

## ΡΥΘΙΣΤΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ

Ανεξάρτητα από τον τύπο του ρυθμιστή πρέπει να διαθέτει δυο κύρια χαρακτηριστικά:

**Ακρίβεια λειτουργίας**

**Ευστάθεια**

Το πρώτο αναφέρεται σε μόνιμη λειτουργία δηλαδή σε σταθερές στροφές.

Το δεύτερο αναφέρεται στη μεταβατική λειτουργία, κατά την αλλαγή δηλαδή των στροφών, ώστε να μην προκαλούνται αστάθειες κατά τη μετάβαση.

1

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΥΘΙΣΤΩΝ ΣΤΡΟΦΩΝ

**Κλίση ταχύτητας περιστροφής (speed drop ή speed regulation)**

**Ισόχρονη λειτουργία (Isochronous operation)**

**Βαθμός ανομοιομορφίας**

**Συμπεριφορά κατά τη μεταβατική λειτουργία**

2

## Κλίση ταχύτητας περιστροφής (speed drop ή speed regulation)

Αναφέρεται στην καμπύλη μέγιστης ροπής του πετρελαιοκινητήρα και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\delta = \frac{n_{10} - n_{90}}{n_{90}} \cdot 100\%$$

Όπου  $\delta$  η κλίση της ταχύτητας,  $n_{100}$  η μέγιστη ταχύτητα στο μέγιστο φορτίο και  $n_{90}$  η μέγιστη ταχύτητα στο ελάχιστο φορτίο.

Στην περίπτωση των ηλεκτρογεννητριών κυμαίνεται από 0 έως 5%.

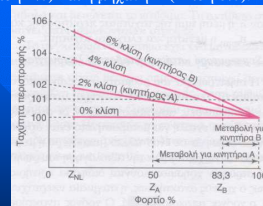
Είναι σημαντικό κατά τον **παράλληλισμό των γεννητριών** να έχουν οι ρυθμιστές των μηχανών την **ίδια κλίση ταχύτητας** ώστε το φορτίο να ισοδιανέμεται μεταξύ των μηχανών.

3

## Κλίση ταχύτητας περιστροφής (speed drop ή speed regulation)

Στο σχεδιάγραμμα δίδεται η συμπεριφορά δύο μηχανών για παράλληλα συνδεδεμένων αλλά ρυθμισμένων με διαφορετική κλίση της ταχύτητας.

Η μηχανή Α (κλίση 2%) και η μηχανή Β (κλίση 6%).



Αρχικά οι μηχανές δουλεύουν σε πλήρες φορτίο (100%). Λόγω πτώσης φορτίου η ταχύτητα περιστροφής αυξάνεται η οποία είναι ίδια λόγω της παράλληλης σύνδεσης.

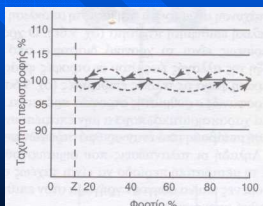
Όμως λόγω διαφορετικής κλίσεως της ταχύτητας προκύπτει διαφορετικό φορτίο για κάθε μηχανή (50% για την Α και 83% για τη Β).

4

## Ισόχρονη λειτουργία (Isochronous operation)

Ο ρυθμιστής διατηρεί σταθερές τις στροφές ανεξάρτητα από το φορτίο.

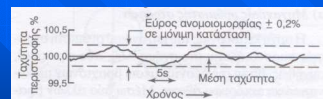
Στο σχεδιάγραμμα παρουσιάζονται με διακεκομμένες γραμμές οι καμπύλες που ακολουθεί ο κινητήρας κατά την αλλαγή του φορτίου, καταλήγοντας στην ίδια ταχύτητα περιστροφής με μικρή απόκλιση κατά τη μετάβαση (τάξης 2%)



5

## Βαθμός ανομοιομορφίας

Εκφράζει τη μέγιστη απόκλιση από τη μέση τιμή της ταχύτητας περιστροφής.



6

### Συμπεριφορά κατά τη μεταβατική λειτουργία

Για την αξιολόγηση του ρυθμιστή στροφών χρησιμοποιούνται διάφορα κριτήρια όπως ο χρόνος ανακτίσεως, η στιγμιαία υπερτάχυνση και ο χρόνος αποκρίσεως.

Ο χρόνος ανακτίσεως αναφέρεται στο χρονικό διάστημα από τη στιγμή που ξεκινά η αλλαγή στροφών έως ότου επιτυγχάνεται ένας προδιαγεγραμμένος βαθμός ανομοιομορφίας.

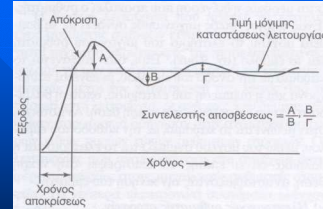


Η στιγμιαία υπερτάχυνση αναφέρεται στη μέγιστη απόκλιση από την τελική επιθυμητή ταχύτητα.

7

### Συμπεριφορά κατά τη μεταβατική λειτουργία

Ο χρόνος αποκρίσεως είναι το χρονικό διάστημα από την έναρξη της αλλαγής έως ότου οι στροφές φθάσουν για πρώτη φορά τις τελικές επιθυμητές.

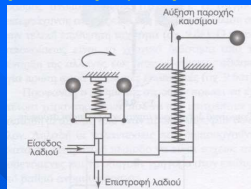


Γενικά οι ταλαντώσεις που δημιουργούνται κατά τη μεταβατική περίοδο πρέπει να είναι ταχέως αποσβενόμενες και να οδηγούν γρήγορα στον επιθυμητό βαθμό ανομοιομορφίας.

8

### Αρχή λειτουργίας μηχανικού – υδραυλικού ρυθμιστή στροφών

Το σύστημα έχει ένα μοναδικό σημείο ισορροπίας, όταν η βαλβίδα βρίσκεται σε ενδιάμεση νεκρή θέση η οποία αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη ταχύτητα περιστροφής.

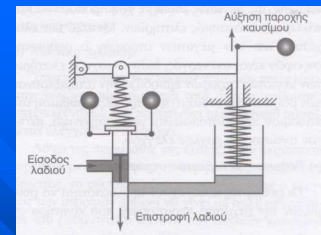


Το σύστημα είναι ασταθές. Έτσι, αν πέσουν οι στροφές και αντιδράσει ο ρυθμιστής αυξάνοντας το καύσιμο, θα αργήσει να αναποκριθεί ο κινητήρας, οπότε ήδη ο ρυθμιστής καυσίμου θα έχει μετακινηθεί κατά πολύ και η μηχανή συνεχίζει να επιταχύνει. Τότε η βαλβίδα μετακινείται από την άλλη πλευρά και μειώνει το καύσιμο, αλλά λόγω της αδράνειας του κινητήρα, αργούν να πέσουν οι στροφές του, οπότε ο ρυθμιστής προκαλεί σημαντική μείωση του καυσίμου.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς εμφανίζοντας συνεχείς μη αποσβενόμενες ταλαντώσεις.

9

### Αρχή λειτουργίας μηχανικού – υδραυλικού ρυθμιστή στροφών με κλίση ταχύτητας περιστροφής

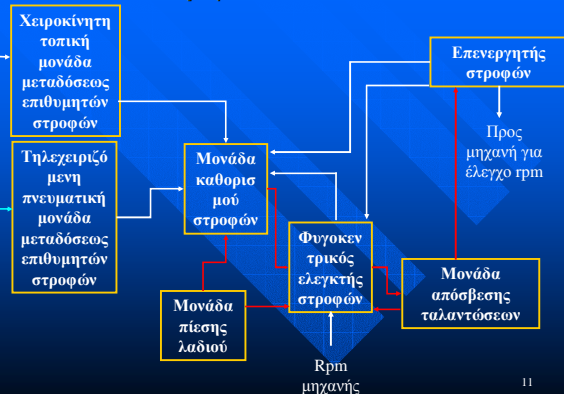


Όταν αυξάνεται το καύσιμο με την άνοδο του εμβόλου μειώνεται ταυτόχρονα και η συμπίεση του ελατηρίου οπότε η βαλβίδα τείνει να επιστρέψει στη νεκρή θέση.

Αντίστοιχα όταν μειώνεται το καύσιμο, με την κάθοδο του εμβόλου, μέσω του μοχλού συμπιέζεται το ελατήριο και η βαλβίδα τείνει να επιστρέψει στη νεκρή θέση, αντισταθμίζοντας την κίνηση του εμβόλου.

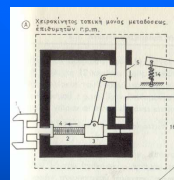
10

### ΣΑΕ στροφών MEK (Woodward)



11

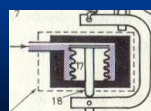
### Χειροκίνητη τοπική μονάδα μεταδόσεως επιθυμητών στροφών



Τοπικά μπορούμε να ρυθμίσουμε τον επιθυμητό αριθμό στροφών μέσω ενός κουμπιού που βρίσκεται στο ρυθμιστή.

Η τιμή μεταδίδεται στη μονάδα καθορισμού στροφών με μηχανικό σύστημα μοχλών.

### Τηλεχειριζόμενη πνευματική μονάδα μεταδόσεως επιθυμητών στροφών



Από απόσταση μπορούμε να ρυθμίσουμε τον επιθυμητό αριθμό στροφών.

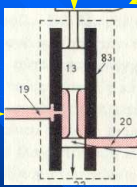
Η μετάδοση της εντολής γίνεται με τη βοήθεια πνευματικού συστήματος (3 bar –15 bar) και η επιθυμητή τιμή μεταδίδεται στη μονάδα καθορισμού στροφών με μηχανικό σύστημα μοχλών.

12

### Μονάδα καθορισμού στροφών

Ενεργοποιείται είτε από το χειροκίνητο είτε από το πνευματικό σύστημα.

Στη μονάδα επιστρέφουν δύο σήματα το ένα από τον επενεργητή και το άλλο από το φυγοκεντρικό ελεγκτή που ενημερώνουν τη μονάδα για την εκτέλεση της εντολής καθορισμού των στροφών.



Στέλνει ένα σήμα πίεσης λαδιού στο φυγοκεντρικό ελεγκτή με το οποίο καθορίζεται ο επιθυμητός αριθμός στροφών της μηχανής.

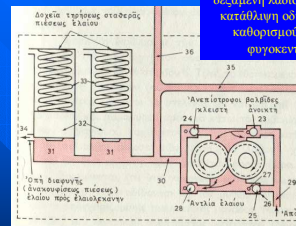
Η μονάδα λειτουργεί με λάδι σταθερής πίεσης που προέρχεται από τη μονάδα πίεσης λαδιού.

Σε αύξηση στροφών το έμβολο 13 κατεβαίνει και λάδι κυκλοφορεί από το 19 στο 20.  
Σε μείωση στροφών το έμβολο 13 ανεβαίνει και λάδι κυκλοφορεί από το 20 προς την ελασιλεκάνη.

Όταν η μηχανή αποκτήρει τις επιθυμητές στροφές το έμβολο 13 φράσσει την κυκλοφορία λαδιού από το 19 στο 20 ή από το 20 προς την ελασιλεκάνη.

### Μονάδα πίεσης λαδιού

Αποτελείται από αντλία λαδιού γραναζωτή εξαρτώμενη από τη μηχανή για να διατηρεί σταθερή τη πίεση.



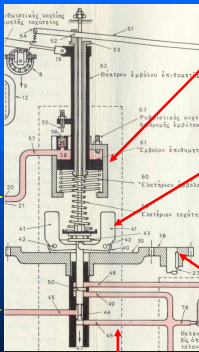
Η αναρρόφηση βρίσκεται στη δεξιά μεριά λαδιού της μηχανής και η κατάλληλη οδήγείται στη μονάδα καθορισμού στροφών και στο φυγοκεντρικό ελεγκτή.

Οι τέσσερις ανεπίστροφες βαλβίδες τοποθετούνται για είναι η αναρρόφηση (29) και η κατάλληλη (30) ή ίδια είτε η μηχανή κινείται ΠΡΟΣΩ ή ΑΝΑΠΟΔΑ.

Όταν κινείται ΠΡΟΣΩ ανοίγουν οι βαλβίδες 23 και 28 και κλείνουν οι βαλβίδες 24 και 26.

Όταν κινείται ΑΝΑΠΟΔΑ ανοίγουν οι βαλβίδες 26 και 24 και κλείνουν οι βαλβίδες 23 και 28.

### Φυγοκεντρικός ελεγκτής στροφών



Τα αντίβαρα λόγω του εμβόλου επιθυμητής ταχύτητας ανοίγουν προς τα έξω ή κλείνουν προς τα μέσα όταν έχουμε μείωση ή αύξηση των στροφών αντίστοιχα.

Τα αντίβαρα λόγω φυγόκεντρης δύναμης ανοίγουν (κλείνουν) προς τα έξω (μέσα) όταν αυξάνουν (μειώνονται) οι στροφές και επομένως δίνεται εντολή να μειωθούν (αυξηθούν) οι στροφές.

Τροφοδοτείται με λάδι μεταβλητής πίεσης από τη μονάδα καθορισμού στροφών και με λάδι σταθερής πίεσης από τη μονάδα πίεσης λαδιού.

Στέλνει σήμα πίεσης λαδιού στη μονάδα απόσβεσης ταλαντώσεων.

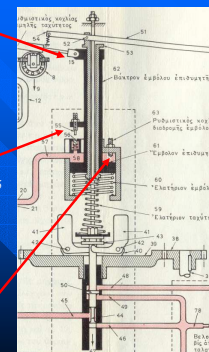
Η μονάδα παίρνει κίνηση από τον άξονα της μηχανής (37) μέσω οδοντωτών τροχών (38, 39).

### Φυγοκεντρικός ελεγκτής στροφών

Στέλνει σήμα στη μονάδα καθορισμού στροφών (62, 15, 11, 10, 12, 13) και την ενημερώνουν για την εκτέλεση της εντολής καθορισμού των στροφών.

Ο κοχλίας 55 κινείται μαζί με το βάκτρο και καθορίζει τη μέγιστη διαδρομή του εμβόλου άρα και τη μέγιστη ταχύτητα. Όταν φτάσει στη μέγιστη θέση ο πείρος 55 ωθεί τη σφαιρική βαλβίδα 56 και ανακουφίζει την πίεση στον κύλινδρο 58. Έτσι το έμβολο δεν μπορεί να κινηθεί παραπάνω.

Ο κοχλίας 63 καθορίζει την ελάχιστη διαδρομή του εμβόλου άρα και την ελάχιστη ταχύτητα.

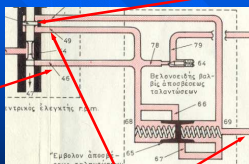


Δέχεται σήμα από τον επενεργητή στροφών που τον πληροφορεί για την εκτέλεση της εντολής ρύθμισης των στροφών και από τη μονάδα απόσβεσης ταλαντώσεων που μεώνει και τελικά σβήνει τις διακυμάνσεις των στροφών.

### Μονάδα απόσβεσης ταλαντώσεων

Σκοπός η απόσβεση των ταλαντώσεων λόγω αδράνειας του φυγοκεντρικού ελεγκτή, στη προσπάθεια διατήρησης στροφών.

Η βελονοειδής βαλβίδα επιτρέπει τη αργή διαφυγή λαδιού λαδιού από το σωλήνα 78 προς το 79 για την εξισορρόπηση των πιέσεων στο βαλβιδάκι 50 του φυγοκεντρικού ελεγκτή.

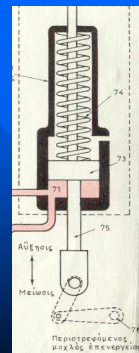


Δέχεται σήμα από το φυγοκεντρικό ελεγκτή

Στέλνει δύο σήματα. Το ένα στον επενεργητή και το άλλο στο φυγοκεντρικό ελεγκτή.

Οι σωλήνες 66, 67 χρησιμοποιούνται για το καθορισμό του μέγιστου και ελάχιστου ορίου των στροφών. Έτσι αν η πίεση στο 68 αυξηθεί υπερβολικά (απαίτηση υπερβολικής αύξηση στροφών) το έμβολο 65 κινείται τελείως δεξιά. Λάδι με πίεση περνά από το 68 στο 67 και κατά συνέπεια στο χώρο 69. Δηλαδή η πίεση γίνεται αμφίπλευρα του εμβόλου 65 η ίδια και κατά συνέπεια το έμβολο επανέρχεται προς τα αριστερά δίνοντας εντολή για λιγότερες στροφές ανά λεπτό. Το ίδιο συμβαίνει και αν αυξηθεί υπερβολικά η πίεση στο 69 (υπερβολική απαίτηση μείωσης στροφών)

### Επενεργητής στροφών



Δέχεται σήμα από τη μονάδα απόσβεσης ταλαντώσεων και στέλνει σήμα προς τη μηχανή με το οποίο ρυθμίζεται η παροχή πετρελαίου.

Ο επενεργητής στέλνει δύο σήματα προς τη μονάδα καθορισμού στροφών και το φυγοκεντρικό ελεγκτή και πληροφορεί τις μονάδες αυτές για τη πορεία εκτέλεσης της εντολής.

