

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

- 1) ΑΜΙΤΣΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
- 2) ΠΑΠΑΔΑΤΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:

- 1) ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΑΥΡΙΔΗΣ
- 2) ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΙΑΝΝΑΚΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αποτελεί σημαντικό μέρος των υποχρεώσεων μας για την λήψη του πτυχίου του τμήματος αυτού. Η εργασία αυτή αναφέρεται στα γεωμετρικά στοιχεία του αυτοκινήτου. .

Ευχαριστούμε θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές μας κ. Ιωάννη Γιαννάκη και κ. Κωνσταντίνο Μαυρίδη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφεραν για την εκπόνηση της εργασίας και την υποστήριξή τους σε διάφορες δυσκολίες κατά τη διάρκεια των σπουδών μας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο η πτυχιακή εργασία αναφέρεται στο σύστημα διεύθυνσεως και πιο συγκεκριμένα εστιάζει στην περιγραφή του, δηλαδή στα κύρια μέρη του συστήματος, στην γεωμετρία διεύθυνσεως με σερβομηχανισμό αλλά και στη γεωμετρία συστήματος οδήγησης, στις κλίσεις του πείρου του ακροαξόνιου και των τροχών, και τέλος στη συντήρηση ενός τέτοιου συστήματος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάζεται η πορεία του πειράματος, ξεκινώντας από τα προκαταρκτικά, συνεχίζοντας με το Καλιμπράρισμα της μπάρας των καθρεπτών συγκλίσεως και με το όχημα πριν και πάνω στους διαδρόμους και τελειώνοντας με την αντιστάθμιση τροχών- προβολέα και με τη θέση τροχών κατ' ευθείαν εμπρός.

Στην πορεία της εργασίας και συγκεκριμένα στο τρίτο κεφάλαιο προσδιορίζονται τα γεωμετρικά μεγέθη του αυτοκινήτου και πιο αναλυτικά οι γωνίες κάμπερ και κάστερ, η μέση θέση τιμονιού, η κλίση του άξονα οδήγησης και ο προσδιορισμός γωνίας στροφής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο προσδιορίζονται οι γεωμετρικές ρυθμίσεις CAMBER, CASTER, TOE, η υποστροφή (OVERSTEER) και η υποστροφή (UNDERSTEER).

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται με έλεγχο ακριβείας τα αποτελέσματα του θεωρητικού μοντέλου, η επίδραση των βασικών γεωμετρικών διαστάσεων και ιδιοτήτων μάζας, ο λόγος μετατροχίου – μεταξονίου και η κατανομή βάρους, ο επιδράσεις τη ανάρτησης και της ελαστικότητας της, της μεταβολής, του στατιστικού προσανατολισμού των τροχών, του συστήματος διεύθυνσης και τέλος οι τύπους του συστήματος διεύθυνσης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι.....	7
ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ.....	7
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	7
1.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ.....	7
1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	8
1.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΜΕ ΣΕΡΒΟΜΗΧΑΝΙΣΜΟ.....	14
1.5 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ.....	18
1.6 ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΟΥ.....	21
1.7 ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΑΚΡΑΞΟΝΙΟΥ, Η ΓΩΝΙΑ ΚΑΜΠΕΡ (CAMBER).....	22
1.7 ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ.....	29
1.8 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	33
ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	33
2.1 ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΑ.....	33
2.1.1 ΚΑΛΙΜΠΡΑΡΙΣΜΑ ΤΗΣ ΜΠΑΡΑΣ ΤΩΝ ΚΑΘΡΕΠΤΩΝ ΣΥΓΚΛΙΣΕΩΣ.....	33
2.1.2 ΠΡΙΝ ΤΟ ΟΧΗΜΑ ΑΝΕΒΕΙ ΣΤΟΥΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥΣ.....	34
2.1.3 ΜΕ ΤΟ ΟΧΗΜΑ ΠΑΝΩ ΣΤΟΥΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥΣ.....	34
2.1.3 ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΤΡΟΧΩΝ – ΠΡΟΒΟΛΕΑ.....	35
2.1.4 ΘΕΣΗ ΤΡΟΧΩΝ ΚΑΤ' ΕΥΘΕΙΑΝ ΕΜΠΡΟΣ.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	37
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ.....	37
3.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΩΝΙΑΣ ΚΑΜΠΕΡ.....	37
3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΩΝΙΑΣ ΚΑΣΤΕΡ.....	38
3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΣΗΣ ΘΕΣΕΩΣ ΤΙΜΟΝΙΟΥ.....	40
3.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΛΙΣΕΩΣ ΑΞΟΝΑ ΟΔΗΓΗΣΕΩΣ.....	41
3.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΗΣ.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	43
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ.....	43
CAMBER, CASTER, TOE.....	43
4.1 ΥΠΕΡΣΤΡΟΦΗ – ΥΠΟΣΤΡΟΦΗ (OVERSTEER – UNDERSTEER).....	43
4.2 ΥΠΕΡΣΤΡΟΦΗ (OVERSTEER).....	43
4.3 ΥΠΟΣΤΡΟΦΗ (UNDERSTEER).....	43
4.4 CAMBER.....	44
4.5 CASTER.....	44
4.6 TOE.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	49
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	49
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	49
5.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΜΣΑΤΩΝ.....	49
5.3 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΜΑΖΑΣ.....	51
5.3.1 ΛΟΓΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΧΙΟΥ – ΜΕΤΑΞΟΝΙΟΥ.....	52
5.3.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΑΡΟΥΣ.....	53
5.3.3 ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ $I_{z,v}$	55
5.4 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	57

5.4.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΓΩΝΙΑΣ CAMBER	57
5.4.2 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ.....	59
5.4.3 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ.....	63
5.5 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ	65
5.5.1 ΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69
ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	70

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το σύστημα διεύθυνσεως είναι συγκρότημα μηχανισμών, με το οποίο ο οδηγός είναι σε θέση να κατευθύνει και να προσανατολίζει το αυτοκίνητο όπου θέλει. Αυτό γίνεται βασικά με την περιστροφή του τιμονιού, όπου μέσω του άξονά του πετυχαίνει την αλλαγή προσανατολισμού και κατευθύνσεως των προσθίων τροχών, οι οποίοι αρθρώνονται στα άκρα του εμπρόσθιου άξονα. Έχουν κατασκευαστεί και συστήματα διεύθυνσεως με διευθυντήριο τον οπίσθιο άξονα. Τα σοβαρά όμως μειονεκτήματα που παρουσιάζουν εμποδίζουν τη χρησιμοποίησή τους.

1.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Τα αυτοκίνητα διεύθυνονται με σύστημα οδοντωτών τροχών και συνδέσμων, που μεταδίδουν την κίνηση του τροχού διεύθυνσης (τιμονιού) στις στρεπτές πλήμνες των πρόσθιων τροχών. Ο μηχανισμός μετάδοσης, που βρίσκεται συνήθως στο κάτω άκρο του άξονα στήριξης του τροχού διεύθυνσης (κολόνας του τιμονιού), αποτελείται συνήθως από σύστημα ατέρμονα κοχλία - περικοχλίου ή κώδικα - ακολούθου, που στρέφει κατά μικρή γωνία έναν έξανα με προσαρμοσμένο κομβίο στροφάλου, όταν στρέφεται το τιμόνι. Στα σύγχρονα επιβατικά αυτοκίνητα οι μηχανισμοί αυτοί έχουν σχεδόν ολοκληρωτικά αντικατασταθεί από σύστημα πινιόν - οδοντωτού κανόνα κρεμαγιέρα). Διωσθήρες (μπάρες) προσαρμοσμένοι στο κομβίο, μεταφέρουν την κίνησή του στους τροχούς. Κατά την αλλαγή κατεύθυνσης του αυτοκινήτου, ο εσωτερικός τροχός πρέπει να στραφεί κατά λίγο μεγαλύτερη γωνία από τον εξωτερικό, γιατί πρέπει να διαγράψει καμπύλη μικρότερης ακτίνας. Η συνθήκη αυτή εξασφαλίζεται από τη σχεδίαση της γεωμετρίας των συνδετικών μελών του συστήματος.

Η κατανομή βάρους μεταξύ των πρόσθιων και οπίσθιων τροχών έκλινε βαθμιαία προς τους πρόσθιους, καθώς ο κινητήρας και ο θάλαμος επιβατών μετατοπίζονταν προς τα εμπρός, ώστε να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη άνεση και καλύτερη οδική συμπεριφορά. Η αύξηση του βάρους στους πρόσθιους τροχούς μέχρι πάνω από το μισό ολικό βάρος του οχήματος συνεπέφερε αντίστοιχη αύξηση της απαιτούμενης για τη στροφή των τροχών δύναμης.

Μεγαλύτερα και βαρύτερα οχήματα με πλατύτερα επίσωτρα και χαμηλότερες πιέσεις στους αεροθαλάμους συμβάλλουν επίσης σε αύξηση της μεταξύ επισώτρων και εδάφους τριβής που πρέπει να υπερνικηθεί κατά τους ελιγμούς, ιδιαίτερα στους ελιγμούς στάθμευσης. Αρχικά είχε κριθεί ικανοποιητικό ένα όριο έλξης 14 χιλιόγραμμων στην στεφάνη του τιμονιού, που αποδείχθηκε όμως υπερβολικά υψηλό, ιδιαίτερα για γυναίκες οδηγούς. Σημαντική ελάττωση της μυϊκής προσπάθειας επιτεύχθηκε χάρη στην αύξηση της απόδοσης των μηχανισμών μετάδοσης του συστήματος διεύθυνσης και στη βελτίωση των εδράνων των συνδετικών μελών των πρόσθιων τροχών. Πρόσθετη άνεση χειρισμού έγινε δυνατή με την αύξηση της ολικής σχέσης μετάδοσης του συστήματος διεύθυνσης (της γωνίας δηλαδή κατά την οποία πρέπει να στραφεί το τιμόνι για να στραφούν οι πρόσθιοι τροχοί κατά μία μοίρα). Υψηλές σχέσεις μετάδοσης όμως μειώνουν την ευελιξία σε χαμηλές ταχύτητες, γιατί το τιμόνι πρέπει να στρέφεται κατά μεγαλύτερες

γωνίες. Αντίθετα, μηχανισμοί διεύθυνσης πιο άμεσης ανταπόκρισης είναι και περισσότερο αναστρέψιμοι, που σημαίνει ότι οι κραδασμοί από το οδόστρωμα μεταφέρονται μέσω των τροχών πιο έντονα και πρέπει να καταβληθεί μεγαλύτερη προσπάθεια από τον οδηγό για την υπερνίκησή τους. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να γίνει ιδιαίτερα επικίνδυνο σε ανώμαλους δρόμους ή όταν «κλατάρει» ένα πρόσθιο επίσωτρο οπότε ενδέχεται να ξεφύγει το τιμόνι από τον οδηγό.

Το υδραυλικό σύστημα διεύθυνσης αναπτύχθηκε για να δώσει λύση στα αυξανόμενα προβλήματα στροφής των αυτοκινήτων. Εφαρμόστηκε ορχικά σε βαριά φορτηγά και στρατιωτικά οχήματα. Κύριο συστατικό του είναι μια αντλία που κινείται από τον κινητήρα και διατηρεί το υγρό υπό πίεση. Μια δικλείδα με αισθητήρα επιτρέπει την είσοδο και έξοδο του υγρού στον κύλινδρο ανάλογα με τις ανάγκες.

Ευθυγράμμιση, η (αγγλ. Alignment, γαλλ. Aligement) (Ραδιοηλ). Ο ραδιοηλεκτρονικός αυτός όρος έχει μια γενικότερη και μια ειδικότερη έννοια. Γενικότερα σημαίνει τον συντονισμό ενός κυκλώματος (μεταβολή της χωρητικότητας ή της αντεπαγωγής) έτσι ώστε η ιδιοσυχνότητα του να συμπίπτει με τη συχνότητα ταλαντώσεων του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο βρίσκεται το κύκλωμα.

Ειδικότερα, σημαίνει την ταυτόχρονη ρύθμιση των συντονισμένων κυκλωμάτων ενός υπερετεροδύνου δέκτη, καθώς και των μετασχηματιστών του της ενδιάμεσης συχνότητας έτσι ώστε, παρά τις μεταβολές της συχνότητας, να έχουμε μια προκαθορισμένη σταθερή συχνότητα στην οποία είναι συντονισμένοι οι μετασχηματιστές. Η ρύθμιση αυτή, που έχει πολύ μεγάλη σημασία στην απόδοση ενός έκτη, γίνεται με επέμβαση σε ρυθμιζόμενους πυκνωτές (τρίμερ και πάντερ) ή σε πηνία μεταβλητής αυτεπαγωγής.

Ευθυγράμμιση εμπρόσθιου συστήματος αυτοκινήτου (τεχνολ.) η διαδικασία με την οποία ρυθμίζονται όλα τα μέρη του συστήματος των πρόσθιων τροχών ενός αυτοκινήτου έτσι ώστε να εξουδετερώνεται ο ελκυσμός προς τα δεξιά ή αριστερά (δηλ. να μην τραβάει δεξιά ή -αριστερά το αυτοκίνητο), να μειώνεται στο ελάχιστο το «κοσκίνισμα» και - διευκολύνεται η οδήγηση.

Το εμπρόσθιο σύστημα του αυτοκινήτου είναι ένα σπουδαίο αλλά και πολύ ευαίσθητο επίτευγμα της σύγχρονης τεχνολογίας. Η άρθρωσή της διεύθυνσης πρέπει να είναι τέτοια ώστε οι τροχοί, κατά την περιστροφή της να έχουν τη σωστή απόκλιση. Στους πείρους των ακραξονίων δίνεται κλίση τέτοια ώστε το άνω μέρος τους να κλίνει προς τα πίσω κατά μικρή γωνία (γωνία Κάστερ). Στους τροχούς δίνεται επίσης μικρή

κλίση έτσι που το άνω μέρος τους να κλίνει λίγο προς τα έξω (γωνία

Κάμπερ).

Τέλος, δίνεται στους τροχούς μια ελαφρά σύγκλιση προς τα εμπρός.

Επομένως, οι πέντε κύριοι παράγοντες που ρυθμίζονται κατά την ευθυγράμμιση είναι η απόκλιση, η γωνία Κάστερ, η γωνία Κάμπερ η κλίση του πείρου και η σύγκλιση.

1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- Ø Το σύστημα διεύθυνσεως περιλαμβάνει:
- Ø Το πηδάλιο (τιμόνι)
- Ø Το μηχανισμό (πυξίδα) διεύθυνσεως

Ø Την κινηματική αλυσίδα που συνδέει το μηχανισμό διεύθυνσης με τους πρόσθιους τροχούς και τους κατευθύνει να στραφούν στην επιθυμητή κάθε φορά διεύθυνση.

Ø Τον πρόσθιο άξονα ή τα υποκατάστατά του

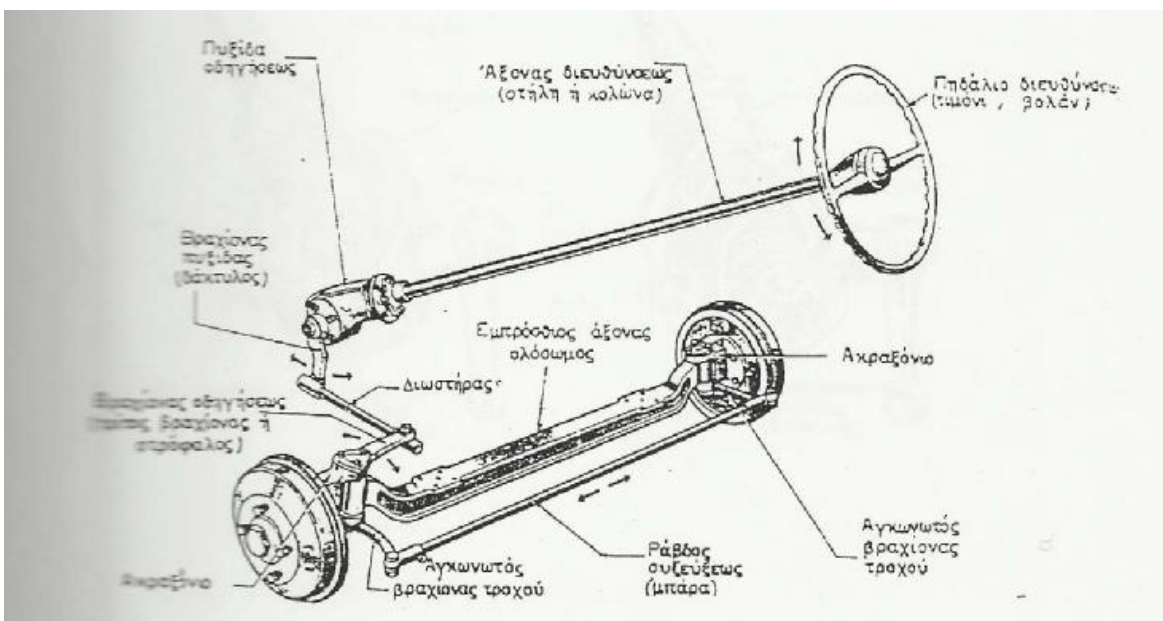
Στο παρακάτω σχήμα (1.1) φαίνεται σχηματικά η διάταξη των τεμαχίων που συνθέτουν το σύνολο ενός τυπικού συστήματος διεύθυνσης, που σήμερα χρησιμοποιείται μόνο σε μέσα ή βαριά οχήματα. Στα άλλα οχήματα ο ολόσωμος πρόσθιος άξονας έχει υποκατασταθεί από τους βραχίονες των διαφόρων συστημάτων αναρτήσεως.

Ο μηχανισμός του πηδαλίου αποτελείται από τον τροχό, γνωστό ως βολάν, την στήλη (κολώνα) διεύθυνσης και το σύστημα υποβιβασμού στροφών και μεταδόσεως κινήσεως.

Το πηδάλιο (τιμόνι) είναι ο τροχός που χειρίζεται ο οδηγός για να κατευθύνει δεξιά ή αριστερά το όχημα, ανάλογα με την αλλαγή κατεύθυνσης που θέλει να του δώσει.

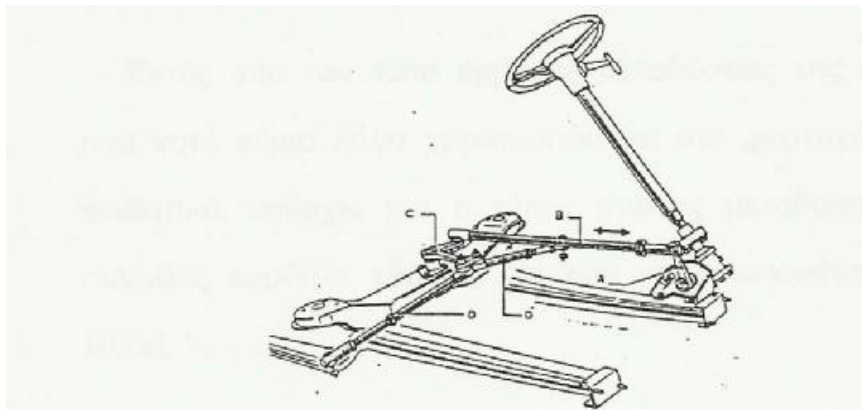
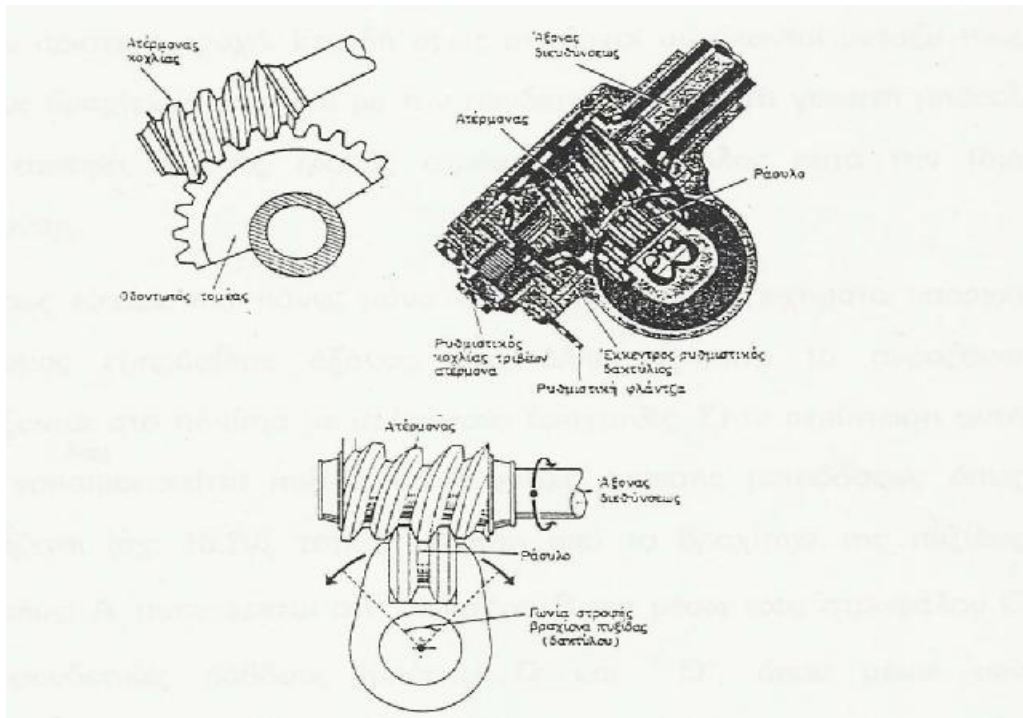
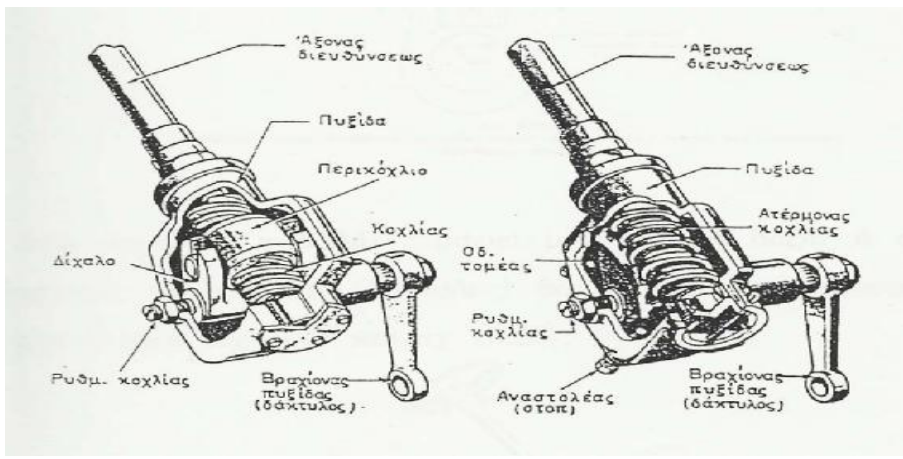
Σκοπός του συστήματος υποβιβασμού είναι να μειώσει τον αριθμό στροφών που παίρνει το πηδάλιο και να μεταδώσει τμήμα μόνο στροφής στο βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλος ή βραχίονας Pitman).

Το σύστημα υποβιβασμού στροφών , βρίσκεται μέσα στην πυξίδα διεύθυνσης που είναι γεμάτη ειδικό λάδι.



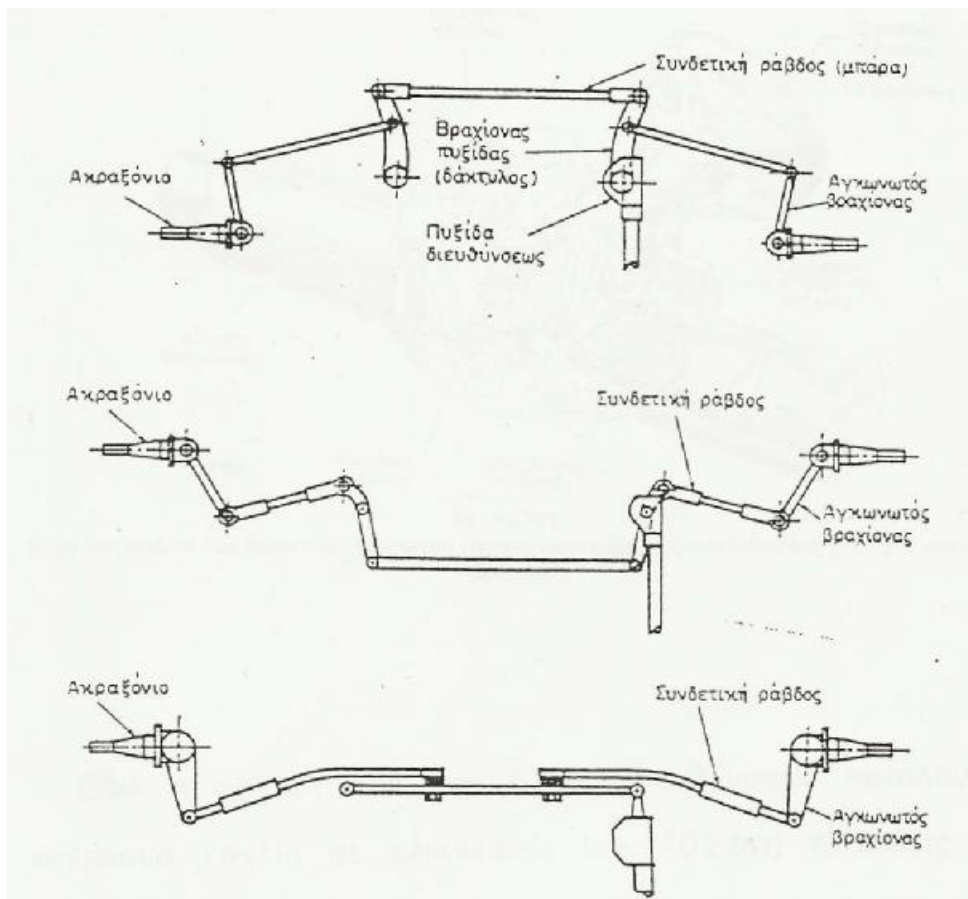
ΣΧΗΜΑ 1.1: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ

Στο άκρο του άξονα του πηδαλίου που βρίσκεται μέσα στην πυξίδα, είναι προσαρμοσμένος ένας ατέρμονος κοχλίας. Στον κοχλία αυτόν εμπλέκεται κατά διάφορους τρόπους (μερικοί φαίνονται στο σχήμα 1,2) οδοντωτός τροχός. Στον άξονα αυτού του οδοντωτού τροχού (ή τομέα ή έκκεντρον ή ό, τι άλλο τον υποκαθιστά) είναι προσαρμοσμένος ο βραχίονας της πυξίδας (δακτύλιος που συνδέεται με διωστήρα με το βραχίονα οδήγσεως (στρόφαλος) και τον μετακινεί κατά αντίστοιχη γωνία δεξιά ή αριστερά.

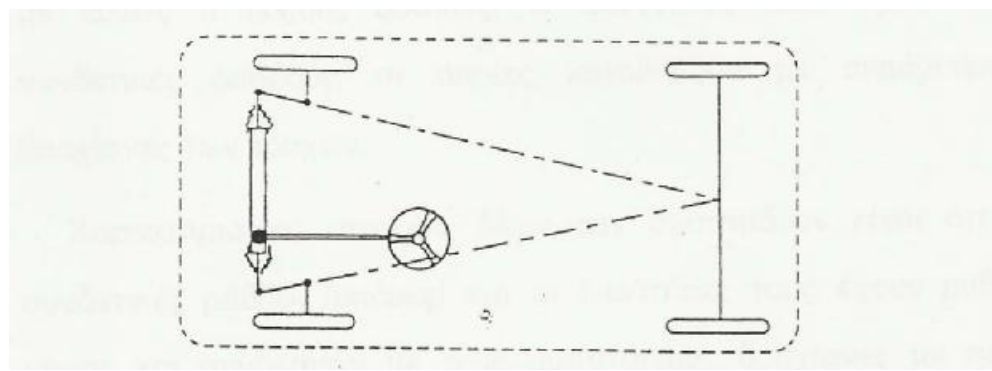


ΣΧΗΜΑ 1.2: ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΤΕΡΜΟΝΑ ΚΟΧΛΙΑ ΚΑΙ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥ ΤΡΟΧΟΥ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΣΤΡΟΦΩΝ.

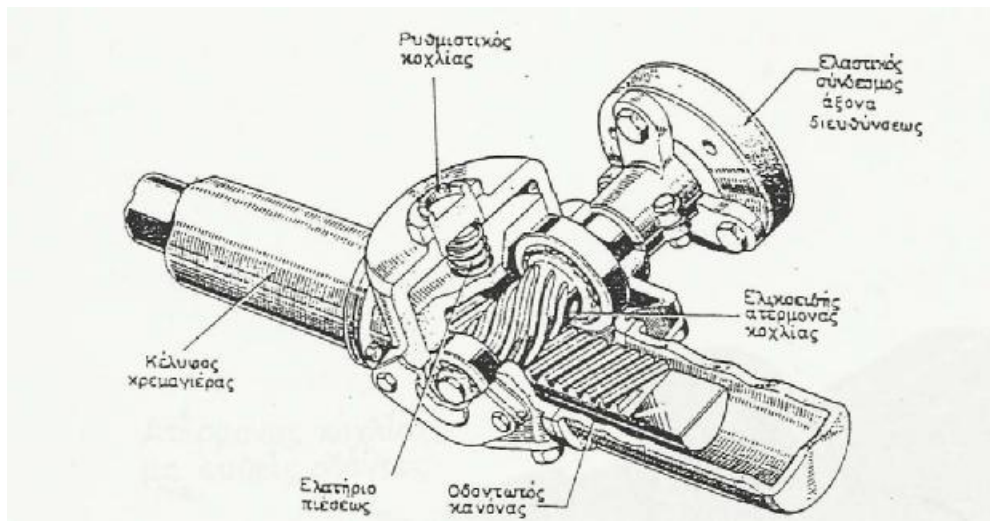
Έτσι όταν το πηδάλιο στραφεί μια στροφή δεξιά ή αριστερά ο βραχίονας της πυξίδας (δάκτυλος) θα κινηθεί κατά ορισμένη γωνία εμπρός ή πίσω.



ΣΧΗΜΑ 1.4: ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ



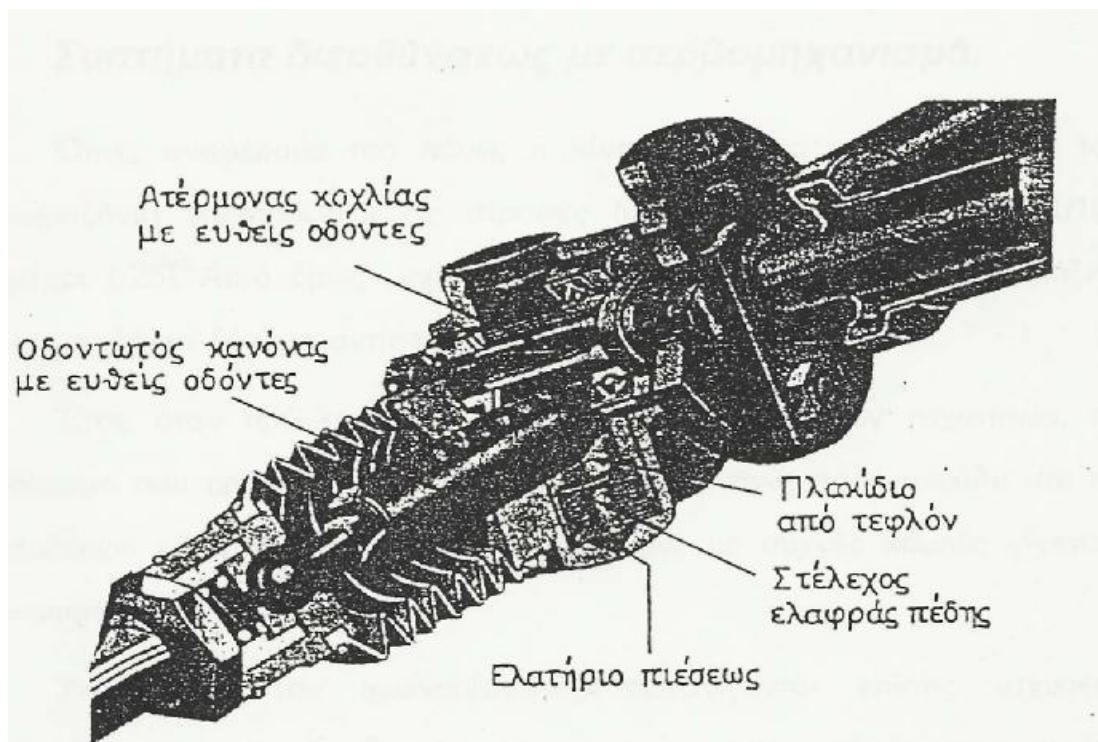
ΣΧΗΜΑ 1.5: ΑΜΕΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΑΠΟ ΤΟ ΠΗΔΑΛΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΑΠΟ ΤΡΟΧΟΥΣ ΣΕ ΚΡΕΜΑΡΙΕΡΑ



ΣΧΗΜΑ 1.6: Η ΚΙΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΕΝΑ ΑΚΡΟ ΤΟΥ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥ ΚΑΝΟΝΑ ΜΕΤΑΦΕΡΕΤΑΙ ΜΕ ΣΥΝΔΕΤΙΚΕΣ ΡΑΒΔΟΥΣ ΣΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ

Εδώ η κίνηση από στον άξονα διεύθυνσης καταλήγει σε ένα ατέρμονα κοχλία με ελικοειδείς (σχ. 1.6) ή ευθείς (σχ. 1.7) οδόντες. Η κίνηση στη συνέχεια καταλήγει σε έναν οδοντωτό κανόνα με ευθείς ή λοξούς οδόντες. Ο οδοντωτός κανόνας συνδέεται με συνδετικές ραβδούς, οι οποίες καταλήγουν με ακρόμπαρα στους βραχίονες των τροχών.

Χαρακτηριστικό στοιχείο όλων των συστημάτων είναι ότι όλες οι συνδετικές ράβδοι (μπάρες) και οι διωστήρες τους έχουν ρυθμιζόμενο μήκος και συνδέονται με τους αντίστοιχους βραχίονες με σφαιρικούς συνδέσμους (σχ. 1.8).



ΣΧΗΜΑ 1.7: Η ΚΙΝΗΣΗ ΜΕΤΑΦΕΡΕΤΑΙ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΔΥΟ ΑΚΡΑ ΤΗΣ ΚΡΕΜΑΓΙΕΡΑΣ

Η αυξομείωση του μήκους είναι απαραίτητη για τη ρύθμιση ολόκληρου του συστήματος. Ο σφαιρικός σύνδεσμος πάλι επιτρέπει γωνιακές αλλαγές προς όλες τις κατευθύνσεις, για να πετυχαίνεται η απαραίτητη ευκαμψία στο σύστημα.

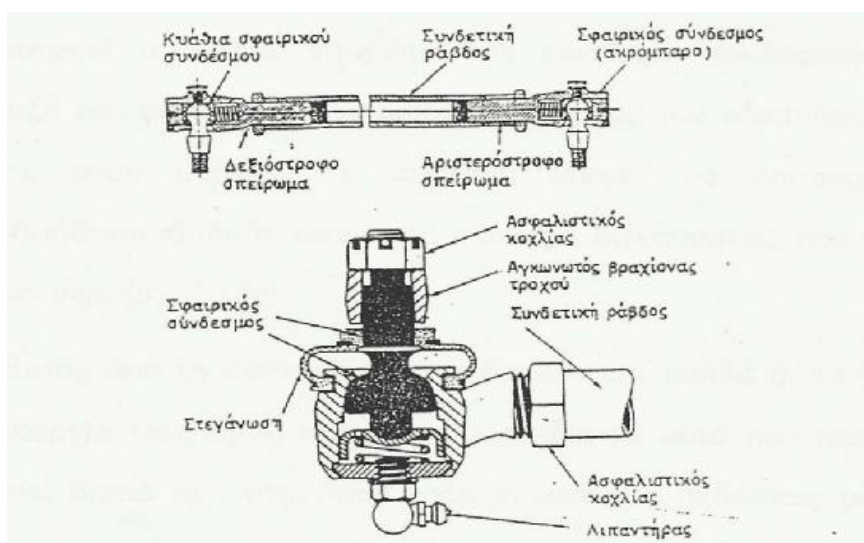
1.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΜΕ ΣΕΡΒΟΜΗΧΑΝΙΣΜΟ.

Η κίνηση από το πηδάλιο μέχρι το ακραξόνιο υποβιβάζεται σε στροφές (υποπολλαπλασιάζεται από 1/10 μέχρι 1/25). Αυτό όμως έχει σαν αποτέλεσμα ο οδηγός να εφαρμόζει στο πηδάλιο δύναμη αντίστοιχα πολλαπλασιασμένη.

Έτσι, όταν πρόκειται για όχημα βαρύ και μεγάλων ταχυτήτων, η δύναμη που πρέπει να καταβάλλει ο οδηγός, είναι πολύ μεγάλη και η πολύωρη οδήγηση και μάλιστα σε δρόμους με συχνές καμπές γίνεται κοπιαστική.

Τη στιγμή του φρεναρίσματος εμφανίζονται επίσης ισχυρές αντιδράσεις στους διευθυντήριους τροχούς που και αυτές καταπονούν πολύ τον οδηγό.

Για να υποβοηθήσουν τον οδηγό στην πιο άνετη και λιγότερο κοπιώδη οδήγηση, εδώ και πολλά χρόνια έχουν εφοδιάσει τα βαριά οχήματα κατά γενικό κανόνα με υδραυλικά συστήματα. Η μεγάλη διάδοση του αυτοκινήτου και η τάση για ευκολότερη οδήγηση έκαναν τα τελευταία χρόνια να γενικευθεί η χρήση βοηθητικών συστημάτων οδήγησης και σε πολλά επιβατηγά αυτοκίνητα.

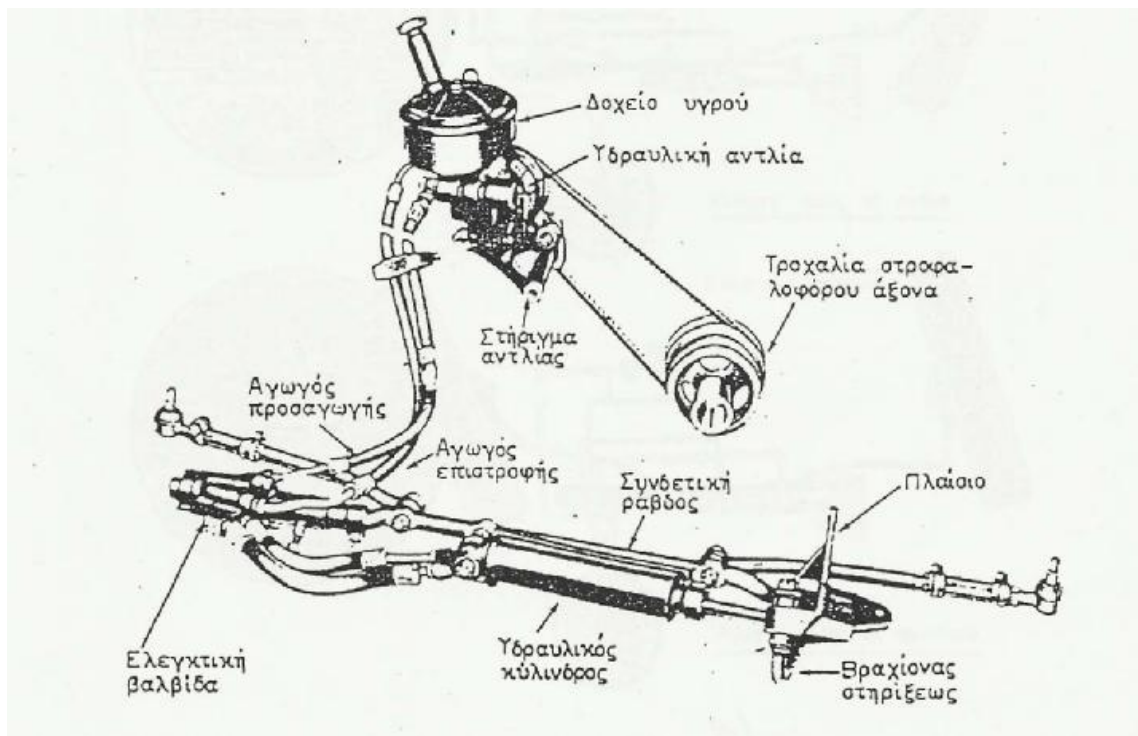


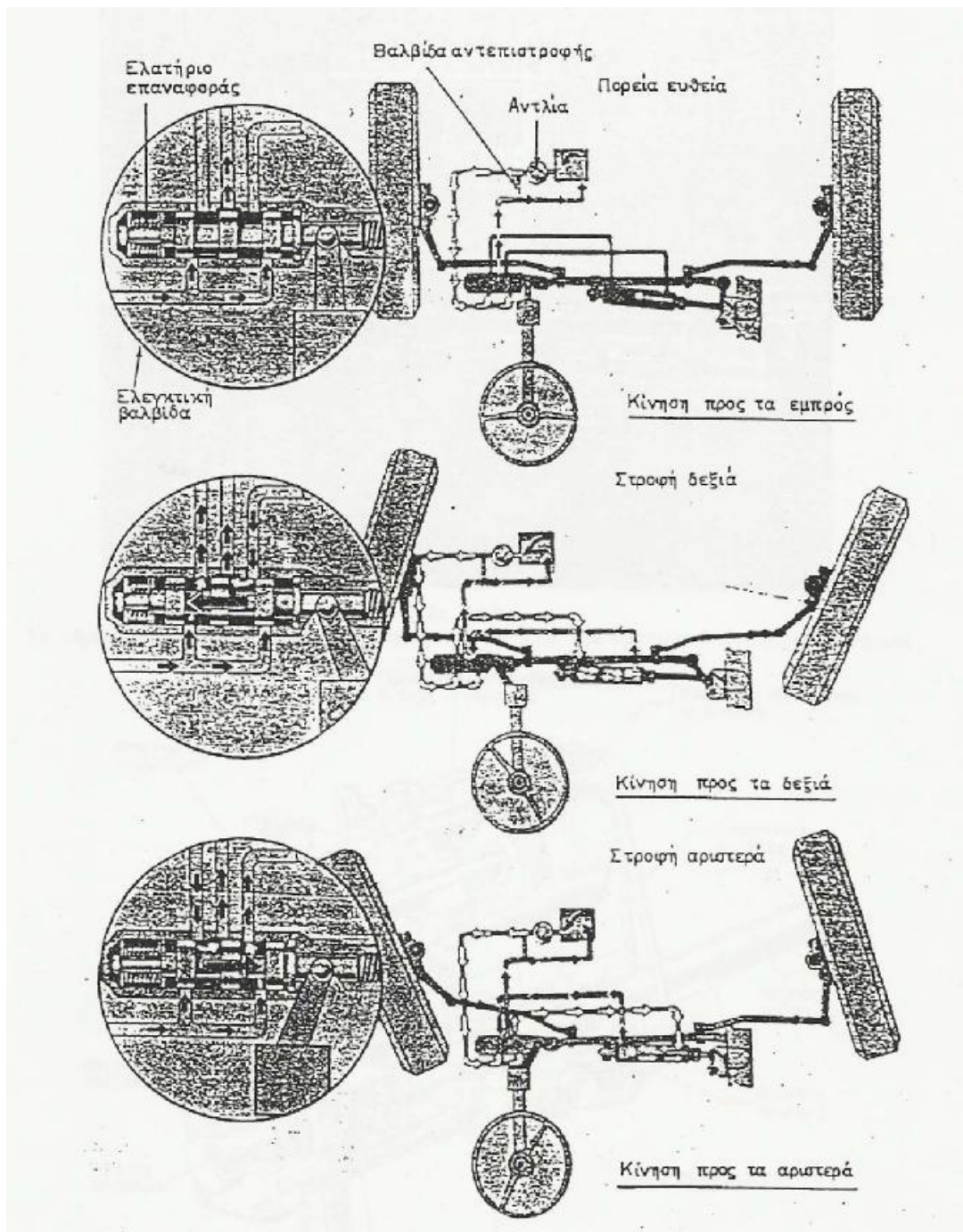
ΣΧΗΜΑ 1.8: ΤΥΠΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΥΝΔΕΤΙΚΗΣ ΡΑΒΔΟΥ ΜΕ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΚΑΙ ΜΕ ΣΦΑΙΡΙΚΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ ΣΤΑ ΔΥΟ ΑΚΡΑ ΤΗΣ

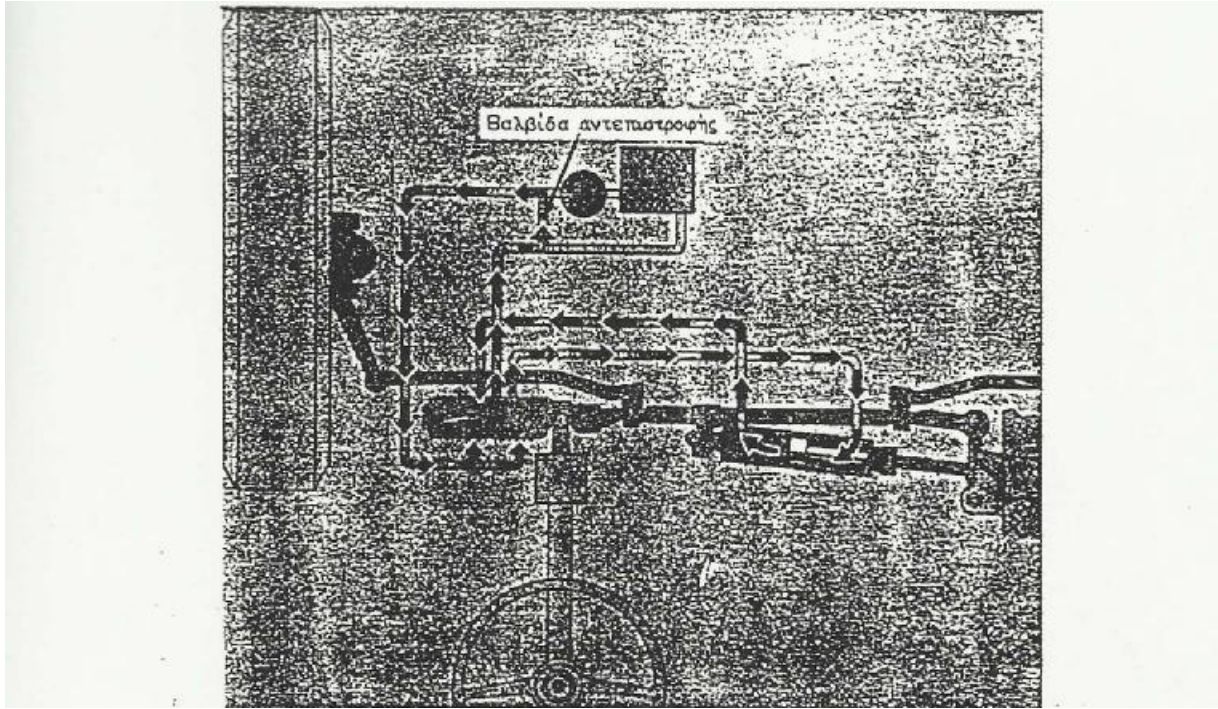
Κατά γενικό κανόνα το βοηθητικό σύστημα οδήγησης (σερβομηχανισμός οδήγησης ή αυτόματο σύστημα οδήγησης, όπως κακώς επεκράτησε να ονομάζεται) αποτελείται από την υδραυλική αντλία υψηλής πίεσης, τον κύλινδρο χειρισμών διπλής ενέργειας που συνδέεται με ένα από τους βραχίονες ή μια από τις ράβδους της κινηματικής αλυσίδας διεύθυνσης, και την ελεγκτική βαλβίδα. Η ελεγκτική βαλβίδα είναι συνδεδεμένη με τον άξονα του πηδαλίου οδήγησης και ανάλογα με τη θέση που έχει στέλνει υγρό με πίεση στον κύλινδρο, προς την κατάλληλη κατεύθυνση και στην ποσότητα που πρέπει. Έτσι υποβοηθά την προσπάθεια του οδηγού (σχ. 1.9). Το σχήμα 1.10 δείχνει τη λειτουργία του συστήματος στην ευθύγραμμη κίνηση, τη στροφή δεξιά και τη στροφή αριστερά.

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 υδραυλικού κυλίνδρου. Έτσι, στην ανάγκη, το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει χωρίς υποβοήθηση, δηλαδή σαν απλό σύστημα διευθύνσεως που κινείται μόνο με το χέρι (σχ. 1.11).

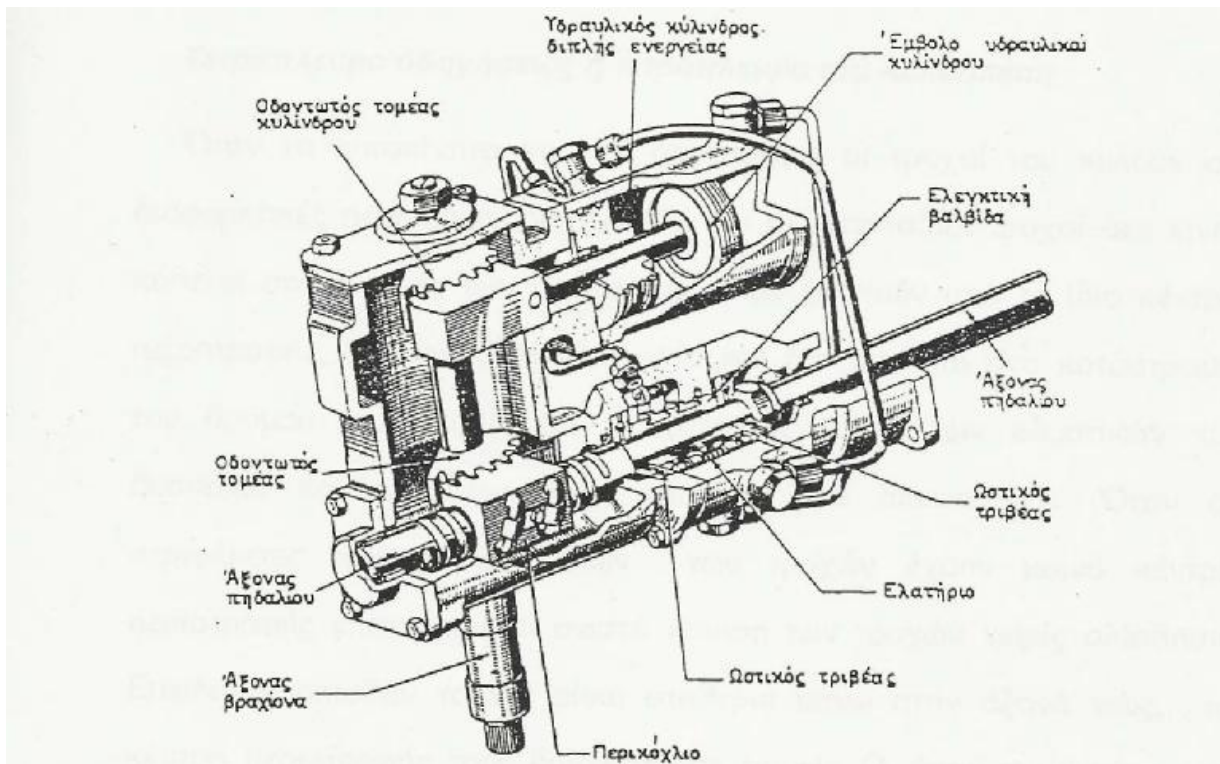
Εκτός από το σύστημα αυτό υπάρχουν και πολλά άλλα (σχ. 1.12). Η λειτουργία τους όμως είναι βασικά η ίδια με αυτό που περιγράψαμε. Σε μερικά βαριά οχήματα, όπου υπάρχει σύστημα πεδήσεως με πεπιεσμένο αέρα, υπάρχουν και βοηθητικά συστήματα οδηγήσεως με πεπιεσμένο αέρα (σχ.. 1.13).



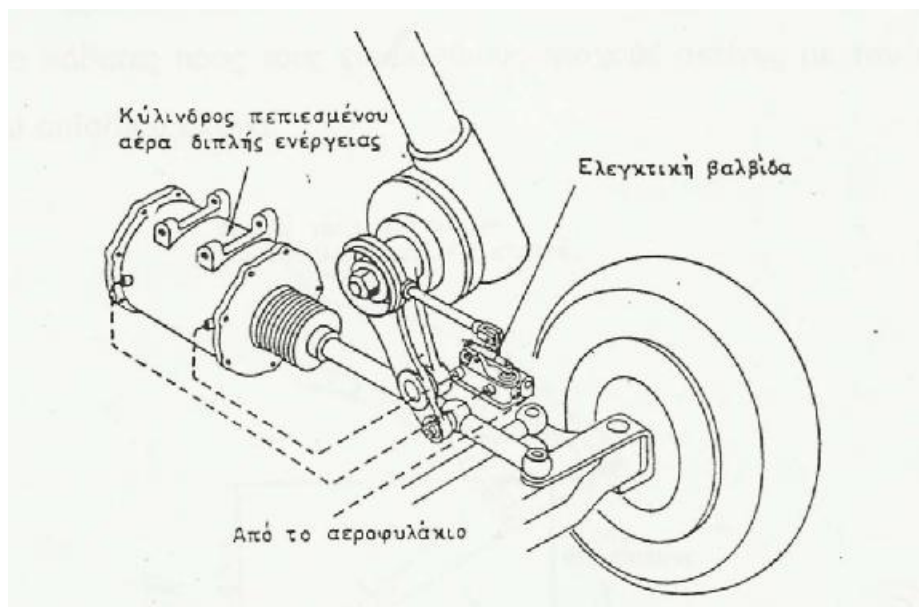




ΣΧΗΜΑ 1.11: ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΔΗΓΗΣΕΩΣ FORD ΜΕ ΤΗΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΣΕ ΑΔΡΑΝΕΙΑ



ΣΧΗΜΑ 1.12: ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΔΗΓΗΣΕΩΣ ΜΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΚΥΛΙΝΔΡΟ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΥΞΙΔΑ ΤΗΣ G.M.

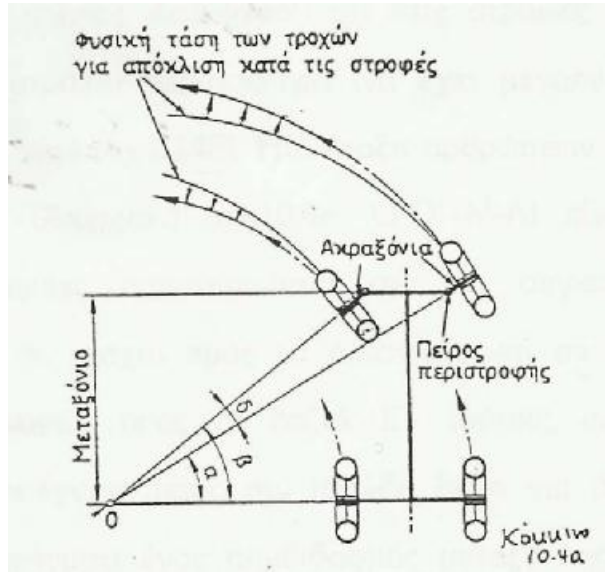


ΣΧΗΜΑ 1.13: ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΗΣ ΟΔΗΓΗΣΕΩΣ ΜΕ ΠΕΠΕΙΣΜΕΝΟ ΑΕΡΑ WESTINGHOUSE

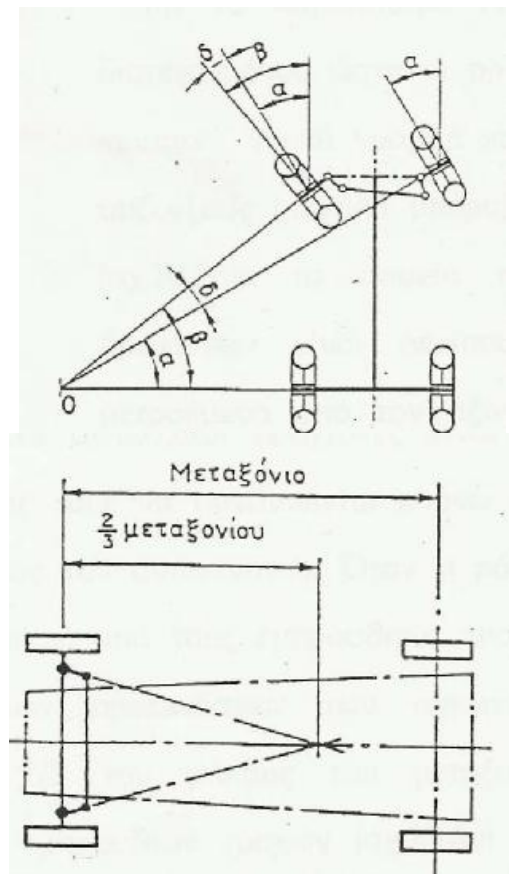
1.5 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

Τετράπλευρο οδήγησης ή τετράπλευρο Ackerman

Όταν το αυτοκίνητο κινείται σε στροφή, οι τροχοί του κυλούν σε διαφορετικές περιφέρειες (σχ. 1.14) Αν οι εμπρόσθιοι τροχοί δεν είναι κάθετοι στις ακτίνες των περιφερειών που ξεκινούν από το ίδιο κέντρο περιστροφής, οι τροχοί θα γλιστρούν και θα σύρονται στο κατάστρωμα του δρόμου με αποτέλεσμα τη γρήγορη φθορά των ελαστικών και δυσκολία και αστάθεια στην οδήγηση του αυτοκινήτου. Όταν οι περιφέρειες των κύκλων όλων των τροχών έχουν κοινό κέντρο περιστροφής επιτυγχάνεται σωστή κίνηση των τροχών χωρίς ολίσθηση. Επειδή οι οπίσθιοι τροχοί είναι σταθεροί πάνω στον άξονά τους, το κέντρο περιστροφής τους βρίσκεται σε σημείο Ο, όπου συναντώνται οι δυο κάθετες προς τους εμπρόσθιους τροχούς κινητήρες με την προέκταση του οπίσθιου άξονα.



ΣΧΗΜΑ 1.14: ΦΥΣΙΚΗ ΤΑΣΗ ΤΡΟΧΩΝ ΓΙΑ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΣΤΡΩΦΕΣ



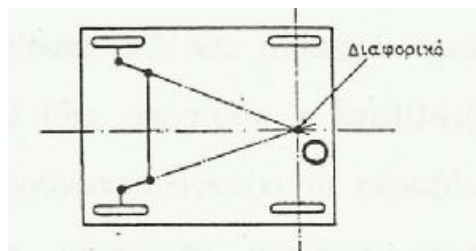
ΣΧΗΜΑ 1.15: ΤΟΜΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΑΓΚΩΝΩΤΩΝ ΒΡΑΧΙΟΝΙΩΝ ΣΤΑ 2/3 ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΞΟΝΙΟΥ

Διάφοροι πολύπλοκοι συνδυασμοί αρθρώσεων έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί για την κίνηση των εμπρόσθιων τροχών στις κατάλληλες γωνίες,

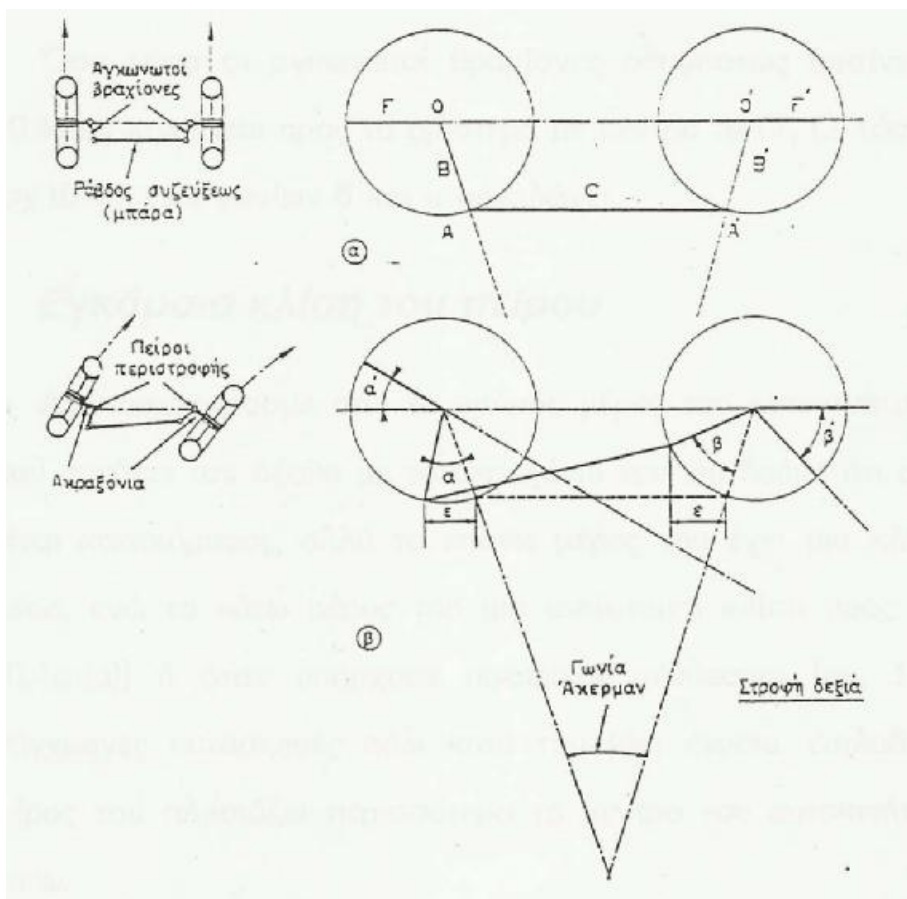
δεδομένου ότι στις στροφές ο εσωτερικός τροχός πρέπει να στραφεί περισσότερο (να έχει μεγαλύτερη γωνία) από τον εξωτερικό τροχό (σχ.10.46). Η διάταξη αρθρώσεων του τετραπλεύρου του Ackermann (Δκερμαν) (σχ.10.4ε, O-O'-A'-A) είναι απλή, αν και οι ακριβείς γωνίες παρατηρούνται σε μία συγκεκριμένη θέση, όταν στρέφονται οι τροχοί προς τα αριστερά, και σε μία αντίστοιχη θέση, όταν στρέφονται προς τα δεξιά. Εν τούτοις, επειδή πλησιάζουν με μεγάλη προσέγγιση προς την ιδεώδη θέση για όλες τις άλλες γωνίες και είναι πράγματι ένας συμβιβασμός μεταξύ κόστους κατασκευής και ιδεώδους κινήσεως του τροχού υιοθετήθηκε η κατασκευή Άκερμαν παγκόσμια.

Με το τετράπλευρο Άκερμαν οι αγκωνωτοί βραχίονες είναι έτσι διατεταγμένοι, ώστε οι προεκτάσεις τους να συναντώνται επάνω στην κεντρική νοητή γραμμή κατά μήκος του αυτοκινήτου. Όταν η ράβδος συζεύξεως (μεγάλη μπάρα) είναι πίσω από τους εμπρόσθιους τροχούς (σχ.1.1) το σημείο τομής των προεκτάσεων των αγκωνωτών βραχιόνων είναι περίπου στα 2/3 του μήκους του μεταξονίου, μετρούμενο από τον άξονα των εμπρόσθιων τροχών (σχ.1.15). Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις (σχ. 1.16) η τομή των προεκτάσεων των αγκωνωτών βραχιόνων γίνεται περίπου στο ύψος του διαφορικού.

Προσεκτική μελέτη της πορείας που διαγράφουν οι εμπρόσθιοι και οι οπίσθιοι τροχοί δείχνει ότι όλοι οι τροχοί κινούνται σε διαφορετικές περιφέρειες (σχ. 1.14). Οι οπίσθιοι τροχοί διαγράφουν περιφέρειες με μικρότερη ακτίνα καμπυλότητας. Αυτό βοηθά το αυτοκίνητο να μπορεί να σταθμεύσει ευκολότερα σε μικρό χώρο κινούμενο προς τα όπισθεν.



ΣΧΗΜΑ 1.16: ΤΟΜΗ ΤΩΝ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΑΓΚΩΝΩΤΩΝ ΒΡΑΧΙΟΝΙΩΝ ΣΤΟ ΥΨΟΣ ΤΟΥ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΥ



ΣΧΗΜΑ 1.17: ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΕΤΡΑΠΛΕΥΡΟΥ ΆΡΚΕΜΑΝ

Όταν οι τροχοί είναι στην κατευθείαν εμπρός θέση [σχ. 10.4ε(α)], τότε το τετράπλευρο Άκερμαν O-O'-A'-A αποτελεί ένα ισοσκελές τραπέζιο.

Αν το πηδάλιο διευθύνσεως (τιμόνι) στραφεί δεξιόστροφα, τότε οι αγκωνωτοί βραχίονες B-B' θα στραφούν προς τα αριστερά διανύοντας και οι δύο την ίδια απόσταση ϵ (1.17,β). Η κίνηση αυτή των αγκωνωτών βραχιόνων αναγκάζει τα ακραξόνια να στραφούν προς τα δεξιά. Τότε το ισοσκελές τραπέζιο παραμορφώνεται και γίνεται τετράπλευρο, η δε γωνία $\beta = \beta'$ είναι μεγαλύτερη από τη γωνία $\alpha = \alpha'$.

Όσο τώρα οι αγκωνωτοί βραχίονες οδηγήσεως (ακτίνες B'-B) (σχ. 1.17(α)) κινούνται προς τα αριστερά με κέντρα τα O', O, τόσο η διαφορά (σχ.1.15) των γωνιών β και α μεγαλώνει.

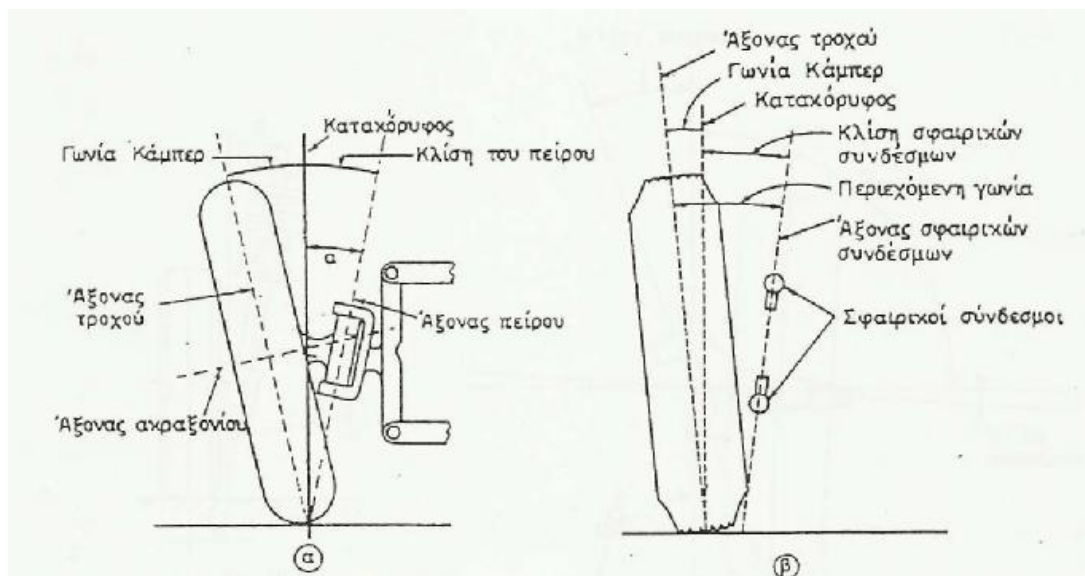
1.6 ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΟΥ

Αν παρατηρήσουμε από το εμπρός μέρος του αυτοκινήτου τον πείρο που συνδέει τον άξονα με το ακραξόνιό του, θα δούμε ότι ο πείρος δεν είναι κατακόρυφος, αλλά το επάνω μέρος του έχει μια κλίση προς τα μέσα, ενώ το κάτω μέρος του μια αντίστοιχη κλίση προς τα έξω [1.18(α)] ή όταν υπάρχουν σφαιρικοί σύνδεσμοι [σχ. 1.18(β)] σε σύγχρονες κατασκευές πάλι κατά την ίδια έννοια. Δηλαδή το επάνω μέρος του πλησιάζει περισσότερο το κέντρο του αυτοκινήτου παρά το κάτω.

Με την κλίση αυτή επιτυγχάναμε, ώστε η νοητή προέκταση του άξονα του πείρου να συναντά περίπου το σημείο επαφής του τροχού με το έδαφος. Σκοπός της διατάξεως αυτής είναι:

α) Να εξουδετερώνει κατά το μεγαλύτερο μέρος τις αντιδράσεις που δημιουργούνται από την πρόσκρουση του τροχού σε ένα οποιοδήποτε εμπόδιο.

β) Να επαναφέρει στην ευθυγραμμία το σύστημα διεύθυνσεως (να γυρίζει δηλαδή το τιμόνι ίσια, όταν το αφήνομε ελεύθερο).

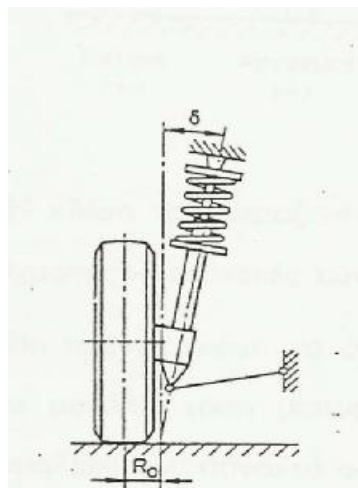


ΣΧΗΜΑ 1.18: ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΟΥ

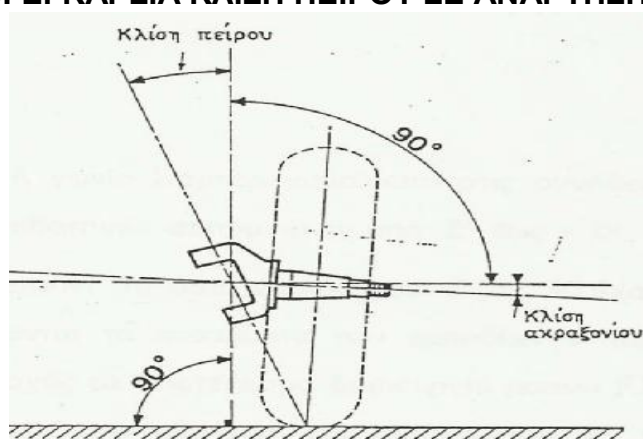
Η γωνία α που σχηματίζεται από την προέκταση του άξονα του πείρου και από την κατακόρυφο, ονομάζεται εγκάρσια κλίση του πείρου και συνήθως είναι γύρω στις 3 ως 7 μοίρες. Όταν το αυτοκίνητο είναι επιβατηγό και έχει ανάρτηση τύπου Mac-Pherson, η ίδια γωνία δ (σχ. 1.19) κυμαίνεται από 5-10α.

1.7 ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΑΚΡΑΞΟΝΙΟΥ, Η ΓΩΝΙΑ ΚΑΜΠΕΡ (CAMBER)

Για να πλησιάζει η νοητή προέκταση του πείρου το κεντρικό σημείο επαφής του τροχού στο έδαφος και για να εξουδετερώνεται η επίδραση της καμπυλότητας του καταστρώματος της οδού στους τροχούς, οι βιομηχανίες αυτοκινήτων δίνουν στο ακραξόνιο μια μικρή κλίση συνήθως προς τα κάτω (σχ.1.19).

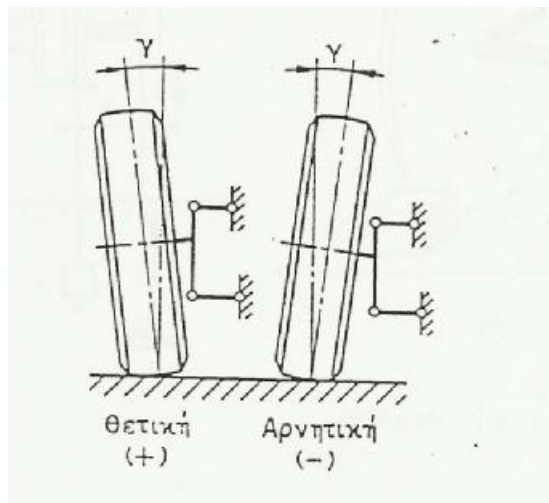


ΣΧΗΜΑ 1.18: ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΛΙΣΗ ΠΕΙΡΟΥ ΣΕ ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΤΥΠΟΥ ΜΑC-PHERSON



ΣΧΗΜΑ 1.19: ΚΛΙΣΗ ΑΚΡΑΞΟΝΙΟΥ

Η γωνία αυτή που είναι ίση με τη γωνία που σχηματίζεται από την κατακόρυφο και το μεγάλο άξονα του τροχού (σχ. 1.18), ονομάζεται κλίση του ακραξονίου ή γωνία Κάμπερ (Camber). Η γωνία Κάμπερ γ (σχ.1.20) μπορεί να έχει θετική τιμή, όταν το επάνω μέρος του τροχού απομακρύνεται από το κέντρο του αυτοκινήτου και αρνητική, όταν πλησιάζει. Μπορεί ακόμη η γωνία να είναι μηδενική, όταν ο τροχός είναι τελείως κατακόρυφος.

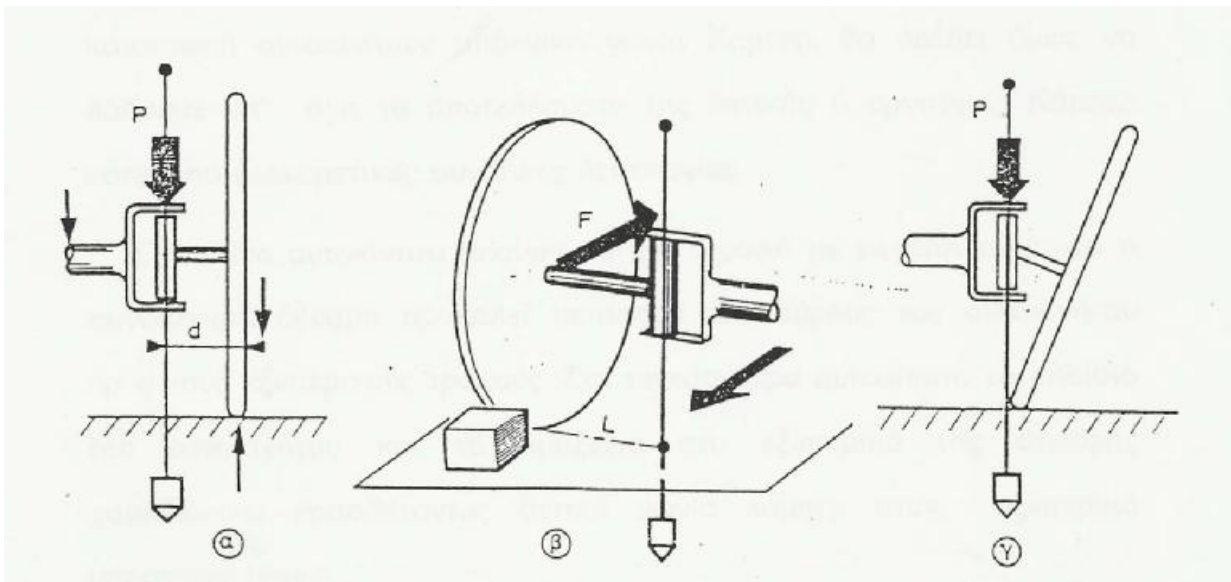


ΣΧΗΜΑ 1.20: ΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΓΩΝΙΑ ΚΑΜΠΕΡ

Η κλίση του ακραξονίου ή γωνία Κάμπερ κυμαίνεται στις συνήδεις σύγχρονες κατασκευές των επιβατηγών αυτοκινήτων από -2° έως $+2^\circ$.

Όσο η απόσταση d [σχ. 10.4ι(α)] είναι μεγάλη, τόσο μεταφέρονται τα κτυπήματα των εμποδίων ή των ανωμαλιών που συναντά ο τροχός με αποτέλεσμα δημιουργία ροπών $F.L$ [βχ. 10.4ι(β)], άρα αστάθεια κατά την οδήγηση του αυτοκινήτου. Αν η απόσταση d ελαττωθεί ή και μηδενισθεί με θετική, έστω, Κάμπερ [σχ. 1.21γ)), τότε περιορίζονται ή και μηδενίζονται τα κτυπήματα των εμποδίων και η καταπόνηση του ακραξονίου.

Επίσης ευκολύνεται και σταθεροποιείται η οδήγηση σε μεγάλες ταχύτητες και διευκολύνεται η προσπάθεια σταθμεύσεως.



ΣΧΗΜΑ 21: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΗΣ ΓΩΝΙΑΣ ΚΑΜΠΕΡ

Σε άκαμπτους άξονες δίδεται σημαντική θετική Κάμπερ, ώστε με το φορτίο του αυτοκινήτου να γίνεται μηδέν ή και αρνητική. Όταν όμως υπάρχει ανεξάρτητη ανάρτηση, το φορτίο P δεν επιφέρει αλλαγή στη νωνία Κάμπερ (σχ. 10.4ια), αλλά απλώς αυξάνεται ελαφρά, με την επίδραση του φορτίου P , η απόσταση του μετατροχίου από d σε d' .

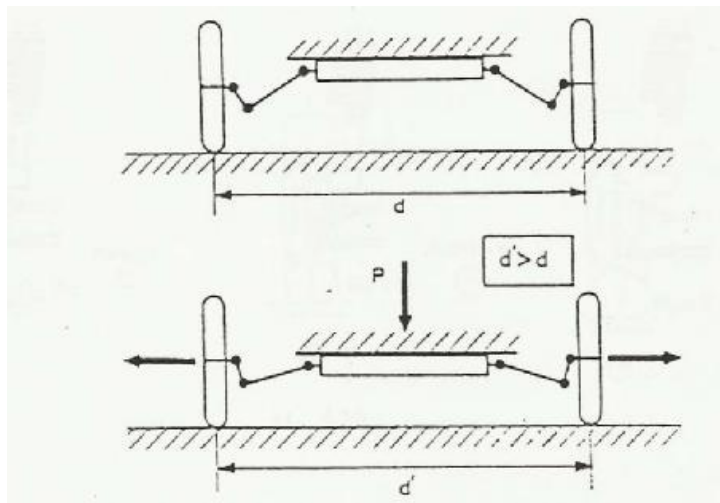
Η σωστή γωνία Κάμπερ που πρέπει να έχει ένα αυτοκίνητο για να πατάει καλά στο κατάστρωμα του δρόμου, πρέπει να κυμαίνεται γύρω στις μηδέν μοίρες. Μεγαλύτερη ζωή ελαστικών επιτυγχάνεται όταν η μέση γωνία κάμπερ είναι μηδέν γιατί με το ελαστικό κάθετο στον δρόμο έχουμε ομοιόμορφη κατανομή φορτίου και φθοράς στο πέλμα του ελαστικού. Οι ανωμαλίες των οδών και η ποικιλία των φορτίων επιβάλλουν την κατασκευή αυτοκινήτων μηδενική γωνία Κάμπερ, θα πρέπει όμως να λάβουμε υπ' οψη τα αποτελέσματα της θετικής ή αρνητικής Κάμπερ κάτω από διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας.

Όταν ένα αυτοκίνητο μπαίνει σε μια στροφή με μεγάλη ταχύτητα η φυγόκεντρη δύναμη προκαλεί μεταφορά του βάρους του αυτοκινήτου προς τους εξωτερικούς τροχούς. Στα περισσότερα αυτοκίνητα το πλαίσιο του αυτοκινήτου και το αμάξωμα στο εξωτερικό της στροφής χαμηλώνουν προσθέτοντας θετική γωνία κάμπερ στον εξωτερικό μπροστινό τροχό.

Ταυτόχρονα η πλευρά του αυτοκινήτου (στο εσωτερικό της στροφής) ανεβαίνει προσθέτοντας αρνητική γωνία κάμπερ στον εσωτερικό μπροστινό τροχό.

Επικλινής δρόμος έχει παρόμοια αποτελέσματα στο αυτοκίνητο όπως και η οδήγηση σε στροφή. Εδώ όμως αντί της φυγόκεντρης δύναμης ή βαρύτητας ωθεί το αυτοκίνητο προς το πιο χαμηλό μέρος της κλίσης του δρόμου. Στις χώρες που η οδήγηση γίνεται δεξιά προσθέτοντας 1/4 θετικής γωνίας Κάμπερ στον αριστερό μπροστινό τροχό αντισταθμίζουμε το αποτέλεσμα της κλίσης του δρόμου και το αυτοκίνητο κλίνει να κινείται σε μία κατ' ευθείαν εμπρός κατεύθυνση.

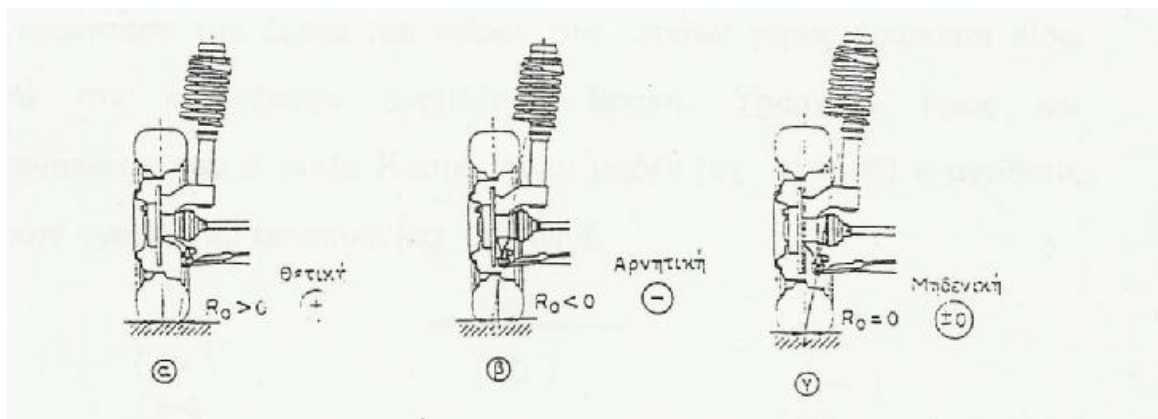
Αρχικώς η γωνία κάμπερ δινόταν στους μπροστινούς τροχούς με τέτοιο τρόπο ώστε να τοποθετεί το περισσότερο βάρος στο ισχυρότερο εσωτερικό ρουλεμάν και επίσης για να περιορίζει την ενέργεια του μοχλού (δηλαδή ροπή που προκαλείται από το ότι το επίπεδο του κέντρου του τροχού είναι πολύ προς τα έξω από τον άξονα του βασιλικού πείρου καθώς αλληλοτέμνονται στην επιφάνεια του δρόμου. Από τους κατασκευαστές δίδεται η περιεχόμενη γωνία. Αυτή είναι το αλγεβρικό άθροισμα της εγκάρσιας κλίσεως του πείρου και της γωνίας Κάμπερ.



ΣΧΗΜΑ 22: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΓΩΝΙΑΣ ΚΑΜΠΕΡ ΣΕ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΗ ΑΝΑΡΤΗΣΗ.

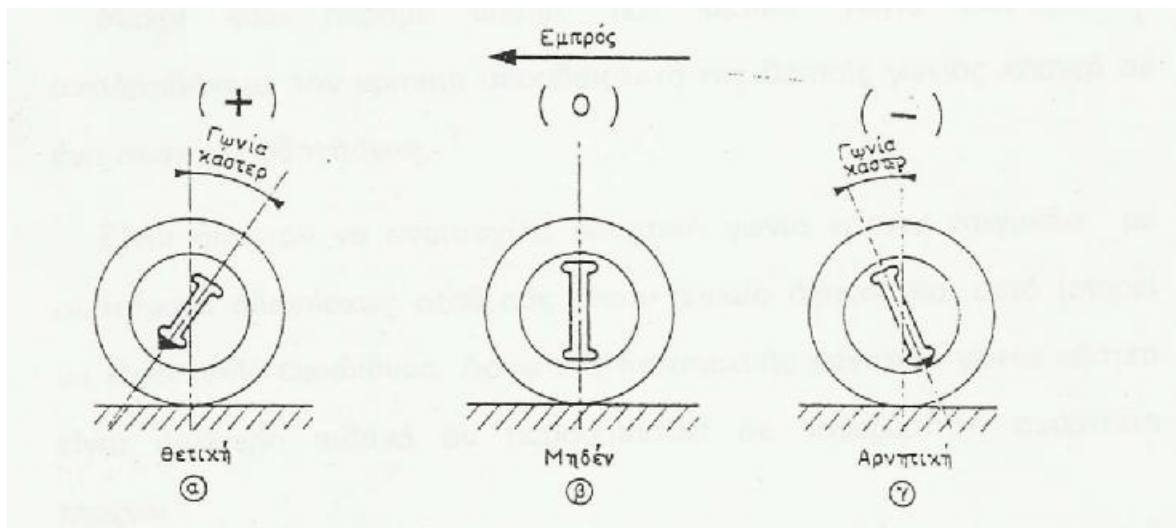
Η διάταξη είναι θετική, αν μεταξύ του νοητού άξονα συμμετρίας του τροχού και του νοητού άξονα του πείρου παρουσιάζεται η απόσταση R_0 δεξιά του νοητού άξονα συμμετρίας του τροχού, δηλαδή, $R_0 > 0$ [σχ.23(α)]. Η διάταξη αυτή είναι αρνητική, αν η απόσταση R_0 παρουσιάζεται αριστερά του νοητού άξονα συμμετρίας του τροχού, δηλαδή, αν $R_0 < 0$ [σχ.23(β)] και μηδενική αν η απόσταση $R_0 = 0$ [σχ.23(γ)]. Αντίστοιχα θα μπορούσε να παρατηρήσει κανείς θετική γωνία Κάμπερ [σχ. 23(α)], στην οποία το επάνω μέρος του τροχού απομακρύνεται από το κέντρο του αυτοκινήτου, αρνητική Κάμπερ [σχ.23 (β)]

όταν το επάνω μέρος του τροχού πλησιάζει προς το κέντρο του αυτοκινήτου και μηδενική (σχ.23(γ)), όταν ο τροχός είναι κατακόρυφος στο επίπεδο του καταστρώματος του δρόμου.



ΣΧΗΜΑ 23: ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΟΥ (ΓΩΝΙΑ ΚΑΣΤΕΡ CASTER)

Αν παρατηρήσουμε από το πλευρό την κατεύθυνση του πείρου, θα διαπιστώσουμε ότι και αυτή δεν είναι κατακόρυφος, αλλά ότι έχει μια κλίση στο επάνω μέρος προς τα πίσω, με αντίστοιχη βέβαια κλίση του κάτω μέρους του προς τα εμπρός (σχήμα 23.α). Έτσι το σημείο συναντήσεως της προεκτάσεως του πείρου με το έδαφος γίνεται εμπρός από το ίχνος του τροχού, και το σύστημα οδήγησε αποκτά μια πρόσθετη τάση επαναφοράς στην ευθυγραμμία. το σύστημα αυτό λειτουργεί όπως ακριβώς το σύστημα τροχών στα κυλιόμενα έπιπλα που οι τροχίσκοι τους γυρίζουν μόνοι τους σε οποιαδήποτε κατεύθυνση και αν ωθήσουμε το έπιπλο, ή όπως ο άξονας του τιμονιού του ποδηλάτου (24), στο οποίο, και αν αφήσουμε το τιμόνι, η κίνηση παραμένει ευθύγραμμος. Η γωνία που σχηματίζεται από την προέκταση του άξονα του πείρου και την κατακόρυφο που περνά από το κέντρο συναρμογής του ακραξιόνιου, ονομάζεται κατά μήκος κλίση του πείρου ή γωνία Κάστερ και συνήθως είναι ίση με 1 ως 3 μοίρες. Όταν η γωνία Κάστερ έχει τη διάταξη που έχει το σχήμα 10.4γ(α), όταν δηλαδή η προέκταση του άξονα του πείρου στο επάνω μέρος βρίσκεται πίσω από την κατακόρυφο ονομάζεται θετική. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που η γωνία Κάστερ είναι μηδέν [σχ. 10.4γ(β)] ή αντίθετη, οπότε



ΣΧΗΜΑ 24: Η ΓΩΝΙΑ ΚΑΣΤΕΡ

Πριν από την ανεξάρτητη ανάρτηση των τροχών των τροχών, όλα τα αυτοκίνητα έπρεπε να έχουν θετική γωνία κάστερ. Η θετική γωνία προσδίδει τάση «προπορείας» στο σημείο που η γραμμή του άξονα του βασιλικού πείρου τέμνει την επιφάνεια του δρόμου και του σημείου στο οποίο ο τροχός έχει επαφή με την επιφάνεια του δρόμου. Αυτό επιτρέπει στον τροχό να έλκεται αντί να ωθείται.

Πριν από την εφαρμογή της ανεξάρτητης ανάρτησης των τροχών εθεωρείτο η γωνία Κάστερ το πιο σπουδαίο μέρος της ευθυγράμμισης των τροχών. Στην ανεξάρτητη ανάρτηση η γωνία Κάστερ δεν είναι πλέον η πιο σημαντική γωνία ευθυγράμμισης. Η γωνία κάστερ, η γωνία κάμπερ, η κλίση του άξονα οδήγησης, η σύγκλιση των τροχών και τα υπόλοιπα στοιχεία της γεωμετρίας οδήγησης αλληλοσυνδέονται και η αλλαγή της μιας γωνίας επιφέρει αλλαγές και στις άλλες γωνίες.

Μέχρι εδώ πήραμε υπόψη μας θετική γωνία κάστερ και αντιληφθήκαμε την κρίσιμη σπουδαιότητα της θετικής γωνίας κάστερ σε ένα σύστημα οδήγησης.

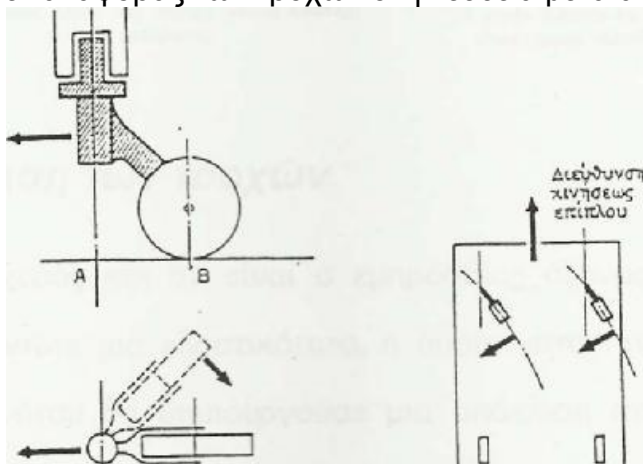
Είναι δυνατόν να αναπτυχθεί αρνητική γωνία κάστερ στιγμιαία με συστήματα οδήγησης σταθεράς τύπου (ενιαίο άξονος και αυτό μπορεί να είναι πολύ επικίνδυνο. Λόγω της κατασκευής αρνητική γωνία κάστερ είναι λιγότερο πιθανό αν παρουσιασθεί σε «ανεξάρτητη ανάρτηση τροχών».

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται το αποτέλεσμα της ροπής πεδήσεως των μπροστινών τροχών ενός ίσιου άξονα με σούστα με φάσματα. Μια υπερβολικά μεγάλη αρνητική γωνία κάστερ είναι πολύ επικίνδυνη και έχει προκαλέσει πολλά και μεγάλα δυστυχήματα επειδή ακριβώς με τέτοιες συνθήκες πολλά αυτοκίνητα φεύγουν από τον έλεγχο.

Αν και η γωνία κάστερ αυτού του είδους της ανεξάρτητης ανάρτησης δεν αλλάζει πολύ σε ανώμαλους δρόμους λόγω της κινήσεως του μπωλ - τζοιντ, προς μια πλευρική κατεύθυνση η γωνία κάμπερ αλλάζει. Παρατηρώντας το σχήμα θα δούμε πως τα άνω και κάτω ψαλίδια είναι διαφορετικού μήκους και περιστρέφονται σε διαφορετικά τόξα. Τα πάνω και κάτω ψαλίδια δεν είναι του ίδιου μήκους, διότι αυτό θα επηρέαζε τις αλλαγές της γωνίας κάμπερ κρατώντας τους τροχούς παράλληλους προς το αυτοκίνητο.

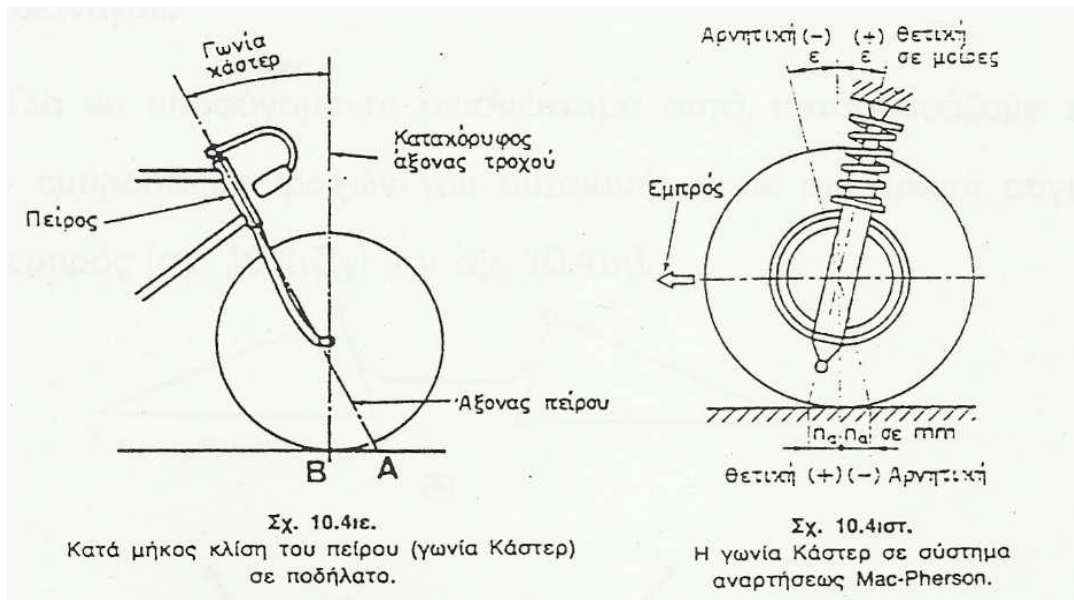
Στο σχήμα 10.4ιστ φαίνεται η γωνία Κάστερ σε σύγχρονο επιβατηγό αυτοκίνητο με ανάρτηση Mc Pherson. Στο σημείο που πατά ο τροχός στο έδαφος διακρίνεται η

Θετική ή η αρνητική γωνία Κάστερ, η οποία υπολογίζεται σε mm, ενώ στο επάνω μέρος διακρίνεται η δετική ή η αρνητική γωνία Κάστερ, η οποία μετράται σε μοίρες. Η γωνία Κάστερ λοιπόν, βοηθά στη σταθερότητα οδήγσεως και στην τάση επαναφοράς των τροχών στην ευθεία μετά από στροφή.



Σχ. 10.4ιδ. Επίδραση τ-ς γωνίας Κάστερ.

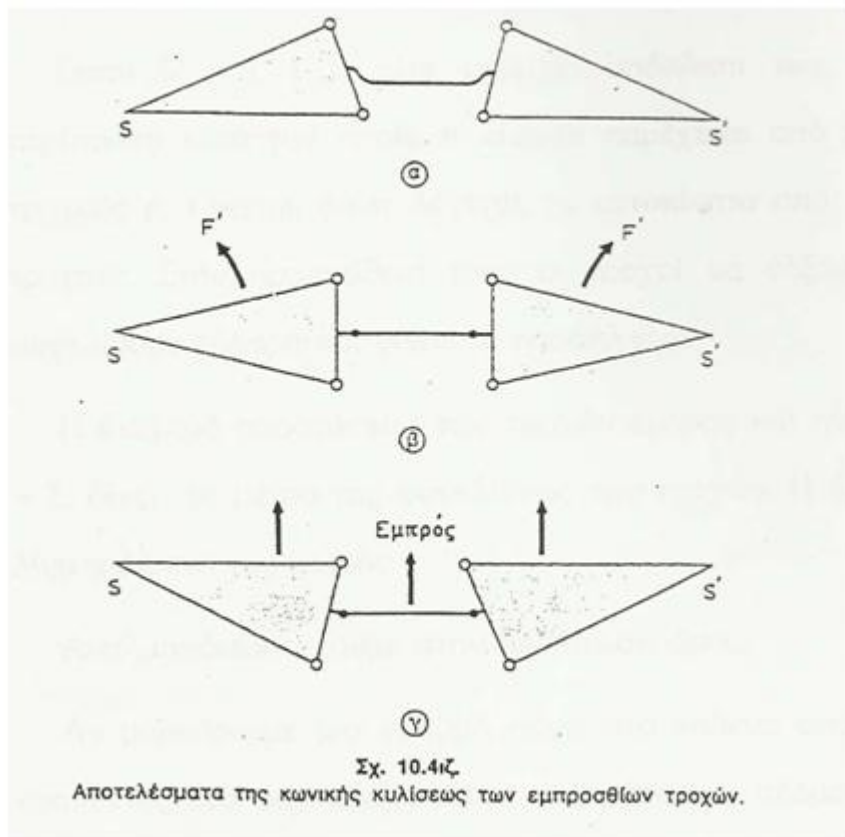
Αν χρησιμοποιηθούν τροχοί με μεγάλη διάμετρο, όπως σε φορτηγά κλπ, τότε η γωνία Κάστερ μπορεί να πάρει και αρνητικές τιμές. Υπερβολικά Θετική Κάστερ απαιτεί μεγάλη καταβολή προσπάθειας εκ μέρους του οδηγού για να στρέγει το αυτοκίνητο. Η γωνία αυτή σήμερα δεν έχει μεγάλη σπουδαιότητα, επειδή χρησιμοποιούνται και άλλες βελτιώσεις, όπως λάστιχα με μεγάλη διατομή και σχετικά μικρή πίεση, σημαντική κλίση του ακραξιονίου, αποσβεστήρες κραδασμών, αντιστρεπτικές ράβδοι κλπ.



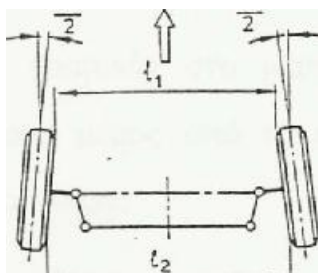
1.7 ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ

Όσο ισχυρός και αν είναι ο εμπρόσθιος άξονας και τα ακραξόνια, υπάρχει πάντοτε μια ελαστικότητα, η οποία κατά την ώρα της κινήσεως του αυτοκινήτου θα δημιουργούσε μια απόκλιση στο εμπρόσθιο μέρος των τροχών, αν από την κατασκευή τους ήταν ακριβώς παράλληλοι. Επίσης λόγω της γωνίας Κάμπερ (σχ.10.4ιζ) οι τροχοί κινούνται σαν κώνοι με κέντρα τα S-S, και όχι σαν κύλινδροι. Όταν όμως ένας κώνος κυλιέται δεν κινείται ευθύγραμμα, αλλά διαγράφει μια καμπύλη. Έτσι λοιπόν οι τροχοί έχουν μια τάση αποκλίσεως και κατά τις διευθύνσεις F-F (σχ. 10.4ιζ (β)). Η απόκλιση αυτή θα δημιουργούσε απώλεια ισχύος και φθορά στα ελαστικά. Η απόκλιση αυτή αυξάνεται, αν υπάρχουν «μπόσικα» (ελευθερίες) στο μηχανισμό διευθύνσεως λόγω και της αντιστάσεως που προβάλλεται από το κατάστρωμα του δρόμου κατά την κίνηση του αυτοκινήτου.

Για να αποφύγουμε το μειονέκτημα αυτό, κατασκευάζουμε το σύστημα των εμπρόσθιων τροχών του αυτοκινήτου με μια μικρή σύγκλιση προς τα εμπρός [σχ. 10.4ιζ(γ) και σχ. 10.4m].



Όταν $12 - I > 1$, υπάρχει σύγκλιση των τροχών κατά τη στιγμή που το αυτοκίνητο βρίσκεται σε ακινησία. Είναι η περίπτωση κατά την οποία η κίνηση παρέχεται από τους οπίσθιους τροχούς του αυτοκινήτου. Η γωνία $\varepsilon/2$ που πρέπει να είναι ακριβώς ίδια δεξιά και αριστερά, είναι η γωνία κατά την οποία στρέφεται κάθε τροχός για να δημιουργηθεί η απαιτούμενη σύγκλιση. ε εμπρός ε



ΣΧ. 10.4ΙΗ.
ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΤΩΝ ΕΜΠΡΟΣΘΙΩΝ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΡΙΩΝ ΤΡΟΧΩΝ.

Όταν $12 - I = 0$, τότε η σύγκλιση είναι μηδέν.

Όταν $12 - I < 1$, τότε υπάρχει απόκλιση των τροχών. Είναι η περίπτωση κατά την οποία η κίνηση παρέχεται από τους εμπροσθίους τροχούς ή. έλκεται, όπως λέγεται,

το αυτοκίνητο από τους εμπρόσθιους τροχούς. Στην προσπάθειά τους οι τροχοί να έλξουν το αυτοκίνητο, συγκλίνουν ελαφρά και γίνονται παράλληλοι.

Η διαφορά αποστάσεως των τροχών εμπρός και πίσω, δηλαδή $l_2 - l_1 = \Sigma$, δίνει το μέτρο της συγκλίσεως των τροχών. Η διαφορά αυτή είναι λίγα χιλιοστά του μέτρου.

Αναλυτικότερα έχουμε στην περίπτωση όπου:

Αν μαρκάρουμε μια γραμμή πάνω στο καθένα από τα δύο ελαστικά κρατώντας ένα μαρκαδόρο πάνω στο μέσο του πέλματος του ελαστικού και περιστρέφοντας το με το χέρι, τότε το μέτρημα της συγκλίσεως είναι η διαφορά της αποστάσεως μεταξύ αυτών των δύο μαρκαρισμένων γραμμών στο εντελώς πίσω μέρος των ελαστικών και της αποστάσεως των δύο μαρκαρισμένων γραμμών στο εντελώς μπρος μέρος των ελαστικών.

Σύγκλιση ονομάζεται όταν το μέτρημα της αποστάσεως δύο ελαστικών (μαρκαρισμένων γραμμών στο μέρος του πέλματος) είναι μικρότερο στο εντελώς μπρος μέρος από το αντίστοιχο μέτρημα στο εντελώς πίσω μέρος των ελαστικών.

Απόκλιση ονομάζεται ακριβώς το αντίθετο της συγκλίσεως δηλαδή μεγαλύτερη απόσταση μπρος από την αντίστοιχη πίσω.

Και οι τέσσερις τροχοί πρέπει να είναι παράλληλοι μεταξύ τους όταν το αυτοκίνητο τρέχει για να αποφύγουμε σύρσιμο των ελαστικών. Για να επιτύχουμε να μην έχουμε σύγκλιση για ένα μέσο οδήγημα είναι αναγκαίο να βάλουμε μια μικρή σύγκλιση όταν το αυτοκίνητο είναι ακίνητο. Αυτό αντισταθμίζει μικρές αποκλείσει οφειλόμενες στην αντίσταση κυλίσεως και στο φρενάρισμα που δημιουργούν την τάση να ανοίξουν τους τροχούς προς τα έξω στο εντελώς μπρος μέρος. Ακόμη και πολύ μικρός τζόγος στο σύστημα αρθρώσεων είναι μοχλών του τιμονιού θα προκαλέσει ένα μη ευνοϊκό αποτέλεσμα στις συνθήκες συγκλίσεως. Αν και μια μικρή απόκλιση, όταν κινείται το αυτοκίνητο δεν προκαλεί περισσότερη φθορά στα ελαστικά από μια ίση σύγκλιση, η σύγκλιση αυτή είναι προτιμότερη γιατί η απόκλιση μπορεί να προκαλέσει κοσκίνισμα και τράβηγμα τιμονιού προς την μία ή την άλλη πλευρά.

Σε πολλά αυτοκίνητα το σύστημα οδήγησεως τύπου «Z» είναι συμμετρικό και είναι έτσι συνδυασμένο ώστε η διαδρομή των σφαιρών των μπαρών να είναι σχεδόν παρόμοια με την διαδρομή του συστήματος αναρτήσεως. Συνεπώς αν και το ποσόν της αλλαγής συγκλίσεως μετά την τοποθέτηση ενός βάρους πάνω στο αυτοκίνητο είναι μικρό, πάντως αυτός είναι ένας λόγος για τον οποίο δίνουμε μια σύγκλιση όταν το αυτοκίνητο μένει ακίνητο και ξεφόρτωτο.

Παρατηρώντας τα σχέδια είναι φανερό ότι πρόσθετο βάρος σε αυτό το αυτοκίνητο θα μετάθεση το σασί προς τα κάτω, θα κάνει τις μπάρες να έρθουν σε πιο ευθύγραμμη θέση και συνεπώς θα αύξηση το συνολικό μήκος - έχοντας ως αποτέλεσμα το να απομακρύνει τους σφαιρικούς συνδέσμους του μπράτσου του τιμονιού. Με αυτήν την άρθρωση των μπαρών προς τα πίσω από τα κέντρα των μπροστινών τροχών θα έχουμε αύξηση της συγκλίσεως. Όταν βρίσκεται όμως μπροστά από τα κέντρα των μπροστινών τροχών, όπως συμβαίνει σε μερικά αυτοκίνητα, τότε έχει την τάση να επηρεάσει την απόκλιση.

1.8 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Για τη συντήρηση του συστήματος οδήγησεως επιθεωρούμε όλα τα ευπρόσιτα μέρη του, για να διαπιστώσουμε αν όλα τα βλήτρα και τα περικόχλια είναι καλά σφιγμένα, ότι κανένας βραχίονας ή ράβδος δεν είναι στρεβλωμένος και ότι οι σφαιρικοί σύνδεσμοι δεν έχουν ελεύθερες κινήσεις πέρα από τις κανονικές.

Στην πυξίδα οδηγήσεως επιθεωρούμε, κάθε 5000 km διαδρομής, τη στάθμη του λιπαντικού και σε περίπτωση ελλείψεως, συμπληρώνουμε με το λιπαντικό που συνιστά ο κατασκευαστής, συνήθως λάδι SAE 90, δηλαδή βαρύτερο από αυτό που χρησιμοποιείται στον κινητήρα.

Στα συστήματα παλιότερου τύπου όλοι οι σφαιρικοί σύνδεσμοι είχαν ανάγκη λιπάνσεως με λίπος υπό πίεση. Οι νεώτεροι τύποι χρησιμοποιούν κυάθια από ελαστικό ή νάιλον και δεν επιδέχονται λίπανση.

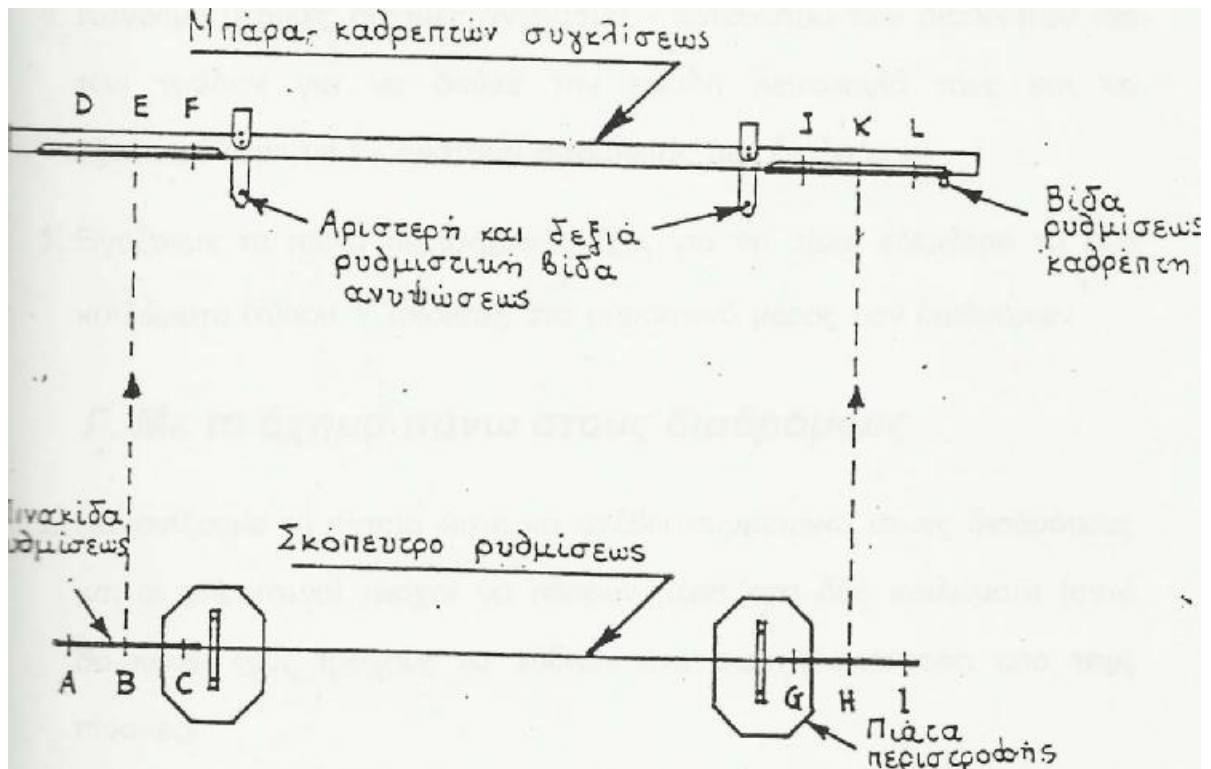
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

2.1 ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΑ

2.1.1 Καλιμπράρισμα της μπάρας των καθρεπτών συγκλίσεως

1. Αφαιρούμε τα δύο ταμπλώ (πίνακες)
2. Τοποθετούμε με προσοχή στο σκόπευτρο ρυθμίσεως μπροστά από την μπάρα των καθρεπτών συγκλίσεως στο ίδιο περίπου ύψος και κατά τρόπο που τα πρόσωπα των καθρεπτών της μπάρας συγκλίσεως και της πινακίδας του σκοπεύτρου ρυθμίσεως να απέχουν μεταξύ τους 1/8". Κοιτάζουμε μεταξύ του αριστερού καθρέπτη και της πινακίδας ρυθμίσεως και φέρνουμε την κάθετη γραμμή του μεσαίου σταυρού του σκοπεύτρου ρυθμίσεως να συμπίπτει με την κάθετη γραμμή του μεσαίου σταυρού του καθρέπτη, μετακινώντας δεξιά ή αριστερά όλο το σύστημα του σκοπεύτρου.
3. Χωρίς να μετακινηθεί το σκόπευτρο ή η μπάρα, μετακινούμε τον δεξιό καθρέπτη ώστε η κάθετη γραμμή του μεσαίου σταυρού να συμπίπτει με την κάθετη γραμμή του μεσαίου σταυρού του σκοπεύτρου
4. Παίρνουμε με προσοχή το σκόπευτρο ρυθμίσεως και το τοποθετούμε χωρίς να το κινήσουμε.
5. Σκοπεύουμε με το δεξί μας μάτι μέσα από την μεσαία από η Β στο αριστερό σκέλος του σκοπεύτρου ρυθμίσεως και βλέπουμε αν η οριζόντια γραμμή του μεσαίου σταυρού του καθρέπτη στο σημείο Ε. Εάν δεν συμπίπτουν οι οριζόντιες γραμμές βιδώνουμε ή ξεβιδώνουμε την αριστερή ρυθμιστική βίδα ανυμώσεως στο κανάλι της μπάρας των καθρεπτών
6. Κατά τον ίδιο τρόπο ρυθμίζουμε τις οριζόντιες γραμμές και στη δεξιά πλευρά, δηλαδή στα σημεία Η και Κ, με βίδωμα ή ξεβίδωμα της δεξιάς ρυθμιστικής βίδας ανυμώσεως.
7. Σκοπεύουμε δι' αμέσου της μεσαίας οπής στο αριστερό άκρο του σκοπεύτρου και παρατηρούμε αν έχουν φύγει οι κάθετες κόκκινες γραμμές των σταυρών. Αν έχουν φύγει μετακινούμε δεξιά ή αριστερά το σκόπευτρο ώστε να συμπίπτουν τα σημεία Β και Ε.
8. Μετά σκοπεύουμε μέσα από την μεσαία οπή στο δεξιό άκρο του σκοπεύτρου (σημείο Η), και αν έχουν φύγει οι κάθετες γραμμές τις φέρνουμε να συμπίπτουν βιδώνοντας ή ξεβιδώνοντας τη βίδα τύπου ALLEN που βρίσκεται κάτω από τον δεξιό καθρέπτη πάνω στην μπάρα καθρεπτών συγκλίσεως.
9. Ελέγχουμε στο αριστερό άκρο αν συμπίπτουν τα σημεία Α και Ο καθώς και τα σημεία Γ και Ι και Κ με Ε. Εάν δεν συμπίπτουν ο καθρέπτης έχει τοποθετηθεί λάθος, κατά τρόπο που ίσως να σχηματίζεται μία καμπύλωση.
10. Ο έλεγχος αυτός πρέπει να γίνει με μεγάλη προσοχή για να λάβουμε ακριβή ευθυγράμμιση συγκλίσεως.

Προσοχή σημαντικό: Μετά την τοποθέτηση της μπάρας των καθρεπτών συγκλίσεως δεν πρέπει τότε να αφαιρεθεί ή να σηκωθεί. Η μόνη φορά που πρέπει να μετακινηθεί είναι όταν μετακινείται ελαφρά όταν γίνεται ο έλεγχος συγκλίσεως. Για να είμαστε σίγουροι ότι οι ενδείξεις συγκλίσεως που παίρνουμε είναι ακριβείς πρέπει να επαναλαμβάνουμε τον έλεγχο αυτό κάθε φορά που η μπάρα χτυπιέται ή από απότομο χειρισμό από τον κανονικό. Επίσης πρέπει να εκτελείται ως περιοδικός έλεγχος κάθε μήνα.



2.1.2 Πριν το όχημα ανεβεί στους διαδρόμους

1. Βάζουμε το κομπρεσέρ μπροστά, ώστε να έχουμε παροχή αέρα. Κανονίζουμε με το ρυθμιστή πίεσεως την πίεση αέρος στις 2+3 P.S.I.
2. Λασκάρουμε όλες τις κίτρινες ασφάλειες που βρίσκονται δεξιά και αριστερά στους διαδρόμους και ανοίγουμε ή κλείνουμε τους διαδρόμους στα 90+95 εκ. και μετά ξανασφίγγουμε τις ασφάλειες
3. Αφήνουμε λασκαρισμένες τις κίτρινες ασφάλειες που βρίσκονται πίσω, δεξιά και αριστερά των διαδρόμων, πριν ανεβάσουμε ή κατεβάσουμε τους διαδρόμους
4. Κάνουμε μερικές δοκιμές ανέβασμα - κατέβασμα των διαδρόμων και των γρύλων για να δούμε την ομαλή λειτουργία τους και να εξοικειωθούμε με το σύστημα ασφαλείας των διαδρόμων.
5. Βγάζουμε τα πιάτα περιστροφής έξω, για να είναι ελεύθερα τα δύο κοιλώματα (τύπου V ανοικτό) στο μπροστινό μέρος των διαδρόμων

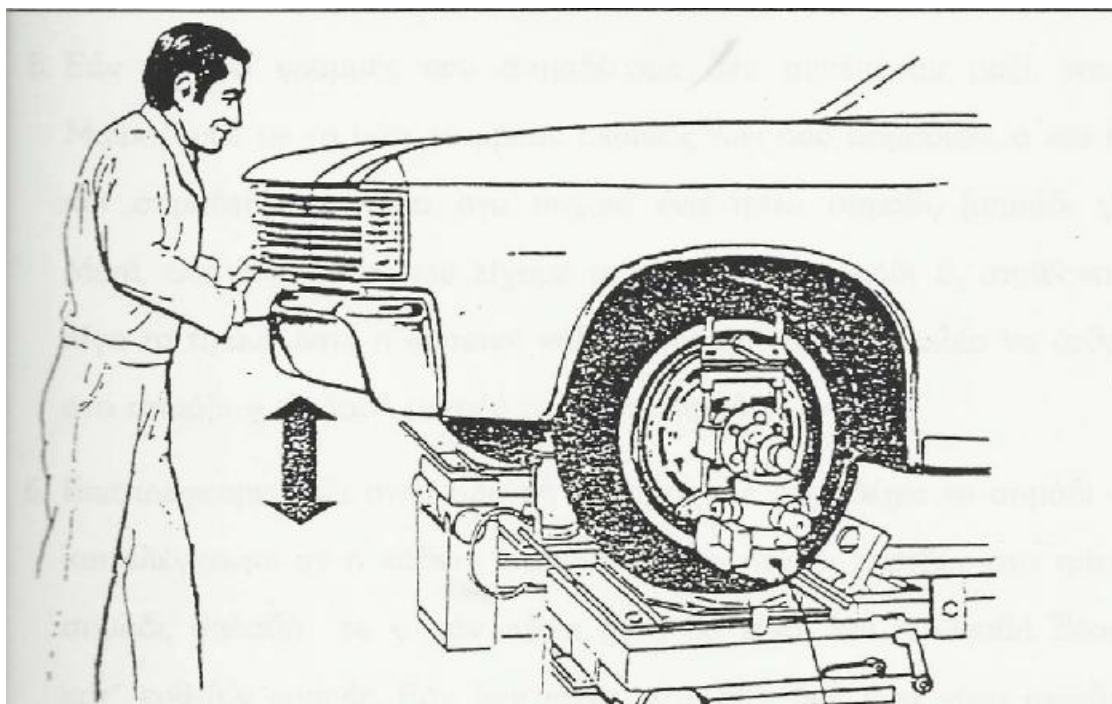
2.1.3 Με το όχημα πάνω στους διαδρόμους

1. Κανονίζουμε το όχημα ώστε να ανέβει συμμετρικά στους διαδρόμους και οι μπροστινοί τροχοί να πέσουν μέσα στα δύο κοιλώματα (αυτό κάνει τους τροχούς να έλθουν στη σωστή απόσταση από τους πίνακες)
2. Για να ασφαλίσουμε το όχημα, σηκώνουμε την ασφάλεια (STCP) του αριστερού μπροστινού τροχού, που ευρίσκεται πάνω στον αριστερό διάδρομο. Στην συνέχεια τραβάμε το χειρόφρενο του οχήματος
3. Σηκώνουμε το όχημα στους γρύλους, ακουμπώντας τους γρύλους στα γαλίδια και όσο γίνεται κοντά στους τροχούς.
4. Βάζουμε τα πιάτα περιστροφής στη δέση τους κατά τρόπο που το κέντρο τους να πέσει στο μέσο των ελαστικών των τροχών

5. Τοποθετούμε τους προβολείς στους τροχούς (εάν εμποδίζουν τα τάσια των τροχών τα βγάζουμε)
6. Ρυθμίζουμε τις ακτίνες του προβολέα με το κουμπί εστίασεως φωτεινών ακτινών που βρίσκεται ακριβώς κάτω από αυτόν, ώστε να έχουμε την πιο φωτεινή δέσμη.
7. Ανεβάζοντας ή κατεβάζοντας το μεσαίο μαντεμένιο κομμάτι του προβολέα, κανονίζουμε το κέντρο του άξονα του τροχού να πέσει με το κέντρο του άξονα του προβολέα. Αυτό επιτυγχάνεται -εριστρέφοντας, με λασκαρισμένο το κουμπί φερμαρίσματος, τον τροχό προς μία κατεύθυνση και παρατηρώντας την εκκεντρικότητα του προβολέα (πόσο ανεβαίνει ή κατεβαίνει).

2.1.3 Αντιστάθμιση τροχών – προβολέα

1. Σηκώνουμε το αυτοκίνητο στους γρύλους
2. Βάζουμε τους προβολείς στους τροχούς, και τους ανάβουμε
3. Βάζουμε τους τροχούς σε μία θέση περίπου κατ ευθείαν εμπρός
4. Αρχίζουμε και περιστρέφουμε με λασκαρισμένο το μπουτόν φερμαρίσματος, τον αριστερό τροχό προς μία κατεύθυνση και παρατηρούμε τις πλάγιες ταλαντώσεις της κάθετης φωτεινής γραμμής του προβολέα, πάνω στην κόκκινη κάθετη γραμμή του πίνακα.
5. Εξακολουθώντας να περιστρέφουμε τον τροχό μετακινούμε τον πίνακα ώστε η κόκκινη κάθετη γραμμή του πίνακα να μοιράζει την φωτεινή ταλάντωση στη μέση και σταματάμε στον τροχό όταν η κάθετη φωτεινή γραμμή βρίσκεται στην πιο απομακρυσμένη θέση της ταλαντώσεως
6. Με μία από τις τρεις βίδες αντισταθμίσεως (αυτή που θα βρίσκεται στο δεξιό μέρος του κύκλου, στο μεσαίο μαντεμένιο κομμάτι του προβολέα) φέρνουμε την κάθετη φωτεινή γραμμή να πέσει σχεδόν στο κέντρο, δηλαδή προς την κάθετη κόκκινη γραμμή του πίνακα.
7. Στη συνέχεια περιστρέφουμε τον τροχό μέχρι η κάθετη φωτεινή γραμμή να φθάσει στην αντίθετη απομακρυσμένη θέση ταλαντώσεως που σταμάτησε στην κίνηση 5) και στην θέση αυτή σταματάμε τον τροχό.
8. Επαναλαμβάνουμε τις κινήσεις 6 και 7 και συνεχίζουμε με τον ίδιο τρόπο μέχρι να εξαλειφθούν οι φωτεινές ταλαντώσεις και - επιστρέφοντας τον τροχό η κάθετη φωτεινή γραμμή να πέφτει πάνω στην κόκκινη κάθετη του πίνακα ακριβώς. Με τον ίδιο τρόπο αντισταθμίζουμε τον άλλο τροχό.



2.1.4 Θέση τροχών κατ' ευθείαν εμπρός

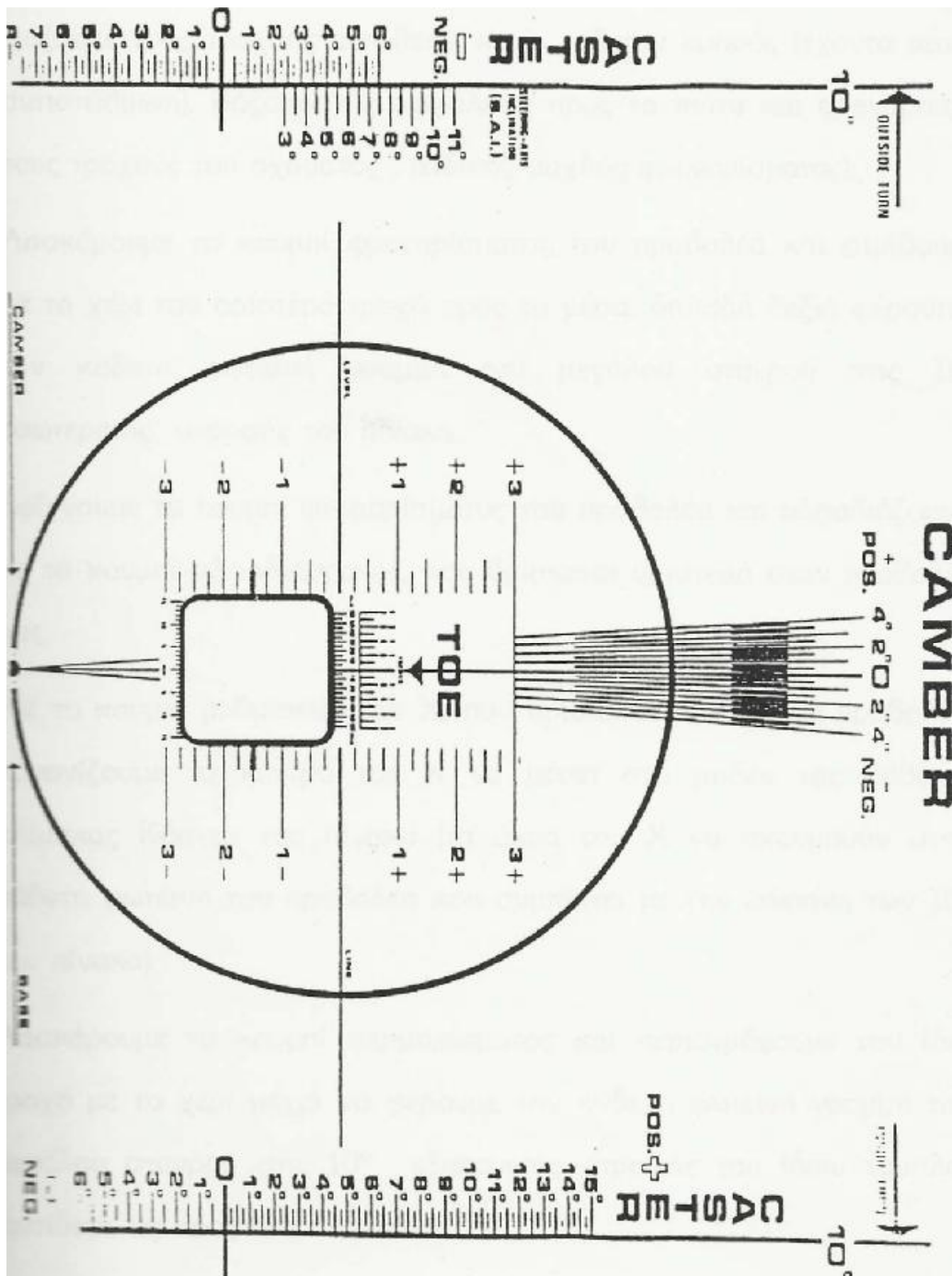
1. Τοποθετούμε τους προβολείς στους τροχούς. Κάνουμε ακριβή αντιστάθμιση
2. Κατεβάζουμε το αυτοκίνητο στα πιάτα περιστροφής και βάζουμε τους τροχούς σε μία περίπτωση δέση κατ' ευθείαν εμπρός
3. Παίρνουμε ένα ίσιο ξύλο (πηχάκι) και το ακουμπάμε κάθετα προς ένα στερεό και σταθερό σημείο, στο πλαίσιο (σασί), (όχι σε λαμαρίνες) κάπου κοντά στον πίσω τροχό και σημαδεύουμε με μολύβι στο πηχάκι το σημείο που πέφτει πάνω στο πηχάκι η κάθετη φωτεινή γραμμή του προβολέα (σημάδι α).
4. Με το ίδιο πηχάκι πηγαίνουμε στο απέναντι ίδιο και αντίστοιχο σταθερό σημείο του αυτοκινήτου και σημαδεύουμε ξανά το σημείο όπου φαίνεται πάνω στο πηχάκι η κάθετη φωτεινή γραμμή, (σημάδι β).
5. Εάν οι δύο γραμμές που σημαδέμαμε δεν συνέπεσαν μαζί, τότε: Μοιράζουμε με το μάτι το μέσον ακριβώς των δυο σημάδιων, α και β, και σημαδεύουμε πάνω στο πηχάκι ένα τρίτο σημάδι, (σημάδι γ). Μετά, από την δέση που είχαμε σημαδέμει το σημάδι β, στρίβουμε λίγο το τιμόνι ώστε η φωτεινή κάθετη γραμμή του προβολέα να έρθει στο σημάδι γ, δηλαδή μεταξύ των δύο σημάδιων α και β.
6. Επιστρέφουμε πάλι στην πλευρά όπου είχαμε σημαδέψει το σημάδι α και ελέγχουμε αν η κάθετη φωτεινή ακτίνα πέφτει ακριβώς στο τρίτο σημάδι, δηλαδή το γ. εάν πέσει αυτή θα είναι και η ακριβή θέση κατ' ευθείαν εμπρός. Εάν δεν πέσει τότε είτε δεν έχει γίνει ακριβή αντιστάθμιση, είτε το πλαίσιο (σασί) στο σημείο που ακουμπήσαμε το πηχάκι είναι στραβό. Στην περίπτωση αυτή ελέγχουμε την αντιστάθμιση, βρίσκουμε ένα άλλο σημείο πιο σίγουρο, να ακουμπήσουμε το πηχάκι και επαναλαμβάνουμε από την αρχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

3.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΩΝΙΑΣ ΚΑΜΠΕΡ

- 1 Βάζουμε τους τροχούς στη δέση κατ' ευθείαν εμπρός (έχοντας κάνει αντιστάθμιση) και τις ασφάλειες των πιάτων περιστροφής εντός
2. Κατεβάζουμε το αυτοκίνητο στα πιάτα και πιάνοντας το αυτοκίνητο από τον προφυλακτήρα το πιέζουμε προς τα κάτω για να καθίσουν τα αμορτισιέρ καλά στη δέση τους
3. Σύρουμε τον πίνακα (ταμπλώ) έτσι που η κάθετος φωτεινή γραμμή από τον προβολέα να κεντραριστεί στο στόχο (κόκκινο σημείο) της βάσεως Κάμπερ του πίνακα
4. Διαβάζουμε την ένδειξη της γωνίας Κάμπερ στην κλίμακα 0° - 4° (θετικά ή αρνητικά ή -) κατά την προέκταση της κατακόρυφης φωτεινής ακτίνας.

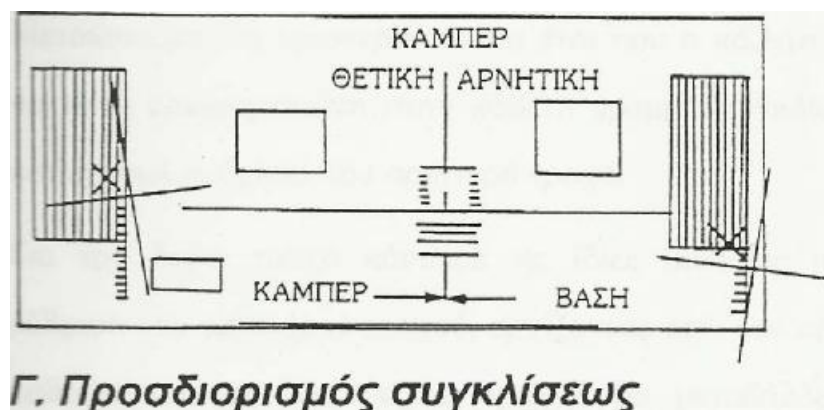
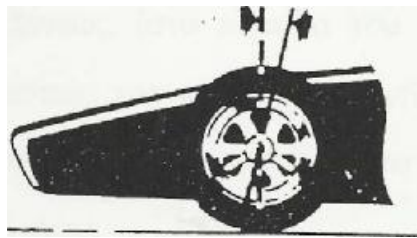




3.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΩΝΙΑΣ ΚΑΣΤΕΡ

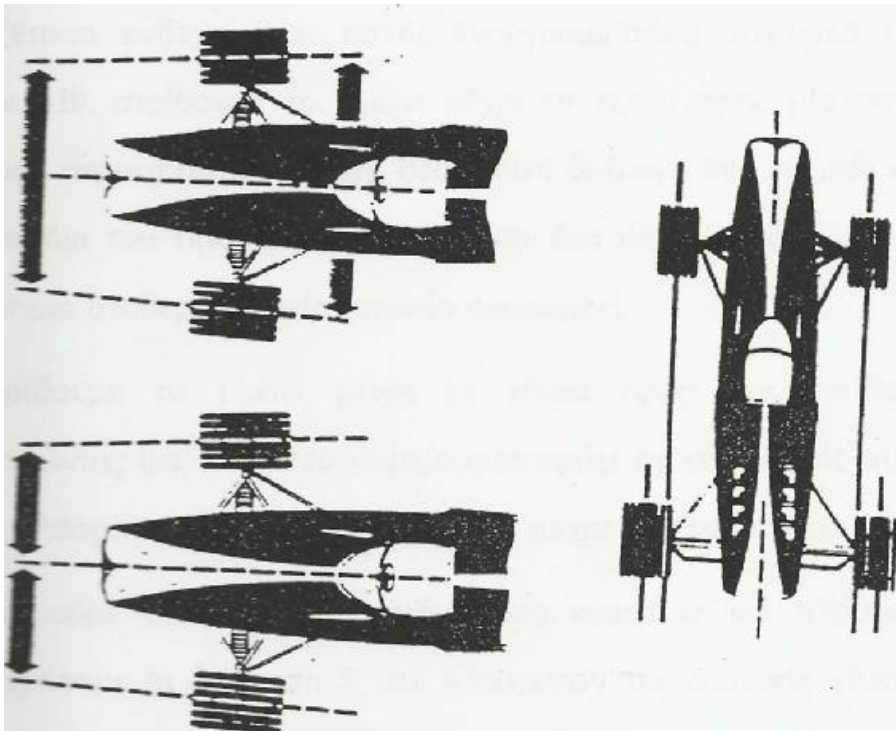
- 1 Βάζουμε τους τροχούς στη δέση κατ' ευθείαν εμπρός (έχοντα κάνει αντιστάθμιση). Βάζουμε τις ασφάλειες προς τα πιάτα και φρενάρουμε τους τροχούς του οχήματος, (ειδικός μοχλός φρεναρίσματος).
2. Λασκάρουμε το κουμπί φρεναρίσματος του προβολέα και στρίβουμε με το χέρι τον αριστερό τροχό προς τα μέσα, δηλαδή δεξιά φέροντας την κάθετη φωτεινή γραμμή του μεγάλου σταυρού στις 10° εσωτερικής στροφής του πίνακα.
3. Σφίγγουμε το κουμπί φερμαρίσματος του προβολέα και αλφαδιάζουμε, με το κουμπί αλφαδιάσματος, που βρίσκεται αριστερά στον προβολέα μας.

4. Με το κουμπί ρυθμίσεως του Χ, που βρίσκεται πάνω στον προβολέα, κανονίζουμε το κέντρο του Χ να πέσει στο μηδέν της κάθετης κλίμακας Κάστερ του πίνακα (τα άκρα του Χ να ακουμπούν στην κάθετη φωτεινή του προβολέα που συμπίπτει με την κόκκινη των 10° του πίνακα)
 5. Λασκάρουμε το κουμπί φερμαρίσματος και περιστρέφουμε τον ίδιο τροχό με το χέρι μέχρι να φέρουμε την κάθετη φωτεινή γραμμή του μεγάλου σταυρού στις 10° εξωτερικής στροφής του ίδιου ταμπλώ, (αντίθετα ως προς την περίπτωση 2).
- Είς νγουμε το κουμπί φερμαρίσματος του προβολέα, αλφαδιάζουμε ξανά (όπως στην περίπτωση 3) και διαβάζουμε την ένδειξη του Χ που είναι και η γωνία κάστερ (θετική ή αρνητική ανάλογα).
- Για την επαλήθευση κάνουμε τις ίδιες κινήσεις του ίδιου τροχού αρχίζοντας από δέση εξωτερικής στροφής.



- 1 Βάζουμε τους τροχούς στη δέση κατ' ευθείαν εμπρός, έχοντας κάνει αντιστάδμιση, και τους τροχούς πάνω στα πιάτα περιστροφής
2. Λασκάρουμε το κουμπί φερμαρίσματος και φέρνουμε την οριζόντια φωτεινή γραμμή του μεγάλου σταυρού να συμπίπτει με τις κόκκινες γραμμές δεξιά και αριστερά στο κέντρο του μικρού παραθυριού του πίνακα και σφίγγουμε το κουμπί φερμαρίσματος.
- 3 Ολισθαίνουμε, (με τη βίδα ρυθμίσεως - ανυΐλώσεως) το αριστερό άκρο της μπάρας των καθρεπτών και φέρνουμε την κάθετη φωτεινή γραμμή (αντανάκλαση του προβολέα μέσω μικρής οπής του πίνακα από τον αριστερό καθρέπτη της μπάρας καθρεπτών) μέσα στο κουτάκι της κλίμακας συγκλίσεως του αριστερού προβολέα. Κανονίζουμε με την αριστερή βίδα ανυμώσεως, (βιδώνοντας ή ξεβιδώνοντας την) να φέρουμε την οριζόντια φωτεινή γραμμή στην οριζόντια γραμμή της κλίμακας συγκλίσεως, (στο κουτάκι του προβολέα). Κανονίζουμε, με την βίδα ανυμώσεως, την κάθετη φωτεινή γραμμή κατά τρόπο που να είναι κεντραρισμένη στο μηδέν (στο κουτάκι συγκλίσεως του αριστερού προβολέα).

- 4 Μετακινούμε τον αριστερό πίνακα έτσι που η κάθετη φωτεινή γραμμή να είναι κεντραρισμένη στην κάθετη γραμμή συγκλίσεως του πίνακα και έχουμε ρυθμίσει τον αριστερό τροχό.
- 5 Για τον δεξιό τροχό κάνουμε τις ίδιες κινήσεις που κάναμε στη ρύθμιση του αριστερού τροχού, αρχίζοντας από τον α/α 2 κλπ και που κάθε κανόνισμα του δεξιού τροχού θα μεταβάλλει τις ενδείξεις, δηλαδή θα ξεκεντράρει τις φωτεινές γραμμές που είχαμε στη ρύθμιση του αριστερού τροχού. Όταν τελειώσουμε την ρύθμιση του δεξιού τροχού οι μεταβολές των ενδείξεων του που φαίνονται στο αριστερό κουτάκι κλίμακας ενδείξεων είναι η ολική σύγκλιση, (ή απόκλιση) και των δύο τροχών. Την ένδειξη συγκλίσεως ή αποκλίσεως που διαβάζουμε από τα κουτάκια των πινάκων (ταμπλώ) αρκεί να έχουμε κάνει το κανόνισμα α/α 4. Αν έχουμε ένδειξη ολικής συγκλίσεως μεγαλύτερη ή μικρότερη των προδιαγραφών και ξέρουμε να κάνουμε επισκευή του οχήματος π.χ. αν έχουν ένδειξη ολικής συγκλίσεως $3/8''$ επιθυμούμε ολική $1/8''$ τότε μοιράζουμε την ολική σύγκλιση : 5' που έχουμε με τους πίνακες φέρνοντάς τους στο μισό του $3/8''$, δηλαδή στα $3/16''$. Στη συνέχεια ρυθμίζουμε τις μπάρες των τροχών μεταβάλλοντας την σύγκλιση μέχρι να έρθει στον πίνακα στο $1/16''$ είναι το μισό της επιθυμητής συγκλίσεως $1/8''$.



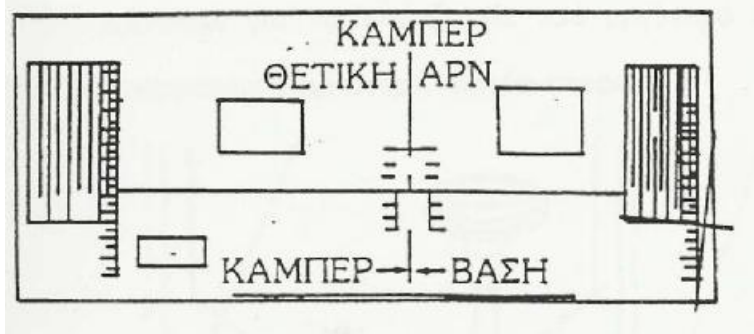
3.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΣΗΣ ΘΕΣΕΩΣ ΤΙΜΟΝΙΟΥ

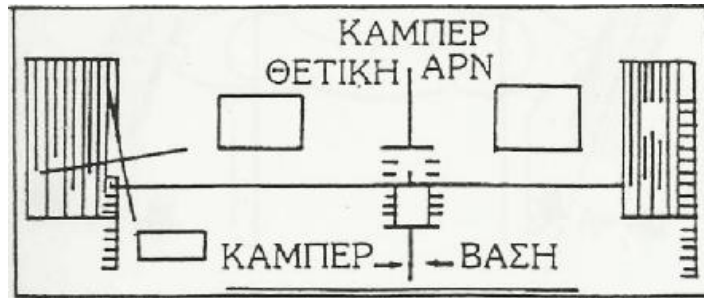
1. Βάζουμε τους τροχούς με ακρίβεια σε δέση κατ' ευθείαν εμπρός, ξ : c. κάνει με ακρίβεια και αντιστάθμιση, και έχοντας κανονίσει τους πινάκες κατά τρόπο που οι κάθετες φωτεινές ακτίνες να συμπίπτουν με τις γραμμές των πινάκων) και παρατηρούμε τις ακτίνες του τιμονιού:
 - α) Αν είναι σε κανονική (οριζόντια) θέση, (οπότε η μέση δέση λιμονιού και ως προς την ευθυγράμμιση ατέρμονα/ κορώνας και ως προς τα ακρόμπαρα είναι σχαστή)
 - β) Αν δεν είναι σε κανονική δέση (οπότε αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στην κακή ευθυγράμμιση ατέρμονα / κορώνας είτε στα ακρόμπαρα)

2. Εξέταση ενδεχομένου κακής ευθυγραμμίσεως ατέρμονα / κορώνας [αν. 1.6). στρίβουμε το τιμόνι μέχρι το τέρμα προς μία οποιαδήποτε φορά περιστροφής, και στη δέση αυτή βάζουμε ένα σημάδι κάππου στο στεφάνι του τιμονιού (σημείο α) και ένα άλλο σημάδι αντίστοιχα σε κάποιο σταθερό σημείο (σημείο αναφοράς).
- 5 Στοιβούμε το τιμόνι μέχρι το τέρμα προς την αντίθετη φορά, μετρώντας (με βάση το σημείο αναφοράς) τις ολόκληρες στροφές και το κλάσμα στροφής που χρειάστηκε μέχρι να τερματίσει.
- 4 Διαιρούμε δια δύο τον αριθμό των στροφών και κλασμάτων που μετρήσαμε (η διαίρεση 2 των κλασμάτων της στροφής γίνεται επάνω στο στεφάνι του τιμονιού) και σημαδεύουμε ένα άλλο σημείο στο στεφάνι του τιμονιού (σημείο β).
- 5 Περιστρέφουμε το τιμόνι προς την αντίθετη φορά (της προηγούμενης περίπτωσης) κατά το πηλίκιο, που βρήκαμε διαιρώντας τον αριθμό των στροφών του τιμονιού δια 2 έτσι που το σημείο β να έλθει ξανά στο αρχικό σταθερό σημείο, και παρατηρούμε τις ακτίνες του τιμονιού, (αν είναι σε κανονική θέση τότε ο ατέρμονος / κορώνα είναι σωστά ευθυγραμμισμένα, αν δεν είναι σε κανονική δέση προχωράμε στην πράξη επιδιόρθωσης).

3.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΛΙΣΕΩΣ ΑΞΟΝΑ ΟΔΗΓΗΣΕΩΣ

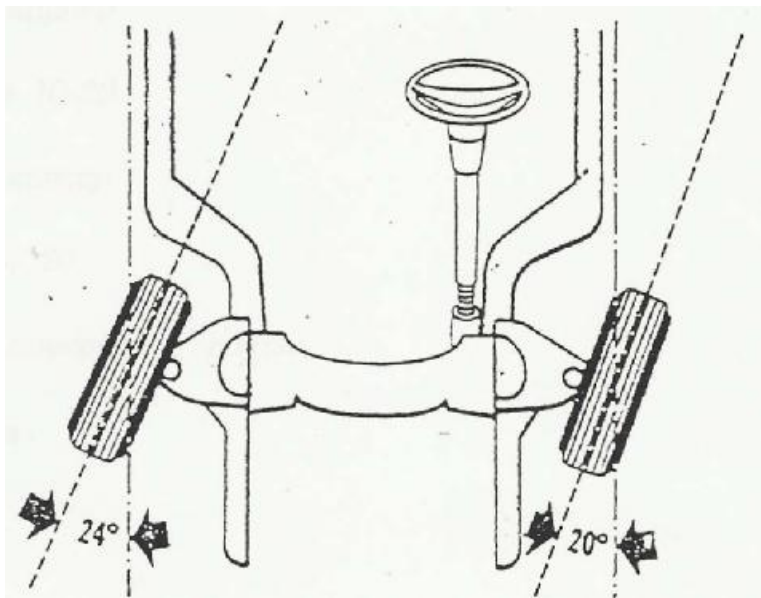
- 1 Σηκώνουμε τους μπροστινούς τροχούς περίπου 1/4" πάνω από τα -ιάτα, (πλάκες περιστροφής) χρησιμοποιώντας τους γρύλους σε κάθε τροχό.
- 2 Φρενάρουμε τους τροχούς του οχήματος, (με το σχετικό παρελκόμενο)
- 3 Βάζουμε τους τροχούς σε δέση κατ' ευθείαν εμπρός και στρίβουμε με το τιμόνι δεξιά μέχρι η κάθετη φωτεινή γραμμή του μεγάλου σταυρού να πέσει στην κάθετη εσωτερική γραμμή στροφής 10° του αριστερού πίνακα.
- 4 Περιστρέφουμε τον φρεναρισμένο αριστερό τροχό με φορά -,επιστροφής προς τα εμπρός, μέχρι ότου να εκμηδενιστεί ο τζόγος προς αυτή την κατεύθυνση, (εμπρός)
- 5 Λασκάροντας το κουμπί φερμαρίσματος δίνουμε κλίση στον προβολέα μέχρι η φωτεινή γραμμή να κόβει το μηδέν της κάθετης δεξιάς κλίμακας του πίνακα και φερμάρουμε τον προβολέα.
6. Στρίβουμε το τιμόνι τους τροχούς αριστερά μέχρι η κάθετη φωτεινή γραμμή του μεγάλου σταυρού να πέσει στην κάθετη εξωτερική γραμμή στροφής 10° του ίδιου πίνακα.
7. Περιστρέφουμε τον φεναρισμένο τροχό με φορά περιστροφής προς τα εμπρός έως ότου εκμηδενιστεί ο τζόγος. Διαβάζουμε την ένδειξη της κλίσεως του άξονα οδηγήσεως στην κλίμακα (3° -11°). Η ίδια διαδικασία γίνεται για την εύρεση κλίσεως άξονα οδηγήσεως και στον δεξιό τροχό.





3.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΗΣ

1. Βάζουμε τους τροχούς στη δέση κατ' ευθείαν εμπρός και τους φρενάρουμε με το ποδόφρενο, (με σχετικό παρελκόμενο)
2. Κατεβάζουμε το αυτοκίνητο στα πιάτα και βγάζουμε τις ασφάλειες
3. Στριβούμε τον αριστερό τροχό 20° , (στην κλίμακα των πιάτων) προς τα μέσα, (δεξιά)
4. Παίρνουμε την ένδειξη, (στην κλίμακα των πιάτων) του δεξιού απέναντι τροχού
5. Ο δεξιός τροχός που σχηματίζει την εσωτερική γωνία στροφής πρέπει να έχει μεγαλύτερη των 20° γωνία στροφής και μέσα στα όρια που δίνει ο κατασκευαστής.
6. Το αντίθετο κάνουμε για να ελέγξουμε τον αριστερό τροχό που θα σχηματίζει την εσωτερική αριστερή γωνία στροφής.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

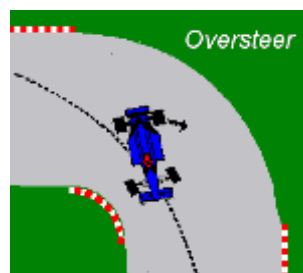
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ CAMBER, CASTER, TOE

4.1 ΥΠΕΡΣΤΡΟΦΗ – ΥΠΟΣΤΡΟΦΗ (OVERSTEER – UNDERSTEER)

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση των βασικότερων γεωμετρικών ρυθμίσεων ενός αυτοκινήτου θα κάνουμε μια μικρή επεξήγηση στην συμπεριφορά του όταν αυτό κινείται σε στροφή. Και αυτό γιατί οι ρυθμίσεις camber, caster (ή castor) & toe αφορούν κατά κύριο λόγο τις τάσεις που δέχεται ένα κινούμενο όχημα κατά το φρενάρισμα – επιτάχυνση, κατά το στρίψιμό του και γενικά κατά την οδήγηση του.

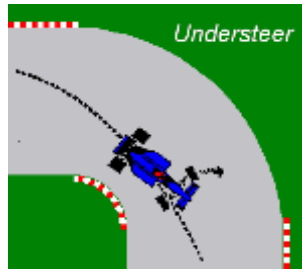
4.2 ΥΠΕΡΣΤΡΟΦΗ (OVERSTEER)

Υποστροφή είναι η τάση που έχει ένα αυτοκίνητο, όταν στρίβει, να διαγράψει μικρότερη τροχία από αυτή που ο οδηγός επιθυμεί. Αυτό συμβαίνει όταν οι πίσω τροχοί φεύγουν από την πορεία τους με αποτέλεσμα να τραβούν την πίσω τμήμα του αυτοκινήτου στην εξωτερική πλευρά της στροφής. Η πρόκληση αυτού του φαινομένου μπορεί να γίνει λόγω των φθαρμένων ελαστικών ή υπερβολικής φόρτωσης του πίσω μέρους του οχήματος ή με λανθασμένη ρύθμιση στην γωνία camber. Το διάγραμμα δείχνει ένα όχημα όταν αυτό υπεστρέφει.



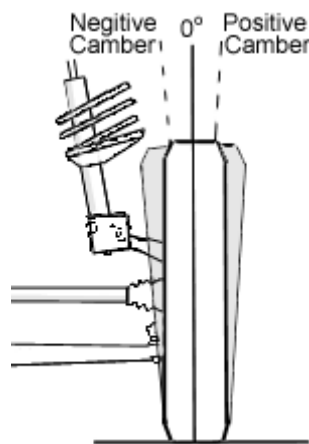
4.3 ΥΠΟΣΤΡΟΦΗ (UNDERSTEER)

Υποστροφή είναι η τάση που έχει ένα αυτοκίνητο, όταν στρίβει, να διαγράψει μεγαλύτερη τροχία από αυτή που ο οδηγός επιθυμεί. Αυτό συμβαίνει όταν οι μπροστινοί τροχοί φεύγουν από την πορεία τους με αποτέλεσμα να τραβούν την εμπρόσθιο τμήμα του αυτοκινήτου στην εξωτερική πλευρά της στροφής. Η πρόκληση αυτού του φαινομένου μπορεί να γίνει λόγω των φθαρμένων ελαστικών ή υπερβολικής φόρτωσης του εμπρόσθιου μέρους του οχήματος ή με λανθασμένη ρύθμιση στην γωνία camber. Το διάγραμμα δείχνει ένα όχημα όταν αυτό υποστρέφει.



4.4 CAMBER

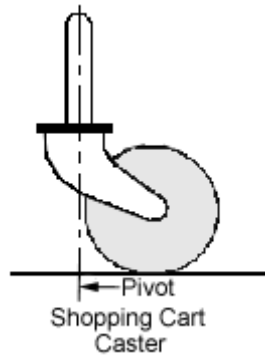
Η γωνία camber είναι η γωνία που σχηματίζεται από τον κάθετο άξονα ενός οχήματος το έδαφος. Στο διάγραμμα βλέπουμε έναν τροχό με μηδενική γωνία camber και τις θέσεις που αυτός παίρνει όταν η γωνία είναι θετική ή αρνητική αντίστοιχα.



Η σωστή ρύθμιση της γωνίας αυτής βοηθάει στο στρίψιμο του αυτοκινήτου διότι ο τροχός στέκεται «κόντρα» στο βάρος του οχήματος που λόγω κεντρομόλου δύναμης τείνει να φέρει το όχημα στην εξωτερική πλευρά της στροφής. Επίσης μην ξεχνάμε ότι την ίδια δύναμη δέχεται και ο τροχός από μόνος του. Δηλαδή έχοντας μηδενική γωνία camber και στρίβοντας με μεγάλη ταχύτητα σε μια στροφή αυτός καταλήγει να βρεθεί σε αρνητική κλίση. Αντίθετα αν έχουμε αρνητική κλίση από την αρχή ο τροχός την ώρα της στροφής, και λόγω φυγόκεντρης δύναμης, θα έρθει σε μηδενική κλίση και έτσι εκμεταλλευόμαστε όλη την επιφάνεια του ελαστικού που τελικά θα «πατήσει» με όλο του το πέλμα. Λογικό λοιπόν είναι ο τροχός να έχει πάντα μια ρύθμιση με αρνητική κλίση. Προσοχή χρειάζεται να δώσουμε στο ποσοστό της κλίσης γιατί μια υπερβολικά αρνητική ρύθμιση της θα έχει σοβαρές απόλυες στο φρενάρισμα και στην επιτάχυνση του οχήματος σε ευθεία, αφού τότε το ελαστικό θα πατάει κυρίως με τις εσωτερικές γωνίες του πέλματος.

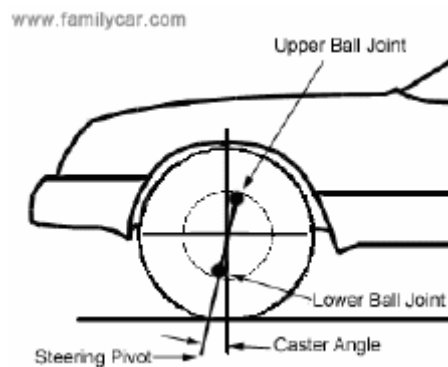
4.5 CASTER

Η γωνία Caster (ονομαστικά μπορεί να την συναντήσουμε και ως castor) είναι το μέγεθος εκείνο που μετράει την κλίση του τροχού ως προς κάθετο στον εγκάρσιο άξονα του αυτοκινήτου. Για να γίνει αυτό πιο κατανοητό, το πιο οφθαλμοφανές παράδειγμα είναι το καροτσάκι του super market. Σε αυτή την κατασκευή ο τροχός έχει αρνητική caster και έτσι δημιουργείται στον τροχό trail effect. Δηλαδή ο τροχός σέρνεται από το καρότσι και το καρότσι από τον τροχό.



Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και με τον τροχό του αυτοκινήτου. Γι' αυτό πάντα τα αυτοκίνητα έχουν θετική caster. Έτσι ο τροχός «σέρνει» το όχημα και όχι το αντίθετο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα θετικής caster είναι οι μπροστινοί τροχοί μιας μοτοσικλέτας. Η σύνθετη ρύθμιση στα αυτοκίνητα είναι μεταξύ $+3^\circ$ και $+6^\circ$. Το βασικό και αυτό που πρέπει να προσέξουμε ρυθμίζοντας την γωνία αυτή είναι οι απέναντι τροχοί να έχουν ακριβώς τις ίδιες μοίρες. Ως αποτέλεσμα της μη τήρησης αυτού είναι το αυτοκίνητο να «τραβάει» κατά το φρενάρισμα.

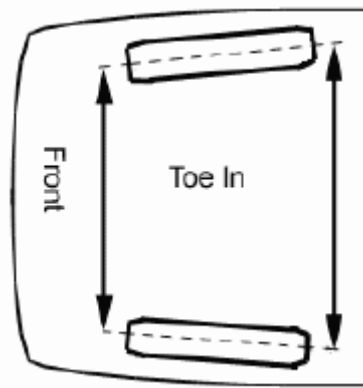
Στο σχεδιάγραμμα τροχός εμπρός μέρους αυτοκινήτου με θετική caster.



4.6 TOE

Η γωνία toe είναι εκείνη η γωνία που μετράει την απόκλιση του κάθε τροχού από τον νοητό επιμήκη άξονα του αυτοκινήτου. Παίζει πολύ βασικό ρόλο στην οδηγική συμπεριφορά του οχήματος επηρεάζοντας καθοριστικά την ευστάθεια του. Αυξομειώνοντας την γωνία απόκλισης διορθώνουμε το μέγεθος της υπερστροφής και της υποστροφής που θα έχει το όχημα κατά το στρίψιμο του.

Στο επόμενο διάγραμμα το μπροστινό τμήμα ενός αυτοκινήτου με θετική toe και πως ακριβώς μετρείται.



Μετατροπή	Αποτέλεσμα	Παραμετροποίηση
Υψηλότερη πίεση εμπρός ελαστικά	Λιγότερη υποστροφή	+/- 10psi από την προτεινόμενη πίεση του κατασκευαστή
Χαμηλότερη πίεση εμπρός ελαστικά	Περισσότερη υποστροφή	+/- 10psi από την προτεινόμενη πίεση του κατασκευαστή
Υψηλότερη πίεση πίσω ελαστικά	Λιγότερη υπερστροφή	+/- 10psi από την προτεινόμενη πίεση του κατασκευαστή
Χαμηλότερη πίεση πίσω ελαστικά	Περισσότερη υπερστροφή	+/- 10psi από την προτεινόμενη πίεση του κατασκευαστή
Σκληρότερη αντιστρεπτική εμπρός	Περισσότερη υποστροφή	+/- 5 έως 10mm της διαμέτρου
Μαλακότερη αντιστρεπτική εμπρός	Λιγότερη υποστροφή	+/- 5 έως 10mm της διαμέτρου
Σκληρότερη αντιστρεπτική πίσω	Περισσότερη υπερστροφή	+/- 5 έως 10mm της διαμέτρου
Μαλακότερη αντιστρεπτική πίσω	Λιγότερη υπερστροφή	+/- 5 έως 10mm της διαμέτρου
Περισσότερο αρνητικό κάμπερ στους εμπρός τροχούς	Λιγότερη υποστροφή, μείωση της Slip Angle	0 έως -5 μοίρες
Περισσότερο θετικό κάμπερ στους εμπρός τροχούς	Περισσότερη υποστροφή, αύξηση της Slip Angle	0 έως +1 μοίρα
Περισσότερο αρνητικό κάμπερ στους πίσω τροχούς	Λιγότερη υπερστροφή, μείωση της Slip Angle	0 έως -4 μοίρες
Περισσότερο θετικό κάμπερ στους πίσω τροχούς	Περισσότερη υπερστροφή	0 έως +1 μοίρα

Περισσότερη σύγκλιση στους εμπρός τροχούς	Σταθερό τιμόνι στην ευθεία, άνετο ταξίδι, αλλά αύξηση της υποστροφής	0 έως +1 μοίρα
Περισσότερη σύγκλιση στους πίσω τροχούς	Λιγότερη υπερστροφή όταν «σηκώνουμε απότομα» το πόδι από το γκάζι	0 έως +1 μοίρα
Περισσότερη απόκλιση στους εμπρός τροχούς	«Καλύτερο» τιμόνι, το όχημα στρίβει γρηγορότερα και η υποστροφή μειώνεται. Στην ευθεία και στα φρένα η «μούρη ψάχνεται» και ο οδηγός κάνει «πριονάκι» για να διορθώσει τα «ψαρέματα» του εμπρός μέρους	0 έως -1 μοίρα
Περισσότερη απόκλιση στους πίσω τροχούς	Καλύτερο στρίψιμο του πίσω μέρους σε στενές στροφές, λιγότερη υπερστροφή σε στενές στροφές, λιγότερη πρόσφυση για επιτάχυνση στην ευθεία	0 έως -1 μοίρα
Περισσότερο θετικό κάστερ στους εμπρός τροχούς	Καλύτερο στρίψιμο, ελαφρύτερο τιμόνι και καλύτερη επαναφορά τιμονιού μετά τη στροφή	
Λιγότερο αρνητικό κάστερ στους εμπρός τροχούς	Μείωση της υποστροφής ισχύος (power on understeer) που δημιουργεί κραδασμούς στα μπροστοκίνητα κατά το σπινάρισμα	
Σκληρότερα ελατήρια εμπρός	Λιγότερη υποστροφή, λιγότερο body roll εμπρός	300 έως 1200 λίμπρες (1 κιλό = 2.2 λίμπρες)
Μαλακότερα ελατήρια εμπρός	Περισσότερη υποστροφή, περισσότερο body roll εμπρός	110 έως 300 λίμπρες
Σκληρότερα ελατήρια πίσω	Λιγότερη υπερστροφή, μείωση του body roll πίσω	300 έως 1200 λίμπρες
Μαλακότερα ελατήρια πίσω	Περισσότερη υπερστροφή, λιγότερο body roll εμπρός	110 έως 300 λίμπρες
Περισσότερο φρένο πίσω	Μείωση της υποστροφής κατά την είσοδο (corner entry understeer)	0 έως 15%
Περισσότερο φρένο εμπρός	Μείωση της υπερστροφής κατά την είσοδο (corner entry oversteer)	0 έως 15%
Σκληρότερη επαναφορά (rebound) αποσβεστήρων εμπρός	Λιγότερη υποστροφή κατά την έξοδο της στροφής	+ 10 έως 100% αύξηση
Σκληρότερη επαναφορά (rebound) αποσβεστήρων πίσω	Λιγότερη υποστροφή κατά την είσοδο της στροφής	+ 10 έως 100% αύξηση
Σκληρότερη συμπίεση (bump) αποσβεστήρων εμπρός	Λιγότερη υπερστροφή κατά την είσοδο της στροφής	+ 10 έως 100% αύξηση

Σκληρότερη συμπίεση (bump) αποσβεστήρων πίσω	Λιγότερη υπερστροφή κατά την έξοδο της στροφής	+ 10 έως 100% αύξηση
Μαλακότερη επαναφορά (rebound) αποσβεστήρων εμπρός	Λιγότερη υπερστροφή κατά την έξοδο της στροφής	+ 10 έως 100% αύξηση
Μαλακότερη επαναφορά (rebound) αποσβεστήρων πίσω	Λιγότερη υπερστροφή κατά την είσοδο της στροφής	+ 10 έως 100% αύξηση
Μαλακότερη συμπίεση (bump) αποσβεστήρων εμπρός	Λιγότερη υποστροφή κατά την είσοδο της στροφής	+ 10 έως 100% αύξηση
Μαλακότερη συμπίεση (bump) αποσβεστήρων πίσω	Λιγότερη υποστροφή κατά την έξοδο της στροφής	+ 10 έως 100% αύξηση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τη βοήθεια του αλγόριθμου έγινε παραμετρική ανάλυση οχημάτων με μεταβλητές παραμέτρους. Ως βάση σύγκρισης χρησιμοποιήθηκαν τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά οχήματος μέρος. Το όχημα αυτό θα συμβολίζεται ως Formula ART7 ενώ τα γεωμετρικά και τεχνικά του χαρακτηριστικά παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα Δ. Κάθε άλλο όχημα που αναλύθηκε διέφερε σε σχέση με το πρωτότυπο σε μία παράμετρο ώστε να διερευνηθεί η επίδραση της στην οδική του συμπεριφορά.

5.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Για την επαλήθευση της ακρίβειας των υπολογισμών του μοντέλου έγινε σύγκριση με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από όμοιες αναλύσεις με χρήση άλλων μοντέλων. Ως μέθοδοι σύγκρισης επιλέχθηκαν το μοντέλο ενός ίχνους όπως προτείνεται από τους Mitschke και Wallentowitz και αναλύεται στο παράρτημα Γ και το εμπορικό πρόγραμμα ADAMS της εταιρίας MSC [Mitschke, 2003] [MSC Software Corporation, 2009]. Η επιλογή των δύο αυτών μοντέλων έγινε σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια:

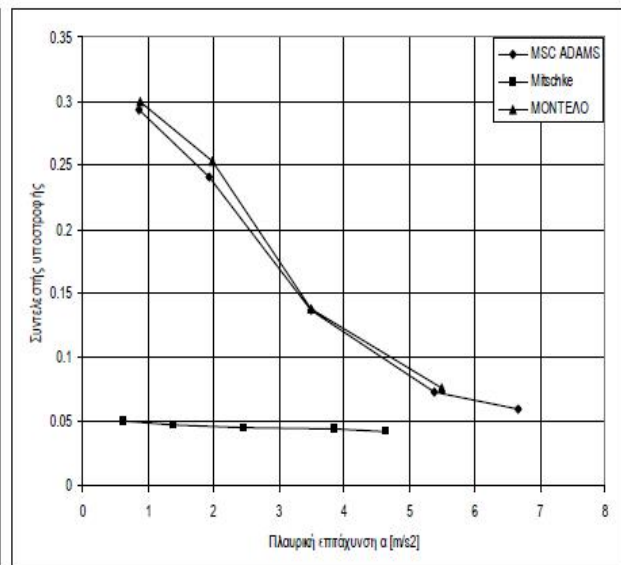
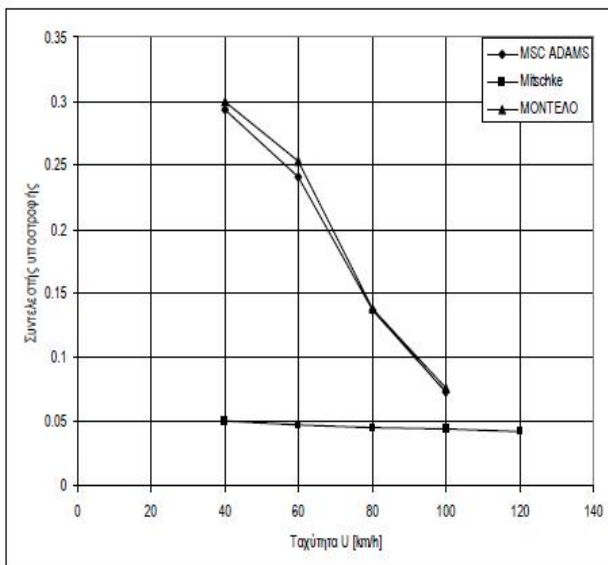
1. Πολυπλοκότητα
2. Ευχρηστικότητα
3. Πλήθος απαραίτητων δεδομένων
4. Χρόνος προετοιμασίας μοντέλου
5. Χρόνος επίλυσης
6. Ακρίβεια υπολογισμών
7. Δυνατότητα εναλλακτικών επιλύσεων

Στον πίνακα 5.1 έγινε μια αξιολόγηση του μοντέλου ενός ίχνους και του κώδικα ADAMS σύμφωνα με τα παραπάνω κριτήρια

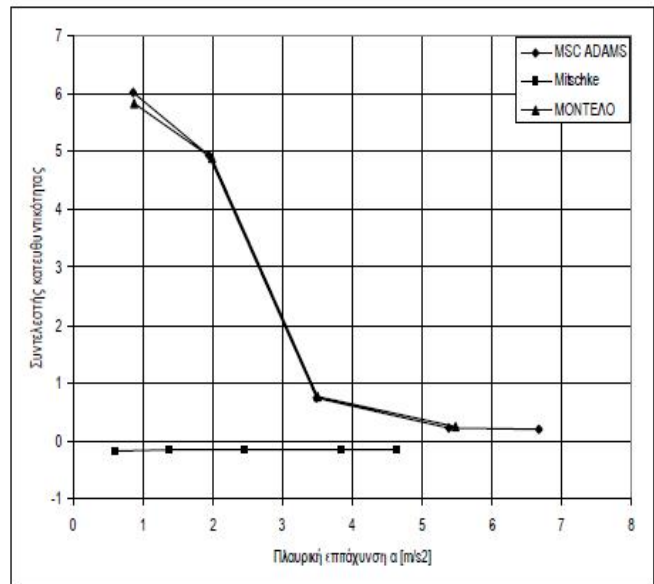
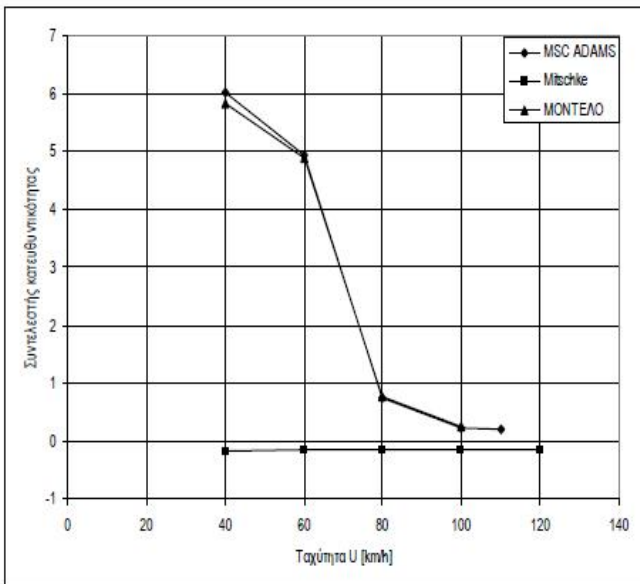
Πίνακας 5.1 – Αξιολόγηση μοντέλων

Η οδική συμπεριφορά του οχήματος ελέγχθηκε σε όλες τις καταστάσεις και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα διαγράμματα των σχημάτων 5.1 και 5.2.

	MSC ADAMS V2005R2	Μοντέλο MITSCHKE/WALLEN TOWITZ
Πολυπλοκότητα	Απαιτείται εμπειρία	Καμία
Πλήθος απαραίτητων δεδομένων	Πλήρης γεωμετρική και κατασκευαστική περιγραφή	Ελάχιστα δεδομένα
Χρόνος προετοιμασίας μοντέλου	Πολύ μεγάλος	Ασήμαντος
Χρόνος επίλυσης	Περίπου ίσος με τον χρόνο ανάλυσης με το χρόνο απόκρισης	Εξαιρετικά μικρός
Ακρίβεια υπολογισμών	Πολύ καλή	Περιορισμένη $a_y \leq 0,3[g]$
Δυνατότητα εναλλακτικών επιλύσεων	Αρκετά χρονοβόρα	Εύκολη για περιορισμένες όμως επιλογές



Σχήμα 5.1 – Συντελεστής ευστάθειας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα
 α) συναρτήσει της ταχύτητας και
 β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης



Σχήμα 5.2 – Συντελεστής κατευθυντικότητας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα α) συναρτήσει της ταχύτητας και β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης

Από την σύγκριση των μοντέλων προκύπτει ότι τα αποτελέσματα του προτεινόμενου μοντέλου είναι πολύ καλά με μέγιστο σφάλμα περίπου 7% στην περιοχή των 5~6 [m/s²] πλευρικής επιτάχυνσης σε σχέση με τα αυτά που προκύπτουν από τις αναλύσεις με τη βοήθεια του ADAMS.

5.3 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΜΑΖΑΣ

Τα πρώτα μεγέθη που εκλέγονται ή εκτιμώνται κατά την προμελέτη οχήματος είναι το μεταξόνιο l , το μετατρόχιο b , η μάζα του οχήματος V ul m , η κατανομή βάρους του, το ύψος του κέντρου βάρους CG h και η ροπή αδράνειας z V l , . Η μάζα V ul m , καθορίζεται κυρίως από τον τύπο του οχήματος, ενώ η αναλογία αναρτώμενης – μη αναρτώμενης μάζας από την επιθυμητή συχνότητα των αναπτυσσόμενων ταλαντώσεων. Το ύψος του κέντρου βάρους τέλος, πρέπει να διατηρείται όσο το δυνατόν χαμηλότερο ώστε να περιορίζεται η μεταφορά βάρους κατά την κίνηση οχήματος σε καμπύλη τροχιά. Παρακάτω θα διερευνηθεί η επίδραση των βασικών γεωμετρικών μεγεθών στην τελική οδική συμπεριφορά.

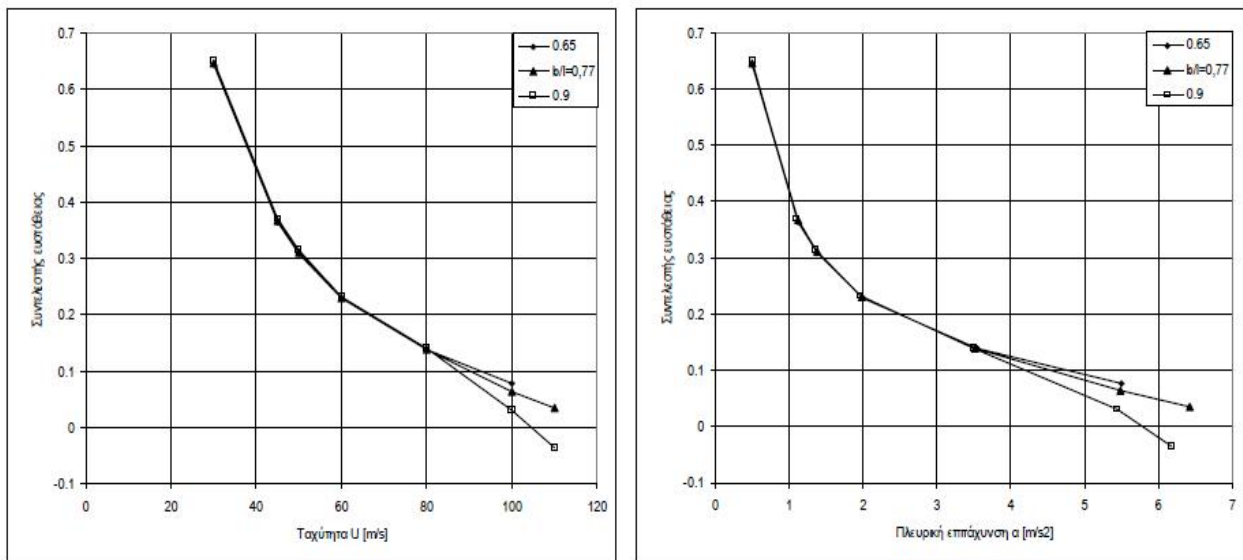
5.3.1 ΛΟΓΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΧΙΟΥ – ΜΕΤΑΞΟΝΙΟΥ

Αρχικά διερευνήθηκε η επίδραση του λόγου μετατροχίου - μεταξονίου b/l . Εξετάστηκαν τα οχήματα του πίνακα 5.2.

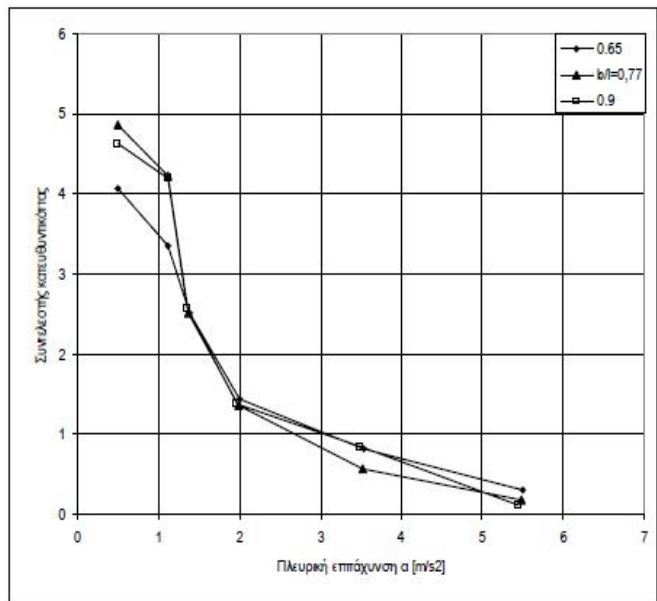
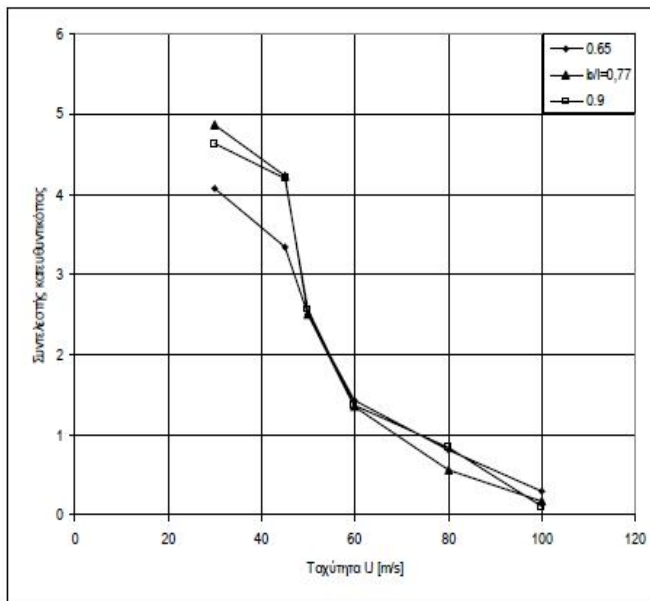
Πίνακας 5.2 – Πίνακας λόγων μετατροχίου/μεταξονίου

	Λόγος $\frac{b}{l}$
Όχημα 1	0,65
Όχημα 2 Formula ART7	0,77
Όχημα 3	0,9

Στα διαγράμματα των σχημάτων 5.3 και 5.4 παρουσιάζεται η μεταβολή του συντελεστή ευστάθειας και κατευθυντικότητας σε συνάρτηση με την αναπτυσσόμενη πλευρική επιτάχυνση και την ταχύτητα του οχήματος.



Σχήμα 5.3 – Συντελεστής ευστάθειας α) συναρτήσει της ταχύτητας και β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης



Σχήμα 5.4 – Συντελεστής κατευθυντικότητας α) συναρτήσει της ταχύτητας και β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης

Από τα αποτελέσματα των διαγραμμάτων 5.3 και 5.4 προκύπτει ότι όσο αυξάνει ο λόγος l/b τα οχήματα παρουσιάζουν όλο και περισσότερο υπερστροφικό χαρακτήρα και γίνονται περισσότερο ευέλικτα..

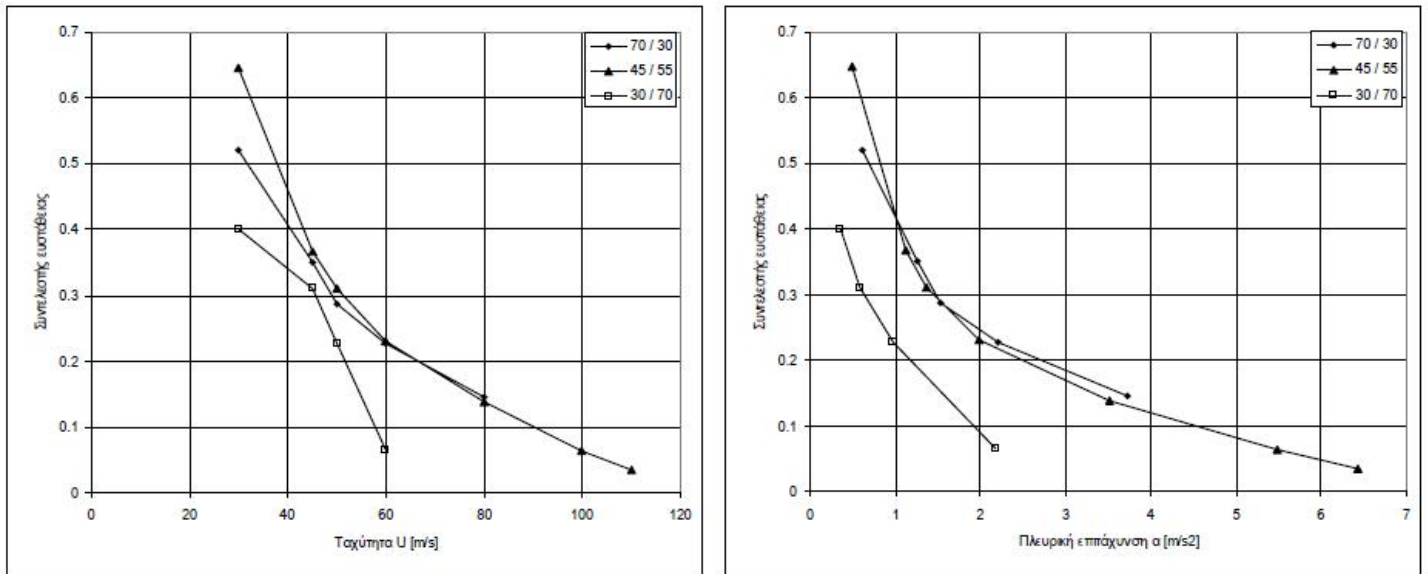
5.3.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΑΡΟΥΣ

Επόμενο βήμα είναι η προεκτίμηση της κατανομής του βάρους του οχήματος. Για τη διερεύνηση της επίδρασης του εξετάστηκαν οχήματα με κατανομή βάρους σύμφωνα με τον πίνακα 5.3

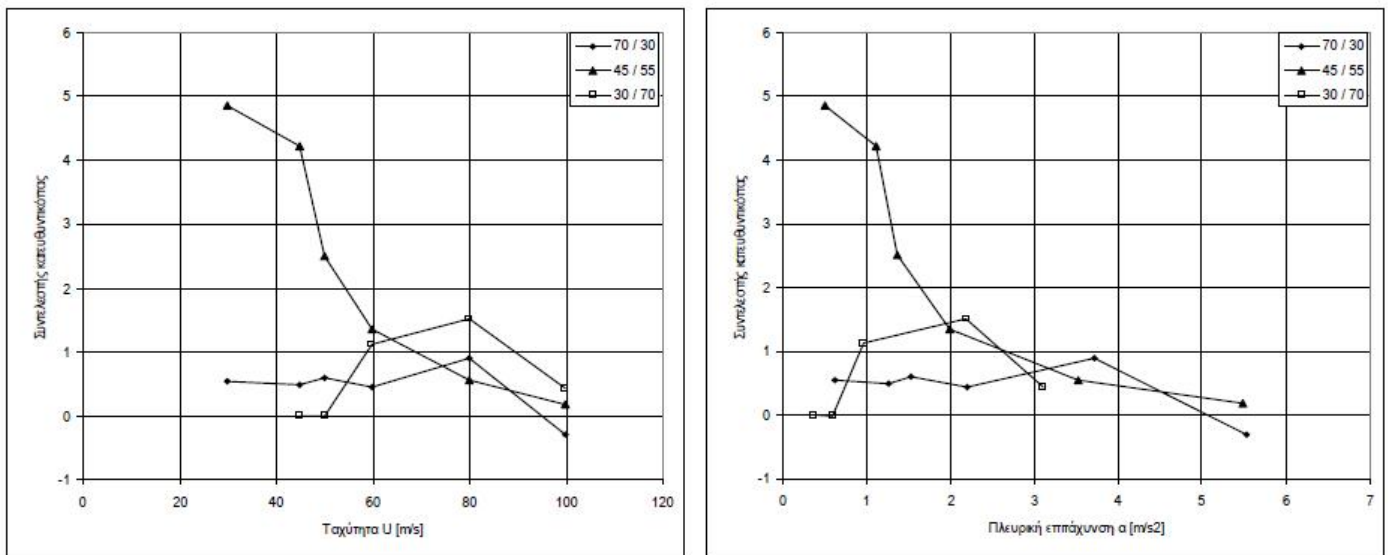
Πίνακας 5.3 – Πίνακας μεταβολών κατανομής βάρους

	Κατανομή βάρους
Όχημα 1	30 / 70
Όχημα 2 Formula ART7	45 / 55
Όχημα 3	70 / 30

Στα διαγράμματα των σχημάτων 5.5 και 5.6 παρουσιάζεται η μεταβολή του συντελεστή ευστάθειας και κατευθυντικότητας σε συνάρτηση με την αναπτυσσόμενη πλευρική επιτάχυνση και την ταχύτητα του οχήματος.



**Σχήμα 5.5 – Συντελεστής ευστάθειας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα
α) συναρτήσει της ταχύτητας και
β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης**



**Σχήμα 5.6 – Συντελεστής κατευθυντικότητας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα
α) συναρτήσει της ταχύτητας και
β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης**

Από τα σχήματα 5.5 και 5.6 παρατηρείται ότι οχήματα με έντονα οπισθόβαρο χαρακτήρα παρουσιάζουν αντίστοιχα έντονα υπερστροφική συμπεριφορά. Επίσης, παρατηρείται ότι όσο η κατανομή του βάρους τείνει σε αναλογία 45/55 τα οχήματα αποκτούν μεγαλύτερο συντελεστή κατευθυντικότητας..

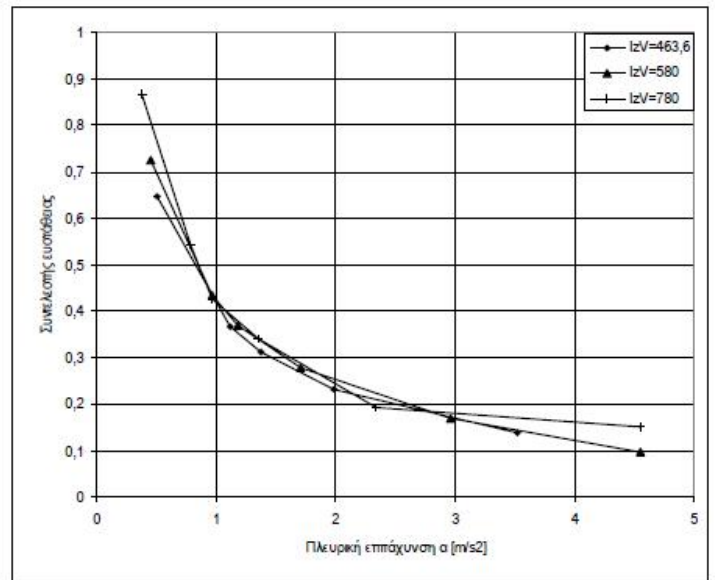
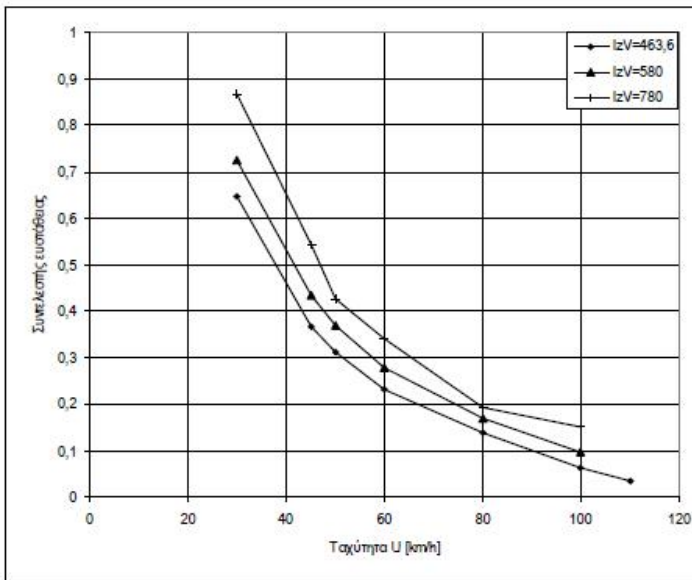
5.3.3 ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ $I_{z,v}$

Ως τελευταίο μέγεθος που καθορίζει τις βασικές γεωμετρικές διαστάσεις του οχήματος εξετάστηκε η ροπή αδράνειας $I_{z,v}$, στον κατακόρυφο άξονα του. Ειδικότερα εξετάστηκαν οχήματα με $I_{z,v}$, σύμφωνα με τον πίνακα 5.4

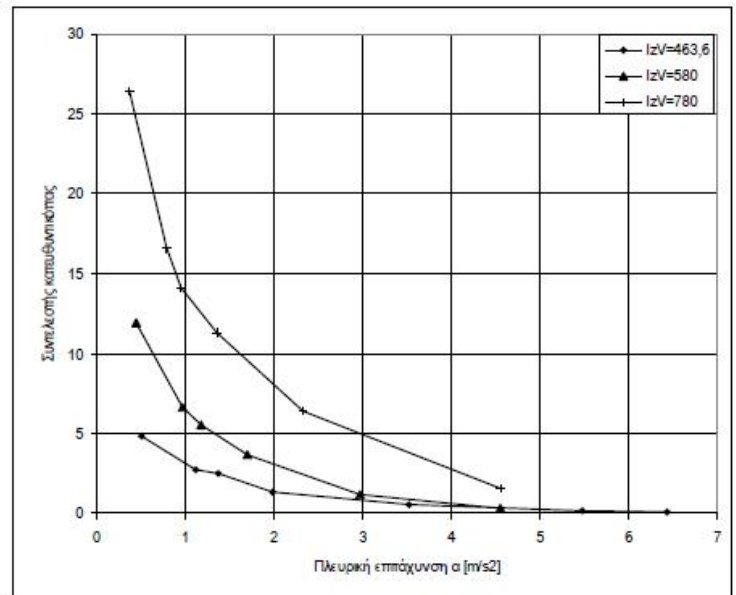
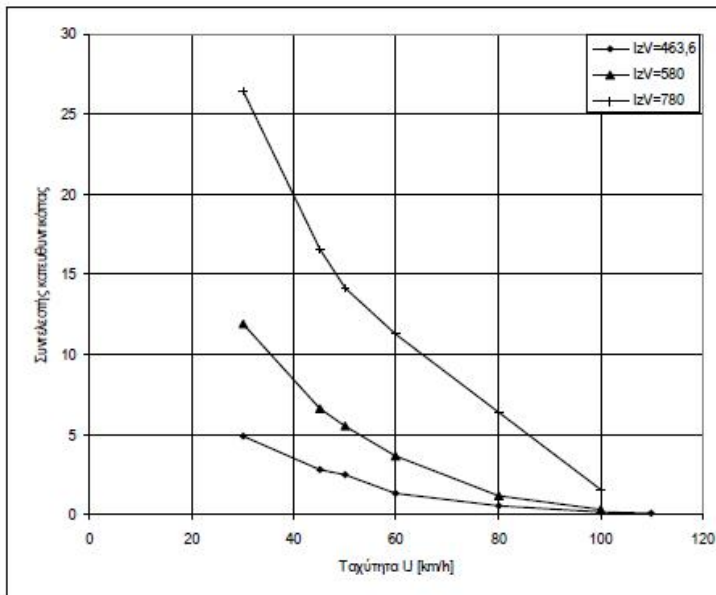
Πίνακας 5.4 – Πίνακας μεταβολών ροπών αδράνειας

	$I_{z,v} [kgm^2]$
Όχημα 1 Formula ART7	463,6
Όχημα 2	580
Όχημα 3	780

Στα διαγράμματα των σχημάτων 5.7 και 5.8 παρουσιάζεται η μεταβολή του συντελεστή ευστάθειας και κατευθυντικότητας σε συνάρτηση με την αναπτυσσόμενη πλευρική επιτάχυνση και την ταχύτητα του οχήματος.



Σχήμα 5.7 – Συντελεστής ευστάθειας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα
α) συναρτήσει της ταχύτητας και
β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης



Σχήμα 5.8 – Συντελεστής κατευθυντικότητας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα
α) συναρτήσει της ταχύτητας και
β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης

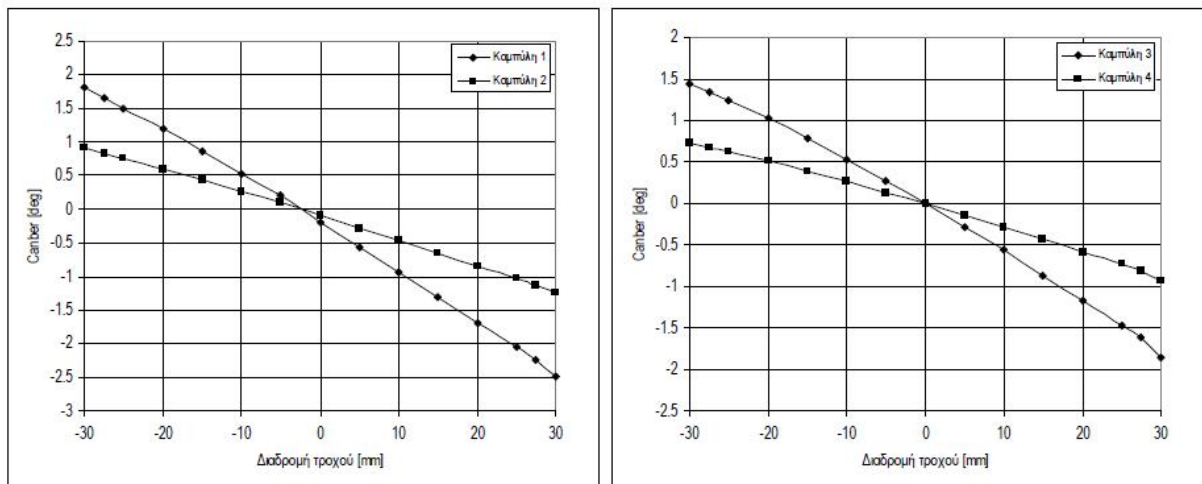
Από τα αποτελέσματα των διαγραμμάτων 5.7 και 5.8 προκύπτει γενικά ότι αύξηση της ροπής αδράνειας $I_{z,v}$, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της υποστροφικής συμπεριφοράς των οχημάτων κάνοντας τα λιγότερο ευέλικτα.

5.4 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ

Μετά τον καθορισμό των βασικών διαστάσεων του οχήματος ακολουθεί ο σχεδιασμός των αναρτήσεων. Αρχικά διερευνήθηκαν η επίδραση της μεταβολής της γωνίας camber σε συνάρτηση με την κατακόρυφη διαδρομή των τροχών και ο στατικός προσανατολισμός των τροχών στην οδική συμπεριφορά του οχήματος. Στη συνέχεια διερευνήθηκε η θέση και η κλίση του άξονα κλυδωνισμού του οχήματος και τέλος, μελετήθηκε η επίδραση της ελαστικότητας της ανάρτησης.

5.4.1 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΗΣ ΓΩΝΙΑΣ CAMBER

Για την διερεύνηση της επίδρασης της μεταβολής της γωνίας camber έγινε χρήση δύο τυπικών καμπύλων μεταβολής γωνίας camber. Κάθε μία από αυτές τις καμπύλες προκύπτει από διαφορετικό τύπο ανάρτησης. Στο διάγραμμα του σχήματος 5.9α παρουσιάζονται δύο τυπικές καμπύλες μεταβολής της γωνίας camber μπροστά άξονα. Στο διάγραμμα του σχήματος 5.9β παρουσιάζεται η μεταβολή της γωνίας camber για πίσω άξονα οχήματος.



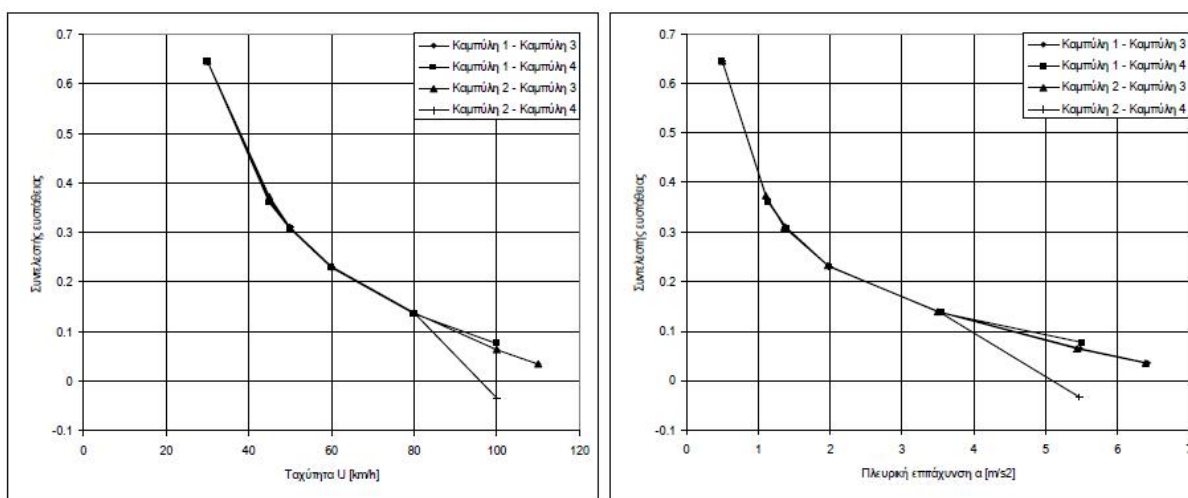
Σχήμα 5.9 – Καμπύλες μεταβολής γωνίας camber για α) μπροστά και β) πίσω άξονα

Εξετάστηκαν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί αναρτήσεων σε όχημα σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα 5.5.

Πίνακας 5.5 – Πίνακας μεταβολών κατανομής μάζας

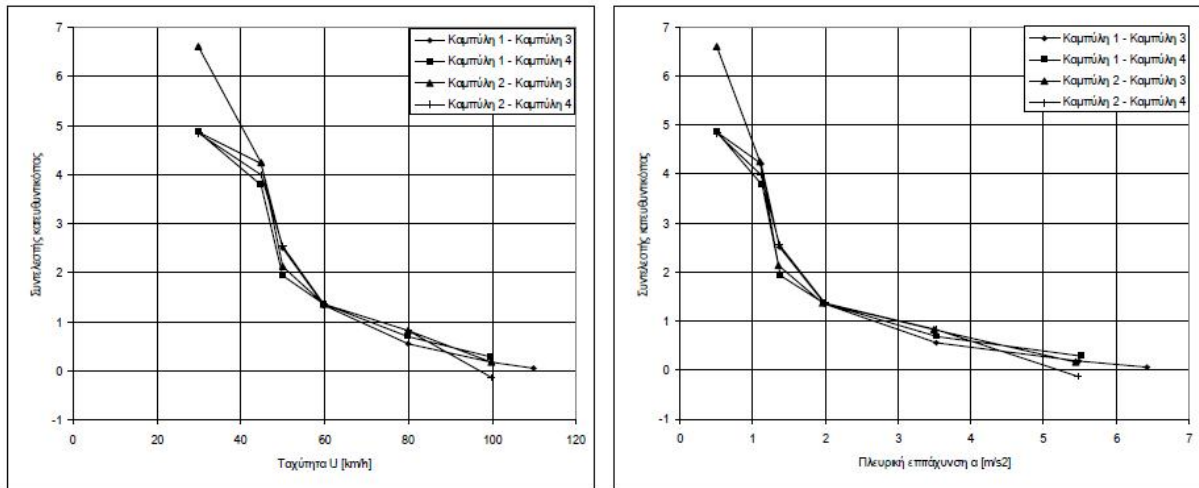
	Μπροστά άξονας	Πίσω άξονας
Όχημα 1 Formula ART7	Καμπύλη 1	Καμπύλη 3
Όχημα 2	Καμπύλη 1	Καμπύλη 4
Όχημα 3	Καμπύλη 2	Καμπύλη 3
Όχημα 4	Καμπύλη 2	Καμπύλη 4

Στα συγκριτικά διαγράμματα 5.10 και 5.11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης.



Σχήμα 5.10 – Συντελεστής ευστάθειας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα

- α) συναρτήσεϊ της ταχύτητας και
β) συναρτήσεϊ της πλευρικής επιτάχυνσης



Σχήμα 5.11 – Συντελεστής κατευθυντικότητας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα

**α) συναρτήσεϊ της ταχύτητας και
β) συναρτήσεϊ της πλευρικής επιτάχυνσης**

Από τα διαγράμματα 5.10 και 5.11 προκύπτει το συμπέρασμα ότι οχήματα με μικρότερη μεταβολή της γωνίας camber στον πίσω άξονα γίνονται περισσότερο ευέλικτα καθώς παρουσιάζουν μικρότερο συντελεστή κατευθυντικότητας, ενώ συγχρόνως παρουσιάζουν ελαφρώς υπερστροφικότερο χαρακτήρα.

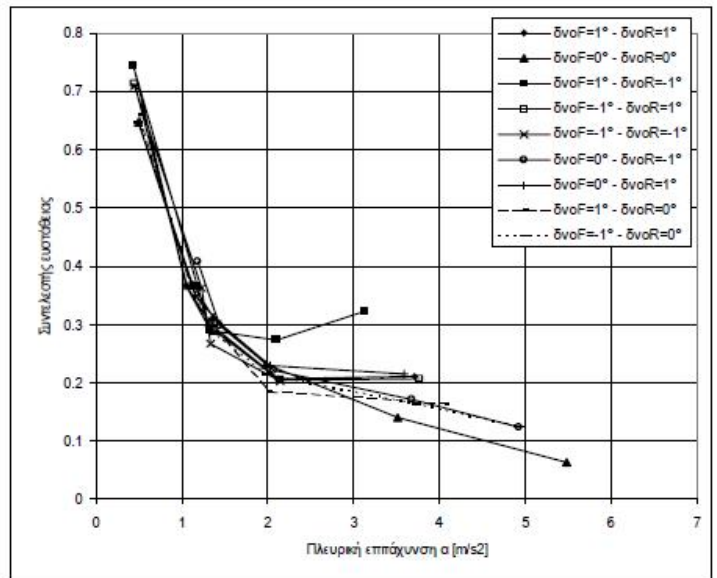
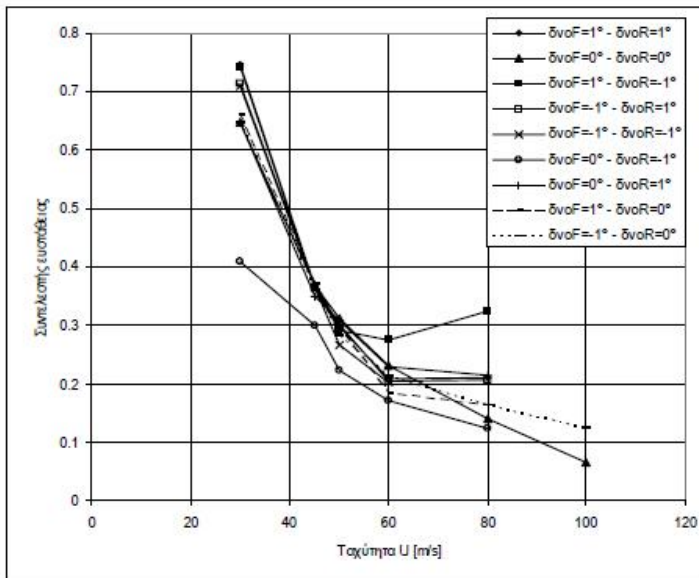
5.4.2 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ

Για τη διερεύνηση της επίδρασης του στατικού προσανατολισμού των τροχών έγινε αρχικά ανάλυση της σύγκλισης ή απόκλισής τους. Στον πίνακα 4.7 παρουσιάζονται τα οχήματα που ελέγχθηκαν.

Πίνακας 5.6 – Πίνακας οχημάτων με διαφορετικές γωνίες σύγκλισης

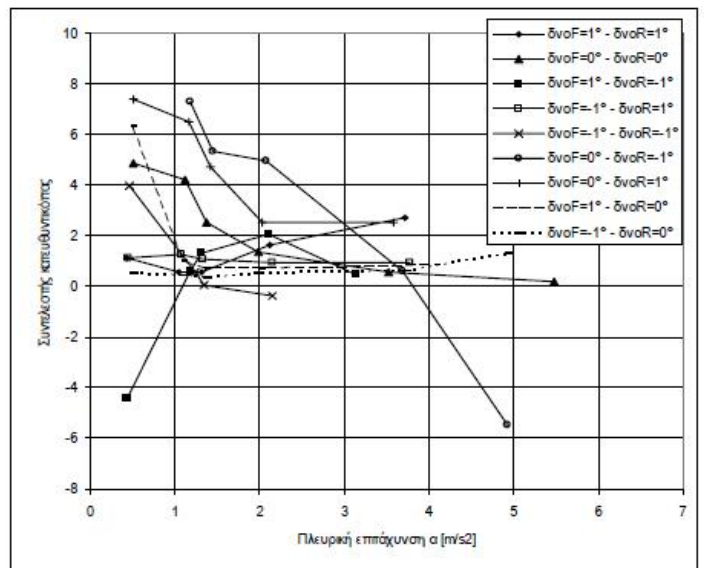
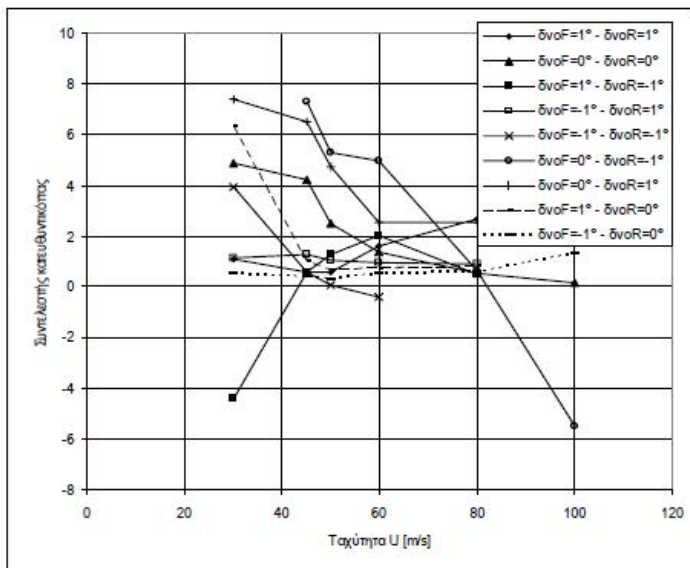
	Μπροστά άξονας	Πίσω άξονας
Όχημα 1	1°	1°
Όχημα 2	1°	-1°
Όχημα 3 - Formula ART7	0°	0°
Όχημα 4	-1°	1°
Όχημα 5	-1°	-1°
Όχημα 6	0°	-1°
Όχημα 7	0°	1°
Όχημα 8	1°	0°
Όχημα 9	-1°	0°

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στα διαγράμματα των σχημάτων 5.12 και 5.13



Σχήμα 5.12 – Συντελεστής ευστάθειας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα

- α) συναρτήσει της ταχύτητας και
β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης



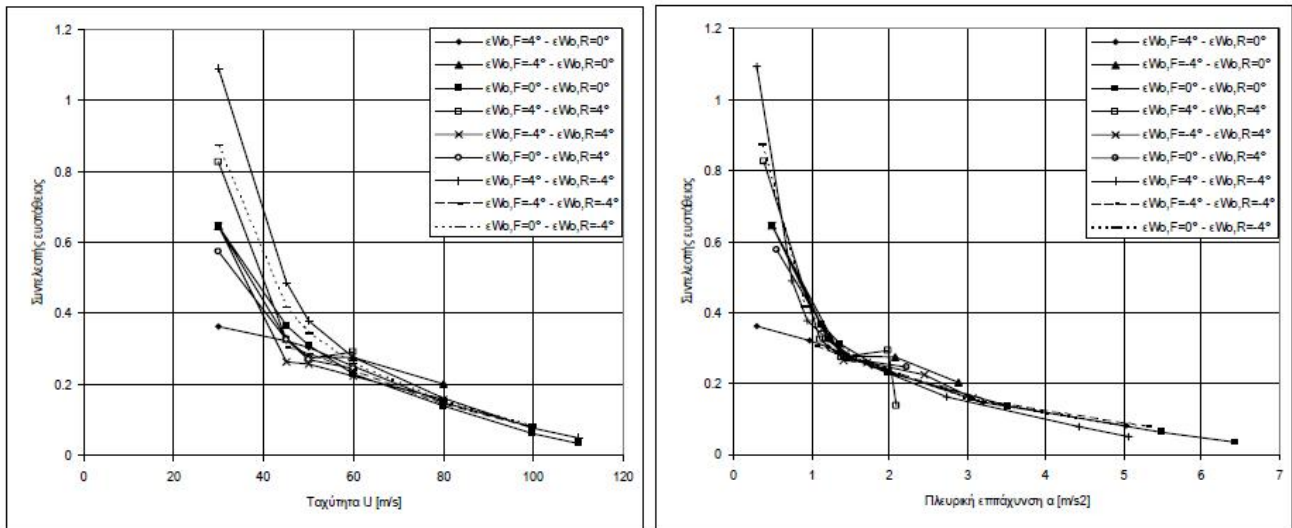
Σχήμα 5.13 – Συντελεστής κατευθυντικότητας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα α) συναρτήσει της ταχύτητας και β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης

Από τα διαγράμματα 5.12 και 5.13 προκύπτει το συμπέρασμα ότι η στατική απόκλιση στους πίσω τροχούς οδηγεί σε οχήματα με ιδιαίτερα ευέλικτη συμπεριφορά διατηρώντας ένα πολύ χαμηλό συντελεστή κατευθυντικότητας. Γενικά η επίδραση της σύγκλισης ή απόκλισης των τροχών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος και τις ιδιότητες των ελαστικών. Στη συνέχεια διερευνήθηκε η επίδραση της στατικής γωνίας camber. Στον πίνακα 5.7 παρουσιάζονται τα οχήματα που ελέγχθηκαν.

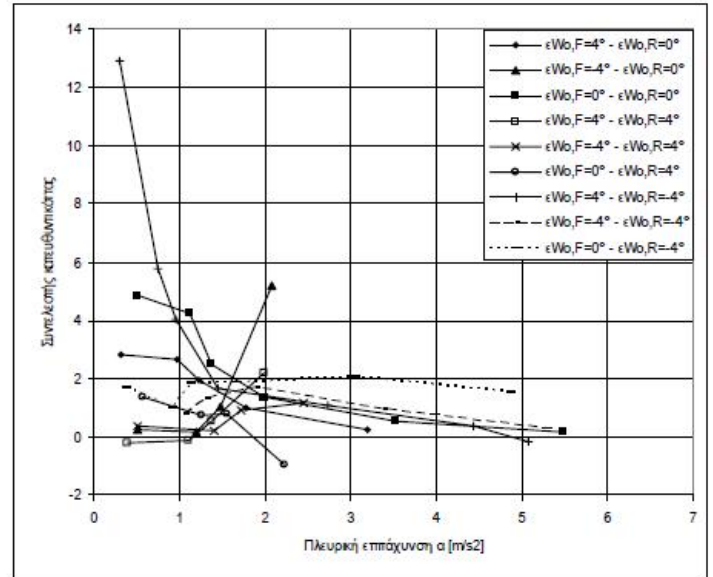
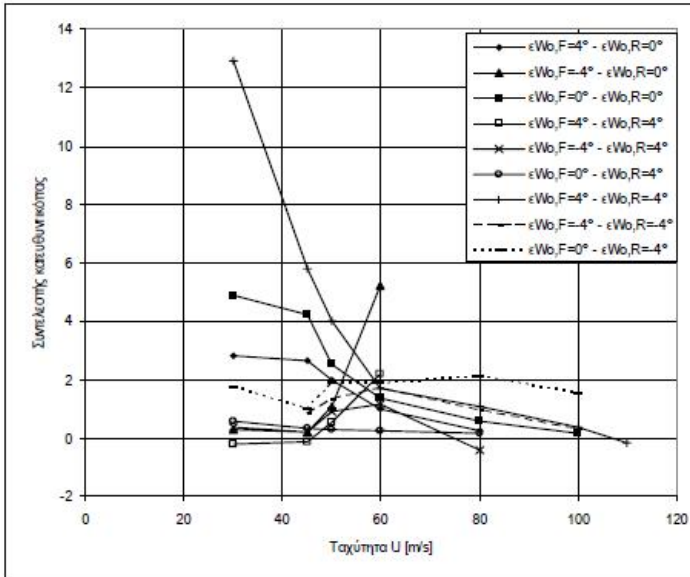
Πίνακας 5.7 – Πίνακας οχημάτων με διαφορετικές γωνίες στατικής camber

	Μπροστά άξονας	Πίσω άξονας
Όχημα 1	4°	0°
Όχημα 2	-4°	0°
Όχημα 3 - Formula ART7	0°	0°
Όχημα 4	4°	4°
Όχημα 5	-4°	4°
Όχημα 6	0°	4°
Όχημα 7	4°	-4°
Όχημα 8	-4°	-4°
Όχημα 9	0°	-4°

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στα διαγράμματα των σχημάτων 5.14 και 5.15.



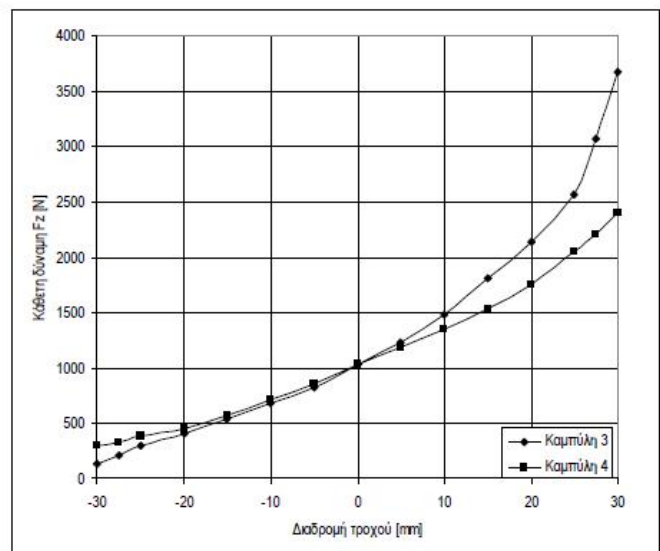
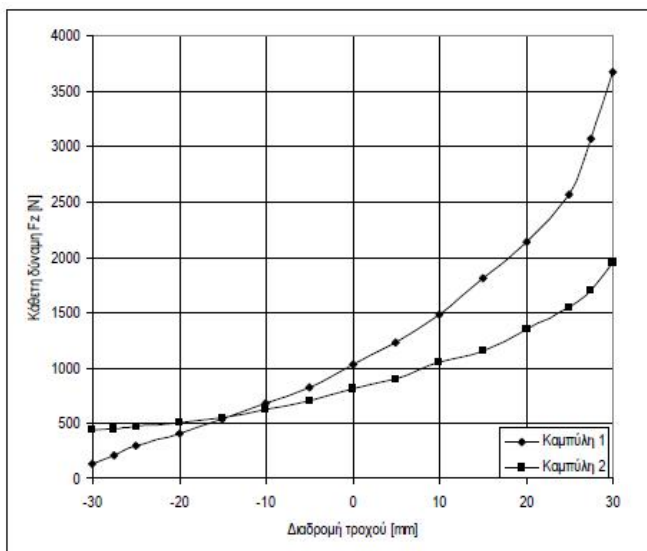
**Σχήμα 5.14 – Συντελεστής ευστάθειας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα
α) συναρτήσει της ταχύτητας και
β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης**



Σχήμα 5.15 – Συντελεστής κατευθυντικότητας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα
 α) συναρτήσει της ταχύτητας και
 β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης

5.4.3 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ

Για τη διερεύνηση της επίδρασης της ελαστικότητας της ανάρτησης αναλύθηκαν οχήματα με διαφορετικές καμπύλες σταθεράς ελατηρίου. Στο σχήμα 5.16 παρουσιάζονται οι καμπύλες κατακόρυφης δύναμης – κατακόρυφης διαδρομής τροχού για α) μπροστά ανάρτηση και β) πίσω ανάρτηση.

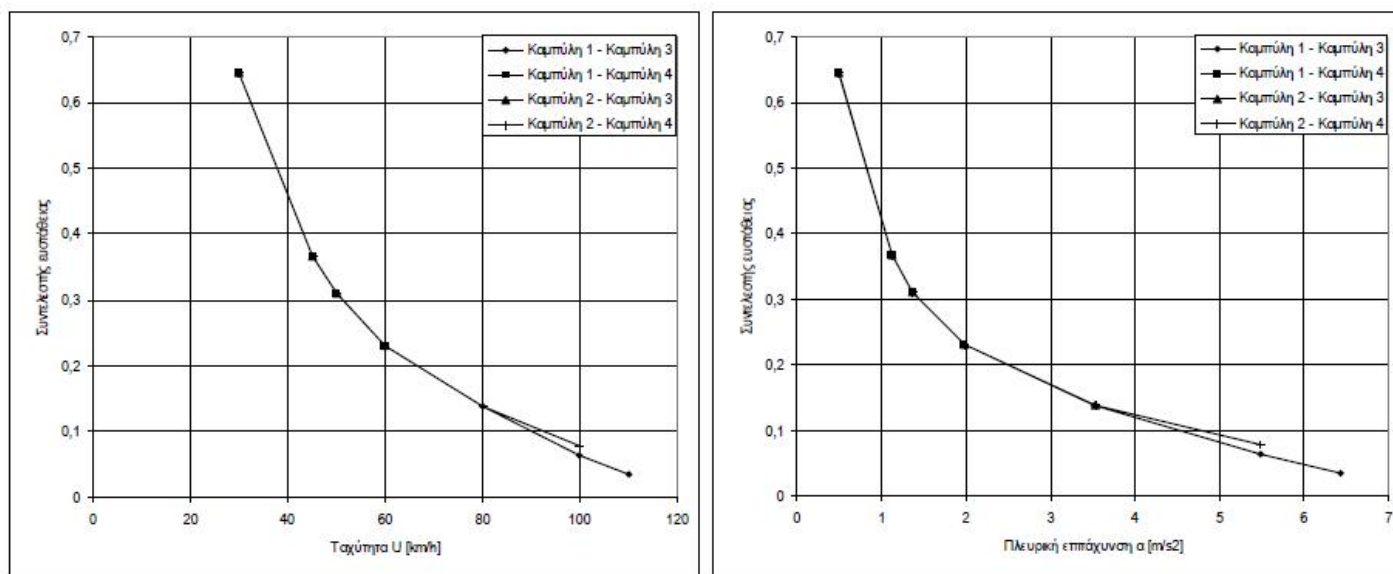


Σχήμα 5.16 – Καμπύλες κατακόρυφης δύναμης F_z στον τροχό συναρτήσει της κατακόρυφης διαδρομής του για
 α) μπροστά άξονα και
 β) πίσω άξονα

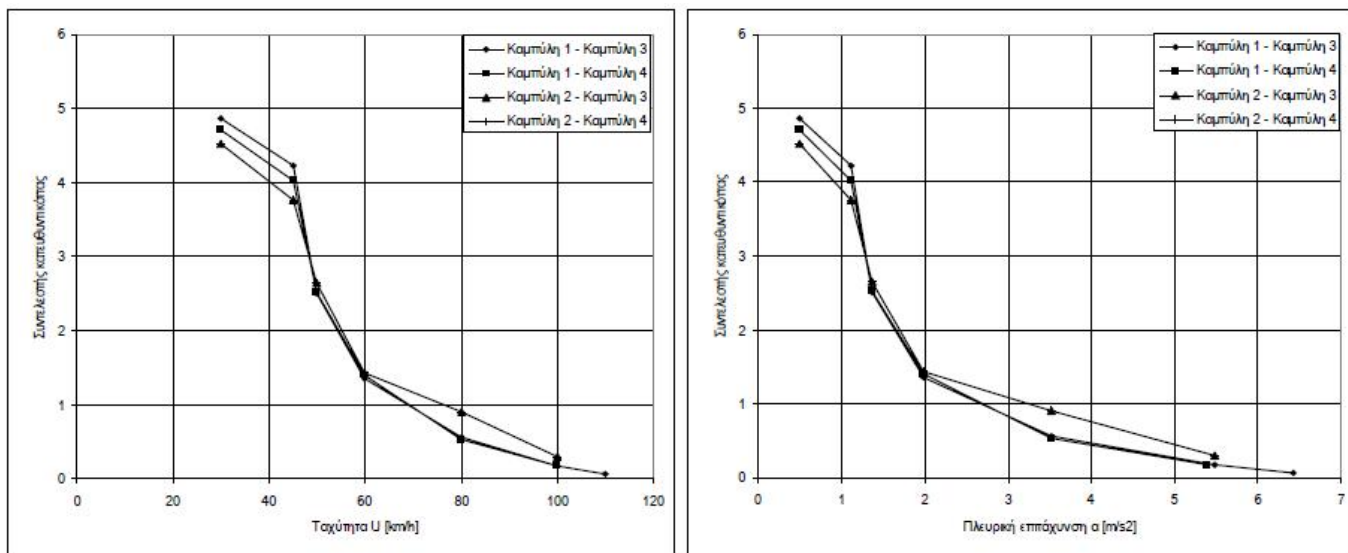
Εξετάστηκαν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί αναρτήσεων σε όχημα σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα 5.8

	Μπροστά άξονας	Πίσω άξονας
Όχημα 1 Formula ART7	Καμπύλη 1	Καμπύλη 3
Όχημα 2	Καμπύλη 1	Καμπύλη 4
Όχημα 3	Καμπύλη 2	Καμπύλη 3
Όχημα 4	Καμπύλη 2	Καμπύλη 4

Στα διαγράμματα των σχημάτων 4.19 και 4.20 παρουσιάζεται η μεταβολή του συντελεστή ευστάθειας και κατευθυντικότητας σε συνάρτηση με την αναπτυσσόμενη πλευρική επιτάχυνση και την ταχύτητα του οχήματος



**Σχήμα 5.17 – Συντελεστής ευστάθειας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα
α) συναρτήσει της ταχύτητας και
β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης**



Σχήμα 5.18 – Συντελεστής κατευθυντικότητας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα α) συναρτήσει της ταχύτητας και β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης

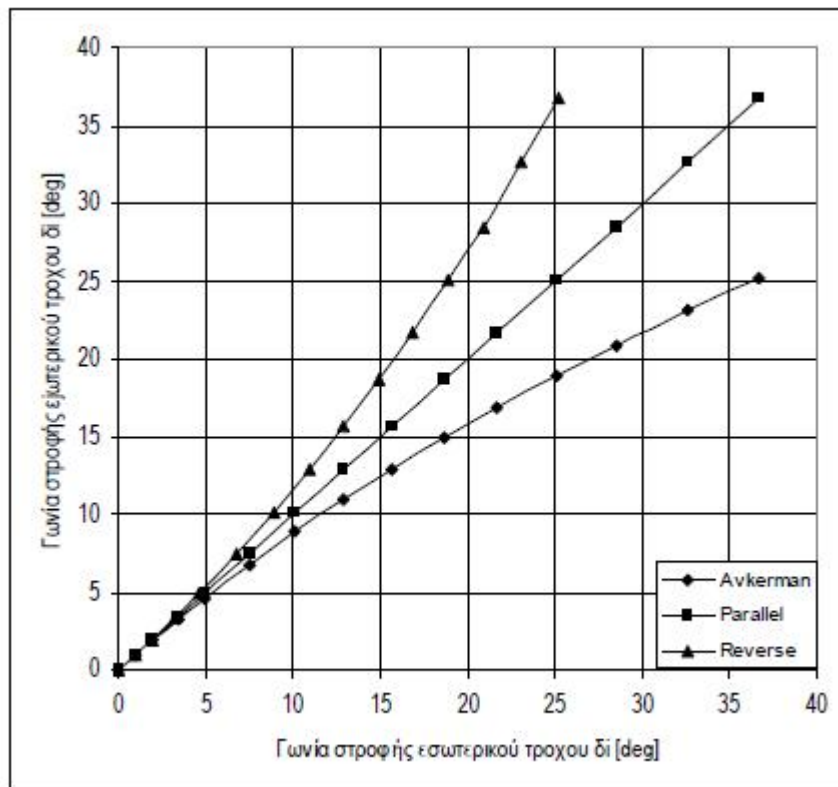
Η επίδραση της ελαστικότητας είναι ασθενής στις χαμηλές περιοχές των πλευρικών επιταχύνσεων. Γενικά παρατηρείται ότι περισσότερο μη γραμμική μεταβολή της ελαστικότητας της ανάρτησης η οποία επιτυγχάνεται κυρίως με αναρτήσεις διπλών ψαλιδιών οδηγεί σε περισσότερα ευέλικτα οχήματα με περισσότερο σταθερό χαρακτήρα.

5.5 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Στις παρακάτω ενότητες εξετάστηκε η επίδραση του τύπου του συστήματος διεύθυνσης και διερευνήθηκε η επίδραση της παθητικής τετραδιεύθυνσης στην οδική συμπεριφορά οχημάτων.

5.5.1 ΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Αρχικά ελέγχθηκε η επίδραση του τύπου του συστήματος διεύθυνσης. Στο σχήμα 5.19 παρουσιάζονται οι καμπύλες εσωτερικής – εξωτερικής γωνίας στροφής για τους τρεις τύπους συστημάτων διεύθυνσης.



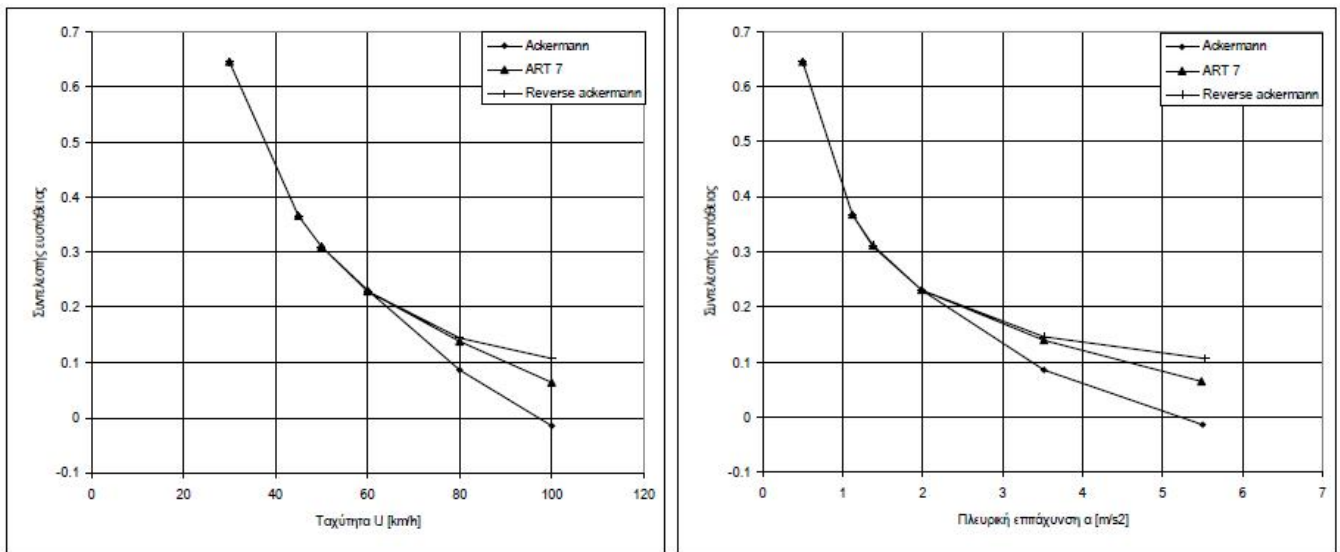
**Σχήμα 5.19 Γωνίες στροφής κατευθυντηρίων τροχών για
α) Ackermann
β) παράλληλο και
γ) ανάστροφο Ackermann σύστημα διεύθυνσης**

Στον πίνακα 5.9 παρουσιάζονται τα οχήματα που διερευνήθηκαν

Πίνακας 5.9 – Πίνακας οχημάτων με διαφορετικό σύστημα διεύθυνσης

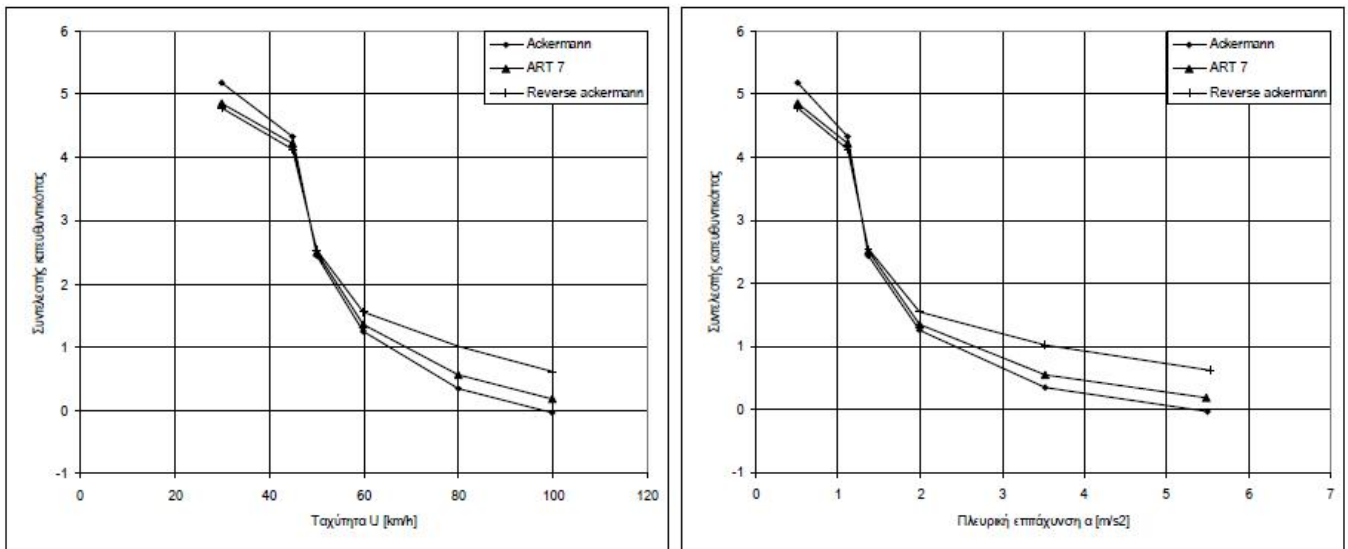
	Τύπος συστήματος διεύθυνσης
Όχημα 1	Ackermann
Όχημα 3 Formula ART7	Παράλληλο
Όχημα 4	Ανάστροφο Ackermann

Στα διαγράμματα του σχήματος 5.20 και 5.21 παρουσιάζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα της ανάλυσης



Σχήμα 5.20 – Συντελεστής ευστάθειας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα

**α) συναρτήσει της ταχύτητας και
β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης**



Σχήμα 5.21 – Συντελεστής κατευθυντικότητας όπως υπολογίστηκε από τα τρία μοντέλα

**α) συναρτήσει της ταχύτητας και
β) συναρτήσει της πλευρικής επιτάχυνσης**

Από τα διαγράμματα 5.20 και 5.21 εξάγεται το συμπέρασμα ότι η χρήση του 'Ackermann' συστήματος διεύθυνσης οδηγεί σε οχήματα με περισσότερο σταθερό χαρακτήρα αλλά λιγότερα ευέλικτα από αυτά με 'ανάστροφο Ackermann' σύστημα διεύθυνσης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ν.Σπέντζας,Ε.Μ.Π.,Αθήνα 2000 Δυναμική Οχημάτων :
Κωνσταντίνος Ν.Σπέντζας,Ε.Μ.Π.,Αθήνα 1999

Racecar Vehicle Dynamics : William F. Milliken and Douglas L. Milliken,SAE International,USA 1995

Chassis Design : William F. Milliken and Douglas L. Milliken, Professional Engineering Publishing Limited,USA 1998

Motor Vehicle Dynamics : Modelling And Simulation : Giancarlo Genta,World Scientific,Italy 2003

The Automotive Chassis Volume 1 : Components Design : Giancarlo Genta,Lorenzo Morello,Springer,Italy,2009

The Automotive Chassis Volume 2 : System Desing : Giancarlo Genta,Lorenzo Morello,Springer,Italy,2009

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

http://portal.survey.ntua.gr/main/labs/roads/Roads-g_files/Edu-g_files/Edu-41-g_files/DAK.pdf

http://www.pi-schools.gr/download/lessons/tee/mechanical/1b/sxedio_amaxomaton/periex_k ef_1.pdf

<http://library.tee.gr/digital/m2391.pdf>

<http://www.lib.ntua.gr/>

www.lib.teipat.gr