιαγραφές Formula Student και γίνεται επεξήγηση του διαφορικού που επιλέχτηκε για το όχημα του τμήματος.

Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η σχεδίαση αυτού του διαφορικού που επιλέχτηκε για το όχημα προδιαγραφών Formula Student στο πρόγραμμα Solidworks έτσι ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία του.

Στο έκτο κεφάλαιο εκπονείται η μελέτη του συστήματος μετάδοσης της κίνησης (αλυσοτροχοί, αλυσίδα, διαφορικό και ημιαξόνια) από τον κινητήρα στους τροχούς, για την ταχύτητα του οχήματος ανάλογα με τον αριθμό δοντιών των αλυσοτροχών, για την απώλεια ισχύος από τον κινητήρα μέχρι τα ημιαξόνια και τέλος, για αυτό το κεφάλαιο, πραγματοποιείται μελέτη της ροπής από τον κινητήρα στα ημιαξόνια όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία και όταν το όχημα κινείται σε στροφή.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται μία γενική αναφορά για την κατασκευή του συστήματος μετάδοσης κίνησης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	1
2. ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ ΚΑΙ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΦΟΡΜΟΥΛΑΣ STUDENT.....	2
2.1 Εισαγωγή στο κιβώτιο ταχυτήτων μηχανής προδιαγραφών φόρμουλας Student.....	2
2.2 Πρωτεύουσα μετάδοση.....	2
2.3 Συμπλέκτης μηχανής προδιαγραφών φόρμουλας Student.....	3
2.4 Κιβώτιο ταχυτήτων μηχανής προδιαγραφών φόρμουλας Student.....	5
2.5 Επιλογή ταχυτήτων μηχανής προδιαγραφών φόρμουλας Student.....	6
3. ΤΟ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	7
3.1. Ορισμός του διαφορικού και ιστορική αναδρομή.....	7
3.2. Διαφορικό με κορώνα-πινιόν (κωνικό ζεύγος).....	8
3.2.1. Εισαγωγή στο Διαφορικό με κορώνα-πινιόν.....	8
3.2.2. Εξαρτήματα διαφορικού κορώνα-πινιόν.....	9
3.2.3. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού με κορώνα πινιόν.....	12
3.2.4. Προβλήματα Διαφορικού με κορώνα-πινιόν.....	16
3.2.5. Φθορές – Βλάβες – Συντήρηση – Έλεγχος – Ρυθμίσεις.....	17
3.3. Διαφορικό TORSEN.....	19
3.3.1. Εισαγωγή στο διαφορικό TORSEN.....	19
3.3.2. Εισαγωγή στο διαφορικό Torsen T-1.....	20
3.3.3. Εξαρτήματα διαφορικού Torsen T-1.....	21
3.3.4. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού Torsen-T1.....	22
3.3.5. Εισαγωγή στο Διαφορικό Torsen T-2.....	24
3.3.6. Εξαρτήματα Διαφορικού Torsen T-2.....	25
3.3.7. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού Torsen T-2.....	26
3.3.8. Εισαγωγή στο Διαφορικό Torsen T-3.....	28
3.3.9. Εξαρτήματα Διαφορικού Torsen T-3.....	28
3.3.10. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού Torsen T-3.....	29
3.3.11. Φθορές-Βλάβες-Συντήρηση-Έλεγχος-Ρυθμίσεις.....	30
3.4. Διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες.....	31
3.4.1. Εισαγωγή στο διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες.....	31
3.4.2. Εξαρτήματα διαφορικού με πολύδισκους συμπλέκτες.....	32
3.4.3. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού με πολύδισκους συμπλέκτες... ..	36
3.4.4. Φθορές-Βλάβες-Συντήρηση-Έλεγχος-Ρυθμίσεις.....	37

3.5. Διαφορικό συνεκτικής σύζευξης (synchro-visco) ή συνεκτικού συμπλέκτη.....	37
3.5.1. Εισαγωγή στο διαφορικό συνεκτικής σύζευξης (synchro-visco) ή συνεκτικού συμπλέκτη.....	37
3.5.2. Εξαρτήματα διαφορικού συνεκτικής σύζευξης (synchro-visco) ή συνεκτικού συμπλέκτη.....	38
3.5.3. Λειτουργική περιγραφή του διαφορικού συνεκτικής σύζευξης ή συνεκτικού συμπλέκτη.....	39
3.5.4. Φθορές – Συντήρηση – Έλεγχος.....	40
4. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ FORMULA STUDENT.....	41
4.1. Εισαγωγή στο διαφορικό Formula Student.....	41
4.2. Διαφορικό QUAIFE Formula Student.....	42
4.2.1. Εισαγωγή στο διαφορικό QUAIFE Formula Student.....	42
4.2.2. Εξαρτήματα διαφορικού QUAIFE.....	43
4.2.3. Λειτουργική Περιγραφή του διαφορικού QUAIFE Formula Student.....	45
4.2.4. Φθορές – Βλάβες – Συντήρηση – Ρυθμίσεις.....	47
4.3. Διαφορικό DREXLER Formula Student.....	47
4.3.1. Εισαγωγή στο διαφορικό DREXLER Formula Student.....	47
4.3.2. Εξαρτήματα διαφορικού DREXLER.....	49
4.3.3. Λειτουργική Περιγραφή του διαφορικού DREXLER Formula Student...	51
4.3.4. Φθορές – Βλάβες – Συντήρηση – Ρυθμίσεις.....	51
5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ FORMULA STUDENT.....	52
5.1. Εισαγωγή στον σχεδιασμό τους συστήματος μετάδοσης κίνησης του οχήματος Formula Student.....	52
5.2. Σχέδια συστήματος μετάδοσης.....	53
6. ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ FORMULA STUDENT.....	61
6.1. Εισαγωγή μελέτης στο σύστημα μετάδοσης κίνησης του οχήματος προδιαγραφών Formula Student.....	61
6.2. Τεχνικά χαρακτηριστικά στοιχείων μελέτης.....	61
6.3. Μελέτη της ταχύτητας του οχήματος Formula Student.....	64
6.3.1. Εισαγωγή στον υπολογισμό της ταχύτητας του οχήματος Formula Student.....	64
6.3.2. Στοιχεία, σχέσεις και συμβολισμοί για τον υπολογισμό της ταχύτητας του οχήματος Formula Student.....	64
6.3.3. Υπολογισμός της ταχύτητας του οχήματος Formula Student.....	66
6.3.4. Πίνακες με υπολογισθέντες ταχύτητες οχήματος Formula Student σε πρόγραμμα Excel.....	69
6.4. Υπολογισμός ισχύος κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης κίνησης....	70
6.4.1. Εισαγωγή στον υπολογισμό ισχύος κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης κίνησης.....	70

6.4.2. Συντελεστές και συμβολισμοί συντελεστών που απαιτούνται στον υπολογισμό ισχύος κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης κίνησης.....	70
6.4.3. Υπολογισμός ισχύος κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης με κίνηση οχήματος Formula Student σε ευθεία πορεία.....	71
6.4.4. Υπολογισμός ισχύος κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης με κίνηση οχήματος Formula Student σε στροφή ή σε ανώμαλο έδαφος.....	72
6.5. Υπολογισμός της ροπής στα ημιαξόνια του οχήματος Formula Student.....	75
6.5.1. Εισαγωγή στον υπολογισμό της ροπής στα ημιαξόνια του οχήματος Formula Student.....	75
6.5.2. Στοιχεία, συντελεστές, σχέσεις και συμβολισμοί που απαιτούνται για την μελέτη της ροπής στα ημιαξόνια.....	75
6.5.3. Υπολογισμός της ροπής στα ημιαξόνια για κίνηση του οχήματος Formula Student σε ευθεία πορεία και σε κίνηση σε στροφή.....	76
6.5.4. Πίνακες με υπολογισθέντες τιμές της ροπής στα ημιαξόνια για κίνηση του οχήματος Formula Student σε ευθεία πορεία και σε κίνηση σε στροφή.....	79
7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	80
7.1. Γενικά.....	80
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί ο σχεδιασμός, η μελέτη και η κατασκευή του συστήματος μετάδοσης κίνησης του οχήματος προδιαγραφών Formula Student. Σκοπός της πτυχιακής είναι η ομαλή και ομοιόμορφη μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στους τροχούς έτσι ώστε το όχημα να κινείται με ασφάλεια και σταθερότητα. Το σύστημα μετάδοσης κίνησης αποτελείται από τον συμπλέκτη, το κιβώτιο ταχυτήτων, τον αλυσοτροχό του κινητήρα, την αλυσίδα, τον αλυσοτροχό του διαφορικού και το διαφορικό με τα ημιαξόνια.

Αρχικά θα πραγματοποιηθεί μια θεωρητική αναφορά αυτών των στοιχείων που αποτελούν το σύστημα μετάδοσης κίνησης για την κατανόηση του σκοπού και της λειτουργίας τους.

Ακόμη αυτά τα στοιχεία που αποτελούν το σύστημα μετάδοσης κίνησης θα σχεδιαστούν στο πρόγραμμα Solidworks

Για την μελέτη του συστήματος μετάδοσης κίνησης, θα χρησιμοποιηθεί ένας κινητήρας τετράχρονος, τετρακύλινδρος 600cc, μοτοσυκλέτας. Κατά συνέπεια ο συμπλέκτης είναι υγρός πολύδισκος και το κιβώτιο ταχυτήτων είναι έξι σχέσεων. Οι αλυσοτροχοί θα είναι τα στοιχεία του συστήματος μετάδοσης κίνησης όπου αλλάζοντας τον αριθμό των δοντιών τους θα αλλάζει η τελική σχέση μετάδοσης. Κλείνοντας την εισαγωγή το διαφορικό που θα επιλεγεί κυρίως για λόγους κόστους και αξιοπιστίας είναι της εταιρείας Quaife τύπου Torsen T-2. Όλα τα παραπάνω στοιχεία είναι επιλεγμένα με σκοπό να τηρούν τις προδιαγραφές Formula Student.



Σχήμα 1.1: Όχημα προδιαγραφών Formula Student (πηγή: www.google.gr)

2. ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ ΚΑΙ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΦΟΡΜΟΥΛΑΣ STUDENT

2.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΦΟΡΜΟΥΛΑΣ STUDENT

Στην φόρμουλα Student ο κινητήρας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί είναι κινητήρας μοτοσυκλέτας, κατά συνέπεια ο συμπλέκτης και το κιβώτιο που πρόκειται να περιγραφεί είναι από μοτοσυκλέτα.

Στις σύγχρονες μοτοσυκλέτες ο συμπλέκτης και το κιβώτιο ταχυτήτων (Σχ. 2.1), βρίσκονται στον κινητήρα μέσα στο κάρτερ του. Ο συμπλέκτης, συνδέεται με τον στροφαλοφόρο άξονα μέσω της πρωτεύουσας μετάδοσης, και είναι τοποθετημένος στο εσωτερικό του κινητήρα, σε θέση που καλύπτεται από ειδικό πλαϊνό καπάκι. Το κιβώτιο ταχυτήτων βρίσκεται πίσω από τον συμπλέκτη.

Ο συμπλέκτης συνδέεται με την μία άκρη του πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων, ενώ στο δευτερεύοντα άξονα στερεώνεται το γρανάζι της τελικής μετάδοσης. Η τελική μετάδοση γίνεται με αλυσίδα όπου μεταφέρει την κίνηση στον πίσω τροχό ή στο διαφορικό στη περίπτωση της φόρμουλας student.

Η παραπάνω διάταξη δεν χρησιμοποιείται σε όλους τους κινητήρες μοτοσυκλετών αφού υπάρχουν και εξαιρέσεις. Όπως μοτοσυκλέτες οι οποίες έχουν υιοθετήσει μετάδοση αυτοκινητιστικού τύπου. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο συμπλέκτης, που συνδέεται με την πίσω άκρη του στροφαλοφόρου άξονα, έχει έναν ή το πολύ δύο δίσκους, που συνδέονται με την μπροστινή άκρη του πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων, και η τελική μετάδοση γίνεται με άξονα. Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι ξεχωριστό, ή καλύτερα, είναι τοποθετημένο σε κάσες από ελαφρύ κράμα που στερεώνεται σε μία ειδική βάση με βίδες.

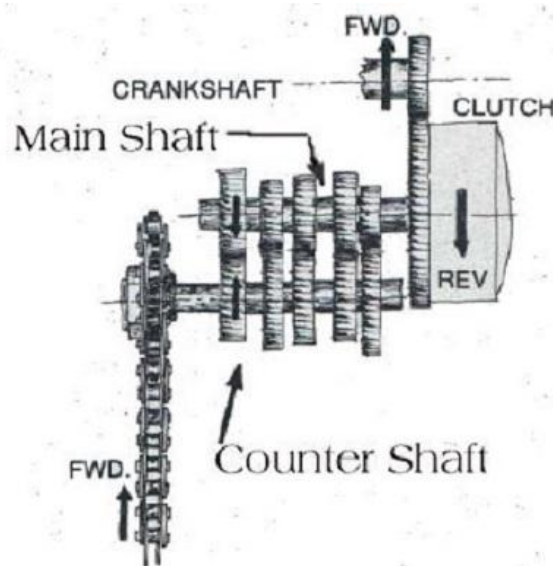
2.2.ΠΡΩΤΕΥΟΥΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗ

Στους κινητήρες των σύγχρονων μοτοσυκλετών η μετάδοση, της περιστροφικής κίνησης του στροφαλοφόρου άξονα στον πρωτεύοντα άξονα γίνεται είτε με γρανάζια είτε με αλυσίδα. Στην περίπτωση όπου η μετάδοση αυτή γίνεται με γρανάζια, οι δύο άξονες θα περιστρέφονται αντίθετα μεταξύ τους, ενώ στην περίπτωση που η μετάδοση γίνεται με αλυσίδα, οι δύο άξονες περιστρέφονται με την ίδια φορά. Ο σκοπός του πρωτεύοντα άξονα είναι να συνδέει το στροφαλοφόρο άξονα με τον συμπλέκτη και το κιβώτιο ταχυτήτων.

Στον πρωτεύοντα άξονα δεν απαιτείται κάποια συντήρηση ή έλεγχος, αλλά για να μην φθείρεται αρκεί μόνο η λίπανση που υπάρχει μέσα στο μοτέρ. Είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε να αντέχει σε μεγάλες δυνάμεις ακόμη και σε περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται σε πολύστροφους κινητήρες πολλών κυβικών. Το μόνο μειονέκτημα, κυρίως στο παρελθόν, ήταν ότι ο πρωτεύοντας άξονας δεν είχε αθόρυβη λειτουργία και για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται ελικοειδείς οδοντώσεις στα γρανάζια. Όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των υλικών και τον τρόπο

κατασκευής στους σημερινούς κινητήρες η οδόντωση των γραναζιών του πρωτεύοντα άξονα είναι ίσια. Το γρανάζι που δίνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα στον πρωτεύοντα άξονα στους σύγχρονους κινητήρες, είναι με ίσια δόντια και τοποθετείται πάνω στο στροφαλοφόρο άξονα με παξιμάδι ή αλλιώς διαμορφώνεται ως ένα σώμα με τον στροφαλοφόρο άξονα κατά την διάρκεια της κατεργασίας του, όπου αυτός ο τρόπος είναι πιο συνηθισμένος για τους κινητήρες με πολλούς κυλίνδρους.

Η περίπτωση μετάδοσης κίνησης στροφαλοφόρου και πρωτεύοντα με αλυσίδα, είναι κατάλληλη και αξιόπιστη για κινητήρες μικρών κυβικών. Έχει το πλεονέκτημα της αθόρυβης λειτουργίας όμως δεν είναι κατάλληλη για πολύστροφους κινητήρες.



Σχήμα 2.1: Συμπλέκτης και κιβώτιο ταχυτήτων μοτοσυκλέτας
(πηγή: www.google.gr)

2.3. ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΦΟΡΜΟΥΛΑΣ STUDENT

Ο συμπλέκτης σκοπό έχει να συνδέει και να αποσυνδέει την μετάδοση της κίνησης από τον στροφαλοφόρο άξονα στο κιβώτιο ταχυτήτων. Ακόμη είναι ένας μηχανισμός που επιτρέπει να γίνονται ομαλές και προοδευτικές εκκινήσεις.

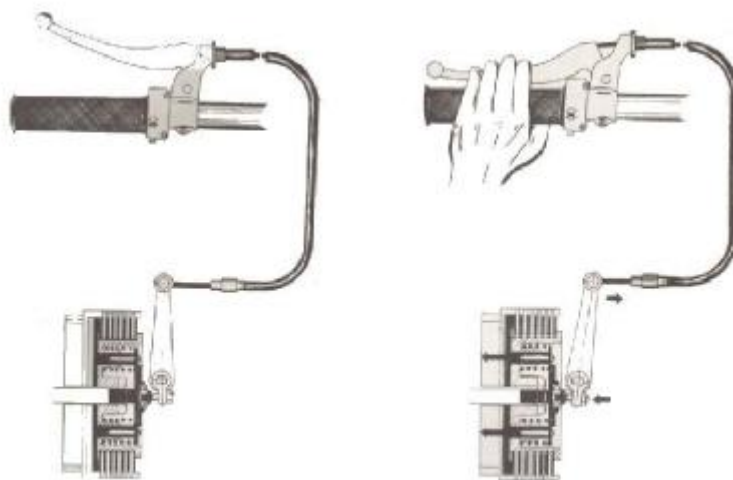
Στις μοτοσυκλέτες ένας τυπικός συμπλέκτης (Σχ. 2.2) αποτελείται από μία ομάδα οδηγών δίσκων τριβής και οδηγούμενων μεταλλικών δίσκων, οι οποίοι βρίσκονται εντός ενός περιβλήματος που λέγεται καμπάνα. Αυτό αποτελεί το στοιχείο έλκυσης και είναι ενσωματωμένο στην κορώνα της πρωτεύουσας μετάδοσης. Στην κεντρική ζώνη του συμπλέκτη υπάρχει το οδηγούμενο στοιχείο, ενσωματωμένο στον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων. Αυτό το στοιχείο ονομάζεται καμπάνα ή πλήμνη η οποία έχει μια σειρά αυλακώσεων στις οποίες συμπλέκονται οι προεξοχές των οδηγούμενων δίσκων. Οι τελευταίοι δίσκοι είναι μεταλλικοί και εναλλάσσονται με άλλους δίσκους τριβής οι οποίοι είναι φιμπερένιοι. Οι δίσκοι τριβής και από τις δύο πλευρές τους είναι επικαλυμμένοι με υλικό τριβής. Το σύστημα του συμπλέκτη

ολοκληρώνεται με μια πλάκα πίεσης, στην οποία επενεργεί μια σειρά ελατηρίων που την σπρώχνουν προς τους δίσκους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι δίσκοι να εμπλέκονται και να μεταδίδεται η κίνηση μέσω του περιβλήματος στην πλήμνη και κατά συνέπεια από την καμπάνα στον πρωτεύοντα άξονα.



Σχήμα 2.2: Υδραυλικός συμπλέκτης μοτοσυκλέτας (πηγή: www.google.gr)

Όταν στην φόρμουλα πατιέται το πεντάλ του συμπλέκτη (μανέτα στην μοτοσυκλέτα) γίνεται αποσύνδεση εφόσον η πλάκα εκτοπίζεται με την δύναμη που προσδίδουν τα ελατήρια και έτσι η πλάκα δεν πιέζει τους δίσκους τον ένα πάνω στον άλλο (Σχ. 2.3). Ως αποτέλεσμα η καμπάνα περιστρέφεται ανεξάρτητα από την πλήμνη και η κίνηση δεν μεταδίδεται από τον κινητήρα στο κιβώτιο ταχυτήτων.



Σχήμα 2.3: Λειτουργία υδραυλικού συμπλέκτη μοτοσυκλέτας(πηγή: www.google.gr)

Επίσης, υπάρχουν κινητήρες μοτοσυκλετών όπου ο συμπλέκτης τους, δεν έχει μια σειρά ελατηρίων άλλα ένα κεντρικό ελατήριο. Ακόμη, υπάρχουν κινητήρες όπου είναι ανάποδη η διάταξη σε σχέση με αυτή τη διάταξη που περιγράφηκε παραπάνω. Δηλαδή στην εξωτερική ζώνη υπάρχει ένας μικρός δίσκος αποσύνδεσης στον οποίο ενεργεί ο μηχανισμός ελέγχου. Αυτός συνδέεται με την μανέτα στο τιμόνι είτε με μηχανικό τρόπο και χρειάζεται ανά κάποιο διάστημα ρύθμιση, είτε με υδραυλικό τρόπο όπου είναι αυτορυθμιζόμενος. Ο τελευταίος τρόπος είναι παρόμοιας λειτουργίας όπως στα υδραυλικά φρένα.

Μεταξύ της κορώνας και του πρωτεύοντα άξονα συνήθως τοποθετείται ένας αντικραδασμικός σύνδεσμος, σινεμπλόκ. Η πλειοψηφία των συμπλεκτών των μοτοσυκλετών λειτουργούν μέσα σε λάδι. Σε αγωνιστικές ή σπορ μοτοσυκλέτες υψηλού κυβισμού, για να μην υπάρχουν απώλειες από τους κραδασμούς και επιπλέον επειδή υπάρχουν μεγάλες δυνάμεις που μεταδίδονται θα απαιτούνταν υδραυλικοί συμπλέκτες μεγάλης διαμέτρου. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ξηροί πολύδισκοι συμπλέκτες.

Σε περιπτώσεις μοτοσυκλετών όπου ο κινητήρας είναι εγκάρσια τοποθετημένος χρησιμοποιούνται συμπλέκτες αυτοκινητιστικού τύπου στους οποίους στοιχείο τριβής είναι ο ίδιος ο σφόνδυλος ο οποίος βρίσκεται στερεωμένος στην άκρη του στροφαλοφόρου άξονα μαζί με τον οποίο περιστρέφεται και η πλάκα πίεσης. Το οδηγούμενο στοιχείο, είναι δίσκος με επένδυση και βρίσκεται στην άκρη του πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων. Το ελατήριο αυτού του συμπλέκτη είναι τύπου διαφράγματος (χτένια).

2.4. ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΦΟΡΜΟΥΛΑΣ STUDENT

Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι τοποθετημένο αμέσως μετά το συμπλέκτη. Είναι ένας μηχανισμός, που επιτρέπει στον οδηγό να συμπλέκει διάφορες ταχύτητες, έτσι ώστε να μεταβάλλει την σχέση μετάδοσης ανάλογα με την ανάγκη.

Οι μικρές σχέσεις του κιβωτίου ταχυτήτων έχουν μικρή ταχύτητα περιστροφής και μεγάλη ροπή και έχουν καλύτερη επιτάχυνση. Αντίθετα, οι μεγάλες σχέσεις του κιβωτίου ταχυτήτων έχουν μεγάλη ταχύτητα περιστροφής και μικρή ροπή.

Τα κιβώτια ταχυτήτων των μοτοσυκλετών αποτελούνται από δύο άξονες, που ονομάζονται πρωτεύοντα και δευτερεύοντα και σε κάθε ένα βρίσκονται τόσα γρανάζια όσα είναι και οι ταχύτητες. Τα γρανάζια των δύο αξόνων βρίσκονται σε ζεύξη μεταξύ τους και κάθε ζεύγος αντιστοιχεί σε μία σχέση.

Η αρχή λειτουργίας είναι η εξής: από κάθε ζεύγος, ένας οδοντωτός τροχός περιστρέφεται αδρανώς στον άξονά του, ενώ ο άλλος είναι στερεωμένος σε αυτόν. Για την σύμπλεξη της ταχύτητας αρκεί να υποχρεωθεί το αδρανές γρανάζι να περιστραφεί μαζί με τον άξονά του. Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιούνται τα

γρανάζια που γειτονεύουν με τα αδρανή, τα οποία μπορούν να διατρέξουν μέσω της φουρκέτας και το αυλακωτό τμήμα του άξονα (μύλος) στον οποίο είναι στερεωμένα. Αυτά τα συρόμενα γρανάζια έχουν στην μία ή και στις δύο πλευρές μερικές μετωπικές οδοντώσεις σύμπλεξης οι οποίες όταν πλησιάζουν μεταξύ τους μπαίνουν σε ζεύξη με αυτές του αδρανούς γραναζιού, ενσωματώνοντάς το στον άξονα.



Σχήμα 2.4: Κιβώτιο ταχυτήτων μοτοσυκλέτας
(πηγή: www.google.gr)

2.5. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΦΟΡΜΟΥΛΑΣ STUDENT

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ένα κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από τα σταθερά, συρόμενα και αδρανή γρανάζια. Μετακινώντας τα αδρανή γρανάζια στον άξονα γίνεται η σύμπλεξη των ταχυτήτων.

Για να μετακινηθούν τα συρόμενα γρανάζια, υπάρχουν οι ζευκτήρες οι οποίοι κινούνται κατά μήκος του άξονα. Οι άκρες των ζευκτών εισάγονται στις ειδικές εγκοπές που υπάρχουν στα συρόμενα γρανάζια. Κάθε ζευκτήρας ενεργεί σε ένα γρανάζι. Η αξονική κίνηση του ζευκτήρα ελέγχεται από ένα κύλινδρο με καλουπωμένες εγκοπές, στις οποίες εισάγεται ο οδηγός κάθε ζευκτήρα. Ο κύλινδρος κινείται με την σειρά του από ένα μηχανισμό συνδεδεμένο με τον λεβιέ ταχυτήτων. Αυτός ο μηχανισμός κατασκευάζεται έτσι ώστε να μεταδίδει μια καθορισμένη γωνιακή μετατόπιση στον κύλινδρο, ο οποίος υποχρεώνεται να σταματά σε προκαθορισμένες θέσεις κάθε φορά που ενεργοποιείται ο λεβιές. Τέλος οι ζευκτήρες μπορούν να μετακινούνται πλευρικά και προς τις δύο πλευρές και συνεπώς ο κάθε ένας από αυτούς μπορεί να συμπλέξει δύο ταχύτητες

3.ΤΟ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

3.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το διαφορικό είναι ένας μηχανισμός που στηρίζει συνήθως τη λειτουργία του σε οδοντωτούς τροχούς και είναι προορισμένος να μεταδίδει ροπή και περιστροφή. Βάση της λειτουργίας του αποτελούν τρεις άξονες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται με τους παρακάτω δύο τρόπους:

- 1) Ο ένας άξονας λειτουργεί ως είσοδος και οι άλλοι δύο ως έξοδος (τυπική λειτουργία διαφορικού αυτοκινήτου).
- 2) Δύο άξονες συνδυάζονται ως είσοδοι και ο τρίτος αποτελεί την έξοδο (άθροισμα, διαφορά ή μέσος όρος των εισόδων).

Ιστορική Αναδρομή

Υπάρχουν πολλές εκδοχές για την εφεύρεση του διαφορικού, οι οποίες και εξετάζονται. Μια εξ αυτών είναι και η εμφάνιση ενός τύπου διαφορικού με γρανάζια στον μηχανισμό των Αντικυθήρων. Ο μηχανισμός αυτός ανακαλύφθηκε σε αρχαίο ναυάγιο κοντά στο νησί των Αντικυθήρων, χρονολογείται στα 150-100 π.χ. και έχει κατά πάσα πιθανότητα χρήση αστρολάβου.

Παρόλα αυτά η εξακριβωμένη χρήση του διαφορικού παρατηρείται στις παρακάτω χρονολογίες ορόσημα:

- 1720 : Ο Josheph Willamson χρησιμοποιεί ένα διαφορικό σύστημα σε ρολόι.
- 1810 : Ο Rudolph Ackerman της Γερμανίας εφευρίσκει ένα σύστημα διεύθυνσης με τέσσερις τροχούς για τις μεταφορές, πρόγονο του σημερινού διαφορικού.
- 1827 : Το σύγχρονο διαφορικό αυτοκινήτου κατοχυρώνεται με ευρεσιτεχνία από τον ωρολογοποιό Onesiphore Pecqueur (1792-1852) στη Γαλλία για χρήση σε όχημα ατμού.
- 1876 : Ο Richard Roberts από την Αγγλία εφευρίσκει ένα ιδιότυπο διαφορικό για βαρέως τύπου οχήματα ατμού.
- 1876 : Ο James Starley από το Coventry της Αγγλίας εφευρίσκει το αλυσοκίνητο διαφορικό για χρήση σε ποδήλατο, εφεύρεση που αργότερα χρησιμοποιήθηκε στο αυτοκίνητο από τον Karl Benz
- 1897 : Η πρώτη χρήση του διαφορικού από ένα αυστραλιανό αυτοκίνητο του David Shearer

- 1913 : Η Packard κατασκευάζει το ελικοειδές γραναζωτό διαφορικό, το οποίο μειώνει σημαντικά τα επίπεδα καταπονήσεων και θορύβου κατά τη λειτουργία του διαφορικού.
- 1926 : Η Packard κατασκευάζει το υποειδές διαφορικό, το οποίο επιτρέπει την μεταφορά του κινητήριου άξονα χαμηλότερα στο όχημα, λύνοντας σοβαρά ζητήματα εργονομίας που προέκυπταν στο εσωτερικό του οχήματος.
- 1958 : Ο Vernon Gleasman δημιουργεί το Torsen διαφορικό, είδος διαφορικού περιορισμένης ολίσθησης που στηρίζεται μονάχα στους οδοντωτούς τροχούς και όχι στον συνδυασμό αυτών με δίσκους όπως στα συμβατικά διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης.

3.2. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΜΕ ΚΟΡΩΝΑ-ΠΙΝΙΟΝ (ΚΩΝΙΚΟ ΖΕΥΓΟΣ)

3.2.1. Εισαγωγή στο Διαφορικό με κορώνα-πινιόν

Το διαφορικό τύπου κορώνα-πινιόν (κωνικό ζεύγος) είναι από τα πιο διαδεδομένα διαφορικά, καθώς η πλειοψηφία των αυτοκινήτων παραγωγής έχει αυτόν τον τύπο διαφορικού. Το διαφορικό με κορώνα-πινιόν είναι ένας μηχανισμός που σκοπό έχει να μεταδίδει την κίνηση στους κινητήριους τροχούς και να τους επιτρέπει να περιστραφούν με διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες.

Συνεπώς το διαφορικό με κορώνα-πινιόν ως σύστημα μετάδοσης έχει σκοπό:

- Να μεταφέρει την περιστροφική κίνηση του κινητήρα, στους κινητήριους τροχούς.
- Να δίνει διαφορετική περιστροφική ταχύτητα σε κάθε κινητήριο τροχό, όταν αυτό απαιτείται.
- Να μεταβάλει τις στροφές και την ροπή που παρέχει ο κινητήρας (ως προέκταση του μειωτήρα), ώστε οι κινητήριοι τροχοί να παίρνουν την απαιτούμενη ελκτική δύναμη για να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν τις διάφορες αντιστάσεις κίνησης του οχήματος.
- Να προσφέρει την δυνατότητα αναστροφής κίνησης τροχών για την οπίσθια πορεία του οχήματος.
- Να προσφέρει την δυνατότητα της αλλαγής της κατεύθυνσης της κινήσεως από ευθύγραμμη σε εγκάρσια έτσι ώστε αυτή να φθάνει στους τροχούς.

3.2.2. Εξαρτήματα διαφορικού κορώνα-πινιόν

Επιγραμματικά τα βασικά εξαρτήματα ενός συμβατικού διαφορικού (Σχ. 2.1) ανοικτού τύπου, είναι τα παρακάτω:

1) Κεντρικός άξονας μετάδοσης της κίνησης

Ο κεντρικός άξονας μετάδοσης της κίνησης μεταφέρει την κίνηση από τον κινητήρα στο διαφορικό. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς το ένα άκρο του άξονα συνδέεται με την έξοδο του δευτερεύοντα άξονα του κιβώτιου ταχυτήτων. Στο άλλο άκρο του άξονα βρίσκεται ένας ειδικός σύνδεσμος ο οποίος μεταδίδει την κίνηση στον άξονα του πινιόν.

2) Άξονας πινιόν

Στο ένα άκρο του άξονα του πινιόν βρίσκεται ο σύνδεσμος άξονα μετάδοσης και στο άλλο άκρο βρίσκεται ενσωματωμένο το πινιόν.

3) Πινιόν

Το πινιόν είναι ένας κωνικός οδοντωτός τροχός ο οποίος βρίσκεται ενσωματωμένος στον άξονα και μεταφέρει την περιστροφική κίνησή του στην κορώνα.

4) Κορώνα

Η κορώνα είναι μια οδοντωτή στεφάνη η οποία με την σειρά της μεταφέρει την κίνηση στους δορυφόρους.

5) Θήκη

Μέσα στην θήκη είναι στερεωμένη η στεφάνη (κορώνα) του συστήματος της γωνιακής μετάδοσης. Ακόμη στο εσωτερικό της θήκης είναι στερεωμένοι οι άξονες των δορυφόρων.

6) Άξονας δορυφόρων

Στους άξονες των δορυφόρων βρίσκονται στερεωμένοι οι δορυφόροι. Αυτοί οι άξονες είναι κάθετα στερεωμένοι στους άξονες περιστροφής των τροχών.

7) Δορυφόροι

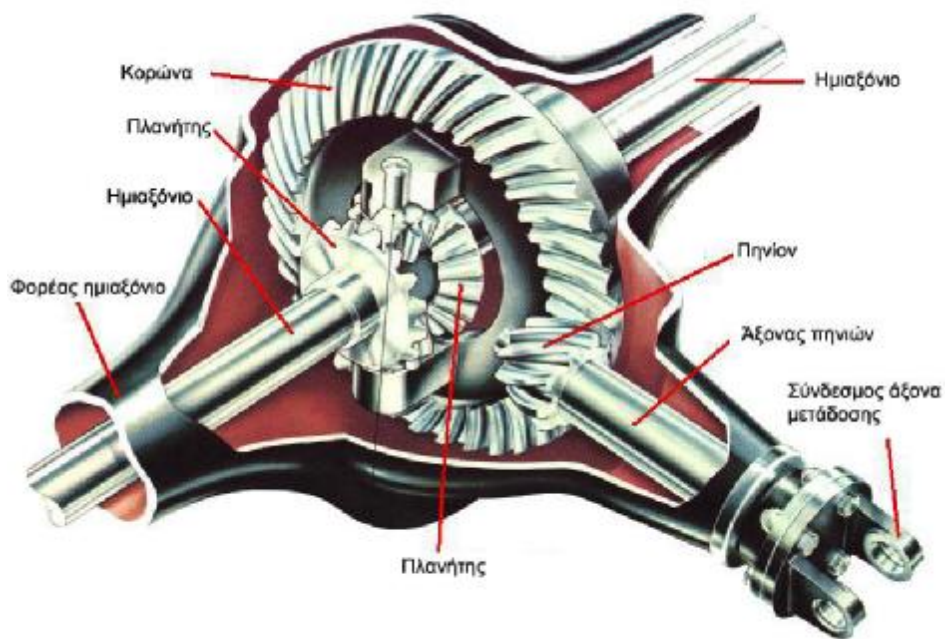
Υπάρχουν διαφορικά στα οποία οι δορυφόροι είναι τέσσερις και άλλα διαφορικά στα οποία οι δορυφόροι είναι δύο. Είναι μικροί κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, στερεωμένοι εσωτερικά της θήκης του διαφορικού.

8) Πλανήτες

Οι πλανήτες είναι κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, λίγο μεγαλύτεροι από τους δορυφόρους. Είναι και αυτοί στερεωμένοι στην θήκη του διαφορικού και βρίσκονται σε εμπλοκή με τους δορυφόρους. Ο άξονας τους όμως συμπίπτει με τον άξονα κίνησης των τροχών του οχήματος. Στους πλανήτες συνδέονται με πολύσφηνα, τα δύο ημιαξόνια, τα οποία δίνουν κίνηση στις πλήμνες των τροχών.

9) Ημιαξόνια

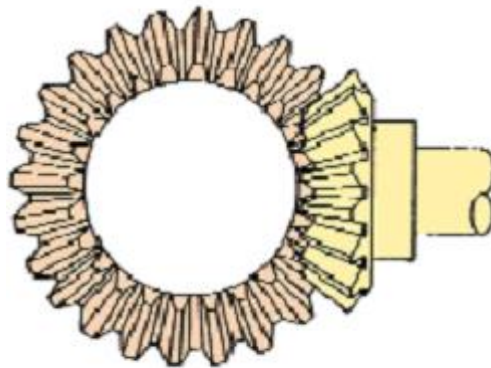
Τα ημιαξόνια σε αυτόν τον τύπο διαφορικού αποτελούν τους άξονες όπου στηρίζονται οι πλανήτες. Είναι οι άξονες οι οποίοι μεταφέρουν την κίνηση στις πλήμνες των τροχών.



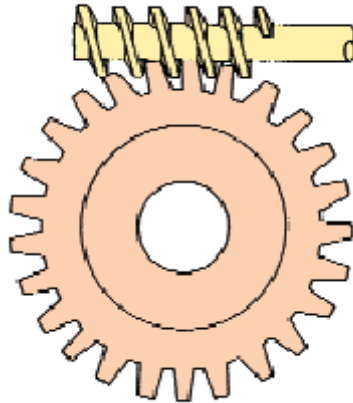
Σχήμα 2.1: Συμβατικό Διαφορικό(πηγή www.google.gr)

Επιπλέον σε αυτού του τύπου διαφορικά, ανάλογα με την θέση που έχει το πηνιόν του συστήματος γωνιακής μετάδοσης με την κορώνα, διακρίνουμε τις εξής μορφές εμπλοκής:

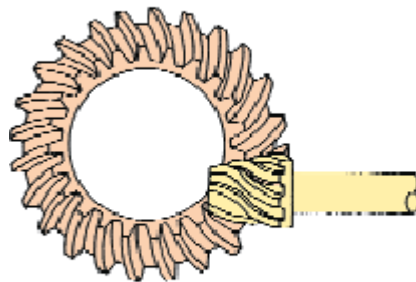
- 1) Την κεντρική εμπλοκή του πηνιόν με την κορώνα (Σχ. 2.2)
- 2) Την παράκεντρη εμπλοκή (Σχ. 2.4)
- 3) Την περίπτωση της μετάδοσης από ατέρμονα κοχλία σε οδοντωτό τροχό (Σχ. 2.3)



Σχήμα 2.2: Κεντρική εμπλοκή



Σχήμα 2.3: Εμπλοκή ατέρμονα τροχού



Σχήμα 2.4: Παράκεντρος εμπλοκή

πηγή (www.google.gr)

Συμπερασματικά, ολόκληρο το διαφορικό, καθώς και το σύστημα γωνιακής μετάδοσης, είναι κλεισμένα σε θήκη (κέλυφος), που σχηματίζεται ανάμεσα στα δύο κωνικά άκρα (χοάνες) και στηρίζεται επάνω στην αντίστοιχη του διαφορικού, με την χρήση ένσφαιρων τριβέων (ρουλεμάν). Ολόκληρο το διαφορικό βρίσκεται μέσα σε λάδι, ενώ η θήκη φέρει δύο πώματα, το ένα για την πλήρωση του διαφορικού με λάδι και το άλλο για την εκκένωση.

3.2.3. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού με κορώνα πινιόν

Ο κινητήρας τροφοδοτεί με ροπή όλο το σύστημα, μέσω του συστήματος μεταδόσεως. Η κίνηση μεταφέρεται μέσω του συμπλέκτη και του κιβώτιου ταχυτήτων στον κεντρικό άξονα μετάδοσης κίνησης, ο οποίος με την σειρά του μεταφέρει την κίνηση με έναν ειδικό σύνδεσμο στον άξονα του πινιόν και κατά συνέπεια στο ίδιο το πινιόν (υποειδή οδοντωτό τροχό) όπου είναι ενσωματωμένο στον άξονα αυτό, που βρίσκεται εντός του περιβλήματος του διαφορικού.

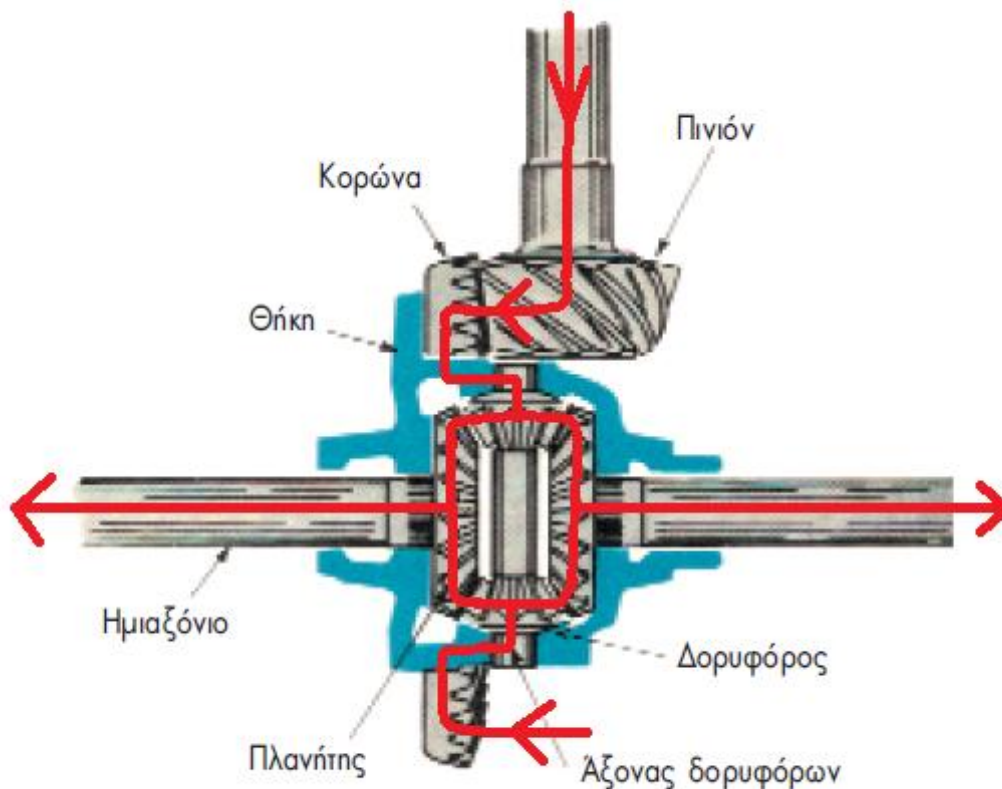
Όπως στο Σχ. 2.5 το πινιόν με τη σειρά του δίνει κίνηση σε ένα μεγάλο οδοντωτό τροχό, το μεγαλύτερο γρανάζι του διαφορικού, που ονομάζεται κορώνα και βρίσκεται στην αρχή του ενός από τα δύο ημιαξόνια. Έτσι έχουμε έναν υποπολλαπλασιασμό στην μετάδοση της κίνησης προς τους τροχούς.

Ακόμη το πινιόν συνδέεται με την κορώνα του διαφορικού, έχοντας και αυτό τις περισσότερες φορές υποειδή διαμόρφωση με σκοπό την χαμηλότερη τοποθέτηση του άξονα μετάδοσης της κίνησης, επιτυγχάνοντας τη μείωση του ύψους του κέντρου βάρους του οχήματος (στοιχείο ιδιαίτερα σημαντικό για την δυναμική συμπεριφορά του οχήματος), και την επίλυση σοβαρών ζητημάτων εργονομίας που προέκυπταν στον εσωτερικό θάλαμο επιβατών του οχήματος.

Η κορώνα είναι συνδεδεμένη με τον φορέα του διαφορικού, ο οποίος περικλείει τους πλανήτες και τους δορυφόρους του διαφορικού, δημιουργώντας ένα σύμπλεγμα από τέσσερις αντίθετους κωνικούς τροχούς σε κάθετα, ανά δύο, επίπεδα. Συνεπώς κάθε κωνικός τροχός εμπλέκεται με τους δύο γείτονες και περιστρέφεται αντίθετα από τον τρίτο, με τον οποίο δεν εμπλέκεται.

Οι πλανήτες έχουν κωνική μορφή και είναι ικανοί να μεταφέρουν μεγάλα ποσά ροπής με τις, κατά το δυνατόν, μικρότερες τριβές και απώλειες. Είναι τοποθετημένοι ομοαξονικά της κορώνας και συνδέονται με τα ημιαξόνια, τα οποία είναι υπεύθυνα για την κίνηση των τροχών του οχήματος. Ακόμη οι δύο πλανήτες βρίσκονται σε σύζευξη μεταξύ τους και με την κορώνα, μέσω δύο άλλων οδοντωτών τροχών, των δορυφόρων.

Οι δορυφόροι είναι ευθυγραμμισμένοι σε έναν κάθετο άξονα, ο οποίος αλλάζει προσανατολισμό με την περιστροφή της κορώνας, ακολουθώντας την κίνησή της. Επιπλέον τα παλαιότερα διαφορικά είχαν μονάχα έναν δορυφόρο και παρουσίαζαν κατά συνέπεια μικρότερες αντοχές και μεγαλύτερα επίπεδα θορύβου κατά την λειτουργία τους.

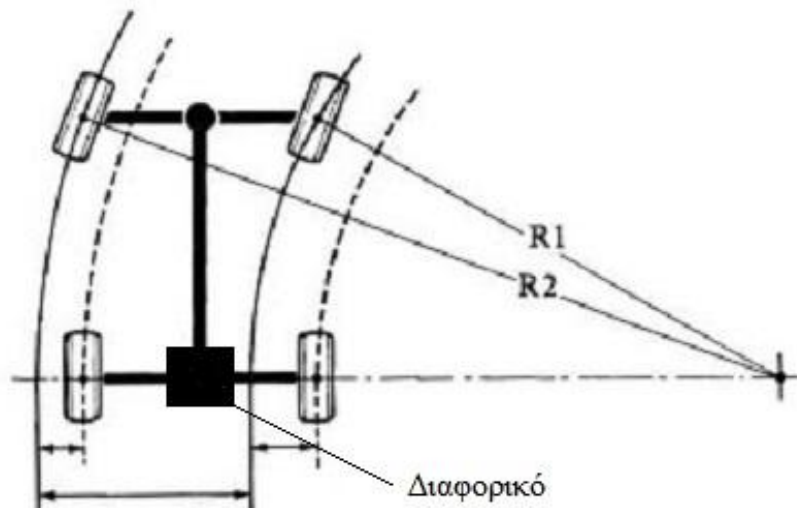


Σχήμα 2.5: Διαφορικό, κίνηση σε ευθεία πορεία δρόμου

πηγή (www.google.gr)

Κατά την περιστροφή του φορέα των δορυφόρων του διαφορικού, ο συνεχώς μεταβαλλόμενος προσανατολισμός του άξονα των πλανητών, μετατρέπει την κίνηση της κορώνας, σε κίνηση των πλανητών. Καθώς όμως δεν περιορίζεται η σχετική κίνηση/περιστροφή δορυφόρων, οι πλανήτες είναι εφικτό να περιστρέφονται αντίθετα μεταξύ τους ή και σε σχέση με την κορώνα, υπό την επίδραση πάντα της ίδιας δύναμης.

Όταν το αυτοκίνητο κινείται στην ευθεία, η αντίσταση που παρουσιάζουν οι δύο τροχοί στην κίνηση είναι η ίδια. Έτσι η κορώνα με την περιστροφή της παρασύρει σε περιστροφή ολόκληρο το σύστημα και οι δύο τροχοί κινούνται με την ίδια ταχύτητα. Όταν όμως το αυτοκίνητο στρίβει, όπως φαίνεται στο Σχ. 2.6, ο εξωτερικός τροχός πρέπει μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα να διανύσει μεγαλύτερη απόσταση. Ο εσωτερικός τροχός που έχει να διανύσει μικρότερη απόσταση περιστρέφεται πιο αργά και παρουσιάζει έτσι αντίσταση στην τάση του εξωτερικού να τον συμπαρασύρει στον ίδιο ρυθμό περιστροφής. Έτσι αφού η κορώνα ισομοιράσει την ροπή στα δύο ημιαξόνια, αυτά περιστρέφονται με διαφορετικές ταχύτητες μεταξύ τους, κάτι που γίνεται δυνατό χάρη στη σύνδεσή τους μέσω γριναζιών, των δορυφόρων, που αρχίζουν στο σημείο αυτό να περιστρέφονται με αντίθετη φορά μεταξύ τους, επιτρέποντας την σχετική κίνηση των πλανητών.



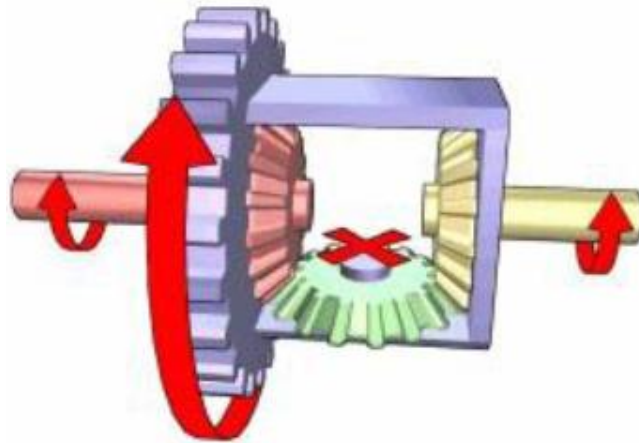
Σχήμα 2.6: Όχημα σε στροφή δρόμου

(πηγή: www.google.gr)

Οι πλανήτες και κατά συνέπεια τα ημιαξόνια μπορούν να περιστρέφονται σε αντίθετες κατευθύνσεις σε σχέση με την κορώνα.

Η περιστροφή της κορώνας αποτελεί κατά κανόνα τον μέσο όρο των περιστροφών των πλανητών. Όταν το όχημα κινείται σε ευθεία γραμμή, δεν θα υπάρχει διαφορά στο πλανητικό σύστημα των οδοντωτών τροχών εκτός από έκτακτες περιστάσεις, όπου εμφανίζονται ανωμαλίες στο οδόστρωμα αναγκάζοντας τον έναν εκ των δύο κινητήριων τροχών να διαγράψει μεγαλύτερο τόξο και κατά συνέπεια να περιστρέφεται γρηγορότερα.

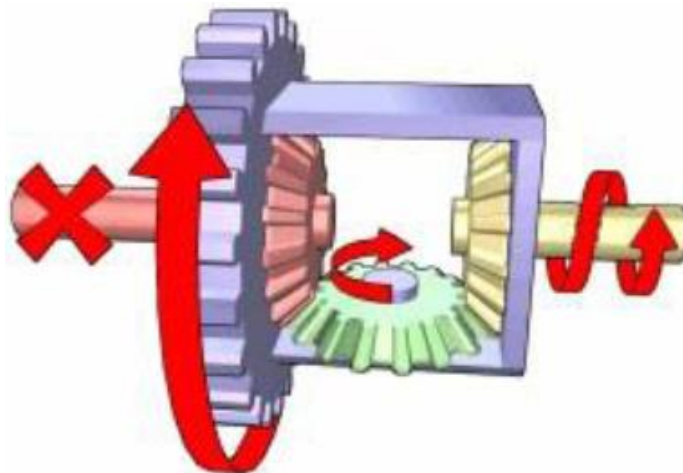
Στην περίπτωση που το όχημα κινείται ευθεία δίχως να συναντήσει κάποια ανωμαλία στο οδόστρωμα, το συμβατικό διαφορικό ανοικτού τύπου δεν πραγματοποιεί διαφορά και ουσιαστικά λειτουργεί μονάχα ως στοιχείο μετάδοσης της κίνησης. Η ροπή εισόδου εφαρμόζεται μέσω του πινιόν στην κορώνα (Σχ. 2.7) η οποία περιστρέφει ολόκληρο το φορέα του διαφορικού. Ο φορέας είναι συνδεδεμένος με δύο πλανήτες μέσω ενός δορυφόρου, δημιουργώντας ένα συμβατικό πλανητικό σύστημα οδοντωτών τροχών. Η ροπή μεταφέρεται στους πλανήτες, μέσω του δορυφόρου, ο οποίος περιστρέφεται γύρω από τον άξονα του φορέα, περιστρέφοντας με την σειρά τους πλανήτες. Εάν η αντίσταση σε δύο τροχούς είναι ίση, ο δορυφόρος περιστρέφεται μονάχα ως κομμάτι του φορέα και όχι γύρω από τον άξονα του και κατά συνέπεια οι δύο τροχοί περιστρέφονται με τις ίδιες στροφές/ρυθμό.



Σχήμα 2.7: Διαφορικό με κίνηση σε ευθεία γραμμή (πορεία)

(Πηγή: www.wikipedia.com)

Εάν ο αριστερός τροχός και κατά συνέπεια το αριστερό ημιαξόνιο και ο πλανήτης συναντούν αντίσταση (Σχ. 2.8), ο δορυφόρος περιστρέφεται όχι μόνο ως μέρος του φορέα αλλά και γύρω από τον άξονά του, δίνοντας την δυνατότητα στον αριστερό πλανήτη να επιβραδύνει και στο δεξί πλανήτη να επιταχύνει, με τον ίδιο πάντα ρυθμό.



Σχήμα 2.8: Διαφορικό με αντίσταση στο αριστερό ημιαξόνιο

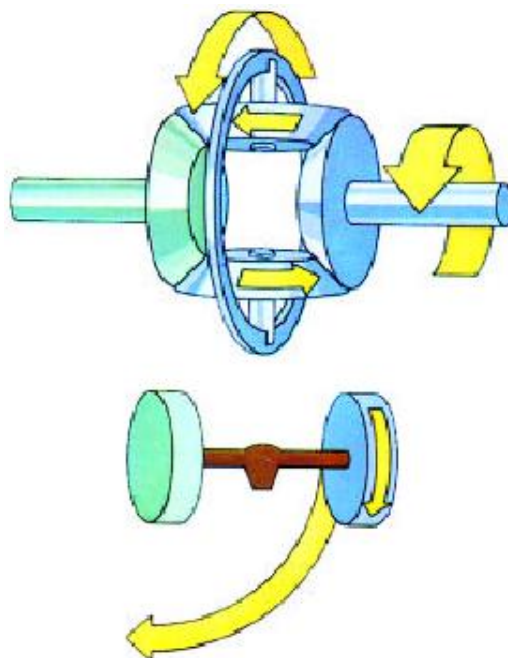
(Πηγή: www.wikipedia.com)

Συνοψίζοντας η λειτουργία του διαφορικού κορώνα-πινιόν διέπεται από τις παρακάτω αρχές:

- Η έλξη του κινητήρα ασκείται μέσω της κορώνας στο φορέα του δορυφόρου και κατά συνέπεια στο δορυφόρο, ο οποίος με την σειρά του, έλκει τους πλανήτες προς την ίδια κατεύθυνση.
- Αν ο ένας πλανήτης συρθεί προς την μία κατεύθυνση, με ακινητοποιημένο τον δορυφόρο, ο άλλος θα κινηθεί αντίθετα.
- Αν η τριάδα δορυφόρου και πλανητών κινείται προς τα μπροστά με ταχύτητα V και για οποιοδήποτε λόγο, ο ένας πλανήτης χάσει ένα μέρος v από την ταχύτητα του (η οποία θα γίνει τώρα $V-v$) ο άλλος πλανήτης θα κινηθεί ταχύτερα προς τα μπροστά (με ταχύτητα $V+v$), εφόσον ο δορυφόρος θα συνεχίσει να έχει ταχύτητα V .

3.2.4. Προβλήματα Διαφορικού με κορώνα-πινιόν

Τα σημαντικότερα προβλήματα του κλασικού διαφορικού ξεκινούν από την στιγμή που οι κινητήριοι τροχοί πατούν σε έδαφος με μικρό ή διαφορετικό συντελεστή τριβής ο καθένας. Ο κεντρικός μηχανισμός του διαφορικού (πλανήτες δορυφόροι) αδυνατεί να αντιληφτεί την συγκεκριμένη κατάσταση, άρα και να κατανέμει την αναγκαία ροπή για την κίνηση των τροχών. Έτσι αρχίζει η απώλεια πρόσφυσης για τον τροχό που κινείται στο προβληματικό οδόστρωμα, ενώ ο άλλος τροχός (άρα και το αυτοκίνητο) ακινητοποιείται (Σχ. 2.9).



Σχήμα 2.9: Ακινητοποίηση του αυτοκινήτου ο ένα τροχός παίρνει όλες της στροφές (πηγή: www.google.gr)

Ο συντελεστής τριβής μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος προσδιορίζει το ποσό της ροπής που μπορεί να εφαρμοστεί σε έναν τροχό. Όταν το οδόστρωμα είναι καλής ποιότητας στεγνό και κατά συνέπεια υπάρχει καλή πρόσφυση του ελαστικού στο οδόστρωμα, δηλαδή ο συντελεστής τριβής είναι μεγάλος, το ποσό της διατιθέμενης ροπής στους τροχούς μπορεί να είναι το μεγαλύτερο δυνατό και εξαρτάται από τον κινητήρα και το κιβώτιο ταχυτήτων. Εδώ η λειτουργία του κλασικού διαφορικού είναι η επιθυμητή για την ομαλή κίνηση του αυτοκινήτου.

Όταν όμως το οδόστρωμα δεν είναι καλής ποιότητας, με κακή πρόσφυση του ελαστικού στο οδόστρωμα, ο συντελεστής τριβής είναι μικρός όπως η κίνηση επάνω σε πάγο, το ποσό της διατιθέμενης ροπής στους τροχούς θα πρέπει να είναι σημαντικά μικρότερο ώστε αυτοί να μην ολισθήσουν (σπινάρουν). Εδώ η λειτουργία του κλασικού διαφορικού δεν είναι η επιθυμητή γιατί δεν μπορεί να αναγνωρίσει το ποσό της ροπής που πρέπει να φθάσει στους τροχούς ώστε να μην ολισθήσουν (σπινάρουν) και η κίνηση του αυτοκινήτου είναι προβληματική.

Αντίστοιχα είναι τα προβλήματα σε 4 X 4 που διαθέτουν κίνηση και στους τέσσερις τροχούς (τζιπ, αγροτικά, φορτηγάκια) και είναι εφοδιασμένα με κλασικά διαφορικά στον μπροστινό και πίσω άξονα.

Η λύση στα προβλήματα αυτά είναι τα διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης.

3.2.5. Φθορές – Βλάβες – Συντήρηση – Έλεγχος - Ρυθμίσεις

· Οι πιο συνηθισμένες φθορές του διαφορικού είναι η φθορά των δοντιών των γραναζιών του και η φθορά των τριβών του (ρουλεμάν). Και στις δύο περιπτώσεις επιβάλλεται να αντικατασταθούν τα φθαρμένα κομμάτια με καινούρια, σύμφωνα πάντα, με τις οδηγίες που δίνει το εργοστάσιο κατασκευής. Συνήθως, όταν αντικαθίσταται το πινιόν, υποχρεωτικά, αντικαθίσταται και η κορώνα, γιατί αυτά τα στοιχεία κατασκευάζονται κατά ζεύγη. Ένδειξη κακής λειτουργίας του συστήματος του διαφορικού είναι η θορυβώδης λειτουργία και η υπερθέρμανσή του. Όταν υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις βλάβης, πρέπει το διαφορικό να αποσπάζεται από το αυτοκίνητο και να του γίνεται λεπτομερής επιθεώρηση, ενώ αν στηρίζεται σε ανεξάρτητο φορέα, μπορεί να αποσπαστεί χωρίς να αφαιρεθεί ολόκληρος ο οπίσθιος άξονας. Όταν όμως το διαφορικό στηρίζεται στις χοάνες του άξονα, τότε για να γίνει αυτή η επιθεώρηση, πρέπει να αποσυναρμολογηθεί ο συγκεκριμένος άξονας.

Μετά την αποσυναρμολόγηση, ο φορέας του διαφορικού ή ολόκληρος ο άξονας τοποθετείται σε ειδική βάση, προκειμένου να διαλυθεί εντελώς και να επιθεωρηθεί. Ακόμη, πριν από κάθε διάλυση, ελέγχεται εάν υπάρχει επισήμανση της θέσης των καβαλέτων των τριβών, γιατί αν δεν υπάρχει τότε αυτοί επισημαίνονται με πόντα. Στην συνέχεια αφαιρούνται τα καβαλέτα, αποχωρίζεται το διαφορικό από τα σημεία στήριξής του και επιθεωρείται. Έτσι εάν οι τριβείς του παρουσιάζουν σημάδια φθοράς, βγαίνουν με ειδικό εξολκέα και αντικαθιστούνται με καινούριους. Επίσης οι οδοντωτοί τροχοί, των οποίων τα δόντια παρουσιάζουν απολέπιση ή σπασίματα, αποσυναρμολογούνται από την θήκη, αφαιρώντας πρώτα τον άξονα των δορυφόρων, μετά τους δορυφόρους και τέλος τους πλανήτες. Η επανασυναρμολόγηση γίνεται, φυσικά, αντίστροφα, ενώ μετά από αυτήν ελέγχονται

τα διάκενα μεταξύ πλανήτη και των ωστικών τριβέν του, ώστε να συμφωνούν με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

- Σε ένα διαφορικό γίνονται οι παρακάτω ρυθμίσεις:
 - 1) Ρύθμιση και έλεγχος της ανοχής μεταξύ του πινιόν και της κορώνας.
 - 2) Έλεγχος της εφαρμογής των δοντιών του πινιόν και της κορώνας.
 - 3) Ρύθμιση του συγκρατητικού κοχλία της οπίσθιας πλευράς της κορώνας
 - 4) Έλεγχος για στρεβλωμένη κορώνα.

Με την τοποθέτηση των κατάλληλων προσθηκών (ροδελών αποστάσεως), ρυθμίζεται η σωστή θέση και η συνεργασία κορώνας-πινιόν, σύμφωνα πάντα με τα συγκεκριμένα στοιχεία ανοχών που προβλέπει ο κατασκευαστής. Επίσης υπάρχει ειδικός κοχλίας που ρυθμίζει την μετατόπιση της κορώνας από την μία πλευρά της, όπως και ασφάλεια για την σταθεροποίηση αυτής της ρύθμισης.

- Συνήθεις βλάβες διαφορικού - Αποτελέσματα – Αίτια

Οι πιο συνηθισμένες βλάβες ενός συμβατικού διαφορικού είναι:

- 1) Το σπάσιμο των δοντιών της κορώνας, του πινιόν, του δορυφόρου και των πλανητών.
- 2) Το σπάσιμο του ημιαξονίου.
- 3) Η καταστροφή των τριβέν.
- 4) Η στρέβλωση της κορώνας.

Επιπλέον, αν παρατηρηθεί θορυβώδης λειτουργία του διαφορικού, αυτή μπορεί να προέρχεται από πολλές αιτίες (έλλειψη λιπαντικού, χρήση ακατάλληλου τύπου λιπαντικού, φθαρμένους τριβείς, σπασμένα δόντια κορώνας-πινιόν, λανθασμένη ρύθμιση κορώνας πινιόν). Ο θόρυβος που δημιουργείται, ιδιαίτερα κατά την στροφή του οχήματος, προέρχεται είτε από κακή κατάσταση των δορυφόρων, είτε από φθαρμένο άξονα και φθαρμένους παράκυκλους των αξόνων των δορυφόρων, οπότε πρέπει να αντικατασταθούν. Όταν παρουσιάζεται θόρυβος σε κατωφέρεια, ο οποίος εξαφανίζεται σε ανωφέρεια, τότε υπάρχει μεγάλη ανοχή μεταξύ κορώνας-πινιόν, ενώ όταν το διαφορικό μουγκρίζει, τότε η ανοχή αυτή είναι μικρή.

- Χρήση ακατάλληλου λαδιού

Η αλλαγή του λαδιού στο διαφορικό γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, περίπου κάθε 30.000 μέχρι 60.000 χιλιόμετρα. Όπως και στο κιβώτιο ταχυτήτων, έτσι και εδώ, η αλλαγή λαδιού πρέπει να γίνεται αμέσως μετά από μία διαδρομή του οχήματος, οπότε το λιπαντικό είναι ζεστό και επομένως λεπτόρρευστο. Ο τύπος του λιπαντικού συνήθως πρέπει να είναι SAE90. Ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα γίνεται συμπλήρωση του διαφορικού με το κατάλληλο λάδι, όταν η στάθμη κατέβει κάτω από το πώμα πλήρωσης.

- Διαρροή λιπαντικού

Αυτή μπορεί να οφείλεται, είτε σε αποσυναρμολογημένα περικόχλια θήκης, είτε σε κομμένα παρεμβάσματα ή φθαρμένες τσιμούχες λαδιού, είτε σε υπερπλήρωση της θήκης με λάδι (βαλβολίνη).

3.3. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ TORSEN

3.3.1. Εισαγωγή στο διαφορικό TORSEN

Το διαφορικό Torsen είναι ένας από τους τύπους διαφορικών περιορισμένης ολίσθησης LSD (Limited Slip Differential). Τα διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης αποτελούν παθητικές διατάξεις. Ενεργητικές είναι αυτές που ενεργοποιούνται αυτόματα παίρνοντας εντολή από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και κατανέμουν την ροπή μεταξύ των αξόνων. Το διαφορικό Torsen έχει την δυνατότητα να "αισθάνεται" την ροπή καθώς χρησιμοποιεί την μηχανική τριβή των εξαρτημάτων του για να δημιουργήσει την απαιτούμενη διαφορά ροπής μεταξύ των δύο αξόνων, ανεξάρτητα από την ταχύτητα περιστροφής, των τροχών.

Τα διαφορικά Torsen είναι ευρέως διαδεδομένα στα σημερινά αυτοκίνητα παραγωγής που ανήκουν κυρίως στη σπορ κατηγορία. Ακόμη τα διαφορικά Torsen βρίσκουν εφαρμογή σε αγωνιστικά αυτοκίνητα τύπου ράλι ή φόρμουλας.

Το διαφορικό Torsen έχει σκοπό:

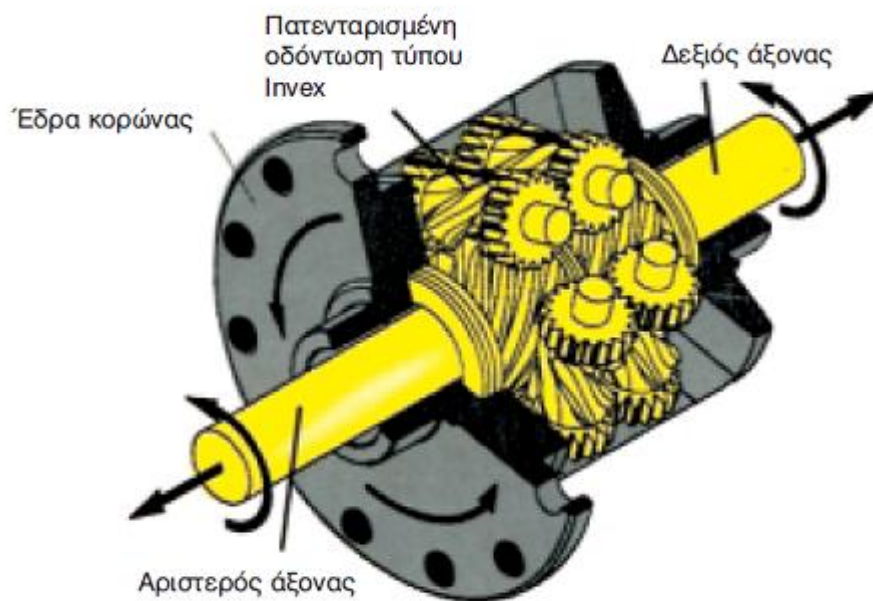
- Να μεταφέρει την περιστροφική κίνηση του κινητήρα, στους κινητήριους τροχούς.
- Να διαφοροποιεί τις στροφές στους κινητήριους τροχούς
- Να μεταφέρει την ροπή από τον κινητήρα στους κινητήριους τροχούς
- Να κατανέμει την ροπή στους κινητήριους τροχούς
- Να προσφέρει την δυνατότητα αναστροφής κίνησης τροχών για την οπίσθια πορεία του οχήματος.
- Να κατανέμουν άμεσα την ροπή και τις στροφές στους τροχούς ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες που επικρατούν στο οδόστρωμα.

Υπάρχουν οι εξής τρεις διαφορετικοί τύποι διαφορικών Torsen, ανάλογα με τα εξαρτήματα και την διάταξη αυτών των εξαρτημάτων που τα αποτελούν, όπου αναλύονται περεταίρω στις επόμενες παραγράφους:

1. Διαφορικό Torsen T-1 (Τύπου 1 ή Τύπου A)
2. Διαφορικό Torsen T-2 (Τύπου 2 ή Τύπου B)
3. Διαφορικό Torsen T-3 (Τύπου 3 ή Τύπου C)

3.3.2. Εισαγωγή στο διαφορικό Torsen T-1

Σε αντίθεση με τα διαφορικά που βασίζονται στη διαφορά ταχύτητας των τροχών, το διαφορικό Torsen T1 αποτελεί ένα διαφορικό συνεχούς λειτουργίας που "αισθάνεται" την ροπή και έχει την δυνατότητα να την κατανέμει στους κινητήριους τροχούς. Το διαφορικό ελέγχει και κατανέμει την ροπή μεταξύ των δύο ημιαξόνων ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες που επικρατούν στο οδόστρωμα. Δεν υπάρχουν συμπλέκτες ή προφόρτιση των δίσκων και βασίζεται στην πατενταρισμένη ελικοειδή οδόντωση τύπου INVEX T (Σχ. 3.1) παρέχοντας έτσι περισσότερη αξιοπιστία στην όλη κατασκευή. Το διαφορικό Torsen ως διάταξη είναι διαθέσιμο σε πολλές παραλλαγές όσον αφορά την κατανομή της ροπής με TBR 2.5:1 έως και 5.0:1. Επιπλέον το διαφορικό Torsen είναι πλήρως συμβατό με συστήματα ABS και Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου πρόσφυσης (ETCS), ώστε να υπάρχει ιδανική συνεργασία όσον αφορά την διαχείριση της διαθέσιμης πρόσφυσης.



Σχήμα 3.1: Τομή διαφορικού Torsen T-1 (πηγή: Συστήματα Αυτοκινήτου II)

3.3.3. Εξαρτήματα διαφορικού Torsen T-1

Επιγραμματικά τα βασικά εξαρτήματα ενός διαφορικού Torsen T-1, είναι τα παρακάτω:

1) Κεντρικός άξονας μετάδοσης της κίνησης

Ο κεντρικός άξονας μετάδοσης της κίνησης μεταφέρει την κίνηση από τον κινητήρα στο διαφορικό. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς το ένα άκρο του άξονα συνδέεται με την έξοδο του δευτερεύοντα άξονα του κιβώτιου ταχυτήτων. Στο άλλο άκρο του άξονα βρίσκεται ένας ειδικός σύνδεσμος ο οποίος μεταδίδει την κίνηση στον άξονα του πιινιόν.

2) Άξονας πιινιόν

Στο ένα άκρο του άξονα του πιινιόν βρίσκεται ο σύνδεσμος του άξονα μετάδοσης και στο άλλο άκρο βρίσκεται ενσωματωμένο το πιινιόν.

3) Πιινιόν

Το πιινιόν είναι ένας κωνικός οδοντωτός τροχός ο οποίος βρίσκεται ενσωματωμένος στον άξονα και μεταφέρει την περιστροφική κίνησή του στην κορώνα.

4) Κορώνα

Η κορώνα είναι μια οδοντωτή στεφάνη η οποία τοποθετείται πάνω στο κέλυφος του διαφορικού με βίδες στο ειδικά διαμορφωμένο σημείο, όπου ονομάζεται έδρα κορώνας.

5) Θήκη

Πάνω στην θήκη είναι στερεωμένη η στεφάνη (κορώνα) του συστήματος της γωνιακής μετάδοσης. Ακόμη στο εσωτερικό της θήκης υπάρχει η βάση των αξόνων, των μικρών δεξιών και αριστερών ατερμόνων καθώς και των μετωπικών τροχών.

6) Ζεύγη μικρών ατερμόνων (δορυφόροι)

Τα ζεύγη των μικρών ατερμόνων συνήθως είναι τρία. Έχουν ελικοειδή οδόντωση. Ο μικρός δεξιός ατέρμονας βρίσκεται σε εμπλοκή με τον κεντρικό δεξιό ατέρμονα, και ο μικρός αριστερός ατέρμονας βρίσκεται σε εμπλοκή με τον αριστερό κεντρικό ατέρμονα.

7) Μετωπικοί τροχοί

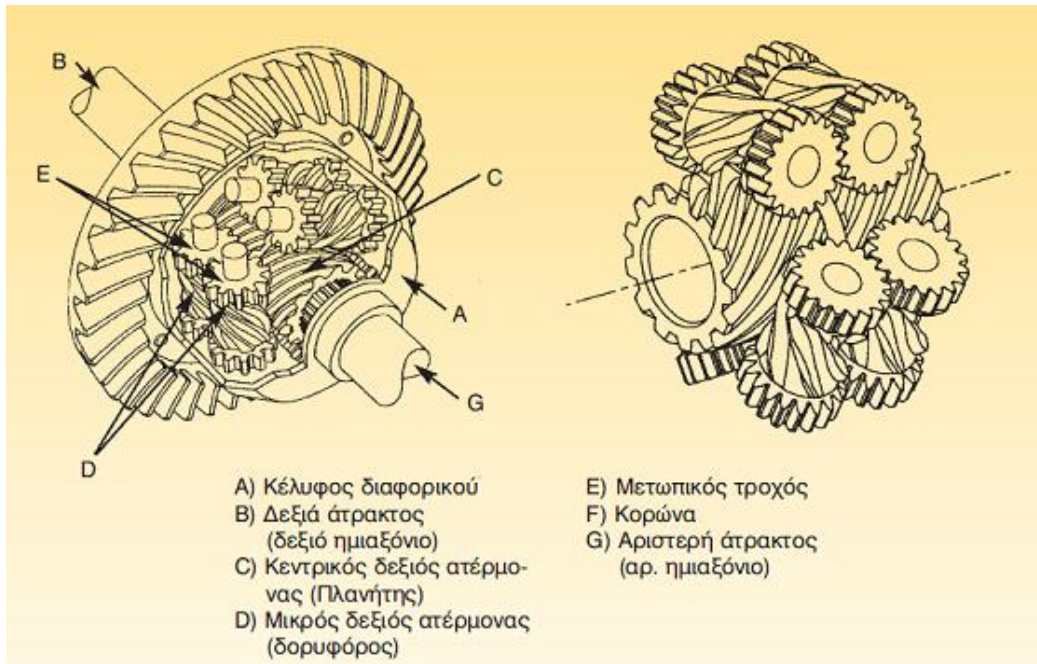
Οι μετωπικοί τροχοί βρίσκονται στα άκρα των ατερμόνων πάνω στους άξονες που παρασύρει το κέλυφος.

8) Κεντρικός δεξιός και αριστερός ατέρμονας (πλανήτες)

Αυτοί οι κεντρικοί ατέρμονες έχουν ελικοειδή οδόντωση. Είναι και αυτοί στερεωμένοι στην θήκη του διαφορικού και βρίσκονται σε εμπλοκή με τους δορυφόρους. Στους πλανήτες συνδέονται με πολύσφηνα, τα δύο ημιαξόνια, τα οποία δίνουν κίνηση στις πλήμνες των τροχών.

9) Ημιαξόνια

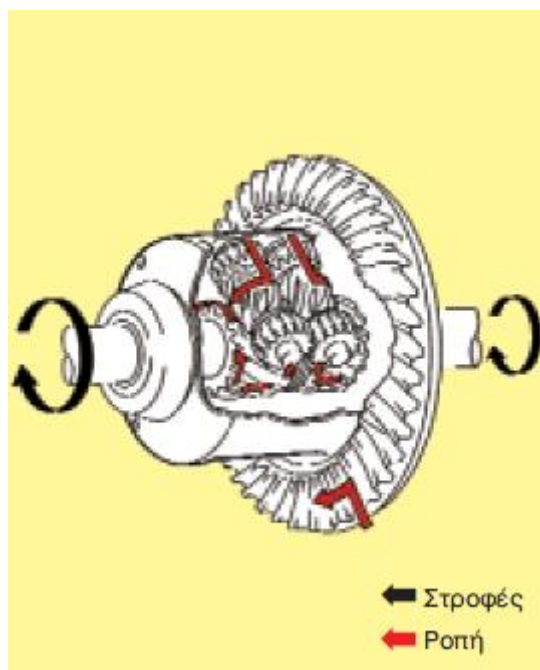
Τα ημιαξόνια σε αυτόν το τύπο διαφορικού αποτελούν τους άξονες όπου στηρίζονται οι πλανήτες. Είναι οι άξονες οι οποίοι μεταφέρουν την κίνηση στις πλήμνες των τροχών.



Σχήμα 3.2: Μέρη του διαφορικού Torsen T1 (πηγή: Συστήματα Αυτοκινήτου II)

3.3.4. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού Torsen-T1

Η ροή ισχύος στη μετάδοση φαίνεται στο σχήμα 3.3. Σε ένα αυτοκίνητο με κίνηση στους πίσω τροχούς το πινιόν του κεντρικού άξονα μετάδοσης περιστρέφει τη κορώνα. Οι δυνάμεις μεταφέρονται μέσω του κελύφους στους μικρούς ατέρμονες και αυτοί με την σειρά τους τις μεταβιβάζουν στους κεντρικούς μεγάλους ατέρμονες, οι οποίοι και κατευθύνουν τελικά την ισχύ στους κινητήριους τροχούς μέσω των ημιαξονίων. Είναι προφανές ότι οι μετωπικοί τροχοί απλώς συνδέουν τους δύο μηχανισμούς μετάδοσης (για το δεξί και το αριστερό ημιαξόνιο) μεταξύ τους κατά συγχρονισμένο τρόπο. Η δυνατότητα περιορισμού της ολίσθησης πραγματοποιείται λόγω της κατάλληλης χρήσης ενός ζεύγους ατερμόνων. Αυτό το ζεύγος έχει το παρακάτω χαρακτηριστικό. Η ροπή κίνησης μπορεί να μεταφερθεί από τον κεντρικό ατέρμονα στο μικρό πλάγιο ατέρμονα αλλά δεν γίνεται το αντίστροφο γιατί το ζεύγος θα "κλείδωνε".



Σχήμα 3.3: Ροή ισχύος σε στροφή (πηγή: Συστήματα Αυτοκινήτου II)

Σε κανονική στροφή

Σε περίπτωση κανονικής στροφής του αυτοκινήτου χωρίς ολίσθηση των τροχών, το διαφορικό λειτουργεί ακριβώς όπως και το συμβατικό διαφορικό. Η προσθήκη των δύο ατερμόνων δεν επηρεάζει την διαφορά ταχύτητας περιστροφής των ατράκτων (ημιαξόνιων). Εάν για παράδειγμα το αυτοκίνητο στρίψει αριστερά, το ημιαξόνιο του δεξιού τροχού περιστρέφεται ταχύτερα από το κέλυφος του διαφορικού, ενώ το ημιαξόνιο του αριστερού τροχού περιστρέφεται πιο αργά από το κέλυφος του διαφορικού. Η διαφορά ταχύτητας περιστροφής μεταξύ των κεντρικών ατερμόνων παραλαμβάνεται άμεσα από τους μετωπικούς τροχούς συγχρονισμού. Εδώ παρατηρούμε ότι τα ζεύγη κεντρικών μικρών ατερμόνων δεν κλειδώνουν μεταξύ τους, γιατί η ροπή μπορεί να μεταφερθεί από τους κεντρικούς ατέρμονες στους μικρούς ατέρμονες (δορυφόρους).

Με απώλεια πρόσφυσης

Όταν κάποιος από τους τροχούς π.χ. ο δεξιός τροχός χάσει την πρόσφυση του από την ολισθηρότητα του οδοστρώματος ή από οποιαδήποτε άλλη αιτία, τα ζευγάρια από τους κεντρικούς και τους πλάγιους ατέρμονες ενεργοποιούνται. Αρχικά δεν θα μεταδοθεί ροπή στον αριστερό τροχό, που έχει μεγάλη πρόσφυση στο οδόστρωμα και όλη η ροπή θα μεταδοθεί στο δεξιό τροχό που έχει μικρή πρόσφυση, με αποτέλεσμα, να παίρνει όλες τις στροφές (σπινάρει). Τότε ο δεξιός κεντρικός ατέρμονας (πλανήτης) που παίρνει όλες τις στροφές θα κινήσει τον πλάγιο μικρό

ατέρμονα του (δορυφόρο) και μέσω των μετωπικών τροχών θα κινήσει τον πλάγιο μικρό ατέρμονα. Η εμπλοκή του ζεύγους κεντρικού ατέρμονα και πλάγιου μικρού ατέρμονα, όταν ο μεγάλος κεντρικός ατέρμονας προσπαθήσει να κινήσει τον μικρό πλάγιο, έχει σαν αποτέλεσμα αυτοί να κλειδώσουν. Έτσι λόγω της συγχρονισμένης εμπλοκής των πλάγιων ατερμόνων (αριστερού και δεξιού) οι δύο κινητήριοι τροχοί θα περιστραφούν με την ίδια ταχύτητα, αποτρέποντας την απώλεια πρόσφυσης.

3.3.5. Εισαγωγή στο Διαφορικό Torsen T-2

Οι κατασκευάστριες εταιρίες διαφορικών ανέπτυξαν περαιτέρω το διαφορικό τύπου Torsen και σαν αποτέλεσμα δημιούργησαν το Torsen T-2, το οποίο είναι καταλληλότερο για τοποθέτηση κυρίως σε εμπρόσθια συστήματα και κεντρικά διαφορικά. Βασίζεται σε μια πατενταρισμένη οδόντωση η οποία ονομάζεται EQUVEXT, με παράλληλη κατ' άξονα διάταξη των εμπλεκόμενων οδοντωτών τροχών.

Πλεονεκτήματα του Torsen T-2 έναντι του Torsen T-1:

1. Παρέχει καλύτερη διαχείριση των δυνάμεων αποχωρισμού που αναπτύσσονται κατά την εμπλοκή των οδοντωτών τροχών του διαφορικού.
2. Έχει λιγότερους κραδασμούς και διάκενα λειτουργίας.
3. Σύμφωνα με το 2. κατά συνέπεια έχει και αθόρυβη λειτουργία.
4. Τα αυξημένα μήκη των κεντρικών ατερμόνων (πλανητών) προσφέρουν εύκολο κεντράρισμα και μοντάρισμα των ημιαξονίων στα θηλυκά τους πολύσφηνα.

Το Torsen T-2 προσφέρει ότι και το T-1, κατά συνέπεια αποτελεί και αυτό ένα διαφορικό συνεχούς λειτουργίας (full time) που "αισθάνεται" την ροπή και μπορεί να την κατανείμει. Στο διαφορικό T-2 όπως και στο T-1 η διαφοροποίηση των στροφών ρυθμίζονται συνεχώς και άμεσα μεταξύ των δύο αξόνων, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο εκάστοτε οδόστρωμα. Τα διαφορικά Torsen T-2 είναι διαθέσιμα σε μεγάλη ποικιλία κατανομής της ροπής από 1,4:1 έως και 3,0:1 TBR και μπορούν να τοποθετηθούν χωρίς τροποποιήσεις, αντικαθιστώντας τα συμβατικά διαφορικά σε πολλά μοντέλα αρκετών κατασκευαστών. Το TBR είναι η ροπή που μπορεί να εφαρμοσθεί στον τροχό με την μεγαλύτερη πρόσφυση σε σχέση με την ροπή σε αυτόν με την μικρότερη. Επίσης είναι συμβατά με κάθε τύπο ABS και δυναμικών συστημάτων ελέγχου πρόσφυσης ώστε να υπάρχει συνεργασία με κάθε ολοκληρωμένο σύστημα στη διαχείριση της διαθέσιμης πρόσφυσης.

3.3.6. Εξαρτήματα Διαφορικού Torsen T-2

Επιγραμματικά τα βασικά εξαρτήματα ενός διαφορικού Torsen T-2 (Σχ. 3.4), είναι τα παρακάτω:

1) Κεντρικός άξονας μετάδοσης της κίνησης

Ο κεντρικός άξονας μετάδοσης της κίνησης μεταφέρει την κίνηση από τον κινητήρα στο διαφορικό. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς το ένα άκρο του άξονα συνδέεται με την έξοδο του δευτερεύοντα άξονα του κιβώτιου ταχυτήτων. Στο άλλο άκρο του άξονα βρίσκεται ένας ειδικός σύνδεσμος ο οποίος μεταδίδει την κίνηση στον άξονα του πιινιόν.

2) Άξονας πιινιόν

Στο ένα άκρο του άξονα του πιινιόν βρίσκεται ο σύνδεσμος του άξονα μετάδοσης και στο άλλο άκρο βρίσκεται ενσωματωμένο το πιινιόν.

3) Πιινιόν

Το πιινιόν είναι ένας κωνικός οδοντωτός τροχός ο οποίος βρίσκεται ενσωματωμένος στον άξονα και μεταφέρει την περιστροφική κίνησή του στην κορώνα.

4) Κορώνα

Η κορώνα είναι μια οδοντωτή στεφάνη η οποία τοποθετείται πάνω στο κέλυφος του διαφορικού με βίδες στο ειδικά διαμορφωμένο σημείο, όπου ονομάζεται έδρα κορώνας.

5) Θήκη

Πάνω στην θήκη είναι στερεωμένη η στεφάνη (κορώνα) του συστήματος της γωνιακής μετάδοσης. Ακόμη στο εσωτερικό της θήκης υπάρχουν ειδικά διαμορφωμένες υποδοχές όπου τοποθετούνται οι πλανήτες. Ακόμη υπάρχει ο χώρος όπου τοποθετούνται οι κεντρικοί ατέρμονες.

6) Ζεύγη πλανητών

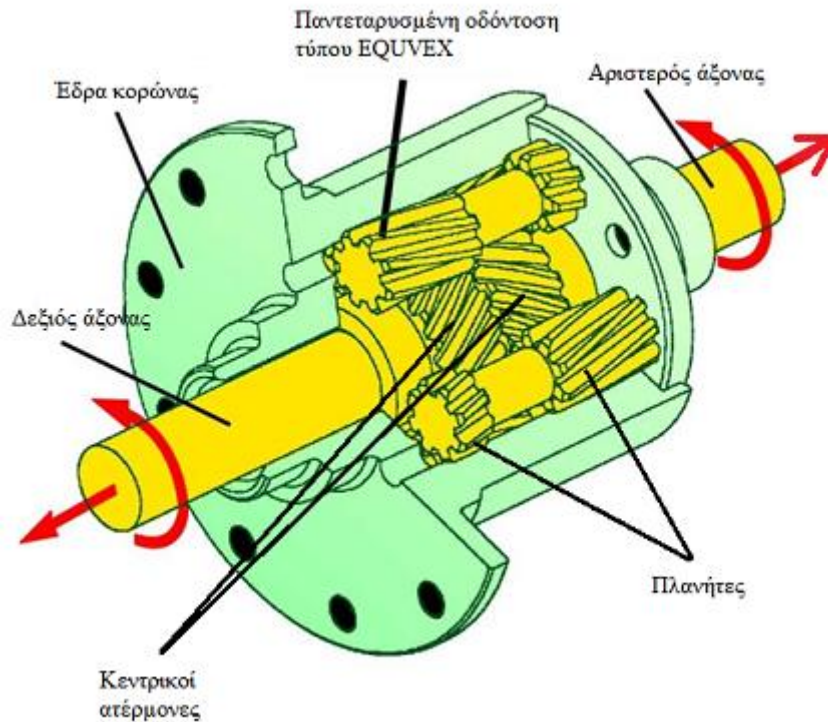
Τα ζεύγη των πλανητών είναι διαμορφωμένα με την πατενταρισμένη οδόντωση τύπου EQUVEXT. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα ζεύγη των πλανητών είναι τρία, τέσσερα ή και πέντε. Κάθε ζεύγος εμπλέκεται μεταξύ του καθώς και με τους κεντρικούς ατέρμονες.

7) Κεντρικοί ατέρμονες

Οι κεντρικοί ατέρμονες είναι και αυτοί διαμορφωμένοι με την πατενταρισμένη οδόντωση τύπου EQUVEXT, έτσι ώστε να εμπλέκονται με τα ζεύγη των πλανητών. Είναι και αυτοί στερεωμένοι στην θήκη του διαφορικού. Ο άξονας τους όμως συμπίπτει με τον άξονα κίνησης των τροχών του οχήματος. Στους κεντρικούς ατέρμονες συνδέονται με πολύσφηνα, τα δύο ημιαξόνια, τα οποία δίνουν κίνηση στις πλήμνες των τροχών.

8) Ημιαξόνια

Τα ημιαξόνια αποτελούν τους άξονες όπου στηρίζονται οι κεντρικοί ατέρμονες. Είναι οι άξονες οι οποίοι μεταφέρουν την κίνηση στις πλήμνες των τροχών.

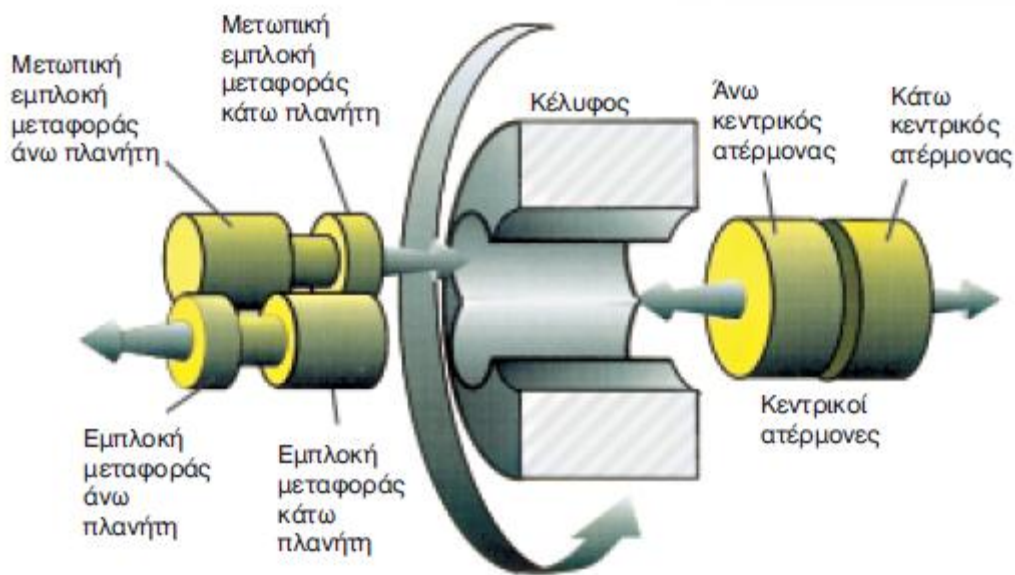


Σχήμα 3.4: Ονοματολογία και εξαρτήματα του διαφορικού Torsen T-2

3.3.7. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού Torsen-T2

Σε ευθεία πορεία

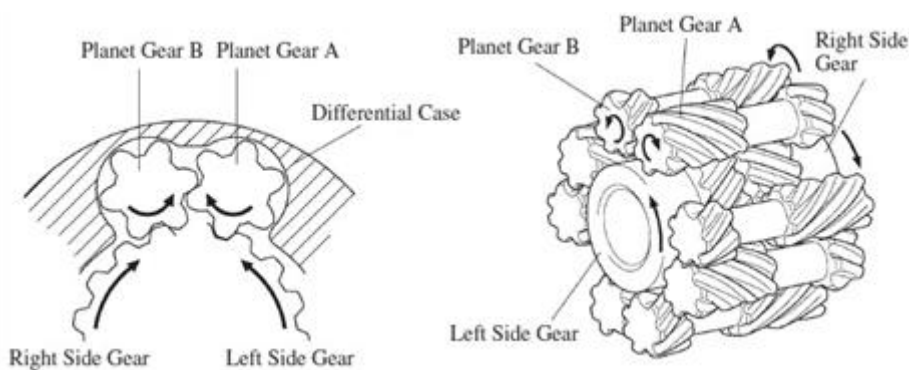
Όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία έχει σαν αποτέλεσμα η κορώνα η οποία είναι τοποθετημένη στην έδρα του διαφορικού, να παρασύρει το κέλυφος του διαφορικού. Καθώς το κέλυφος περιστρέφεται με τις ίδιες στροφές που έχει η κορώνα, με την σειρά του παρασύρει τους πλανήτες (μικροί ατέρμονες) οι οποίοι βρίσκονται μέσα στις υποδοχές του κελύφους. Όμως οι πλανήτες σε αυτή την φάση (ευθεία πορεία) δεν περιστρέφονται, αλλά “κλειδώνουν” και απλώς παρασύρονται από το κέλυφος και μεταδίδουν αυτή την κίνηση στους κεντρικούς ατέρμονες και κατά συνέπεια στα ημιαξόνια. Δηλαδή, όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία τα ημιαξόνια θα περιστρέφονται με τις ίδιες στροφές που έχει η κορώνα.



Σχήμα 3.5: Λειτουργία εξαρτημάτων διαφορικού Torsen T-2
(πηγή: Συστήματα Αυτοκινήτου II)

Σε στροφή

Όταν το αυτοκίνητο στρίψει αριστερά (Σχ. 3.6), το ημιαξόνιο του δεξιού τροχού περιστρέφεται ταχύτερα από το κέλυφος του διαφορικού, ενώ το ημιαξόνιο του αριστερού τροχού περιστρέφεται πιο αργά από το κέλυφος του διαφορικού. Η διαφορά ταχύτητας περιστροφής μεταξύ των κεντρικών ατερμόνων παραλαμβάνεται άμεσα από τους πλανήτες (μικρούς ατέρμονες) συγχρονισμού. Εδώ παρατηρείται ότι τα ζεύγη των πλανητών δεν κλειδώνουν μεταξύ τους, γιατί η ροπή μπορεί να μεταφερθεί από τους κεντρικούς ατέρμονες στους πλανήτες (μικρούς ατέρμονες).



Σχήμα 3.6: Λειτουργία εξαρτημάτων διαφορικού Torsen T-2 σε στροφή
(πηγή: www.google.gr)

3.3.8. Εισαγωγή στο Διαφορικό Torsen T-3

Το διαφορικό Torsen T-3 είναι η τελευταία γενιά Torsen και η μοναδική όπου χρησιμοποιείται αποκλειστικά σε τετρακίνητες εφαρμογές, ως κεντρικό διαφορικό. Η διάταξη του είναι παρεμφερής με αυτή του T-2 αλλά χρησιμοποιεί ελικοειδείς πλανήτες που είναι τοποθετημένοι στην εξωτερική διάμετρο και μπορούν και εμπλέκονται με τον κεντρικό ατέρμονα καθώς και με την ελικοειδή διαμόρφωση που υπάρχει στο εσωτερικό του κελύφους αυτού του διαφορικού. Αυτό το σύστημα έχει την ικανότητα να κατανέμει την ροπή μεταξύ των δύο αξόνων ακόμη και διαφορετική από 50/50. Σε αντίθεση με τα συμβατικά διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης, το διαφορικό Torsen T-3 είναι ένα διαφορικό συνεχούς ανίχνευσης της ροπής. Αυτό γίνεται, γιατί μπορεί να διαχειρίζεται συνεχώς την ροπή μεταξύ εμπρός και πίσω άξονα σύμφωνα με τις μεταβλητές συνθήκες του δρόμου, αυτόματα μετατοπίζοντας τη δύναμη στον τροχό με τη μεγαλύτερη πρόσφυση πριν συμβεί οποιαδήποτε ολίσθηση των τροχών. Επίσης, το Torsen T-3 χρησιμοποιεί πιο αποτελεσματικά την ροπή του κινητήρα, παρέχοντας μεγαλύτερη ιπποδύναμη στο δρόμο. Δεν υπάρχουν συμπλέκτες ή προφόρτιση, παρά μόνο ένα ελικοειδές πλανητικό σύστημα γραναζιών. Το Torsen T-3 είναι διαθέσιμο στο να κατανέμει την ονομαστική ροπή από 65:35 και 35:65, εμπρός - πίσω. Ακόμη μπορεί να σχεδιαστεί για να ταιριάζει στις περισσότερες μεταδόσεις ή κιβώτια ταχυτήτων χωρίς απαραίτητες τροποποιήσεις και είναι πλήρως συμβατό με ABS, συστήματα ελέγχου πρόσφυσης και συστημάτων ελέγχου σταθερότητας της οδήγησης. Κατά συνέπεια ένα όχημα που είναι εν κινήσει, έχει καλύτερο χειρισμό, καλύτερη επιτάχυνση και μεγαλύτερη ασφάλεια με αυτό τον τύπο διαφορικού.

3.3.9. Εξαρτήματα Διαφορικού Torsen T-3

Επιγραμματικά τα βασικά εξαρτήματα ενός διαφορικού Torsen T-3 (Σχ. 3.7), είναι τα παρακάτω:

1) Άξονας εισόδου

Είναι ένας άξονας ο οποίος δέχεται κίνηση από τον κινητήρα και τοποθετείται με πολύσφηνα σε έναν ατέρμονα με εσωτερική οδόντωση ο οποίος τοποθετείται στο κέλυφος.

2) Θήκη

Στην θήκη του διαφορικού αυτού στερεώνεται ο ατέρμονας με την εσωτερική οδόντωση.

3) Ατέρμονας με εσωτερική οδόντωση

Ο ατέρμονας αυτός δένει με κοχλίες στο κέλυφος του διαφορικού. Έχει μια ειδική εσωτερική ελικοειδής οδόντωση η οποία εμπλέκεται με τους πλανήτες.

4) Πλανήτες

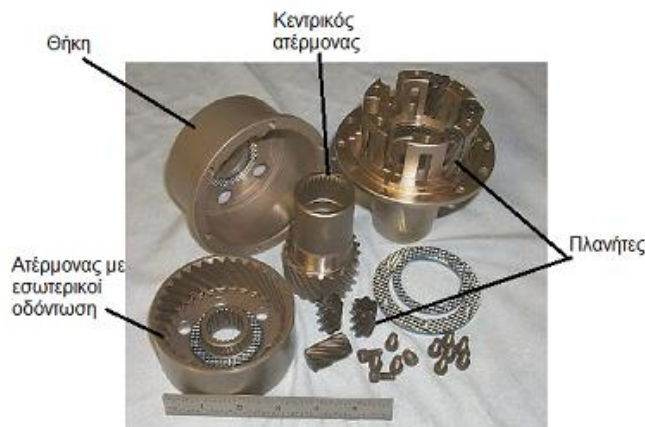
Οι πλανήτες είναι μικροί ατέρμονες με εξωτερική ελικοειδή οδόντωση οι οποίοι δέχονται κίνηση από τον ατέρμονα με την εσωτερική οδόντωση και την μεταδίδουν στο κεντρικό ατέρμονα.

5) Κεντρικός ατέρμονας

Είναι ένας ατέρμονας με εξωτερική οδόντωση όπου δίνει κίνηση στο άξονα εξόδου.

6) Άξονας εξόδου

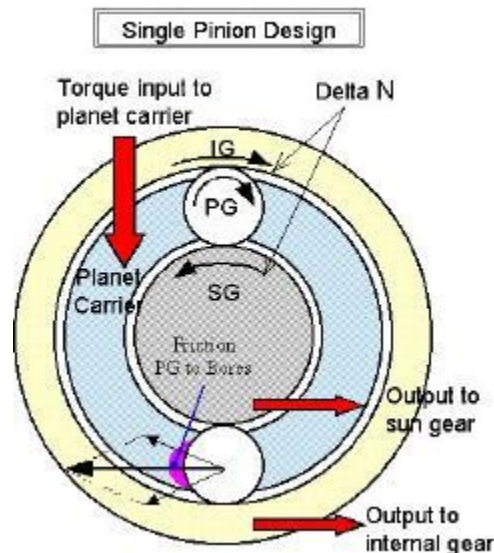
Είναι ένας άξονας ο οποίος τοποθετείται με πολύσφηνα στον κεντρικό ατέρμονα και μεταδίδει την κίνηση στους πίσω τροχούς.



Σχήμα 3.7: Ονοματολογία εξαρτημάτων διαφορικού Torsen T-3

3.3.10. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού Torsen-T3

Όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία σε ασφάλτινο οδόστρωμα ο άξονας εξόδου περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα που έχει ο άξονας εισόδου και αυτό γιατί ο ατέρμονας με την εσωτερική ελικοειδή οδόντωση δίνει κίνηση στους πλανήτες οι οποίοι με τη σειρά τους δίνουν κίνηση στον κεντρικό ατέρμονα. Στην περίπτωση όμως που κάποιος από τους τροχούς του οχήματος είτε μπροστά είτε πίσω δεν έχει καλή πρόσφυση τότε το πλανητικό σύστημα παρεμβαίνει με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να δώσει όλη την ροπή στον τροχό που έχει καλή πρόσφυση.



Σχήμα 3.8: Λειτουργία εξαρτημάτων διαφορικού Torsen T-3
(πηγή: www.google.gr)

3.3.11. Φθορές – Βλάβες – Συντήρηση – Ρυθμίσεις

Το Torsen διαφορικό είναι πάρα πολύ καλό για χρήση στον δρόμο. Πρόκειται για ένα αθόρυβο διαφορικό που βελτιώνει σημαντικά την πρόσφυση σε δύσκολες συνθήκες. Συμπεριφέρεται ως ανοιχτό όταν δεν εφαρμόζεται φορτίο και κλειδώνει πρακτικά άμεσα όταν χρειάζεται. Δεν απαιτεί συντήρηση σε αντίθεση με άλλους τύπους διαφορικών της κατηγορίας LSD (Διαφορικά Περιορισμένης Ολίσθησης) ενώ το περιθώριο λειτουργίας του είναι αρκετά ευρύ. Όμως δεν προσφέρει τη δυνατότητα ρύθμισης, παρά μόνο παρεμβαίνοντας στο βήμα της οδόντωσης είτε στους αλυσοτροχούς είτε στην κορώνα. Τέλος, ενώ δεν χρειάζεται συντήρηση, αν κάποιο εξάρτημα χαλάσει στο διαφορικό Torsen, ο λογαριασμός επισκευής είναι αρκετά μεγάλος. Αν σπάσει το διαφορικό Torsen (δεν είναι εύκολο ή σύνηθες αλλά είναι μία πιθανότητα), τότε σπάει η θήκη του (Σχ. 3.9) εξαιτίας των μεγάλων πιέσεων που αναπτύσσονται στα γρανάζια.



Σχήμα 3.9: Διαφορικό Torsen με βλάβη στα γρανάζια και στο κέλυφος
(πηγή: www.google.gr)

3.4. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΜΕ ΠΟΛΥΔΙΣΚΟΥΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΕΣ

3.4.1 Εισαγωγή στο διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες

Το διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες είναι ένας από τους τύπους διαφορικών περιορισμένης ολίσθησης LSD (Limited Slip Differential). Τα διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης αποτελούν παθητικές διατάξεις. Ενεργητικές είναι αυτές που ενεργοποιούνται αυτόματα παίρνοντας εντολή από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και κατανέμουν την ροπή μεταξύ των αξόνων. Βασίζεται στο κλασικό διαφορικό, στο οποίο έχουν προστεθεί μερικά ακόμη εξαρτήματα. Τα επιπλέον εξαρτήματα είναι οι δίσκοι τριβής, οι δίσκοι πίεσης και τα ελατήρια προφόρτισης (προέντασης) των δίσκων. Οι δίσκοι πίεσης φέρνουν τους πλανήτες, τον άξονα των δορυφόρων και τους δορυφόρους, σε εμπλοκή μέσα από τους δίσκους τριβής. Μετά από κάθε δίσκο πίεσης, υπάρχει και ένας δίσκος τριβής. Όταν εφαρμόζεται ροπή στο διαφορικό το κέλυφος του θα περιστραφεί και θα σπρώξει τον άξονα των δορυφόρων μέσα στην υποδοχή των δίσκων πίεσης. Οι δίσκοι πίεσης με την σειρά τους σπρώχνουν τους δίσκους τριβής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να προκαλούν την σταδιακή εμπλοκή των τροχών, ανάλογα με την ισχύ που διατίθεται στο σύστημα. Αυτό το σύστημα περιορίζει την απώλεια πρόσφυσης και ολίσθησης των τροχών όταν το όχημα κινείται σε στροφή ή σε ανομοιόμορφο οδόστρωμα. Σε αυτές τις περιπτώσεις το σύστημα δίνει μεγαλύτερη ισχύ στους τροχούς όσο περισσότερο πατηθεί το πεντάλ του γκαζιού.

Το διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Κατά την επιτάχυνση ή την επιβράδυνση προσφέρει ομοιόμορφη πρόσφυση και καλύτερο έλεγχο του αυτοκινήτου.
- Σε ομαλές συνθήκες το σύστημα με τους συμπλέκτες αποσυμπλέκεται για να μειωθούν οι τριβές και το αυτοκίνητο να στρίβει ευκολότερα.

Σύμφωνα με τους κατασκευαστές ανάλογα με την γωνιακή υποδοχή των δίσκων πίεσης που είναι υπεύθυνη για την ενεργοποίηση του συστήματος κάτω από διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας τα διαφορικά με πολύδισκους συμπλέκτες διακρίνονται σε:

1. Διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες 1 δρόμου (μονόδρομο)

Τα διαφορικά με πολύδισκους συμπλέκτες 1 δρόμου έχουν μια γωνιακή υποδοχή στους δίσκους πίεσης. Η μια πλευρά των κεκλιμένων επιπέδων είναι κάθετη. Αυτού του είδους διαφορικό ενεργοποιείται μόνο κατά την επιτάχυνση.

2. Διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες 2 δρόμων (αμφίδρομο)

Τα διαφορικά με πολύδισκους συμπλέκτες 2 δρόμων έχουν μια γωνιακή υποδοχή στους δίσκους πίεσης. Η κλίση των επιπέδων της γωνιακής υποδοχής είναι συμμετρική και ενεργοποιούνται τόσο κατά την επιτάχυνση όσο και κατά την επιβράδυνση.

3. Διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες 1,5 δρόμων (ενάμιση δρόμου)

Τα διαφορικά με πολύδισκους συμπλέκτες 1,5 δρόμων, τα οποία είναι και η πιο σπάνια περίπτωση, και οι δύο πλευρές της γωνιακής υποδοχής βρίσκονται υπό κλίση και ταυτόχρονα είναι και ασύμμετρες. Τα διαφορικά με πολύδισκους συμπλέκτες 1,5 δρόμων έχουν το χαρακτηριστικό ότι η εμπλοκή είναι ισχυρότερη κατά την επιτάχυνση σε σχέση με την επιβράδυνση. Κατά συνέπεια το αυτοκίνητο ελέγχεται πιο εύκολα από το μέσο οδηγό, όταν στρίβει γρήγορα σε μία στροφή ή αφήσει το πεντάλ του γκαζιού στην στροφή ή στην περίπτωση κίνησης με όπισθεν. Το 1,5 δρόμων έχει το πλεονέκτημα να παρουσιάζει περισσότερη σταθερότητα κατά το φρενάρισμα στην περίπτωση αυτοκινήτων με μπροστινή κίνηση.

Στα συμβατικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται τα μονόδρομα ή τα ενάμιση δρόμου. Στα αυτοκίνητα αγώνων προτιμάται η χρήση αμφίδρομων ή ενάμιση δρόμου.

3.4.2. Εξαρτήματα διαφορικού με πολύδισκους συμπλέκτες

Επιγραμματικά τα βασικά εξαρτήματα ενός διαφορικού με πολύδισκους συμπλέκτες (Σχ. 4.1), είναι τα παρακάτω:

1) Κεντρικός άξονας μετάδοσης της κίνησης

Ο κεντρικός άξονας μετάδοσης της κίνησης μεταφέρει την κίνηση από τον κινητήρα στο διαφορικό. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς το ένα άκρο του άξονα

συνδέεται με την έξοδο του δευτερεύοντα άξονα του κιβώτιου ταχυτήτων. Στο άλλο άκρο του άξονα βρίσκεται ένας ειδικός σύνδεσμος ο οποίος μεταδίδει την κίνηση στον άξονα του πινιόν.

2) Άξονας πινιόν

Στο ένα άκρο του άξονα του πινιόν βρίσκεται ο σύνδεσμος του άξονα μετάδοσης και στο άλλο άκρο βρίσκεται ενσωματωμένο το πινιόν.

3) Πινιόν

Το πινιόν είναι ένας κωνικός οδοντωτός τροχός ο οποίος βρίσκεται ενσωματωμένος στον άξονα και μεταφέρει την περιστροφική κίνησή του στην κορώνα.

4) Κορώνα

Η κορώνα είναι μια οδοντωτή στεφάνη η οποία με την σειρά της μεταφέρει την κίνηση στους δορυφόρους.

5) Θήκη

Πάνω στην θήκη είναι στερεωμένη η στεφάνη (κορώνα) του συστήματος της γωνιακής μετάδοσης. Ακόμη στο εσωτερικό της θήκης είναι στερεωμένοι οι άξονες των δορυφόρων καθώς και το σύστημα των πολύδισκων συμπλεκτών.

6) Δίσκοι τριβής

Οι δίσκοι τριβής (ή συμπλέκτη) τοποθετούνται πάνω στο ένα εκ των δύο ημιαξόνων ή και στα δύο ημιαξόνια και ο αριθμός τους κυμαίνεται από οχτώ έως και εικοσιτέσσερις.

7) Δίσκοι πίεσης

Οι δίσκοι πίεσης σπρώχνονται πάνω στους δίσκους τριβής όπου πιέζουν τους πλανήτες έτσι ώστε να <<κλειδώσουν>> με τους δορυφόρους.

8) Σταυρωτός άξονας

Πάνω στον σταυρωτό άξονα εδράζονται οι δορυφόροι

9) Ελατήρια προφόρτισης (ή προέντασης) των δίσκων

Τα ελατήρια προφόρτισης (ή προέντασης) των δίσκων τοποθετούνται πίσω από τους δίσκους σύμπλεξης και συμπιέζονται κατά την ενεργοποίηση του συστήματος

10) Δορυφόροι

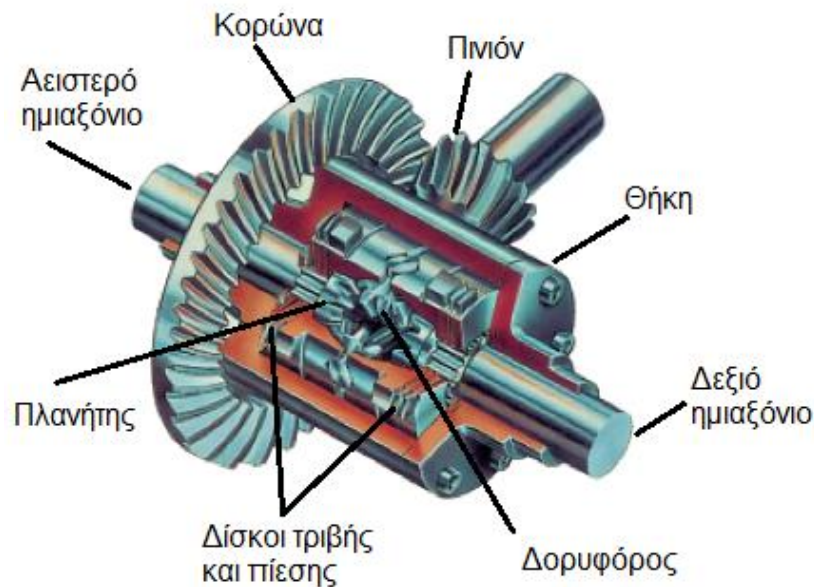
Στα διαφορικά αυτού του τύπου οι δορυφόροι είναι τέσσερις. Είναι μικροί κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, στερεωμένοι εσωτερικά της θήκης του διαφορικού.

11) Πλανήτες

Οι πλανήτες είναι κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, λίγο μεγαλύτεροι από τους δορυφόρους. Είναι και αυτοί στερεωμένοι στην θήκη του διαφορικού και βρίσκονται σε εμπλοκή με τους δορυφόρους. Ο άξονας τους όμως συμπίπτει με τον άξονα κίνησης των τροχών του οχήματος. Στους πλανήτες συνδέονται με πολύσφηνα, τα δύο ημιαξόνια, τα οποία δίνουν κίνηση στις πλήμνες των τροχών.

12) Ημιαξόνια

Τα ημιαξόνια σε αυτόν το τύπο διαφορικού αποτελούν τους άξονες όπου στηρίζονται οι πλανήτες. Είναι οι άξονες οι οποίοι μεταφέρουν την κίνηση στις πλήμνες των τροχών.



Σχήμα 4.1: Εξαρτήματα διαφορικού με πολύδισκους συμπλέκτες (δύο δρόμων)

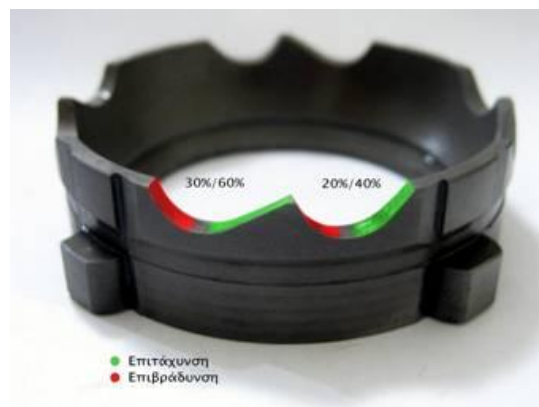
Στην περίπτωση όπου πραγματοποιείται εμπλοκή των δίσκων τριβής μόνο στο ένα ημιαξόνιο, το άλλο ημιαξόνιο ενώνεται με το συμπλεκόμενο μέσω των δορυφόρων. Θεωρώντας τώρα ότι το συμπλεκόμενο ημιαξόνιο δεν κινείται σχετικά προς το φορέα των δορυφόρων, τότε ούτε το έτερο ημιαξόνιο θα βρίσκεται σε κίνηση. Αυτό σημαίνει ότι και τα δύο ημιαξόνια θα παραμείνουν <<κλειδωμένα>>. Οι δορυφόροι εδράζονται στον σταυρωτό άξονα (Σχ. 4.2) ο οποίος στηρίζεται σε γωνιακές εγκοπές, οι οποίες είναι διαμορφωμένες πάνω στους δακτυλίους πίεσης (Σχ. 4.3), που σχηματίζουν έκκεντρα κεκλιμένα επίπεδα. Οι δακτύλιοι πίεσης στο σώμα τους περιέχουν οχτώ κεκλιμένα επίπεδα. Από αυτά, για την κίνηση των δορυφόρων, χρησιμοποιούνται τα τέσσερα κάθε φορά. Τα κεκλιμένα αυτά επίπεδα (ή ράμπες) δεν είναι απαραίτητα συμμετρικά μεταξύ τους. Η γωνία του κεκλιμένου επιπέδου είναι αυτή που καθορίζει το ποσοστό εμπλοκής (Σχ. 4.4).



Σχήμα 4.2 : Δορυφόροι πάνω στο σταυρωτό άξονα. (πηγή: www.106sportclub.gr)



Σχήμα 4.3 : Έδραση σταυρωτού άξονα στα κεκλιμένα επίπεδα. (πηγή: www.106sportclub.gr)

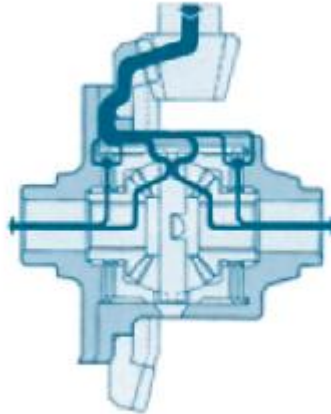


Σχήμα 4.4 : Γωνίες κεκλιμένου επιπέδου (πηγή: www.106sportclub.gr)

3.4.3. Λειτουργική Περιγραφή του Διαφορικού με πολύδισκους συμπλέκτες

- **Κίνηση αυτοκινήτου σε ευθεία πορεία**

Όταν το αυτοκίνητο κινείται σε ευθεία πορεία (Σχ. 4.5), τότε το μπλοκέ διαφορικό λειτουργεί όπως και το συμβατικό διαφορικό. Οι πλανήτες, οι δορυφόροι, η θήκη και οι συμπλέκτες περιστρέφονται σαν ένα σύνολο, όπως συμβαίνει στο συμβατικό διαφορικό.



Σχήμα 4.5: Λειτουργία του διαφορικού με πολύδισκους συμπλέκτες σε ευθεία πορεία (πηγή: www.google.gr)

- **Κίνηση αυτοκινήτου σε στροφή**

Όταν το αυτοκίνητο κινείται σε στροφή τότε μεταξύ δεξιού και αριστερού τροχού δημιουργείται μια διαφορά στροφών. Αντίστοιχη διαφορά στροφών δημιουργείται μεταξύ των πλανητών και της θήκης του διαφορικού, με αποτέλεσμα την μετατόπιση των δίσκων των συμπλεκτών, δεξιά ή αριστερά. Επειδή όμως οι δίσκοι πιέζονται και από τα ελατήρια πίεσης, μεταξύ τους δημιουργείται τριβή που μεγαλώνει, όσο μεγαλώνει και η διαφορά στροφών. Η τριβή μεταξύ των δίσκων τριβής και συμπλεκτών προσπαθεί να κρατήσει την διαφορά στροφών μεταξύ θήκης διαφορικού και πλανητών όσο το δυνατόν μικρότερη. Έτσι επιτυγχάνεται η μείωση της διαφοράς των στροφών μεταξύ των δύο κινητήριων τροχών, όταν το αυτοκίνητο κινείται σε στροφή ή όταν ο ένας τροχός δεν βρίσκει αντίσταση λόγω λάσπης, πάγου, χαλικιών και άλλων παραγόντων. Αυτό έχει ως συνέπεια να κατανέμεται ανάλογα η ροπή και επομένως να μην ακινητοποιηθεί το αυτοκίνητο.

Συμπερασματικά αυτό το διαφορικό περιορίζει τα σπιναρίσματα και τις ολισθήσεις των τροχών στις στροφές, όταν έχουμε μεγάλη ταχύτητα και κατά συνέπεια κατανέμει την ισχύ στους τροχούς πιο ομοιόμορφα. Κατά την επιτάχυνση ή την επιβράδυνση του οχήματος έχουμε ομοιόμορφη πρόσφυση και καλύτερη οδηγική συμπεριφορά. Όταν έχουμε ομαλές συνθήκες οδήγησης (ευθείες χωρίς ατέλειες στο οδόστρωμα) το

σύστημά μας αποσυμπλέκεται και περιστρέφονται όλα μαζί τα επιμέρους μέρη του σαν να είναι ένα σώμα. Αυτό βοηθάει στη μείωση των τριβών και ως επακόλουθο στη μείωση των φθορών.

3.4.4. Φθορές – Βλάβες – Συντήρηση – Έλεγχος - Ρυθμίσεις

Τα διαφορεικά περιορισμένης ολίσθησης με πολύδισκους συμπλέκτες έχουν υψηλό κόστος κατασκευής και συντήρησης έναντι των κλασικών διαφορικών. Η συντήρηση, ο έλεγχος και οι ρυθμίσεις του διαφορικού με πολύδισκους συμπλέκτες είναι πιο τακτική. Απαιτείται συχνή αλλαγή των λιπαντικών καθώς αυτά ρυπαίνονται με μεταλλικά σωματίδια και κατά συνέπεια φθείρει το σύστημα σύμπλεξης το οποίο δεν αποδίδει σωστά. Ακόμη για την συντήρησή τους απαιτείται αλλαγή λιπαντικού κάθε 100.000 χιλιόμετρα, κάτι που στα συμβατικά διαφορικά μπορεί να μην χρειαστεί να γίνει ποτέ. Άλλο ένα μειονέκτημα είναι η ανάγκη αλλαγής δίσκων τριβής, όπου ο χρόνος αλλαγής τους εξαρτάται από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες δουλεύει το όχημα στο οποίο είναι τοποθετημένο.

3.5. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΣΥΝΕΚΤΙΚΗΣ ΣΥΖΕΥΞΗΣ (SYNCHRO-VISCO) Ή ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΥ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ

3.5.1 Εισαγωγή στο διαφορικό συνεκτικής σύζευξης (synchro-visco) ή συνεκτικού συμπλέκτη

Η γρήγορη μεταβολή του ιξώδους της υγρής σιλικόνης ανάλογα με την αύξηση ή τη μείωση της θερμοκρασίας, οδήγησε στην δημιουργία ενός τύπου διαφορικού όπου ονομάζεται διαφορικό συνεκτικής σύζευξης ή διαφορικό με συνεκτικούς συμπλέκτες. Πολύ σημαντικό ρόλο στη λειτουργία αυτού του τύπου διαφορικού είναι η ανισοτροπική συμπεριφορά που παρουσιάζει με την άνοδο της θερμοκρασίας το συνεκτικό υγρό που βρίσκεται μέσα στο κέλυφος του συστήματος. Ο ένας άξονας προσαρμόζεται στο κέλυφος και ο άλλος στο στροφείο, με μια σειρά από δίσκους στο εσωτερικό που στηρίζονται στο στροφείο και στο κέλυφος. Όταν οι δύο άξονες και κατά συνέπεια και οι δίσκοι έχουν διαφορά ταχύτητας, έχει σαν αποτέλεσμα να προκαλείται τριβή δηλαδή αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι δημιουργούνται συνεκτικές δυνάμεις δηλαδή το συνεκτικό υγρό πήζει ανάμεσα στους δίσκους με αποτέλεσμα ο άξονας εξόδου της κίνησης να περιστρέφεται μαζί με τον άξονα εισόδου της κίνησης. Όταν η διαφορά ταχύτητας των δύο αξόνων είναι μικρή ή μηδενική τότε οι δύο άξονες (εισόδου και εξόδου) μπορούν να περιστρέφονται ανεξάρτητα μεταξύ τους. Η πήξη του συνεκτικού υγρού εξαρτάται από την μεταβολή των στροφών και μπορεί να γίνει ακαριαία. Η λειτουργία του συνεκτικού συμπλέκτη θα μπορούσε να παρομοιαστεί με την λειτουργία του υδραυλικού συμπλέκτη στον οποίο η περιστροφική κίνηση από τον άξονα εισόδου μεταδίδεται στον άξονα εξόδου μέσω του λαδιού χωρίς μηχανική σύνδεση.

Τα διαφορεικά με συνεκτικούς συμπλέκτες χρησιμοποιούνται ως κεντρικά διαφορικά (άξονα με άξονα) όπου συνδέουν το μπροστινό διαφορικό με το πίσω

διαφορικό. Με αυτό το σύστημα, γίνεται ελεγχόμενη η διαφορική δράση και η κατανομή της ροπής στους δύο άξονες. Τα κεντρικά διαφορικά επιτρέπουν την κατανομή της ροπής στους μπροστά και πίσω άξονες των τροχών. Για παράδειγμα όταν οι μπροστινοί ή οι πίσω τροχοί γυρίζουν γρήγορα σε λασπωμένους δρόμους το σύστημα με τους συνεκτικούς συμπλέκτες του κεντρικού διαφορικού μπορεί να κατανέμει την ροπή στους δύο άξονες. Το κυρίως σώμα του συνεκτικού συμπλέκτη περιέχει έναν αριθμό εσωτερικών και εξωτερικών δίσκων που είναι τοποθετημένοι εναλλάξ. Ένα μίγμα συνεκτικού υγρού (σιλικόνης και αέρα) είναι σφραγισμένο μέσα στο σώμα του συνεκτικού συμπλέκτη.

3.5.2. Εξαρτήματα διαφορικού συνεκτικής σύζευξης (synchro-visco) ή συνεκτικού συμπλέκτη

Επιγραμματικά τα βασικά εξαρτήματα ενός διαφορικού συνεκτικής σύζευξης η συνεκτικού συμπλέκτη (Σχ. 5.1), είναι τα παρακάτω:

1) Άξονας εμπρός διαφορικού

Ο άξονας του εμπρός διαφορικού προσδένεται πάνω στο κέλυφος του διαφορικού με πλήμνες.

2) Σετ δίσκων

Το ένα σετ δίσκων είναι μέρος του κελύφους του διαφορικού και περιστρέφεται με αυτό και το άλλο σετ δίσκων είναι μέρος των γραναζιών όπου μεταδίδουν την κίνηση στον άξονα για το πίσω διαφορικό.

3) Τσιμούχα

Η τσιμούχα είναι ένα στεγανοποιητικό δακτυλίδι όπου εμποδίζει τη διαρροή της υγρής σιλικόνης, ιδιαίτερα όταν αυξάνεται η πίεσή της με την αύξηση της θερμοκρασίας.

4) Σετ γραναζιών

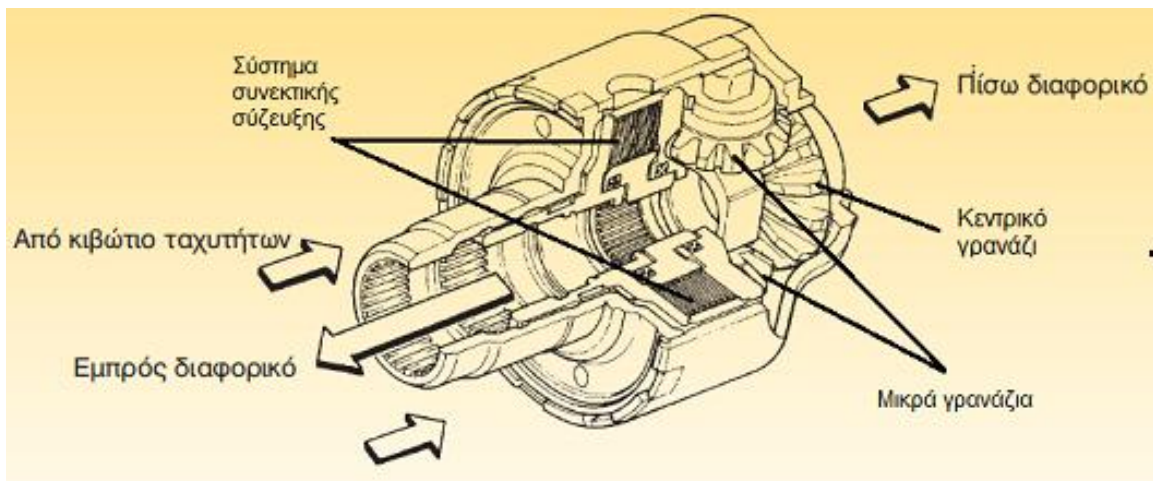
Στο σετ γραναζιών υπάρχει ένα κεντρικό γρανάζι που είναι συνδεδεμένο με πλήμνη με τον άξονα του πίσω διαφορικού και τα μικρότερα γρανάζια που μεταδίδουν την κίνηση στο πίσω διαφορικό μέσω του άξονα όταν ενεργοποιείται το συνεκτικό σύστημα.

5) Θήκη

Η θήκη εμπεριέχει το συνεκτικό σύστημα (σετ δίσκων, σιλικόνη με αέρα και τσιμούχα) καθώς και τα γρανάζια.

6) Άξονας πίσω διαφορικού

Ο άξονας πίσω διαφορικού είναι συνδεδεμένος με το κεντρικό γρανάζι.



Σχήμα 5.1: Ονοματολογία εξαρτημάτων διαφορικού συνεκτικού συμπλέκτη (Πηγή: Συστήματα αυτοκινήτων II)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, όταν υπάρχει διαφορά στην ταχύτητα περιστροφής των δύο αξόνων δημιουργείται τριβή μεταξύ των δίσκων με αποτέλεσμα το συνεκτικό λάδι να θερμαίνεται και να δημιουργεί συνεκτικές δυνάμεις ανάμεσα σε αυτούς τους δίσκους και κατά συνέπεια ο άξονας εισόδου να συμπαρασύρεται με τον άξονα εξόδου. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά της ταχύτητας των δύο αξόνων τόσο μεγαλύτερη γίνεται η δύναμη συνάφειας του συνεκτικού λαδιού. Όσο μικρότερη είναι η διαφορά της ταχύτητας περιστροφής, τόσο μικρότερη είναι η μεταβίβαση της ροπής και η διαφορική δράση. Το λάδι σιλικόνης θερμαίνεται και διαστέλλεται καθώς συνεχίζεται η διαφορική δράση. Αυτό πιέζει τον αέρα στον συνεκτικό συμπλέκτη, έτσι ώστε ο βαθμός φόρτισης του σιλικονούχου λαδιού να αυξάνεται. Καθώς συνεχίζεται η διαφορική δράση, η εσωτερική πίεση αυξάνεται απότομα με αποτέλεσμα οι δίσκοι να έρχονται σε επαφή. Αυτό προκαλεί την γρήγορη μεταφορά ροπής, που καλείται φαινόμενο <<hump>>. Αυτό το φαινόμενο εξισώνει την διαφορά ταχύτητας και δημιουργεί μια κατάσταση, όπως την απευθείας ζεύξη. Μετά από αυτό το φαινόμενο η θερμοκρασία και η πίεση του συνεκτικού συστήματος μειώνεται.

3.5.3. Λειτουργική περιγραφή του διαφορικού συνεκτικής σύζευξης ή συνεκτικού συμπλέκτη

Όταν δεν υπάρχει διαφορά ταχύτητας μεταξύ μπροστά και πίσω τροχών το διαφορικό συνεκτικής σύζευξης κατανέμει τη ροπή με μια αναλογία 50:50. Όταν όμως υπάρχει διαφορά ταχύτητας τότε ενεργοποιείται ο συνεκτικός συμπλέκτης.

- **Ευθεία πορεία του οχήματος**

Όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία σε επίπεδο οδόστρωμα και με σταθερή ταχύτητα τότε και οι τέσσερις τροχοί κινούνται με την ίδια ταχύτητα. Το διαφορικό κατανέμει την ροπή σε ίσο ποσοστό στο μπροστά και πίσω άξονα. Το σύστημα του συνεκτικού συμπλέκτη δεν ενεργοποιείται.

- **Διαδρομή με στροφές**

Όταν το όχημα στρίβει με μικρή ταχύτητα, δημιουργείται μικρή διαφορά στροφών μεταξύ μπροστινού και πίσω άξονα. Όμως το σύστημα του συνεκτικού συμπλέκτη κατανέμει την ροπή σε αυτούς τους δύο άξονες για να εξισορροπήσει την διαφορά ταχύτητας που έχουν.

- **Πορεία με χαμηλό συντελεστή τριβής**

Όταν το όχημα επιταχύνει γρήγορα σε ένα ολισθηρό οδόστρωμα με χαμηλό συντελεστή τριβής, δημιουργείται μια διαφορά ταχύτητας μεταξύ των δύο αξόνων. Σε αυτή τη περίπτωση το σύστημα του συνεκτικού συμπλέκτη ενεργοποιείται και μεταφέρει κυρίως μεγαλύτερη ροπή στους μπροστινούς τροχούς.

- **Πορεία σε ανώμαλους δρόμους**

Όταν το όχημα κινείται σε ανώμαλους δρόμους και ένας από τους τροχούς αρχίσει να ολισθάνει τότε το συνεκτικό σύστημα ενεργοποιείται και μεταφέρει μεγαλύτερη ροπή στο διαφορικό που περιστρέφεται με τις λιγότερες στροφές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να σταθεροποιεί την οδήγηση σε ανώμαλους δρόμους.



Σχήμα 5.2: Διαφορικό συνεκτικής σύζευξης
(πηγή: www.autoblog.gr)

3.5.4 Φθορές – Συντήρηση – Έλεγχος

Στα διαφορικά συνεκτικής σύζευξης, όσον αφορά την συντήρηση και τον έλεγχο θα πρέπει να γίνεται αλλαγή της σιλικόνης ανά κάποιες χιλιάδες χιλιόμετρα. Η μόνη φθορά που παρουσιάζει το διαφορικό είναι ότι ανάλογα με την χρήση η σιλικόνη χάνει τις ιδιότητές της και θα πρέπει να αλλάζεται.

4. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ FORMULA STUDENT

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ FORMULA STUDENT

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τους κανονισμούς της φόρμουλας Student, υπάρχουν δύο κύριοι τύποι διαφορικών που χρησιμοποιούνται. Ο ένας τύπος είναι από την εταιρεία Quaife με κωδικό qdf7zr και είναι τύπου Torsen, δηλαδή εμπεριέχει ένα σύστημα ελικοειδών οδοντωτών τροχών όπου συνεργάζονται μεταξύ τους ανάλογα με τις συνθήκες οδήγησης που επικρατούν (π.χ. στροφή, χαμηλή πρόσφυση). Ο άλλος τύπος είναι της εταιρείας Drexler και είναι τύπου πολύδισκων συμπλεκτών, δηλαδή εμπεριέχει ένα σύστημα με πολλούς δίσκους όπου και αυτοί ενεργοποιούνται ανάλογα με τις συνθήκες οδήγησης που επικρατούν (π.χ. στροφή, χαμηλή πρόσφυση). Σύμφωνα με την ομάδα Formula FP του τμήματος επιλέχτηκε κυρίως για οικονομικούς λόγους το διαφορικό της εταιρείας Quaife. Τα παραπάνω διαφορικά αναλύονται παρακάτω.

Αυτοί οι δύο τύποι διαφορικών είναι κατάλληλοι για οχήματα τύπου φόρμουλας Student και είναι διαφορικά τα οποία μπορούν να συνεργαστούν με κινητήρες μοτοσυκλετών. Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται στα οχήματα αυτά είναι μέχρι 600 cc και θα πρέπει να βγάζουν 95 hp σύμφωνα με τους κανονισμούς. Αυτά τα διαφορικά μπορούν να συνεργαστούν και με κινητήρες άνω των 600cc αλλά σύμφωνα με τους κανονισμούς οι κινητήρες πρέπει να είναι μέχρι εκείνο το όριο.

Ακόμη ένα σημαντικό στοιχείο που έχουν αυτοί οι δύο τύποι διαφορικών είναι ότι η μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στο διαφορικό πραγματοποιείται με αλυσοτροχούς. Δηλαδή το κάθε διαφορικό από αυτούς τους δύο τύπους διαφορικών έχουν διαμορφωμένη έδρα όπου τοποθετείται αλυσοτροχός (γρανάζι που συνεργάζεται με αλυσίδα) όπου μέσω της αλυσίδας δέχεται την κίνηση από τον αλυσοτροχό που βρίσκεται στο άκρο του δευτερεύοντα άξονα του κινητήρα.

Επιπλέον το διαφορικό Quaife και το διαφορικό Drexler είναι διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης LSD αποτελούν παθητικές διατάξεις. Ενεργητικές είναι αυτές που ενεργοποιούνται αυτόματα παίρνοντας εντολή από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, και κατανέμουν την ροπή μεταξύ των αξόνων. Το πρώτο διαφορικό "αισθάνεται" την ροπή και χρησιμοποιεί τη μηχανική τριβή των εξαρτημάτων του για να δημιουργήσει την απαιτούμενη διαφορά ροπής μεταξύ των δύο αξόνων. Ενώ το δεύτερο διαφορικό "αισθάνεται" την ταχύτητα περιστροφής των κινητήριων τροχών και για να ενεργοποιηθεί και να λειτουργήσει πρέπει να υπάρχει διαφορά στην ταχύτητα περιστροφής των τροχών.

Κλίνοντας την εισαγωγή αυτού του κεφαλαίου θα πρέπει να αναφερθεί ότι και οι δύο τύποι διαφορικών παρουσιάζουν και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεταξύ τους, ωστόσο και οι δύο τύποι διαφορικών είναι κατάλληλοι για οχήματα τύπου φόρμουλας Student όπου προορίζονται για αγωνιστική χρήση.

4.2. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ QUAIFE FORMULA STUDENT

4.2.1. Εισαγωγή στο διαφορικό QUAIFE Formula Student

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή του κεφαλαίου το διαφορικό της εταιρίας Quaife με κωδικό qdf7zr (Σχ. 4.1), όπου είναι τύπου Torsen, είναι το διαφορικό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο όχημα Formula FP προδιαγραφών Formula Student του τμήματος. Αυτό το διαφορικό επιλέχτηκε από την ομάδα Formula FP του τμήματος γιατί εκτός του ότι έχει αρκετά πλεονεκτήματα έχει και χαμηλότερο κόστος σε σχέση με τους άλλους τύπους διαφορικών που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους τύπους οχημάτων. Η μέση τιμή του είναι περίπου 1000 ευρώ.

Είναι ένα διαφορικό τύπου Torsen T-2, όπου αναφορά σε αυτό το διαφορικό έγινε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Το διαφορικό της εταιρείας Quaife, διαφέρει σε σχέση με το κλασικό διαφορικό Torsen T-2 που χρησιμοποιείται κυρίως σε αυτοκίνητα παραγωγής. Η διαφορά είναι στα ζεύγη των πλανητών αυτών των διαφορικών. Στο διαφορικό της Quaife η εμπλοκή κάθε ζεύγους πλανητών γίνεται ενδιάμεσα στους δύο κεντρικούς ατέρμονες, ενώ στο κλασικό Torsen T-2 η εμπλοκή κάθε ζεύγους πλανητών γίνεται στα άκρα (δεξιά και αριστερά των κεντρικών ατερμόνων).

Είναι ένα διαφορικό περιορισμένης ολίσθησης LSD παθητικής διάταξης. Δηλαδή είναι ένα διαφορικό που “αισθάνεται” την ροπή και χρησιμοποιεί την μηχανική τριβή των εξαρτημάτων του για να δημιουργήσει την απαιτούμενη διαφορά ροπής μεταξύ των δύο αξόνων. Ακόμη, είναι ένα διαφορικό περιορισμένης ολίσθησης όπου ωθεί αυτόματα με μηχανικό τρόπο τη ροπή στον τροχό με τη μεγαλύτερη πρόσφυση. Στην περίπτωση του οχήματος του τμήματος όπου η κίνηση από τον κινητήρα δίνεται στους πίσω τροχούς, με το διαφορικό αυτό μπορεί να γίνει πιο ελεγχόμενη η οδήγηση σε περιπτώσεις υπερστροφής επιτρέποντας στους οδηγούς να εκμεταλλευτούν στο έπακρο τις δυνατότητες του οχήματος.

Επιπλέον έχει αθόρυβη λειτουργία (ακόμη και κατά τους ελιγμούς στάθμευσης χαμηλής ταχύτητας), καθιστώντας το προοδευτικό, ασφαλές και φιλικό προς το χρήστη. Σε αντίθεση με άλλα διαφορικά περιορισμένης ολίσθησης (διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες), δεν υπάρχουν συμπλέκτες, ελατήρια ή άλλα στοιχεία που φθείρονται σχετικά γρήγορα και χρειάζονται αντικατάσταση ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Αυτό διότι, είναι ένα καλά δοκιμασμένο διαφορικό σε οχήματα τύπου φόρμουλας Student με τα ελικοειδή γρανάζια όπου είναι εξαιρετικά ανθεκτικά, καθώς είναι σχεδιασμένα να χρησιμοποιούν τυποποιημένο λάδι μετάδοσης.

Το υλικό αυτού του διαφορικού είναι από χάλυβα και κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να τηρεί τα ISO9001-2008 πρότυπα. Μερικά χαρακτηριστικά αυτού του διαφορικού είναι:

- Προσφέρει ασφάλεια και σταθερότητα στην οδήγηση καθώς είναι άμεσο στην ενεργοποίηση του.

- Η ισχύς μεταδίδεται ελεγχόμενα σε όλους τους τροχούς κίνησης, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η πρόσφυση και να ελαχιστοποιηθεί το σπινάρισμα, ιδιαίτερα σε ολισθηρές συνθήκες.
- Χάρης στα εξαρτήματα που αποτελούν αυτό το διαφορικό και τον τρόπο λειτουργίας του, αποφεύγεται το φαινόμενο της υπερστροφής.
- Βελτιώνει την απόδοση φρεναρίσματος.
- Μειώνει τη φθορά των ελαστικών.
- Υποστηρίζεται από εγγύηση εφόρου ζωής από την εταιρία Quaife ακόμη και για το μηχανοκίνητο αθλητισμό που προορίζεται το όχημα του τμήματος.
- Μπορεί να κατανέμει τη ροπή σε ποσοστό από 0 έως 80% μεταξύ δεξιού και αριστερού τροχού.



Σχήμα 4.1: Διαφορικό Torsen της εταιρείας Quaife με κωδικό qdf7zr (πηγή: Κατάλογος της εταιρείας Quaife)

4.2.2. Εξαρτήματα διαφορικού QUAIFE

Επιγραμματικά τα βασικά εξαρτήματα ενός διαφορικού τύπου Torsen T-2 της εταιρείας Quaife για το όχημα Formula FP του τμήματος (Σχ. 4.2, 4.3), είναι τα παρακάτω:

1) Αλυσοτροχός κινητήρα

Ο αλυσοτροχός βρίσκεται στο άκρο του δευτερεύοντα άξονα. Είναι το γρανάζι που μεταδίδει την κίνηση μέσω της αλυσίδας στο πίσω γρανάζι του διαφορικού, από την έξοδο του κιβωτίου ταχυτήτων.

2) Αλυσίδα

Η αλυσίδα που χρησιμοποιείται σε αυτή την περίπτωση είναι όπως οι αλυσίδες που χρησιμοποιούνται στις μοτοσυκλέτες. Είναι αλυσίδες με κυλινδράκια και συγκεκριμένα καλούνται αλυσίδες με O-ring, οι οποίες έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και μειώνουν τις απαιτήσεις συντήρησης.

3) Αλυσοτροχός διαφορικού

Ο αλυσοτροχός του διαφορικού είναι ένα γρανάζι το οποίο μπορεί και συνεργάζεται με την αλυσίδα που παίρνει κίνηση από το γρανάζι της μηχανής. Τοποθετείται πάνω στην έδρα του διαφορικού με βίδες. Κατά συνέπεια όπως περιγράφεται αυτός ο αλυσοτροχός παρασύρει και περιστρέφει και το κέλυφος του διαφορικού.

4) Θήκη

Πάνω στην θήκη είναι στερεωμένος ο αλυσοτροχός με βίδες, σε ένα ειδικά διαμορφωμένο σημείο όπου ονομάζεται έδρα του αλυσοτροχού. Ακόμη στο εσωτερικό της θήκης υπάρχουν ειδικά διαμορφωμένες υποδοχές όπου τοποθετούνται οι πλανήτες. Ακόμη υπάρχει ο χώρος όπου τοποθετούνται οι κεντρικοί ατέρμονες.

5) Ζεύγη πλανητών

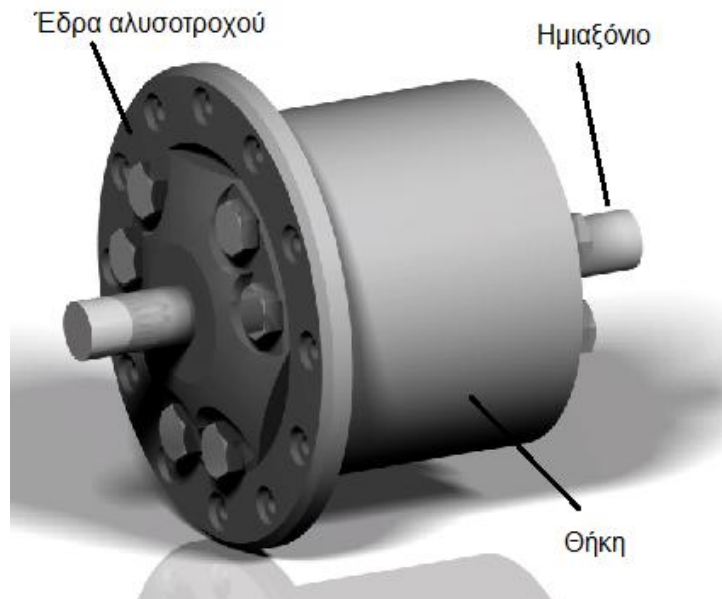
Τα ζεύγη των πλανητών είναι διαμορφωμένα με την πατενταρισμένη οδόντωση τύπου EQUVEXT. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα ζεύγη των πλανητών είναι τρία, τέσσερα, πέντε ή και έξι. Το διαφορικό του οχήματος Formula FP έχει τρία ζεύγη πλανητών. Κάθε ζεύγος εμπλέκεται μεταξύ του, ενδιάμεσα των κεντρικών ατερμόνων, καθώς ακόμη εμπλέκεται και με τους κεντρικούς ατέρμονες.

6) Κεντρικοί ατέρμονες

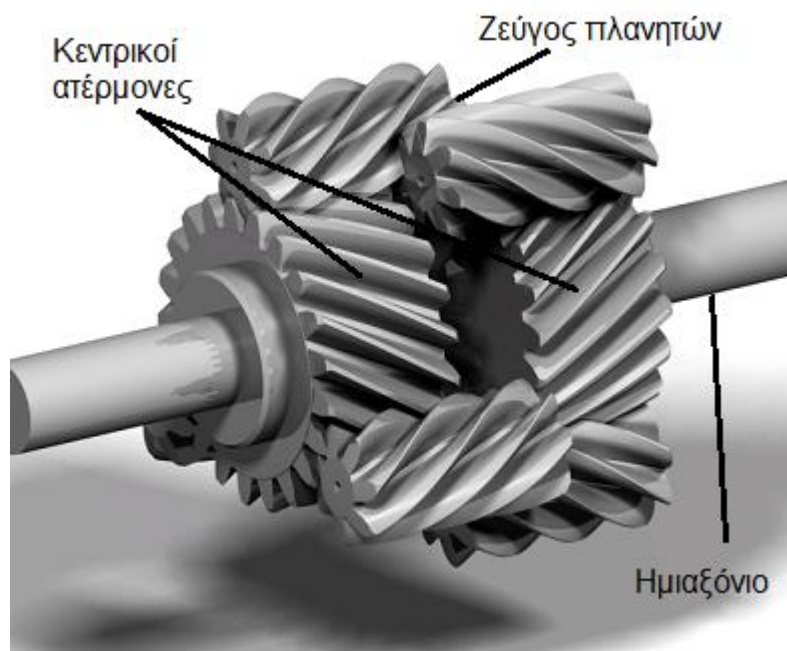
Οι κεντρικοί ατέρμονες είναι και αυτοί διαμορφωμένοι με την πατενταρισμένη οδόντωση τύπου EQUVEXT, έτσι ώστε να εμπλέκονται με τα ζεύγη των πλανητών. Είναι και αυτοί στερεωμένοι στην θήκη του διαφορικού. Ο άξονας τους όμως συμπίπτει με τον άξονα κίνησης των τροχών του οχήματος. Στους κεντρικούς ατέρμονες συνδέονται με πολύσφηνα, τα δύο ημιαξόνια, τα οποία δίνουν κίνηση στις πλήμνες των τροχών.

7) Ημιαξόνια

Τα ημιαξόνια αποτελούν τους άξονες όπου στηρίζονται οι κεντρικοί ατέρμονες. Είναι οι άξονες οι οποίοι μεταφέρουν την κίνηση στις πλήμνες των τροχών.



Σχήμα 4.2: Ονοματολογία εξαρτημάτων διαφορικού Torsen οχήματος Formula FP (πηγή: www.grabcad.com)



Σχήμα 4.3: Ονοματολογία εξαρτημάτων διαφορικού Torsen οχήματος Formula FP (πηγή: www.grabcad.com)

4.2.3 Λειτουργική Περιγραφή του διαφορικού QUAIFE Formula Student

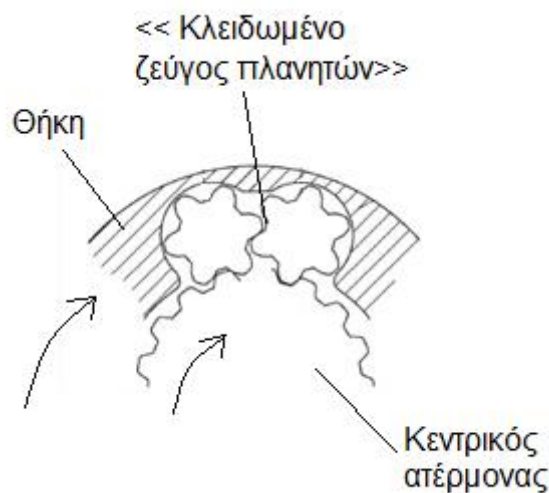
Σε ευθεία πορεία

Όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία (Σχ. 4.4), έχει σαν αποτέλεσμα, ο αλυσοτροχός ο οποίος είναι τοποθετημένος με βίδες στην έδρα του διαφορικού και παίρνει κίνηση μέσω της αλυσίδας από τον αλυσοτροχό που βρίσκεται στο δευτερεύοντα άξονα του κινητήρα, να παρασύρει την θήκη του διαφορικού. Καθώς η

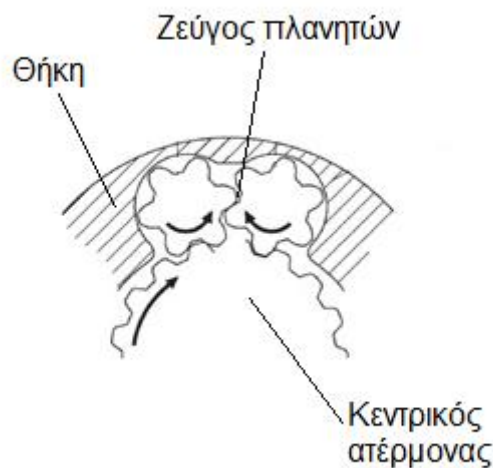
θήκη περιστρέφεται με τις ίδιες στροφές που έχει ο αλυσοτροχός, πλέον η θήκη με την σειρά της παρασύρει τους πλανήτες (μικροί ατέρμονες) οι οποίοι βρίσκονται μέσα στις υποδοχές του κελύφους. Όμως οι πλανήτες σε αυτή την φάση (ευθεία πορεία) δεν περιστρέφονται, αλλά “κλειδώνουν” και απλώς παρασύρονται από το κέλυφος και μεταδίδουν αυτή την κίνηση στους κεντρικούς ατέρμονες και κατά συνέπεια στα ημιαξόνια. Δηλαδή, όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία τα ημιαξόνια θα περιστρέφονται με τις ίδιες στροφές που έχει ο αλυσοτροχός.

Σε στροφή

Όταν το όχημα στρίψει αριστερά (Σχ. 4.5), το ημιαξόνιο του δεξιού τροχού περιστρέφεται ταχύτερα από το κέλυφος του διαφορικού, ενώ το ημιαξόνιο του αριστερού τροχού περιστρέφεται πιο αργά από το κέλυφος του διαφορικού. Η διαφορά ταχύτητας περιστροφής μεταξύ των κεντρικών ατερμόνων παραλαμβάνεται άμεσα από τους πλανήτες (μικρούς ατέρμονες) συγχρονισμού. Εδώ παρατηρείται ότι τα ζεύγη των πλανητών δεν κλειδώνουν μεταξύ τους, γιατί η ροπή μπορεί να μεταφερθεί από τους κεντρικούς ατέρμονες στους πλανήτες (μικρούς ατέρμονες).



Σχήμα 4.4: Λειτουργία διαφορικού σε ευθεία πορεία



Σχήμα 4.5: Λειτουργία διαφορικού σε στροφή

4.2.4. Φθορές – Βλάβες – Συντήρηση – Ρυθμίσεις

Το διαφορικό Quaife είναι πάρα πολύ καλό για χρήση σε αγωνιστικό επίπεδο. Πρόκειται για ένα αθόρυβο διαφορικό που βελτιώνει σημαντικά την πρόσφυση σε δύσκολες συνθήκες. Συμπεριφέρεται ως ανοιχτό όταν δεν εφαρμόζεται φορτίο και κλειδώνει πρακτικά άμεσα όταν χρειάζεται (στροφές, έλλειψη πρόσφυσης). Δεν απαιτεί συντήρηση σε αντίθεση με άλλους τύπους διαφορικών της κατηγορίας LSD (Διαφορικά Περιορισμένης Ολίσθησης), ενώ το περιθώριο λειτουργίας του είναι αρκετά ευρύ. Όμως δεν προσφέρει τη δυνατότητα ρύθμισης, παρά μόνο παρεμβαίνοντας στο βήμα της οδόντωσης των αλυσσοτροχών. Τέλος, ενώ δεν χρειάζεται συντήρηση, αν κάποιο εξάρτημα χαλάσει στο διαφορικό Torsen, ο λογαριασμός επισκευής είναι αρκετά μεγάλος. Αν σπάσει το διαφορικό Torsen (δεν είναι εύκολο ή σύνηθες αλλά είναι μία πιθανότητα), τότε σπάει η θήκη του εξαιτίας των μεγάλων πιέσεων που αναπτύσσονται στα γρανάζια.

4.3. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ DREXLER FORMULA STUDENT

4.3.1. Εισαγωγή στο διαφορικό DREXLER Formula Student

Ο δεύτερος τύπος διαφορικού που συνηθίζεται να χρησιμοποιείται σε οχήματα όπου τηρούν προδιαγραφές φόρμουλας Student είναι της εταιρίας Drexler (Σχ. 4.6). Αυτός ο τύπος διαφορικού είναι κατάλληλος για οχήματα φόρμουλας Student γιατί παρουσιάζει αρκετά θετικά στοιχεία στους αγώνες. Όμως παρά τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει σε αγωνιστικό επίπεδο, δεν επιλέχτηκε από την ομάδα Formula FP του τμήματος γιατί έχει μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με το διαφορικό της Quaife, καθώς ακόμη απαιτεί περιοδική συντήρηση και αντικατάσταση μερικών εξαρτημάτων

(δίσκοι τριβής, δίσκοι πίεσης). Το μέσο κόστος αυτού του τύπου διαφορικού είναι περίπου στα 2000 ευρώ.

Είναι ένα διαφορικό τύπου πολύδισκων συμπλεκτών όπου αναφορά έχει γίνει σε προηγούμενο κεφάλαιο και πιο συγκεκριμένα είναι ένα διαφορικό με πολύδισκους συμπλέκτες δύο δρόμων. Όπως είχε αναφερθεί και στο προηγούμενο κεφάλαιο τα διαφορικά με πολύδισκους συμπλέκτες 2 δρόμων ενεργοποιούνται τόσο κατά την επιτάχυνση όσο και κατά την επιβράδυνση.

Ανήκει και αυτό στην κατηγορία των διαφορικών περιορισμένης ολίσθησης LSD (Limited Slip Differential) και βασίζεται στο κλασικό διαφορικό, με την προσθήκη κάποιων εξαρτημάτων όπως οι δίσκοι τριβής, οι δίσκοι πίεσης και τα ελατήρια προφόρτισης (προέντασης) των δίσκων. Οι δίσκοι πίεσης φέρνουν τους πλανήτες, τον άξονα των δορυφόρων και τους δορυφόρους σε εμπλοκή μέσα από τους δίσκους τριβής. Μετά από κάθε δίσκο πίεσης, υπάρχει και ένας δίσκος τριβής.

Όταν εφαρμόζεται ροπή στο διαφορικό, το κέλυφος θα περιστραφεί και θα σπρώξει τον άξονα των δορυφόρων μέσα στην υποδοχή των δίσκων πίεσης. Οι δίσκοι πίεσης με την σειρά τους σπρώχνονται πάνω στους δίσκους τριβής, συμπιέζοντάς τους μεταξύ τους. Τέλος αυτοί προκαλούν σταδιακή εμπλοκή των τροχών, ανάλογα με την ισχύ που διατίθεται στο σύστημα.

Ακόμη είναι ένα ρυθμιζόμενο διαφορικό, το οποίο διαθέτει ένα μηχανισμό προσαρμογής για την ρύθμιση της προφόρτισης. Με τη βοήθεια ενός κλειδιού και μιας υποδοχής για αυτό το κλειδί που έχει το διαφορικό ρυθμίζεται η προφόρτιση των ελατηρίων και μπορεί εύκολα και γρήγορα να προσαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα, για να επιτρέψει το πιο κατάλληλο για το όχημα set-up. Το σύστημα αυτό έχει ήδη αποδειχτεί ανταγωνιστικό για οχήματα τύπου Formula 3.

Μερικά πλεονεκτήματα του ρυθμιζόμενου διαφορικού περιορισμένης ολίσθησης Drexler είναι:

- Εξοικονόμηση χρόνου κατά την αρχική ρύθμιση και δοκιμή.
- Προσαρμοζόμενο εύρος ρύθμισης προφόρτισης.
- Δίνεται η δυνατότητα να επηρεαστεί η ανταπόκριση και η συμπεριφορά του διαφορικού.

Πλεονεκτήματα του διαφορικού Drexler:

- 1) Το κέλυφος κατασκευάζεται από προηγμένο aerospace χάλυβα
- 2) Χαμηλό βάρος
- 3) Η κατανομή της ροπής μεταξύ των δύο τροχών είναι (10% - 90%)
- 4) Χρόνος απόκρισης
- 5) Αθόρυβη και ομαλή λειτουργία



Σχήμα 4.6: Διαφορικό Drexler
(πηγή: www.grabcad.com)

4.3.2. Εξαρτήματα διαφορικού DREXLER

Επιγραμματικά τα βασικά εξαρτήματα ενός διαφορικού με πολύδισκους συμπλέκτες δύο δρόμων της εταιρείας Drexler για το όχημα Formula FP του τμήματος (Σχ. 4.7), είναι τα παρακάτω:

1) Αλυσοτροχός κινητήρα

Ο αλυσοτροχός βρίσκεται στο άκρο του δευτερεύοντα άξονα. Είναι το γρανάζι που μεταδίδει την κίνηση μέσω της αλυσίδας στο πίσω γρανάζι του διαφορικού, από την έξοδο του κιβωτίου ταχυτήτων.

2) Αλυσίδα

Η αλυσίδα που χρησιμοποιείται σε αυτή την περίπτωση είναι όπως οι αλυσίδες που χρησιμοποιούνται στις μοτοσυκλέτες. Είναι αλυσίδες με κυλινδράκια και συγκεκριμένα καλούνται αλυσίδες με O-ring, οι οποίες έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και μειώνουν τις απαιτήσεις συντήρησης.

3) Αλυσοτροχός διαφορικού

Ο αλυσοτροχός του διαφορικού είναι ένα γρανάζι το οποίο μπορεί και συνεργάζεται με την αλυσίδα που παίρνει κίνηση από το γρανάζι της μηχανής. Τοποθετείται πάνω στην έδρα του διαφορικού με βίδες. Κατά συνέπεια όπως περιστρέφεται αυτός ο αλυσοτροχός παρασύρει και περιστρέφει και το κέλυφος του διαφορικού.

4) Θήκη

Πάνω στην θήκη είναι στερεωμένος ο αλυσοτροχός με βίδες, σε ένα ειδικά διαμορφωμένο σημείο όπου ονομάζεται έδρα του αλυσοτροχού. Ακόμη στο εσωτερικό της θήκης είναι στερεωμένοι οι άξονες των δορυφόρων, οι πλανήτες οι δορυφόροι, καθώς και το σύστημα των πολύδισκων συμπλεκτών.

5) Δίσκοι τριβής

Οι δίσκοι τριβής (ή συμπλέκτη) τοποθετούνται πάνω στα δύο ημιαξόνια και ο αριθμός τους κυμαίνεται από οχτώ έως και εικοσιτέσσερις.

6) Δίσκοι πίεσης

Οι δίσκοι πίεσης σπρώχνονται πάνω στους δίσκους τριβής όπου πιέζουν τους πλανήτες έτσι ώστε να <<κλειδώσουν>> με τους δορυφόρους.

7) Σταυρωτός άξονας

Πάνω στον σταυρωτό άξονα εδράζονται οι δορυφόροι

8) Ελατήρια προφόρτισης (ή προέντασης) των δίσκων

Τα ελατήρια προφόρτισης (ή προέντασης) των δίσκων τοποθετούνται πίσω από τους δίσκους σύμπλεξης και συμπιέζονται κατά την ενεργοποίηση του συστήματος

9) Δορυφόροι

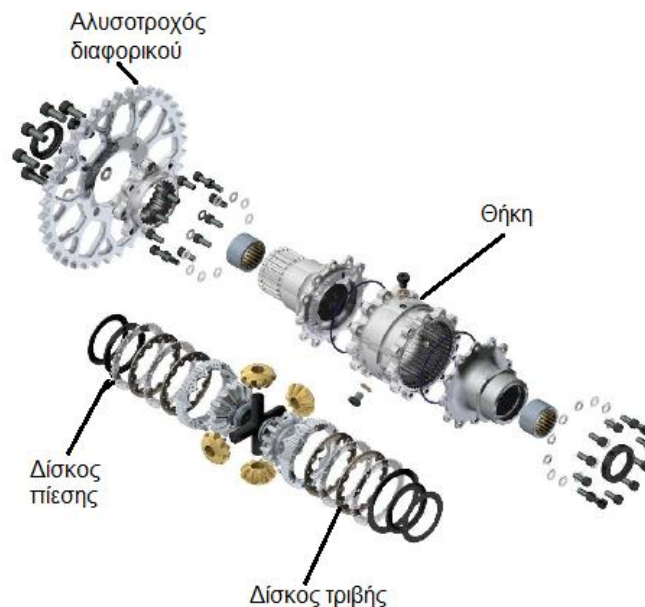
Στα διαφορικά αυτού του τύπου οι δορυφόροι είναι τέσσερις. Είναι μικροί κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, στερεωμένοι εσωτερικά της θήκης του διαφορικού.

10) Πλανήτες

Οι πλανήτες είναι κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, λίγο μεγαλύτεροι από τους δορυφόρους. Είναι και αυτοί στερεωμένοι στην θήκη του διαφορικού και βρίσκονται σε εμπλοκή με τους δορυφόρους. Ο άξονας τους όμως συμπίπτει με τον άξονα κίνησης των τροχών του οχήματος. Στους πλανήτες συνδέονται με πολύσφηνα, τα δύο ημιαξόνια, τα οποία δίνουν κίνηση στις πλήμνες των τροχών.

11) Ημιαξόνια

Τα ημιαξόνια σε αυτό το τύπο διαφορικού αποτελούν τους άξονες όπου στηρίζονται οι πλανήτες. Είναι οι άξονες οι οποίοι μεταφέρουν την κίνηση στις πλήμνες των τροχών.



Σχήμα 4.7: Ονοματολογία εξαρτημάτων διαφορικού Drexler

4.3.3. Λειτουργική Περιγραφή του διαφορικού DREXLER Formula Student

Κίνηση οχήματος προδιαγραφών Formula Student σε ευθεία πορεία

Όταν το όχημα προδιαγραφών φόρμουλας Student κινείται σε ευθεία πορεία, τότε το διαφορικό Drexler λειτουργεί όπως και το συμβατικό διαφορικό. Οι πλανήτες, οι δορυφόροι, η θήκη και οι συμπλέκτες περιστρέφονται σαν ένα σύνολο, όπως συμβαίνει στο συμβατικό διαφορικό.

Κίνηση οχήματος προδιαγραφών Formula Student σε στροφή

Όταν το όχημα προδιαγραφών φόρμουλας Student κινείται σε στροφή τότε μεταξύ δεξιού και αριστερού τροχού δημιουργείται μια διαφορά στροφών. Αντίστοιχη διαφορά στροφών δημιουργείται μεταξύ των πλανητών και της θήκης του διαφορικού, με αποτέλεσμα την μετατόπιση των δίσκων των συμπλεκτών, δεξιά ή αριστερά. Επειδή όμως οι δίσκοι πιέζονται και από τα ελατήρια πίεσης, μεταξύ τους δημιουργείται τριβή που μεγαλώνει, όσο μεγαλώνει και η διαφορά στροφών. Η τριβή μεταξύ των δίσκων τριβής και συμπλεκτών προσπαθεί να κρατήσει την διαφορά στροφών μεταξύ θήκης διαφορικού και πλανητών όσο το δυνατόν μικρότερη. Έτσι επιτυγχάνεται η μείωση της διαφοράς των στροφών μεταξύ των δύο κινητήριων τροχών.

4.3.4. Φθορές – Βλάβες – Συντήρηση – Ρυθμίσεις

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω μέσω μίας βίδας και ενός ειδικού κλειδιού πραγματοποιείται ρύθμιση της προέντασης των ελατηρίων του διαφορικού Drexler με πολύδισκους συμπλέκτες. Ανάλογα την χρήση του είναι ανάλογη και η φθορά των δίσκων αυτού του διαφορικού. Πρώτον οι δίσκοι και δεύτερον τα ελατήρια είναι τα στοιχεία που φθείρονται σε αυτό το διαφορικό. Ειδικά όταν αυτό το διαφορικό βρίσκει εφαρμογή σε μηχανοκίνητο αθλητισμό απαιτεί περιοδική συντήρηση και έλεγχο.

5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ FORMULA STUDENT

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ FORMULA STUDENT

Σε αυτό το κεφάλαιο υπάρχουν φωτογραφίες (print screen) με τα σχέδια τα οποία σχεδιάστηκαν στο πρόγραμμα SolidWorks 2014 και 2015. Το διαφορικό της εταιρίας Quaife όπου είναι και ο πιο σημαντικός μηχανισμός του συστήματος μετάδοσης πάρθηκε από την ιστοσελίδα Grabcad. Αυτό γιατί η εταιρία Quaife για λόγους πνευματικών δικαιωμάτων δεν έδινε τα σχέδια με τις διαστάσεις και τις αποστάσεις του διαφορικού, καθώς και των ελικοειδών γραναζιών που έχει στο εσωτερικό του. Τα στοιχεία που σχεδιάστηκαν ή βρέθηκαν από την ιστοσελίδα Grabcad είναι:

1. Διαφορικό Quaife
2. Ημιαξόνια
3. Αλυσοτροχός διαφορικού Quaife
4. Αλυσίδα
5. Αλυσοτροχός κινητήρα
6. Κινητήρας



Σχήμα 5.1: Σχεδιαστικό πρόγραμμα SolidWorks

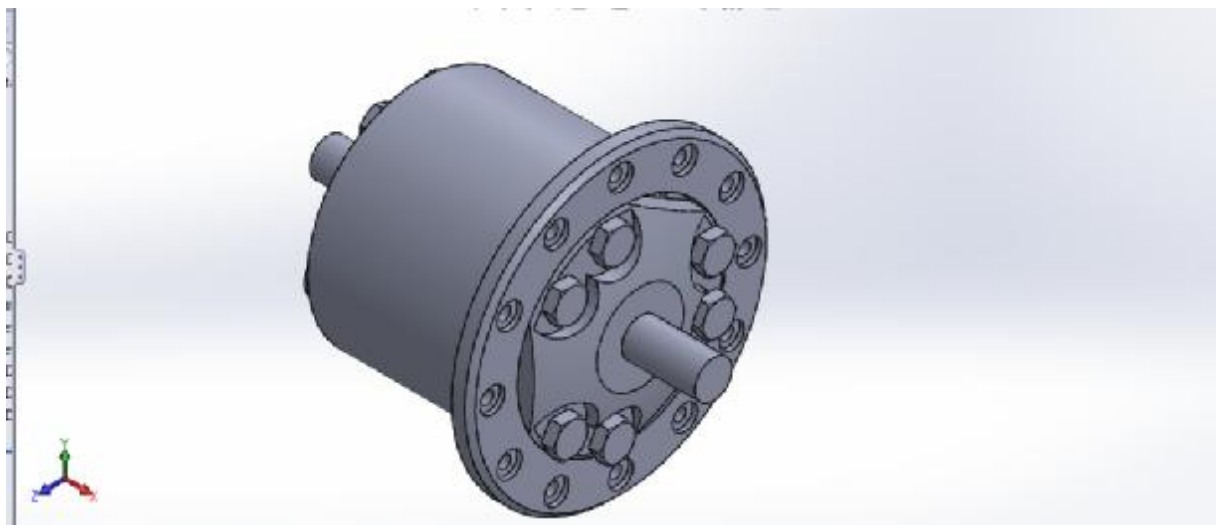
5.2. ΣΧΕΔΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

1) Διαφορικό

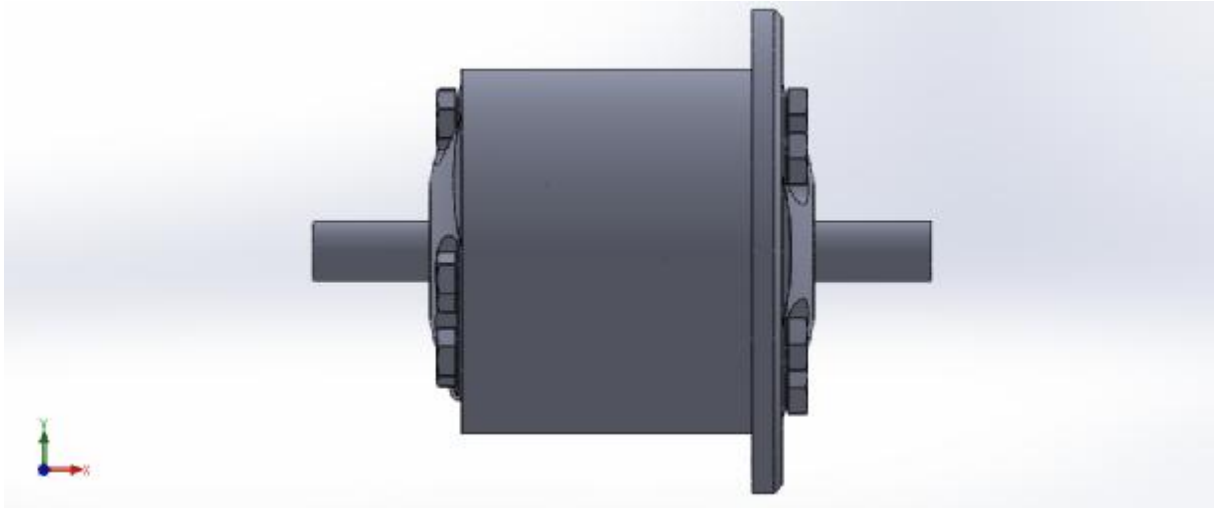
Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή αυτού του κεφαλαίου για το λόγο ότι η εταιρεία Quaife για λόγους πνευματικών δικαιωμάτων δεν έδινε σχέδια με τις διαστάσεις και τις αποστάσεις των γραναζιών του διαφορικού, βρέθηκε ως έτοιμο σχέδιο από την ιστοσελίδα της Grabcad. Παρακάτω υπάρχουν φωτογραφίες (print screen) του διαφορικού αυτού καθώς και των εξαρτημάτων που το αποτελούν. Συνεπώς:

1. Θήκη του διαφορικού Quaife

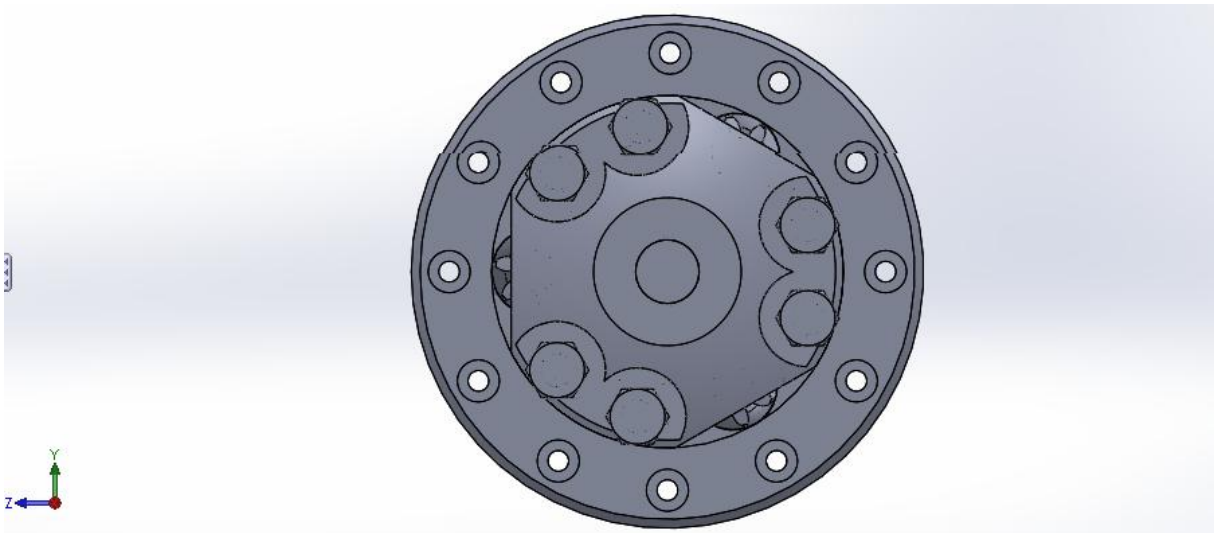
Η θήκη του διαφορικού Quaife έχει εξωτερικά ένα σημείο στο οποίο προσδένεται με βίδες ο αλυσοτροχός του και ονομάζεται έδρα αλυσοτροχού. Ακόμη το εσωτερικό του διαφορικού είναι ειδικά διαμορφωμένο με θήκες όπου μπαίνουν οι πλανήτες του διαφορικού. Ακόμη, στο εσωτερικό του περιλαμβάνει τους κεντρικούς ατέρμονες.



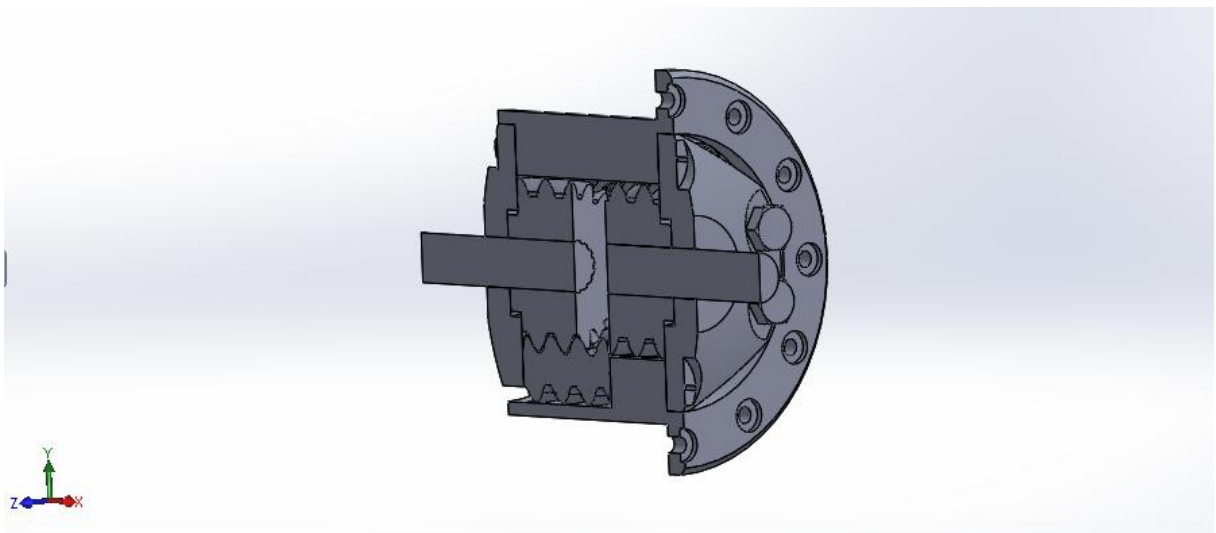
Σχήμα 5.2: Διαφορικό Quaife (εικόνα 1)



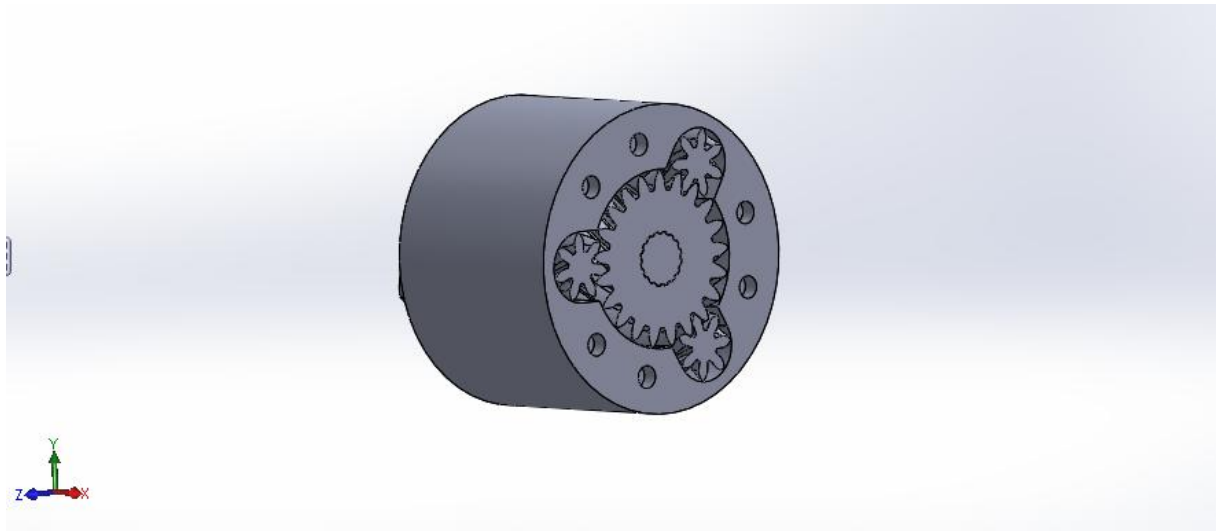
Σχήμα 5.3: Διαφορικό Quaife (εικόνα 2)



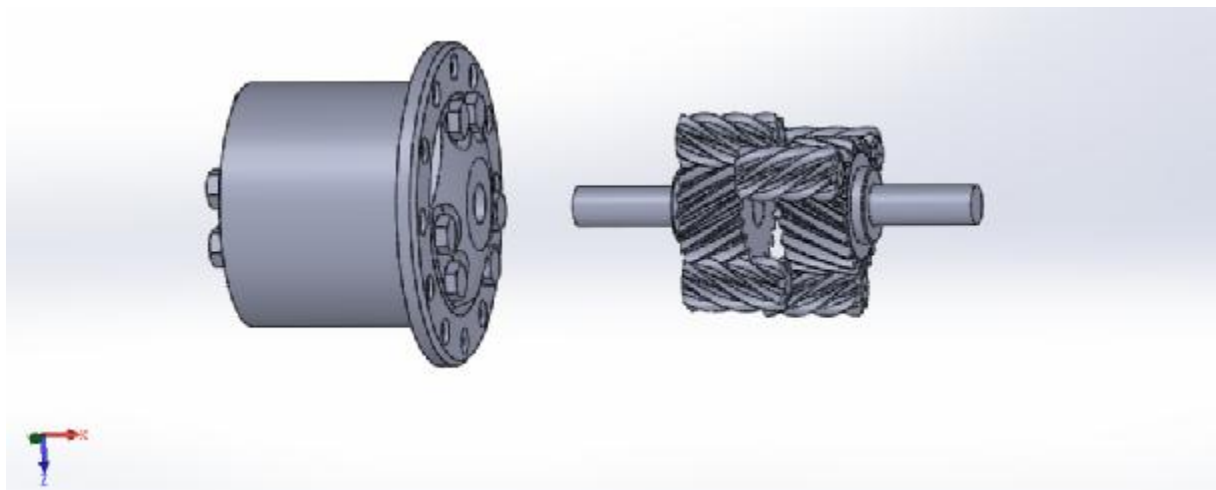
Σχήμα 5.4: Έδρα αλυσσοτροχού διαφορικού Quaife



Σχήμα 5.5: Τομή διαφορικού Quaife



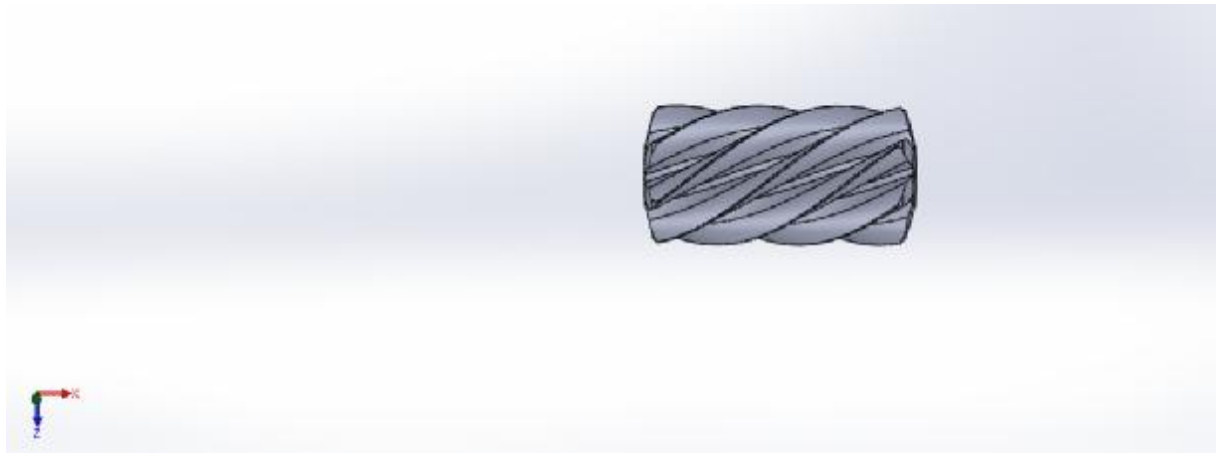
Σχήμα 5.6: Υποδοχές γραναζιών διαφορικού Quaife



Σχήμα 5.7: Θήκη, ζεύγη πλανητών, κεντρικοί ατέρμονες διαφορικού Quaife

2. Πλανήτες

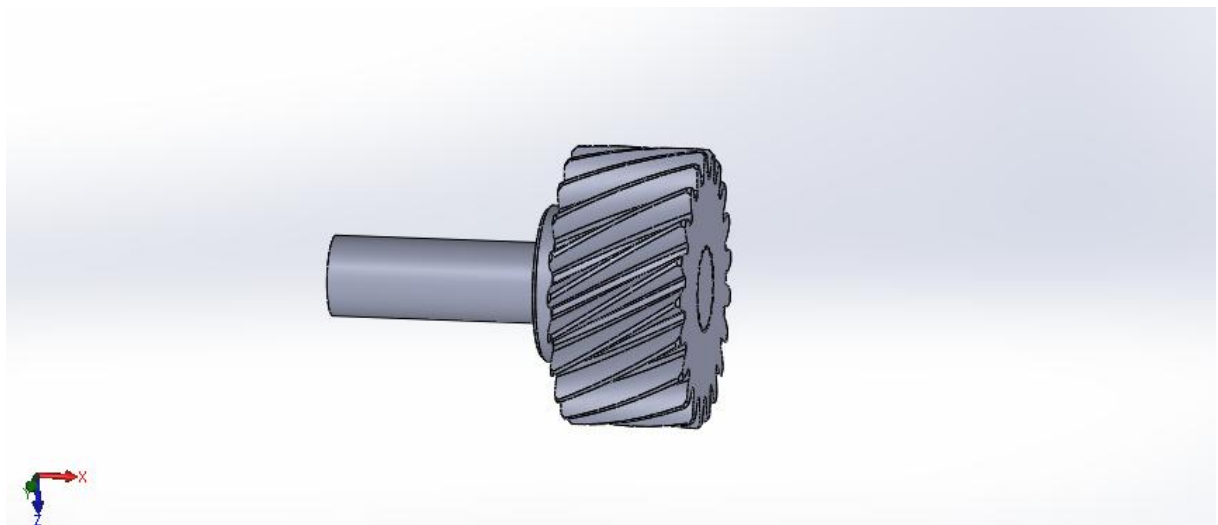
Οι πλανήτες είναι δύο ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί οι οποίοι συνεργάζονται μεταξύ τους καθώς και με τους κεντρικούς ατέρμονες όταν το όχημα βρίσκεται σε στροφή ή έχει απώλεια πρόσφυσης. Διαφορετικά αν η πρόσφυση είναι καλή και το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία οι πλανήτες κλειδώνουν μεταξύ τους και κατά συνέπεια η περιστροφή των ημιαξονίων είναι ίδια με την περιστροφή του αλυσοτροχού του διαφορικού Quaife. Τέλος, τα ζεύγη των πλανητών σε αυτό το διαφορικό είναι τρία.



Σχήμα 5.8: Πλανήτης διαφορικού Quaife

3. Κεντρικοί ατέρμονες

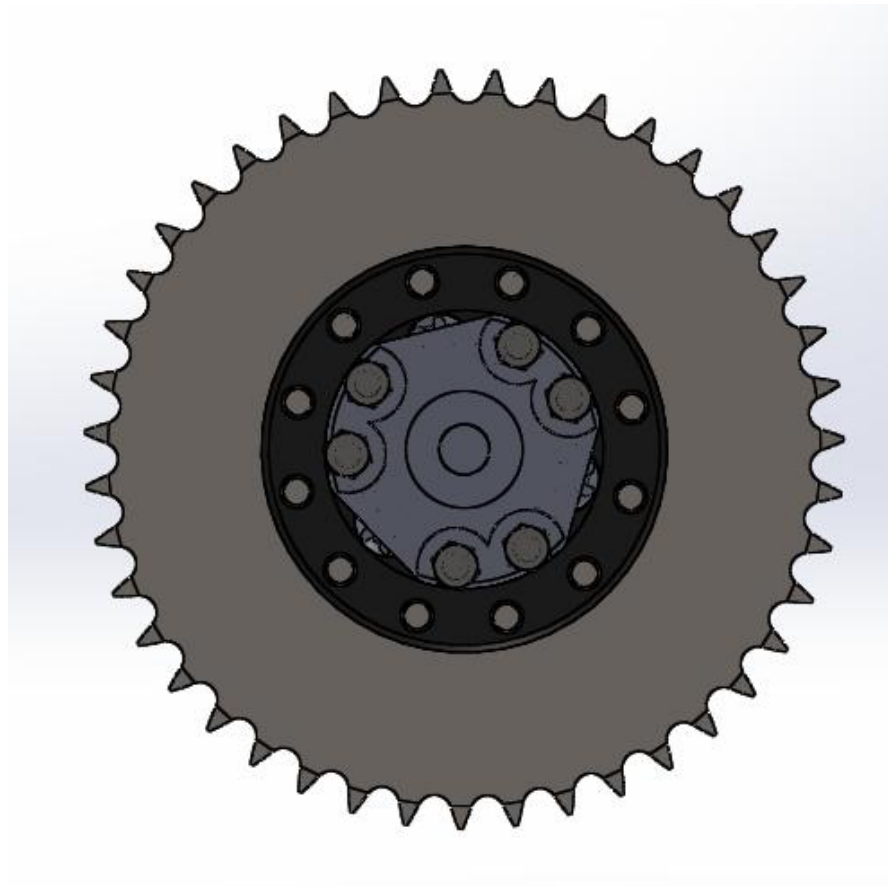
Οι κεντρικοί ατέρμονες είναι δύο ο δεξιός ατέρμονας και ο αριστερός ατέρμονας. Βρίσκονται σε συνεργασία με τους πλανήτες. Ακόμη, έχουν τις πλήμνες όπου προσδένονται τα ημιαξόνια.



Σχήμα 5.9: Κεντρικός αριστερός ατέρμονας διαφορικού Quaife

2) Αλυσοτροχός διαφορικού Quaife

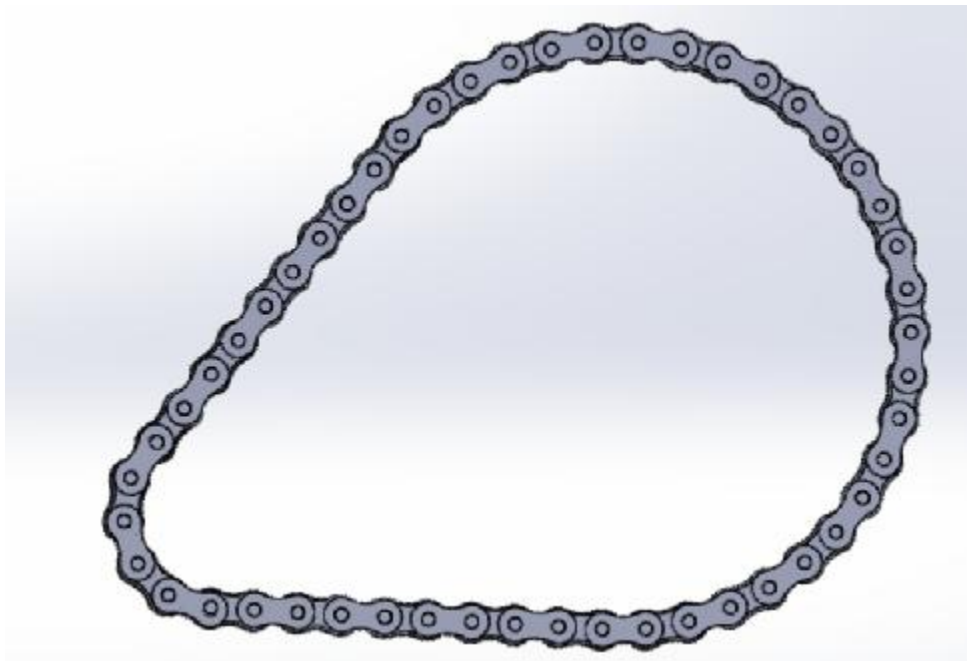
Ο αλυσοτροχός αυτός βρίσκεται και προσδένεται στην έδρα του αλυσοτροχού του διαφορικού. Αυτός ο αλυσοτροχός έχει 47 δόντια.



Σχήμα 5.10: Αλυσοτροχός διαφορικού Quaife

3) Αλυσίδα

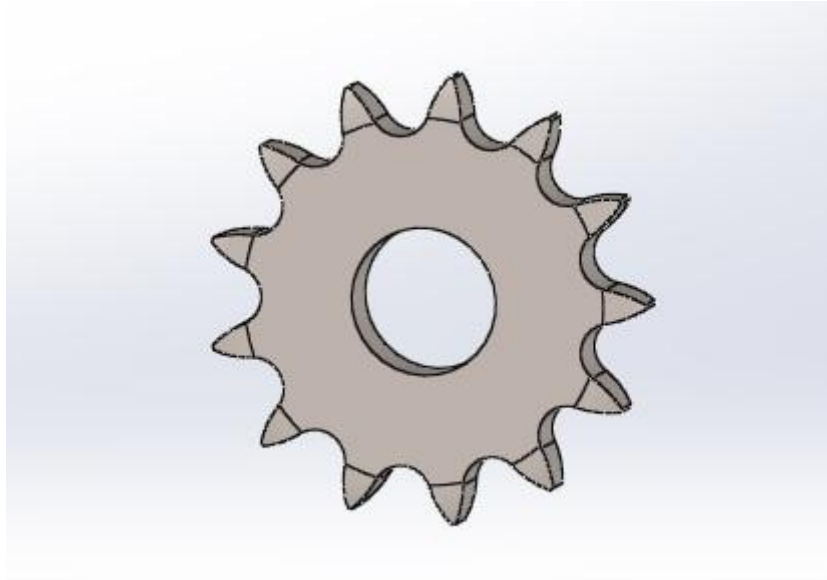
Η αλυσίδα είναι τύπου O-ring με κυλίνδρους, όπου έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και μικρές απαιτήσεις συντήρησης. Ο κωδικός της είναι 525.



Σχήμα 5.11: Αλυσίδα συστήματος μετάδοσης κίνησης

4) Αλυσοτροχός κινητήρα

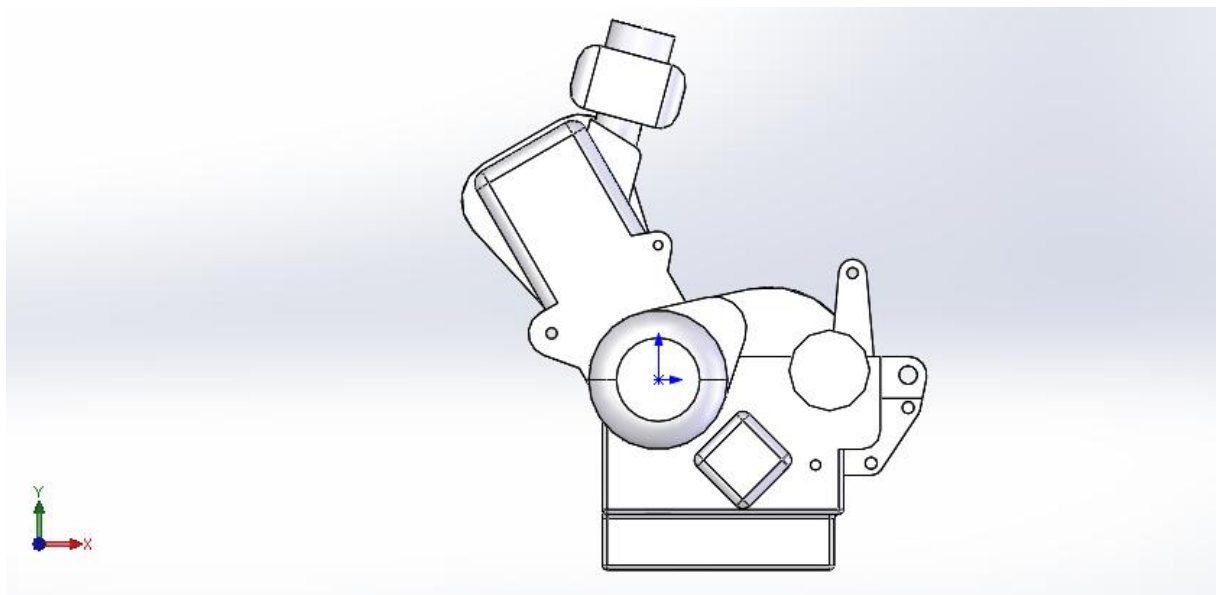
Είναι ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο άκρο του δευτερεύοντα άξονα. Αυτός ο αλυσοτροχός έχει 13 δόντια.



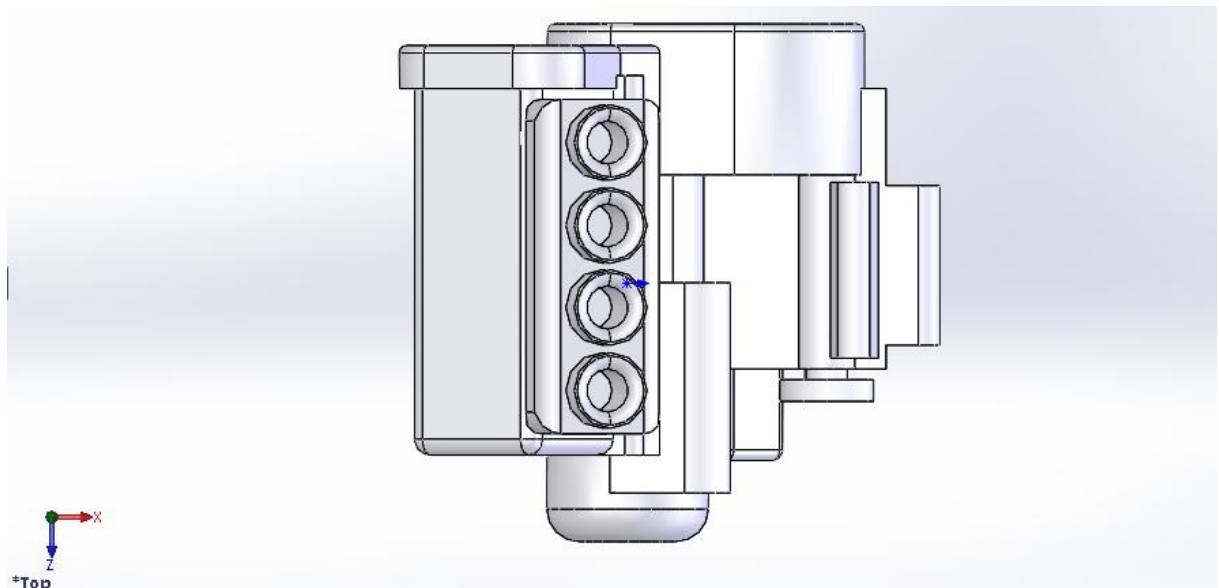
Σχήμα 5.12: Αλυσοτροχός κινητήρα

5) Κινητήρας

Ο κινητήρας είναι επίσης ένα στοιχείο το οποίο κατεβάστηκε από το Grabcad. Είναι ένας κινητήρας Yamaha, τετρακύλινδρος, 600cc, μοτοσυκλέτας.

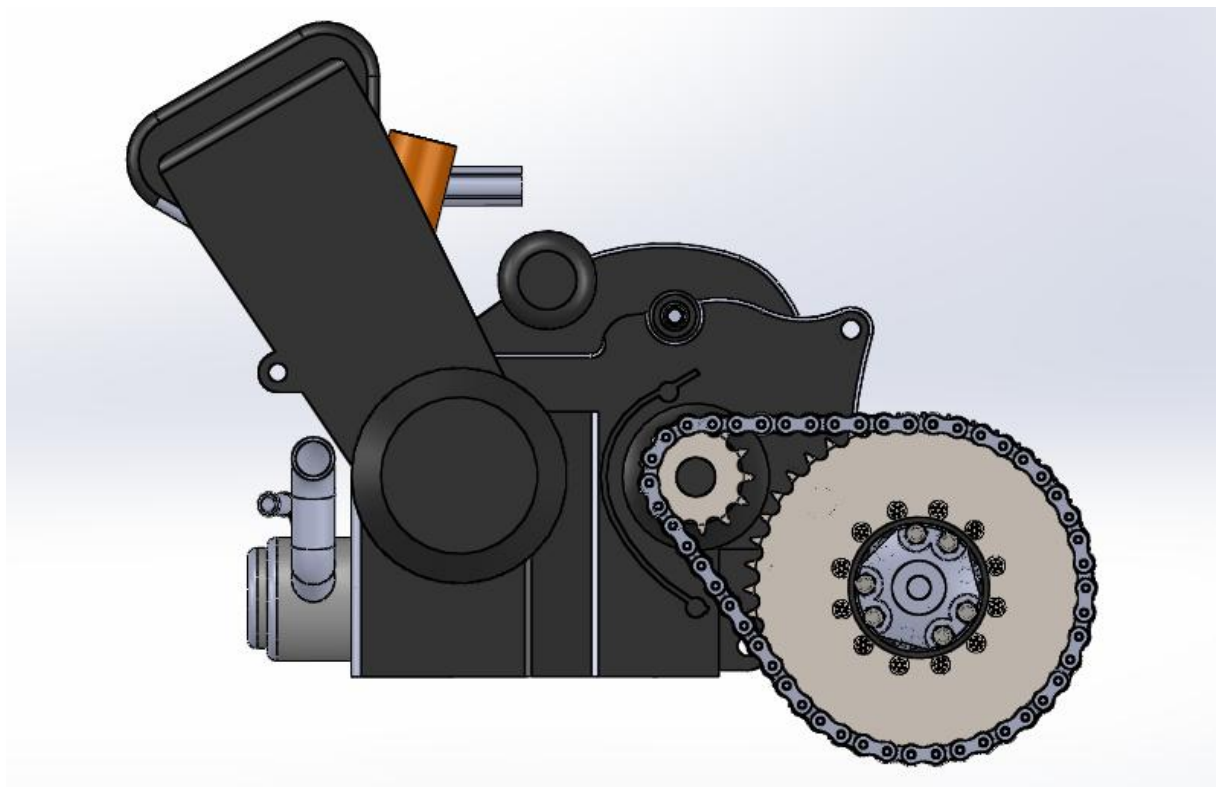


Σχήμα 5.13: Κινητήρας (πλάγια όψη)

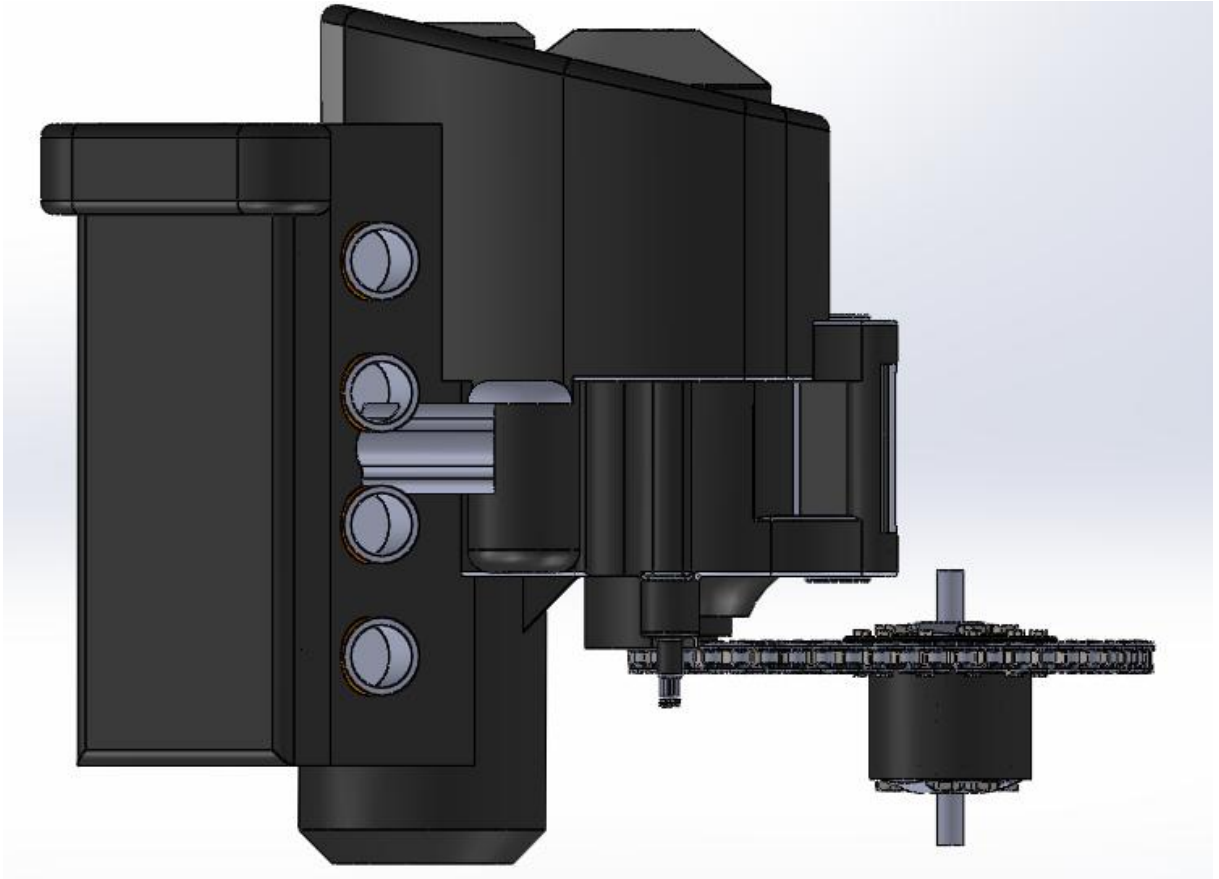


Σχήμα 5.14: Κινητήρας (κάθετη όψη)

Όλα τα στοιχεία που αποτελούν το σύστημα μετάδοσης κίνησης φαίνονται στα παρακάτω σχήματα.



Σχήμα 5.15: Σύστημα μετάδοσης κίνησης (πλάγια όψη)



Σχήμα 5.16: Σύστημα μετάδοσης κίνησης (κάθετη όψη)



Σχήμα 5.17: Σύστημα μετάδοσης κίνησης

6. ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ FORMULA STUDENT

6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ FORMULA STUDENT

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται μελέτη του συστήματος μετάδοσης κίνησης του οχήματος Formula FP του τμήματος. Τα στοιχεία/εξαρτήματα του συστήματος μετάδοσης κίνησης πρέπει να τηρούν τις προδιαγραφές και τους κανονισμούς Formula Student. Αυτά τα εξαρτήματα που απαιτούνται για την μελέτη είναι: ο κινητήρας, το κιβώτιο ταχυτήτων της μηχανής, ο αλυσοτροχός του κινητήρα, η αλυσίδα, ο αλυσοτροχός του διαφορικού, το διαφορικό Quaife, ημιαξόνια, οι τροχοί καθώς και τα ελαστικά των τροχών.

Το πρώτο στοιχείο που μελετάται είναι η ταχύτητα με την οποία θα κινείται το όχημα Formula FP σε κάθε σχέση του κιβωτίου, με συγκεκριμένες στροφές του κινητήρα ανάλογα με τα δόντια του ζεύγους των αλυσοτροχών (αλυσοτροχός δευτερεύοντα άξονα – αλυσοτροχός διαφορικού Quaife) που επιλέγεται.

Το δεύτερο στοιχείο που μελετάται είναι οι απώλειες της ισχύος και κατά συνέπεια η ισχύς που φτάνει από τον κινητήρα στα ημιαξόνια. Κατά την μεταφορά της ισχύος από τον κινητήρα στα ημιαξόνια, υπάρχουν απώλειες στο σύστημα μετάδοσης (κιβώτιο, αλυσίδα, αλυσοτροχοί, διαφορικό, ρουλεμάν).

Το τρίτο και τελευταίο στοιχείο που μελετάται σε αυτό το κεφάλαιο είναι η ροπή που φτάνει στους τροχούς από τον κινητήρα και μέσω του συστήματος μετάδοσης, ανάλογα με το εάν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία, σε στροφές, ή έχει απώλειες πρόσφυσης σε έναν από τους κινητήριους τροχούς λόγω της ανωμαλίας του εδάφους.

6.2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σύμφωνα με τους κανονισμούς Formula Student ο κινητήρας του οχήματος Formula FP του τμήματος (κινητήρας μοτοσυκλέτας) θα πρέπει να είναι τετρακύλινδρος μέχρι 600cc και θα πρέπει να παράγει μέχρι 95 hp. Ο κινητήρας που επιλέχτηκε για την μελέτη έτσι ώστε να τηρεί τις παραπάνω προδιαγραφές είναι Yamaha FZ6 S2, χρονολογίας 2007 (Σχ. 6.1). Ο κινητήρας αυτός έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Τύπος: Τετράχρονος, υδρόψυκτος, τετρακύλινδρος, εν σειρά
- Διάμετρος×Διαδρομή (mm): 65,5×44,5
- Χωρητικότητα (cc): 600
- Σχέση συμπίεσης: 12,2:1
- Ισχύς (hp/rpm): 95/12.000

- Ροπή (kg.m/rpm): 6,44/10.000
- Ειδική ισχύς (HP/l): 163,3
- Τροφοδοσία: Ψεκασμός Mikuni
- Σύστημα εξαγωγής: 4 σε 1
- Σύστημα λίπανσης: Υγρό κάρτερ
- Σύστημα εκκίνησης: Μίζα



Σχήμα 6.1: Κινητήρας Yamaha FZ6 S2
(πηγή: www.google.gr)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μετάδοσης (συμπλέκτης, κιβώτιο) του κινητήρα Yamaha FZ6 S2 είναι:

- Συμπλέκτης: Υγρός πολύδισκος
- Πρωτεύουσα μετάδοση/ σχέση: Γρανάζια/ 1,955
- Τελική μετάδοση/ σχέση: Αλυσίδα/ 2,875
- Σχέσεις/ km /h ανά 1.000 rpm
- 1^η : 2,846/ 7
- 2^α : 1,947/ 10
- 3^η: 1,556/ 13
- 4^η: 1,333/ 15
- 5^η: 1,190/ 17
- 6^η: 1,083/ 19



Σχήμα 6.2: Υγρός πολύδισκος συμπλέκτης και κιβώτιο ταχυτήτων
(πηγή: www.grabcad.com)

Η αλυσίδα που χρησιμοποιείται είναι τύπου O-ring. Επίσης το διαφορικό που χρησιμοποιείται είναι της Quaife και έχει σχέση μετάδοσης 1:1 (Σχ. 6.3).



Σχήμα 6.3: Διαφορικό Quaife
(πηγή: www.google.gr)

Ο τροχός που χρησιμοποιείται είναι διάστασης 14 ιντσών και το υλικό κατασκευής του είναι αλουμίνιο. Ακόμη τα ελαστικά που χρησιμοποιούνται είναι διάστασης 195/60 R14 και δέχονται πίεση περίπου 38 psi (Σχ. 6.4).



Σχήμα 6.4: Ελαστικό – Ζάντα οχήματος Formula Student
(πηγή: www.google.gr)

6.3. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ FORMULA STUDENT

6.3.1. Εισαγωγή στον υπολογισμό της ταχύτητας του οχήματος Formula Student

Στην ενότητα 6.3 μελετάται η ταχύτητα με την οποία θα κινείται το όχημα Formula FP του τμήματος σε κάθε σχέση του κιβωτίου ταχυτήτων σε συγκεκριμένες στροφές λειτουργίας του κινητήρα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί παρεμβαίνοντας στον αριθμό των δοντιών του ζεύγους των αλυσοτροχών, δηλαδή, τον αλυσοτροχό που βρίσκεται στο δευτερεύοντα άξονα και στον αλυσοτροχό που βρίσκεται πάνω στο διαφορικό Quaife. Για το λόγο αυτό, παρακάτω βρίσκονται οι μελέτες και τα αποτελέσματα της ταχύτητας με την οποία θα κινείται το όχημα Formula FP του τμήματος σε κάθε σχέση του κιβωτίου ταχυτήτων σε συγκεκριμένες στροφές λειτουργίας του κινητήρα για διάφορα ζεύγη γραναζιών, έτσι ώστε να είναι ανάλογο με τις απαιτήσεις οδήγησης.

6.3.2. Στοιχεία, σχέσεις και συμβολισμοί για τον υπολογισμό της ταχύτητας του οχήματος Formula Student

Τα στοιχεία που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ταχύτητας του οχήματος είναι:

- Ζάντα: 14 ιντσών
- Ελαστικό: 195/60 R14
- Πρωτεύουσα μετάδοση/ σχέση: Γρανάζια/ 1,955

- Σχέσεις μετάδοσης κιβωτίου:
- 1^η : 2,846
- 2^α : 1,947
- 3^η: 1,556
- 4^η: 1,333
- 5^η: 1,190
- 6^η: 1,083
- Σχέση μετάδοσης αλυσοτροχών: Η σχέση μετάδοσης αλυσοτροχών προκύπτει από τον αριθμό δοντιών του ζεύγους γραναζιών.
- Σχέση μετάδοσης διαφορικού Quaife: 1:1

Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς είναι:

- 1) Η ολική σχέση μετάδοσης είναι το γινόμενο των σχέσεων μετάδοσης της πρωτεύουσας μετάδοσης, του κιβωτίου, των αλυσοτροχών και του διαφορικού και δίνεται από την εξής σχέση:

$$i_{tot.} = i_1 \times i_2 \times i_3 \times i_4$$

Όπου:

- i_1 = Πρωτεύουσα μετάδοση/ σχέση
- i_2 = Σχέσεις μετάδοσης κιβωτίου
- i_3 = Σχέση μετάδοσης αλυσοτροχών
- i_4 = Σχέση μετάδοσης διαφορικού
- i_{tot} = Ολική σχέση μετάδοσης

- 2) Η διάμετρος του τροχού (ζάντα – ελαστικό) δίνεται από την εξής σχέση:

$$D = 195 \times 0,6 \times 2 + 14 \times 25,4 = 590 [mm]$$

- 3) Η ταχύτητα του οχήματος Formula Student δίνεται από τη εξής σχέση:

$$U = \frac{\pi \times D \times n}{60.000 \times i_{tot.}} \times 3,6$$

Όπου:

- U = Ταχύτητα οχήματος Formula FP
- π = 3,14
- D = Διάμετρος ελαστικού και τροχού
- n = Στροφές κινητήρα
- i_{tot} = Ολική σχέση μετάδοσης

6.3.3. Υπολογισμός της ταχύτητας του οχήματος Formula Student

Σύμφωνα με το υποκεφάλαιο 6.3.2 υπάρχουν όλα τα δεδομένα και οι σχέσεις για να πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί, εκτός από την σχέση μετάδοσης των αλυσοτροχών. Τα δόντια που επιλέγονται για τον αλυσοτροχό στον κινητήρα είναι 14. Ενώ τα δόντια που επιλέγονται για τον αλυσοτροχό που βρίσκεται στο διαφορικό Quaife είναι 47. Συνεπώς η σχέση μετάδοσης των αλυσοτροχών είναι:

$$i_3 = \frac{47}{14} = 3,36$$

Οι υπολογισμοί αυτοί πραγματοποιούνται για τις 1.000 και 12.000 στροφές το λεπτό, για όλες τις ταχύτητες. Συνεπώς:

Στροφές κινητήρα: 1.000 rpm

1^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 2,846 \times 3,36 \times 1 = 18,68$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 1.000}{60.000 \times 18,68} \times 3,6 = 5,95 \text{ km/h}$$

2^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,947 \times 3,36 \times 1 = 12,78$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 1.000}{60.000 \times 12,78} \times 3,6 = 8,70 \text{ km/h}$$

3^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,556 \times 3,36 \times 1 = 10,21$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 1.000}{60.000 \times 10,21} \times 3,6 = 10,88 \text{ km/h}$$

4^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,333 \times 3,36 \times 1 = 8,75$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 1.000}{60.000 \times 8,75} \times 3,6 = 12,71 \text{ km/h}$$

5^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,190 \times 3,36 \times 1 = 7,81$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 1.000}{60.000 \times 7,81} \times 3,6 = 14,23 \text{ km/h}$$

6^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,083 \times 3,36 \times 1 = 7,11$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 1.000}{60.000 \times 7,11} \times 3,6 = 15,64 \text{ km/h}$$

Στροφές κινητήρα: 12.000 rpm

1^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 2,846 \times 3,36 \times 1 = 18,68$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 12.000}{60.000 \times 18,68} \times 3,6 = 71,41 \text{ km/h}$$

2^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,947 \times 3,36 \times 1 = 12,78$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 12.000}{60.000 \times 12,78} \times 3,6 = 104,38 \text{ km/h}$$

3^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,556 \times 3,36 \times 1 = 10,21$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 12.000}{60.000 \times 10,21} \times 3,6 = 130,61 \text{ km/h}$$

4^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,333 \times 3,36 \times 1 = 8,75$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 12.000}{60.000 \times 8,75} \times 3,6 = 152,46 \text{ km/h}$$

5^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,190 \times 3,36 \times 1 = 7,81$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 12.000}{60.000 \times 7,81} \times 3,6 = 170,79 \text{ km/h}$$

6^η Σχέση

Ολική σχέση μετάδοσης:

$$i_{tot.} = 1,955 \times 1,083 \times 3,36 \times 1 = 7,11$$

Ταχύτητα οχήματος Formula Student

$$U = \frac{\pi \times 590 \times 12.000}{60.000 \times 7,11} \times 3,6 = 187,66 \text{ km/h}$$

6.3.4. Πίνακες με υπολογισθέντες ταχύτητες οχήματος Formula Student σε πρόγραμμα Excel

Σε αυτό το υποκεφάλαιο υπάρχουν πίνακες με υπολογισθέντες ταχύτητες οχήματος όπως και στην ενότητα 5.4. όμως με διαφορετικό αριθμό δοντιών στους αλυσοτροχούς. Αυτό γίνεται για να δειχθεί το πώς επηρεάζεται η ταχύτητα επεμβαίνοντας στον αριθμό δοντιών των αλυσοτροχών. Συνεπώς:

Όταν ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο κινητήρα έχει 13 δόντια και ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο διαφορικό Quaife έχει 63 δόντια προκύπτουν οι εξής ταχύτητες:

Πίνακας 6.1: Ταχύτητες οχήματος Formula Student για σχέση μετάδοσης αλυσοτροχών $i_3 = 63/13$

Σχέση	i1	i2	i3	i4	itot.	U (1.000 rpm)	U (12.000 rpm)
1η	1,96	2,85	4,85	1,00	26,96	4,12	49,47
2α	1,96	1,95	4,85	1,00	18,45	6,03	72,31
3η	1,96	1,56	4,85	1,00	14,74	7,54	90,48
4η	1,96	1,33	4,85	1,00	12,63	8,80	105,62
5η	1,96	1,19	4,85	1,00	11,27	9,86	118,31
6η	1,96	1,08	4,85	1,00	10,26	10,83	130,00

Όταν ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο κινητήρα έχει 15 δόντια και ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο διαφορικό Quaife έχει 43 δόντια προκύπτουν οι εξής ταχύτητες:

Πίνακας 6.2: Ταχύτητες οχήματος Formula Student για σχέση μετάδοσης αλυσοτροχών $i_3 = 43/15$

Σχέση	i_1	i_2	i_3	i_4	itot.	U (1.000 rpm)	U (12.000 rpm)
1η	1,96	2,85	2,87	1,00	15,97	6,96	83,53
2α	1,96	1,95	2,87	1,00	10,92	10,18	122,10
3η	1,96	1,56	2,87	1,00	8,73	12,73	152,78
4η	1,96	1,33	2,87	1,00	7,48	14,86	178,34
5η	1,96	1,19	2,87	1,00	6,68	16,65	199,77
6η	1,96	1,08	2,87	1,00	6,08	18,29	219,51

6.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

6.4.1. Εισαγωγή στον υπολογισμό της ισχύος κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης κίνησης

Σε αυτή την ενότητα μελετάται η απώλεια της ισχύος που έχει το σύστημα μετάδοσης (κιβώτιο ταχυτήτων, αλυσοτροχοί, αλυσίδα, διαφορικό Quaife, ρουλεμάν) από τον κινητήρα μέχρι τα ημιαξόνια. Η τελική ισχύς είναι μικρότερη της αρχικής ισχύος λόγω των απωλειών. Οι απώλειες αυτές εμφανίζονται λόγω του φαινομένου της τριβής, τις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας καθώς ακόμη και το πώς έχουν τοποθετηθεί τα στοιχεία μετάδοσης κίνησης έτσι ώστε να συνεργάζονται μεταξύ τους π.χ. τέντωμα αλυσίδας, απόσταση γραναζιών κ.α..

6.4.2. Συντελεστές και συμβολισμοί συντελεστών που απαιτούνται στον υπολογισμό της ισχύος κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης κίνησης

Για να πραγματοποιηθεί η μελέτη της απώλειας ισχύος πάρθηκαν από διαφορετικά μηχανολογικά βιβλία οι εξής συντελεστές:

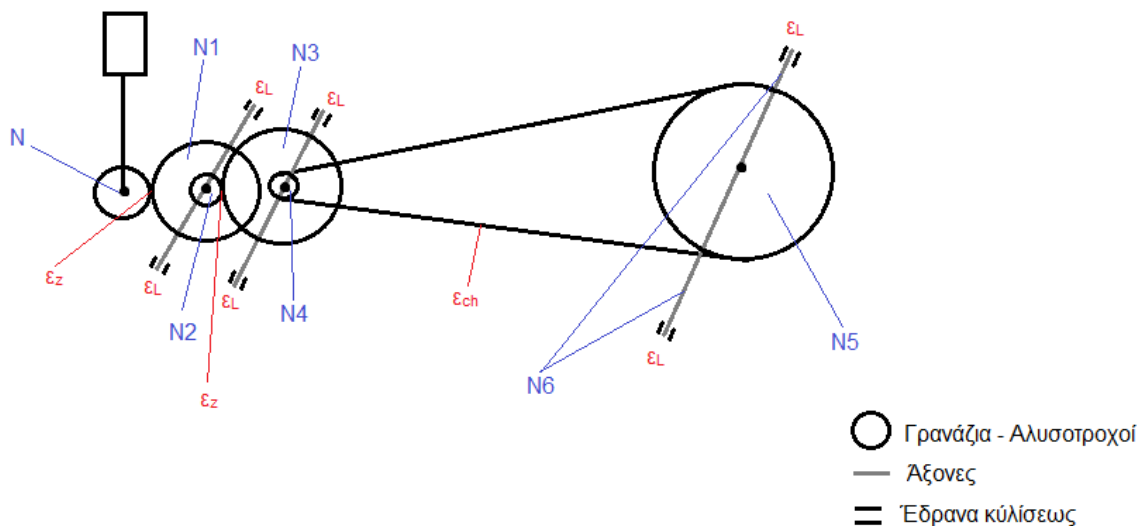
- Εδράνου κύλισης: $\epsilon_L = 0,8\%$
- Κίνησης με αλυσίδα: $\epsilon_{ch} = 1,5\%$
- Επαφή οδόντων, για κατεργασμένους οδόντες: $\epsilon_z = 0,5\%$

Η ισχύς ανά σημείο όπου υπάρχουν απώλειες, συμβολίζεται με το N.

6.4.3. Υπολογισμός της ισχύος κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης με κίνηση οχήματος Formula Student σε ευθεία πορεία

Όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία υπάρχουν απώλειες της ισχύος στο σύστημα μετάδοσης, όπου είναι το κιβώτιο ταχυτήτων, ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο δευτερεύοντα άξονα, η αλυσίδα, ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο διαφορικό Quaife, τα ρουλεμάν του κιβωτίου ταχυτήτων καθώς και τα ρουλεμάν που βρίσκονται τα ημιαξόνια. Το μόνο στοιχείο το οποίο δεν έχει απώλειες σε κίνηση του οχήματος Formula Student σε ευθεία πορεία είναι το διαφορικό Quaife και αυτό γιατί η σχέση μετάδοσης του είναι 1:1 και περιστρέφεται με τις ίδιες στροφές που περιστρέφεται ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο διαφορικό Quaife. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι πλανήτες του διαφορικού να μην περιστρέφονται και κατά συνέπεια να μην υπάρχουν απώλειες λόγω επαφής οδόντων.

Ακόμη για να διευκολυνθεί η κατανόηση του υπολογισμού της απώλειας ισχύος φτιάχτηκε το παρακάτω σκαρίφημα.



Σχήμα 6.5: Σκαρίφημα συστήματος μετάδοσης με απώλεια ισχύος

- 1) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες μεταξύ οδοντωτών τροχών στροφαλοφόρου άξονα – πρωτεύοντα άξονα:

$$N_1 = N - \epsilon_z \cdot N = N \cdot (1 - \epsilon_z)$$

- 2) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες που οφείλονται στα δύο έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) του πρωτεύοντα άξονα:

$$N_2 = N_1 - 2 \cdot \epsilon_L \cdot N_1 = N_1 \cdot (1 - 2 \cdot \epsilon_L)$$

- 3) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες μεταξύ οδοντωτών τροχών πρωτεύοντα άξονα - δευτερεύοντα άξονα:

$$N_3 = N_2 - \varepsilon_z \cdot N_2 = N_3 \cdot (1 - \varepsilon_z)$$

- 4) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες που οφείλονται στα δύο έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) του δευτερεύοντα άξονα:

$$N_4 = N_3 - 2 \cdot \varepsilon_L \cdot N_3 = N_3 \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L)$$

- 5) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες στην αλυσίδα:

$$N_5 = N_4 - \varepsilon_{ch} \cdot N_4 = N_4 \cdot (1 - \varepsilon_{ch})$$

- 6) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες που οφείλονται στα δύο έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) που βρίσκονται στα ημιαξόνια:

$$N_6 = N_5 - 2 \cdot \varepsilon_L \cdot N_5 = N_5 \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L)$$

Με συνδυασμό των παραπάνω σχέσεων προκύπτει η εξής σχέση, όπου δίνει την ισχύ στα ημιαξόνια του οχήματος Formula Student:

$$N_6 = N \cdot (1 - \varepsilon_z) \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L) \cdot (1 - \varepsilon_z) \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L) \cdot (1 - \varepsilon_{ch}) \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L)$$

Συνεπώς με αντικατάσταση των ποσοστών και της ισχύος του κινητήρα στην παραπάνω σχέση προκύπτει ότι:

$$\begin{aligned} N_6 &= 95 \cdot (1 - 0,005) \cdot (1 - 2 \cdot 0,008) \cdot (1 - 0,005) \cdot (1 - 2 \cdot 0,008) \cdot (1 - 0,015) \\ &\quad \cdot (1 - 2 \cdot 0,008) \rightarrow N_6 = 95 \cdot (0,995 \cdot 0,984 \cdot 0,995 \cdot 0,984 \cdot 0,985 \cdot 0,984) \\ &\rightarrow N_6 = 95 \cdot 0,93 \rightarrow N_6 \approx 88,35 \text{ hp} \end{aligned}$$

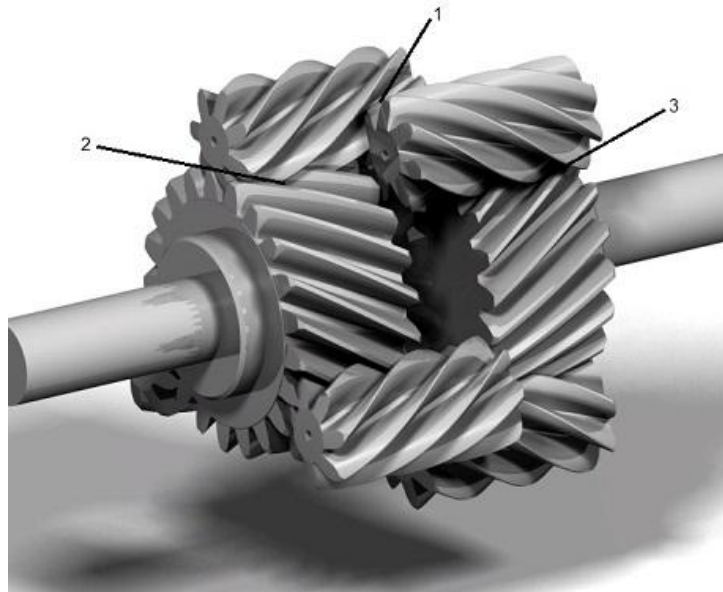
Ως συμπέρασμα προκύπτει ότι η τελική ισχύς που έχουν τα ημιαξόνια κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης που έχει υποστεί η αρχική ισχύς του κινητήρα όταν το όχημα Formula Student κινείται σε ευθεία πορεία είναι: $N_6 = 88,35 \text{ hp}$.

6.4.4. Υπολογισμός της ισχύος κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης με κίνηση οχήματος Formula Student σε στροφή ή σε ανώμαλο έδαφος.

Στην περίπτωση όπου το όχημα Formula Student κινείται σε στροφή ή σε ανώμαλο έδαφος αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο ένας από τους δύο κινητήριους τροχούς να παίρνει περισσότερες στροφές και κατά συνέπεια οι πλανήτες και οι κεντρικοί ατέρμονες του διαφορικού Quaife να επεμβαίνουν και να συνεργάζονται μεταξύ τους, δηλαδή υπάρχει επαφή κατεργασμένων οδόντων. Κατά συνέπεια σε

αντίθεση με την προηγούμενη ενότητα όπου το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία, σε αυτή την περίπτωση (κίνηση σε στροφή ή σε ανώμαλο έδαφος) οι απώλειες της ισχύος από τον κινητήρα στα ημιαξόνια είναι περισσότερες.

Στο Σχήμα 6.6 φαίνονται τα τρία σημεία όπου το ζεύγος των πλανητών και οι κεντρικοί ατέρμονες βρίσκονται σε εμπλοκή κατά την λειτουργία τους. Το ένα σημείο εμπλοκής είναι μεταξύ του ζεύγους των πλανητών, κεντρικά. Το δεύτερο και τρίτο σημείο είναι εκεί όπου εμπλέκεται το ζεύγος των πλανητών με τον δεξιό και αριστερό κεντρικό ατέρμονα. Αφού τα ζεύγη των πλανητών είναι τρία, κατά συνέπεια τα σημεία επαφής μεταξύ των τριών ζευγών πλανητών και κεντρικών ατερμόνων είναι εννέα.



Σχήμα 6.6 : Σημεία εμπλοκής μεταξύ ζεύγους πλανητών – και κεντρικών ατερμόνων (πηγή: www.grabcad.com)

Οι απώλειες της ισχύος μέχρι τον αλυσοτροχό είναι οι ίδιες όπως στο προηγούμενο κεφάλαιο. Μετά μπαίνουν επιπλέον στον υπολογισμό οι απώλειες της ισχύος λόγω εμπλοκής των τριών ζευγών πλανητών με το δεξιό και αριστερό κεντρικό ατέρμονα. Τέλος στον υπολογισμό της απώλειας της ισχύος μπαίνει και οι απώλειες που υπάρχουν στα δύο έδρανα κύλισης των ημιαξονίων. Συνεπώς:

- 1) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες μεταξύ οδοντωτών τροχών στροφαλοφόρου άξονα – πρωτεύοντα άξονα:

$$N_1 = N - \varepsilon_z \cdot N = N \cdot (1 - \varepsilon_z)$$

- 2) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες που οφείλονται στα δύο έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) του πρωτεύοντα άξονα:

$$N_2 = N_1 - 2 \cdot \varepsilon_L \cdot N_1 = N_1 \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L)$$

- 3) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες μεταξύ οδοντωτών τροχών πρωτεύοντα άξονα - δευτερεύοντα άξονα:

$$N_3 = N_2 - \varepsilon_z \cdot N_2 = N_3 \cdot (1 - \varepsilon_z)$$

- 4) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες που οφείλονται στα δύο έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) του δευτερεύοντα άξονα:

$$N_4 = N_3 - 2 \cdot \varepsilon_L \cdot N_3 = N_3 \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L)$$

- 5) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες στην αλυσίδα:

$$N_5 = N_4 - \varepsilon_{ch} \cdot N_4 = N_4 \cdot (1 - \varepsilon_{ch})$$

- 6) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες στα σημεία εμπλοκής μεταξύ των τριών ζευγών πλανητών με το δεξιό και αριστερό κεντρικό ατέρμονα:

$$N_6 = N_5 - 9 \cdot \varepsilon_{ch} \cdot N_5 = N_5 \cdot (1 - 9 \cdot \varepsilon_z)$$

- 7) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες που οφείλονται στα δύο έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) που βρίσκονται στα ημιαξόνια:

$$N_7 = N_6 - 2 \cdot \varepsilon_L \cdot N_6 = N_6 \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L)$$

Με συνδυασμό των παραπάνω σχέσεων προκύπτει η εξής σχέση, όπου δίνει την ισχύ στα ημιαξόνια του οχήματος Formula Student:

$$N_7 = N \cdot (1 - \varepsilon_z) \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L) \cdot (1 - \varepsilon_z) \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L) \cdot (1 - \varepsilon_{ch}) \cdot (1 - 9 \cdot \varepsilon_z) \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L)$$

Συνεπώς με αντικατάσταση των ποσοστών και της ισχύς του κινητήρα στην παραπάνω σχέση προκύπτει ότι:

$$N_7 = 95 \cdot (1 - 0,005) \cdot (1 - 2 \cdot 0,008) \cdot (1 - 0,005) \cdot (1 - 2 \cdot 0,008) \cdot (1 - 0,015) \cdot (1 - 9 \cdot 0,005) \cdot (1 - 2 \cdot 0,008) \rightarrow N_7 = 95 \cdot (0,995 \cdot 0,984 \cdot 0,995 \cdot 0,984 \cdot 0,985 \cdot 0,955 \cdot 0,984) \rightarrow N_6 = 95 \cdot 0,89 \rightarrow N_7 \approx 84,55 \text{ hp}$$

Ως συμπέρασμα προκύπτει ότι η τελική ισχύς που έχουν τα ημιαξόνια κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης που έχει υποστεί η αρχική ισχύς του κινητήρα όταν το όχημα Formula Student κινείται σε στροφή ή ανώμαλο έδαφος είναι: **$N_7 = 84,55 \text{ hp}$** .

6.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΡΟΠΗΣ ΣΤΑ ΗΜΙΑΞΟΝΙΑ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ FORMULA STUDENT

6.5.1. Εισαγωγή στον υπολογισμό της ροπής στα ημιαξόνια του οχήματος Formula Student

Σε αυτό το κεφάλαιο μελετάται η ροπή η οποία φτάνει από τον κινητήρα στα ημιαξόνια του οχήματος Formula Student, όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία και όταν το όχημα κινείται σε στροφή ή ανώμαλο έδαφος.

6.5.2. Στοιχεία, συντελεστές, σχέσεις και συμβολισμοί που απαιτούνται για την μελέτη της ροπής στα ημιαξόνια

Για να πραγματοποιηθεί η μελέτη της ροπής στα ημιαξόνια πάρθηκαν από διαφορετικά μηχανολογικά βιβλία οι εξής συντελεστές:

- Εδράνου κύλισης: $\varepsilon_L = 0,8\%$
- Κίνησης με αλυσίδα: $\varepsilon_{ch} = 1,5\%$
- Επαφή οδόντων, για κατεργασμένους οδόντες: $\varepsilon_z = 0,5\%$

Για να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός της ροπής απαιτούνται τα εξής στοιχεία:

- Πρωτεύουσα μετάδοση/ σχέση: Γρανάζια/ 1,955
- Σχέσεις μετάδοσης κιβωτίου:
- 1^η: 2,846
- 2^α: 1,947
- 3^η: 1,556
- 4^η: 1,333
- 5^η: 1,190
- 6^η: 1,083
- Σχέση μετάδοσης αλυσοτροχών: $47/14 = 3,36$

Οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ροπής:

- n_1 : στροφές στροφαλοφόρου άξονα
- n_2 : στροφές πρωτεύοντα άξονα
- n_3 : στροφές δευτερεύοντα άξονα
- n_4 : στροφές αλυσοτροχού διαφορικού Quaife
- Mt : Ροπή εισόδου στο διαφορικό Quaife
- i_1 = Πρωτεύουσα μετάδοση/ σχέση
- i_2 = Σχέσεις μετάδοσης κιβωτίου
- i_3 = Σχέση μετάδοσης αλυσοτροχών

- $i_4 =$ Σχέση μετάδοσης διαφορικού
- Η ισχύς ανά σημείο όπου υπάρχουν απώλειες, συμβολίζεται με το N .

Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ροπής:

Η μία σχέση που χρησιμοποιείται είναι:

$$i_x = \frac{n_y}{n_z}$$

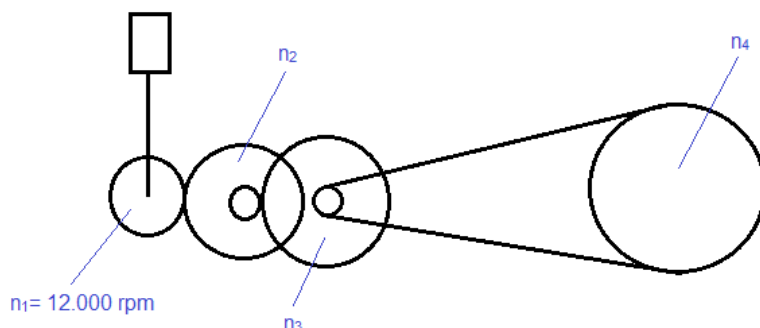
Η άλλη σχέση που χρησιμοποιείται είναι:

$$Mt = 9550 \cdot \frac{N_x / 1,34}{n_y} [N \cdot m]$$

Ο αριθμός 1,34 όπου διαιρείται η ισχύς είναι για να μετατρέπει την ισχύ από ίππους (hp) σε κιλοβατ (kw).

6.5.3. Υπολογισμός της ροπής στα ημιαξόνια για κίνηση του οχήματος Formula Student σε ευθεία πορεία και κίνηση σε στροφή

Σε αυτή την ενότητα μελετάται η ροπή που φτάνει από τον κινητήρα στα ημιαξόνια του οχήματος Formula Student, όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία χωρίς απώλειες πρόσφυσης και όταν το όχημα κινείται σε στροφή ή έχει απώλεια πρόσφυσης σε ένα εκ των δύο κινητήριων τροχών. Για να διευκολυνθεί η κατανόηση μερικών εκ των παρακάτω πράξεων φτιάχτηκε το παρακάτω σκαρίφημα.



○ Γρανάζια - Αλυσσοτροχοί

Σχήμα 6.7 : Σκαρίφημα στρωφών συστήματος μετάδοσης

Αρχικά υπολογίζεται η ισχύς που φτάνει στο διαφορικό Quaife. Συνεπώς:

- 1) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες μεταξύ οδοντωτών τροχών στροφαλοφόρου άξονα – πρωτεύοντα άξονα:

$$N_1 = N - \varepsilon_z \cdot N = N \cdot (1 - \varepsilon_z)$$

- 2) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες που οφείλονται στα δύο έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) του πρωτεύοντα άξονα:

$$N_2 = N_1 - 2 \cdot \varepsilon_L \cdot N_1 = N_1 \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L)$$

- 3) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες μεταξύ οδοντωτών τροχών πρωτεύοντα άξονα - δευτερεύοντα άξονα:

$$N_3 = N_2 - \varepsilon_z \cdot N_2 = N_2 \cdot (1 - \varepsilon_z)$$

- 4) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες που οφείλονται στα δύο έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) του δευτερεύοντα άξονα:

$$N_4 = N_3 - 2 \cdot \varepsilon_L \cdot N_3 = N_3 \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L)$$

- 5) Σχέση υπολογισμού ισχύος με απώλειες στην αλυσίδα:

$$N_5 = N_4 - \varepsilon_{ch} \cdot N_4 = N_4 \cdot (1 - \varepsilon_{ch})$$

Με συνδυασμό των παραπάνω σχέσεων προκύπτει η εξής σχέση, όπου δίνει την ισχύ που φτάνει στο διαφορικό Quaife του οχήματος Formula Student:

$$N_5 = N \cdot (1 - \varepsilon_z) \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L) \cdot (1 - \varepsilon_z) \cdot (1 - 2 \cdot \varepsilon_L) \cdot (1 - \varepsilon_{ch})$$

Συνεπώς με αντικατάσταση των ποσοστών και της ισχύος του κινητήρα στην παραπάνω σχέση προκύπτει ότι:

$$N_5 = 95 \cdot (1 - 0,005) \cdot (1 - 2 \cdot 0,008) \cdot (1 - 0,005) \cdot (1 - 2 \cdot 0,008) \cdot (1 - 0,015) \rightarrow N_5 = 95 \cdot (0,995 \cdot 0,984 \cdot 0,995 \cdot 0,984 \cdot 0,985) \rightarrow N_5 = 95 \cdot 0,94 \rightarrow N_5 \approx 89,30 \text{ hp}$$

Συνεπώς η ισχύς που φτάνει στο διαφορικό Quaife κατόπιν απωλειών στο σύστημα μετάδοσης που έχει υποστεί η αρχική ισχύς του κινητήρα είναι: **$N_5 = 89,30 \text{ hp}$** .

Στο επόμενο βήμα υπολογίζονται οι στροφές που θα έχει ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο διαφορικό Quaife για την 6^η σχέση στο κιβώτιο ταχυτήτων. Συνεπώς:

1) Οι στροφές που έχει ο πρωτεύοντας άξονας είναι:

$$n_2 = \frac{n_1}{1,955} = \frac{12.000}{1,955} = 6138,11 \text{ rpm}$$

2) Οι στροφές που έχει ο δευτερεύοντας άξονας και κατά συνέπεια ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στο δευτερεύοντα άξονα είναι:

$$n_3 = \frac{n_2}{1,083} = \frac{6138,11}{1,083} = 5667,69 \text{ rpm}$$

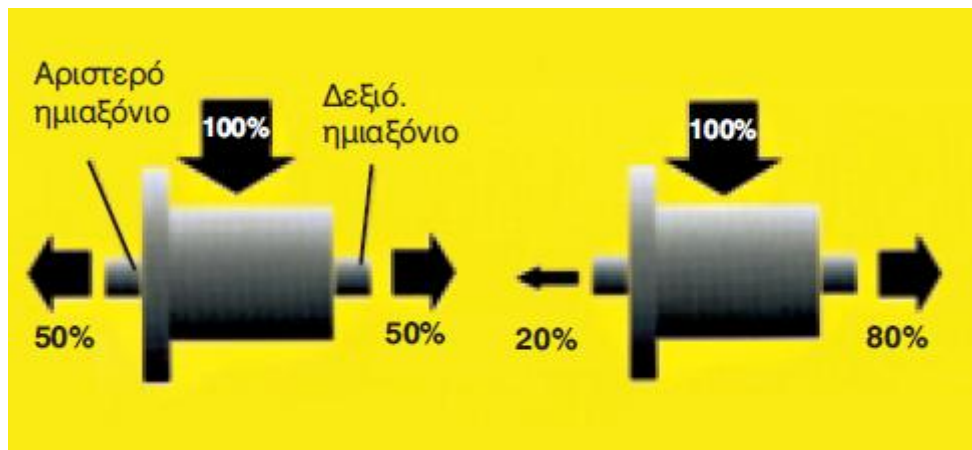
3) Οι στροφές που έχει ο αλυσοτροχός που βρίσκεται στον διαφορικό Quaife είναι:

$$n_4 = \frac{n_3}{3,360} = \frac{5667,69}{3,360} = 1686,81 \text{ rpm}$$

Επίσης υπολογίζεται η ροπή εισόδου στον διαφορικό Quaife. Συνεπώς:

$$Mt = 9550 \cdot \frac{89,30}{1686,81 \cdot 1,34} = 377,30 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Τέλος υπολογίζεται η ροπή όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία χωρίς απώλειες πρόσφυσης και όταν το όχημα κινείται σε στροφή ή έχει απώλεια πρόσφυσης σε ένα εκ των δύο κινητήριων τροχών (Σχ. 6.8) Συνεπώς:



Σχήμα 6.8 : Μεταφορά και κατανομή της ροπής του διαφορικού Quaife (πηγή: βιβλίο, Συστήματα Αυτοκινήτου II)

1) Όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία χωρίς απώλειες πρόσφυσης, τότε η ροπή εισόδου κατανέμεται μεταξύ δεξιού και αριστερού ημιαξονίου σε ποσοστό 50%-50%. Συνεπώς:

$$Mt_{\alpha,\delta} = 377,30 \cdot 50\% = 188,65 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Συνεπώς το αριστερό και το δεξιό ημιαξόνιο έχουν ροπή ίση με **188,65 N · m** όταν το όχημα Formula Student κινείται σε ευθεία πορεία.

- 2) Όταν το όχημα κινείται σε στροφή ή έχει απώλεια πρόσφυσης σε ένα εκ των δύο κινητήριων τροχών, τότε η ροπή εισόδου κατανέμεται μεταξύ δεξιού και αριστερού ημιαξονίου σε ποσοστό 20%-80%. Συνεπώς:

$$Mt_{\delta} = 377,30 \cdot 20\% = 75,46 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$Mt_{\alpha} = 377,30 \cdot 80\% = 301,84 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Συνεπώς το ένα ημιαξόνιο θα έχει ροπή ίση με **75,46 N · m** και το άλλο ημιαξόνιο θα έχει ροπή ίση με **301,84 N · m**, όταν το όχημα κινείται σε στροφή ή έχει απώλεια πρόσφυσης σε ένα εκ των δύο κινητήριων τροχών.

6.5.4. Πίνακες με υπολογισθείσες τιμές της ροπής στα ημιαξόνια για κίνηση του οχήματος Formula Student σε ευθεία πορεία και κίνηση σε στροφή

Σε αυτή την ενότητα βρίσκονται οι πίνακες όπου έχουν τιμές της ροπής όπου έχουν τα ημιαξόνια για κίνηση του οχήματος Formula Student σε ευθεία πορεία ή κίνηση σε στροφή για τις υπόλοιπες σχέσεις του κιβωτίου. Συνεπώς:

Πίνακας 6.3: Υπολογισθείσες τιμές της ροπής στα ημιαξόνια για κίνηση του οχήματος Formula Student σε ευθεία πορεία και κίνηση σε στροφή

Σχέσεις	Σχέση μετάδοσης κιβωτίου	n1 [rpm]	n2 [rpm]	n3 [rpm]
1η	2,846	12.000	6138,1	2156,7
2α	1,947	12.000	6138,1	3152,6
3η	1,556	12.000	6138,1	3944,8
4η	1,333	12.000	6138,1	4604,7
5η	1,19	12.000	6138,1	5158,1
n4 [rpm]	Mt [N*m]	Mt*50%	Mt*20%	Mt*80%
641,9	991,493	495,75	198,3	793,19
938,3	678,298	339,15	135,66	542,64
1174	542,081	271,04	108,42	433,67
1370	464,392	232,2	92,878	371,51
1535	414,574	207,29	82,915	331,66

7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

7.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το σύστημα μετάδοσης κίνησης αποτελείται από τον συμπλέκτη, το κιβώτιο ταχυτήτων, τον αλυσοτροχό του κινητήρα, την αλυσίδα, τον αλυσοτροχό του διαφορικού Quaife και το διαφορικό Quaife. Συνεπώς, όλα τα εξαρτήματα που αποτελούν το σύστημα μετάδοσης κίνησης, είναι εξαρτήματα όπου έχουν κατασκευασθεί από βιομηχανίες. Τέλος αυτή η πτυχιακή είναι δηλωμένη ως κατασκευή του συστήματος μετάδοσης κίνησης έτσι ώστε το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδος και συγκεκριμένα το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. να πάρει την έγκριση για τα χρήματα που απαιτούνται έτσι ώστε να αγοραστούν τα στοιχεία που αποτελούν το σύστημα μετάδοσης κίνησης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη, ο σχεδιασμός και η κατασκευή του συστήματος μετάδοσης της κίνησης του οχήματος προδιαγραφών Formula Student. Αρχικά πραγματοποιήθηκε μια θεωρητική αναφορά στο συμπλέκτη και το κιβώτιο ταχυτήτων που χρησιμοποιούνται σε μοτοσυκλέτες. Στην συνέχεια υπήρξε μια θεωρητική ανάλυση των διαφορικών που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα παραγωγής. Στο τελευταίο κεφάλαιο της θεωρητικής ανάλυσης, έγινε αναφορά στα διαφορικά που χρησιμοποιούνται στα οχήματα προδιαγραφών Formula Student. Σε εκείνο το σημείο μεταξύ των διαφορικών της εταιρίας Quaife και της Drexler επιλέχτηκε για το όχημα του τμήματος το πρώτο διαφορικό κυρίως για λόγους κόστους και αξιοπιστίας. Στην συνέχεια παρουσιάστηκαν τα σχέδια του συστήματος μετάδοσης κίνησης. Τέλος πραγματοποιήθηκε η μελέτη ως αναφορά την ταχύτητα με την οποία θα κινείται το όχημα προδιαγραφών Formula Student, τις απώλειες ισχύος από τον κινητήρα μέχρι τα ημιαξόνια καθώς και την ροπή όταν το όχημα κινείται σε ευθεία πορεία και όταν το όχημα κινείται σε στροφή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γιαννόπουλος Α., «Στοιχεία Μηχανών Ι», εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2011
2. Γιαννόπουλος Γ., «ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ ΙΙ», Σημειώσεις θεωρίας
3. Ιωάννης Στεργίου, Κωνσταντίνος Στεργίου, «Στοιχεία μηχανών ΙΙ», εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα 2002
4. Massimo Clarke, «Η ΖΩΗ ΣΕ ΔΥΟ ΡΟΔΕΣ» (ΣΚΑΪ ΒΙΒΛΙΟ), Εκδόσεις ΣΚΑΪ, Αθήνα 2008
5. Αλεξάνδρου Δ., Γιάννος Γ., Καπετανάκης Γ., «ΣΥΣΤΥΜΑΤΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ΙΙ», Οργανισμός εκδόσεως διδακτικών βιβλίων, Αθήνα
6. Ανδρινός Ν., Παναγιωτίδης Π., Παπαδόπουλος Ν., «Συστήματα Αυτοκινήτου Ι», Οργανισμός εκδόσεως διδακτικών βιβλίων, Αθήνα
7. Καρβέλης Ι., Μπαλντούκας Α., Ντασκαγιάννη Α., «ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ – ΣΧΕΔΙΟ», Οργανισμός εκδόσεως διδακτικών βιβλίων, Αθήνα
8. Περιοδικό «ΜΟΤΟ», Τεύχος: 399, Εκδόσεις mototech, Αθήνα 2008
9. Κατάλογος: «ΥΟΚΑΗΑΜΑ ΜΟΤΟΣΡΟΤ ΤΥΡΕΣ 2014»
10. Ιστοσελίδα: <https://grabcad.com/library>
11. Ιστοσελίδα: www.drexler-motorsport.com.au
12. Ιστοσελίδα: www.caroto.gr
13. Ιστοσελίδα: www.quaife.co.uk
14. Ιστοσελίδα: <http://www.autoblog.gr>
15. Κανονισμοί Formula Student 2014