



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

«Συστήματα Διεύθυνσης Οχημάτων»



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:

ΠΕΝΟΓΛΟΥ Γ. ΜΗΤΡΟΦΑΝΗΣ

(Α.Μ.090114)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

Ακαδημαϊκό Έτος 2016-2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα «Συστήματα Διεύθυνσης Οχημάτων», πραγματοποιήθηκε, στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας του Τμήματος Μηχανολόγων Οχημάτων της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης.

Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μου σε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Και πρώτα απ' όλα, στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Παπαβασιλείου Σπυρίδων, για τη συνεχή καθοδήγηση, την αμέριστη υποστήριξη, τις ουσιώδεις συμβουλές, καθώς και την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μας παρείχε σε όλο αυτό το διάστημα. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλα εκείνα τα μέλη της ακαδημαϊκής μου κοινότητας του τμήματος μας, για την πολύτιμη βοήθεια τους σχετικά με το υλικό αλλά και με την διευθέτηση της πτυχιακής εργασίας μου.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω όλους εκείνους που με έμαθαν να «προσπερνώ» και βοήθησαν να γίνουν «ανεκτοί» οι συμβιβασμοί των τελευταίων χρόνων: την οικογένεια μου, τους φίλους μου, τους συναδέλφους μου. Σε αυτούς, που με την καθημερινή τους συμπαράσταση, την υπομονή τους και την θετική τους σκέψη, ιδιαίτερα τις εποχές των μεγάλων διλημάτων, συνέβαλαν στην εκπλήρωση του στόχου μου, αφιερώνεται η εργασία αυτή, και τους υπόσχομαι πολλές συγκινήσεις στο μέλλον !!!

Πένογλου Γ. Μητροφάνης, Θεσσαλονίκη 2016

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	8
1 Συστήματα διεύθυνσης	8
1.1 Γενικά.....	8
1.2. Μέθοδοι διεύθυνσης.....	9
1.3. Μηχανισμοί διεύθυνσης	9
Είδη μηχανισμών διεύθυνσης	11
1. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τομέα. (Σχ.1.2)	11
2. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία κίνησης και περικόχλιο.....	12
3. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ράουλο.	13
4. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και πείρο.	13
5. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ανακυκλούμενα σφαιρίδια ...	14
6. Μηχανισμός διεύθυνσης με οδοντωτό τροχό και οδοντωτό κανόνα (κρεμαγιέρα)	17
1.4 Σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση.	20
1.5 Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης	27
1.5.1 Το τετράπλευρο οδήγησης ή τετράπλευρο του Ackerman (Άκερμαν).....	30
1.5.2. Αποκλίσεις από το σύστημα Ackerman.	33
3.5.3 Εγκάρσια κλίση του τροχού (Γωνία Κάμπερ- Camper)- Εγκάρσια κλίση του πείρου	39
1.5.4. Γωνία C-P	43
1.5.5. Γωνία Κάστερ	45
1.5.6. Σύγκλιση των τροχών	48
1.6. Βλάβες - Φθορές – Συντήρηση	51
1.6.1 Ανεύρεση βλάβης	51
1. Το τιμόνι να είναι "βαρύ"......	52
2. Το τιμόνι να είναι πολύ "ελαφρύ".	52
3. Το όχημα να παρουσιάζει αστάθεια οδήγησης, να στρέφεται, δηλαδή, συνεχώς προς τη μία πλευρά ή να στρέφεται άλλοτε προς τη μία και άλλοτε προς την άλλη πλευρά, παρά τη θέληση του οδηγού.	53
4. Οι τροχοί να παρουσιάζουν "κοσκίνισμα".	53
5. Ανισομερής φθορά ελαστικών	53

1.6.2. Ρυθμίσεις	54
1.6.3. Συντήρηση	54
2 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	56
2.1 Σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση	56
2.1.1. Γενικά	56
2.1.2. Περιγραφή	56
Υδραυλική υποβοήθηση του συστήματος διεύθυνσης.	57
Ροή του Λαδιού στο σύστημα	58
Οδόντωση της πυξίδας διεύθυνσης και θάλαμος αντίθλιψης	59
Υδραυλική αντλία Λαδιού συστήματος υποβοήθησης.....	60
Βαλβίδα ελέγχου ροής Λαδιού	61
2.1.3. Λειτουργία.....	61
Έλεγχος της πίεσης ανακούφισης.....	63
2.1.4. Λειτουργία του συστήματος	65
2.1.5. Ηλεκτρικό σύστημα.....	66
2.1.6. Λειτουργία συστήματος υδραυλικής υποβοήθησης	72
2.1.7. Υδραυλική υποβοήθηση με ηλεκτρικό κινητήρα	75
2.1.8. Συντήρηση - έλεγχος - βλάβες των μηχανισμών	76
2.2 Συστήματα 4 διευθυντηρίων τροχών Τετραδιεύθυνση 4WS (4-wheel steering).....	78
2.2.1. Γενικά	78
2.2.2. Συστήματα Παθητικής Τετραδιεύθυνσης	79
2.2.3. Συστήματα Ενεργητικής Τετραδιεύθυνσης.....	79
2.2.4. Ηλεκτρονικά - υδραυλικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης..	81
2.2.5. Ηλεκτρονικά - μηχανικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης....	83
2.2.6. Άλλα συστήματα τετραδιεύθυνσης.....	85
2.2.7. Βλάβες και έλεγχοι του συστήματος	85
3 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	87
3.1 Ευθυγράμμιση Οχημάτων	87
3.1.1 Διαφορά μεταξύ ευθυγράμμισης και ζυγοστάθμισης των ελαστικών .	87
3.1.2 Γιατί είναι σημαντική η ρύθμιση της ευθυγράμμισης;	87
3.1.3 Μια απλή απορύθμιση μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα.	87
3.1.4 Αναλογική ευθυγράμμιση.....	88
3.1.5 Τοποθέτηση τροχών κατ' ευθείαν εμπρός.	91

3.1.6 Μέτρηση γωνίας Κάμπερ.....	92
3.1.7 Μέτρηση της γωνίας Κάστερ.....	93
3.1.8 Μέτρηση σύγκλισης.....	93
3.1.9 Μέτρηση γωνίας στροφής.....	94
3.1.10 Μέτρηση κλίσης βασιλικού πείρου.....	94
3.1.11 Ευθυγράμμιση πίσω συστήματος.....	95
3.1.12 Σφάλμα στην ευθυγράμμιση κοστίζει σε χρόνο και χρήμα.....	96
3.1.12.α Σφάλμα ευθυγράμμισης άξονα.....	96
3.1.13 Ηλεκτρονική ευθυγράμμιση.....	96
3.2 Ζυγοστάθμιση.....	99
3.2.1 Τι είναι λοιπόν πρακτικά η ζυγοστάθμιση και πως γίνεται;.....	100
3.2.2 Διαδικασία ζυγοστάθμισης.....	102
3.2.3 Χρειαζόμαστε ζυγοστάθμιση.....	102
3.2.4 Γιατί είναι σημαντική η ρύθμιση της ευθυγράμμισης;.....	103
3.2.5 Γιατί η ευθυγράμμιση απορυθμίζεται ;.....	103
4 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	105
4. Νέα συστήματα διεύθυνσης από τις αυτοκινητοβιομηχανίες.....	105
4.1 Τεχνολογία ADAS από τη Honda.....	105
4.1.1 Τι είναι το ACC.....	105
4.1.2 Τι είναι το LKAS.....	105
4.1.3 Οι περιορισμοί.....	106
4.2 Active Steering από την BMW.....	106
4.3 Σύστημα διεύθυνσης στο Lexus RX 400h.....	108
4.3.1 Λιγότερη ενέργεια.....	109
4.3.2 Δομή συστήματος.....	109
4.3.3 ECU.....	109
4.4 Σύστημα VDIM στο Lexus RX 400h.....	109
5 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	112
5 Φθορές – Βλάβες στο σύστημα διεύθυνσης που μπορεί να προκαλέσουν ατύχημα.....	112
5.1 Το τιμόνι με τον άξονα τιμονιού.....	112
5.2. Η αντλία υδραυλικού με το σύστημα σωληνώσεων.....	115
5.3. Η μπάρα (κρεμαγιέρα).....	118
5.3.1 Το σύστημα οδοντοτροχών (ατέρμων).....	118

5.4. Τα ακρόμπαρα	120
5.5 Πρόβλημα στην ζυγοστάθμιση των τροχών :	122
6 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	125
6 ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	125
6.1 Σύστημα διεύθυνσης με οδοντωτό κανόνα - πινιόν και υδραυλική υποβοήθηση της BMW – 3 Series (E36) – 318i έτους 1993-1994.	125
6.2 Φωτογραφικό Υλικό από το Σύστημα Διεύθυνσης	128
6.3 Στοιχεία από το Manual (Auto Data) του κατασκευαστή.	137
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (Ελληνική – Ξένα – Διαδίκτυο)	149
ΑΛΦΑΒΗΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ	150

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Όσο περνάνε τα χρόνια, η τεχνολογία εξελίσσεται και προοδεύει σε περισσότερες ανακαλύψεις και γνώσεις. Αυτή η πρόοδος τα τελευταία χρόνια κινείται με γρήγορους ρυθμούς και πολλές φορές γίνεται κρίσιμη για το μέλλον μας. Μια από τις σπουδαιότερες εφαρμογές της τεχνολογίας είναι το αυτοκίνητο που ξεκίνησε με την μορφή ενός κάρου που κινιόταν με άλογα και σήμερα έχουμε καταλήξει σε υπερσύγχρονα αυτοκίνητα. Το πρόβλημα όμως είναι ότι ζούμε πάνω σε ένα πλανήτη τον οποίο πρέπει να σεβόμαστε και να τον προσέχουμε. Στις μέρες μας το αυτοκίνητο είναι πλέον απαραίτητο, οι μεγάλες αποστάσεις των πόλεων, η ανάγκη του συγχρόνου ανθρώπου για ταξίδια, η έλλειψη δημόσιων συγκοινωνιών, έχουν δημιουργήσει την ανάγκη όλων να έχουν ένα μεταφορικό μέσο, είτε δίκυκλο είτε τετράτροχο, βέβαια οι περισσότεροι άνθρωποι σήμερα νιώθουν περισσότερη ασφάλεια σε ένα όχημα με τέσσερις τροχούς. Μπορεί βεβαίως ένα όχημα να μας εξυπηρετεί στις καθημερινές και μη ανάγκες των ανθρώπων αλλά πάνω από όλα οφείλει να είναι ασφαλές.

Στην παρούσα εργασία θα έχουμε την δυνατότητα μέσα από απλές και σύντομες περιγραφές να αντιληφτούμε την λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης των οχημάτων και πως αυτό συμβάλει στην οδική ασφάλεια μιας και είναι ένα από τα σημαντικότερα συστήματα για την ασφάλεια του ανθρώπου.

Το περιεχόμενο της αναπτύσσεται σε **έξι** κεφάλαια μαζί με το πρακτικό τμήμα της. Στο **πρώτο** κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά στα συστήματα διεύθυνσης των οχημάτων. Στο **δεύτερο** κεφάλαιο γίνεται πλήρης αναφορά στα υδραυλικά συστήματα διεύθυνσης καθώς και στην τετραδιεύθυνση. Στη συνέχεια στο **τρίτο** κεφάλαιο αναπτύσσεται το θέμα της ευθυγράμμισης και της ζυγοστάθμισης του οχήματος. Στο **τέταρτο** κεφάλαιο θα αναπτυχθούν ορισμένα νέα συστήματα διεύθυνσης από τις αυτοκινητοβιομηχανίες ενδεικτικά. Θα συνεχίσω με το **πέμπτο** κεφάλαιο όπου θα αναπτυχθούν οι φθορές και οι βλάβες στο σύστημα διεύθυνσης που μπορεί να προκαλέσουν ατύχημα και τέλος στο **έκτο** κεφάλαιο, στο πλαίσιο του Πρακτικού τμήματος της παρούσας εργασίας θα αναπτύξω και θα παρουσιάσω το σύστημα διεύθυνσης της BMW – 3 Series (E36) – 318i έτους 1993-1994 με οδοντωτό κανόνα - πινιόν και υδραυλική υποβοήθηση και το οποίο και θα συντηρηθεί προκειμένου να τοποθετηθεί στον εκθεσιακό χώρο των Εργαστηρίων της Σχολής για καθαρά Εκπαιδευτικό Σκοπό.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1 Συστήματα διεύθυνσης

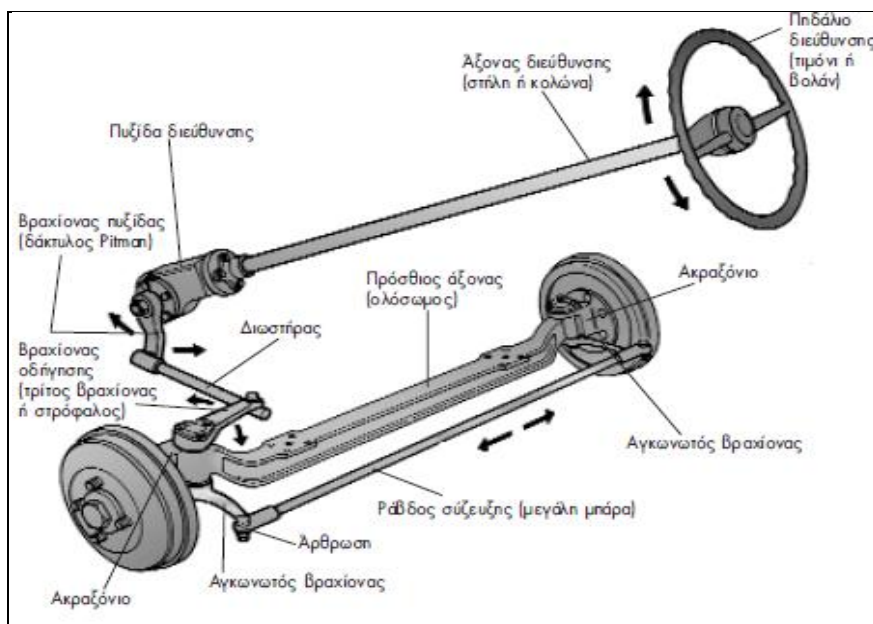
1.1 Γενικά

Το σύστημα διεύθυνσης είναι ένα συγκρότημα μηχανισμών, με το οποίο ο οδηγός κατευθύνει το αυτοκίνητο, όπου επιθυμεί, ανάλογα με τις συνθήκες που του παρουσιάζονται. Η ενέργεια αυτή γίνεται με δύναμη που καταβάλλεται από τον οδηγό για την περιστροφή του τιμονιού, με αποτέλεσμα, και με τη συνεργασία των υπολοίπων μερών του συστήματος, να πετυχαίνεται η αλλαγή προσανατολισμού κατεύθυνσης των πρόσθιων τροχών και, τελικά, η ίδια η πορεία του αυτοκινήτου.

1.1.α Κύρια μέρη συστήματος:

Ένα τυπικό σύστημα διεύθυνσης, το οποίο χρησιμοποιείται σε βαριά οχήματα (φορτηγά - λεωφορεία) που διαθέτουν ολόσωμο πρόσθιο άξονα, (Σχ.1.1) περιλαμβάνει:

- ❖ Το πηδάλιο (τιμόνι)
- ❖ Τον άξονα μεταφοράς της κίνησης στην πυξίδα (άξονας διεύθυνσης)
- ❖ Την πυξίδα διεύθυνσης (ενδιάμεσος μηχανισμός συστήματος)
- ❖ Την κινηματική αλυσίδα (βραχίονες - ράβδοι), που συνδέει την πυξίδα διεύθυνσης με τους πρόσθιους διευθυντήριους τροχούς.



Σχ.1.1: Σχηματική παράσταση τυπικού συστήματος διεύθυνσης με ολόσωμο άξονα.

1.2. Μέθοδοι διεύθυνσης

Ανάλογα με τη θέση των διεθυντήριων τροχών, τα συστήματα διεύθυνσης διακρίνονται σε:

- a. Συστήματα διεύθυνσης με διεθυντήριους τροχούς τους πρόσθιους
- b. Συστήματα διεύθυνσης με διεθυντήριους τροχούς τους οπίσθιους, συστήματα όμως, με περιορισμένη εφαρμογή και χρήση σε ειδικό μόνον οχήματα (π.χ. Κλαρκ).
- c. Συστήματα διεύθυνσης με διεθυντήριους και τους τέσσερις τροχούς, τα οποία έχουν αρχίσει ήδη να εφαρμόζονται, προοδευτικό, σε ορισμένα επιβατικό αυτοκίνητα.

Ανάλογα με την προέλευση της δύναμης που καταβάλλεται για την περιστροφή του τιμονιού, τα διάφορα είδη συστημάτων διεύθυνσης διακρίνονται σε:

- a. **Χειροκίνητα συστήματα διεύθυνσης.** Εδώ, η δύναμη (ροπή στρέψης-ενέργεια) για την κίνηση της κατεύθυνσης των πρόσθιων τροχών προέρχεται από τη δύναμη που καταβάλλει ο οδηγός, αφού πολλαπλασιαστεί με μηχανικό τρόπο από τον ενδιάμεσο μηχανισμό του συστήματος (πυξίδα διεύθυνσης ή κρεμαγιέρα).
- b. **Συστήματα διεύθυνσης με υποβοήθηση.** Στην περίπτωση αυτή, εκτός από τη δύναμη-ενέργεια που καταβάλλει ο οδηγός, συμμετέχει (βοηθό) και πρόσθετη δύναμη (ενέργεια), που μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρική, υδραυλική, πνευματική ή συνδυασμός των παραπάνω.
- c. **Συστήματα διεύθυνσης με ανεξάρτητη ενέργεια.** Στα συγκεκριμένα συστήματα, η δύναμη (ενέργεια) καταβάλλεται από ξένη ανεξάρτητη πηγή και μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρική, υδραυλική πνευματική ή και συνδυασμός αυτών.
- d. **Συστήματα διεύθυνσης για ρυμουλκούμενο όχημα.** Εδώ, η δύναμη (ενέργεια) για την αλλαγή κατεύθυνσης των τροχών καταβάλλεται από την έλξη του ρυμουλκού οχήματος.

1.3. Μηχανισμοί διεύθυνσης

Περιγραφή συστήματος με πρόσθιο ολόσωμο άξονα

Στο Σχ. 1.1 φαίνεται, παραστατικό, η διάταξη των κομματιών που συνθέτουν το σύνολο ενός συστήματος διεύθυνσης με ολόσωμο πρόσθιο άξονα, που χρησιμοποιείται, σήμερα, σε βαριά οχήματα.

Έτσι:

- ✓ Το πηδάλιο (τιμόνι ή βολάν) είναι ένας τροχός επενδυμένος, συνήθως, με πλαστικό ή ελαστικό υλικό. Το πηδάλιο αυτό χειρίζεται ο οδηγός για να κατευθύνει το όχημα προς τα δεξιό (εάν το περιστρέψει δεξιόστροφα, σύμφωνα δηλαδή με την κίνηση των δεικτών του ρολογιού), ή προς τα αριστερό (εάν το περιστρέψει αριστερόστροφα).
- ✓ Το τιμόνι συνδέεται στον άξονα διεύθυνσης με πολύσφηνο και περικόχλιο. Ο άξονας διεύθυνσης (στήλη ή κολώνα διεύθυνσης), είτε είναι ολόσωμος και συμπαγής (**Σχ.1.1**), είτε, σε άλλες περιπτώσεις, παρουσιάζεται σπαστός για λόγους ασφάλειας του οδηγού σε περίπτωση σύγκρουσης του οχήματος (**Σχ.1.16**).
- ✓ Στο κάτω άκρο του άξονα διεύθυνσης που, ως σημειωθεί, βρίσκεται μέσα στο κιβώτιο του συγκροτήματος της πυξίδας διεύθυνσης, είναι προσαρμοσμένος ένας ατέρμονας κοχλίας (**Σχ.1.2**), στον οποίο, κατά κανόνα, εμπλέκεται ένας τομέας οδοντωτού τροχού. Στον άξονα του οδοντωτού αυτού τομέα είναι προσαρμοσμένος ο βραχίονας της πυξίδας ("δάκτυλος" ή "βραχίονας Pitman").
- ✓ Η πυξίδα διεύθυνσης έχει σκοπό να μειώνει τον αριθμό των στροφών που διαγράφει ("παίρνει") το τιμόνι και να μεταδίδει τμήμα μόνον της στροφής στην έξοδό της, ενώ, ταυτόχρονα, έχει την ικανότητα να πολλαπλασιάζει τη ροπή στρέψης που εφαρμόζει με τα χέρια του ο οδηγός στο τιμόνι, ώστε να παράγεται τέτοια τελική ροπή που εύκολα μπορεί να στρίψει τους διευθυντήριους τροχούς.

Έτσι, η περιστροφή του τιμονιού μετατρέπεται σε κίνηση του βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλου). Ο δάκτυλος (**βλ. και Σχ.1.1**) συνδέεται με τον διωστήρα (μικρή μπάρα), που είναι ένας βραχίονας έλξης-ώθησης, ενώ το άλλο άκρο του διωστήρα συνδέεται με τον βραχίονα οδήγησης (τρίτο βραχίονα ή στρόφαλο). Ο στρόφαλος, εδώ, είναι συναρμολογημένος με το αριστερό ακραξόνιο, πάνω στο οποίο είναι προσαρμοσμένο το συγκρότημα του αριστερού τροχού.

Στη συνέχεια, η κίνηση μεταφέρεται από το κάτω μέρος του αριστερού ακραξονίου, που έχει ενσωματωμένο, συνήθως, τον αριστερό αγκωνωτό βραχίονα, γνωστό και ως αγκωνωτό βραχίονα διεύθυνσης τροχού. Ο αριστερός αυτός αγκωνωτός βραχίονας συνδέεται, μέσω άρθρωσης, με το αριστερό άκρο της ράβδου σύζευξης (μπάρας ή μεγάλης μπάρας) και η κίνηση μεταφέρεται από το δεξιό άκρο της ράβδου σύζευξης στον δεξιό

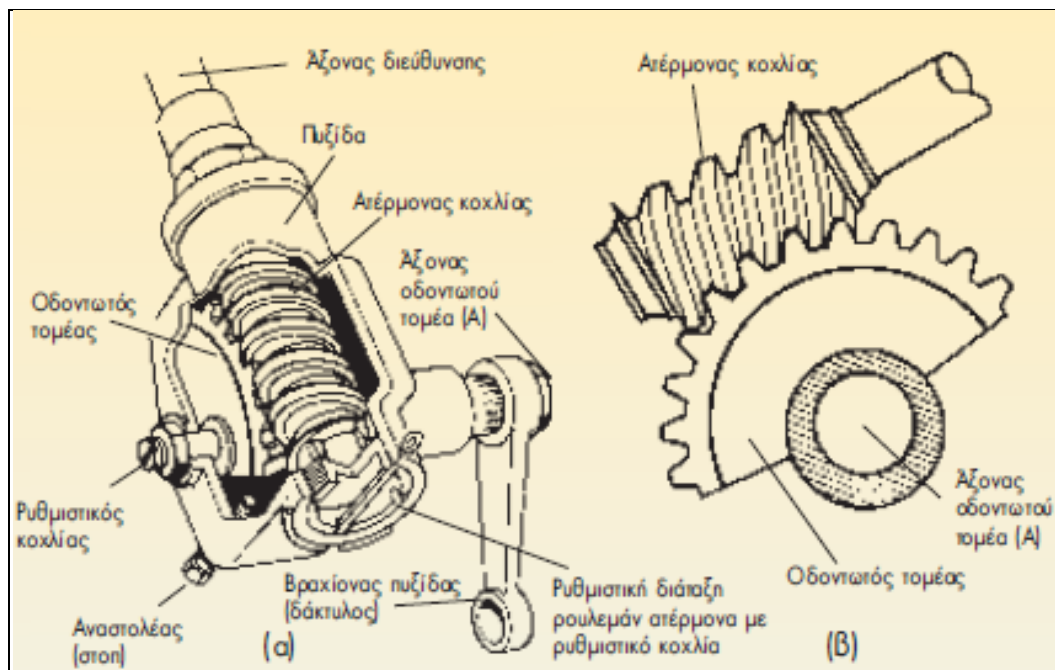
αγκωνωτό βραχίονα, ο οποίος είναι ενσωματωμένος στο δεξιό ακραξόνιο, πάνω στο οποίο είναι προσαρμοσμένο το συγκρότημα του δεξιού τροχού.

Έτσι, με τον τρόπο αυτό στρέφονται, ταυτόχρονα, ο αριστερός και ο δεξιός πρόσθιος τροχός, στις κατάλληλες, όμως, γωνίες κάθε φορά, έτσι ώστε, μέσω των αρθρώσεων του τετραπλεύρου του Άκερμαν (Ackerman) - όπως θα δούμε παρακάτω - όταν το αυτοκίνητο κινείται σε καμπύλη τροχιά (στροφή), οι πρόσθιοι διευθυντήριοι τροχοί να κυλίνουν στο κατάστρωμα του δρόμου, χωρίς να ολισθαίνουν.

Είδη μηχανισμών διεύθυνσης

1. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τομέα. (Σχ.1.2)

Ο ατέρμονας κοχλίας, ο οποίος εδράζεται στο κιβώτιο της πυξίδας, μέσω δύο κωνικών ή αξονικών ρουλεμάν, συνεργάζεται με οδοντωτό τομέα, που είναι τμήμα οδοντωτού τροχού. Ο άξονας-φορέας του οδοντωτού τομέα βγαίνει έξω από το κιβώτιο της πυξίδας και με "αρσενικό" πολύσφηνο που διαθέτει, συνδέεται με τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο). Έτσι, περιστρεφόμενος ο ατέρμονας κοχλίας από το τιμόνι, μετακινεί τον οδοντωτό τομέα και εκείνος με τη σειρά του στρέφει τον άξονα του τομέα, πάνω στον οποίο είναι προσαρμοσμένος ο βραχίονας της πυξίδας (δάκτυλος).



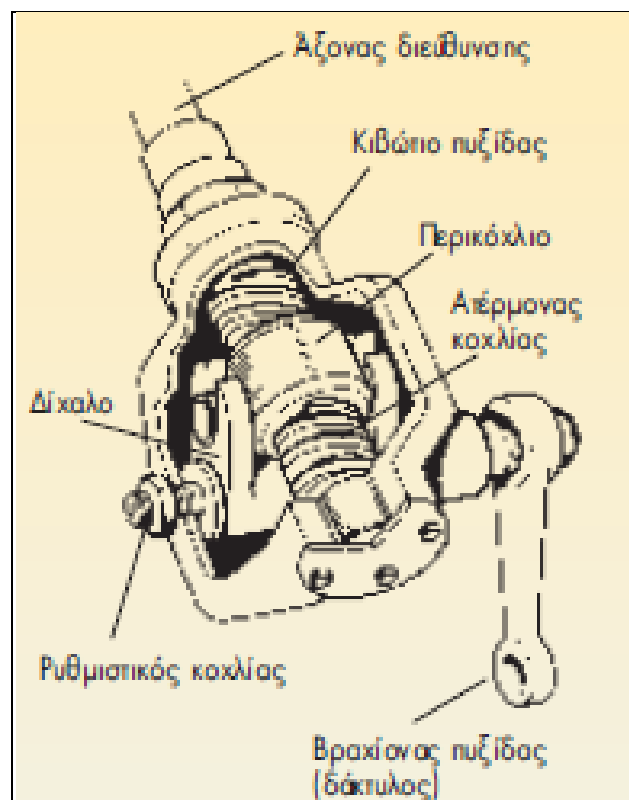
Σχ.1.2: Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τομέα.

Θα πρέπει να αναφερθεί εδώ, ότι ρυθμίζεται η προένταση (προφόρτωση) των δύο κωνικών, συνήθως, ρουλεμάν του ατέρμονα με ειδική ρυθμιστική διάταξη, με παρεμβολή, δηλαδή, παχυμετρικών ελασμάτων ή με ρυθμιστικό κοχλία. Επίσης, τέτοια διάταξη με ρυθμιστικό κοχλία υπάρχει και για τη ρύθμιση της θέσης του οδοντωτού τομέα, με σκοπό τη σωστή συνεργασία του με τον ατέρμονα κοχλία.

Ο όλος μηχανισμός, που φιλοξενείται στο στεγανό κιβώτιο της πυξίδας, λιπαίνεται με ειδικό λιπαντικό λάδι (βαλβολίνη).

2.Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία κίνησης και περικόχλιο. (Σχ.1.3)

Εδώ, τον ειδικό κοχλία κίνησης (ατέρμονα) "αγκαλιάζει" ένα περικόχλιο, το οποίο, εξωτερικά και αντιδιαμετρικά, έχει δύο πείρους με τους οποίους συνεργάζονται, αντίστοιχα, δύο δίχαλα, που είναι ενσωματωμένα στον άξονα που συνεργάζεται με τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο).



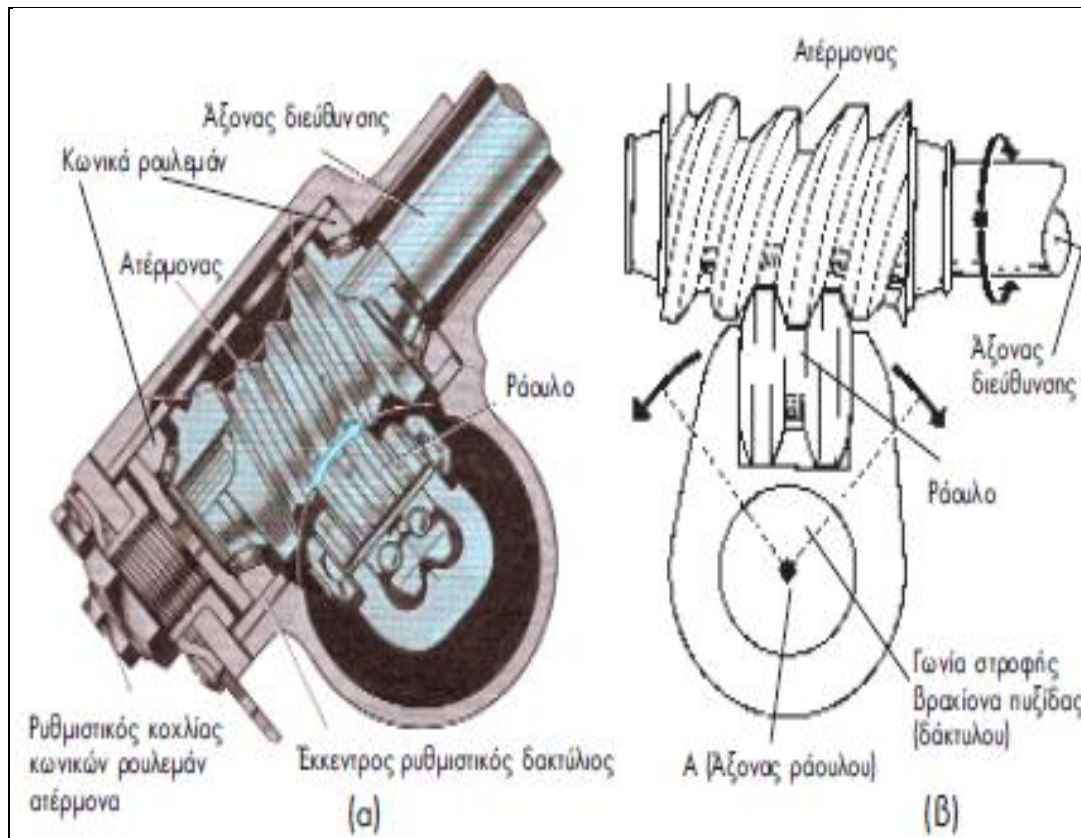
Σχ.1.3: Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία κίνησης και περικόχλιο.

Και εδώ υπάρχουν ρυθμιστικές διατάξεις των κωνικών ή αξονικών ρουλεμάν του ατέρμονα κοχλία κίνησης αφενός, και της θέσης των διχάλων, αφετέρου.

3. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ράουλο. (Σχ.1.4)

Στην περίπτωση αυτή, το ράουλο παίζει το ρόλο του οδοντωτού τομέα, στην προέκταση του οποίου (ράουλου) υπάρχει ο γνωστός άξονας με το αρσενικό πολύσφηνο και επάνω του ο βραχίονας της πυξίδας (δάκτυλος).

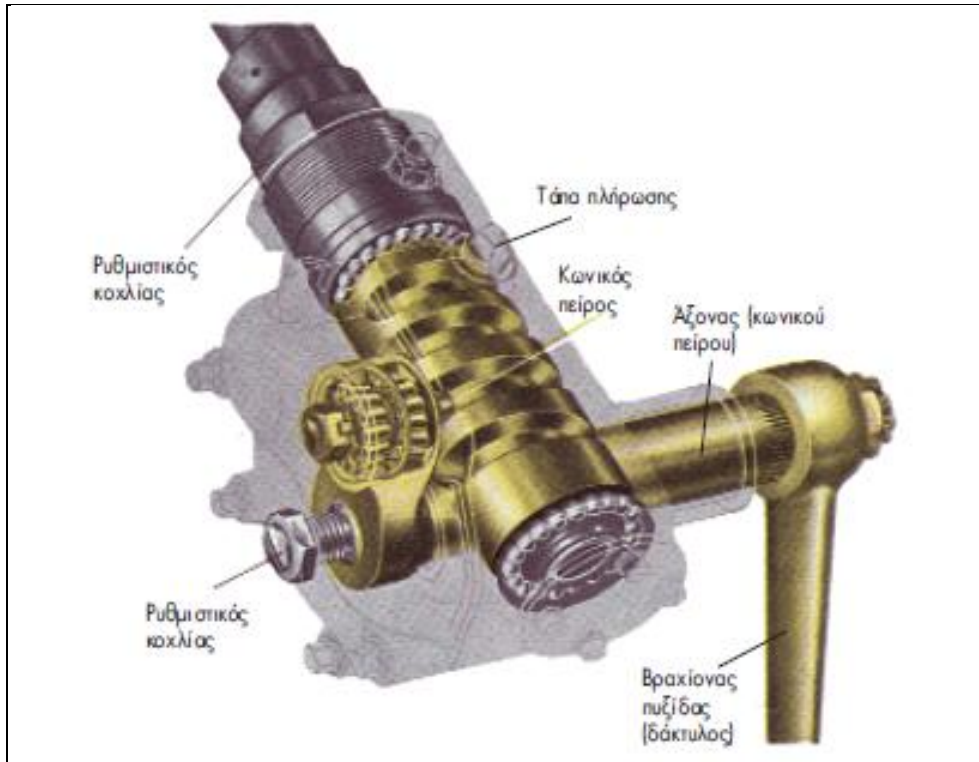
Και εδώ, επίσης, υπάρχουν ρυθμιστικές διατάξεις, είτε από παχυμετρικά ελάσματα, είτε από ρυθμιστικό κοχλία, για τη ρύθμιση της προέντασης των κωνικών ή αξονικών ρουλεμάν του ατέρμονα, καθώς και άλλη ρυθμιστική διάταξη από κοχλία, για τη ρύθμιση της θέσης του ράουλου, όσον αφορά τη σωστή εμπλοκή του με τον ατέρμονα.



Σχ. 1.4: Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ράουλο.

4. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και πείρο. (Σχ.1.5)

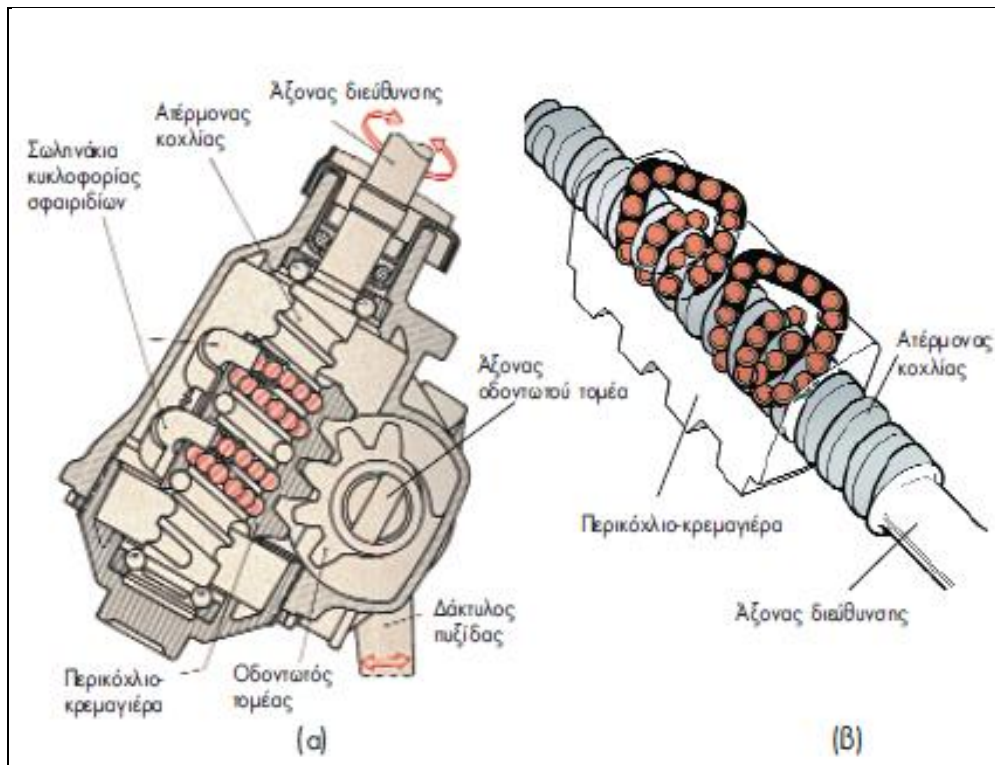
Εδώ, αντί οδοντωτού τομέα στις τραπεζοειδείς αυλακώσεις του ατέρμονα, εισχωρούν, ανάλογα με την κατασκευή, ένας ή δύο σκληροί χαλύβδινοι κωνικοί πείροι. Έτσι, το σώμα των πείρων μαζί με τον άξονα στρέφουν τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο).



Σχ. 1.5: Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και πείρο.

5. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ανακυκλούμενα σφαιρίδια [Σχ.1.6(α)].

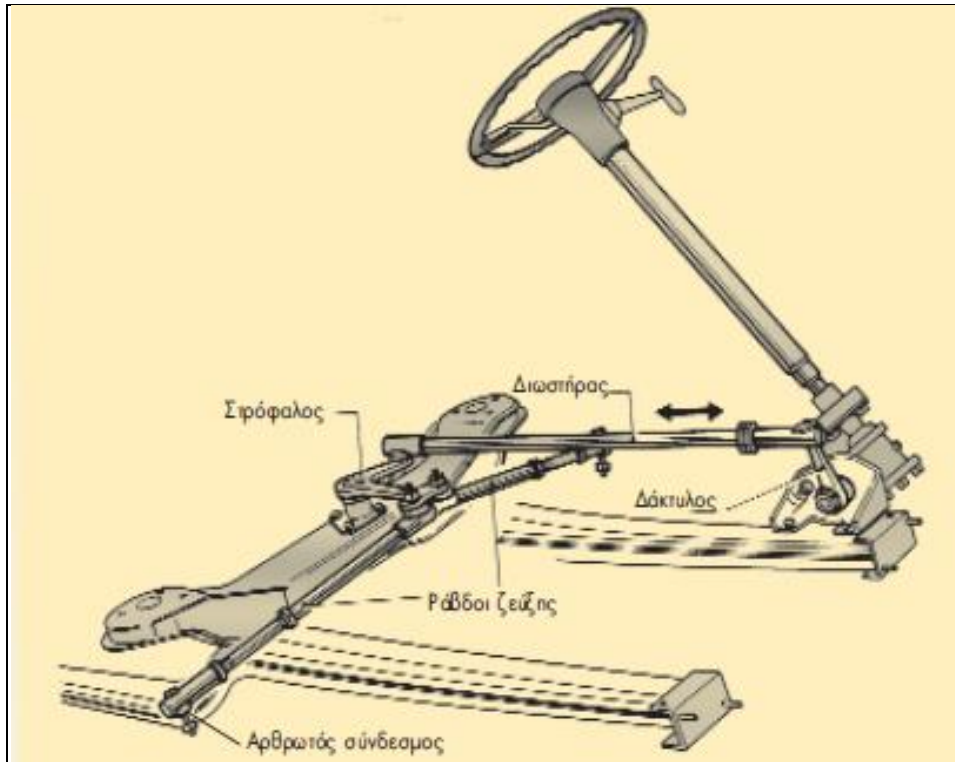
Στην περίπτωση αυτή, έχουμε ειδικής κατασκευής ατέρμονα κοχλία, με κατατομή (προφίλ) ημικυκλικής μορφής. Τον συγκεκριμένο αυτόν ατέρμονα "αγκαλιάζει" ένα ειδικό περικόχλιο, το σπείρωμα του οποίου, εσωτερικά, έχει ημικυκλική μορφή όμοια με εκείνη του ατέρμονα. Έτσι, μεταξύ ατέρμονα και ειδικού περικόχλιου δημιουργούνται, πλέον, αυλοί, όπου παρεμβάλλονται δύο, συνήθως, σύνολα ανακυκλούμενων χαλύβδινων σφαιριδίων με διάμετρο αντίστοιχη της διαμέτρου των αυλών [Σχ.1.6(β)]. Η όλη κατασκευή προσφέρει σημαντική ελάττωση της αντίστασης τριβής μεταξύ ατέρμονα κοχλία και ειδικού περικόχλιου, με άμεσο επακόλουθο τη μεγάλη ευκολία περιστροφής του τιμονιού από τον οδηγό. Το ειδικό αυτό περικόχλιο, εξωτερικά, είναι διαμορφωμένο από τη μία πλευρά του σε οδοντωτό κανόνα (κρεμαγιέρα), για την εμπλοκή του με τον οδοντωτό τομέα της πυξίδας. Έτσι, προκύπτει η μετατροπή της ευθύγραμμης κίνησης του περικόχλιου, - και κατ' επέκταση και του οδοντωτού κανόνα του (κρεμαγιέρας) - σε περιστροφή, πλέον, του οδοντωτού τομέα, ο οποίος μέσω του άξονά του στρέφει τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο).



Σχ.1.6: Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ανακυκλούμενα σφαιρίδια.

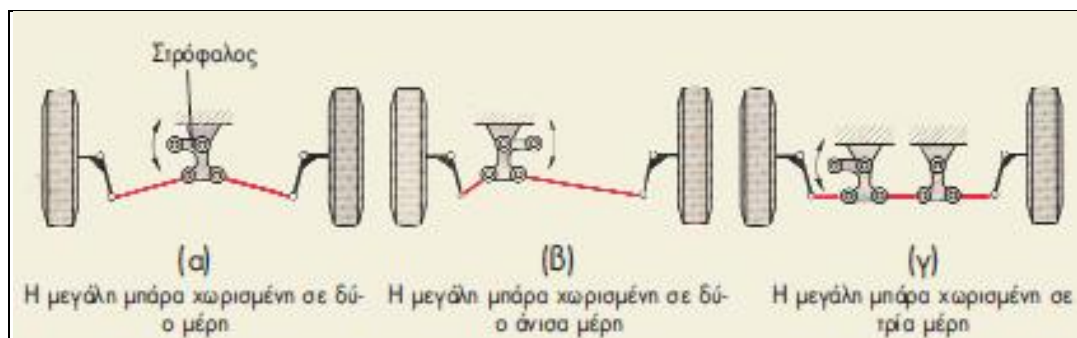
Κινηματική αλυσίδα σε πρόσθια ανεξάρτητη ανάρτηση

Όπως είπαμε παραπάνω, μόνο στα βαριά οχήματα υπάρχει ολόσωμος πρόσθιος άξονας. Στην περίπτωση, μάλιστα, που χρησιμοποιείται ανεξάρτητη ανάρτηση, οπότε οι δύο πρόσθιοι τροχοί να κινηθούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο και σε αντίθετες κατευθύνσεις, τότε τα ακραξόνια των τροχών στηρίζονται στο πλαίσιο ή στο αυτοφερόμενο αμάξωμα με αρθρωτούς βραχίονες, δηλαδή με ψαλίδια ή άλλη διάταξη. Στην περίπτωση, όμως, που χρησιμοποιείται η γνωστή πυξίδα διεύθυνσης, τότε η κίνηση από τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο) (Σχ.1.7) μεταφέρεται στον διωστήρα και, μέσω του στροφάλου, σε δύο ράβδους ζεύξης (μπάρες) δεξιά- αριστερά, οι οποίες συνδέονται με το στρόφαλο με αρθρωτούς συνδέσμους και καταλήγουν, μέσω άλλων αρθρωτών συνδέσμων, στους αγκωνωτούς βραχίονες των τροχών, οι οποίοι όμως δεν φαίνονται στο συγκεκριμένο σχήμα. Ο κάθε αγκωνωτός βραχίονας του τροχού στρέφει, τελικά, το ακραξόνιο, επάνω στο οποίο στηρίζεται ο τροχός.



Σχ. 1.7: Σύστημα διεύθυνσης με πυξίδα διεύθυνσης σε αυτοκίνητο με ανεξάρτητη ανάρτηση.

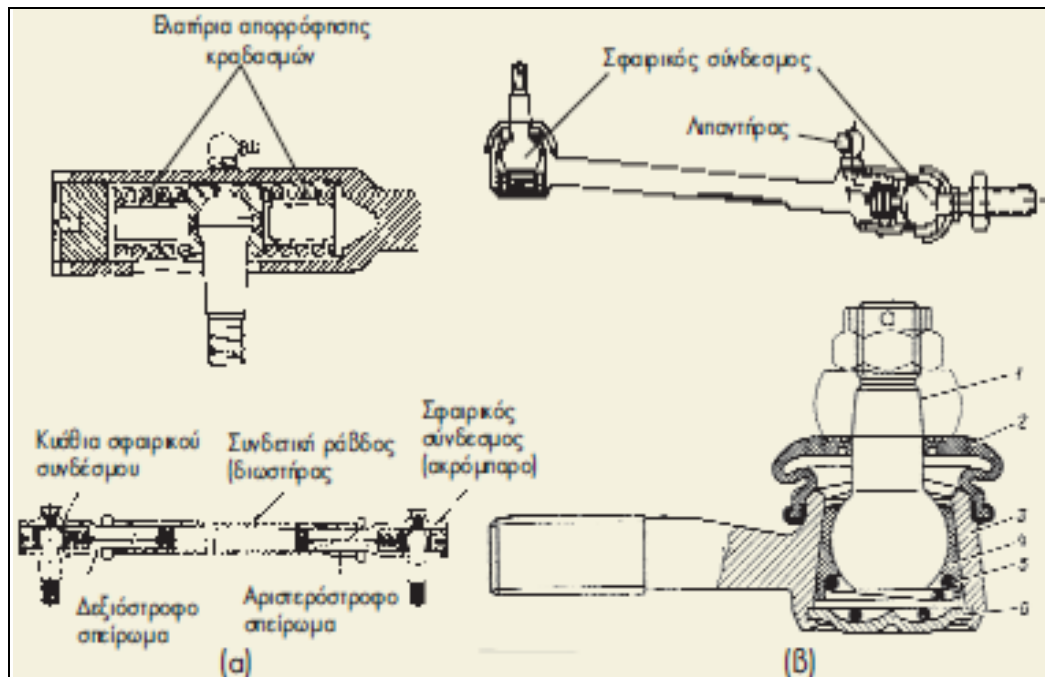
Πάντως, η κινηματική αλυσίδα μετάδοσης της κίνησης από τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο) μέχρι τους αγκωνωτούς βραχίονες των τροχών οι οποίοι και στρέφουν, τελικά, τους τροχούς - έχει ποικιλία μορφών. Ειδικότερα, η ράβδος ζεύξης (μπάρα) (Σχ.1.8), λόγω της εγκάρσιας θέσης που παίρνει στο όχημα, υφίσταται καταπονήσεις όταν είναι ενιαία. Έτσι, μπορεί να χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη (α), σε δύο άνισα μέρη (β), ή ακόμη και σε τρία μέρη (γ), ανάλογα και με τον τύπο της ανάρτησης που χρησιμοποιεί το όχημα.



Σχ. 1.8: Διάφορες μορφές ράβδου ζεύξης συστημάτων διεύθυνσης.

Γενικά, οι ράβδοι ζεύξης και ο διωστήρας [(Σχ.1.9(α))] έχουν ρυθμιζόμενο μήκος και συνδέονται στους αντίστοιχους βραχίονες με σφαιρικούς συνδέσμους [(Σχ.1.9(β))] οι οποίοι επιτρέπουν γωνιακές αλλαγές προς όλες τις κατευθύνσεις για να εξασφαλίζεται, έτσι, η απαραίτητη ευκαμψία του

συστήματος. Θα πρέπει να επισημάνουμε εδώ, ότι το σύστημα διεύθυνσης πέρα από το βασικό προορισμό της διεύθυνσης του οχήματος, έχει να αντιμετωπίσει και τους κραδασμούς από τις ανωμαλίες του δρόμου.

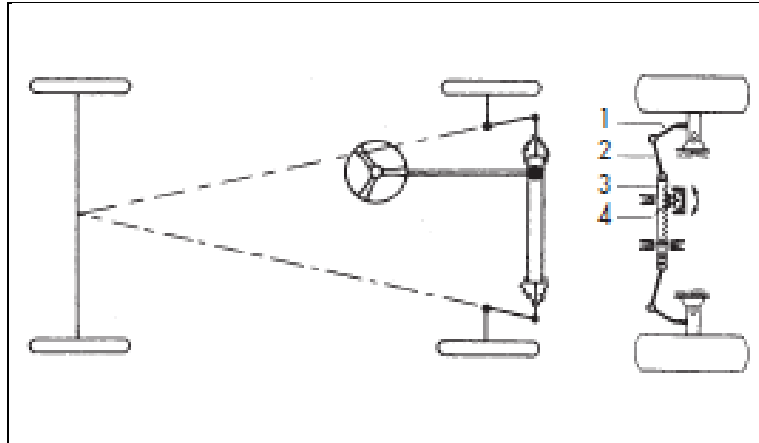


Σχ. 1.9: Συνδετικοί ράβδοι και σφαιρικοί σύνδεσμοι: (α) Συνδετική ράβδος, (β) Σφαιρικός σύνδεσμος (ακρόμπαρο): 1. Κωνικό τμήμα σφαιρικού συνδέσμου, 2. Προστατευτικό ελαστικό κάλυμμα, 3.Σώμα ακρόμπαρου,4.Πλαστική έδρα σφαιράς, 5. Ελατήριο, 6. Τάπα.

Ο διωστήρας π.χ., είναι έτσι κατασκευασμένος, ώστε τα άκρα του να διαθέτουν διατάξεις με παρεμβολή ελατηρίων, που θα παρέχουν τη δυνατότητα απορρόφησης των κραδασμών, οπότε αυτοί δεν θα φθάνουν στο τιμόνι, γεγονός που θα έχει ευεργετικές συνέπειες τόσο στην άνεση του οδηγού, όσο και στην μη καταπόνηση της όλης διάταξης.

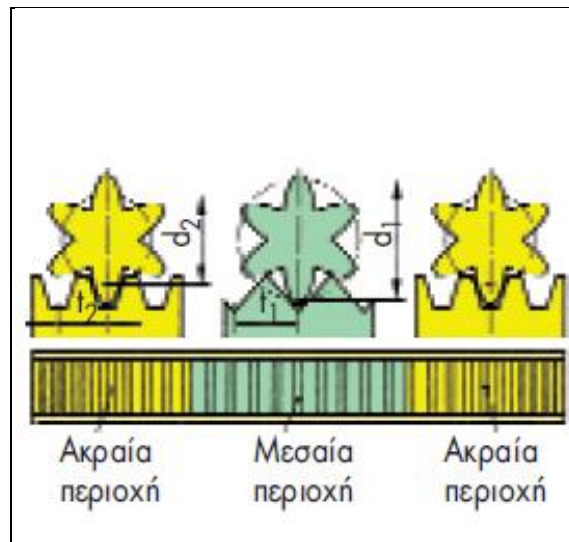
6.Μηχανισμός διεύθυνσης με οδοντωτό τροχό και οδοντωτό κανόνα (κρεμαγιέρα)

Η διάταξη αυτή χρησιμοποιήθηκε, αρχικά, σε μικρά επιβατικά αυτοκίνητα με μπροστινή κίνηση, ενώ τελευταία χρησιμοποιείται, σχεδόν, σε όλα τα επιβατικά μικρά αυτοκίνητα, ανεξάρτητα από την μορφή της κίνησής τους (εμπρός ή πίσω), αφού προσφέρει ένα αμεσότερο τρόπο μετάδοσης της κίνησης από το τιμόνι στους τροχούς, λόγω της απλής σχετικά κατασκευής της αλλά και της ακρίβειας που παρέχει στη διεύθυνση του αυτοκινήτου. Στο **Σχ.1.10** φαίνεται μία σχηματική παράσταση ενός τέτοιου συστήματος διεύθυνσης με κρεμαγιέρα.



Σχ. 1.10: Άμεση μετάδοση κίνησης από το τιμόνι στους τροχούς με κρεμαγιέρα.(1.Αγκωνωτός βραχίονας οδήγησης, 2. Ημίμπαραο, 3.Οδοντωτός κανόνας, 4.Πινιόν.

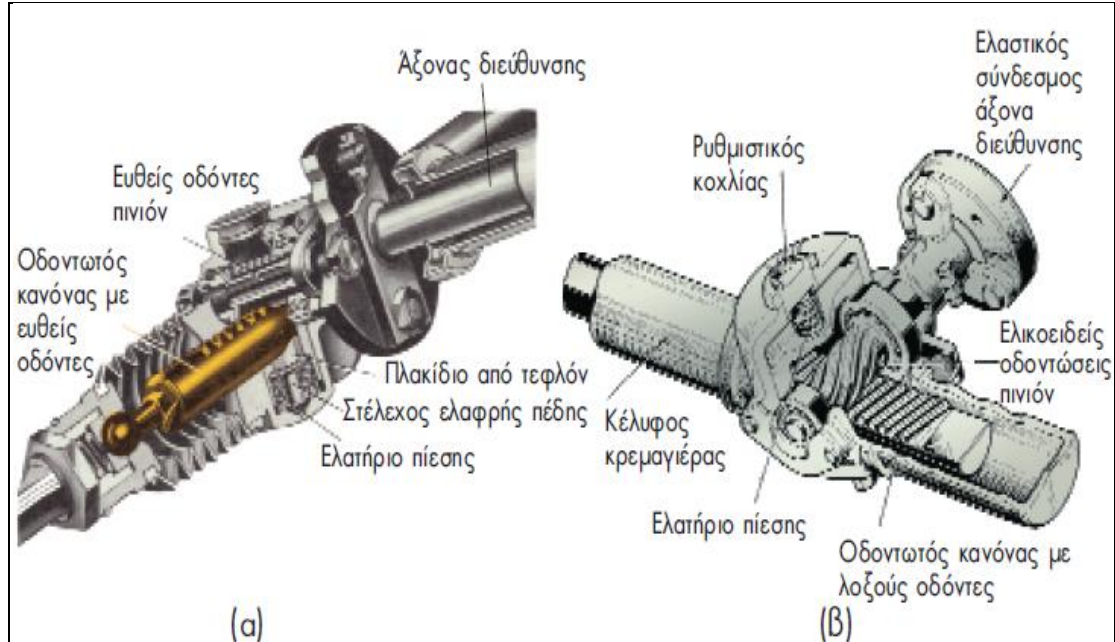
Επίσης, στο **Σχ.1.12** παρουσιάζεται μια κρεμαγιέρα, όπου η κίνηση από τον άξονα διεύθυνσης καταλήγει σε ένα τροχό με ευθείς ή ελικοειδείς οδόντες (πινιόν). Αυτό το τελευταίο (πινιόν) εμπλέκεται στη συνέχεια με έναν οδοντωτό κανόνα, ο οποίος μπορεί να διαθέτει ευθείς ή ελικοειδείς οδόντες, αντίστοιχα. Το βήμα του οδοντωτού κανόνα είναι δυνατόν να διαφοροποιηθεί (**Σχ.1.11**) και να γίνει μεγαλύτερο στις μεσαίες περιοχές του κανόνα από ό,τι στα άκρα.



Σχ.1.11: Οδοντωτός κανόνας κρεμαγιέρας με διαφοροποιημένο βήμα στο μέσον και στα άκρα του.

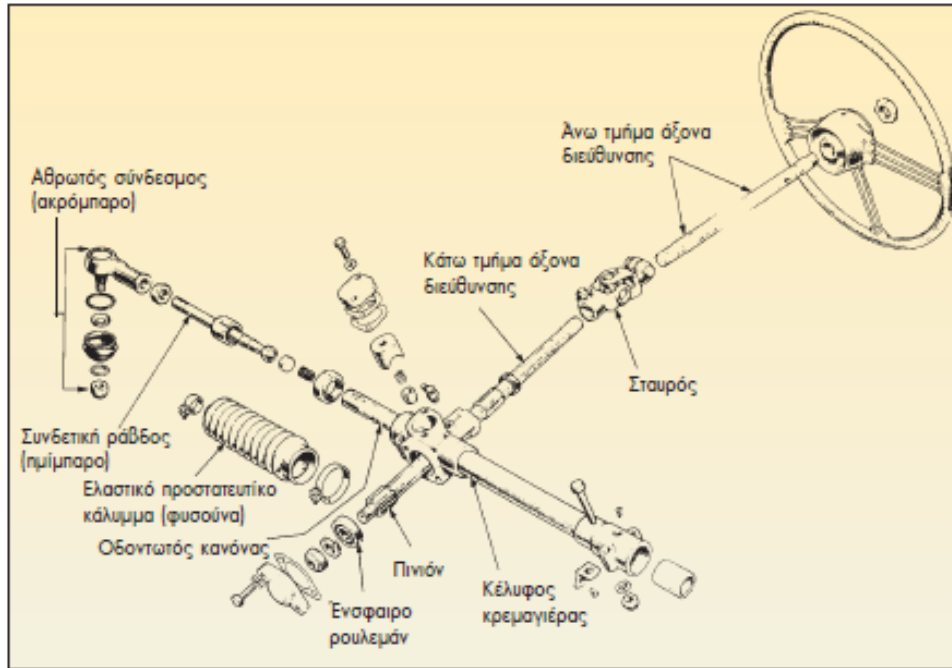
Έτσι, στην περιοχή μικρών αποκλίσεων των τροχών επενεργεί αμεσότερα, ενώ, ταυτόχρονα, σε μεγάλες αποκλίσεις - κατά τη διαδικασία λ.χ. του παρκαρίσματος - παρέχει, λόγω του μικρότερου βήματος, μικρότερη καταβολή δύναμης εκ μέρους του οδηγού. Ο οδοντωτός κανόνας συνδέεται με

συνδετικές ράβδους (ημίμπαρα), όπου στα άκρα τους υπάρχουν τα ακρόμπαρα, τα οποία διαθέτουν αρθρωτούς συνδέσμους για τη σύνδεσή τους με τους αγκωνωτούς βραχίονες των τροχών.



Σχ.1.12: Σύστημα κρεμαγιέρας με ατέρμονα κοχλία (πινιόν): (α) με ευθείς και (β) ελικοειδείς οδόντες.

Στο **Σχ.1.13** φαίνεται το όλο σύστημα της κρεμαγιέρας μέχρι τα ακρόμπαρα. Τα ακρόμπαρα των ημιμπάρων συνδέονται, δεξιά και αριστερά, με τους αγκωνωτούς βραχίονες των ακραζονίων.



Σχ.1.13: Τυπική γενική διάταξη κρεμαγιέρας.

1.4 Σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η κίνηση από το τιμόνι μέχρι τον άξονα (Α) του οδοντωτού τομέα (Σχ.1.2) ή του άξονα (Α) του ράουλου (Σχ.1.14) με μηχανισμό πυξίδας και στη συνέχεια με κατάλληλη μετάδοση μέσω μοχλών και αρθρώσεων της κινηματικής αλυσίδας, υποβιβάζεται σε στροφές, υποπολλαπλασιάζεται δηλαδή, με συνολική σχέση μετάδοσης στα μεν μικρά επιβατικά από 1/10 έως 1/20, στα δε βαριά οχήματα από 1/25 μέχρι 1/40. Αυτό, βέβαια, έχει το πλεονέκτημα ότι ο οδηγός εφαρμόζει μικρή δύναμη στο τιμόνι, ενώ η δύναμη που στρέφει τον τροχό είναι μεγάλη. Ο οδηγός, δηλαδή, με μικρή δύναμη περιστροφής του τιμονιού και με αντίστοιχη μικρή ροπή περιστροφής του άξονα περιστροφής (Α) του οδοντωτού τομέα ή του ράουλου. Στη συνέχεια, μέσω της κινηματικής αλυσίδας (δάκτυλος - διωστήρας - στρόφαλος) (Σχ.1.14) η κίνηση φθάνει στο ακραξόνιο Γ, το οποίο μετακινείται, εκτελώντας τμήμα στροφής γύρω από τον πείρο Δ. Η συνολική σχέση μετάδοσης 1/25 έως 1/40 που αναφέρθηκε παραπάνω, πετυχαίνεται, κατά ένα μέρος, από την πυξίδα και, κατά το υπόλοιπο, από την κινηματική αλυσίδα, δηλαδή, από τη σχέση μηκών και αντίστοιχων διαδρομών των κινητηρίων και κινούμενων μοχλών. Παρόλα αυτά, όταν πρόκειται για όχημα βαρύ και κινούμενο με μικρές ταχύτητες, ή όχημα που κάνει επιτόπιους ελιγμούς, και γενικά για αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν φαρδιά ελαστικά ή ελαστικά με πίεση μικρότερη από την κανονική, η δύναμη που πρέπει να

Η υδραυλική υποβοήθηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε σύστημα με πυξίδα διεύθυνσης, όσο και σε αντίστοιχο με κρεμαγιέρα. Κατά γενικό κανόνα, ένα σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση, όπως αυτό του Σχ.1.14, που παρουσιάζει παραστατικά υδραυλική υποβοήθηση του συστήματος διεύθυνσης με πυξίδα, αποτελείται από :

- ✓ Μία δεξαμενή τροφοδοσίας τοποθετημένη, συνήθως, στο χώρο του κινητήρα.
- ✓ Μία, συνήθως πτερυγιοφόρο υδραυλική αντλία υψηλής πίεσης που παίρνει κίνηση από τον κινητήρα Μία ελεγκτική βαλβίδα διανομής λαδιού.
- ✓ Ένα κύλινδρο χειρισμών διπλής ενέργειας και ένα έμβολο που κινείται μέσα στον κύλινδρο. Το έμβολο συνδέεται με βάκτρο, το οποίο με τη σειρά του συνδέεται με τον διωστήρα, για την παραπέρα μετάδοση της κίνησης στο σύστημα διεύθυνσης.
- ✓ Μία σειρά σωληνώσεων για τις κατάλληλες συνδέσεις.

Πιο αναλυτικά, η ελεγκτική βαλβίδα διανομής είναι συνδεδεμένη στην προέκταση του άξονα του τιμονιού. Στην περίπτωση αυτή, φαίνεται να παίρνει κίνηση η συγκεκριμένη βαλβίδα από τον ατέρμονα κοχλία, μέσω ειδικού κοχλία (Κ), που συνεργάζεται με τον ατέρμονα και ανάλογα με τη θέση που έχει "ο σύρτης" του συστήματος διανομής της βαλβίδας, στέλνεται λάδι με πίεση στον κύλινδρο χειρισμών διπλής ενέργειας και στην κατάλληλη, κάθε φορά, πλευρά του εμβόλου. Έτσι, το έμβολο και, κατ' επέκταση, το βάκτρο του μπορεί να κινηθεί προς την αντίστοιχη, κάθε φορά, κατεύθυνση. Το **Σχ. 1.14** παρουσιάζει το σύστημα με τους εμπρόσθιους τροχούς σε ευθεία πορεία του αυτοκινήτου, οπότε το λάδι που καταθλίβει η αντλία, δεν περνά από το σύρτη της ελεγκτικής βαλβίδας διανομής, αλλά πιέζει την ανακουφιστική βαλβίδα της αντλίας και επιστρέφει πάλι στη δεξαμενή λαδιού. Η βαλβίδα αυτή, σε κάθε περίπτωση, διατηρεί την πίεση στο σύστημα σε μία μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή.

Επισημαίνεται, επίσης, ότι το βάκτρο του εμβόλου συνδέεται με τον διωστήρα του συστήματος οδήγησης σε όχημα με πρόσθιο ολόσωμο άξονα, όπου ο διωστήρας, στη συνέχεια, συνδέεται με τον στρόφαλο για να φθάσει, τελικά, η κίνηση στους τροχούς.

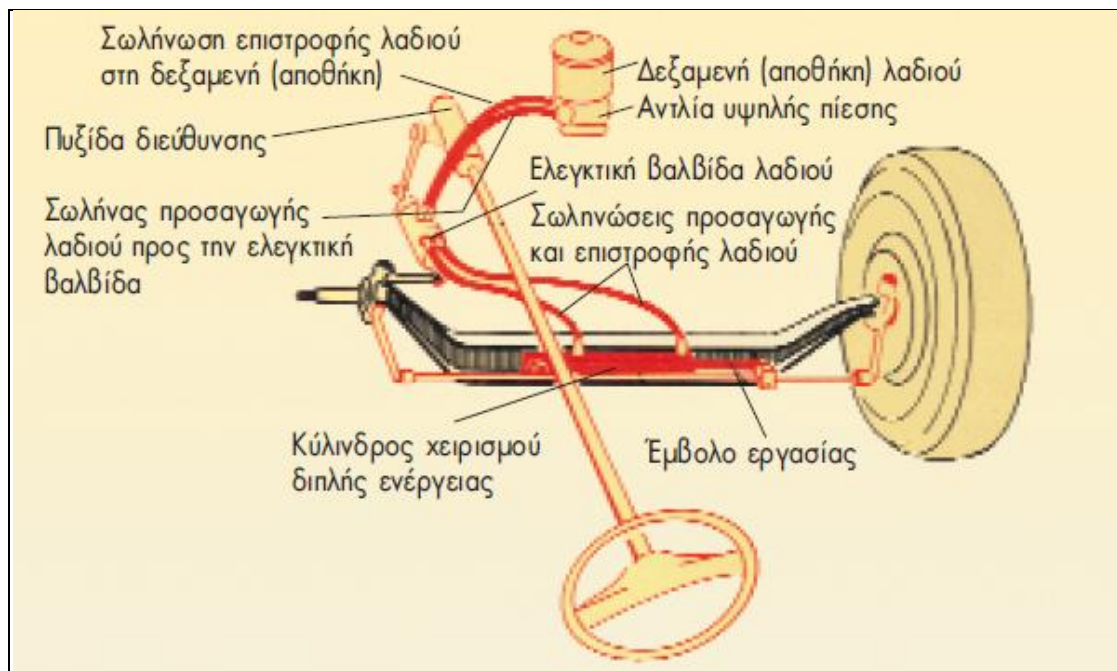
Συγκεκριμένα, εάν το τιμόνι και, ως εκ τούτου, και ο άξονας διεύθυνσής του (κολώνα), περιστραφούν δεξιόστροφα από τη θέση του οδηγού, ο σύρτης της ελεγκτικής βαλβίδας έλκεται προς το μέρος της πυξίδας, μέσω του κοχλία κίνησής του (Κ). Τότε, το λάδι από την αντλία καταθλίβεται στο χώρο της ελεγκτικής βαλβίδας και από εκεί, μέσω της σωλήνωσης προσαγωγής για

δεξιά στροφή, φθάνει στον αντίστοιχο χώρο του κυλίνδρου χειρισμών διπλής ενέργειας (χώρος 1 του Σχ. 1.14).

Έτσι, πιέζεται το έμβολο "εργασίας" προς τα δεξιά και, βέβαια, μέσω του βάκτρου του εμβόλου, κινείται ο στρόφαλος, με τελικό αποτέλεσμα η κίνηση να φθάνει στο ακραζόνιο (Γ) του δεξιού τροχού - στην περίπτωση του παραδείγματός μας - και ο τροχός να στρέφεται προς τα δεξιά. Βέβαια, από τον αγκωνωτό βραχίονα του δεξιού τροχού η κίνηση μεταφέρεται, ταυτόχρονα, κατά τα γνωστά, μέσω της ράβδου ζεύξης και στον αριστερό τροχό, ο οποίος στρέφεται και εκείνος προς τα δεξιά.

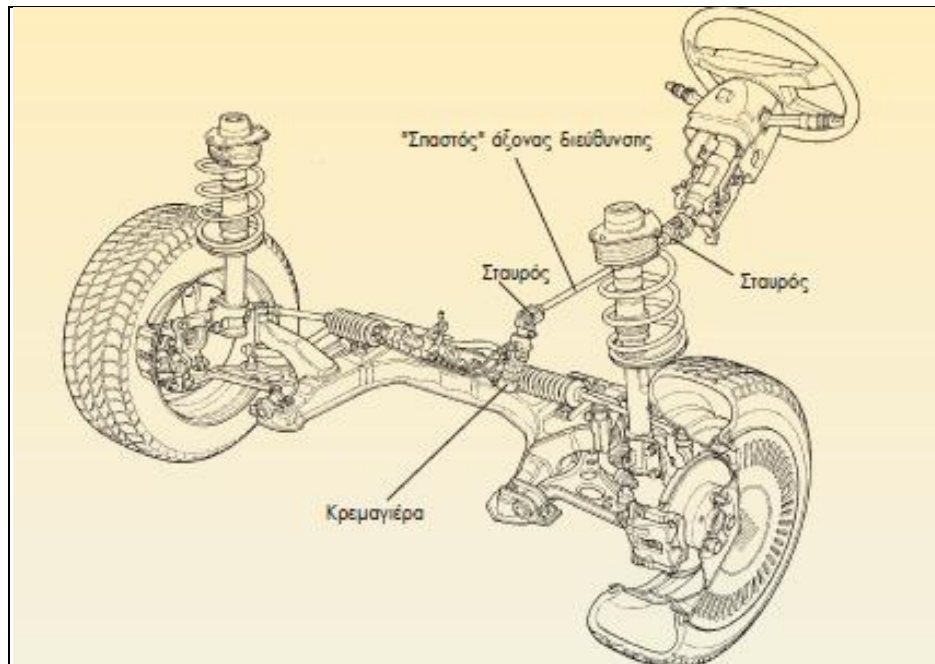
Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η υδραυλική υποβοήθηση λειτουργεί μόνον, εφόσον λειτουργεί και ο κινητήρας του αυτοκινήτου, αφού όπως είναι γνωστό, η αντλία του συστήματος παίρνει, μέσω ιμάντα, κίνηση από την τροχαλία του στροφαλοφόρου άξονα του κινητήρα.

Το σύστημα μεταξύ αγωγού προσαγωγής και αγωγού επιστροφής της αντλίας έχει ειδική βαλβίδα που αν, για οποιονδήποτε λόγο, δεν λειτουργεί η αντλία, επιτρέπει την ελεύθερη κυκλοφορία του υγρού μεταξύ του δεξιού και του αριστερού μέρους του κυλίνδρου χειρισμών διπλής ενέργειας. Έτσι, σε περίπτωση ανάγκης, όπως φαίνεται και στο Σχ.1.14, το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει και χωρίς υποβοήθηση, δηλαδή σαν απλό μηχανικό σύστημα πυξίδας ατέρμονα κοχλία-ράουλου που κινείται, πλέον, μόνο με τη δύναμη του οδηγού, η οποία βέβαια είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη υδραυλική υποβοήθηση, για το ίδιο αποτέλεσμα.



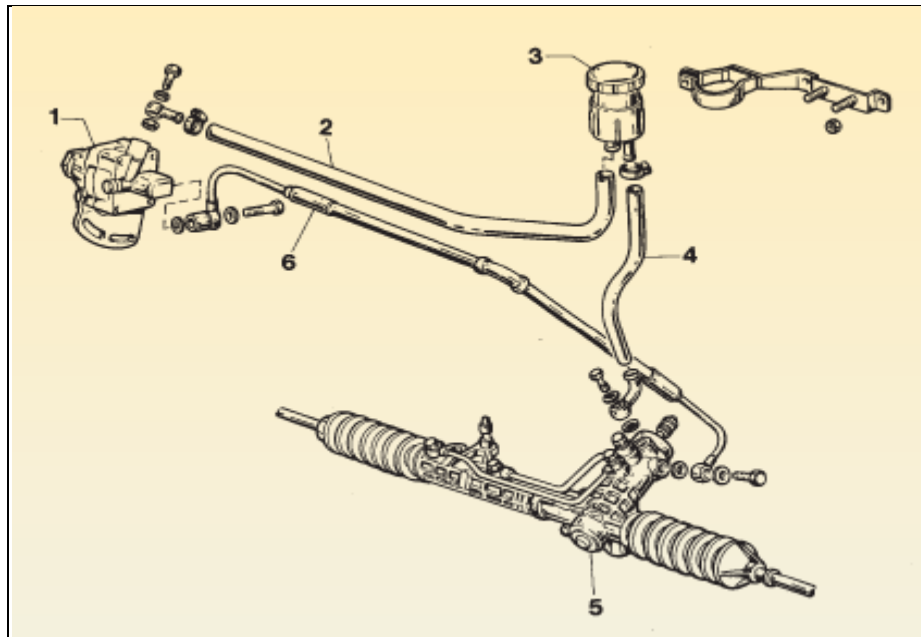
Σχ.1.15: Μετάδοση της κίνησης με υδραυλική υποβοήθηση συστήματος διεύθυνσης με πυξίδα.

Στο Σχ. 1.15 παρουσιάζεται μία ολοκληρωμένη εικόνα της προηγούμενης διάταξης υδραυλικής υποβοήθησης συστήματος διεύθυνσης με πυξίδα.



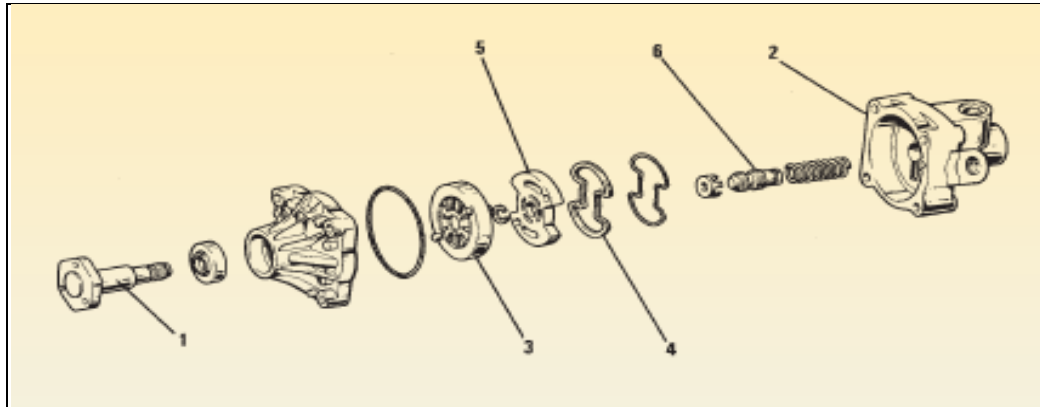
Σχ.1.16: Γενική διάταξη συστήματος κρεμαγιέρας και υδραυλικής υποβοήθησης σε μικρό επιβατικό όχημα με «σπαστό» άξονα διεύθυνσης.

Στο Σχ. 1.16 φαίνεται μία γενική διάταξη συστήματος διεύθυνσης κρεμαγιέρας με υδραυλική υποβοήθηση σε μικρό επιβατηγό όχημα, ενώ στο Σχ. 1.17 τα επιμέρους κομμάτια που αποτελούν το σύστημα.



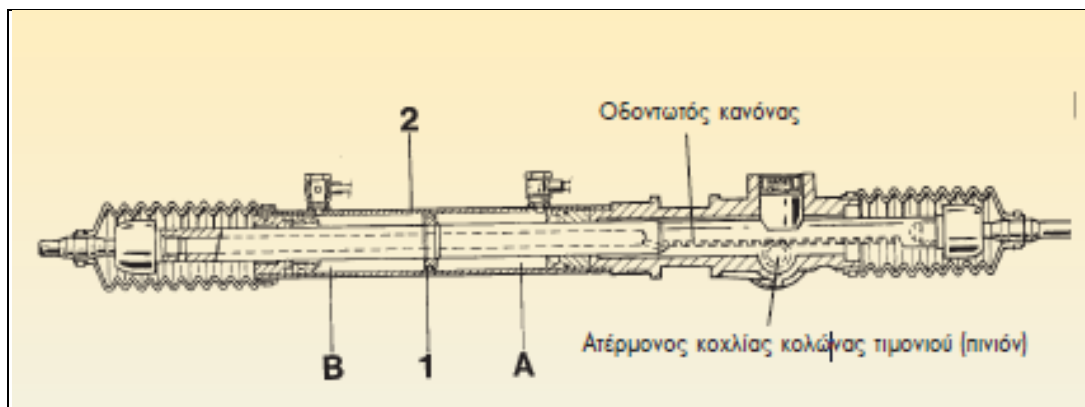
Σχ.1.17: Τα επιμέρους κομμάτια που, αποτελούν το σύστημα υδραυλικής υποβοήθησης κρεμαγιέρας: 1. Αντλία, 2.Σωλήνωση αναρρόφησης λαδιού στην αντλία, 3.Δεξαμενή λαδιού, 4.Σωλήνωση επιστροφής λαδιού στη

δεξαμενή, 5. Υδραυλική κρεμαγιέρα, 6. Σωλήνωση κατάθλιψης λαδιού με πίεση από την αντλία προς τη βαλβίδα διανομής (ελεγκτική βαλβίδα)



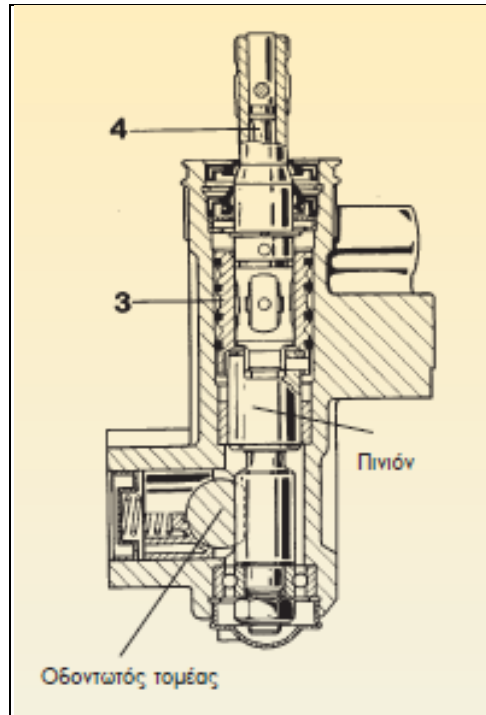
Σχ.1.18: Επιμέρους τμήματα της πτερυγιοφόρου αντλίας υψηλής πίεσης συστήματος διεύθυνσης υδραυλικής υποβοήθησης: 1.Άξονας, 2.Σώμα αντλίας, 3.Ρότορας με πτερύγια, 4.Φλάντζα, 5.Πλευρικό στήριγμα ρότορα, 6.Βαλβίδα ρύθμισης.

Στο **Σχ. 1.18** παρουσιάζονται λεπτομέρειες από τα διάφορα μέρη της "πτερυγιοφόρας αντλίας " του συστήματος. Ο κατασκευαστής, ενδέχεται, να συνιστά τόσο για τον μηχανισμό του υδραυλικού τιμονιού, όσο και για την πτερυγιοφόρο αντλία, να μην ανοίγονται σε περίπτωση ανάγκης επισκευής, αλλά να αποστέλλονται στο εργοστάσιο κατασκευής για εξασφάλιση απόλυτα αξιόπιστης αποκατάστασης της βλάβης.



Σχ.1.19: Διαμήκης τομή κρεμαγιέρας με υδραυλική υποβοήθηση.

Στο **Σχ.1.19** φαίνεται μία λεπτομερής διαμήκης τομή της κρεμαγιέρας με υδραυλική υποβοήθηση, όπου διακρίνονται οι χώροι (A) και (B) του κυλίνδρου χειρισμών (2), όπως επίσης και το έμβολο διπλής ενέργειας (1).



Σχ. 1.20: Βαλβίδα διανομής (ελεγκτική βαλβίδα) κρεμαγιέρας συστήματος υδραυλικής υποβοήθησης.

Στο **Σχ. 1.20** φαίνεται, πάλι σε λεπτομέρεια, η βαλβίδα διανομής της παραπάνω κρεμαγιέρας με υδραυλική υποβοήθηση.

Η αντλία (1) του συστήματος που παρουσιάστηκε παραπάνω (**Σχ.1.17**), παίρνει κίνηση από τον κινητήρα με ιμάντα και είναι σε θέση να δώσει μία μεταβλητή πίεση τροφοδοσίας από 3,5 bar στην "ουδέτερη" θέση, μέχρι μία μέγιστη πίεση 85 bar στη θέση "τερματισμού τιμονιού".

Ολόκληρος ο μηχανισμός του υδραυλικού τιμονιού είναι παρόμοιος με τον αντίστοιχο μιας απλής κρεμαγιέρας, και διαφέρει, μόνον, στα εξής:

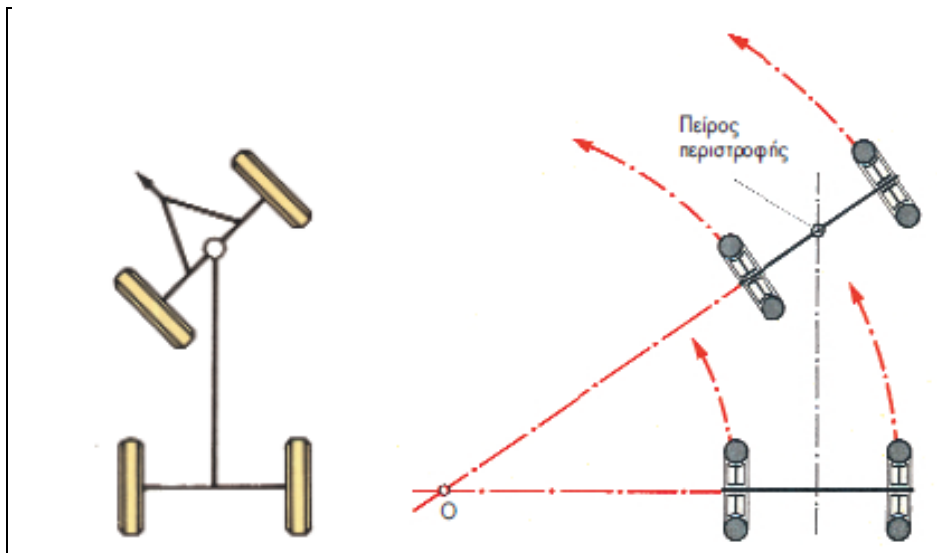
α) Μέσα στην κρεμαγιέρα είναι διαμορφωμένος ο κύλινδρος χειρισμών διπλής ενέργειας (2) (**Σχ.1.19**) και

β) Στην προέκταση του ατέρμονα κοχλία της κρεμαγιέρας (πινιόν) βρίσκεται η βαλβίδα διανομής (3) (**Σχ.1.20**) με τους σχετικούς αγωγούς, η οποία ελέγχεται (παίρνει κίνηση) από το σημείο (4) που βρίσκεται στην προέκταση του πινιόν και, βέβαια, του άξονα διεύθυνσης του τιμονιού. Έτσι, η πίεση του λαδιού, ανάλογα με τη θέση του τιμονιού, ενεργεί στους χώρους (A) ή (B) αντίστοιχα, δηλαδή από την αριστερή ή δεξιά πλευρά του εμβόλου διπλής ενέργειας (**Σχ.1.19**) και παράγει την υδραυλική υποβοήθηση. Η υποβοήθηση αυτή ενεργεί προσθετικά στη δύναμη που μεταφέρει, μηχανικά, το πινιόν στον οδοντωτό κανόνα.

1.5 Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης

Τα πρώτα συστήματα οδήγησης αυτοκινήτων επηρεασμένα προφανώς, από τις ιππήλατες άμαξες, λειτουργούσαν με περιστροφή ολόκληρου του πρόσθιου άξονα γύρω από έναν πείρο, που βρισκόταν στο μέσο αυτού του άξονα. Το σύστημα, δηλαδή, αυτό ήταν περίπου αντίστοιχο με εκείνο που διαθέτει σήμερα ένα ρυμουλκούμενο όχημα δύο αξόνων (**Σχ.1.21**).

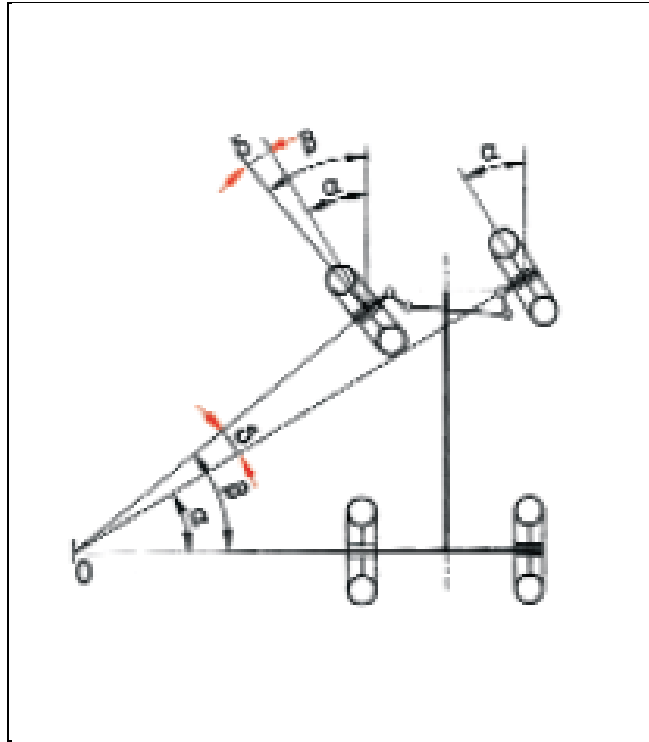
Και είναι μεν ένα σύστημα πολύ απλό, έχει, όμως, και σοβαρά μειονεκτήματα, το κυριότερο από τα οποία είναι το ότι μειώνει σημαντικά τη βάση στήριξης του οχήματος και, κατά συνέπεια, την ευστάθειά του και μάλιστα τη στιγμή που, λόγω φυγοκεντρικών δυνάμεων οι οποίες αναπτύσσονται στις στροφές, χρειάζεται τη μεγαλύτερη δυνατή ευστάθεια. Αυτός είναι ο λόγος, που πολύ πριν εμφανισθούν τα αυτοκίνητα, είχαν κάνει την εμφάνισή τους συστήματα διεύθυνσης ιππήλατων αμαξών με περιστροφή των ακραζονιών τους.



Σχ.1.21: Διεύθυνση με στροφή του πρόσθιου άξονα γύρω από ένα πείρο.

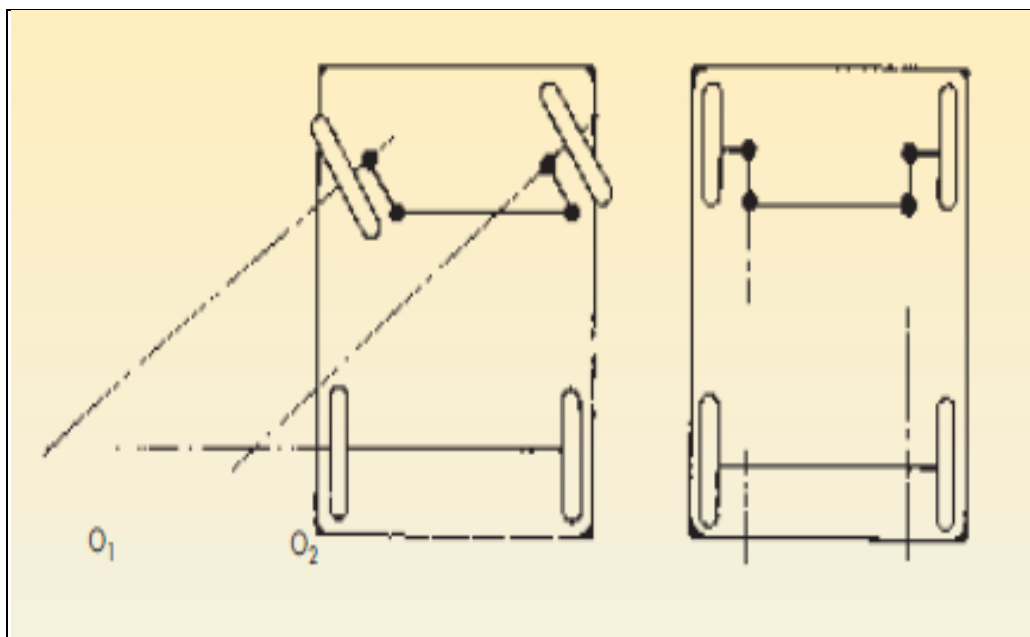
Για να στρέφει και να κυλιέται ομαλά, σαν ένα σύνολο, ένα όχημα χωρίς να εμφανίζονται τριβές ολίσθησης στα σημεία επαφής των τροχών με το οδόστρωμα, θα πρέπει οι προεκτάσεις των αξόνων και των τεσσάρων τροχών του να περνούν από ένα σημείο O , που αποτελεί το "κέντρο στροφής" του οχήματος (**Σχ.1.22**). Επειδή δε ο άξονας των οπίσθιων τροχών είναι σταθερός, είναι φανερό, ότι το σημείο O θα βρίσκεται στην προέκταση του οπίσθιου άξονα, οπότε οι τροχιές των τεσσάρων τροχών είναι ομόκεντρες.

Αναλυτικότερα, αν επρόκειτο το όχημα να διαγράψει τμήμα κύκλου, το σημείο O θα ήταν σταθερό μέχρι το τέλος της στροφής. Επειδή, όμως, η καμπύλη που διαγράφει είναι τυχαία, το σημείο O κινείται και αυτό και διαγράφει καμπύλη. Έτσι, σε κάθε στιγμή κίνησης και σε κάθε σημείο της τροχιάς, αντιστοιχεί ένα ακόμα σημείο O (το "στιγμιαίο κέντρο στροφής").



Σχ.1.22: Στροφή του αυτοκινήτου προς τα αριστερά με ομόκεντρες τροχιές των τεσσάρων τροχών του.

Στο σύστημα στροφής του άξονα γύρω από ένα πείρο (**Σχ. 1.21**), η συνθήκη σύμφωνα με την οποία πρέπει να "περάσουν" οι προεκτάσεις των τροχών από το στιγμιαίο κέντρο στροφής O , είναι δυνατή από μόνη της. Στα συστήματα, όμως, με περιστροφή των ακραζονίων, αν οι διευθυντήριοι τροχοί είναι παράλληλοι, τη στιγμή της στροφής η συνθήκη με βάση την οποία πρέπει να υπάρξει ένα μόνον κέντρο στροφής, δεν είναι δυνατή (**Σχ.1.23**) (O_1 και O_2).

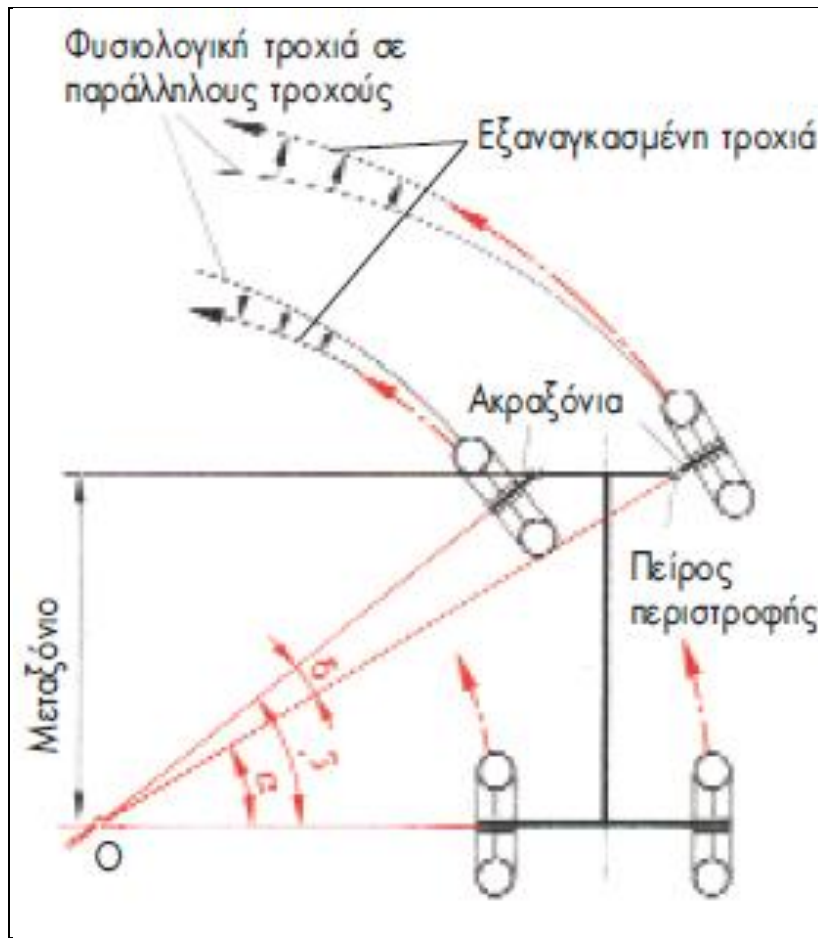


Σχ.1.23: Παράλληλοι διεθυντήριοι τροχοί.

Έτσι, αν οι τροχοί είναι παράλληλοι, τη στιγμή της στροφής θα υπάρξει, πέρα από την κύλισή τους πάνω στο δρόμο, και μία φυσιολογική τροχιά τους, που ουσιαστικά θα δημιουργεί πλαγιολίσθηση, με αποτέλεσμα οι τροχοί να σύρονται επάνω στο δρόμο.

Επιβάλλεται, ως εκ τούτου η κατασκευή ενός μηχανισμού, που κατά την ώρα της στροφής να εκτρέπει τους πρόσθιους τροχούς από την παραλληλότητα, δηλαδή να "καταστρέφει" την παραλληλότητα, και με κατάλληλες γωνίες, που θα παίρνουν κάθε φορά οι πρόσθιοι τροχοί, να έχουμε κοινό κέντρο περιστροφής. Δηλαδή, η γωνία β (**Σχ.1.22**), που σχηματίζεται από τον άξονα του πρόσθιου εσωτερικού (αριστερού) τροχού με την προέκταση του οπίσθιου άξονα, να είναι μεγαλύτερη από τη γωνία α , που σχηματίζεται από τον άξονα του πρόσθιου εξωτερικού (δεξιού) τροχού με την προέκταση του οπίσθιου άξονα. Σημειώνεται, ότι η διαφορά των δύο γωνιών είναι $\delta = \beta - \alpha$.

Ένας τέτοιος μηχανισμός είναι το τετράπλευρο του Ackerman (Άκερμαν), ενώ στο **Σχ. 1.24** παρουσιάζεται η φυσική τάση που έχουν οι τροχοί να αποκλίνουν από την εξαναγκασμένη τροχιά που δημιουργεί το τετράπλευρο αυτό.

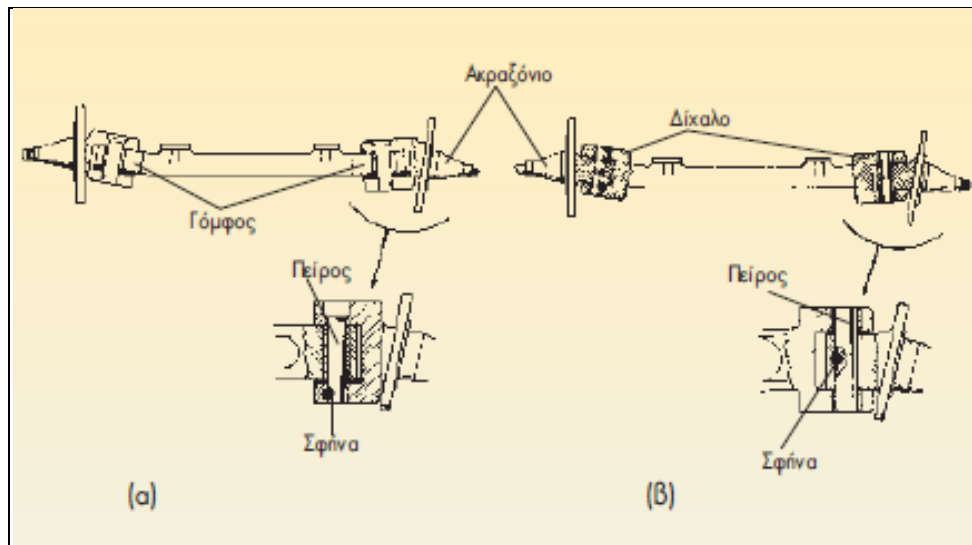


Σχ.1.24: Φυσιολογική τροχιά των πρόσθιων παράλληλων τροχών κατά τις στροφές, και εξαναγκασμένη, λόγω εκτροπής της παραλληλότητας που δημιουργεί το τετράπλευρο Άκερμαν.

1.5.1 Το τετράπλευρο οδήγησης ή τετράπλευρο του Ackerman (Άκερμαν)

Ας εξετάσουμε ένα απλό σύστημα διεύθυνσης με πρόσθιο ολόσωμο άξονα (Σχ.1.1). Παρατηρούμε στο σύστημα αυτό, ότι ο πρόσθιος ολόσωμος άξονας ή οτιδήποτε άλλο τον αντικαθιστά όταν αυτός δεν υπάρχει - ανάλογα, βέβαια, με το σύστημα ανάρτησης - καταλήγει σε δύο γόμφους [Σχ.1.25(α)] ή δίχαλα [Σχ.1.25(β)], στα οποία αρθρώνονται, με ένα σχεδόν κατακόρυφο πείρο, τα δύο ακραξόνια, επάνω στα οποία προσαρμόζονται οι διευθυντήριοι τροχοί. 'Αν, όπως είδαμε στον ολόσωμο πρόσθιο άξονα, στραφεί το ένα ακραξόνιο μαζί με τον αγκωνωτό βραχίονα του τροχού, μέσω της ράβδου ζεύξης, θα ακολουθήσει και το άλλο ακραξόνιο [βλ. και Σχ.1.26(γ)].

Διάφοροι πολύπλοκοι συνδυασμοί αρθρώσεων έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί για την κίνηση των εμπρόσθιων τροχών στις κατάλληλες γωνίες με δεδομένο ότι ο εσωτερικός τροχός πρέπει να στραφεί περισσότερο από τον εξωτερικό (Σχ.1.22).



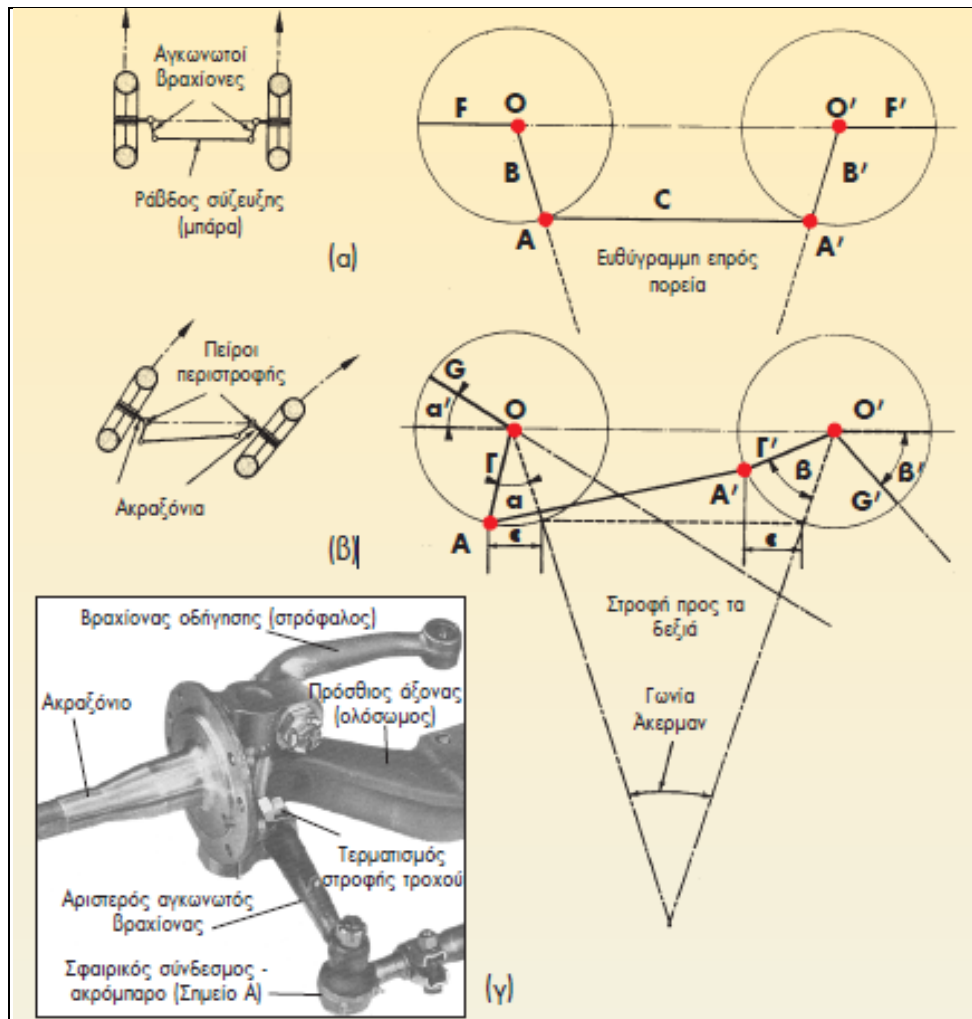
Σχ. 1.25: Τρόπος σύνδεσης εμπρόσθιου ολόσωμου άξονα με τα ακραξόνια. Η αριστερή πλευρά των αξόνων εμφανίζεται με οριζόντιο ακραξόνιο ενώ στη δεξιά πλευρά το ακραξόνιο γέρνει προς τα κάτω. (α) Άξονας με γόμφους. (β) Άξονας με δίχαλα.

Η διάταξη αρθρώσεων του τετραπλεύρου του Άκερμαν (**Σχ.1.26**) είναι απλή, ενώ οι ακριβείς γωνίες παρατηρούνται σε μία συγκεκριμένη θέση, όταν οι τροχοί στρέφονται προς τα αριστερά, και σε μία αντίστοιχη θέση όταν περιστρέφονται δεξιά, καθώς και για μικρές ταχύτητες και για στροφές με μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας. Εάν αυξηθούν οι ταχύτητες, εμφανίζονται νέοι παράγοντες που αλλοιώνουν, κάπως, τα θεωρητικά δεδομένα. Εν τούτοις, επειδή η διάταξη αυτή των αρθρώσεων του τετραπλεύρου του Άκερμαν πλησιάζει με ικανοποιητική προσέγγιση την ιδεώδη θέση, όσον αφορά και τις άλλες γωνίες, και είναι, πράγματι μια καλή συμβιβαστική λύση μεταξύ κόστους κατασκευής και αποδεκτής κίνησης των τροχών, υιοθετήθηκε, παγκόσμια, η εφαρμογή του από τις αυτοκινητοβιομηχανίες.

Πιο αναλυτικά:

Όταν οι τροχοί ακολουθούν την ευθύγραμμη εμπρός πορεία [**Σχ.1.26(α)**], τότε το τετράπλευρο Άκερμαν $O-O'-A'-A$ αποτελεί ένα ισοσκελές τραπέζιο, το οποίο σχηματίζεται από:

- Τον πρόσθιο ολόσωμο συνδετικό άξονα $O-O'$, ή οτιδήποτε τον αντικαθιστά σε συστήματα ανεξάρτητης ανάρτησης,
- Τις δύο πλευρές του τραπέζιου $O'A'$ και AO , που αποτελούν τα μήκη των αγκωνωτών βραχιόνων των τροχών και
- Το τμήμα $A'A$, που αποτελεί τη ράβδο σύζευξης (μπάρας) O



Σχ. 1.26: Γεωμετρία τετραπλεύρου Άκερμαν (α) Το τιμόνι σε ευθύγραμμη εμπρός πορεία. (β) Το τιμόνι σε στροφή προς τα δεξιά. (γ) Λεπτομέρειες συστήματος διεύθυνσης με ολόσωμο άξονα.

Αν το τιμόνι περιστραφεί δεξιόστροφα, τότε οι βραχίονες B και B' του τραπέζιου θα στραφούν προς τα αριστερά στις νέες θέσεις Γ'-Γ, αντίστοιχα, διανύοντας και οι δύο την ίδια απόσταση ϵ . **[Σχ.1.26B]**. Με την κίνηση αυτή των βραχιόνων, δηλαδή των αγκωνιαίων βραχιόνων των ακραξονίων, περιστρέφονται και τα ακραξόνια F' και F προς τα δεξιά και έρχονται στις θέσεις O' και O, αντίστοιχα. Τότε, το ισοσκελές τραπέζιο παραμορφώνεται και γίνεται τετράπλευρο O-O'-A'-A **[Σχ. 1.26B]** και η γωνία β , που ισούται με την γωνία β' , είναι μεγαλύτερη από την γωνία α , που ισούται με την γωνία α' , όπως προκύπτει από το ίδιο σχήμα. Δηλαδή, ενώ οι δύο μετατοπίσεις (ϵ) στους κύκλους O και O' είναι ίδιες, οι γωνίες στροφής β και α είναι διαφορετικές ($\beta > \alpha$). Έτσι, όσο περισσότερο στρέφει το τιμόνι για πιο κλειστή στροφή, τόσο η διαφορά των γωνιών α και β μεγαλώνει.

Με τη διάταξη αυτή παρατηρείται, ότι κατά την κίνηση του οχήματος στις στροφές, κάθε τροχός ακολουθεί, πλέον, εξαναγκασμένη τροχιά με διαφορετική ακτίνα **(Σχ.1.24)**. Επιπλέον, επειδή οι οπίσθιοι τροχοί διαγράφουν

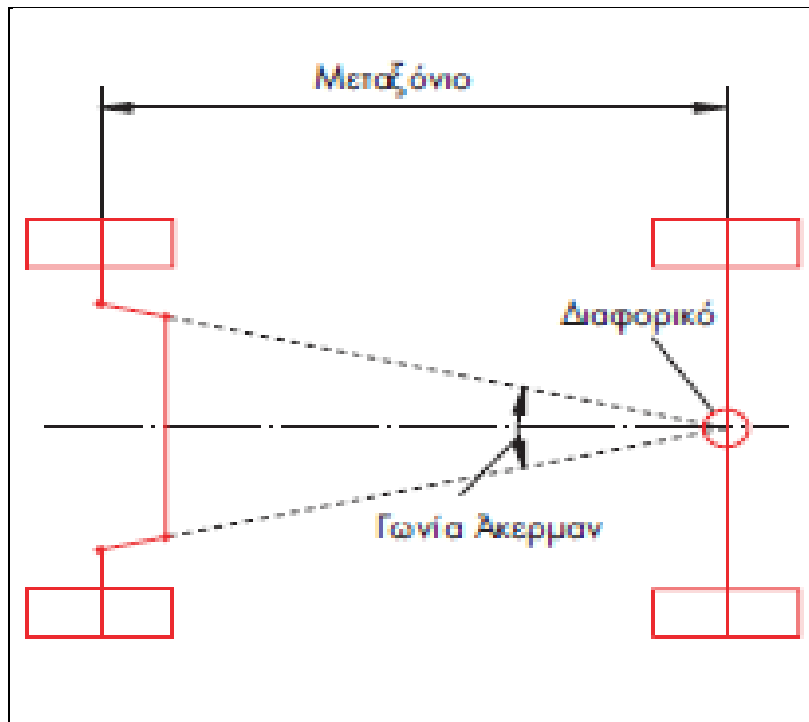
μικρότερη ακτίνα από τους πρόσθιους, δημιουργούνται συνθήκες εύκολου παρκαρίσματος σε στενό χώρο, π.χ. μεταξύ δύο αυτοκινήτων, όταν το αυτοκίνητο κινείται προς τα όπισθεν. Επίσης, εάν δεν προσέξει ο οδηγός σε μία στροφή και την "πάρει κλειστά", τότε ο οπίσθιος εσωτερικός τροχός προσκρούει στο πεζοδρόμιο. Προσεκτική μελέτη του συστήματος δείχνει, ότι για να στραφεί το όχημα χωρίς να εμφανισθεί ολίσθηση στους τροχούς του, για να υπάρχει, δηλαδή, σε κάθε στιγμή ένα στιγμιαίο κέντρο στροφής, πρέπει οι προεκτάσεις των βραχιόνων του τετραπλεύρου του Άκερμαν να "περνούν" από το μέσον του οπίσθιου άξονα, σχηματίζοντας μία γωνία, που αναφέρεται ως "γωνία Άκερμαν" (Σχ. 1.27).

1.5.2. Αποκλίσεις από το σύστημα Ackerman.

Όπως είπαμε παραπάνω, ένα όχημα που διαγράφει μία καμπύλη τροχιά, με βάση την αρχή Άκερμαν, δεν πρέπει να έχει καθόλου τριβές στους τροχούς του. Στην πράξη αυτό μπορεί να γίνει μόνο με τελείως δύσκαμπτα ελαστικά και με πολύ μικρές ταχύτητες. Έτσι, ένα όχημα που κινείται ευθύγραμμα με κάποια ταχύτητα, χρειάζεται πλευρική ώθηση για να εγκαταλείψει την ευθύγραμμη τροχιά και να περάσει στην καμπυλόγραμμη, και την ώθηση αυτή μόνον η αντίδραση του εδάφους μπορεί να τη δώσει. Αυτό, φυσικά, δεν γίνεται χωρίς τριβή. Ας υποθεθεί, λοιπόν, ότι το όχημα κινείται ευθύγραμμα και στρέφει τους τροχούς του κατά μία γωνία, για να διαγράψει καμπύλη (στροφή) προς τα αριστερά (Σχ.1.28). Από τη δύναμη ώθησης, π.χ. των οπίσθιων τροχών και της αδράνειας του οχήματος, θα εμφανισθούν στους πρόσθιους τροχούς δυνάμεις F_1 που υπερνικούν τις δυνάμεις κύλισης των τροχών, με αποτέλεσμα να τους επιτρέπουν να συνεχίσουν την κίνησή τους κατά την κατεύθυνση του επιπέδου συμμετρίας του τροχού.

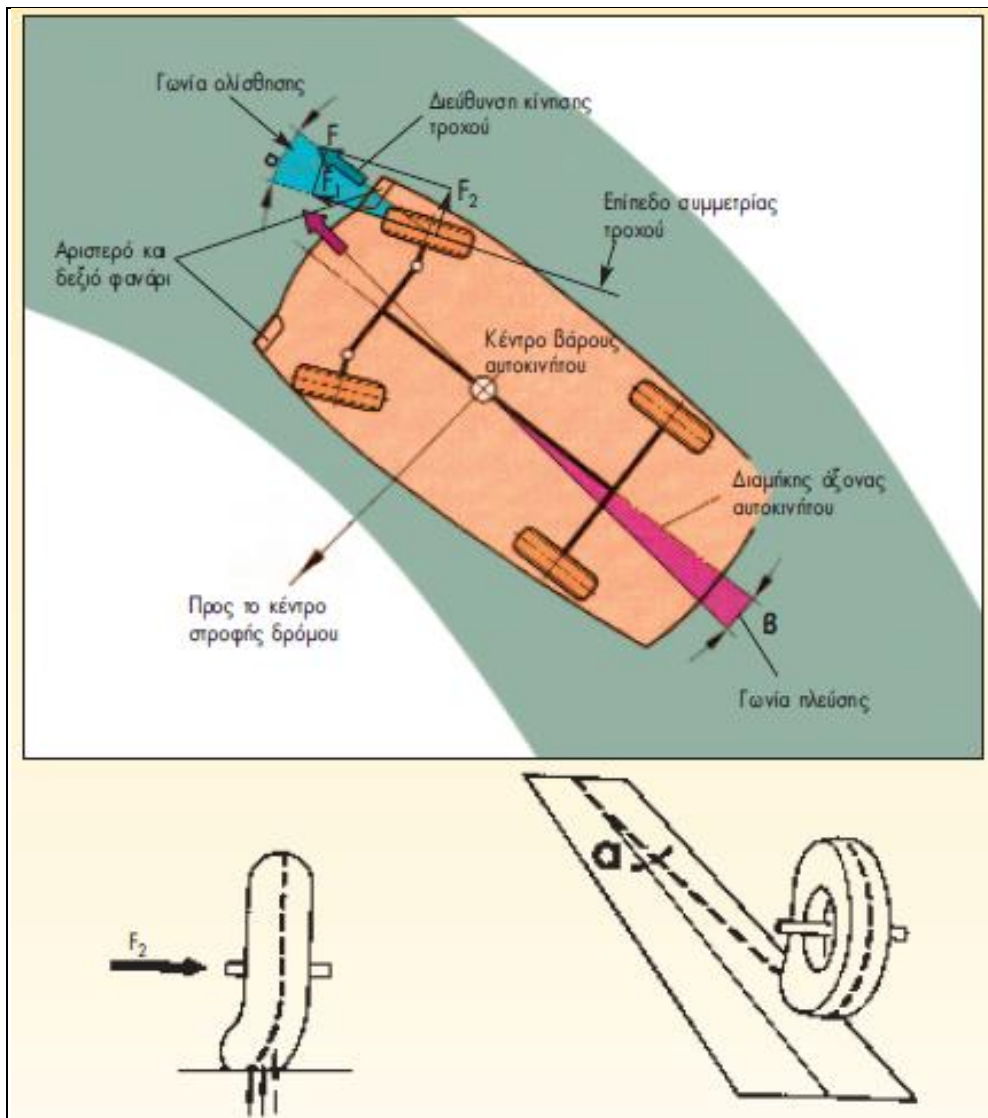
Συγχρόνως, όμως, τα μόρια της επιφάνειας στήριξης του ελαστικού παραμορφώνονται από τη στρέψη του τροχού και από τις πλευρικές δυνάμεις F_2 , οι οποίες είναι κάθετες προς τις δυνάμεις F_1 και οφείλονται, είτε σε φυγόκεντρες δυνάμεις, είτε σε πλάγιο άνεμο. Οι δυνάμεις F_2 εξισορροπούνται από την πρόσφυση - τριβή των τροχών στο έδαφος. Βέβαια, εάν οι δυνάμεις F_2 είναι μεγαλύτερες από την πρόσφυση, τότε το αυτοκίνητο πλαγιολισθαίνει, χάνοντας την επαφή του με το δρόμο.

Οι δυνάμεις F_1 και F_2 , όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δημιουργούν την συνισταμένη F , κατά τη κατεύθυνση της οποίας κινείται πλέον ο τροχός.



Σχ.1.27: Τομή των προεκτάσεων των αγκωνωτών βραχιόνων στο μέσον του οπίσθιου άξονα.

Έτσι, η επιφάνεια στήριξης δεν ακολουθεί τελείως τη γωνία στροφής του τροχού, με αποτέλεσμα η γωνία, κατά την οποία στρέφει η επιφάνεια στήριξης, να υπολείπεται από την αντίστοιχη της στροφής του τροχού κατά μια μικρή γωνία α , που ονομάζεται γωνία ολίσθησης. Για να ακολουθήσει, λοιπόν, το όχημα την επιθυμητή πορεία, πρέπει οι τροχοί να στρίψουν περισσότερο από την γωνία, η οποία, θεωρητικά, είναι επαρκής. Τότε, όμως, παύει πια το κέντρο του Άκερμαν να είναι το πραγματικό στιγμιαίο κέντρο στροφής του οχήματος, αναγκάζοντας τον τροχό να πλαγιολισθήσει κατά γωνία α και να ακολουθήσει την κατεύθυνση της συνισταμένης F .



Σχ.1.28: Γωνία ολίσθησης και γωνία πλεύσης.

Παράλληλα, το αυτοκίνητο δεν κινείται πλέον σύμφωνα με το διαμήκη άξονα του, αλλά κατά μία άλλη διεύθυνση κίνησης, που αποκλίνει από αυτόν τον άξονα του αυτοκινήτου, κατά μία γωνία β , η οποία ονομάζεται γωνία πλεύσης του αυτοκινήτου.

Η ευστάθεια του αυτοκινήτου σε κίνηση

Με τον όρο "ευστάθεια κίνησης του αυτοκινήτου" εννοούμε την ικανότητα, που πρέπει να έχει ένα όχημα που κινείται σε οριζόντιο επίπεδο έδαφος, χωρίς εξωτερικές επιδράσεις αφενός, και αφετέρου να διατηρεί, χωρίς επέμβαση στο σύστημα διεύθυνσής του, την τροχιά την οποία προσδιορίζει η σχετική θέση των τροχών του.

Αν, δηλαδή, οι τροχοί βρίσκονται σε ευθύγραμμη πορεία, το όχημα αυτό πρέπει να συνεχίζει να κινείται ευθύγραμμα προς την κατεύθυνση των τροχών του ή, αν οι τροχοί του βρίσκονται σε θέση στροφής, να εξακολουθεί να διαγράφει την καμπύλη στην οποία εφάπτονται τα επίπεδα συμμετρίας των τροχών του.

Ο ορισμός αυτός έχει θεωρητική σημασία μόνο, διότι στην πράξη το όχημα όταν κινείται, βρίσκεται πάντοτε κάτω από εξωτερικές επιδράσεις, όπως είναι ένας πλευρικός άνεμος, μία ανωμαλία του δρόμου, η φυγόκεντρος δύναμη κατά τις στροφές κ.λπ.

Συνεπώς, πρακτικά, ευσταθές ονομάζεται ένα αυτοκίνητο, που όταν εκτραπεί για οποιονδήποτε λόγο από την ευθύγραμμη πορεία του, έχει την τάση να επανέλθει από μόνο του στην κανονική του τροχιά, χωρίς, δηλαδή, να επέμβει το σύστημα διεύθυνσής του. Αντίθετα, ασταθές ονομάζεται το όχημα, που έχει την τάση να αυξάνει την εκτροπή από την φυσιολογική του πορεία.

Μετά απ' όσα αναφέρθηκαν, είναι φανερό, πως με την έννοια αυτή, η "ευστάθεια" είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως π.χ. του συστήματος διεύθυνσης, του συστήματος ανάρτησης, του είδους των ελαστικών, της θέσης του κέντρου βάρους του οχήματος, του είδους του οδοστρώματος επάνω στο οποίο κινείται κ.λπ.

Η ευστάθεια κατά τις στροφές

Ας υποθεθεί, ότι ένα όχημα κινείται σε μία αριστερή στροφή και υφίσταται πλευρική (φυγόκεντρη) δύναμη (**Σχ.1.29**). Η πλευρική αυτή δύναμη, που επιδρά στα ελαστικά του αυτοκινήτου, θα παραμορφώσει την περιοχή της επιφάνειας επαφής τροχού - εδάφους. Το αποτέλεσμα θα είναι να εμφανισθεί μία πλευρική μετατόπιση του τροχού και να πάψει η τροχιά να είναι κάθετη στον άξονα περιστροφής του τροχού, οπότε θα γίνει πλάγια (λοξή) ως προς αυτόν. Έτσι, δημιουργείται η γωνία (α) μεταξύ της νέας τροχιάς της εκτροπής των τροχών και της κατεύθυνσης του επιπέδου συμμετρίας του τροχού, που ονομάζεται, όπως είπαμε, "γωνία ολίσθησης".

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα παραπάνω, σε κάθε τροχό του αυτοκινήτου θα παρουσιασθεί και μία γωνία ολίσθησης. Μάλιστα, οι γωνίες αυτές στους τροχούς σε κάθε άξονα, δηλαδή ανά δύο, (εμπρός- πίσω), είναι ίσες μεταξύ τους.

- ✓ Αν η γωνία ολίσθησης των οπίσθιων τροχών α_0 είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ολίσθησης των προσθίων τροχών απ, δηλαδή αν $\alpha_0 > \alpha_{π}$, τότε το οπίσθιο μέρος του αυτοκινήτου θα εκτραπεί περισσότερο από το πρόσθιο, που στην πράξη σημαίνει ότι το πίσω μέρος του αυτοκινήτου θα στρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονα του, με φορά αντίθετη απ' αυτήν του εμπρόσθιου μέρους του οχήματος. Τότε, όμως, η

φυγόκεντρος δύναμη που θα αναπτυχθεί από τη στροφή αυτή, θα ενισχύσει την τάση στροφής. Έτσι, τελικά, το όχημα θα υπερβεί την θεωρητική τροχιά του και θα κινηθεί προς την πλευρά όπου ασκείται η δύναμη (F_o), που προκαλεί την ολίσθηση, οπότε και θα βρεθεί, στο τέλος, σε διαφορετική τροχιά κατά γωνία α_o [Σχ.1.29(α)].

Στην περίπτωση αυτή λέμε, ότι το όχημα **υπερστρέφει**. Έχει, δηλαδή, από μόνο του την τάση, όταν κινείται σε οριζόντιο έδαφος, να ξεφύγει από την ευθύγραμμη πορεία κάτω από την παραμικρή πλευρική ώθηση.

Έτσι, στις στροφές του δρόμου το αυτοκίνητο έχει την τάση να κινηθεί με μικρότερη ακτίνα καμπυλότητας από αυτή που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη στροφή του τιμονιού και, κατ' επέκταση στη στροφή των τροχών.

Πρέπει, συνεπώς, ο οδηγός να βρίσκεται πάντα σε ετοιμότητα και, συνεχώς, να διορθώνει την πορεία του αυτοκινήτου με το σύστημα διεύθυνσης. Ας φανταστούμε π.χ., ένα αυτοκίνητο που κινείται σε αριστερή στροφή, σύμφωνα με το Σχ.1.29(α). Για να παραμείνει στο δρόμο, ενώ ήδη ο οδηγός του έχει στρίψει το τιμόνι αριστερά και έχει εισέλθει στη στροφή, πρέπει στη συνέχεια να στρίψει το τιμόνι του δεξιά, δηλαδή αντίθετα προς την πορεία κίνησής του, να κάνει, όπως λέμε, "ανάποδο τιμόνι". Η παραπάνω αυτή ενέργεια που πρέπει να γίνει, είναι μία κίνηση την οποία δύσκολα αντιλαμβάνεται ένας άπειρος οδηγός, ο οποίος αν κρατήσει σταθερά το τιμόνι του, τότε θα καταλήξει στο αριστερό μέρος του δρόμου και ενδεχομένως, θα βρεθεί έξω από αυτόν.

- ✓ Αν η γωνία ολίσθησης των πρόσθιων τροχών είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ολίσθησης των οπίσθιων, αν δηλαδή $\alpha_o > \alpha_{\pi}$ (Σχ.1.29(β)), τότε, με την επίδραση πλευρικής (φυγόκεντρης) δύναμης, η ολίσθηση των πρόσθιων τροχών θα είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των οπίσθιων και το εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου θα έχει την τάση να απομακρυνθεί από την αρχική τροχιά του και να κινηθεί προς την πλευρά, κατά την οποία το ωθεί η πλευρική δύναμη F_{π} . Τότε λέμε, ότι το αυτοκίνητο **υποστρέφει**.

Δηλαδή, στην περίπτωση αυτή, το αυτοκίνητο έχει την τάση να κινηθεί με μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας, από αυτή που αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη στροφή του τιμονιού.

Ας φανταστούμε ένα αυτοκίνητο, το οποίο κινείται σε αριστερή στροφή, όπως στο Σχ.1.29(β). Εάν το αυτοκίνητο υποστρέφει, σύμφωνα με τα παραπάνω, το πρόσθιο μέρος του κινείται προς την δεξιό πλευρά του δρόμου. Για να κρατηθεί το αυτοκίνητο πάνω στο δρόμο και να μην βρεθεί στην δεξιό πλευρά του και ίσως έξω απ' αυτόν, πρέπει ο οδηγός να στρέψει λίγο ακόμη το τιμόνι του προς τα αριστερό, ενέργεια που εύκολα μπορεί να αντιληφθεί και να κάνει ένας κοινός οδηγός.

- ✓ Τέλος, αν $\alpha_{\pi} = \alpha_{\sigma}$, όταν δηλαδή, οι γωνίες ολίσθησης των πρόσθιων και των οπίσθιων τροχών είναι ίσες, τότε το όχημα ακολουθεί τη μέση γραμμή του δρόμου, χωρίς να φεύγει προς τα δεξιά ή τα αριστερά της.

Στην περίπτωση αυτή λέμε, ότι το όχημα είναι, από άποψη διεύθυνσης, **ουδέτερο**. Όχημα που υποστρέφει, όταν κινείται ευθύγραμμα σε δρόμο με μικρή κυρτότητα, είναι άνετο στην οδήγηση, δεν χρειάζεται συνεχή παρακολούθηση και διόρθωση πορείας από τον οδηγό και ακολουθεί με ευχέρεια στροφές του δρόμου ακόμη και με μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας. Στις "κλειστές" στροφές, όμως, επειδή το όχημα έχει την τάση να ακολουθεί την ευθύγραμμη πορεία, χρειάζεται να στραφούν οι τροχοί του περισσότερο από όσο απαιτούν, γεωμετρικό, οι στροφές αυτές.

Για τις ιδιότητές του αυτές, το υπόστροφο αυτοκίνητο, γενικό, θεωρείται ασφαλές και ευσταθές.

Αντίθετα, το υπέρστροφο όχημα παρουσιάζει μεν ευκαμψία και διαγράφει με ευχέρεια κλειστές στροφές με μικρή ταχύτητα, εάν όμως, κινείται με μεγάλη ταχύτητα, απαιτεί το "ανάποδο τιμόνι". Επίσης, στην ευθύγραμμη πορεία έχει τάσεις απόκλισης και χρειάζεται συνεχής ετοιμότητα από τον οδηγό και διόρθωση πορείας. Για τον λόγο αυτό, το υπέρστροφο όχημα θεωρείται ασταθές και δύσκολο στην οδήγησή του.

Το ουδέτερο όχημα εφόσον υπάρχουν οι προϋποθέσεις κίνησής του, είναι το ιδεώδες. Όμως στην πράξη ένα τέτοιο όχημα δεν είναι ούτε ευσταθές, ούτε ασταθές, αλλά, μεταπίπτει από τη μία κατάσταση στην άλλη, σε κάθε αλλαγή παράγοντα που επιδρά στην ευστάθεια του, δεδομένου ότι δεν ελέγχεται απόλυτα η κατανομή βάρους στους άξονες, επειδή το φορτίο συνεχώς μεταβάλλεται.

Τα συνηθισμένα αυτοκίνητα γενικής χρήσης έχουν, κατά κανόνα, τάσεις υποστροφής, σε αντίθεση με τα αυτοκίνητα αγώνων που έχουν τάσεις υπερστροφής.

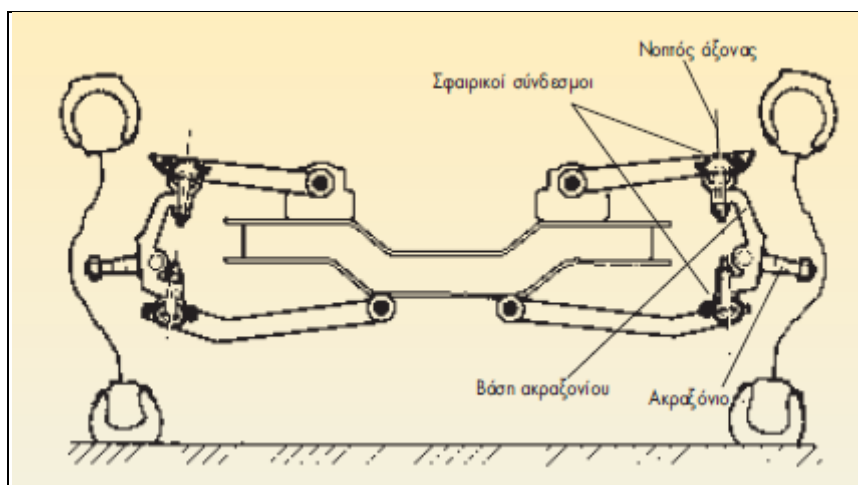
Πάντως, δεν πρέπει ποτέ να ξεχνάμε, ότι τον βασικό ρόλο στην ευστάθεια ενός οχήματος στο δρόμο, είτε σε συνθήκες υποστροφής, είτε υπερστροφής, παίζει η θέση του κέντρου βάρους του οχήματος. Αν, δηλαδή, το κέντρο βάρους είναι κοντό στον πρόσθιο άξονα, το όχημα έχει τάσεις υποστροφής στην καμπύλη τροχιά. Αντίθετα, όταν το κέντρο βάρους είναι κοντά στον οπίσθιο άξονά του, υπάρχουν τάσεις υπερστροφής.

Τα αυτοκίνητα με πρόσθια κίνηση, κατά κανόνα υποστρέφουν, ενώ τα αυτοκίνητα με οπίσθια κίνηση υπερστρέφουν. Τα αυτοκίνητα με κίνηση και στους τέσσερις τροχούς, εφόσον έχουν ομοιόμορφη κατανομή βάρους, έχουν ουδέτερη συμπεριφορά.

3.5.3 Εγκάρσια κλίση του τροχού (Γωνία Κάμπερ- Camper)- Εγκάρσια κλίση του πείρου

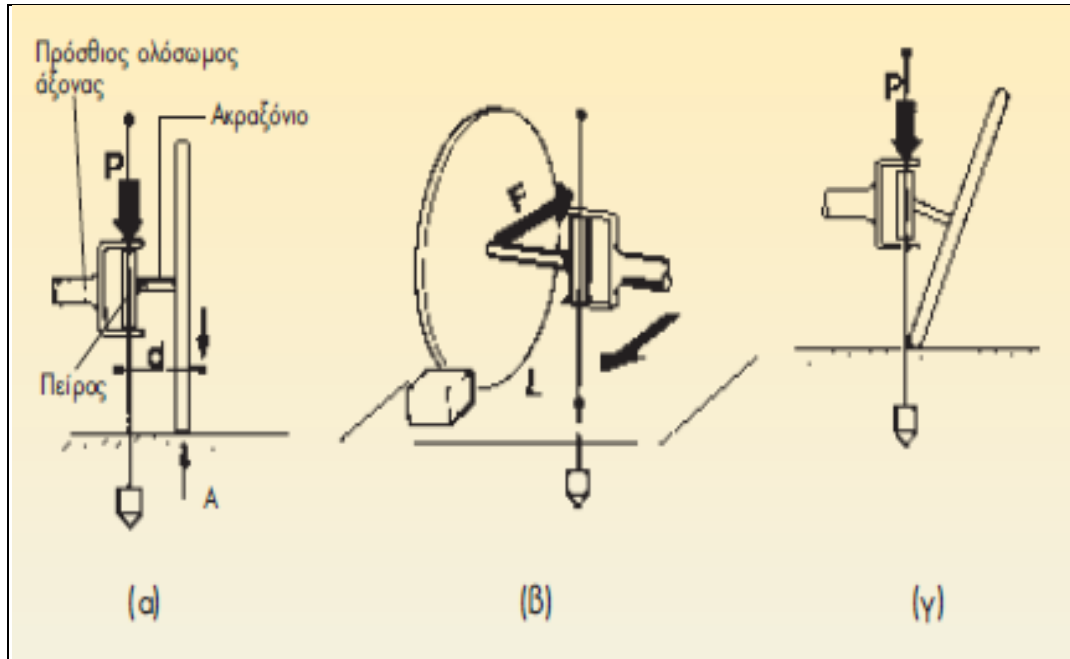
Όπως είπαμε, ο τροχός για να πάρει την κατεύθυνση που θέλει ο οδηγός, στρέφεται γύρω από ένα πείρο, είτε αυτός είναι πραγματικός, όπως στο **Σχ.1.25**, είτε είναι ο νοητός άξονας που ενώνει τα δύο σημεία, στα οποία στηρίζεται η βάση του ακραξονίου στο σύστημα ανεξάρτητης ανάρτησης, δηλαδή ενώνει τους δύο σφαιρικούς συνδέσμους (**Σχ.1.30**).

Έστω, ότι έχουμε ένα πρόσθιο ολόσωμο (άκαμπτο) άξονα βαρέως οχήματος, στο άκρο του οποίου υπάρχει κατακόρυφος πείρος και οριζόντιο ακραξόνιο [**Σχ.1.31(α)**]. Το βάρος του οχήματος P , που αντιστοιχεί στον τροχό και βρίσκεται πάνω στο ακραξόνιο, και η δύναμη ώθησης καταλήγουν στον πείρο, ενώ η αντίδραση A του οδοστρώματος βρίσκεται εφαρμοσμένη στο μέσο της επαφής τροχού - οδοστρώματος. Λόγω της απόστασης d [**Σχ.1.31(α)**] του άξονα του πείρου από τον άξονα συμμετρίας του τροχού, θα εμφανισθούν ζεύγη δυνάμεων κατά την οριζόντια και κατακόρυφη έννοια, που καταπονούν τον πείρο και το ακραξόνιο. Ειδικά το οριζόντιο ζεύγος κάνει δύσκολη την οδήγηση, ενώ την δυσκολεύει ακόμη περισσότερο η εμφάνιση εμποδίων στον τροχό που δημιουργούν την ροπή (F_1) [**Σχ.1.31(β)**]. Εξάλλου, και το κατακόρυφο ζεύγος καταπονεί το σύστημα, με τη δημιουργία της ροπής ($A \cdot d$) [**Σχ.1.31(α)**].



Σχ.1.30: Νοητός άξονας σφαιρικών συνδέσμων και κλίσης τους.

Όλες αυτές οι παρενέργειες αποφεύγονται, εάν δοθεί, αφενός, μία κλίση στον άξονα του πείρου (**Σχ.1.25**), έτσι ώστε το επάνω μέρος του να κλίνει προς το εσωτερικό του οχήματος και αφετέρου, μία αντίθετη κλίση στον τροχό, ώστε το άνω μέρος του να κλίνει προς τα έξω [**Σχ.1.31(γ)**], και αντίστοιχα, το ακραξόνιο να γέρνει προς τα κάτω. Έτσι, θεωρητικά η απόσταση L των δύο αξόνων (κατακόρυφου και άξονα συμμετρίας του τροχού) [**Σχ.1.31(β)**] μειώνεται σημαντικά ή και μηδενίζεται [**Σχ.1.31(γ)**].

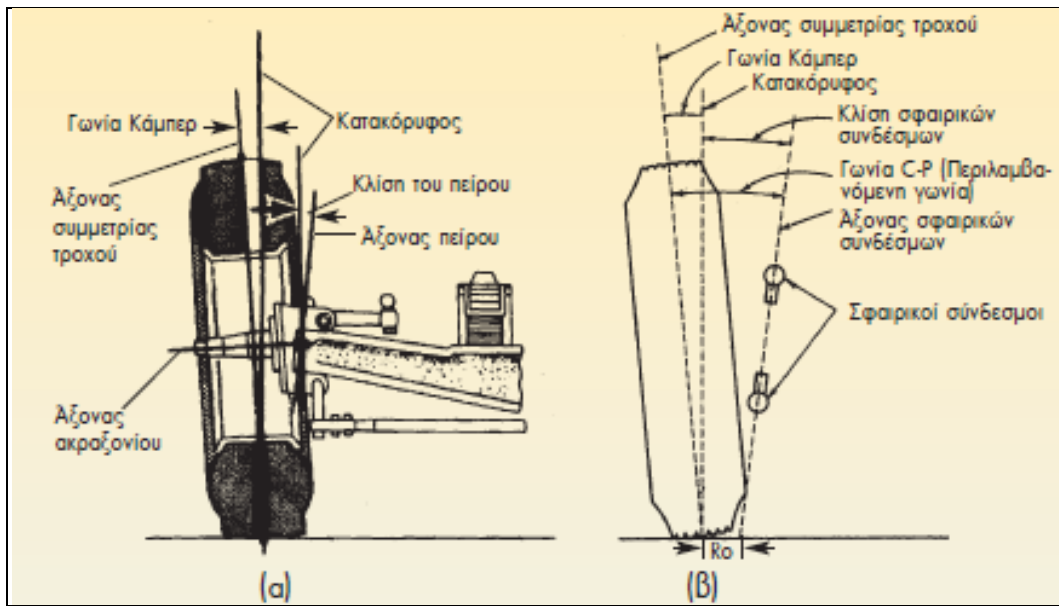


Σχ.1.31: Επίδραση των δυνάμεων λόγω της γωνίας Κάμπερ.

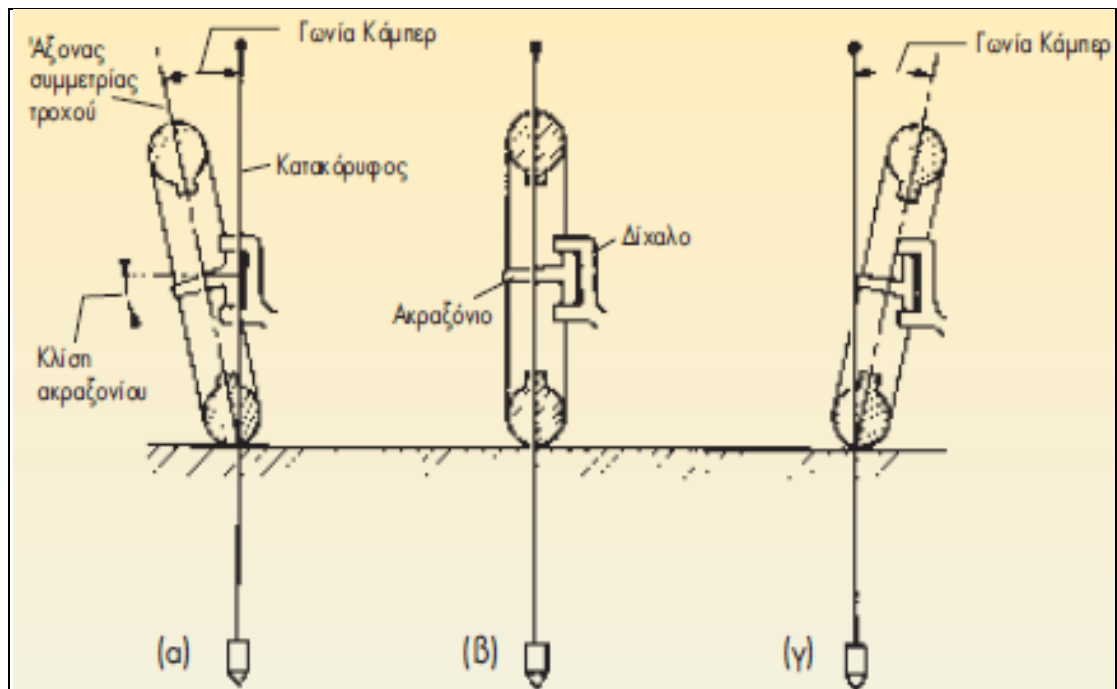
Η εγκάρσια κλίση του τροχού ονομάζεται γωνία Camber (Κάμπερ) και είναι η γωνία η οποία σχηματίζεται μεταξύ της αξονικής γραμμής συμμετρίας του τροχού (επίπεδο συμμετρίας τροχού), - όπως φαίνεται από το εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου,- και της αντίστοιχης κατακόρυφης (κατακόρυφο επίπεδο) [Σχ.1.32 (α) και (β)]. Θεωρείται θετική η γωνία Κάμπερ, όταν το άνω μέρος του τροχού κλίνει προς τα έξω, δηλαδή απομακρύνεται από το αμάξωμα, και αρνητική, όταν κλίνει προς τα μέσα, δηλαδή πλησιάζει προς το αμάξωμα.

Στο Σχ.1.33 φαίνεται σε ολόσωμους άξονες η γωνία Κάμπερ, όπου αυτή παρουσιάζεται ως: (α) Θετική, (β) Μηδενική και (γ) Αρνητική.

Οι τιμές της γωνίας Κάμπερ, καθώς και η μεταβολή τους ανάλογα με το φορτίο, δίδονται από τον κατασκευαστή. Η αρνητική γωνία Κάμπερ που έχουν πολλά σύγχρονα αυτοκίνητα, ειδικά στους πίσω τροχούς και η οποία κυμαίνεται, συνήθως, από $0^{\circ} 30'$ έως 2° , αυξάνει μεν την πλευρική ευστάθειά τους σε κλειστές και γρήγορες στροφές, επιβαρύνει (φθείρει) όμως την εσωτερική πλευρά του πέλματος των ελαστικών.



Σχ.1.32: Εγκάρσια κλίση του τροχού (γωνία Κάμπερ) και εγκάρσια κλίση του πείρου ή των σφαιρικών συνδέσμων: (α) Θετική γωνία Κάμπερ σε σύστημα πείρου. (β) Θετική γωνία Κάμπερ σε σύστημα σφαιρικών συνδέσμων.



Σχ.1.33: Η γωνία Κάμπερ σε ολόσωμο πρόσθιο άξονα: (α) θετική, (β) μηδενική, (γ) αρνητική.

❖ Σκοπός της γωνίας Κάμπερ είναι:

α) Να μειώνει τις καταπονήσεις που προκύπτουν από τις δυνάμεις που αναφέρθηκαν παραπάνω.

β) Να βελτιώνει, ανάλογα, την υπερστροφή ή την υποστροφή του οχήματος σε μία στροφή, σε συνάρτηση πάντα με τη χρησιμοποιούμενη ανάρτηση και τη συμπεριφορά της, σε σχέση με την ταχύτητα και την μεταφορά βάρους στη στροφή, παράγοντες που διαφοροποιούν την κατανομή δυνάμεων στην ανάρτηση.

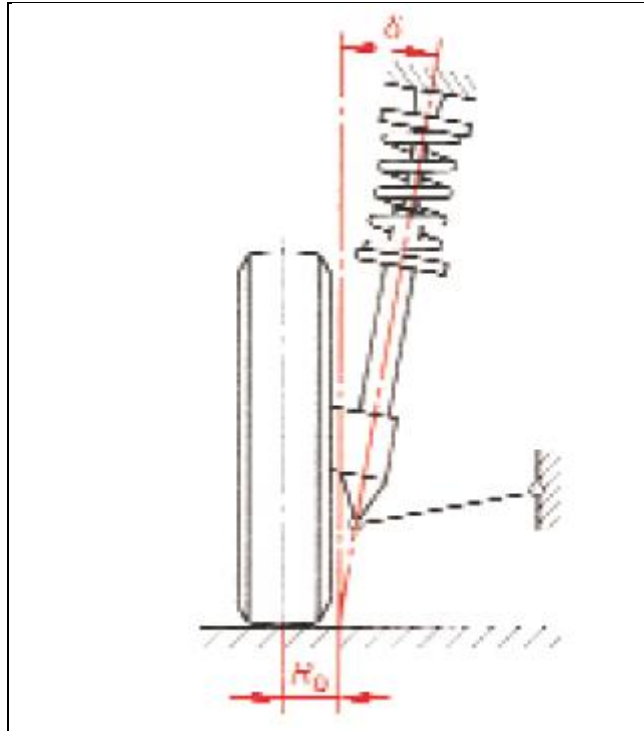
Έτσι, η γωνία Κάμπερ ελέγχει την οδική συμπεριφορά του αυτοκινήτου, τόσο σε ευθεία πορεία, όσο και σε μία στροφή ή και κατά την κίνησή του σε ανώμαλο οδόστρωμα, ώστε το αυτοκίνητο να εμφανίζει τη μεγαλύτερη δυνατή ευστάθεια κίνησης.

Σε αυτοκίνητο του οποίου θέλουμε να βελτιώσουμε την υπερστροφή, ώστε αυτό να υπερστρέφει λιγότερο σε μία στροφή, μειώνουμε τη γωνία ολίσθησης των οπίσθιων τροχών, μεταβάλλοντας τη γωνία Κάμπερ (στους οπίσθιους τροχούς), ώστε από θετική που είναι, να γίνει αρνητική, ή από ελάχιστα αρνητική, να την κάνουμε περισσότερο αρνητική, αυξάνοντας την τιμή της.

Εάν, πάλι, θέλουμε να βελτιώσουμε την υποστροφή, ώστε το όχημα να υποστρέφει λιγότερο, μειώνουμε τη γωνία ολίσθησης των πρόσθιων τροχών, οπότε η γωνία Κάμπερ από θετική πρέπει να γίνει πάλι αρνητική, όπως και προηγουμένως.

Η **εγκάρσια κλίση του πείρου** φαίνεται, παρατηρώντας το αυτοκίνητο από το εμπρόσθιο μέρος του, και είναι η γωνία εκείνη που σχηματίζεται μεταξύ της νοητής προέκτασης του άξονα του πείρου και της αντίστοιχης κατακόρυφης [Σχ.1.32(α)], ή της νοητής προέκτασης των σφαιρικών συνδέσμων και της κατακόρυφης [Σχ.1.32(β)], όπως βλέπουμε το αυτοκίνητο, πάντα, από το εμπρόσθιο μέρος του. Η κλίση του πείρου είναι λίγο μεγαλύτερη από την τιμή της γωνίας Κάμπερ και συνήθως, κυμαίνεται από 5-10 μοίρες ούτως ώστε να δημιουργείται μία πολύ μικρή απόσταση R_o στο επίπεδο του εδάφους [Σχ.1.32(β)]. Η απόσταση αυτή R_o ονομάζεται "θετική ακτίνα κύλισης", στην οποία θα αναφερθούμε και παρακάτω, και προτιμάται ως λύση σε πολλά αυτοκίνητα, διότι μειώνονται τα ζεύγη δυνάμεων που καταπονούν το σύστημα διεύθυνσης και υποβοηθείται η επαναφορά των τροχών του οχήματος μετά από στροφή στην ευθύγραμμη πορεία, ιδίως στις μικρές γωνίες στροφής. Επίσης, αποφεύγεται το "κοσκίνισμα" των τροχών, ενώ ταυτόχρονα, το σύστημα διεύθυνσης προσφέρει την απαιτούμενη σταθερότητα.

Η κλίση του πείρου σε συστήματα ανεξάρτητης ανάρτησης με γόνατα Μακ-Φέρσον, φαίνεται στο Σχ.1.34, όπου η κατακόρυφος είναι παράλληλη με το επίπεδο του άξονα συμμετρίας του τροχού και άρα η γωνία Κάμπερ είναι μηδενική, ενώ φαίνεται και η R_o (θετική ακτίνα κύλισης).

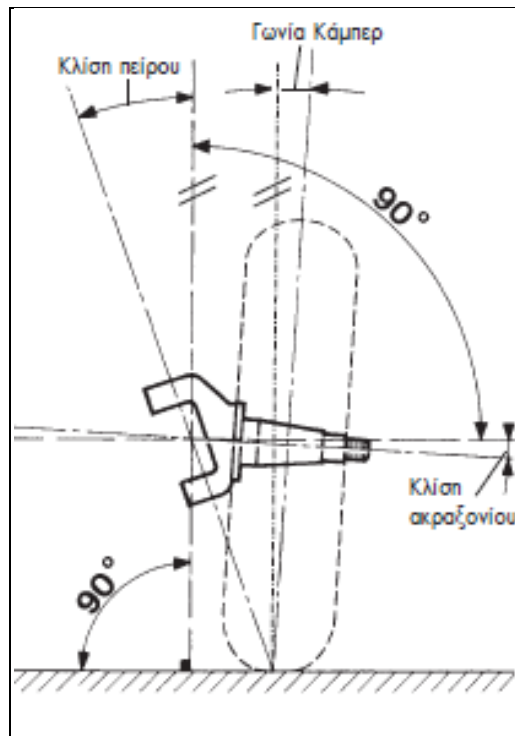


Σχ. 1.34: Εγκάρσια κλίση του πείρου σε ανάρτηση Mac -Person

Για να πλησιάζει η νοητή προέκταση του πείρου στο κεντρικό σημείο επαφής του τροχού στο οδόστρωμα ή κοντά σ' αυτό, χωρίς να λαμβάνει μεγάλες τιμές η κλίση του πείρου - στην περίπτωση του ολόσωμου πρόσθιου άξονα - οι κατασκευαστές δίνουν μία κλίση και στο ακραξόνιο (**Σχ.1.25 και Σχ.1.35**), όπου φαίνεται η κλίση του ακραξονίου προς τα κάτω, σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, ρύθμιση που αντιστοιχεί στην γωνία Κάμπερ, και η οποία δίνει καλή σταθερότητα στην ευθύγραμμη πορεία του αυτοκινήτου.

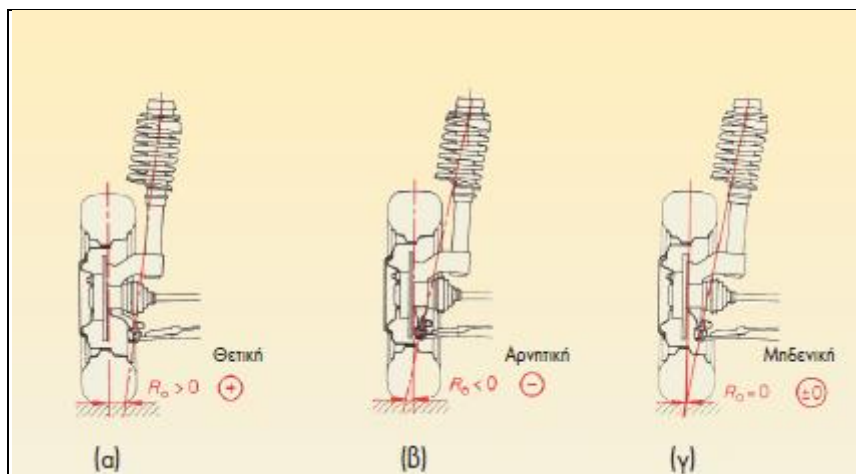
1.5.4. Γωνία C-P

Η γωνία C-P (αναφέρεται σε διεθνή βιβλιογραφία και σαν Included angle - περιλαμβανόμενη γωνία) είναι το άθροισμα των απόλυτων τιμών της γωνίας Κάμπερ και της εγκάρσιας κλίσης του πείρου, που είναι γωνίες εφεξείς [**Σχ.1.32(β)**]. Το άθροισμα αυτό παραμένει σταθερό στις ταλαντώσεις του τροχού κατά τη διεύθυνση "πάνω-κάτω". Αν, δηλαδή, μειωθεί η γωνία κλίσης των σφαιρικών συνδέσμων ή, αντίστοιχα, του πείρου, αυξάνεται η γωνία Κάμπερ, και αντίστροφα. Και οι δύο πάντως, γωνίες, από κοινού επηρεάζουν την ακτίνα κύλισης R_0 .



Σχ.1.35: Κλίση του ακραζονίου.

Εάν παρατηρήσουμε τη γωνία C-P σε ανάρτηση με γόνατα Μακ-Φέρσον (Σχ. 1.36), βλέπουμε ότι παρουσιάζεται μία απόσταση R_o (η γνωστή ακτίνα κύλισης) στο επίπεδο του οδοστρώματος.



Σχ. 1.36: Η γωνία C-P και ακτίνα κύλισης σε ανάρτηση με γόνατο Μακ Φέρσον. (α) θετική, (β) Μηδενική, (γ) Αρνητική.

- ✓ Όταν $R_o > 0$, δηλαδή εάν υπάρχει κάποια απόσταση [Σχ.1.36(α)], τότε λέμε, ότι η ακτίνα κύλισης είναι **θετική**.
- ✓ Όταν τέμνονται οι δύο άξονες - πείρου και άξονα συμμετρίας του τροχού - πάνω από το **έδαφος** [Σχ.1.36 (β)], τότε $R_o < 0$, και η ακτίνα κύλισης είναι **αρνητική**.

- ✓ Όταν οι προηγούμενοι άξονες τέμνονται στην επιφάνεια του εδάφους [Σχ.1.36(γ)] τότε $R_o=0$, δηλαδή η ακτίνα κύλισης είναι μηδενική.

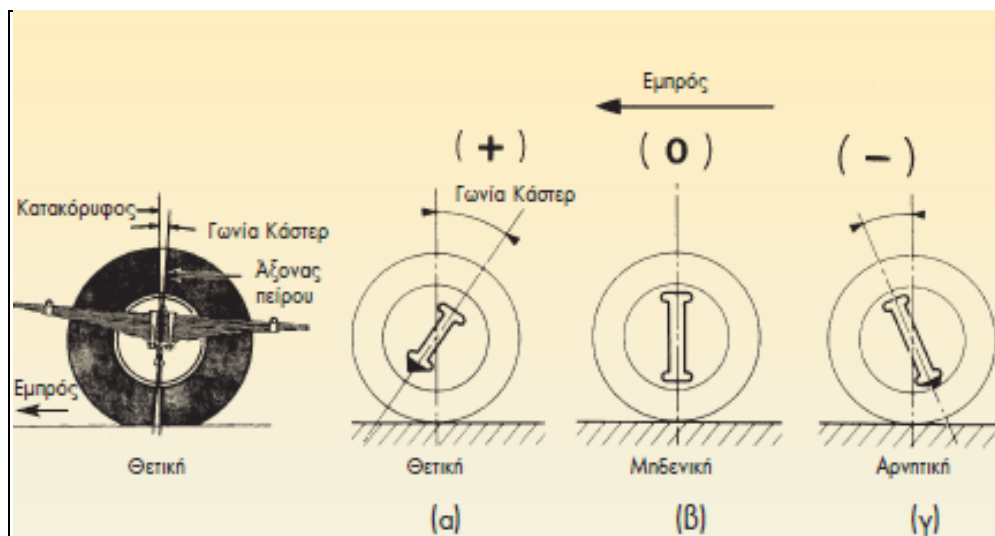
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο κατασκευαστής επιλέγει γωνία R_o που θα επιτυγχάνει τη μικρότερη δυνατή καταπόνηση του συστήματος διεύθυνσης, την αποφυγή ολίσθησης και "κοσκινίσματος" των τροχών ,όπως επίσης και τη μικρότερη δυνατή φθορά των ελαστικών.

1.5.5. Γωνία Κάστερ

Για να υπάρχει ισχυρή τάση επαναφοράς των τροχών στην ευθύγραμμη πορεία μετά από στροφή, μόλις ο οδηγός πάψει να ενεργεί στο τιμόνι, δίνεται από τον κατασκευαστή και μία επιπλέον διαμήκης κλίση στον πείρο, που ονομάζεται γωνία Κάστερ.

Η γωνία Κάστερ ή κατά μήκος κλίση του πείρου (Σχ. 1.37) βρίσκεται σε επίπεδο παράλληλο με τον κατά μήκος άξονα του αυτοκινήτου και είναι η γωνία, που σχηματίζεται από την προέκταση του άξονα του πείρου και την κατακόρυφο, που περνά από το μέσον του πείρου, αν παρατηρήσουμε το αυτοκίνητο από το πλαϊνό του μέρος.

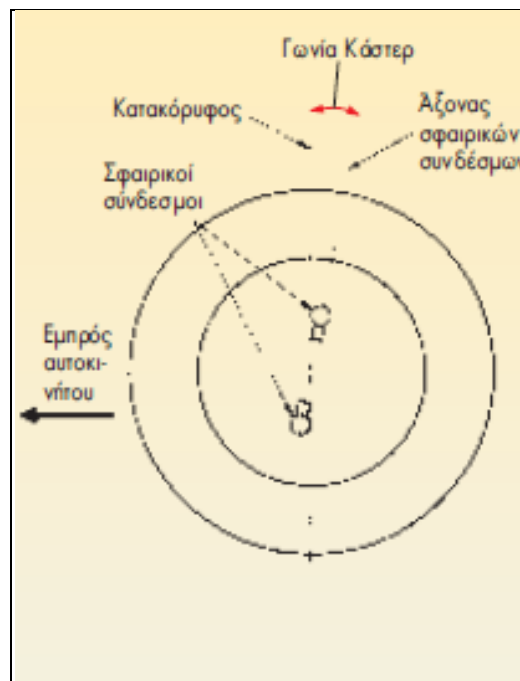
Εναλλακτικά, σε περίπτωση ανεξάρτητης ανάρτησης με ψαλίδια, η γωνία Κάστερ είναι η γωνία ,που σχηματίζεται από την προέκταση των σφαιρικών συνδέσμων των ψαλιδιών και της κατακόρυφου, αν παρατηρήσουμε το αυτοκίνητο από το πλαϊνό του μέρος (Σχ.1.38).



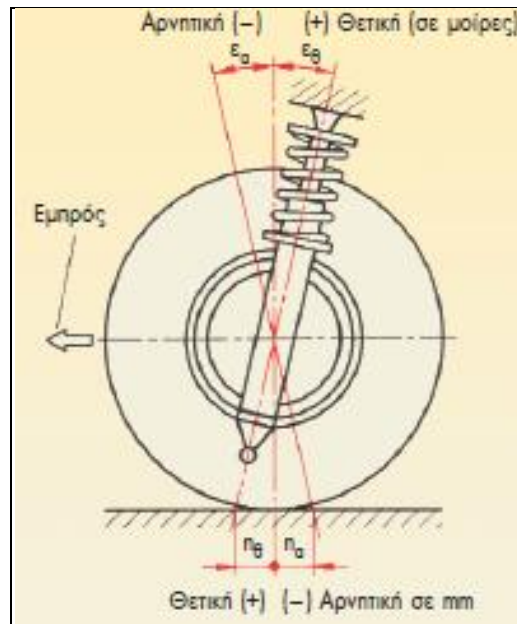
Σχ. 1.37: Η γωνία Κάστερ (α) θετική, (β) Μηδενική, (γ) Αρνητική.

Στην περίπτωση ανάρτησης με γόνατα Μακ-Φέρσον, η γωνία Κάστερ είναι η γωνία , που σχηματίζεται μεταξύ της νοητής αξονικής γραμμής γόνατου-αμορτισέρ και της αντίστοιχης κατακόρυφης ($\epsilon_a, \epsilon_\theta$) (Σχ.1.39).

Η γωνία Κάστερ είναι, συνήθως, θετική (ϵ_{θ}), και έχει τιμή από 1 έως 3 μοίρες και θεωρείται ως τέτοια (θετική), αν, παρατηρώντας, όπως είπαμε, το αυτοκίνητο από το πλαϊνό του μέρος, η προέκταση του άξονα του πείρου συναντά το οδόστρωμα εμπρός από το ίχνος του κατακόρυφου άξονα του τροχού στο οδόστρωμα (η_{θ}) (Σχ.1.39) [βλ. και Σχ.1.37(α) και Σχ.1.38], Έτσι, δημιουργείται, τόσο από τη δύναμη ώθησης προς τα εμπρός, όσο και από την αντίδραση του οδοστρώματος προς τα οπίσω, ένα ζευγάρι δυνάμεων επαναφοράς των τροχών στην ευθύγραμμη πορεία, που είναι, μάλιστα, και ανάλογο προς την ταχύτητα του οχήματος. Στην περίπτωση που η γωνία είναι αρνητική, τότε το σημείο προέκτασης του πείρου με το οδόστρωμα γίνεται πίσω από το ίχνος του τροχού.

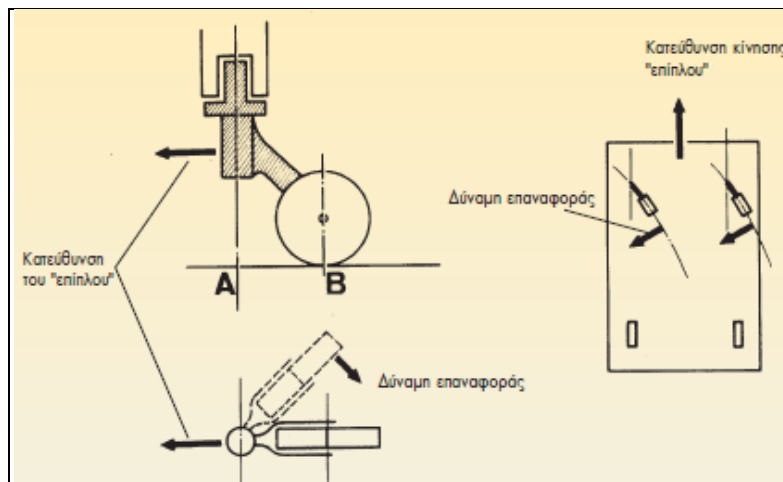


Σχ.1.38: Θετική γωνία Κάστερ σε ανεξάρτητη ανάρτηση με σφαιρικούς συνδέσμους.



Σχ.1.39: Η γωνία Κάστερ σε σύστημα ανάρτηση Μακ Φέρσον.

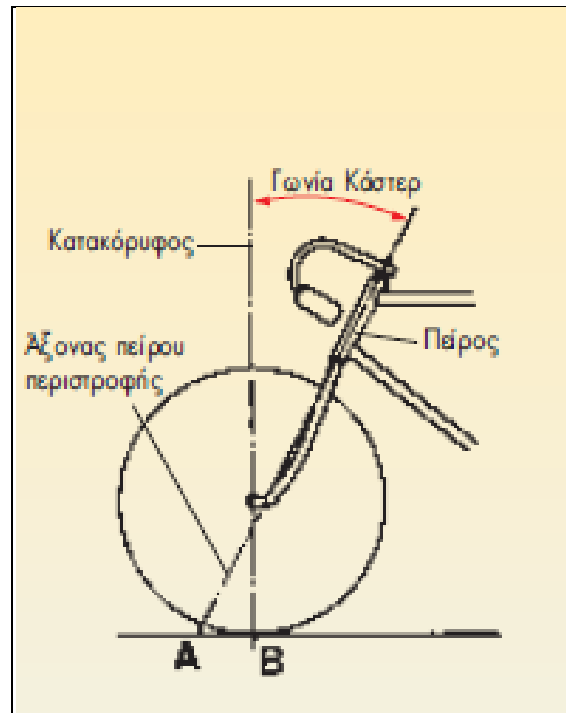
Η γωνία Κάστερ είναι εκείνη που επιτρέπει την κίνηση των τροχίσκων προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, ακόμη και αν ωθηθούν τα "έπιπλα", που έχουν τροχίσκους "κάστερ" (Σχ.1.40).



Σχ.1.40: Επίδραση της γωνίας Κάστερ σε τροχούς επίπλων.

Η γωνία Κάστερ είναι, επίσης, αυτή που επαναφέρει και διατηρεί στην ευθύγραμμη πορεία τον πρόσθιο τροχό του ποδηλάτου (Σχ.1.41), αν αφήσουμε το τιμόνι του ελεύθερο. Πράγματι, εάν παρατηρήσουμε τον σκελετό ενός ποδηλάτου, θα διαπιστώσουμε, ότι κατά την περιστροφή του τιμονιού, ο σκελετός ανασηκώνεται. Κάτω απο το βάρος, όμως, του ποδηλάτη και του ποδηλάτου, εφόσον αφήσουμε ελεύθερο το τιμόνι, ο σκελετός τείνει να κατέβει στην κατώτατη θέση του, στην οποία, τελικά, έρχεται, όταν το τιμόνι βρίσκεται στην ευθύγραμμη εμπρός θέση. Το ίδιο συμβαίνει και με το αυτοκίνητο.

Πέρα από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, η θετική γωνία Κάστερ βελτιώνει την κατευθυντικότητα και σταθερότητα του οχήματος, όταν αυτό ακολουθεί ευθεία πορεία.



Σχ. 1.41: Γωνία Κάστερ σε ποδήλατο.

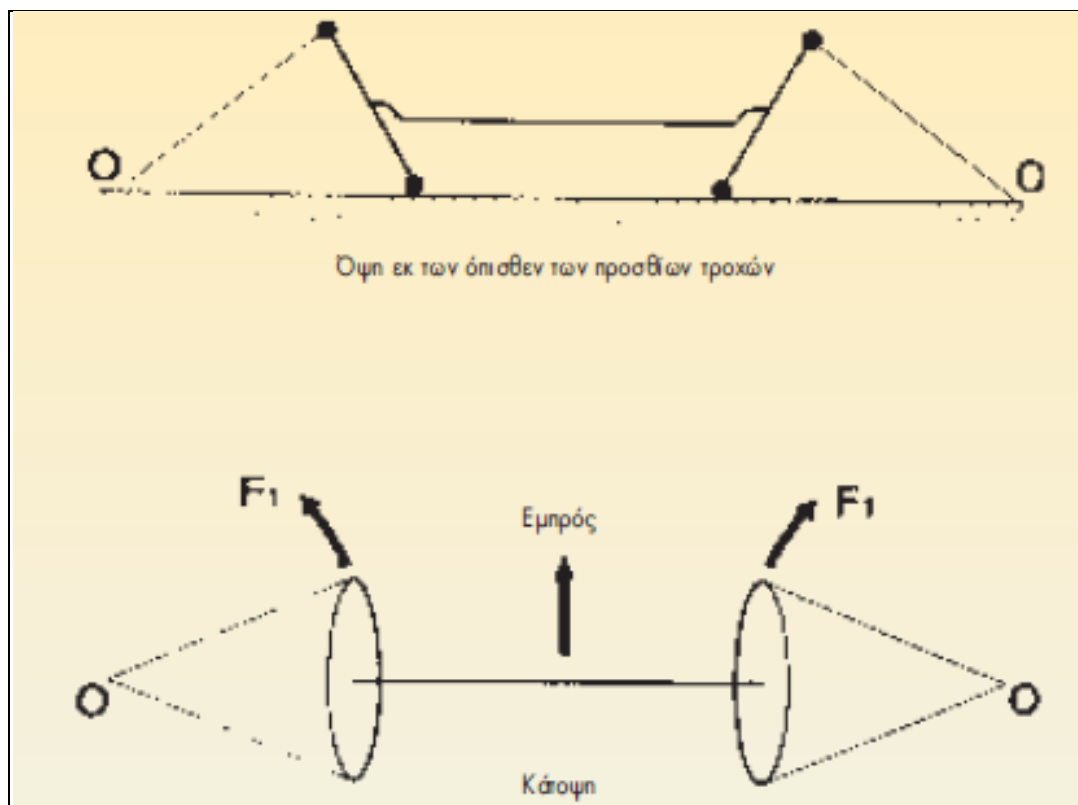
1.5.6. Σύγκλιση των τροχών

Επειδή υπάρχει μία απόσταση μεταξύ του άξονα επιπέδου συμμετρίας τροχού και του άξονα του πείρου, και επειδή, αναπόφευκτα, το όλο σύστημα έχει κάποια ελαστικότητα, όσο ισχυρός και αν είναι ο πρόσθιος άξονας, οι πρόσθιοι τροχοί έχουν την τάση να ανοίγουν προς τα έξω κατά την πορεία, ειδικά όταν υπάρχει θετική γωνία Κάμπερ, σε αυτοκίνητο με οπίσθια κίνηση. Επίσης, γενικότερα, όταν δημιουργείται στο σύστημα ακτίνα κύλισης θετική, συμβαίνει το ίδιο φαινόμενο. Να σημειωθεί εδώ, ότι σε περίπτωση έντονης γωνίας Κάμπερ, οι τροχοί κινούνται σαν κώνοι, με κέντρα κύλισης τις κορυφές των κώνων O και O και έχουν μία τάση απόκλισης, κατά τις διευθύνσεις F_1 (Σχ.1.42), με αποτέλεσμα να καταπονούνται τα μέρη του συστήματος διεύθυνσης και να φθείρονται τα ελαστικά των τροχών. Για να αντιμετωπισθεί αυτό το πρόβλημα, οι κατασκευαστές δίνουν για τα οπισθοκίνητα οχήματα, εξ αρχής, μία μικρή σύγκλιση στους πρόσθιους τροχούς και στο εμπρόσθιο μέρος τους, ενώ για οχήματα με πρόσθια κίνηση, γίνεται, συνήθως, το αντίθετο. Να σημειώσουμε εδώ, ότι σε ευθεία πορεία του αυτοκινήτου, οι τροχοί πρέπει να είναι παράλληλοι.

Στο **Σχ. 1.43** φαίνεται η σύγκλιση των πρόσθιων τροχών σε αυτοκίνητο με κίνηση η οποία δίνεται στους οπίσθιους τροχούς του. Σε περίπτωση σύγκλισης, οι νοητοί άξονες συμμετρίας των τροχών, εάν προεκταθούν, συναντώνται αρκετά μακριά, αλλά, πάντως, στο εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου.

Η γωνία $\epsilon/2$, στο **Σχ.1.43**, που πρέπει να είναι ακριβώς ίδια, δεξιά και αριστερά, είναι η γωνία, κατά την οποία πρέπει να έχει ρυθμιστεί η στροφή κάθε τροχού, για να δημιουργηθεί η απαιτούμενη σύγκλιση.

Η διαφορά απόστασης του εμπρός και οπίσθιου μέρους των δύο πρόσθιων τροχών $\Sigma=l_2-l_1$, δίνει το μέτρο της σύγκλισης των τροχών. Οι μετρήσεις γίνονται, αντιδιαμετρικά, στα χείλη που έχουν οι ζάντες και στο ύψος των ακραξονίων των τροχών (**Σχ.1.44**), ενώ η διαφορά από την πιο πάνω σχέση είναι λίγα χιλιοστά του μέτρου. Εναλλακτικά, πάντως, μπορούν να δοθούν οι γωνίες $\epsilon/2$ και σε μοίρες.



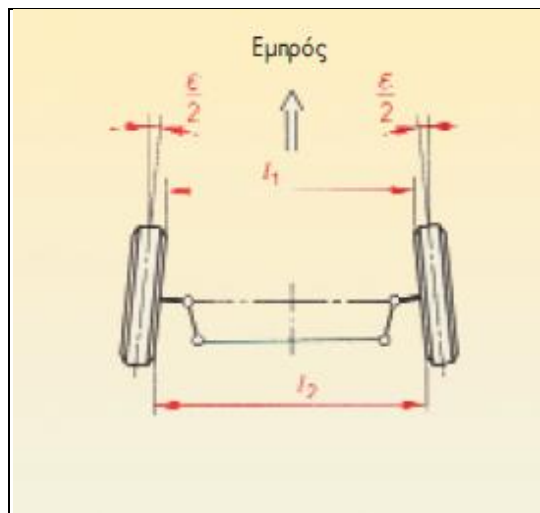
Σχ.1.42: Αποτέλεσμα της θετικής γωνίας Κάμπερ είναι η κωνική κύλιση των τροχών και η τάση απόκλισης τους.

Όταν $l_2 - l_1 > 0$, τότε υπάρχει σύγκλιση των τροχών, ενώ όταν $l_2 - l_1 < 0$, υπάρχει απόκλισή τους. Τέλος, όταν $l_2 - l_1 = 0$, τότε η σύγκλιση των τροχών είναι μηδέν (μηδενική).

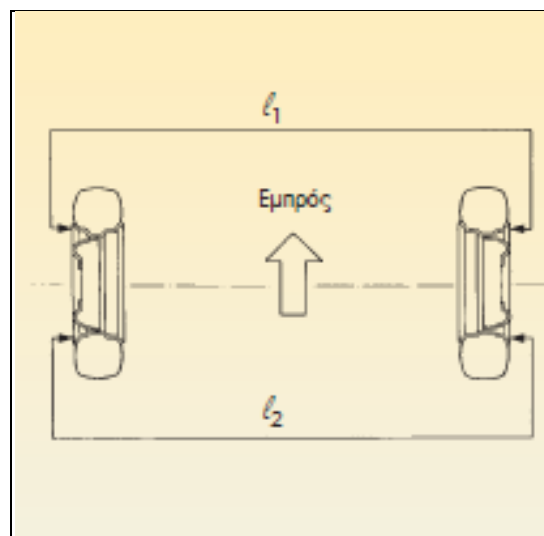
Η σωστή σύγκλιση των τροχών βελτιώνει την ισορροπία κίνησης του αυτοκινήτου και μειώνει τη φθορά των ελαστικών.

Σε αρκετές σύγχρονες κατασκευές αυτοκινήτων, εκτός από τη ρύθμιση της σύγκλισης στους πρόσθιους τροχούς, ρυθμίζεται, ανάλογα βέβαια με την κατασκευή, και η σύγκλιση ή η απόκλιση των οπίσθιων τροχών.

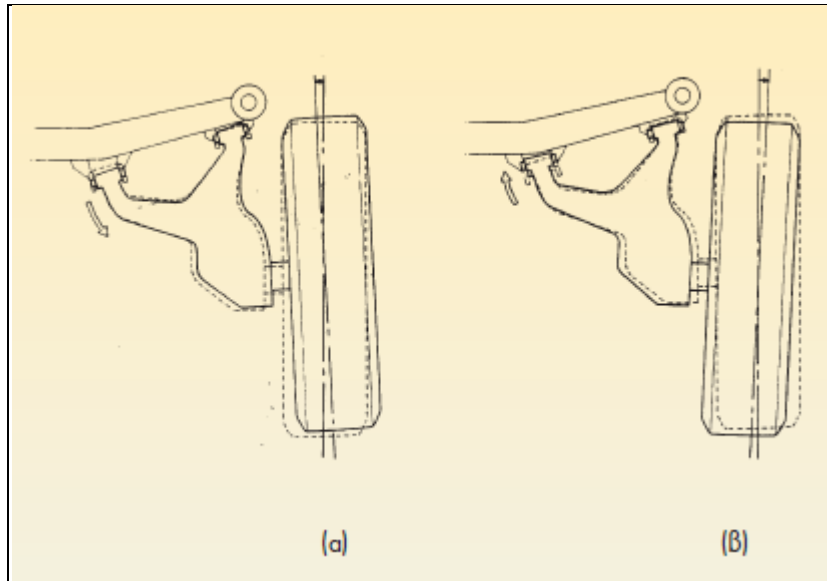
Στο **Σχ.1.45** φαίνεται η ρύθμιση της σύγκλισης σε οπίσθιους τροχούς (α), της απόκλισης στους ίδιους τροχούς (β), ενώ στο **Σχ.1.46** φαίνεται το σημείο από το οποίο υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης της σύγκλισης/απόκλισης σε ανεξάρτητη ανάρτηση με υστερούντες βραχίονες οπίσθιων τροχών



Σχ. 1.43: Σύγκλιση των πρόσθιων διεθυντήριων τροχών.



Σχ.1.44: Σημεία μέτρησης της σύγκλισης.



Σχ.1.45: Ρυθμίσεις σύγκλισης – απόκλισης σε οπίσθιους τροχούς.(α) Ρύθμιση της σύγκλισης. (β) Ρύθμιση της απόκλισης.

Ευθυγράμμιση του συστήματος διεύθυνσης.

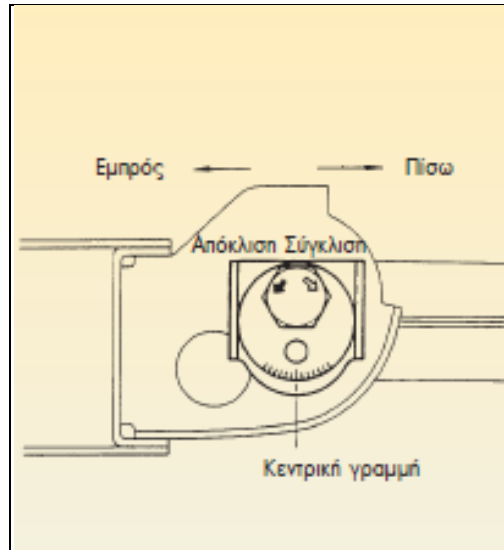
Με τον όρο ευθυγράμμιση, εννοούμε τη διαδικασία εκείνη, κατά την οποία ελέγχονται και ρυθμίζονται οι γωνίες Κάμπερ, Κάστερ, Κλίση του πείρου ή των σφαιρικών συνδέσμων, Σύγκλιση/απόκλιση των εμπρόσθιων ή/και οπισθίων τροχών, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών.

Η εργασία αυτή απαιτεί εμπειρία, σχολαστικότητα και γίνεται με ειδικό εξοπλισμό από εξειδικευμένο τεχνίτη.

1.6. Βλάβες - Φθορές – Συντήρηση

1.6.1 Ανεύρεση βλάβης

Για να διαπιστωθούν ανωμαλίες στη λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης, το αυτοκίνητο δοκιμάζεται με πορεία σε ομαλό δρόμο και με διαφορετικές ταχύτητες, αρχίζοντας από τις χαμηλές προς τις υψηλότερες.



Σχ. 1.46: Σημείο ρύθμισης σύγκλισης – απόκλισης σε υστερούντες βραχίονες οπίσθιων τροχών.

Οι πιο συνηθισμένες από αυτές τις ανωμαλίες είναι:

1. Το τιμόνι να είναι "βαρύ".

Πιθανά αίτια:

- ✓ Πολύ χαμηλή πίεση αέρα ελαστικών.
- ✓ Έλλειψη λιπαντικού στην πυξίδα και στους λιπαινόμενους σφαιρικούς συνδέσμους (εάν υπάρχουν σημεία λίπανσης).
- ✓ Τα ρουλεμάν του άξονα μέσα στην πυξίδα είναι πολύ σφιγμένα.
- ✓ Ο άξονας του τιμονιού έχει στρεβλωθεί.

2. Το τιμόνι να είναι πολύ "ελαφρύ".

Πιθανά αίτια:

- ✓ Ο μηχανισμός της πυξίδας ή της κρεμαγιέρας είναι πολύ φθαρμένος.
- ✓ Τα ρουλεμάν του άξονα που στηρίζουν τον ατέρμονα, είναι πολύ χαλαρά ή πολύ φθαρμένα.
- ✓ Ελεύθερες κινήσεις ("μπόσικα") ανάμεσα στο βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο) και τον άξονά του.
- ✓ Φθαρμένα ρουλεμάν πλήμνης τροχών.

- ✓ Φθαρμένοι ή πολύ χαλαροί σφαιρικοί σύνδεσμοι.

3. Το όχημα να παρουσιάζει αστάθεια οδήγησης, να στρέφεται, δηλαδή, συνεχώς προς τη μία πλευρά ή να στρέφεται άλλοτε προς τη μία και άλλοτε προς την άλλη πλευρά, παρά τη θέληση του οδηγού.

Πιθανά αίτια:

- ✓ Αντικανονική πίεση αέρα στα ελαστικά
- ✓ Εσφαλμένη σύγκλιση τροχών.
- ✓ Ανομοιόμορφη γωνία Κάμπερ και Κάστερ μεταξύ δεξιών και αριστερών τροχών.
- ✓ Χαλαρό ρουλεμάν στις πλήμνες των τροχών.
- ✓ Φθαρμένοι σφαιρικοί σύνδεσμοι.
- ✓ Τριβείς φθαρμένου πείρου, αν αυτός υπάρχει στο σύστημα.
- ✓ Φθορά πυξίδας ή κρεμαγιέρας.
- ✓ Άνιση δύναμη στα ελατήρια ανάρτησης ή άλλη φθορά στην ίδια την ανάρτηση.
- ✓ Αζυγοστάθμιστοι τροχοί.

4. Οι τροχοί να παρουσιάζουν "κοσκίνισμα".

Πιθανά αίτια:

- ✓ Φθαρμένοι σφαιρικοί σύνδεσμοι, πείροι ή φθαρμένα τα έδρανά τους.
- ✓ Χαλασμένα αμορτισέρ.
- ✓ Υπερβολική πίεση αέρα στα ελαστικά.
- ✓ Χαλαρά ρουλεμάν πλήμνης (μουαγιέ).
- ✓ Χαλάρωση ακρόμπαρων.
- ✓ Αζυγοστάθμιστοι τροχοί.

5. Ανισομερής φθορά ελαστικών

Πιθανά αίτια:

- ✓ Αντικανονικές γωνίες Κάμπερ ή Κάστερ.

- ✓ Αντικανονική σύγκλιση ή απόκλιση τροχών.
- ✓ Αντικανονική πίεση αέρα ελαστικών.
- ✓ Χαλαρά ρουλεμάν πλήμνης τροχών.

1.6.2. Ρυθμίσεις

Οι γωνίες Κάμπερ και Κάστερ σε άλλα αυτοκίνητα είναι ρυθμιζόμενες, ενώ σε άλλα δεν είναι.

Πάντως, σε όσα αυτοκίνητα είναι δυνατή η ρύθμιση αυτή, πρέπει να γίνει με εξοπλισμό ευθυγράμμισης, σύμφωνα πάντοτε με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η κλίση των σφαιρικών συνδέσμων σε οχήματα που διαθέτουν πρόσθια ανεξάρτητη ανάρτηση με βραχίονες, είναι δυνατόν να ρυθμιστεί. Έτσι, αν η κλίση αυτή μετρηθεί και βρεθεί έξω από τα κανονικά όρια της, σημαίνει ότι κάποιο εξάρτημα της πρόσθιας ανάρτησης έχει στρεβλωθεί και πρέπει να αντικατασταθεί. Το ίδιο ισχύει και για τα οχήματα με μη ρυθμιζόμενες γωνίες Κάμπερ και Κάστερ.

- ❖ **Προσοχή:** Δεν επιτρέπεται για κανένα λόγο, η επαναφορά οποιουδήποτε τμήματος του συστήματος διεύθυνσης που στρεβλώθηκε, ή η παραμόρφωση κάποιου άλλου με την ελπίδα πιθανής αποκατάστασης της βλάβης στο σύστημα, γιατί υπάρχει κίνδυνος σπασίματος, κατά τη λειτουργία του, με καταστρεπτικά αποτελέσματα για το όχημα και τον οδηγό.

Η σύγκλιση των τροχών ρυθμίζεται με αυξομείωση του μήκους της μίας ή και των δύο συνδετικών ράβδων (ή των ακρόμπαρων) του συστήματος, οι οποίες έχουν στα άκρα τους αντίθετα σπειρώματα και ασφαλιστικά παξιμάδια.

1.6.3. Συντήρηση

Η συντήρηση του συστήματος διεύθυνσης γίνεται με οπτική επιθεώρηση όλων των μερών του για να διαπιστωθεί, ότι οι κοχλίες και τα περικόχλια (παξιμάδια) είναι καλά σφιγμένα, ότι κανένας βραχίονας ή ράβδος δεν είναι στρεβλωμένη και ότι οι σφαιρικοί σύνδεσμοι ("μπαλάκια") δεν έχουν ελεύθερες κινήσεις (τζόγους) πέρα από τις κανονικές. Την πυξίδα την επιθεωρούμε για ύπαρξη κανονικής στάθμης λιπαντικού και για συμπλήρωση, εάν απαιτείται. Την κρεμαγιέρα την επιθεωρούμε για παρουσία λιπαντικού και για λίπανση, κατά διαστήματα, όπως προβλέπει ο κατασκευαστής. Εάν υπάρχει υδραυλική

υποβοήθηση στο σύστημα, γίνεται επιθεώρηση, κατά τακτά διαστήματα, για την παρουσία κανονικής στάθμης λαδιού.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2.1 Σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση

2.1.1. Γενικά

Η οδήγηση των αυτοκινήτων απαιτεί ισχυρή μυϊκή δύναμη εκ μέρους του οδηγού, ιδιαίτερα στο παρκάρισμα, στις απότομες στροφές, στις χαμηλές ταχύτητες, όταν χρησιμοποιούνται φαρδιά ελαστικά, κτλ.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, οι κατασκευαστές οχημάτων τοποθετούν ειδικούς μηχανισμούς, γνωστούς σαν σερβομηχανισμούς, που βοηθούν τον οδηγό να οδηγεί πιο άνετα. Οι σερβομηχανισμοί αυτοί, παίρνουν κίνηση από τον κινητήρα του αυτοκινήτου και χρησιμοποιώντας την πίεση του λαδιού υποβοηθούν στο σύστημα διεύθυνσης. Σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο δεν λειτουργήσουν, το σύστημα διεύθυνσης του οχήματος εξακολουθεί να λειτουργεί μόνο με τη μυϊκή δύναμη του οδηγού, απαιτεί όμως μεγαλύτερη προσπάθεια. Στα σημαντικά πλεονεκτήματα συμπεριλαμβάνονται, εκτός από το ελαφρύ τιμόνι, η μικρότερη ακτίνα στροφής από τέρμα σε τέρμα καθώς και η γρηγορότερη αντίδραση σε καταστάσεις πανικού ή στη γρήγορη οδήγηση.

Η εφαρμογή αυτών των μηχανισμών, ξεκίνησε πρώτα σε μεγάλα οχήματα. Στη συνέχεια και όσο η εξέλιξη τους προχωράει οι κατασκευαστές τους τοποθετούν στα πολυτελή αυτοκίνητα για να καταλήξουν τελικά στην ολοένα αυξανόμενη χρήση τους ακόμα και στη "μικρή" κατηγορία αυτοκινήτων.

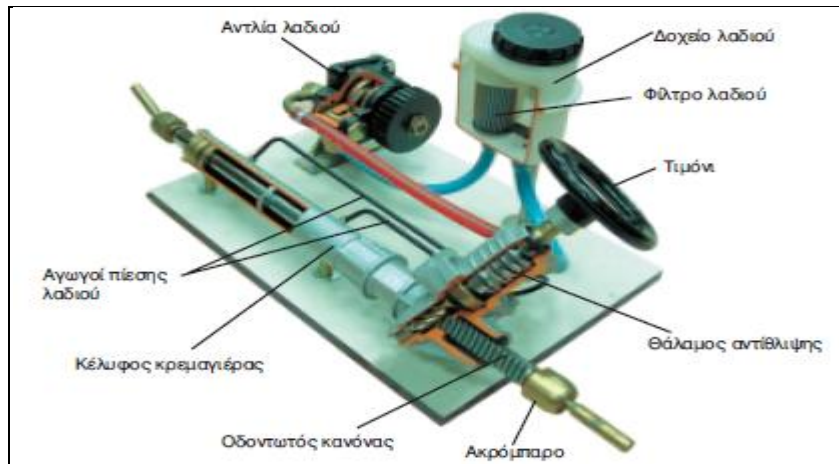
Οι πρώτοι σερβομηχανισμοί που κατασκευάστηκαν ήταν καθαρά μηχανικοί, με κυριότερο πρόβλημά τους την "ασάφεια" του τιμονιού όσο το αυτοκίνητο αύξανε ταχύτητα. Έτσι, οι πρώτες επεμβάσεις έγιναν στον έλεγχο της υδραυλικής πίεσης στην αντλία υποβοήθησης, ώσπου τα όποια προβλήματα ξεπεράστηκαν με την τοποθέτηση αισθητήρων και ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου.

Οι περισσότεροι κατασκευαστές σήμερα, στα μικρά αυτοκίνητα, χρησιμοποιούν και ηλεκτρικούς σερβομηχανισμούς, απλοποιώντας έτσι ακόμα περισσότερο την όλη διάταξη. Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου θα γίνει ειδική αναφορά για το ηλεκτρικά υποβοηθούμενο τιμόνι.

2.1.2. Περιγραφή

Το σύστημα διεύθυνσης που θα περιγραφεί στη συνέχεια αποτελεί ένα εξελιγμένο σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση. Το σύστημα αυτό ανήκει στην κατηγορία των συστημάτων διεύθυνσης τύπου "κρεμαγιέρας" με πινιόν (γρανάζι κίνησης) και οδοντωτό κανόνα. Το συγκεκριμένο σύστημα λαμβάνει υπόψη του την ταχύτητα του οχήματος και τη γωνιακή θέση του τιμονιού μέσω ειδικών αισθητήρων που πληροφορούν αντίστοιχα τη μονάδα

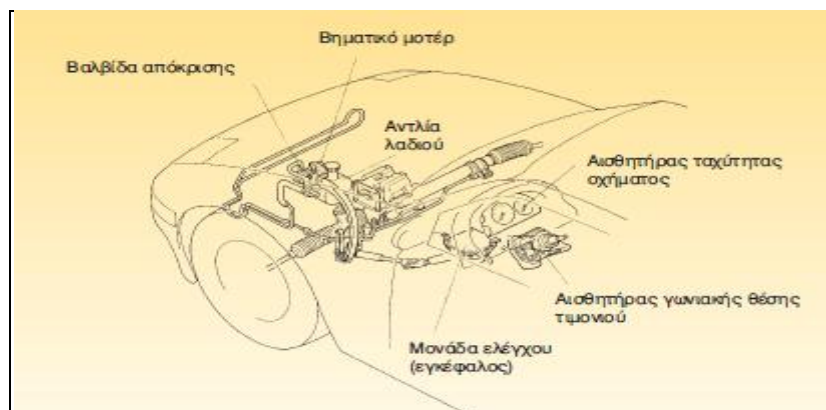
ελέγχου (εγκέφαλος). Επίσης η μονάδα ελέγχου έχει τη δυνατότητα αυτοδιάγνωση βλαβών όσον αφορά τα ηλεκτρονικά μέρη (αισθητήρες κτλ) που συνοδεύουν το σύστημα διεύθυνσης.



Σχ. 2.1: Κύρια μέρη του συστήματος διεύθυνσης σε τομή.

Υδραυλική υποβοήθηση του συστήματος διεύθυνσης.

Το συγκεκριμένο σύστημα διεύθυνσης μπορεί να μεταβάλλει τη δύναμη υποβοήθησης ανάλογα με την ταχύτητα του οχήματος, τη γωνιακή θέση του τιμονιού και την αντίσταση κύλισης των τροχών επί του οδοστρώματος. Όταν το όχημα είναι ακίνητο ή κινείται με μικρή ταχύτητα, αναπτύσσεται μεγαλύτερη δύναμη υποβοήθησης και λιγότερη προσπάθεια απαιτείται από την πλευρά του οδηγού. Όταν η ταχύτητα του οχήματος είναι υψηλή τότε αναπτύσσεται μικρότερη δύναμη υποβοήθησης και απαιτείται περισσότερη προσπάθεια από τον οδηγό για να στρίψει το τιμόνι. Επίσης περισσότερη προσπάθεια απαιτείται στις υψηλές ταχύτητες καθώς αυξάνει η γωνιακή θέση του τιμονιού (το τιμόνι "βαραίνει" εάν προσπαθήσουμε να στρίψουμε απότομα με μεγάλη ταχύτητα).



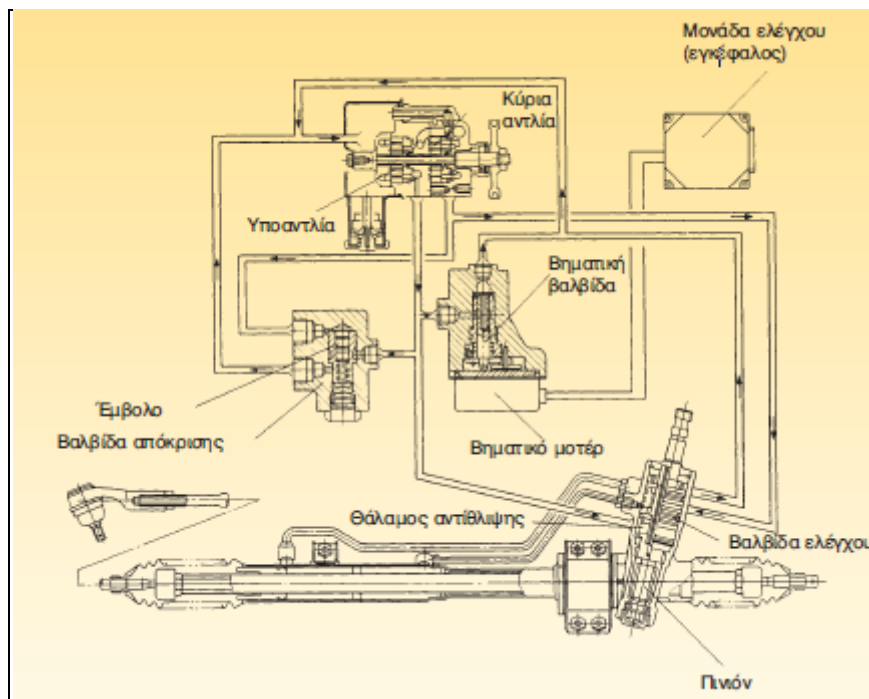
Σχ.2.2: Διάταξη εξαρτημάτων συστήματος διεύθυνσης στο αυτοκίνητο.

Με αυτές τις λειτουργίες το σύστημα παρέχει στον οδηγό ένα αίσθημα στιβαρότητας, σταθερότητας αλλά και ευκολίας στη χρήση. Η απαιτούμενη δύναμη υποβοήθησης προκαθορίζεται ανάλογα με την πίεση λαδιού στον θάλαμο αντίθλιψης (θάλαμος δυνάμεων αντίδρασης από την ροή του λαδιού) μέσα στο κέλυφος της κρεμαγιέρας. Η πίεση του λαδιού μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης ελέγχεται από τα σήματα των αισθητήρων ταχύτητας και γωνιακής θέσης τιμονιού. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της μονάδας ελέγχου και του βηματικού μοτέρ. Η πίεση του λαδιού μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης ελέγχεται επίσης από τη βαλβίδα ελέγχου της πίεσης, ανάλογα με την αντίσταση κύλισης των τροχών στο οδόστρωμα.

Ροή του Λαδιού στο σύστημα

Το λάδι που προέρχεται από την κύρια αντλία του συστήματος κατευθύνεται προς το κέλυφος της κρεμαγιέρας μέσα από τη βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού. Το λάδι κινεί τις μπάρες διεύθυνσης ενώ κατευθύνεται και προς τη βαλβίδα απόκρισης. Εδώ το λάδι μετακινεί το έμβολο το οποίο ελέγχει την υδραυλική πίεση που αναπτύσσεται εντός του θαλάμου αντίθλιψης.

Το λάδι που προέρχεται από την δευτερεύουσα αντλία (υποαντλία) του συστήματος κατευθύνεται προς το θάλαμο αντίθλιψης, τη βαλβίδα απόκρισης και τη βηματική βαλβίδα (η οποία περιστρέφεται από το βηματικό μοτέρ), μειώνοντας την προσπάθεια που απαιτείται από τον οδηγό για την στροφή του αυτοκινήτου.

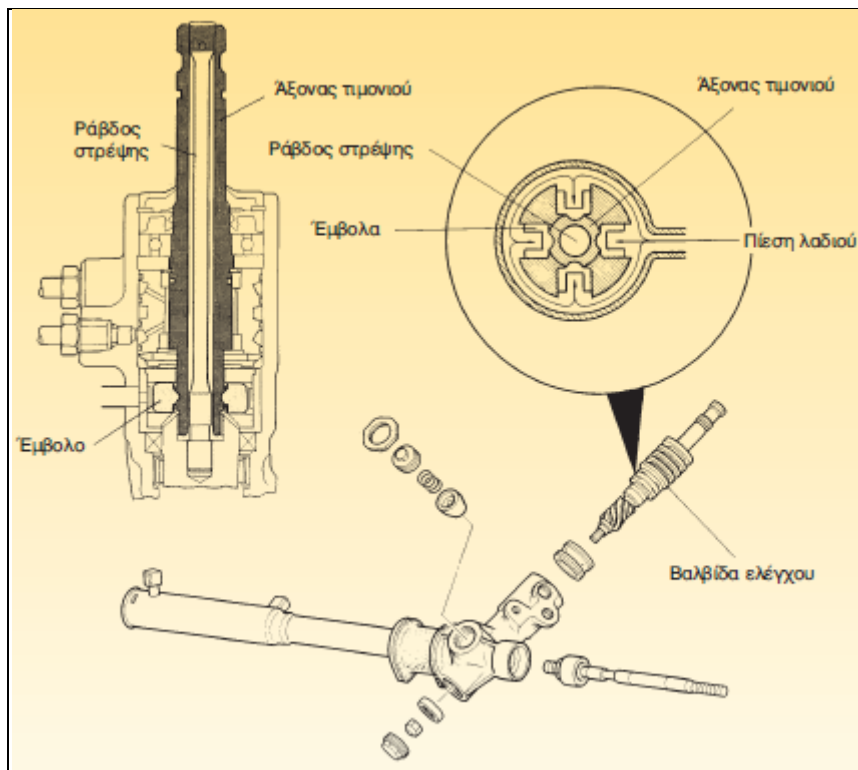


Σχ. 2.3: Σχηματική διάταξη της ροής του λαδιού μέσα στα εξαρτήματα του συστήματος.

Οδόντωση της πυξίδας διεύθυνσης και θάλαμος αντίθλιψης

Ο θάλαμος αντίθλιψης έχει σκοπό τη μεταβολή της απαιτούμενης προσπάθειας από τον οδηγό (όσον αφορά το στρίψιμο του αυτοκινήτου) ανάλογα με τις συνθήκες οδήγησης.

Μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης υπάρχουν τέσσερα μικρά έμβολα που πιέζονται πάνω στον άξονα του τιμονιού. Η υδραυλική πίεση του λαδιού η οποία προέρχεται από την υποαντλία επενεργεί στα έμβολα. Το όλο σύστημα λειτουργεί ως περιστροφικός σύρτης. Κατά την οδήγηση του οχήματος με χαμηλή ταχύτητα και όταν η υδραυλική πίεση του λαδιού γίνει χαμηλή, η πίεση των εμβόλων επάνω στον άξονα του τιμονιού μειώνεται, η ράβδος στρέψης μπορεί να στραφεί εύκολα και κατά συνέπεια απαιτείται μικρή προσπάθεια από τη μεριά του οδηγού για τη στροφή. Κατά την οδήγηση του οχήματος με υψηλή ταχύτητα και όταν η υδραυλική πίεση του λαδιού γίνει υψηλή, τα έμβολα ασκούν πίεση επάνω στον άξονα του τιμονιού, τότε η ράβδος στρέψης στρέφεται δυσκολότερα και κατά συνέπεια απαιτείται μεγαλύτερη προσπάθεια από τη μεριά του οδηγού για τη στροφή.



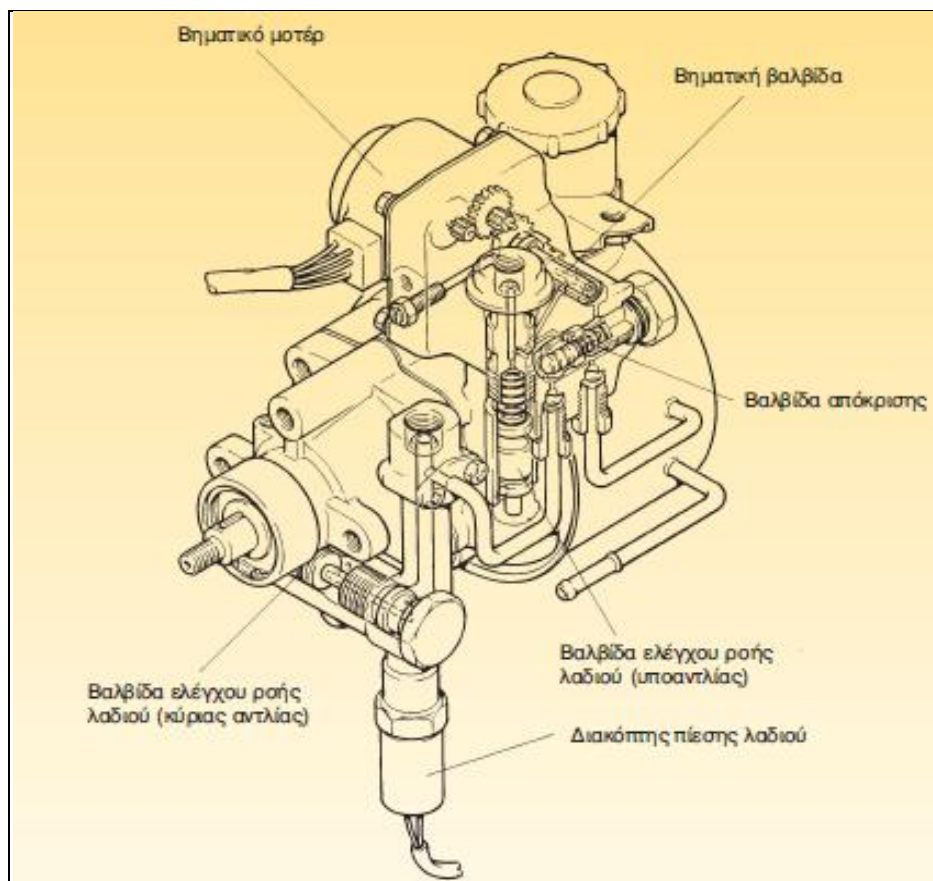
Σχ. 2.4: Σχηματική διάταξη του κυλίνδρου της πυξίδας διεύθυνσης και του θαλάμου αντίθλιψης.

Υδραυλική αντλία Λαδιού συστήματος υποβοήθησης

Ένα βηματικό μοτέρ, μία βηματική βαλβίδα και μία βαλβίδα απόκρισης βρίσκονται στο πάνω μέρος της αντλίας λαδιού του συστήματος υποβοήθησης (αντλία "υδραυλικού" τιμονιού). Εσωτερικά, μέσα στο κέλυφος της αντλίας υπάρχει μία κύρια αντλία (φυγοκεντρική με πτερύγια), μία υποαντλία και μία βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού η οποία ελέγχει το ποσό της κατάθλιψης αυτών των δύο αντλιών.

Η βηματική βαλβίδα ελέγχει την πίεση του λαδιού της υποαντλίας και κινείται από το ζεύγος των οδοντωτών τροχών του βηματικού μοτέρ. Το βηματικό μοτέρ ρυθμίζει την θέση της βηματικής βαλβίδας ανάλογα με τα σήματα που παίρνει από την μονάδα ελέγχου (εγκέφαλος).

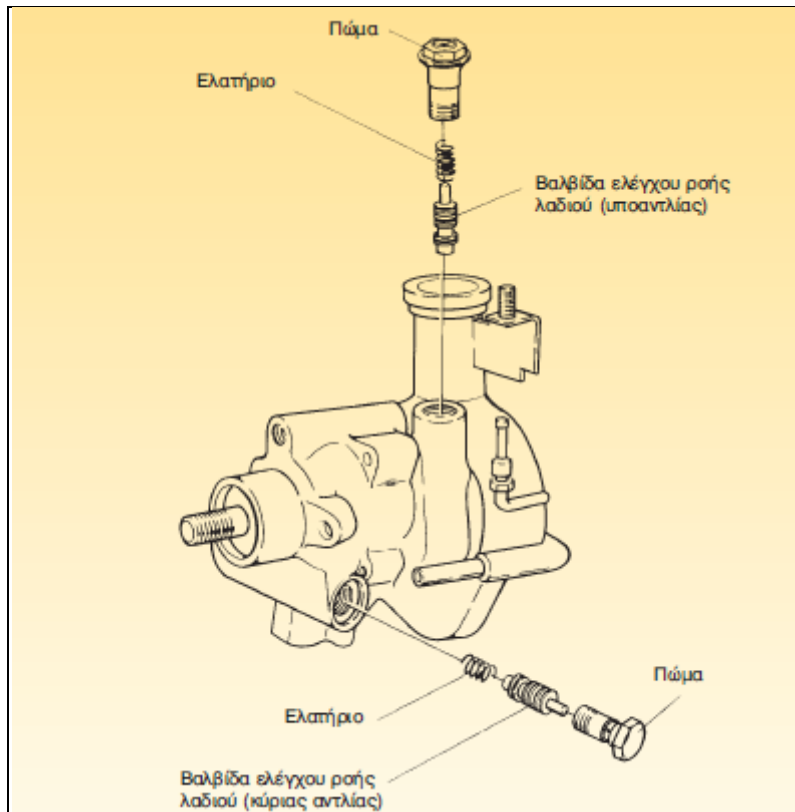
Η βαλβίδα απόκρισης ελέγχει την πίεση του λαδιού στην δίοδο λαδιού, ανοίγοντας ή κλείνοντας την δίοδο στην οποία κυκλοφορεί το λάδι που έρχεται από την υποαντλία



Σχ. 2.5: Σχηματική διάταξη της αντλίας λαδιού και των εξαρτημάτων της.

Βαλβίδα ελέγχου ροής Λαδιού

Οι βαλβίδες ελέγχου ροής για την κύρια αντλία και την υποαντλία διατηρούν μία σταθερή παροχή λαδιού περίπου 5,5 lit/min για την κύρια αντλία και 2,0 lit/min για την υποαντλία έως την βαλβίδα ελέγχου της. Το επιπλέον λάδι οδηγείται πίσω στην πλευρά αναρρόφησης της αντλίας λαδιού.



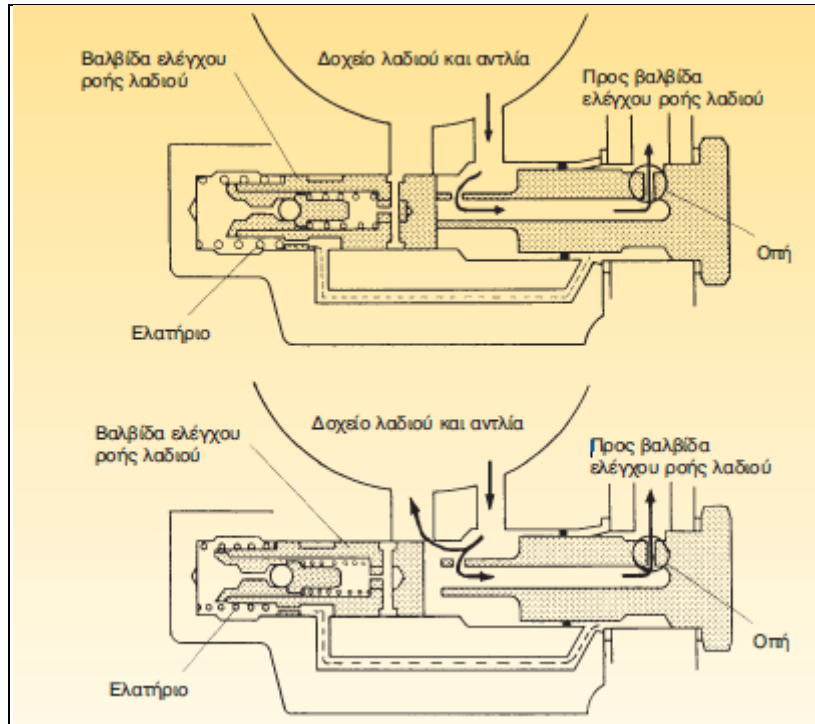
Σχ. 2.6: Σχηματική διάταξη των εξαρτημάτων των βαλβίδων ελέγχου ροής

2.1.3. Λειτουργία

- Έλεγχος ροής λαδιού της κύριας αντλίας

1) Κατά την κίνηση με χαμηλή ταχύτητα

Λάδι υπό πίεση που προέρχεται από την κύρια αντλία ρέει μέσα στο κέλυφος της κρεμαγιέρας από την αριστερή βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού προς τη δεξιά βαλβίδα ροής λαδιού όπως φαίνεται και στο Σχ. 2.7.



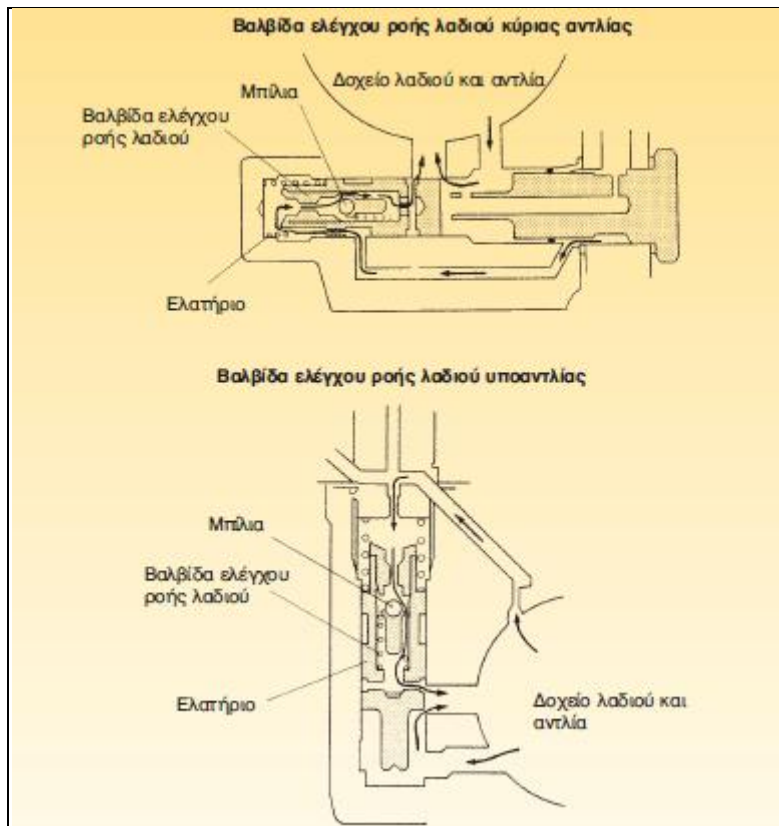
Σχ. 2.7: Σχηματική διάταξη της λειτουργίας της βαλβίδας ελέγχου ροής λαδιού.

2) Κατά την κίνηση με υψηλή ταχύτητα

Καθώς οι στροφές της αντλίας αυξάνουν, η πίεση εξόδου της μεγαλώνει και μία διαφορά υδραυλικής πίεσης αναπτύσσεται με όριο την πίεση της οπής που συνδέεται με την δεξιά βαλβίδα ελέγχου.

Η υδραυλική πίεση του λαδιού πριν τη δίοδο που οδηγεί στην οπή γίνεται υψηλότερη σε σχέση με αυτή που επικρατεί μετά την οπή. Η πίεση του λαδιού πριν τη δίοδο που οδηγεί στην οπή ασκείται στη δεξιά πλευρά της αριστερής βαλβίδας ελέγχου ροής και η πίεση λαδιού που επικρατεί μετά την οπή ασκείται στο αριστερό μέρος της ίδιας βαλβίδας.

Όταν η διαφορά πίεσης πριν και μετά την οπή μεγαλώσει, η αριστερή βαλβίδα ελέγχου αναγκάζεται να κινηθεί προς τα αριστερά πιέζοντας το σχετικό ελατήριο. Με αυτή την ενέργεια το περισσευούμενο λάδι ρέει προς την πλευρά αναρρόφησης της αντλίας. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η ροή της επιπλέον ποσότητας λαδιού προς την δεξιά βαλβίδα ελέγχου του υδραυλικού συστήματος υποβοήθησης.



Σχ. 2.8: Σχηματική διάταξη βαλβίδων ελέγχου ροής των αντλιών.

Έλεγχος της πίεσης ανακούφισης

➤ Βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού της κύριας αντλίας

Εάν το τιμόνι στραφεί τέρμα προς τη μία κατεύθυνση και οι τροχοί σταματήσουν στην ακραία θέση τους, η πίεση του υδραυλικού συστήματος φτάνει σε πάρα πολύ υψηλά επίπεδα. Η πίεση του λαδιού που καταθλίβεται από την αντλία πιέζει συνεχώς την ατσάλινη μπίλια. Όταν η πίεση γίνει μεγαλύτερη από την προκαθορισμένη τάση του ελατηρίου αυτής της σφαιρικής βαλβίδας ανακούφισης τότε αυτή ανοίγει επιτρέποντας τη διέλευση του λαδιού.

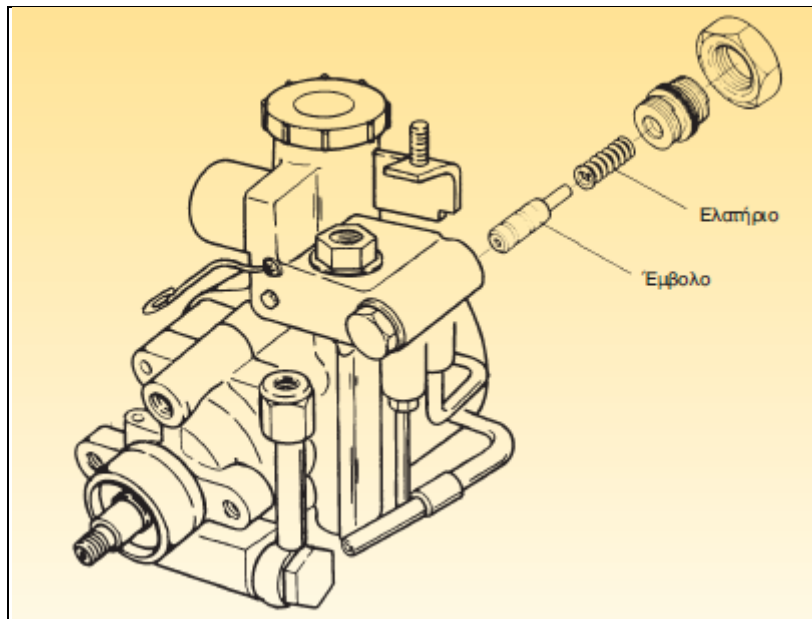
➤ Βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού της υποαντλίας (δευτερεύουσας αντλίας)

Εάν για κάποιο λόγο βουλώσει η δίοδος λαδιού της υποαντλίας, η πίεση του λαδιού μέσα σ' αυτή τη δίοδο ανεβαίνει. Τότε η υψηλή πίεση του λαδιού θα πιέσει την ατσάλινη μπίλια επιτρέποντας στο λάδι να ρεύσει μέσα στο δοχείο του λαδιού.

Πιέσεις ανακούφισης:

- Βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού της κύριας αντλίας: 80 kg/cm
-

- Βαλβίδα ελέγχου ροής λαδιού της υποαντλίας: 40 kg/cm



Σχ.2.9: Σχηματική διάταξη των εξαρτημάτων της βαλβίδας απόκρισης

➤ **Βαλβίδα απόκρισης**

Η βαλβίδα απόκρισης βρίσκεται στο πάνω μέρος του συγκροτήματος της αντλίας λαδιού του συστήματος υδραυλικής υποβοήθησης.

Αυτή η βαλβίδα ελέγχεται από την πίεση λαδιού της κύριας αντλίας και η λειτουργία της είναι να ελέγχει την πίεση του λαδιού που ασκείται στο θάλαμο αντίθλιψης που βρίσκεται στο κάτω μέρος του κυλίνδρου της πυξίδας διεύθυνσης.

Οι λόγοι ύπαρξης αυτής της βαλβίδας είναι οι παρακάτω:

Όταν η αντίσταση κύλισης των τροχών στο οδόστρωμα είναι μικρή, όπως πχ σε χιονισμένο δρόμο, τότε η απαιτούμενη δύναμη που πρέπει να καταβληθεί στο τιμόνι για να στραφούν οι τροχοί μειώνεται για να αισθανθεί ο οδηγός ότι υπάρχει μικρή αντίσταση κύλισης των τροχών. Όταν αυτή η αντίσταση κύλισης μεγαλώσει τότε συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Με άλλα λόγια η βαλβίδα απόκρισης χρησιμεύει για να μας δώσει την αίσθηση της φυσικής απόκρισης του συστήματος διεύθυνσης (παραπλήσια με αυτή που έχουμε με ένα κανονικό σύστημα διεύθυνσης χωρίς υποβοήθηση) σε περιπτώσεις όπως αυτή ενός χιονισμένου δρόμου, ενός δρόμου στρωμένου από χαλίκια κτλ.

Αλλαγές της υδραυλικής πίεσης (της κύριας αντλίας) που ασκείται στην βαλβίδα απόκρισης εμφανίζονται όταν υπάρξουν μεταβολές στην αντίσταση κύλισης των τροχών. Όταν η αντίσταση αυτή γίνει μεγάλη, απαιτείται αντίστοιχα μία μεγαλύτερη δύναμη στο τιμόνι για να στραφούν οι τροχοί. Για αυτό το λόγο η πίεση του λαδιού μέσα στο κέλυφος της κρεμαγιέρας αυξάνει

όπως επίσης και η αντίστοιχη πίεση λαδιού της κύριας αντλίας μέσα στη σχετική δίοδο του λαδιού. Αντίθετα όταν η αντίσταση κύλισης είναι χαμηλή τότε απαιτείται μικρότερη δύναμη αντίστοιχα για να στραφούν οι τροχοί και κατά συνέπεια η υδραυλική πίεση του λαδιού της κύριας αντλίας γίνεται μικρότερη.

2.1.4. Λειτουργία του συστήματος

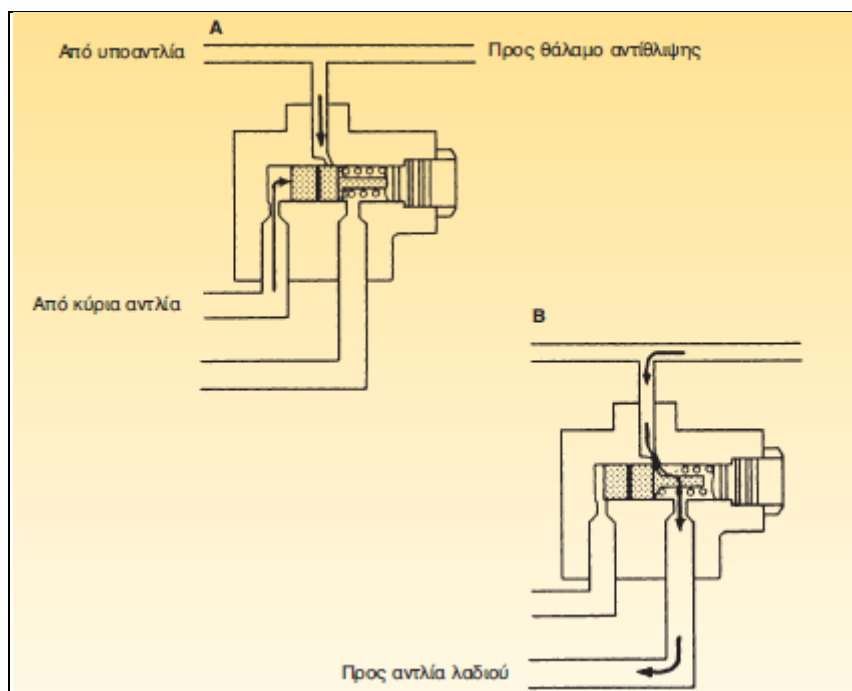
Όταν η πίεση του λαδιού μέσα στη δίοδο λαδιού της κύριας αντλίας είναι υ-ψηλή (σχέδιο 2.10 A).

Όταν η πίεση του λαδιού γίνει υψηλή, το έμβολο μέσα στη βαλβίδα απόκρισης ωθείται προς τα δεξιά. Αποτέλεσμα αυτής της ενέργειας είναι να κλείνει η δίοδος λαδιού από την υποαντλία προς το δοχείο λαδιού διακόπτοντας την ροή του λαδιού προς εκείνη την κατεύθυνση.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, η υδραυλική πίεση μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης αυξάνεται και η δύναμη που απαιτείται στο τιμόνι για να περιστραφούν οι τροχοί αυξάνει αντίστοιχα.

Όταν η πίεση λαδιού μέσα στη δίοδο λαδιού της κύριας αντλίας είναι χαμηλή (σχέδιο 2.10 B).

Όταν η πίεση του λαδιού είναι χαμηλή, το έμβολο στη βαλβίδα απόκρισης ωθείται προς τα αριστερά, λόγω της τάσης του ελατηρίου, επιτρέποντας έτσι τη ροή λαδιού από το θάλαμο αντίθλιψης προς το δοχείο λαδιού. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η υδραυλική πίεση μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης δεν αυξάνεται και η δύναμη που απαιτείται στο τιμόνι για να περιστραφούν οι τροχοί μειώνεται αντίστοιχα.



Σχ. 2.10: Λειτουργία εμβόλου βαλβίδας απόκρισης κατά την διάρκεια μεταβολών πίεσης.

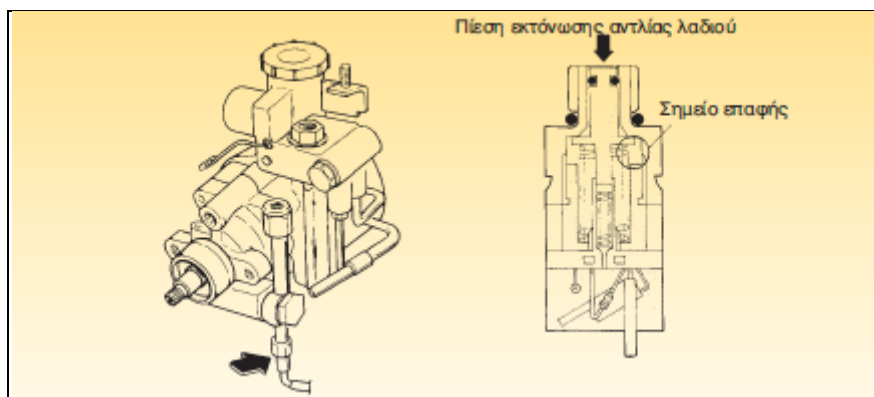
➤ **Διακόπτης πίεσης λαδιού του συστήματος υδραυλικής υποβοήθησης**

Ο διακόπτης πίεσης λαδιού ανιχνεύει ουσιαστικά την πίεση λειτουργίας του συστήματος υδραυλικής υποβοήθησης. Αυτός ο διακόπτης πίεσης στέλνει ένα σήμα μέσω γείωσης στον εγκέφαλο (στο υποσύστημα που ρυθμίζει το ρελαντί), έτσι ώστε να αυξήσει τις στροφές του κινητήρα όταν η πίεση εξόδου της αντλίας είναι πάνω από 31-39 kg/cm.

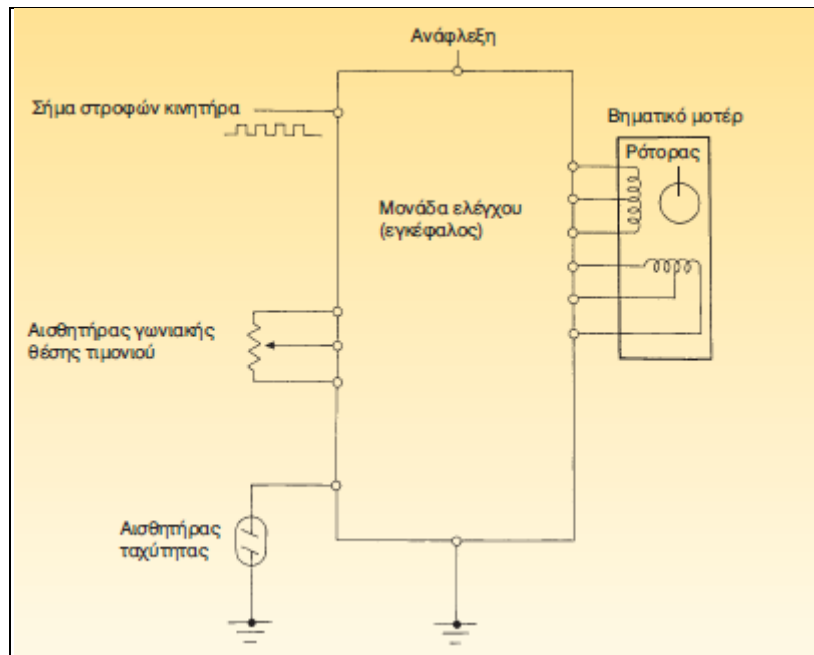
2.1.5. Ηλεκτρικό σύστημα

➤ **Μονάδα ελέγχου (εγκέφαλος)**

Η μονάδα ελέγχου ανιχνεύει τα σήματα που εκπέμπονται από τους αισθητήρες ταχύτητας οχήματος, γωνιακής θέσης τιμονιού και στροφών κινητήρα. Βασιζόμενη σε αυτά τα σήματα η μονάδα ελέγχου ρυθμίζει την υδραυλική πίεση του λαδιού περιστρέφοντας το βηματικό μοτέρ. Αυτή η περιστροφή μεταβάλλει το άνοιγμα της βηματικής βαλβίδας και την ροή του λαδιού.



Σχ. 2.11: Σχηματική διάταξη των εξαρτημάτων του διακόπτη πίεσης. Το μεγάλο βέλος δείχνει την θέση του στην αντλία.



Σχ. 2.12: Σχηματική διάταξη των σημάτων που δέχεται η μονάδα ελέγχου.

Η μονάδα ελέγχου επίσης περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα ανάγκης για την περίπτωση βλάβης. Εάν για οποιονδήποτε λόγο δε σταλεί σήμα από τον αισθητήρα ταχύτητας οχήματος, τότε θα ληφθεί υπόψη από την μονάδα ελέγχου το σήμα των στροφών του κινητήρα ως βοηθητικό και η πίεση του λαδιού θα ρυθμιστεί με βάση αυτό το σήμα. Κατά συνέπεια το σύστημα υποβοήθησης θα ρυθμιστεί ανάλογα παρέχοντας μια υποτυπώδη απόκριση του τιμονιού βασισμένη στο βοηθητικό σήμα.

Συνδυασμένη λειτουργία των συστημάτων υποβοήθησης και ελέγχου

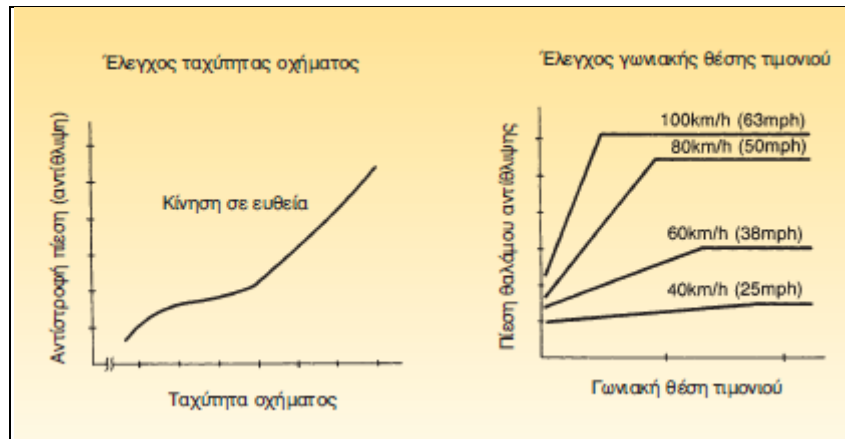
➤ Λειτουργία ελέγχου ταχύτητας αυτοκινήτου

Η μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που στέλνονται από τον αισθητήρα ταχύτητας του αυτοκινήτου για να ρυθμίσει τη γωνιακή μετατόπιση του βηματικού μοτέρ. Το τελευταίο λειτουργεί έτσι ώστε να ελέγχει την πίεση που ασκείται μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης ανάλογα με την ταχύτητα του οχήματος.

➤ Λειτουργία ελέγχου γωνιακής θέσης τιμονιού

Η μονάδα ελέγχου χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που στέλνονται από τον αισθητήρα γωνιακής θέσης του τιμονιού για να ρυθμίσει την γωνιακή μετατόπιση του βηματικού μοτέρ. Το τελευταίο λειτουργεί επίσης για να ελέγχει την πίεση που ασκείται μέσα στον θάλαμο αντίθλιψης ανάλογα με τη γωνιακή θέση του τιμονιού.

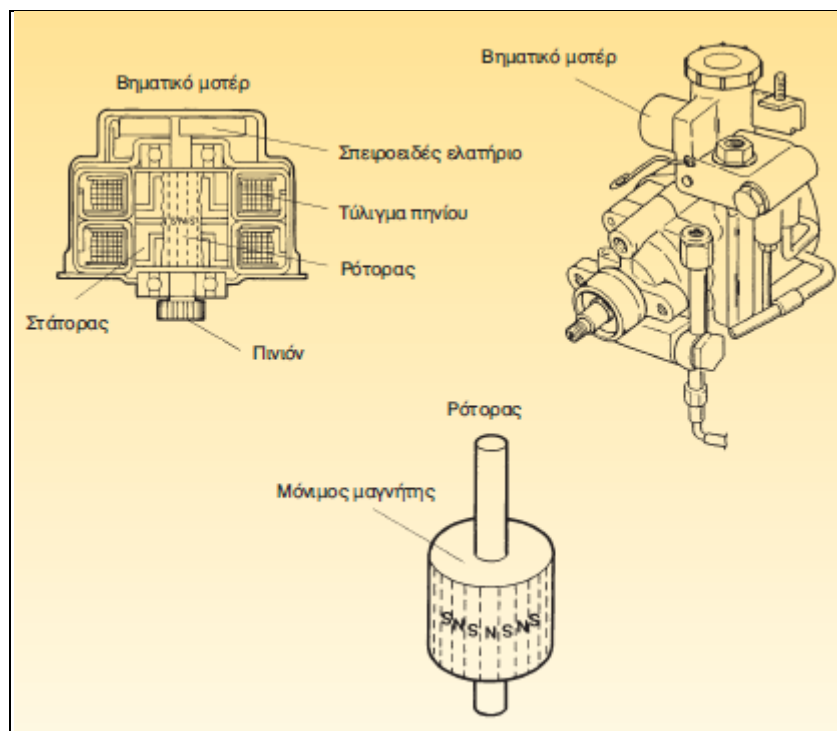
Η παραπάνω λειτουργία ενεργοποιείται μόλις η ταχύτητα του οχήματος ξεπεράσει τα 40 km/h



Σχ. 2.13: Διαγράμματα παραμέτρων συστήματος υδραυλικής υποβοήθησης.

➤ **Βηματικό μοτέρ**

Το βηματικό μοτέρ είναι ένας μικρός ηλεκτροκινητήρας και αποτελείται από ένα πηνίο, ένα στάτορα, ένα σπειροειδές ελατήριο επαναφοράς, και ένα ρότορα αποτελούμενο από έναν μόνιμο μαγνήτη. Το βηματικό μοτέρ βρίσκεται στο πάνω μέρος του συγκροτήματος της αντλίας λαδιού. Το πηνίο αποτελείται από μία συστάδα τεσσάρων περιελίξεων και διαχωρίζεται σε δύο (πάνω και κάτω) τμήματα μέσα στο βηματικό μοτέρ



Σχ. 2.14: Σχηματική διάταξη των εξαρτημάτων του βηματικού μοτέρ.

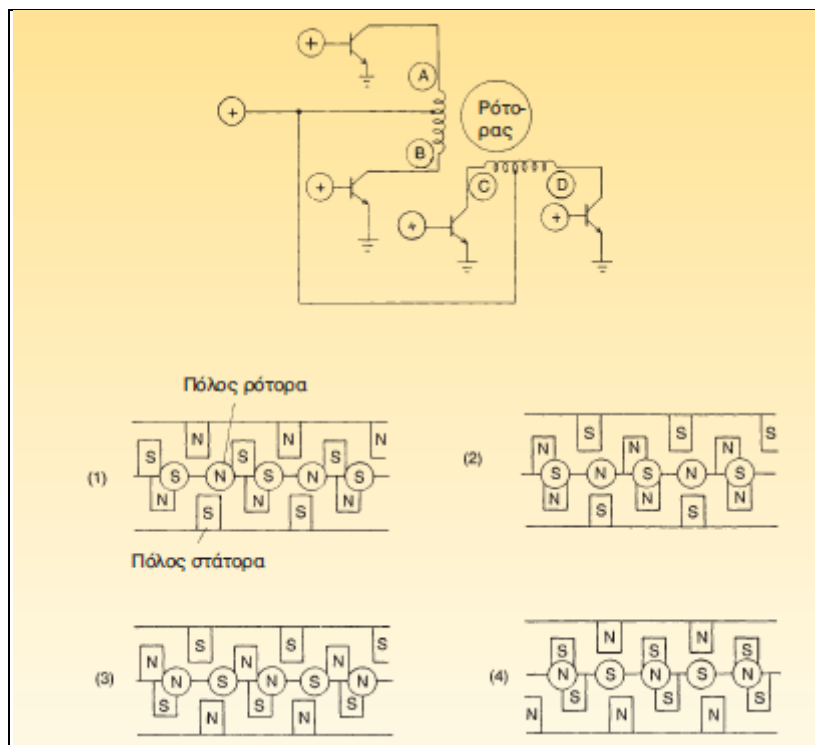
Ο ρότορας είναι ενοποιημένος με τον άξονα του και φέρει 12 βόρειους πόλους (N) και 12 νότιους πόλους (δ). Στο ένα άκρο του άξονα βρίσκεται ένα κινητήριο γρανάζι, το οποίο οδηγεί τη βηματική βαλβίδα. Στο άλλο άκρο του άξονα βρίσκεται το σπειροειδές ελατήριο.

Εάν για κάποιο λόγο διακοπεί η παροχή ρεύματος στο βηματικό μοτέρ (πχ λόγω ενός κομμένου καλωδίου), τότε το σπειροειδές ελατήριο επαναφέρει τη βηματική βαλβίδα στη θέση ηρεμίας της, κλείνοντας τη σχετική δίοδο λαδιού.

➤ **Λειτουργία βηματικού μοτέρ**

1) Όταν τα πηνία(A) και P) του κυκλώματος διαρρέονται από ρεύμα, ο ρότορας σταματάει στην θέση 1 που εικονίζεται στο σχήμα 2.15.

2) Τότε, όταν η ροή ρεύματος στο πηνίο (A) διακοπεί και τα πηνία (B) και P) διαρρέονται από ρεύμα, οι πόλοι στο πάνω μέρος του στάτορα αλλάζουν από νότιοι (δ) σε βόρειοι (N). Το αποτέλεσμα είναι ότι οι νότιοι πόλοι έλκονται και ο ρότορας περιστρέφεται προς τα αριστερά όπως φαίνεται στη θέση 2 του παρακάτω σχήματος.



Σχ. 2.15: Σχηματική διάταξη των πόλων του βηματικού μοτέρ.

3) Όταν στην παραπάνω περίπτωση (θέση 2) διακοπεί το ρεύμα στο πηνίο P) και τα πηνία (B) και P) διαρρέονται από ρεύμα, τότε οι πόλοι του κάτω μέρους του στάτορα αλλάζουν από βόρειοι (N) σε νότιοι (δ). Το αποτέλεσμα είναι ότι

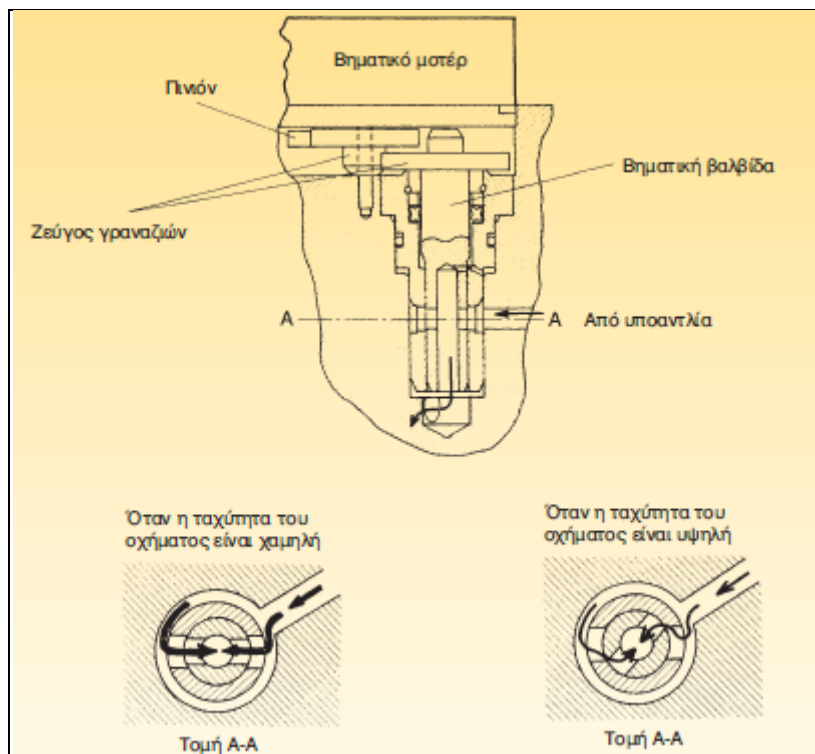
ο ρότορας περιστρέφεται περισσότερο προς τα αριστερά όπως φαίνεται στη θέση 3 του παραπάνω σχήματος.

4) Όταν στην παραπάνω περίπτωση (θέση 3) διακοπεί το ρεύμα στο πηνίο (B) και τα πηνία (A) και P) διαρρέονται από ρεύμα, τότε οι πόλοι του πάνω μέρους του στάτορα αλλάζουν από βόρειοι (N) σε νότιοι (δ). Το αποτέλεσμα είναι ότι ο ρότορας περιστρέφεται ακόμα περισσότερο προς τα αριστερά όπως φαίνεται στη θέση 4 του παραπάνω σχήματος.

5) Όπως περιγράφεται στα παραπάνω βήματα (1 έως 4), ο ρότορας περιστρέφεται ως αποτέλεσμα της παροχής ισχύος με τη σειρά στα πηνία (A) έως P). Η γωνία περιστροφής για την κάθε φορά είναι 7.5° .

➤ **Βηματική βαλβίδα**

Η βηματική βαλβίδα καθοδηγείται μέσω ενός ζεύγους γραναζιών από το βηματικό μοτέρ. Η γωνιακή μετατόπιση του βηματικού μοτέρ μειώνεται ποσοσιαία κατά 1/10 από το ζεύγος των γραναζιών για να επιτευχθεί η μικρή γωνιακή μετατόπιση της βηματικής βαλβίδας. Η βηματική βαλβίδα ρυθμίζει την υδραυλική πίεση του κυκλώματος της υποαντλίας. Η ρυθμισμένη από τη βαλβίδα υδραυλική πίεση ασκείται στη συνέχεια μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης.



Σχ.2.16: Σχηματική διάταξη της λειτουργίας της βηματικής βαλβίδας

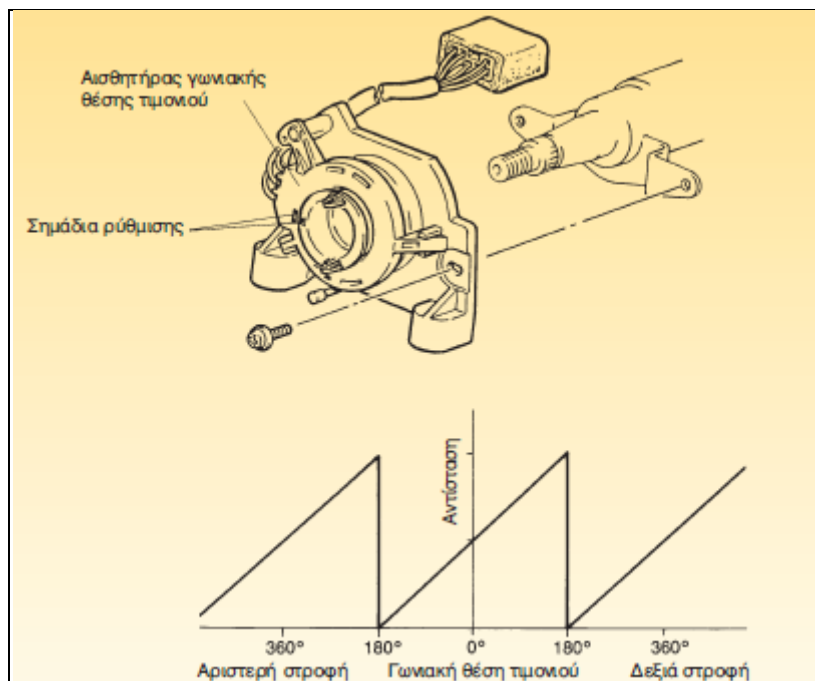
➤ **Αισθητήρας γωνιακής θέσης τιμονιού**

Ο αισθητήρας γωνιακής θέσης τιμονιού είναι τοποθετημένος πάνω στον άξονα του τιμονιού και εκπέμπει ένα σήμα προς την μονάδα ελέγχου για να

την πληροφορήσει σχετικά με την γωνιακή θέση του τιμονιού. Ο αισθητήρας αυτός επίσης εμπλέκεται και στις ακόλουθες λειτουργίες.

- ✓ Ακύρωση της ενέργειας του μοχλού που ενεργοποιεί τα φλας (μετά από στροφή)
- ✓ Αυτόματη ρύθμιση της ανάρτησης

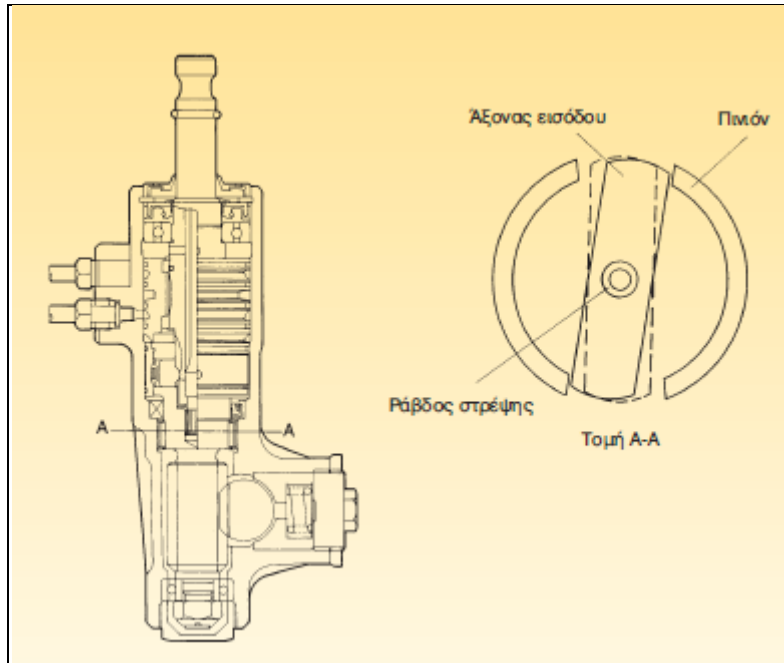
Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται από τον τεχνικό κατά την τοποθέτηση ενός τέτοιου αισθητήρα έτσι ώστε αυτός να είναι ρυθμισμένος στη θέση ηρεμίας. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τα ειδικά σημάδια που υπάρχουν στην περιφέρειά του όπως φαίνεται στο Σχ. 2.17.



Σχ.2.17: Αισθητήρας γωνιακής θέσης τιμονιού και διάγραμμα απόκρισης.

- **Ικανότητα χειροκίνητης λειτουργίας του τιμονιού (χωρίς υδραυλική υποβοήθηση)**

Ακόμα και όταν δεν υπάρχει η υδραυλική πίεση στο σύστημα διεύθυνσης, πχ όταν ο κινητήρας δεν λειτουργεί ή η αντλία έχει κάποια βλάβη ή υπάρχει διαρροή υδραυλικού λαδιού ή για οποιονδήποτε άλλο λόγο δεν αναπτύσσεται πίεση στο σύστημα, τότε η χειροκίνητη πια λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης πραγματοποιείται, καθώς ο άξονας εισόδου είναι σε επαφή με το πινιόν, όπως φαίνεται στο Σχ. 2.18.



Σχ. 2.18: Κίνηση του άξονα εισόδου για χειροκίνητη λειτουργία χωρίς υποβοήθηση.



Σχ. 2.19: Εξαρτήματα υδραυλικού τιμονιού.

2.1.6. Λειτουργία συστήματος υδραυλικής υποβοήθησης

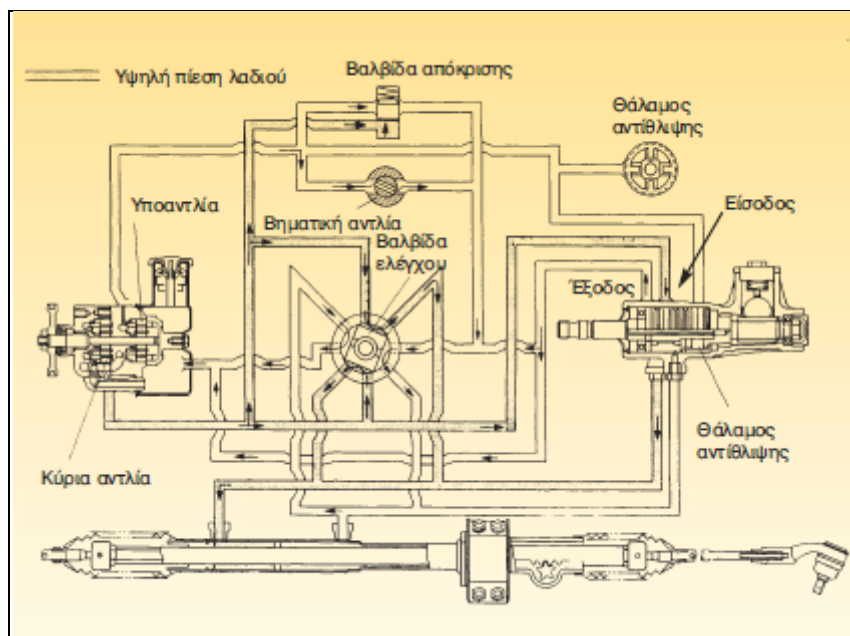
- Όταν το όχημα στρίβει αριστερά με χαμηλή ταχύτητα

Στο συγκεκριμένο σύστημα υδραυλικής υποβοήθησης η προσπάθεια που απαιτείται για να περιστραφεί το τιμόνι έχει μειωθεί με σκοπό το εύκολο

μανουβράρισμα του αυτοκινήτου όταν η αντίσταση περιστροφής του τιμονιού γίνει μεγάλη, π.χ όταν μετακινείται το αυτοκίνητο μέσα σ' ένα γκαράζ κτλ.

Όταν το τιμόνι στραφεί αριστερά ο οδοντωτός κανόνας δε μετακινείται αμέσως. Αυτό συμβαίνει επειδή μεταδίδεται η αντίσταση του οδοστρώματος η οποία μεταβιβάζεται μέσω των τροχών και επειδή η οδόντωση του πινιόν είναι εμπλεγμένη με αυτή του οδοντωτού κανόνα και δεν ακολουθεί τη γωνία στροφής του τιμονιού.

Κατά συνέπεια μόνο ο άξονας εισόδου περιστρέφεται και η ράβδος στρέψης άμεσα συνδεδεμένη με τον άξονα εισόδου παραμορφώνεται λόγω της καταπόνησής της σε στρέψη. Σε αυτήν την περίπτωση μία μετάβαση φάσης πραγματοποιείται μεταξύ του άξονα εισόδου και του χιτωνίου της βαλβίδας. Ταυτόχρονα λάδι υπό υψηλή πίεση ρέει εντός του δεξιού κυλίνδρου μέσω της θυρίδας του χιτωνίου της βαλβίδας ελέγχου

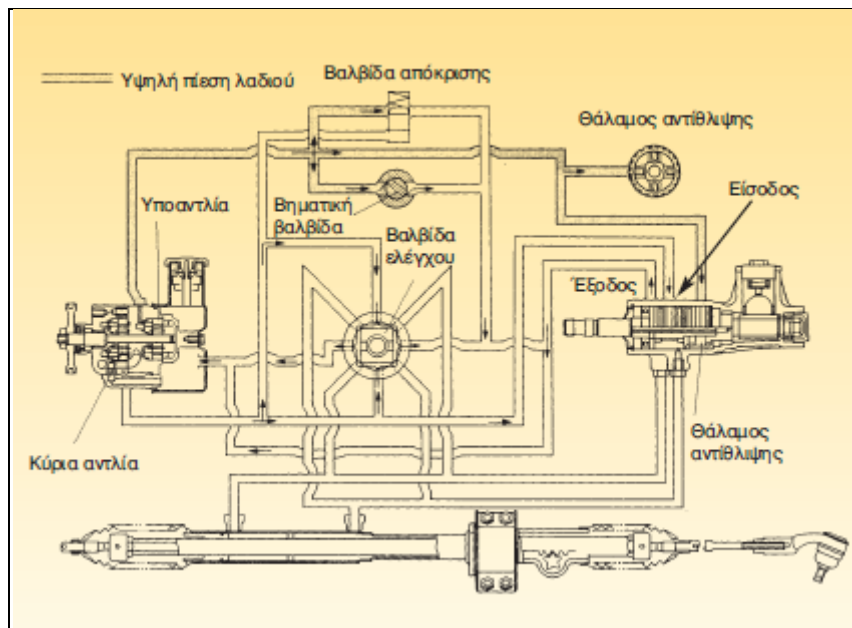


Σχ.2.20: Ροή λαδιού μέσα στο σύστημα κατά την στροφή (αριστερά) με χαμηλή ταχύτητα.

Κατά συνέπεια ο οδοντωτός κανόνας μετακινείται αριστερά σπρώχνοντας το άκρο της πλήμνης (μουαγιέ) του τροχού και οι τροχοί στρίβουν αριστερά. Ταυτόχρονα το λάδι στον αριστερό κύλινδρο ρέει επιστρέφοντας πίσω στο δοχείο λαδιού. Η βαλβίδα απόκρισης κλείνει την δίοδο λαδιού της υποαντλίας λόγω της υψηλής αναπτυσσόμενης πίεσης μέσα στο κέλυφος της κρεμαγιέρας. Επειδή το βηματικό μοτέρ έχει ανοίξει πλήρως τη βηματική βαλβίδα, η υδραυλική πίεση μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης της πυξίδας διεύθυνσης δεν αυξάνεται. Το αποτέλεσμα είναι η λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης να δίνει την αίσθηση ότι το τιμόνι στρέφεται πιο εύκολα (γίνεται "ελαφρύτερο").

- Όταν το αυτοκίνητο κινείται στην ευθεία με μέση ή υψηλή ταχύτητα

Για να εξασφαλισθεί η λειτουργικότητα του συστήματος διεύθυνσης στις υψηλές και μέσες ταχύτητες οδήγησης όταν το αυτοκίνητο κινείται ευθεία, πρέπει το σύστημα διεύθυνσης να "βαραίνει" σε αίσθηση αλλά και λειτουργία. Αποτέλεσμα του επεξεργασμένου σήματος της ταχύτητας του οχήματος το οποίο στέλνεται από την μονάδα ελέγχου είναι ο βηματικός κινητήρας να περιστρέφει τη βηματική βαλβίδα, προκαλώντας την στένωση της διόδου λαδιού. Ως αποτέλεσμα η υδραυλική πίεση του λαδιού μέσα στη δίοδο του λαδιού που έρχεται από την αντλία αυξάνεται.



Σχ. 2.21: Ροή λαδιού μέσα στο σύστημα κατά την κίνηση σε ευθεία με μέση ή υψηλή ταχύτητα.

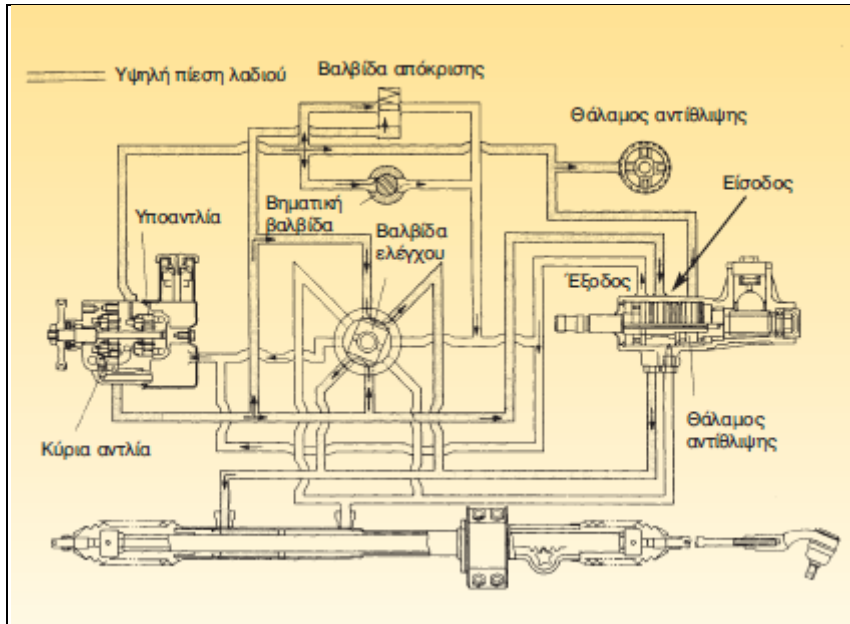
Αυτό αναγκάζει την πίεση του λαδιού μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης να γίνει υψηλή.

Επειδή τα τέσσερα υδραυλικά έμβολα μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης πιέζουν τον άξονα εισόδου της κρεμαγιέρας, η λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης γίνεται "βαρύτερη" δίνοντας στον οδηγό την αντίστοιχη αίσθηση.

- Όταν το όχημα στρίβει (αριστερά) με μέση η υψηλή ταχύτητα

Κατά τη στροφή (αριστερά) με μέση ή υψηλή ταχύτητα, η ροή λαδιού είναι η ίδια όπως κατά την στροφή με χαμηλή ταχύτητα, εκτός από το ότι η λειτουργία του τιμονιού γίνεται "βαρύτερη" έτσι ώστε να αποφευχθεί το υπερβολικό και απότομο στρίψιμο των τροχών το οποίο θα μπορούσε να οδηγήσει σε ολίσθηση και αλλαγή κατεύθυνσης του αυτοκινήτου.

Αποτέλεσμα του επεξεργασμένου σήματος της ταχύτητας του οχήματος και του σήματος που σχετίζεται με τη γωνιακή θέση του τιμονιού τα οποία στέλνονται από την μονάδα ελέγχου, είναι ο βηματικός κινητήρας να περιστρέφει τη βηματική βαλβίδα, προκαλώντας την στένωση της διόδου λαδιού. Έτσι η υδραυλική πίεση του λαδιού μέσα στη δίοδο του λαδιού που έρχεται από την αντλία αυξάνεται.



Σχ. 2.22: Ροή λαδιού μέσα στο σύστημα κατά την στροφή (αριστερά) με μέση ή υψηλή ταχύτητα.

Αυτό αναγκάζει την πίεση του λαδιού μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης να γίνει υψηλή.

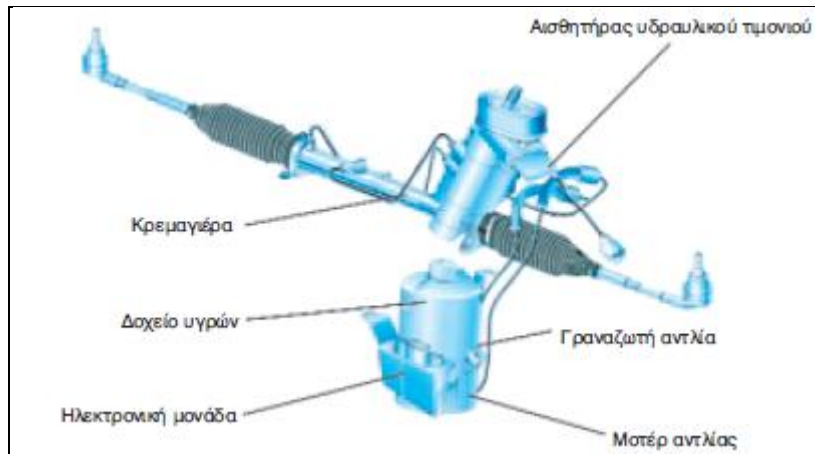
Όμως η υδραυλική πίεση του λαδιού που καταθλίβεται από την κύρια αντλία αυξάνεται ως αποτέλεσμα της αύξησης της υδραυλικής πίεσης μέσα στο δεξιό υδραυλικό κύλινδρο της κρεμαγιάρας κατά τη διάρκεια της στροφής.

Το αποτέλεσμα είναι η υδραυλική πίεση του λαδιού μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης να μεγαλώνει ακόμα περισσότερο. Επίσης επειδή τα τέσσερα υδραυλικά έμβολα μέσα στο θάλαμο αντίθλιψης πιέζουν τον άξονα εισόδου της κρεμαγιάρας, η λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης γίνεται "βαρύτερη" δίνοντας στον οδηγό την αντίστοιχη αίσθηση.

2.1.7. Υδραυλική υποβοήθηση με ηλεκτρικό κινητήρα

Στο σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση που αναπτύχθηκε παραπάνω η κίνηση στην αντλία δίνεται από τον κινητήρα με έναν ιμάντα. Έτσι ένα μέρος της ισχύος του κινητήρα απαιτείται συνεχώς για την κίνηση της αντλίας του τιμονιού. Τη στιγμή της μέγιστης υδραυλικής υποβοήθησης - στο παρκάρισμα ή στους επί τόπου ελιγμούς - οι στροφές του κινητήρα είναι κοντά στο ελάχιστο. Η ισχύς της αντλίας πρέπει λοιπόν να υπολογιστεί γι'

αυτή τη περίπτωση, ενώ στις υψηλότερες στροφές εκτονώνεται το πλεόνασμα της πίεσης μέσω μιας βαλβίδας επιστροφής.



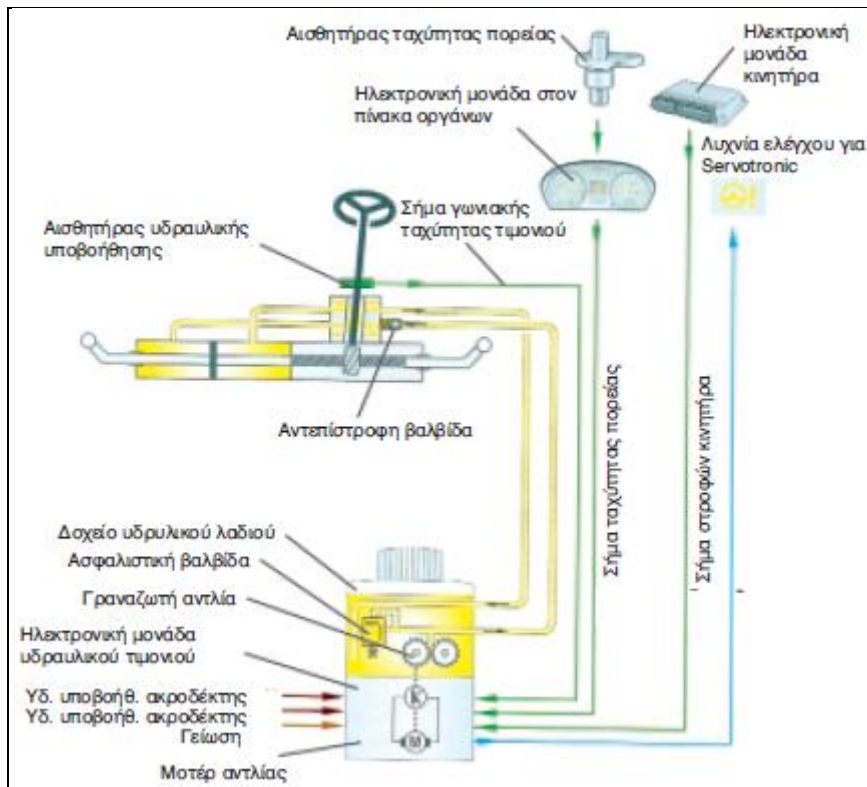
Σχ. 2.23: Διάταξη Υδραυλικής υποβοήθησης με ηλεκτρικό κινητήρα.

Τα παραπάνω προβλήματα καλούνται να λύσουν οι γραναζωτές αντλίες που δέχονται την κίνηση από έναν ηλεκτροκινητήρα, με αποτέλεσμα να είναι ανεξάρτητη η κίνησή τους από τον κινητήρα. Σημαντικό πλεονέκτημα επίσης είναι το ότι το τιμόνι λειτουργεί υποβοηθούμενο έστω και αν, για οποιαδήποτε αιτία, ο κινητήρας σβήσει.

Το ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα διεύθυνσης είναι παρόμοιο με το προηγούμενο. Στο **Σχ 2.24** φαίνεται η λειτουργία του συστήματος καθώς και τα εξαρτήματά του.

2.1.8. Συντήρηση - έλεγχος - βλάβες των μηχανισμών

Η συντήρηση και ο έλεγχος των μηχανισμών πρέπει να γίνονται προσεκτικά γιατί οι λανθασμένες ενέργειες μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά την απόδοσή του συστήματος διεύθυνσης ή να προκαλέσουν μεγάλες και δαπανηρές επισκευές.



Σχ. 2.24: Σχηματική παράσταση υδραυλικής υποβοήθησης με ηλεκτροκινητήρα.

Οι συνηθισμένες βλάβες που δημιουργούνται στα συστήματα διεύθυνσης είναι οι παρακάτω:

- ✓ Αδυναμία ή δυσκολία στο χειρισμό.

Είναι βλάβες που δημιουργούνται όταν οι φθορές των μηχανισμών έχουν φτάσει σε προχωρημένο στάδιο.

- ✓ Ασυνήθιστοι θόρυβοι.

Οι θόρυβοι προέρχονται συνήθως από τα περιστρεφόμενα ή από τα κινούμενα μέρη του συστήματος και "προϊδεάζουν" για βλάβη σε κάποιο από αυτά τα εξαρτήματα.

- ✓ Ευκολία ή δυσκολία στην περιστροφή του τιμονιού

Είναι βλάβες που οφείλονται κυρίως στο ηλεκτρικό-ηλεκτρονικό μέρος του συστήματος, και εντοπίζονται από τις ενδεικτικές λυχνίες ή βομβητές αυτοδιάγνωσης του συστήματος.

- ✓ Ασυνήθιστη σκληρότητα στην λειτουργία.

Οφείλεται συνήθως σε βλάβη κάποιου εξαρτήματος ή σε σημαντική απώλεια υδραυλικού υγρού.

Στα πλαίσια της περιοδικής προληπτικής συντήρησης γίνονται οπτικοί έλεγχοι των εξαρτημάτων του συστήματος, έλεγχος της στάθμης του λιπαντικού, αλλαγή λιπαντικού υγρού σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και αλλαγή ή ρύθμιση της τάσης του ιμάντα.

Όταν πρόκειται για ηλεκτρονικά ελεγχόμενο μηχανισμό όλες οι βλάβες εντοπίζονται με την βοήθεια της κατάλληλης διαγνωστικής συσκευής. Μετά από κάθε επισκευή ή αντικατάσταση εξαρτημάτων θα πρέπει να γίνει μηδενισμός των βλαβών από την μνήμη της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου.

Κατά την επισκευή θα πρέπει τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιούνται να είναι τα προτεινόμενα από τον κατασκευαστή. Οι τιμές των ροπών σύσφιξης των εξαρτημάτων κατά την επανασυναρμολόγηση πρέπει να είναι οι σωστές και να εξασφαλίζεται η κατάλληλη συνοχή όλων των συναρμολογούμενων εξαρτημάτων.

2.2 Συστήματα 4 διευθυντηρίων τροχών Τετραδιεύθυνση 4WS (4-wheel steering)

2.2.1. Γενικά

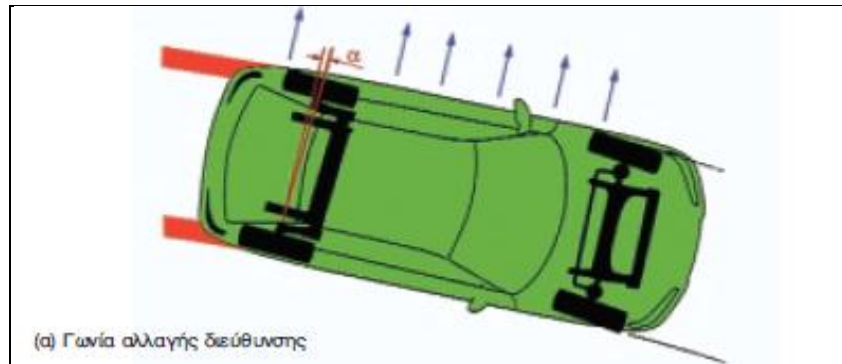
Ένα αυτοκίνητο με συμβατικό σύστημα διεύθυνσης στους 2 μπροστινούς τροχούς (2WS – Wheel Steering) εμφανίζει μερικές φορές κάποια προβλήματα ευστάθειας, κυρίως στις υψηλές ταχύτητες και στις γρήγορες αλλαγές της πορείας του.

Για να λύσουν το πρόβλημα αυτό, οι κατασκευαστές εφάρμοσαν την τεχνική της διεύθυνσης της κίνησης του αυτοκινήτου και με τους 4 τροχούς (4WS – 4Wheel Steering). Η τεχνική αυτή εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα ακόμη και όταν ένα όχημα κινείται με μικρή ταχύτητα ή κάνει ελιγμούς στάθμευσης γιατί η ακτίνα περιστροφής του οχήματος είναι μικρότερη από την ακτίνα περιστροφής που έχει ένα όχημα με συμβατικό σύστημα διεύθυνσης στους 2 μπροστινούς τροχούς (2WS). Η τετραδιεύθυνση άρχισε να βρίσκει εφαρμογή από τις αρχές τις δεκαετίας του '80 όταν σημαντικές εταιρείες αυτοκινήτων, όπως ή Honda, η Mazda η Nissan κτλ. παρουσίασαν τα πρώτα μοντέλα. Εκτός όμως από τα μικρά επιβατικά αυτοκίνητα, η τετραδιεύθυνση έχει εφαρμοστεί από πολύ παλιά σε ειδικά οχήματα και σε φορτηγά που έχουν δύο μπροστινούς άξονες.

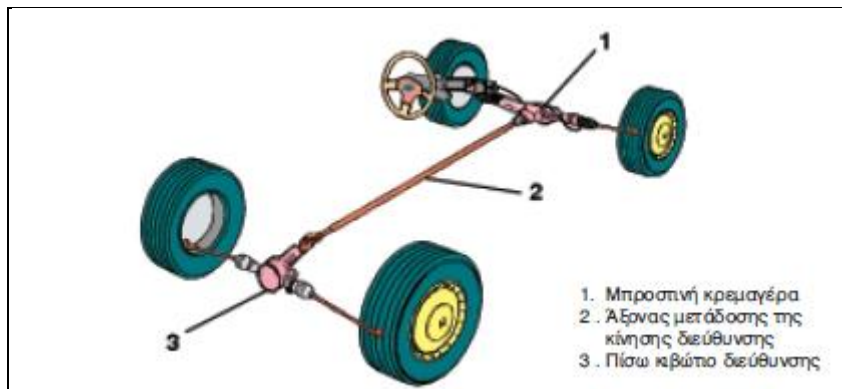
Σήμερα τα συστήματα τετραδιεύθυνσης που εφαρμόζονται στα αυτοκίνητα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα συστήματα παθητικής τετραδιεύθυνσης και τα συστήματα ενεργητικής τετραδιεύθυνσης.

2.2.2. Συστήματα Παθητικής Τετραδιεύθυνσης

Στα συστήματα παθητικής τετραδιεύθυνσης οι πίσω τροχοί, μαζί με το σύστημα ανάρτησης, μπορούν να στρίψουν ελαφρά δεξιά ή αριστερά. Αυτό συμβαίνει λόγω της στήριξης του συστήματος σε ειδικά σχεδιασμένες ελαστικές βάσεις με μεγάλη ανοχή κίνησης. Με τον τρόπο αυτό οι τροχοί, μαζί με την ανάρτηση, στρίβουν ανάλογα με την ταχύτητα, το φορτίο και τη γωνία στροφής με αποτέλεσμα την αισθητή βελτίωση της τροχιάς του αυτοκινήτου και τη μείωση της πιθανότητας υπερστροφής.



Σχ. 2.25: Γωνία αλλαγής διεύθυνσης πίσω τροχών σε σύστημα παθητικής τετραδιεύθυνσης.



Σχ.2.26: Μηχανικό σύστημα ενεργητικής τετραδιεύθυνσης.

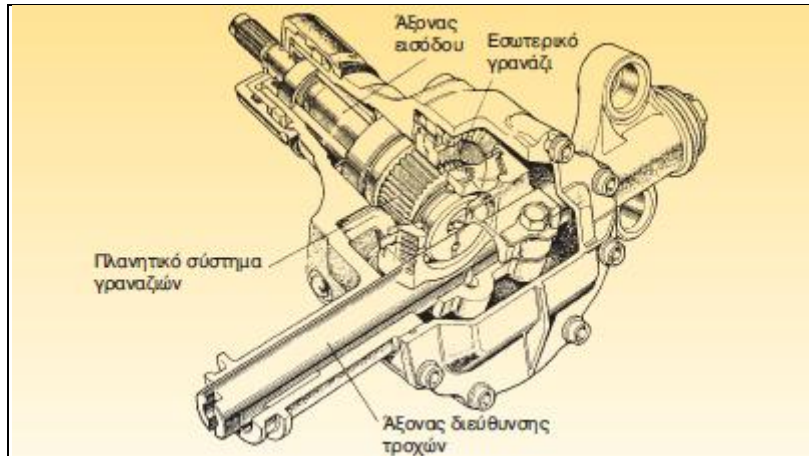
2.2.3. Συστήματα Ενεργητικής Τετραδιεύθυνσης

Συστήματα ενεργητικής τετραδιεύθυνσης ονομάζονται εκείνα τα συστήματα διεύθυνσης με τα οποία ο οδηγός, περιστρέφοντας το τιμόνι μεταφέρει την περιστροφή με κατάλληλη διάταξη στους μπροστινούς αλλά και στους πίσω τροχούς. Τα συστήματα ενεργητικής τετραδιεύθυνσης ταξινομούνται στα:

- 1) Μηχανικά συστήματα τετραδιεύθυνσης και
- 2) Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης.

1) Μηχανικά συστήματα τετραδιεύθυνσης

Στα συστήματα αυτά στρίβουν και οι τέσσερις τροχοί με μηχανικό τρόπο. Στις υψηλές ταχύτητες οι πίσω τροχοί στρίβουν προς την ίδια κατεύθυνση με τους μπροστινούς τροχούς. Αυξάνεται έτσι η ταχύτητα αντίδρασής τους στις διάφορες αλλαγές πορείας του αυτοκινήτου (καλύτερο κράτημα) και μειώνεται η ακτίνα του κέντρου περιστροφής του αυτοκινήτου και το φαινόμενο της υπερστροφής.



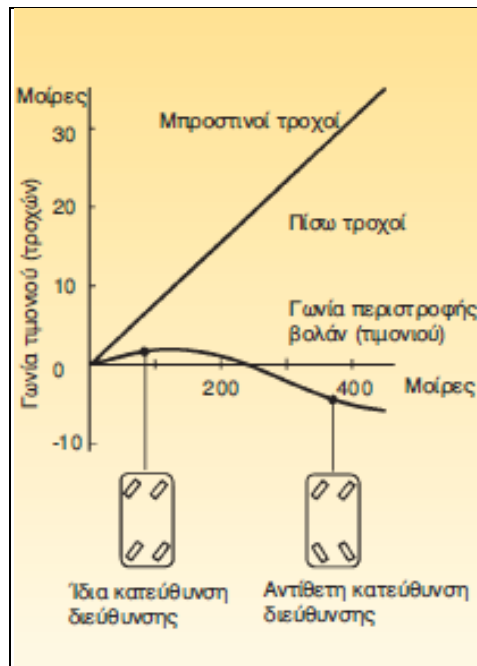
Σχ. 2.27: Τομή πίσω κιβωτίου - κρεμαγιέρας

Αντίθετα στις χαμηλές ταχύτητες οι πίσω τροχοί στρίβουν προς την αντίθετη κατεύθυνση με τους μπροστινούς, προσφέροντας στο αυτοκίνητο μεγαλύτερη ικανότητα ελιγμών.

Η κατασκευή του συστήματος διαιρείται σε δύο απλά μηχανικά υποσυστήματα. Υπάρχει ένα σύστημα κρεμαγιέρας για την αλλαγή διεύθυνσης των μπροστινών τροχών και ένα υποσύστημα κιβωτίου αλλαγής σχέσης μετάδοσης και πίσω κρεμαγιέρας. Τα δύο συστήματα συνδέονται μεταξύ τους με έναν ελαφρύ αρθρωτό άξονα που μεταφέρει την κίνηση περιστροφής από την μπροστινή κρεμαγιέρα στην πίσω.

Όταν το τιμόνι περιστρέφεται μέχρι 250° (περίπου τα $3/4$ μιας ολόκληρης περιστροφής), τότε οι πίσω τροχοί στρίβουν προς την ίδια κατεύθυνση με τους μπροστινούς ενώ όταν το τιμόνι περιστρέφεται πάνω από 250° (για την πραγματοποίηση ελιγμών) τότε οι πίσω τροχοί στρίβουν σε αντίθετη κατεύθυνση από τους μπροστινούς μέχρι 5° το πολύ.

Το μειονέκτημα στο σύστημα αυτό είναι ότι η γωνία περιστροφής των πίσω τροχών είναι ανάλογη μόνο της γωνίας περιστροφής του τιμονιού, ανεξάρτητα από την ταχύτητα του αυτοκινήτου, όπως συμβαίνει στα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης.



Σχ. 2.28: Διάγραμμα περιστροφής πίσω τροχών ανάλογα με την γωνία περιστροφής των μπροστινών τροχών.

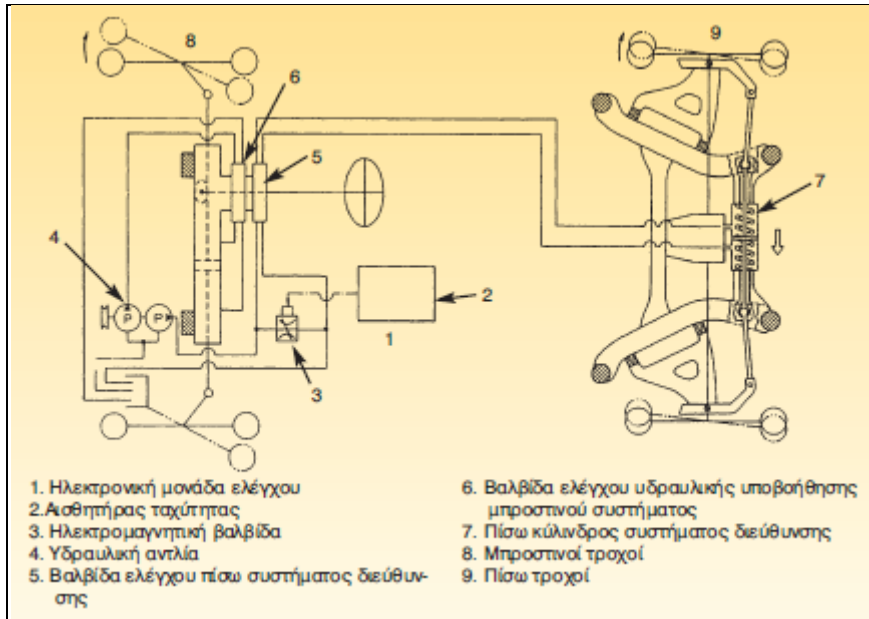
2) Ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα τετραδιεύθυνσης

Στα συστήματα αυτά μία ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, αφού υπολογίσει τις διάφορες παραμέτρους της κίνησης του αυτοκινήτου σε μία στροφή με τη βοήθεια αντίστοιχων αισθητήρων, δίνει εντολή στους ενεργοποιητές και ρυθμίζει την κλίση των πίσω τροχών.

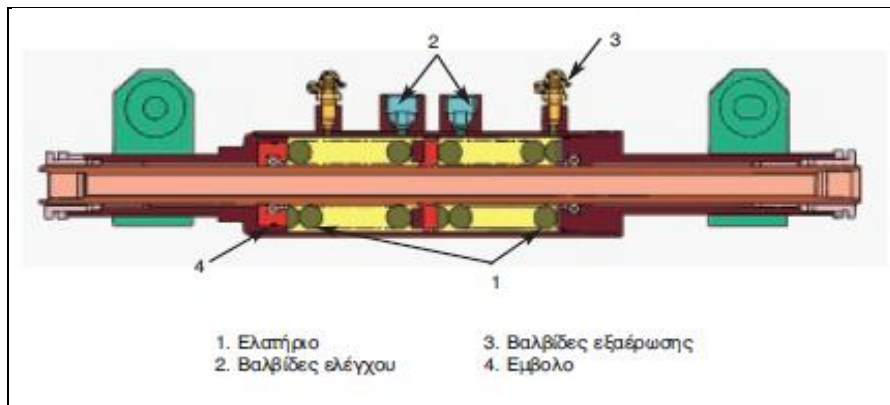
Η κλίση των πίσω τροχών μπορεί να ρυθμίζεται μόνο με ηλεκτρικούς ενεργοποιητές οπότε το σύστημα είναι ηλεκτρονικά - ηλεκτρικά ελεγχόμενο, ή μπορεί να είναι συνδυασμός ηλεκτρικών ενεργοποιητών και υδραυλικών μηχανισμών, οπότε το σύστημα ανήκει στα ηλεκτρονικά - υδραυλικά ελεγχόμενα συστήματα. Παρακάτω θα περιγραφούν δύο τυπικά συστήματα τετραδιεύθυνσης.

2.2.4. Ηλεκτρονικά - υδραυλικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης

Το ηλεκτρονικά - υδραυλικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης παρουσιάστηκε το 1986 από την εταιρεία Nissan. Αποτελείται από το μηχανισμό κρεμαγιέρας με υδραυλική υποβοήθηση για την αλλαγή διεύθυνσης των μπροστινών τροχών, το υδραυλικό σύστημα με την αντλία λαδιού για την δημιουργία τις υψηλής πίεσης λειτουργίας του κυκλώματος, της ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες ελέγχου του κυκλώματος, τον υδραυλικό μηχανισμό εμβόλου διπλής ενέργειας για την αλλαγή διεύθυνσης των πίσω τροχών, τον αισθητήρα ταχύτητας του αυτοκινήτου και την ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου.



Σχ.2.29: Λειτουργικό διάγραμμα συστήματος.



Σχ. 2.30: Υδραυλικό έμβολο διπλής ενέργειας για την περιστροφή των πίσω τροχών.

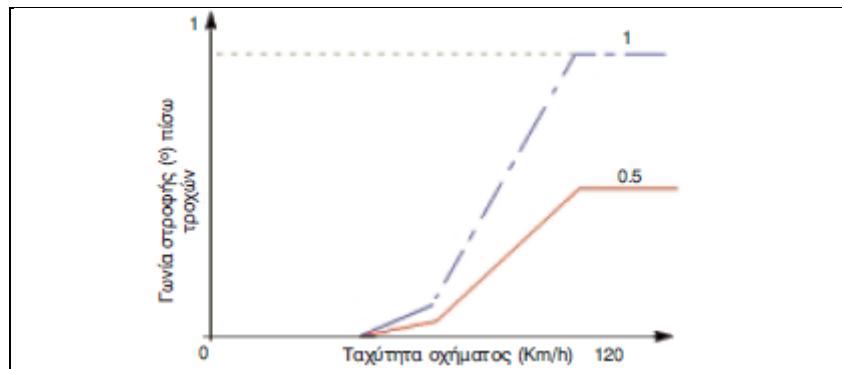
Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ανάλογα με την ταχύτητα του αυτοκινήτου και την γωνία του τιμονιού ρυθμίζει την γωνία περιστροφής των πίσω τροχών.

Ο μηχανισμός για την περιστροφή των πίσω τροχών αποτελείται από ένα υδραυλικό έμβολο διπλής ενέργειας, όπως αυτό φαίνεται στο Σχ. 2.30, τοποθετημένο μέσα σε έναν κύλινδρο. Όταν οι ρόδες είναι στην ίδια ευθεία, το έμβολο βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας. Εάν από τη μία πλευρά του κυλίνδρου διαφοροποιηθεί η πίεση του υγρού το έμβολο θα μετακινηθεί. Επειδή όμως είναι συνδεδεμένο με κατάλληλο κινηματικό μηχανισμό με τις πίσω ρόδες, αυτές θα περιστραφούν ανάλογα. Η διαφορά περιστροφής των πίσω τροχών μεταξύ τους δεν ξεπερνά την 1^ο περιστροφής για ταχύτητες μεγαλύτερες των 120 χιλιομέτρων την ώρα. Δύο ελατήρια φροντίζουν για την

ισορροπία του εμβόλου και, σε περίπτωση που συμβεί κάποια βλάβη στο υδραυλικό κύκλωμα, κρατούν τους πίσω τροχούς στην ευ-θεία.

2.2.5. Ηλεκτρονικά - μηχανικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης

Το σύστημα αυτό της τετραδιεύθυνσης βασίζεται στο μηχανισμό διεύθυνσης των πίσω τροχών που είναι τοποθετημένος στην πίσω ανάρτηση και ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Με το σύστημα αυτό βελτιώνεται η ικανότητα ελιγμών στις χαμηλές ταχύτητες, το οποίο λειτουργεί όπως το μηχανικό σύστημα, αλλά και η σταθερότητα και η ικανότητα ελέγχου του αυτοκινήτου στις υψηλές ταχύτητες όπου το σύστημα ελέγχεται ηλεκτρονικά. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί έτσι, ώστε να διευθύνει τους πίσω τροχούς σύμφωνα με την ανάστροφη λειτουργία (η διεύθυνση των πίσω τροχών γίνεται αντίθετη με τη διεύθυνση των μπροστινών τροχών), όταν το αυτοκίνητο κινείται με ταχύτητα μικρότερη των 40 Κσι/ή και σύμφωνα με την ταυτόσημη λειτουργία (όταν οι πίσω τροχοί αλλάζουν διεύθυνση κατά την ίδια φορά με αυτή των μπροστινών τροχών) όταν κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα.



Σχ.2.31: Διαφορά γωνίας περιστροφής των πίσω τροχών ανάλογα με την ταχύτητα του αυτοκινήτου.

Ο έλεγχος γίνεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου η οποία επεξεργάζεται τα σήματα των αισθητήρων:

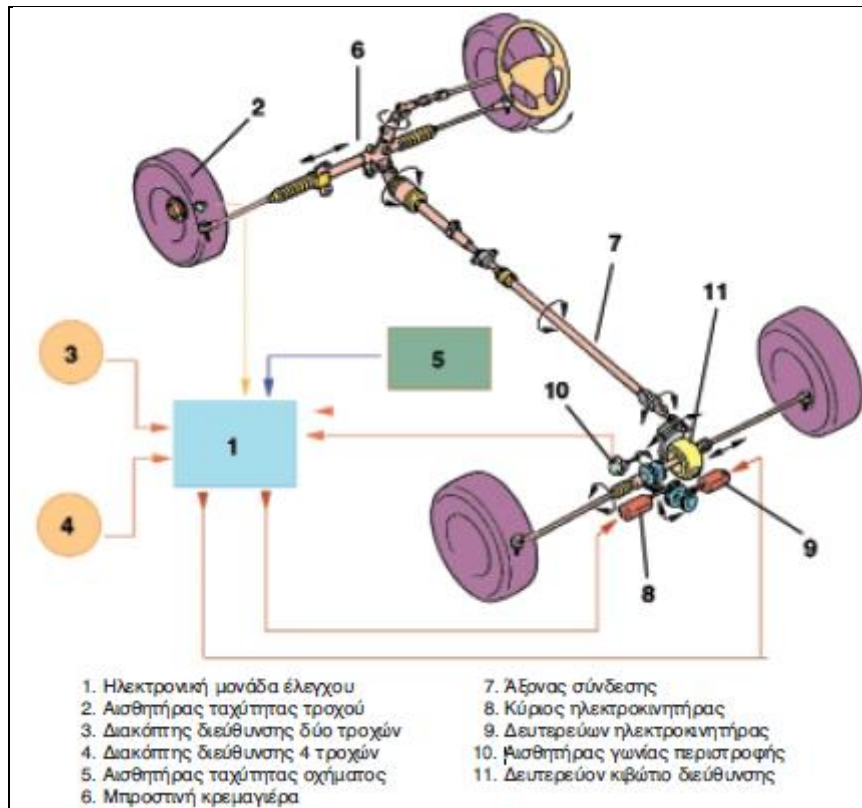
- α) της ταχύτητας του αυτοκινήτου
- β) της ταχύτητας των τροχών και
- γ) της γωνίας περιστροφής του τιμονιού.

Το σύστημα αναλυτικά αποτελείται από:

Την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου

Αυτή επεξεργάζεται τα δεδομένα του συστήματος, τις πληροφορίες της κατάστασης του συστήματος διεύθυνσης των μπροστινών τροχών και της κίνησης του αυτοκινήτου. Στη συνέχεια η ηλεκτρονική μονάδα ενεργοποιεί τον

κύριο και βοηθητικό ηλεκτροκινητήρα του πίσω κιβωτίου του συστήματος διεύθυνσης για την αλλαγή κατεύθυνσης των πίσω τροχών.



Σχ. 2.32: Ηλεκτρονικά –μηχανικά ελεγχόμενο σύστημα τετραδιεύθυνσης.

Τον αισθητήρα ταχύτητας του αυτοκινήτου

Με την πληροφορία του αισθητήρα ταχύτητας του αυτοκινήτου η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος ελέγχει τη γωνία στροφής των πίσω τροχών σύμφωνα με τις συνθήκες ταχύτητας του οχήματος

Τον αισθητήρα ταχύτητας του τροχού

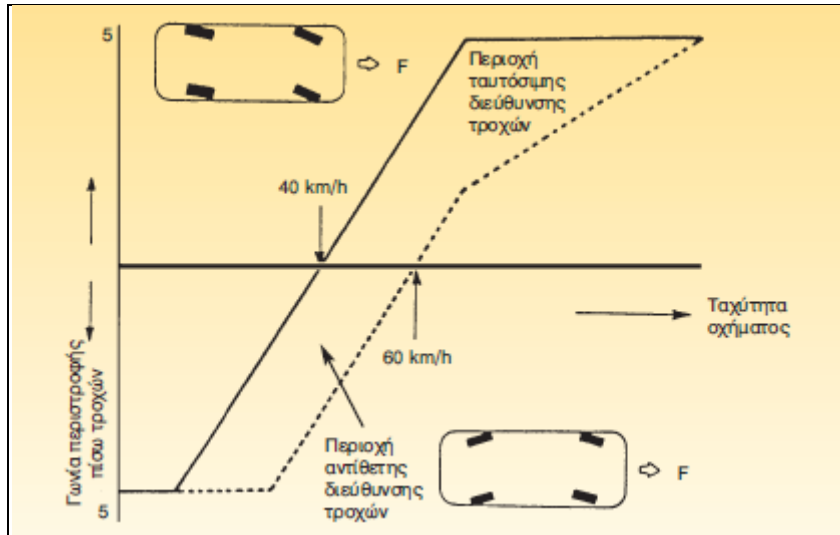
Με την πληροφορία του αισθητήρα ταχύτητας του τροχού η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος ελέγχει τη γωνία στροφής των πίσω τροχών, σύμφωνα με τις συνθήκες ταχύτητας του τροχού.

Τον αισθητήρα γωνίας του συστήματος διεύθυνσης

Ο αισθητήρας γωνίας στροφής είναι τοποθετημένος στο πίσω σύστημα διεύθυνσης και χρησιμοποιεί μια μεταβλητή αντίσταση. Με την μεταβολή της τάσης του αισθητήρα δηλώνεται στην ηλεκτρονική μονάδα η κατάσταση λειτουργίας του ενεργοποιητή, η κατεύθυνση του συστήματος διεύθυνσης, η γωνία στροφής και η μέγιστη στροφή των πίσω τροχών, σύμφωνα με τις συνθήκες διεύθυνσης των μπροστινών τροχών.

Τους ενεργοποιητές

Οι πληροφορίες που αφορούν την κατεύθυνση της αλλαγής διεύθυνσης και το μέτρο, στέλνονται στο μηχανισμό αλλαγής διεύθυνσης των πίσω τροχών μέσα από έναν άξονα διασύνδεσης. Ένας κύριος ηλεκτρικός κινητήρας και ένας δευτερεύων λειτουργούν ως ενεργοποιητές. Είναι τοποθετημένοι στον μηχανισμό διεύθυνσης των πίσω τροχών και αλλάζουν τη θέση της ράβδου ελέγχου τους, αλλάζοντας έτσι και τη διεύθυνσή τους.



Σχ. 2.33: Περιστροφή πίσω τροχών ανάλογα με την ταχύτητα του αυτοκινήτου.

2.2.6. Άλλα συστήματα τετραδιεύθυνσης

Παραλλαγές των συστημάτων τετραδιεύθυνσης που αναφέρθηκαν είναι:

α) Ηλεκτρονικό - υδραυλικό - μηχανικό σύστημα

Όπως στο ηλεκτρονικό - υδραυλικό σύστημα έτσι και εδώ υπάρχει ένας μηχανισμός διεύθυνσης για τους μπροστινούς τροχούς και ένας αντίστοιχος μηχανισμός για τους πίσω τροχούς. Η κίνηση από μπροστά-πίσω μεταδίδεται με την βοήθεια υδραυλικών υγρών. Η πίεση και η κυκλοφορία των υγρών ελέγχεται με την βοήθεια ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος, ανάλογα με τις πληροφορίες του αισθητήρα ταχύτητας του οχήματος. Επιπλέον ένας ελαφρύς κεντρικός άξονας συνδέει βοηθητικά τους δύο μηχανισμούς διεύθυνσης μπροστά και πίσω.

β) Ηλεκτρονικό - ηλεκτρικό σύστημα

Σ' αυτό υπάρχει ένας μηχανισμός διεύθυνσης για τους μπροστινούς ανάλογα με τις πληροφορίες του αισθητήρα ταχύτητας του αυτοκινήτου και των αισθητήρων της γωνίας περιστροφής των μπροστινών και των πίσω τροχών.

2.2.7. Βλάβες και έλεγχοι του συστήματος

Οι μηχανικές βλάβες του συστήματος όπως φθορές στην κινηματική αλυσίδα κτλ. ελέγχονται όπως στα συμβατικά συστήματα διεύθυνσης.

Οι ηλεκτρικές - ηλεκτρονικές βλάβες που παρουσιάζονται στο σύστημα ελέγχονται είτε με τον έλεγχο του συγκεκριμένου εξαρτήματος (άμεση μέτρηση του εξαρτήματος) είτε με την αντίστοιχη διαγνωστική συσκευή. τροχούς και ένας αντίστοιχος μηχανισμός για τους πίσω τροχούς. Η γωνία περιστροφής των πίσω τροχών ελέγχεται με την βοήθεια ενός ηλεκτροκινητήρα από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

3.1 Ευθυγράμμιση Οχημάτων

3.1.1 Διαφορά μεταξύ ευθυγράμμισης και ζυγοστάθμισης των ελαστικών

Πολλές φορές οι άνθρωποι συγχέουν την ευθυγράμμιση και τη ζυγοστάθμιση των ελαστικών δύο πράγματα που είναι εντελώς διαφορετικά. Αρχικά η ρύθμιση της ευθυγράμμισης, ή καλύτερα της γεωμετρίας του οχήματος, συνίσταται στη ρύθμιση των γωνιών των τροχών ώστε να τους επαναφέρουμε σε θέση κάθετη προς το έδαφος και παράλληλη μεταξύ τους. Ενώ αντίθετα, η ζυγοστάθμιση ενός ελαστικού επιτρέπει στον τροχό να περιστρέφεται χωρίς να προκαλεί κραδασμούς στο όχημα, σε κάποιες ταχύτητες οι οποίες αναπτύσσονται.

3.1.2 Γιατί είναι σημαντική η ρύθμιση της ευθυγράμμισης;

Τις περισσότερες φορές στα οχήματα, η ευθυγράμμιση είναι μελετημένη εξ αρχής, για να ελαχιστοποιεί τις φθορές και τις καταπονήσεις και για να μεγιστοποιεί την άνεση του οδηγού και του επιβάτη. Η σωστή ευθυγράμμιση των 4 τροχών μειώνει τη φθορά των ελαστικών, αυξάνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής τους και τις επιδόσεις τους και συμβάλλει στην εξοικονόμηση καυσίμων. Αυτή η ρύθμιση βελτιώνει επίσης τη συμπεριφορά και την ασφάλεια μειώνοντας το τράβηγμα και τις παρεκκλίσεις του οχήματος

Η ευθυγράμμιση μπορεί να απορυθμιστεί από ένα χτύπημα σε πεζοδρόμιο ή από ένα πέσιμο σε λακκούβα, αλλά και από πιο σοβαρές αιτίες, όπως ατύχημα, όπου το όχημά σας χτυπήθηκε και η ευθυγράμμιση απορυθμίστηκε. Όταν η ευθυγράμμιση δεν είναι η σωστή, η άκρη των ελαστικών φθείρεται πιο γρήγορα, με επιπτώσεις στη συμπεριφορά του οχήματος. Αυτό θα σας οδηγήσει σε αλλαγή των ελαστικών σας πιο σύντομα από το προβλεπόμενο

3.1.3 Μια απλή απορύθμιση μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα

Ο σκοπός της ευθυγράμμισης είναι να τελειοποιεί το κράτημα δρόμου. Οι κυριότεροι λόγοι για να διατηρείτε σωστή την ευθυγράμμιση:

- Κάνετε οικονομίες
- Τα ελαστικά σας διαρκούν περισσότερο.
- Το όχημά σας κυλάει ευκολότερα με λιγότερη αντίσταση των ελαστικών στην κύλιση

Προετοιμασία για τις μετρήσεις

Για να μετρήσουμε τις γωνίες του μπροστινού συστήματος, πρέπει προηγουμένων να κάνουμε κάποιες προετοιμασίες στο αυτοκίνητο.

Πρέπει να ελέγξουμε κυρίως τα μπόσικα (νεκρή κίνηση, ανοχή) των συναρμογών τόσο στο σύστημα διεύθυνσης (μπάρες, ακρόμπαρα, ατέρμονας) όσο και στο σύστημα ανάρτησης (μπαλάκια, συνεμπλόκ, πείρο, ψαλίδια)

Κατά τον έλεγχο θα πρέπει να είναι εντάξει τα εξής:

- Ελατήρια ή ράβδους στρέψης ή σουστόφυλλα
- Μπάρες – ακρόμπαρα
- Μπαλάκια
- Γόνατα Μακ φέρσον
- Αμορτισέρ
- Πιέσεις ελαστικών
- Ψαλίδια
- Ζαμφόρ
- Ρουλεμάν τροχού
- Συνεμπλόκ

3.1.4 Αναλογική ευθυγράμμιση

Η αναλογική ευθυγράμμιση που θα παρουσιάσουμε είναι της Lite A Line Hunter.

Απαρτίζεται από δύο τμήματα :

- 1) Την ράμπα που είναι ένα τετράκλωνο ανυψωτικό. Στο εμπρός τμήμα της ράμπας υπάρχουν τα περιστρεφόμενα πιάτα, όπου πατούν οι μπροστινοί τροχοί του αυτοκινήτου. Τα πιάτα αυτά στρίβουν χωρίς τριβές αριστερά και δεξιά. Τέλος επάνω στους εμπρός τροχούς είναι προσαρμοσμένοι ειδικοί προβολείς.
- 2) Το ταμπλό σε μια απόσταση 1 με 2 μέτρων μπροστά από την ράμπα όπου πέφτουν οι δέσμες από τους προβολείς και παίρνουμε τις μετρήσεις.



Σχ. 3.1: Ευθυγράμμιση.

Υπάρχει πιθανότητα να μετρήσουμε τις γωνίες του μπροστινού τμήματος ενός αυτοκινήτου και να τις βρούμε κανονικές και όμως αυτό να “τραβάει”. Αυτό μπορεί να συμβαίνει για τέσσερις λόγους:

- 1) Στραβό μπροστινό τμήμα (90% των περιπτώσεων)
- 2) Στραβό πίσω τμήμα
- 3) Στραβά εμπρός και πίσω συστήματα
- 4) Στραβό σασί

Ένα σωστά ευθυγραμμισμένο σασί είναι ένα τέλειο ορθογώνιο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχ. 3.2: Σασί οχήματος

Για να έχουμε ένα τέλειο ορθογώνιο θα πρέπει οι αποστάσεις στο παραπάνω σχήμα να είναι ίσες. Επίσης θα πρέπει να ελέγξουμε την απόσταση του σασί στις τέσσερις άκρες του από το έδαφος. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει οι πιέσεις των ελαστικών να είναι αυτές που συστήνει ο κατασκευαστής. Αυτά

σε γενικές γραμμές είναι τα τμήματα που θα συναντήσουμε κατά την εργασία της αναλογικής ευθυγράμμισης.

Πολλά από αυτά τα συναντάμε και στις εξελιγμένες ηλεκτρονικές ευθυγραμμίσεις.

Μόλις ανεβάσουμε το αυτοκίνητο στη ράμπα, πριν αρχίσουμε τις μετρήσεις κάνουμε τους ελέγχους που αναφέραμε προηγουμένως, στο σύστημα ανάρτηση και στο σύστημα διεύθυνσης. Μόλις τελειώσουμε τους ελέγχους είμαστε έτοιμοι για την τοποθέτηση των προβολέων. Βάζουμε να πατήσουν στο κάτω χείλος της ζάντας τα δύο προεξέχοντα στηρίγματα. Στη συνέχεια σπρώχνουμε το μαντεμένιο κομμάτι με το τρίτο στήριγμα μέχρις ότου ακουμπήσει κι αυτό στη ζάντα. Ασφαλίζουμε στη θέση αυτή με το κλειδάκι Άλεν που υπάρχει στο κέντρο του κινούμενου μαντεμένιου κομματιού. Με ένα σύρμα δένουμε μια από τις βέργες του προβολέα με την ζάντα, ώστε να φύγει ο προβολέας από τη ζάντα να μην πέσει κάτω.

Σηκώνουμε με ένα γρυλάκι το αυτοκίνητο εμπρός ώστε να μπορεί να πέσει ελεύθερα ο τροχός. Κινούμε προς τα επάνω ή προς τα κάτω το μεσαίο μαντεμένιο κομμάτι ώστε να κεντραριστεί ο άξονας του τροχούς με το κουζινέτο περιστροφής του προβολέα.



Σχ. 3.3: Σηκώνουμε με ένα γρυλάκι το αυτοκίνητο εμπρός ώστε να μπορεί να πέσει ελεύθερα ο τροχός.

Το κουζινέτο πρέπει να είναι κεντραρισμένο με τον άξονα κάθετο με το επίπεδο του τροχού. Με το μάτι όμως αυτό είναι αδύνατο να επιτευχθεί απόλυτα. Πάντως αφού το φέρουμε όσο πιο πολύ μπορούμε στο κέντρο με το

μάτι, προχωρούμε στη διαδικασία της αντιστάθμισης. Ανάβουμε τον προβολέα. Στο ταμπλό εμφανίζεται ένας μεγάλος σταυρός και ένα Χ περιστρέφουμε τον τροχό και παρατηρούμε ότι η κατακόρυφη γραμμή του σταυρού εκτελεί μια ταλάντωση.



Σχ. 3.4: Ρυθμίσεις.

Στη βάση του προβολέα και κοντά στο κουζινέτο περιστροφής του υπάρχουν τρεις βίδες διαταγμένες ανά 120 μοίρες. Με αυτές τις βίδες βιδώνοντας και ξεβιδώνοντας πρέπει να πετύχουμε να σταματήσει να κινείται δεξιά- αριστερά η κατακόρυφη γραμμή. Μια κίνηση μέχρι ένα εκατοστό είναι αποδεκτή.

Η αντιστάθμιση γίνεται γρηγορότερα αν ακολουθήσουμε την εξής μέθοδο.

Περαιτέρω περιστρέφουμε τον τροχό μέχρι η κατακόρυφη γραμμή να φτάσει στο ένα άκρο της ταλάντωσής της. Τη φέρνουμε στο κέντρο της διαδρομής ταλάντωσης με το βιδάκι που βρίσκεται εμπρός από το κουζινέτο. Επαναλαμβάνουμε την ίδια ακριβώς διαδικασία. Μετά τρεις το πολύ τέσσερις ρυθμίσεις η κατακόρυφη γραμμή σταματά την ταλάντωσή της.

Το ίδιο κάνουμε και στον άλλο τροχό. Κατεβάζουμε το γρυλάκι, ώστε οι τροχοί να πατήσουν στα πιάτα, αφού προηγουμένως βγάλουμε τα πειράκια από τα πιάτα, ώστε να περιστρέφονται ελεύθερα.

Πιάνουμε το αυτοκίνητο από τον προφυλακτήρα και το κουνάμε πάνω κάτω. Στρίβουμε το τιμόνι δύο με τρεις φορές αριστερά ώστε να πατήσουν καλά οι τροχοί.

3.1.5 Τοποθέτηση τροχών κατ' ευθείαν εμπρός.

Η εργασία αυτή γίνεται για δύο λόγους. Πρώτα από όλα μας εξυπηρετεί στη ρύθμιση της σύγκλισης. Όπως έχουμε προαναφέρει, ανάλογα με το προς τα πού φεύγει το τιμόνι με τους τροχούς κεντραρισμένους, επιλέγουμε πια μπάρα θα ρυθμίσουμε. Άλλος λόγος για τον οποίο πρέπει να κεντράρουμε

ακριβώς τους τροχούς είναι πως θα βγάλουμε το τιμόνι και θα το ξανά τοποθετήσουμε στη θέση του σωστά.

Η εργασία αυτή γίνεται ως εξής. Φέρνουμε τους τροχούς με το μάτι στην καταευθείαν εμπρός θέση, ανάβουμε τους προβολείς. Παίρνουμε ένα μεγάλο χάρακα και τοποθετούμε, έτσι ώστε να ακουμπά στο σασί του αυτοκινήτου, δύο περίπου μέτρα πίσω από τους μπροστινούς τροχούς και σε θέση παράλληλη με το έδαφος.

Ο χάρακας πρέπει να βρίσκεται στο ύψος του ακραζονίου. Πάνω στο χάρακα πέφτει η κατακόρυφη φωτεινή ακτίνα του προβολέα. Μαρκάρουμε με κιμωλία το σημείο που πέφτει η ακτίνα. Κάνουμε το ίδιο και με τον άλλο τροχό. Εάν τα σημάδια από τις φωτεινές ακτίνες του δεξιού και αριστερού τροχού συμπίπτουν τότε οι τροχοί μας είναι κεντραρισμένοι στην καταευθείαν εμπρός κίνηση. Εάν τα σημάδια απέχουν μια απόσταση τότε βρίσκουμε το μέσον της απόστασης αυτής

Στρίβουμε τους τροχούς προς τη μεριά που είχαμε τη μεγαλύτερη τιμή μέτρησης έως ότου η φωτεινή ακτίνα να έρθει στο μέσον της απόστασης. Τώρα οι τροχοί μας έχουν κεντραριστεί. Τραβάμε τους πίνακες του μηχανήματος ώστε οι κάθετες ακτίνες να περνούν από τη βάση του κάμπερ. Επίσης μηδενίζουμε τις γωνίες στα περιστρεφόμενα πιάτα.

3.1.6 Μέτρηση γωνίας Κάμπερ

Φέρνουμε την οριζόντια φωτεινή ακτίνα κοντά στην οριζόντια γραμμή του ταμπλό. Ακινητοποιούμε τον προβολέα σφίγγοντας τη βίδα του κουζινέτου. Μετακινούμε το ταμπλό δεξιά αριστερά. Διαβάζουμε την κλίμακα Κάμπερ την ένδειξη.



Σχ. 3.5: Διαβάζουμε την κλίμακα Κάμπερ

3.1.7 Μέτρηση της γωνίας Κάστερ

Με τους τροχούς κεντραρισμένους φέρνουμε το ταμπλό ώστε να συμπίσουν οι κόκκινες γραμμές με τις κατακόρυφες φωτεινές ακτίνες του προβολέα. Τοποθετούμε το μοχλό μπλοκαρίσματος του φρένου. Στρίβουμε τον τροχό 20 μοίρες εσωτερικά. Ακίνητοποιούμε τον προβολέα σφίγγοντας τη σχετική βίδα. Οριζοντιώνουμε το φωτεινό σταυρό στο ύψος της γωνίας Κάστερ. Ρυθμίζουμε το φωτεινό Χ στο μηδέν γυρίζοντας το κουμπί που βρίσκεται κοντά στο κουζινέτο του προβολέα. Λασκάρουμε τη βίδα που κρατούσε ακίνητο τον προβολέα. Στρίβουμε τον τροχό ώστε ο φωτεινός σταυρός να έρθει σε αντίθετη γραμμή στροφής 20 μοιρών. Ακίνητοποιούμε πάλι τον προβολέα και οριζοντιώνουμε στο ύψος της Κάστερ. Διαβάζουμε την ένδειξη που μας δίνει το φωτεινό Χ.



Σχ. 3.6: Διαβάζουμε την Κάστερ.

3.1.8 Μέτρηση σύγκλισης

Ξεκινάμε με τους τροχούς κεντραρισμένους. Φέρνουμε τις φωτεινές ακτίνες πάνω στις κόκκινες του ταμπλό. Ακίνητοποιούμε τον προβολέα. Βιδώνουμε ή ξεβιδώνουμε τη βίδα ρύθμισης – ανύψωσης των καθρεπτών της σύγκλισης (που βρίσκεται πάνω στον προβολέα) ή αντανάκλαση της οριζόντιας φωτεινής ακτίνας. Η βίδα ανύψωσης βρίσκεται μπροστά από το ταμπλό.

Κάνουμε το ίδιο και στον άλλο τροχό. Τη σύγκλιση μας τη δίνουν οι αντανάκλασεις των κάθετων φωτεινών ακτίνων στις κλίμακες σύγκλισης.

Μετακινώντας τη μια βίδα ανύψωσης εμπρός πίσω μηδενίζουμε τη μια από τις κάθετες στην μια κλίμακα και διαβάζουμε τη σύγκληση στην κλίμακα του άλλου τροχού.



Σχ. 3.7: Διαβάζουμε τη σύγκληση.

3.1.9 Μέτρηση γωνίας στροφής

Τη μέτρηση αυτή την κάνουμε όταν έχουμε υπόνοιες ότι έχει στραβώσει το μπράτσο του ακραζονίου. Μπορεί να γίνει απλούστατα ως εξής.

Μηδενίζουμε τις γωνίες στα πιάτα και στρίβουμε 24 μοίρες τον ένα τροχό προς το εσωτερικό. Ο άλλος που στρίβει προς το εξωτερικό πρέπει να δείχνει περίπου 20 μοίρες. Το συγκεκριμένο μηχάνημα έχει και κλίμακες για τη μέτρηση αυτή στο ταμπλό αλλά εμείς προτιμούμε την παραπάνω μέτρηση.

3.1.10 Μέτρηση κλίσης βασιλικού πείρου

Τη μέτρηση αυτή την κάνουμε όταν έχουμε διαφορά στη γωνία Κάμπερ και θέλουμε να δούμε αν αυτή οφείλεται σε στράβωμα της κλίσης του βασιλικού πείρου (ή άξονα οδήγησης για αυτοκίνητα με ανεξάρτητη ανάρτηση). Για τη μέτρηση αυτή είναι απαραίτητο να μπλοκάρουμε τα μπροστινά φρένα, όπως κάνουμε και στην Κάστερ. Στη συνέχεια σηκώνουμε με δύο γρύλους το

αυτοκίνητο στο εμπρός μέρος. Οι γρύλοι πρέπει να πιάσουν στο σασί όσο το δυνατόν πιο κοντά στα σημεία που βιδώνει το κάτω ψαλίδι.

Στρίβουμε το τιμόνι δεξιά τόσο ώστε η αριστερή φωτεινή ακτίνα να βρίσκεται στη γραμμή στροφής, 20 μοίρες στο εσωτερικό του αριστερού ταμπλού. Περιστρέφουμε τον εμπρός αριστερό τροχός προς τα εμπρός ώστε να πάρουμε τα μπόσικα των φρένων. Ακινητοποιούμε τον προβολέα ώστε να δείχνει 0 στην κλίμακα μετρήσεως. Στρίβουμε το τιμόνι αριστερά μέχρι να φτάσει η φωτεινή ακτίνα στην γραμμή 20 μοίρες στο εξωτερικό του αριστερού ταμπλό. Διαβάζουμε την ένδειξη αφού πάρουμε ξανά τα μπόσικα των φρένων περιστρέφοντας τον τροχό προς τα εμπρός.

3.1.11 Ευθυγράμμιση πίσω συστήματος

Όπως στο εμπρός έτσι και στο πίσω σύστημα εμφανίζονται ορισμένες γωνίες. Μπορούμε να μετρήσουμε μόνο δύο. Την κάμπερ και τη σύγκλιση. Η μέτρηση γίνεται όπως και στους μπροστινούς τροχούς και οι ρυθμίσεις με ανάλογο τρόπο.

Η γωνία κάμπερ για άκαμπτο άξονα είναι 0 μοίρες ενώ για ανεξάρτητες αναρτήσεις 0- ½ θετικό και σε ανταγωνιστικές κατασκευές 3-5 αρνητικό.

Η σύγκλιση είναι για άκαμπτο άξονα 0 μοίρες ενώ για ανεξάρτητες αναρτήσεις παίρνει θετικές τιμές για προσθιοκίνητα οχήματα και αρνητικές για πισωκίνητα.

Τις μετρήσεις τις κάνουμε ανεβάζοντας το αυτοκίνητο στη ράμπα με την όπισθεν. Επομένως στη σύγκλιση διαβάζουμε αντίθετα τις τιμές δηλαδή θεωρούμε θετικές τις αρνητικές τιμές και το ανάποδο.

Η Κάμπερ δεν επηρεάζεται σε αυτήν την περίπτωση. Ευθυγράμμιση του πίσω συστήματος κάνουμε σπάνια. Όταν κάνουμε επισκευή στο πίσω σύστημα μετά από τρακάρισμα και όταν μετά από ευθυγράμμιση του μπροστινού το αυτοκίνητο εξακολουθεί να τραβάει.

Τελειώνοντας μια ευθυγράμμιση το αυτοκίνητο πρέπει πάντα να δοκιμάζεται ώστε να εξακριβώνουμε, εάν κάναμε σωστή δουλειά. Η δοκιμή είναι μια βόλτα ενός με δύο χιλιόμετρα στα οποία θα υποβάλουμε το αυτοκίνητο σε ορισμένες δοκιμασίες. Πρώτα από όλα οδηγώντας σε ένα ευθύ δρόμο θα αφήσουμε το τιμόνι. Το αυτοκίνητο πρέπει να συνεχίσει την πορεία του χωρίς να εκτραπεί. Μια εκτροπή ενός μέτρου σε διαδρομή εκατό μέτρων χαρακτηρίζεται σαν ελάχιστο αποδεκτό όριο. Πρέπει να προσέχουμε ώστε ο δρόμος που διαλέξαμε να είναι επίπεδος και να μην παρουσιάζει κλίση.

Στην συνέχεια επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία επιταχύνοντας το αυτοκίνητο και κόβοντας ταχύτητα. Μια Τρίτη δοκιμασία γίνεται στην ευθεία αφού πάρουμε τα μπόσικα του τιμονιού τότε από τη δεξιά και τότε από τη αριστερή μεριά. Το αυτοκίνητο δεν πρέπει ούτε τώρα να τραβά.

3.1.12 Σφάλμα στην ευθυγράμμιση κοστίζει σε χρόνο και χρήμα

3.1.12.α Σφάλμα ευθυγράμμισης άξονα

Η έλλειψη ευθυγράμμισης του άξονα, είναι υπεύθυνη για το 50% περίπου των βλαβών στον περιστρεφόμενο εξοπλισμό. Οι βλάβες αυτές αυξάνουν τους χρόνους σταματήματος των μηχανημάτων παραγωγής και κοστίζουν τόσο σε συντήρηση όσο και απώλεια παραγωγής. Επίσης, κακή ευθυγράμμιση, αυξάνει τα φορτία που ασκούνται στα διάφορα μέρη της μηχανής, με αποτέλεσμα την εμφάνιση υψηλών τριβών και δονήσεων, φθορά των ρουλεμάν καθώς και κατανάλωση ενέργειας.



Υπερθερμη μηχανή λόγω κακής ευθυγράμμισης. Φωτογραφία με υπέρυθρη κάμερα. (Δημοσίευση με άδεια της εταιρείας FLIR)

3.1.13 Ηλεκτρονική ευθυγράμμιση

Ας δούμε τώρα την διαδικασία και τις μετρήσεις που προέκυψαν. Οι ευθυγραμμίσεις έγιναν σε δύο τύπους ηλεκτρονικής ευθυγράμμισης της ίδιας εταιρείας.

A) στους Bessbarth ML 400 και B) beissbarth ML 3000PC



Σχ. 3.8: Δύο τύποι ηλεκτρονικής ευθυγράμμισης: A) στους Bessbarth ML 400 και B) beissbarth ML 3000PC

Το πρώτο και πολύ σημαντικό στάδιο είναι ο έλεγχος της πίεσης των ελαστικών. Θα πρέπει όλα τα ελαστικά να έχουν την ίδια πίεση έτσι ώστε να μην έχουμε αλλοίωση των μετρήσεων. Στη συνέχεια τοποθετούμε τις δαγκάνες σε κάθε τροχό με όσο το δυνατό καλύτερο τρόπο. Προσέχουμε να στηριχτούν καλά γι αυτό χτυπάμε ελαφρώς με μια ματσόλα τα σημεία επαφής με το μάγουλο του ελαστικού.



Σχ. 3.9: Διαδικασία σε εξέλιξη.

Τοποθετούμε τις ηλεκτρονικές κεφαλές για αλφάδιασμα. Κατόπιν σηκώνουμε από πίσω το αυτοκίνητο με την βοήθεια ενός γρύλου.

Γίνεται μηδενισμός των τροχών και αφαιρείται το βάρος της ζάντας.

Μπλοκάρουμε με το χειρόφρενο και κατεβάζουμε το αυτοκίνητο. Το επόμενο βήμα μας είναι να επαναλάβουμε την ίδια διαδικασία και για τους μπροστινούς τροχούς. Σηκώνουμε το αυτοκίνητο από μπροστά μηδενίζουμε τις εμπρός ρόδες και αφού μπλοκάρουμε το ποδόφρενο με ειδικό ραβδί κατεβάζουμε το αυτοκίνητο.

Σαν ορισμό του μηδενισμού των τροχών θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η παραλληλία των κεφαλών και η απόρριψη του βάρους της ζάντας. Επίσης ο τρόπος μηδενισμού για κάθε τροχό είναι ο ίδιος. Περιστρέφουμε τον τροχό ανά $\frac{1}{4}$ και παίρνουμε μέτρηση η οποία αποθηκεύεται στην μνήμη του κομπιούτερ.

Συνεπώς παίρνουμε 4 μετρήσεις ανά τροχό. Αν η συνολική μέτρηση είναι μικρότερη από 30 λεπτά της μοίρας τότε συνεχίζουμε την ευθυγράμμιση αν ή τιμή είναι μεγαλύτερη πρέπει να εξετάσουμε για άλλα προβλήματα το σύστημα διεύθυνσης του αυτοκινήτου μας.

Στην περίπτωση αυτή βασική εργασία είναι ο τετραγωνισμός των τροχών. Στον τετραγωνισμό οι τροχοί έρχονται σε ένα σημείο όπου μια νοητή ευθεία γραμμή που της δίνουμε τον όρο συμμετρικό άξονα περνά από το κέντρο των δύο αξόνων.

Όπως καταλαβαίνουμε τα κέντρα των τροχών θα πρέπει να ισαπέχουν από συμμετρικό άξονα αν θα φέρουμε τις κάθετες πάνω σε αυτόν.

Όταν τετραγωνιστεί το όχημα η ευθυγράμμιση μπορεί να καθορίσει την πραγματική ευθεία πορεία που της δίνουμε τον όρο άξονα πορείας. Ο τετραγωνισμός μπορεί να ελεγχθεί και με τη μέτρηση σταθερών σημείων κατά

μήκος και κατά πλάτος του σασί του οχήματος. Για να είναι σωστός θα πρέπει το σασί να σχηματίζει ένα τέλειο ορθογώνιο παραλληλόγραμμο.

Πριν συνεχίσουμε πρέπει να πούμε πως όταν κατεβάζουμε το αυτοκίνητο, τοποθετούμε ειδικά διαβαθμισμένα πιάτα κάτω από τους εμπρός και τους πίσω τροχούς. Στην συνέχεια βγάζουμε τα πειράκια από τα πιάτα ώστε να μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα.

Πιάνουμε το αυτοκίνητο από κάποιο σταθερό μέρος και το κουνάμε ώστε να πατήσει καλά και στρέφουμε δεξιά – αριστερά δύο με τρεις φορές τους εμπρός τροχούς.

Συνεχίζοντας την ηλεκτρονική ευθυγράμμιση, ευθυγραμμίζουμε τις κεφαλές και τις κεφαλές και τους συνδέουμε, για το μοντέλο Bessbarth ML3000 PC μεταξύ τους με ένα ευαίσθητο κορδόνι. Στο μοντέλο Beissbarth 4000 η επικοινωνία των κεφαλών γίνεται μέσω λείζερ.

Οι κεφαλές ευθυγραμμίζονται με την βοήθεια ενσωματωμένου αλφαδιού. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε πως και το ανυψωτικό μας είναι πλήρων αλφαδιασμένο.

Πριν περάσουμε στην επόμενη μας κίνηση κεντράρουμε το τιμόνι του οχήματος και το συγκρατούμε με ειδική ράβδο.



Σχ. 3.10: Διαδικασία σε εξέλιξη (έλεγχος).

Είμαστε πλέον στο στάδιο της μέτρησης των γωνιών. Σε αυτό το στάδιο η ηλεκτρονική ευθυγράμμιση μας δείχνει σε ποιες γωνίες έχουμε σφάλμα. Ανάλογα τώρα με το είδος της γωνίας επεμβαίνουμε και στο αντίστοιχο μέρος του αυτοκινήτου για να το διορθώσουμε.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι για διόρθωση σύγκλησης επεμβαίνουμε στα ακρόμπαρα για την κάμπερ και στα αμορτισέρ. Τέλος παίρνουμε μια τελευταία μέτρηση μετά την διόρθωση των γωνιών για επαλήθευση.

Σε γενικές γραμμές η διαδικασία ηλεκτρονικής ευθυγράμμισης είναι η παραπάνω.

3.2 Ζυγοστάθμιση

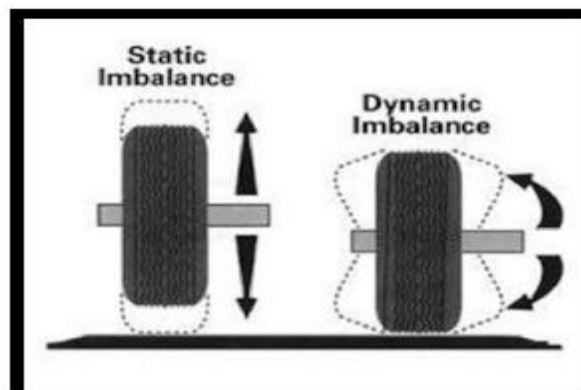
Οι τροχοί του οχήματος έχουν κατασκευαστεί με σκοπό την περιστροφή τους μέσω αξόνων που τους δίνουν κίνηση, τα λεγόμενα ημιαξόνια. Όπως γνωρίζουμε στο κέντρο του κάθε τροχού, υπάρχει μια οπή στην οποία θα κουμπώσει ο άξονας. Ο τροχός έχει σχεδιαστεί και πρέπει να κατασκευαστεί ως τέλειο κυκλικό στοιχείο για τον συγκεκριμένο λόγο. Στη φύση τέλειο δεν υπάρχει και πάντα θα υπάρχουν μικρές ατέλειες στα εργοστάσια παραγωγής που θα πρέπει να εξαλείψουμε. Ουσιαστικά και με απλά λόγια θα πρέπει να ισορροπήσουμε σωστά τον τροχό έτσι ώστε να εκτελεί ακριβής κυκλική κίνηση όταν περιστρέφεται μαζί με τον άξονα.

Για αρχή ας ορίσουμε δύο έννοιες. Αυτές είναι η στατική και η δυναμική ανισορροπία.

Στατική ισορροπία υπάρχει όταν η μάζα κατανέμεται ομοιόμορφα γύρω από τον άξονα περιστροφής της. Στατική ανισορροπία τώρα μπορεί να ανιχνευθεί από τις δονήσεις που μεταφέρονται στο κάθισμα του οδηγού, στο πάτωμα και στο τιμόνι. Αυτή η ανισορροπία μπορεί να εξαλειφτεί με την τοποθέτηση βαρών κατανέμοντας τα ισότιμα τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό της ζάντας.

Δυναμική ισορροπία υπάρχει όταν το βάρος είναι ισόποσα κατανεμημένο τόσο γύρω από την περιφέρεια του τροχού αλλά και γύρω από τον άξονά της. Η δυναμική ανισορροπία προκαλεί φθορές στα ελαστικά, αναπηδήσεις, δονήσεις στο τιμόνι και φθορά των εξαρτημάτων της ανάρτησης

Στην παρακάτω εικόνα μπορούμε να διακρίνουμε τις δυο παραπάνω έννοιες. Ουσιαστικά αυτό που θέλουμε να πετύχουμε με την ζυγοστάθμιση είναι η περιστροφική κίνηση του τροχού να είναι τέλεια, να μην υπάρχουν αναπηδήσεις στον τροχό και η κίνηση του τροχού να είναι ακριβώς στην ευθεία, όποιες ανωμαλίες του οδοστρώματος και να συναντήσει ο τροχός στο πέρασμά του.



Σχ. 3.11: Η στατική και η δυναμική ανισορροπία.

3.2.1 Τι είναι λοιπόν πρακτικά η ζυγοστάθμιση και πως γίνεται;

Ουσιαστικά για να έχουμε έναν τέλειο ισορροπημένο τροχό θα πρέπει να τοποθετήσουμε βάρη πάνω στον τροχό. Πως επιλέγουμε όμως τα βάρη και σε ποιο σημείο της ζάντας τα τοποθετούμε. Εδώ έρχεται το μηχάνημα της ζυγοστάθμισης για να κάνει τη ζωή του τεχνίτη ευκολότερη. Αποτελείται από έναν άξονα στον οποίο τοποθετείται ο τροχός, διάφορους κώνους για να σφίξουν οι τροχοί και τα διάφορα βάρη όπως το προστατευτικό κάλυμμα το οποίο πρέπει πάντα να είναι κλειστό κατά την διάρκεια της περιστροφής του τροχού για λόγους ασφαλείας.

Όταν η μάζα του τροχού δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένη κατά μήκος της περιφέρειάς του, κατά την κίνηση του οχήματος δημιουργούνται ταλαντώσεις. Οι ταλαντώσεις αυτές μεταφέρονται στην ανάρτηση και στο σύστημα διεύθυνσης.

Συνέπεια αυτού είναι για κάποιες ταχύτητες να δημιουργείται τρέμουλο («κοσκίνισμα») στο τιμόνι ή και σε όλο το αμάξωμα. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανομοιομορφία, τόσο εντονότερο είναι το εμφανιζόμενο τρέμουλο.

Πέρα από τη δυσφορία που προκαλεί αυτό στους επιβαίνοντες, προκαλεί λόγω των συνεχών ταλαντώσεων και αυξημένη φθορά στα μηχανικά μέρη και στους συνδέσμους στο σύστημα του αυτοκινήτου, καθώς επίσης και αυξημένη και ανομοιόμορφη φθορά στα ελαστικά.

Το πρόβλημα λύνεται με την ζυγοστάθμιση των τροχών. Κατά τη ζυγοστάθμιση τοποθετούνται ειδικά αντίβαρα στην περιφέρεια της ζάντας του τροχού (ειδικό μηχάνημα υποδεικνύει την ακριβή θέση και το βάρος που πρέπει να τοποθετηθεί) με σκοπό η περιμετρική κατανομή της μάζας να γίνει και πάλι ομοιόμορφη. Η ζυγοστάθμιση γίνεται είτε εκτός αυτοκινήτου (κάθε τροχός βγαίνει από το αυτοκίνητο και τοποθετείται στο μηχάνημα της ζυγοστάθμισης), είτε επί του αυτοκινήτου: το αυτοκίνητο σηκώνεται και το ειδικό φορητό μηχάνημα ζυγοστάθμισης τοποθετείται δίπλα στον τροχό. Το μηχάνημα δίνει κίνηση στον τροχό και υπολογίζει την ακριβή θέση και το βάρος που πρέπει να τοποθετηθεί.

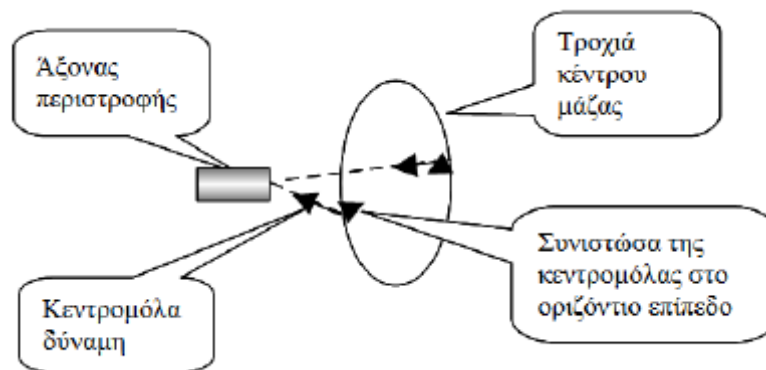
Η ερμηνεία της ταλάντωσης που δημιουργείται λόγω της ανομοιόμορφης κατανομής της μάζας θα προσπαθήσουμε να τη δώσουμε με το παρακάτω μοντέλο.

Θεωρούμε ότι το πλαίσιο είναι σταθερό και η ρόδα κρέμεται με ελατήριο από το πλαίσιο-αμάξωμα. Στην πραγματικότητα συμβαίνει το ακριβώς αντίθετο αφού η ρόδα παραμένει σταθερή στην κίνηση ενός ευθύγραμμου δρόμου, ενώ το αμάξωμα μπορεί να ταλαντώνεται.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι το κέντρο μάζας της ρόδας δεν ταυτίζεται με το κέντρο της αλλά απέχει από αυτό απόσταση r . Τότε κατά τη διάρκεια περιστροφής της ρόδας θα πρέπει να ασκείται σε αυτήν από τον άξονα

κεντρομόλα δύναμη ίση με $m\omega^2 R$. Λόγω δράσης αντίδρασης και η ρόδα θα ασκεί στον άξονα μια αντίθετη δύναμη. Η δύναμη αυτή στον άξονα y είναι ημιτονικής μορφής και έτσι η ρόδα τίθεται σε εξαναγκασμένη αρμονική ταλάντωση. Για κάποια γωνιακή ταχύτητα θα έχουμε συντονισμό και τη ρόδα να ταλαντώνεται κατακόρυφα με μέγιστο πλάτος. Στην πραγματικότητα αυτό που συντονίζεται και ταλαντώνεται με μέγιστο πλάτος για κάποια γωνιακή ταχύτητα είναι το αμάξωμα. Για να αποφύγουμε την ταλάντωση του αμαξώματος (στο παράδειγμα της ρόδας μας) τοποθετούμε σε συγκεκριμένη απόσταση R , (στην περιφέρεια της ζάντας) μια μάζα m απέναντι ακριβώς από το κέντρο μάζας και με τιμή που να ικανοποιεί τη σχέση $Ml = mR$ έτσι ώστε το κέντρο μάζας της ρόδας να ταυτισθεί με το κέντρο της και έτσι η κεντρομόλα δύναμη να μηδενισθεί. Για να πετύχει η ζυγοστάθμιση θα πρέπει να βρούμε την κατάλληλη τιμή της μάζας που πρέπει να προσθέσουμε, αλλά και την κατάλληλη θέση. Η θέση βρίσκεται εύκολα ως εξής. Αν αφήσουμε τη ρόδα ελεύθερη θα ισορροπήσει σε κάποια θέση που το κέντρο μάζας θα βρίσκεται κάτω από την κατακόρυφη που περνάει από το γεωμετρικό κέντρο της ρόδας από όπου περνάει ο άξονας περιστροφής. Οπότε η μάζα θα πρέπει να τοποθετηθεί πάνω από το σημείο της κατακόρυφου. Για τη τιμή της μάζας, μετριέται με αισθητήρες η δύναμη που αναπτύσσεται στον άξονα από την κίνηση της ρόδας.

Εκτός της κατακόρυφης ταλάντωσης που μπορεί να κάνει το αμάξωμα λόγω της κατακόρυφης ανομοιομορφίας της μάζας της ρόδας, μπορεί να έχουμε και οριζόντια ταλάντωση. Πράγματι αν το κέντρο μάζας δεν βρίσκεται πάνω στο κατακόρυφο επίπεδο που περνάει από το γεωμετρικό κέντρο της ρόδας, τότε θα εκτελεί ένα κύκλο που το κέντρο του δεν θα ταυτίζεται με το κέντρο της ρόδας. Ως αποτέλεσμα θα έχουμε η κεντρομόλα δύναμη να δημιουργεί μια περιοδική οριζόντια ροπή στην ρόδα που θα τη θέτει σε εξαναγκασμένη οριζόντια ταλάντωση. Αυτό θα δημιουργεί το λεγόμενο κοσκίνισμα του τιμονιού. Το πρόβλημα διορθώνεται προσθέτοντας την κατάλληλη μάζα στο κατάλληλο σημείο από τη μία ή από την άλλη μεριά της ζάντας. Άρα η πλήρης ζυγοστάθμιση απαιτεί να βρούμε την κατάλληλη θέση στη ζάντα, το μέσο ή το έξω και τη τιμή της μάζας που θα προσθέσουμε.

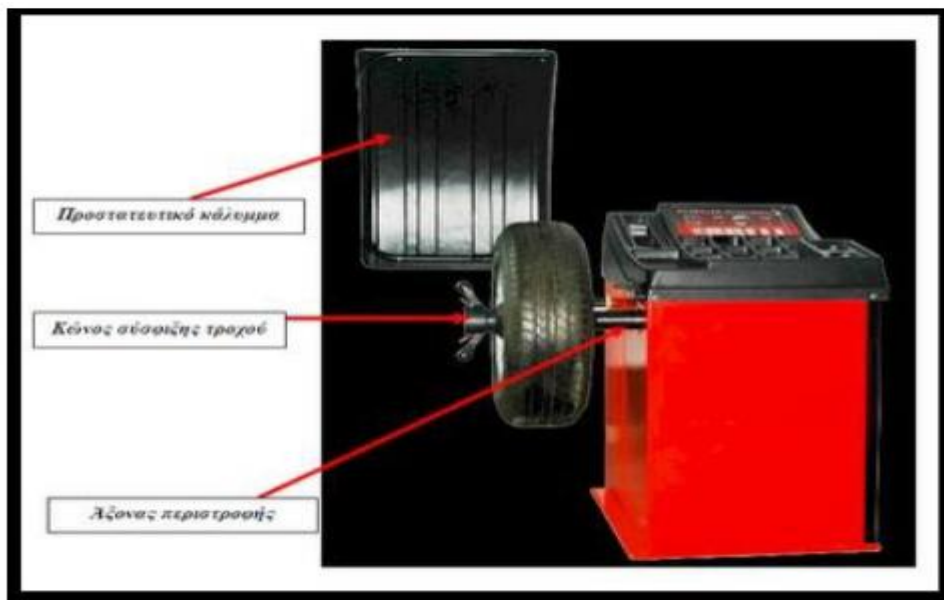


3.2.2 Διαδικασία ζυγοστάθμισης

Αφαιρούμε όλα τα βάρη από τον τροχό και τον τοποθετούμε πάνω στο μηχάνημα μέτρησης. Δίνουμε εντολή να περιστραφεί ο τροχός και το μηχάνημα ξεκινάει αυτόματα την περιστροφή. Μόλις σταματήσει η περιστροφή, στην οθόνη μας εμφανίζονται τα βάρη που απαιτούνται για την κάθε πλευρά. Για να εντοπίσουμε όμως σε ποιο σημείο πρέπει να τοποθετηθούν τα βάρη, περιστρέφουμε σιγά σιγά τον τροχό με το χέρι μας και στο σημείο που πρέπει να τοποθετηθεί το βαρίδιο, εκεί το μηχάνημα σταματάει αυτόματα και εκεί τοποθετούμε το βαρίδιο. Μόλις τα τοποθετήσουμε τα απαιτούμενα βάρη δίνουμε ξανά την εντολή στο μηχάνημα να περιστραφεί για να ελέγξουμε αν έγινε σωστά η ζυγοστάθμιση. Αν έχει γίνει σωστά, το μηχάνημα στην οθόνη θα πρέπει να δείχνει και στις δύο μεριές 0 gr. Επαναλαμβάνουμε το ίδιο για κάθε τροχό ξεχωριστά. Σημαντικό ρόλο στην σωστή ζυγοστάθμιση παίζει και η επιλογή των σωστών εξαρτημάτων και το σωστό κεντράρισμα επάνω στο μηχάνημα.

3.2.3 Χρειαζόμαστε ζυγοστάθμιση

Το πιο συνηθισμένο φαινόμενο που παρατηρεί ο οδηγός στο αυτοκίνητο του, είναι το τρίξιμο του τιμονιού όταν φτάνει τα 90 – 120 Km/h σε ευθεία χωρίς να επενεργεί καμία δύναμη στο πετάλι του φρένου. Τέλος όταν αλλάζουμε ελαστικά, πάντα πρέπει να γίνεται ζυγοστάθμιση αλλά όχι απαραίτητα ευθυγράμμιση



Σχ. 3.12: Ζυγοστάθμιση

Να ελέγχετε πάντοτε την ευθυγράμμιση όταν :

- Έχετε χτυπήσει πάνω σε κάτι.
- Παρατηρείτε ότι τα ελαστικά σας φθείρονται ανώμαλα ή κατά τρόπο ανομοιόμορφο.
- Αντιμετωπίζετε προβλήματα με τράβηγμα ή συμπεριφοράς του οχήματος: το όχημά σας τραβάει ή παρεκκλίνει προς μια πλευρά.
- Το τιμόνι σας δεν επανέρχεται εύκολα μετά από μια στροφή ή είναι σε θέση στροφής ενώ εσείς πηγαίνετε ευθεία.
- Αγοράζετε ένα καινούργιο σετ ελαστικών και θέλετε να διαρκέσει όσο το δυνατόν περισσότερο.
- Αντικαθιστάτε ένα στοιχείο ανάρτησης ή διεύθυνσης

3.2.4 Γιατί είναι σημαντική η ρύθμιση της ευθυγράμμισης;

Στα περισσότερα οχήματα, η ευθυγράμμιση είναι μελετημένη εξ αρχής, για να ελαχιστοποιεί τις φθορές και τις καταπονήσεις και για να μεγιστοποιεί την άνεση του οδηγού και του επιβάτη. Η σωστή ευθυγράμμιση των 4 τροχών μειώνει τη φθορά των ελαστικών, αυξάνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής τους και τις επιδόσεις τους και συμβάλλει στην εξοικονόμηση καυσίμων. Αυτή η ρύθμιση βελτιώνει επίσης τη συμπεριφορά και την ασφάλεια μειώνοντας το τράβηγμα και τις παρεκκλίσεις του οχήματος.

3.2.5 Γιατί η ευθυγράμμιση απορυθμίζεται ;

Η ευθυγράμμιση μπορεί να απορυθμιστεί από ένα χτύπημα σε πεζοδρόμιο ή από ένα πέσιμο σε λακκούβα, αλλά και από πιο σοβαρές αιτίες, όπως ατύχημα, όπου το όχημά σας χτυπήθηκε και η ευθυγράμμιση απορυθμίστηκε. Όταν η ευθυγράμμιση δεν είναι η σωστή, η άκρη των ελαστικών φθείρεται πιο γρήγορα, με επιπτώσεις στη συμπεριφορά του οχήματος. Αυτό θα σας οδηγήσει σε αλλαγή των ελαστικών σας πιο σύντομα από το προβλεπόμενο. Μια απλή απορύθμιση μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα. Ο σκοπός της ευθυγράμμισης είναι να τελειοποιεί το κράτημα δρόμου και να μεγιστοποιεί τη διάρκεια ζωής των ελαστικών.

Οι κυριότεροι λόγοι για να διατηρείτε σωστή την ευθυγράμμιση :

- Κάνετε οικονομίες
- Τα ελαστικά σας διαρκούν περισσότερο.
- Το όχημά σας κυλάει ευκολότερα με λιγότερη αντίσταση των ελαστικών στην κύλιση



Σχ. 3.13: Διαδικασία σε εξέλιξη (έλεγχος).

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

4. Νέα συστήματα διεύθυνσης από τις αυτοκινητοβιομηχανίες.

4.1 Τεχνολογία ADAS από τη Honda



Σχ.4.1

Όπως όλα δείχνουν, δε θα αργήσει η μέρα που, τα αυτοκίνητα θα μπορούν να κινηθούν, χωρίς την παραμικρή ανθρώπινη επέμβαση. Το ADAS της Honda αποτελεί τον πρόλογο προς αυτή την κατεύθυνση.

Η καινοτόμος τεχνολογία ADAS συνδυάζει τα συστήματα LKAS και ACC, κάνοντας πιο εύκολη τη ζωή των οδηγών, που βρίσκονται καθημερινώς σε εθνικές οδούς και δρόμους ταχείας κυκλοφορίας.

4.1.1 Τι είναι το ACC

Το ACC (Adaptive Cruise Control) συγκεντρώνει στοιχεία από έναν αισθητήρα στη μάσκα του αυτοκινήτου και υπολογίζει την ασφαλή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Η διαφορά του, από ένα συμβατικό σύστημα πλοήγησης, είναι ότι, εκτός από το ότι διατηρεί μία ταχύτητα κίνησης, δύναται να τη μεταβάλλει διαρκώς.

4.1.2 Τι είναι το LKAS

Το LKAS (Lane Keeping Assist System) είναι ένα καινοτόμο σύστημα, το οποίο επεμβαίνει στο σύστημα διεύθυνσης του οχήματος, με σκοπό το δεύτερο να παραμένει διαρκώς στο μέσο της λωρίδας, στην οποία κινείται. Το παραπάνω επιτυγχάνεται με διαρκή έλεγχο της διαγράμμισης του δρόμου, ενώ, σε περίπτωση που ο δρόμος δεν έχει διαγράμμιση, το σύστημα δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί.

Κάποιες εκατοντάδες χιλιάδες χιλιομέτρων δοκιμών, μέσα στα τελευταία 10 χρόνια, δίνουν στη Honda την πεποίθηση πως, το ADAS θα επιφέρει σημαντικότερη αύξηση στα σημερινά επίπεδα ασφάλειας.

4.1.3 Οι περιορισμοί

Το LKAS μπορεί να ενεργοποιηθεί σε ταχύτητες ανάμεσα στα 72 και 180 χλμ/ώρα, ενώ η λειτουργία του περιορίζεται για στροφές, με μέγιστη ακτίνα 230 μέτρων και τιμές πλευρικής επιτάχυνσης έως 0,2g.

Τα δύο συστήματα χρησιμοποιούνται από τον οδηγό, είτε σε συνδυασμό, είτε μεμονωμένα, ενώ, και στις δύο περιπτώσεις, ο οδηγός μπορεί να ανακτήσει τον απόλυτο έλεγχο του αυτοκινήτου, επεμβαίνοντας στο τιμόνι ή στα πεντάλ του αυτοκινήτου.



Σχ.4.2

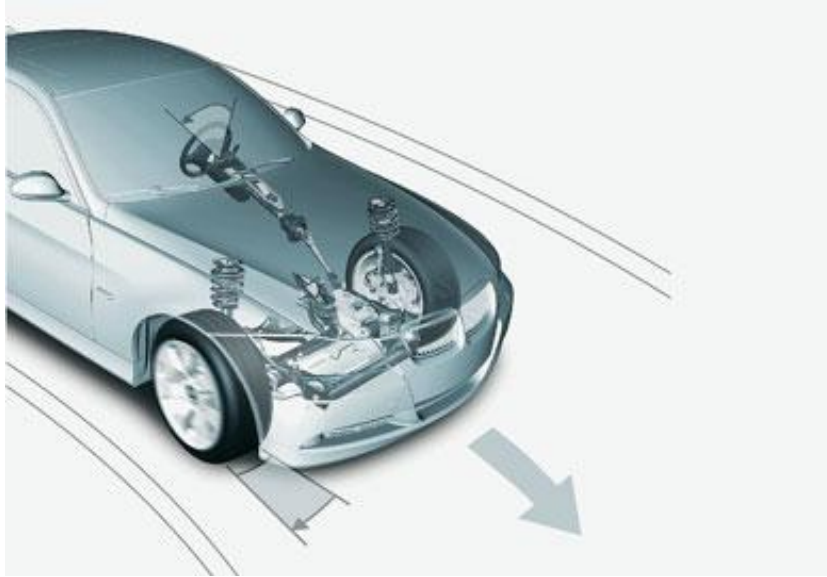
Το ACC μεταβάλλει διαρκώς την ταχύτητα του αυτοκινήτου, ανάλογα με την ταχύτητα και την απόσταση του προπορευόμενου οχήματος.



Σχ.4.3

Μία μικροκάμερα, τοποθετημένη δίπλα από τον εσωτερικό καθρέφτη, ελέγχει συνεχώς τη διαγράμμιση του δρόμου.

4.2 Active Steering από την BMW



Σχ.4.4

Το Active Steering είναι ένα ενεργό σύστημα διεύθυνσης που εφαρμόστηκε καταρχήν στα μοντέλα των Σειρών 5 και 6. Πλέον στη νέα Σειρά 3 το σύστημα παρουσιάζεται ακόμα καλύτερο ικανοποιώντας και τον πιο απαιτητικό οδηγό.

Ένα συμβατικό σύστημα διεύθυνσης διαθέτει σταθερή αναλογία 13,7:1 (παράδειγμα η στροφή του τιμονιού κατά 13,7 μοίρες αλλάζει τη γωνία των εμπρός τροχών κατά 1 μοίρα) ανεξάρτητα από την ταχύτητα. Αυτός είναι ένας συμβιβασμός καθώς η αναλογία δεν αλλάζει είτε κινούμαστε με 10 χλμ./ώρα είτε με 120 χλμ./ώρα.

Το σύστημα Active Steering λειτουργεί προσφέροντας μεταβλητή σχέση στο σύστημα διεύθυνσης από 10:1 με το αυτοκίνητο σταματημένο έως 20:1 σε υψηλότερες ταχύτητες. Αυτό καθίσταται δυνατό με την ενσωμάτωση ενός ηλεκτροκινητήρα με ένα πρόσθετο πλανητικό σύστημα μετάδοσης κίνησης ταχυτήτων δύο αξόνων που βρίσκονται σε ένα χώρισμα στην κολόνα του τιμονιού. Ένας από αυτούς τους άξονες συνδέεται με το τιμόνι και ο δεύτερος λαμβάνει ισχύ από τον κινητήρα χρησιμοποιώντας τη μετάδοση για να επιβάλλει μια πρόσθετη γωνία στο τιμόνι που εξαρτάται από την ταχύτητα του οχήματος.

Πλέον κατά το παρκάρισμα, ο οδηγός ενός αυτοκινήτου εξοπλισμένου με Active Steering μπορεί να στρίψει το τιμόνι 1,7 φορές από "κλείδωμα" σε "κλείδωμα" σε σύγκριση με τρεις στροφές που θα ήταν αναγκαίο σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο.

Η στάθμευση και οι ελιγμοί με χαμηλή ταχύτητα στις πόλεις είναι επομένως πιο γρήγορες και πιο εύκολες διαδικασίες. Υπάρχει όμως ένα ακόμα πλεονέκτημα ασφαλείας επειδή το σύστημα είναι συνδεδεμένο με το σύστημα Δυναμικού Ελέγχου Ευστάθειας. Το Active Steering συνεχώς υπολογίζει την ευνοϊκότερη κατεύθυνση των εμπρός τροχών βάσει και της ταχύτητας. Στη συνέχεια αυτό τροφοδοτείται στο δίκτυο του συστήματος Δυναμικού Ελέγχου Ευστάθειας ώστε να εξασφαλίσει ότι το αυτοκίνητο κατευθύνεται ακριβώς

στην επιθυμητή κατεύθυνση. Όταν ξαφνικές κινήσεις στην κατεύθυνση ενός αυτοκινήτου προκαλούν ή υποδεικνύουν τάση υπερστροφής του αυτοκινήτου, το Active Steering εξισορροπεί την τάση αυτή αλλάζοντας τη γωνία των τροχών μέσα σε χιλιοστά του δευτερολέπτου -πολύ γρηγορότερα από όσο θα μπορούσε να αντιδράσει κάποιος οδηγός. Κάνοντάς το αυτό, σταθεροποιεί αποτελεσματικά το αυτοκίνητο χωρίς ο οδηγός να το καταλάβει καν. Σε αυτό το σύστημα δεύτερης γενιάς βελτιώθηκαν τα χαρακτηριστικά ασφαλείας του Active Steering, αλλά και η "αίσθηση" του συστήματος ρυθμίστηκε ώστε να εξασφαλίζει μια πραγματικά ομαλή μεταβολή του λόγου της γωνίας τροχών και τιμονιού κατά το στρίψιμο.



Σχ.4.5

Χάρη στο σύστημα Active Steering όχι μόνο μεταβάλλεται ο λόγος της γωνίας τροχών και τιμονιού ανάλογα με την ταχύτητα αλλά και σε συνεργασία με τον Δυναμικό Έλεγχο Ευστάθειας ενισχύει την ταχύτητα στη κίνηση διόρθωση σε περίπτωση υπερστροφής επαναφέροντας το όχημα στη σωστή κατεύθυνση.

4.3 Σύστημα διεύθυνσης στο Lexus RX 400h



Σχ.4.6

Το σύστημα VDIM του Lexus RX 400h που επενεργεί ακόμα στον τρόπο διόρθωσης της πορείας μέσω του συστήματος διεύθυνσης. Ποια είναι όμως τα χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού συστήματος διεύθυνσης στο υβριδικό Lexus;

Η χρήση του Συστήματος Διεύθυνσης με Ηλεκτρική Υποβοήθηση (EPS) στο RX 400h προβάλλει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα αντίστοιχα υδραυλικά συστήματα.

4.3.1 Λιγότερη ενέργεια

Με την υποβοήθηση να προέρχεται από έναν ηλεκτροκινητήρα 42 volt DC χωρίς ψήκτες (καρβουνάκια), και έναν μειωτήρα να εδράζεται ομοαξονικά στον άξονα της κρεμαγιέρας, το σύστημα EPS καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια μόνο όταν απαιτείται υποβοήθηση, έχοντας μηδενικές απαιτήσεις, π.χ. κατά την οδήγηση σε ευθεία πορεία, και επομένως συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά περίπου 1.5%.

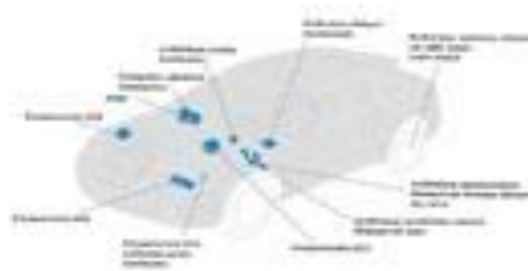
4.3.2 Δομή συστήματος

Η δομή του συστήματος, που αποτελείται από έναν ηλεκτροκινητήρα, αισθητήρα ροπής και μειωτήρα, είναι πολύ πιο συμπαγής και αθόρυβη στη λειτουργία της. Χρησιμοποιώντας κρεμαγιέρα με κοχλία και σφαιρίδια επιτυγχάνονται ομαλή περιστροφή, υψηλή απόδοση και χαμηλό επίπεδο τριβών και θορύβων.

4.3.3 ECU

Η Ηλεκτρονική Μονάδα Ελέγχου (ECU) του EPS έχει έναν επεξεργαστή 32-bit για αυξημένη ταχύτητα επεξεργασίας σήματος, και ενεργοποιεί τον ηλεκτροκινητήρα DC με βάση τα σήματα που λαμβάνει από διάφορους αισθητήρες, μεταξύ των οποίων και οι αισθητήρες ροπής τιμονιού και ταχύτητας οχήματος. Τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής υποβοήθησης μεταβάλλονται πολύ ομαλά, προσφέροντας μία απολαυστική αίσθηση συνοχής στο τιμόνι, το οποίο είναι ελαφρύ στις χαμηλές ταχύτητες και όλο και πιο άμεσο όσο η ταχύτητα του αυτοκινήτου αυξάνεται.

4.4 Σύστημα VDIM στο Lexus RX 400h



Σχ.4.6

Η προσπάθεια της Lexus να συντονίσει τα συστήματα ενεργητικής ασφάλειας βρήκε την ιδανική εφαρμογή στο υβριδικό μοντέλο παραγωγής RX 400h. Το σύστημα VDIM (Ενσωματωμένο Σύστημα Διαχείρισης της Δυναμικής Συμπεριφοράς του Αυτοκινήτου) επενεργεί σε πολλά επίπεδα της συμπεριφοράς του οχήματος, ακόμα και στον τρόπο διόρθωσης της πορείας μέσω του τιμονιού.

Η καρδιά του συστήματος VDIM είναι το λογισμικό ελέγχου που ενσωματώνεται στην Ηλεκτρονική Μονάδα Ελέγχου (ECU) του Ηλεκτρονικά Ελεγχόμενου Συστήματος Πέδησης (ECB). Για να έχει μία ολοκληρωμένη εικόνα του οδηγικού στυλ και των συνθηκών οδήγησης, το σύστημα VDIM λαμβάνει συνεχώς πληροφορίες από αισθητήρες που βρίσκονται σε όλο το RX 400h, μεταξύ των οποίων στην πίεση της αντλίας φρένου, στη διαδρομή του πεντάλ φρένου, στη γωνία διεύθυνσης, στη διαδρομή του πεντάλ γκαζιού, στην επιτάχυνση του οχήματος, στην ταχύτητα περιστροφής των τροχών, στην πίεση πέδησης σε κάθε τροχό και στην απόδοση ροπής.

Στο πλαίσιο της λειτουργίας του Ελέγχου Ευστάθειας Οχήματος, για παράδειγμα, ένα οδόστρωμα με διαφορετικούς συντελεστές τριβής αριστερά και δεξιά του αυτοκινήτου μπορεί στο φρενάρισμα να προκαλέσει ολίσθηση του αυτοκινήτου προς τη μία πλευρά. Το VDIM ρυθμίζει αυτόματα τη γωνία διεύθυνσης ώστε να αντισταθμίσει τη διαφορά πέδησης αριστερά/δεξιά και ελαχιστοποιεί την ανάγκη διόρθωσης εκ μέρους του οδηγού προκειμένου να διατηρηθεί η επιθυμητή πορεία κατά το φρενάρισμα. Κατά το φρενάρισμα σε μία στροφή, η προς τα εμπρός μετατόπιση βάρους ενδέχεται να προκαλέσει απώλεια πρόσφυσης των πίσω τροχών και κατ' επέκταση υπερστροφή. Το σύστημα ενεργοποιεί αυτόματα μία λειτουργία ανάποδου τιμονιού. Το σύστημα VDIM εφαρμόζει την κατάλληλη πίεση πέδησης σε κάθε τροχό, διασφαλίζοντας τη συνεχή ευστάθεια του οχήματος αφού περιορίζει προληπτικά την τάση ολίσθησης (σπινάρισμα), συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην απόδοση πέδησης. Στο απότομο φρενάρισμα σε μία στροφή, το μπλοκάρισμα των εμπρός τροχών και η απώλεια πρόσφυσης ενδέχεται να προκαλέσουν υποστροφή. Αρχικά, η διορθωτική υποβοήθηση διεύθυνσης θα βοηθήσει τον οδηγό να διατηρήσει την πορεία του. Όμως, αν ο οδηγός προβεί σε υπερδιόρθωση, τότε το VDIM θα εφαρμόσει υποβοήθηση διεύθυνσης προς την αντίθετη κατεύθυνση για να βοηθήσει τον οδηγό να ανακτήσει τον έλεγχο του οχήματος. Και πάλι, με τον ανεξάρτητο έλεγχο πίεσης πέδησης σε κάθε τροχό μέσω του συστήματος EBD, το VDIM αποτρέπει το μπλοκάρισμα των εμπρός τροχών και συμβάλλει στην ανάκτηση της ισορροπίας του οχήματος, προσφέροντας συνεχή έλεγχο έως ότου αναλάβουν τα συμβατικά συστήματα ABS και VSC.



ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΡΙΒΗΣ



ΥΠΕΡΣΤΡΟΦΗ



ΥΠΟΣΤΡΟΦΗ

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

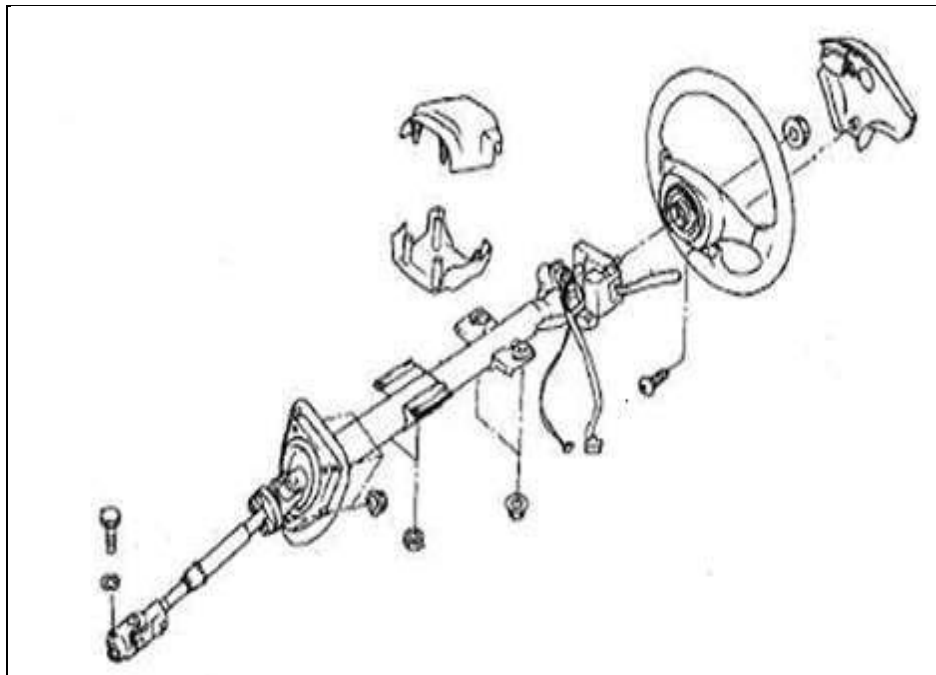
5 Φθορές – Βλάβες στο σύστημα διεύθυνσης που μπορεί να προκαλέσουν ατύχημα

Τα κύρια τμήματα του συστήματος διεύθυνσης :

1. Το τιμόνι με τον άξονα τιμονιού
2. Ενδεχόμενα η αντλία υδραυλικού με το σύστημα σωληνώσεων
3. Η μπάρα (κρεμαγιέρα) με το σύστημα οδοντοτροχών
4. Τα ακρόμπαρα

Παρακάτω αναλύονται τα τμήματα σε σημεία που μπορούν να δημιουργήσουν βλάβη ή δυσλειτουργία του συστήματος με αποτέλεσμα το ατύχημα.

5.1 Το τιμόνι με τον άξονα τιμονιού



Σχ. 5.1: Τιμόνι με άξονα αναλυτικά .

Το τιμόνι είναι η αρχή τους συστήματος όπου από αυτό γίνεται η αλλαγή διεύθυνσης, έτσι θεωρούμε ότι είναι ένα βασικό κομμάτι όσον αφορά το ατύχημα. Το τιμόνι είναι συνδεδεμένο με τον άξονα τιμονιού που μεταφέρει την περιστροφική κίνηση στην μπάρα που θα αναφέρουμε και παρακάτω. Στο τιμόνι και στον άξονα τιμονιού μπορεί να προκληθούν δυσλειτουργίες οι οποίες οδηγούν στην απώλεια έλεγχου του οχήματος. Παρακάτω αναφέρονται και αναλύονται οι βλάβες :

Στην εικόνα παρατηρούμε τον κοχλία στερέωσης του τιμονιού με τον άξονα. Από επισκευές , συντηρήσεις κ.τ.λ. υπάρχει περίπτωση κακής σύσφιξης του κοχλία, έτσι μπορεί να χαλαρώσει από τους κραδασμούς και το τιμόνι να βγει

από την θέση του. Έτσι κατά το στρίψιμο του δεν θα καθοδηγεί τον άξονα με αποτέλεσμα το όχημα να κινείται μόνο προς μια κατεύθυνση και να δημιουργηθεί σοβαρό ατύχημα.

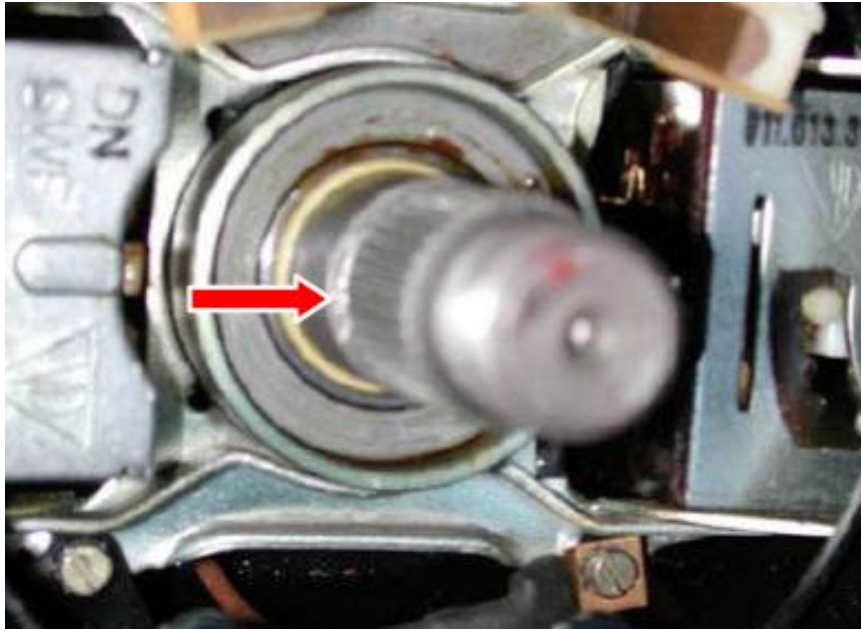


Σχ.5.2: Περικόχλιο τιμονιού.

Υπάρχουν περιπτώσεις αλλαγής τιμονιού (σε σπορ) τα οποία δημιουργούν σοβαρά προβλήματα και ατυχήματα. Αυτά τα προβλήματα δημιουργούνται λόγω περιορισμένης κατάρτισης του αντικειμένου με λανθασμένες εφαρμογές όπως:

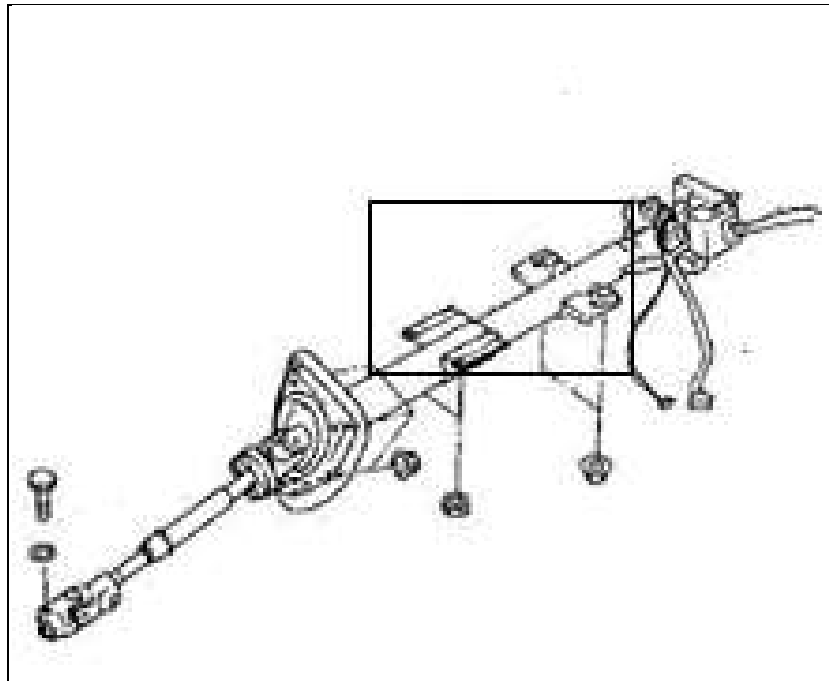
παραποίηση κατασκευής όπως απόσταση για πιο άνετη θέση οδήγησης όπου χρησιμοποιούνται πιο πολλά μηχανικά μέρη από κακής ποιότητας υλικά (εύθραυστα , εύκαμπτα).

επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί τιμόνι από άλλους τύπους οχημάτων και ενδεχόμενα χωρίς να φαίνεται ότι υπάρχει διαφορά στη διατομή και στο βήμα του καρτέ (απεικονίζεται παρακάτω). Αυτά μπορεί σε μια απότομη κίνηση να απενεργοποιήσουν το τιμόνι από τον άξονα και το όχημα να βρεθεί χωρίς έλεγχο.



Σχ.5.3: Καρέ άξονα τιμονιού.

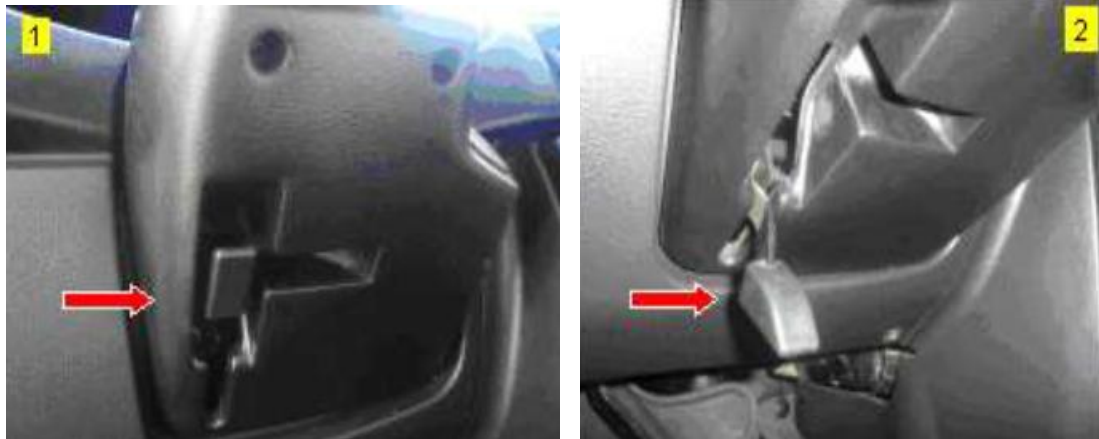
Παρατηρώντας το παρακάτω σχήμα βλέπουμε τις βάσεις στηρίξεις του άξονα με το αμάξωμα του οχήματος. Στις περιπτώσεις που έχει επέμβει ανθρωπίνος παράγοντας (κακή σύσφιξη) ή λόγω παλαιότητας, οι κοχλίες στήριξης μπορεί να χαλαρώσουν και ο άξονας να αποσυνδεθεί από το υπόλοιπο αμάξωμα. Αυτό μπορεί να προκαλέσει φόβο στον οδηγό και έτσι να προκληθεί ατύχημα.



Σχ.5.6: Βάσεις στήριξης άξονα τιμονιού.

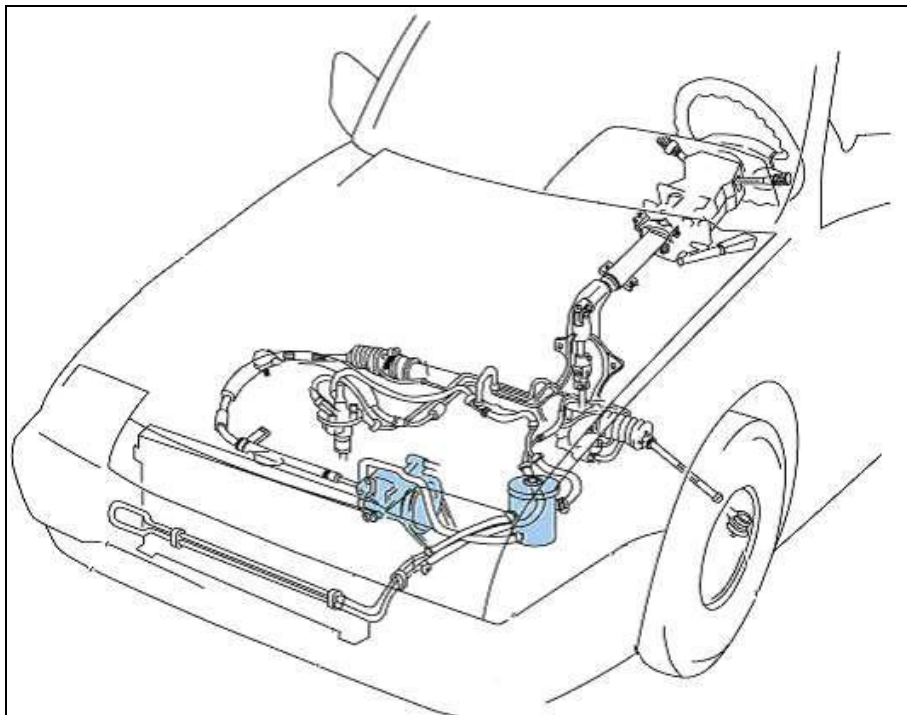
Για μερικούς τύπους οχημάτων χρησιμοποιείται το τιμόνι με επιλογή θέσης το οποίο φέρει έναν μηχανισμό όπως απεικονίζεται παρακάτω (1). Ο μηχανισμός αυτός έχει το μειονέκτημα, στην περίπτωση που δεν ασφαλιστεί σωστά να

ξεκομπώσει από κραδασμούς (2). Έτσι η θέση τιμονιού δεν θα μπορεί να σταθεροποιηθεί. Και αυτό όπως και παραπάνω μπορεί να προκαλέσει φόβο στον οδηγό και έτσι να προκληθεί ατύχημα.



Σχ. 5.7: Μηχανισμός ρύθμισης θέσης τιμονιού.

5.2. Η αντλία υδραυλικού με το σύστημα σωληνώσεων



Σχ.5.8: Το υδραυλικό σύστημα .

Η αντλία του υδραυλικού παίρνει κίνηση από τον κινητήρα και τροφοδοτεί λάδι υπό πίεση με την βοήθεια των σωληνώσεων στο σημείο των οδοντοτροχών και έτσι δημιουργείται το υδραυλικό σύστημα τιμονιού. Βασικό μειονέκτημα

του υδραυλικού είναι ότι σε περίπτωση βλάβης το τιμόνι θα κινείται με μεγάλη δυσκολία οπότε σε αυτήν την περίπτωση ο έλεγχος του οχήματος πραγματοποιείται με δυσκολία. Παρακάτω αναφέρονται και αναλύονται τα προβλήματα του υδραυλικού συστήματος:

στο σχήμα απεικονίζεται η αντλία ενσωματωμένη στον κινητήρα όπου παίρνει κίνηση με την βοήθεια ενός ιμάντα. Αν ο ιμάντας χαλαρώσει η ακόμη κοπεί, η αντλία θα σταματήσει να λειτουργεί και δεν θα υπάρχει λάδι υπό πίεση στο κύκλωμα (βαρύ τιμόνι).



Σχ.5.9: Αντλία υδραυλικού.

Ακόμη υπάρχει περίπτωση κακής λειτουργίας αντλίας π.χ. πρόβλημα στην φτερωτή έτσι ώστε να μη μπορεί να αναπληρώσει με λάδι υπό πίεση το κύκλωμα με τα ίδια αποτελέσματα.

Δοχείο υγρού. Όπως και στην πέδηση έτσι και εδώ μπορούν να δημιουργηθούν παρόμοιες βλάβες (σύστημα πέδησης). Σε αυτές τις περιπτώσεις θα έχουμε πτώση πίεσης και ακόμη πρέπει να γνωρίζουμε ότι αν η αντλία λειτουργήσει χωρίς λάδι θα δημιουργηθεί περαιτέρω πρόβλημα και θα πρέπει να γίνει η αντικατάσταση, διότι υπάρχει περίπτωση να προκαλέσει δυσλειτουργία έπειτα από κάποιο χρονικό διάστημα.



Σχ. 5.10: Δοχείο συλλογής υγρού.

Το σύστημα σωληνώσεων μπορεί να παρουσιάζει παρόμοιες δυσλειτουργίες όπως και στην πέδηση (σύστημα πέδησης). Και το δοχείο συλλογής υγρού θα παρουσιάσει την ίδια βλάβη στην αντλία .



Σχ. 5.11: Σωληνώσεις υδραυλικού.

5.3. Η μπάρα (κρεμαγιέρα)



Σχ. 5.12: Η μπάρα (κρεμαγιέρα) .

Αποστολές Μετατροπή της περιστροφικής κίνησης του τιμονιού και του άξονα σε μια στροφική κίνηση των τροχών. Μεταβολή (αύξηση) της ροπής στρέψης που εφαρμόζει με τα χέρια ο οδηγός για να εκτρέψει τους τροχούς. Η μπάρα θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα στα σημεία όπου βρίσκεται το πτυσσόμενο ελαστικό περίβλημα (φυσούνα) λόγω εισβολής ξένων σωματιδίων στον εσωτερικό χώρο. Αυτό θα παρεμβάλλει την κίνηση του τιμονιού (δυσκολία στροφής τιμονιού ή κακή επαναφορά). Ακόμη η μπάρα μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα στο σημείο των οδοντοτροχών, το οποίο αναλύεται παρακάτω.

5.3.1 Το σύστημα οδοντοτροχών (ατέρμων)



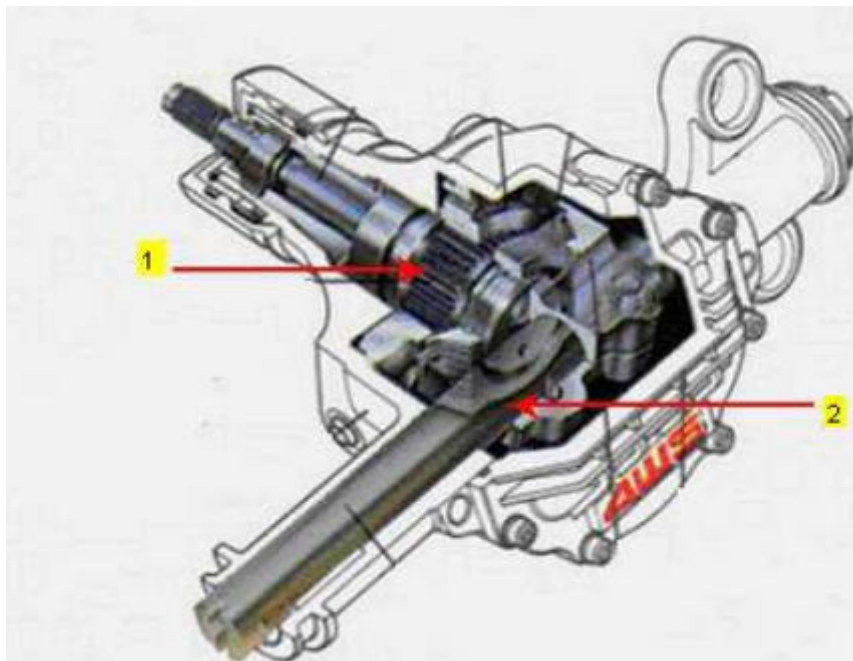
Σχ. 5.13: Σύστημα οδοντοτροχών.

Το σύστημα οδοντοτροχών είναι καθαρά ένα μηχανικό κομμάτι και η λειτουργία του έχει ως εξής :

Ένας μικρός οδοντοτροχός (πινιόν.) ο οποίος εδράζεται στην πυξίδα(2) και κινείται από τον άξονα του τιμονιού. Αυτό το σύστημα μπορεί να προκαλέσει ένα και μόνο πρόβλημα με επικίνδυνη κατάληξη. Η τελική κατάσταση ώστε να δημιουργηθεί ατύχημα είναι όταν το σύστημα οδοντοτροχών μπλοκάρει και δεν υπάρχει κίνηση μεταξύ των δυο γρναζιών (πινιόν και πυξίδα). Όταν δημιουργηθεί αυτό, το σύστημα διεύθυνσης παραμένει αμετάβλητο σε εκείνο το σημείο.

Παρακάτω αναγράφονται οι κύριες αιτίες του προβλήματος :

- Φθορά της οδόντωσης (αύξηση διακένου)
- θραύση κομματιού(δοντιού) του γρναζιού
- ξένα σωματίδια (σκόνη. Χώμα κ.τ.λ.) από υπερβολική φθορά τσιμούχας ή φλάντζας στεγανοποίησης ,



Σχήμα 5.14: Σύστημα οδοντοτροχών σε τομή.

5.4. Τα ακρόμπαρα



Σχ. 5.15: Το ακρόμπαρα.

Αποστολές

Μετάδοση της κίνησης που δημιουργείται στην μπάρα στους μπροστινούς τροχούς. Καθοδήγηση των τροχών σε μια καθορισμένη θέση μεταξύ τους. Παρακάτω σχολιάζονται και αναλύονται τα κύρια μέρη του ακρόμπαρα, αυτά που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν σοβαρή βλάβη ώστε να χαθεί ο έλεγχος του οχήματος :

- Στην εικόνα που ακολουθεί ορίζονται με κύκλο τα επίμαχα σημεία σύνδεσης με την μπάρα για δυο τύπους ακρόμπαρα. Οι βλάβες που μπορούν να παρουσιάσουν είναι από κακή σύσφιξη κοχλιών-περικοχλίων και στις δυο περιπτώσεις, από επισκευή η παλαιότητα.

Αν συμβεί κάτι τέτοιο τότε :

- είτε θα υπολειπυργήσει το σύστημα λόγω κακής ευθυγράμμισης (χάσιμο του έλεγχου του οχήματος)
- είτε ο τροχός θα λειτουργήσει ανεξέλεγκτα λόγω αποσύνδεσης του ακρόμπαρα (σοβαρό ατύχημα)



Σχ. 5.16: Σύνδεση ακρόμπαραυ με την μπάρα.

Παρακάτω βλέπουμε ένα φθαρμένο ελαστικό περίβλημα (φυσούνα), το οποίο μπορεί να δημιουργήσει ακόμη και την αποσύνδεση του ακρόμπαραυ από την άρθρωση του λόγω εισβολής ξένων σωματιδίων (χώμα, σκόνη και υγρασία). Αν συμβεί κάτι τέτοιο τότε ο τροχός θα λειτουργήσει ανεξέλεγκτα (σοβαρό ατύχημα).



Σχ. 5.17: Κομμένο ελαστικό περίβλημα άρθρωσης .

Τέλος παρατηρούμε το περικόχλιο σύσφιξης (1) του ακρόμπαρου με το γόνατο του τροχού και την ασφαλιστική περόνη(2) του περικοχλίου. Ομοίως με τα παραπάνω υπάρχει η περίπτωση αποσύνδεσης του ακρόμπαρου με το γόνατο του τροχού με τις ίδιες επιπτώσεις για τους παρακάτω λόγους :

- κακή ασφάλιση περόνης με αποτέλεσμα την χαλάρωση του περικοχλίου
- ανύπαρκτη περόνη από αμέλεια συνεργείου με τα ίδια αποτελέσματα.
- καταστροφή σπειρώματος από λανθασμένη σύσφιξη του περικοχλίου



Σχ. 5.18: Άρθρωση με πυργωτό περικόχλιο και ασφαλιστική περόνη.

5.5 Πρόβλημα στην ζυγοστάθμιση των τροχών :

Γενικά το πρόβλημα της ζυγοστάθμισης σχετίζεται με την κατανομή της μάζας γύρω από ένα περιστρεφόμενο άξονα. Στην περίπτωση των τροχών ενός αυτοκινήτου, αν η κατανομή της μάζας του τροχού δεν είναι ομοιόμορφη, το κέντρο βάρους του δεν βρίσκεται πάνω στον άξονα περιστροφής του, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ταλαντώσεων κατά την περιστροφή, που επηρεάζουν την οδική συμπεριφορά του οχήματος



Σχ. 5.19: Αντίβαρο ζυγοστάθμισης .



Σχ. 5.20: Ανομοιομορφία πέλματος .

Ανομοιόμορφη φθορά πέλματος ελαστικού που οφείλεται σε υπολειτουργία του συστήματος ανάρτησης

Επίσης ανομοιόμορφη φθορά επιφάνειας πέλματος ελαστικού που οφείλεται σε κακή ευθυγράμμιση των τροχών.



Σχ. 5.21: Μονόπλευρη φθορά ελαστικού.

Υπερβολική αλλοίωση επιφάνειας πέλματος μονόπλευρα λόγω κακής ευθυγράμμισης τροχού ή κακής ζυγοστάθμισης τροχού.

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

6 ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

6.1 Σύστημα διεύθυνσης με οδοντωτό κανόνα - πινιόν και υδραυλική υποβοήθηση της BMW – 3 Series (E36) – 318i έτους 1993-1994.

Στο πλαίσιο του Πρακτικού τμήματος της παρούσας εργασίας θα αναπτύξουμε και θα παρουσιάσουμε το σύστημα διεύθυνσης της BMW – 3 Series (E36) – 318i έτους 1993-1994 με οδοντωτό κανόνα - πινιόν και υδραυλική υποβοήθηση και το οποίο και θα συντηρηθεί προκειμένου να τοποθετηθεί στον εκθεσιακό χώρο των Εργαστηρίων της Σχολής για καθαρά Εκπαιδευτικό Σκοπό.



BMW – 3 Series (E36) – 318i έτους 1993-1994

Το σύστημα αυτό (υδραυλικό τιμόνι) απαρτίζεται από τον οδοντωτό κανόνα με το πινιόν, τον κύλινδρο εργασίας, τη βαλβίδα ελέγχου, την αντλία λαδιού του υδραυλικού συστήματος του τιμονιού. Ο οδοντωτός κανόνας κινείται, όπως

και στο μηχανικό τιμόνι, από το πινιόν και βρίσκεται μέσα σε έναν υδραυλικό κύλινδρο. Ο υδραυλικός κύλινδρος διαιρείται σε δύο χώρους, καθώς φέρει στο εσωτερικό του ένα έμβολο το οποίο είναι συνδεδεμένο με την κινηματική αλυσίδα του συστήματος διεύθυνσης.

ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟ ΚΑΛΥΜΜΑ
(ΦΥΣΟΥΝΑ) ΚΡΕΜΑΓΙΕΡΑΣ



ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΜΠΙΕΣΜΕΝΟΥ ΥΓΡΟΥ ΠΡΟΣ ΤΗ
ΔΕΞΙΑ – ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ
ΕΜΒΟΛΟΥ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ
ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η βαλβίδα ελέγχου επιτρέπει ή δεν επιτρέπει συμπιεσμένο λάδι να εισέλθει στον έναν από τους δύο χώρους εργασίας, ασκώντας πίεση στη δεξιά ή στην αριστερή πλευρά του εμβόλου, αναγκάζοντάς το να κινηθεί ανάλογα (υδραυλικός κύλινδρος εργασίας διπλής ενέργειας).

ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ



Η βαλβίδα ελέγχου αποτελείται από δύο στοιχεία, τον δακτύλιο ελέγχου και τον περιστρεφόμενο άξονα. Στο κέντρο της βαλβίδας ελέγχου υπάρχει μία ράβδος στρέψης. Αυτή συνδέεται στο ένα της άκρο με την κολώνα του τιμονιού και τον περιστρεφόμενο άξονα. Στο άλλο της άκρο συνδέεται μέσω πέρων με το πινιόν και τον δακτύλιο ελέγχου. Ο περιστρεφόμενος άξονας φέρει στην περιφέρεια του διαμήκη αυλάκια, κάτι σαν πολύσφηνο, και διόδους για την διέλευση του υγρού. Ο δακτύλιος ελέγχου φέρει και αυτός στην περιφέρεια του εγκάρσια, ως προς το διαμήκη του άξονα, αυλάκια και διόδους

για τη διέλευση του υγρού ώστε αυτό να φτάσει στους δύο χώρους εργασίας, στην αντλία και στη δεξαμενή του λαδιού ανάλογα με την περίπτωση.



Ο οδηγός καθώς στρίβει το τιμόνι καταβάλλει κάποια δύναμη η οποία μεταδίδεται στη ράβδο στρέψης η οποία είναι συνδεδεμένη με την κολώνα του τιμονιού. Η ράβδος στρέψης περιστρέφεται και μεταδίδει την κίνηση στο πινιόν με το οποίο είναι συνδεδεμένο στο άλλο της άκρο. Το πινιόν κατά την περιστροφή του συναντά κάποια αντίσταση εξαιτίας της οποίας η ράβδος στρέψης καταπονείται σε στρέψη η οποία είναι ανάλογη με την αντίσταση. Ο περιστρεφόμενος άξονας ο οποίος είναι συνδεδεμένος με την ράβδο στρέψης εκτελεί μία μικρή περιστροφική κίνηση σε σχέση με το δακτύλιο ελέγχου. Ο δακτύλιος ελέγχου περιβάλλει τον περιστρεφόμενο άξονα. Η θέση των αυλακιών μεταξύ του περιστρεφόμενου άξονα και του δακτυλίου ελέγχου μεταβάλλεται. Ανοίγουν οι δίοδοι για τη διέλευση συμπιεσμένου υγρού το οποίο κατευθύνεται στον αντίστοιχο χώρο εργασίας του κυλίνδρου (δεξιά – αριστερή πλευρά του εμβόλου) ανάλογα με τη φορά περιστροφής του τιμονιού από τον οδηγό. Το συμπιεσμένο υγρό ασκεί πίεση είτε στη δεξιά είτε στην αριστερή πλευρά του εμβόλου δημιουργώντας μία δύναμη με υδραυλικό τρόπο (υδραυλική υποβοήθηση). Η δύναμη αυτή ενεργεί αθροιστικά με τη δύναμη που ασκεί το πινιόν στον οδοντωτό κανόνα με μηχανικό τρόπο (περιστροφή του τιμονιού από τον οδηγό). Όταν ο οδηγός δεν στρίβει το τιμόνι η ράβδος στρέψης και ο περιστρεφόμενος άξονας επιστρέφουν στη θέση τους. Κλείνουν τώρα οι δίοδοι που οδηγούσαν το συμπιεσμένο υγρό στους χώρους εργασίας του κυλίνδρου και ανοίγουν οι δίοδοι που επιτρέπουν την επιστροφή του υγρού προς τη δεξαμενή αποθήκευσης του.

6.2 Φωτογραφικό Υλικό από το Σύστημα Διεύθυνσης











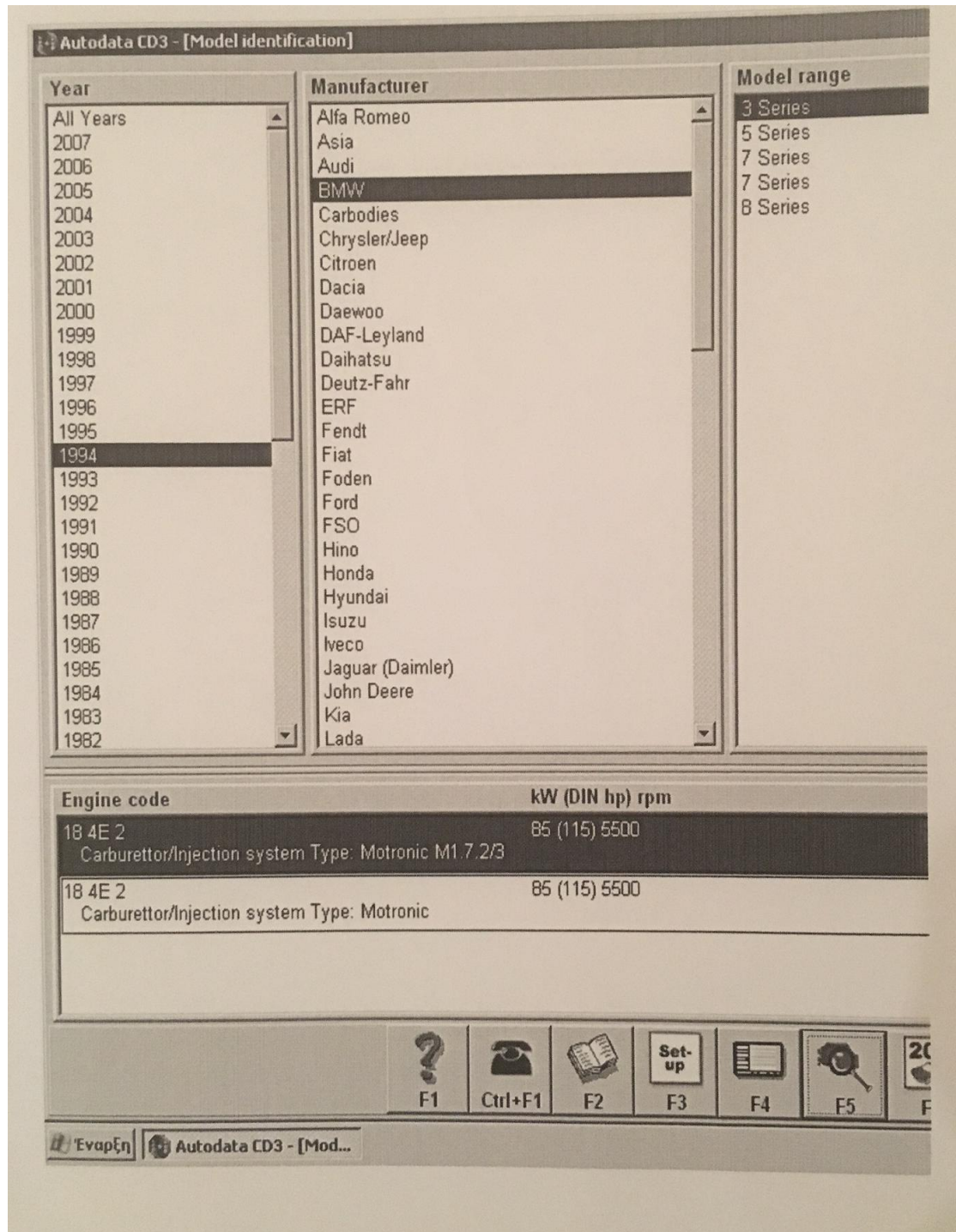








6.3 Στοιχεία από το Manual (Auto Data) του κατασκευαστή.



Autodata CD3 - [Model Identification]

Year	Manufacturer	Model range	Engine
All Years	Alla Romeo	3 Series (E36)	1.6 316i
2007	Asia	5 Series (E34)	1.6 316i Compact
2006	Avto	7 Series (E32)	1.7 318i
2005	BMW	7 Series (E38)	1.8 318i
2004	Carbodies	7 Series (E31)	1.8 318iS
2003	Chrysler/Jeep		1.8 318i Compact
2002	Citroen		2.0 320i
2001	Dacia		2.5 325i
2000	Daewoo		2.5 325i
1999	DAF-Leyland		2.5 325i
1998	Daikatsu		2.5 325i
1997	Deutz-Fahr		3.0 M3
1996	ERF		
1995	Fendt		
1994	Fiat		
1993	Foden		
1992	Ford		
1991	FSO		
1990	Hino		
1989	Honda		
1988	Hyundai		
1987	Isuzu		
1986	Iveco		
1985	Jaguar (Daimler)		
1984	John Deere		
1983	Kia		
1982	Lada		

Engine code	kW (DIN hp) / rpm	Tuned for	Year
16 4E 2	85 (115) 5500	R-Cat	1993-94
Carburetor/Injection system Type: Μοτορονιc Μ1 7 2B			
18 4E 2	85 (115) 5500	R-Cat	1994-99
Carburetor/Injection system Type: Μοτορονιc			

F1 ? Ctrl+F1 F2 F3 Set up F4 F5 F6 2D/x F7 F8 F9 Ctrl+F10 Ctrl+F12 OK

Autodata CD3 - [Mod...] 10:44

Autodata CD3 - Model Identification

Year
 All Years
 2007
 2006
 2005
 2004
 2003
 2002
 2001
 2000
 1999
 1998
 1997
 1996
 1995
1994
 1993
 1992
 1991
 1990
 1989
 1988
 1987
 1986
 1985
 1984
 1983
 1982

Manufacturer
 Alfa Romeo
 Asia
 Audi
BMW
 Caribodies
 Chrysler/Jeep
 Citroen
 Dacia
 Daewoo
 DAF-Leyland
 Daihatsu
 Deutz-Fahr
 ERF
 Fendt
 Fiat
 Foden
 Ford
 FSO
 Hino
 Honda
 Hyundai
 Isuzu
 Iveco
 Jaguar (Daimler)
 John Deere
 Kia
 Lada

Model range
 3 Series
 5 Series
 7 Series
 7 Series
 8 Series
 (E35)
 (E34)
 (E32)
 (E38)
 (E31)

Engine
 1.6 316i
 1.6 316i Compact
 1.7 318tds
1.8 318i
 1.8 318iS
 1.8 318ti Compact
 2.0 320i
 2.5 325i
 2.5 325td
 2.5 325tds
 3.0 M3

Engine code
 18 4E 2
 Carburetor/Injection system Type: Motronic

kw (DIN hp) rpm
 85 (115) 5500
 85 (115) 5500

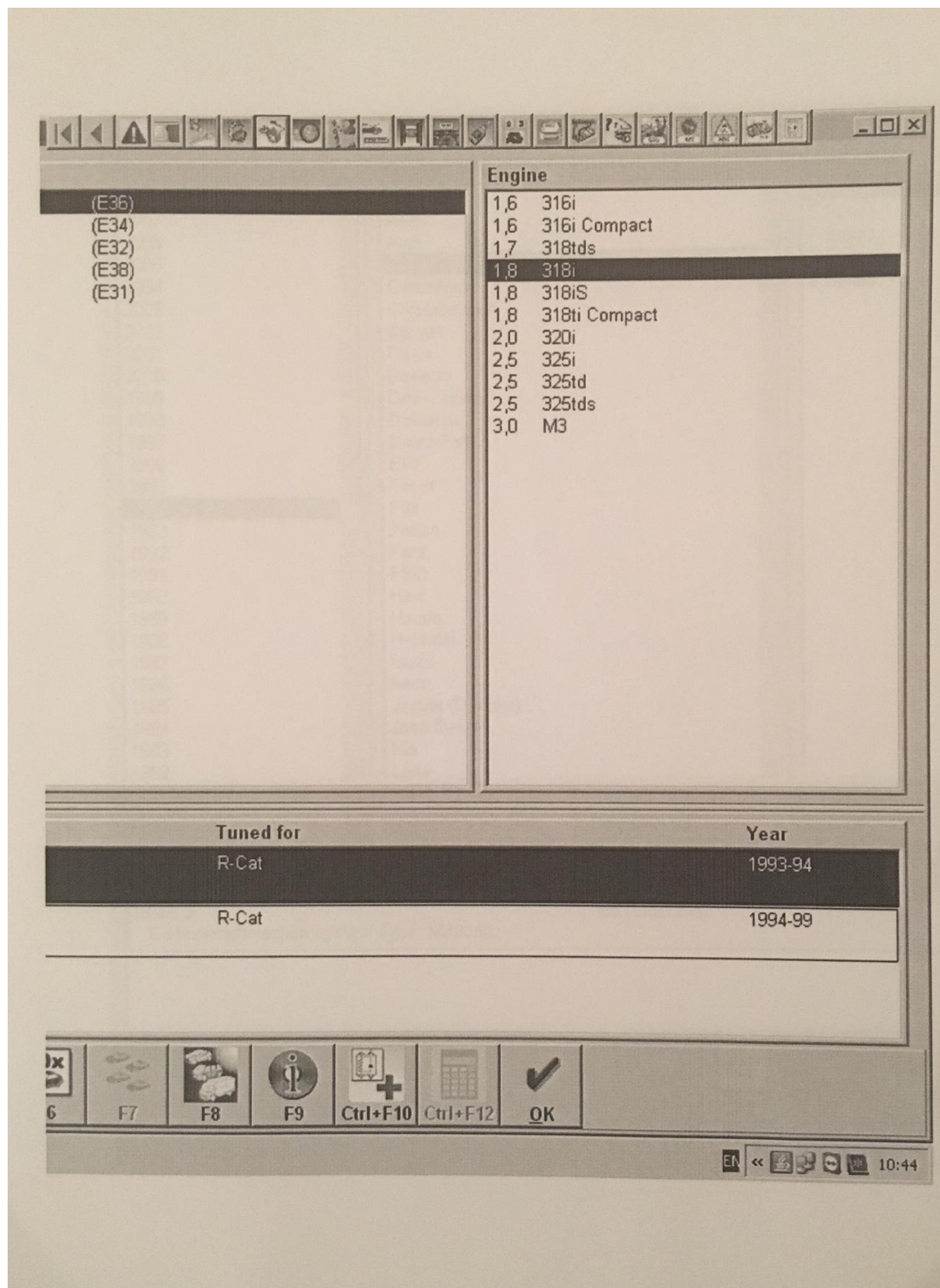
Tuned for
 R-Cat
 R-Cat

Year
 1993-94
 1994-99

Carburetor/Injection system Type: Motronic

Επιλογή: Autodata CD3 - [Mod...]

10:44



«Συστήματα Διεύθυνσης Οχημάτων»

Telephone:
Fax:
VAT Registration No.:

Dimensions			
Notes		Specified value	Measured value
	Wheelbase	mm 2703 PAS=2698	
	Track - front/rear	mm 1408/185/65=1418/1421/185/65=1431	
Tightening torques			
Notes		Specified value	Measured value
	Tightening torque - steel wheels	110-130 Nm	
	Tightening torque - alloy wheels	110-130 Nm	
	Trackrod locknut/clamp	45 Nm	
Checking range - Front wheels			
Notes		Specified value	Measured value
	Load positioning	X	
	Fuel tank - percentage full	% 100	
1	Ride height reference table		
	Toe-in (N = negative, toe-out)	mm 1 - 3	
	Toe-in	deg 0°10' - 0°26'	
	Toe-in	deg-1/100 0,17 - 0,43	
	Camber	deg 0°10'N - 1°10'N	
	Camber	deg-1/100 0,17N - 1,17N	
	Castor	deg 3°22' - 4°22'	
	Castor	deg-1/100 3,37 - 4,37	
Setting data - Four wheels			
Notes		Specified value	Measured value
	Load positioning	X	
	Fuel tank - percentage full	% 100	
1	Ride height reference table		
	Toe-in (N = negative, toe-out)	mm 2±1	
	Toe-in	deg 0°18'±8'	
	Toe-in	deg-1/100 0,30±0,13	
	Camber	deg 0°40'N±30'	
	Camber	deg-1/100 0,67N±0,50	
	Tolerance left/right	deg 0°30'	
	Tolerance left/right	deg-1/100 0,50	
	Camber adjustment	Not adjustable	
	Castor	deg 3°52'±30'	
	Castor	deg-1/100 3,87±0,50	
	Tolerance left/right	deg 0°30'	
	Tolerance left/right	deg-1/100 0,50	
	Castor adjustment	Not adjustable	
	KPI (SAI)	deg 15°44'±30'	
	KPI (SAI)	deg-1/100 15,73±0,50	
	Included angle	deg 15°4'	
	Included angle	deg-1/100 15,07	
	Toe-out on turns at 20°	deg 1°33'	
	Toe-out on turns at 20°	deg-1/100 1,55	

Manufacturer: BMW
Engine code: 18 4E 2
Tuned for: R-Cat

Model: 3 Series (E36) 1,8 318i
Output: 85 (115) 5500
Year: 1993-94

© Autodata Limited 2007
24/08/2016
V6.410-

Lock angles - max. inner	deg	44°
Lock angles - max. inner	deg-1/100	44
Lock angles - max. outer	deg	36°
Lock angles - max. outer	deg-1/100	36
Rear toe-in	mm	3±0,50
Rear toe-in	deg	0°24'±6'
Rear toe-in	deg-1/100	0,40±0,10
Rear toe-in adjustment		Adjustable
Rear camber	deg	1°40'N±15'
Rear camber	deg-1/100	1,67N±0,25
Rear tolerance left/right	deg	0°15'
Rear tolerance left/right	deg-1/100	0,25
Rear camber adjustment		Adjustable

Autodata Note 1

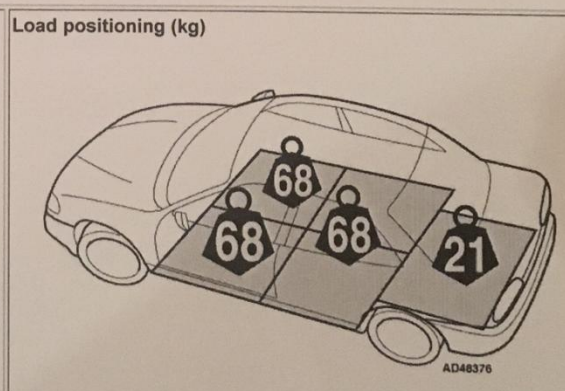
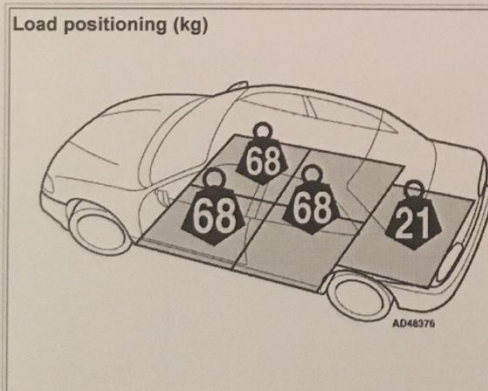
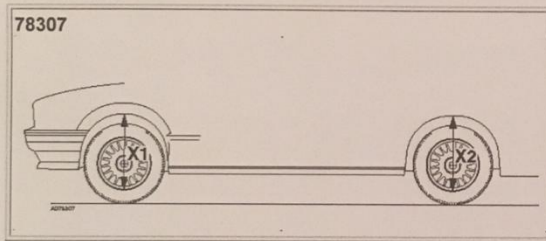
X1	15"	16"	17"
		576±10 mm	589±10 mm
Sport	561±10 mm	574±10 mm	589±10 mm
M3	-	-	585±10 mm
M3 Sport	-	-	560±10 mm
X2	15"	16"	17"
	1991	523±10 mm	536±10 mm
1992-	518±10 mm	531±10 mm	546±10 mm
Sport	507±10 mm	520±10 mm	535±10 mm
Compact	524±10 mm	537±10 mm	552±10 mm
Compact Sport	509±10 mm	522±10 mm	537±10 mm
M3	-	-	540±10 mm
M3 Sport	-	-	540±10 mm

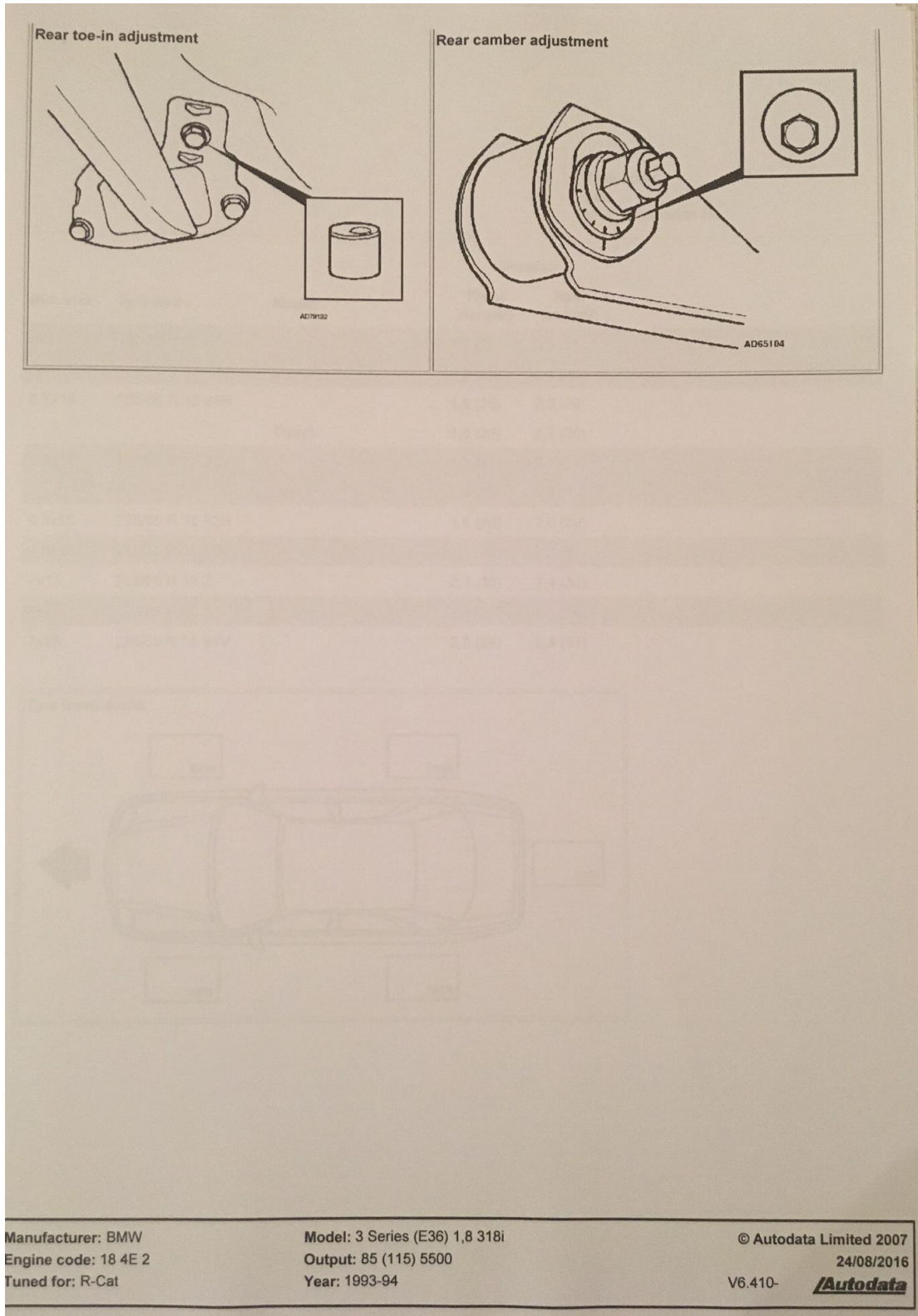
Fig.78307

Autodata Note 1

X1	15"	16"	17"
		576±10 mm	589±10 mm
Sport	561±10 mm	574±10 mm	589±10 mm
M3	-	-	585±10 mm
M3 Sport	-	-	560±10 mm
X2	15"	16"	17"
		523±10 mm	536±10 mm
1991	523±10 mm	536±10 mm	551±10 mm
1992-	518±10 mm	531±10 mm	546±10 mm
Sport	507±10 mm	520±10 mm	535±10 mm
Compact	524±10 mm	537±10 mm	552±10 mm
Compact Sport	509±10 mm	522±10 mm	537±10 mm
M3	-	-	540±10 mm
M3 Sport	-	-	540±10 mm

Fig.78307

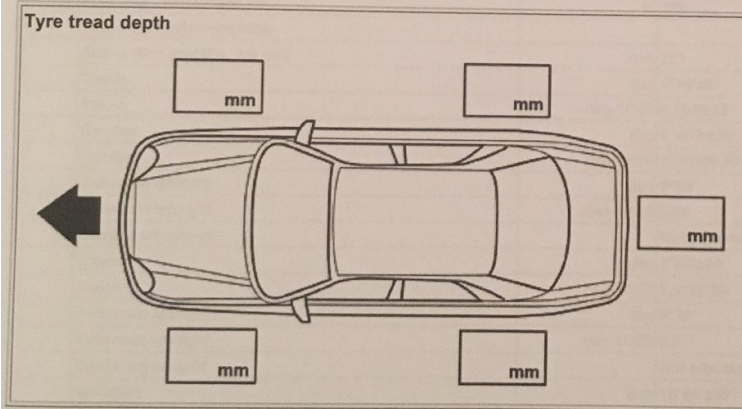




«Συστήματα Διεύθυνσης Οχημάτων»

Telephone:
Fax:
VAT Registration No.:

Rim size	Tyre size	Model	Unladen	
			Front bar(psi)	Rear bar(psi)
6x15	185/65 R 15 87H		2,0 (29)	2,3 (33)
		Diesel	2,0 (29)	2,4 (34)
6,5x15	205/60 R 15 91H		1,8 (26)	2,0 (29)
		Diesel	1,8 (26)	2,1 (30)
6,5x15	205/60 R 15 91V		1,9 (27)	2,2 (31)
		325i	2,0 (29)	2,4 (34)
6,5x15	225/55 R 15 92H		1,8 (26)	2,0 (29)
6,5x15	225/55 R 15 92V		1,9 (27)	2,2 (31)
7x15	205/60 R 15 Z		2,0 (29)	2,4 (34)
7x15	225/55 R 15 Z		2,0 (29)	2,4 (34)
7x15	225/55 R 15 91V		2,0 (29)	2,4 (31)



Manufacturer: BMW
Engine code: 18 4E 2
Tuned for: R-Cat

Model: 3 Series (E36) 1,8 318i
Output: 85 (115) 5500
Year: 1993-94

© Autodata Limited 2007
24/08/2016
V6.410-

«Συστήματα Διεύθυνσης Οχημάτων»

Telephone:
Fax:
VAT Registration No.:

Tightening torques			
Notes		Specified value	Measured value
	Tightening torque - steel wheels	110-130 Nm	
	Tightening torque - alloy wheels	110-130 Nm	
	Trackrod locknut/clamp	45 Nm	
Checking range - Front wheels			
Notes		Specified value	Measured value
	Load positioning	X	
	Fuel tank - percentage full	% 100	
1	Ride height reference table		
	Toe-in (N = negative, toe-out)	mm 1 - 3	
	Toe-in	deg 0°10' - 0°26'	
	Toe-in	deg-1/100 0,17 - 0,43	
	Camber	deg 0°10'N - 1°10'N	
	Camber	deg-1/100 0,17N - 1,17N	
	Castor	deg 3°22' - 4°22'	
	Castor	deg-1/100 3,37 - 4,37	
Setting data - Four wheels			
Notes		Specified value	Measured value
	Load positioning	X	
	Fuel tank - percentage full	% 100	
1	Ride height reference table		
	Toe-in (N = negative, toe-out)	mm 2±1	
	Toe-in	deg 0°18'±8'	
	Toe-in	deg-1/100 0,30±0,13	
	Camber	deg 0°40'N±30'	
	Camber	deg-1/100 0,67N±0,50	
	Tolerance left/right	deg 0°30'	
	Tolerance left/right	deg-1/100 0,50	
	Camber adjustment	Not adjustable	
	Castor	deg 3°52'±30'	
	Castor	deg-1/100 3,87±0,50	
	Tolerance left/right	deg 0°30'	
	Tolerance left/right	deg-1/100 0,50	
	Castor adjustment	Not adjustable	
	KPI (SAI)	deg 15°44'±30'	
	KPI (SAI)	deg-1/100 15,73±0,50	
	Included angle	deg 15°4'	
	Included angle	deg-1/100 15,07	
	Toe-out on turns at 20°	deg 1°33'	
	Toe-out on turns at 20°	deg-1/100 1,55	
	Lock angles - max. inner	deg 44°	
	Lock angles - max. inner	deg-1/100 44	
	Lock angles - max. outer	deg 36°	
	Lock angles - max. outer	deg-1/100 36	

Manufacturer: BMW
Engine code: 18 4E 2
Tuned for: R-Cat

Model: 3 Series (E36) 1,8 318i
Output: 85 (115) 5500
Year: 1993-94

© Autodata Limited 2007
24/08/2016
V6.410-

«Συστήματα Διεύθυνσης Οχημάτων»

Rear toe-in	mm	3±0,50	
Rear toe-in	deg	0°24'±6'	
Rear toe-in	deg-1/100	0,40±0,10	
Rear toe-in adjustment		Adjustable	
Rear camber	deg	1°40'N±15'	
Rear camber	deg-1/100	1,67N±0,25	
Rear tolerance left/right	deg	0°15'	
Rear tolerance left/right	deg-1/100	0,25	
Rear camber adjustment		Adjustable	

Autodata Note 1

X1			
	15"	16"	17"
	576±10 mm	589±10 mm	604±10 mm
Sport	561±10 mm	574±10 mm	589±10 mm
M3	-	-	585±10 mm
M3 Sport	-	-	560±10 mm
X2			
	15"	16"	17"
1991	523±10 mm	536±10 mm	551±10 mm
1992-	518±10 mm	531±10 mm	546±10 mm
Sport	507±10 mm	520±10 mm	535±10 mm
Compact	524±10 mm	537±10 mm	552±10 mm
Compact Sport	509±10 mm	522±10 mm	537±10 mm
M3	-	-	540±10 mm
M3 Sport	-	-	540±10 mm

Fig.78307

Autodata Note 1

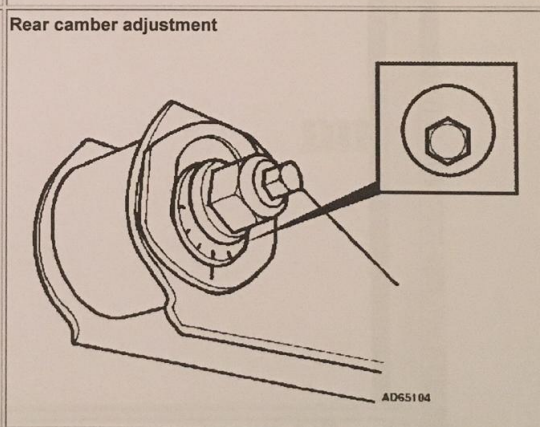
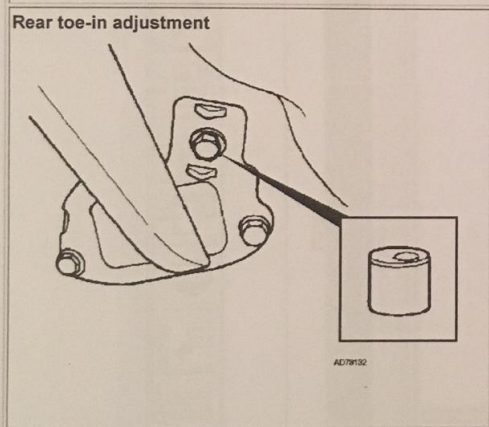
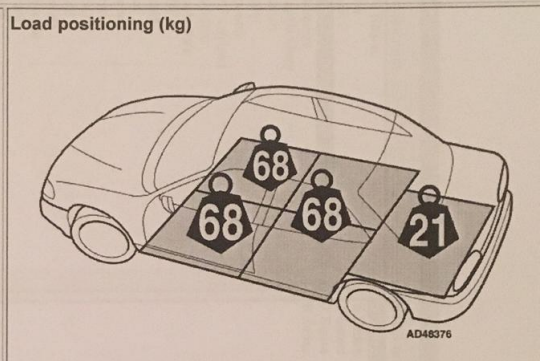
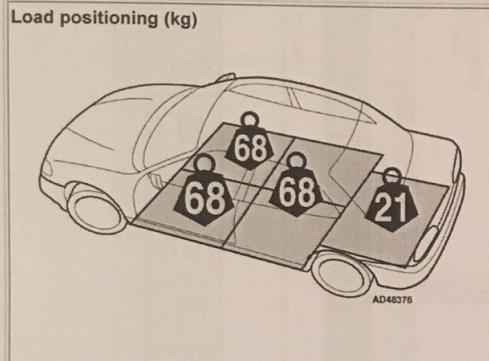
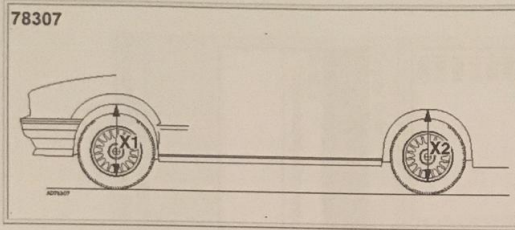
X1			
	15"	16"	17"
	576±10 mm	589±10 mm	604±10 mm
Sport	561±10 mm	574±10 mm	589±10 mm
M3	-	-	585±10 mm
M3 Sport	-	-	560±10 mm
X2			
	15"	16"	17"
1991	523±10 mm	536±10 mm	551±10 mm
1992-	518±10 mm	531±10 mm	546±10 mm
Sport	507±10 mm	520±10 mm	535±10 mm
Compact	524±10 mm	537±10 mm	552±10 mm
Compact Sport	509±10 mm	522±10 mm	537±10 mm
M3	-	-	540±10 mm
M3 Sport	-	-	540±10 mm

Manufacturer: BMW
Engine code: 18 4E 2
Tuned for: R-Cat

Model: 3 Series (E36) 1,8 318i
Output: 85 (115) 5500
Year: 1993-94

© Autodata Limited 2007
24/08/2016
V6.410- **Autodata**

Fig.78307



Manufacturer: BMW	Model: 3 Series (E36) 1,8 318i	© Autodata Limited 2007
Engine code: 18 4E 2	Output: 85 (115) 5500	24/08/2016
Tuned for: R-Cat	Year: 1993-94	V6.410- /Autodata

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (Ελληνική – Ξένη – Διαδίκτυο)

1. Κατασκευή Οχημάτων : Κωνσταντίνος Ν.Σπέντζας, Ε.Μ.Π., Αθήνα 2000
2. Δυναμική Οχημάτων : Κωνσταντίνος Ν.Σπέντζας, Ε.Μ.Π., Αθήνα 1999
3. Συστήματα Αυτοκινήτου I : Ανδρινός Νικόλαος, Παναγιωτίδης Παναγιώτης, Παπαδόπουλος Νικόλαος, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2002
4. Συστήματα Αυτοκινήτου II : Αλεξάνδρου Δημήτριος, Γιάννος Γεώργιος, Καπετανάκης Γεώργιος, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2002
5. Racecar Vehicle Dynamics : William F. Milliken and Douglas L. Milliken, SAE International, USA 1995
6. Chassis Design : William F. Milliken and Douglas L. Milliken, Professional Engineering Publishing Limited, USA 1998
7. Motor Vehicle Dynamics : Modelling And Simulation : Giancarlo Genta, World Scientific, Italy 2003
8. The Automotive Chassis Volume 1 : Components Design : Giancarlo Genta, Lorenzo Morello, Springer, Italy, 2009
9. The Automotive Chassis Volume 2 : System Design : Giancarlo Genta, Lorenzo Morello, Springer, Italy, 2009
10. Morello, Springer, Italy, 2009
11. The Automotive Chassis : Engineering Principles : J. Reimpell & H. Stoll, Professional Engineering Publishing, Great Britain, 1998
12. <http://www.powermag.gr/el/%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%B5%CF%85%CE%B8%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82-part-i.html>
13. <http://iceal.wikidot.com/sistema-diefthinsis>
14. <http://www.powermag.gr/el/%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%B5%CF%85%CE%B8%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82-part-2.html>
15. <http://testkok.gr/gr/page/%CE%91>
16. <http://www.4troxoi.gr/phpBB3/viewtopic.php?f=6&t=14187>

17. <http://www.caroto.gr/2009/05/13/%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%B5%CF%8D%CE%B8%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82/>

ΑΛΦΑΒΗΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Αίσθηση Τιμονιού: γενικά η σχέση ανάμεσα στις δυνάμεις που αναπτύσσονται στο τιμόνι και στην οδική συμπεριφορά του αυτοκινήτου. Το ιδανικό είναι η αντίσταση στο τιμόνι να αυξάνει όσο το τιμόνι απομακρύνεται από τη θέση της ευθείας και επίσης όσο αυξάνονται οι πλευρικές δυνάμεις στους μπροστινούς τροχούς κατά τη διάρκεια μιας στροφής. Επίσης η ίδια αντίσταση του μηχανισμού του συστήματος διεύθυνσης δεν πρέπει να είναι μεγάλη σε σύγκριση με δυνάμεις που έχουν σχέση με τη δυναμική συμπεριφορά του αυτοκινήτου.

Ακραξόνιο: Ονομάζεται ο μικρός άξονας μέσα στην πλήμνη, γύρω από τον οποίο περιστρέφεται ο τροχός. Συνδέεται σταθερά με τον τροχό μέσω ενός πολύσφηνου ή κάποιας άλλης διάταξης, η οποία διαφέρει από το αυτοκίνητο σε αυτοκίνητο.

Ακρόμπαρο: Εξάρτημα προσαρμοσμένο στο κάθε άκρο της μπάρας του τιμονιού, για να μεταφέρει τις κινήσεις της στην πλήμνη του αντίστοιχου τροχού και να τον στρίβει. Το ακρόμπαρο ρυθμίζεται ως προς το μήκος του, ώστε να μπορεί έτσι να μεταβάλλεται η γεωμετρία του μπροστινού συστήματος του αυτοκινήτου.

Αλληλεπίδραση με το έδαφος (ground effect): το φαινόμενο κατά το οποίο η ροή ανάμεσα σε ένα κινούμενο αντικείμενο και το έδαφος προκαλεί αρνητική άνωση.

Αμορτισέρ (αποσβεστήρας): Ένα από τα βασικότερα στοιχεία της ανάρτησης. Το πάνω μέρος του ενώνεται μέσω ελαστικών συνδέσμων με το πλαίσιο του αυτοκινήτου (θόλος), ενώ το κάτω στηρίζεται σταθερά στην πλήμνη του τροχού. Χρησιμεύει στο να αποσβένει τις ταλαντώσεις που δημιουργούνται από τις ανωμαλίες του δρόμου, μετατρέποντάς τες σε θερμότητα. Διακρίνονται ανάλογα με την κατασκευή τους σε μονού ή διπλού κυλίνδρου, σε λαδιού ή αερίου. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στην αντίσταση που φέρνει το λάδι για να περάσει μέσα από μικρές διόδους. Η ικανότητα απόσβεσης των αμορτισέρ εξαρτάται από το μέγεθος των διόδων (οπών) και από την πυκνότητα του λαδιού που περιέχουν. Σε ορισμένα αμορτισέρ υπάρχει η δυνατότητα να μεταβάλλεται η διατομή των διόδων, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα ρύθμισης της απόσβεσης (σε συμπίεση ή/και έκταση του αμορτισέρ).

Ανάρτηση: Ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη διάταξη που συνδέει το πλαίσιο του αυτοκινήτου με τους τροχούς. Σκοπός της ύπαρξης

της ανάρτησης είναι να ελέγχει και να περιορίζει τις κινήσεις των τροχών, να αποσβένει, έως ένα σημείο, τις δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την κίνηση του αυτοκινήτου, οι οποίες θα μπορούσαν να το εκτρέψουν από την πορεία του ή ακόμη και να προκαλέσουν φθορές στο αμάξωμά του, καθώς και να διατηρεί τους επιβάτες κατά το δυνατόν ξεκούραστους κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού.

Ανάρτηση Ανεξάρτητη: Σύστημα ανάρτησης, στο οποίο οι τροχοί δεν ενώνονται μεταξύ τους με κάποιον άξονα. Σ' αυτήν την περίπτωση, δίνεται η δυνατότητα στον κάθε τροχό να κινείται ανεξάρτητα από τον άλλο. Έτσι γίνεται πιο εύκολος ο έλεγχος των κινήσεων του κάθε τροχού ξεχωριστά, με αποτέλεσμα τη συνολική βελτίωση της οδικής συμπεριφοράς του αυτοκινήτου, καθώς και της άνεσης που προσφέρει. Στην εποχή μας, οι ανεξάρτητες αναρτήσεις έχουν σχεδόν εκτοπίσει τον άκαμπτο άξονα από όλες σχεδόν τις κατηγορίες επιβατικών αυτοκινήτων.

Ανάρτησης γόνατα Μακ-Φερσον: Τύπος ανάρτησης, που αποτελείται από αμορτισέρ και ελατήριο ομοκεντρικά τοποθετημένα. Το αμορτισέρ είναι κατάλληλα διαμορφωμένο ώστε να συγκρατεί το ελατήριο, σχηματίζοντας έτσι το λεγόμενο «γόνατο». Το επάνω μέρος του Μακφέρσον συνδέεται σταθερά με το θόλο του σχήματος, ενώ το κάτω με την πλήμνη του τροχού. Μας δίνεται έτσι η ευκαιρία αν χρησιμοποιήσουμε το γόνατο και σαν βραχίονα στήριξης τόσο της εμπρός όσο και της πίσω ανάρτησης. Δεν απαιτείται μεγάλο χώρο (κατά το πλάτος του αυτοκινήτου), είναι εύκολο στην τοποθέτησή του, έχει μικρό βάρος, ενώ δεν επιτρέπει τη μεταβολή της γεωμετρίας της ανάρτησης. Απαιτεί όμως μεγάλο ύψος, καθώς και χώρο για την ομοκεντρική τοποθέτησή του ελατηρίου. Η χρήση του έχει σχεδόν γενικευθεί στις μπροστινές αναρτήσεις των προσθοκίνητων μοντέλων.

Άξονας μετάδοσης: Ο άξονας που μεταφέρει την κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων στο διαφορικό ή από τον κινητήρα στο κιβώτιο, σε περίπτωση που το κιβώτιο ταχυτήτων βρίσκεται στον πίσω άξονα του αυτοκινήτου, ενσωματωμένο με το διαφορικό. Ενώνεται με το κιβώτιο και το διαφορικό με συνδέσμους τύπου «καρντάν» (σταυρούς). Χρησιμοποιείται σε τετρακίνητα οχήματα ή σε αυτοκίνητα που η κίνηση μεταδίδεται στους πίσω τροχούς. Στην περίπτωση των τετρακίνητων, οι άξονες μετάδοσης είναι δύο, ένας για τους εμπρός και ένας για τους πίσω τροχούς. Στα αυτοκίνητα με την κίνηση εμπρός, δεν υπάρχει άξονας μετάδοσης, διότι συνήθως ο κινητήρας, το κιβώτιο ταχυτήτων και το διαφορικό αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο.

Απόδοση τιμονιού: η σχέση ανάμεσα στην περιστροφή του αυτοκινήτου γύρω από το κατακόρυφο άξονα και τη γωνία στροφής του τιμονιού, καθώς επίσης και της αναπτυσσόμενης σε αυτό αντίστασης. Και τα τρία αυτά μεγέθη πρέπει να είναι ευθέως ανάλογα μεταξύ τους και να αναπτύσσονται ομαλά.

Απόκριση τιμονιού: υποκειμενικός όρος που περιγράφει γενικά την αίσθηση και την απόδοση του τιμονιού.

Αποσβεστήρας (αμορτισέρ): Ένα από τα βασικότερα στοιχεία της ανάρτησης. Το πάνω μέρος του ενώνεται μέσω ελαστικών συνδέσμων με το

πλαίσιο του αυτοκινήτου (θόλος), ενώ το κάτω στηρίζεται σταθερά στην πλήμνη του τροχού. Χρησιμεύει στο να αποσβένει τις ταλαντώσεις που δημιουργούνται από τις ανωμαλίες του δρόμου, μετατρέποντάς τες σε θερμότητα. Διακρίνονται ανάλογα με την κατασκευή τους σε μονού ή διπλού κυλίνδρου, σε λαδιού ή αερίου. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στην αντίσταση που φέρνει το λάδι για να περάσει μέσα από μικρές διόδους. Η ικανότητα απόσβεσης των αμορτισέρ εξαρτάται από το μέγεθος των διόδων (οπών) και από την πυκνότητα του λαδιού που περιέχουν. Σε ορισμένα αμορτισέρ υπάρχει η δυνατότητα να μεταβάλλεται η διατομή των διόδων, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα ρύθμισης της απόσβεσης (σε συμπίεση ή/και έκταση του αμορτισέρ).

Γεωμετρία συστήματος διεύθυνσης: Οι παράμετροι σχεδιασμού του συστήματος διεύθυνσης καθώς και της ανάρτησης, όπως για παράδειγμα οι γωνίες κάμπερ, κάστερ κ.λπ. Παίζει μεγάλο ρόλο στη συμπεριφορά του αυτοκινήτου. Μικρές μεταβολές μιας από τις παραπάνω γωνίες μπορεί να επιφέρει μεγάλες αλλαγές στη συμπεριφορά του οχήματος. Γι' αυτό και η γεωμετρία του εμπρόσθιου συστήματος πρέπει να ελέγχεται τακτικά (ευθυγράμμιση). Υπάρχει η δυνατότητα να επέμβουμε μεταβάλλοντας τη γεωμετρία, με στόχο να διαφοροποιήσουμε τη συμπεριφορά ενός αυτοκινήτου. Αυτό συμβαίνει κατά κανόνα στα αγωνιστικά αυτοκίνητα.

Διαφορικό: Μηχανισμός που σκοπό έχει να επιτρέπει στους δύο κινητήριους τροχούς στα προσθιοκίνητα ή οπισθοκίνητα αυτοκίνητα, ή στους δύο άξονες μετάδοσης στα τετρακίνητα, να κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες. Αποτελείται από κωνικά γρανάζια και έχει την ιδιότητα να κατανέμει τη ροπή ισομερώς. Έτσι υπάρχει κίνδυνος σε περίπτωση ολισθηρού οδοστρώματος το όχημα να ακινητοποιηθεί όταν ένας και μόνο τροχός χάσει την πρόσφυση του. Γιατί σ' αυτή την περίπτωση ελαχιστοποιείται η ροπή που μεταδίδεται σ' αυτόν και ανάλογα μικρή είναι και η ροπή που μεταδίδεται στον τροχό που έχει πρόσφυση. Ο ένας τροχός περιστρέφεται «τρελά» και ο άλλος ακινητοποιείται (η ροπή που μεταδίδεται σ' αυτόν είναι πλέον μικρή για να υπερνικήσει την τριβή του οδοστρώματος). Για την αποφυγή αυτού του φαινομένου υπάρχουν διαφορικά που διαθέτουν μηχανισμούς που περιορίζουν τις διαφορές ταχύτητας μεταξύ των δύο αξόνων εξόδου του διαφορικού. Σ' αυτά έχει δοθεί η ονομασία «μπλοκέ». Έχουν τη δυνατότητα, ανάλογα με το βαθμό περιορισμού της ολίσθησης που μπορούν να επιτύχουν, να μεταφέρουν μεγαλύτερο ποσοστό ροπής στον τροχό με την μεγαλύτερη πρόσφυση.

Ελαστικού ίχνος πέλματος: Το μέρος του πέλματος του ελαστικού, το οποίο βρίσκεται σε επαφή με το δρόμο. Στα σύγχρονα ελαστικά το σχήμα του ίχνους είναι κυκλικό ή πολύ φαρδιά (ανοιχτή) έλλειψη.

Επανακυκλοφορούντα σφαιρίδια: μηχανισμός συστήματος διεύθυνσης στον οποίο ο άξονας του τιμονιού κινεί έναν ατέρμονα κοχλία που με τη σειρά του κινεί ένα οδοντωτό μεταλλικό σώμα εμπρός ή πίσω. Έδρανα σε σχήμα μικρών σφαιρών, που κινούνται συνεχώς επανακυκλοφορώντας σε μια ατέρμονα διαδρομή, μειώνουν την τριβή ανάμεσα στον ατέρμονα κοχλία και το οδοντωτό μεταλλικό σώμα. Καθώς το μεταλλικό σώμα κινείται, η οδόντωση

του κινεί ένα γρανάζι που συνδέεται με το σύνδεσμο που μεταδίδει την κίνηση στο μηχανισμό αλλαγής διεύθυνσης των τροχών.

Ευθυγράμμιση: Διαδικασία κατά την οποία εξετάζεται αν η γεωμετρία (γωνίες κάμπερ, κάστερ κ.λπ.) της εμπρός συνήθως αλλά και της πίσω ανάρτησης, βρίσκονται μέσα στα όρια που προβλέπει ο κατασκευαστής. Μικρές μεταβολές μιας από τις παραπάνω γωνίες μπορεί να επιφέρει μεγάλες αλλαγές στη συμπεριφορά του οχήματος, γι' αυτό και είναι απαραίτητο ο έλεγχος της ευθυγράμμισης να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Ευστάθεια στην ευθεία: η ικανότητα ενός αυτοκινήτου να μην επηρεάζεται από τις ανωμαλίες του δρόμου και να συνεχίζει την ευθεία κίνηση του.

Ζαμφόρ: Η αντιστρεπτική δοκός. Στην ουσία, πρόκειται για μία μεταλλική μπάρα που συνδέει τις βάσεις της ανάρτησης ώστε να μην επιτρέπει στο αυτοκίνητο να παίρνει μεγάλες κλίσεις στις στροφές και να βελτιώνει τις αντιδράσεις του στο όριο.

Ζυγοστάθμιση: Γενικά το πρόβλημα της ζυγοστάθμισης σχετίζεται με την κατανομή της μάζας γύρω από ένα περιστρεφόμενο άξονα. Αν η κατανομή δεν είναι ομοιόμορφη, το κέντρο βάρους του όλου συστήματος δεν βρίσκεται πάνω στον άξονα περιστροφής, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ταλαντώσεων. Στην περίπτωση των τροχών ενός αυτοκινήτου, αν η κατανομή της μάζας του τροχού δεν είναι ομοιόμορφη, το κέντρο βάρους του δεν βρίσκεται πάνω στον άξονα περιστροφής του, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ταλαντώσεων κατά την περιστροφή, που επηρεάζουν την οδική συμπεριφορά του οχήματος. Γι' αυτό κάθε τροχός τοποθετείται πάνω σε ειδικό μηχάνημα, που εντοπίζει σε ποιο ακριβώς σημείο και πόσο μεγάλη είναι η ανομοιομορφία στην κατανομή της μάζας του τροχού. Στα σημεία αυτά τοποθετούνται κομμάτια μετάλλου βάρους ίσου με αυτό που απαιτείται για την επαναφορά του κέντρου βάρους του τροχού πάνω στον άξονα περιστροφής του.

Ημιαξόνιο: ένας αρθρωτός περιστρεφόμενος άξονας, που χρησιμοποιείται σε ανεξάρτητα συστήματα ανάρτησης για να μεταδίδει την κίνηση από το διαφορικό στον αντίστοιχο τροχό.

Ημιυστερούντες βραχίονες: Σύστημα ανεξάρτητης πίσω ανάρτησης, στο οποίο ο κάθε τροχός ελέγχεται από ένα βραχίονα σε σχήμα τριγώνου. Η κορυφή του τριγωνικού βραχίονα αρθρώνεται στην πλήμνη του τροχού και άλλες δύο στο πλαίσιο. Ο νοητός άξονας που ενώνει τις δύο αυτές κορυφές, σχηματίζει γωνία τόσο με το διαμήκη όσο και με τον εγκάρσιο άξονα του αυτοκινήτου

Κάμπερ: Η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο που ορίζει ο τροχός και την κατακόρυφο. Η γωνία κάμπερ είναι θετική όταν το πάνω μέρος του ελαστικού βρίσκεται πιο έξω από το κάτω μέρος του και αρνητική όταν συμβαίνει το αντίθετο. Επηρεάζει την κατανομή των δυνάμεων που ασκούνται στο πέλμα του τροχού από το δρόμο, παίζοντας έτσι σημαντικό ρόλο στην πρόσφυση. Τα σύγχρονα αυτοκίνητα συνήθως έχουν ελαφρά αρνητικά κάμπερ, ανεξάρτητα από τον τύπο ελαστικών που φορούν.

Κάρτερ: Το κατώτερο μέρος του κινητήρα, κάτω από το στροφαλοφόρο άξονα. Στο χώρο αυτό συγκεντρώνεται το λιπαντικό και στη συνέχεια αναρροφάται από την αντλία λαδιού, προκειμένου να φτάσει στα σημεία του κινητήρα που απαιτούν λίπανση.

Κάστερ: Η γωνία ανάμεσα στον άξονα, γύρω από τον οποίο στρέφεται ο τροχός όταν στρίβουμε το τιμόνι, και της κατακόρυφης διεύθυνσης. Μεγάλη γωνία κάστερ σημαίνει κατά κανόνα δυνατή επαναφορά του τιμονιού και σταθερότητα του αυτοκινήτου και σταθερότητα του αυτοκινήτου στην ευθεία, αλλά από την άλλη μεριά σημαίνει βαρύτερο τιμόνι και μικρότερη ευελιξία. Η γωνία ανάμεσα στην κατακόρυφο διεύθυνση και τη διεύθυνση του «βασιλικού πείρου» (δηλαδή του άξονα περί τον οποίο στρέφεται ο τροχός αλλάζοντας διεύθυνση όταν στρίβουμε το τιμόνι).

Κέβλαρ (kevlar): Πολυμερές υλικό, που ανήκει στην κατηγορία χημικών ενώσεων που ονομάζονται αραμίδια. Έχει τη δυνατότητα να σχηματίζει ίνες, με μεγάλη αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και μικρό βάρος. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ίνες άνθρακα (carbon fiber) σε περιπτώσεις που κύριο μέλημά μας είναι η επίτευξη μικρού βάρους. Βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στην κατασκευή πλαισίων για τα μονοθέσια της F1. Η διαδικασία παραγωγής που απαιτεί συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Εύκαμπτο, ελαφρύ και ανθεκτικό υλικό που παράγει η Du Pont και το οποίο σε συνδυασμό με ειδικές ρητίνες μας δίνει ένα ισχυρό συνθετικό υλικό για την κατασκευή μερών του αμαξώματος.

Κέντρο Βάρους: Το νοητό σημείο στο οποίο αν στηρίξουμε ένα αντικείμενο (ή αν το κρεμάσουμε) τότε το αντικείμενο θα ισορροπεί όπως και αν το στρέψουμε γύρω από αυτό το σημείο. Πρόκειται για το σημείο εφαρμογής της δύναμης του βάρους ενός σώματος.

Κρεμαγιέρα: Μηχανισμός συστήματος διεύθυνσης. Αποτελείται από ένα γρανάζι που συνεργάζεται με οδοντωτό κανόνα, ο οποίος έχει τη δυνατότητα να μετακινείται δεξιά αριστερά. Η κίνηση αυτή μεταδίδεται στους τροχούς με τη βοήθεια ράβδων (βλέπε ακρόμπαρα), που ενώνουν την κρεμαγιέρα με τις πλήμνες των τροχών. Σύστημα απλό και οικονομικό στην κατασκευή του, με μικρό βάρος και πολύ καλή απόκριση, σε σύγκριση με τον ατέρμονα κοχλία. Στις μέρες μας, έχει αντικαταστήσει πλήρως τον ατέρμονα.

Μουαγιέ (ή πλήμνη): Μεταλλικό κομμάτι (από χυτοσίδηρο και σπανιότερα αλουμίνιο), που στηρίζει τον τροχό και τον συνδέει με την ανάρτηση του αυτοκινήτου. Πάνω σ' αυτήν προσαρμόζεται το αντίστοιχο φρένο (δίσκος ή ταμπόρο) και εδράζονται οι βραχίονες της ανάρτησης, το αντίστοιχο γόνατο (αν υπάρχει) ή το αμορτισέρ, και (αν η πλήμνη είναι μπροστινή) το ακρόμπαρα του συστήματος διεύθυνσης. Μέσα στην πλήμνη βρίσκεται το ρουλεμάν του τροχού.

Σασί (πλαίσιο): Γενικός όρος που αναφέρεται στα μηχανικά μέρη του αυτοκινήτου που είναι συνδεδεμένα απευθείας στο πλαίσιο. Στα αυτοκίνητα με αυτοφερόμενο πλαίσιο, σασί θεωρούνται τα πάντα εκτός από τις επιφάνειες

του αμαξώματος (πόρτες, καπό, φτερά κλπ.). Στην Ελλάδα έχει επικρατήσει να λέμε σασί μόνο το πλαίσιο, χωρίς τα μηχανικά μέρη, σε αυτοκίνητα με ανεξάρτητο πλαίσιο (π.χ. τα φορτηγά).

Σταυροειδής Σύνδεσμος: Σύνδεσμος που μεταφέρει την περιστροφική κίνηση μεταξύ δύο αξόνων που βρίσκονται υπό γωνία. Ανάλογα με το σχεδιασμό του ένας τέτοιος σύνδεσμος μπορεί να μεταδίδει κίνηση υπό μεγάλες γωνίες. Στην πιο απλή του μορφή, που ονομάζεται σύνδεσμος «Χουκ», ο σταυροειδής σύνδεσμος προκαλεί την διαδοχική επιτάχυνση και επιβράδυνση του άξονα εξόδου δύο φορές σε κάθε πλήρη περιστροφή του άξονα εισόδου. Αυτή η αυξομείωση της ταχύτητας γίνεται πιο έντονη όσο μεγαλώνει η γωνία των δύο αξόνων.

Στροφαλοφόρος Άξονας: Άξονας με έναν ή περισσότερους στροφάλους, που συνδέονται με τους διωστήρες (μπιέλες) στα έμβολα. Οι στρόφαλοι σε συνεργασία με τους διωστήρες μετατρέπουν την παλινδρομική κίνηση των εμβόλων σε περιστροφική κίνηση του στροφαλοφόρου άξονα.

Σύγκλιση τροχών: Η γωνία που σχηματίζουν οι τροχοί ως προς τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου, όπως τους παρατηρούμε από πάνω. Η γωνία σύγκλισης είναι θετική αν οι τροχοί συγκλίνουν προς τον διαμήκη άξονα και αρνητική στην αντίθετη περίπτωση.

Υδραυλική υποβοήθηση: Στα περισσότερα σύγχρονα αυτοκίνητα, η δύναμη που πρέπει να ασκήσει ο οδηγός για να περιστρέψει το τιμόνι είναι μικρή. Γι' αυτό φροντίζει μία αντλία που μεσολαβεί ανάμεσα στο τιμόνι και τους τροχούς, η οποία λειτουργώντας υδραυλικά, εξασφαλίζει πέραν της ευκολότερης περιστροφής του τιμονιού, μεγαλύτερη ακρίβεια στο χειρισμό.

Υδραυλική υποβοήθηση τιμονιού: Πιο απλά, «υδραυλικό τιμόνι». Χρησιμοποιείται για να μειωθεί η δύναμη που ασκεί ο οδηγός για να στρίψει το τιμόνι. Πρόκειται για ένα σύστημα που περιλαμβάνει μια αντλία με το αντίστοιχο κύκλωμα για την κυκλοφορία του υδραυλικού υγρού και τους μηχανισμούς ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος (διανομέα πίεσης και βαλβίδες). Η αντλία παίρνει κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα μέσω ενός ιμάντα και διοχετεύει το υδραυλικό υγρό με μεγάλη πίεση στο σύστημα διεύθυνσης, αυξάνοντας έτσι τη δύναμη που ασκεί σ' αυτό ο οδηγός.

Υδραυλικός σύνδεσμος: Οποιαδήποτε διάταξη μεταδίδει την κίνηση από την είσοδό της στην έξοδό της μέσω ενός υγρού μέσου. Συνήθως αποτελείται από δύο φτερωτές μέσα σε ένα στεγανό κέλυφος γεμάτο με υγρό. Η φτερωτή που είναι συνδεδεμένη με τον άξονα εισόδου αναδύει το υγρό, ο οποίο με τη σειρά του κινεί τη φτερωτή που είναι συνδεδεμένη με τον άξονα εξόδου. Έτσι μεταδίδεται η κίνηση. Συνήθως υπάρχει κάποια υστέρηση απόκρισης στην κίνηση της φτερωτής και του άξονα εξόδου.

Υποπόδιο (foot rest): Το σημείο το οποίο, σε ορισμένα αυτοκίνητα, είναι ειδικά σχεδιασμένο ώστε να στηρίζει σε αυτό και να ξεκουράζει το αριστερό του πόδι ο οδηγός. Μοιάζει με ακλόνητο πεντάλ και βρίσκεται αριστερά από το πεντάλ του συμπλέκτη.

Υποστροφή: Η κατάσταση στην οποία οι γωνίες ολίσθησης των εμπρός τροχών είναι μεγαλύτερες απ' αυτές των πίσω. Σ' αυτή την περίπτωση, οι εμπρός τροχοί του αυτοκινήτου δεν ακολουθούν την πορεία που θέλει ο οδηγός αλλά τείνουν να κινηθούν προς τα έξω, πάνω στην επαπτόμενη της στροφής. Η υποστροφή μπορεί να ελεγχθεί με περισσότερο στρίψιμο του τιμονιού προς την κατεύθυνση της στροφής και σε πιο ακραίες περιπτώσεις με άφημα του γκαζιού ή και τράβηγμα του χειρόφρενου.

Ψαλίδια: Βραχίονες ελέγχου της ανάρτησης σε σχήμα Λ. Τα δύο άκρα τους είναι αρθρωμένα στο πλαίσιο και στο τρίτο αρθρώνεται ο τροχός. Ο άξονας που συνδέει τα σημεία άρθρωσης των ψαλιδιών στο πλαίσιο είναι συνήθως παράλληλος με τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να σχηματίζει και γωνία (πίσω ανάρτηση ημιστερούντων βραχιόνων π.χ. σε παλιότερες BMW).