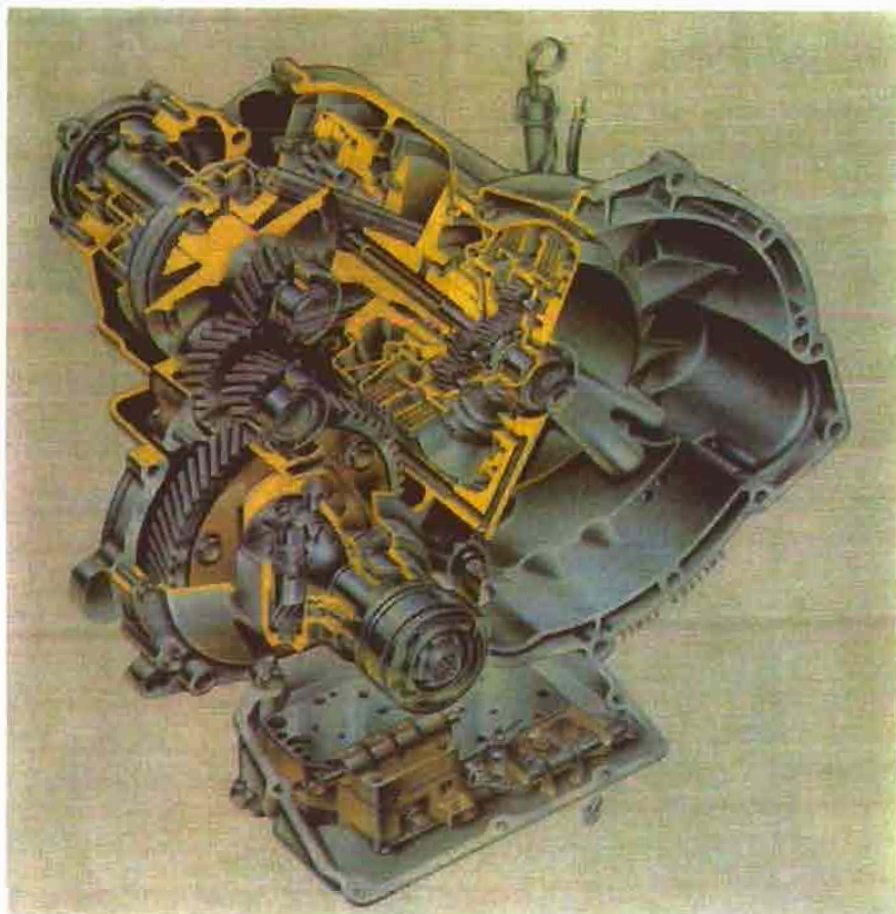


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**ΘΕΜΑ: ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΣΥΡΡΟΦΩΝ ΣΤΙΣ  
Μ.Ε.Κ.**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΔΑΝΙΗΛ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ  
ΖΑΧΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ



ΠΑΤΡΑ 2004

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	3649
----------------------	------

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

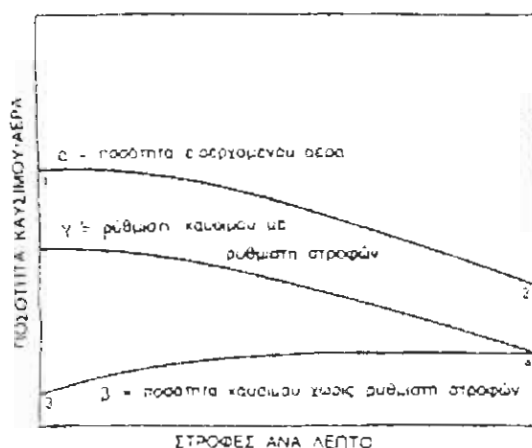
Ένας από τους πρόσθετους μηχανισμούς των εμβολοφόρων αντλιών είναι ο ρυθμιστής στροφών. Η ρύθμιση των στροφών του κινητήρα γίνεται με την πίεση που εφαρμόζει ο οδηγός στο πεντάλ του γκαζιού. Η πίεση αυτή δρα στον οδοντωτό κανόνα της αντλίας έγχυσης ώστε να αυξομειώνεται η ποσότητα του παρεχόμενου καυσίμου.

Ένα φαινόμενο που παρατηρείται στις μηχανές κατά την καύση είναι ότι όταν λειτουργεί στις πολύ χαμηλές στροφές παρατηρείται ατελή καύση του καυσίμου κυρίως για της εξής αιτίες: α) τον κακό ψεκασμό του καυσίμου στον κύλινδρο λόγω χαμηλής πίεσεως της αντλίας εγχύσεως, β) την κακή ανάμιξη καυσίμου και αέρα, λόγω του μικρού στροβιλισμού του κατά την συμπίεση, γ) την μεγάλη απώλεια θερμότητας από τον συμπιεζόμενο αέρα, που έχει ως αποτέλεσμα την κακή ανάφλεξη και την ελλιπή καύση του καυσίμου. Αντίθετα στις μεγάλες στροφές της μηχανής η καύση γίνεται πολύ γρήγορα λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα του δυνατού στροβιλισμού και του κανονικού ψεκασμού του στους κυλίνδρους. Κατά την γρήγορη όμως καύση του καυσίμου παρατηρείται επικίνδυνη αύξηση των στροφών και δημιουργία σκληρών μαύρων ανθρακωμάτων, που κάθονται στα τοιχώματα των κυλίνδρων και στα ακροφύσια των εγχυτήρων.

Αυτές οι ανωμαλίες που παρουσιάζονται στα ακραία σημεία των στροφών και στις μεταξύ τους μεταβολές, λόγω μείωσης ή αύξησης του φορτίου της μηχανής διορθώνονται από τον αυτόματο ρυθμιστή δια της επεμβάσεώς του στην παροχή του καυσίμου.

## ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΗ

Η ανάγκη μιας αυτόματης ρυθμίσεως της αναλογίας καυσίμου – αέρα στις διάφορες στροφές της μηχανής φαίνεται στο διάγραμμα του σχ. 1. στο διάγραμμα αυτό η καμπύλη α δείχνει τη μεταβολή της ποσότητας του εισερχόμενου αέρα στους κυλίνδρους, ενώ η καμπύλη β τη μεταβολή της ποσότητας του παρεχόμενου καυσίμου σε όλη τη περιοχή στροφών της μηχανής. Κατά την εξέταση των καμπύλων α και β, παρατηρείται ότι στις χαμηλές στροφές η ποσότητα του εισερχόμενου αέρα είναι μεγάλη (1), ενώ η αντίστοιχη ποσότητα καυσίμου σχετικά μικρή (3). Επίσης παρατηρείται ότι ενώ έχουμε πολλές στροφές η ποσότητα του αέρα ελαττώνεται (2), η αντίστοιχη ποσότητα του παρεχόμενου καυσίμου αυξάνει (4).



Σχήμα 1. Καμπύλες αέρα καυσίμου.

Από τις αντίθετες αυτές μεταβολές δημιουργείται φτωχό μείγμα στις χαμηλές στροφές και πλούσιο μείγμα στις υψηλές στροφές της μηχανής με αποτέλεσμα την κακή καύση του. Η ανάγκη ρυθμίσεως του μείγματος

ανάλογα με τις στροφές της μηχανής κάνει απαραίτητη την τοποθέτηση του αυτόματου ρυθμιστή.

Ο αυτόματος ρυθμιστής με την επέμβασή του στον οδοντωτό κανόνα της αντλίας δημιουργεί μια νέα καμπύλη παροχής καυσίμου  $\gamma$ , παράλληλη προς την καμπύλη του εισαγόμενου αέρα  $\alpha$ . Έτσι η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται στους κυλίνδρους είναι ανάλογη της ποσότητας του αέρα, για την επιτυχία της τέλει και αποδοτικής καύσεως.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΟΥ ΣΤΡΟΦΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΓΕΩΡΓΙΑ

Το σύστημα του ρυθμιστού στροφών τείνει να διατηρήσει την ταχύτητα λειτουργίας του κινητήρα σταθερή. Πιο συγκεκριμένα, η ταχύτητα λειτουργίας ενός κινητήρα εξαρτάται από την ποσότητα του τροφοδοτούμενου καυσίμου και από το φορτίο που αντιμετωπίζει κάθε φορά. Εξ'αιτίας αυτού, όσες φορές ο κινητήρας, που λειτουργεί κάτω από ορισμένη τροφοδοσία καυσίμου και σταθερό φορτίο δηλ. με ορισμένη ταχύτητα, αντιμετωπίζει ξαφνικά μεταβαλλόμενο φορτίο, τείνει να μεταβάλλει ανάλογα την ταχύτητά του. Στην περίπτωση αυτή επεμβαίνει αυτόματα ο ρυθμιστής στροφών και ρυθμίζει, ανάλογα, την ποσότητα του καυσίμου που, τροφοδοτείται, και επαναφέρει, λίγο-πολύ, την ταχύτητα του κινητήρα στο προηγούμενο ύψος της. Η δυνατότητα εκ μέρους του ρυθμιστή της αυτόματης αύξησης του τροφοδοτούμενου καυσίμου δεν μπορεί να υπερβαίνει κάθε φορά ένα μέγιστο και, έτσι, όσες φορές το επιπλέον φορτίο γίνεται υπερβολικό, πρέπει να επεμβαίνει κατάλληλα ο χειριστής του κινητήρα, προκειμένου να αυξηθεί, ακόμα περισσότερο, η ποσότητα του τροφοδοτούμενου καυσίμου και να αντιμετωπισθεί με επιτυχία το αναφερόμενο υπερβολικό φορτίο. Πρέπει να σημειωθεί ότι στους κινητήρες με ρυθμιστή στροφών, η τροφοδοσία που είναι απαραίτητη εξασφαλίζεται δι'αμέσου ή εμμέσου επεμβάσεως στην συμπεριφορά του ρυθμιστού στροφών, ο οποίος στην συνέχεια, τείνει να εξασφαλίσει αυτόματα την επιθυμητή ταχύτητα.

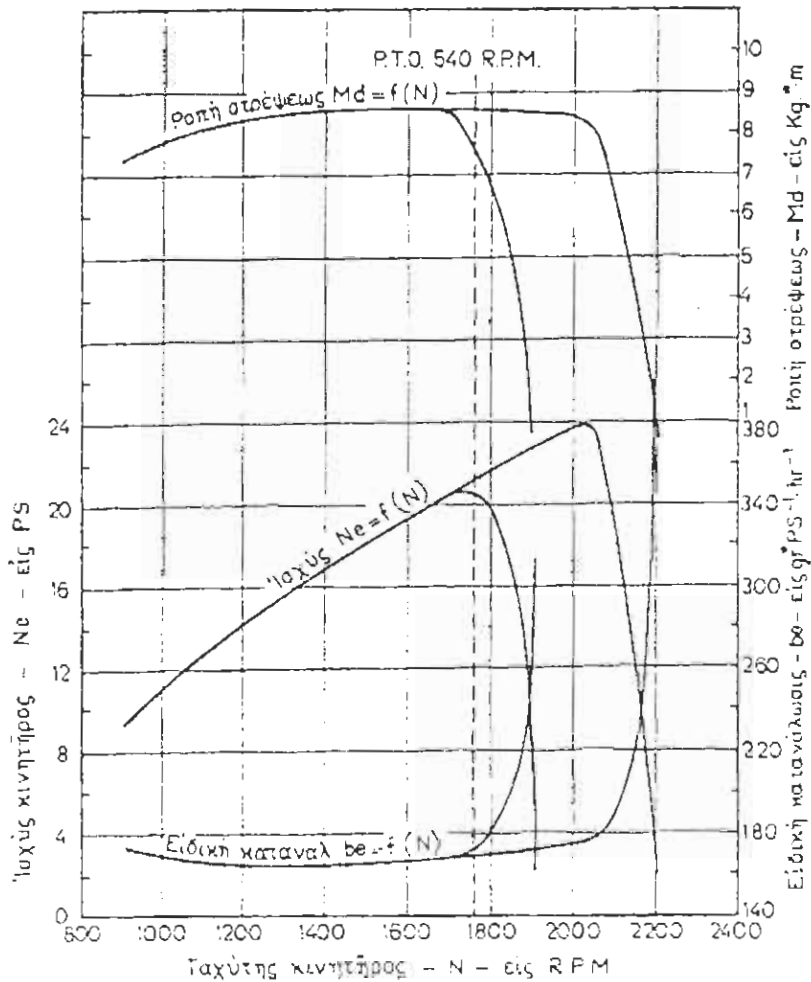
### Μεταβολές της ισχύος σε σχέση με τις στροφές του κινητήρα.

Από το διάγραμμα (I) ενός πετρελαιοκινητήρα το οποίο δείχνει την μεταβολή της ισχύος, της ροπής στρέψεως και της ειδικής κατανάλωσης σε σχέση με την μεταβολή των στροφών του κινητήρα – μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι αναπτυσσόμενες από τον κινητήρα ταχύτητα και ισχύς, για μια δεδομένη θέση του μοχλού τροφοδοσίας, μεταβάλλονται, καθώς μεταβάλλεται το φορτίο το οποίο εφαρμόζεται στον κινητήρα. Συγκεκριμένα, καθώς το φορτίο που εφαρμόζεται στον κινητήρα αυξάνεται, η ταχύτητα του μειώνεται συνεχώς, στην αρχή με αργό ρυθμό, στην συνέχεια με γρήγορο ρυθμό, ενώ η ισχύς του κινητήρα αυξάνει αρχικά με γρήγορο ρυθμό, στη συνέχεια δε με μειούμενο ρυθμό, από ένα ορισμένο δε σημείο και πέρα, ξεκινά η μείωσή της. Η μέγιστη ταχύτητα του κινητήρα αναπτύσσεται χωρίς φορτίο.

Η συμπεριφορά αυτή του κινητήρα, από την άποψη της ταχύτητας, εξηγείται, αν ληφθεί υπόψη ο τρόπος λειτουργίας του ρυθμιστή στροφών. Η φόρτιση του κινητήρα, όπως είναι αναμενόμενο, μειώνει την ταχύτητά του. Συνέπεια αυτής της μείωσης ο ρυθμιστής στροφών, χάρη σ'ένα μηχανισμό που διαθέτει, συνήθως φυγοκεντρικού ή πνευστού τύπου, επεμβαίνει αυτόματα στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου και αυξάνει ανάλογα την τροφοδοτούμενη ποσότητα. Λόγω της πρόσθετης αυτής τροφοδοσίας η ταχύτητα του κινητήρα τείνει να διατηρηθεί σταθερή.

Η ικανότητα αυτή του ρυθμιστού στροφών, όπως είναι φυσικό, δε μπορεί να υπερβεί ένα ορισμένο όριο. Από το όριο αυτό και πέρα, η μεν

τροφοδοτούμενη ποσότητα του καυσίμου, ανά κύκλο λειτουργίας, παραμένει σταθερά, η δε ταχύτητα του κινητήρα μειώνεται με γρήγορο ρυθμό.



Εικόνα 1. Τυπικό διάγραμμα πετρελαιοκινητήρα, το οποίο δείχνει την μεταβολή της ισχύος, της ροπής στρέψεως και της ειδικής κατανάλωσης συναρτήσει της ταχύτητας αυτού.

Η περιοχή μεταβολής της ταχύτητας με αργό ρυθμό, ή αλλιώς το ίδιο, η περιοχή αυτομάτου αυξήσεως της τροφοδοσίας καυσίμου, λόγω της δράσεως του ρυθμιστού στροφών, αποτελεί την περιοχή της επεμβάσεώς του. Στη περιοχή αυτή, η ταχύτητα ενός κινητήρα μειώνεται λόγω της φόρτισης του



μέχρι το ποσοστό του %. Η μείωση αυτή της ταχύτητας δεν είναι εντελώς ανεπιθύμητος, δοθέντος ότι μ'αυτή εξασφαλίζεται η ευσταθής λειτουργία του ρυθμιστή στροφών, κατά την διάρκεια των αυτόματων μεταβολών της τροφοδοσίας, λόγω της αλλαγής φορτίου.

Εάν, κατά το χρονικό διάστημα που εργάζεται ο κινητήρας εντός της περιοχής επεμβάσεως του ρυθμιστού στροφών, γίνει άρση του επ'αυτού φορτίου, η ταχύτητά του θ'αυξηθεί μόνο κατά ένα μικρό ποσοστό, επειδή ο ρυθμιστής στροφών, λόγω ακριβώς αυτής της αυξήσεως της ταχύτητας θα επέμβει και θα μειώσει ανάλογα την τροφοδοτούμενη ποσότητα καυσίμου, επιβάλλοντας στον κινητήρα μια νέα κατάσταση ισορροπίας, η οποία από την άποψη της ταχύτητας, δεν θα απέχει σημαντικά από την προηγούμενη.

Η συμπεριφορά αυτή του ρυθμιστού στροφών έχει μεγάλη σημασία για τους γεωργικούς ελκυστήρες, οι οποίοι ας σημειωθεί, εργάζονται πολλές φορές με συνεχείς και σημαντικές αλλαγές του φορτίου που εφαρμόζεται σ'αυτούς. Εάν τα παραπάνω φορτία δεν υπερβαίνουν ορισμένο όριο, ή καλύτερα, αν ο κινητήρας εργάζεται εντός της περιοχής επεμβάσεως του ρυθμιστή στροφών, η ταχύτητά του θα τείνει να παραμείνει σταθερή.

Οι κατασκευαστές γεωργικών ελκυστήρων ορίζουν συνήθως την ονομαστική ταχύτητα του κινητήρα. Ορισμένοι κινητήρες ελκυστήρων εργάζονται μ'αυτή την ταχύτητα όταν αναπτύσσουν τη μέγιστη ισχύ τους, δηλ. με τον μοχλό ελέγχου της τροφοδοσίας καυσίμου στη θέση μέγιστης παροχής. Άλλοι πάλι τύποι μπορεί να εμφανίσουν την μέγιστη ισχύ τους με ταχύτητα μεγαλύτερη της ονομαστικής.

Από την εικ. (I) προκύπτει ότι η αναπτυσσόμενη ροπή στρέψεως από τον κινητήρα αυξάνει με την αύξηση του φορτίου που εφαρμόζεται στον κινητήρα μέχρι κάποιο σημείο, πέρα απο το οποίο ξεκινά η μείωση αυτής.

Η αύξηση της ροπής στρέψεως εντός της περιοχής επεμβάσεως του ρυθμιστού στροφών συντελείται με πολύ γρήγορο ρυθμό, στη συνέχεια όμως ο ρυθμός αυτός μειώνεται.

Η συμπεριφορά του κινητήρα από την άποψη της ροπής στρέψεως έχει μεγάλη σημασία για τους γεωργικούς ελκυστήρες. Αυτό συμβαίνει, διότι κατά την εργασία ενός συνηθισμένου τύπου ελκυστήρα, κάθε αύξηση φορτίου, που προέρχεται από τα παρελκόμενα του ή απλώς ελκομένων ή και αυτών που λαμβάνουν ισχύ από τον δυναμοδοτικό άξονα, απαιτεί την ανάπτυξη από μέρους του κινητήρα αυξημένης ροπής στρέψεως. Εάν η ροπή στρέψεως που απαιτείται για την εξυπηρέτηση του φορτίου του ελκυστήρα υπερβαίνει τη ροπή στρέψεως, την οποία μπορεί ν' αναπτύξει ο κινητήρας του, τότε παύει η λειτουργία του.

Επειδή οι ελκυστήρες εργάζονται κάτω από συνεχείς και απότομες μεταβολές φορτίου, απαιτείται όπως η μέγιστη ροπή στρέψεως ν' αναπτύσσεται σε χαμηλότερη ταχύτητα από εκείνη της μέγιστης ισχύος. Ειδικότερα, ο κινητήρας ενός γεωργικού ελκυστήρα πρέπει να παρουσιάζει, αφ' ενός μεν πάρα πολύ γρήγορη αύξηση της ροπής στρέψεως, ταυτόχρονα με την αύξηση του φορτίου, για να αποφεύγονται σημαντικές μεταβολές της ταχύτητάς του, αφ' ετέρου δε τη μέγιστη ροπή στρέψεως σε όσο το δυνατό πιο μικρή ταχύτητα, για να μπορεί να υπερνικά αυτός στιγμιαίες υπερφορτίσεις. Με τον όρο υπερφόρτιση εννοείται η κατάσταση λειτουργίας ενός κινητήρα, κατά την οποία η απαιτούμενη ροπή στρέψεως από το φορτίο υπερβαίνει τη ροπή στρέψεως του κινητήρα, η οποία αντιστοιχεί στη μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ για συνεχή λειτουργία.

Η υπερφόρτιση ενός κινητήρα συνεπάγεται υπερβολικές καταπονήσεις στο έμβολο, τον διωστήρα, τον στροφαλοφόρο άξονα, τα δόντια των οδοντωτών

τροχών κ.α., με αποτέλεσμα, πολλές φορές, την πολύ γρήγορη φθορά τους, και μάλιστα όταν η λίπανση αυτών είναι ανεπαρκής ή τα περιθώρια ασφαλείας τους περιορισμένα. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι οι γεωργικοί ελκυστήρες υφίστανται μεγαλύτερες φθορές λόγω υπερφορτίσεων παρά λόγω της λειτουργίας των κινητήρων αυτών σε υψηλές ταχύτητες.

Τα παραπάνω φανερώνουν ότι η συνηθισμένη λειτουργία του κινητήρα πρέπει να περιορίζεται στην περιοχή κάτω από το όριο υπερφορτίσεως. Η ικανότητα πάντως αντιμετώπισης στιγμιαίων υπερφορτίσεων από μέρους του κινητήρα του ελκυστήρα έχει μεγάλη σημασία, διότι αυτές είναι αναπόφευκτες κατά την χρήση του στη γεωργική πρακτική και, συνεπώς, εάν ο ελκυστήρας δεν διαθέτει αυτή την ικανότητα, θα παρατηρούνται συχνές διακοπές λειτουργίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΚΑΤΑΤΑΞΗ – ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΩΝ ΣΤΡΟΦΩΝ

#### Κατηγορίες – τύποι ρυθμιστών στροφών.

Στις διάφορες μηχανές Ντήζελ ο ρυθμιστής χρησιμοποιείται είτε για τη σταθεροποίηση των στροφών προ των ακραίων ορίων (ελαχίστου - μεγίστου), είτε για τη σταθεροποίηση των στροφών στα ακραία όρια και τη ρύθμιση τους στην ενδιάμεση περιοχή, είτε για τη σταθεροποίηση τους σ'ένα ορισμένο αριθμό στροφών.

Ανάλογα με την χρησιμοποίηση τους αυτή, χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: στους ρυθμιστές ελαχίστου – μεγίστου, στους ρυθμιστές μεταβλητής ταχύτητας και στους ρυθμιστές σταθερής ταχύτητας.

#### **α. Ρυθμιστές ελαχίστου – μεγίστου.**

Οι ρυθμιστές της κατηγορίας αυτής μετακινούν αυτόματα τον οδοντωτό κανόνα της αντλίας για τη ρύθμιση της παροχής και τη σταθεροποίηση των στροφών στα ακραία όρια ( σχ. 3 και 4 ). Στις ενδιάμεσες στροφές ο ρυθμιστής δεν λειτουργεί, η δε ρύθμιση της παροχής καυσίμου γίνεται δια μετακινήσεως του οδοντωτού κανόνα με τον ποδομοχλό του επιταχυντή.

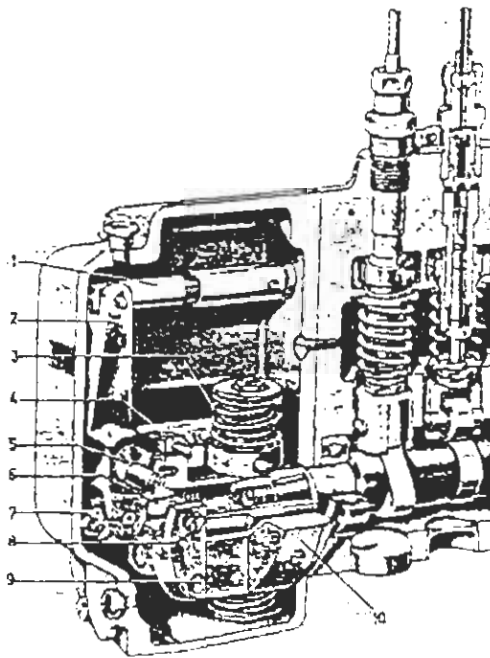
Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει ρυθμιστές μηχανικού τύπου, χρησιμοποιούνται στις εμβολοφόρες αντλίες ZOSCH των μηχανών

αυτοκινήτων, μηχανημάτων και τραίνων. Επίσης χρησιμοποιούνται με επιτυχία σε πολλές αντλίες τύπου διανομέα ταχυστροφών μηχανών Ντήζελ.

### β. Ρυθμιστές μεταβλητής ταχύτητας.

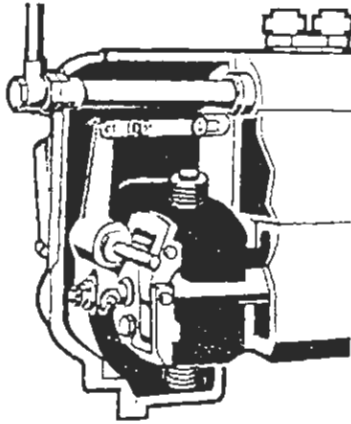
Οι ρυθμιστές αυτοί ελέγχουν αυτόματα την παροχή της αντλίας στα ακραία όρια στροφών, όπως οι ρυθμιστές ελαχίστου – μεγίστου. Επιπρόσθετα όμως ελέγχουν και την παροχή της αντλίας στην ενδιάμεση περιοχή στροφών, ανάλογα με το φορτίο της μηχανής.

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τρεις τύπους ρυθμιστών:

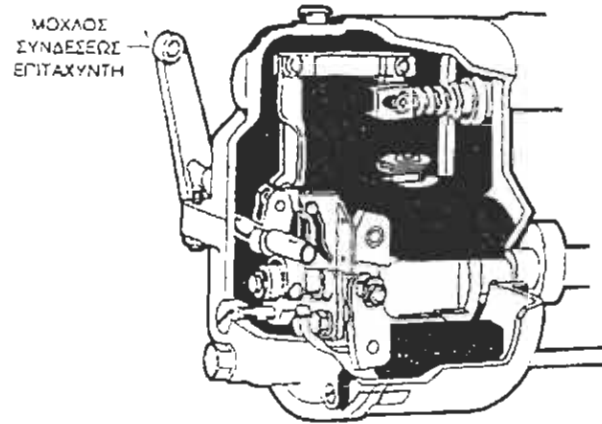


Εικόνα 2. ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ-ΜΕΓΙΣΤΟΥ

- 1.Στέλεχος στερεώσεως οδοντωτού κανόνα - 2.Μοχλός συνδέσεως ρυθμιστού στροφών και οδοντωτού κανόνα  
3.Ελατήριο αντιβάρου - 4.Παίρος συνδέσεως μοχλού - 5.Εκκεντρο - 6.Ολισθαίνων δακτύλιος - 7.Βίδα στερεώσεως  
8,9.Παίρος - 10.Αντίβαρο.

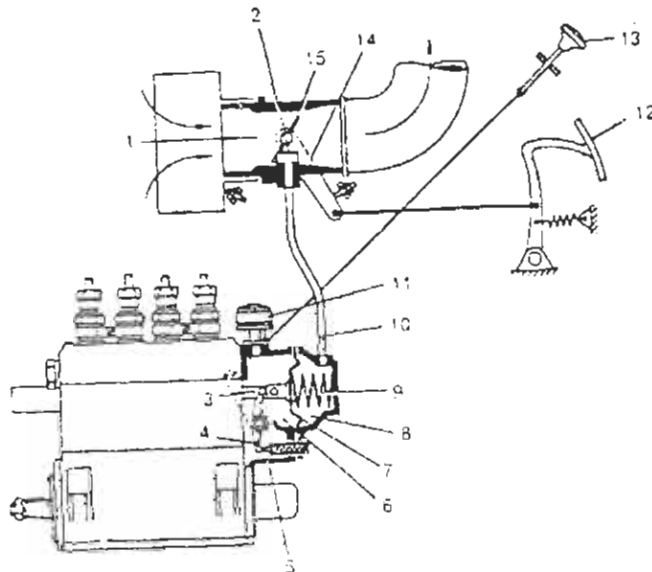


Εικόνα 3. Ρυθμιστής μεγίστου – ελαχίστου



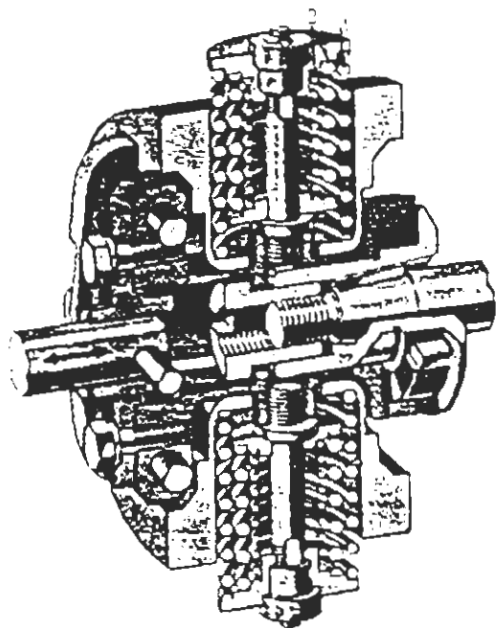
Εικόνα 4. Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας

τον μηχανικό ( Σχ. 5 και 7 ), τον πνευματικό ( Σχ. 6 ) και τον υδραυλικό. Οι τύποι αυτοί χρησιμοποιούνται στις αντλίες τύπου διανομέα των μικρών πολύστροφων μηχανών Ντήζελ ( αυτοκινήτων, μηχανημάτων, ταχυκίνητων σκαφών κ.α. ).



Εικόνα 5. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΜΕ ΓΑΒΛΗ ΠΙΣΤΑΣ

1 Στένωμα βεντούρι - 2.σημείο υποπίεσης - 3.Οδοντωτός κανόνας - 4.Μοχλός ελέγχου - 5.Πνευματικός ρυθμιστής - 6.Θάλαμος ατμ. Πίεσης - 7.Μεμβράνη - 8.Θάλαμος κενού - 9.Γλατίριο - 10.Σαίγινας - 11.Φίλτρο - 12.Πεντάλ - 13.Ντιζα



Εικόνα 6. Τομή του αυτόματου ρυθμιστή

#### γ. Ρυθμιστές σταθερής ταχύτητας.

Οι ρυθμιστές της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται στις αντλίες ειδικών μηχανών, για τη σταθεροποίηση των στροφών σε ένα ορισμένο σημείο (μηχανές κινήσεως ηλεκτρογεννητριών, κινήσεως βιομηχανικών μονάδων κ.α.).

#### δ. Βαθμός ευαισθησίας.

Ο ρυθμιστής στροφών έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό τον βαθμό ευαισθησίας του σε έναν αριθμό στροφών, όταν η μηχανή λειτουργεί χωρίς φορτίο και με πλήρες φορτίο. Ο βαθμός αυτός δίνεται επί τοις εκατό ( % ) από τον κατασκευαστή, είναι δε 810 % ή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\iota = (\eta_{μεγ} - \eta_{ρ}) 100\% / \eta_{μ}$$

όπου  $n_{μεγ.}$  = ο μέγιστος αριθμός στροφών της μηχανής χωρίς φορτίο και με τον οδοντωτό κανόνα σε ορισμένη θέση,  $n_p$  = ο μέγιστος αριθμός στροφών της μηχανής με πλήρες φορτίο και με τον οδοντωτό κανόνα στην προηγούμενη ίδια θέση,  $n_{\mu} = ( n_{μεγ.} + n_p ) : 2$ .

## **ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ**

### **Γενικά**

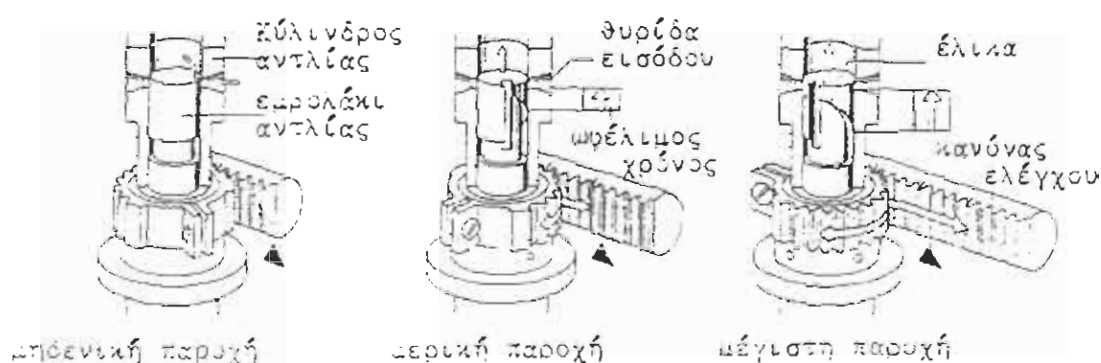
Η αντλία είναι μόνο ένα στοιχείο του συστήματος εγχύσεως καυσίμου. Εξίσου σημαντικό στοιχείο αποτελεί και ο ρυθμιστής. Αυτή η συσκευή είναι υπεύθυνη να εξασφαλίζει ώστε η μηχανή να διατηρεί μια ορισμένη ταχύτητα κάτω από ποικίλες συνθήκες φορτίου, ώστε η ταχύτητα της μηχανής να μην υπερβαίνει ένα ορισμένο επίπεδο όπως η προστασία κατά της αυτοκαταστροφής, και η μηχανή να μην σταματά κατά την διάρκεια παύσεως της έμφορτης λειτουργίας δηλ. κατά την διάρκεια της βραδείας λειτουργίας (ρελαντί). Ο ρυθμιστής επιτυγχάνει όλα αυτά με τον έλεγχο της ποσότητας του καυσίμου που εγχέεται μέσα στη μηχανή. Πέρα από αυτά υπάρχουν και διάφορες άλλες λειτουργίες του ρυθμιστή που θα περιγραφούν παρακάτω.

Η πετρελαιομηχανή κατά το χρόνο αναρροφήσεως τραβά μόνο αέρα. Κατά την διάρκεια του χρόνου της συμπίεσης αυτός ο αέρας θερμαίνεται σε μια τόσο υψηλή θερμοκρασία ώστε το καύσιμο που εγχέεται μέσα στη μηχανή προς το τέλος του χρόνου της συμπίεσης αυταναφλέγεται. Το καύσιμο μετριέται από την αντλία εγχύσεως καυσίμου και εγχέεται κάτω από υψηλή πίεση διαμέσου των εγχυτήρων μέσα στο θάλαμο καύσεως.



Η έγχυση καυσίμου πρέπει να λαμβάνει χώρα:

- σε μια επακριβώς μετρημένη ποσότητα που αντιστοιχεί στο φορτίο της μηχανής.
- την κατάλληλη χρονική στιγμή
- για μια επακριβώς καθορισμένη χρονική περίοδο και μ'ένα τρόπο κατάλληλο προς τη συγκεκριμένη διαδικασία καύσεως που ενδιαφέρει.



Εικόνα 7. Ρύθμιση παροχής καυσίμου από την αντλία εγχύσεως, που επιτυγχάνεται διαμέσου περιστροφής του εμβόλιου της αντλίας με την βοήθεια του οδοντωτού κανόνα ελέγχου

Η διατήρηση αυτών των συνθηκών είναι λειτουργία της αντλίας εγχύσεως καυσίμου και του ρυθμιστή. Η ποσότητα του καυσίμου που εγχέεται μέσα στη μηχανή κατά την διάρκεια κάθε εμβολισμού είναι κατά προσέγγιση ανάλογη προς τη ροπή της μηχανής. Αυτή η παροχή καυσίμου ρυθμίζεται με την περιστροφή των εμβόλων της αντλίας, το καθένα από τα οποία φέρει μια κεκλιμένη ελικοειδή μηχανική διαμόρφωση. Καθώς ένα έμβολο περιστρέφεται μεταβάλλεται η ωφέλιμη διαδρομή του. Τα έμβολα περιστρέφονται μέσω του κανόνα ελέγχου που ενεργεί είτε διαμέσου μιας ομάδας οδοντωτών τροχών ή κάποιου άλλου στοιχείου μετάδοσης. Σ'ένα κινητήριο όχημα ο κανόνας ελέγχου συνδέεται με τον ποδομοχλό του επιταχυντή διαμέσου του ρυθμιστή και ενός μοχλικού συστήματος όταν ο

ποδομοχλός του επιταχυντή πιέζεται προς τα κάτω, η διαδρομή του ποδομοχλού μετατρέπεται σε μια αντίστοιχη διαδρομή του κανόνα ελέγχου (εικ. 7). Σταθερές μηχανές μπορούν να εργάζονται με τον μοχλό ελέγχου του ρυθμιστή ή με μια ηλεκτρική συσκευή ελέγχου στροφών.

### **Γιατί ένας ρυθμιστής είναι απαραίτητος σε μια πετρελαιομηχανή:**

Σε μια πετρελαιομηχανή δεν υπάρχει αμετάβλητη θέση του κανόνα ελέγχου στην οποία η μηχανή θα διατηρεί τις στροφές της με ακρίβεια χωρίς ένα ρυθμιστή. Για παραδειγμα, κατά την διάρκεια της αφόρτου λειτουργίας, χωρίς ρυθμιστή η ταχύτητα της μηχανής θα έπεφτε στο μηδέν η θ' αυξανόταν συνεχώς εως ότου η μηχανή θα "σκορτσάριζε" και θα λειτουργούσε τελείως ακατάσχετα. Η τελευταία πιθανότητα εξάγεται από το γεγονός ότι η πετρελαιομηχανή λειτουργεί μ' ένα πλεονασμό αέρα και συνεπώς ο πραγματικός χειρισμός της ρυθμιστικής δικλείδας της φόρτισης του κυλίνδρου δεν πραγματοποιείται καθώς η ταχύτητα αυξάνει.

Εάν μια κρύα μηχανή εκκινεί, για παράδειγμα, από τον εκκινητή, και αν επιτρέπεται η συνεχής λειτουργία στο ρελαντί με μια αντίστοιχη ποσότητα εγχυόμενου καυσίμου, η ενυπάρχουσα τριβή μέσα στη μηχανή καθώς και η αντίσταση που μεταβιβάζεται από τα εξαρτήματα που τίθενται σε κίνηση από τη μηχανή, όπως η γεννήτρια, ο αεροσυμπιεστής, η αντλία εγχύσεως καυσίμου κ.α., ελαττώνεται μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Κατά συνέπεια, εάν η θέση του κανόνα ελέγχου παρέμενε αμετάβλητη χωρίς κάποιον ρυθμιστή, η ταχύτητα της μηχανής θ' αυξανόταν σταθερά ως ένα επίπεδο οριακό στο οποίο η μηχανή τελικά θα αυτοκαταστρέφονταν.

Ένας ρυθμιστής επομένως είναι απαραίτητος για την λειτουργία της αντλίας εγχύσεως εξαιτίας των παραπάνω λόγων.

Ο ρυθμιστής λειτουργεί εξαρτώμενος είτε από την περιστροφική ταχύτητα της μηχανής (μηχανικός ρυθμιστής) ή από την πίεση της πολλαπλούς εισαγωγής (πνευματικός ρυθμιστής). Και στις δύο περιπτώσεις ο ρυθμιστής μεταβάλλει την ποσότητα του καυσίμου που εγχέεται μέσα στη μηχανή και επομένως ρυθμίζει την ταχύτητα της μηχανής.

### Απόκλιση ταχύτητας.

Κάθε μηχανή έχει μια χαρακτηριστική καμπύλη ροπής που αντιστοιχεί στη μέγιστη χωρητικότητα φορτίσεως της. Μια ορισμένη μέγιστη ροπή έχει να κάνει με κάθε ταχύτητα. Εάν το φορτίο πάνω σε μια μηχανή αφαιρείται χωρίς αλλαγή στη θέση του μοχλού ελέγχου, η ταχύτητα της μηχανής μπορεί ν' αυξηθεί εντός του διαστήματος ελέγχου κατά μια ορισμένη επιτρεπόμενη ποσότητα μόνο που καθορίζεται από τον κατασκευαστή της μηχανής ( π.χ. από  $n_v =$  οποιαδήποτε ταχύτητα πλήρους φορτίουσε  $n_i =$  οποιαδήποτε ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας ). Η αύξηση στην ταχύτητα είναι ανάλογη προς την αλλαγή στο φορτίο δηλ., όσο μεγαλύτερη είναι η μείωση στο φορτίο, τόσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση στη ταχύτητα. Αντιστρόφως βέβαια, όταν η μηχανή λειτουργεί στο ρελαντί και ένα φορτίο εφαρμόζεται, η ταχύτητα θα μειωθεί σε κάποιο βαθμό, γι' αυτό και η ονομασία αυτού του χαρακτηριστικού σαν "απόκλιση ταχύτητας".

Η απόκλιση ταχύτητας του ρυθμιστή γενικά σχετίζεται με τη μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου (= ονομαστική ταχύτητα) και υπολογίζεται ως κάτωθι:

$$\delta = (\eta_{10} - \eta_{\nu 0}) : \eta_{\nu 0} \text{ ή επί τοις εκατό } \%$$

$$\delta = (\eta_{10} - \eta_{\nu 0}) 100 \% : \eta_{\nu 0}$$

Στις παραπάνω εξισώσεις  $\delta =$  απόκλιση ταχύτητας,  $\eta_{10}$  η μέγιστη ταχύτητα άφορτης λειτουργίας,  $\eta_{\nu 0}$  η μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου.

Παράδειγμα : ( στροφές της αντλίας )

$$\eta_{10} = 1000 \text{ MIN}^{-1} (\text{REV/MIN})$$

$$\eta_{\nu 0} = 920 \text{ MIN}^{-1}$$

$$\delta = (1000 - 920) 100 \% : 920 = 8,7 \%$$

Καθώς η ταχύτητα μειώνεται, η απόκλιση ταχύτητας αυξάνει και φθάνει στο μέγιστο της στο διάστημα στροφών αφόρτου λειτουργίας.

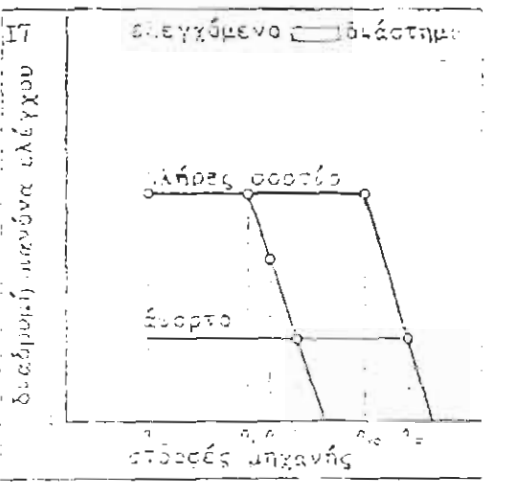
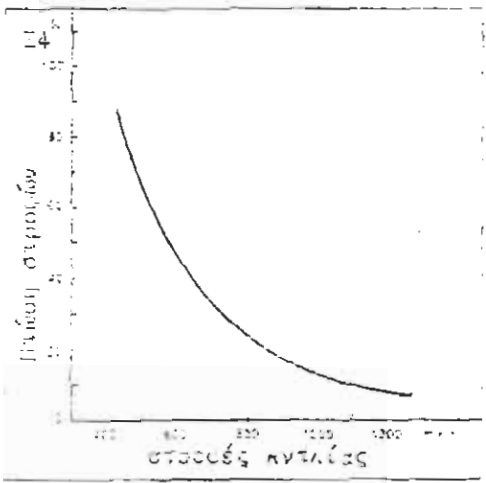
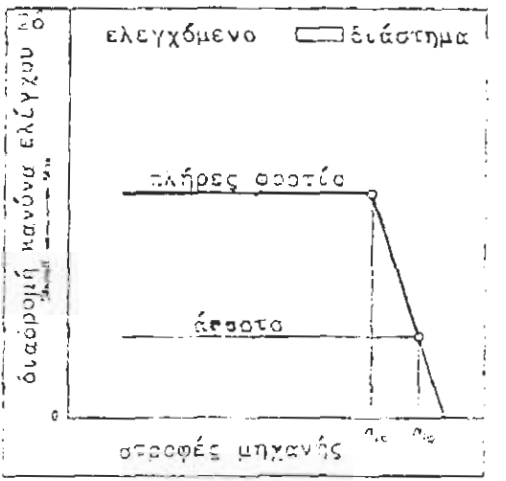
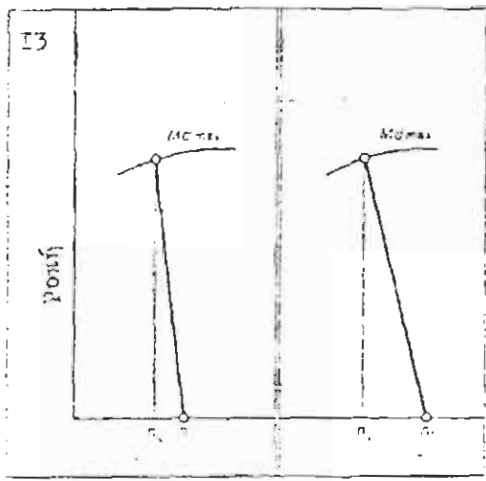
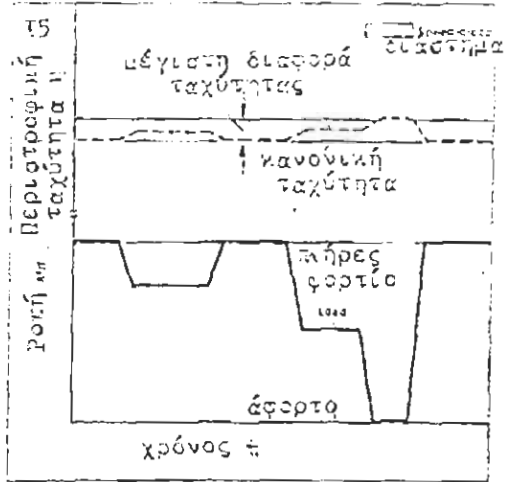
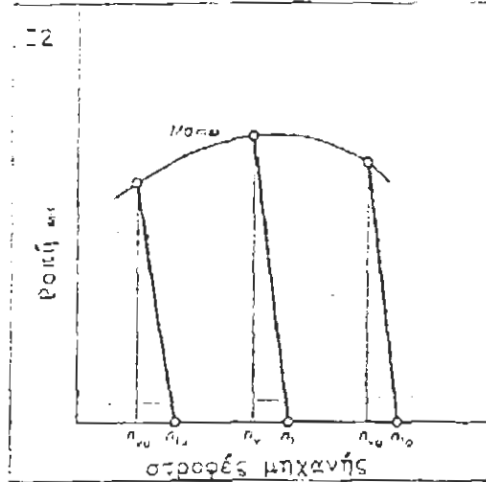
Γενικά, περισσότερο σταθερή συμπεριφορά ολοκλήρου του συστήματος έλεγχου ( ρυθμιστής, μηχανή και κινούμενος μηχανισμός ή όχημα ) μπορεί να επιτευχθεί με μια αρκετά εκτεταμένη απόκλιση ταχύτητας. Από την άλλη πλευρά, η απόκλιση ταχύτητας περιορίζεται από τις συνθήκες λειτουργίας π.χ. για

γεννήτριες 2 – 5 % περίπου

οχήματα 6 – 10 % περίπου και για

εκσκαφείς 10 – 15 % περίπου

Η εικόνα 15 δείχνει το αποτέλεσμα της απόκλισης ταχύτητας χρησιμοποιώντας ένα πρακτικό παράδειγμα.



- Εικ. 12. Η ταχύτητα πλήρους φορτίου με τις αντίστοιχες ρυθμισμένες ταχύτητες αφόρτου λειτουργίας.
- Εικ. 13. Η αύξηση στην ταχύτητα με 2 διαφορετικές αποκλίσεις ταχύτητας. Αριστερά: μικρή απόκλιση ταχύτητας. Δεξιά: μεγάλη απόκλιση ταχύτητας.
- Εικ. 14. Απόκλιση ταχύτητας ενός ρυθμιστή RQV σε διάφορες ταχύτητες ρυθμισμένες από τον μοχλό ελέγχου.
- Εικ. 15. Το αποτέλεσμα της απόκλισης ταχύτητας πάνω στην πραγματική ταχύτητα καθώς το φορτίο της μηχανής μεταβάλλεται.
- Εικ. 16. Το διάστημα ελέγχου ενός μεγίστης ταχύτητας ρυθμιστή.  $\eta_{\nu 0}$  μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου,  $\eta_{\nu 0}^+$  άφορτη ταχύτητα.
- Εικ. 17. Ενδιάμεση ρύθμιση ταχύτητας (μεταβλητής ταχύτητας ρυθμιστής).  $\eta_{\nu k}$  ελάχιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου.

Οι κάτωθι όροι χρησιμοποιούνται στις εικ. 12 - 17:

$\eta_{\nu k}$ = ελάχιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου

$\eta_{\nu}$ = οποιαδήποτε ταχύτητα πλήρους φορτίου

$\eta_{\nu 0}$ = μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου

$\eta_{\nu k}$ = μικρή ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας

$\eta_{\nu}$ = οποιαδήποτε ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας

$\eta_{\nu 0}$ = μέγιστη ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας

Με την ονομαστική ταχύτητα ρυθμισμένη σε μια σταθερή τιμή, η πραγματική ταχύτητα μεταβάλλεται εντός του διαστήματος της απόκλισης της ταχύτητας καθώς το φορτίο πάνω στη μηχανή μεταβάλλεται (ως αποτέλεσμα π.χ. μιας αλλαγής της κλίσης του δρόμου).

Εξ' αιτίας αυτών των αλλαγών στην ταχύτητα της μηχανής ως αποτέλεσμα των αλλαγών στο φορτίο, η απόκλιση της ταχύτητας ήταν επίσης γνωστή παλαιότερα ως "κυκλική αρρυθμία".

### Λειτουργίες του ρυθμιστή.

Η βασική εργασία κάθε ρυθμιστή είναι να περιορίζει τη μέγιστη ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας, δηλ. πρέπει να εξασφαλίζει ώστε η ταχύτητα της πετρελαιομηχανής, να μην υπερβαίνει τη μέγιστη τιμή που προσδιορίζει ο κατασκευαστής. Ανάλογα με τον τύπο του ρυθμιστή, περαιτέρω λειτουργίες μπορεί να είναι η διατήρηση ορισμένων ειδικών ταχυτήτων π.χ., η ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας, η ταχύτητα μέσα σ'ένα ορισμένο διάστημα περιστροφικής ταχύτητας ή σ'όλο το διάστημα ανάμεσα στη ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας και στη μέγιστη ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας.

#### 1. Ρύθμιση μέγιστης ταχύτητας (εικ. 16)

Όταν το φορτίο αφαιρείται από τη μηχανή, η μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου  $n_{v0}$ , μπορεί ν'αυξηθεί όχι υψηλότερα από την  $n_{i0}$  ( μέγιστη ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας ) σύμφωνα με την επιτρεπόμενη απόκλιση ταχύτητας. Ο ρυθμιστής επιτυγχάνει αυτό με την έλξη του κανόνα ελέγχου προς την κατεύθυνση διακοπής της παροχής.

Το διάστημα  $n_{v0} - n_{i0}$  ορίζεται ως η ρύθμιση της μέγιστης ταχύτητας. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση της ταχύτητας, τόσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση στην ταχύτητα από  $n_{v0}$  σε  $n_{i0}$ .

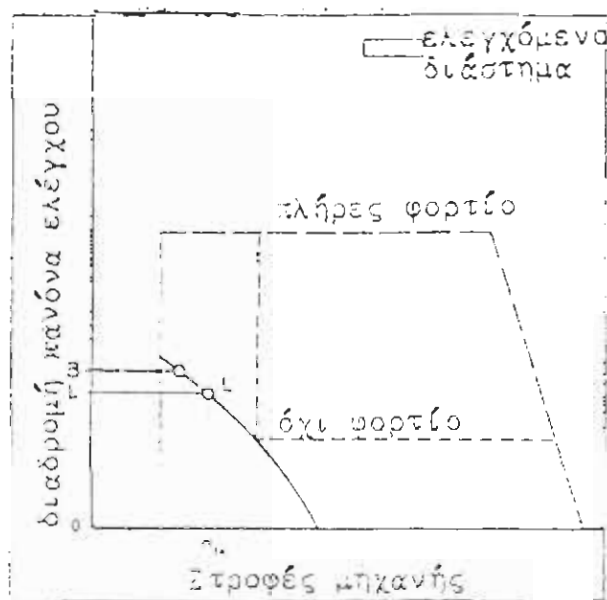
#### 2. Ρύθμιση ενδιάμεσης ταχύτητας.

Εάν απαιτείται από την μελλοντική εφαρμογή του ρυθμιστή ( για παράδειγμα, σε οχήματα με μια βοηθητική μετάδοση κινήσεως ), ο ρυθμιστής μπορεί επίσης να διατηρεί σταθερή, εντός κάποιων ορίων, διάφορες ταχύτητες αφόρτου κα μέγιστης λειτουργίας. Επομένως ανάλογα με το φορτίο, η

ταχύτητα η  $\theta'$  αυξομειώνεται ανάμεσα στη  $\eta_V$  (σε πλήρες φορτίο) και στη  $\eta_I$  (με χωρίς φορτίο τοποθετημένο πάνω στη μηχανή) μέσα στο διάστημα λειτουργίας της μηχανής.

### 3. Έλεγχος της μικρής ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας (εικ. 18).

Η ταχύτητα μιας πετρελαιομηχανής μπορεί να ρυθμιστεί στο μικρότερο διάστημα ταχύτητας. Εάν ο κανόνας ελέγχου επιστρέφει από τη θέση εκκίνησης στη θέση 3 αφού μια κρύα πετρελαιομηχανή εκκινείται, η αντίσταση τριβής της μηχανής είναι ακόμη σχετικά υψηλή. Η ποσότητα του καυσίμου που απαιτείται για να κρατηθεί η μηχανή σε λειτουργία είναι επομένως κάπως μεγαλύτερη, και η ταχύτητα είναι κάπως μικρότερη, απ'ότι θ'αντιστοιχούσε κανονικά στο σημείο ρύθμισης L της ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας.



Εικόνα 18. Έλεγχος στο διάστημα της αφορτής λειτουργίας



Αφού η τριβή κατά την διάρκεια της περιόδου προθέρμανσης έχει ελαττωθεί, η ταχύτητα αυξάνει και ο κανόνας ελέγχου μετακινείται πίσω στο σημείο L, όπου η ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας για τη ζεστή μηχανή επιτυγχάνεται.

Οι ποικίλες (κατασκευαστικές) απαιτήσεις πάνω στους ρυθμιστές έχουν οδηγήσει στη δημιουργία πολλών διαφορετικών τύπων. Επιπρόσθετα μ'αυτούς που αναφέρονται στην αρχή του κεφαλαίου 2 είναι και οι σύνθετοι ρυθμιστές.

Αυτοί οι ρυθμιστές είναι ένας συνδυασμός από ένα ρυθμιστή ελάχιστης – μέγιστης ταχύτητας και έναν μεταβλητής ταχύτητας ρυθμιστή.

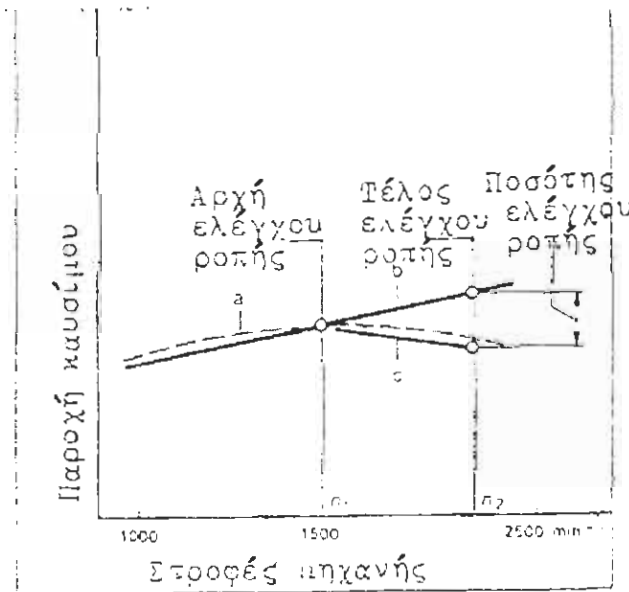
Επιπλέον με τη βασική του λειτουργία, ο ρυθμιστής πρέπει επίσης να πληρεί επαρκώς λειτουργίες ελέγχου, όπως αυτόματος εφοδιασμός ή η διακοπή της παροχής καυσίμου εκκίνησης (η αυξημένη ποσότητα καυσίμου η οποία είναι απαραίτητη για τη εκκίνηση), και η διακόνση της απόδοσης του πλήρους φορτίου ως μια λειτουργία της ταχύτητας (έλεγχος ροπής), φορτίο πίεσης αέρος, ή ατμοσφαιρική πίεση.

### Έλεγχος ροπής.

Η καλύτερη εκμετάλλευση της ροπής της μηχανής μπορεί να επιτευχθεί μέσω του ελέγχου ροπής. Ο έλεγχος ροπής δεν είναι μια πραγματική διαδικασία ελέγχου, αλλά είναι μια από τις λειτουργίες ρύθμισης που εκτελούνται από τον ρυθμιστή. Σχεδιάζονται για απόδοση μεγίστου φορτίου, π.χ. η μέγιστη ποσότητα του καυσίμου που παρέχεται στο έμφορτο διάστημα της μηχανής η οποία μπορεί να καεί χωρίς να καπνίζει.

Η απαίτηση του καυσίμου σε μια υπερπληρούμενη μηχανή γενικά μειώνεται καθώς η ταχύτητα αυξάνει ( χαμηλότερη σχετική αναλογία της ροής του αέρα, οριακές θερμικές συνθήκες, μεταβαλλόμενη σύσταση μείγματος ), ενώ η ποσότητα του καυσίμου που παρέχεται από την αντλία εγχύσεως αυξάνει εντός κάποιου διαστήματος καθώς η ταχύτητα αυξάνει, όσο ο κανόνας ελέγχου παραμένει στην ίδια θέση, εξαιτίας της στραγγαλιστικής επίδρασης στην θυρίδα ελέγχου στο συγκρότημα κυλίνδρου και εμβόλου αντλίας. Εάν εγχέεται πάρα πολύ καύσιμο μέσα στη μηχανή, θα δημιουργηθεί καπνός καθώς και υπερθέρμανση της μηχανής.

Η ποσότητα του εγχέομένου καυσίμου μέσα στην μηχανή πρέπει επομένως να προσαρμόζεται στην πραγματική απαίτηση του καυσίμου (εικ. 19).

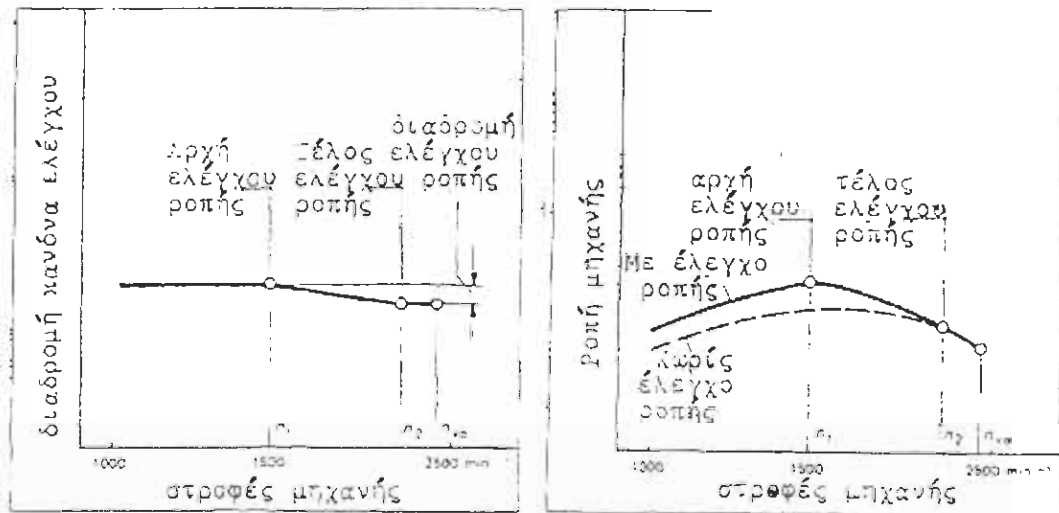


Εικόνα 19. Απαίτηση καυσίμου και χαρακτηριστικό παροχής καυσίμου με έλεγχο ροπής.

Σε ρυθμιστές με έλεγχο ροπής, ο κανόνας ελέγχου μετατοπίζεται εντός του διαστήματος ελέγχου ροπής στην κατεύθυνση διακοπής από την ποσότητα της σταθερής διαδρομής ελέγχου ροπής (εικ. 20). Έτσι καθώς η ταχύτητα αυξάνει

(από  $\eta_1$  σε  $\eta_2$ ), η παροχή καυσίμου μειώνεται (θετικός έλεγχος ροπής ή έλεγχος της ροπής “στην κατεύθυνση του ελέγχου”) καθώς και η ταχύτητα πέφτει (από  $\eta_2$  σε  $\eta_1$ ), η παροχή καυσίμου αυξάνει.

Συστήματα έλεγχου ροπής είναι διευθετημένα και σχεδιασμένα σύμφωνα με τον συγκεκριμένο τύπο κάθε ρυθμιστή. Λεπτομέρειες δίνονται παρακάτω με την περιγραφή καθενός τύπου ρυθμιστή.



Εικόνα 20. Χαρακτηριστικό διαδρομής του κανόνα ελέγχου στην αντλία εγχύσεως με θετικό έλεγχο ροπής

Εικόνα 21. Χαρακτηριστικό ροπής πετρελαιομηχανής με και χωρίς έλεγχο ροπής.

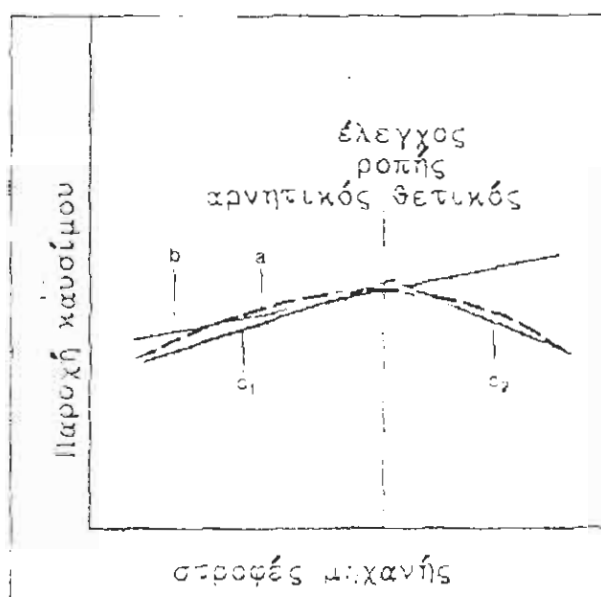
Η εικ. 21 δείχνει τις διαφορές στη ροπή που αναπτύσσεται από μια πετρελαιομηχανή με και χωρίς έλεγχο ροπής η μέγιστη ροπή αναπτύσσεται σ' όλο το διάστημα ταχύτητας και έτσι το όριο του κυκνού δεν υπερβαίνεται.

Σε μηχανές μ' ένα στροβιλοσυμπιεστή εξαγωγής που επιτυγχάνεται μια υψηλή τιμή αποσυμπίεσης, η απαίτηση καυσίμου για πλήρες φορτίο στο μικρότερο διάστημα ταχύτητας αυξάνει τόσο απότομα ώστε η φυσική αύξηση στο καύσιμο που παρέχεται από την αντλία εγχύσεως καυσίμου δεν είναι επαρκής πλέον. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο έλεγχος ροπής πρέπει να γίνεται

σαν μια λειτουργία της ταχύτητας ή του πεπιεσμένου αέρα ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες, αυτό είναι δυνατόν να επιτευχθεί είτε με τον ρυθμιστή ή με τον αντισταθμιστή πολλαπλής πίεσης (LDA), ή και με τους δύο να λειτουργούν μαζί.

Αυτή η μορφή ελέγχου ροπής καλείται αρνητική. Αρνητικός έλεγχος ροπής σημαίνει μια αύξηση στην παροχή καυσίμου καθώς η ταχύτητα αυξάνει (εικ.22).

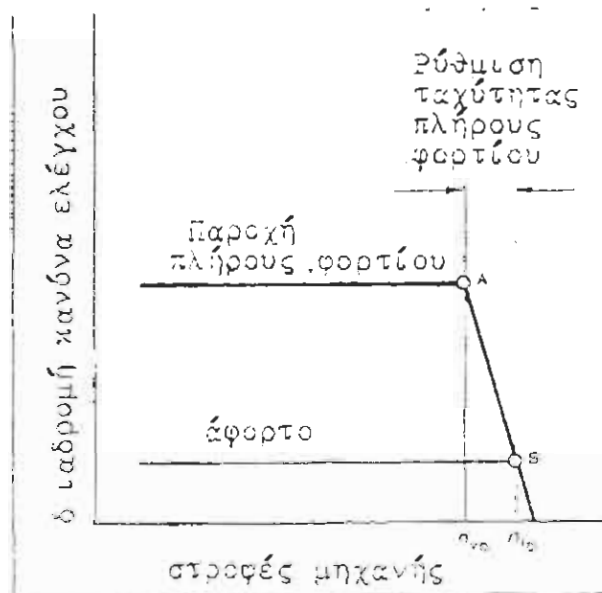
Αυτός ο τύπος ελέγχου ροπής είναι σαφώς το αντίθετο από τον κοινό θετικό έλεγχο ροπής στον οποίο η ποσότητα του καυσίμου που εγχέεται μειώνεται καθώς η ταχύτητα αυξάνει.



Εικόνα 22 Χαρακτηριστικά παροχής καυσίμου.  $a$  = απαίτηση καυσίμου μηχανής,  $\beta$  = παροχή πλήρους φορτίου με έλεγχο ροπής,  $C_1$  - αρνητικός,  $C_2$  - θετικός έλεγχος ροπής.

**Ρυθμιστές μέγιστης ταχύτητας.**

Ρυθμιστές μέγιστης ταχύτητας σχεδιάζονται για πετρελαιομηχανές οι οποίοι θέτουν σε κίνηση μηχανισμούς ή συστήματα μηχανών, για παράδειγμα συστήματα γεννήτριας – μηχανής σε μια σταθερή ονομαστική ταχύτητα. Εδώ ο ρυθμιστής πρέπει να εξασφαλίζει μόνο ότι η μέγιστη ταχύτητα διατηρείται δεν υπάρχει έλεγχος αφόρτου λειτουργίας ή έλεγχος μιας ειδικής παροχής καυσίμου εκκίνησης. Αν η ταχύτητα της μηχανής αυξάνει πάνω από την ονομαστική ταχύτητα,  $n_{vo}$ , ως αποτέλεσμα της μείωσης φορτίου πάνω στη μηχανή, ο ρυθμιστής μετατοπίζει τον κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση της διακοπής, δηλ., η διαδρομή του κανόνα ελέγχου γίνεται μικρότερη, και η παροχή καυσίμου μειώνεται. Η αύξηση στην ταχύτητα και η μείωση στη διαδρομή του κανόνα ελέγχου ακολουθεί τη συνδετική γραμμή Α – Β στην εικ. 23. η μεγάλη ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας,  $n_{io}$ , επιτυγχάνεται όταν ολόκληρο το φορτίο αφαιρείται από τη μηχανή. Ο βαθμός κλίσης της τροχιάς Α – Β καθορίζεται από την απόκλιση της ταχύτητας του ρυθμιστή.

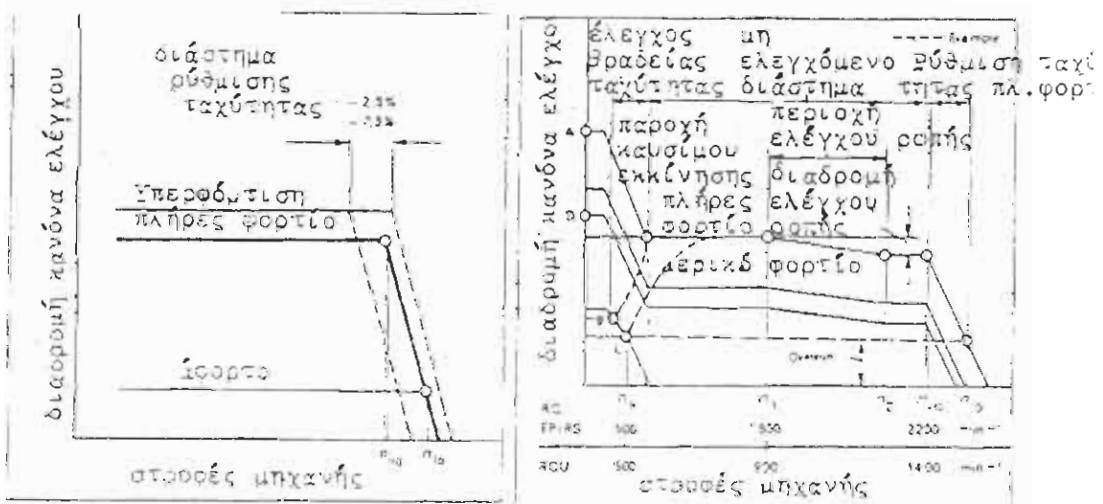


Εικόνα 23. Χαρακτηριστικές καμπύλες, ρυθμιστής μέγιστης ταχύτητας

Για τα συστήματα γεννήτριας – κινητήρος χρησιμοποιείται ένας τύπος ρυθμιστή στον οποίο η μέγιστη ταχύτητα μπορεί να ρυθμιστεί μέσα σε στενά όρια. Αυτά τα όρια έχουν καθοριστεί από την οδηγία VDMA 6280 που εκδόθηκε από τον σύλλογο των Γερμανικών Ινστιτούτων Μηχανολόγων Μηχανικών (το διάστημα ρύθμισης φαίνεται στην εικ. 23).

**Ρυθμιστές ελαχίστης – μέγιστης ταχύτητας.**

Με τις πετρελαιομηχανές που χρησιμοποιούνται σε φορτηγά, ο έλεγχος ταχύτητας στο διάστημα ανάμεσα στο ρελαντί και τη μέγιστη ταχύτητα δεν είναι συχνά αναγκαίος. Σε αυτό το διάστημα της περιστροφικής ταχύτητας ο χειριστής θέτει σε λειτουργία τον κανόνα ελέγχου στην αντλία εγχύσεως καυσίμου άμεσα μέσω του ποδομοχλού του επιταχυντή, και έτσι ρυθμίζει την απαιτούμενη ροπή. Ο ρυθμιστής εξασφαλίζει ώστε η μηχανή να μην έχει αστάθεια στο διάστημα της ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας, και ελέγχει επίσης τη μέγιστη ταχύτητα.



Εικόνα 24 Ρυθμιστής μέγιστης ταχύτητας με διάστημα ρύθμισης κατά VDMA 6280 (αριστερά)

Εικόνα 25 Χαρακτηριστικός κενότοπος ρυθμιστής ελαχίστης – μέγιστης ταχύτητας με έλεγχο ροπής (δεξιά)

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες του ρυθμιστή (εικ. 25) δείχνουν τα ακόλουθα: Η κρύα μηχανή τίθεται σε κίνηση με την παροχή καυσίμου εκκίνησης (Α). Εδώ, ο χειριστής έχει πιέσει τον ποδομοχλό του επιταχυντή προς τα κάτω. Εάν αυτός τώρα απελευθερώσει τον μοχλό του επιταχυντή, ο κανόνας ελέγχου επιστρέφει στη θέση άφορτης λειτουργίας (Β). Κατά την διάρκεια της περιόδου προθέρμανσης η ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας κυμαίνεται κατά μήκος της καμπύλης ελέγχου ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας και εξομαλύνεται πέρα από το  $L$ .

Όταν η μηχανή έχει θερμανθεί, γενικά δεν απαιτείται η μέγιστη παροχή εκκινήσεως για μια επανεκκίνηση. Πολλές μηχανές μπορούν ακόμη να ξεκινήσουν όταν ο μοχλός ελέγχου του ρυθμιστή είναι στη θέση αφόρτου λειτουργίας.

Αν ο χειριστής πιέσει τον μοχλό του επιταχυντή προς τα κάτω με την μηχανή να λειτουργεί, ο κανόνας ελέγχου μετακινείται προς τη θέση απόδοσης πλήρους φορτίου. Κατά συνέπεια, η ταχύτητα της μηχανής αυξάνει, και ο έλεγχος της ροπής της παροχής του καυσίμου ξεκινά, στην  $\eta_1$ , δηλ., η απόδοση πλήρους φορτίου μειώνεται ελαφρά. Εάν η ταχύτητα της μηχανής αυξάνει περισσότερο, ο έλεγχος ροπής ολοκληρώνεται στην  $\eta_2$ .

Η παροχή πλήρους φορτίου εγχέεται μέσα στη μηχανή με τον μοχλό του επιταχυντή προς τα κάτω μέχρι η μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου,  $\eta_{\text{VO}}$ , να επιτευχθεί. Η ρύθμιση ταχύτητας πλήρους φορτίου που αντιστοιχεί στην απόκλιση ταχύτητας του ρυθμιστή ξεκινά στη  $\eta_{\text{VO}}$ , όπου η ταχύτητα της μηχανής αυξάνει κάπως, η διαδρομή του κανόνα ελέγχου μειώνεται, και κατά συνέπεια η παροχή του καυσίμου μειώνεται.

### Συνδυασμός ρυθμιστών.

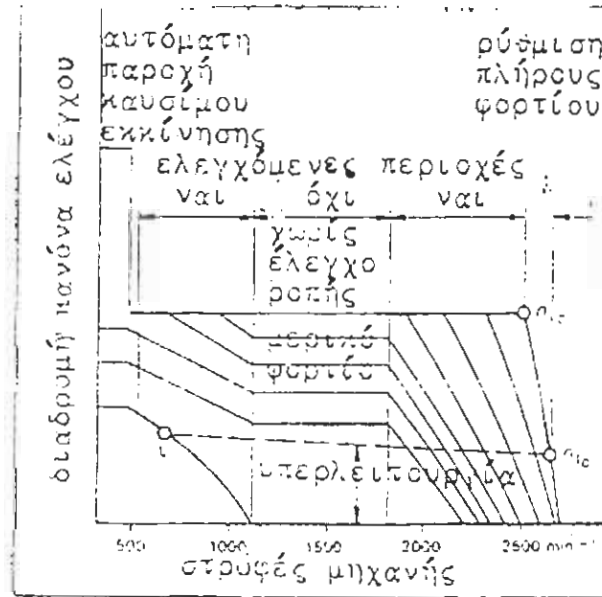
Εάν η κανονική απόκλιση ταχύτητας στο ανώτερο ή μικρότερο διάστημα ρύθμισης των ρυθμιστών μεταβλητής ταχύτητας RQV ή RQUV είναι τόσο μεγάλη για τη συγκεκριμένη μελλοντική χρήση, αλλά ο έλεγχος στο ενδιαμέσο διάστημα δεν είναι παρ'όλα αυτά αναγκαίος, τότε ο μηχανισμός μέτρησης σχεδιάζεται για κλιμακωτή ρύθμιση, όπου ο έλεγχος ροπής δεν είναι δυνατός στο ανεξέλεγκτο διάστημα του τμήματος του ρυθμιστή μέγιστης ταχύτητας.

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες του ρυθμιστή δείχνουν ότι η γραφική παράσταση της (εικ. 26) αναπαριστά τον πρώτο τύπο ρυθμιστή που αναφέρθηκε: το ανεξέλεγκτο διάστημα εντοπίζεται στο μικρότερο διάστημα ταχύτητας ενώ το ελεγχόμενο διάστημα εντοπίζεται στο ανώτερο διάστημα ταχύτητας.

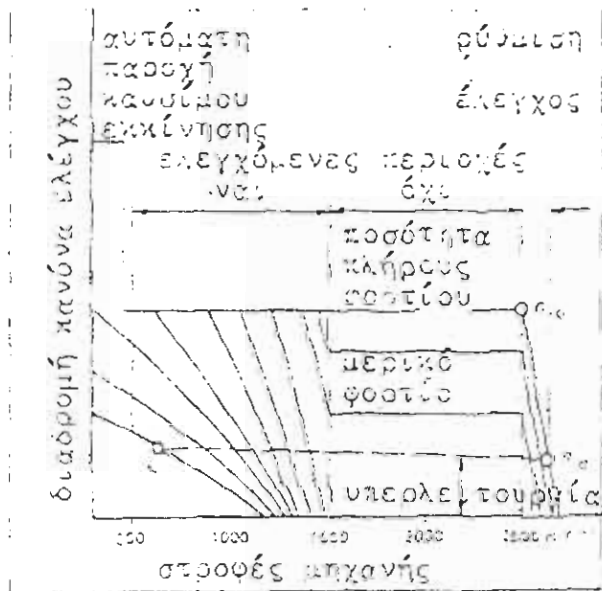
Είναι φανερό από τις χαρακτηριστικές καμπύλες του ρυθμιστή στη γραφική παράσταση στα δεξιά κάτω ότι αυτές οι καμπύλες αναπαριστούν ένα ρυθμιστή ο οποίος λειτουργεί σαν ένας ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας στο χαμηλότερο διάστημα ταχύτητας, αυτό ακολουθείται από ένα ανεξέλεγκτο διάστημα μέχρι να φέρει αποτελέσματα η ρύθμιση ταχύτητας πλήρους φορτίου.

Και στις δύο γραφικές παραστάσεις παρακάτω, τα οριζόντια τμήματα “καμπύλων” αναπαριστούν το χαρακτηριστικό της διαδρομής του κανόνα ελέγχου για ποικίλες θέσεις μερικού φορτίου του μοχλού ελέγχου. Οι καμπύλες ξεκινώντας προς τα κάτω από τη γραμμή πλήρους φορτίου αντιστοιχούν στη ρύθμιση ταχύτητας που ξεκινά από ενδιαμέσες ταχύτητες που έχουν ρυθμιστεί ανάλογα.





Εικόνα 26. Χαρακτηριστές καμπύλες ρυθμιστή συνδυασμού, κατώτερο διάστημα ταχύτητας μη ελεγχόμενο.



Εικόνα 26. Χαρακτηριστές καμπύλες ρυθμιστή συνδυασμού, ανώτερο διάστημα ταχύτητας μη ελεγχόμενο.

### Ρυθμιστές μεταβλητής ταχύτητας.

Οχήματα με βοηθητικά συστήματα μετάδοσης κίνησης (για παράδειγμα, για αντλίες δεξαμενής, ή για σκάλες καταπολέμησης πυρκαγιάς με προέκταση) και αγροτικοί ελκυστήρες, οι οποίοι πρέπει να διατήρουν μια κάποια ταχύτητα λειτουργίας, καθώς επίσης σκάφη και σταθερά συγκροτήματα εξοπλισμών είναι εφοδιασμένα με ρυθμιστές μεταβλητής ταχύτητας.

Αυτοί οι ρυθμιστές δεν ελέγχουν μόνο τις ταχύτητες στο “ρελαντί” και στο μέγιστο των στροφών αλλά ακόμα ταχύτητες ανάμεσα σ’αυτές ανεξάρτητα από το φορτίο της μηχανής. Η επιθυμητή ταχύτητα ρυθμίζεται με τον μοχλό ελέγχου. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες του ρυθμιστή (εικ. 27) δείχνουν τα εξής: εκκίνηση της μηχανής με την παροχή καυσίμου εκκίνησης, διακύμανση της ρύθμισης πλήρους φορτίου κατά μήκος της χαρακτηριστικής καμπύλης πλήρους φορτίου, και προέκταση του διαστήματος ελέγχου ροπής μέχρι την αρχή της ρύθμισης ταχύτητας στη μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου, κατά μήκος της γραμμής από η<sub>ν0</sub> ως η<sub>10</sub>.

Οι άλλες καμπύλες δείχνουν το χαρακτηριστικό απεμπλοκής στις ενδιάμεσες ταχύτητες. Μια αύξηση στην απόκλιση της ταχύτητας καθώς η ταχύτητα μειώνεται μπορεί να σημειωθεί εδώ. Οι διακεκομμένες καμπύλες εφαρμόζονται σε οχήματα με βοηθητικές μεταδόσεις κίνησης εργαζόμενες στο μικρότερο διάστημα ταχύτητας. Καθώς το φορτίο αυξάνεται η ταχύτητα μειώνεται λιγότερο απ’ότι μ’ένα κανονικό ρυθμιστή (συνεχείς καμπύλες). Αυτό το χαρακτηριστικό επιτυγχάνεται με μια υψηλότερη αναλογία μοχλού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΩΝ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ Η ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥΣ

#### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

##### **Α.ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ.**

Μηχανικοί ρυθμιστές, δηλ. ρυθμιστές που στηρίζονται στην αρχή της φυγόκεντρης δύναμης, χρησιμοποιούνται πάρα πολύ σε μεγάλες πετρελαιομηχανές.

Ο μηχανικός ρυθμιστής εδράζεται πάνω στην αντλία εγχύσεως καυσίμου. Ο κανόνας ελέγχου της αντλίας εγχύσεως συνδέεται με το μοχλικό σύστημα του ρυθμιστή διαμέσου ενός εύκαμπτου συνδέσμου, και η σύνδεση με τον μοχλό του επιταχυντή γίνεται διαμέσου του μοχλού ελέγχου του ρυθμιστή.

##### **Μετρητικές μονάδες.**

Δύο διαφορετικοί σχεδιασμοί της μετρητικής μονάδος χρησιμοποιούνται στους μηχανικούς ρυθμιστές.

- RQ, RQV:

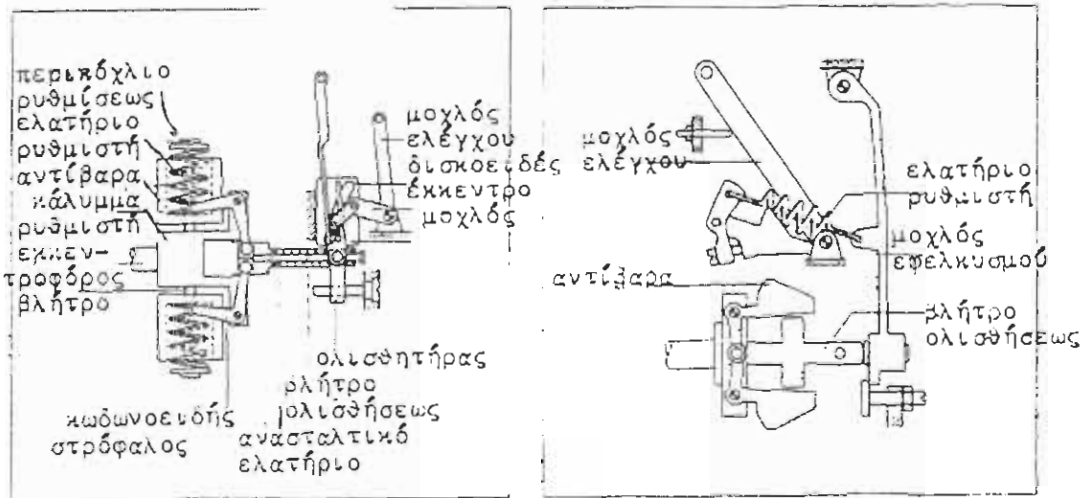
τα ελατήρια του ρυθμιστή δομημένα μέσα στα αντίβαρα.

-RSV, RS:

Η φυγόκεντρος δύναμη ενεργεί διμέσου ενός συστήματος μοχλών πάνω στο ελατήριο του ρυθμιστή που είναι τοποθετημένο έξω από τα δύο αντίβαρα.

Στους τύπους μηχανικών ρυθμιστών RQ και RQV (εικ. 29), το καθένα, από τα δύο αντίβαρα ενεργεί κατευθείαν πάνω σ'ένα "σετ" ελατηρίων που σχεδιάζεται ειδικά για μια δεδομένη ονομαστική ταχύτητα.

Στους μηχανικούς ρυθμιστές του τύπου RS/RQV (εικ. 30), η ενέργεια των δύο αντίβαρων πιέζει τον ολισθαίνοντα σύρτη ενάντια στον μοχλό τάχυνσης ο οποίος έλκεται προς την αντίθετη κατεύθυνση από το ελατήριο του ρυθμιστή. Όταν η ταχύτητα ρυθμίζεται με τον μοχλό ελέγχου, το ελατήριο του ρυθμιστή εφελκύεται από μια ποσότητα που αντιστοιχεί προς την επιθυμητή ταχύτητα.



Εικόνα 29. Μετρητική μονάδα για ρυθμιστές RQ και RQV. (αριστερά)

Εικόνα 30. Μετρητική μονάδα για ρυθμιστές RS και RSV. (δεξιά)

Και στους δύο τύπους της μετρητικής μονάδος τα ελατήρια του ρυθμιστή είναι έτσι επιλεγμένα ώστε στην επιθυμητή ταχύτητα η φυγόκεντρος δύναμη και η δύναμη του ελατηρίου βρίσκονται σε ισορροπία. Εάν αυτή η ταχύτητα υπερβαίνεται, η αυξημένη φυγόκεντρος δύναμη των αντιβάρων ενεργεί διαμέσου ενός συστήματος μοχλών ώστε να κινήσει τον κανόνα ελέγχου, και μειώνεται η παροχή καυσίμου.



ολισθητήρας από μόνος του, λειτουργώντας διαμέσου του αρθρωτού μοχλού, σχηματίζει τη σύνδεση ανάμεσα στον μηχανισμό μέτρησης των αντιβάρων και του κανόνα ελέγχου. Το χαμηλότερο άκρο του αρθρωτού μοχλού συνδέεται στον ολισθητήρα.

Στον αρθρωτό μοχλό υπάρχει μια καμπή αναλογίας. Ο μετακινούμενος ολισθητήρας ζυγώματος (γλύστρα) κατευθύνεται ακτινοειδώς από το σύστημα μοχλών αναστροφής αυτός ο μοχλός συνδέεται με τον μοχλό ελέγχου πάνω στον ίδιο άξονα. Ο μοχλός ελέγχου τίθεται σε λειτουργία είτε χειροκίνητα είτε διαμέσου ενός συστήματος μοχλών από τον ποδομοχλό του επιταχυντή.

Όταν ο μοχλός ελέγχου μετακινείται, ο ολισθητήρας ζυγώματος μετατοπίζεται, και ο μοχλός ελέγχου κλίνει γύρω από τον αξονίσκο έδρασης στον ολισθητήρα· εάν ο ρυθμιστής φέρει αποτέλεσμα, ο στροφέας για τον αρθρωτό μοχλό είναι στον ολισθητήρα ζυγώματος (δες χαρακτηριστικά λειτουργίας). Εξ' αιτίας αυτής της κατάστασης, η τιμή της μετάδοσης του αρθρωτού μοχλού αλλάζει. Κατά συνέπεια, ακόμα και στο διάστημα της αφόρτου λειτουργίας όπου οι φυγόκεντρες δυνάμεις είναι ακόμα χαμηλές, υπάρχει παραπάνω από επαρκή δύναμη ρύθμισης για τον κανόνα ελέγχου.

Τα "σει" ελατηρίων (ελατήρια ρυθμιστή) που κατασκευάζονται στα αντίβαρα αποτελούνται γενικά από τρία κυλινδρικά ελικοειδή ελατήρια διευθετημένα ομοκεντρικά. Το εξωτερικό ελατήριο στηρίζεται ανάμεσα στο αντίβαρο και στην έδρα του εξωτερικού ελατηρίου, ενώ τα δύο εσωτερικά ελατήρια τοποθετούνται ανάμεσα στις έδρες του εξωτερικού και εσωτερικού ελατηρίου. Κατά την διάρκεια της μικρής ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας μόνο το εξωτερικό ελατήριο φέρνει αποτέλεσμα (ελατήριο αφόρτου λειτουργίας) καθώς η ταχύτητα αυξάνει, τα αντίβαρα, μετά το ξεπέραςμα της τροχιάς της διαδρομής της ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας πιέζονται προς την

έδρα του εσωτερικού ελατηρίου, και παραμένουν σ' αυτή τη θέση έως ότου αρχίσει η ρύθμιση της μέγιστης ταχύτητας. κατά την διάρκεια ελέγχου της μέγιστης ταχύτητας όλα τα ελατήρια ενεργούν μαζί. Τα δύο εσωτερικά ελατήρια ονομάζονται ελατήρια ελέγχου μέγιστης ταχύτητας.

## **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

### **Μηχανή εκτός λειτουργίας.**

Ο μοχλός ελέγχου τοποθετείται στον αναστολέα διακοπής της παροχής, ο κανόνας ελέγχου είναι στη θέση διακοπής της παροχής, και τα αντίβαρα είναι τοποθετημένα προς τα μέσα.

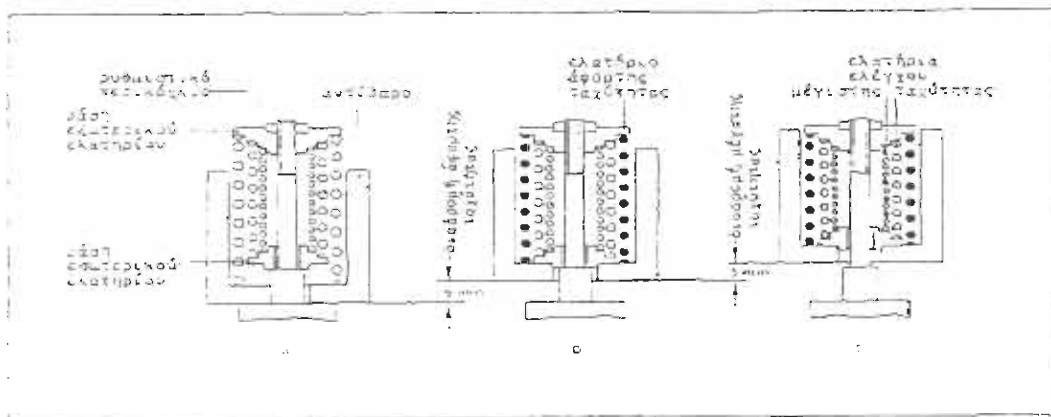
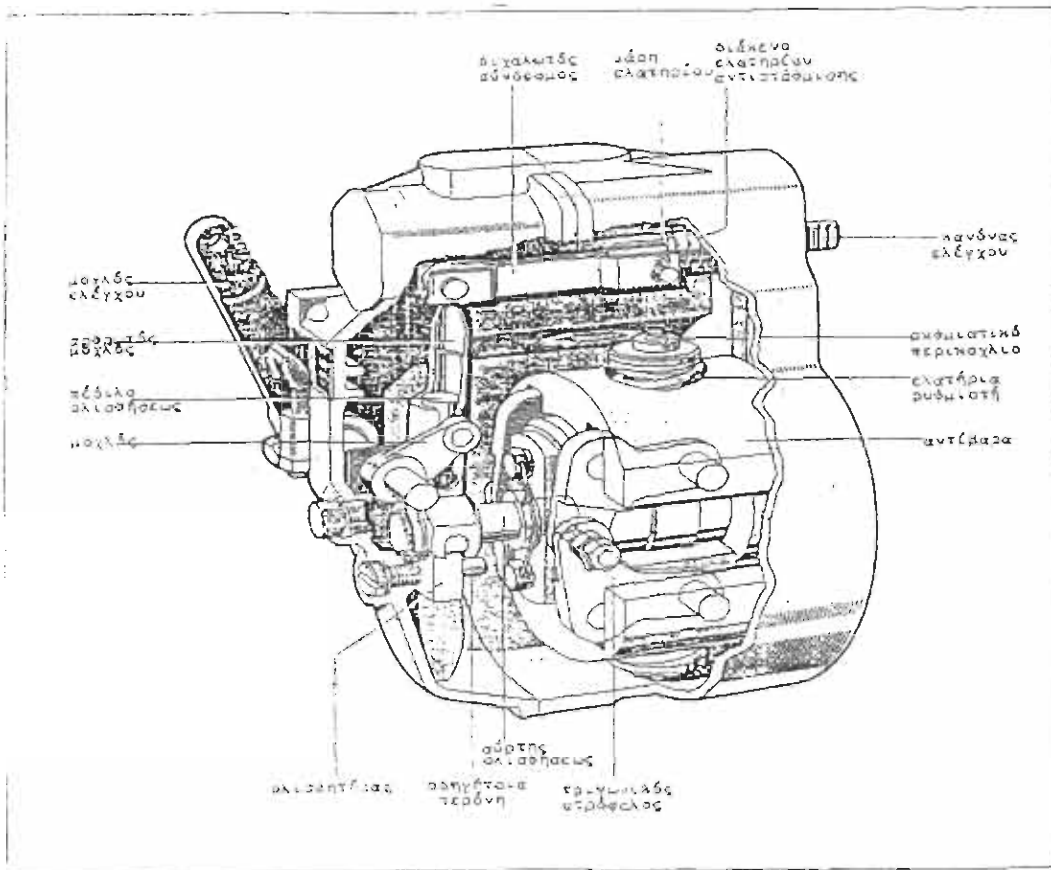
### **Θέση εκκίνησης (μοχλός ελέγχου σε πλήρες φορτίο).**

Αφού ο κανόνας ελέγχου υπερνικά τη δύναμη του ελατηρίου αναφοράς στον αναστολέα εμφόρτου ελατηρίου του κανόνα ελέγχου, αυτός μετακινείται σ' όλη τη διαδρομή του μέχρι τη θέση παροχής καυσίμου εκκίνησης.

### **Θέση αφόρτου λειτουργίας.**

Αφού η μηχανή αρχίσει να λειτουργεί και ο μοχλός ελέγχου (ποδομοχλός του επιταχυντή) απελευθερώνεται, αυτός ο μοχλός επιστρέφει στη θέση αφόρτου λειτουργίας (μια αντίστοιχη αναστολή θα πρέπει να παρέχεται στο όχημα ή στη μηχανή). Ο κανόνας ελέγχου επιστρέφει επίσης προς τη θέση αφόρτου λειτουργίας, η οποία καθορίζεται από τη λειτουργία του ρυθμιστή εκείνη τη στιγμή. Ο όρος ταχύτητα "αφόρτου λειτουργίας" μιας μηχανής

σ'αυτή την περίπτωση θεωρείται ότι σημαίνει τη χαμηλότερη ταχύτητα στην



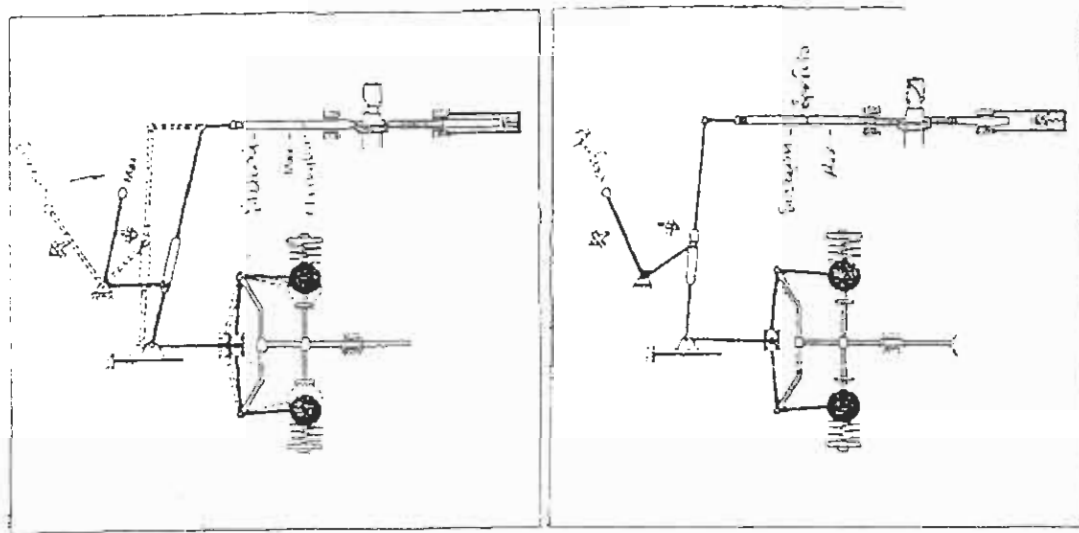
Εικόνα 33 Ρυθμιστής RQ (πάνω)

Εικόνα 34 Διάρθρωση αντιβάρων και η σειρά ελατηρίων στον RQ.(κάτω)

οποία η μηχανή θα συνεχίσει να εργάζεται με ασφάλεια χωρίς φορτίο σ'αυτην την περίπτωση η μηχανή φορτώνεται μόνο με την δικιά της εσωτερική τριβή



και με άλλο εξοπλισμό που συνδέεται μ'αυτήν μόνιμα όπως η γεννήτρια, η αντλία εγχύσεως καυσίμου, ανεμιστήρας κ.λ.π. Για να μπορέσει να υπερνικήσει αυτό το φορτίο άφορτης λειτουργίας, η μηχανή απαιτεί κάποια ποσότητα καυσίμου, και παραλαμβάνει αυτό το καύσιμο σε μια θέση του μοχλού ελέγχου που αντιστοιχεί στην καθορισμένη θέση αφόρτου λειτουργίας.



Εικόνα 35. Ρυθμιστής RQ, θέση εκκίνησης (δεξιά)

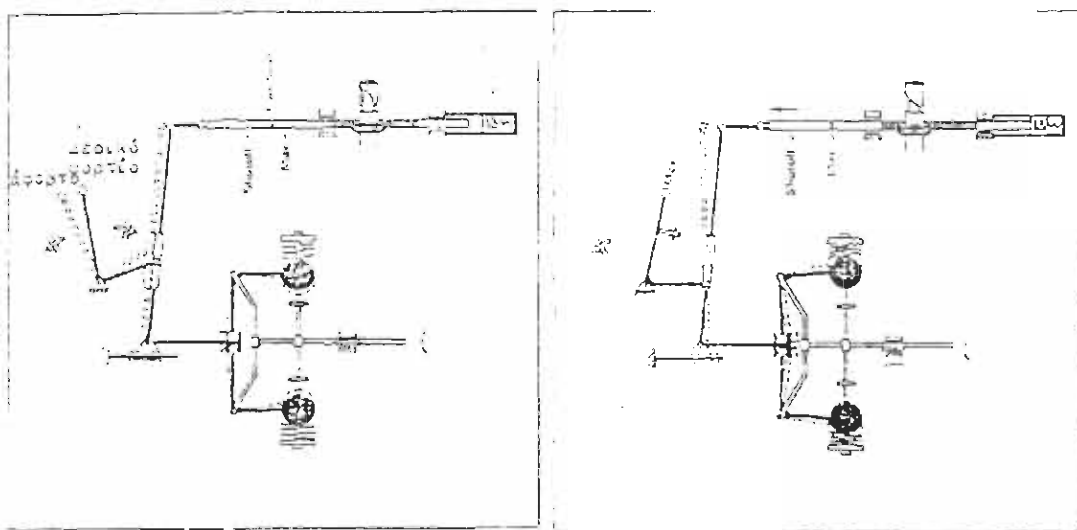
Εικόνα 36. Ρυθμιστής RQ, θέση αφόρτου λειτουργίας (αριστερά)

### Θέση μερικού φορτίου.

Αυτή αντιπροσωπεύει τη φόρτωση της μηχανής μεταξύ πλήρους και καθόλου φορτίου.

Καθώς ο χειριστής πιέζει τον ποδομοχλό του επιταχυντή κάπως προς τα κάτω, η μηχανή επιταχύνεται. Κατά συνέπεια τ'αντίβαρα σπρώχνονται προς τα έξω. Με άλλα λόγια, ο ρυθμιστής αρχικά τείνει να εμποδίσει αυτήν την αύξηση στην ταχύτητα της μηχανής. Όμως, αφού η ταχύτητα υπερβεί την ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας με μια μόνο ελαφριά ποσότητα, τα αντίβαρα

υψώνονται ενάντια στις έδρες ελατηρίων, οι οποίες είναι έμφορτες με ελατήρια ελέγχου μέγιστης ταχύτητας, και παραμένουν στην ίδια θέση, έως ότου επιτευχθεί η μέγιστη ταχύτητα. Αυτό γίνεται επειδή τα ελατήρια ελέγχου μέγιστης ταχύτητας καμπτώνται από την φυγόκεντρη δύναμη μόνο όταν η μηχανή τείνει να υπερβεί την κανονική της ταχύτητα. Γι' αυτό το λόγο, ο ρυθμιστής δεν επιδρά καθόλου μεταξύ ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας και μέγιστης ταχύτητας. Σε αυτό το ενδιαμέσο διάστημα η θέση του κανόνα ελέγχου, και έτσι η ροπή που αναπτύσσεται από τη μηχανή, επηρεάζεται μόνο από τον χειριστή. Η φάση ελέγχου ροπής η οποία διαγράφεται κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας θα περιγραφεί αργότερα.



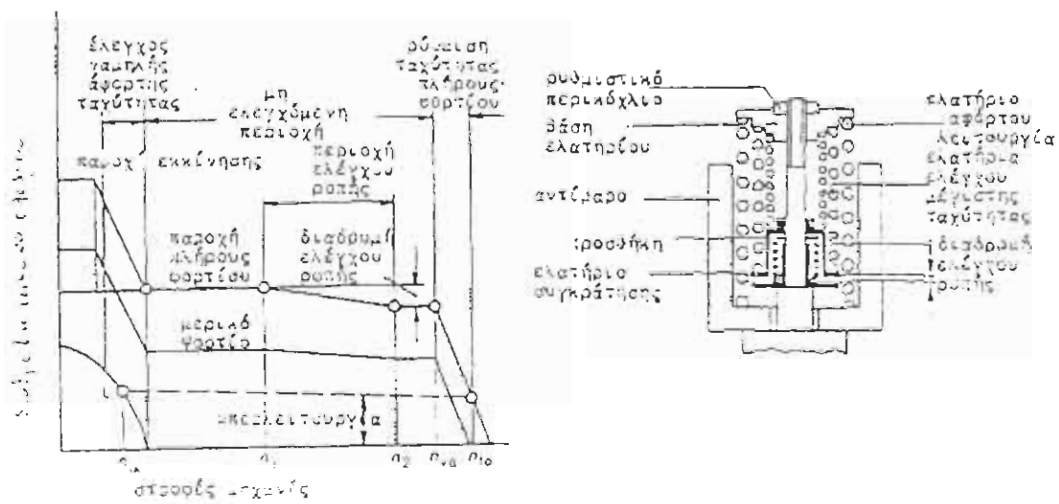
Εικόνα 37. Ρυθμιστής RQ, μερικό φορτίο. Η θέση των αναβάρων παραμένει αμετάβλητη μέχρι που επιτυγχάνεται η μέγιστη ταχύτητα. (αριστερά)

Εικόνα 38. Ρυθμιστής RQ, ρύθμιση μέγιστης ταχύτητας σε πλήρες φορτίο. Ο κανόνας ελέγχου αρχίζει να κινείται στη θέση διακοπής. (δεξιά)

**Στο μεγαλύτερο διάστημα της ταχύτητας της μηχανής. ( Ρύθμιση μέγιστης ταχύτητας ).**

Η ρύθμιση μέγιστης ταχύτητας ξεκινά όταν η μηχανή υπερβεί την κανονική της ταχύτητα,  $n_{VO}$ . Αυτό μπορεί να συμβεί, επομένως, σε πλήρες φορτίο ή σε

μερικό φορτίο ανάλογα με τη θέση του μοχλού ελέγχου. Γι' αυτό το λόγο, μόλις ξεκινήσει η ρύθμιση της μέγιστης ταχύτητας η θέση του κανόνα ελέγχου δεν εξαρτάται πλέον αποκλειστικά από τον χειριστή αλλά επίσης και από τον ρυθμιστή. Η διαδρομή ρύθμισης μέγιστης ταχύτητας των αντιβάρων είναι 5 MM (με μια αναλογία μοχλού από 1:3.23) η οποία επαρκεί να ρυθμίσει την παροχή καυσίμου από τη μέγιστη παροχή ως τη διακοπή.



Εικόνα 39. Χαρακτηριστικές καμπύλες ρυθμιστή RQ ελατήριου μέγιστης ταχύτητας (αριστερά)

Εικόνα 40. Μηχανισμός ελέγχου ροπής στον ρυθμιστή RQ. (δεξιά)

**Μηχανισμός ελέγχου ροπής στον ρυθμιστή RQ.**

Στον ρυθμιστή RQ ο μηχανισμός ελέγχου ροπής κατασκευάζεται μέσα στα αντίβαρα, ανάμεσα στην έδρα του εσωτερικού ελατηρίου και στα ελατήρια ελέγχου μέγιστης ταχύτητας. Το ελατήριο ελέγχου ροπής τοποθετείται σ' ένα ελατηριωτό υποστήριγμα στην εξωτερική πλευρά του οποίου στηρίζονται τα δύο ελατήρια ελέγχου μέγιστης ταχύτητας. για λειτουργικούς σκοπούς, επομένως, το ελατήριο ελέγχου ροπής συνδέεται στη σειρά με τα ελατήρια ελέγχου μέγιστης ταχύτητας. Το διάστημα ανάμεσα στην έδρα του

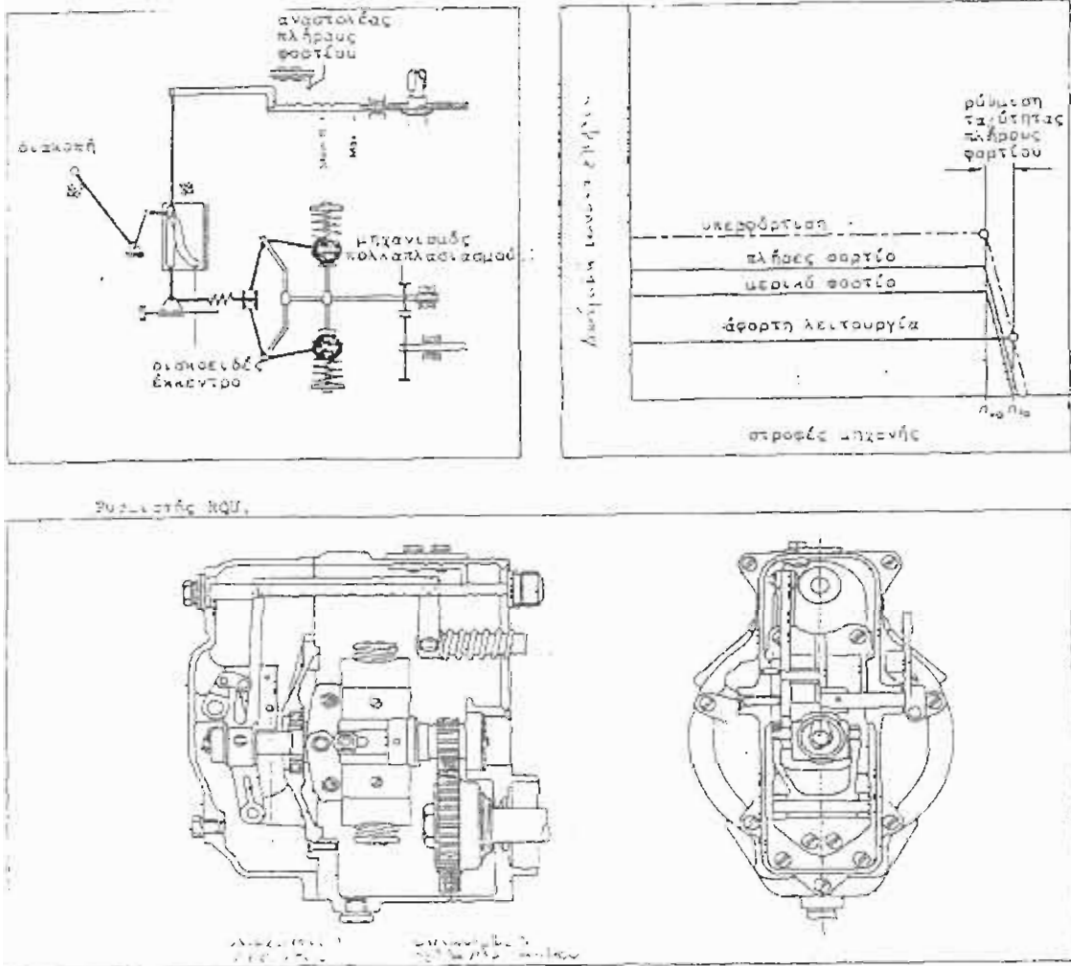
εσωτερικού ελατηρίου και στο ελατηριωτό υποστήριγμα είναι η διαδρομή ελέγχου ροπής (0.3 – 1MM). Το πλάτος αυτού του διαστήματος μπορεί να ρυθμιστεί με αντισταθμιστικές σφηνες (προσθήκες).

Η έναρξη του ελέγχου ροπής,  $\eta_1$ , εξαρτάται από τη χαρακτηριστική καμπύλη απαίτησης καυσίμου της μηχανής. Σ' ένα σημείο λίγο πιο κάτω από τη μέγιστη ταχύτητα, το ελατήριο ελέγχου ροπής συμπιέζεται μέχρι το σημείο που η έδρα του εσωτερικού ελατηρίου και το ελατηριωτό υποστήριγμα πιέζονται ενάντια το ένα με το άλλο ( $\eta_2$ ). Χωρίς το ελατήριο ελέγχου ροπής, ο ρυθμιστής δεν επιδρά καθόλου ανάμεσα στην ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας και στη μέγιστη ταχύτητα. Όμως, μετά την παραμόρφωση των ελατηρίων ελέγχου ροπής, τ' αντίβαρα μπορούν τώρα να κινούνται προς τα έξω από την απόσταση της διαδρομής ελέγχου ροπής στο διάστημα επίσης των ταχυτήτων άφορτης και μέγιστης λειτουργίας, και επομένως να μετατοπίζουν τον κανόνα ελέγχου ανάλογα στην κατεύθυνση διακοπής (θετικός έλεγχος ροπής).

### **Ρυθμιστής ελάχιστης – μέγιστης ταχύτητας RQU.**

Ο ρυθμιστής RQU είναι κατάλληλος για να ελέγχει πολύ μικρές ταχύτητες. Εφαρμόζεται μ' ένα μηχανισμό μετάδοσης που επιτυγχάνει μια αναλογία αύξησης ταχύτητας (περίπου 3:1) ανάμεσα στον εκκεντροφόρο άξονα της αντλίας έγχυσης καυσίμου και στον άξονα του ρυθμιστή. Ο τύπος ρυθμιστή RQU δημιουργήθηκε για τις αντλίες PE.Z οι οποίες χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες, συνήθως αργόστροφες μηχανές. Η λειτουργία και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά αυτού του ρυθμιστή είναι παρόμοια μ' εκείνα του ρυθμιστή RQ.

Ο μοχλός του μοχλικού συστήματος στον ρυθμιστή RQU αποτελείται από δύο εξαρτήματα, όπως στον ρυθμιστή RQV, και κατευθύνεται από ένα δισκοειδές έκκεντρο, επίσης όπως στον ρυθμιστή RQV.



Εικόνα 41. Σχεδιάγραμμα ρυθμιστή RQU ελάχιστης – μέγιστης ταχύτητας σε θέση ηρεμίας (πάνω αριστερά)

Εικόνα 42. Χαρακτηριστικές καμπύλες για ρυθμιστή μέγιστης ταχύτητας τύπου RQ 750. (πάνω δεξιά)

Εικόνα 43 Ρυθμιστής RQU (κάτω)

### Ρυθμιστές μέγιστης ταχύτητας RQ και RQU.

Η δομή του ρυθμιστή μέγιστης ταχύτητας διαφέρει από τη δομή του ρυθμιστή ελάχιστης – μέγιστης ταχύτητας κυρίως στο ότι το στάδιο της

ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας δεν είναι ενσωματωμένο. Κατά τη λειτουργία, ο ρυθμιστής μέγιστης ταχύτητας λειτουργεί μ'ένα παρόμοιο τρόπο με το στάδιο μέγιστης ταχύτητας του ρυθμιστή ελάχιστης – μ'εγιστης ταχύτητας RQ ή RQU, δηλ. η ρύθμιση μέγιστης ταχύτητας αρχίζει εάν η μηχανή υπερβεί τη μέγιστη ονομαστική ταχύτητα.

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες που φαίνονται εφαρμόζονται για ένα ρυθμιστή ο οποίος σχεδιάστηκε για να επιτρέπει μια προσαρμογή σε υπερφόρτωση, δηλ., ένας ρυθμιστής που επιτρέπει μια αύξηση στην παροχή πλήρους φορτίου.

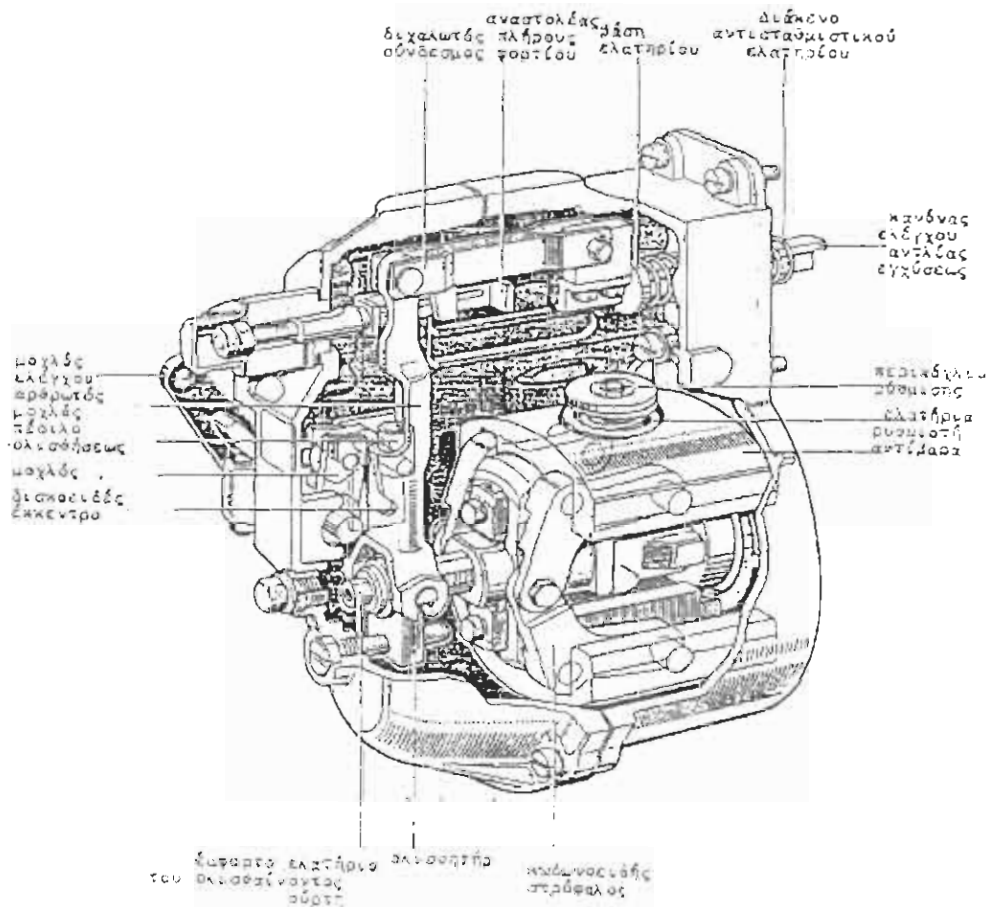
### **Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας RQV.**

#### **Κατασκευή.**

Ο ρυθμιστής RQV είναι όμοια κατασκευασμένος με τον ρυθμιστή RQ, αλλά δεν είναι ίδιος: στον RQV, τα ελατήρια του ρυθμιστή είναι δομημένα μέσα στα αντίβαρα, αλλά τ'αντίβαρα κινούνται συνέχεια προς τα έξω μέσα στο καθορισμένο διάστημα ρύθμισης καθώς η ταχύτητα αυξάνει. Μια ορισμένη ταχύτητα στην οποία αρχίζει η ρύθμιση ταχύτητας συνδέεται με κάθε φάση του μοχλού ελέγχου. Οι κινήσεις του μοχλού ελέγχου μεταδίδονται μέσω του διμερούς μοχλικού συστήματος και του πεδύλου ολισθήσεως στον αρθρωτό μοχλό, και έτσι στον κανόνα ελέγχου. Το περιστροφικό σημείο του αρθρωτού μοχλού μπορεί να μετατοπισθεί μέσα στο κυλινδρικό εξάρτημα: επιπλέον το περιστροφικό σημείο κατευθύνεται σ'ένα δισκοειδές έκκεντρο που στερεώνεται πάνω στο περίβλημα του ρυθμιστή έτσι ώστε η αναλογία μετάδοσης του αρθρωτού μοχλού αλλάζει στο διάστημα από 1:1.7 ως 1:5.9

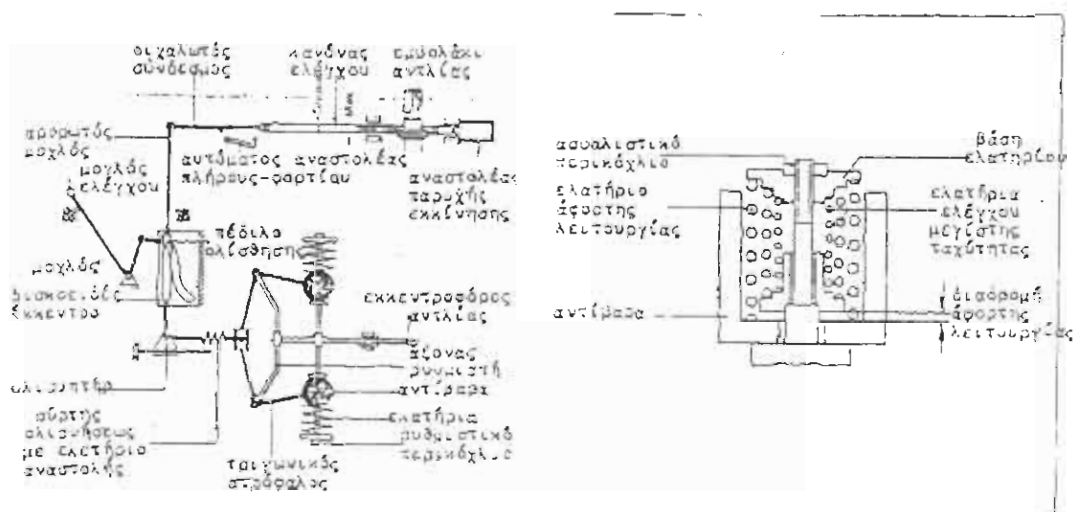
Ο σύρτης ολισθήσεως, είναι το συνδετικό στοιχείο ανάμεσα στο συγκρότημα αντιβάρων και στον αρθρωτό μοχλό διαμέσου ενός δονητικού απορροφητήρα μ'ελατήριο.

Όπως στον ρυθμιστή RQ, τα "σει" ελατηρίων που φτιάχνονται μέσα στα αντίβαρα αποτελούνται γενικά από τρία ομοκεντρικά διευθετημένα κυλινδρικά ελικοειδή ελατήρια. Το εξωτερικό ελατήριο εξυπηρετεί τον έλεγχο της μικρής ταχύτητας άφορτης λειτουργίας



Εικόνα 44 Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας RQV

Και στηρίζεται ανάμεσα στο αντίβαρο και στο περικόχλιο ρυθμίσεως για την προφόρτιση του ελατηρίου. Αφού κινήθηκε κατά πλάτος της μικρής τροχιάς της διαδρομής της ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας, το αντίβαρο παίρνει θέση ενάντια στην έδρα ελατηρίου, και στα εσωτερικά ελατήρια, τα οποία είναι τοποθετημένα ανάμεσα στην έδρα ελατηρίου και στο περικόχλιο ρυθμίσεως, φέρνουν επίσης αποτέλεσμα. Απ' αυτό το σημείο και εξής, όλα τα ελατήρια ενεργούν από κοινού για να θέσουν υπό έλεγχο τις ταχύτητες που ρυθμίζονται από τον μοχλό ελέγχου.



Εικόνα 45. Σχεδιάγραμμα ρυθμιστή μεταβλητής ταχύτητας RQV (αριστερά)

Εικόνα 46. Τα αντίβαρα στον ρυθμιστή RQV (δεξιά)

### Λειτουργικά χαρακτηριστικά.

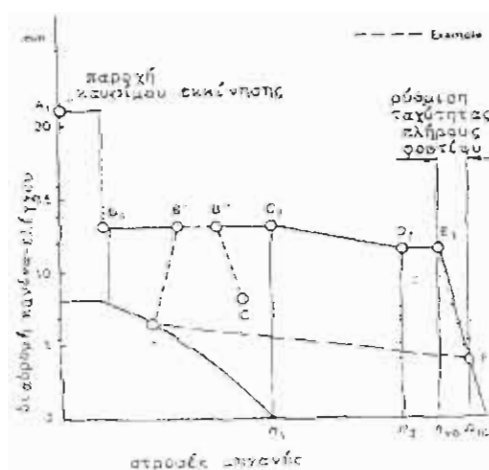
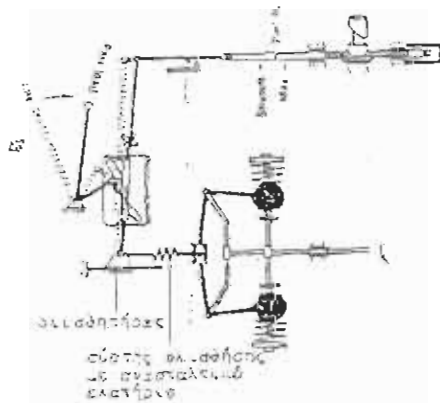
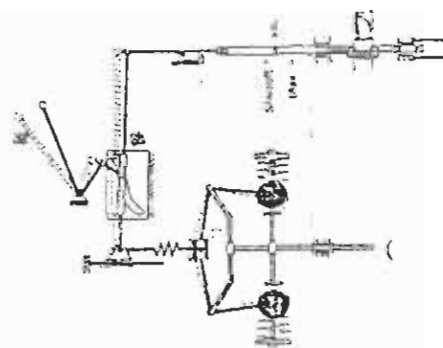
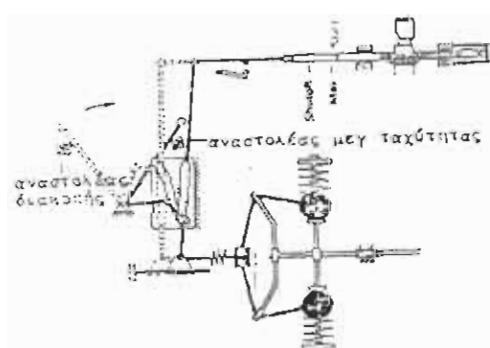
#### Κλειστή μηχανή.

Ο μοχλός ελέγχου παίρνει θέση ενάντια στον αναστολέα μέγιστης ταχύτητας, ο κανόνας ελέγχου κινείται προς τον αναστολέα παροχής καυσίμου εκκίνησης (σημείο  $A_1$ , εικ. 50).



**Θέση αφόρτου λειτουργίας (εικ. 48).**

Αφού η μηχανή λειτουργεί και ο μοχλός ελέγχου (ποδομοχλός του επιταχυντή) έχει απελευθερωθεί, αυτός ο μοχλός επιστρέφει στη θέση αφόρτου λειτουργίας. Ο κανόνας ελέγχου επιστρέφει επίσης στη θέση αφόρτου λειτουργίας, η οποία καθορίζεται από τον ρυθμιστή που λειτουργεί εκείνη τη στιγμή (Σημείο Α ή L εικ. 50).



Εικόνα 47. Ρυθμιστής RQV, θέση εκκίνησης (πάνω αριστερά)

Εικόνα 48. Ρυθμιστής RQV, θέση αφόρτου λειτουργίας (πάνω δεξιά)

Εικόνα 49. Ρυθμιστής RQV, θέση μηχανή υπό μερικό φορτίο (κάτω αριστερά)

Εικόνα 50. Χαρακτηριστικές καμπύλες ρυθμιστή RQV (κάτω δεξιά)

**Φορτίο στη μηχανή.**

Εάν το φορτίο στη μηχανή σε οποιαδήποτε ταχύτητα που ρυθμίζεται από τον μοχλό ελέγχου (ποδομοχλός του επιταχυντή) αυξάνεται ή μειώνεται, ο ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας διατηρεί τη ρύθμιση ταχύτητας αυξάνοντας ή μειώνοντας την ποσότητα καυσίμου που παρέχεται μέσα από την συνακόλουθη απόκλιση ταχύτητας.

Παράδειγμα: ο χειριστής έχει μετακινήσει τον μοχλό ελέγχου από τη θέση αφόρτου λειτουργίας σε μια θέση που έχει σκοπό ν'αντιστοιχεί σε μια επιθυμητή ταχύτητα οχήματος. Η κίνηση του μοχλού ελέγχου μεταδίδεται διαμέσου του μοχλού του μοχλικού συστήματος στον αρθρωτό μοχλό. Η αναλογία μετάδοσης του αρθρωτού μοχλού είναι μεταβλητή και αμέσως πιο πάνω από το διάστημα ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας γίνεται τόσο μεγάλη ώστε ακόμη κι ένα μικρό μέρος του μοχλού ελέγχου ή της διαδρομής των αντιβάρων είναι επαρκές για να μετατοπίσει τον κανόνα ελέγχου στον ρυθμισμένο αναστολέα πλήρους φορτίου (τροχιά στην I.B' εικ.50) · ένα εμπόδιο του κανόνα ελέγχου (σταθερό ή προσαρμόσιμο με το χέρι, σε καμιά περίπτωση με ελατήριο) πρέπει όμως να είναι διαθέσιμο. Πρόσθετη στρεπτή κίνηση του μοχλού ελέγχου έχει ως αποτέλεσμα να εφελκύεται ο δονητικός απορροφητήρας με ελατήριο. Ο κανόνας ελέγχου παραμένει προσωρινά στη θέση μέγιστης παροχής καυσίμου, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια γρήγορη αύξηση στην ταχύτητα της μηχανής (B' B'') αυτή με τη σειρά της αναγκάζει τ'αντίβαρα να κινηθούν προς τα έξω, αλλά ο κανόνας παραμένει στη θέση μέγιστης παροχής καυσίμου, μέχρις ότου ο εφελκυσμός πάνω στον δονητικό απορροφητήρα με ελατήριο πιάει να ισχύει. Στη συνέχεια τ'αντίβαρα αρχίζουν να ενεργοποιούνται πάνω στον αρθρωτό μοχλό και ο κανόνας ελέγχου

μετατοπίζεται έτσι στην κατεύθυνση της διακοπής. Κατά συνέπεια, η ποσότητα του καυσίμου που παρέχεται γίνεται μικρότερη και η ταχύτητα της μηχανής περιορίζεται. Αυτό το όριο ταχύτητας της μηχανής αντιστοιχεί στη θέση του μοχλού ελέγχου και στη θέση των αντοβάρων (τροχιά Β' C στη γραφική παράσταση).

Κατά την διάρκεια της λειτουργίας, όμως, ένα συγκεκριμένο διάστημα της περιστροφικής ταχύτητας έχει σχέση με κάθε θέση του μοχλού ελέγχου όσο χρόνο η μηχανή δεν είναι υπερφορτωμένη ή τίθεται σε κίνηση από το όχημα όταν οδεύει σε κατηφόρα (υπεστροφή). Εάν τώρα η φόρτιση της μηχανής είναι κάπως μεγαλύτερη, για παράδειγμα όταν κινείται σε ανηφόρα, οι ταχύτητες μηχανής και ρυθμιστή μειώνονται. Κατά συνέπεια, τ'αντίβαρα κινούνται προς τα μέσα και μετατοπίζουν τον κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση της μέγιστης παροχής. Αυτό κρατά την ταχύτητα μηχανής σταθερή σ'ένα επίπεδο που καθορίζεται από τη θέση του μοχλού ελέγχου και από την απόκλιση ταχύτητας, όμως αν η κλίση του δρόμου (= φόρτωση) είναι τόσο μεγάλη ώστε ακόμη και αν ο κανόνας ελέγχου μετατοπίζεται προς τον αναστολέα μέγιστης παροχής καυσίμου, η ταχύτητα ωστόσο μειώνεται ακόμη, τ'αντίβαρα κινούνται ακόμη πιο μέσα σύμφωνα μ'αυτή τη ταχύτητα, και αυτά μετατοπίζουν το σύρτη ολισθήσεως στ'αρτιστερά.

Τ'αντίβαρα τείνουν γι'αυτό να μετατοπίσουν τον κανόνα ελέγχου περισσότερο προς την κατεύθυνση της μέγιστης παροχής καυσίμου. Όμως, αφού ο κανόνας ελέγχου έχει ήδη πάρει θέση ενάντια προς τον αναστολέα πλήρους φορτίου και δεν μπορεί να κινηθεί πιο πολύ στην κατεύθυνση της μέγιστης παροχής καυσίμου, ο δονητικός απορροφητήρας μ'ελατήριο εφελκύεται. Αυτό σημαίνει πως η μηχανή είναι υπερφορτωμένη. Σ'αυτή την περίπτωση ο χειριστής πρέπει ν'αλλάξει τη σχέση μετάδοσης σε μια μικρότερη σχέση.



**Έλεγχος ροπής.**

Ο έλεγχος ροπής λαμβάνει χώρα ανάμεσα στις  $\eta_1$  και  $\eta_2$  (εικ. 50) στην περίπτωση πλήρους φορτίου κατά μήκος της γραμμής  $C_1 - D_1$ .

Στον ρυθμιστή RQV, ο μηχανισμός ελέγχου ροπής κατασκευάζεται στον αναστολέα του κανόνα ελέγχου. Για επιπλέον πληροφορίες σ' αυτό το σημείο βλέπε "αναστολείς κανόνα ελέγχου" παρακάτω.

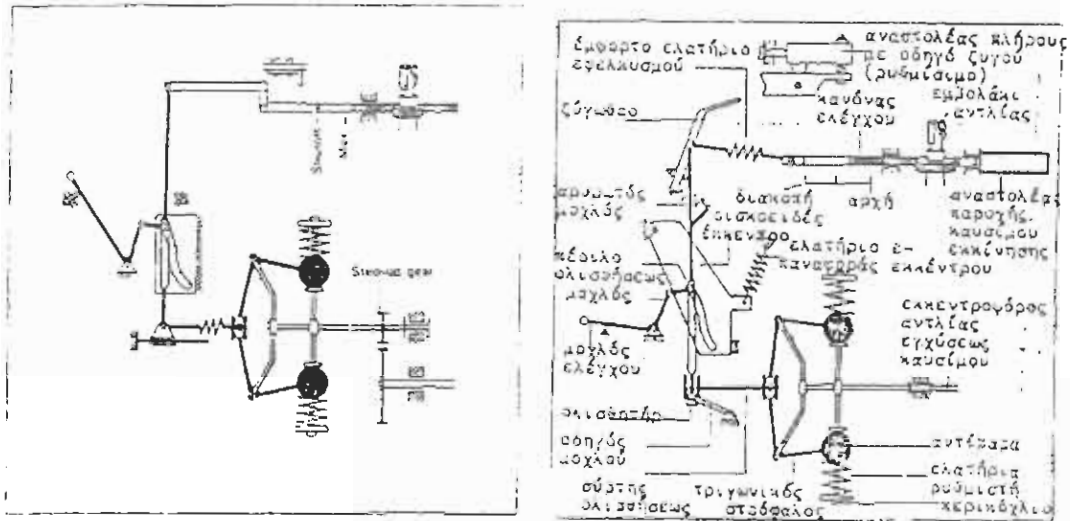
**Ρύθμιση ταχύτητας πλήρους φορτίου ( εικ. 52 ).**

Εάν η μηχανή υπερβεί τη μέγιστη ταχύτητά της, η ρύθμιση ταχύτητας πλήρους φορτίου ξεκινά,  $E_1 - F_1$  ( εικ. 50 ). Κατά τη διαδικασία αυτή τ' αντίβαρα κινούνται προς τα έξω και ο κανόνας ελέγχου μετατοπίζεται στην κατεύθυνση της διακοπής. Εάν αφαιρεθεί ολόκληρο το φορτίο της μηχανής, επιτυγχάνεται η μεγάλη ταχύτητα άφορτης λειτουργίας  $\eta_{10}$ .

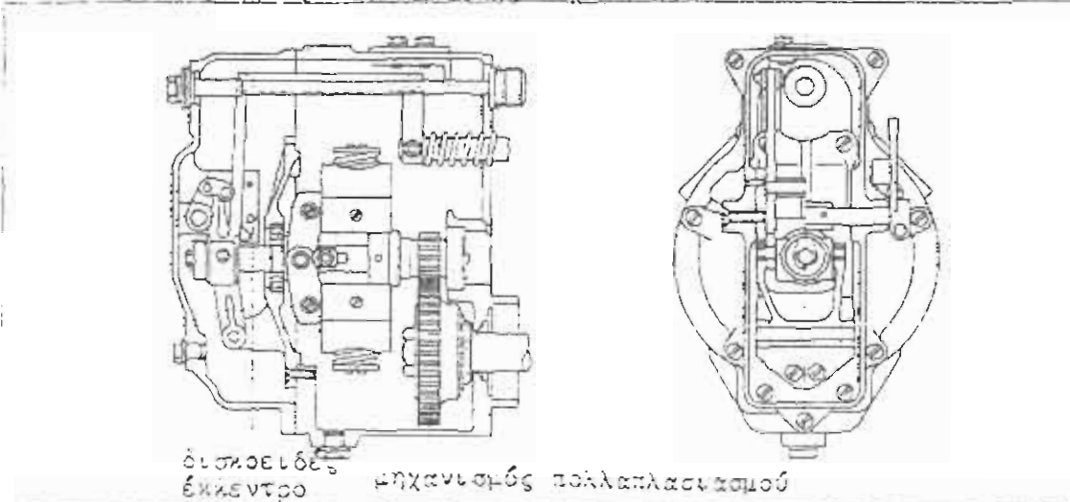
**Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας RQUV.**

Ο ρυθμιστής RQUV χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση πολύ χαμηλών περιστροφικών ταχυτήτων, για παράδειγμα τις ταχύτητες στις οποίες λειτουργούν οι ναυτικές μηχανές. Είναι μια παραλλαγή του ρυθμιστή RQV και πραγματοποιεί δύο διαφορετικές αναλογίες αύξησης ταχύτητας ( περίπου 1:2,2 ή 1:3,76 ) ανάμεσα στο στοιχείο μετάδοσης κίνησης, δηλ. στον εκκεντροφόρο άξονα της αντλίας εγχύσεως καυσίμου, και στον άξονα του ρυθμιστή. Παρόμοια με την αναλογία μοχλού στον ρυθμιστή RQV, η αναλογία του αρθρωτού μοχλού μεταβάλλεται και εδώ επίσης ( από 1:1,85 ως 1:7 ). Ο ρυθμιστής RQUV μπορεί να χρησιμοποιείται για αντλίες εγχύσεως

καυσίμου PE..P και PE..ZW. η λειτουργία και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του ρυθμιστή είναι παρόμοια μ'εκείνα του ρυθμιστή RQV αν και δεν έχει γίνει καμιά πρόβλεψη για μια παροχή καυσίμου εκκίνησης.



Ρυθμιστής RQV/V μεταβλητής ταχύτητας.



Εικόνα 53. Σχεδιάγραμμα του ρυθμιστή RQV/V μεταβλητής ταχύτητας. (πάνω αριστερά)

Εικόνα 54. Σχεδιάγραμμα του ρυθμιστή RQV-K μεταβλητής ταχύτητας. (πάνω δεξιά)

Εικόνα 55. Ρυθμιστής RQV/V μεταβλητής ταχύτητας. (κάτω)

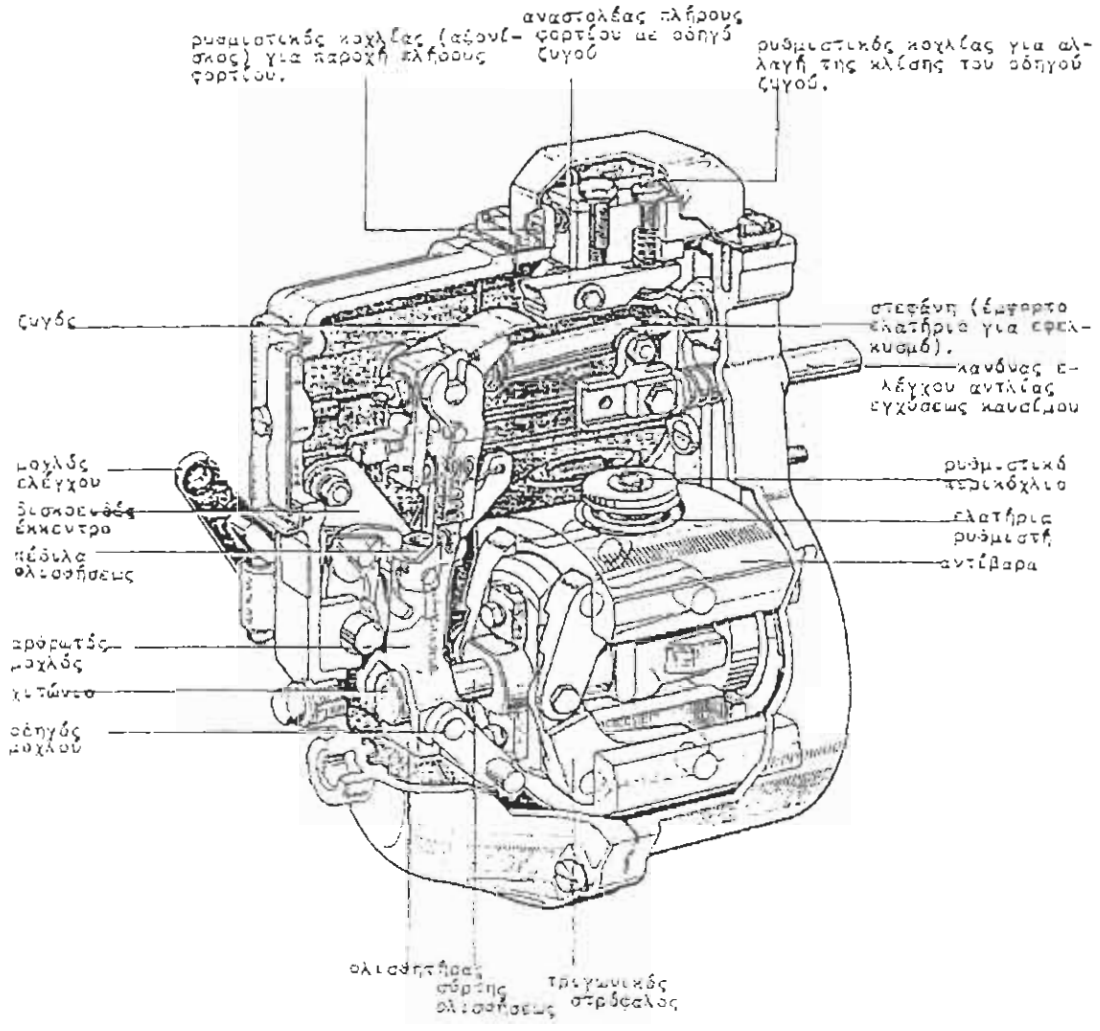
### Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας RQV...K.

Ο ρυθμιστής RQV...K έχει βασικά το ίδιο συγκρότημα αντιβάρων, με τα ελατήρια του ρυθμιστή κατασκευασμένα μέσα στα αντίβαρα, όπως στον ρυθμιστή RQV. Το κύριο σημείο διαφοράς βρίσκεται στον τύπο ελέγχου ροπής, ενώ σε όλους τους άλλους ρυθμιστές βασίζεται για πρακτικούς σκοπούς σε μια ορισμένη μείωση στην ποσότητα καυσίμου που παρέχεται σε πλήρες φορτίο και όταν η ταχύτητα μειώνεται, η απόδοση πλήρους φορτίου με τον τύπο RQV...K μπορεί ν'αυξάνεται κάπως καθώς επίσης και να μειώνεται.

Ο έλεγχος ροπής λαμβάνει χώρα στον ρυθμιστή RQV...K σαν συνέπεια του γεγονότος ότι ο ζυγός (= ταλαντωτής) στο ανώτατο άκρο του αρθρωτού μοχλού κινείται κατά μήκος ενός οδηγού ζυγού (δηλ. μια κυρτή γραμμή) στον αναστολέα πλήρους φορτίου, όντας ο οδηγός σχεδιασμένος για να ανακλά την μεταβαλλόμενη απαίτηση της μηχανής σε καύσιμο. Ο μηχανισμός σύνδεσης που σχηματίζει τη σύνδεση ανάμεσα στον αρθρωτό μοχλό και στον κανόνα ελέγχου μεταδίδει αυτή την κίνηση στον κανόνα ελέγχου. Κατά συνέπεια αναπτύσσεται μια παροχή καυσίμου πλήρους φορτίου που αντιστοιχεί στις επιθυμητές διακυμάνσεις στη ροπή.

Ανάλογα με το σχήμα της καμπύλης, η παροχή καυσίμου μπορεί να αυξάνεται καθώς επίσης και να μειώνεται.

Ο αναστολέας πλήρους φορτίου μπορεί να μετατοπισθεί σε μια διαμήκη κατεύθυνση μ'ένα ρυθμιστικό κοχλία προκειμένου να ρυθμίσει την παροχή καυσίμου μέσω ενός άλλου ρυθμιστικού κοχλία η κλίση του οδηγού ζυγού, και έτσι ο βαθμός κλίσης του χαρακτηριστικού του ελέγχου ροπής, μπορεί επίσης να ποικίλει.



Εικόνα 56. Ρυθμιστής RQV-K

**Λειτουργικά χαρακτηριστικά.**

**Κλειστή μηχανή.**

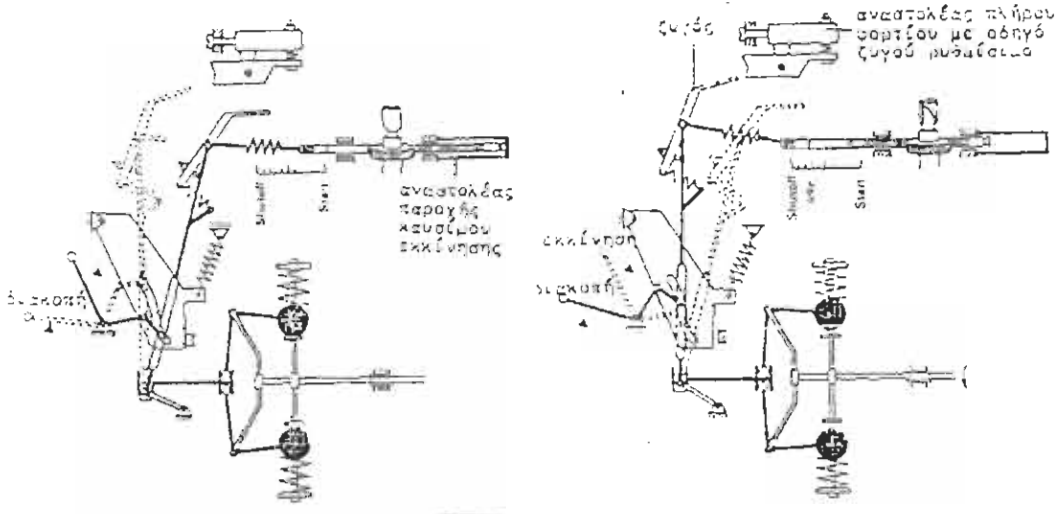
Ο μοχλός ελέγχου παίρνει θέση στον αναστολέα διακοπής και ο κανόνας ελέγχου βρίσκεται στη θέση διακοπής.



**Εκκίνηση της μηχανής (εικ. 57).**

Μετακινείται ο μοχλός ελέγχου του ρυθμιστή στη θέση μέγιστης ταχύτητας, μόλις γίνει αυτό, ο ζυγός αιωρείται κάτω από τον αναστολέα πλήρους φορτίου και ο κανόνας ελέγχου μετατοπίζεται στη θέση Α<sub>1</sub> παροχής καυσίμου εκκίνησης (εικ. 61). Ένας αναστολέας για την παροχή καυσίμου εκκίνησης τοποθετείται στην αντλία εγχύσεως καυσίμου.

Όταν ο κινητήρας εκκίνησης τίθεται σε λειτουργία, η αντλία εγχύσεως καυσίμου παρέχει την ποσότητα καυσίμου που απαιτείται για την εκκίνηση (παροχή καυσίμου εκκίνησης) διαμέσου των εγχυτήρων μέσα στη μηχανή.



Εικόνα 57. Ρυθμιστής QV-K, θέση εκκίνησης, (αριστερά)

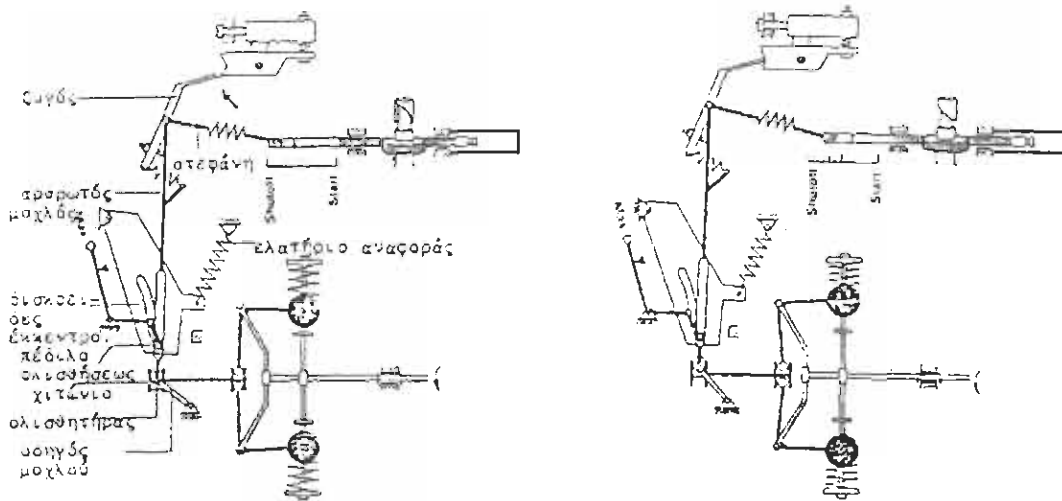
Εικόνα 58. Ρυθμιστής QV-K, θέση άφορτης λειτουργίας, (δεξιά)

**Άφορτη λειτουργία (εικ. 58).**

Όταν η μηχανή αρχίζει να λειτουργεί ανεξάρτητα, ο μοχλός ελέγχου γυρίζει πίσω στη θέση αφόρτου λειτουργίας. Όταν γίνεται αυτό, ο ζυγός με το έμφορτο ελατήριο γλιστρά πίσω κάτω από τον αναστολέα πλήρους φορτίου

στη θέση άφορτης λειτουργίας. Η μηχανή λειτουργεί στην ταχύτητα της άφορτης λειτουργίας.

**Παροχή πλήρους φορτίου σε χαμηλή ταχύτητα (εικ. 59).**



Εικόνα 57. Ρυθμιστής RQV-K, παροχή πλήρους φορτίου σε χαμηλή ταχύτητα. Αρχή αρνητικού ελέγχου ροπής. (αριστερα)

Εικόνα 58. Ρυθμιστής RQV-K, παροχή πλήρους φορτίου σε μέση ταχύτητα. αντιστροφή ελέγχου ροπής. (δεξιά)

Εάν ο μοχλός ελέγχου μετακινείται από τη θέση άφορτης λειτουργίας στη θέση μέγιστης ταχύτητας, ο οδηγός τροχός κινείται κατά μήκος του οδηγού ζυγού μέσα στο δισκοειδές έκκεντρο και ταυτόχρονα προς τα κάτω προς τον οδηγό του αρθρωτού μοχλού. Καθώς γίνεται αυτή η κίνηση, ο αρθρωτός μοχλός αιωρείται στα δεξιά γύρω από το στροφικό σημείο στον ολισθητήρα, και ενεργώντας μέσω του μηχανισμού σύνδεσης, μετατοπίζει τον κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση πλήρους φορτίου. Η παροχή αυξάνει και μεγαλώνει η ταχύτητα της μηχανής.

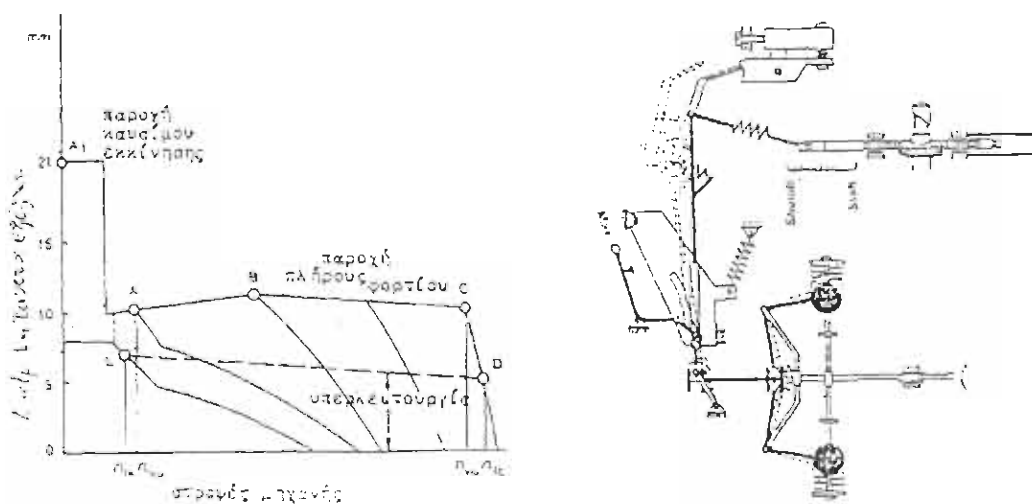
Τα αντίβαρα κινούνται προς τα έξω και ο συνδετικός σωλήνας μετατοπίζεται κάπως προς τα δεξιά. Κατά συνέπεια, αναπτύσσεται μια στρεπτή κίνηση ο οδηγός μοχλού και ο αρθρωτός μοχλός υψώνονται τόσο

ώστε ο ζυγός γλιστρά κατά μήκος του οδηγού ζυγού στον αναστολέα πλήρους φορτίου (A – B στην χαρακτηριστική καμπύλη, εικ. 61).

Καθώς ο ολισθητήρας κινείται προς τα κάτω στη γραμμή του οδηγού του αρθρωτού μοχλού, το δισκοειδές έκκεντρο υψώνεται από τον αναστολέα του πάνω στο περίβλημα αντίθετα με τη δύναμη επανατατικού ελατηρίου.

**Παροχή πλήρους φορτίου σε ενδιάμεση ταχύτητα (εικ. 60 με έλεγχο ροπής).**

Εάν η ταχύτητα συνεχίζει ν' αυξάνει, τ' αντίβαρα αναγκάζονται να κινηθούν προς τα έξω και ο ζυγός γλιστρά κατά μήκος του οδηγού ζυγού στον αναστολέα πλήρους φορτίου. Μέχρι ν' αλλάξει κατεύθυνση η καμπύλη στο B, λαμβάνει χώρα ο έλεγχος ροπής με την έννοια ότι μειώνεται η απόδοση πλήρους φορτίου (θετικός έλεγχος ροπής, B – C στην καμπύλη του χαρακτηριστικού του ρυθμιστή, εικ. 61).



Εικόνα 61. Χαρακτηριστικές καμπύλες ρυθμιστή RQV-K. (αριστερά)

Εικόνα 62. Ρυθμιστής RQV-K, μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου, τέλος του θετικού ελέγχου ροπής. (δεξιά)

**Τέλος του ελέγχου ροπής, αργή της ρύθμισης ταχύτητας.**

Στο τέλος ελέγχου ροπής, όταν αρχίζει η ρύθμιση ταχύτητας το δισκοειδές έκκεντρο παίρνει πάλι θέση στον αναστολέα πάνω στο περίβλημα.

Εάν η ταχύτητα συνεχίζει ν'αυξάνει, αρχίζει η ρύθμιση της μεγάλης ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας. Τα αντίβαρα κινούνται περισσότερο προς τα έξω, και ο συνδετικός σωλήνας κινείται αντίστοιχα προς τα δεξιά. Κατά συνέπεια ο αρθρωτός μοχλός αιωρείται γύρω από το στροφικό σημείο στο πέλδιλο ολισθήσεως με το ανώτατο μέρος του στ'αριστερά. Καθώς αυτές οι ενέργειες λαμβάνουν χώρα, ο κανόνας ελέγχου κινείται στην κατεύθυνση της διακοπής (C – D πάνω στην καμπύλη χαρακτηριστικού του ρυθμιστή εικ. 61).

Κατά την λειτουργία, ένα συγκεκριμένο διάστημα περιστροφικής ταχύτητας έχει να κάνει με κάθε θέση του μοχλού ελέγχου όσο χρόνο η μηχανή δεν είναι υπερφορτωμένη ή τίθεται σε κίνηση από το όχημα όταν κινείται κατηφορικά. Εάν η φόρτιση της μηχανής τώρα γίνεται κάπως μεγαλύτερη, για παράδειγμα όταν κινείται ανηφορικά, οι ταχύτητες της μηχανής και του ρυθμιστή μειώνονται. Κατά συνέπεια τ'αντίβαρα κινούνται προς τα μέσα και μετατοπίζουν τον κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση μέγιστης παροχής. Αυτή κρατά την ταχύτητα της μηχανής σταθερή σ'ένα επίπεδο το οποίο καθορίζεται από τη θέση του μοχλού ελέγχου (ή του ποδομοχλού του επιταχυντή). Όμως, αν η φόρτωση της μηχανής (ανηφόρα) είναι τόσο μεγάλη ώστε, ακόμη και αν ο κανόνας ελέγχου μετατοπίζεται προς τον αναστολέα μέγιστης παροχής καυσίμου, η ταχύτητα εν τούτοις μειώνεται ακόμα, τ'αντίβαρα φέρονται περισσότερο προς τα μέσα σύμφωνα μ'αυτήν την ταχύτητα, και αυτά μετατοπίζουν το συνδετικό άξονα περισσότερο προς την κατεύθυνση μέγιστης παροχής καυσίμου.

Ωστόσο, εφόσον ο κανόνας ελέγχου δε μπορεί να κινηθεί άλλο προς την κατεύθυνση μέγιστης παροχής καυσίμου, το χαμηλότερο μέρος του αρθρωτού μοχλού κινείται προς τ'αριστερά αντίθετα στην αντίσταση του επανατατικού ελατηρίου για το δισκοειδές έκκεντρο και έτσι υψώνει το δισκοειδές έκκεντρο από τον αναστολέα του.

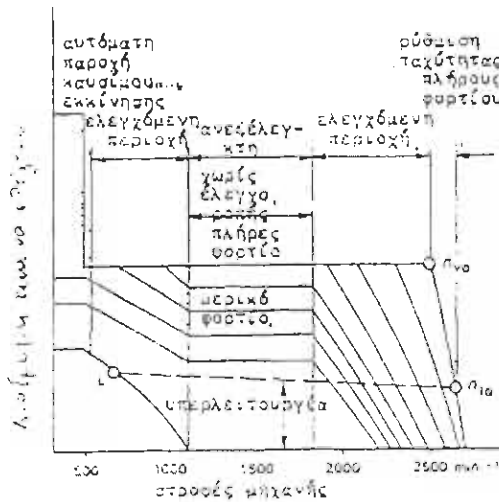
Όταν κινείται καταφορικά υπερिशύει η αντίθετη κατάσταση: η μηχανή τίθεται σε κίνηση από το όχημα και αυξάνει την ταχύτητά του. Κατά συνέπεια τα αντίβαρα πιέζονται προς τα έξω και ο κανόνας ελέγχου μετατοπίζεται στην κατεύθυνση διακοπής. Εάν η ταχύτητα της μηχανής στη συνέχεια αυξάνει περισσότερο (ο κανόνας ελέγχου στη θέση διακοπής'), ο συνδετικός μηχανισμός μ'ελατήριο, που συνδέει τον αρθρωτό μοχλό με τον κανόνα ελέγχου, κάμπτεται. Αν ο χειριστής επιβραδύνει κάπως το όχημα εφαρμόζοντας τα φρένα ή εάν χρησιμοποιήσει το κιβώτιο σχέσεων και μετατοπίσει έναν οδοντωτό τροχό μικρότερης ταχύτητας, ο μηχανισμός σύνδεσης μ'ελατήριο επανέρχεται πάλι στο κανονικό του μήκος.

Η συμπεριφορά αυτή του ρυθμιστή που περιγράφηκε παραπάνω εφαρμόζεται για όλες τις θέσεις του μοχλού ελέγχου σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο η φόρτιση της μηχανής ή η ταχύτητά της αλλάζουν τόσο πολύ ώστε ο κανόνας ελέγχου υψώνεται αντίθετα μ'ένα από τα τερματικά του εμπόδια, δηλ., μέγιστης παροχής ή διακοπής.

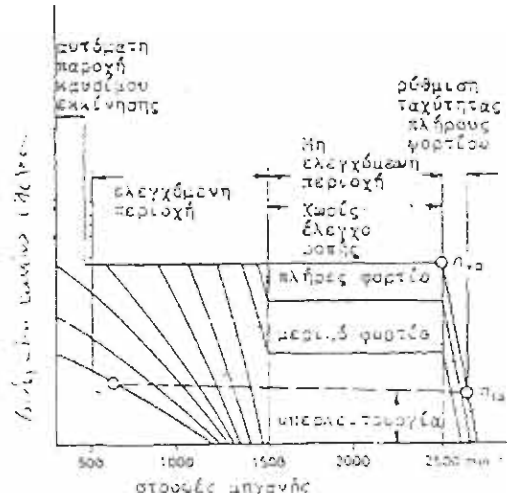
### **Έλεγχος ενδιάμεσων ταχυτήτων.**

Η οικογένεια των καμπύλων, για παράδειγμα στο Β, δείχνει τις πιθανότητες για έλεγχο των ενδιάμεσων ταχυτήτων.

**Σύνθετοι ρυθμιστές RQV και RQUV.**



Εικόνα 63. Χαρακτηριστικές καμπύλες συνδυαστικού ρυθμιστή, χαμηλές στροφές, μη ελεγχόμενες. (αριστερά)

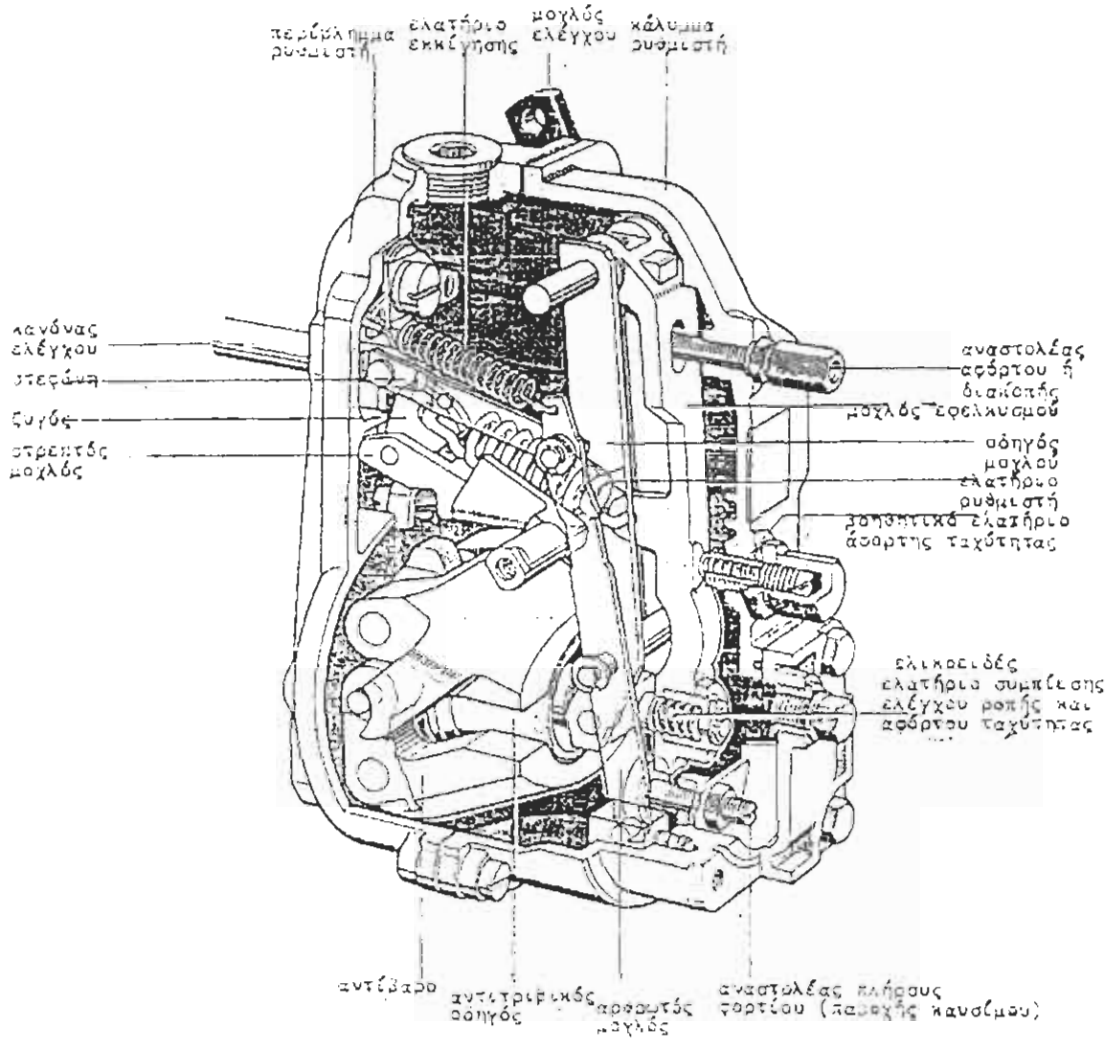


Εικόνα 64. Χαρακτηριστικές καμπύλες συνδυαστικού ρυθμιστή, ανώτερο διάστημα ταχύτητας, μη ελεγχόμενο. (δεξιά)

Ο σύνθετος ρυθμιστής είναι μια παραλλαγή του ρυθμιστή μεταβλητής ταχύτητας, στον οποίο ένα ορισμένο διάστημα ταχυτήτων παραμένει ανεξέλεγκτο. Ανάλογα με το σχέδιο, αυτό το διάστημα μπορεί αμέσως να παρατίθεται στην ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας ή μπορεί ν'αρχίζει σε μια ενδιάμεση ταχύτητα και να συνεχίζει ως τη μέγιστη ταχύτητα. Στο υπόλοιπο διάστημα της ταχύτητας ο σύνθετος ρυθμιστής ελέγχει όλη τη σειρά ταχυτήτων με το μοχλό ελέγχου. Οι καμπύλες χαρακτηριστικού του ρυθμιστή παρέχουν πληροφορίες πάνω στα ελεγχόμενα και μη διαστήματα.

Όσον αφορά τη δομή, ο σύνθετος ρυθμιστής διαφέρει από τον ρυθμιστή μεταβλητής ταχύτητας μόνο στη χρησιμοποίηση διαφορετικών ελατηρίων ρυθμιστή.





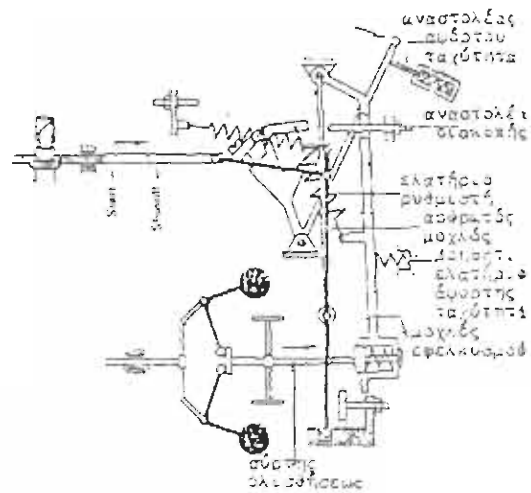
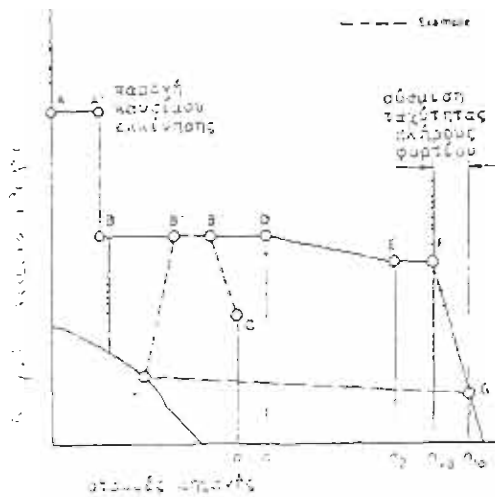
Εικόνα 67. Ρυθμιστής EPRSV μεταβλητής ταχύτητας.

Το ελατήριο εκκίνησης εφαρμοσμένο στο ανώτατο άκρο του αρθρωτού μοχλού έλκει τον κανόνα ελέγχου στη θέση εκκίνησης, ρυθμίζοντας αυτόματα την παροχή καυσίμου εκκίνησης. Ένας αναστολέας πλήρους φορτίου και ένας μηχανισμός ελέγχου ροπής κατασκευάζονται μέσα στον ρυθμιστή. Προκειμένου να σταθεροποιήσουμε την ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας ένα βοηθητικό ελατήριο ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας μ' ένα ρυθμιστικό κοχλία κατασκευάζονται στο περίβλημα του ρυθμιστή. Η απόκλιση ταχύτητας μπορεί να κυμαίνεται μέσα σ' ορισμένα όρια μέσω του ρυθμιστικού κοχλία του



ελατηρίου του ρυθμιστή. Ελαφρύτερα αντίβαρα απαιτούνται για μεγαλύτερα διαστήματα ταχύτητας χρησιμοποιώντας ελατήρια που βρίσκονται κάτω από λιγότερο εφελκυσμό είναι πιθανόν να ρυθμίσουμε μια μικρότερη απόκλιση ταχύτητας σε χαμηλότερες στροφές.

**Λειτουργικά χαρακτηριστικά.**



Εικόνα 68. Χαρακτηριστικές καμπύλες ρυθμιστή EP/RSV (αριστερά)

Εικόνα 69. Ρυθμιστής EP/RSV, θέση βραδείας λειτουργίας. (δεξιά)

**Εκκίνηση της μηχανής.**

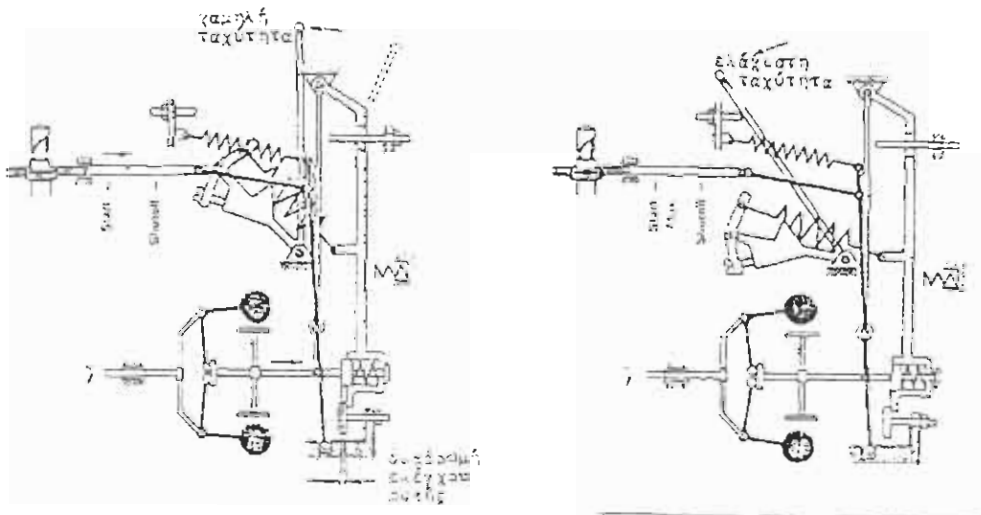
Όταν η μηχανή δεν λειτουργεί, ο κανόνας ελέγχου βρίσκεται στη θέση παροχής καυσίμου εκκίνησης έτσι ώστε η μηχανή να μπορεί να ξεκινήσει με τον μοχλό ελέγχου στη θέση “αφόρτης λειτουργίας”.

**Θέση άφορτης λειτουργίας.**

Ο μοχλός ελέγχου παίρνει θέση στον αναστολέα αφόρτου λειτουργίας. Κατά συνέπεια το ελατήριο του ρυθμιστή είναι σχεδόν τελείως χαλαρωμένο

και στέκεται σχεδόν κάθετα. Χρειάζεται μια πολύ αδύναμη επίδραση από αυτό, ώστε τ'αντίβαρα να στραφούν προς τα έξω ακόμη και με μια χαμηλή ταχύτητα. Ο σύρτης ολισθήσεως (συνδετικός άξονας), και μαζί του ο οδηγός μοχλός στρέφει τον αρθρωτό μοχλό στα δεξιά, έτσι ώστε ο κανόνας ελέγχου να μετακινείται στην κατεύθυνση της διακοπής προς τη θέση αφόρτου λειτουργίας. Ο μοχλός εφελκυσμού παίρνει θέση ενάντια με το βοηθητικό ελατήριο ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας το οποίο βοηθά τον έλεγχο χαμηλής ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας.

**Ρύθμιση χαμηλών ταχυτήτων (εικ. 70).**



Εικόνα 70. Ρυθμιστής EP/RSV, πλήρες φορτίο σε χαμηλή ταχύτητα, αρχή ελέγχου ροπής, (αριστερά)

Εικόνα 71. Ρυθμιστής EP/RSV, πλήρες φορτίο στη μέση ταχύτητα, τέλος αλλαγής ροπής, (δεξιά)

Ακόμη και μια σχετικά μικρή μετατόπιση του μοχλού ελέγχου από τη θέση άφορτης λειτουργίας επαρκεί για να μετακινηθεί ο κανόνας ελέγχου από την αρχική του θέση, (σημείο L στην εικ. 68) στη θέση του πλήρους φορτίου (σημείο Β' στην εικ. 68). Η αντλία εγχύσεως καυσίμου παρέχει την ποσότητα καυσίμου πλήρους φορτίου μέσα στους κυλίνδρους της μηχανής και αυξάνει η

ταχύτητα ( $B'$   $B''$ ). Μόλις η φυγόκεντρος δύναμη γίνει μεγαλύτερη από τον εφελκυσμό του ελατηρίου του ρυθμιστή που ανταποκρίνεται στη θέση του μοχλού ελέγχου, τ'αντίβαρα στρέφονται προς τα έξω και μετατοπίζουν το σύρτη ολισθήσεως με τον οδηγό του (αντιτριβική μεταλλική επένδυση), τον αρθρωτό μοχλό και τον κανόνα ελέγχου πίσω σ'ένα σημείο μικρότερης παροχής καυσίμου (σημείο 0 πάνω στη γραφική παράσταση). Η ταχύτητα της μηχανής δεν αυξάνει περισσότερο και διατηρείται σταθερή από τον ρυθμιστή όσο χρόνο οι εξωτερικές συνθήκες παραμένουν ομοιόμορφες (σταθερές).

### **Ρύθμιση σε υψηλή ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας (εικ. 71 και 72).**

Εάν ο μοχλός ελέγχου μετακινείται στον αναστολέα μέγιστης ταχύτητας, ο ρυθμιστής λειτουργεί βασικά με τον ίδιο τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω. Σ'αυτήν την περίπτωση όμως ο μοχλός περιστροφής τεντώνει τελείως το ελατήριο του ρυθμιστή.

Έτσι το ελατήριο του ρυθμιστή ενεργεί με μια μεγαλύτερη δύναμη τραβώντας το μοχλό εφελκυσμού στον αναστολέα πλήρους φορτίου και τον κανόνα ελέγχου στη μέγιστη παροχή καυσίμου. Η ταχύτητα της μηχανής αυξάνει και η φυγόκεντρος δύναμη μεγαλώνει σταθερά.

Σε ρυθμιστές εξοπλισμένους με έλεγχο ροπής, μόλις ο μοχλός εφελκυσμού τοποθετείται ενάντια στον αναστολέα πλήρους φορτίου, το ελατήριο ελέγχου ροπής συμπιέζεται σταθερά καθώς η ταχύτητα αυξάνει (D – E στην εικ. 68). Κατά συνέπεια, ο οδηγός μοχλού, ο αρθρωτός μοχλός και ο κανόνας ελέγχου κινούνται ανάλογα στην κατεύθυνση διακοπής, δηλ., αυτοί μειώνουν την παροχή με μια ποσότητα που αντιστοιχεί στη διαδρομή ελέγχου ροπής.

Όταν η μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου,  $\eta_{\text{νο}}$ , επιτυγχάνεται, η φυγόκεντρος δύναμη ξεπερνά τον εφελκυσμό του ελατηρίου του ρυθμιστή,

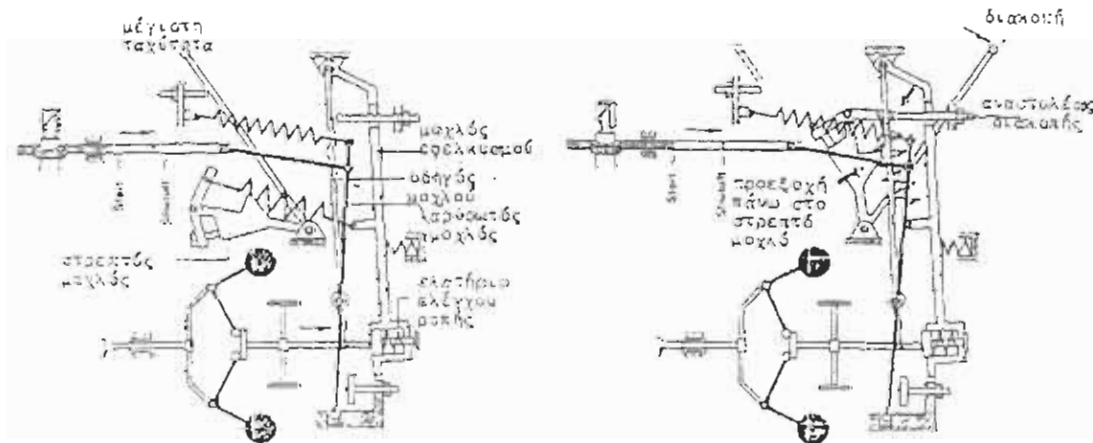
και ο μοχλός εφελκυσμού παρεκκλίνει στα δεξιά. Ο σύρτης ολισθήσεως με τον οδηγό μοχλού και τον κανόνα ελέγχου, που συνδέονται μέσω του αρθρωτού μοχλού, κινούνται στην κατεύθυνση διακοπής (F - G στην εικ. 68) μέχρι, κάτω από τις νέες συνθήκες φόρτωσης, να δημιουργηθεί μια αντίστοιχα χαμηλότερη παροχή καυσίμου.

Εάν αφαιρείται ολόκληρο το φορτίο της μηχανής, επιτυγχάνεται η υψηλή ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας, η 10.

### Σταμάτημα της λειτουργίας της μηχανής.

#### α) με τον μοχλό ελέγχου (εικ. 66).

Μηχανές με ρυθμιστές που δεν έχουν έναν ειδικό μηχανισμό διακοπής διακόπτουν τη λειτουργία τους μετακινώντας τον μοχλό ελέγχου του ρυθμιστή στη θέση διακοπής. Μόλις γίνει αυτό, οι προεξοχές πάνω στο μοχλό περιστροφής (κεκλιμένο βέλος) πιέζουν τον οδηγό μοχλού.



Εικόνα 72 Ρυθμιστής EP/RSV, χωρίς φορτίο, που ρυθμίζεται από πλήρες φορτίο (αριστερά)

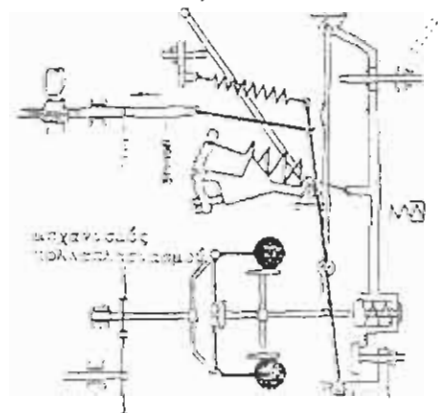
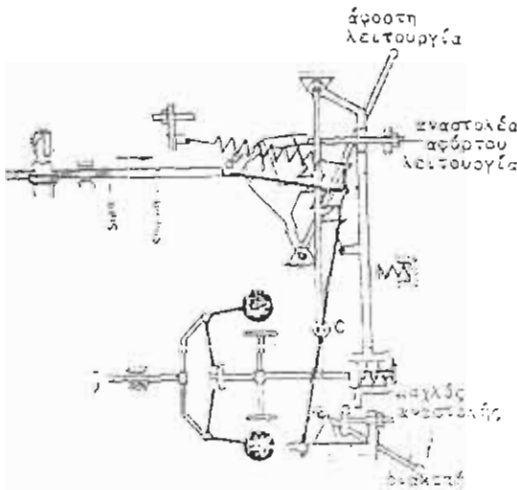
Εικόνα 73 Ρυθμιστής EP/RSV, αναστολή της μηχανής με το μοχλό ελέγχου του ρυθμιστή (δεξιά)

Αυτός ο μοχλός στρέφεται προς τα δεξιά, πηγαίνοντας τον αρθρωτό μοχλό, και έτσι τον κανόνα ελέγχου, στη θέση διακοπής μαζί του. Εφόσον ο εφελκυσμός, που ασκήθηκε από το ελατήριο του ρυθμιστή πάνω στο σύρτη ολισθήσεως, απελευθερώνεται, τα αντίβαρα στρέφονται προς τα έξω.

β) με τον μοχλό αναστολής.

Στην περίπτωση των ρυθμιστών που είναι εξοπλισμένοι μ'ένα ειδικό μηχανισμό διακοπής, ο κανόνας ελέγχου μπορεί να τοποθετεί στη διακοπή εάν ο μοχλός αναστολής μετακινείται στη θέση διακοπής.

Όταν ο μοχλός αναστολής πιέζεται προς τη διακοπή, το ανώτατο μέρος του αρθρωτού μοχλού στρέφεται στα δεξιά γύρω από το στροφέα θ στον οδηγό μοχλού. Κατά συνέπεια, ο μοχλός ελέγχου έλκεται από τον μηχανισμό σύνδεσης μ'ελατήριο στη διακοπή. Όταν ο μοχλός αναστολής απελευθερώνεται, ένα ελατήριο επαναφοράς, που δε φαίνεται στο σχέδιο, τον επαναφέρει πίσω στην αρχική του θέση.

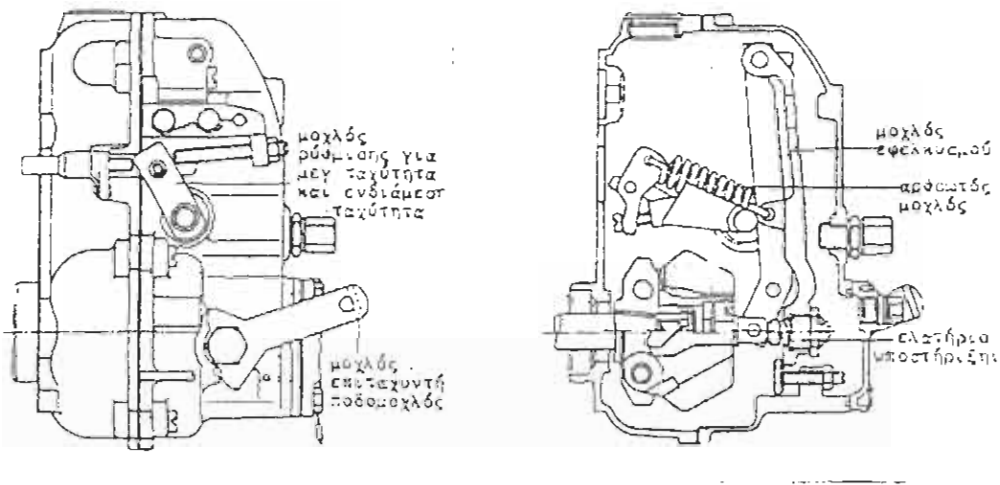


Εικόνα 74 Ρυθμιστής EP/RSV, σταμάτημα της μηχανής με το μηχανισμό διακοπής. (αριστερά)

Εικόνα 75 Διάγραμμα του ρυθμιστή EP/RSV μεταβλητής ταχύτητας, μέγιστη ταχύτητα. (δεξιά)



Όσον αφορά τη δομή του διαφέρει σημαντικά από τον ρυθμιστή EP/RSV στον μηχανισμό μετάδοσης για αναλογία αύξησης ταχύτητας (μηχανισμός αύξησης), ο οποίος τοποθετείται ανάμεσα στο στοιχείο μετάδοσης της κίνησης, δηλ. στον εκκεντροφόρο άξονα της αντλίας εγχύσεως καυσίμου, και στον άξονα του ρυθμιστή. Η λειτουργία αυτού του ρυθμιστή είναι βασικά η ίδια όπως εκείνη του EP/RSV. Χρησιμοποιείται με αντλίες εγχύσεως καυσίμου μεγεθών P και Z.



Εικόνα 77. Ρυθμιστής EP/RS ελάχιστης, μέγιστης ταχύτητας, εξωτερική όψη. (αριστερά)

Εικόνα 78. Ρυθμιστής EP/RS, σχέδιο εγκάρσιας τομής. (δεξιά)

## Ρυθμιστής ελάχιστης – μέγιστης ταχύτητας EP/RS.

### Κατασκευή.

Ο ρυθμιστής ελάχιστης – μέγιστης ταχύτητας EP/RS είναι ένας ρυθμιστής με δυνάμεις του μοχλού ελέγχου που πιέζουν ελαφρά, μόνο, και αποτελεί εξέλιξη του ρυθμιστή μεταβλητής ταχύτητας EP/RSV. Ο μοχλός ελέγχου που τεντώνει το ελατήριο περιστροφής στο ρυθμιστή EP/RSV, εξυπηρετώντας





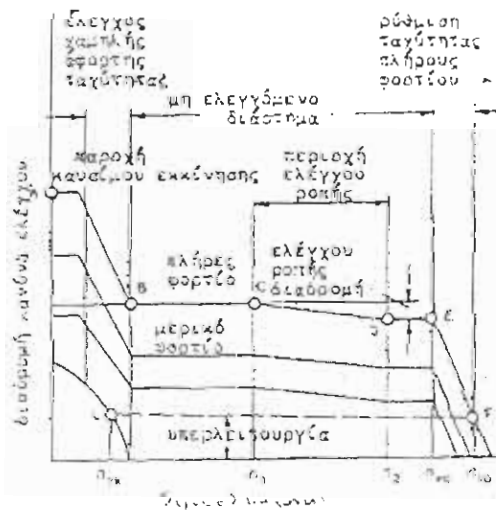
**Λειτουργικά χαρακτηριστικά.**

**Θέση εκκίνησης (εικ. 80).**

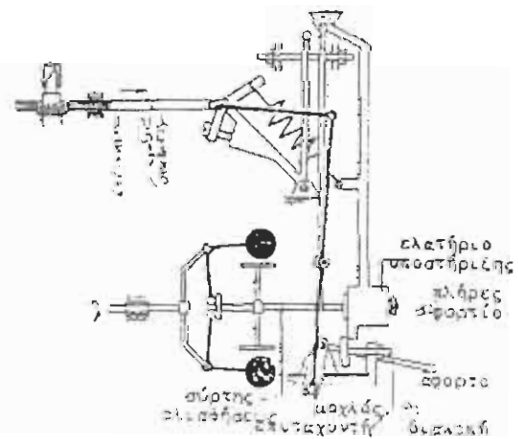
Τοποθετείται ο μοχλός του επιταχυντή (ποδομοχλός) στη θέση πλήρους φορτίου. Το ελατήριο της ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας στο υποστήριγμα ελατηρίου μετατοπίζει τον κανόνα ελέγχου, ενεργώντας μέσω του σύρτου ολίσθησης, του οδηγού μοχλού, του αρθρωτού μοχλού και του μηχανισμού σύνδεσης, στη θέση εκκίνησης.

**Θέση ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας (εικ. 82).**

Αφού η μηχανή αρχίζει να λειτουργεί, ο μοχλός του επιταχυντή (ποδομοχλός) κινείται στη θέση ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας. Το ελατήριο ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας, που είναι κατασκευασμένο μέσα στο υποστήριγμα του ελατηρίου,



Εικόνα 81. Χαρακτηριστικές καμπύλες ρυθμιστή ΕΡ/ΡΣ. (αριστερά)



Εικόνα 82. Ρυθμιστής ΕΡ/ΡΣ. θέση ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας. (δεξιά)

πιέζει αντίθετα τον σύρτη ολίσθησης μέσω του ωστικού τριβέα και ελέγχει την ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας.

### **Μερικό φορτίο.**

Το διάστημα Β – Ε (εικ. 81) δεν ελέγχεται. Σ' αυτό το διάστημα ο χειριστής ρυθμίζει την παροχή καυσίμου με τον ποδομοχλό του επιταχυντή σύμφωνα με τη ροπή που απαιτείται. Εάν θέλει να αυξήσει την ταχύτητα κινήσεως του ή αν πρέπει να οδηγήσει πάνω σε ανηφόρα, πρέπει να δώσει περισσότερο “γκάζι”, (καύσιμο), και παρομοίως πρέπει να χαλαρώσει τον ποδομοχλό του επιταχυντή εάν απαιτείται μια χαμηλότερη ισχύ από την μηχανή. Ο έλεγχος ροπής με την παροχή καυσίμου λαμβάνει χώρα στο διάστημα C – D ανάμεσα στα διαστήματα ταχύτητας  $\eta_1$  και  $\eta_2$  επειδή η φυγόκεντρος δύναμη, που ενεργεί πάνω στο σύρτη ολίσθησεως, υπερβαίνει την δύναμη του ελατηρίου ροπής που είναι κατασκευασμένο μέσα στο υποστήριγμα ελατηρίου. Το ελατήριο ελέγχου ροπής παραμορφώνεται σύμφωνα με τη φυγόκεντρο δύναμη που ενεργεί μέσω του σύρτου ολίσθησεως, και ο αρθρωτός μοχλός μετατοπίζει τον κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση διακοπής με την ποσότητα της διαδρομής του ελέγχου ροπής.

### **Ρύθμιση μέγιστης ταχύτητας σε πλήρες φορτίο (εικ. 84).**

Ο μοχλός του επιταχυντή (ποδομοχλός) βρίσκεται στη θέση πλήρους φορτίου, η μέγιστη ταχύτητα,  $\eta_{\text{VO}}$ , επιτυγχάνεται. Τώρα η φυγόκεντρος δύναμη υπερβαίνει την δύναμη του ελατηρίου του ρυθμιστή, γι' αυτό το λόγο, ο σύρτης ολίσθησεως και ο οδηγός μοχλού κινούνται προς τα δεξιά. Ο αρθρωτός μοχλός έλκει τον κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση διακοπής. Όταν



Μετακινείται ο μοχλός του επιταχυντή (ποδομοχλός) στη θέση διακοπής. Αρθρωτός μοχλός γυρίζει γύρω από τον ένσφαιρο τριβέα στο σημείο 0 και έλκει τον κανόνα ελέγχου στη διακοπή. Τα αντίβαρα κινούνται προς τα μέσα.

### **Οι αναστολείς του μοχλού ελέγχου και του κανόνα ελέγχου για τους μηχανικούς ρυθμιστές.**

#### **Αναστολείς μοχλού ελέγχου.**

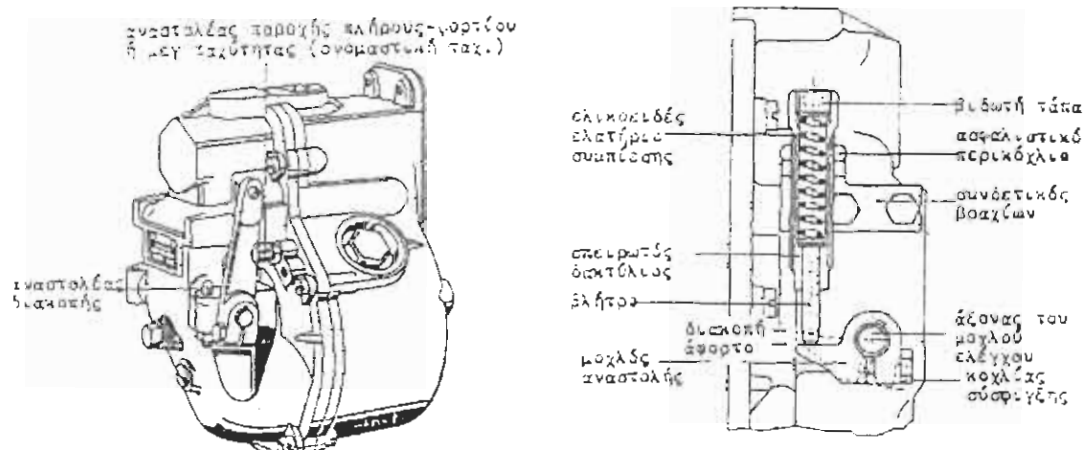
Επάνω στο κάλυμμα του ρυθμιστή στροφών υπάρχουν δύο κοχλίες αναστολής, ένα για τη διακοπή και ένα για την απόδοση πλήρους φορτίου (μέγιστης ταχύτητας).

Εάν απαιτείται και ανάλογα με τον τύπο του ρυθμιστή (RQ ή RQV), ένας αναστολέας μπορεί επίσης να τοποθετηθεί για την χαμηλή ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας ή για μια ενδιάμεση ταχύτητα (παροχή καυσίμου) η οποία είναι πιο χαμηλή από την απόδοση μέγιστου φορτίου.

#### **Αναστολέας ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας μ'ελατήριο.**

Ο αναστολέας αυτός (δες την εγκάρσια τομή στο σχέδιο) αποτελείται από ένα σωληνοειδές περίβλημα μ'ένα εξωτερικό σπείρωμα και από το οποίο προεξέχει κάτω από την τάση του ελατηρίου ένας κοχλίας.

Κατά την παροχή καυσίμου στην ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας, ο ανασταλτικός μοχλός τοποθετείται στον ασφαλιστικό κοχλία μ'ελατήριο. Για να σταματήσει η μηχανή, ο μοχλός ελέγχου του ρυθμιστή πρέπει να μετακινηθεί προς τη θέση διακοπής ενάντια στη δύναμη του ελικοειδούς συμπιεσμένου ελατηρίου μέχρι η μηχανή να σταματήσει.



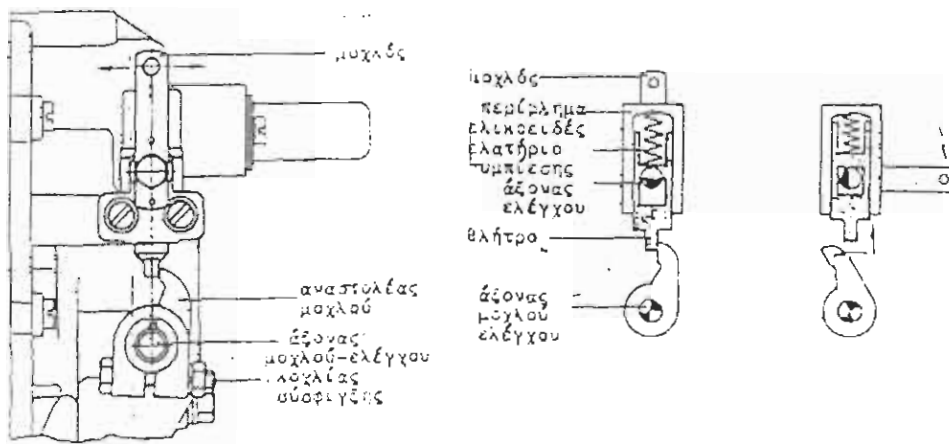
Εικόνα 86. Κοιλίες αναστολής για το μοχλό ελέγχου. (αριστερά)

Εικόνα 87. Αναστολέας έμφορτου ελατηρίου του κανόνα ελέγχου RQ και RQV. (δεξιά)

### Αναστολέας μειωμένης παροχής.

Αυτός ο αναστολέας βοηθά ως ένα σταθερό φορτίο ρύθμισης για μια παροχή καυσίμου χαμηλότερη από την μέγιστου φορτίου ή για μια ενδιάμεση ταχύτητα ανάλογα με τον τύπο του ρυθμιστή. Εδράζεται πάνω στο κάλυμμα του ρυθμιστή και ενεργεί μαζί μ'ένα κοντό μοχλό που συνδέεται πάνω στον άξονα του μοχλού ελέγχου έτσι ώστε να μπορεί να ρυθμισθεί.

Το παραστατικό σχέδιο εγκάρσιας τομής δείχνει ένα κοιλία μ'ελατήριο το οποίο μετακινείται μέσα στο περίβλημα διαμέσου ενός άξονα με μια αυλάκωση. Στη μια ακραία θέση, ο μοχλός προσκρούει στον κοιλία και περιορίζει την διαδρομή του μοχλού ελέγχου. Στην άλλη ακραία θέση, ο κοιλίας ελευθερώνει τον μοχλό, και ο μοχλός ελέγχου μπορεί να φθάσει στην ακραία του θέση.



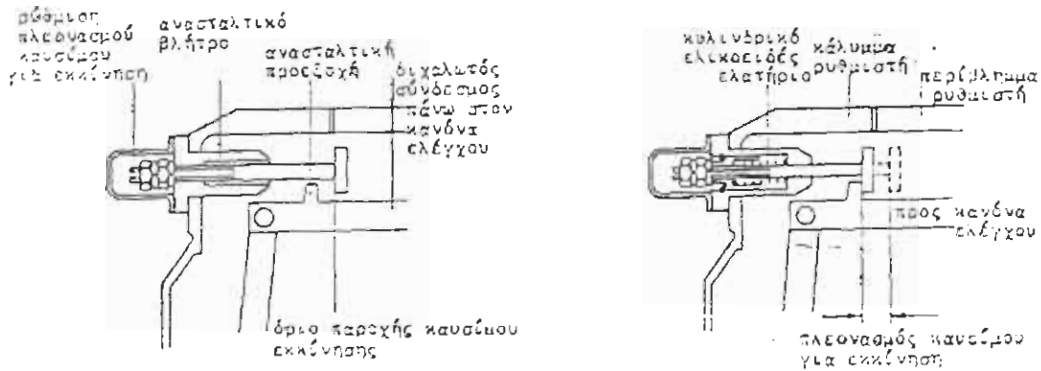
Εικόνα 88. Αναστολέας μειωμένης παροχής. (αριστερά)

Εικόνα 89. Αναστολέας μειωμένης παροχής, η λειτουργία φαίνεται σχηματικά. (δεξιά)

### Αναστολείς του κανόνα ελέγχου.

Επιπλέον στους αναστολείς για τη διακοπή και για την παροχή πλήρους φορτίου ή μέγιστης ταχύτητας (στοιχεία απαραίτητα σε κάθε ρυθμιστή για τον καθορισμό της διαδρομής του μοχλού ελέγχου), ένας ειδικός αναστολέας απαιτείται για τον κανόνα ελέγχου ο οποίος περιορίζει την διαδρομή αυτού του κανόνα σε πλήρες φορτίο ή στην παροχή εκκίνησης. Ανάλογα με τον ειδικό σκοπό κα χρήση, υπάρχουν διάφορα σχέδια του αναστολέα του κανόνα ελέγχου: αναστολείς για την παροχή μέγιστου φορτίου με μηχανική ή ηλεκτρομαγνητική απασφάλιση για την παροχή καυσίμου εκκίνησης, καθώς και αναστολείς μ'ένα μηχανισμό ελέγχου ροπής εσωτερικά κατασκευασμένο. Επιπλέον, υπάρχουν αναστολείς πλήρους φορτίου που σχεδιάζονται για να πραγματοποιούν ειδικές λειτουργίες αντιστάθμισης. Οι αναστολείς του κανόνα ελέγχου παράγονται για να τοποθετηθούν πάνω στην αντλία εγχύσεως καυσίμου ή πάνω στον ρυθμιστή. Μερικά από τα σχέδια που προορίζονται για τοποθέτηση πάνω στον ρυθμιστή θα περιγραφούν λεπτομερειακά παρακάτω.

**Σταθερός αναστολέας πλεονασμού καυσίμου για την εκκίνηση.**



Εικόνα 90. Σταθερός αναστολέας του κανόνα ελέγχου για ρυθμιστές RQ. Περιορίζει την παροχή εκκίνησης. (αριστερά)

Εικόνα 91. Έμφορτο ελατήριο, αναστολέας του κανόνα ελέγχου για ρυθμιστές RQ για περιορισμό παροχής καυσίμου εκκίνησης. (δεξιά)

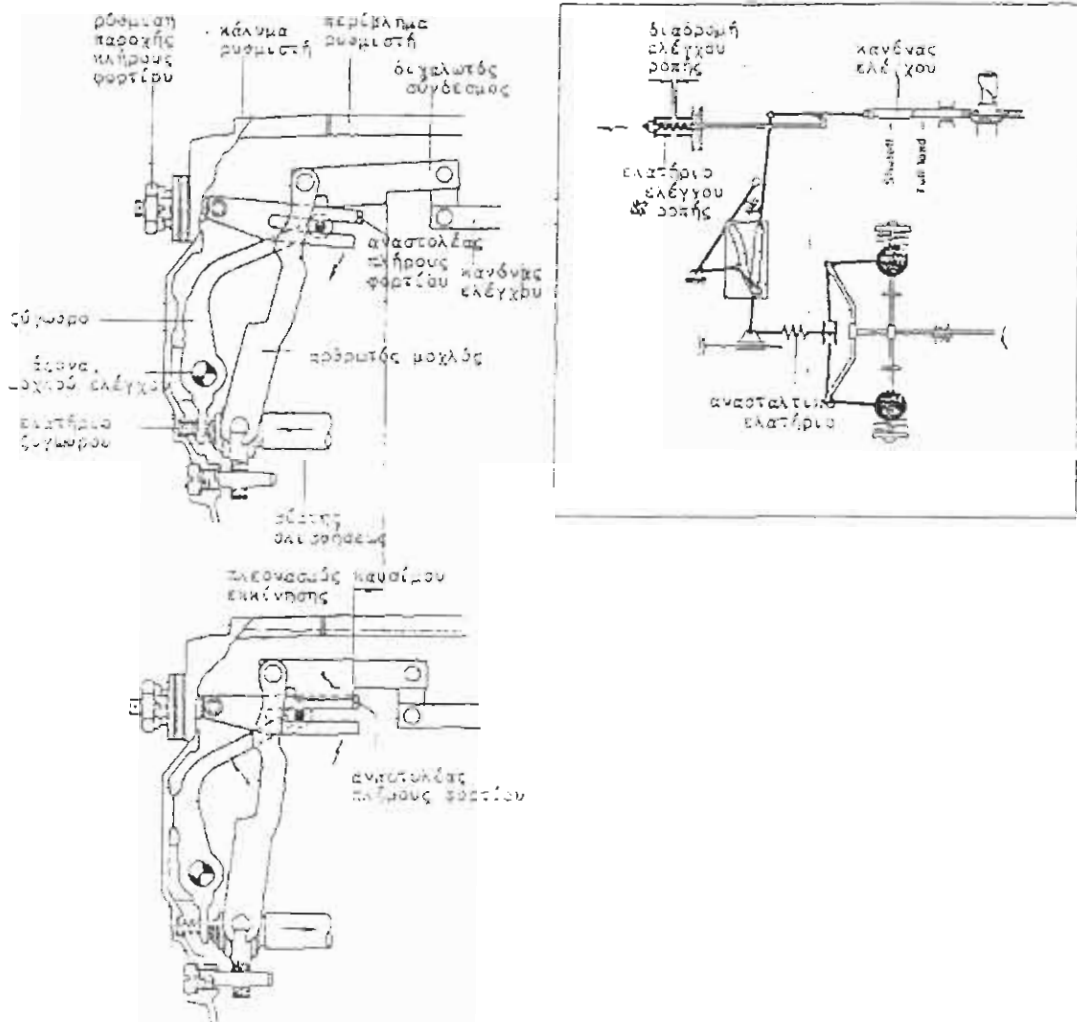
Αν ο ποδομοχλός του επιταχυντή πιέζεται προς τα κάτω κατά την διάρκεια της διαδικασίας εκκίνησης, ο κοχλίας αναστολής μετακινεί ενάντια την αντίσταση του ελατηρίου ταχύτητας άφορτης λειτουργίας και έτσι επιτρέπει μια έγκαιρη μετακίνηση του κανόνα ελέγχου πίσω από τη θέση εκκίνησης. Αυτό αποτρέπει να λάβει χώρα μια σύντομη προσωρινή περίοδος παροχής καυσίμου εκκίνησης εάν μια μηχανή επιταχύνεται γρήγορα από την άφορτη λειτουργία.

**Αυτόματοι αναστολείς πλήρους φορτίου του κανόνα ελέγχου.**

Όταν η μηχανή είναι σε ηρεμία, τα ελατήρια των αντιβάρων του ρυθμιστή, ενεργώντας διαμέσου του ολισθαίνοντος σύρτου, πιέζουν πάνω στο ελατήριο του ζυγώθρου ( = ταλαντευόμενος βραχίονας ) και κατά συνέπεια το ζυγώθρο

πιέζει τη στεφάνη του αναστολέα με την προεξοχή αναστολής πλήρους φορτίου προς τα κάτω (βέλη).

Επομένως, όταν η μηχανή ξεκινά, ο κανόνας ελέγχου μπορεί να μετακινείται προς τη θέση εκκίνησης όταν ο ποδομοχλός του επιταχυντή πιέζεται προς τα κάτω (εικ. 92, άνω σχέδιο).



Εικόνα 92 Αυτόματος αναστολέας πλήρους φορτίου του κανόνα ελέγχου ρυθμιστή RQ. πάνω: απόδοση παροχής εκκίνησης, κάτω: περιορισμός στη παροχή πλήρους φορτίου (αριστερά)

Εικόνα 93 Σχεδιάγραμμα του αναστολέα του κανόνα ελέγχου με μηχανισμό ελέγχου ροπής (RQV), το ελατήριο ελέγχου ροπής ισχυρότερο από το ανασταλτικό ελατήριο (δεξιά)



Αφού η μηχανή έχει ξεκινήσει, ο ολισθαίνοντας σύρτης απομακρύνεται από το ζυγώθρο κάτω από την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης. Για τον ίδιο λόγο, ο κανόνας ελέγχου κινείται πίσω από τη θέση παροχής καυσίμου εκκίνησης σε μια θέση μικρότερης παροχής. Κατα συνέπεια, το ελατήριο του ζυγώθρου πιέζει το ζυγώθρο με το μακρύ μοχλοβραχίονα του προς τα πάνω, και η προεξοχή επάνω στη στεφάνη του αναστολέα περιορίζει πάλι τη διαδρομή του κανόνα ελέγχου στο τμήμα του αναστολέα πάνω στο διχαλωτό σύνδεσμο προς την παροχή πλήρους φορτίου (εικ. 92 κάτω σχέδιο).

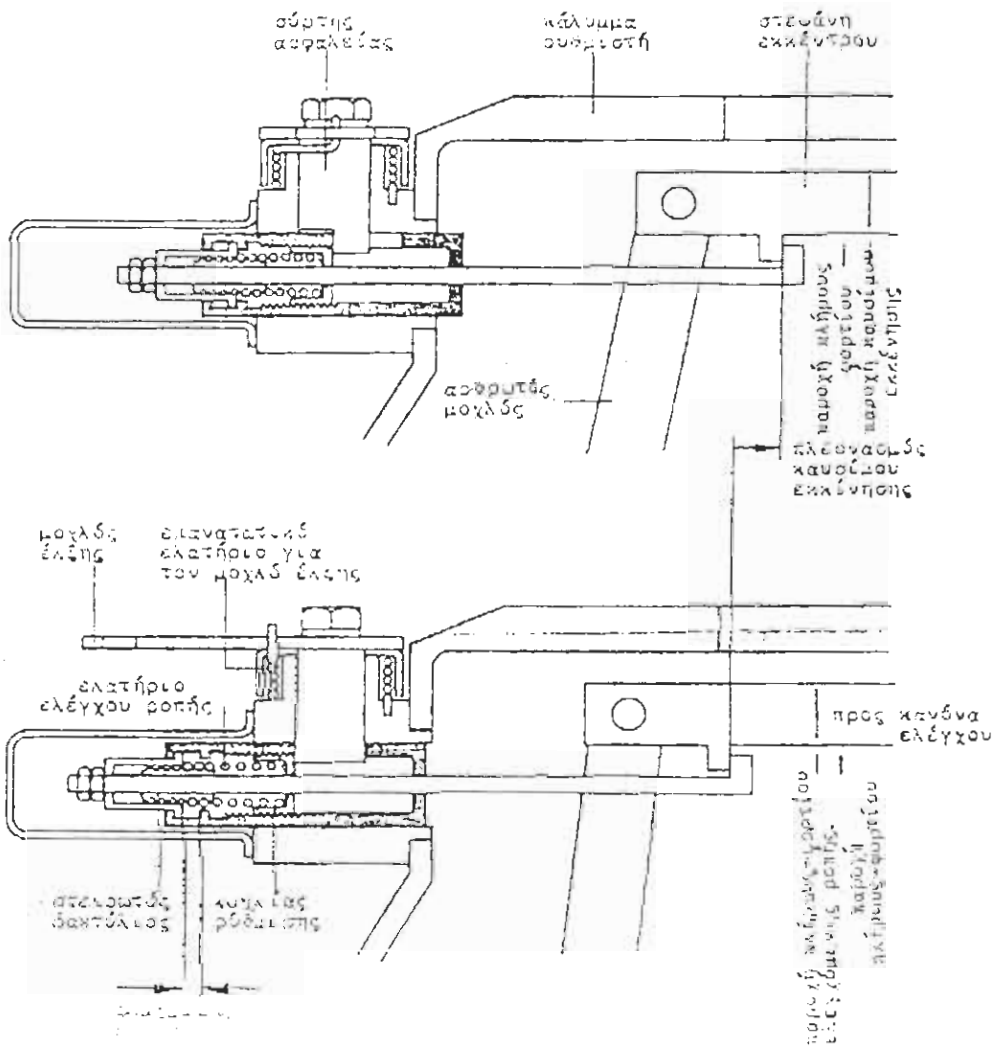
#### **Αναστολέας του κανόνα ελέγχου με εξωτερικό μηχανισμό ελέγχου ροπής (για ρυθμιστές RQV).**

Ο αναστολέας του κανόνα ελέγχου μ'ένα μοχλό αναστολής για την παροχή καυσίμου εκκίνησης και μ'έλεγχο της ροπής χρησιμοποιείται με ρυθμιστές RQV. Όταν η διαδρομή του κανόνα ελέγχου περιορίζεται στην παροχή πλήρους φορτίου, ο ρυθμιστικός κοχλίας τοποθετείται στην άκρη του σύρτου ασφάλειας. Όταν ο μοχλός αναστολής έλκεται, αυτός ο σύρτης ασφάλειας περιστρέφεται κατά 90°. Κατά συνέπεια, ο κανόνας ελέγχου μπορεί να μετακινείται προς τη θέση εκκίνησης από τη διάσταση του οδοντωτού τμήματος πάνω στο σύρτη ασφαλείας (απελευθέρωση της περίσσειας καυσίμου για την εκκίνηση).

Ο έλεγχος ροπής λαμβάνει χώρα εξ' αιτίας της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στο δονητικό απορροφητήρα μ'ελατήριο μέσα στο ρυθμιστή και στο ελατήριο ελέγχου ροπής· αυτά τα δύο ελατήρια πρέπει να προσαρμόζονται τέλεια το ένα με το άλλο γι' αυτό το σκοπό (εικ. 93).

Αν μια υψηλότερη ταχύτητα καθορίζεται στον μοχλό ελέγχου, το ελατήριο του δονητικού απορροφητήρα εφελκύεται όσο διαρκεί η επιτάχυνση – κατά

συνέπεια συμπιέζεται επίσης το ελατήριο ελέγχου ροπής και ρυθμίζει μια μεγαλύτερη διαδρομή του κανόνα ελέγχου. Καθώς η ταχύτητα αυξάνει, τα αντίβαρα κινούνται προς τα έξω και το ελατήριο του δονητικού απορροφητήρα χαλαρώνει. Η δύναμη του ελατηρίου ελέγχου ροπής γίνεται τώρα μεγαλύτερη, ώστε αυτό το ελατήριο να μετατοπίζει τον κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση της μικρότερης παροχής καυσίμου.



Εικόνα 94 Αναστολέας κανόνα ελέγχου ρυθμιστή RVQ με μοχλό αναστολής για την παροχή καυσίμου εκκίνησης και με μηχανισμό έλεγχου ροπής: πάνω: θέση παροχής καυσίμου εκκίνησης, κάτω: θέση παροχής πλήρους φορτίου με έλεγχο ροπής

### Ρύθμιση του ελέγχου ροπής.

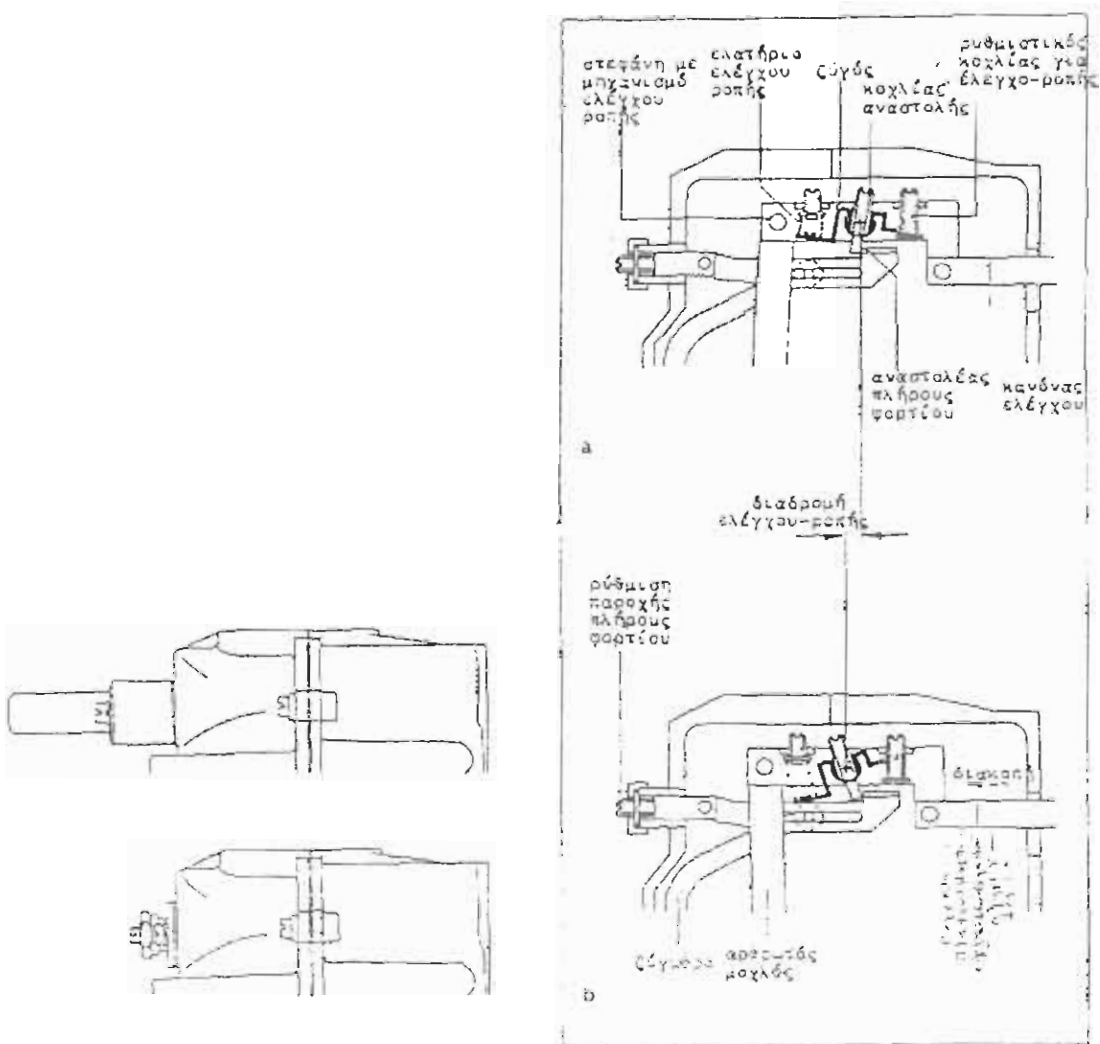
Η έναρξη του ελέγχου ροπής (ταχύτητα  $\eta_1$ ) μπορεί να ρυθμισθεί με τη διακύμανση του αρχικού εφέλκυσμού του ελατηρίου ελέγχου ροπής. Αυτός ο αρχικός εφέλκυσμός του ελατηρίου ροπής μεταβάλλεται με το ρυθμιστικό κοχλία. Το ελατήριο ελέγχου ροπής κοχλιώνεται σ' ένα άξονα που έχει μια ή περισσότερες σπείρες, και το χαρακτηριστικό του ελέγχου ροπής μπορεί να μεταβάλλεται στρέφοντας αυτόν τον σωλήνα προκειμένου ν' αλλάξει τον αριθμό των σπειρών που κρατάνε το ελατήριο. Η διαδρομή του ελέγχου ροπής ρυθμίζεται με τη χρησιμοποίηση προσθηκών διαφορετικού πάχους.

### Αναστολέας του κανόνα ελέγχου με εσωτερικό μηχανισμό ελέγχου ροπής (για ρυθμιστές RQV).

Στις περιπτώσεις εκείνες, που δεν υπάρχει αρκετός διαθέσιμος χώρος για την τοποθέτηση του αναστολέα του κανόνα ελέγχου για ρυθμιστές RQV με εξωτερικό έλεγχο ροπής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αναστολέας του κανόνα ελέγχου που τοποθετείται είναι λιγότερο από το ένα τέταρτο του μήκους του αναστολέα με εξωτερικό έλεγχο ροπής.

Όταν η μηχανή επιταχύνει, ο κανόνας ελέγχου μετατοπίζεται στην κατεύθυνση μέγιστης παροχής καυσίμου με την ενεργοποίηση του αρθρωτού μοχλού μέσω της αρμοκαλύπτρας, (εικ. 96). Ταυτόχρονα το ελατήριο του δονητικού απορροφητήρα στο σύρτη ολισθήσεως εφελκύεται, ο κοχλίας αναστολής υψώνεται αντίθετα στον αναστολέα πλήρους φορτίου, και το ελατήριο ελέγχου ροπής συμπιέζεται μέσω ενός ζυγώθρου (έναρξη του ελέγχου ροπής). Όταν τα αντίβαρα κινούνται προς τα έξω καθώς η ταχύτητα αυξάνει, το ελατήριο του δονητικού απορροφητήρα χαλαρώνει ξανά. Ξεκινώντας με μια ορισμένη ταχύτητα η δύναμη του ελατηρίου ελέγχου

ροπής υπερνικά την δύναμη του ελατηρίου του δονητικού απορροφητήρα και το ελατήριο ελέγχου ροπής χαλαρώνει. Κατά συνέπεια, το ζύγωθρο στρέφεται και ο κοχλίας αναστολής που είναι τοποθετημένος στον αναστολέα πλήρους φορτίου έλκει τον κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση διακοπής μέχρι να φτάσει το άλλο άκρο της τροχιάς του ελέγχου ροπής. Το ζύγωθρο στη συνέχεια παίρνει θέση αντίθετη προς το ανώτατο άκρο του (τέλος του ελέγχου ροπής).

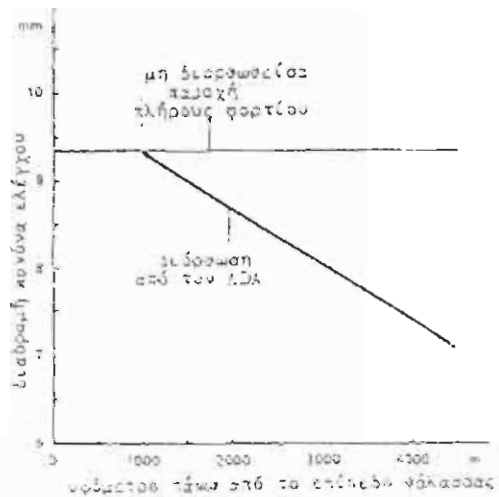
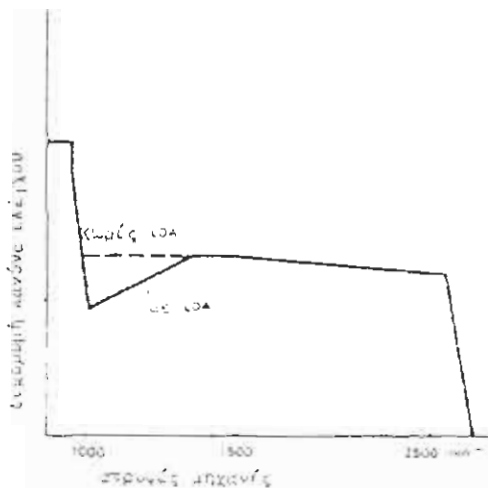
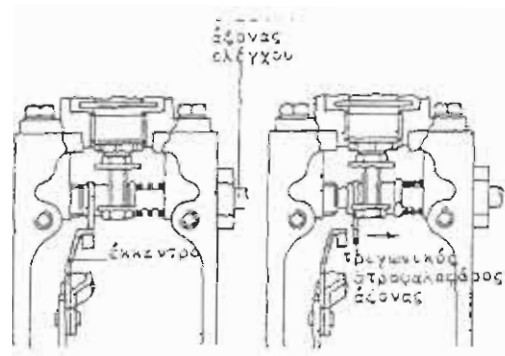
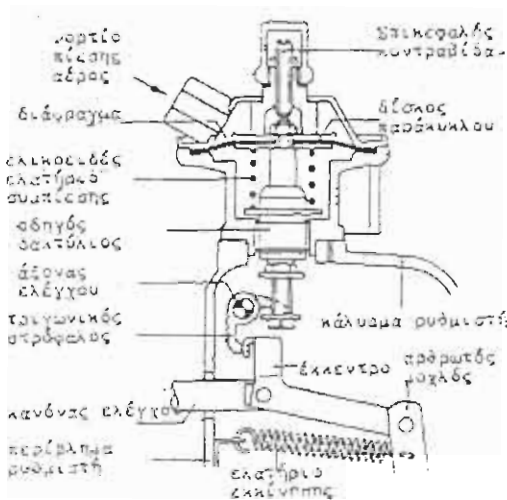


Εικ95. Γραμμικά σχέδια ρυθμιστή RQV με εξωτερικό μηχανισμό ελέγχου ροπής (πάνω) και εσωτερικό (κάτω). (αριστερά)

Εικ96. Ρυθμιστής (RQV) με εσωτερικό μηχανισμό ελέγχου ροπής, α. αρχή ελέγχου ροπής, β. τέλος ελέγχου ροπής. (δεξιά)

**Αντισταθμιστής πολλαπλής πίεσης (LDA).**

Σε υπερτροφοδοτούμενες μηχανές η παροχή πλήρους φορτίου καθορίζεται σύμφωνα με την υπερπίεση του αέρα. στο χαμηλότερο διάστημα της ταχύτητας, όμως, η υπερπίεση αέρα είναι χαμηλότερη και επομένως το βάρος του φορτίου αέρα στους κυλίνδρους της μηχανής είναι επίσης χαμηλότερο.



Εικόνα 97. Σχέδιο εγκάρσιας τομής αντισταθμιστή πολλαπλής πίεσης (LDA) (πάνω αριστερά)

Εικόνα 98. Επίδραση του LDA στη διαδρομή του κανόνα ελέγχου (κάτω αριστερά)

Εικόνα 99. LDA, αριστερά: θέση λειτουργίας, δεξιά: το έκκεντρο σε σχέση με τον τριγωνικό στρόφαλοφόρο. (πάνω δεξιά)

Εικόνα 100. Παράδειγμα διόρθωσης της διαδρομής του κανόνα ελέγχου από τον LDA (κάτω δεξιά)

Γι' αυτό το λόγο η παροχή πλήρους φορτίου πρέπει να προσαρμόζεται με μια αντίστοιχη αναλογία προς το μειωμένο βάρος του αέρα. Αυτή η λειτουργία εκτελείται από τον αντισταθμιστή πολλαπλής πίεσης (εν συντομία LDA) ο οποίος μειώνει την παροχή πλήρους φορτίου στο χαμηλότερο διάστημα ταχύτητας ξεκινώντας από μια ορισμένη (επιλεγμένη) υπερπίεση αέρα. Διάφορα σχήματα του LDA παράγονται για να τοποθετηθούν πάνω σε αντλίες εγχύσεως καυσίμου είτε στην πλευρά είτε στην κορυφή του ρυθμιστή. η περιγραφή παρακάτω αναφέρεται σ' ένα LDA που σχεδιάστηκε για να τοποθετηθεί πάνω στον ρυθμιστή RSV.

Η κατασκευή όλων αυτών των ειδικών αναστολέων του κανόνα ελέγχου είναι βασικά η ίδια. Ανάμεσα στο περίβλημα που είναι στερεωμένο μέσω κοχλίας στο πάνω μέρος του ρυθμιστή και σ' ένα κατάλληλο κάλυμμα υπάρχει ένα διάφραγμα που είναι τεντωμένο και στεγανό. Ένα συνδετικό εξάρτημα για την υπερπίεση του αέρα τοποθετείται στο κάλυμμα. Από κάτω, ένα ελικοειδές ελατήριο συμπίεσης δρα πάνω στο διάφραγμα· αυτό το ελατήριο στηρίζεται στο κάθε άκρο του πάνω σ' ένα οδηγό δακτύλιο που εφαρμόζεται στο περίβλημα μέσω σπειρώματος. Ο αρχικός εφελκυσμός αυτού του ελατηρίου μπορεί επομένως να κυμανθεί εντός ορισμένων ορίων.

Ένας αξονικός με σπείρωμα εφαρμόζεται στο διάφραγμα μέσω ενός μεταλλικού παράκυκλου· στο χαμηλότερο άκρο του αξονίσκου αυτού, που προεξέχει από το περίβλημα, εφαρμόζεται ένας κοχλίας με ένα ασφαλιστικό περικόχλιο. Η κεφαλή του κοχλίας τοποθετείται σε μια ορισμένη κατεύθυνση από την επιφάνεια του περιβλήματος και μεταδίδει την κίνηση του αξονίσκου μέσω ενός τριγωνικού στροφάλου στον κανόνα ελέγχου. Αυτή η απόσταση προκαθορίζεται, αλλά μετά την τοποθέτηση του LDA μπορούν να γίνουν διορθώσεις με την ακέφαλη κόντραβίδα.

Εάν εφαρμόζεται υπερπίεση του αέρα στο διάφραγμα, ο αξονίσκος κινείται αντίθετα με τη δύναμη του ελικοειδούς ελατηρίου συμπίεσης διανύοντας τη μέγιστη απόσταση στην πλήρη υπερπίεση του αέρα. Η κίνηση του αξονίσκου μεταδίδεται μέσω του τριγωνικού στροφάλου, ο οποίος στηρίζεται στο περίβλημα του ρυθμιστή πάνω σ'έναν άξονα έτσι ώστε να μπορεί να περιστρέφεται, προς το έκκεντρο που εφαρμόζεται στον κανόνα ελέγχου της αντλίας εγχύσεως καυσίμου. Καθώς η υπερπίεση του αέρα μειώνεται, ο κανόνας ελέγχου κινείται στην κατεύθυνση διακοπής.

Προκειμένου να μπορέσει ο κανόνας ελέγχου να κινηθεί στην θέση παροχής καυσίμου εκκίνησης όταν η μηχανή αρχίζει να λειτουργεί, ο τριγωνικός στροφάλος πρέπει να αποσυνδεθεί από το έκκεντρο με εγκάρσια κίνηση του μοχλού ελέγχου. Αυτό μπορεί να γίνει με τα χέρια είτε μ'ένα καλώδιο χειρισμού είτε μέσω ενός συστήματος συνδέσμων· υπάρχουν όμως επίσης σχέδια ρυθμιστή με ηλεκτρομαγνητική ενεργοποίηση του μοχλού ελέγχου· σ'αυτά τα σχέδια ο ηλεκτρομαγνήτης επιδρά μόνο κατά την διάρκεια της εκκίνησης.

### **Αντισταθμιστής ύψους πίεσης (ADA).**

Σε χώρες ή περιοχές όπου η κυκλοφορία του αέρα υπόκειται σε υπερβολικά μεγάλες διακυμάνσεις στο ύψος, η ποσότητα του καυσίμου που εγχέεται στη μηχανή πρέπει να συμφωνεί με την επιδείνωση του φορτίου αέρα στους κυλίνδρους της μηχανής από ένα ορισμένο ανοδικό ύψος. Αυτή η λειτουργία εκτελείται από τον αντισταθμιστή ύψους πίεσεως (ADA), δεξ εικ. 101.

Ο ADA χρησιμοποιείται από κοινού με τους μηχανικούς ρυθμιστές RQ ή RQV και τοποθετείται πάνω στο κάλυμμα του ρυθμιστή. Βασικά, ο ADA αποτελείται από ένα βαρομετρικό στοιχείο που είναι τοποθετημένο κάθετα





της αντλίας εγχύσεως καυσίμου. Καθώς το βαρομετρικό στοιχείο διαστέλλεται, το δισκοειδές έκκεντρο στρέφεται προς τα κάτω. Το βλήτρο που συνδέεται με τον αναστολέα εκκέντρου, έλκει τον κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση διακοπής και η παροχή καυσίμου μειώνεται αν μικρύνει το μήκος βαρομετρικού στοιχείου αυξάνει το ποσό του καυσίμου που παρέχεται. Προκειμένου να ρυθμίσουμε την παροχή πλήρους φορτίου, το δισκοειδές έκκεντρο ρυθμίζεται στο οριζόντιο επίπεδο.

### **Ηλεκτρική συσκευή ελέγχου ταχύτητας.**

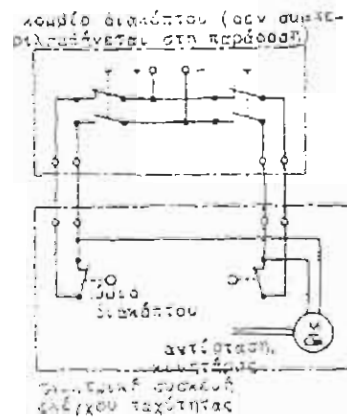
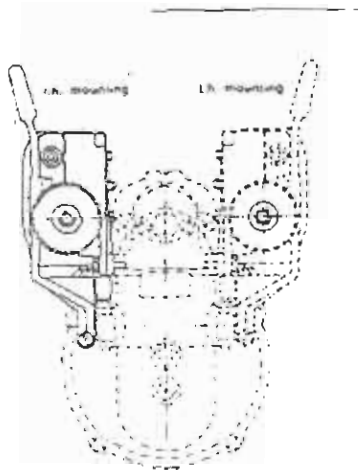
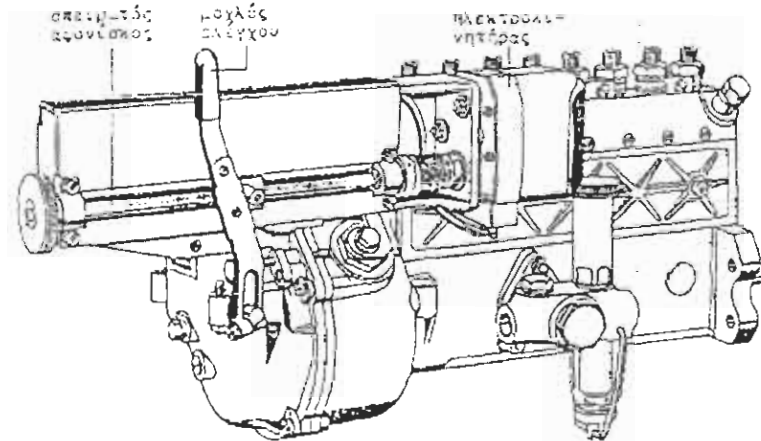
#### **Χρήση.**

Οι ηλεκτρικές συσκευές ελέγχου ταχύτητας χρησιμοποιούνται για τηλεκατευθυνόμενη ρύθμιση των ταχυτήτων των μηχανών που χρησιμοποιούνται με συγκροτήματα εξαρτημάτων.

Χρειάζονται διάφορα εξαρτήματα για να συνδέσουν μια τέτοια συσκευή μ'έναν ρυθμιστή αντλίας εγχύσεως καυσίμου· η σωστή επιλογή των εξαρτημάτων θα εξαρτάται από τον τύπο του ρυθμιστή που ενδιαφέρει.

#### **Σχέδιο.**

Η ηλεκτρική συσκευή ελέγχου ταχύτητας αποτελείται από μια μεταλλική βάση πάνω στην οπο'ία τοποθετείται ένας κινητήρας – 24 VOLTS. Αυτός ο κινητήρας συνδέεται μέσω ενός συμπλέκτη μ'ένα αξονίσκο ο οποίος μπορεί να μετακινήσει ένα περικόχλιο πίσω και μπροστά σε προστατευτικές σιδηροτροχιές ανάλογα με την κατεύθυνση περιστροφής του κινητήρα.



Εικόνα 102. Ηλεκτρική συσκευή ελέγχου ταχύτητας, σχεδιασμένη για αριστερή έδραση (πάνω)

Εικόνα 103. Ηλεκτρική συσκευή ελέγχου ταχύτητας για RQV. (κάτω αριστερά)

Εικόνα 102. Λιέγραμμα συρματολογίας της συσκευής ελέγχου ταχύτητας. (κάτω δεξιά)

Ο μοχλός ελέγχου του ρυθμιστή προσαρμόζεται στο περικόχλιο με μια θετική μηχανική σύνδεση που δημιουργείται είτε μ' ένα ελατήριο στρέψεως που τοποθετείται στον άξονα του μοχλού ελέγχου του ρυθμιστή (ρυθμιστές RQV και RQUV) ή μ' ένα ελατήριο εφελκυσμού που εφαρμόζεται στο μοχλό ελέγχου. Το ελατήριο πιέζει το μοχλό ελέγχου του ρυθμιστή προς την κατεύθυνση πλήρους φορτίου στους ρυθμιστές RQV και RQUV, και προς την

κατεύθυνση διακοπής στους ρυθμιστές RSV και RSUV. Ο κινητήρας και ο ρυθμιστικός αξονίσκος συνδέονται μ'ένα αποδεσμευμένο συμπλέκτη, εξοπλισμένο με προστασία υπερφόρτισης. Όταν απελευθερωθεί ο συμπλέκτης του κινητήρα, ο αξονίσκος ρύθμισης μπορεί να στρέφεται με χειροκίνητο τροχό.

Η διαδρομή ρύθμισης περιορίζεται από ηλεκτρικούς διακόπτες περιορισμού και στις δύο κατευθύνσεις.

Προκειμένου να σταματήσει η μηχανή, ο μοχλός ελέγχου του ρυθμιστή έλκεται στη θέση της διακοπής. Ο αναστολέας διακοπής ρυθμίζεται με παρόμοιο τρόπο όπως και ο αναστολέας πλήρους φορτίου πάνω στο κάλυμμα του ρυθμιστή. Έχουν δημιουργηθεί δύο μοντέλα της ηλεκτρικής συσκευής ελέγχου ταχύτητας: ένα για αριστερόστροφη εφαρμογή και ένα για δεξιόστροφη (βλέπε σχήμα στην προηγούμενη σελίδα).

## **B. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ.**

### **Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας EP/M.**

#### **Αρχή λειτουργίας.**

Ο πνευματικός ρυθμιστής αποτελείται από δύο κύρια μέρη:

- από τη συσκευή VENTURI που στερεώνεται στο σωλήνα εισαγωγής της μηχανής στην πλευρά εισόδου και
- το σύστημα διαφράγματος που τοποθετείται πάνω στην αντλία εγχύσεως καυσίμου.

Ο αέρας που μπαίνει στη μηχανή ρέει μέσω του φίλτρου αέρα και έπειτα μέσω του αγωγού σε σχήμα κώνου στη συσκευή VENTURI (κώνος διαχύσεως). Στο στενότερο σημείο σ' αυτόν τον αγωγό βρίσκονται μια στραγγαλιστική βαλβίδα και το συνδετικό εξάρτημα για τον αγωγο κενού που οδηγεί στο σύστημα διαφράγματος. Η στραγγαλιστική βαλβίδα συνδέεται με τον ποδομοχλό του επιταχυντή μέσω του μοχλού ελέγχου και του συστήματος συνδέσμων.

Ανάλογα με τη θέση της ρυθμιστικής βαλβίδας, το απαραίτητο κενό για ρύθμιση καθορίζεται (σε πλήρες φορτίο 400 MM στήλης ύδατος) σε μια χαμηλότερη, μέση, ή υψηλότερη ταχύτητα. Η διάμετρος του αγωγού του κώνου διαχύσεως πρέπει να επιλεγεί με τέτοιο τρόπο ώστε όταν η στραγγαλιστική βαλβίδα είναι τελείως ανοιχτή, η απαιτούμενη ονομαστική ταχύτητα να μπορεί να επιτευχθεί χωρίς κόπο. Ένας ανασταλτικός κοχλίας βοηθά να ρυθμισθεί η ονομαστική ταχύτητα με ακρίβεια (περιορισμός του ανοίγματος της στραγγαλιστικής βαλβίδας).

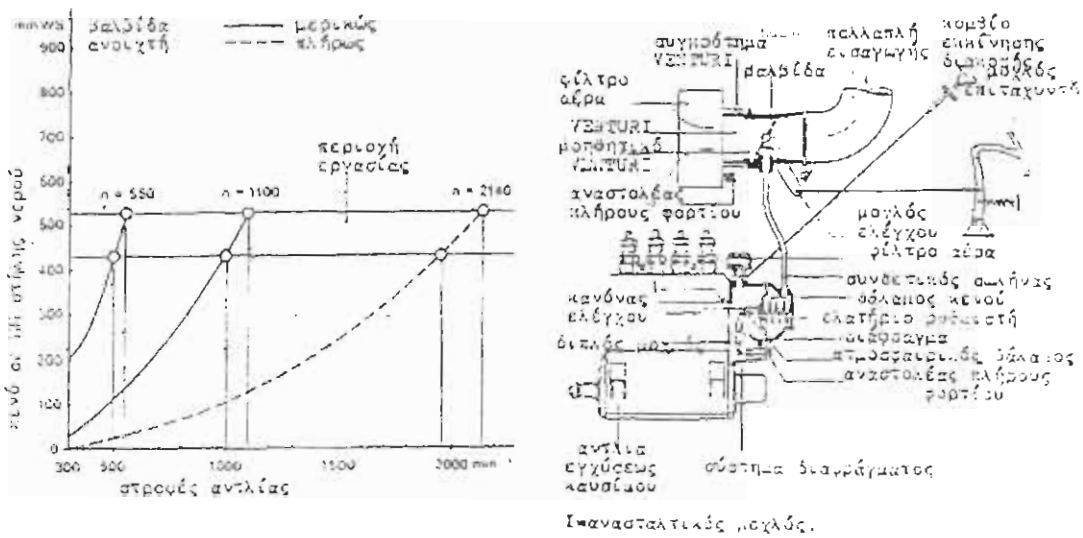
Οι πνευματικοί ρυθμιστές χρησιμοποιούνται κυρίως σε αυτοκίνητα και γεωργικούς ελκυστήρες. Ο σκοπός του βοηθητικού κώνου διαχύσεως στο σημείο που λαμβάνεται το κενό είναι να εξασφαλίσει ώστε, αν η μηχανή άρχιζε να λειτουργεί προς την αντίθετη κατεύθυνση, να μη χάσει τον έλεγχο, ώστε δηλ. να μπορεί να σταματηθεί.

Ένα διάφραγμα, που συνδέεται με τον κανόνα της αντλίας εγχύσεως καυσίμου μέσω ενός συστήματος συνδέσμων, διαιρεί το σύστημα διαφράγματος σε δύο θαλάμους:

- ο θάλαμος κενού (που συνδέεται με το συγκρότημα του κώνου διαχύσεως συνήθως μ' ένα ελαστικό σωλήνα), στον οποίο το ελατήριο του ρυθμιστή

τείνει να μετατοπίζεται το διάφραγμα, και έτσι τον κανόνα ελέγχου, στην κατεύθυνση μέγιστου καυσίμου, και

- ο ατμοσφαιρικός θάλαμος που συνδέεται με τον εξωτερικό αέρα.



Εικόνα 105 Κενό στο θάλαμο κενού σε διάφορες ταχύτητες και θέσεις της στραγγαλιστικής βαλβίδας. (αριστερά)

Εικόνα 106. Σχεδιάγραμμα του πνευματικού ρυθμιστή, θέση ηρεμίας. (δεξιά)

Όταν η μηχανή λειτουργεί, η θέση του διαφράγματος και επομένως η θέση επίσης του κανόνα ελέγχου, εξαρτάται από το μέγεθος της διαφοράς ανάμεσα στις πιέσεις που επικρατούν στις δύο πλευρές του διαφράγματος και αναπτύσσονται από τη φόρτωση της μηχανής σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Αυτό συμβαίνει επειδή η ταχύτητα της μηχανής αυξάνεται ή μειώνεται αντίστοιχα εάν το φορτίο στη μηχανή αυξάνεται ή μειώνεται σε μια ορισμένη θέση της στραγγαλιστικής βαλβίδας. Αυτό απορρέει από τις διαφορετικές πιέσεις στο θάλαμο κενού. Εάν ο αρχικός εφελκυσμός του ελατηρίου του ρυθμιστή είναι μεγαλύτερος από το κενό που δρα πάνω στο διάφραγμα, ο κανόνας ελέγχου μετατοπίζεται στην κατεύθυνση της αυξημένης παροχής καυσίμου. Εάν το κενό αυξάνει, το διάφραγμα κινείται από την επίδραση της ατμοσφαιρικής πίεσης ενάντια στη πίεση του

ελατηρίου, και ο κανόνας ελέγχου μετατοπίζεται στην κατεύθυνση της διακοπής.

Η ρύθμιση ταχύτητας αρχίζει όταν η μηχανή φθάσει εκείνη την ταχύτητα στην οποία το κενό μπορεί να ξεπεράσει την πίεση που ασκείται από το ελατήριο του ρυθμιστή, ή το αντίθετο. Ο πνευματικός ρυθμιστής είναι δραστικός από την ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας ως τη μέγιστη ταχύτητα.

### **Λειτουργικά χαρακτηριστικά.**

#### **Εκκίνηση της μηχανής (εικ. 107).**

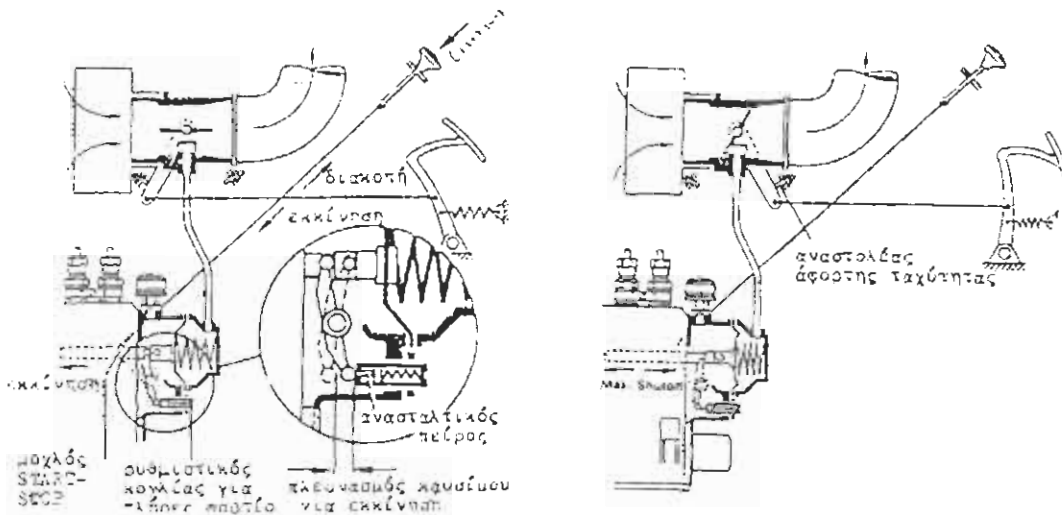
Ένας αναστολέας για παροχή υπερβολικού καυσίμου κατά την εκκίνηση κατασκευάζεται μέσα στο σύστημα διαφράγματος μπορεί να ρυθμίσει μέσω σπειρώματος.

Για να ξεκινήσει η μηχανή, ο μοχλός έναρξης και αναστολής κινείται στην κατεύθυνση έναρξης. Κατά συνέπεια ένας αναστολέας μ'ελατήριο πιέζεται μέσα στο ρυθμιστικό κοχλία μ'ένα διπλό βραχίονα (διπλός μοχλός), και το ελατήριο του ρυθμιστή μπορεί να μετατοπίζει το διάφραγμα, και έτσι ο κανόνας ελέγχου, στην κατεύθυνση μέγιστης παροχής καυσίμου. Επομένως η μηχανή τροφοδοτείται με περισσότερα καύσιμα κατά την εκκίνηση απ'ότι σε πλήρες φορτίο.

#### **Στο διάστημα της ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας της μηχανής (εικ.108).**

Όταν η μηχανή υπολειτουργεί, ο μοχλός ελέγχου στη στραγγαλιστική βαλβίδα τοποθετείται στο ρυθμιζόμενο αναστολέα αφόρτου λειτουργίας και ο

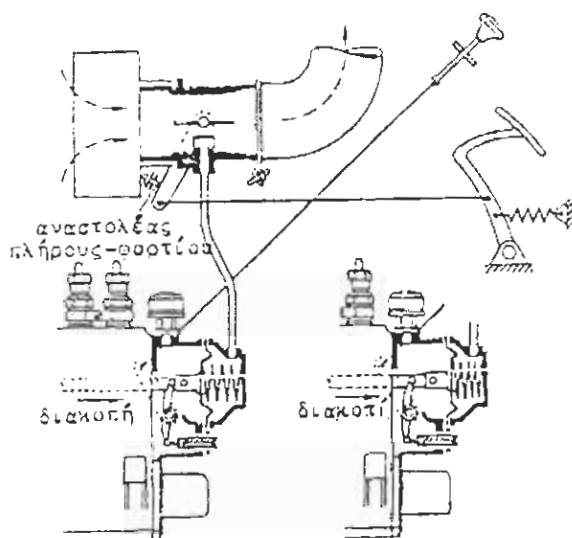
αγωγός του κώνου διαχύσεως είναι σχεδόν τελείως κλειστός. Ακόμη και στην ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας, αναπτύσσεται ένα κενό στο θάλαμο κενού, το οποίο επαρκεί να έλξει τον κανόνα ελέγχου, αντίθετα προς την πίεση του ελατηρίου του ρυθμιστή, στη θέση της αφόρτου λειτουργίας της.



Εικόνα 107 Σύστημα διαφράγματος σε πνευματικό ρυθμιστή με καιτερικούς αναστολές του κανόνα ελέγχου για πλήρες φορτίο και παροχής εκκίνησης. (αριστερά)

Εικόνα 108. Θέση αφόρτου λειτουργίας. (δεξιά)

Εάν το φορτίο στη μηχανή μειώνεται, η μηχανή επιταχύνει και το κενό επομένως αυξάνεται. Κατά συνέπεια, το διάφραγμα μετατοπίζει τον κανόνα ελέγχου ακόμα περισσότερο προς την κατεύθυνση διακοπής και η μηχανή λειτουργεί πάλι αργά. Εάν, από την άλλη, το φορτίο στη μηχανή αυξάνεται, η μηχανή επιβραδύνεται και το κενό μειώνεται γι' αυτό το ελατήριο του ρυθμιστή μετατοπίζει το κανόνα ελέγχου στην κατεύθυνση μέγιστης παροχής καυσίμου και η μηχανή λειτουργεί πάλι γρηγορότερα. Με άλλα λόγια, ο ρυθμιστής περιορίζει την ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας και προς την ανοδική και προς την καθοδική κατεύθυνση, δηλ., ρυθμίζει την ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας.



Εικόνα 109. Ρύθμιση ταχύτητας πλήρους φορτίου, αριστερά: κανονική ταχύτητα – πλήρες φορτίο, δεξιά: μέγιστη ταχύτητα αφορτής λειτουργίας

**Ρύθμιση στο διάστημα ανώτατης ταχύτητας της μηχανής (εικ. 109)**  
**(ρύθμιση ταχύτητας πλήρους φορτίου).**

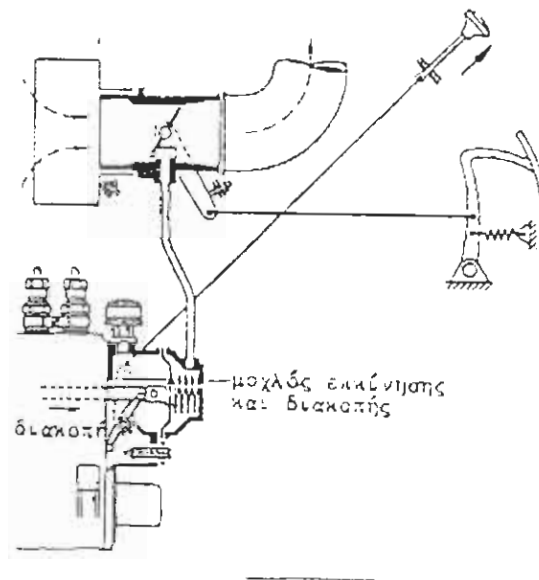
Αν ο χειριστής θέλει να υψώσει την ταχύτητα στην ονομαστική ταχύτητα (πλήρης ισχύς εξόδου), πρέπει να πιέσει τον ποδομοχλό του επιταχυντή προς τα κάτω. Ο μοχλός ελέγχου στη στραγγαλιστική βαλβίδα υψώνεται έπειτα ενάντια στον (ρυθμιζόμενο) αναστολέα πλήρους φορτίου του και η στραγγαλιστική βαλβίδα από μόνη της ανοίγει τελείως. Αρχικά, μόνο ένα μικρό κενό επικρατεί στο θάλαμο κενού, και το κενό που απαιτείται για τη ρύθμιση της μέγιστης ταχύτητας αναπτύσσεται μόνο στην ονομαστική ταχύτητα. Όταν υπερβαίνεται η ονομαστική ταχύτητα, ο κανόνας ελέγχου κινείται μακριά από τον αναστολέα πλήρους φορτίου του και μετατοπίζεται στην κατεύθυνση διακοπής μέχρις ότου η ποσότητα καυσίμου που παρέχεται να έχει γίνει τόσο μικρή ώστε η υψηλή ταχύτητα αφορτού λειτουργίας να μην μπορεί να ξεπερασθεί πλέον.



**Ρύθμιση ανάμεσα στην ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας και μέγιστης ταχύτητας.**

Ο πνευματικός ρυθμιστής διατηρεί επίσης – όπως ο μηχανικός ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας – κάθε ταχύτητα ανάμεσα στην ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας και στη μέγιστη ταχύτητα σταθερή μέσα στα όρια της απόκλισης ταχύτητας, όσο περισσότερο μετατοπίζεται ο ποδομοχλός του επιταχυντή (και έτσι η στραγγαλιστική βαλβίδα) στην κατεύθυνση μέγιστης παροχής καυσίμου, τόσο υψηλότερα αυξάνει η ταχύτητα της μηχανής.

**Αναστολή της μηχανής (εικ. 110).**



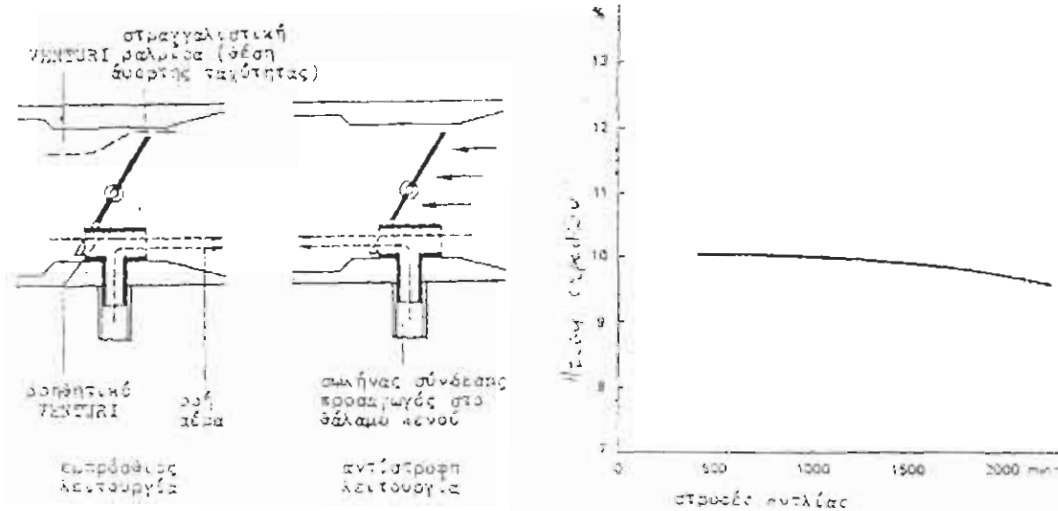
Εικόνα 110. Σταμάτημα της μηχανής

Ο μοχλός αναστολής στο σύστημα διαφράγματος μπορεί να συνδέεται μ'ένα κομβίο έλξης ή με μια άλλη συσκευή διακοπής και εκκίνησης (ηλεκτρική). Όταν η μηχανή είναι σβηστή, ο διπλός μοχλός που συνδέεται με τον μοχλό αναστολής πιέζει τον κανόνα ελέγχου προς τη διακοπή. Έτσι

διακόπτεται η παροχή καυσίμου και η μηχανή σταματά (για μια εξαίρεση σ' αυτό βλέπε "Αντίστροφη λειτουργία της μηχανής" αμέσως παρακάτω).

### Αντίστροφη λειτουργία της μηχανής.

Στις περισσότερες περιπτώσεις ο κατασκευαστής της μηχανής τοποθετεί ως ένα κλασικό χαρακτηριστικό, κάποια μέθοδο προστασίας της μηχανής από την έναρξη λειτουργίας της προς την αντίθετη κατεύθυνση. Ωστόσο μπορούν να προκύψουν περιπτώσεις όπου μηχανές χωρίς αυτή τη προστασία που έχουν ζεσταθεί (ειδικά μηχανές με προθάλαμο) αρχίζουν να λειτουργούν στην αντίστροφη κατεύθυνση, για παράδειγμα ως συνέπεια μιας αντίκρουσης κατά την εκκίνηση ή αν το όχημα κυλά προς τα πίσω σε μια πλαγιά.



Εικόνα 111 Ροή αέρα στο συγκρότημα VENTURI κατά την διάρκεια της προς τα πηρος και πίσω λειτουργίας. (αριστερά)

Εικόνα 112 Πτώση ταχύτητας πνευματικού ρυθμιστή σε διάφορες ταχύτητες. (δεξιά)

Σε μια τέτοια περίπτωση ο πνευματικός ρυθμιστής δεν λειτουργεί σωστά επειδή όταν μια μηχανή λειτουργεί στην αντίστροφη κατεύθυνση ο αγωγός εισόδου γίνεται εξαγωγή. Εφόσον η στραγγαλιστική βαλβίδα είναι μόνο ελαφρώς ανοιχτή κατά την άφορτη λειτουργία, τα αέρια εξαγωγής θα



όταν η στραγγαλιστική βαλβίδα είναι κλειστή να μπορούν τα αέρια εξαγωγής να διαφύγουν κατά την διάρκεια της αντίστροφης λειτουργίας της μηχανής. Εάν, όμως η στραγγαλιστική βαλβίδα ανοιχτεί για λίγο κατά την αντίστροφη λειτουργία της μηχανής, η μηχανή τείνει να λειτουργεί ανεξέλεγκτα ακόμη και αν η στραγγαλιστική βαλβίδα κλειστεί αμέσως πάλι.

Μια μηχανή που αρχίζει να λειτουργεί προς την αντίστροφη κατεύθυνση, αναγνωρίζεται από την ανάπτυξη πυκνού καπνού κάτω από το καπό του οχήματος πρέπει να σταματηθεί αμέσως επειδή διαφορετικά μπορεί να προκληθεί ζημιά στους τριβείς σαν αποτέλεσμα της ανεπαρκούς λίπανσης, και το φίλτρο αέρα μπορεί να καεί. Η πιο αποτελεσματική και δοκιμασμένη μέθοδος για να σταματήσουμε τη μηχανή γρήγορα σ' αυτή την περίπτωση είναι να εμπλέξουμε ένα οδοδντωτό τροχό ( κατά προτίμηση τρίτης ή τέταρτης σχέσης ), να πιέσουμε τον ποδομοχλό πέδης προς τα κάτω όσο θα πάει και έπειτα αναγκάζουμε την μηχανή να σταματήσει ελευθερώνοντας τον συμπλέκτη. Άλλες μέθοδοι για να σταματήσουμε την μηχανή είναι να κρατήσουμε κλειστό τον σωλήνα εξαγωγής, ή να θέσουμε σε λειτουργία τη συσκευή διακοπής και ταυτόχρονα να πιέσουμε προς τα κάτω τον ποδομοχλό του επιταχυντή.

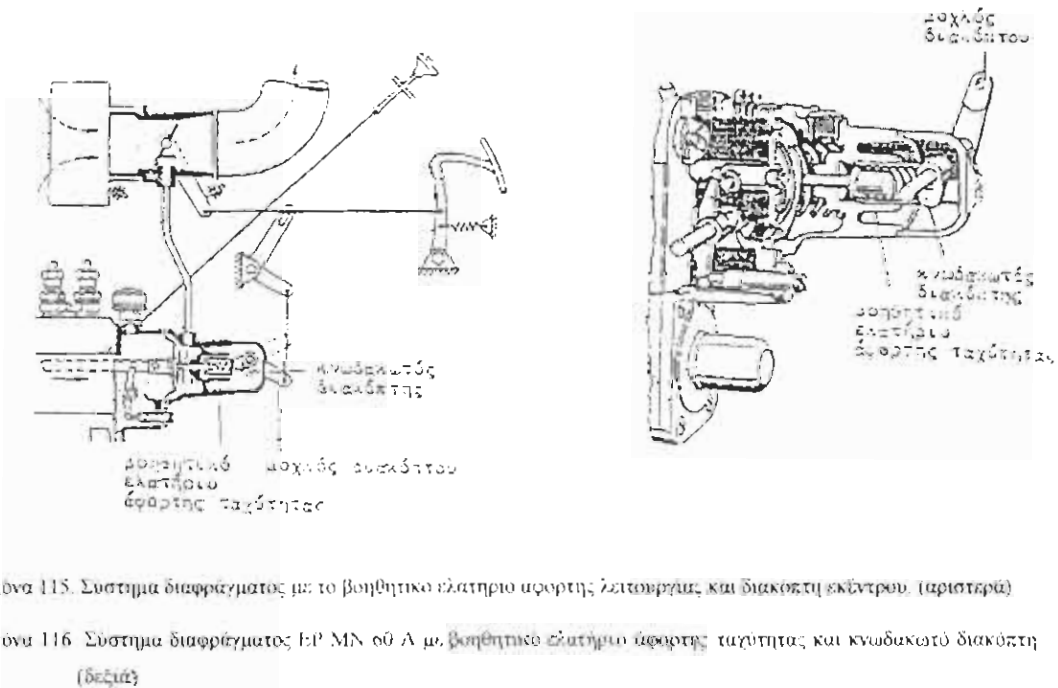
### **Απόκλιση ταχύτητας στον πνευματικό ρυθμιστή.**

Στον πνευματικό ρυθμιστή η απόκλιση ταχύτητας είναι αρκετά ομοιόμορφη (σταθερή) σ' ολόκληρο το διάστημα ταχύτητας, οι αποκλίσεις ταχύτητας που συνηθίζονται σε μηχανές πνευματικών ρυθμιστών κυμαίνονται από 6% έως 12%.

**Ειδικά σχέδια.**

**Σύστημα διαφράγματος με βοηθητικό ελατήριο ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας. ( ελατηριωτό τύμπανο ).**

Το βοηθητικό ελατήριο ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας λειτουργεί μόνο όταν η μηχανή υπολειτουργεί. Αυτό το ελατήριο είναι περισσότερο άκαμπτο από το ελατήριο ελέγχου μέγιστης ταχύτητας και βοηθά στη σταθεροποίηση της ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας. Οι εικόνες 115 και 116 παρακάτω δείχνουν ένα σύστημα διαφράγματος στο οποίο το βοηθητικό ελατήριο τίθεται αυτόματα σε λειτουργία από ένα έκκεντρο κατά την υπολειτουργία και διακόπτεται στο πλήρες φορτίο. Κατά συνέπεια, επιτυγχάνεται αξιόπιστη ρύθμιση ταχύτητας, για παράδειγμα κατά την διάρκεια προσπέτασης.



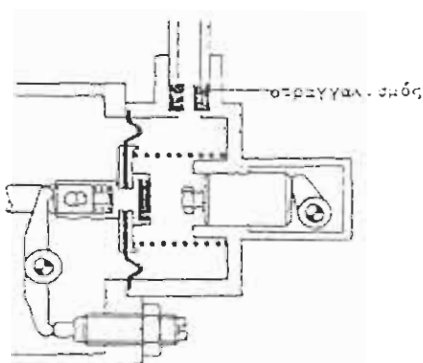
Εικόνα 115. Σύστημα διαφράγματος με το βοηθητικό ελατήριο αφορτής λειτουργίας και διακόπη εκέντρον. (αριστερά)

Εικόνα 116. Σύστημα διαφράγματος ΕΡ ΜΝ 60 Α με βοηθητικό ελατήριο αφορτής ταχύτητας και κινωδωκωτό διακόπη (δεξιά)

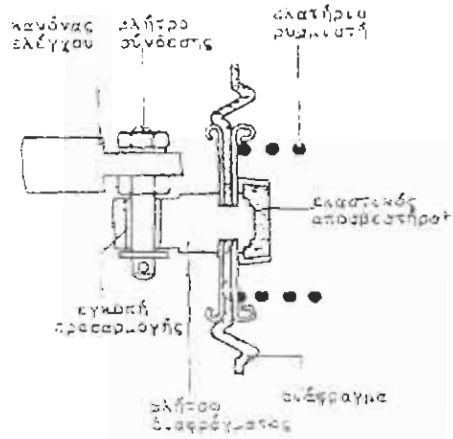
**Απόσβεση διακυμάνσεων.**

Σε μηχανές με τέσσερις ή λιγότερους κυλίνδρους, μπορούν να συμβούν υπερβολικές διακυμάνσεις στο κενό στο σύστημα διαφράγματος, προκαλώντας μη κανονική λειτουργία της μηχανής. Προκειμένου να διατηρήσουμε αυτές τις διακυμάνσεις εντός ορίων, ένας στραγγαλισμός τοποθετείται στον κοχλία σύνδεσως για τον αγωγό κενού στο σύστημα διαφράγματος (βλέπε εικ. 117).

Για να αποφύγουμε κάποιες μικρές διακυμάνσεις του διαφράγματος, οι οποίες μπορούν ακόμα να συμβούν από τη μετάδοσή τους στον κανόνα ελέγχου, ο κανόνας ελέγχου και το βλήτρο διαφράγματος δεν συνδέονται μεταξύ τους. Το βλήτρο σύνδεσης που συνδέει τον κανόνα ελέγχου και το διάφραγμα δεν είναι επομένως στερεωμένο σε μια οπή αλλά αντίθετα τοποθετείται σε μια σχισμή στο βλήτρο διαφράγματος. Έτσι μπορεί το βλήτρο διαφράγματος να κινείται αξονικά πίσω και μπροστά μια ορισμένη απόσταση χωρίς να παρασύρει τον κανόνα ελέγχου. Αυτό το μέτρο έχει ως αποτέλεσμα ομαλότερη λειτουργία της μηχανής.



Εικόνα 117. Στραγγαλιστική απόσβεση στο σωλήνα σύνδεσης (αριστερά)



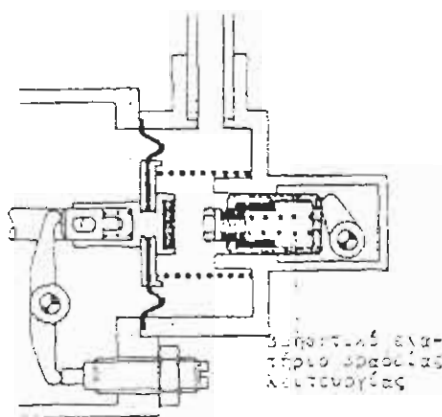
Εικόνα 118. Το τμήμα ζεύξης ανάμεσα στον κανόνα ελέγχου και στο βλήτρο διαφράγματος (δεξιά)



Προκειμένου ν'αποσβέσουμε θορύβους κατά την υπολειτουργία (σε ρυθμιστές μ'ένα βοηθητικό ελατήριο ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας), το βλήτρο διαφράγματος εφαρμόζεται μ'έναν ελαστικό αποσβεστήρα πάνω στην πλευρά του κενού.

### Έλεγχος ροπής με τον πνευματικό ρυθμιστή.

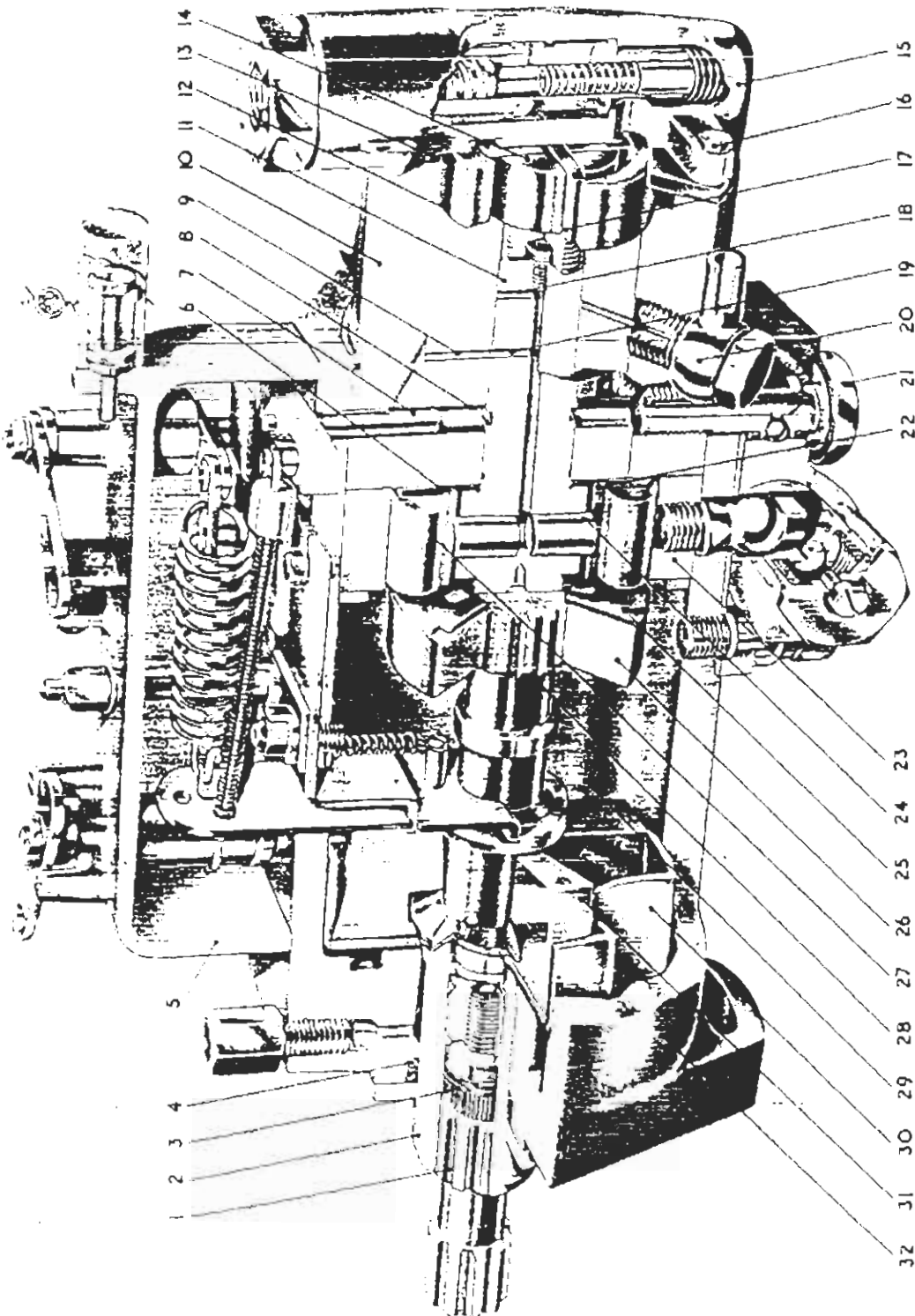
Εάν απαιτείται η πλήρης ισχύς της μηχανής, ο χειριστής πρέπει να πιέσει τον ποδομοχλό του επιταχυντή προς τα κάτω. Μόλις γίνει αυτό, η στραγγαλιστική βαλβίδα (πεταλούδα) ανοίγεται πλήρως και μια μικρή υπερπίεση αναπτύσσεται στο θάλαμο κενού εξ'αιτίας της σχετικά χαμηλής ταχύτητας. Κατά συνέπεια, το ελατήριο του ρυθμιστή πιέζει τον κανόνα ελέγχου ενάντια στον αναστολέα πλήρους φορτίου της και το ελατήριο ελέγχου ροπής συμπιέζεται μέχρις ότου να γίνει η διαδρομή ελέγχου ροπής 0, δηλ., ο κανόνας ελέγχου κινείται μακρύτερα στην κατεύθυνση της μέγιστης παροχής καυσίμου από το ποσό της διαδρομής ελέγχου ροπής, η μηχανή αντιδρά στα πρόσθετα καύσιμα επιταχύνοντας.



Εικόνα 119. Εγκατάσταση του βοηθητικού ελατηρίου ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας







Εικόνα 121 Αντλία με μηχανικό ρυθμιστή στροφών

Πριν να τεθεί στην αρχική λειτουργία, ο ρυθμιστής πρέπει να γεμισθεί με τον ίδιο τύπο λαδιού λιπάνσεως που χρησιμοποιείται στη μηχανή. Πρέπει να ελέγχεται το επίπεδο λαδιού μετά από κάθε 1500 ΚΜ κίνησης ή 50 ωρών λειτουργίας σε αυτές τις περιπτώσεις αν δεν υπάρχει το αναγκαίο λάδι προστίθεται στο ανάλογο ύψος. Ύστερα από περίπου 15000 ΚΜ ή 500 ώρες λειτουργίας γίνεται αντικατάσταση όλου το λαδιού στον ρυθμιστή με καινούριο λάδι.

Πνευματικοί ρυθμιστές προσφάτου σχεδίου, δηλ., χωρίς ένα εξάρτημα για εφαρμογή ελαίου πολλαπλής χρήσης (γράσσο), δεν χρειάζονται λίπανση.

### **Δοκιμή και επισκευή.**

Η δοκιμή και επισκευή των ρυθμιστών απαιτεί λεπτομερή θεωρητική και πρακτική γνώση.

Κατάλληλη εκπαίδευση επομένως προαπαιτείται για όλη την εργασία πάνω σε αντλίες εγχύσεως καυσίμου με ρυθμιστές. Επιπλέον οι προδιαγραφές των δοκιμών στις οποίες έχουμε καταλήξει και τα ειδικά εργαλεία που έχουμε δημιουργήσει, καθώς επίσης και η χρησιμοποίηση των ειδικών δοκιμαστηρίων αποτελούν απαιτήσεις για αποτελεσματική εργασία.

## **Γ. ΑΝΤΛΙΑ ΜΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΡΥΘΜΙΣΤΗ.**

### **Γενικό συγκρότημα (δες εικ. 122).**

Τα κυριότερα εξαρτήματα της αντλίας μ'ένα υδραυλικό ρυθμιστή εφαρμόζουν το ίδιο όπως τα εξαρτήματα της αντλίας μ'ένα μηχανικό ρυθμιστή οι πλέον προφανείς διαφορές ανάμεσα στους δύο τύπους είναι η

ελάττωση στο μήκος του σώματος με τον υδραυλικό ρυθμιστή αφού ο μηχανισμός των αντιβάρων εξαλείφεται, η απλοποιηθείσα μετάδοση κίνησης η οποία εξαλείφει την κινητήρια πλήμνη και η χρήση ενός ολισθαίνοντος εμβόλου τύπου βαλβίδας ελέγχου ροής στη θέση του αυλακωτού ημιστρεφόμενου τύπου.

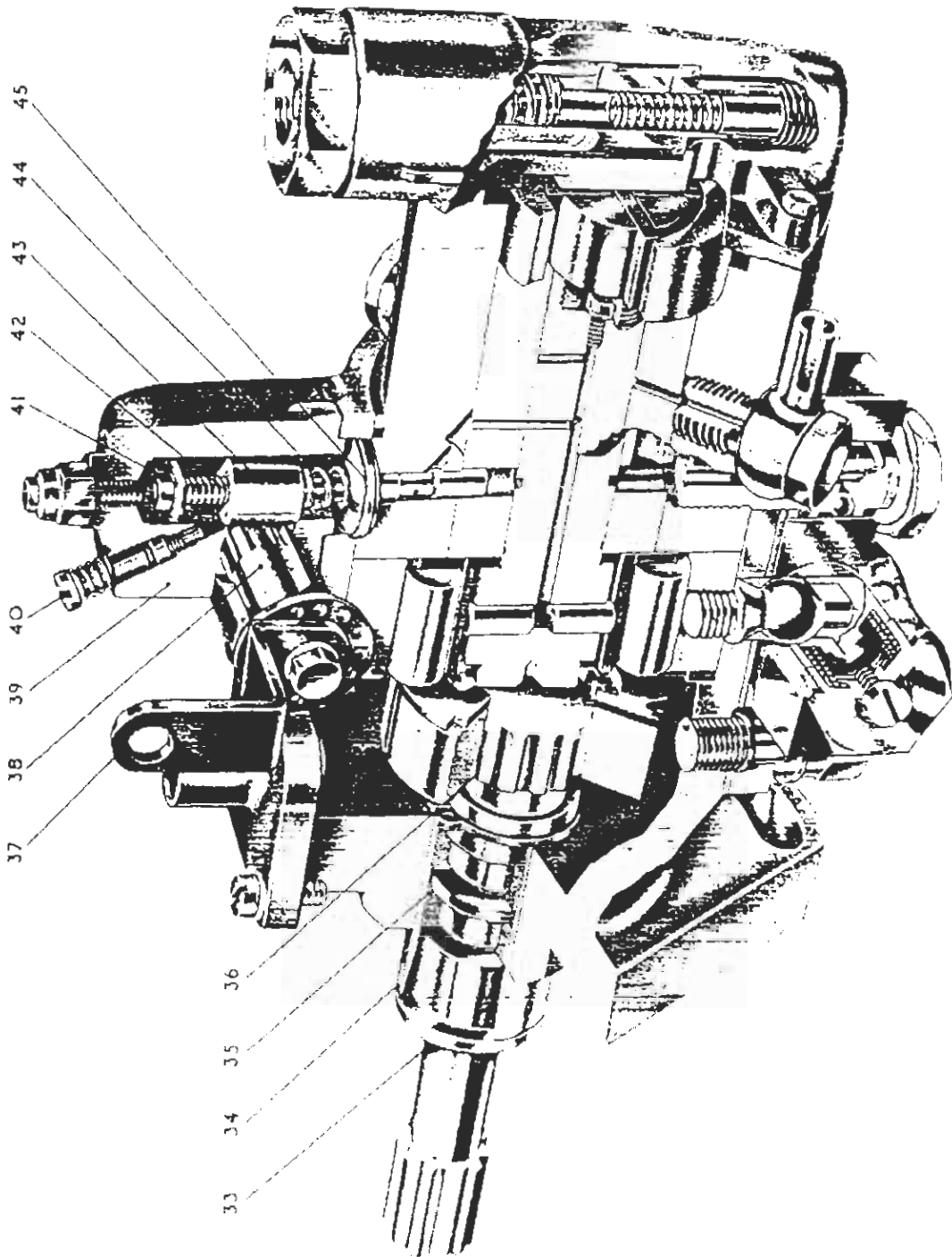
Ο μηχανισμός του υδραυλικού ρυθμιστή φέρεται σε μια μικρή μήτρα ασφαλισμένη μέσα στο περίβλημα της αντλίας.

### **Ο υδραυλικός ρυθμιστής.**

Ο υδραυλικός ρυθμιστής είναι απλού σχεδιασμού ( 39, εικ. 121 ). Ο μοχλός ελέγχου (37) υποβαστάζεται πάνω σ'ένα άξονα με οδοντωτό τροχό (38), η εμπλοκή του οδοντωτού τροχού μ'έναν οδοντωτό κανόνα (43) ο οποίος είναι ελεύθερος να ολισθαίνει πάνω στο μίσχο της βαλβίδας ελέγχου ροής.

Η βαλβίδα ελέγχου ροής ολισθαίνει μέσα σ'έναν θάλαμο μέσα στην υδραυλική κεφαλή, στην οποία ανοίγει η διαγωνίως διάτρητη θυρίδα ελέγχου ροής. Ανασταλτικοί παράκυκλοι υποβαστάζονται πάνω στο μίσχο της βαλβίδας πάνω στη βάση, το ελατήριο του ρυθμιστή (44) κρατείται ανάμεσα στους παράκυκλους και τον οδοντωτό κανόνα. Οι παράκυκλοι ολισθαίνουν μέσα σε μια κυλινδρική οπή γεμάτη με καύσιμο, και λειτουργεί σαν αποσβεστήρας ταλαντώσεων ώστε να αποσβαίνει οποιαδήποτε βίαιη κίνηση της βαλβίδας ελέγχου ροής.

Ένα ελατήριο (42) αφόρτου λειτουργίας τοποθετείται ανάμεσα στον οδοντωτό κανόνα (43) και τον παράκυκλο (41) εφαρμοσμένου στην κορυφή του βάκτρου της βαλβίδας και γνωστού ως παράκυκλος διακοπής. Ο κοχλίας (40) λειτουργεί ως αναστολέας της αφόρτου λειτουργίας.



Εικόνα 122. Αντλία με υδραυλικό ρυθμιστή.

Πάνω σε μερικές εφαρμογές τοποθετείται μια συσκευή για να εμποδίζει τον κινητήρα από απώλεια ταχύτητας όταν ο έλεγχος της μηχανής περιορίζεται στη θέση αφόρτου λειτουργίας. Εν συντομία, αυτή αποτελείται από έναν αναστολέα έμφορτου ελατηρίου το οποίο εμποδίζει την βαλβίδα ελέγχου ροής από το να κλείσει. Η λειτουργία του χειριστηρίου διακοπής υπερνικά την φόρτιση αυτού του ελατηρίου και επιτρέπει την βαλβίδα ελέγχου ροής να κινηθεί στη πλήρως κλειστή θέση.

Ο ρυθμιστής λειτουργεί με καύσιμο σε πίεση μεταφοράς που τροφοδοτείται από την δακτυλοειδή αυλάκωση που περιβάλλει τον ρότορα της αντλίας. Το καύσιμο περνά διαμέσου της βαλβίδας ελέγχου ροής, μέσω εγκάρσιων οπών προς ένα δακτυλοειδή χώρο γύρω από την βαλβίδα.

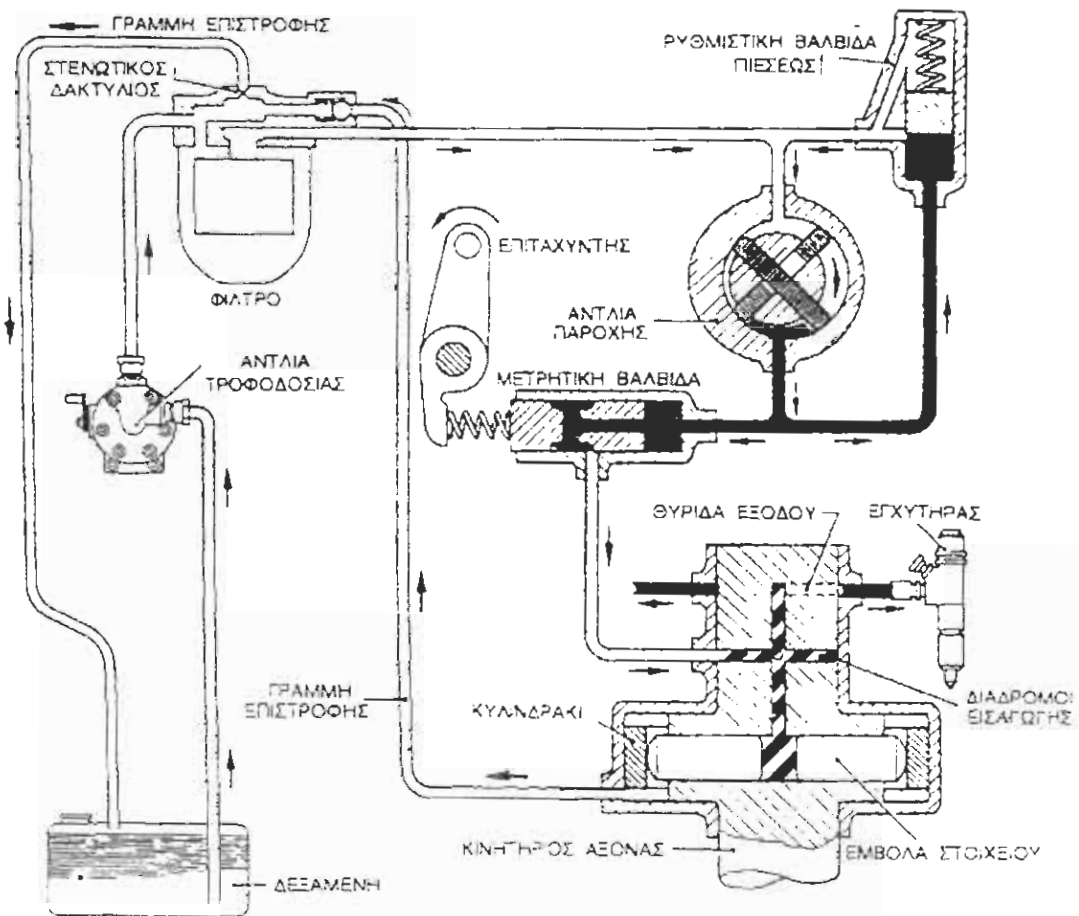
Κατά μήκος κίνηση της βαλβίδας ελέγχου ροής μεταβάλλει το εμβαδό της μετρητικής θυρίδας που καταγράφεται γύρω από τη βαλβίδα η ωφέλιμη περιοχή της θυρίδας είναι το ξεσκεπαστο τμήμα με το εσωτερικό χείλος της αυλάκωσης ή της στεφάνης.

Η βαλβίδα ελέγχου ροής είναι φορτισμένη με το ελατήριο (44) του ρυθμιστή, και αυτή η φόρτιση μπορεί να ρυθμισθεί με το χέρι με μετακίνηση του μοχλού ελέγχου (37).

Καθώς ο έλεγχος της μηχανής χειρίζεται ώστε να δίνει αυξημένη ταχύτητα, η βαλβίδα πιέζεται προς την πλήρως ανοιχτή θέση με το ελατήριο του ρυθμιστή. όταν η ταχύτητα της μηχανής αυξάνει, η πίεση μεταφοράς αυξάνει επίσης, και αυτή η πίεση αναγκάζει τη βαλβίδα να κινηθεί προς τα πίσω πάνω στο ελατήριο πίεσεως μέχρις ότου επιτυγχάνεται ισορροπία.

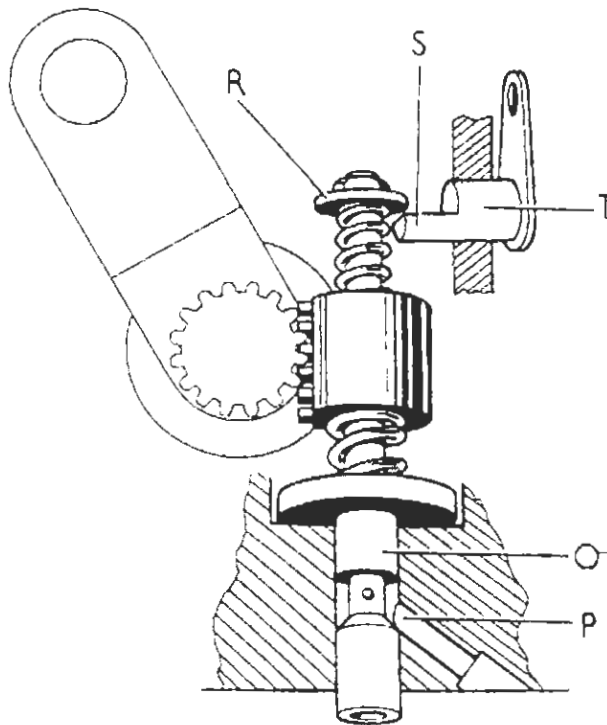
Όταν ο έλεγχος της μηχανής μετακινείται προς την αναστολή της άφορτης λειτουργίας, το ελατήριο ταχύτητας άφορτης λειτουργίας συμπιέζεται, και η πίεση του κυρίου ελατηρίου (44) του ρυθμιστή μειώνεται. Ισορροπία

επιτυγχάνεται όταν οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω στη βαλβίδα ελέγχου ροής με το ελατήριο ταχύτητας άφορτης λειτουργίας και το καύσιμο στη πίεση μεταφοράς ισορροπούν με τη συμπίεση του κυρίου ελατηρίου. Η τελευταία καθίσταται προοδευτικά μικρότερη καθώς ο έλεγχος της μηχανής μετακινείται προς την αναστολή της άφορτης λειτουργίας, έτσι επιτρέπεται η μείωση της πίεσεως μεταφοράς σε χαμηλές στροφές ώστε να λειτουργεί η βαλβίδα ελέγχου ροής και να εκτελεί την ρυθμιστική εργασία της σ' όλο το διάστημα της περιοχής της αφόρτου λειτουργίας.



Εικόνα 123. Σχηματική παράσταση του συστήματος τροφοδοσίας DPA.

Λεπτομέρειες της βαλβίδας και του μηχανισμού διακοπής δείχνονται στην εικ. 124. Ο αξονίσκος διακοπής (T) φέρεται μέσα στο περίβλημα του ρυθμιστή, και φέρει ένα ημιστρογγυλό άκρο ή έκκεντρο (S), το οποίο εφάπτεται στο κάτω μέρος του περικόχλιου (R) διακοπής. Περιστροφή του αξονίσκου με τον μοχλό διακοπής ανυψώνει την βαλβίδα ελέγχου ροής (O) σε μια θέση όπου η δίοδος ελέγχου (P) φράσσεται, και έτσι η μηχανή σταματά.



Εικόνα 124. Λεπτομέρειες της βαλβίδας ελέγχου ροής και ο αξονίσκος διακοπής του υδραυλικού ρυθμιστή.

#### Δ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ EG – B.

Η σειρά ρυθμιστών WOODWARD EG – B20 είναι ηλεκτρικού τύπου. Αυτός μπορεί να λειτουργεί όπως ένας ισόχρονος ρυθμιστής (πτώσης ταχύτητας). Όπως ένας ρυθμιστής ισόχρονος εγκαθίσταται πάνω σε μια

μηχανή εργαζόμενος μόνος του, έτσι και αυτός, θα διατηρεί μια σταθερή ταχύτητα για όλα τα φορτία μέσα στα όρια της χωρητικότητας της μηχανής, εκτός στιγμιαία στο χρόνο που γίνεται μια αλλαγή φορτίου. Κάνοντας παραλληλισμό με άλλους EG – ρυθμιστές, αυτός θα απόδιδε ανάλογα με τον καταμερισμό του φορτίου με ισόχρονο έλεγχο. Συνεργαζόμενος δε με ανόμοιους ρυθμιστές ο EG – B20 ρυθμιστής μπορεί να λειτουργήσει όπως ένας συμβατικός ρυθμιστής απόκλισης ταχύτητας και η αντιμετώπιση του φορτίου από τη μηχανή θα είναι μια συνάρτηση της ρύθμισης της ταχύτητας του ρυθμιστή και ρύθμιση της πτώσης ταχύτητας.

Ο ρυθμιστής αποτελείται βασικά από 3 ιδιαίτερα συγκροτήματα: Το κιβώτιο ελέγχου, ένα ποτενσιόμετρο ρύθμισης της ταχύτητας και έναν υδραυλικό ενεργοποιητή. Μια συσκευή ελέγχου εντάσεως ρεύματος απαιτείται όταν το κιβώτιο ελέγχου λαμβάνει σήματα από μια μηχανή που κινεί εναλακτήρα.

Το εξωτερικό σήμα του κιβωτίου ελέγχου εξυπηρετεί όπως το σήμα εισόδου στον υδραυλικό ενεργοποιητή ο ενεργοποιητής επιστρέφει και ελέγχει το καύσιμο προς τη μηχανή.

Ο EG – B υδραυλικός ενεργοποιητής έχει ένα συγκρότημα φυγοκεντρικής κεφαλής ώστε να ελέγχει τη μηχανή κατά την διάρκεια της εκκίνησης επίσης επιτρέπει τη μέγιστη ταχύτητα της μηχανής αν το σήμα του κιβωτίου ελέγχου διακόπτεται ή εξασθενεί αυτό σε κάθε συμπεριφορά όπως σε ζήτηση για περισσότερο καύσιμο.

Με τη χρήση του κιβωτίου ελέγχου, ο EG – B ενεργοποιητής παρέχει ουσιαστικά, δύο ρυθμιστές σ'ένα: έναν ηλεκτρικό ρυθμιστή και έναν φυγοκεντρικό ρυθμιστή, καθένα ανεξαρτήτου ικανότητας της θέσεως του ακραίου άξονα (εξόδου). Κατά την διάρκεια της ομαλής λειτουργίας, ο



ηλεκτρικός ρυθμιστής ελέγχει το καύσιμο προς τη μηχανή. Ο ενεργοποιητής ρυθμίζεται έτσι που, αν το ηλεκτρικό σήμα διακόπτεται, το ηλεκτρικό τμήμα μετακινεί το μοχλικό σύστημα καυσίμου στη θέση μέγιστης παροχής. Όταν η ταχύτητα αυξάνει στο επίπεδο για το οποίο ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής είναι ρυθμισμένος (πάντοτε ένα επίπεδο υψηλότερο από αυτό για το οποίο είναι ρυθμισμένος ο ηλεκτρικός ρυθμιστής) αυτό το τμήμα αναλαμβάνει και συντηρεί τον έλεγχο της μηχανής. Η ταχύτητα μπορεί να ελατωθεί, αν είναι επιθυμητό, με χαμήλωμα της ρύθμισης ταχύτητας πάνω στον φυγοκεντρικό ρυθμιστή. το κιβώτιο ελέγχου θ'αποτύγχανε έτσι να εκπέμπει ένα συνεχές σήμα απαιτώντας μια μείωση στο καύσιμο, η μονάδα θα έκλεινε.

Το πλέον ουσιώδες στοιχείο του ηλεκτρικού τμήματος του ενεργοποιητή είναι ένας ηλεκτρο-υδραυλικός μετατροπέας (= μηχανισμός λαμβάνων ενέργεια από ένα σύστημα, παρέχων αυτήν σ'άλλο), ο οποίος κατευθύνει την πίεση του λαδιού από και προς το έμβολο ισχύος το οποίο ενεργοποιεί το καύσιμο. Ο μετατροπέας αυτός αποτελείται από ένα παλλόμενο μαγνήτη στον οποίο εφάπτεται το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας που ελέγχει τη ροή του λαδιού από και προς το έμβολο ισχύος. Το σωληνοειδές αντιδρά στο σπρώξιμο και στο τράβηγμα της εξόδου του κιβωτίου ελέγχου και, έτσι μέσα γίνεται, μετακινεί το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας προς τα πάνω ή κάτω. Διαμέσου του συνδετικού μοχλικού συστήματος, το έμβολο ισχύος μετακινεί τον ακραίο άξονα (εξόδου) του ενεργοποιητή. Το μοχλικό σύστημα καυσίμου της μηχανής εφάπτεται στον ακραίο άξονα του ενεργοποιητή.

Ο ρυθμιστής χρησιμοποιεί λάδι από το σύστημα λιπάνσεως της μηχανής.

### **Ρύθμιση της πτώσης ταχύτητας.**

Ο ρυθμιστής είναι ρυθμισμένος με περίπου 3% πτώση όταν αποστέλνεται από το εργοστάσιο. Όταν το ηλεκτρικό τμήμα του ρυθμιστή ελέγχει τη μηχανή, η ρύθμιση της πτώσης ταχύτητας δεν πραγματοποιείται πάνω στη λειτουργία και θα πρέπει να παραμείνει όπως ρυθμίστηκε στο εργοστάσιο. Όταν για διάφορους λόγους, το τμήμα του φυγοκεντρικού ρυθμιστή ελέγχει τη μηχανή, η ρύθμιση της πτώσης ταχύτητας μπορεί να ρυθμισθεί, αν είναι απαραίτητο, ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις λειτουργίας. Ο ρυθμιστής δεν θα πρέπει ποτέ να είναι ρυθμισμένος σε “0” πτώση εκτός αν η μονάδα διατηρεί τη συχνότητα των γεννητριών που συνεργάζονται παράλληλα ή εργάζεται όπως μια απλή, απομονωμένη μονάδα.

Όχι περισσότερες από μια μονάδα μέσα σ’ένα σύστημα παραλλήλων γεννητριών με μηχανές ελεγχόμενες με φυγοκεντρικούς ρυθμιστές μπορεί να εργάζεται με “0” πτώση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΜΙΑΣ Μ.Ε.Κ

#### Απόδοση μηχανής.

Η απόδοση μιας μηχανής εσωτερικής καύσης καθορίζεται από το φορτίο και την ταχύτητα του, τα οποία μπορούν ν'αλλάζουν εντός μιας ορισμένης περιοχής.

Για απόδοση ισχύος μιας οποιασδήποτε πολύτροφης μηχανής, υπάρχει ένα μέγιστο φορτίο, το οποίο εξαρτάται από την κατάσταση του αέρα στην εισαγωγή προς τη μηχανή, από τον συντελεστή εισαγωγής, το καύσιμο που χρησιμοποιείται, την ποιότητα του τρόπου εργασίας, και τις μηχανικές απώλειες στη μηχανή. Το κατώτερο όριο του φορτίου είναι μηδέν, και εδώ η παροχή καυσίμου καθορίζεται από το μέγεθος των εσωτερικών (μηχανικών) απωλειών.

Σε μια πετρελαιομηχανή, το εξάρτημα ελέγχου είναι μια μονάδα οδοντωτού κανόνα της αντλίας καυσίμου ή συσκευή ρυθμιστική δικλείδος (στραγγαλιστική βαλβίδα) η οποία ρυθμίζει τη περιοχή μέσα από τη δίοδο στην εισγωγή προς το τμήμα άντλησης (αντλία με ρυθμιστική δικλείδα στην εισαγωγή).

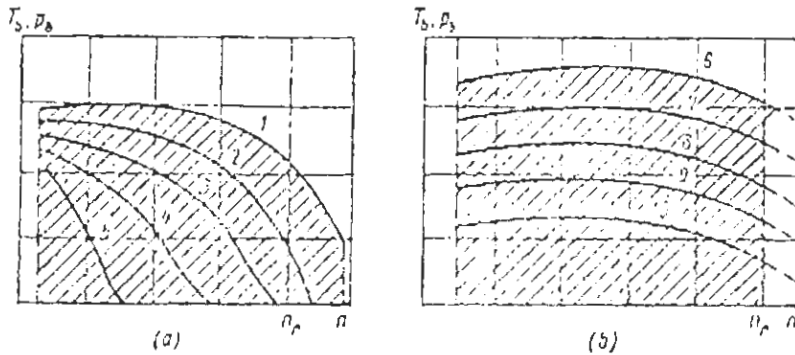
Μια μηχανή με εξαερώτηρα ελέγχεται με μια σωληνωτή βαλβίδα.

Η ταχύτητα απόδοσης ισχύος μπορεί ακόμα ν'αλλάζει μέσα σε ορισμένα όρια σε κάθε τύπο μηχανής.

Το ανώτερο όριο ταχύτητας καθορίζεται συνήθως από τ'αυξανόμενα φορτία αδράνειας και τη φθορά των μονάδων της μηχανής, από μια μειωμένη

μηχανική απόδοση και του συντελεστού εισαγωγής, καθώς και από την ποιότητα της μεθόδου παραγωγής και τις θερμικές καταπονήσεις των στοιχείων της μηχανής. Οι δύο τελευταίοι παράγοντες είναι αποφασιστικοί για μια πετρελαιομηχανή.

Το κατώτερο όριο ταχύτητας εξαρτάται από την ροπή του σφονδύλου της μηχανής και την σταθερότητα των κύκλων εργασίας, π.χ. πάνω στην ποιότητα της μεθόδου παραγωγής σε μια χαμηλή ταχύτητα. Η πλέον οικονομική λειτουργία μιας μηχανής επιτυγχάνεται με μείωση της ελάχιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας εκμεταλλεύσεως της μηχανής.



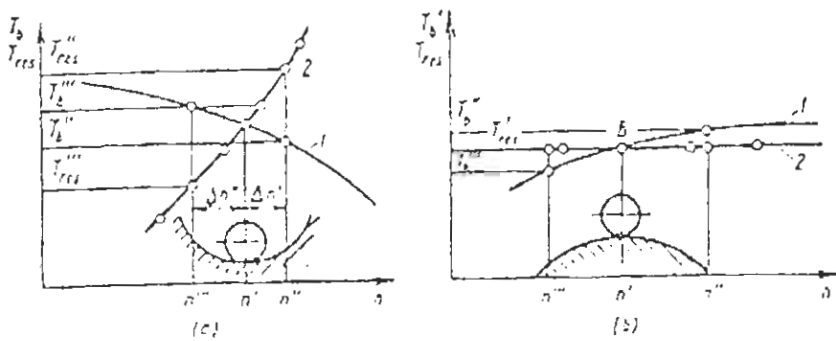
Εικόνα 125. Χαρακτηριστικά ταχύτητας μηχανών με τα εξαρτήματα ελέγχου των σε διάφορες θέσεις: α- μηχανή με εξαερωτήρα, β- πετρελαιομηχανή, 1- δικλείδα εντελώς ανοιχτή, 2,3,4 και 5 - δικλείδα μερικώς ανοιχτή, 6 - παροχή πλήρους καυσίμου, 7,8,9 και 10 - παροχή μερικου καυσίμου.

Η εικ. 125 δείχνει πως η ροπή στρέψεως μιας μηχανής με εξαερωτήρα και πως μιας πετρελαιομηχανής με μια αντλία καυσίμου με σωληνωτή βαλβίδα εξαρτάται από την ταχύτητα του στροφαλοφόρου άξονα με το εξάρτημα ελέγχου σε διάφορες θέσεις. Οι αποδόσεις λειτουργίας των μηχανών μπορούν να εκλέγονται στις γραμμοσκιασμένες περιοχές.

### Σταθερή απόδοση.

Ας μελετήσουμε τη σταθερότητα της σταθερής απόδοσης μιας μηχανής.

Μια απόδοση καλείται σταθερή αν οι παράμετροι της λειτουργίας της μηχανής παραμένουν αμετάβλητες κατά την διάρκεια του χρονικού διαστήματος της μελέτης. Αυτή η απόδοση είναι πιθανή μόνο όταν η ισχύς της μηχανής και ότι απαιτείται από τον καταναλωτή είναι ίσα. Σταθερότητα είναι η ιδιότητα της μηχανής να αποκαθιστά σταθερή απόδοση χωρίς οποιαδήποτε ενέργεια πάνω στο εξάρτημα ελέγχου.



Εικόνα 126 Σταθερή και μη σταθερή λειτουργία μιας μηχανής σε αναλογία με τη σταθερή και μη σταθερή θέση μιας σφαιρας α - σταθερή απόδοση, β= μη σταθερή απόδοση.

Η εικ. 126 δείχνει σταθερές (εικ. 126α) και μη σταθερές (εικ. 126β) αποδόσεις. Τα σημεία τομής της μηχανής (καμπύλες 1) και των χαρακτηριστικών αντίστασης (καμπύλες 2) καθορίζουν την απόδοση της μηχανής σε ταχύτητα  $\eta'$ . Αν η ταχύτητα πέφτει στη  $\eta'''$  σε μια σταθερή απόδοση (εικ. 126α) για τον α ή β λόγο (π.χ. διακεκομένη καύση σ'έναν από τους κυλίνδρους της μηχανής), η ροπή στρέψεως της μηχανής θα ξεπεράσει εκείνη τη ροπή αντίστασης ( $T_B''' > T_{res}''$ ). Η διαθέσιμη επιπλέον ροπή στρέψεως θα αποκαταστήσει την αρχική ταχύτητα. Αντιστρόφως, αν για οποιαδήποτε αιτία η ταχύτητα της μηχανής αυξηθεί στη  $\eta''$ , η ροπή αντίστασης θα είναι μεγαλύτερη από αυτή που αναπτύσσεται από τη μηχανή ( $T_{res}'' < T_B'''$ ), και η ταχύτητα αυτομάτως θα πέσει.

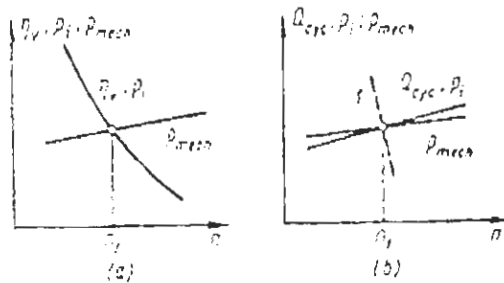
Όταν τα χαρακτηριστικά που φαίνονται στην εικ. 126β είναι ενωμένα, οποιαδήποτε σύντομη χρονική αύξηση στην ταχύτητα της μηχανής θα προξενήσει ένα πλεόνασμα της διαθέσιμης ροπής στρέψεως ( $T_B''' > T_{τεσ}'''$ ) και μια επιπλέον αύξηση της ταχύτητας του στροφαλοφόρου άξονα της μηχανής.

Από την άλλη μεριά, αν η ταχύτητα της μηχανής πέφτει, η ροπή αντίστασης θα είναι μεγαλύτερη απ'αυτή που διατίθεται ( $T_{τεσ}'' > T_B''$ ), και η μηχανή θα σταματήσει. Η σταθερότητα δεν μπορεί να θεωρείται μόνο ως μια ιδιότητα της μηχανής, εφόσον εξαρτάται ακόμη από τα χαρακτηριστικά του καταναλωτή.

Η ροπή στρέψεως μιας μηχανής μ'εξαερωτήρα πέφτει γρηγορότερα όταν η ταχύτητα αυξάνει απ'ότι σε μια πετρελαιομηχανή με μια αντλία καυσίμου σε οποιαδήποτε θέση του εξαρτήματος ελέγχου. Η μεγαλύτερη διαφορά παρατηρείται σε μερικά φορτία. Όταν δεν υπάρχει φορτίο και η σωληνωτή βαλβίδα είναι ελαφρώς μόνο ανοιχτή σε μια μηχανή μ'εξαερωτήρα, η ταχύτητα είναι χαμηλότερη από την εκτιμώμενη τιμή (εικ. 125α). Γι'αυτό μια αιφνίδια απότομη πτώση στο φορτίο της μηχανής όταν η ρυθμιστική δικλείδα είναι εν μέρει ανοιχτή δεν είναι επικίνδυνη.

Όταν η ρυθμιστική δικλείδα είναι εντελώς ανοιχτή η απότομη αύξηση της ταχύτητας υπερβάλλει της εκτιμώμενης. Η πείρα δείχνει ότι μια μηχανή μπορεί να κινηθεί σε σύντομο διάστημα σε μια ταχύτητα 30 – 50 % πιο ψηλά από την εκτιμώμενη τιμή. Σαν αποτέλεσμα, οι κινητήρες οχημάτων μ'εξαερωτήρα σχεδιάζονται συχνά χωρίς ρυθμιστές μέγιστης ταχύτητας οι τελευταίοι χρησιμοποιούνται μόνο όταν οι συνθήκες λειτουργίες απαιτούν η ταχύτητα να διατηρείται εντός ορισμένων ορίων (π.χ., όταν μια μηχανή με εξαερωτήρα χρησιμοποιείται για να κινήσει μια ηλεκτρική γεννήτρια, ή

μεγάλους ελκυστήρες και φορτηγά οχήματα για να διευκολύνει τον έλεγχο όταν το φορτίο αλλάζει απότομα και συχνά).



Εικόνα 127. Η μεταβολή στις μηχανικές απώλειες  $P_{\text{μειω}}$  και στη μέση ενδεικνυόμενη πίεση  $P_i$  προς την ταχύτητα της μηχανής, α= βενζινομηχανή σε σταθερή απόδοση, β πετρελαιομηχανή σε μη σταθερή απόδοση.

Μια πετρελαιομηχανή πρέπει πάντοτε να έχει ένα ρυθμιστή μέγιστης ταχύτητας, εφόσον η απότομη αύξηση της ταχύτητας είναι πολύ υψηλότερη από την επιτρεπόμενη τιμή με το εξάρτημα ελέγχου σε οποιαδήποτε θέση. Αυτό φαίνεται από τα χαρακτηριστικά της ταχύτητας στη εικ. 125β. Η αύξηση στην ταχύτητα πάνω από την εκτιμώμενη τιμή ορίζεται όχι μόνο από την αντοχή των μονάδων και των τμημάτων της μηχανής, αλλά ακόμα και από μια έντονη επιδείνωση της διαδικασίας της εργασίας σε παροχή πλήρους καυσίμου. Όταν η ταχύτητα αυξάνει, ο ρυθμιστής μέγιστης ταχύτητας πρέπει να μετακινεί το εξάρτημα ελέγχου ώστε να μειώνει την παροχή και να περιορίζει τη μέγιστη ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας.

Η σταθερότητα λειτουργίας σε άφορτη κατάσταση και σε χαμηλές στροφές είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα για την μηχανή ενός οχήματος. Αυτή η κατάσταση συμβαίνει όταν η μηχανή ζεσταίνεται στην αλλαγή σχέσεων, κατά την διάρκεια σταματημάτων κ.λ.π.

Όταν μια μηχανή κινείται αργά, η ισχύς της ισούται μ' εκείνη που ξοδεύτηκε για να υπερνικήσει τις εσωτερικές αντιστάσεις. Η εικ.127 παριστάνει καμπύλες που δείχνουν την αλλαγή στις μηχανικές απώλειες και

τη μέση ενδεικνυόμενη πίεση μέσα σε μια μηχανή έναντι της ταχύτητας. Η θέση του εξαρτήματος ελέγχου δεν αλλάζει και αντιστοιχεί στην άφορτη λειτουργία της μηχανής στην ταχύτητα  $n_i$ . Είναι φανερό ότι η απόδοση της μηχανής μ'εξαερωτήρα, όπως φαίνεται στην εικ.127α, είναι σταθερή. Για μια πετρελαιομηχανή με αντλία, υπάρχει ένας τέτοιος συνδυασμός των καμπύλων  $P_i$  και  $P_{MECH}$  ώστε η λειτουργία να είναι ή ασταθής (εικ 127β) ή σταθερή μόνο σε μια πολύ μικρή έκταση. Αυτό απαιτεί τη χρήση ενός ρυθμιστή ελάχιστης ποσότητας. Όταν οι στροφές της μηχανής πέφτουν, ο ρυθμιστής μετακινεί το εξάρτημα ελέγχου ώστε η παροχή ανά κύκλο εργασίας ν'αυξάνει. Η μέση ενδεικνυόμενη πίεση (καμπύλη 1) αντιστοίχως αυξάνει, και η λειτουργία της μηχανής θα είναι σταθερή. Επομένως οι πετρελαιομηχανές θα πρέπει να είναι εξοπλισμένες μ'ένα ρυθμιστή ο οποίος θα επιδρά στη λειτουργία της μηχανής στις μέγιστες και ελάχιστες ταχύτητες. Τέτοιος ρυθμιστής είναι γνωστός ως ένας ελάχιστης – μέγιστης ταχύτητας ή σαν ένας δύο σχέσεων. Ένας ρυθμιστής ο οποίος ενεργοποιεί το εξάρτημα ελέγχου σε όλες τις στροφές λειτουργίας καλείται ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας.

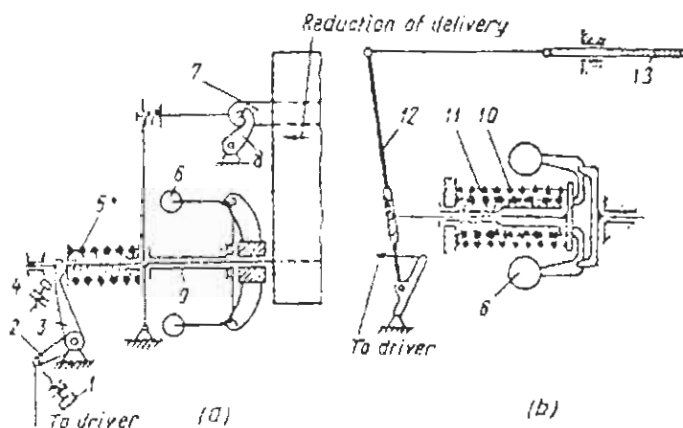
### **Ρυθμιστές στροφών.**

Ο συνδυασμός αλληλοεπιδρούμενων στοιχείων τα οποία διατηρούν την ταχύτητα εντός προκαθορισμένων ορίων ονομάζεται σύστημα αυτόματης ρύθμισης ταχύτητας σε μια μηχανή εσωτερικής καύσης. Το σύστημα περιλαμβάνει τη μηχανή, τον καταναλωτή και ένα κύριο ρυθμιστή, ο οποίος είναι μια αυτόματη συσκευή που ανταποκρίνεται σε μια απόκλιση της παραμέτρου (ταχύτητας) που ελέγχεται από τον ρυθμιστή και εξουδετερώνει αυτή την απόκλιση με την ενεργοποίησή του. Ο ρυθμιστής περιλαμβάνει ένα



ευαίσθητο στοιχείο το οποίο αντιδρά στην αλλαγή της ταχύτητας με την μετατόπιση ενός αντίστοιχου συνδετικού άξονα προς το εξάρτημα ελέγχου.

Οι κινητήρες βενζίνης προσλαμβάνουν κυρίως άμεση ενέργεια διπλής ισχύος και ρυθμιστές μεταβλητής ισχύος μ'ένα άμεσο μηχανισμό (μηχανικός σύνδεσμος) ανάμεσα στο ευαίσθητο σημείο - στοιχείο και στο εξάρτημα ελέγχου.



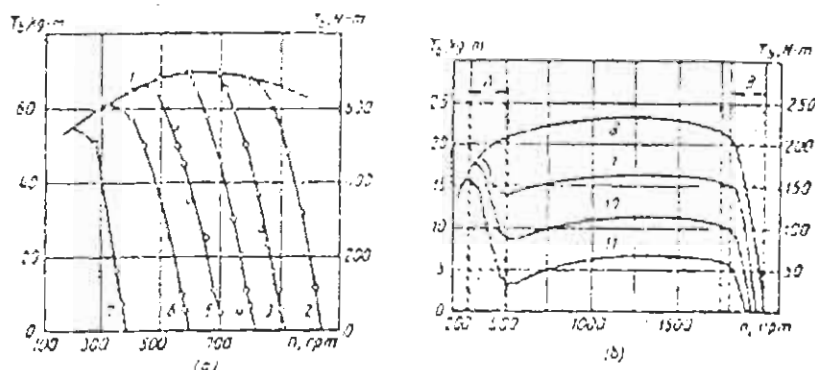
Εικόνα 128 Μηχανικοί ρυθμιστές: α μεταβλητής ταχύτητας, β δύο σχέσεων, 1 και 4 - αναστολείς, 2 και 3 - μοχλοί, 6 - αντίβαρο, 7 εξάρτημα ελέγχου, 8 μοχλός, 9 συνδετικός άξονας, 10 - εξωτερικό ελατήριο, 11 - εσωτερικό ελατήριο, 12 - μοχλός, 13 - εξάρτημα ελέγχου.

Ένας μεταβλητής ταχύτητας ρυθμιστής φαίνεται σχηματικά στην εικ. 128α. Μια αύξηση της ταχύτητας αυξάνει την φυγόκεντρο δύναμη των αντίβαρων 6. Τα αντίβαρα μετακινούνται και μεταφέρουν τον συνδετικό άξονα 9 που φορτίζεται με το ελατήριο 5 και την δύναμη που προκαλείται από την έλλειψη ισορροπίας του εξαρτήματος ελέγχου 7. η κίνηση του συνδετικού άξονα μεταφέρεται δια μέσου ενός συστήματος μοχλών προς ένα οδοντωτό κανόνα καυσίμου της αντλίας, ο οποίος θα κινηθεί στη κατεύθυνση μείωσης της παροχής. Η πορεία της μετάπτωσης τελειώνει όταν το σύστημα αποκτά μια νέα θέση ισορροπίας. Ο έλεγχος της μηχανής (μεταβολή του διαστήματος λειτουργίας της ταχύτητας) ρυθμίζεται με την μετατόπιση του μοχλού 3 ώστε ν'αλλάξει η ένταση του ελατηρίου 5. Όταν το ελατήριο τεντώνεται

περισσότερο, η θέση ισορροπίας του συνδετικού άξονα φθάνει σε υψηλότερη ταχύτητα. Σε κάθε θέση του μοχλού 3, ο οδοντωτός κανόνας της αντλίας καυσίμου τοποθετείται σε μια από τις ενδιάμεσες θέσεις που εξαρτάται από το φορτίο. Οι αποδόσεις της μέγιστης και ελάχιστης ταχύτητας καθορίζονται με τη μεγαλύτερη και μικρότερη ένταση του ελατηρίου και ρυθμίζονται με τα μέσα αναστολής 4 και I των μοχλών 2 και 3. η μηχανή σταματά με το μοχλό 8 που μετατοπίζεται από τον οδηγό.

Η εικ.129α παριστάνει τις καμπύλες ροπής μιας πετρελαιομηχανής που λειτουργεί μ'ένα μεταβλητής ταχύτητας ρυθμιστή. Κάθε διακλάδωση του χαρακτηριστικού (καμπύλες 2 - 7) αντιστοιχεί σ'ένα τέντωμα του ελατηρίου 5 (εικ. 128α). Συμφώνως προς το φορτίο της μηχανής, ο ρυθμιστής αυτόματα αλλάζει τη ροπή από μέγιστη (καμπύλη 1 στην εικ. 129α) σε μηδέν, η ταχύτητα της μηχανής επίσης κάπως μεταβάλλεται.

Όταν χρησιμοποιείται ένας ρυθμιστής διπλής ισχύος, η δύναμη των αντιβάρων 6 ισορροπείται μόνο με τη δύναμη του εξωτερικού ελατηρίου 10 αν η μηχανή εργάζεται στην περιοχή των ελάχιστων ταχυτήτων. Εντός ενός ορισμένου διαστήματος ταχύτητας τ'αντίβαρα μένουν στάσιμα, εφόσον η φυγόκεντρη δύναμη τους είναι μικρότερη από το άθροισμα των δυνάμεων του εξωτερικού ελατηρίου και την προένταση του εσωτερικού ελατηρίου 11 του ρυθμιστή. Ο τελευταίος δεν επενεργεί στη λειτουργία της μηχανής, εντός αυτού του διαστήματος, και η παροχή καυσίμου ελέγχεται από τον οδηγό με τη βοήθεια του ποδομοχλού, ενός συστήματος ράβδων, του μοχλού 12 και του εξαρτήματος ελέγχου 13. Όταν η ταχύτητα είναι αρκετά υψηλή, τα βαρίδια αρχίζουν να μετακινούνται και να συμπιέζουν τα δύο ελατήρια. Ο ρυθμιστής εργάζεται πάλι και μειώνει τη ροπή όταν αναπτύσσεται η ταχύτητα.



Εικόνα 129. Χαρακτηριστικά ροπής πετρελαιομηχανής: α με μεταβλητής ταχύτητας ρυθμιστή, β με ρυθμιστή δύο σχέσεων

Οι καμπύλες ροπής για μια μηχανή μ'ένα διπλής σχέσης ρυθμιστή δίνονται στην εικ. 129β. Η καμπύλη 8 αντιστοιχεί στο εξωτερικό χαρακτηριστικό ταχύτητας (πλήρες φορτίο) της μηχανής και οι καμπύλες 9 – 11 σε χαρακτηριστικά ταχύτητας της μηχανής για μερικό φορτίο της. Όταν η ταχύτητα πέφτει στη ζώνη Α, η ροπή απότομα αυξάνει αν η μηχανή εργάζεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά ταχύτητας μερικού φορτίου. Αυτό προκαλείται από την κίνηση του οδοντωτού κανόνα 13 (εικ. 128β) της αντλίας καυσίμου προς αύξηση της παροχής κάτω από τη δράση του ασθενούς ελατηρίου 10 του ρυθμιστή καθώς η φυγόκεντρος δύναμη των αντίβαρων 6 μειώνεται. Αυτή η αλλαγή στη ροπή στη ζώνη χαμηλής ταχύτητας εξασφαλίζει σταθερή λειτουργία της πετρελαιομηχανής κατά την άφορτη λειτουργία (ρελαντί).

Στη ζώνη Β (εικ. 129β) καθώς η ταχύτητα αυξάνει, ο ρυθμιστής μειώνει την παροχή, η ροπή πέφτει απότομα, και η ταχύτητα δε μπορεί να υπερβεί την επιτρεπόμενη τιμή. Ο ρυθμιστής δεν επηρεάζει τη φύση των καμπύλων ροπής εντός του διαστήματος ταχύτητας ανάμεσα στις ζώνες Α και Β. Η σειρά των χαρακτηριστικών του ρυθμιστή εξαρτώνται από ένα αριθμό παραγόντων, από τους οποίους οι κυριότεροι είναι:

1. Το στατικό χαρακτηριστικό του κύριου ρυθμιστή ταχύτητας.
2. Το χαρακτηριστικό των μηχανισμών, οι οποίοι μεταδίδουν την κίνηση από σωληνοειδές περίβλημα του ευαίσθητου στοιχείου του ρυθμιστή προς το εξάρτημα ελέγχου της αντλίας καυσίμου.
3. Το χαρακτηριστικό των μηχανισμών τροφοδοσίας καυσίμου της μηχανής.
4. Το στατικό χαρακτηριστικό της μηχανής.

Το στατικό χαρακτηριστικό του ρυθμιστή εκφράζει τη σχέση ανάμεσα στη γωνιακή ταχύτητα των αντιβάρων του ρυθμιστή και τη κίνηση του εξωτερικού δακτυλίου. Η μέθοδος καθορισμού του δίνεται από την ειδική φιλολογία πάνω στο θέμα.

Το χαρακτηριστικό της μηχανικής μετάδοσης παριστάνεται από τη σχέση ανάμεσα στο λόγο μετάδοσης και την κίνηση του εξωτερικού δακτυλίου. Ο λόγος μετάδοσης μπορεί να λαμβάνεται συχνά ως σταθερός.

Το στατικό χαρακτηριστικό μιας μηχανής είναι η σχέση ανάμεσα στη ροπή στρέψεως της και στην ποσότητα καυσίμου ή μείγματος που παρέχεται. Αυτό το χαρακτηριστικό καθορίζεται πειραματικά ή από τις διαθέσιμες σχέσεις για τις υπάρχουσες μηχανές ίδιου τύπου.

Ο συντελεστής αρρυθμίας  $\delta$  χαρακτηρίζει το σχετικό όριο της γωνιακής ταχύτητας του στροφαλοφόρου άξονα όταν η μηχανή λειτουργεί σύμφωνα με τη ρυθμισμένη θέση του χαρακτηριστικού της ταχύτητας.

$$\delta = (\omega_2 - \omega_1) 100 \% : \omega_n$$

όπου  $\omega_1 =$  η γωνιακή ταχύτητα του στροφαλοφόρου άξονα σε πλήρες φορτίο και στη δοθείσα θέση του εξαρτήματος ελέγχου του ρυθμιστή.

$\omega_2 =$  η γωνιακή ταχύτητα του στροφαλοφόρου άξονα σε άφορτη λειτουργία και με το εξάρτημα ελέγχου στην ίδια θέση.

$$\omega_m = \text{ο μέσος όρος των γωνιακών ταχυτήτων, ισούται με } \omega_m = (\omega_1 + \omega_2) : 2$$

Τα χαρακτηριστικά και οι διαστάσεις σχεδιασμού των μηχανισμών τροφοδοσίας καυσίμου χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της κίνησης του εξαρτήματος ελέγχου. Το ύψος της κίνησης του εξωτερικού δακτυλίου και ο συντελεστής αρρυθμίας μπορούν να βρεθούν από την μετατόπιση του εξαρτήματος ελέγχου χρησιμοποιώντας το χαρακτηριστικό του μηχανισμού μετάδοσης.

Ο συντελεστής αρρυθμίας ενός ρυθμιστή αυξάνει όταν η ταχύτητα πέφτει, εφόσον ένα μεγαλύτερο διάστημα της γωνιακής ταχύτητας των αντίβαρων αντιστοιχεί κατά προσέγγιση στην ίδια μετατόπιση του εξωτερικού δακτυλίου του ρυθμιστή σε χαμηλότερες ταχύτητες.

Ο συντελεστής μη ευαισθησίας  $\theta$  του συστήματος ρύθμισης εκτιμάται συνήθως από το σχετικό εύρος της μη ευαίσθητης περιοχής της ρυθμιστικής διακλάδωσης του χαρακτηριστικού της ταχύτητας:

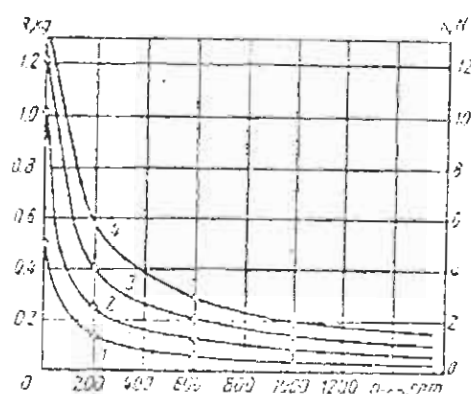
$$\theta = (\omega'' - \omega') : \omega_m' = R:F$$

όπου  $\omega'' =$  η διαφορά των γωνιακών ταχυτήτων του άξονα της μηχανής στην οποία το εξάρτημα ελέγχου παραμένει ακίνητο λόγω τριβής μέσα στο σύστημα.

$\omega_{\mu}' =$  η μέση γωνιακή ταχύτητα του άξονα της μηχανής μέσα σ'αυτή την περιοχή,  $\omega_{\mu}' = (\omega' + \omega'') : 2$

$R =$  το αποτέλεσμα της δύναμης τριβής μέσα στο σύστημα που μετατρέπεται στο εξωτερικό δακτύλιο του ρυθμιστή

$F =$  η αποκαθιστώμενη δύναμη του ρυθμιστή.



Εικόνα 130 Η δύναμη αντίστασης της κίνησης του οδοντωτού κανόνα προς την ταχύτητα του εκκεντροφόρου άξονα η με διάφορους βαθμούς απόδοσης. Τμήματα 1= μια τομή, 2= δύο τομές, 3= τρεις τομές, 4= έξι τομές.

Η εικ. 130 δείχνει τη σχέση ανάμεσα στην αντίσταση στη κίνηση του οδοντωτού κανόνα και την ταχύτητα του εκκεντροφόρου άξονα με διαφορετικούς αριθμούς τομών μέσα στη σωληνωτή βαλβίδα της αντλίας. Η δύναμη της αντίστασης αυξάνει καθώς η ταχύτητα πέφτει. Η αποκαθιστώμενη δύναμη του ρυθμιστή μειώνεται επίσης. Καθώς ένα αποτέλεσμα, μια πτώση στην ταχύτητα αυξάνει αισθητά το συντελεστή μη ευαισθησίας. Αυτό προξενεί κάποιες επιπλοκές στη λειτουργία του συστήματος ρυθμίσεως. Μια καλύτερη ποιότητα των εξαρτημάτων είναι το κυριότερο μέσο μείωσης του  $\theta$ .

Σε μια χαμηλή ταχύτητα, ο συντελεστής μη ευαισθησίας μπορεί να μειώνεται με την επιλογή ενός επικλινούς χαρακτηριστικού για τα αντίβαρα του ρυθμιστή, χρησιμοποιώντας μερικά ελατήρια με μεταβλητή σκληρότητα, κατάλληλα επιλεγμένη η φύση της μεταβολής στον μοχλοβραχίονα που

χρησιμοποιείται για την μετάδοση της έντασης του ελατηρίου προς τον εξωτερικό δακτύλιο του ρυθμιστή, κ.λ.π.

Μια υψηλότερη ακρίβεια ρύθμισης μπορεί επίσης ν'αποκτηθεί με την χρήση ρυθμιστών έμμεσης ενέργειας (τύπου ρελαί, "τηλεδιακόπτη") στους οποίους το εξάρτημα ελέγχου κινείται από έναν σερβοκινητήρα που ελέγχεται στη σειρά με μια βαλβίδα διανομέαπου ενεργοποιείται μ'ένα ευαίσθητο εξάρτημα του ρυθμιστή.

Έμμεσης ενέργειας ρυθμιστές είναι περισσότερο πολύπλοκοι στην κατασκευή από τους μηχανικούς (άμεσης ενέργειας). Χωριστά από τα μηχανικά ευαίσθητα στοιχεία, χρησιμοποιούνται επίσης και πνευματικά και υδραυλικά στοιχεία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΩΝ, ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΥΤΩΝ

#### Γενικά.

Οι ρυθμιστές πετρελαιομηχανών είναι συσκευές ευαίσθητες στην ταχύτητα ώστε αυτόματα ελέγχουν ή περιορίζουν την ταχύτητα της μηχανής ρυθμίζοντας την ποσότητα καυσίμου που τροφοδοτείται προς τη μηχανή. Ο ρυθμιστής ρυθμίζει την τιμή της παροχής καυσίμου ώστε να διατηρεί τη λειτουργία του κινητήρα σε σταθερή ταχύτητα, ανεξάρτητα από το φορτίο. Αυτός ο τύπος καλείται ρυθμιστής ταχύτητας.

#### Αρχές ρυθμιστή

Οποιαδήποτε αλλαγή στο φορτίο μιας μηχανής αμέσως προξενεί μια αύξηση ή μια μείωση στην ταχύτητα του κινητήρα. Από την χωρητικότητα μιας μηχανής, η ισχύς που αναπτύσσεται εξαρτάται από την ποσότητα του καυσίμου που καίγεται μέσα στους κυλίνδρους. Όσο περισσότερο πετρέλαιο ή καύσιμο εγχέεται ανά μονάδα χρόνου (διαδρομής εμβόλου), τόση περισσότερη ισχύ αναπτύσσει η μηχανή.

Αν η ισχύς που αναπτύσσεται από την μηχανή υπερνικά το φορτίο, αυτός ο πλεονασμός επιταχώνει τους μηχανισμούς του κινητήρα προξενώντας αύξηση ταχύτητας. Όταν το φορτίο γίνεται μεγαλύτερο από την ισχύ που αναπτύσσεται, ο κινητήρας επιβραδύνεται.



Η λειτουργία του κινητήρα με μια σταθερή ρυθμιστική δικλείδα (σταθερή τιμή της παροχής καυσίμου) επιταχύνεται όταν το φορτίο πέφτει και επιβραδύνεται όταν το φορτίο αυξάνει. Κάτω από ορισμένες συνθήκες ο κινητήρας μπορεί να εργάζεται «ακατάσχετα» αν πάρα πολύ φορτίο αφαιρείται ή σταματά αν αυτή υπερφορτωθεί πολύ.

### **Παροχή καυσίμου**

Για να κρατηθεί σταθερή η ταχύτητα του κινητήρα, τόση ακριβώς ποσότητα καυσίμου πρέπει να παρέχεται προς τους κυλίνδρους ώστε η ισχύς που θα αναπτύσσεται να ισούται με το φορτίο στην επιθυμητή ταχύτητα. Η λειτουργία ενός ρυθμιστή ταχύτητας έγκειται στο να εκτελεί αυτή την εργασία γρήγορα, με ακρίβεια, και αυτομάτως. Πρώτα σημειώνει την αλλαγή στην ταχύτητα του κινητήρα και μετά ρυθμίζει την τιμή του εισαγόμενου καυσίμου που αρμόζει.

### **Ρυθμιστικός σφόνδυλος**

Το ποσό που μια μηχανή επιταχώνει όταν η ισχύς εξόδου υπερνικά το φορτίο εξαρτάται από την αδράνεια του ρυθμιστικού σφονδύλου (βολάν) και άλλων περιστρεφόμενων εξαρτημάτων, επειδή η πλεονάζουσα ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια μέσα από αυτά τα εξαρτήματα. Όταν το φορτίο υπερνικά την ισχύ εξόδου της μηχανής, τα περιστρεφόμενα εξαρτήματα σταματούν τη παραγωγή κινητικής ενέργειας. Και στις δύο περιπτώσεις ο ρυθμιστικός σφόνδυλος μειώνει το ποσό της αλλαγής ταχύτητας.

### Λειτουργία του ρυθμιστικού σφονδύλου

Ο ρυθμιστικός σφόνδυλος εξυπηρετεί δύο σκοπούς:

I) Συμπληρώνουν τη δράση του ρυθμιστή εμποδίζοντας πάρα πολύ μεγάλη αλλαγή ταχύτητας κατά τη διάρκεια που ο ρυθμιστής αλλάζει την τιμή της παροχής καυσίμου και οι κύλινδροι αρχίζουν να αναπτύσσουν την απαιτούμενη ισχύ εξόδου και,

II) εξομαλύνουν στιγμιαίες αλλαγές ταχυτήτων που συμβαίνουν καθώς τα έμβολα εκτελούν τους κύκλους των, της συμπίεσης, της εκτόνωσης, και εξαγωγής.

Οι κυκλικές μεταβολές ταχύτητας συμβαίνουν επειδή τα έμβολα τείνουν να επιταχύνουν τη μηχανή κατά την διάρκεια του χρόνου καύσεως και να την επιβραδύνουν κατά τη διάρκεια της συμπίεσης.

### **Τύποι ρυθμιστών στροφών**

Ο ρυθμιστής σταθερής ταχύτητας έχει ως σκοπό να διατηρεί τη μηχανή σε μια απλή ταχύτητα από καθόλου φορτίο μέχρι πλήρες.

Ο ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας διατηρεί οποιαδήποτε επιλεγόμενη ταχύτητα μηχανής από την άφορτη λειτουργία ως την ανώτατη ταχύτητα.

Οι ρυθμιστές οριακής ταχύτητας ελέγχουν την μηχανή στην μέγιστη ή ελάχιστη ταχύτητά της.

Ο ρυθμιστής υπερτάχυνσης κρατά την μηχανή στη μέγιστη ασφαλή της ταχύτητα. Ένας ρυθμιστής οριακής ταχύτητας δεν ελέγχει την ταχύτητα όταν

αυτή βρίσκεται εντός του σχεδιασμένου ορίου ή ορίων. Μια επενέργεια ρυθμιστού υπερτάχυνσης σταματά τη μηχανή αν αυτή υπερταχύνεται. Πρόκειται για μια συσκευή ασφαλείας.

Οι ρυθμιστές οριακών φορτίων περιορίζουν το φορτίο που εφαρμόζεται σε μια μηχανή σε οποιαδήποτε δοσμένη ταχύτητα. Σκοπός τους είναι να εμποδίζουν την υπερφόρτωση της μηχανής σε οποιαδήποτε ταχύτητα λειτουργεί. Οι ρυθμιστές ελέγχου φορτίων ελέγχουν το ποσό του φορτίου που εφαρμόζεται στη μηχανή.

Σκοπός τους είναι να προσαρμόσουν το φορτίο από την ασφαλή χωρητικότητα ισχύος της μηχανής στην ταχύτητα που λειτουργεί.

Οι ρυθμιστές πίεσης, που χρησιμοποιούνται στις αντλίες κινήσεως των μηχανών, διατηρούν μια σταθερή εισαγωγή ή εξαγωγή πίεσης στην αντλία. Ο ρυθμιστής μετατροπής της ροπής ελέγχει την ταχύτητα του άξονα εξόδου ενός μετασχηματιστή ροπής προσηρτημένου σε μια μηχανή όταν αυτή λειτουργεί με ταχύτητα λιγότερη από την καθορισμένη.

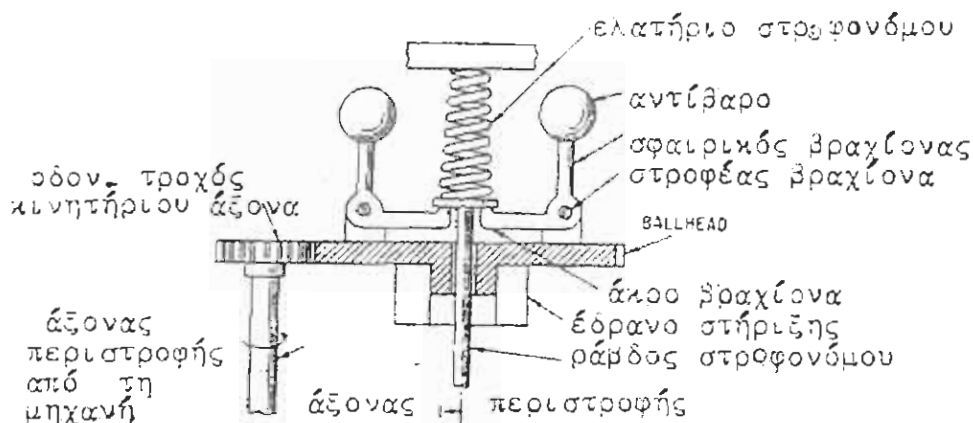
### **Ρυθμιστές ταχυτήτων**

Στην ρύθμιση ταχύτητας μηχανής το πρώτο βήμα είναι να τη μετρήσουμε. Όλοι οι ρυθμιστές από τον απλούστατο ως τον πιο πολύπλοκο, περιέχουν μια ακριβή συσκευή μέτρησης ταχύτητας.

Το δεύτερο βήμα στη ρύθμιση μιας μηχανής είναι να μεταφέρουμε την ένδειξη από την συσκευή μέτρησης ταχύτητας (όταν συμβαίνει αλλαγή ταχύτητας) σε μια κίνηση του άκρου του ρυθμιστή ή του άξονα εξόδου. Αυτός ο άξονας ενώνει τη ράβδο ελέγχου του συστήματος έγχυσης καυσίμου.

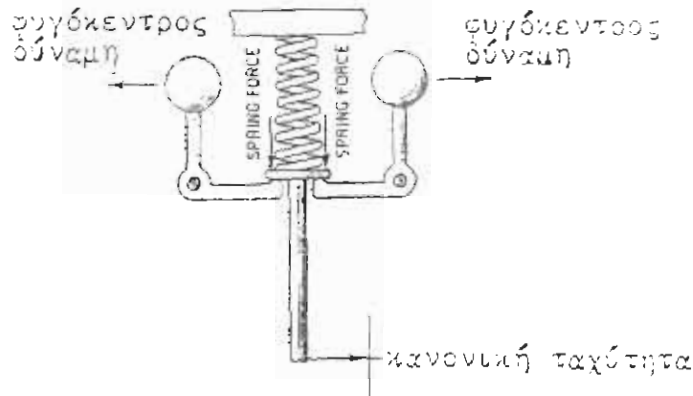
ρυθμίζοντας το ποσό του κινούμενου που εγχύεται μέσα στους κυλίνδρους της μηχανής.

### Μέτρηση ταχύτητας



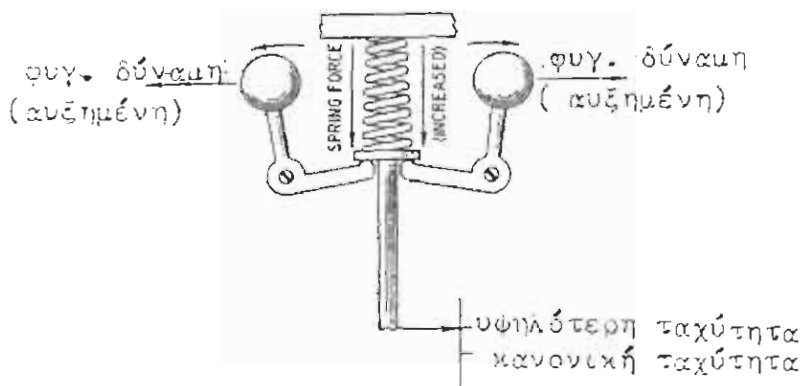
Εικόνα 131 Φυγοκεντρικός μηχανισμός μέτρησης στροφών

Σε όλους σχεδόν τους ρυθμιστές των πετρελαιομηχανών και αεριομηχανών, η ταχύτητα μετρείται με ένα μηχανισμό φυγοκεντρικών σφαιρικών κεφαλών (εικ. 131). Περιστρεφόμενα βαρίδια (αντίβαρα) που τοποθετούνται στις αντίθετες πλευρές ενός άξονα περιστρέφονται από την μηχανή μέσω οδοντωτών τροχών. Αυτά τα αντίβαρα παράγουν μια φυγόκεντρο δύναμη που ενεργεί κατά αντίθετη φορά και ισορροπείται από τον δακτύλιο του στροφονόμου. Η θέση ισορροπίας των σφαιρικών κεφαλών σε κανονική ταχύτητα φαίνεται στην εικ. 132. Να σημειωθεί ότι οι βραχίονες με τα σφαιρίδια είναι κάθετοι. Αν αυξάνει η ταχύτητα της μηχανής, η φυγόκεντρος δύναμη των σφαιριδίων αυξάνει επίσης και μετακινούνται πέρα από τον άξονα περιστροφής τους.

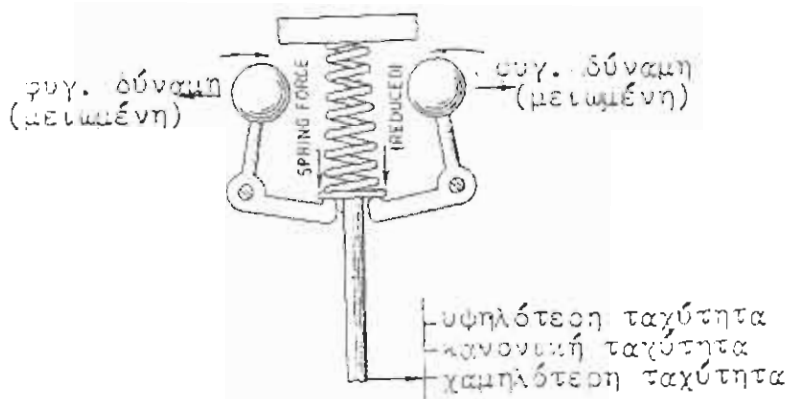


Εικόνα 132. Θέση ισορροπίας των αντίβαρων στον η μηχανή λειτουργεί στην κανονική ταχύτητα. Η δύναμη του ελατηρίου ισούται με τη φυγόκεντρο δύναμη.

Η κίνηση των αντίβαρων προς τα έξω σηκώνει τα πρόσθια άκρα των βραχιόνων με τα σφαιρίδια, αυξάνοντας την αντίθετη δύναμη του ελατηρίου, αν το ελατήριο είναι δύσκαμπτο σε σύγκριση με τη φυγόκεντρο δύναμη, μια ισορροπία επιτυγχάνεται στο σημείο όπου η δύναμη του ελατηρίου είναι ίση με τη φυγόκεντρο δύναμη σε κάποια νέα θέση των αντίβαρων λίγο πιο έξω.



Εικόνα 133. Όταν η μηχανή επιταχύνει, η φυγόκεντρος δύναμη αυξάνει και τα αντίβαρα κινούνται προς τα έξω. Οι άκρες ανυψώνονται μέχρι ισορροπίας δυνάμεων.



Εικόνα 134 Όταν η μηχανή επιβραδύνει, τα αντίβαρα κινούνται προς τα μέσα, οι άκρες των βραχιόνων των αντίβαρων κατεβαίνουν. Η δύναμη του ελατηρίου πέφτει μέχρι να υπάρξει ισορροπία

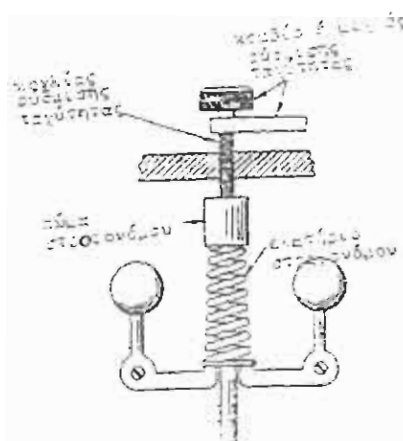
Το αντίθετο συμβαίνει όταν η ταχύτητα πέφτει. Η φυγόκεντρος δύναμη των αντίβαρων μειώνεται και το ελατήριο του στροφονόμου σπρώχνει τα αντίβαρα προς τα μέσα μέχρι να επιτευχθεί ένα νέο σημείο ισορροπίας. Έτσι για κάθε δομένη ταχύτητα, τα αντίβαρα προσλαμβάνουν μια οριστική θέση σε μια κάποια απόσταση από τον άξονα περιστροφής.

#### Λειτουργία της ρυθμιστικής δικλείδας.

Το δεύτερο βήμα της δράσης του ρυθμιστή είναι η μετακίνηση του μηχανισμού που ελέγχει το καύσιμο της μηχανής. Με ένα σύστημα αντλίας εγχύσεως καυσίμου ο μηχανισμός ελέγχου καυσίμου αλλάζει την παροχή αντλίας, σε ένα κοινό τρόπο τροχιάς ο μηχανισμός ελέγχου αλλάζει τη ροή καυσίμου στους εγχυτήρες.

### Προσαρμογή ταχύτητας.

Στους περισσότερους ρυθμιστές ο χειριστής της μηχανής μπορεί να ρυθμίσει τη δύναμη του ελατηρίου που αντιστέκεται στη φυγόκεντρο δύναμη των αντίβαρων. Η εικ. 135 δείχνει ένα τυπικό ρυθμιστή ταχύτητας.



Αριθμός	Απόσταση από τον άξονα	Απόσταση από τον άξονα
Full %	608	0
	606	1
	612	
	618	
	624	4

Εικ. 135 Η ρύθμιση της δύναμης του στροφονόμου γίνεται με ένα καμβό ή ένα μικρό κινητήρα.

Το ανώτερο άκρο του ελατηρίου του στροφονόμου εφαρμόζει σε ένα συνδετικό πείρο στροφονόμου, που μπορεί να προσαρμοστεί επάνω ή κάτω με ένα μοχλό στην εξωτερική πλευρά του ρυθμιστή. Στους ρυθμιστές μηχανών σε εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ισχύος οι κοιλίες προσαρμογής ταχύτητας μπαίνουν σε λειτουργία από μικρούς αντιστρεφόμενους κινητήρες που ελέγχονται από τους πίνακες διανομής της εγκατάστασης.

Μια αλλαγή στη δύναμη του ελατηρίου στροφονόμου αλλάζει τον έλεγχο ταχύτητας της μηχανής καταστρέφοντας την ισορροπία ανάμεσα στη φυγόκεντρο δύναμη των σφαιρικών κεφαλών και στη δύναμη του ελατηρίου. Προκειμένου να επιτευχθεί μια νέα ισορροπία, απαραίτητα είναι η αλλαγή ταχύτητας μηχανής. Ας υποθέσουμε ότι η δύναμη του ελατηρίου μειώνεται

στρέφοντας τον κοχλία ρύθμισης ταχύτητας (εικ. 135) ώστε να υψώσει τον συνδετικό πείρο στροφονόμου και να μειώσει τη συμπίεση του ελατηρίου. Προκειμένου η μειωμένη δύναμη του ελατηρίου να ισορροπήσει τη φυγόκεντρο δύναμη των αντίβαρων στην ίδια κάθετη (κατακόρυφη) θέση όπως πριν, χρειάζεται λιγότερη φυγόκεντρος δύναμη. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται μικρότερη ταχύτητα μηχανής. Έτσι η μείωση της δύναμης του ελατηρίου έχει ως αποτέλεσμα τη λειτουργία της μηχανής σε χαμηλότερη ταχύτητα όταν μεταφέρει το ίδιο ακριβώς, όπως προηγουμένως, φορτίο.

Η αύξηση της δύναμης του ελατηρίου αυξάνει την ταχύτητα μηχανής για το ίδιο φορτίο επειδή χρειάζεται περισσότερη φυγόκεντρος δύναμη για να ισορροπήσει το ελατήριο.

Πολλοί ρυθμιστές χρησιμοποιούν ένα ανεξάρτητο ελατήριο για να ρυθμίσουν την ταχύτητα. Κάθε ελατήριο αντιστέκεται στη δύναμη των αντίβαρων επηρεάζει την ταχύτητα μηχανής στην οποία ο ρυθμιστής επιβάλλει ισορροπία. Το ανεξάρτητο ελατήριο συνήθως έξω από τον ρυθμιστή, είναι γενικά πιο «μαλακό» από το ελατήριο στροφονόμου ώστε να επιτρέπει καλή προσαρμογή ταχύτητας.

## **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΥΘΜΙΣΤΩΝ.**

### **Ρύθμιση ταχύτητας**

Ρύθμιση ταχύτητας είναι η αλλαγή στη σταθερή ταχύτητα μιας μηχανής όταν το φορτίο μεταβάλλεται από την υψηλότερη δυνατή τιμή ως το μηδέν ή το αντίθετο, χωρίς την εφαρμογή ρυθμιστή.



Αλλαγή σε σταθερή ταχύτητα εκφράζεται ως επί τοις εκατό ταχύτητα του πλήρους φορτίου. Ρύθμιση ταχύτητας ανά εκατοστό =  $100 \times (\text{RPM μέγιστης άφορτης ταχύτητας} - \text{RPM ταχύτητας πλήρους φορτίου})$  : της σημειούμενης κατανάλωσης RPM πλήρους φορτίου.

Η ρύθμιση ταχύτητας αναφέρεται σε μια αλλαγή σε σταθερή ταχύτητα. Αυτό σημαίνει ότι δίνεται στον ρυθμιστή και στη μηχανή αρκετός χρόνος για να έρθουν σε μια σταθερή θέση και ταχύτητα αντιστοίχως, για το δοσμένο φορτίο. Για μερικές αλλαγές στο φορτίο, η αλλαγή σταθερής ταχύτητας είναι ανάλογη με τη ρύθμιση ταχύτητας. Εάν μια μηχανή λειτουργεί με 600 RPM σε πλήρες φορτίο και με 624 RPM σταθερή ταχύτητα όταν όλο το φορτίο μετακινείται, η αύξηση ταχύτητας είναι 24 RPM μεταξύ πλήρους και μηδέν φορτίου. Η ρύθμιση ταχύτητας είναι  $(100) (24) : 600 = 4\%$

Εάν η ρύθμιση ταχύτητας είναι γνωστή, η αλλαγή ταχύτητας μπορεί να υπολογισθεί για οποιαδήποτε μερική αλλαγή φορτίου. Με μια αλλαγή φορτίου από το  $\frac{1}{4}$  της σημειούμενης κατανάλωσης φορτίου, η αλλαγή ταχύτητας είναι  $\frac{1}{4}$  από εκείνη μεταξύ πλήρους και μηδέν φορτίου. Για αυτή τη μηχανή η αλλαγή ταχύτητας είναι  $\frac{1}{4} (24) = 6$  RPM. Ο πίνακας στην εικ. 135 δίνει επιγραμματικά την αλλαγή ταχύτητας με φορτίο, για αυτή τη μηχανή.

Η ρύθμιση ταχύτητας καθορίζει πως δύο ή περισσότερες μηχανές κινώντας το ίδιο φορτίο θα μοιράζονται κάθε αλλαγή φορτίου. Η ρύθμιση ταχύτητας μιας μηχανής σχετίζεται άμεσα με την απόκλιση ταχύτητας.

**Απόκλιση ταχύτητας.**

Απόκλιση ταχύτητας είναι η αλλαγή στη περιστροφική ταχύτητα του ρυθμιστή που προκαλεί τον άξονα εξόδου του (κανόνας ελέγχου καυσίμου) να κινηθεί από την ορθάνοιχτη θέση της ρυθμιστικής δικλείδας στην κλειστή, ή το αντίθετο. Εφ' όσον κάθε ρυθμιστής στροφών είναι μια συσκευή που ανταποκρίνεται σε αλλαγές ταχύτητας, η απόκλισή του δείχνει πόσο πολύ χρειάζεται μια αλλαγή ταχύτητας να προκαλέσει τον άξονα εξόδου του ρυθμιστή να κινηθεί μέσα στο πλήρες πεδίο βολής του.

Η απόκλιση ταχύτητας ενός ρυθμιστή διαφέρει από τη ρύθμιση ταχύτητας μηχανής στο ότι η απόκλιση μπορεί να είναι ή οριστική ή προσωρινή. Οι ρυθμιστές πρέπει να έχουν απόκλιση ταχύτητας για να αποφύγουν λανθασμένες κινήσεις ή υπερδιόρθωση. Με οριστική απόκλιση ταχύτητας, ο άξονας εξόδου του ρυθμιστή ηρεμεί σε διαφορετική θέση για κάθε ταχύτητα. Κατά συνέπεια η τελική ή σταθερή ταχύτητα της μηχανής είναι διαφορετική για κάθε φορτίο.

Με μια προσωρινή απόκλιση ταχύτητας, ο άξονας εξόδου του ρυθμιστή ηρεμεί πάντα στην ίδια ταχύτητα. Επομένως, η τελική ταχύτητα της μηχανής παραμένει σταθερή, ασχέτως του φορτίου. Εφ' όσον αυτό είναι συχνά πλεονεκτικό, πολλοί υδραυλικοί ρυθμιστές σχεδιάζονται να χρησιμοποιούν προσωρινή μάλλον παρά οριστική απόκλιση ταχύτητας.

**Ισόχρονοι ρυθμιστές.**

Οι ισόχρονοι ρυθμιστές κανονίζουν την ταχύτητα μηχανής έτσι ώστε η ρύθμιση ταχύτητας να είναι 0%. Αυτό σημαίνει ότι η σταθερή ταχύτητα της

μηχανής είναι ακριβώς η ίδια σε κάθε φορτίο από μηδέν ως πλήρες φορτίο. Η απόκλιση ταχύτητας είναι προσωρινή.

Στιγμιαίες αλλαγές ταχυτήτων είναι προσωρινές αλλαγές που συμβαίνουν αμέσως μετά από μια ξαφνική αλλαγή φορτίου. Αυτές πάντα υπερνικούν την τελική αλλαγή ταχύτητας που ανταποκρίνεται στη δυσλειτουργία στροφών. Στιγμιαίες αλλαγές ταχύτητας αναφέρονται ως αύξηση % (επί τοις εκατό) ή μείωση στη ταχύτητα και αναφέρονται στη ταχύτητα της μηχανής τη στιγμή της αλλαγής φορτίου.

Υποβολή είναι η ταχύτητα της δράσης του ρυθμιστή που εξαρτάται από την ισχύ του. Όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύ τόσο λιγότερος χρόνος απαιτείται για να υπερνικηθεί η αντίσταση.

Η χωρητικότητα του έργου δηλώνει την ισχύ του ρυθμιστή όπως φαίνεται από το ποσό του έργου που μπορεί να κάνει στον άξονα εξόδου του. Η χωρητικότητα έργου (σε λίβρες ιντσών) είναι ίση με τη μέση δύναμη (σε πάουντς) που ασκείται από τον ρυθμιστή στον ακραίο μοχλό του, που πολλαπλασιάζεται (σε ιντσες) από την απόσταση μέσω της οποίας ο ακραίος μοχλός κινείται σε όλη την πλήρη διαδρομή του. Ένας ρυθμιστής του οποίου ο ακραίος μοχλός ασκεί μια δύναμη 4LB προς μια απόσταση 3 ιντσών έχει μια χωρητικότητα έργου 12 ιντσών λιβρών.

### **Διορθωτική επίδραση**

Κάθε ρυθμιστής εξαρτάται από μια αλλαγή στη ταχύτητα για την διορθωτική του επίδραση που λέγεται έτσι γιατί διορθώνει τη ταχύτητα της μηχανής. Το ποσό της αλλαγής ταχύτητας που απαιτείται για να παράγει διορθωτική δράση καθορίζει το ποσό της απολήγουσας κίνησης της ρυθμιστικής δικλείδας. Όσο πιο ευαίσθητος είναι ένας ρυθμιστής τόσο πιο

λίγο χρειάζεται η διορθωτική επίδραση μετά από μια αλλαγή του φορτίου μηχανής. Επίσης η ταχύτητα ελέγχου κίνησης, που εξαρτάται από την υποβολή της δράσης του ρυθμιστή επηρεάζει το ποσό της διορθωτικής επίδρασης που χρειάζεται όταν αλλάζει η ταχύτητα.

Και η ευαισθησία και η υποβολή είναι, για αυτό, σπουδαιότεροι παράγοντες λειτουργίας. Μερικοί υδραυλικοί ρυθμιστές συνδυάζουν ευαισθησία με υψηλή χωρητικότητα έργου σε τέτοιο βαθμό ώστε αντιδρούν σε μια αλλαγή στη ταχύτητα σε λιγότερο από 1/100 του 1%. Αυτοί μπορούν να μετατοπίσουν το μηχανισμό ελέγχου καυσίμου από τη θέση πλήρους φορτίου στη εν κενώ θέση, ή το αντίθετο, σε λιγότερο από το ¼ του δευτερολέπτου.

Παρέκκλιση ταχύτητας μηχανής είναι κάθε αλλαγή στη ταχύτητα από τη κανονική. Η παρέκκλιση για μια δοσμένη αλλαγή φορτίου εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της μηχανής και του ρυθμιστή. Συνθήκες που την καθορίζουν είναι, περιληπτικά, **(1)** ο χρόνος που χρειάζεται να διορθώσει την τιμή έγχυσης καυσίμου ώστε να αντιδρά στο νέο φορτίο, **(2)** η αδράνεια του ρυθμιστικού σφονδύλου και του συνδετικού της φορτίου, και **(3)** ο χρόνος που χρειάζεται για την ισχύ εξόδου της μηχανής να αντιδράσει στην αλλαγή της τιμής έγχυσης καυσίμου.

Η τρίτη συνθήκη εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων μηχανής, την ταχύτητα μηχανής και τον τύπο του συστήματος έγχυσης καυσίμου. Για παράδειγμα, μια μηχανή δύο κυλίνδρων 200-00 κάνει περισσότερο χρόνο να ανταποκριθεί από ότι μια μονάδα οχτώ κυλίνδρων 1,200-00.

Ιδανικά εάν ήταν δυνατόν **(1)** να ανακαλύψουμε αμέσως το ποσό της αλλαγής φορτίου, **(2)** να διορθώσουμε την τιμή έγχυσης καυσίμου στιγμιαία και με ακρίβεια, **(3)** να πετύχουμε άμεση ανταπόκριση ισχύος από τους κυλίνδρους της μηχανής, έπειτα η ταχύτητα μηχανής δεν θα άλλαζε ποτέ.

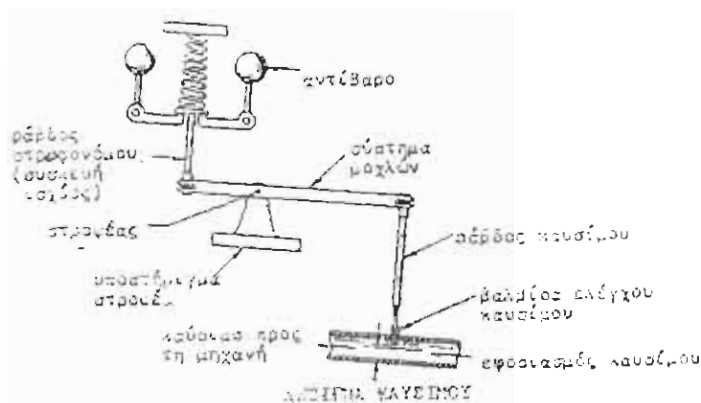
άσχετα με το ποσό μεγάλες ή γρήγορες θα ήταν οι αλλαγές φορτίου. Συγκεκριμένα, κάποια καθυστέρηση πάντα συμβαίνει ανάμεσα στη στιγμή που το φορτίο αλλάζει και στη στιγμή που η μηχανή αντιδρά στη διορθωτική τιμή έγχυσης καυσίμου. Η αδράνεια του ρυθμιστικού σφονδύλου με απορροφητική ή χορηγούμενη ενέργεια μειώνει την αλλαγή ταχύτητας κατά την διάρκεια του χρόνου καθυστέρησης, αλλά όσο πιο μεγάλη είναι η καθυστέρηση, τόσο πιο μεγάλη θα είναι η αλλαγή ταχύτητας.

### **Μηχανικοί ρυθμιστές.**

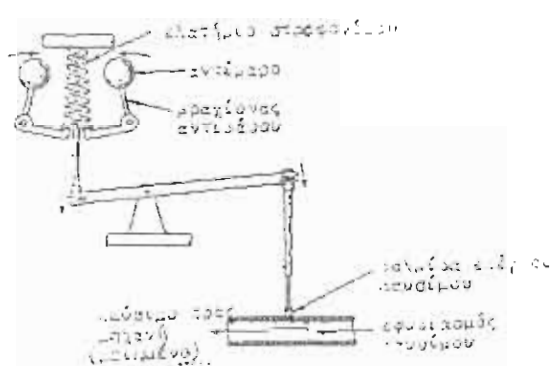
Όπως φαίνεται στις εικόνες 133 και 134, όταν οι σφαιρικές κεφαλές του ρυθμιστή επιταχύνουν, η φυγόκεντρος δύναμη του αντίβαρου γίνεται μεγαλύτερη από την αντίθετη δύναμη του ελατηρίου. Το αντίθετο συμβαίνει όταν η ταχύτητα πέφτει. Οι μηχανικοί ρυθμιστές χρησιμοποιούν αυτές τις δυνάμεις κατευθείαν για να θέσουν σε λειτουργία τον μηχανισμό ελέγχου καυσίμου (εικ. 136).

Αυτός ο μηχανισμός για DIESEL και διπλού καυσίμου μηχανές αποτελείται από μια συσκευή ισχύος (ράβδος στροφονόμου) για να μεταδώσει ισχύ κατευθείαν από τα περιστρεφόμενα αντίβαρα, ένα σύστημα μοχλών για να συνδέσει τη συσκευή ισχύος και τη βαλβίδα ελέγχου καυσίμου. Η εικ. 136 δείχνει μια απλή βάνα παρά ένα πολύπλοκο σχέδιο που χρησιμοποιείται στην πραγματικότητα στις μηχανές.

## Αύξηση φορτίου



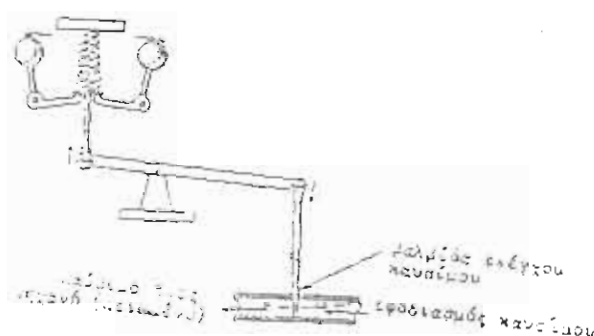
Εικόνα 136 Σχηματική διαμόρφωση του μηχανισμού ελέγχου καυσίμου για κινητήρες διαλλίου καυσίμου και πετρελαίου



Εικόνα 137 Η συνδυασμένη δράση των μηχανισμών μέτρησης ταχύτητας και μεταβολής καυσίμου κατά την διάρκεια αύξησης του φορτίου σε ένα μηχανικό ρυθμιστή

Όταν το φορτίο εφαρμόζεται στη μηχανή, η ταχύτητά της μειώνεται (εικ. 137). Η ταχύτητα του βραχίονα με το σφαιρίδιο πέφτει με τη ταχύτητα της μηχανής, μειώνοντας τη δύναμη των αντίβαρων, επιτρέποντας στο ελατήριο του στροφονόμου να πιέσει προς τα μέσα τα αντίβαρα και να σπρώξει κάτω

τη ράβδο του στροφονόμου. Καθώς η ράβδος του στροφονόμου κινείται προς τα κάτω, ανοίγει η βαλβίδα καυσίμου για να αυξήσει την εκροή καυσίμου. Μεγαλύτερη χορήγηση καυσίμου αυξάνει την απόδοση της μηχανής για να μεταφέρει το μεγαλύτερο φορτίο. Η ταχύτητα της μηχανής μεγαλώνει, αλλά δεν φθάνει την πρωταρχική ταχύτητα. Εάν την έφτανε, η ρυθμιστική δικλείδα δεν θα άνοιγε αρκετά πλατιά για να προμηθεύσει το αυξανόμενο φορτίο. Πιο πλατύ άνοιγμα της ρυθμιστικής δικλείδας μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την τοποθέτηση των περιστρεφόμενων αντίβαρων προς τον άξονα περιστροφής τους εξαιτίας πιο αργής ταχύτητας.

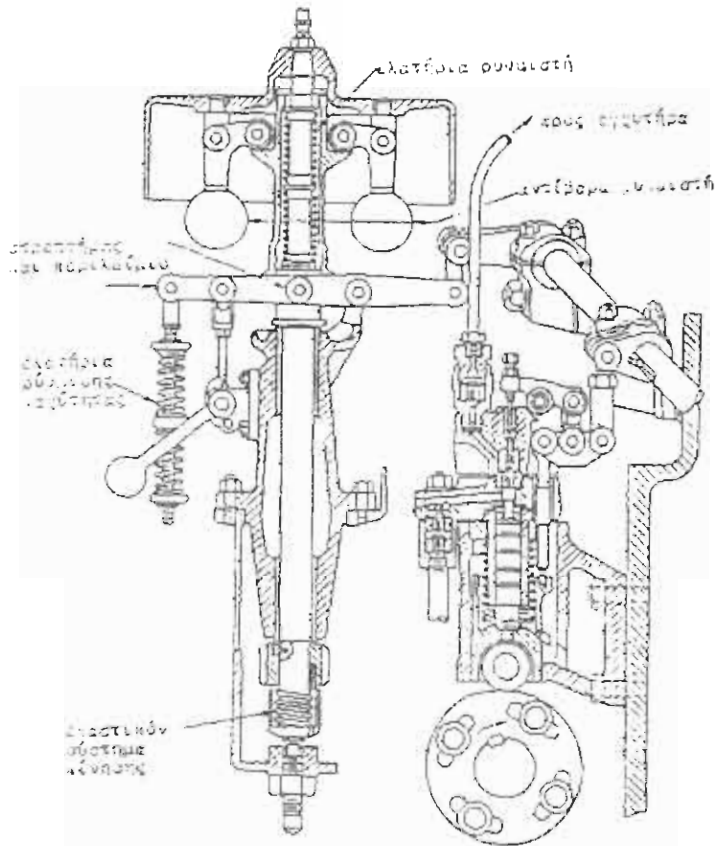


Εικόνα 138 Η δράση μέσα σε ένα απλό μηχανικό ρυθμιστή κατά τη διάρκεια μείωσης του φορτίου στον κινητήρα. Ο ρυθμιστής μειώνει τον εφοδιασμό καυσίμου προς τον κινητήρα.

### Μείωση φορτίου.

Η ταχύτητα αυξάνει όταν το φορτίο της μηχανής ελαττώνεται (εικ.138). Πιο ψηλή ταχύτητα του βραχίονα με το σφαιρίδιο (βραχίονας αντίβαρο) αυξάνει την φυγόκεντρο δύναμη μη επιτρέποντας στο ελατήριο στροφονόμου να υψώσει τη ράβδο στροφονόμου. Αυτή κλείνει τη βαλβίδα καυσίμου ώστε να μειώσει την χορήγηση καυσίμου και χαμηλώνει την απόδοση της μηχανής ώστε να ανταποκριθεί στη μείωση του φορτίου. Η ταχύτητα της μηχανής πέφτει, αλλά όχι στην πρώτη τιμή, γιατί δεν είναι δυνατόν μηχανικά να

διατηρήσουμε τροποποιημένη τη ρυθμιστική βαλβίδα με τα αντίβαρα πίσω στην αρχική τους θέση. Το πιο μικρό άνοιγμα καυσίμου, που απαιτείται για ελαττωμένο φορτίο, προϋποθέτει ότι οι βραχιόνες των αντίβαρων πρέπει να είναι έξω από την κατακόρυφο εξαιτίας της υψηλότερης ταχύτητας από πριν.



Εικόνα 139 Μηχανικός ρυθμιστής και αντλία καυσίμου πετρελαιομηχανής.

Σε αυτή τη δράση του ρυθμιστή η τελική ταχύτητα της μηχανής είναι λιγότερη μετά την αύξηση του φορτίου και μεγαλύτερη μετά τη μείωσή του. Αυτή η τελική απόκλιση ταχύτητας ενυπάρχει σε όλους τους μηχανικούς ρυθμιστές επειδή η δύναμη των αντίβαρων μετακινεί τη ρυθμιστική βαλβίδα ευθέως με μηχανικά μέσα.



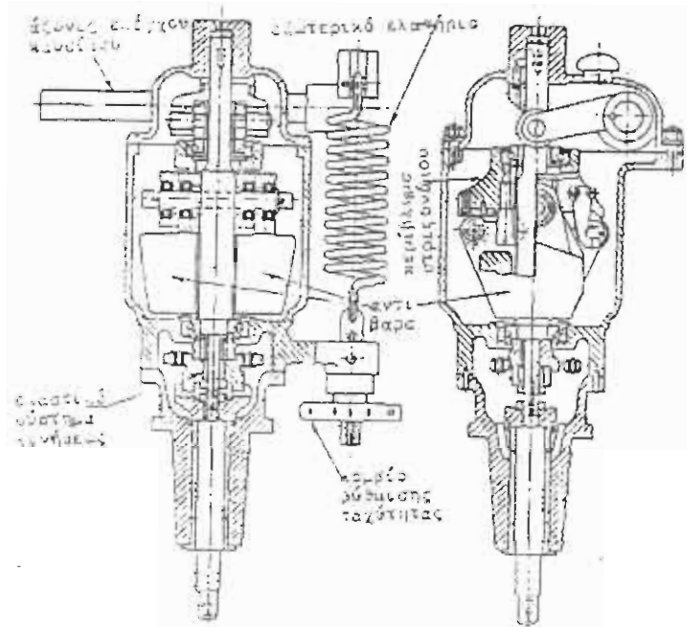
Οι μηχανικοί ρυθμιστές είναι φθηνοί και απλοί και ικανοποιητικοί εκεί όπου δεν είναι απαραίτητο να διατηρήσουμε ακριβώς την ίδια ταχύτητα, άσχετα με το φορτίο της μηχανής.

Η ευαισθησία, όμως, είναι μικρή επειδή η συσκευή μέτρησης ταχύτητας πρέπει επίσης να εφοδιάσει τη δύναμη ώστε να κινήσει τον μηχανισμό ελέγχου καυσίμου της μηχανής. Εάν ο ρυθμιστής δεν είναι υπερβολικά μεγάλος, η ισχύς του είναι σχετικά μικρή. Η ανωτέρω αναφερόμενη απόκλιση ταχύτητας δεν μπορεί να αποφευχθεί, και ο ρυθμιστής δεν μπορεί να παρέχει πραγματικά συνεχή ταχύτητα όπου χρειάζεται.

Η εικ. 139 δείχνει έναν τυπικό μηχανικό ρυθμιστή και ένα ρυθμιστή βαλβίδας καυσίμου. Το σωληνοειδές περίβλημα που περιβάλλει το ελατήριο του στροφονόμου δρα με τον ίδιο τρόπο που δρα και η ράβδος στροφονόμου στην προηγούμενη εικόνα.

Ο ρυθμιστής ταχύτητας χρησιμοποιεί μια ανεξάρτητη σειρά από εξωτερικά ελατήρια. Μια ελαστική μετάδοση κίνησης στο χαμηλότερο άκρο του άξονα κίνησης του ρυθμιστή αποτρέπει τις στιγμιαίες διακυμάνσεις της ταχύτητας μηχανής να ενοχλούν το ρυθμιστή.

Η εικόνα 140 δείχνει ένα μηχανικό ρυθμιστή που χρησιμοποιείται σε μικρές μηχανές υψηλής ταχύτητας. Προσλαμβάνει ένα απλό εξωτερικό ελατήριο, το οποίο δρα και σαν ελατήριο στροφονόμου και σαν ελατήριο ρύθμισης ταχύτητας. Οι αντιτριβικές διοπτύσεις βελτιώνουν την ευαισθησία του ρυθμιστή.



Εικόνα 140. Μηχανικός ρυθμιστής για υψηλόστροφες μηχανές

Οι βαλβίδες έγχυσης καυσίμου των μικρών μηχανών συχνά περιλαμβάνουν εσωκατασκευασμένο μηχανικό ρυθμιστή για το συμπαγές. Ανάλογα με το είδος της υπηρεσίας, τέτοιοι ρυθμιστές είναι τύπου περιορισμού ταχύτητας, μεταβλητής ή σταθερής ταχύτητας.

### Υδραυλικοί ρυθμιστές.

Αυτοί έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: (1) είναι περισσότερο ευαίσθητοι (2) έχουν μεγαλύτερη ισχύ να μετακινήσουν το μηχανισμό έλεγχου καυσίμου της μηχανής και (3) μπορούν να γίνουν ισόχρονοι (έχοντας όμοια ταχύτητα για όλα τα φορτία).

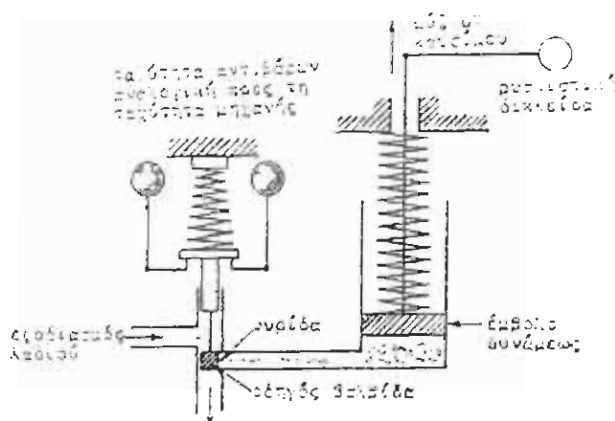
Σε αυτούς τους ρυθμιστές η ισχύ που μετακινεί τη ρυθμιστική βαλβίδα μηχανής δεν προέρχεται από τη συσκευή μέτρησης ταχύτητας. Αντίθετα, προέρχεται από ένα έμβολο που μπαίνει σε δράση από ένα υγρό υπό πίεση, γενικά έλαιο που πιέζεται από μια αντλία. Χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο μέγεθος εμβόλου και πίεση ελαίου, η ισχύς εξόδου στον άξονα εξόδου του ρυθμιστή μπορεί να γίνει επαρκής ώστε να θέσει σε λειτουργία αμέσως το μηχανισμό αλλαγής καυσίμου και των πιο μεγάλων μηχανών.

Η συσκευή μέτρησης ταχύτητας, διαμέσου της ράβδου στροφονόμου της, εφαρμόζεται σε μια μικρή κυλινδρική βαλβίδα, που ονομάζεται οδηγός βαλβίδα.

Αυτή η βαλβίδα γλιστρά πάνω και κάτω σε οπές που περιέχουν αντιτριβικούς δακτυλίους οι οποίες ελέγχουν την εκροή καυσίμου προς και από τον σερβοκινητήρα δακτυλίους, οι οποίες ελέγχουν την εκροή καυσίμου προς και από τον σερβοκινητήρα. Η δύναμη που απαιτείται για να ολισθαίνει η οδηγός βαλβίδα είναι πολύ μικρή, και μια μικρή σφαιρική κεφαλή είναι ικανή να ελέγχει μια ευρεία ποσότητα της ισχύος στον σερβοκινητήρα.

Ο στοιχειώδης υδραυλικός ρυθμιστής (εικ. 141) έχει τη βάση (υπερυψωμένο τμήμα) της οδηγού βαλβίδας ίση στο πλάτος με τη θυρίδα. Όταν ο ρυθμιστής εργάζεται σε ελεγχόμενη ταχύτητα, η βάση κλείνει τη θυρίδα, κλείνοντας τη ροή του καυσίμου.

Αν οι στροφές του ρυθμιστή πέφτουν, εξαιτίας της αυξήσεως τούτου φορτίου της μηχανής, τα αντίβαρα κινούνται προς τα μέσα και η οδηγός βαλβίδα κινείται προς τα κάτω. Αυτή ανοίγει τη θυρίδα στο έμβολο δυνάμειως και το συνδέει με μια παροχή λαδιού υπό πίεση. Το λάδι ενεργεί πάνω στο έμβολο σπρώχνοντάς το προς τα πάνω για να αυξήσει την εκροή του καυσίμου.



Εικόνα 141 Απλός συνδυασμός μιας σφαιρικής κεφαλής και μιας άμεσα συνδεδεμένης οδηγού βαλβίδας που έχει όχι μόνο μια θέση ισορροπίας και είναι ασταθής.

Εάν οι στροφές του ρυθμιστή ανεβαίνουν, εξαιτίας της μείωσης του φορτίου της μηχανής, τα αντίβαρα κινούνται προς τα έξω και η οδηγός βαλβίδα κινείται προς τα πάνω. Αυτή ανοίγει τη θυρίδα από το έμβολο δυνάμεως σε ένα σωλήνα που οδηγεί στη λεκάνη του κινητήρα για τον αποστραγγισμό του λαδιού. Το ελατήριο επάνω από το έμβολο δυνάμεως σπρώχνει το έμβολο προς τα κάτω για να μειώσει την παροχή καυσίμου στη μηχανή.

Η θυρίδα μένει κλειστή μόνο σε μια ταχύτητα και η ρυθμιστική βαλβίδα μπορεί να βρίσκεται σε οποιαδήποτε θέση από πλήρες φορτίο σε μηδέν φορτίο σε αυτή τη ταχύτητα. Το ιδεώδες όμως θα ήταν η μηχανή να λειτουργεί στην ίδια ακριβώς ταχύτητα σε οποιαδήποτε φορτίο, και ο ρυθμιστής θα ονομαζόταν ισόχρονος.

Δυστυχώς, ένας απλός υδραυλικός ρυθμιστής σαν και αυτόν έχει ένα σοβαρό μειονέκτημα εμποδίζοντας την πρακτική του χρήση. Είναι εκ φύσεως ασταθής. Αυτό σημαίνει ότι ανιχνεύει διαρκώς κάνοντας μη απαραίτητες διορθωτικές ρυθμίσεις.

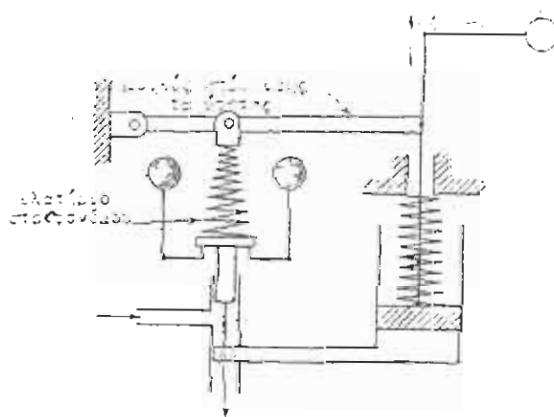
Η ανίχνευση προκαλείται από τη μη αποφευκτέα χρονική υστέρηση μεταξύ της στιγμής που δρα ο ρυθμιστής και της στιγμής που αντιδρά η μηχανή. Η μηχανή δεν μπορεί να επανέλθει στιγμιαία στην ταχύτητα που απαιτείται από τον ρυθμιστή.

Εάν η ταχύτητα μηχανής είναι κάτω από την ταχύτητα στην οποία έχει ρυθμίσει ο ρυθμιστής με το αντίστοιχο χειριστήριο, η οδηγός βαλβίδα μετακινεί το έμβολο δυνάμεως για να αυξήσει την παροχή καυσίμου. Με τον χρόνο η ταχύτητα μηχανής αυξάνει ώστε η ρύθμιση του ελέγχου με την οδηγό βαλβίδα κεντράρεται και η κίνηση του εμβόλου δυνάμεως σταματά, ο εφοδιασμός του καυσίμου έχει ήδη αυξηθεί τόσο πολύ. Η ταχύτητα μηχανής, επομένως, συνεχίζει να αυξάνει. Αυτή η υπερτάχυνση αναγκάζει την οδηγό βαλβίδα να ανοίξει έναν άλλο διάδρομο ώστε να μειωθεί ο εφοδιασμός καυσίμου. Αλλά με το χρόνο η ταχύτητα μηχανής πέφτει προς τη σωστή τιμή, ο έλεγχος του καυσίμου μετατοπίζεται πάλι επίσης μακριά. Η ταχύτητα τότε μειώνεται και ολόκληρος ο κύκλος επαναλαμβάνεται. Ορισμένα μέσα σταθεροποίησης του ρυθμιστή πρέπει να προσθέτονται ώστε να παρέχει ικανοποιητική λειτουργία.

Για να αποκτήσουν σταθερότητα, πολλοί υδραυλικοί ρυθμιστές, χρησιμοποιούν την απόκλιση ταχύτητας. Αυτή δίνει σταθερότητα επειδή η ρυθμιστική βαλβίδα μηχανής μπορεί να παίρνει μια μόνο θέση για μια οποιαδήποτε ταχύτητα. Όταν μια αλλαγή φορτίου προξενεί μια αλλαγή ταχύτητας, το αποτέλεσμα της ενέργειας του ρυθμιστή παύει στο σημείο αυτό δίνει την ποσότητα του καυσίμου που απαιτείται για το νέο φορτίο. Σε αυτή την περίπτωση, η απόκλιση ταχύτητας εμποδίζει άσκοπη κίνηση του ρυθμιστή και επιπλέον διόρθωση του χορηγούμενου καυσίμου (ανίχνευση).

Σημειώστε όμως, ότι για να αποφύγουμε την ανίχνευση, η απόκλιση ταχύτητας πρέπει να επαρκεί να φροντίσει την μη αποφευκτέα καθυστέρηση ενώ η μηχανή ανταποκρίνεται στη δράση του ρυθμιστή. Εάν η απόκλιση δεν είναι επαρκής, κάποια ανίχνευση λαμβάνει χώρα ακόμα, ενώ η μηχανή επιστρέφει στη σταθερή της ταχύτητα μετά την πρώτη στιγμιαία αλλαγή ταχύτητας.

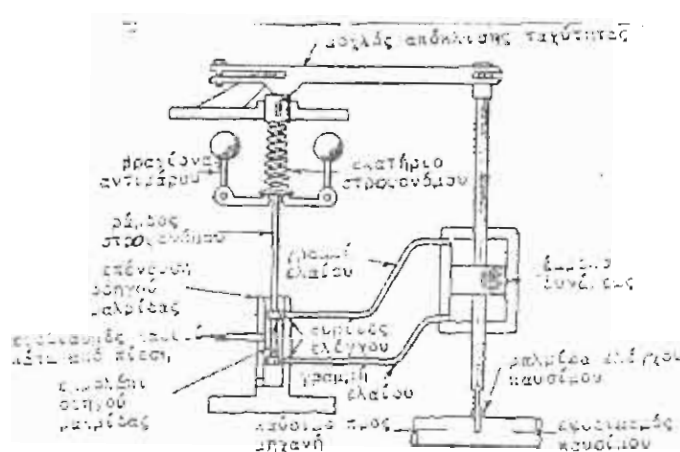
Οι υδραυλικοί ρυθμιστές μπορεί να κατασκευάζονται είτε με μόνιμη ή με προσωρινή απόκλιση ταχύτητας, πράγμα που εξαρτάται από τη ζήτησή τους. Οι ρυθμιστές με μόνιμη απόκλιση ταχύτητας δεν είναι ισόχρονοι.



Εικόνα 142 Ο μοχλός απόκλισης ταχύτητας που χρησιμοποιείται για να εισάγει σταθερή απόκλιση ταχύτητας για να σταθεροποιηθεί τη δράση ενός υδραυλικού ρυθμιστή.

Η μόνιμη απόκλιση ταχύτητας μπορεί να αποκτηθεί με διάφορους τρόπους. Ένας από αυτούς (εικ. 142) είναι να συνδέσουμε με ένα μοχλό ανάμεσα στο έμβολο δυνάμεως ή ισχύος και στο ελατήριο στροφονόμου, έτσι ώστε η ρύθμιση ταχύτητας (τοποθέτηση) μειώνεται καθώς αυξάνεται η παροχή καυσίμου. Η μείωση της δύναμης του ελατηρίου στροφονόμου χαμηλώνει την ταχύτητα της μηχανής, η αύξηση της δύναμης του ελατηρίου αυξάνει την ταχύτητα της μηχανής. Ο μοχλός αποκλίσεως ταχύτητας (εικ. 142) εκτελεί αυτή τη λειτουργία σε αυτόν τον ρυθμιστή.

Στην εικ. 143 ένα απλό έμβολο με οδηγό βαλβίδα, εφαρμοσμένο στο τέλος της ράβδου στροφονόμου γλιστρά μέσα σε μια επένδυση που έχει διάτρητες διόδους ελέγχου (θυρίδες). Αγωγοί λαδιού από αυτές τις οπές συνδέουν τις δύο πλευρές ενός εμβόλου δυνάμεως πάνω στη ράβδο ελέγχου καυσίμου. Οι θυρίδες ελέγχου είναι σχεδόν κλειστές όταν οι άξονες με τα αντίβαρα βρίσκονται σε κάθετη θέση, με τη μηχανή να λειτουργεί σε ποθητή ταχύτητα και φορτίο.

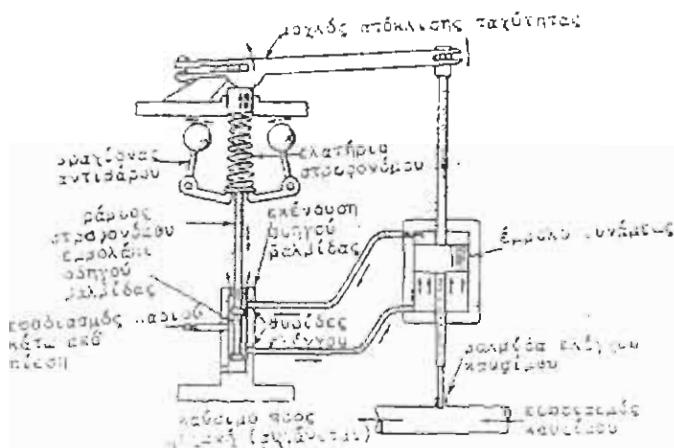


Εικόνα 143 Τα εξαρτήματα ενός απλού υδραυλικού ρυθμιστή που τοποθετείται με ένα μοχλό απόκλισης ταχύτητας, για να παρέχει σταθερή απόκλιση ταχύτητας.

Όταν το φορτίο εφαρμόζεται στη μηχανή, η ταχύτητα πέφτει, οι βραχίονες με τα αντίβαρα μετακινούνται (εικ. 144), χαμηλώνοντας το έμβολο με την οδηγό βαλβίδα. Αυτό ανοίγει τις θυρίδες, επιτρέποντας το λάδι πίεσης να χυθεί διαμέσου της χαμηλότερης θυρίδας στο κάτω μέρος του εμβόλου δυνάμεως, να το πιέσει προς τα πάνω και να αυξήσει την παροχή καυσίμου. Το λάδι στη κορυφή του εμβόλου χύνεται έξω από την ανώτερη θυρίδα και διαφεύγει σε μια λεκάνη αποστραγγίσεως λαδιού κινητήρος (κάρτερ).

Καθώς το έμβολο δυνάμεως κινείται προς τα πάνω, ωθεί το μοχλό απόκλισης ταχύτητας προς τα πάνω μειώνοντας τη δύναμη του ελατηρίου στροφονόμου. Η μειωμένη δύναμη επιτρέπει στους βραχίονες με τα αντίβαρα

να κινηθούν προς τα έξω, υψώνοντας το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας και καθυστερώντας την παραπέρα ανοδική κίνηση του εμβόλου δυνάμειως. Όταν οι βραχίονες με τα αντίβαρα φθάσουν στη κάθετη θέση, οι διάδοι ελέγχου είναι κλειστές και το έμβολο δυνάμειως σταματά να κινείται προς τα πάνω.



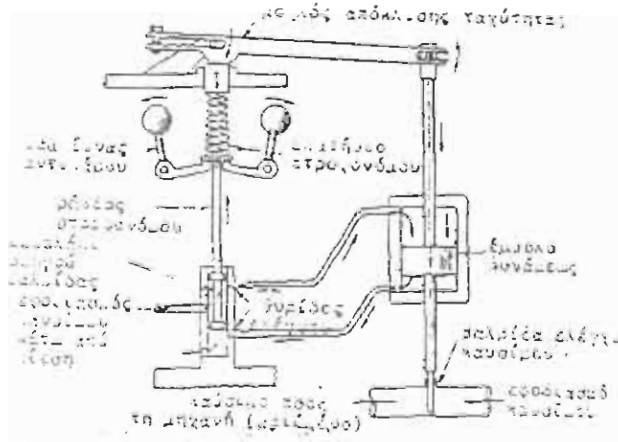
Εικόνα 144 Η δράση μέσα σε ένα απλό υδραυλικό ρυθμιστή κατά τη διάρκεια αύξησης του φορτίου. Η οδηγός βαλβίδα κινείται προς τα κάτω και αυξάνει τη ροή του καυσίμου

Εφ' όσον η δύναμη του ελατηρίου στροφονόμου μειώνεται καθώς το καύσιμο ή το φορτίο αυξάνει, η ισορροπία επιτυγχάνεται με λιγότερη δύναμη των αντίβαρων, δηλαδή, με χαμηλότερη ταχύτητα μηχανής. Η μείωση της σταθερής ταχύτητας μηχανής προκαλείται από το φορτίο που αυξάνει την απόκλιση ταχύτητας προλαμβάνει την υπερδιόρθωση του καυσίμου (ανίχνευση) σταματώντας την διορθωτική κίνηση του εμβόλου δυνάμειως πριν η μηχανή επιστρέψει στην προηγούμενη ταχύτητα λειτουργίας της.

Καθώς το φορτίο μειώνεται, η ταχύτητα της μηχανής αυξάνει. Οι βραχίονες των αντίβαρων του ρυθμιστή κινούνται προς τα έξω, υψώνοντας το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας (εικ. 145). Καθώς υψώνεται εμβολάκι ανοίγει τις διάδους ελέγχου έτσι ώστε το λάδι πίεσεως να μπορεί να χυθεί διαμέσου της διάδου στην ανώτερη πλευρά του εμβόλου δυνάμειως. Το λάδι πίεσεως



πιέζει το έμβολο προς τα κάτω για να μειώσει την παροχή καυσίμου. Το λάδι κάτω από το έμβολο διαφεύγει μέσω της χαμηλότερης διόδου σε μια λεκάνη στράγγισης.



Εικόνα 115 Η μείωση του φορτίου αναγκάζει τα αντίβαρα να κινηθούν προς τα έξω και ανυψώνει την οδηγό βαλβίδα για να πιέσει το έμβολο δυνάμεως προς τα κάτω και να μειωθεί το καύσιμο.

Καθώς το έμβολο δυνάμεως κινείται προς τα κάτω, τραβά το μοχλό αποκλίσεως ταχύτητας προς τα κάτω, αυξάνοντας τη δύναμη του ελατηρίου στροφονόμου. Η μεγαλύτερη δύναμη του ελατηρίου σπρώχνει τους βραχίονες των αντίβαρων προς τα μέσα, χαμηλώνοντας το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας και καθυστερώντας την παραπέρα προς τα κάτω κίνηση του εμβόλου δυνάμεως. Όταν οι βραχίονες με τα αντίβαρα φθάνουν στην κάθετη θέση, οι θηρίδες ελέγχου είναι κλειστές και το έμβολο δυνάμεως έχει σταματήσει να κινείται.

Εφ' όσον η δύναμη του ελατηρίου στροφονόμου αυξάνεται καθώς το φορτίο μειώνεται, απαιτεί περισσότερη δύναμη από τα αντίβαρα, δηλαδή, μια υψηλότερη ταχύτητα μηχανής, να ισορροπήσει τη δύναμη ελατηρίου. Αύξηση της σταθερής ταχύτητας της μηχανής προκαλείται από το φορτίο που μειώνει την απόκλιση ταχύτητας. Αυτή προλαμβάνει την ανίχνευση σταματώντας τη

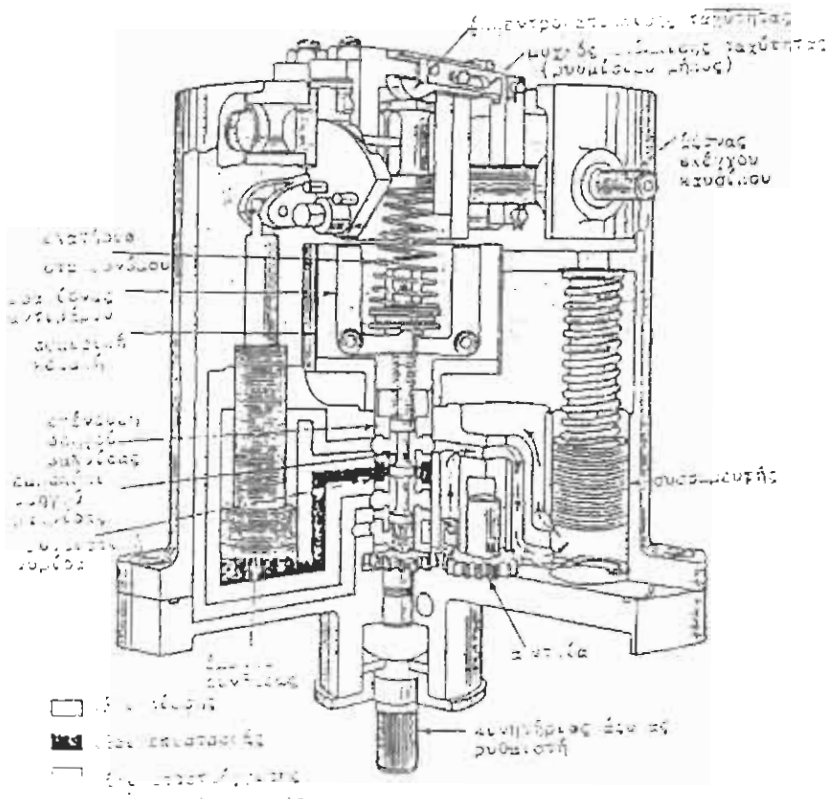
διορθωτική κίνηση του εμβόλου δυνάμει πριν η μηχανή επιστρέψει στη προηγούμενη της ταχύτητα.

Τα πλεονεκτήματα αυτού του τύπου υδραυλικού ρυθμιστή είναι ότι **(1)** είναι σχετικά φθηνός, **(2)** ακριβής και ευαίσθητος, δίνοντας καλό έλεγχο ταχύτητας, **(3)** απλός για έναν υδραυλικό ρυθμιστή έχοντας λίγα εξαρτήματα, και **(4)** πιο μεγάλης ισχύος από έναν μηχανικό ρυθμιστή ιδίων διαστάσεων.

Τα μειονεκτήματα είναι ότι **(1)** δεν είναι ισόχρονος, και **(2)** η προσαρμογή της απόκλισης ταχύτητας δεν είναι βολική επειδή πρέπει να γίνει μέσα στον ρυθμιστή.

Η εικ. 146 δείχνει την εσωτερική κατασκευή ενός υδραυλικού ρυθμιστή που έχει στην υπηρεσία του μόνιμη απόκλιση ταχύτητας για να αποκτήσει σταθερότητα. Επιπλέον, η εικ. 146 δείχνει την αντλία που χορηγεί λάδι σε πίεση 210 PSI και τον συσσωρευτή ή το ρεζερβουάρ που διατηρεί το λάδι σε διαρκή πίεση.

Η σφαιρική κεφαλή περιστρέφεται από τον άξονα κινήσεως του ρυθμιστή διαμέσου της επένδυσης της οδηγού βαλβίδας. Το ποσό αποκλίσεως ταχύτητας μπορεί να μεταβληθεί με τη ρύθμιση του μήκους του μοχλού αποκλίσεως ταχύτητας με δύο μέρη. Η ρύθμιση ταχύτητας παρέχεται από ένα κομβίο (δεν φαίνεται), το οποίο ανυψώνει ή χαμηλώνει την ανώτερη θέση του ελατηρίου στροφονόμου. Αυτός ο υδραυλικός ρυθμιστής δεν μπορεί να διατηρεί τη μηχανή σε ακριβώς συνεχή ταχύτητα, άσχετα με το φορτίο επειδή αυτό προσλαμβάνει μόνιμη απόκλιση ταχύτητας για να εμποδίσει την ανίχνευση. Δεν είναι ισόχρονος.



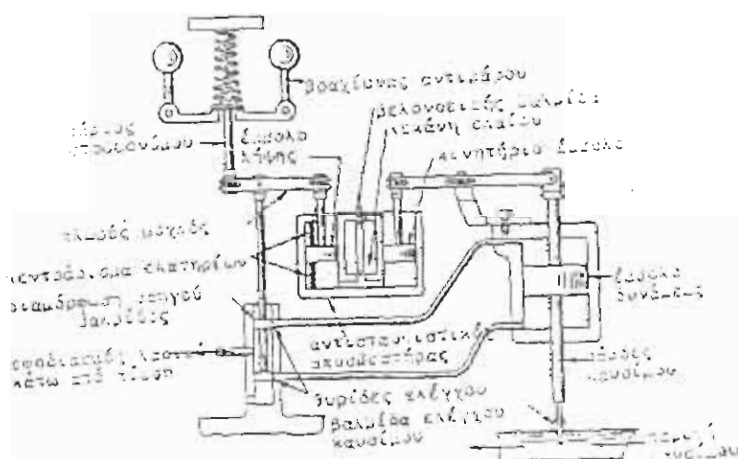
Εικόνα 146 Έγκριση τμήμα ενός υδραυλικού ρυθμιστή που έχει σταθερή απόκλιση ταχύτητας. Η αντλία λαδιού συντηρεί μια πίεση 120 PSI για τη λειτουργία του ατμοκοντήρα

Ένας ισόχρονος υδραυλικός ρυθμιστής διατηρεί ακριβώς συνεχή ταχύτητα χωρίς ανίχνευση. Το κάνει αυτό προσλαμβάνοντας προσωρινή απόκλιση ταχύτητας, για να δώσει σταθερότητα ενώ η ροή του καυσίμου διορθώνεται, και έπειτα σταδιακά μετακινώντας την απόκλιση, καθώς η μηχανή αντιδρά στη διόρθωση καυσίμου και επιστρέφει στην αρχική της ταχύτητα. Η χρήση προσωρινής απόκλισης ταχύτητας για να αποφευχθεί η υπερδιόρθωση ονομάζεται αντιστάθμιση (εξουδετέρωση).

Για την αντιστάθμιση χρειάζονται δύο επιδράσεις: **(1)** ένας εφαρμοστής αποκλίσεως καθώς η ροή καυσίμου μεταβάλλεται, **(2)** ένα αφαιρετικό μέσο

αποκλίσεως καθώς η μηχανή ανταποκρίνεται στην αλλαγή καυσίμου και επιστρέφει στην αρχική της ταχύτητα.

Αυτές οι επιδράσεις μπορούν να επιτευχθούν με ένα συνδυασμό δύο υδραυλικών εμβόλων και μιας βελονοειδούς βαλβίδας. Η επίδραση αποκλίσεως εφαρμόζεται από τα δύο έμβολα τα οποία ενώνονται με έναν αγωγό λαδιού.



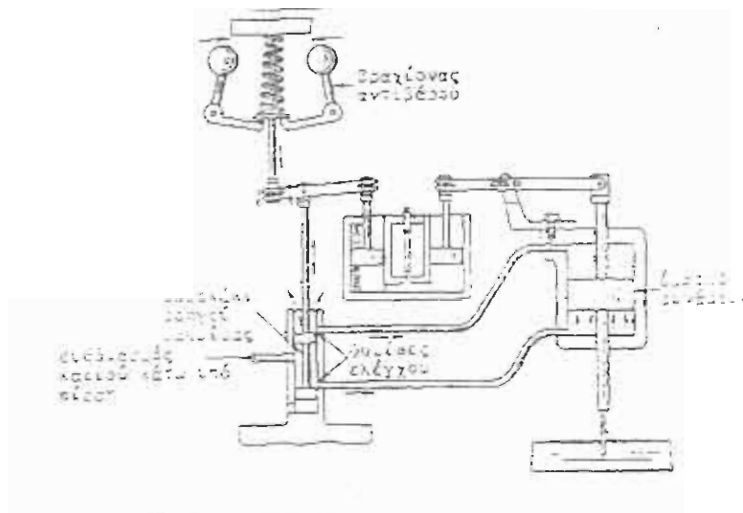
Εικόνα 147. Διοθέτηση των εξαρτημάτων ενός ισχυρού υδραυλικού ρυθμιστή. Σημειώνονται τα έμβολα κινητήριο, λήψης και δύναμης.

Η απόκλιση αφαιρείται επιτρέποντας στο λάδι να διαφύγει από τον αγωγό συνδέσεως διαμέσου της βελονοειδούς βαλβίδας. Το λάδι πηγαίνει σε μια λεκάνη αφού πρώτα φεύγει από τον αγωγό. Τα κεντρικά ελατήρια επαναφέρουν το έμβολο εφαρμογής αποκλίσεως στην αρχική του θέση.

Τα εξαρτήματα που χρειάζεται ένας ρυθμιστής για να εφαρμόσει και να αφαιρέσει την προσωρινή απόκλιση ταχύτητας (αντιστάθμιση) φαίνονται στην εικ. 147. Αυτά είναι: (1) μεταβιβαστικό ή κινητήριο έμβολο για να μεταφέρει την κίνηση του μηχανισμού αλλαγής καυσίμου σε (2) ένα αντιδραστικό ή έμβολο λήψης με ελατήριο, το οποίο ενεργοποιεί τα εξαρτήματα του ρυθμιστή να προκαλέσουν απόκλιση ταχύτητας και (3) μια ρυθμιστική βελονοειδή

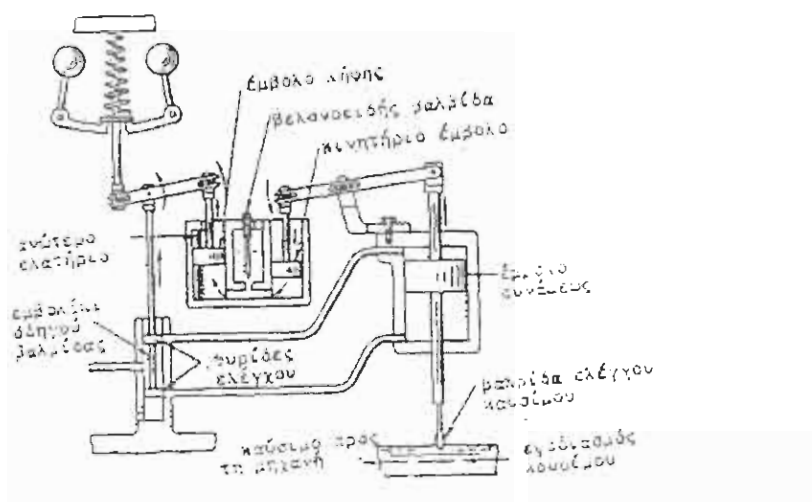
βαλβίδα στο συνδετικό αγωγό λαδιού των δύο εμβόλων, το οποίο επιτρέπει στο λάδι να διαφύγει στη ελαιολεκάνη του ρυθμιστή.

Με τη μηχανή να λειτουργεί σε κανονική ταχύτητα υπό σταθερό φορτίο, οι βραχίονες με τα αντίβαρα είναι κάθετοι και ο πλωτός μοχλός με την οδηγό βαλβίδα είναι οριζώντιος (εικ. 147). Οι θυρίδες ελέγχου στην επένδυση της οδηγού βαλβίδας καλύπτονται με επιφάνειες πάνω στο εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας. Το δεκτικό έμβολο αντιστάθμισης (λήψης) βρίσκεται στην κανονική θέση. Το έμβολο δυνάμεως και η ράβδος καυσίμου είναι στάσιμα. Αυτή η θέση ανταποκρίνεται στο μισό περίπου του καυσίμου.



Εικόνα 148 Το πρώτο αποτέλεσμα της αύξησης φορτίου πάνω σε ένα υδραυλικό ισόχρονο ρυθμιστή. Οι βραχίονες αντίβαρων μετακινούνται προς τα μέσα και χαμηλώνουν το έμβολο της βαλβίδας.

Όταν το φορτίο εφαρμόζεται στη μηχανή, η ταχύτητά της μειώνεται (εικ. 148). Οι βραχίονες με τα αντίβαρα κινούνται προς τα μέσα, χαμηλώνοντας το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας ώστε να εισάγει την πίεση λαδιού κάτω από το έμβολο δυνάμεως. Η πίεση λαδιού κινεί το έμβολο δυνάμεως προς τα πάνω (εικ.149).



Εικόνα 149 Δεύτερο αποτέλεσμα της αύξησης φορτίου πάνω στο ισόχρονο ρυθμιστή. Το έμβολο δυνάμεως κινείται προς τα πάνω και επανακιντράρει το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας.

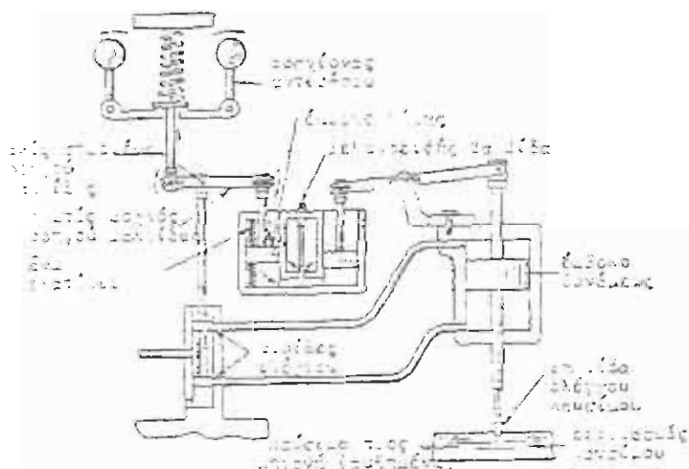
Αυτό σπρώχνει το κινητήριο έμβολο προς τα κάτω, το οποίο μετατοπίζει το λάδι στο έμβολο λήψης, ωθώντας αυτό το έμβολο προς τα πάνω να συμπίεσει το ανώτατο ελατήριο και να σιγκώσει το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας. Το έμβολο τοποθετείται κοντά στα εξαρτήματα ελέγχου για να σταματήσει παραπέρα κίνηση το εμβόλου δυνάμεως.

Αυτή η ενέργεια γίνεται γρήγορα και το μικρό άνοιγμα της βελονοειδούς βαλβίδας εμποδίζει αισθητή διαρροή. Όμως, το λάδι μετατοπίζεται από το κινητήριο έμβολο που προκαλεί μια αντίστοιχη κίνηση του του εμβόλου λήψης.

Καθώς το έμβολο δυνάμεως κινείται προς τα πάνω, αυξάνει την παροχή καυσίμου για να φέρει την ταχύτητα μηχανής στο κανονικό. Καθώς η μηχανή αντιδρά στην αλλαγή καυσίμου, η ταχύτητά της σταδιακά επιστρέφει στην αρχική ταχύτητα και οι βραχίονες με τα αντίβαρα σταδιακά ανακτούν την κάθετη θέση τους. Την ίδια στιγμή το ανώτερο ελατήριο αρχίζει να σπρώχνει το έμβολο λήψης προς τα κάτω στην κανονική του θέση και ο πλωτός μοχλός κλίνει προς το στροφέιο της οδηγού βαλβίδας.

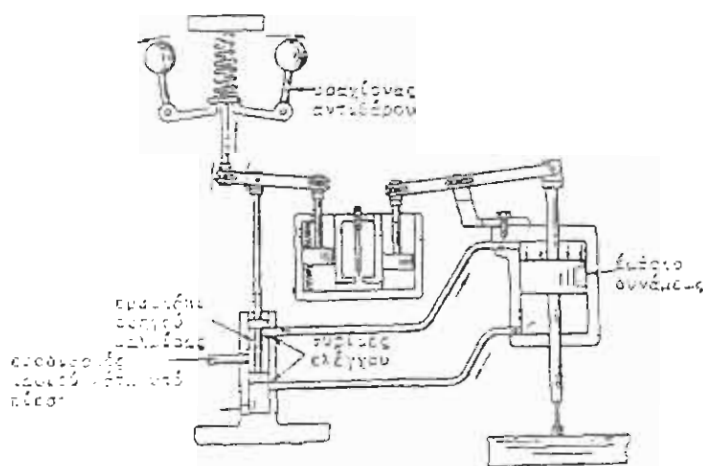
Ο ρυθμός με τον οποίο το έμβολο λήψης κινείται προς τα κάτω καθορίζεται από το άνοιγμα της βελονοειδούς βαλβίδας, το οποίο προσαρμόζεται (μπορεί να ρυθμισθεί). Αν το άνοιγμα είναι σωστό, ο ρυθμός επιστροφής του εμβόλου λήψης ταιριάζει απόλυτα με το ρυθμό επιστροφής των βραχιόνων με τα αντίβαρα στη κάθετη θέση.

Όταν συμπληρωθεί ο κύκλος, η μηχανή θα λειτουργεί στην αρχική της ταχύτητα, οι άξονες με τα αντίβαρα θα είναι κάθετοι, ο πλωτός μοχλός οριζόντια, οι θυρίδες ελέγχου κλειστές, το έμβολο λήψης πίσω στην αρχική του θέση και το έμβολο δυνάμεως πάνω σε μία νέα θέση που παρέχει αυξημένο καύσιμο για το αυξημένο φορτίο (εικ. 150).

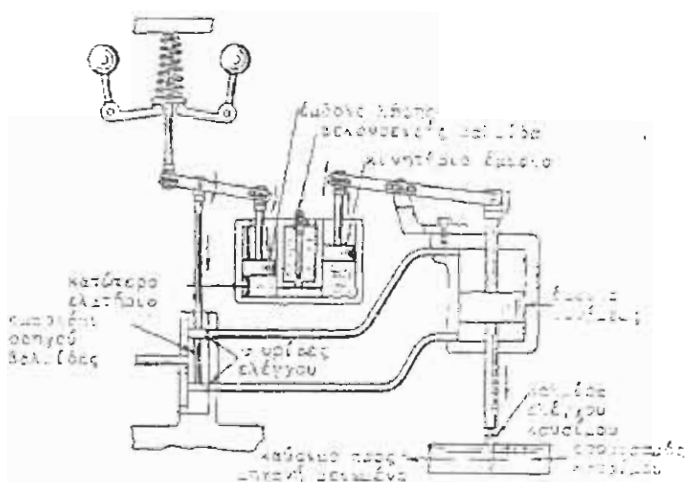


Εικόνα 150 Το τελικό αποτέλεσμα της αύξησης φορτίου πάνω στον ρυθμιστή. Καθώς η ταχύτητα μηχανής υφονείται προς τη κανονική, οι βραχίονες με τα αντίβαρα γίνονται πάλι κάθετοι

Όταν το φορτίο πέφτει, ο ρυθμιστής διέρχεται στα ίδια ακριβώς βήματα όπως όταν το φορτίο αυξάνει, αλλά όλες οι κινήσεις γίνονται προς την αντίθετη κατεύθυνση. Η σειρά των κινήσεων μπορεί να ακολουθηθεί στις εικόνες 151, 152, 153.



Εικόνα 151 Το πρώτο αποτέλεσμα της μείωσης φορτίου πάνω σε ένα ισόχρονο ρυθμιστή. Οι βραχίονες αντίβαρων κινούνται προς τα έξω και ανοίγουν το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας.

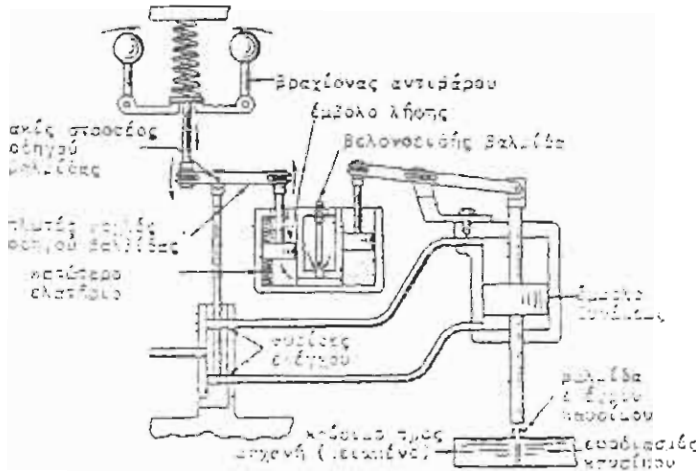


Εικόνα 152 Δεύτερο αποτέλεσμα της μείωσης φορτίου πάνω στον ισόχρονο ρυθμιστή. Το έμβολο δύναμεις κινείται προς τα κάτω και επανακινεί το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας.

Στην εικ. 151, οι βραχίονες αντίβαρων έχουν μετακινηθεί προς τα έξω και έχουν σηκώσει το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας. Το έμβολο δύναμεις κινείται προς τα κάτω εικ. 152, μειώνοντας την παροχή καυσίμου και σηκώνοντας το κινητήριο έμβολο. Αυτό προκαλεί το έμβολο λήψης να κινηθεί



προς τα κάτω, να χαμηλώσει το εμβολάκι της οδηγού βαλβίδας και να κλείσει τις θυρίδες ελέγχου.



Εικόνα 153. Γενικό αποτέλεσμα της μείωσης φορτίου πάνω στον ρυθμιστή. Καθώς η ταχύτητα μηχανής πέφτει προς την κανονική, οι βραχίονες αντιβαρών γίνονται πάλι κάθετοι.

Στην εικ. 153, η διαρροή λαδιού μέσα από την βελονοειδή βαλβίδα έχει επιτρέψει στο έμβολο λήψης να επιστρέψει σταδιακά στην αρχική του θέση, την ίδια στιγμή που η μηχανή επέστρεψε στην αρχική της ταχύτητα και οι βραχίονες αντιβαρών επέστρεψαν στην κάθετη θέση.

Ας σημειωθεί ότι, σε αυτόν τον ρυθμιστή η προσωρινή απόκλιση ταχύτητας εφαρμόζεται με την αλλαγή το ωφέλιμου μήκους της σύνδεσης ανάμεσα στη ράβδο στροφονόμου και στην οδηγό βαλβίδα. Η αλλαγή του μήκους σύνδεσης προκαλεί απόκλιση ταχύτητας για τον ίδιο λόγο που την προκαλεί και η αλλαγή ταχύτητας του ελατηρίου στροφονόμου. Κάθε μέθοδος που προκαλεί απόκλιση ταχύτητας αλλάζει την ταχύτητα μηχανής στην οποία η οδηγός βαλβίδα ασφαλίζει τις θυρίδες ελέγχου.

Μόνο οι ισόχρονοι ρυθμιστές είναι αληθινοί ρυθμιστές σταθερής ταχύτητας. Όλοι οι μηχανικοί ρυθμιστές, και οι μερικοί υδραυλικοί ρυθμιστές

έχουν μόνιμη απόκλιση ταχύτητας και είναι «ανισόχρονοι» επειδή η σταθερή ταχύτητα της μηχανής είναι ελαφρώς διαφορετική σε διαφορετικά φορτία. Αλλά η αλλαγή ταχύτητας από πλήρες φορτίο σε μηδέν φορτίο (ρύθμιση ταχύτητας) είναι συνήθως μόνο 3% με 8%. Εφ' όσον τέτοιοι ρυθμιστές κρατούν τη σταθερή ταχύτητα μηχανής ουσιαστικά αμετάβλητη, έχουν επίσης ταξινομηθεί ως ρυθμιστές σταθερής ταχύτητας.

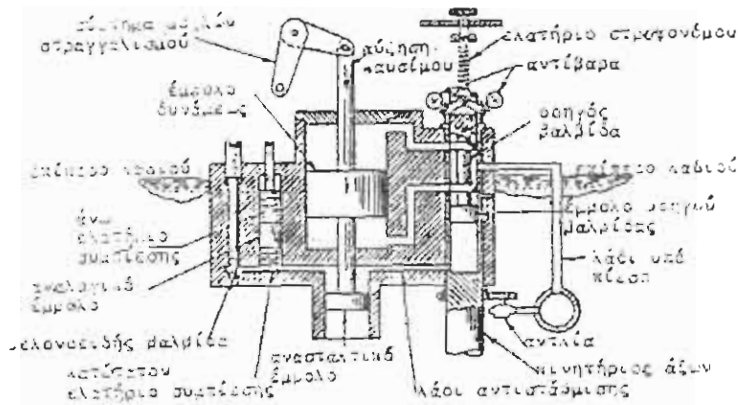
Η σταθερότητα μπορεί επίσης να αποκτηθεί αναγκάζοντας το έμβολο δυνάμεως να ενεργοποιήσει άμεσα την οδηγό βαλβίδα μέσω μιας υδραυλικής σύνδεσης.

Η εικ. 154 δείχνει ένα τέτοιο ρυθμιστή. Η οδηγός βαλβίδα ελέγχει τη ροή του πεπιεσμένου λαδιού για να κινεί το έμβολο δυνάμεως και να αλλάζει τη θέση της ρυθμιστικής δικλείδας της μηχανής με το συνηθισμένο τρόπο. Η οδηγός βαλβίδα, όμως, επανέρχεται στο κέντρο από μια σύνδεση λαδιού με το έμβολο δυνάμεως αντί από μηχανικούς μοχλούς.

Ο ρυθμιστής λειτουργεί κάπως έτσι: Όταν το φορτίο της μηχανής μειώνεται, η ταχύτητα της μηχανής και το ρυθμιστή αυξάνει. Τα αντίβαρα κινούνται προς τα έξω και τραβούν την οδηγό βαλβίδα προς τα κάτω, αφήνοντας ακάλυπτες τις θυρίδες ελέγχου να εισάγουν το πεπιεσμένο λάδι στο κάτω μέρος του εμβόλου δυνάμεως. Το έμβολο κινείται προς τα για να μειώσει τη ροή καυσίμου.

Καθώς το έμβολο δυνάμεως κινείται προς τα πάνω, το έμβολο αντιστάθμισης μετατοπίζει το λάδι αντιστάθμισης προς τα πάνω στη θέση της ελάχιστης αντίστασης, που βρίσκεται το αναλογικό έμβολο. Αυτό κινείται προς τα πάνω προς το από πάνω του ελατήριο, συμπιέζοντάς το με μια δύναμη ίση με την πιο κάτω δύναμη που υπάρχει στην οδηγό βαλβίδα. Η παραπέρα κίνηση του εμβόλου αντιστάθμισης σπρώχνει την οδηγό βαλβίδα πίσω στο

κέντρο, σταματώντας την κίνηση του εμβόλου δυνάμεως στη θέση που το καύσιμο μειώνεται.



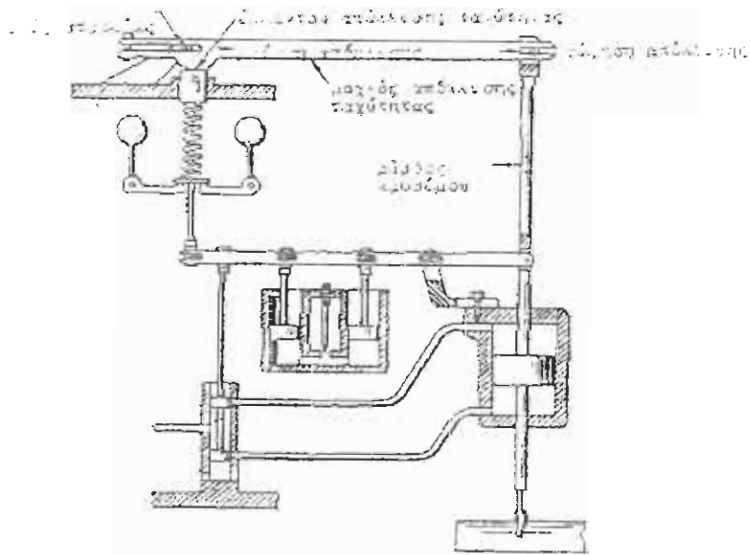
Εικόνα 154. Ισόχρονος ρυθμιστής ελέγχει την αποκλιση ταχύτητας, με μια σύνδεση λαδιού ανάμεσα στο έμβολο δύναμης και στο έμβολο της οδηγού βαλβίδας.

Το αναλογικό έμβολο, που βρίσκεται ακόμα πάνω από το κέντρο σπρώχνεται πίσω στο κέντρο από το ελατήριο που βρίσκεται από πάνω του με ένα σταδιακό ρυθμό, που καθορίζεται από τον ρυθμό με τον οποίο το λάδι διαρρέει μέσω της βελονοειδούς βαλβίδας. Το άνοιγμα αυτής της βαλβίδας προσαρμόζεται ώστε η οδηγός βαλβίδα να διατηρείται στο κέντρο από την πίεση του λαδιού αντισταθμίσεως μέχρι να ανταποκριθεί η μηχανή στο μειωμένο ρυθμό καυσίμου και να επιστρέψει στην αρχική της ταχύτητα. Μόλις τελειώνει η περίοδος αντισταθμίσεως, η μηχανή και ο ρυθμιστής λειτουργούν στην αρχική ταχύτητα και η οδηγός βαλβίδα όπως και το αναλογικό έμβολο επανέρχονται στο κέντρο. Το έμβολο δύναμης, όμως, βρίσκεται σε μια νέα θέση, που παρέχει το ποσό του λαδιού για το επικρατούν φορτίο.

**Εφαρμογές ρυθμιστή.**

Οι βασικοί ρυθμιστές που περιγράφηκαν μετατρέπονται ή εφοδιάζονται συχνά με βοηθητικές συσκευές για να εξυπηρετήσουν ειδικές ανάγκες.

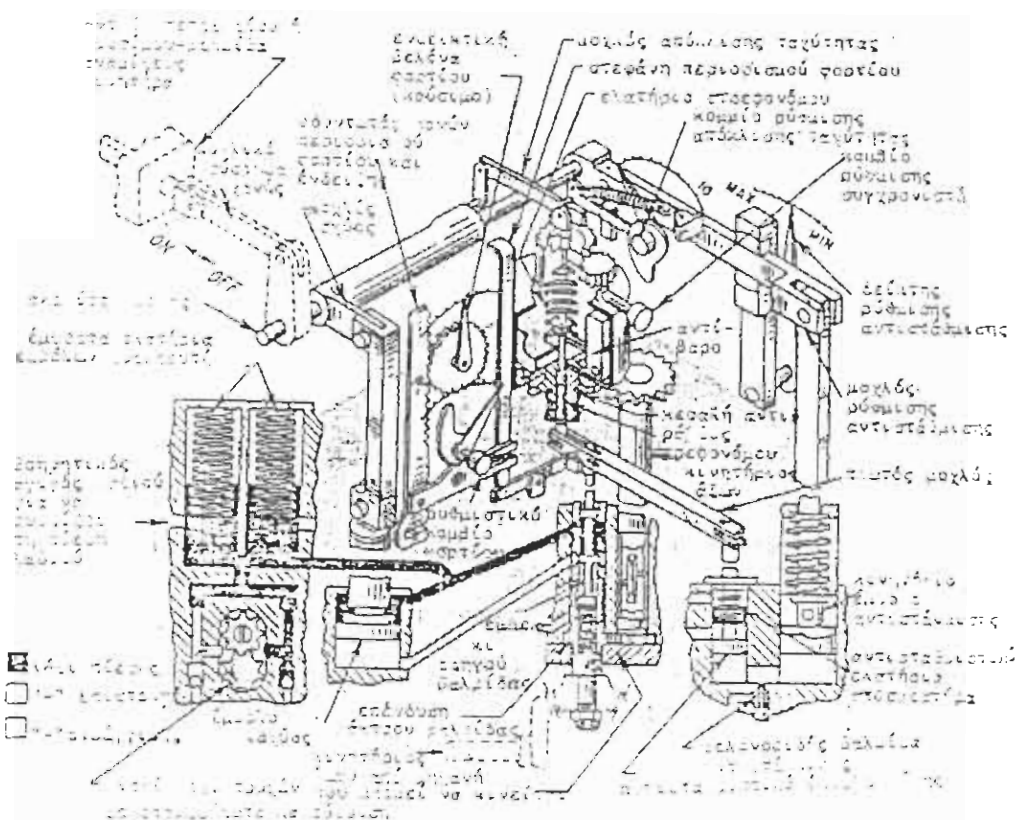
Πολλά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνουν πολλές μονάδες παραγωγής εναλλασσόμενο ρεύματος (A.C.). Κάθε μονάδα πρέπει να πάρει ένα μέρος του φορτίου ενώ το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διατηρεί μια σταθερή συχνότητα. Αυτό απαιτεί τη χρήση ενός ισόχρονου ρυθμιστή εφοδιασμένου με ένα μηχανισμό που να παρέχει ρυθμιζόμενη μόνιμη απόκλιση ταχύτητας. Μονάδες σαν και αυτή προσλαμβάνουν μηχανισμούς και προσωρινής και μόνιμης απόκλισης ταχύτητας. Η προσωρινή απόκλιση ταχύτητας είναι πάντοτε αποτελεσματική, ώστε προλαμβάνει την ανίχνευση. Ο μόνιμος απόκλισης ταχύτητας μηχανισμός μπορεί να ρυθμισθεί όπως απαιτείται, από μηδέν απόκλιση (ισόχρονος) σε περίπου 5% απόκλιση σε σταθερή ταχύτητα.



Εικόνα 135 Μηχάνισμος απόκλισης ταχύτητας, που ενεργεί πάνω στα ελατήρια στροφών, για να παρέχει σταθερή απόκλιση ταχύτητας, η οποία μπορεί να ρυθμιστεί από τον χειριστή

Η εικ. 155 δείχνει πώς η ρυθμιζόμενη μόνιμη απόκλιση ταχύτητας προστίθεται στον ισόχρονο ρυθμιστή που περιγράφηκε προηγουμένως. Ο μοχλός απόκλισης ταχύτητας εισάγει μόνιμη απόκλιση μεταβάλλοντας τη δύναμη του ελατηρίου στροφονόμου.

Για να προσαρμόσουμε την απόκλιση, ο μοχλός απόκλισης ταχύτητας μετακινείται στην άκρη δεξιά, μια δοσμένη κίνηση της ράβδου καυσίμου προκαλεί μια μεγαλύτερη κίνηση στο έκκεντρο απόκλισης ταχύτητας και μια μεγαλύτερη αλλαγή στη δύναμη του ελατηρίου. Η μετατόπιση του μοχλού στα αριστερά κάνει το έκκεντρο να έχει λιγότερη επίδραση πάνω στο ελατήριο, η απόκλιση ταχύτητας μειώνεται.



Εικόνα 156 Σχηματικό διάγραμμα του ισόχρονου ρυθμιστή που δείχνει τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στη κατασκευή του. Κομβία λανία στο εξωτερικό του τμήμα επιτρέπει εύκολη ρύθμιση



μήκος του μοχλού αποκλίσεως ταχύτητας ρυθμίζεται από ένα εξωτερικό κομβίο, που επιτρέπει στη μόνιμη απόκλιση ταχύτητας να μεταβάλλεται ενώ η μηχανή λειτουργεί.

Ο πλωτός μοχλός αλλάζει τη θέση της οδηγού βαλβίδας που σχετίζεται με τη ράβδο στροφονόμου, εισάγοντας την προσωρινή απόκλιση ταχύτητας, που κάνει τον ρυθμιστή ισόχρονο αν η μόνιμη απόκλιση ταχύτητας ρυθμίζεται στο μηδέν. Τα έμβολα αντισταθμίσεως και η βελονοειδής βαλβίδα μετακινούν σταδιακά την προσωρινή απόκλιση ταχύτητας.

### **Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας.**

Αυτός είναι ένας ρυθμιστής που ελέγχει την ταχύτητα μηχανής σε διαφορετικές τιμές μεταξύ ελαχίστης και μεγίστης ταχύτητας. Μοιάζει με ένα ρυθμιστή σταθερής ταχύτητας στην ικανότητά του να διατηρεί τη μηχανή σε σταθερή ταχύτητα, διαφέρει στο ότι ένας χειριστής μπορεί να προσαρμόσει το ρυθμιστή ώστε να διατηρεί οποιαδήποτε από τις διάφορες επιθυμητές ταχύτητες.

Η ρύθμιση ταχύτητας επιτυγχάνεται στους περισσότερους ρυθμιστές μεταβαλλόμενης ταχύτητας αλλάζοντας τη δύναμη του ελατηρίου που αντιστέκεται στη φυγόκεντρο δύναμη των αντίβαρων. Αυτό που περιγράφηκε προηγουμένως ήταν η προσαρμογή της δύναμης του ελατηρίου που χρησιμοποιείται για να κάνει μικρότερες αλλαγές στον έλεγχο ταχύτητας ενός ρυθμιστή σταθερής ταχύτητας. Προσαρμοστές ταχύτητας για μονάδες αυτού του τύπου διαπερνούν μια ακτίνα μόνο μιας ολίγης τα εκατό αλλαγής στη ταχύτητα, αλλά η ίδια αρχή χρησιμοποιείται σε πολλούς ρυθμιστές

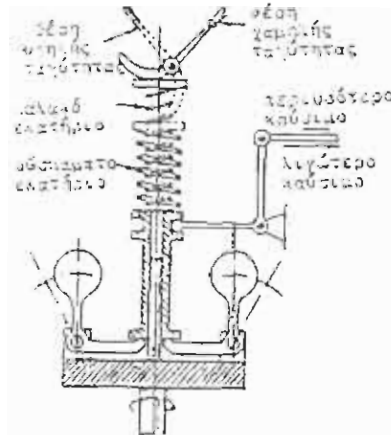
μεταβαλλόμενης ταχύτητας για να επιτρέψουν (προσδώσουν ανοιχτό όριο) τόσο χαμηλά όσο  $1/6$  του κανονικού.

Προκειμένου να ρυθμίσει μια τόσο μεγάλη περιοχή απαιτείται ένα ειδικό ελατήριο σε σχήμα τρομπέτας ή κωνικό, επειδή ένα συνηθισμένο κυλινδρικό ελατήριο δεν δίνει τόσο καλό έλεγχο σε χαμηλή ταχύτητα όσο σε υψηλή ταχύτητα. Σε χαμηλή ταχύτητα, ένα κυλινδρικό ελατήριο, το οποίο είναι αρκετά άκαμπτο (μεγάλη δύναμη ανά ίντσα συμπίεσης) ώστε να προσαρμόσει τη δύναμη των αντίβαρων σε υψηλή ταχύτητα, είναι, τόσο άκαμπτο ώστε να προσαρμόσει την μειωμένη κατά πολύ δύναμη των αντίβαρων στη μειωμένη ταχύτητα μηχανής. Το ελατήριο σε σχήμα τρομπέτας είναι τόσο ανοιχτό ώστε σε ελαφρά φορτία (χαμηλές ταχύτητες), όλες οι σπείρες δραστηριοποιούνται και το ελατήριο είναι σχεδόν μαλακό. Σε υψηλά φορτία (υψηλές ταχύτητες), οι πιο μεγάλες σπείρες αγγίζουν η μια την άλλη και βγαίνουν εκτός λειτουργίας, αφήνοντας τις μικρότερες σπείρες να παρέχουν ένα πιο άκαμπτο ελατήριο.

### **Μηχανικός ρυθμιστής ελαχίστης ταχύτητας.**

Αυτός ελέγχει την ταχύτητα της μηχανής στο «ρελαντί» και στην υψηλή ταχύτητα με δύο διαφορετικά ελατήρια. Ένα είναι άκαμπτο για υψηλές ταχύτητες, το άλλο είναι μαλακό για να δίνει μεγαλύτερη ευαισθησία και λιγότερη απόκλιση ταχύτητας σε χαμηλή ταχύτητα. Τα ελατήρια μπορούν να ρυθμισθούν ώστε να λειτουργούν απλά ή σε συνδυασμό (εικ. 158).





Εικόνα 158 Μηχανικός ρυθμιστής ελαχίστου – μεγίστου, έχει δύο ελατήρια που ενεργούν σε συνδυασμό

Σε αυτή τη μονάδα, ο μοχλός ελέγχου έχει τοποθετηθεί στη θέση που φαίνεται αν είναι επιθυμητή η λειτουργία σε χαμηλή ταχύτητα. Έπειτα μόνο το μαλακό εσωτερικό ελατήριο δρα. Για λειτουργία υψηλής ταχύτητας, ο μοχλός ωθείται προς τα αριστερά θέτοντας σε λειτουργία και τα δύο ελατήρια.

### Ρυθμιστές υπερτάχυνσης.

Αυτός είναι μια συσκευή ασφαλείας μόνο. Προστατεύει τη μηχανή από ζημιά που μπορεί να προκληθεί με την υπερτάχυνση από οποιαδήποτε αιτία. Όταν η μηχανή έχει ένα ρυθμιστή κανονικής ταχύτητας, ο ρυθμιστής υπερτάχυνσης λειτουργεί μόνο αν η κανονική μονάδα πέφτει.

Εάν ο έλεγχος υπερτάχυνσης απλά επιβραδώνει τη μηχανή, αλλά της επιτρέπει να συνεχίσει να λειτουργεί σε μια ασφαλή ταχύτητα, αυτός είναι ένας ρυθμιστής υπερτάχυνσης. Εάν αυτός θέτει τέρμα στην λειτουργία της μηχανής, αυτός είναι ένας αναστολέας υπερτάχυνσης.

Ρυθμιστές και αναστολές υπερτάχυνσης χρησιμοποιούν την αρχή της αντίστασης στη φυγόκεντρο δύναμη ενός αντίβαρου μέσω ενός ελατηρίου. Το ελατήριο είναι έμφορτο από πριν με μια δύναμη που ισορροπεί τέλεια τη φυγόκεντρο δύναμη των αντίβαρων έως ότου η ταχύτητα μηχανής αυξηθεί πάνω από τη μέγιστη επιθυμητή τιμή. Όταν αυτό συμβεί, η φυγόκεντρος δύναμη υπερνικά τη δύναμη του ελατηρίου και θέτει σε λειτουργία τα χειριστήρια που επιβραδύνουν ή σταματούν τη μηχανή.

Γενικά οι ρυθμιστές υπερτάχυνσης επενεργούν στην παροχή καυσίμου στους κυλίνδρους της μηχανής σαν κανονικές μονάδες, το ίδιο κάνουν πολλοί αναστολές υπερτάχυνσης. Είναι πιθανόν, όμως, μια μηχανή να υπερταχύνει επειδή το καύσιμο εισέρχεται στους κυλίνδρους της μηχανής ανεξάρτητα από το σύστημα έγχυσης καυσίμου. Για παράδειγμα, λάδι ή υγραέριο μπορούν τυχαία να εισαχθούν στην είσοδο αέρος της μηχανής. Μερικές επενέργειες ρυθμιστού υπερτάχυνσης προφυλάσσουν από τέτοια περιστατικά και σταματούν τη μηχανή κριτώντας τη βαλβίδα εκροής ανοιχτή ή κλείνοντας την παροχή καυσίμου.

### **Ρυθμιστής περιορισμού φορτίου.**

Πάρα πολύ καύσιμο μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ζημιά σε μια μηχανή. Ένας ρυθμιστής, είτε ισόχρονος είτε όχι, αντιδρά μόνο σε αλλαγές ταχύτητας. Έτσι, εάν μια μηχανή επιβραδύνει επειδή το φορτίο πλεονάζει, ο ρυθμιστής αυξάνει την παροχή καυσίμου. Προκειμένου να αποφευχθεί παροχή υπερβολικού φορτίου κάτω από αυτές τις συνθήκες, οι περισσότερες μηχανές έχουν ένα σταθερό δακτύλιο ή ένα σύστημα αναχαιτίσεως πάνω στον άξονα ελέγχου καυσίμου για να περιορίσει το μέγιστο ποσό παροχής καυσίμου.

ακόμη και αν ο ρυθμιστής απαιτεί περισσότερο. Αυτό ονομάζεται σύστημα αναχαιτίσεως περιορισμού φορτίου.

Όμως τα συστήματα αναχαιτίσεως περιορισμού φορτίου έχουν τα μειονεκτήματά τους. Αν ένα πάρα πολύ βαρύ φορτίο εφαρμόζεται σε μια μηχανή και έχει ως αποτέλεσμα να φτάσει η παροχή καυσίμου στο όριο, η ταχύτητα της μηχανής πέφτει κάτω από τον έλεγχο ταχύτητας. Στη συνέχεια η μηχανή λειτουργεί με ένα σύστημα αναχαιτίσεως σταθερού καυσίμου με τη ρυθμιστική στραγγαλιστική βαλβίδα σαν να μην είχε ρυθμιστή. Επίσης, όταν λειτουργεί με μειωμένη ταχύτητα εξαιτίας της υπερφόρτωσης, η μηχανή δεν μπορεί να αναπτύξει τόση πολύ ισχύ όση με ανώτατη ταχύτητα, επειδή η ισχύς είναι ανάλογη της ταχύτητας. Έτσι, όταν ακριβώς απαιτείται η μέγιστη ισχύς, η αναπτυσσόμενη ισχύς πέφτει.

Οι ρυθμιστές περιορισμού φορτίου εμποδίζουν μια απώλεια ταχύτητας της μηχανής εξαιτίας του βαρέως φορτίου περιορίζοντας το φορτίο στην ασφαλή απόδοση της μηχανής. Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλες τις δουλειές, επειδή δεν είναι πάντοτε εφικτό να περιορισθεί το φορτίο. Μια σπουδαία όμως εφαρμογή βρίσκεται στους νηζελοηλεκτρικούς κινητήρες. Σε αυτή τη περίπτωση η συσκευή ορίου φορτίου αποτελεί προσάρτηση στον ρυθμιστή. Όταν ο ακραίος άξονας του ρυθμιστή φτάνει στη μέγιστη ασφαλή θέση καυσίμου, αυτή η συσκευή θέτει σε λειτουργία ένα ηλεκτρικό χειριστήριο που μειώνει το παραγόμενο έργο γεννήτριας. Η μηχανή λειτουργεί με ανώτατη ταχύτητα, αναπτύσσοντας την ανώτερη ασφαλή ισχύ της.

### **Ρυθμιστής κανονισμού πίεσεως.**

Αυτός ο ρυθμιστής είναι για κινητήριες αντλίες μηχανών των οποίων η εκφόρτιση πίεσεως πρέπει να διατηρείται σταθερή όπως σε μια εξυπηρέτηση αγωγού. Ο συνηθισμένος ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας μπορεί να αναχθεί σε αυτή την χρήση με την πρόσθεση μιας συσκευής που ποικίλλει τη ρύθμιση ταχύτητας σύμφωνα με τη πίεση αντλήσεως.

Η πίεση αντλήσεως επενεργεί σε ένα έμβολο ή διάφραγμα, που ισορροπείται από ένα ελατήριο και συνδέεται με ένα ρυθμιστή προσαρμογής ταχύτητας. Εάν η πίεση πέσει κάτω από την επιθυμητή τιμή η κίνηση του διαφράγματος μετακινεί τον προσαρμοστή ταχύτητας για να αυξήσει τη ρύθμιση ταχύτητας. (Μερικά σχέδια έχουν ένα σερβοκινητήρα για περισσότερη ισχύ και ευαισθησία). Η μηχανή λειτουργεί γρηγορότερα στην αυξανόμενη ρύθμιση ταχύτητας και η πίεση αντλίας επιστρέφει στο κανονικό. Το αντίθετο συμβαίνει όταν αυξάνει η πίεση της αντλίας.

### **Χρήση ρυθμιστή.**

Οι ρυθμιστές σταθερής ταχύτητας είναι για μηχανές που πρέπει να διατηρήσουν σταθερή ταχύτητα κατά την παροχή ενός μεταβαλλόμενου φορτίου. Όλοι οι μηχανικοί ρυθμιστές έχουν απόκλιση ταχύτητας και δεν μπορούν να διατηρήσουν ακριβώς την ίδια ταχύτητας μηχανής με διαφορετικά φορτία. Αλλά η ρύθμιση ταχύτητας με αυτόν τον τύπο είναι αρκετά αυστηρή 3 με 8%. Αυτό είναι αρκετά περιορισμένο για πολλές υπηρεσίες, όπως οι κινητήριου άξονες μιας σειράς μηχανημάτων τμήματος εργοστάσιο ή

γεννήτριες παροχής φορτίων που επιτρέπουν κάποια ποικιλία σε τάση και συχνότητα.

Οι ρυθμιστές για τις κινητήριες γεννήτριες μηχανών έχουν πάντα ακριβείς προσαρμοστές ταχύτητας για να (1) προσαρμόζουν την ταχύτητα μηχανής ώστε να συμφωνεί με τη σημειούμενη ταχύτητα της γεννήτριας, (2) να συγχρονίσουν μια Α.Σ. γεννήτρια με μια άλλη, (3) να ρυθμίσουν την ηλεκτρική παραγωγή των μηχανών που λειτουργούν παράλληλα.

Όταν οι μηχανές συνδέονται μέσα από Α.Σ. γεννήτριες, ο προσαρμοστής ταχύτητας είναι στη πραγματικότητα ένας προσαρμοστής φορτίου, επειδή μπορεί να προσαρμόσει το φορτίο στη μηχανή χωρίς να αλλάξει ουσιαστικά την ταχύτητά της.

Η αιτία για αυτό είναι ότι οι ηλεκτρικές δυνάμεις των Α.Σ. γεννητριών αναγκάζουν όλες τις συνδεδεμένες μηχανές να κρυσταλλώνονται μέσα στο μέτρο και την αλλαγή ταχύτητας ομόφωνα.

Όταν ο προσαρμοστής ταχύτητας μιας μηχανής στρέφεται προς μια υψηλότερη ταχύτητα, αυξάνει η παροχή καυσίμου. Εάν η μηχανή λειτουργούσε από μόνη της, αυτό θα αύξανε την ταχύτητα της. Αλλά εφ' όσον η μηχανή είναι ηλεκτρικά συνηρμοσμένη με τις άλλες, η ταχύτητά της ελαφρώς μόνο αυξάνει. Η μηχανή προσπαθεί να ξεκινήσει, η αυξημένη της στρεπτική ροπή που προορεύεται της γωνίας φάσεως της γεννήτριας, αυξάνοντας την ηλεκτρική παραγωγή.

Οι υδραυλικοί ρυθμιστές προτιμούνται περισσότερο για κινητήριες γεννήτριες μηχανών επειδή ο έλεγχος της συχνότητας είναι πιο σταθερός και ακριβής, η ρύθμιση της τάσης πιο περιορισμένη και υπάρχει καλύτερη διανομή φορτίου. Ο τελευταίος παράγοντας εξαρτάται από την απόκλιση ταχύτητας των ρυθμιστών.

Η απόκλιση ταχύτητας καθορίζει το πώς ένα κοινό φορτίο διαιρείται ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες μηχανές όταν το φορτίο αλλάζει. Ένα κοινό φορτίο είτε συνδεδεμένο μηχανικά είτε ηλεκτρικά, αναγκάζει τις μηχανές να λειτουργούν στις ίδιες σχετικές ταχύτητες.

Εάν υποθέσουμε ότι δύο μηχανές έχοντας ταχύτητες 800 και 1200 RPM υπολογισμένου πλήρους φορτίου λειτουργούν με πλήρες φορτίο, κινώντας 60 CPS A.C. γεννήτριες παράλληλες. Εάν το φορτίο πέσει και αυξάνονται οι στροφές της μηχανής, ώστε να ανέβει η συχνότητα 5% σε 63 CPS, και οι δύο μηχανές επιταχύνουν 5%. Η πρώτη μηχανή θα λειτουργεί με 840 RPM, και η δεύτερη με 1260 RPM.

Εάν και οι δύο μηχανές έχουν την ίδια ρύθμιση στροφών επειδή και οι δύο ρυθμιστές έχουν την ίδια απόκλιση ταχύτητας, ως πούμε 10% από πλήρες σε μηδέν φορτίο, και οι δύο μηχανές ρυθμίζουν τα συστήματά τους για τον έλεγχο καυσίμου για μισό φορτίο επειδή λειτουργούν με 5% υπερτάχυνση. Κάθε μηχανή εξακολουθεί να μεταφέρει το κανονικό της μερίδιο από το κοινό φορτίο.

Αλλά εάν οι ρυθμιστές έχουν διαφορετικές αποκλίσεις ταχύτητας, ως πούμε 5% για τη μια μηχανή και 10% για την άλλη, το φορτίο δεν θα μοιραστεί εξίσου.

Για παράδειγμα, εάν μια μείωση φορτίου επιταχύνει και τις δύο μηχανές 5% όπως πριν, ο ρυθμιστής της πρώτης μηχανής σταματά όλα τα καύσιμά της έτσι ώστε να μην παρέχεται καθόλου ισχύ ενώ η δεύτερη μηχανή θα αναπτύξει τη μισή ισχύ. Οι ρυθμιστές μηχανών που συνδέονται μαζί πρέπει να έχουν ίσες αποκλίσεις ταχύτητας εάν η καθεμιά πρόκειται αυτομάτως να πάρει το σωστό της μερίδιο από το μεταβλητό κοινό φορτίο.

Οι κοινοί μηχανικοί ρυθμιστές έχουν σταθερές και αρκετά μεγάλες αποκλίσεις ταχύτητας. Έτσι, εάν δύο ή περισσότερες μηχανές έχουν διαφορετικές κατασκευές μηχανικών ρυθμιστών, οι αποκλίσεις ταχυτήτων τους πιθανόν θα διαφέρουν αρκετά. Εάν οι μηχανές συνδέονται με ένα κοινό φορτίο, η κάθε μια δεν θα πάρει το κανονικό της μερίδιο όταν το φορτίο μεταβάλλεται.

Μη ισόχρονοι υδραυλικοί ρυθμιστές έχουν ενυπάρχουσα σταθερή απόκλιση ταχύτητας, που είναι γενικά προσαρμόσιμη. Τέτοιοι ρυθμιστές όταν προσαρμόζονται σε συνδεδεμένες μηχανές, μπορούν να ρυθμίσουν για ίση απόκλιση ώστε να δώσουν σωστή διανομή φορτίου. Αυτό γενικά απαιτεί μια απόκλιση ταχύτητας 2 ή 3%. Εφ' όσον η απόκλιση ταχύτητας είναι πάντοτε παρούσα σε τέτοιους ρυθμιστές, δεν θα κρατούν σταθερή συχνότητα σε Α.Σ. συγκροτήματα παραγωγής ισχύος. Συνεπώς, τα ηλεκτρικά ρολόγια δεν θα κρατούν ακριβή χρόνο αν ένας μηχανικός ρολογιών ή μια αυτόματη συσκευή δεν διορθώνει συχνά όλους τους ρυθμιστές ταχύτητας μηχανής.

Ισόχρονοι υδραυλικοί ρυθμιστές χωρίς απόκλιση ταχύτητας δουλεύουν σωστά σε μηχανές που λειτουργούν χωριστά. Αλλά είναι ακατάλληλοι για συνδεδεμένες μηχανές επειδή η απουσία της απόκλισης ταχύτητας αποτρέπει την κανονική διανομή φορτίου.

Έτσι, ισόχρονοι ρυθμιστές με προσάρτηση ρυθμιζόμενης απόκλισης ταχύτητας βρίσκουν ευρεία εφαρμογή σε πολλαπλή μονάδα εργοστασίου παραγωγής ισχύος Α.Σ. Επειδή η προσωρινή τους απόκλιση ταχύτητας τους δίνει σταθερότητα, η σταθερή απόκλιση ταχύτητας μπορεί να γίνει αρκετά μικρή κι όμως δίνει καλή διανομή φορτίου.

Επίσης τέτοιοι ρυθμιστές επιτρέπουν παράλληλη λειτουργία σε σταθερή

συχνότητα. Ο ρυθμιστής μιας μηχανής ρυθμίζεται για μηδέν απόκλιση ταχύτητας (ισόχρονος), και όλοι οι άλλοι ρυθμιστές έχουν ίση απόκλιση ταχύτητας από το ικανοποιητικό ποσό για να εξασφαλίσουν σωστή διανομή φορτίου. Οι αλλαγές φορτίου γίνονται αυτομάτως από τη μηχανή με τον ισόχρονο ρυθμιστή, που λειτουργεί σε σταθερή ταχύτητα. Αυτό αναγκάζει άλλες μηχανές να διατηρήσουν τις ίδιες ταχύτητές τους, και έτσι η ηλεκτρική συχνότητα της εγκατάστασης μένει σταθερή. Σε αυτή τη διεύθεση, οι μηχανές με απόκλιση ταχύτητας παρέχον σταθερή έξοδο. Επομένως, η μηχανή με τον ισόχρονο ρυθμιστή πρέπει να έχει αρκετή χωρητικότητα για να πάρει όλες τις αλλαγές φορτίου.

Οι ρυθμιστές μεταβλητής ταχύτητας χρησιμοποιούνται όπου ο ρυθμιστής πρέπει να είναι ικανός να αλλάξει την ταχύτητα μηχανής που βρίσκεται σε λειτουργία. Η έξοδος των αντλιών και συμπιεστών μεταβάλλεται ικανοποιητικά από την διακύμανση της ταχύτητας. Οι ρυθμιστές αυτού του τύπου δεν κάνουν εύκολες μόνο τις αλλαγές ταχύτητας, διατηρούν επίσης τη μηχανή κάτω από τον έλεγχο του ρυθμιστή στην ταχύτητα που ο χειριστής επιλέγει.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΩΝ.

#### Γενικά.

Οι εργασίες οι οποίες απαιτούν τη χρήση Μ.Ε.Κ στη γεωργία είναι διαφορετικές μεταξύ τους, όπως επίσης και ο χρόνος που χρειάζεται για να εκτελεσθούν. Ακόμη και οι συνθήκες εργασίας (εδαφικές, τοπογραφικές και καιρικές), είναι διαφορετικές και μέσα στην ίδια την περιοχή. Οι συνθήκες αυτές, σε συνδυασμό με την απόδοση του κινητήρα, το κόστος λειτουργίας, τις ανάγκες και την αγοραστική δύναμη των αγροτών, οδήγησαν στην ανάπτυξη νέων ιδεών, ως προς τον σχεδιασμό και την κατασκευή του σύγχρονου κινητήρα.

Στις σύγχρονες κατασκευές η προσπάθεια επικεντρώνεται:

1. Στην ελάττωση του βάρους/ίππων, ώστε οι μηχανές να πιάνουν λιγότερο χώρο και νάφήνουν περισσότερο για χρήση. Τούτο σημαίνει πυραπέρα και μικρότερο κόστος μηχανής.
2. Αύξηση της ιπποδύναμης/κύλινδρο, προς κάλυψη των αναγκών, με παράλληλη μεταλλουργική βελτίωση, ώστε ν'ανταποκρίνεται στις μεγάλες καταπονήσεις λόγω πιέσεων και θερμικρασιών.

3. Βελτίωση στην κατανάλωση ανά ίππο και ώρα, που σημαίνει αύξηση της απόδοσης της μηχανής μέχρι και 50 με:

- α) Βελτιωμένα συστήματα σάρωσης, υπερπλήρωσης
- β) Βελτιωμένα συστήματα έγχυσης.

**Σύγχρονη τεχνολογία στους κινητήρες (αυτοματισμός – κινητήρας του αύριο).**

Οι ρυθμοί τεχνολογικής εξέλιξης στους κινητήρες πρέπει να είναι πολύ υψηλοί στο άμεσο μέλλον για να ικανοποιηθούν οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για:

- μεγαλύτερη αξιοπιστία
- λιγότερη μόλυνση του περιβάλλοντος
- μεγαλύτερη οικονομία καυσίμων.

Κάτι τέτοιο δεν μπορεί να συμβεί χωρίς την αυξημένη χρησιμοποίηση ηλεκτρικών διατάξεων.

**Συστήματα ανάφλεξης ελεγχόμενα από κομπιούτερ.**

Ένα τέτοιο σύστημα δεν έχει μηχανικό φυγοκεντρικό ρυθμιστή ή μηχανισμό υποπίεσης για τη ρύθμιση του “αβάνς”. Ένα “κομπιούτερ” ρυθμίζει συνεχώς την προπορεία (αβάνς) για κάθε ανάφλεξη του μίγματος



**Σύγχρονες βελτιώσεις στην έγχυση.**

Η αύξηση της τιμής του πετρελαίου εξανάγκασε σε έρευνα για την ελάττωση της ειδικής καταναλώσεως σε συνδυασμό με την μείωση των απωλειών στο σύστημα ψύξης και των καυσαερίων ( μείζον περιβαλλοντολογικό πρόβλημα. Ας μην υπολογίσουμε ότι οι συγκεντρώσεις του  $\text{CO}_2$  δεν εξαρτώνται από το τόπο και τον χρόνο που δημιουργούνται ).

Αυτό οδήγησε σε αυτόματη ρύθμιση της προπορείας εγχύσεως. Η ελάττωση της ειδικής κατανάλωσης απαιτεί:

α) Την οικονομική παραλαβή της ιπποδυνάμεως. Τούτο επιτυγχάνεται με την καλή διάσπαση, διείσδυση και διασπορά του πετρελαίου, ως και με την καλή εκμετάλλευση του αέρα του κυλίνδρου, με συνέπεια όλων αυτών την τέλεια καύση. Πέρα όμως από αυτό θα πρέπει να πάρουμε στον άξονα το μέγιστο δυνατό της ιπποδυνάμεως, και τούτο έχει σχέση με τη ρύθμιση της εγχύσεως, η οποία πρέπει να εξασφαλίζει τη μέγιστη πίεση καυσίμου  $10-15^\circ$  μετά το ΑΝΣ. Έτσι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να συνδυάζονται όλα τα στοιχεία που έχουν σχέση με την προσπάθεια αυτή, όπως είναι οι στροφές της μηχανής, το ευανάφλεκτο ή μη του πετρελαίου κλπ.

β) Την ομαλή και αθόρυβη λειτουργία της μηχανής. Αυτή εξαρτάται από το πόσο ανεβαίνει η πίεση στον κύλινδρο, κατά την καύση, σε συνάρτηση με τη γωνία στροφάλου, και έχει σχέση με τα χαρακτηριστικά της μηχανής και του καυσίμου, ως π.χ. τη διανομή της ποσότητας του καυσίμου σε κάθε μοίρα στροφής, η οποία πρέπει να ρυθμίζεται με μεγάλη ακρίβεια. Δηλαδή, διατήρηση της  $P_{\text{εγχ}}$  σταθερής (μη μεταβλητής με τη γωνία του στροφάλου) και με το φορτίο, (μικρότερο φορτίο, μικρότερη  $P_{\text{εγχ}}$  αλλά, σταθερή με τη γωνία του στροφάλου). Έτσι και η κόπωση των εξαρτημάτων διατηρείται

ομοιόμορφη στην ορισμένη ισχύ και βελτιώνονται οι θερμοκρασίες εξαγωγής των αερίων και μικραίνει η ειδική κατανάλωση.

Τα παραπάνω οδήγησαν σε δύο συστήματα:

- 1). Της ηλεκτρονικής έγχυσης από την εταιρία MAN.
- 2). Του συστήματος V.I.T (VARIABLE INJECTION TIMING)

### **1). Ηλεκτρονική έγχυση (Η.Ε.).**

Στην ανάπτυξη του συστήματος συντέλεσε η πτωχή δυνατότητα που έχει το συμβατικό σύστημα έγχυσης στην έναρξη, διάρκεια και πίεση εγχύσεως. Η Η.Ε. επιτυγχάνει καλύτερη προσαρμογή:

- στις διάφορες συνθήκες εργασίας ( εδαφικές, τοπογραφικές και καιρικές )
- στο φορτίο. Προσαρμογή στη γρήγορη μεταβολή ισχύος - στροφών
- στη δυνατότητα λειτουργίας σε πολύ χαμηλές στροφές 1/4 - 1/6 του μέγιστου.

Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι τα πλεονεκτήματα που αναφέρονται στο (β) παραπάνω, σε μεγάλο διάστημα στροφών.

Το σύστημα Η.Ε. αποτελείται από:

- α. Την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου
- β. Την μονάδα πίεσης, δηλ. της αντλίας υψηλής πίεσης, το συλλέκτη πίεσης (ACCUMULATOR) 9 με τις απαιτούμενες βαλβίδες ελέγχου πίεσης και ασφαλιστικές.
- γ. Τον εγχυτήρα ηλεκτρουδραυλικού ελέγχου (5,6).

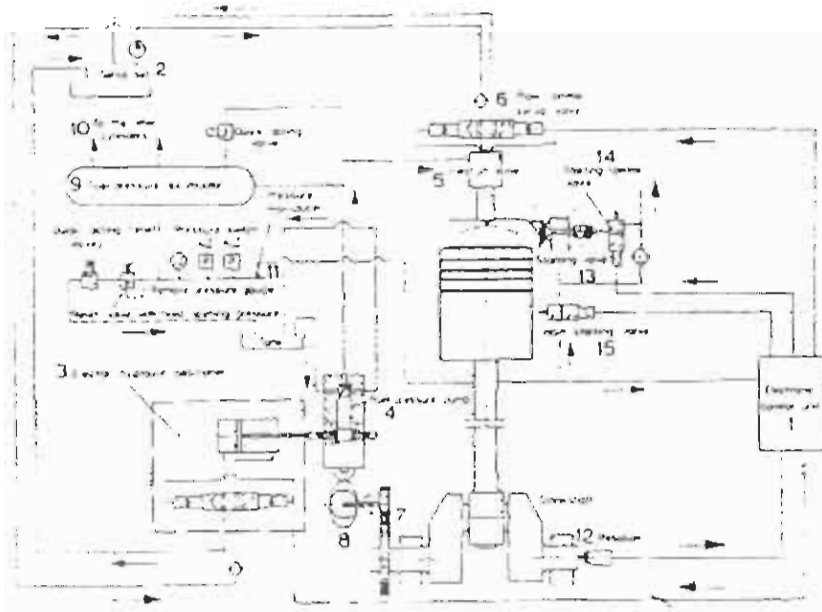
δ. Το υπηρετικό δίκτυο με τις σχετικές βαλβίδες (SERVO).

**α. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.**

Χρειάζεται:

- Για τη ρύθμιση της εγχεόμενης ποσότητας πετρελαίου.
- Για έλεγχο της  $P_{εγγ.}$ , ώστε σ' όλα τα φορτία να είναι άριστη.

Αποτελείται από έναν μικροεπεξεργαστή που επεξεργάζεται και ελέγχει, τη διαδοχή των εισερχόμενων σημάτων, επιθυμητών και ονομαστικών στροφών, τη γωνία στροφάλου και την πραγματική θέση του κανόνα της αντλίας έγχυσης, ελέγχει τη λειτουργία του ρυθμιστή, και παράγει τα εξερχόμενα σήματα για την λειτουργία των υπηρετικών βαλβίδων έγχυσης, και δίνει διάφορες παρουσιάσεις με εικόνες (DISPLAYS).



Εικόνα 078 Συστήμα ηλεκτρονικής έγχυσης

Για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις προστίθενται ορισμένες τυπωμένες μονάδες (MCDULS), με τις οποίες αυτόματα, χωρίς αλλαγή του βασικού συστήματος, μπορεί να προσαρμόζεται η έγχυση προς τις συνθήκες του περιβάλλοντος και στην ποιότητα του πετρελαίου (ιξώδες).

Στο πρόγραμμα της Η.Μ. αποθηκεύονται χαρακτηριστικές καμπύλες που έχουν προσδιοριστεί με δοκιμές για όλη τη λειτουργία για ένα αριθμό συνθηκών λειτουργίας και για τη σειρά καύσεως, ώστε πέρα από τη σειρά διαδοχής να γίνεται σύγκριση των τιμών με βάση το εναποθηκευμένο πρόγραμμα, ως και τέλειος έλεγχος.

**Έλεγχος πετρελαίου.** Πριν από κάθε διαδικασία έγχυσης, ο μηχανισμός ελέγχου διαδοχής επιλέγει τον κατάλληλο κύλινδρο και την κατάλληλη στιγμή για την ενεργοποίηση του εγχυτήρα, ανάλογα με την γωνία του στροφάλου και τη σειρά καύσεως. Η διάρκεια και το σημείο έναρξης της έγχυσης υπολογίζονται από πριν.

**Πίεση έγχυσης.** Η επιθυμητή πίεση έγχυσης υπολογίζεται από τις επιθυμητές στροφές, ανάλογα με τα αποθηκευμένα στην Η.Μ. χαρακτηριστικά “επιθυμητή πίεση σε συνάρτηση των επιθυμητών στροφών”, τα οποία έχουν προσδιοριστεί με προηγούμενες μετρήσεις με βάση την οικονομική λειτουργία, τις χαμηλές θερμοκρασίες και τα χαμηλά μηχανικά και θερμικά φορτία. Οι πραγματικές τιμές της πίεσης του πετρελαίου (διαμέσου του μορφοτροπέα 2), και οι επιθυμητές τιμές πίεσης πετρελαίου, μεταδίδονται στην Η.Μ., η οποία αναλαμβάνει διορθωτική ενέργεια στην αντλία εγχύσεως διαμέσου του POSITIONER 3, οπότε επιτυγχάνεται η καταλληλότερη  $P_{εγγ}$  σε κάθε συνθήκη λειτουργίας, ο μηχανισμός RESOLVER

12 προσδιορίζει τη θέση του στροφαλοφόρου, τόσο κατά τη λειτουργία της μηχανής, όσο και κατά τη στάση της.

Σε προγράμματα του Ηλ/νικού Υπολογιστού, τα χαρακτηριστικά και οι καμπύλες απόδοσης, είναι τυπωμένα σε ανεξίτηλες μνήμες, ακόμη και σε περίπτωση διακοπής του ηλ. ρεύματος. Για ασφαλή λειτουργία του κινητήρα δίνονται από την εταιρεία δύο πλήρεις ηλεκτρονικές μονάδες, ώστε η μια να τοποθετεί σε περίπτωση βλάβης, και η άλλη ως ανταλλακτικό. Οι βλαμμένες Η.Μ. στέλνονται για επισκευή.

### **β.γ. Ηλεκτρουδραυλικό σύστημα έγχυσης.**

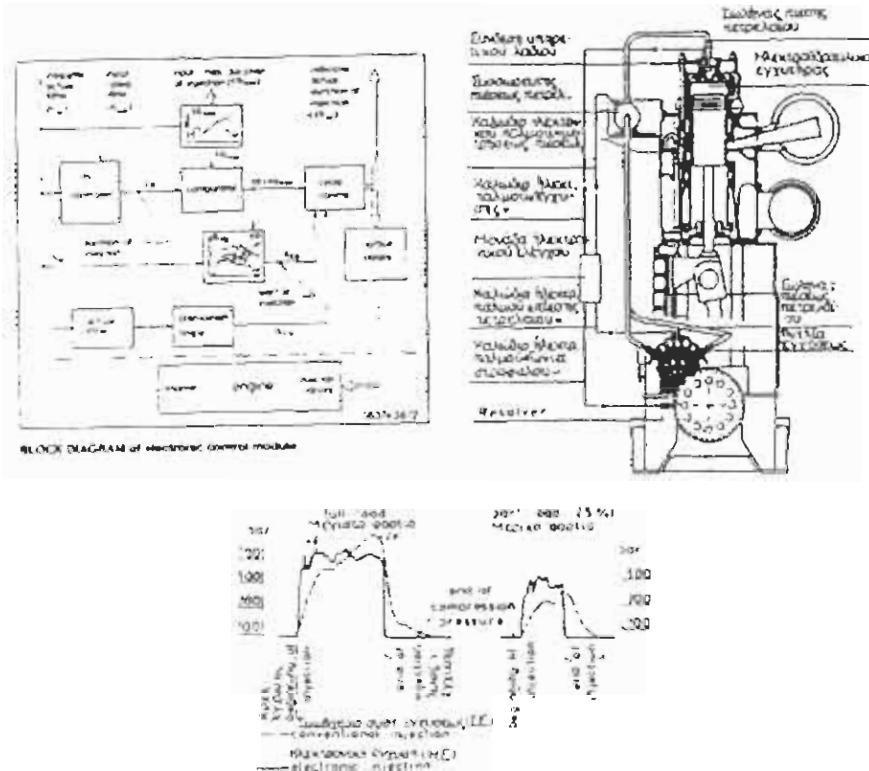
Αποτελείται βασικά από δύο κυκλώματα.

1). Κύκλωμα υπηρετικού ελαίου, εικ. 179. Η πίεση λειτουργίας εξασφαλίζεται από δύο αντλίες (2) (μια σε λειτουργία και η άλλη STAND-BY που λειτουργεί αυτόματα σε περίπτωση βλάβης της πρώτης). Γι'αυτό τηλεπαρακολουθούνται, η ελάχιστη στάθμη λαδιού, η θερμοκρασία και η μικρότερη πίεσή του, η τελευταία μάλιστα με σήμα συναγερμού. Το δίκτυο αυτό εξυπηρετεί έναν ηλεκτρουδραυλικό POSITIONER 3, που ρυθμίζει τη θέση του οδοντωτού κανόνα παροχής πετρελαίου της αντλίας πίεσεως (4), ως και τον εγχυτήρα (5), του οποίου ανυψώνει τη βελονοειδή βαλβίδα διαμέσου της υπηρετικής βαλβίδας ελέγχου (SERVO-VALVE) (6), και της αυτόματης βαλβίδας όπως εξηγείται παρακάτω.

2). Κύκλωμα πετρελαίου. Η αντλία πίεσεως (εγχύσεως) που παίρνει αυξημένες στροφές διαμέσου τροχών (U), από τον στροφαλοφόρο, που είναι μια αντλία BOSCH με ελικοτομή, ενεργοποιείται από τον διπλό εκκεντροφόρο (8). Ο διπλός εκκεντροφόρος κάνει δύο καταθλίψεις ανά



αντλία σε κάθε στροφή του στροφαλοφόρου με συνέπεια την ελάττωση του αριθμού των αντλιών.



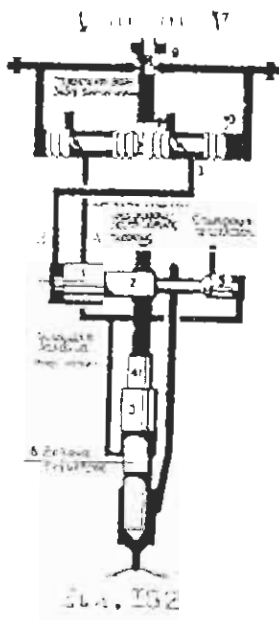
Εικόνα 179 Σύστημα ηλεκτρουδραυλικής εγχύσεως (πάνω αριστερά)

Εικόνα 180 Κύκλωμα υπερπυκτικού ελαίου (πάνω δεξιά)

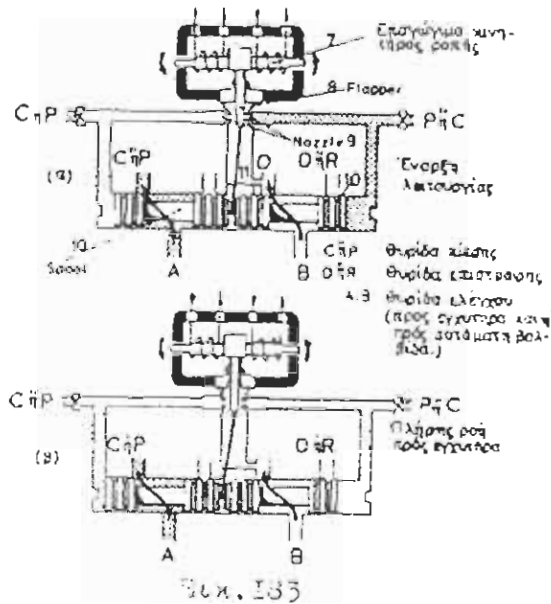
Εικόνα 181 Διάγραμμα ηλεκτρονικής και συμβατικής εγχύσεως (κάτω)

Η κατάθλιψη πετρελαίου έρχεται στον συλλέκτη (9) και διανέμεται δια του (10) προς τους κυλίνδρους. Η πίεση στο συλλέκτη ελέγχεται σε συνάρτηση με το φορτίο, διαμέσου μεταδότη και υδραυλικού ενεργοποιητή (ACTUATOR) των αντλητικών μονάδων. Η έγχυση γίνεται τότε διαμέσου της ηλεκτρουδραυλικά ελεγχόμενης βαλβίδας εγχύσεως που δέχεται από την Η.Μ. τους παλμούς έβαρξης και τέλους της έγχυσης. Ο συλλέκτης (9) με τον όγκο του απορροφάει τους παλμούς πίεσεως των αντλιών και εξασφαλίζει σχεδόν

σταθερή πίεση στο προστόμιο, καθ' όλη τη διάρκεια έγχυσης φαίνεται στην εικ. 181, ενώ στην εστιγμένη συμβατική έγχυση, η μέγιστη  $P_{ετκ}$  επιτυγχάνεται για λίγο, η δε πτώση πίεσεως γίνεται αργότερα με πιθανότητα μετάσταξης. Φυσικά στα μερικά φορτία και στα δύο συστήματα η  $P_{ετκ}$  είναι μικρότερη αλλά πάντοτε σταθερή στην Η.Ε. Τα παραπάνω κυκλώματα ενεργούν στον εγχυτήρα εικ. 182 ως εξής:



Εικόνα 182



Εικόνα 183

Όταν το μπεκ είναι κλειστό η θυρίδα (B) είναι με πίεση και έτσι το έμβολο (1) σπρώχνει την αυτόματη βαλβίδα (2) στην έδρα της και απομονώνει το πετρέλαιο στη βελόνα του προστομίου (6), έρχεται όμως πάνω από το έμβολο ελέγχου (4) και κρατεί το μπεκ κλειστό, γιατί η προς τ'αριστερά κίνηση της αυτόματης βαλβίδας ανοίγει την ανακουφιστική βαλβίδα (5) και το λάδι υπό πίεση της θυρίδας (A), κάνει επιστροφή και πέφτει η πίεση. Τότε δέχεται από την Η.Μ. σήμα (+ ή -) ο κινητήρας ροπής (TORQUE MOTOR) (7) εικ. 182, το επαγωγίμο του οποίου συνδέεται με το πτερύγιο (8), το οποίο και

μετατοπίζει προς τα δεξιά. Έτσι περιορίζεται η ροή λαδιού από το προστόμιο (9) με συνέπεια τη μεταβολή της αντίστασης, την αύξηση πίεσης στα δεξιά του (10) και ώθηση της υπηρετικής βαλβίδας προς τ'αριστερά. Τότε η θυρίδα (B) κάνει επιστροφή, η (A) βρίσκεται υπό πίεση, η οποία πρώτα σπρώχνει την ανακουφιστική βαλβίδα (5) αριστερά και κλείνει την επιστροφή λαδιού, και δεύτερον εξασκεί πίεση λαδιού κάτω από το (3), ανυψώνει τη βελόνα (6) και αρχίζει η έγχυση γιατί με την μετατόπιση της (2) προς τ'αριστερά ελευθερώνεται το πετρέλαιο και παραμονεύει κάτω από τη βελόνα (6).

Κατά την προς τ'αριστερά περιορισμένη διαδρομή της αυτόματης βαλβίδας (όπως φαίνεται στην εικ. 183 από τη θέση "(α) έναρξη λειτουργίας μέχρι (β) έγχυση"), το ελατήριο (11) στερεωμένο στο επαγωγίμο του κινητήρα ροπής (7) και στο περύγιο, εξασκεί δύναμη στο περύγιο μεγαλύτερη της του σωληνοειδούς, με αποτέλεσμα να κινηθεί το περύγιο ελαφρά. Τότε η διαφορική πίεση στο προστόμιο (9) πέφτει και επανέρχεται σε κατάσταση ισορροπίας. Προς τερματισμό της έγχυσης η υπηρετική βαλβίδα ανάλογα με το πρόγραμμα της Η.Μ (ενεργοποιητή), δέχεται σήμα και συνδέει στην πίεση από το Α στο Β, οπότε σπρώχνεται δεξιά η υπηρετική βαλβίδα και η (1) της αυτόματης βαλβίδας, κλείνει το (2) άρα το πετρέλαιο, πέφτει η πίεση κάτω από το (3) και η πίεση στο άνω μέρος του (4) κλείνει τη βελόνα του μπεκ.

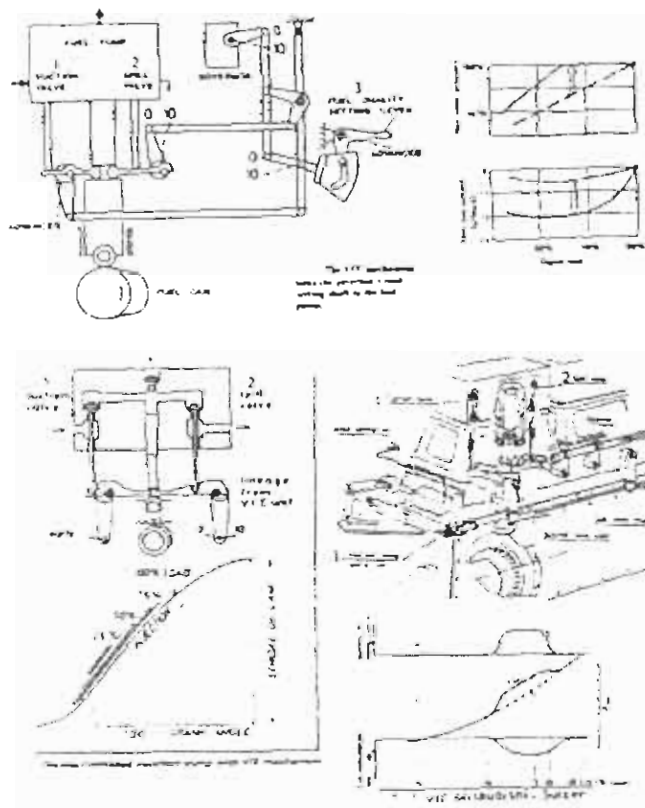
Έτσι η υπηρετική βαλβίδα τεσσάρων διόδων έχει πάντοτε δύο ανοιχτές κατά την έγχυση, και σε μηδενισμό του σήματος δύο κλειστές ανάλογα με το μέγεθος και την πολικότητα (+ ή -) του σήματος.

Ο χρόνος μεταξύ ανοίγματος (έναρξη έγχυσης) και κλεισίματος (τέλος έγχυσης), προσδιορίζει τη διάρκεια εγχύσεως και κατά συνέπεια την εγχεόμενη ποσότητα πετρελαίου. Η αυτόματη βαλβίδα (2), λειτουργεί με τη θυρίδα (B), ανοίγει δε πριν και κλείνει μετά την βελινοειδή (6). Η

ηλεκτρουδραυλική υπερηχητική βαλβίδα χρησιμεύει σαν αυτόματη βαλβίδα πριν από τον εγχυτήρα, και μετατρέπει μικρές ηλεκτρικές ενέργειες (χιλιοστά του WATT), σε υδραυλικές δυνάμεις πολλών NEWTON, και έτσι λειτουργεί τον εγχυτήρα με μεγάλη ακρίβεια σε μικροδευτερόλεπτα.

## 2. Σύστημα V.I.T.

Το σύστημα αυτό είναι απλό (ένας εκκεντροφόρος) και δεν απαιτεί μετατροπές στον ρυθμιστή και στις αντλίες εγχύσεως, ενώ παράλληλα είναι φθηνό και επιτυγχάνει οικονομία στην ειδική κατανάλωση.

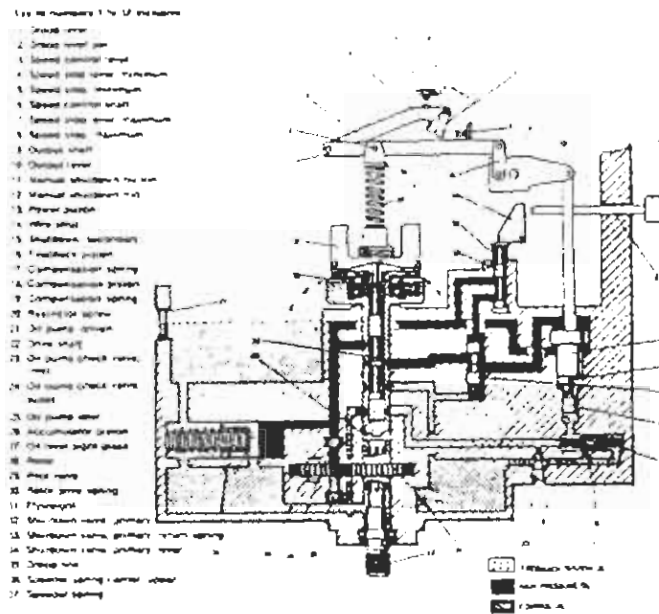


Εικόνα 184α (πάνω αριστερά), εικόνα 184β (πάνω δεξιά), εικόνα 184γ (κάτω)

Η αντλία εγχύσεως έχει βαλβίδα αναρροφήσεως (1) που ελέγχει με το κλεισμό της την έναρξη της εγχύσεως, ως και βαλβίδα επιστροφής (2) ελεγχόμενη από τον ρυθμιστή που το άνοιγμά της διακόπτει την παροχή. Με την τοποθέτηση του εκκεντροφόρου (3) και τη σύνδεσή του με τον άξονα του φορτίου του ρυθμιστή, γίνεται αυτόματη αύξηση της προπορείας (έναρξη) με την αύξηση του φορτίου, ως και του πέρατος, και έτσι επιτυγχάνεται αφ' ενός μεν αύξηση της  $P_{μγ}/ρ_ε$  στην εικ. 184β και άνω ( πλήρης μαύρη γραμμή ) μεταξύ του 85-100%, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την μικρότερη ειδική κατανάλωση. Στην εικ. 184β κάτω, αφ' ετέρου δε δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποιήσεως χειροτέρων πετρελαίων που έχουν μεγάλη αργοπορία αναφλέξεως και θα προκαλούσαν πτώση της  $P_{μγ}$  και αύξηση της ειδικής κατανάλωσης. Το τελευταίο γίνεται μ' ένα ιδιαίτερο μοχλό του V.I.T. και χειροκίνητη ρύθμιση από τον χειριστή του οχήματος, ανάλογα με την ποιότητα του πετρελαίου.

#### **Μηχανισμοί που μπορεί να έχει ένας σύγχρονος ρυθμιστής.**

α). Το μηχανισμό των αντιβάρων, β). Το έμβολο ισχύος (δυνάμειως), γ). Την αυτόματη συρτοειδή βαλβίδα (PILOT VALVE), δ). Το σύστημα αντιστάθμισης (αντισταθμιστικό έμβολο, βεληνοειδή βαλβίδα, συσσωρευτές πίεσεως), ε). Μηχανισμό πτώσεως στροφών με την αύξηση του φορτίου (SPEED DRCOP). ζ). Πνευματικό μηχανισμό ρυθμίσεως καυσίμου και συνεπώς στροφών (ανάλογα με την πίεση του αέρος του στροβιλοφυσητήρος), η). Επιβοηθητικό σερβοκινητήρα (BOOSTER SERVOMOTOR), θ). Μηχανισμό περιορισμού του μέγιστου φορτίου (LOAD LIMIT). ι). Μηχανισμό τριπαρίσματος (OVERSPEED TRIP) εικ. 185.



Λιχόνα 185

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1). Ο ρυθμιστής για την αντλία εγχύσεως πετρελαίου είναι τόσο σημαντικός όσο κι αυτή καθαυτή η αντλία εγχύσεως καυσίμου επειδή χωρίς ένα ρυθμιστή, ο οποίος ελέγχει τη ποσότητα του καυσίμου που εγχύεται στη πετρελαιομηχανή, δεν είναι δυνατή η λειτουργία της μηχανής. Μια πετρελαιομηχανή χωρίς ένα ρυθμιστή είτε θα σταματούσε στο μικρότερο διάστημα της περιστροφικής ταχύτητας, ή θα επιτάχυνε μέχρι το σημείο αυτοκαταστροφής.

2). Ο ρυθμιστής εφαρμόζεται σε αντλίες εγχύσεως καυσίμου εν σειρά και, ανάλογα με το σχέδιο, ελέγχεται είτε με τη φυγόκεντρο δύναμη ή με το κενό στο σωλήνα εισαγωγής της πετρελαιομηχανής.

3). Έχουν δημιουργηθεί διαφορετικοί τύποι ρυθμιστών ανάλογα με τις ποικίλες μελλοντικές χρήσεις ή λειτουργίες:

α). Οι ρυθμιστές μέγιστης ταχύτητας ελέγχουν μόνο τη μέγιστη ταχύτητα, δηλ., τη μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου, της μηχανής.

β). Οι ρυθμιστές ελάχιστης - μέγιστης ταχύτητας ελέγχουν την ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας και τη μέγιστη ταχύτητα.

γ). Οι ρυθμιστές μεταβλητής ταχύτητας ελέγχουν όλες τις ταχύτητες από την ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας ως τη μέγιστη ταχύτητα ανάλογα με τη ρύθμιση του μοχλού ελέγχου. Αυτοί οι ρυθμιστές μπορούν να σχεδιαστούν είτε μηχανικά είτε πνευματικά.

δ). Οι ρυθμιστές συνδυασμού είναι παραλλαγές του ρυθμιστή μεταβλητής ταχύτητας. Μ' αυτόν τον τύπο ρυθμιστή ένα ορισμένο διάστημα ανάμεσα στη ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας και στη μέγιστη παραμένει ανεξέλεγκτο ανάλογα με το σχέδιο του ρυθμιστή, αυτό το ανεξέλεγκτο διάστημα μπορεί ν' αρχίζει αμέσως ύστερα από τη ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας ή μπορεί ν' αρχίζει αμέσως ύστερα από κάποια μέση ταχύτητα και να επεκτείνεται ως τη μέγιστη ταχύτητα. Στο υπόλοιπο του διαστήματος της περιστροφικής ταχύτητας, η ταχύτητα της μηχανής ρυθμίζεται από τον χειριστή ή απευθείας από το μοχλό ελέγχου.

4). Η διαδικασία ελέγχου είναι βασικά η ίδια σ' όλους τους τύπους του ρυθμιστή. Εάν η ταχύτητα της μηχανής υπερβαίνει μια ρυθμισμένη ταχύτητα με το μοχλό ελέγχου εντός του διαστήματος ελέγχου, ο ρυθμιστής ενεργεί και έλκει τον κανόνα ελέγχου της αντλίας εγχύσεως καυσίμου σε μια θέση μικρότερης παροχής καυσίμου. Αν η ταχύτητα της μηχανής πέσει κάτω από τη ρυθμισμένη ταχύτητα, ο ρυθμιστής ενεργεί και μετατοπίζει τον κανόνα ελέγχου σε μια θέση μεγαλύτερης παροχής καυσίμου.

5). Αυξήσεις ή μειώσεις στην περιστροφική ταχύτητα, και οι αντίστοιχες αλλαγές στη ποσότητα του καυσίμου που παρέχεται, λαμβάνουν χώρα σύμφωνα με την καλούμενη "απόκλιση ταχύτητας" του ρυθμιστή. Η απόκλιση ταχύτητας δείχνει σαν ένα ποσοστό τη μείωση στη περιστροφική ταχύτητα μιας μηχανής όταν ένα φορτίο εφαρμόζεται ξαφνικά σ' αυτή, και καθορίζεται από τον κατασκευαστή της μηχανής. Η αλλαγή στη παροχή καυσίμου είναι κατά προσέγγιση ανάλογη με την αλλαγή στη περιστροφική ταχύτητα.

6). Εκτός από τη βασική του λειτουργία κι άλλες ρυθμιστικές λειτουργίες πρέπει να εκτελούνται από ένα ρυθμιστή, όπως αυτόματη απελευθέρωση ή διακοπή της μεγαλύτερης ποσότητας καυσίμου που απαιτείται για την εκκίνηση (παροχή καυσίμου εκκίνησης), καθώς επίσης και διόρθωση της παροχής πλήρους φορτίου ως



μα λειτουργία της περιστροφικής ταχύτητας (έλεγχος ροπής), υπερπίεση αέρα, ή ατμοσφαιρική πίεση. Γι' αυτούς τους σκοπούς απαιτείται συμπληρωματικός εξοπλισμός ο οποίος μπορεί να τοποθετηθεί είτε μέσα είτε πάνω στον ρυθμιστή.

7). Οι περισσότεροι ρυθμιστές εξοπλίζονται μ' ένα μηχανισμό ελέγχου ροπής, δηλ., ένα μηχανισμό που να προσαρμόζει την ποσότητα καυσίμου, που παρέχεται από την αντλία εγχύσεως καυσίμου, στη ποσότητα πλήρους φορτίου του καυσίμου που καίγεται στη μηχανή χωρίς τη δημιουργία καπνού πάνω από ένα ορισμένο διάστημα περιστροφικής ταχύτητας. Ο έλεγχος ροπής απαιτείται επειδή η απαίτηση καυσίμου από τη μη υπερπληρούμενη πετρελαιομηχανή μειώνεται καθώς αυξάνεται η περιστροφική ταχύτητα, αλλά από την άλλη πλευρά η ποσότητα καυσίμου που παρέχεται από την αντλία εγχύσεως καυσίμου αυξάνει εντός ενός ορισμένου διαστήματος με τον κανόνα ελέγχου στην ίδια θέση καθώς αυξάνει η περιστροφική ταχύτητα. Ο μηχανισμός ελέγχου ροπής μειώνει την παροχή καυσίμου εντός ενός ορισμένου διαστήματος της περιστροφικής ταχύτητας καθώς η ταχύτητα αυξάνει. Αυτός ο τύπος ελέγχου ροπής ονομάζεται "θετικός έλεγχος ροπής" ή έλεγχος ροπής με την έννοια του ελέγχου. Σε μηχανές εξοπλισμένες με στροβίλοσυμπιεστές μ' έναν υψηλό βαθμό φόρτισης, η απαίτηση καυσίμου μηχανής σε πλήρες φορτίο αυξάνει τόσο απότομα πάνω από μια ορισμένη ταχύτητα ώστε η φυσική αύξηση σε καύσιμο που παρέχεται από την αντλία δεν επαρκεί πλέον. Σε μια τέτοια περίπτωση η παροχή καυσίμου πρέπει ν' αυξάνεται ανάλογα με την αύξηση της περιστροφικής ταχύτητας ("αρνητικός έλεγχος ροπής").

Τόσο ο θετικός όσο και ο αρνητικός έλεγχος ροπής μέσα σε μια οικογένεια λειτουργικών χαρακτηριστικών του ρυθμιστή μπορούν να επιτευχθούν με το ρυθμιστή RQV..K. Το γράμμα K σ' αυτή τη περίπτωση προέρχεται από μια γερμανική έκφραση που περιγράφει τη βασική λειτουργία του μηχανισμού ελέγχου ροπής (όπου γίνεται χρήση μιας καμπύλης γραμμής) σ' αυτόν τον τύπο ρυθμιστή.

8). Κατάλληλοι αναστολείς παρέχονται πάνω στον ρυθμιστή ή πάνω στην αντλία εγγύσεως καυσίμου για να ρυθμίσουν τη παροχή πλήρους φορτίου, τη παροχή αφόρτου λειτουργίας, τη παροχή καυσίμου εκκίνησης, τη ταχύτητα πλήρους φορτίου ή τις διάφορες άλλες ενδιάμεσες ταχύτητες. Επιπλέον, οι ακόλουθοι αναστολείς του κανόνα ελέγχου δημιουργήθηκαν για ειδικές λειτουργίες αντισταθμίσεως.

α). Ο αντισταθμιστής πολλαπλής πίεσεως (LDA). Αντιδρά στη πίεση του πεπιεσμένου αέρα ενός στροβιλοσυμπιεστή της πολλαπλούς εξαγωγής και σχεδιάζεται για να προσαρμόζει συνεχώς τη παροχή πλήρους φορτίου στη μειωμένη πίεση του πεπιεσμένου αέρα στο μικρότερο διάστημα της περιστροφικής ταχύτητας.

β). Ο αντισταθμιστής ύψους πίεσεως (ADA). Εξασφαλίζει ώστε η παροχή πλήρους φορτίου του καυσίμου που εγχέεται μέσα στη μηχανή να προσαρμόζεται στη πυκνότητα του αέρα η οποία μειώνεται καθώς το ύψος αυξάνεται.

Σε οποιαδήποτε περίπτωση τα τρία ουσιώδη στοιχεία του αυτομάτου ελέγχου θα είναι πάντοτε παρόντα: το ευαίσθητο στοιχείο (ή ελεγκτής ταχύτητας), η μετάδοση (και μερικές φορές ενίσχυση) της αλλαγής του ελέγχου, και τελικά το βοηθητικό στοιχείο το οποίο επαναρυθμίζει την βαλβίδα ή τον κανόνα ελέγχου ώστε να επιστρέφει την ελεγχόμενη λειτουργία στο ρυθμισμένο σημείο. Η εξωτερική ταχύτητα μπορεί να μετρείται από μηχανισμούς αντίβαρων, ειδικούς τύπους υδραυλικών αντλιών, ή ηλεκτρικά ταχύμετρα για να παράγουν ένα μηχανικό, υδραυλικό ή ηλεκτρικό σήμα.

Η λειτουργία ενός ρυθμιστή είναι να διατηρεί μια μηχανή σε μια σταθερή ταχύτητα περιστροφής είτε μ' έλεγχο της ισχύος εισόδου είτε με κάποια άλλα μέσα. Δεν πρέπει να συγχέεται μ' ένα σφόνδυλο, η λειτουργία του οποίου είναι να κατανέμει μια ακανόνιστη ροπή του στροφαλοφόρου πάνω σ' ολόκληρο τον κύκλο εργασίας και έτσι να εξομαλύνει μια διαφορετικά μεταβάλλομενη ταχύτητα.

Η πλειοψηφία των ρυθμιστών που χρησιμοποιούνται στον έλεγχο θερμικής μηχανής είναι φυγοκεντρικού τύπου. Αυτοί εξαρτώνται για τη δράση τους από τ' αντίβαρα που πιέζονται προς τα έξω φυγοκεντρικά κατά τη διάρκεια της ταχύτητας εναντίον μιας δύναμης που επιβάλλεται σ' αυτόν, είτε μ' ένα επιπλέον βάρος είτε μ' ένα ελατήριο. Αυτή η τελευταία δύναμη ορίζεται ως "ελέγχουσα δύναμη" και είναι αριθμητικά ίση με τη φυγόκεντρο δύναμη. Η θέση στην οποία ισορροπεί επιτυγχάνεται ισορροπία, μεταδίδεται στις βαλβίδες εισόδου της μηχανής μέσα από ένα περιστροφικό συνδετικό άξονα με το συγκρότημα του ρυθμιστή: αυτές τότε είτε θ' ανοίξουν περισσότερο, αν η ταχύτητα πέφτει κάτω από εκείνη που απαιτείται, είτε θα κλείσουν αν αυξάνει.

Η ευαισθησία ενός ρυθμιστή είναι ένα μέτρο της ικανότητας του να διατηρεί μια σταθερή μέση περιστροφική ταχύτητα μέσα σε στενά όρια, συνδέοντας το διάστημα της ταχύτητας (δηλ., εκείνο ανάμεσα στην εντελώς ανοιχτή θέση και στην πλήρως κλειστή θέση) με τη μέση ταχύτητα ισορροπίας (δηλ., εκείνη την οποία είναι ανάγκη να διατηρεί ο ρυθμιστής).

Ευαισθησία =  $100 \times (\text{μέγιστη ταχύτητα εργασίας} - \text{ελαχ. ταχύτητα εργασίας}) / \text{μέση ταχύτητα εργασίας}$ .

Ένας ρυθμιστής λέγεται ότι είναι σταθερός όταν υπάρχει μια μόνο ταχύτητα στην οποία τ' αντίβαρα θα δέχονται μια κατάσταση ισορροπίας σ' οποιαδήποτε συγκεκριμένη ακτίνα.

Ένας ρυθμιστής λέγεται ότι είναι ισόχρονος όταν η ακτίνα περιστροφής των αντίβαρων ποικίλλει από τη μια άκρη στην άλλη και ακόμα σε μια οποιαδήποτε θέση ικανοποιεί μόνο τη μια ταχύτητα ισορροπίας.

### Οι τύποι του φυγοκεντρικού ρυθμιστή

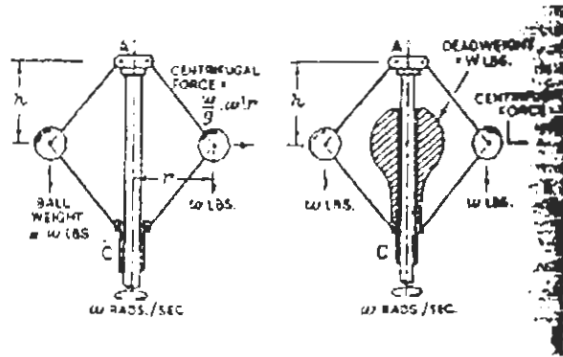
Οι πιο κοινοί φυγοκεντρικοί ρυθμιστές εξαρτώνται είτε από ένα νεκρό βάρος είτε από ένα ελατήριο για την άσκηση της ελέγχουσας δύναμης. Από τον τύπο ο ρυθμιστής του WATT (εικ. 186α) χρησιμοποιείται συχνά για χαμηλές ταχύτητες. Σε αυτόν,  $h = 35.230/N^2$

όπου  $h$  είναι σε ίντσες και  $N$  σε RPM. Για να είναι αυτή η έκφραση εφαρμόσιμη, οι τέσσερις μογλοβραχιόνες πρέπει να είναι ίσου μήκους, και οι πείροι A και C σε μια ίση απόσταση από τον άξονα του ρυθμιστή.

Ο ρυθμιστής PORTER. (εικ. 186β), είναι εκείνος ο τύπος νεκρού βάρους που χρησιμοποιείται περισσότερο. Το νεκρό βάρος B, αυξάνει αρκετά την ελέγχουσα δύναμη, και έτσι αυξάνει τη ταχύτητα στην οποία λειτουργεί αποτελεσματικά.

$$h = 35.230(B+W)/WN^2$$

όπου B και W είναι τα βάρη του νεκρού βάρους και ενός αντίβαρου αντίστοιχα, και  $h$  είναι το ύψος που φαίνεται στην εικ.186β σε ίντσες, και  $N$  είναι η ταχύτητα περιστροφής σε RPM.



Εικόνα 186 (a) THE WATT GOVERNOR (b) THE PORTER GOVERNOR

Για να είναι η έκφραση σωστή, όπως προηγούμενα, οι τέσσερις μοχλοβραχίονες πρέπει να είναι ίσοι, και οι πείροι A και C πρέπει να βρίσκονται σε μια ίση απόσταση από τον άξονα του ρυθμιστή. Αν ο σχεδιασμός απαιτεί κάτι το διαφορετικό, τότε το h πρέπει να υπολογίζεται από τις λαμβανόμενες ροπές ενός από τ' αντίβαρα και του μισού νεκρού βάρους γύρω από ένα στιγμιαίο κέντρο και την αντικατάσταση της ελέγχουσας δύναμης

$$F = W\omega^2 r / G$$

όπου  $\omega =$  η ταχύτητα περιστροφής σε Rad/sec και  $r =$  η ακτίνα περιστροφής σε T.

Ο ρυθμιστής Hartnell είναι του τύπου του τεταμένου ελατηρίου. Όπου η σκληρότητα του ελατηρίου σε LB/In είναι S, τότε

$$S = 2(\omega/b)^2 (F_1 - F_2) / (\tau_1 - \tau_2)$$

όπου a και b είναι τα μήκη των βραχιόνων στροφάλου όπως φαίνεται στην εικόνα, F είναι η ελέγχουσα δύναμη και τ είναι η ακτίνα περιστροφής των αντίβαρων. Οι δείκτες 1 και 2 δηλώνουν τις τιμές στη μέγιστη και ελάχιστη ακτίνα αντίστοιχα.

Μια παρόμοια έκφραση επιτυγχάνεται για τον εφελκυσμό ελατηρίου του ρυθμιστή της.

$$S = (F_1 - F_2) / 4(\tau_1 - \tau_2)$$

Συχνά γίνεται να συνδυάσουμε τους δύο τύπους ρυθμιστών ελατηρίου μέσα σ' ένα και να τον ρυθμίσουμε έτσι προς οποιαδήποτε απαιτούμενη μέση ταχύτητα ισορροπίας με την προμήθεια ενός μέσου ρύθμισης του φορτίου του ελατηρίου συμπίεσης κατά την διάρκεια της περιστροφής.

Προκειμένου να εξετασθεί η σταθερότητα και ευαισθησία ενός οποιουδήποτε ειδικού σχεδιασμού ρυθμιστή, είναι απαραίτητο να αποτυπωθεί μια γραφική παράσταση που να δείχνει τη σχέση της ελέγχουσας δύναμης  $F$ , με την ακτίνα περιστροφής των αντίβαρων  $\tau$ .

Η μορφή της καμπύλης για ένα ρυθμιστή νεκρού βάρους φαίνεται στην εικ. 188. Για ένα ρυθμιστή τεταμένου ελατηρίου, όμως, ο οποίος απαιτεί μια πολύ μικρή περιοχή και ένα υψηλό βαθμό ευαισθησίας, μια παρόμοια καμπύλη που σχεδιάζεται έχει ως αποτέλεσμα μια σχεδόν ίσια γραμμή: η αποτελεσματικότητα του ρυθμιστή μπορεί ακόμη να συνάγεται από μια τέτοια γραμμή. Αν όταν αποδίδεται, τέμνει η ελέγχουσα δύναμη την τεταγμένη κάτω από το προσδιοριστικό σημείο, τότε ο ρυθμιστής θα είναι σταθερός. Αν περνά διαμέσου του προσδιοριστικού σημείου, τότε θα είναι ισόχρονος και αν περνά πάνω απ' αυτό, θα είναι ασταθής.

Τριβή ανάμεσα στους συνδέσμους, στους πείρους, στον συνδετικό άξονα και στον άξονα του ρυθμιστή έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του νεκρού βάρους ή την φόρτιση του ελατηρίου όταν η ταχύτητα αυξάνεται και το αντίθετο όταν η ταχύτητα πέφτει. Έτσι για κάθε συγκεκριμένη ακτίνα

περιστροφής, τρεις ξεχωριστές ταχύτητες είναι πιθανές: Αν  $N'$  είναι η ταχύτητα στην οποία ο ρυθμιστής αρχίζει να κινείται όταν η ταχύτητα αυξάνει  $N''$  είναι η ταχύτητα όταν ελαττώνεται, και  $N$  η μέση ταχύτητα ισορροπίας, τότε ο λόγος  $(N' - N'')/N$  είναι γνωστός ως συντελεστής μη ευαισθησίας του ρυθμιστή.

Καθώς η λειτουργία ενός ρυθμιστή είναι να διατηρεί πρωταρχικά μια σταθερή ταχύτητα περιστροφής, ο τύπος του ρυθμιστή, που ορίζεται ως ρυθμιστής "εκτάκτου ανάγκης" ή υπερταχύνσεως, χρησιμοποιείται για να προστατεύει τις μηχανές από υπερτάχυνση.

Ρυθμισμένος να λειτουργεί μόνο όταν επιτυγχάνεται η υπερτάχυνση, αποτελείται από ένα μη ζυγοσταθμισμένο συνδετικό άξονα έκκεντρο που εδράζεται πάνω στον άξονα περιστροφής και διατηρείται κανονικά στη θέση του από τη δύναμη ενός εσωτερικού ελατηρίου. Το ελατήριο προσαρμόζεται έτσι ώστε όταν επιτυγχάνεται η υπερτάχυνση, η φυγόκεντρος δύναμη του συνδετικού άξονα έκκεντρο δεν αντισταθμίζεται πλέον απ' αυτό. Έτσι ο συνδετικός άξονας φεύγει από το κέντρο περιστροφής και μ' αυτή την ενέργεια χτυπά σ' ένα μοχλό αναστολής που στηρίζεται αμέσως από πάνω. Αυτός στη συνέχεια ενεργοποιεί τις απαραίτητες βαλβίδες για να ακινητοποιήσει τη μηχανή.

#### Πλεονεκτήματα και περιορισμοί των υδραυλικών ελέγχων.

Τα πλεονεκτήματα του υδραυλικού ελέγχου, συγκρινόμενα μ' άλλα μέσα ελέγχου, περιλαμβάνουν:

1. Μικρό μέγεθος των μονάδων ισχύος (για υψηλές πιέσεις).
2. Καλός έλεγχος ταχύτητας ως την μηδέν ταχύτητα.
3. Υψηλή ταχύτητα ανταπόκρισης.
4. Πολύ χαμηλή αδράνεια / αναλογία ροπής.
5. Εξουδετέρωση του μηχανισμού μείωσης στροφών.
6. Απλότητα των κυκλωμάτων.
7. Μεγάλη διάρκεια ζωής (που οφείλεται στις λιπαντικές ικανότητες του εργαζόμενου μέσου).
8. Ευχέρεια προστασίας κατά της υπερφόρτωσης (διαμέσου της χρήσης βαλβίδων ανακουφίσεως πίεσεως).
9. Ασυνηθιστά υψηλή ενίσχυση σε ελάχιστες βαθμίδες του ενισχυτή.

Το κυριότερο πλεονέκτημα του υδραυλικού ελέγχου είναι ότι τα υγρά μπορούν να λαμβάνονται, εντός πρακτικών ορίων, ως ασυμπίεστα. Γι' αυτό αυτά μπορούν να χρησιμοποιούνται για τη μεταβίβαση πιέσεων σχεδόν ακαριαία. Εν αντιθέσει, μέσα σ' ένα πνευματικό σύστημα, για παράδειγμα αν είναι επιθυμητό ν' αυξηθεί η πίεση από 15 PSIA σε 30 PSIA, ο όγκος ή το βάρος του αέρα μέσα στο σύστημα θα πρέπει να διπλασιασθεί. Αυτό επιδρά στις καθυστερήσεις στη μεταβίβαση των ενεργειών και επομένως, περιορίζει τη ταχύτητα ελέγχου.

Μερικοί από τους περιορισμούς του υδραυλικού ελέγχου περιλαμβάνουν:



1. Δύο γραμμές είναι συνήθως απαραίτητες για έλεγχο. Ακολούθως το μέσο ελέγχου πρέπει να ανακυκλοφορείται.

2. Κρατώντας το υγρό κάτω από πίεση, σφραγισμένο μέσα στο σύστημα ελέγχου, εισάγει ένα δύσκολο πρόβλημα στεγανοποίησης με το οποίο οι πνευματικοί ρυθμιστές δεν επιβαρύνονται-τουλάχιστον σ' όλα τα σημεία του κυκλώματος.

3. Οι ρευστότητες (ιξώδες) των υδραυλικών υγρών, και επομένως οι πτώσεις των πιέσεων τους εξαρτώνται από τη θερμοκρασία. Έτσι η ταχύτητα ανταπόκρισης των ρυθμιστών αλλάζει με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Οι υδραυλικές συσκευές χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα στα συστήματα ελέγχου. Παρέχουν τέτοιες δυνάμεις ισχύος για γρήγορες επιταχύνσεις, ακριβή θέση μεγάλων φορτίων, κλπ. Επειδή οι υδραυλικοί κινητήρες είναι πολύ μικρότεροι από τους ισοδύναμους ηλεκτρικούς κινητήρες, διαπιστώνεται μια σημαντική οικονομία βάρους και μεγέθους.

Στα ηλεκτρικά συστήματα, μαγνητικές συσκευές τέτοιες όπως κινητήρες, σωληνοειδή, κλπ., χρησιμοποιούνται για να παρέχουν την ισχύ για την εκτέλεση έργου. Η λειτουργία του μαγνητικού εξοπλισμού χαρακτηρίζεται από σχετικά μεγάλες χρονικές καθυστερήσεις. Γενικά, τα υδραυλικά εξαρτήματα είναι πολύ γρήγορης δράσης. Άλλο χαρακτηριστικό είναι ότι ο υδραυλικός εξοπλισμός είναι περισσότερο ανώμαλος από τα αντίστοιχα ηλεκτρικά εξαρτήματα. Αυτό μπορεί να είναι ένας πρωταρχικός παράγοντας σε εφαρμογές τέτοιες, όπου υπομετρικές μεταβολές και τραντάγματα μπορούν να

προξενήσουν επιμήκυνση των καλωδίων ή των σωλήνων ή των τρανζίστορ ώστε να διακόψει τη λειτουργία τους. Επιπλέον ο θόρυβος που λαμβάνεται από τέτοιες μεταβολές μπορεί να επιδρά στην ομαλή λειτουργία του ηλεκτρικού εξοπλισμού.

Ο ηλεκτρικός εξοπλισμός ταιριάζει καλύτερα για εφαρμογές στις οποίες τα εξαρτήματα πρέπει ν' ασφαρίζονται σε μεγάλο βαθμό, όπως η θέση των συστημάτων χειρισμού εξ αποστάσεως. Ο συλλογισμός γι' αυτό είναι ότι τα ηλεκτρικά σήματα μπορούν να μεταδίδονται σε μεγάλες αποστάσεις διαμέσου καλωδίων ή μικροκυμάτων.

Γενικά, πνευματικά και υδραυλικά συστήματα είναι εντελώς παρόμοια. Ένα πλεονέκτημα του πνευματικού εξοπλισμού είναι η ικανότητα προσέγγισης και η ευκολία του χρησιμοποιούμενου αέρα. Όμως, εξαιτίας της συμπιεστότητας του αέρα, τα πνευματικά συστήματα δεν έχουν τη θετική δράση που παρέχεται από τα υδραυλικά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούν ένα μη συμπιεστό υγρό ως μέσο εργασίας.

Τα περισσότερα υδραυλικά υγρά είναι εύφλεκτα έτσι ώστε διαρροές σε τέτοια συστήματα παρουσιάζουν κίνδυνο πυρκαγιάς. Δεν υπάρχει τέτοιος κίνδυνος όταν χρησιμοποιείται αέρας ως μέσο εργασίας. Επειδή το ιξώδες του υδραυλικού υγρού αλλάζει αρκετά με τη θερμοκρασία, μεταβολές στη θερμοκρασία του υγρού εργασίας έχει, μια επίδραση που επισημαίνεται από την απόδοση παρόμοιων συστημάτων. Η αλλαγή του ιξώδους του μέσου εργασίας που χρησιμοποιείται σε πνευματικά συστήματα είναι συνήθως αμελητέο.

Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα ταιριάζουν εκ φύσεως καλύτερα για κάποιες λειτουργίες, τα υδραυλικά εξαρτήματα γι' άλλες, και τα πνευματικά εξαρτήματα για κάποιες άλλες. Όμως, ο κάθε ενδιαφερόμενος πρέπει να σταθμίσει το σχετικόν ενδιαφέρον του μεγέθους, βάρους, ακρίβειας, κόστους, ανωμαλίας, αξιοπιστίας κλπ. Συχνά, είναι απαραίτητο να κατασκευασθεί ένας λεπτομερής σχεδιασμός ανάλυσης των αντίστοιχων μηχανικών, ηλεκτρικών, πνευματικών, ή υδραυλικών εξαρτημάτων για να αποκτηθεί μια καλή εκτίμηση αυτών των ποικίλων παραγόντων. Δεν είναι ασυνήθιστο να χρησιμοποιούνται και οι τέσσερις τύποι σ' ένα σύστημα ελέγχου.

## ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

- Ποδομοχλός του επιταχυντή.

Ο ποδομοχλός που χρησιμοποιείται για να ελέγχει την παροχή καυσίμου σε μηχανές εσωτερικής καύσης.

- ADA.

Συντομογραφία για τον αντισταθμιστή ύψους πίεσεως.

- Φορτίο αέρα.

Το ποσό του αέρα που εισέρχεται στον κύλινδρο της μηχανής κατά την διάρκεια του εμβολισμού αναρροφήσεως.

- Αντισταθμιστής ύψους πίεσεως (ADA).

Ένας αναστολέας πλήρους φορτίου που ελέγχεται από την ατμοσφαιρική πίεση και χρησιμοποιείται σε οχήματα τα οποία τίθενται σε λειτουργία σε πολύ μεταβαλλόμενα ύψη. Ο ADA μειώνει την παροχή πλήρους φορτίου καθώς το ύψος αυξάνει.

- Πίεση πεπιεσμένου αέρα.

Η πίεση του πεπιεσμένου αέρα που παρέχεται από έναν υπερσυμπιεστή μπροστά από την κλειστή βαλβίδα εισόδου.

- Συνδυαστικός ρυθμιστής.

Μια παραλλαγή του ρυθμιστή μεταβλητής ταχύτητας μ'ένα ανεξέλεγκτο διάστημα περιστροφικής ταχύτητας.

- Θάλαμος καύσεως.

Ένας θάλαμος όπου λαμβάνει χώρα η καύση εσωκλείεται απ' όλες τις πλευρές από τον κύλινδρο λειτουργίας, το πόμια κυλίνδρου και το έμβολο.

- Χαρακτηριστική καμπύλη καύσεως.

Μια γραφική παράσταση η οποία δείχνει την ποσότητα του καυσίμου που η πετρελαιομηχανή μπορεί να κάψει χωρίς κυπνό σαν μια λειτουργία της περιστροφικής ταχύτητας.

- Μοχλός ελέγχου.

Ένας μοχλός που ρυθμίζει το ρυθμιστή σε μια ορισμένη περιστροφική ταχύτητα ή την ποσότητα του καυσίμου που εγχέεται.

- Διάστημα ελέγχου.

Το διάστημα της περιστροφικής ταχύτητας μέσα στο οποίο ο ρυθμιστής είναι αποτελεσματικός (=δραστικός).

- Κανόνας ελέγχου.

Εξάρτημα της αντλίας εγχύσεως καυσίμου το οποίο μαζί με ένα μικρό οδοντοτροχό του συστήματος τροχών ή με ένα μοχλό του συστήματος μοχλών, βοηθά στη ρύθμιση της παροχής καυσίμου περιστρέφοντας το έμβολο στην αντλία εγχύσεως καυσίμου.

- Αναστολέας κανόνα ελέγχου.

Μια συσκευή που εδράζεται πάνω στον ρυθμιστή ή στην αντλία εγχύσεως καυσίμου που σχεδιάζεται για να περιορίσει τη διαδρομή του κανόνα ελέγχου. Περιορίζει την παροχή πλήρους φορτίου ή την παροχή καυσίμου εκκίνησης, και σε ειδικές περιπτώσεις εξοπλίζεται με ένα μηχανισμό ελέγχου ροπής.

- Διαδρομή του κανόνα ελέγχου.

Η απόσταση, που μετριέται σε χιλιοστά, την οποία ο κανόνας ελέγχου διανύει από τη θέση διακοπής.

- Καμπή αναλογίας.

Ένα κυλινδρικό εξάρτημα με μια πλευρική περόνη (πέδιλο ολισθήσεως) εισάγεται μέσα σε μια διαμήκη οπή στον αρθρωτό μοχλό, το οποίο μετατοπίζει το σημείο στροφής του αρθρωτού μοχλού ανάλογα με τη θέση του μοχλού ελέγχου του ρυθμιστή, αλλάζοντας έτσι την αναλογία μετάδοσης του αρθρωτού μοχλού.

- Φορτίο κυλίνδρου.

Ολόκληρη η ποσότητα του αέρα ή του μείγματος που παρέχεται κατά την διάρκεια ενός κύκλου λειτουργίας.

- Διάφραγμα.

Μια λεπτή πλάκα ή έλασμα, ή επένδυση από μέταλλο ή πλαστικό που προσαρμόζεται ανάμεσα στα δύο μισά ενός περιβλήματος κάτω από εφελκυσμό και σφραγίζεται στεγανά στην άκρη.

- Πετρελαιομηχανή.

Μια μηχανή εσωτερικής καύσης στην οποία το καύσιμο που εγχέεται μέσα στο θάλαμο καύσης αναφλέγεται αφού η θερμοκρασία του φορτίου του αέρα έχει φθάσει σ' ένα ικανοποιητικό επίπεδο, υψηλό, κυρίως ως συνέπεια της συμπίεσης, ώστε να προκαλέσει ανάφλεξη.

- Καύσιμο DIESEL.

Το καύσιμο DIESEL είναι ένα μείγμα από διάφορους τύπους υδρογονάνθρακα που βράζουν μεταξύ περίπου 200 και 360°C και που

παράγονται από την απόσταξη του πετρελαίου. Χρησιμοποιείται για τη λειτουργία των πετρελαιομηχανών.

- Δονητικός απορροφητήρας μ' ελατήριο.

Ένα ελατήριο που αποθηκεύει μια ενέργεια και στη συνέχεια την μεταδίδει αφού περάσει μια ορισμένη χρονική περίοδος.

- Πλεονάζων αέρας.

Κατά τη διάρκεια κάθε κύκλου λειτουργίας, η πετρελαιομηχανή, τραβά μέχρι 40% περισσότερο αέρα απ' ότι χρειάζεται για την καύση της μέγιστης παροχής καυσίμου. Αυτός ο πλεονάζων αέρας χρειάζεται έτσι ώστε όλα τα σωματίδια καυσίμου να είναι σε θέση να έρθουν σε επαφή όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά με το οξυγόνο του αέρα και να μπορούν να καούν τελείως.

- Πλεονάζων καύσιμο για την εκκίνηση.

Η ποσότητα καυσίμου με την οποία η παροχή καυσίμου εκκίνησης υπερβαίνει την παροχή πλήρους φορτίου.

- Περιστροφικός υπερσυμπιεστής εξαγωγής.

Ένας στρόβιλος που κινείται με τα αέρια εξαγωγής από τη μηχανή εσωτερικής καύσης, ο οποίος θέτει σε κίνηση, ένα φυγόκεντρο συμπιεστή που εδράζεται πάνω στον ίδιο άξονα. Αυτός ο συμπιεστής συμπιέζει τον αέρα εισαγωγής και αυξάνει έτσι την ογκομετρική απόδοση..

- Αντίβαρα.

Με την ενεργοποίηση στοιχείων που δίνουν ύψος σε μια κίνηση που κατευθύνεται αντίθετα με την δύναμη των ελατηρίων, αυξάνεται το μέγεθος

αυτής της κίνησης ανάλογα με την αύξηση της περιστροφικής ταχύτητας του ρυθμιστή.

- Παροχή καυσίμου.

Η ποσότητα καυσίμου που παρέχεται από την αντλία εγχύσεως καυσίμου ανά κύλινδρο λειτουργίας.

- Το χαρακτηριστικό της παροχής καυσίμου.

Μια γραφική παράσταση της παροχής καυσίμου ανά κύλινδρο και κύκλο λειτουργίας ως μια λειτουργία της περιστροφικής ταχύτητας.

- Αντλία εγχύσεως καυσίμου.

Μια αντλία που τίθεται σε κίνηση από τη πετρελαιομηχανή που μετρά το καύσιμο και το παρέχει υπό πίεση μέσω ενός συστήματος εγχυτήρων.

- Καμπύλη απαίτησης καυσίμου.

Η χαρακτηριστική καμπύλη καύσεως μια γραφική παράσταση της ποσότητας καυσίμου που μπορεί να καίγεται χωρίς κωλύση ως μια λειτουργία της περιστροφικής ταχύτητας της μηχανής.

- Πλήρες φορτίο.

Το μέγιστο επιτρεπτό φορτίο πάνω στη μηχανή.

- Παροχή πλήρους φορτίου.

Η μέγιστη ποσότητα καυσίμου που παρέχεται στο έμφορτο διάστημα περιστροφικής ταχύτητας της μηχανής.

- Ταχύτητα πλήρους φορτίου.



Η περιστροφική ταχύτητα της μηχανής στην οποία η συμβατική ισχύς που αναπτύσσεται (μέγιστη  $\eta_{\nu 0}$  , ελάχιστη  $\eta_{\nu k}$  ): αντιστοιχεί στην ονομαστική ταχύτητα.

- Ρύθμιση ταχύτητας πλήρους φορτίου (ρύθμιση μέγιστης ταχύτητας).

Η ρύθμιση ταχύτητας από τη μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου στη μέγιστη ταχύτητα άφορτου λειτουργίας.

- Χαρακτηριστικές καμπύλες ρυθμιστή.

Μια γραφική παράσταση που δείχνει τη διαδρομή του κανόνα ελέγχου και την περιστροφική ταχύτητα η οποία παρέχει πληροφορίες πάνω στον τύπο του ρυθμιστή, στο διάστημα ελέγχου και στα χαρακτηριστικά του ρυθμιστή.

- Πέδιλο ολισθήσεως.

Ένα λείο κυλινδρικό βλήτρο με μια πλευρική περόνη, που κατευθύνεται από τον μοχλό ελέγχου του ρυθμιστή εντός της καμπής αναλογίας στον αρθρωτό μοχλό. Η πλευρική περόνη αντικαθιστά το στροφικό σημείο του αρθρωτού μοχλού σε ρυθμιστικές λειτουργίες.

- Παροχή υπολειτουργίας

Η παροχή καυσίμου κατά την διάρκεια της υπολειτουργίας.

- LDA

Συντομογραφία για τον αντισταθμιστή πολλαπλής πίεσης.

- Αντισταθμιστής πολλαπλής πίεσης.

Ένας αναστολέας πλήρους φορτίου για μηχανές υπερπληρούμενες που ελέγχονται από την πίεση του πεπιεσμένου αέρα. Μειώνει την παροχή πλήρους φορτίου στο

χαμηλότερο διάστημα ταχύτητας σε μια χαμηλή πίεση πεπιεσμένου αέρα.

- **Μεγίστη ταχύτητα πλήρους φορτίου.**

Η μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα μέσα στο έμφορτο διάστημα ελέγχου ταχύτητας. Είναι η ονομαστική ταχύτητα της μηχανής, που αποτελεί το σημείο έναρξης για τη ρύθμιση της ταχύτητας πλήρους φορτίου.

- **Μηχανικός ρυθμιστής.**

Συνηθισμένος περιληπτικός όρος για όλους τους μηχανικούς ρυθμιστές που ελέγχονται με φυγόκεντρο δύναμη. Αυτός ο τύπος ρυθμιστή λειτουργεί μ' ένα συγκρότημα αντίβαρων των οποίων η ακτινική θέση ποικίλλει ως μια λειτουργία της περιστροφικής ταχύτητας, και ελέγχει την ταχύτητα της μηχανής μηχανικά μεταβάλλοντας την παροχή καυσίμου, από την αντλία εγχύσεως καυσίμου.

- **Ρυθμιστής ελαχίστης - μεγίστης ταχύτητας.**

Ένας ρυθμιστής που σχεδιάστηκε ειδικά για Μ.Ε.Κ. , και ο οποίος ελέγχει την χαμηλότερη ταχύτητα άφορτου λειτουργίας και τη μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου (ενδιάμεσες ταχύτητες δεν ελέγχονται).

- **Όχι φορτίο.**

Μια συνθήκη φόρτισης στην οποία η μηχανή κινεί μόνο τα εξαρτήματα που συνδέονται μόνιμα μ' αυτήν (για παράδειγμα, τη γεννήτρια) και εκτελεί όχι χρήσιμο έργο.

- **Υπερφόρτιση.**

Το μέγιστο επιτρεπτό φορτίο στο οποίο μπορεί να υπόκειται η μηχανή στιγμιαία.

- Υπερλειτουργία.

Μια συνθήκη λειτουργίας στην οποία η μηχανή κινείται από το όχημα, για παράδειγμα όταν κινείται κατηφορικά.

- Μερικό φορτίο.

Η περιοχή φορτίου ανάμεσα στο πλήρες και στο μη φορτίο.

- Πνευματικός ρυθμιστής.

Ένας ρυθμιστής που αντιδρά στη διαφορά ανάμεσα στην ατμοσφαιρική πίεση και στην πίεση στο σωλήνα εισαγωγής της πετρελαιομηχανής, και ο οποίος ελέγχει την ταχύτητα μεταβάλλοντας την παροχή καυσίμου της αντλίας εγχύσεως καυσίμου.

- Υπερπληρούμενη μηχανή.

Μια πετρελαιομηχανή στην οποία όλο ή μέρος του φορτίου αέρα προσυμπιέζεται από έναν υπερσυμπιεστή έξω από τον κύλινδρο λειτουργίας προκειμένου ν' αυξηθεί το φορτίο στον κύλινδρο λειτουργίας.

- "Σκορτσάρισμα" της πετρελαιομηχανής.

Μια ανεξέλεγκτη αύξηση στην περιστροφική ταχύτητα της πετρελαιομηχανής που απορρέει από σφάλμα του συστήματος του ρυθμιστή.

- Ολισθητήρας.

Ένα ολισθαίνον τμήμα στον ρυθμιστή που μεταδίδει τη διαδρομή του περιστροφικού συρτή ολισθήσεως στον αρθρωτό μοχλό.

- Σύρτης ολισθήσεως.

Ένα εξάρτημα που μεταδίδει τη διαδρομή των αντιβάρων μέσω του μοχλικού συστήματος στον κανόνα ελέγχου.

- Απόκλιση ταχύτητας.

Μια παράμετρος που δείχνει πόσο μειώνεται η περιστροφική ταχύτητα μιας πετρελαιομηχανής όταν ρυθμίζεται από την μέγιστη ταχύτητα άφορτου λειτουργίας  $\eta_{10}$  στη μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου  $\eta_{100}$ . Συνήθως εκφράζεται ως μια εκατοστιαία αναλογία της μέγιστης ταχύτητας πλήρους φορτίου  $\eta_{100}$ .

- Ρύθμιση ταχύτητας.

Μια μείωση στην παροχή καυσίμου από τον ρυθμιστή όταν υπερβαίνεται μια συγκεκριμένη περιστροφική ταχύτητα.

- Χαρακτηριστικό ελατηρίου.

Μια γραφική παράσταση που δείχνει τη διαδρομή του ελατηρίου (διαμήκης κίνηση) που σχεδιάζεται αντίθετα με τη δύναμη του ελατηρίου.

- Παροχή καυσίμου εκκίνησης.

Η μεγαλύτερη παροχή καυσίμου που μπορεί να διοχετευθεί από αντλία εγχύσεως καυσίμου για να ξεκινήσει η κρύα πετρελαιομηχανή.

- Υπερπληρούμενη πετρελαιομηχανή.

Μια μηχανή με υπερσυμπιεστή.

- Υπερσυμπίεστης.

Ένας συμπίεστης που αυξάνει το φορτίο αέρα στον κύλινδρο εργασίας προ συμπιέζοντας τον αέρα εισαγωγής.

- "Στραγγαλιστική βαλβίδα" (γνωστή παλιότερα και ως πεταλούδα).

Στον πνευματικό ρυθμιστή έργο της βαλβίδας είναι να καθορίζει το κενό το οποίο, ως μια λειτουργία της περιστροφικής ταχύτητας, δρα πάνω στο διάφραγμα μέσα στον ρυθμιστή σαν ένα μέτρο της ποσότητας του αέρα εισαγωγής.

- Έλεγχος ροπής.

Μια διαδικασία προσαρμογής του χαρακτηριστικού παροχής καυσίμου της αντλίας εγχύσεως καυσίμου με την καμπύλη απαιτήσεως καυσίμου της μηχανής καθώς η περιστροφική ταχύτητα αυξάνεται. Θετικός έλεγχος ροπής – μια μείωση στην παροχή καυσίμου καθώς η περιστροφική ταχύτητα αυξάνεται, αρνητικός έλεγχος ροπής = μια αύξηση στην παροχή καυσίμου καθώς η περιστροφική ταχύτητα αυξάνεται.

- Μηχανισμός ελέγχου ροπής.

Ένας μηχανισμός συμπληρωματικός στον ρυθμιστή για αυτόματη προσαρμογή της παροχής καυσίμου της αντλίας εγχύσεως καυσίμου την απαίτηση καυσίμου της πετρελαιομηχανής.

- Ποσότητα ελέγχου ροπής.

Η αλλαγή στην ποσότητα του καυσίμου που διοχετεύθηκε από την αντλία εγχύσεως καυσίμου για να προσαρμόσει την

ποσότητα καυσίμου στην χαρακτηριστική καμπύλη καύσεως της μηχανής" αυτή η αλλαγή ρυθμίζεται από τον μηχανισμόελέγχου ροπής στον ρυθμιστή ως μια λειτουργίατης περιστροφικής ταχύτητας.

- Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας.

Ένας ρυθμιστής για αντλίες εγχύσεως καυσίμου που διατηρεί σταθερές όλες τις ταχύτητες από την ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας ως τη μέγιστη ταχύτητα πλήρους φορτίου που ρυθμίζονται από τον μοχλό ελέγχου του ρυθμιστή μέσα στην ακτίνα λειτουργίας της πετρελαιομηχανής.

- VENTURI

Γενικά, ένας μεταλλικός ή πλαστικός σωλήνας μ' ένα στενό τμήμα σε σχήμα εγχυτήρα που καθιστά δυνατή τη μέτρηση της ταχύτητας και του όγκου μιας μέσης ροής μέσω αυτού ξεκινώντας από τη διαφορά στις πιέσεις στα στενότερα και πιο ευρύτερα σημεία. Εδώ, το τμήμα του συγκροτήματος VENTURI όπου η στραγγαλιστική βαλβίδα και το εξάρτημα του συνδετήρα εντοπίζονται για τον πνευματικό ρυθμιστή.

- Συγκρότημα VENTURI.

Ο μηχανισμός του αέρα εισαγωγής της μηχανής στον τύπο ενός VENTURI στο σωλήνα εισαγωγής μιας πετρελαιομηχανής όταν ένας πνευματικός ρυθμιστής με μια στραγγαλιστική βαλβίδα χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει την αναλογία ή τον βαθμό εκροής του αέρα.

- Αποσβεστήρας ταλαντώσεων.

Τμήματα σε σχήμα δακτυλιδιού φτιαγμένα από ένα ελαστικό υλικό τα οποία μεταδίδουν τη ροπή κινήσεως του εκκεντροφόρου άξονα της αντλίας εγχύσεως καυσίμου στο κάλυμμα του ρυθμιστή" εξουδετερώνουν οποιαδήποτε αποτελέσματα στρεπτικών ταλαντώσεων.

- Σταθερότητα.

Ειδικότερα στην άφορτη λειτουργία για κάποιες στροφές η  $n_0$  ακτίνα περιστροφής των αντίβαρων είναι μέγιστη  $t_2$ . Με την αύξηση του φορτίου, πέφτουν οι στροφές και τα αντίβαρα έρχονται σε μικρότερη ακτίνα περιστροφής  $t_1$ . Λέμε ότι ο ρυθμιστής έχει σταθερότητα αν είναι μόνο μια ακτίνα περιστροφής των αντίβαρων για κάθε ταχύτητα λειτουργίας, μέσα στο εύρος λειτουργίας του ρυθμιστού. Οι μηχανικοί ρυθμιστές είναι πιο ευαίσθητοι και λιγότερο σταθεροί.

- Διακύμανση λειτουργίας (HUNTING).

Αν αφαιρεθεί φορτίο από τη μηχανή, τότε αυξάνουν οι στροφές κατά ένα ποσοστό πάνω από τις κανονικές. Ο ρυθμιστής τότε ενεργοποιείται να ελαττώσει το καύσιμο από την αντλία έγχυσης. Λόγω όμως τριβών, της χρονικής καθυστέρησης κλπ., ο ρυθμιστής κόβει περισσότερο καύσιμο από το απαιτούμενο και η πτώση των στροφών είναι πολύ μεγάλη, με συνέπεια να εξαναγκάζεται ο ρυθμιστής ν' αυξήσει το πετρέλαιο και οι στροφές της μηχανής ν' ανέβουν ελαφρά πάνω από τις κανονικές. Αυτή η διακύμανση των στροφών πάνω-κάτω από τη μέση τιμή των στροφών, για το αυτό φορτίο, συνεχίζεται μέχρι ισορροπίας, οπότε παύει η διακύμανση. Όσο περισσότερο ευαίσθητος είναι ένας ρυθμιστής, τόσο μεγαλύτερη τάση διακύμανσης έχει.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΗ.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	4
ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΟΥ ΣΤΡΟΦΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΓΕΩΡΓΙΑ .....	4
Μεταβολές της ισχύος σε σχέση με τις στροφές του κινητήρα. ....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	10
ΚΑΤΑΤΑΞΗ – ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΩΝ ΣΤΡΟΦΩΝ.....	10
Κατηγορίες – τύποι ρυθμιστών στροφών. ....	10
α. Ρυθμιστές ελαχίστου – μέγιστου. ....	10
β. Ρυθμιστές μεταβλητής ταχύτητας. ....	11
γ. Ρυθμιστές σταθερής ταχύτητας. ....	13
δ. Βαθμός ευαισθησίας. ....	13
ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ.....	14
Γενικά.....	14
Γιατί ένας ρυθμιστής είναι απαραίτητος σε μια πετρελαιομηχανή; .....	16
Απόκλιση ταχύτητας. ....	17
Λειτουργίες του ρυθμιστή. ....	21
Έλεγχος ροπής. ....	23
Ρυθμιστές μέγιστης ταχύτητας.....	27
Ρυθμιστές ελαχίστης – μέγιστης ταχύτητας.....	28
Συνδυασμός ρυθμιστών. ....	30
Ρυθμιστές μεταβλητής ταχύτητας.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	33
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΡΥΘΜΙΣΤΩΝ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ Η ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥΣ.....	33
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	33
Α. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ.....	33
Μετρητικές μονάδες.....	33
Ρυθμιστής RQ ελαχίστης – μέγιστης ταχύτητας.....	35
Δομή.....	35
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ .....	37
Μηχανή εκτός λειτουργίας.....	37
Θέση εκκίνησης (μοχλός ελέγχου σε πλήρες φορτίο). ....	37
Θέση αφόρτου λειτουργίας. ....	37
Θέση μερικού φορτίου. ....	39
Στο μεγαλύτερο διάστημα της ταχύτητας της μηχανής. ( Ρύθμιση μέγιστης ταχύτητας )......	40
Μηχανισμός ελέγχου ροπής στον ρυθμιστή RQ.....	41
Ρυθμιστής ελάχιστης – μέγιστης ταχύτητας RQU.....	42
Ρυθμιστές μέγιστης ταχύτητας RQ και RQU.....	43
Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας RQV.....	44



Κατασκευή.....	44
Λειτουργικά χαρακτηριστικά.....	46
Κλειστή μηχανή.....	46
Θέση αφόρτου λειτουργίας (εικ. 48).....	47
Φορτίο στη μηχανή.....	48
Έλεγχος ροπής.....	51
Ρύθμιση ταχύτητας πλήρους φορτίου ( εικ. 52 ).....	51
Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας RQUV.....	51
Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας RQV...Κ.....	53
Λειτουργικά χαρακτηριστικά.....	54
Κλειστή μηχανή.....	54
Εκκίνηση της μηχανής (εικ. 57).....	55
Άφορτη λειτουργία (εικ. 58).....	55
Παροχή πλήρους φορτίου σε χαμηλή ταχύτητα (εικ. 59).....	56
Παροχή πλήρους φορτίου σε ενδιάμεση ταχύτητα (εικ. 60 με έλεγχο ροπής).....	57
Τέλος του ελέγχου ροπής, αρχή της ρύθμισης ταχύτητας.....	58
Έλεγχος ενδιάμεσων ταχυτήτων.....	59
Σύνθετοι ρυθμιστές RQV και RQUV.....	60
Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας EP/RSV.....	61
Κατασκευή.....	61
Λειτουργικά χαρακτηριστικά.....	63
Εκκίνηση της μηχανής.....	63
Θέση άφορτης λειτουργίας.....	63
Ρύθμιση χαμηλών ταχυτήτων (εικ. 70).....	64
Ρύθμιση σε υψηλή ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας (εικ. 71 και 72).....	65
Σταμάτημα της λειτουργίας της μηχανής.....	66
Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας EP/RSUV.....	68
Ρυθμιστής ελάχιστης – μέγιστης ταχύτητας EP/RS.....	69
Κατασκευή.....	69
Λειτουργικά χαρακτηριστικά.....	71
Θέση εκκίνησης (εικ. 80).....	71
Θέση ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας (εικ. 82).....	71
Μερικό φορτίο.....	72
Ρύθμιση μέγιστης ταχύτητας σε πλήρες φορτίο (εικ. 84).....	72
Διακοπή της λειτουργίας της μηχανής, (εικ. 85).....	73
Οι αναστολές του μοχλού ελέγχου και του κανόνα ελέγχου για τους μηχανικούς ρυθμιστές.....	74
Αναστολές μοχλού ελέγχου.....	74
Αναστολέας ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας μ' ελατήριο.....	74
Αναστολέας μειωμένης παροχής.....	75
Αναστολές του κανόνα ελέγχου.....	76
Σταθερός αναστολέας πλεονασμού καυσίμου για την εκκίνηση.....	77
Αυτόματοι αναστολές πλήρους φορτίου του κανόνα ελέγχου.....	77

Αναστολέας του κανόνα ελέγχου με εξωτερικό μηχανισμό ελέγχου ροπής (για ρυθμιστές RQV).....	79
Ρύθμιση του ελέγχου ροπής.....	81
Αναστολέας του κανόνα ελέγχου με εσωτερικό μηχανισμό ελέγχου ροπής (για ρυθμιστές RQV).....	81
Αντισταθμιστής πολλαπλής πίεσης (LDA).....	83
Αντισταθμιστής ύψους πίεσης (ADA).....	85
Ηλεκτρική συσκευή ελέγχου ταχύτητας.....	87
Χρήση.....	87
Σχέδιο.....	87
<b>Β. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ.....</b>	<b>89</b>
Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας ΕΡ/Μ.....	89
Αρχή λειτουργίας.....	89
Λειτουργικά χαρακτηριστικά.....	92
Εκκίνηση της μηχανής (εικ. 107).....	92
Στο διάστημα της ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας της μηχανής (εικ.108).....	92
Ρύθμιση στο διάστημα ανώτατης ταχύτητας της μηχανής (εικ. 109) (ρύθμιση ταχύτητας πλήρους φορτίου). ....	94
Ρύθμιση ανάμεσα στην ταχύτητα αφόρτου λειτουργίας και μέγιστης ταχύτητας.....	95
Αναστολή της μηχανής (εικ. 110).....	95
Αντίστροφη λειτουργία της μηχανής.....	96
Απόκλιση ταχύτητας στον πνευματικό ρυθμιστή.....	98
Ειδικά σχέδια.....	99
Σύστημα διαφράγματος με βοηθητικό ελατήριο ταχύτητας αφόρτου λειτουργίας. ( ελατηριωτό τύμπανο )......	99
Απόσβεση διακυμάνσεων.....	100
Έλεγχος ροπής με τον πνευματικό ρυθμιστή.....	101
Συντήρηση ρυθμιστών.....	102
Δοκιμή και επισκευή.....	104
<b>Γ. ΑΝΤΛΙΑ ΜΕ ΥΔΡΥΛΙΚΟ ΡΥΘΜΙΣΤΗ.....</b>	<b>104</b>
Γενικό συγκρότημα (δες εικ. 122).....	104
Ο υδραυλικός ρυθμιστής.....	105
<b>Δ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΕΓ – Β.....</b>	<b>109</b>
Ρύθμιση της πτώσης ταχύτητας.....	112
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</b>	<b>113</b>
<b>Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΜΙΑΣ Μ.Ε.Κ.....</b>	<b>113</b>
Απόδοση μηχανής.....	113
Σταθερή απόδοση.....	115
Ρυθμιστές στροφών.....	118
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....</b>	<b>126</b>
<b>ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΩΝ, ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΥΤΩΝ.....</b>	<b>126</b>
Γενικά.....	126

Αρχές ρυθμιστή.....	126
Παροχή καυσίμου .....	127
Ρυθμιστικός σφόνδυλος .....	127
Λειτουργία του ρυθμιστικού σφονδύλου.....	128
Τύποι ρυθμιστών στροφών .....	128
Ρυθμιστές ταχυτήτων .....	129
Μέτρηση ταχύτητας .....	130
Λειτουργία της ρυθμιστικής δικλείδας. ....	132
Προσαρμογή ταχύτητας. ....	133
<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΥΘΜΙΣΤΩΝ.....</b>	<b>134</b>
Ρύθμιση ταχύτητας.....	134
Απόκλιση ταχύτητας. ....	136
Ισόχρονοι ρυθμιστές. ....	136
Διορθωτική επίδραση.....	137
Μηχανικοί ρυθμιστές. ....	139
Αύξηση φορτίου.....	140
Μείωση φορτίου. ....	141
Υδραυλικοί ρυθμιστές.....	144
Εφαρμογές ρυθμιστή.....	162
Ρυθμιστής μεταβλητής ταχύτητας.....	165
Μηχανικός ρυθμιστής ελαχίστης ταχύτητας.....	166
Ρυθμιστές υπερτάχυνσης. ....	167
Ρυθμιστής περιορισμού φορτίου.....	168
Ρυθμιστής κανονισμού πίεσεως.....	170
Χρήση ρυθμιστή. ....	170
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....</b>	<b>175</b>
<b>ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΩΝ. ....</b>	<b>175</b>
Γενικά.....	175
Σύγχρονη τεχνολογία στους κινητήρες (αυτοματισμός – κινητήρας του αύριο). ....	176
Συστήματα ανάφλεξης ελεγχόμενα από κομπιούτερ. ....	176
Σύγχρονες βελτιώσεις στην έγχυση. ....	178
1). Ηλεκτρονική έγχυση (Π.Ε.).....	179
α. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.....	180
β.γ. Ηλεκτρουδραυλικό σύστημα έγχυσης. ....	182
2. Σύστημα V.I.T.....	186
Μηχανισμοί που μπορεί να έχει ένας σύγχρονος ρυθμιστής. ....	187
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 .....</b>	<b>189</b>
<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>189</b>
Οι τύποι του φυγόκεντρικού ρυθμιστή.....	194
Πλεονεκτήματα και περιορισμοί των υδραυλικών ελέγχων. ....	197
<b>ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ .....</b>	<b>202</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....</b>	<b>214</b>

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. DOUGLAS M.: PROCESS INSTRUMENTS AND CONTROLS HANDBOOK.
2. FRANCIS H. RAVEN: AUTOMATIC CONTROL ENGINEERING.
3. Μ. ΚΗΟΒΑΚΗ: MOTOR VEHICLE ENGINES.
4. FORMULE: HANDBOOK OF ENGINEERING.
5. WORKSHOP MANUAL: CAV, DPA FUEL INJECTION PUMP.
6. TECHNICAL INSTRUCTION: BOSCH, FUEL INJECTION EQUIPMENT FOR DIESEL ENGINES.
7. Π.Ε. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ: ΜΗΧΑΝΕΣ DIESEL.
8. Ε.Α. ΒΑΣΟΥΡΑ: ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ.
9. Χ.Α. ΣΟΥΤΕΡ: ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ. ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ – ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.
10. ΖΑΧΜΑΝΟΓΛΟΥ, ΚΑΠΕΤΑΝΑΚΗΣ, ΚΑΡΑΜΠΙΔΑΣ, ΠΑΤΣΙΑΒΟΣ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ, ΠΕΡΑ ΑΠΟ ΤΟ 2000.
11. ΔΡΟΣΟΣ, ΧΑΤΖΗΔΑΚΗΣ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ, ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.

