

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : Ηλεκτρονικός ρυθμιστής στροφών (Electronic Governor) για
τον έλεγχο της κύριας μηχανής**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΣΙΑΜΣΙΑΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΠΑΛΑΝΤΖΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2017

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: Ηλεκτρονικός ρυθμιστής στροφών (Electronic Governor) για
τον έλεγχο της κύριας μηχανής**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΣΙΑΜΣΙΑΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΜ : 3621

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ : 02/06/2017

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παρακάτω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Με αυτή την εργασία προσπάθησα να αποδώσω όσο το δυνατόν καλύτερα τη λειτουργία, περιγραφή, εφαρμογή και σύγχρονες μεθόδους λειτουργίας του ηλεκτρονικού ρυθμιστή στροφών. Η ολοκλήρωση της εργασίας είναι ένα επιπλέον εφόδιο που έχω για την επαγγελματική μου καριέρα ως μηχανικός του εμπορικού ναυτικού, αλλά το μεγαλύτερο βάρος έχει η σχολή ΑΕΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ –ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ. Ακόμη έχω βοηθηθεί από την τετράχρονη επαγγελματική μου πορεία σε στροβίλους της ΔΕΗ (ΑΗΣ- ΚΑΡΔΙΑΣ), αλλά και από το πέρασμα μου από τη μακεδονική βιομηχανία ζωοτροφών, με πάρα πολλές ηλεκτρομηχανές και συστήματα αυτοματισμού.

Σε αυτήν την εργασία που ακολουθεί αναφέρομαι στον ηλεκτρονικό ρυθμιστή στροφών, τη λειτουργία του, τι τύποι υπάρχουν, εφαρμογές και σύγχρονες μεθόδους που εφαρμόζονται στις μηχανές.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρομαι γενικά για τους ρυθμιστές στροφών, την ιστορική αναδρομή, πότε πρωτοεμφανίστηκαν ποιοι τους ανακάλυψαν και πως εξελίχτηκαν.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφω, γιατί είναι σημαντικό να υπάρχουν οι ρυθμιστές στροφών στις μηχανές, διάφοροι τύποι τους και εφαρμογές του καθενός πάνω στις μηχανές.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζω τον ηλεκτρονικό ρυθμιστή στροφών, τη σύγχρονη μορφή του, τις εφαρμογές που έχει πάνω σε μια μηχανή και τη λειτουργία του.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύω άλλες κατηγορίες ρυθμιστών στροφών, τύπους, εφαρμογές και ανάλυση λειτουργιών, πάνω στις μηχανές όταν είναι με φορτίο και όταν είναι στο ρελαντί για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς τους.

Abstract

With this work I tried to best perform the operation, description, application and modern methods of operation of the electronic governor. Completion of the job is an additional asset I have for my professional career as a merchant navy engineer, but the greatest concern is the AEN MAKEDONIA-MECHANICS. I have also been helped by my four-year professional career in DEI (Kardias) turbines, but also through my passage from the Macedonian feed industry, with many electric machines and automation systems.

In this work I am referring to the electronic throttle regulator, its function, what types are there, applications and modern methods applied to the engines.

In the first chapter I refer generally to stroke controllers, historical retrospective when they first appeared who discovered them and how they evolved.

In the second chapter I describe, because it is important to have the stroke regulators on the machines, their various types and applications on the machines.

In the third chapter I present the electronic stroke controller, its modern form, the applications it has on a machine and its function.

In the fourth chapter I analyze other categories of motion controllers, types, applications and function analysis, on machines when loaded and when idling to monitor their behavior.

Πρόλογος

Για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας πρώτα θέλω να αναφερθώ στην εταιρία μου την ARCADIA που μου έδωσε τη δυνατότητα να κάνω τα εκπαιδευτικά μου ταξίδια και να έχω μια πρώτη επαφή με την εμπορική ναυτιλία. Άλλα και στις προηγούμενες εταιρίες που ήμουν, ότι με βοήθησαν με τον τεχνολογικό τους εξοπλισμό, να έχω μια ποιο γενική άποψη για τις σύγχρονες μορφές εξοπλισμού μηχανημάτων σε στεριά και θάλασσα.

Η τεχνολογική εξέλιξη δε σταματά και αυτό προς όφελος όλων, η παρακολούθηση της είναι πάρα πολύ σημαντική στον τομέα μας, για να μπορούμε να συμβαδίζουμε με την τεχνολογική εξέλιξη.

Κεφάλαιο 1

Γενικά

ΑΠΛΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Φυγοκεντρικός ρυθμιστής ταχύτητας.

Την αρχή για τους φυγοκεντρικούς ρυθμιστές ταχύτητας, έκαναν οι υδρόμυλοι και οι ανεμόμυλοι οι πρώτοι με τη βοήθεια του νερού και οι δεύτεροι με τη βοήθεια του ανέμου.

Οι πρώτες πληροφορίες για τους φυγοκεντρικούς ρυθμιστές ταχύτητας μας έρχονται από τον 17^ο αιώνα. Ο James Watt ήταν Σκωτσέζος εφευρέτης, μηχανικός και χημικός, που με δικό του κινητήρα ατμού το 1781 επέφερε θεμελιώδους σημασίας αλλαγές, στη βιομηχανική επανάσταση τόσο στη Μεγάλη Βρετανία αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο. Ενώ εργαζόταν στο πανεπιστήμιο της Γλασκώβης, άρχισε να ενδιαφέρεται για την τεχνολογία των κινητήρων ατμού. Συνειδητοποίησε ότι τα σύγχρονα σχέδια του κινητήρα σπαταλούν πολλή ενέργεια κατ' επανάληψη στην ψύξη και αναθέρμανση του κυλίνδρου. Ο Watt εισήγαγε ένα σχεδιασμό με συμπυκνωτή ο οποίος απέφευγε σπατάλη ενέργειας και βελτίωνε ριζικά την ισχύ και την αποδοτικότητα της ατμομηχανής.

Ο Watt προσπάθησε να εκμεταλλευτεί εμπορικά την εφεύρεσή του, αλλά γνώρισε μεγάλες οικονομικές δυσκολίες μέχρι να εισέρθει σε μια συνεργασία με τον Matthew Bolton το 1775. Η νέα εταιρία Watt - Bolton ήταν πολύ επιτυχημένη. Κατά την αποχώρηση του Watt συνέχισε να αναπτύσσει νέες εφευρέσεις αν και καμία δεν ήταν τόσο σημαντική όσο το έργο της ατμομηχανής του. Πέθανε το 1819 σε ηλικίας 83 ετών.

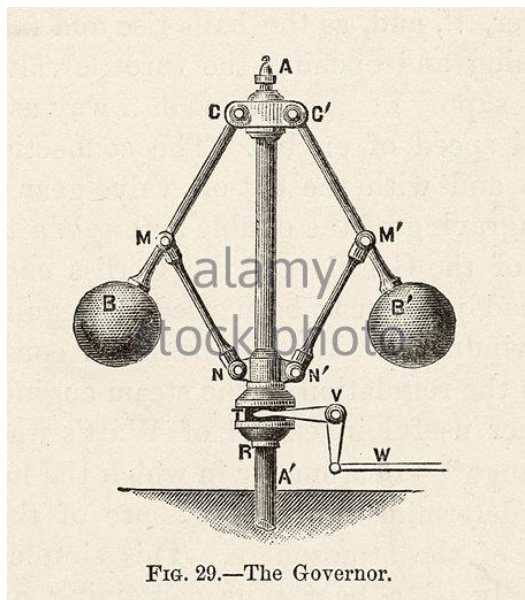
Η ατμομηχανή βασίστηκε στην ιπτάμενη σφαίρα (φυγοκεντρική ρύθμιση ταχύτητας). Ο άμεσος έλεγχος στροφών του κινητήρα με αυτή τη φυγόκεντρο συσκευή έδωσε ποιο μεγάλη αξιοπιστία, στη ρύθμιση της ταχύτητας του κινητήρα. Όσο ο κινητήρας αποκτά περισσότερες στροφές, αυξάνεται και η φυγόκεντρος δύναμη του στη βάση λόγω περιστροφικής κίνησης, με αποτέλεσμα το κολάρο που βρίσκεται στον άξονα του ρυθμιστή να συνδέεται με μια βαλβίδα, όταν η ροή του ατμού μέσα στον κύλινδρο μειώνεται, η ταχύτητα του κινητήρα, αυξάνεται, ενώ αντίθετα όταν η ροή του ατμού μέσα στον κύλινδρο αυξάνεται, η ταχύτητα του κινητήρα μειώνεται.

Με το φυγοκεντρικό ρυθμιστή στροφών των Watt - Bolton, έγινε ένα μεγάλο βήμα για τις μηχανές με περιστροφική κίνηση και αργότερα με παλινδρομική κίνηση, για μεγάλη σταθερότητα της ταχύτητας των στροφών τους, με οικονομία και μεγαλύτερης απόδοσης της μηχανής.



Στην εικόνα 1. Βλέπουμε το φυγοκεντρικό ρυθμιστή στροφών των Watt – Bolton του 1778.

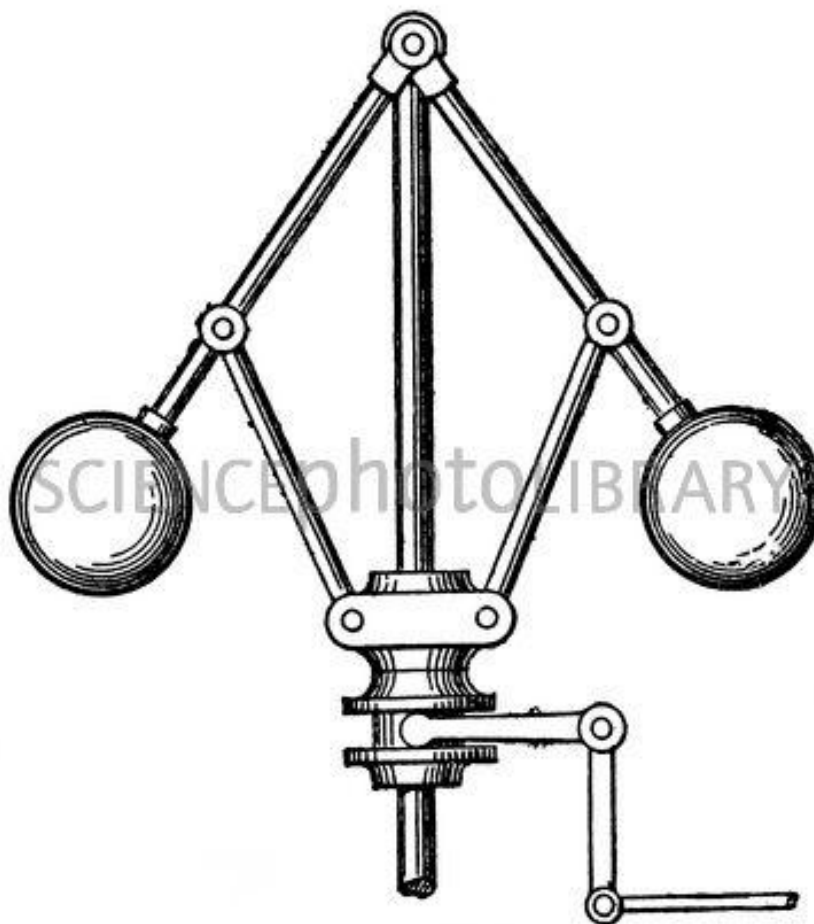
Πηγή : <http://www.regencyhistory.net/2016/02/>



Στην εικόνα 2. βλέπουμε φυγοκεντρικό ρυθμιστή στροφών ατμομηχανής.

Πηγή : <http://www.regencyhistory.net/2016/02/>

Αυτή η συσκευή έχει σχεδιαστεί για να ελέγχει, την ταχύτητα ενός κινητήρα με ρύθμιση της ποσότητας του καυσίμου που παρέχεται στον κινητήρα. Σε αυτή την περίπτωση αυτό είναι ένα (flyball) governor που χρησιμοποιείται σε μια μηχανή ατμού. Καθώς η ποσότητα ατμού που διέρχεται στο governor αυξηθεί, οι δυο σφαίρες ανεβαίνουν προς τα πάνω, έτσι έχουμε το κλείσιμο της βαλβίδας και διακόπτοντας την παροχή ατμού. Αυτό παρέχει ένα αυτόματο φρένο στον κινητήρα, διατηρώντας την ταχύτητα μέσα σε ένα συνολικό εύρος. Καθώς η ταχύτητα του ατμού πέφτει, οι μπάλες κατεβαίνουν, επιτρέποντας στον κινητήρα να επιταχύνει ακόμα μια φορά. Αυτή η εφεύρεση αποτελεί ακόμα και σήμερα αντικείμενο μελέτης από τους μηχανικούς.



Εικόνα 3 φυγοκεντρικό governor Watt για μηχανή ατμού.

Πηγή : <http://www.regencyhistory.net/2016/02/>

Κεφάλαιο 2

Περιγραφή των ρυθμιστών στροφών στις μηχανές

Ο κινητήρας diesel από την εμφάνιση του, κυριαρχεί ως μηχανή παραγωγής έργου, χωρίς καμία ουσιαστική βελτίωση στην αρχική του σύλληψη. Δεν προόδευσε ο κινητήρας diesel, όλα αυτά τα χρόνια; Προόδευσε πολύ, όχι όμως στη βασική του σύλληψη, αλλά σε όλους τους άλλους τομείς. Ο ηλεκτρονικός έλεγχος φαίνεται προς το παρόν, να προσφέρει μια αξιόλογη λύση. Αυτό μας βοηθά να δούμε συστήματα έλεγχου των στροφών και συστήματα διαχείρισης καυσίμου των κινητήρων diesel.

Ο ρυθμιστής στροφών ελέγχει την ταυτότητα περιστροφής στους κινητήρες diesel, αλλά και τη ροπή σε έναν ασύγχρονο επαγωγικό κινητήρα.

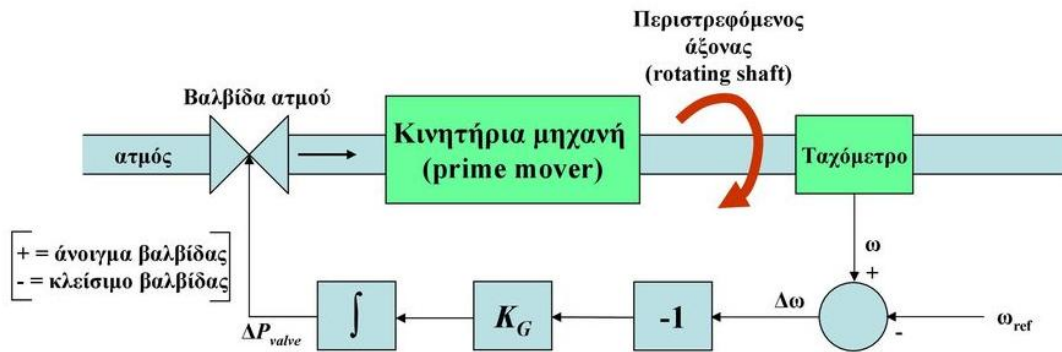
Στους ρυθμιστές στροφών των μηχανών diesel και των γεννητριών, έχουμε μια ανίχνευση ταχύτητας και μια υδραυλική λειτουργία, των αντλιών καυσίμου. Οι ρυθμίσεις αυτές γίνονται από τα set point, που έχει ο ρυθμιστής στροφών προκειμένου να βελτιωθεί, η μηχανική του απόδοση σε κάθε κατάσταση που θα βρίσκεται ο κινητήρας, για την ομαλή λειτουργία του. Αυτό μπορούμε να το δούμε, όταν ένα πλοίο έχει να ταξιδέψει με κακές καιρικές συνθήκες και για στιγμή η προπέλα του βρεθεί σε κενό, ο ρυθμιστής αυτόματα ελέγχει τις στροφές του κινητήρα προς αποφυγή μεγάλης βλάβης του. Αλλά και στα επιβατικά αυτοκίνητα μπορεί να συμβεί αυτό με τις μεταβολές του φορτίου (όπως και σε κάθε είδους μηχανή).

Ο ρυθμιστής ταχύτητας ελέγχει την ταχύτητα και της δυνάμεις που μπορεί να συμβούν σε αυτές τις περιπτώσεις, οι δυνάμεις που προκύπτουν πολλές φορές στις μηχανές diesel που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, αυτό οφείλεται στο ότι οι μηχανές diesel κατά τη διάρκεια του νεκρού χρόνου έχουν μεταβολές στις παραμέτρους τους. Αυτό γρήγορα αντιμετωπίζεται με τον αυτορυθμιζόμενο ελεγκτή ταχύτητας, που επιδρά άμεσα στην αποκατάσταση των μεταβολών που εμφανίζονται. Ο νεκρός χρόνος σε μια μηχανή diesel δίνει ένα σημαντικό μειονέκτημα για την ροπή της μηχανής, αλλά και την εκκίνηση έγχυσης καυσίμου. Ο ρυθμιστής στροφών ελέγχει τη ροή καυσίμου και στη συνέχεια την είσοδο στη γεννήτρια ώστε να προσφέρει την απαιτούμενη ισχύ, για να καλύψει τυχόν μεταβολές στο φορτίο.

Ο ρυθμιστής στροφών μετρά τη συχνότητα περιστροφής της γεννήτριας και ρυθμίζει τη θέση της βαλβίδας εισαγωγής ατμού ούτως ώστε η συχνότητα να διατηρείται, κοντά στην ονομαστική τιμή. Οι ρυθμιστές στροφών που χρησιμοποιούνται στις καινούριες μηχανές αποτελούνται από ηλεκτρονικά αισθητήρια μεταβολής της ταχύτητας και ηλεκτρονικά, μηχανικά και υδραυλικά εξαρτήματα για τον έλεγχο της βαλβίδας εισόδου ατμού.

Το πιο απλό μοντέλο ρυθμιστή στροφών είναι ο σύγχρονος ρυθμιστής (isochronous governor). Ρυθμίζει τη βαλβίδα εισόδου του ατμού έτσι ώστε να διατηρείται η συχνότητα πάντα στην ονομαστική της τιμή ($\Delta f = 0$).

Όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4. Ο μοντέλο ρυθμιστή στροφών- governor model- ισόχρονος ρυθμιστής-isochronous governor.

Ο σύγχρονος ρυθμιστής στροφών δεν χρησιμοποιείται σε συστήματα με δυο ή περισσότερες γεννήτριες διότι αν οι γεννήτριες δεν λειτουργούν στην ίδια ακριβώς ταχύτητα, τότε κάθε γεννήτρια θα προσπαθούσε να αναγκάσει την άλλη να ακολουθήσει τη δική της ρύθμιση.

Για να λυθεί, το πρόβλημα χρησιμοποιείται ακόμη ένας βρόγχος ανάδρασης με είσοδο το φορτίο αναφοράς.

Αυτή η είσοδος ορίζει το συγκεκριμένο φορτίο της γεννήτριας για το οποίο η συχνότητα πρέπει να ισούται με τη ονομαστική τιμή της συχνότητας.

Για όλες τις υπόλοιπες τιμές του φορτίου της μονάδας θα υπάρχει ένα σφάλμα συχνότητας. Το R ονομάζεται ως η ανά μονάδα μεταβολής στη συχνότητα δια την ανά μονάδα μεταβολής στην ισχύ εξόδου.

$$R = \Delta\omega / \Delta P_{pu}$$

R:σταθερά ρύθμισης, regulation constant (droop).

Άρα το R είναι η μεταβολή της ισχύος εξόδου για μια μεταβολή της συχνότητας. Συνήθως το R ρυθμίζεται ούτως ώστε μια μεταβολή της εξόδου από 0 έως 100% να έχει ως αποτέλεσμα την ίδια μεταβολή της σε κάθε γεννήτρια του συστήματος.

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω οι ρυθμιστές στροφών χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους, όπου έχουμε:

- α) μηχανικούς
- β) υδραυλικούς
- γ) ηλεκτρονικούς

Ανεξάρτητα από τον τύπο του ρυθμιστή, αυτός πρέπει να διαθέτει δυο κύρια χαρακτηριστικά, ακρίβεια λειτουργίας και ευστάθεια.

Το πρώτο χαρακτηριστικό αναφέρεται σε μόνιμη λειτουργία του κινητήρα, δηλαδή σε σταθερές στροφές. Το δεύτερο αναφέρεται στη μεταβατική λειτουργία κατά την αλλαγή δηλαδή των στροφών, ώστε να μην προκαλούνται αστάθειες κατά τη μετάβαση.

Τα χαρακτηριστικά συνδέονται με τις ιδιότητες των ρυθμιστών. Ειδικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες ρυθμιστών είναι:

- α) κλίση ταχύτητα περιστροφής (speed droop),
- β) ισόχρονη λειτουργία (isochronous operation),
- γ) εξομάλυνση ταχύτητας (speed regulation),
- δ) βαθμός ανομοιομορφίας,
- ε) συμπεριφορά κατά τη μεταβατική λειτουργία.

α) Κάθε πετρελαιοκινητήρας χαρακτηρίζεται από μια καμπύλη που παρέχει τη μέγιστη ροπή του κινητήρα, σε συνάρτηση με τις στροφές. Σε περίπτωση που η αντίσταση στη ροπή αυτή, (δηλ. το φορτίο) μειωθεί χωρίς να υπάρξει κάποια μεταβολή στη ρύθμιση του καυσίμου, τότε θα αυξηθούν οι στροφές του κινητήρα. Η αύξηση των στροφών είναι ανάλογη της μείωσης του φορτίου, δηλαδή είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η μείωση του φορτίου. Οι μεγαλύτερες τιμές της κλίσεως της ταχύτητας παρέχουν αυξημένη ευστάθεια στο σύστημα κινητήρα-ρυθμιστή στροφών-φορτίο.

Η ιδιότητα αυτή εκτός από την αύξηση της ευστάθειας του συστήματος, είναι απαραίτητη και για την περίπτωση της παράλληλης σύνδεσης πετρελαιομηχανών, ώστε το φορτίο να διανέμεται ανάλογα μεταξύ των μηχανών. Η παράλληλη σύνδεση μπορεί να είναι είτε μηχανική (δυο μηχανές να δίνουν κίνηση σε κοινό άξονα μέσω μειωτήρα) είτε ηλεκτρική (παράλληλα συνδεδεμένες ηλεκτρογεννήτριες των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών.

β) Κατά την ισόχρονη λειτουργία, ο ρυθμιστής στροφών διατηρεί σταθερές τις στροφές του κινητήρα, ανεξάρτητα από το φορτίο (εκτός βεβαίως των ορίων λειτουργίας του κινητήρα). Η

λειτουργία αυτή του ρυθμιστή στροφών είναι ουσιώδης για την περίπτωση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών, κατά τη λειτουργία των οποίων επιτρέπονται μικρές μόνο μεταβολές της ταχύτητας περιστροφής με την αλλαγή του φορτίου.

γ) Το χαρακτηριστικό αυτό είναι αντίστοιχο με την κλίση ταχύτητας περιστροφής (speed droop). Αντί όμως να αναφέρεται στο φορτίο (τη ροπή) αναφέρεται στην ισχύ του κινητήρα. Εκφράζεται με όμοιο τρόπο με την κλίση της ταχύτητας, αλλά αναφέρεται στην καμπύλη μέγιστης ισχύος του κινητήρα. Δίνεται ως το ποσοστό της μεταβολής της ταχύτητας περιστροφής για μεταβολή της ισχύος από την ελάχιστη στη μέγιστη ισχύ. Η επίδραση του χαρακτηριστικού αυτού είναι αντίστοιχη με την κλίση της ταχύτητας και χρησιμοποιείται εναλλακτικά.

δ) Ο βαθμός ανομοιομορφίας εκφράζει τη μέγιστη απόκλιση από τη μέση τιμή της ταχύτητας περιστροφής, είναι αποτέλεσμα διακύμανσης των στροφών λόγω στιγμιαίων μεταβολών του φορτίου (της ροπής).

ε) Η συμπεριφορά του ρυθμιστή στροφών κατά τη μεταβατική λειτουργία του κινητήρα αναφέρεται στις διακυμάνσεις που παρουσιάζουν οι στροφές, όταν δίνεται εντολή για μετάβαση από έναν αρχικό αριθμό στροφών σε έναν τελικό (μικρότερο η μεγαλύτερο του αρχικού). Για την αξιολόγηση του ρυθμιστή στροφών χρησιμοποιούνται διάφορα κριτήρια όπως:

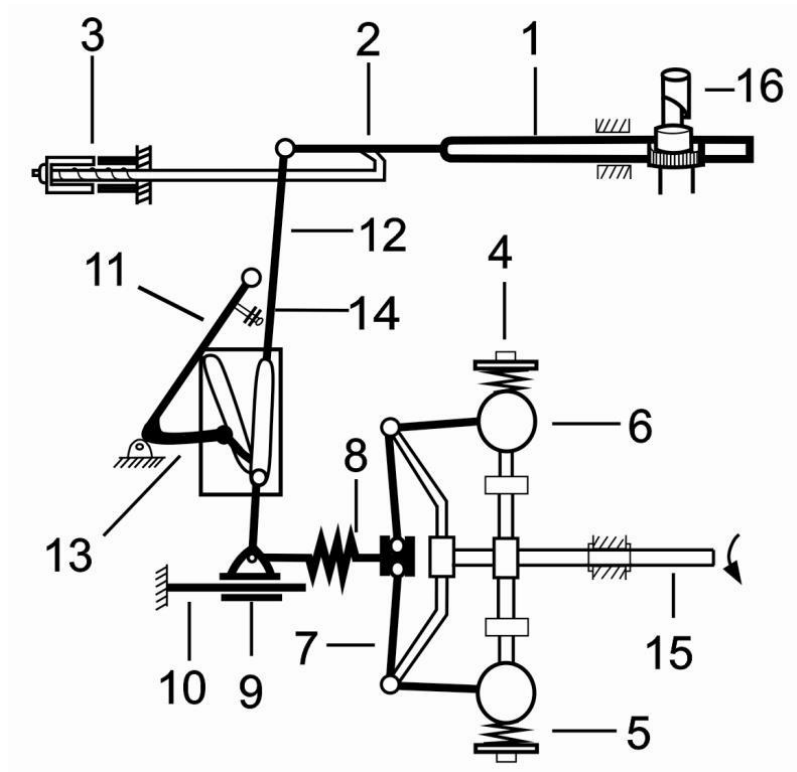
1. Ο χρόνος ανάκτησης,
2. Η στιγμιαία υπερτάχυνση και
3. Ο χρόνος απόκρισης.

Ο χρόνος ανάκτησης αναφέρεται στο χρονικό διάστημα από τη στιγμή που ξεκινά η αλλαγή των στροφών, έως ότου επιτυγχάνεται για πρώτη φορά ένας προδιαγεγραμμένος βαθμός ανομοιομορφίας.

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

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

Προφανώς ο ρυθμιστής στροφών θα πρέπει να έχει τέτοια χαρακτηριστικά, που να μην επιτρέπει την ασταθή μετάβαση από έναν αριθμό στροφών σε έναν άλλο. Δηλαδή οι ταλαντώσεις που δημιουργούνται κατά τη μεταβατική πρόοδο να είναι ταχέως αντιμετωπίσιμες και να οδηγούν γρήγορα στον επιθυμητό βαθμό ανομοιομορφίας.



Εικόνα 5.

1. Οδηγός ελέγχου 2. Ενδιάμεσες συνδέσεις 3. Ελατήριο απόσβεσης κραδασμών
4. Περικόχλιο ρυθμιστή 5. Ελατήριο 6. Αντίβαρο 7. Σύστημα μοχλών
8. Ολισθαίνον άξονας 9. Ολισθαίνουσα έδραση 10. Άξονας οδήγησης 11. Μοχλός έλεγχου
12. Υπομόχλιο 13. Μοχλός σύνδεσης 14. Θέση τέρματος πλήρους φορτίου 15. Εκκεντροφόρος αντλία 16. Εμβολο αντλίας.

Οι κυριότεροι **τύποι ρυθμιστών** είναι:

- α) ρυθμιστής μεγίστου,
- β) ρυθμιστής μεγίστου- ελάχιστου
- γ) ρυθμιστής μεταβλητών στροφών
- δ) ρυθμιστής σταθερών στροφών.

Η βασική αποστολή του **ρυθμιστή στροφών μεγίστου-ελάχιστου** είναι, αφενός να διασφαλίσει ότι η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα δεν θα υπερβεί ένα μέγιστο επιτρεπόμενο όριο και αφετέρου να διατηρήσει τη σταθερότητα του κινητήρα στον ελάχιστο αριθμό στροφών αφόρτιστης λειτουργίας.

Οι ρυθμιστές αυτοί συνδυάζουν τη δράση ελατηρίων και αντίβαρων. Τα αντίβαρα του ρυθμιστή κινούνται από τον εκκεντροφόρο άξονα της αντλίας πίεσης, με τον οποίο συνδέονται μέσω

αντικραδασμικού συνδέσμου. Η θέση ισορροπίας των αντίβαρων εξαρτάται από τη φυγόκεντρο δύναμη που αναπτύσσεται σ' αυτό, λόγω της περιστροφής τους και τη δύναμη των ελατήριων, η προένταση των οποίων ρυθμίζεται με το περικόχλιο ρύθμισης.

Με τη βοήθεια συστήματος μοχλών μετακινείται, ανάλογα με τη θέση ισορροπίας των αντίβαρων, ο ολισθαίνον άξονας ο οποίος παρασύρει την ολισθαίνουσα έδρα του υπομοχλίου . Με τη σειρά του το υπομόχλιο, έλκει τον κανόνα έλεγχου της αντλίας. Η κλίση του υπομοχλίου ρυθμίζεται από τη θέση της ολισθαίνουσας έδρας (η οποία εξαρτάται από τη θέση των αντίβαρων, δηλαδή από τις στροφές του κινητήρα) και τη θέση του ενδιάμεσου σημείου στήριξης η όποια ελέγχεται από τον ποδομοχλό τροφοδοσίας μέσω του μοχλού σύνδεσης.

Η θέση του κανόνα έλεγχου της αντλίας ρυθμίζεται από την κλίση του υπομοχλίου η όποια εξαρτάται από την διάταση των αντίβαρων (δηλαδή από της στροφές του κινητήρα) και από τη θέση του μοχλού έλεγχου (δηλαδή από την εντολή του χειριστή). Επόμενος, ο χειριστής έχει πάντα τον έλεγχο του κινητήρα, εκτός της περίπτωσης που απαιτείται προστασία του κινητήρα από υπερφόρτιση.

Υδραυλικός ρυθμιστής στροφών

Αυτός ο ρυθμιστής είναι μια μηχανική-υδραυλική συσκευή που ανιχνεύει την ταχύτητα για τον έλεγχο κινητήρων διπλού καυσίμου, κινητήρων diesel, ή στροβίλων ατμού. Η ποικιλία των μόνιμων χαρακτηριστικών και οι διαθέσιμες επιλογές κάνουν τον ρυθμιστή ιδανικό σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών που απαιτούν ικανότητα εργασίας μέχρι 24 N·m . Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν εκτός δρόμου οχήματα, βιομηχανικά, θαλάσσια, μέρη μιας γεννήτριας, συμπιεστή, ή μονάδες αντλιών. Ο ρυθμιστής έχει λειτουργίες που μπορεί να είναι ισόχρονες για ακριβή ρύθμιση σταθερής ταχύτητας, έλεγχου συχνότητας, κατανομής του φορτίου.



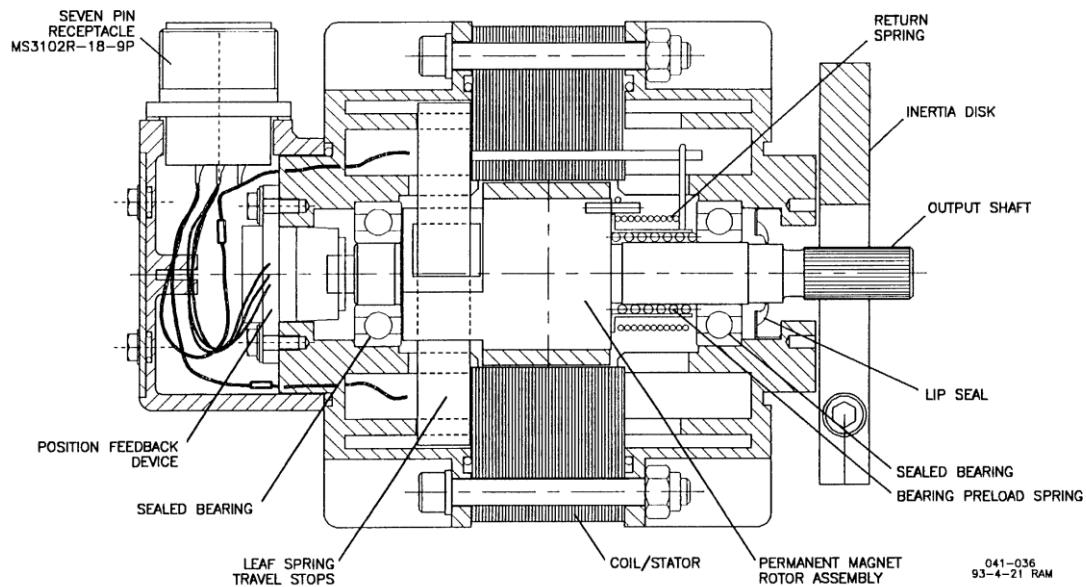
Εικόνα 6.

Μηχανικής – υδραυλικής ταχύτητας , ρυθμιστής Woodward (3161) έλεγχου των κινητήρων πετρελαίου, αερίου και τουρμπίνες ατμού.

Πηγή : <http://www.woodward.com/ug-40.aspx>

ηλεκτρονικός ρυθμιστής:

Ο αεροκινητήρας συστήματος έλεγχου στροφών, που οι ρυθμίσεις γίνονται μέσο συστήματος Η/Υ, περιέχει ελεγκτή θέσης περιστροφής. Χρησιμοποιεί ηλεκτρονικό έλεγχο συστήματος καυσίμου (common rail), αντικαθιστά το μηχανικό σύστημα εκκεντροφόρου-συστήματος, οδήγησης-αντλίας, ψεκασμού καυσίμου και μηχανικού συστήματος έλεγχου. Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχει την ποσότητα καυσίμου και το χρονισμό. Στην εικόνα φαίνεται 7 ένα σχέδιο ηλεκτρονικού ρυθμιστή.



Εικόνα 7. Woodward PROACT ISC.

Πηγή : <http://www.synchronics.co.in/items>

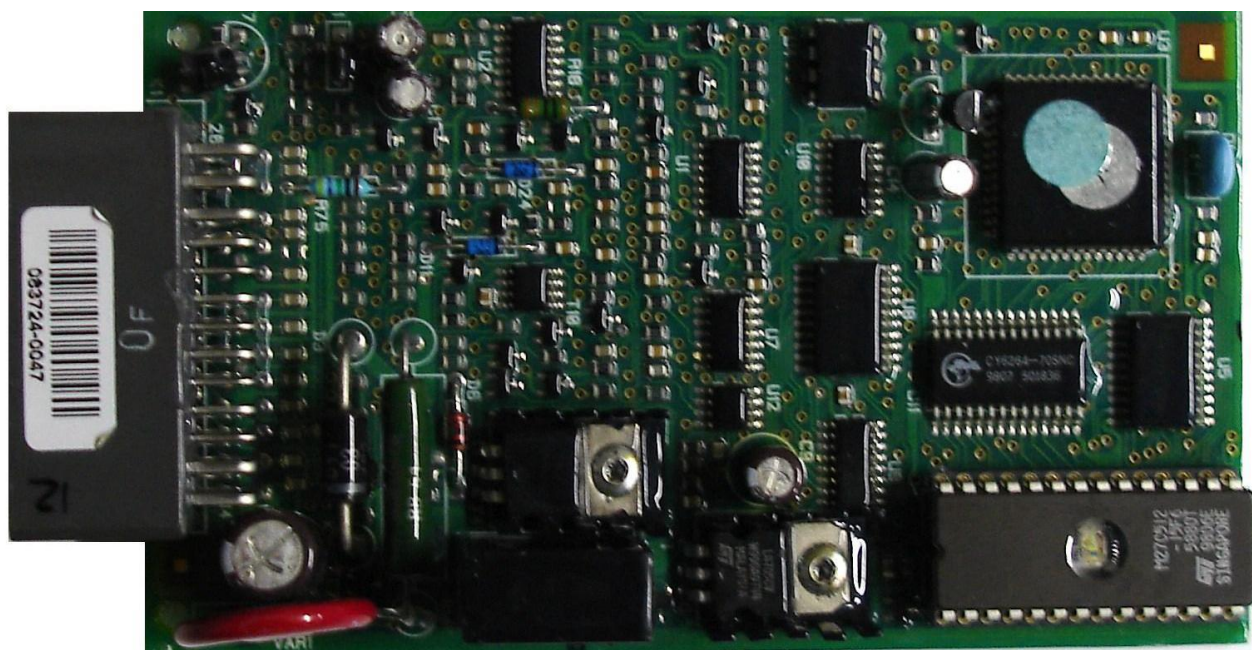
Η ρύθμιση και διατήρηση των στροφών στην επιθυμητή ταχύτητα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ελεγκτή, ο οποίος αντιλαμβάνεται τις διαταραχές στο φορτίο και προκαλεί μια κατάλληλη μεταβολή τάσης στον επαγωγικό κινητήρα.

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής ταχύτητας χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό ηλεκτρικών και μηχανικών εξαρτημάτων. Τα ηλεκτρονικά στοιχεία που συνθέτουν το σύστημα έλεγχου των στροφών χαρακτηρίζονται από τις παραμέτρους: **τάση**, **αντίσταση** και **χρόνος καθυστέρησης προσαρμογής**. Το διορθωμένο σήμα τάσης χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ένα σήμα με καθορισμένη ταχύτητα για να λειτουργήσει μια υδραυλική μονάδα.

Κεφάλαιο 3.

Ανάλυση ηλεκτρονικού ρυθμιστή στροφών.

Το ηλεκτρονικό σύστημα ρύθμισης των στροφών κινητήρα, είναι ένα κλειστό σύστημα ρύθμισης κλειστού βρόγχου (closed loop control system), το οποίο αποτελείται από την ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου (electronic control unit, ECU), το μαγνητικό αισθητήρα στροφών (magnetic pick-up), το περιστροφικό ποτενσιόμετρο (potentiometer), το ψηφιακό χειριστήριο τροφοδοσίας (digital hand throttle), και τον ηλεκτρονικό ρυθμιστή στροφών (electronic governor actuator). Η ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου λαμβάνει από το μαγνητικό αισθητήρα στροφών την πληροφορία για τις στροφές του κινητήρα, υπό τη μορφή ηλεκτρονικού σήματος. Ακολουθώς συγκρίνει τις πραγματικές στροφές του κινητήρα, με τις στροφές αναφοράς που τοποθέτησε ο χειρίστης μέσω του ψηφιακού χειριστηρίου τροφοδοσίας. Εάν οι στροφές του κινητήρα είναι ίσες των στροφών αναφοράς, δεν ακολουθεί διόρθωση. Αν στην περίπτωση που οι στροφές του κινητήρα υπερβούν τις στροφές αναφοράς, ο ρυθμιστής μειώνει τις στροφές του κινητήρα και αντιστρόφως. Επομένως ο υπολογισμός της διαφοράς μεταξύ στροφών κινητήρα και στροφών αναφοράς χρησιμεύει για τον προσδιορισμό του μεγέθους διόρθωσης της επιτάχυνσης ($D = E - R$). Μετά τη μεταβίβαση των σχετικών πληροφοριών στο ρυθμιστή στροφών, η ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου αναβαθμίζει το περιεχόμενο της και ετοιμάζεται για τον επόμενο κύκλο. Ο κάθε κύκλος ολοκληρώνεται σε 2 sec.



Εικόνα 8. Η ηλεκτρονική μονάδα του συστήματος ελέγχου των στροφών κινητήρα diesel.

Πηγή : <http://users.ntua.gr/manias>

Τα κύρια μέρη που αποτελείται η ηλεκτρονική μονάδα είναι: η μονάδα τροφοδοσίας, οι βαθμίδες εισόδου/εξόδου, ο μικροελεγκτής και η μνήμη αποθήκευσης προγραμμάτων EPROM. Οι συνεχείς μεταβλητές της ελεγχόμενης διαδικασίας μετατρέπονται σε ψηφιακή μορφή με υψηλή συχνότητα, ώστε να μην υπάρχει απώλεια της πληροφορίας. Η μετατροπή γίνεται από έναν αναλογικό προς ψηφιακό μετατροπέα (A/D Converter). Ο πυρήνας της μονάδας είναι ο μικροελεγκτής ο οποίος συνδέεται δια των διαύλων δεδομένων και διεύθυνσης με τη μνήμη EPROM.

Η μνήμη EPROM περιέχει τον κώδικα του προγράμματος. Στη μνήμη τυχαίας προσπέλασης RAM αποθηκεύονται προσωρινά τα δεδομένα που φθάνουν από τον αισθητήρα στροφών, το περιστροφικό ποτενσιόμετρο ή το ψηφιακό χειριστήριο τροφοδοσίας. Επίσης στη μνήμη RAM αποθηκεύονται τα δεδομένα εξόδου που πρόκειται να αποσταλούν στον ηλεκτρονικό ρυθμιστή στροφών. Οι αποθηκευμένες πληροφορίες στη μνήμη RAM χάνονται, όταν ο διακόπτης εκκίνησης είναι κλειστός.

Για τη λειτουργία της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου, εκτός του υλικού (hardware), είναι απαραίτητο και το κατάλληλο λογισμικό (software). Στο λογισμικό περιλαμβάνονται, εκτός του κυρίως προγράμματος, οι ακόλουθες ρουτίνες (point):

Οι ρουτίνες εκκίνησης (initialization routines) για την αρχική διαδικασία προετοιμασίας των απεριθμητών, διακοπών, διευθύνσεων και αποθηκευμένων δεδομένων.

Οι ρουτίνες προσωρινής διακοπής της σειριακής επικοινωνίας του συστήματος (interrupt routines).

Οι ρουτίνες εφαρμογής του πρωτοκόλλου επικοινωνίας (communication protocol) που ελέγχουν την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ηλεκτρονικής μονάδας και εξωτερικού διαγνωστικού οργάνου. Στο λογισμικό του συστήματος, εκτός των ανωτέρω υποπρογραμμάτων, είναι ενσωματωμένο ένα βοηθητικό πρόγραμμα SOS, το οποίο έχει τη δυνατότητα αυτοδιάγνωσης βλαβών και έγκαιρης προειδοποίησης .

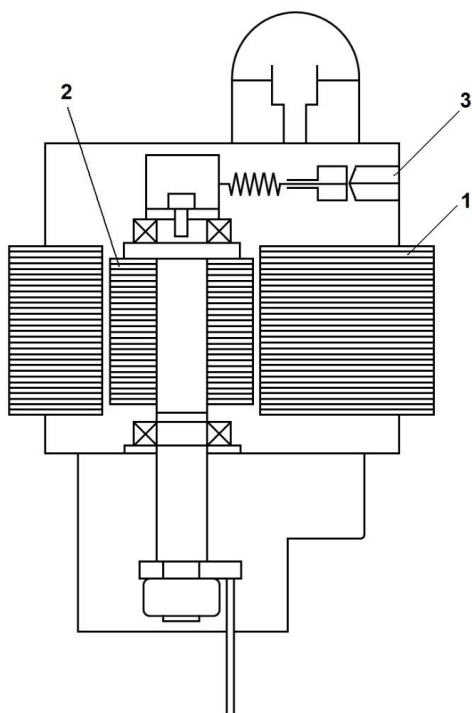
Σύμφωνα με τον ρυθμό που αναβοσβήνει η ενδεικτική λυχνία, είναι δυνατόν να κωδικοποιηθεί και να διαπιστωθεί το είδος της βλάβης. Σε περίπτωση που προκληθεί βλάβη σε κάποιο από τα στοιχεία του συστήματος η μηχανή δεν σταματά, αντίθετα ενεργοποιούνται εφεδρικά στοιχεία του συστήματος έτσι ώστε να δουλεύει η μηχανή με τον μέσο όρο των τιμών που έχουν τοποθετηθεί στο σύστημα. Μέχρι να επισκευαστεί η βλάβη.

Η βαθμονόμηση του ηλεκτρονικού ρυθμιστή είναι μία λεπτή εργασία η οποία θα πρέπει να πραγματοποιείται μετά από κάθε εξωτερική επέμβαση ή αντικατάστασή του. Τα βήματα που θα πρέπει να εκτελέσουμε είναι τα εξής:

Θέτουμε σε λειτουργία τον κινητήρα και με τη βοήθεια του ψηφιακού χειριστηρίου τροφοδοσίας επιλέγουμε τις 2000 ± 100 rpm. Ο κινητήρας κατά τη διάρκεια της βαθμονόμησης δεν πρέπει να υπόκειται σε φορτίο.

Στη συνέχεια, αφαιρούμε το προστατευτικό κάλυμμα και με ένα βιδολόγο ξεβιδώνουμε το ρυθμιστικό κοχλία, μέχρι να σβήσει ο κινητήρας.

Τέλος, βιδώνουμε τον κοχλία τόσες στροφές, όσες υποδεικνύονται από τον κατασκευαστή. Όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 9. Ηλεκτρονικός ρυθμιστής στροφών.

1. Στάτης, 2. Δρομέας 3. Ρυθμιστικός κοχλίας.

Πηγή: <http://www.hlektronika.gr>

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής αποτελείται από δύο βασικά μέρη: τον στάτη που είναι το ακίνητο τμήμα και τον δρομέα που είναι το περιστρεφόμενο. Το ακίνητο τμήμα του στάτη περιλαμβάνει το πλαίσιο και τους πόλους, που είναι κατασκευασμένα από δυναμοελάσματα ενωμένα μεταξύ τους. Γύρω από τα δυναμοελάσματα είναι τοποθετημένο ένα

τύλιγμα το οποίο παράγει το κύριο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της μηχανής. Τα πέλματα των πόλων είναι έκκεντρα, ώστε τα δύο άκρα τους να βρίσκονται λίγο πιο μακριά από την επιφάνεια του δρομέα. Με αυτόν τον τρόπο περιορίζεται το φαινόμενο συγκέντρωσης της μαγνητικής ροής που προκαλεί η αντίδραση του οπλισμού. Ο δρομέας αποτελείται από έναν ατσάλινο άξονα πάνω στον οποίο τοποθετείται ο πυρήνας του. Ο πυρήνας αυτός είναι επίσης κατασκευασμένος από δυναμοελάσματα ενωμένα μεταξύ τους. Η γωνία στροφής του άξονα περιορίζεται από δύο μεταλλικές προεξοχές που σχηματίζουν μία γωνία 45°.

Ένα έλασμα είναι τοποθετημένο στο άνω άκρο του άξονα και συνδέεται με ένα ελατήριο, το οποίο ενεργεί αντίθετα προς την παραγόμενη κινητήρια δράση. Στο κάτω άκρο του στηρίζεται ένα άλλο έλασμα που καταλήγει σε μία διχάλα και μεταφέρει την κίνηση στον κανόνα ελέγχου των αντλιών εκτόξευσης καυσίμου.

Κατά την εγκατάσταση του ηλεκτρονικού ρυθμιστή θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, ώστε η διχάλα να μετακινεί τον κανόνα ελέγχου ελεύθερα και χωρίς τριβές.

Στο ηλεκτρονικό σύστημα ρύθμισης των στροφών που περιγράφηκε παραπάνω, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (Electronic Control Unit, ECU) είναι το κυριότερο δομικό στοιχείο του συστήματος ηλεκτρονικής διαχείρισης του κινητήρα.

Η ηλεκτρονική μονάδα εκτελεί δύο πολύ βασικές λειτουργίες:

- α) ρυθμίζει τη ροή του καυσίμου και
- β) ελέγχει την έναρξη έγχυσης και έναυσης, ώστε ο κινητήρας να λειτουργεί ομαλά και αποδοτικά.

Ο μικροελεγκτής (microcontroller) της ηλεκτρονικής μονάδας, είναι 32 bit με ταχύτητα 20-40 MHz.

Η λειτουργία του βασίζεται στην αρχή: Είσοδος > Επεξεργασία > Έξοδος.

Στην είσοδο φθάνουν τα σήματα από τους αισθητήρες, αφού προηγουμένως μετατραπούν από αναλογικά σε ψηφιακά σήματα με τη βοήθεια ενός μετατροπέα A-D (Analog to Digital Converter). Στη συνέχεια, ο μικροελεγκτής ερμηνεύει τα δεδομένα χρησιμοποιώντας χάρτες απόδοσης και ρυθμίζει ανάλογα τους ενεργοποιητές. Όπως τα σήματα εισόδου, έτσι και τα σήματα εξόδου μετατρέπονται από ψηφιακά σε αναλογικά σήματα με την βοήθεια ενός μετατροπέα D-A (Digital to Analog Converter).

Ο μικροελεγκτής διαθέτει:

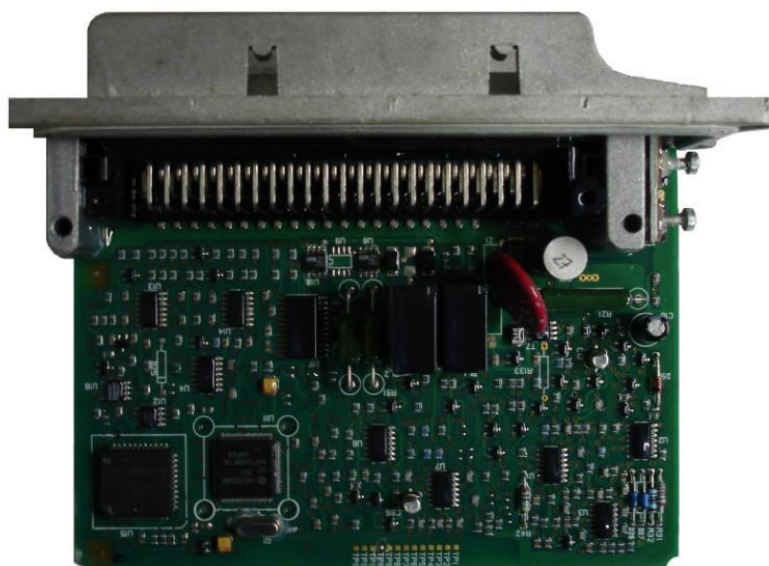
- α) μνήμη τύπου RAM (Random Access Memory) στην οποία αποθηκεύονται προσωρινά οι πληροφορίες από τους αισθητήρες μέχρι να τις ανακτήσει η CPU (Central Processing Unit),

β) μνήμη τύπου ROM (Read Only Memory) στην οποία αποθηκεύονται μόνιμα πληροφορίες που αφορούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά λειτουργίας του κινητήρα και

γ) μνήμη τύπου Flash η οποία αντικατέστησε παλαιότερο τύπο μνήμης όπως η EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory), με δυνατότητα επαναπρογραμματισμού.

Το λογισμικό της ηλεκτρονικής μονάδας περιλαμβάνει πρωτόκολλα λειτουργίας, πρωτόκολλα επικοινωνίας, πολυδιάστατους χάρτες απόδοσης κ.ά.

Η ηλεκτρονική μονάδα προστατεύεται από ένα μεταλλικό περίβλημα και βρίσκεται στο πίσω δεξιό τμήμα του θαλάμου προστασίας, κάτω από τα χειριστήρια του εξωτερικού υδραυλικού κυκλώματος.



Εικόνα 10. Ηλεκτρονική μονάδα του συστήματος.

Πηγή: <https://www.slideshare.net/majumderj1/electronic-governor>

Ακόμη ένας τύπος ηλεκτρονικού ρυθμιστή είναι ο eas Ygen - 2000 Series. Αυτός ο τύπος χρησιμοποιείται συνήθως σε ηλεκτρογεννήτριες, σε γεννήτριες ηλεκτρικής πρόωσης πλοίου με σταθερές στροφές έλικας.

Στις ηλεκτρογεννήτριες για να έχουν σταθερή συχνότητα και κατανομή φορτίου.

Ο ενσωματωμένος προγραμματισμός εξαρτάται από το φορτίο, μπορείτε να ορίσετε τον τρόπο με τον οποίο οι γεννήτριες τίθενται εκτός λειτουργίας, για να υποστηρίξουν τις μεταβαλλόμενες ανάγκες φορτίου. Λειτουργούν ακόμη και με ένα συνδυασμό μηχανών διαφορετικού μεγέθους,

ώστε να μπορούν να διατηρήσουν την περιστροφή που χρειάζεται ενώ βελτιώνεται η έγχυση καυσίμου.

Η σύνδεση του έχει ως εξής:

Διαμόρφωση, οπτικοποίηση και μεταφορά ρυθμίσεων προς και από τη μονάδα σκληρού δίσκου. Αυτό γίνεται με έναν H/Y , GSM Modem και τον ηλεκτρονικό ρυθμιστή eas Ygen – 2000 –Series.

Για την ηλεκτρική πρόωση πλοίου έχουμε τη βοήθεια ενός ελεγκτή ο οποίος αντιμετωπίζει τις διαταραχές στο φορτίο της έλικας και προκαλεί μια κατάλληλη μεταβολή της τάσης στον επαγωγικό κινητήρα. Η απόκλιση των δυο ηλεκτρικών τάσεων που δημιουργούνται στην έξοδο του ελεγκτή, έχει ως αποτέλεσμα τον αριθμό στροφών (RPM) του κινητήρα, και την πραγματική τιμή στροφών της μηχανής με ταχογεννήτρια συνδεδεμένη στον άξονα του κινητήρα.

Για τον έλεγχο των στροφών στο σύστημα τα ηλεκτρικά στοιχεία που λαμβάνουμε υπόψη μας είναι η τάση, η αντίσταση και ο χρόνος καθυστέρησης προσαρμογής.



Εικόνα 11. Ελεγκτής eas Ygen – 2000 – Series.

Πηγή: <http://www.woodward.com/easYgen2000Series.aspx>

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής χρησιμοποιεί αισθητήρα λήψης μαγνητικής ταχύτητας σε ένα κινητήριο στοιχείο για την παρακολούθηση των στροφών της μηχανής. Ο αισθητήρας αποστέλλει ένα σήμα τάσης σε μια ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου που ελέγχει τη ροή ρεύματος σε έναν μηχανικό ενεργοποιητή συνδεδεμένο με εγχυτήρα καυσίμου.

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής χρησιμοποιεί μαγνητικό αισθητήρα ταχύτητας για να παρακολουθεί τις στροφές του κινητήρα. Ο αισθητήρας τροφοδοτεί συνεχώς με πληροφορίες την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECM).

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής στροφών χρησιμοποιείται σε αυτόματο σύστημα ελέγχου για την λειτουργία ανάδρασης, διαδικασία η οποία σε κλειστή διαδρομή ή ομάδα διαδρομών διατηρεί την έξοδο σε επιθυμητό επίπεδο. Εάν αλλάξει μια παράμετρος του βρόχου, θα επηρεάσει ολόκληρο το βρόχο. Και το καύσιμο διορθώνεται αυτόματα για να διατηρηθεί η επιθυμητή τιμή.

Ο ορισμός της **ταχύτητας droop**.

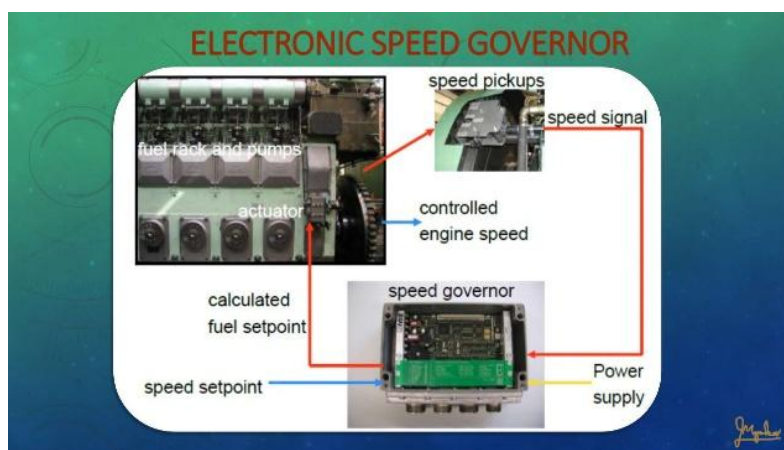
Το droop είναι απλώς μια μείωση της τιμής ρύθμισης της ταχύτητας με την κίνηση του εμβόλου ισχύος του ρυθμιστή (άξονας εξόδου) στην αύξηση της κατεύθυνσης καυσίμου που έχει στις εφαρμογές ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής:

Παράλληλη λειτουργία πλέγματος, κατανομή φορτίου μεταξύ δύο κύριων κινητήρων πλοίων που κινούνται σε έναν άξονα (Master / Slave).

Κατανομή φορτίου σε ηλεκτροκίνητα συστήματα πλοίου

και στην ταχύτητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,

Το Droop Speed Control είναι ένας τρόπος ελέγχου της ταχύτητας ενός κύριου κινητήρα που οδηγεί μια σύγχρονη γεννήτρια συνδεδεμένη σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει την εκτέλεση συγχρονισμένων γεννητριών παράλληλα, έτσι ώστε τα φορτία να μοιράζονται μεταξύ των γεννητριών ανάλογα με την ονομαστική ισχύ τους.



Εικόνα 12. Ηλεκτρονικός ρυθμιστής ταχύτητας.

Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_speed_control

Η λειτουργία του ηλεκτρονικού ρυθμιστή:

ο χρόνος αναμονής μπορεί να ρυθμιστεί από 3 έως 20 δευτερόλεπτα.

Ο χρόνος ramp είναι ο χρόνος από το IDLE έως την ονομαστική ταχύτητα εκτέλεσης.

Η λειτουργία droop επιτυγχάνεται ρυθμίζοντας το ποτενσιόμετρο droop.

Η μετακίνηση του droop pot δεξιόστροφα αυξάνει το droop.

Το ποσό του droop για μια δεδομένη ρύθμιση εάν GAIN ή INT, (ολοκλήρωση) έχει ρυθμιστεί υπερβολικά, προκαλεί ταλαντώσεις των στροφών του κινητήρα.

Επαναλαμβανόμενη αύξηση και μείωση των GAIN και INT, μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη της καλύτερης απόδοσης. Το κύριο καθήκον του ελεγκτή του ρυθμιστή είναι να μετατρέψει την επαγόμενη συχνότητα που διαβάζει από το MPU σε ένα σήμα τάσης DC και στη συνέχεια να το συγκρίνει με την τάση ρύθμισης (συχνότητα).

Το αποτέλεσμα θα υπολογιστεί μέσω pid ελεγκτή και στη συνέχεια θα εξάγεται στον ενεργοποιητή.

Παράλληλα με την εξαιρετική τους απόδοση, διατίθενται σε ένα ευρύ φάσμα και οι ρυθμιστές ταχύτητας είναι τέλεια διαμορφωμένοι ώστε να ικανοποιούν τις απαιτήσεις κάθε εφαρμογής.

Σε συνδυασμό με τον κατάλληλο ενεργοποιητή, οι μονάδες ελέγχου συνθέτουν συστήματα πομπού, υψηλής ποιότητας για κινητήρες ντίζελ, κινητήρες αερίου, κινητήρες διπλού καυσίμου και αεριοστρόβιλους, υδραυλικούς στρόβιλους, ατμοστρόβιλους.

Οι κύριοι στόχοι των ηλεκτρονικών ρυθμιστών είναι να περιορίζουν τη μέγιστη ταχύτητα του κινητήρα για να τον προστατεύουν από βλάβες, αλλά και χαμηλές στροφές βραδυπορίας για να προστατεύουν τον κινητήρα από το σταμάτημα.

Οι ηλεκτρονικοί ρυθμιστές πραγματοποιούν αυτή τη δραστηριότητα ελέγχοντας το καύσιμο στη μηχανή. Ως εκ τούτου γενικά, οι ρυθμιστές αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του συστήματος παροχής καυσίμου.

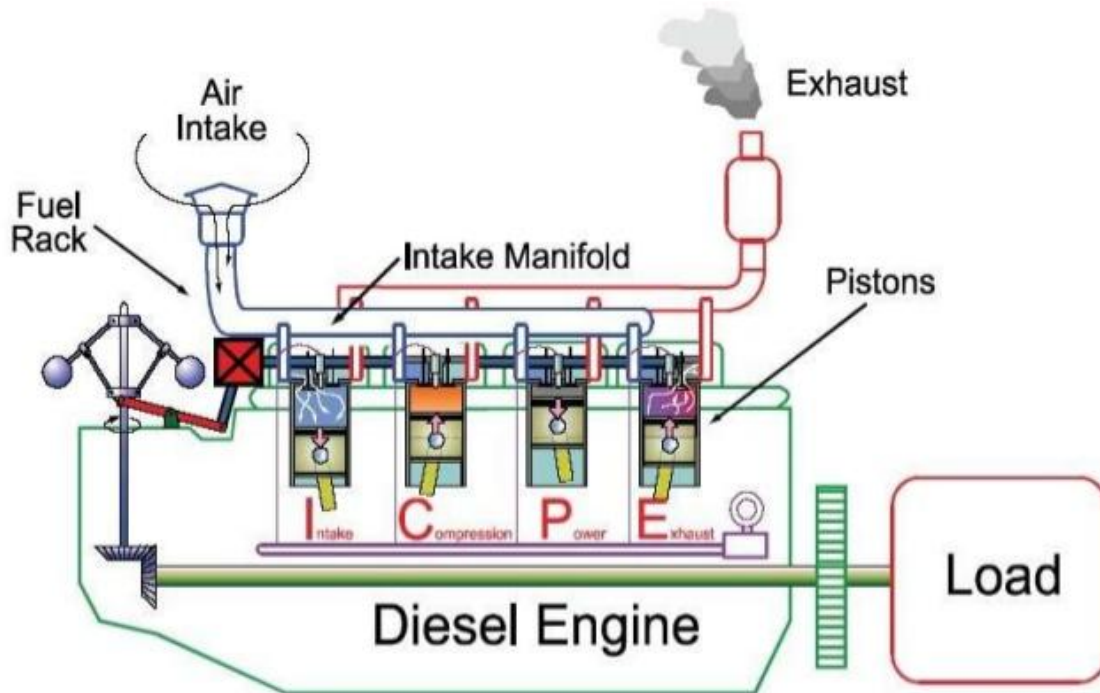
Στην περίπτωση συμβατικού κινητήρα diesel, ο ρυθμιστής είναι αναπόσπαστο μέρος της αντλίας ψεκασμού καυσίμου. Με βάση τον τύπο των εφαρμογών, υπάρχουν δύο τύποι μηχανικών ρυθμιστών που χρησιμοποιούνται σε κινητήρες diesel.

Δύο ρυθμιστές ταχύτητας, ένας ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές επιβατικών οχημάτων και ελέγχει μόνο χαμηλές και υψηλές στροφές βραδυπορίας του κινητήρα και ένας άλλος είναι ρυθμιστής σκανδάλης, που χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές εκτός δρόμου που διέπουν την τροφοδοσία καυσίμου σε όλο το εύρος της ταχύτητας του κινητήρα.

Ωστόσο, με τις πρόσφατες εξελίξεις στα συστήματα διαχείρισης του κινητήρα, ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής είναι σχεδόν άχρηστος, καθώς το ECU παίρνει τον έλεγχο όλων.

Το ECU λειτουργεί με ανατροφοδότηση που δίνεται από τον κινητήρα (αν οι αισθητήρες είναι σωστά τοποθετημένοι) και ελέγχει τους ενεργοποιητές σύμφωνα με τις τιμές των αισθητήρων. Οι ενεργοποιητές μπορούν να είναι υγροί υδραυλικοί ενεργοποιητές ή οτιδήποτε μπορεί να ρυθμίσει τη ροή καυσίμου.

Με την ανάδειξη νέων τεχνολογιών και συστημάτων ελέγχου έχουν γίνει πολλές εξελίξεις στον αυτόματο έλεγχο πολλών μηχανημάτων. Η αυξημένη δύναμη του υπολογισμού και η φθηνή διαθεσιμότητα της μνήμης έχει αλλάξει δραστικά τον τρόπο που ελέγχονται τα συστήματα.



Speed Governor Installed on Four Stroke Diesel Engine

Εικόνα 13. Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής χρησιμοποιεί μαγνητικό αισθητήρα ταχύτητας για την παρακολούθηση των στροφών της μηχανής.

Πηγή: <http://www.dieselduck.info/historical/01%20diesel%20engine/>

Κεφάλαιο 4.

Άλλες κατηγορίες ρυθμιστών στροφών.

Όπως έχουμε δει οι ρυθμιστές στροφών είναι ένα αναγκαίο κομμάτι για τη λειτουργία μιας μηχανής. Οι ηλεκτρονικοί ρυθμιστές στροφών είναι ένα σύγχρονο κομμάτι τους, που βελτίωσαν κατά πολύ την ομαλή λειτουργία της μηχανής, άλλα πριν από αυτούς υπήρχαν και άλλα είδη ρυθμιστών στροφών, που έχουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του συγκεκριμένου οργάνου.

Μπορούμε να πούμε ότι σε όλα αυτά τα είδη ανήκουν οι παρακάτω:

μηχανικοί ρυθμιστές,

υδραυλικοί ρυθμιστές,

μηχανικοί-υδραυλικοί ρυθμιστές,

φυγόκεντροι ρυθμιστές και αυτούς μπορούμε να τους χωρίσουμε σε ρυθμιστές υπέρβασης ταχύτητας και σε ρυθμίσεως.

Καθένας από αυτούς εξυπηρετεί έναν σαφώς διαφορετικό σκοπό. Ο τύπος υπέρβασης χρησιμοποιείται περισσότερο σε θαλάσσιους κινητήρες, όπου η ταχύτητα του κινητήρα είναι μεταβλητή. Κατά ανάγκη, ο θαλάσσιος κινητήρας απαιτεί ευελιξία στην ταχύτητα λόγω των ελιγμών του πλοίου. Αυτός ο τύπος ρυθμιστή εγκαθίσταται ως μέτρο ασφαλείας και τίθεται σε ενέργεια όταν ο κινητήρας προσεγγίζει επικίνδυνη υπέρβαση ταχύτητας. Αυτή η κατάσταση θα μπορούσε να συμβεί προτού ο χειριστής είχε χρόνο να θέσει τον κινητήρα υπό έλεγχο με άλλα μέσα. Η λειτουργία υπερφόρτωσης λειτουργεί μόνο εάν αποτύχει ο ρυθμιστής ρύθμισης. Αυτός ο ρυθμιστής ελέγχει όλες τις ανώμαλες υπερτάσεις ταχύτητας.

Οι ρυθμιστές υπέρβασης ταχύτητας είναι φυγόκεντρικού τύπου. Δηλαδή, η δράση του ρυθμιστή εξαρτάται από τη φυγόκεντρη δύναμη που δημιουργείται καθώς τα βάρη του ρυθμιστή περιστρέφονται.

Η φυγόκεντρη δύναμη είναι η δύναμη που τείνει να μετακινεί ένα σώμα μακριά από τον άξονα γύρω από τον οποίο περιστρέφεται.

Αυτή η δύναμη μεταδίδεται στο σύστημα έγχυσης καυσίμου με τη βοήθεια μοχλών συνδεδεμένων με το κολάρο του ρυθμιστή και με ένα σύστημα σύνδεσης.

Σε ορισμένους τύπους ρυθμιστών υπέρβασης ταχύτητας, η ενέργεια απλώς διακόπτει το καύσιμο έως ότου ο κινητήρας επιβραδυνθεί σε σημείο ασφαλείας και κατόπιν επιτρέπει την επανέναρξη της κανονικής λειτουργίας. Ο άλλος τύπος στρέφει έναν μηχανισμό διακοπής καυσίμου και επηρεάζει την πλήρη διακοπή του κινητήρα. Οι κινητήρες F-M χρησιμοποιούν έναν ρυθμιστή υπερφόρτωσης

σχεδιασμού F-M και οι κινητήρες της GM χρησιμοποιούν ρυθμιστές υπέρβασης ταχύτητας Woodward.

Οι ρυθμιστές αυτοί θα ταξινομηθούν είτε ως υδραυλικοί είτε ως μηχανικοί. Ο μηχανικός τύπος ενσωματώνει την αρχή της φυγοκέντρωσης.

Ρυθμιστές υπερβολικής ταχύτητας οι οποίοι είναι είτε υδραυλικοί είτε φυγοκεντρικοί και εξάγονται από έναν από τους τύπους, είναι παρόμοιοι με τον τύπο υπερφόρτωσης, ενώ ο υδραυλικός τύπος χρησιμοποιεί μια πιλοτική βαλβίδα ενεργοποιημένη με φυγόκεντρο για να ρυθμίζει τη ροή ενός υδραυλικού μέσου υπό πίεση. Ο μηχανικός ρυθμιστής είναι περισσότερο εφαρμόσιμος στο μικρό πεδίο κινητήρα που δεν απαιτεί εξαιρετικά στενή ρύθμιση ενώ ο υδραυλικός τύπος ευνοεί τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις που απαιτούν πολύ στενή ρύθμιση.

Ο ρυθμιστής ρύθμισης είναι πολύ πιο ευαίσθητος στις μικρές διακυμάνσεις της ταχύτητας από τον ρυθμιστή υπέρβασης ταχύτητας. Το καθήκον του είναι να ελέγχει την ταχύτητα σε πολύ στενά όρια όταν ο κινητήρας λειτουργεί με μεταβαλλόμενα φορτία.

Παίρνει τη θέση του χειροκίνητου χειριστηρίου του χειριστή του γκαζιού. Όταν το φορτίο στον κινητήρα αυξάνεται και πριν πέσει αισθητά η ταχύτητα του κινητήρα, επιτρέπει την αύξηση της ποσότητας καυσίμου στους κυλίνδρους, διατηρώντας έτσι την ταχύτητα του κινητήρα με ρυθμό ρυθμίσεως.

Για να εκτελεστεί αυτή τη λειτουργία, ο ρυθμιστής πρέπει να είναι ευαίσθητος στην παραμικρή μεταβολή της ταχύτητας.

Ο υδραυλικός ρυθμιστής Woodward του τύπου ρύθμισης χρησιμοποιείται ευρέως στο Πολεμικό Ναυτικό των Ηνωμένων Πολιτειών.

Κάθε εγκατάσταση κύριας και βοηθητικής μηχανής περιλαμβάνει ρυθμιστή και ρυθμιστή υπέρβασης ταχύτητας.

Και οι δύο αυτοί ρυθμιστές εκτελούν τη λειτουργία τους ενεργοποιώντας τα χειριστήρια της αντλίας ψεκασμού καυσίμου με κάποιο τρόπο. Οι κινητήρες μπορούν να σταματήσουν το σταθμό του γκαζιού στον κινητήρα ή με πνευματικό τρόπο ή με τηλεχειρισμό από τον θάλαμο ελέγχου.

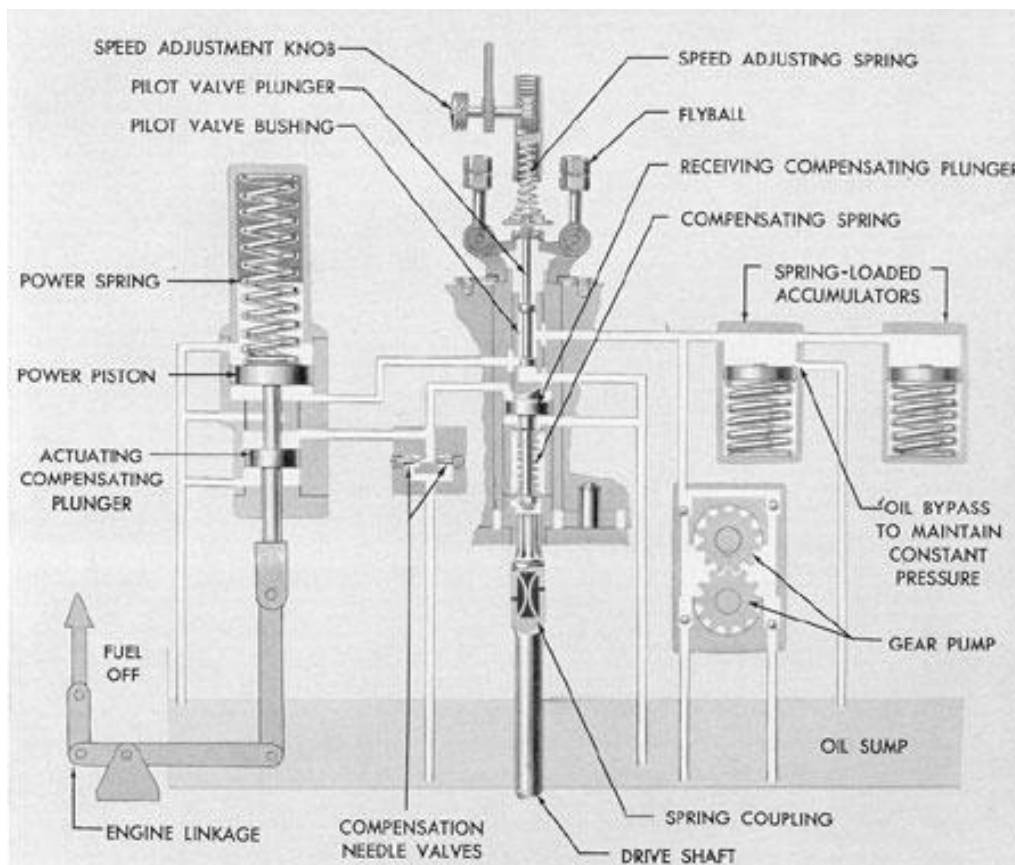
Οι στροφές του κινητήρα κρατιούνται ομοιόμορφα με τη ρύθμιση των ρυθμιστών, των οποίων ο μηχανισμός ισχύος μεταδίδει την κίνηση προς την κατεύθυνση του καυσίμου στον κινητήρα. Αυτοί οι κύριοι ρυθμιστές ενός κινητήρα μπορούν να ελέγχονται στον κινητήρα ή στον θάλαμο ελέγχου.

Ένας πίνακας ελέγχου τοποθετημένος στο κύριο πίνακα ελέγχου του θαλάμου ελέγχου στην αίθουσα χειρισμού επιτρέπει τον τηλεχειρισμό των ρυθμιστών μέσω εγκατάστασης Selsyn.

Ο τύπος ρυθμιστικού ρυθμιστή που χρησιμοποιείται σε όλους τους κύριους κινητήρες diesel είναι ο υδραυλικός ρυθμιστής τύπου Woodward SI.

Σε κινητήρες F-M, οδηγείται από τον κατώτερο στροφαλοφόρο άξονα, και σε κινητήρες GM, από έναν εκκεντροφόρο.

Ο σκοπός του ρυθμιστή είναι να ρυθμίζει την ποσότητα καυσίμου που τροφοδοτείται στους κυλίνδρους έτσι ώστε να διατηρείται μια προκαθορισμένη ταχύτητα του κινητήρα παρά τις μεταβολές του φορτίου.



Εικόνα 14. Σχηματικό διάγραμμα του ρυθμιστή ρύθμισης Woodward SI.

Πηγή: <https://gr.pinterest.com/pin/460422761889902675/>

Τα κυριότερα μέρη του ρυθμιστή είναι μια αντλία με γρανάζια και συσσωρευτές που χρησιμεύουν για να διατηρούν μια το δοχείο λαδιού του ρυθμιστή. Ένας ελατηριωτός συσσωρευτής διατηρεί μια σταθερή πίεση λαδιού και επιτρέπει στην περίσσεια ελαίου να επιστρέψει στο φρεάτιο.

Για να αποφευχθεί η υπερβολική διόρθωση στον ρυθμιστή ρύθμισης, χρησιμοποιείται μηχανισμός αντιστάθμισης. Αυτό επενεργεί στον δακτύλιο της πιλοτικής βαλβίδας έτσι ώστε να προλαμβάνει την κίνηση της πιλοτικής βαλβίδας και να κλείνει τη θύρα ρύθμισης ελαφρά πριν από την φυγοκέντρωση οι flyballs κανονικά θα κατευθύνουν την πιλοτική βαλβίδα για να καλύψουν τη θύρα. Ένα εξισορροπητικό έμβολο στον άξονα εμβολοφόρου κινητήρα κινείται σε έναν κύλινδρο γεμάτο με λάδι. Όταν οι στροφές κινητήρα αυξάνονται και το έμβολο ισχύος μετακινείται προς τα

κάτω, το έμβολο αντιστάθμισης ενεργοποίησης μεταφέρεται επίσης προς τα κάτω, τραβώντας το λάδι στον κύλινδρο του. Αυτό δημιουργεί μια αναρρόφηση πάνω από το αντισταθμιστικό έμβολο λήψης που είναι μέρος του δακτυλίου της βαλβίδας ελέγχου. Ο δακτύλιος κινείται προς τα επάνω, κλείνοντας τη θύρα στο έμβολο ισχύος. Έτσι, το έμβολο ισχύος σταματάει, χωρίς να υπάρχει χρόνος για υπερβολική διόρθωση.

Καθώς τα flyweights και η πιλοτική βαλβίδα επιστρέφουν στην κεντρική θέση τους, το πετρέλαιο που ρέει μέσα από μια βαλβίδα βελόνας επιτρέπει την αντιστάθμιση να επιστρέψει στην κεντρική του θέση.

Για να διατηρηθεί η θύρα κλειστή, ο δακτύλιος και το έμβολο πρέπει να επανέλθουν στην κανονική θέση ακριβώς στην ίδια ταχύτητα. Επομένως, η βαλβίδα βελόνας πρέπει να ρυθμιστεί έτσι ώστε το λάδι να διέρχεται με τον απαιτούμενο ρυθμό για τον συγκεκριμένο κινητήρα.

Όταν οι στροφές του κινητήρα πέφτουν κάτω από το ρυθμό ρύθμισης, το έμβολο αντιστάθμισης ενεργοποίησης κινείται προς τα πάνω με το έμβολο ισχύος. Αυτό αυξάνει την πίεση πάνω από το έμβολο αντιστάθμισης ενεργοποίησης και συνεπώς πάνω από το έμβολο αντιστάθμισης λήψης το οποίο επομένως κινείται προς τα κάτω, φέρνοντας μαζί του τον δακτύλιο της βαλβίδας ελέγχου. Όπως και πριν, η θύρα κατώτερου δακτυλίου είναι κλειστή.

Το πλεόνασμα λαδιού στο σύστημα αντιστάθμισης εξωθείται τώρα μέσω της βαλβίδας βελόνας καθώς το αντισταθμιστικό ελατήριο επιστρέφει τον δακτύλιο στην κεντρική του θέση.

Η ρυθμισμένη ταχύτητα του κινητήρα ρυθμίζεται με αλλαγή της τάσης του ελατηρίου ρύθμισης της ταχύτητας. Η πίεση αυτού του ελατηρίου καθορίζει την ταχύτητα του κινητήρα που απαιτείται για τα flyweights να διατηρούν την κεντρική θέση τους. Το λάδι που αφήνεται να διαρρεύσει πέρα από τα διάφορα έμβολα για λόγους λίπανσης αποστραγγίζεται στο δοχείο λαδιού που λειτουργεί.

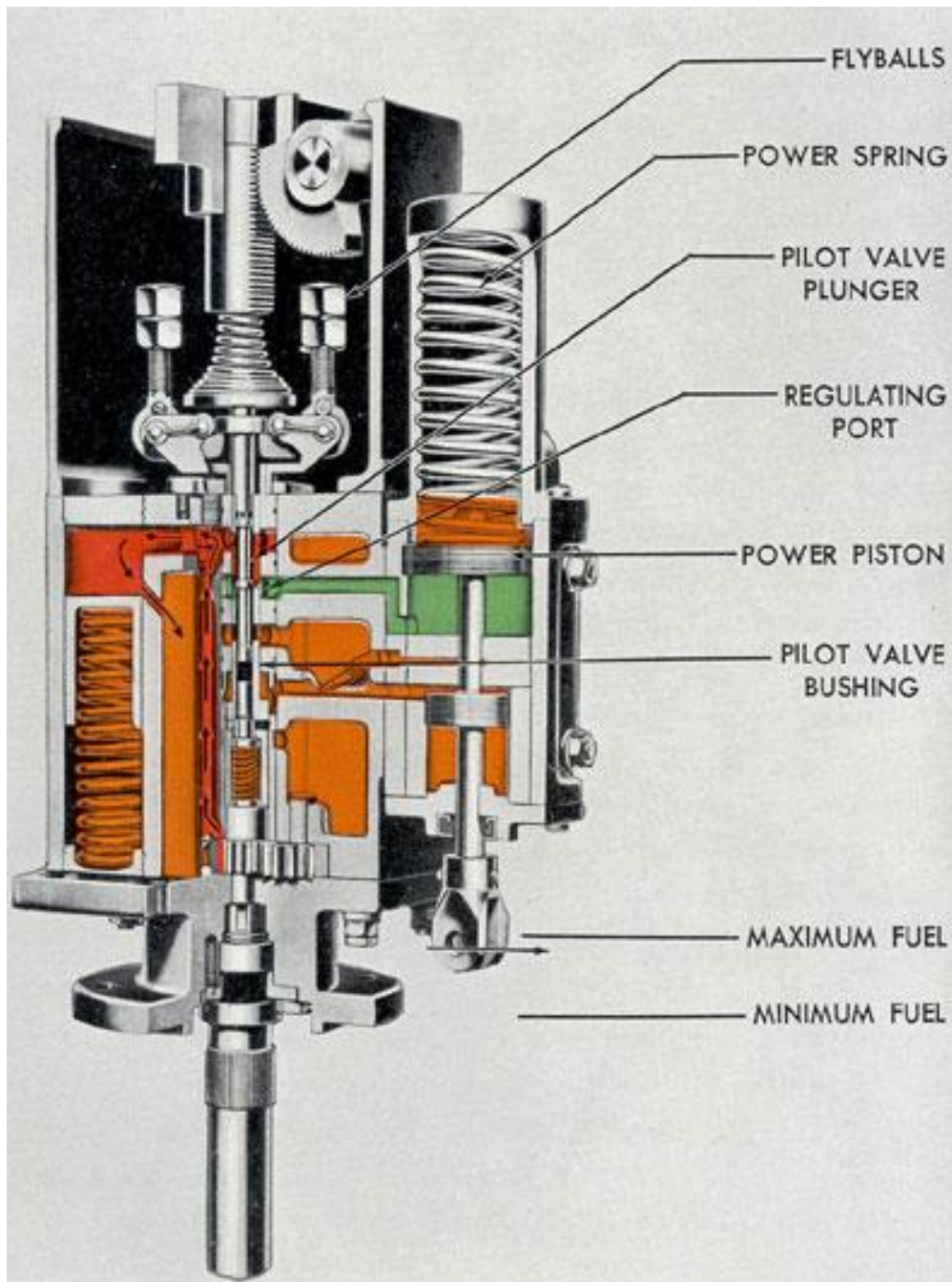
Στην πραγματική λειτουργία, τα συμβάντα που περιγράφηκαν παραπάνω συμβαίνουν σχεδόν ταυτόχρονα.

Στις εικόνες από 15-19 δείχνουν πραγματικές διατομές του ρυθμιστή για διάφορα φορτία κινητήρα και ταχύτητες κινητήρα. Οι εικόνες 15-18 απεικονίζουν τον πραγματικό κύκλο λειτουργίας του ρυθμιστή για μείωση του φορτίου του κινητήρα. Η έκανα 15 δείχνει τον ρυθμιστή που λειτουργεί σταθερή πίεση λαδιού στο σύστημα ανά πάσα στιγμή.

- Ένα έμβολο της πιλοτικής βαλβίδας,
- ο δακτύλιος της βαλβίδας ελέγχου, και
- τα flyweights που ελέγχουν την ποσότητα λαδιού που πηγαίνει στο συγκρότημα ισχύος.

Ένα ελατήριο ρυθμίσεως της ταχύτητας του οποίου η τάση ρυθμίζει την ταχύτητα κινείται προς τα πάνω, ενεργοποιώντας τη σύνδεση για να αυξήσει την ποσότητα καυσίμου που εγχύεται στους κυλίνδρους του κινητήρα. Για άλλη μια φορά, καθώς η ταχύτητα επιστρέφει στο ρυθμό που έχει

οριστεί, τα flyweights συνεχίζουν την κεντρική τους θέση. Η αντλία με γρανάζια που τροφοδοτεί το λάδι υψηλής πίεσης οδηγείται από τον άξονα κίνησης του ρυθμιστή και παίρνει αναρρόφηση από με τον κινητήρα σε κανονική ταχύτητα υπό σταθερό φορτίο. Οι μπάλες, το έμβολο της πιλοτικής βαλβίδας και ο δακτύλιος της πιλοτικής βαλβίδας βρίσκονται σε κανονικές θέσεις. Η θύρα ρύθμισης στο κουζινέτο καλύπτεται από το έδαφος στο έμβολο. Έτσι το έμβολο ισχύος κρατιέται ακίνητο από το παγιδευμένο λάδι.



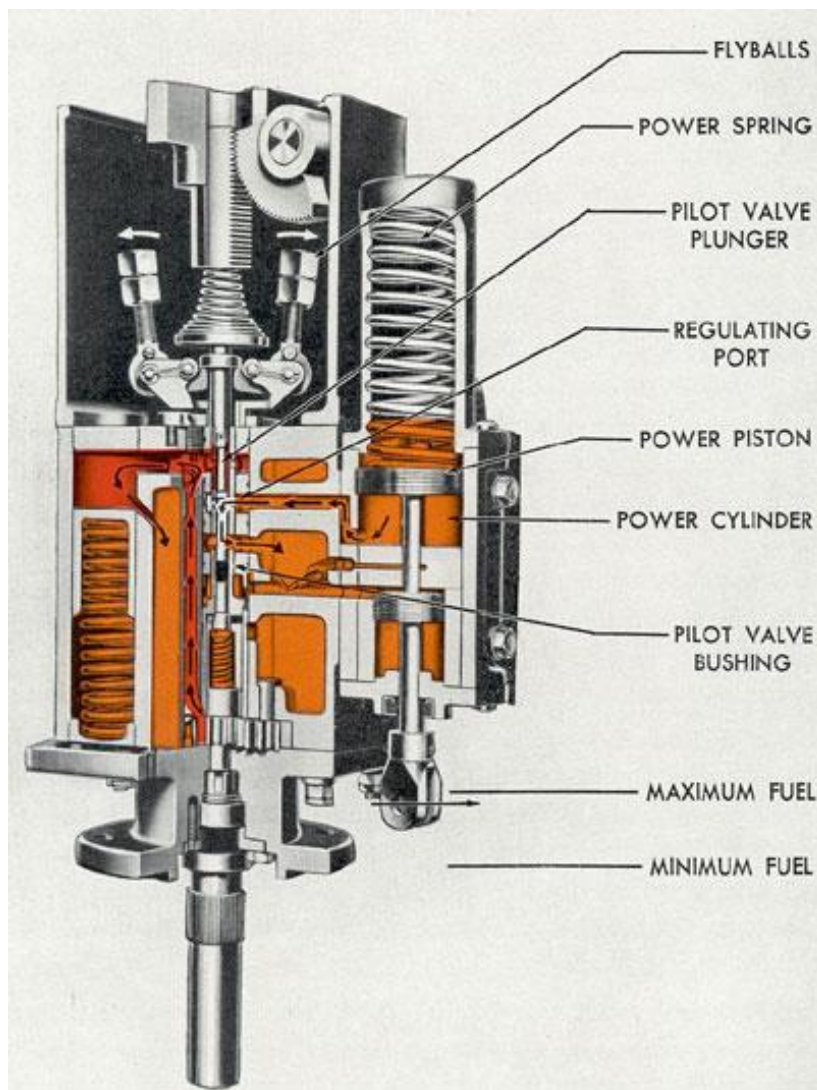
Εικόνα 15. Διατομή κυπέλλου-κανονική ταχύτητα, σταθερό φορτίο.

Η εικόνα 16 δείχνει τον ρυθμιστή που ενεργεί στην απόκριση της μείωσης του φορτίου και της επακόλουθης αύξησης της ταχύτητας.

Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα, οι σφαίρες κινούνται προς τα έξω, ανεβάζοντας το έμβολο της πιλοτικής βαλβίδας έτσι ώστε να αποκαλύπτει την κάτω θύρα ή τη θυρίδα ρύθμισης στο δακτύλιο της πιλοτικής βαλβίδας.

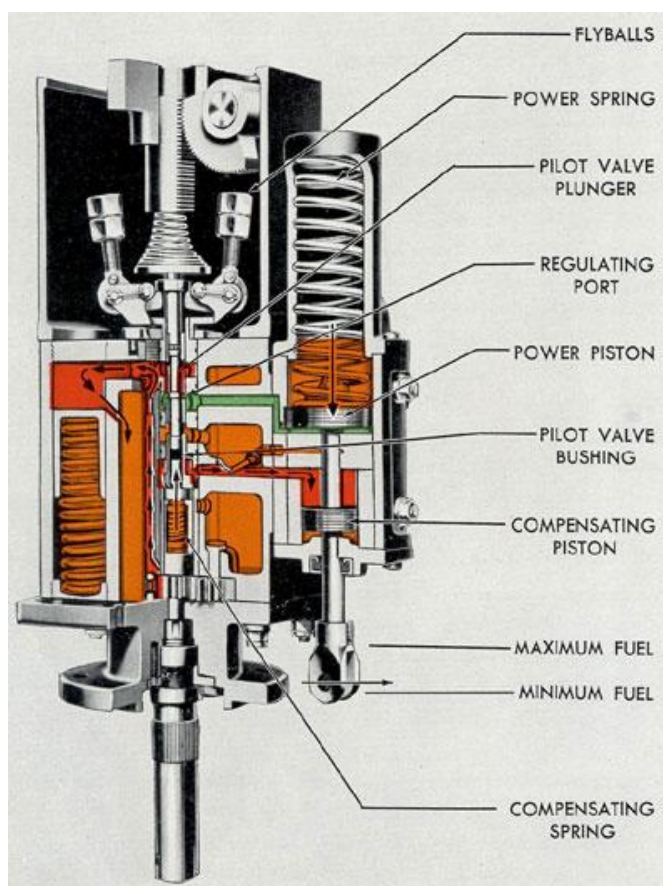
Αυτό απελευθερώνει το παγιδευμένο λάδι από τον κύλινδρο ισχύος και του επιτρέπει να ρέει μέσω του ρυθμιστή, οι σφαιροειδείς μπάλες κινούνται προς τα μέσα, κατεβάζοντας το έμβολο της πιλοτικής βαλβίδας και αποκαλύπτοντας τη θυρίδα ρύθμισης στον δακτύλιο της πιλοτικής βαλβίδας.

Έτσι, το λάδι πίεσης από την αντλία και τους συσσωρευτές εισάγεται στον κύλινδρο ισχύος, προκαλώντας το έμβολο ισχύος να ανεβαίνει και να αυξάνει τη ροή του καυσίμου.



Εικόνα 16. Αυξημένη ταχύτητα, μειωμένο φορτίο.

Η προς τα κάτω κίνηση του εμβόλου ισχύος μειώνει την παροχή καυσίμου και έτσι μειώνει την ταχύτητα του κινητήρα όπως περιγράφεται παραπάνω. Ωστόσο, για να αποφευχθεί η υπερβολική μεταφορά αυτής της μείωσης, το πιστόνι αντιστάθμισης ενεργοποίησης κινείται προς τα κάτω με το έμβολο ισχύος όπως φαίνεται στην εικόνα 17. Αυτό δημιουργεί μία αναρρόφηση λαδιού στο έμβολο αντιστάθμισης λήψης που τραβάει το δακτύλιο της πιλοτικής βαλβίδας, συμπιέζοντας το ελατήριο αντιστάθμισης. Η κίνηση του εμβόλου ισχύος και του κυλίνδρου της βαλβίδας ελέγχου συνεχίζεται μέχρις ότου η κάτω θύρα ή η θυρίδα ρύθμισης του δακτυλίου να καλύπτεται από το έδαφος στο έμβολο της πιλοτικής βαλβίδας. Μόλις καλυφθεί η θύρα ρύθμισης, το έμβολο ισχύος σταματά σε μια θέση που αντιστοιχεί στο μειωμένο καύσιμο που απαιτείται για τη λειτουργία του κινητήρα στο μειωμένο φορτίο.

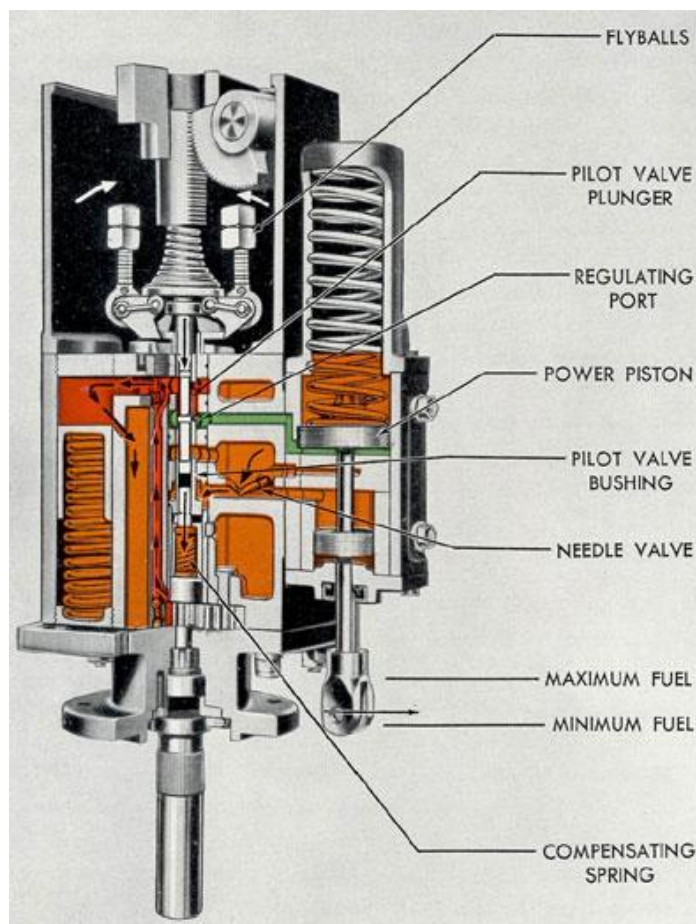


Εικόνα 17. Κανονική ταχύτητα, μειωμένο φορτίο.

Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Centrifugal_governor

Καθώς η ταχύτητα μειώνεται στο φυσιολογικό, τα flyballs επιστρέφουν στην κανονική τους θέση, μειώνοντας έτσι το έμβολο της πιλοτικής βαλβίδας στην κανονική του θέση όπως φαίνεται στην εικόνα 18. Για να διατηρήσετε τη θύρα ρύθμισης κλειστή ενώ το έμβολο επιστρέφει σε κανονική θέση, ο δακτύλιος πρέπει να κινείται προς τα κάτω με τον ίδιο ρυθμό με τον εμβολέα. Αυτό γίνεται

από το ελατήριο αντιστάθμισης. Η ροή του λαδιού μέσω της βαλβίδας βελόνας καθορίζει την ταχύτητα με την οποία το αντισταθμιστικό ελατήριο μπορεί να κινήσει τον δακτύλιο. Έτσι, μπορεί να φανεί ότι η ακριβής ρύθμιση εξαρτάται από την κατάλληλη ρύθμιση της βαλβίδας βελόνας, αφού οποιοδήποτε άνοιγμα στη θύρα ρύθμισης κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης του κύκλου θα επιτρέψει στο έμβολο ισχύος να κινηθεί, προκαλώντας έτσι ανεπιθύμητη αλλαγή στην παροχή καυσίμου.



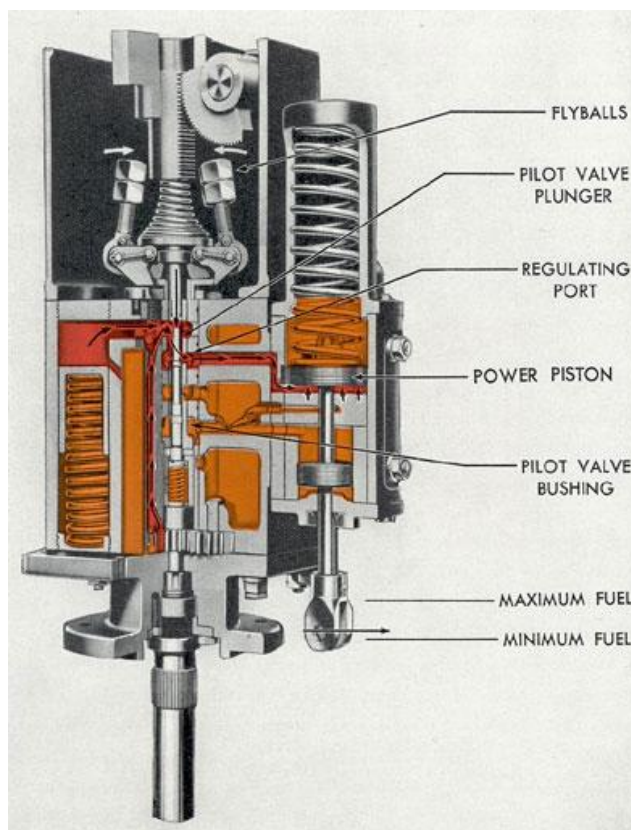
Εικόνα 18. Κανονική ταχύτητα, νέο φορτίο.

Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Centrifugal_governor

Κατά την ολοκλήρωση του κύκλου, οι μπάλες, το έμβολο της πιλοτικής βαλβίδας και ο δακτύλιος βαλβίδων οδήγησης επέστρεψαν σε κανονική θέση. Το έμβολο ισχύος είναι ακίνητο, που συγκρατείται από παγιδευμένο λάδι, σε θέση που αντιστοιχεί στο μειωμένο καύσιμο που απαιτείται για τη λειτουργία του κινητήρα σε κανονική ταχύτητα υπό μειωμένο φορτίο.

Η εικόνα 19 δείχνει τον ρυθμιστή που ενεργεί σε απόκριση αύξησης του φορτίου με αποτέλεσμα τη μείωση των στροφών του κινητήρα. Καθώς η ταχύτητα μειώνεται, οι σφαιροειδείς μπάλες

κινούνται προς τα μέσα, κατεβάζοντας το έμβολο της πιλοτικής βαλβίδας και αποκαλύπτοντας τη θυρίδα ρύθμισης στον δακτύλιο της πιλοτικής βαλβίδας. Έτσι, το λάδι πίεσης από την αντλία και τους συσσωρευτές εισάγεται στον κύλινδρο ισχύος, προκαλώντας το έμβολο ισχύος να ανεβαίνει και να αυξάνει τη ροή του καυσίμου.



Εικόνα 19. Μειώθηκε η ταχύτητα, αυξήθηκε το φορτίο.

Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Centrifugal_governor

Η ροή του πετρελαίου μέσω της βαλβίδας βελόνας καθορίζει την ταχύτητα με την οποία ο δακτύλιος επανέρχεται στο φυσιολογικό.

Κατά την ολοκλήρωση του κύκλου, οι πεταλούδες, το έμβολο της πιλοτικής βαλβίδας και ο δακτύλιος βαλβίδων χειρισμού βρίσκονται στην κανονική τους θέση. Το έμβολο ισχύος είναι ακίνητο σε μια θέση που αντιστοιχεί στο αυξημένο καύσιμο που απαιτείται για τη λειτουργία του κινητήρα σε κανονική ταχύτητα κάτω από το αυξημένο φορτίο.

Οι ρυθμιστές στροφών από την πρώτη εμφάνιση τους μέχρι σήμερα έχουν δώσει μια εξελικτική πορεία στις μηχανές diesel άλλα και στους ίδιους. Όλοι οι τύποι ρυθμιστών στροφών έχουν εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου και σε αυτό βοήθησε κατά μεγάλο βαθμό, η εξέλιξη της

τεχνολογίας, που σταδιακά αναβαθμίζονταν, η τεχνολογία των ρυθμιστών άλλα και των κινητήρων. Οι ρυθμιστές στροφών με την εξελικτική τους άνοδο μπορούν να αποθηκεύουν μεγαλύτερα δεδομένα, προς όφελος της καλής λειτουργίας των κινητήρων.

Επίλογος-Συμπεράσματα

Με αυτήν την εργασία προσπάθησα να αποδώσω όσο το δυνατόν καλύτερα την λειτουργία, δομή, χρήση, εφαρμογή και πρακτική απόδοση των ηλεκτρονικών ρυθμιστών στροφών. Με την τεχνολογική εξέλιξη να μην σταματά, η αναβάθμιση των ηλεκτρονικών ρυθμιστών στροφών χρόνο με το χρόνο θα είναι ραγδαία.

Το γενικό συμπέρασμα για αυτά τα βοηθητικά μηχανήματα ενός κινητήρα, άλλα πολύ σημαντικά, είναι ότι με της αναβαθμίσεις και βελτιώσεις που θα γίνουν με την πάροδο του χρόνου, ο χειρισμός τους θα είναι πάρα πολύ απλός άλλα και θα μπορούμε να το κάνουμε από πολύ μεγάλες αποστάσεις μέσω Η/Υ.

Αυτές οι αναβαθμίσεις όμως δεν θα επηρεάσουν μόνο τους ρυθμιστές στροφών αλλά και τους κινητήρες, ως προς την απόδοση τους με σκοπό να έχουμε το 100% που ζητάμε κάθε φορά από μια μηχανή.

Όταν οι εντολές που έχουν αποθηκευτεί μέσα στη συσκευή είναι άμεσα εκτελέσιμες στον κινητήρα με ακρίβεια, ταχύτητα και με όσο το δυνατόν λιγότερα λάθη, τότε μπορούμε να πούμε ότι θα έχουμε την εξέλιξη των μηχανών σε ένα πάρα πολύ κάλο στάδιο.

Οι ρυθμιστές στροφών σε οποία κατηγορία κι αν βρίσκονται έχουν το σημαντικότερο ρόλο για την καλή λειτουργία οποιοσδήποτε μηχανής, είτε είναι στη θάλασσα είτε στον αέρα είτε στην στεριά. Σημαντικός παράγοντας είναι η τεχνητή νοημοσύνη που δίνουμε εμείς σε αυτές τις συσκευές για να επιδρούν σχεδόν ακαριαία με την παρουσίαση ενός προβλήματος.

Αυτή η τεχνολογική εξέλιξη που έχουμε σε αυτού του είδους τις μηχανές είναι για την αποδοτικότερη και ποιο απλοποιημένη μορφή για τους κινητήρες.

Παράρτημα

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

ELECTRONIC GOVERNOR TROUBLESHOOTING

PROBLEM	TEST/CHECK	CORRECTION
<p>Unit starts, then overspeeds and shuts down.</p> <p>NOTE: <i>When troubleshooting manually operate the throttle to prevent an overspeed by disconnecting the throttle from the actuator and operate the throttle manually at 1800rpm.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Check DC voltage between terminal #12 and + connection on hourmeter when ON switch is depressed. 2. Check the AC signal from the MPU while cranking, voltage should be 1.5 - 2.5 VAC. 3. Check the actuator. 4. Check the controller. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Charge starting battery. Start unit, troubleshoot battery, charge circuit. 2. Check the MPU resistance value and positioning. Adjust and replace as needed. 3. Check the resistance value. Apply 12VDC across leds. Should fully retract. Replace as needed. 4. Manually control unit. Start and check DC voltage between #9 and #8, between #11 and #10. Replace controller or OS board as needed.
<p>Unit starts, runs at idle.</p> <p>NOTE: <i>Less than one volt DC found between terminals #9 and #8 and high DC voltage-10 volts or higher between terminals #11 and #10 indicated a faulty controller.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incorrect speed adjustments.. 2. Faulty governor controller.. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Check and adjust speed adjustment. 2. Check DC voltages from controller to O/S board and O/S board to actuator.
<p>Actuator hunts during operation.</p> <p>NOTE: <i>Check carburetor adjustments before proceeding.</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Improper controller adjustment. 2. Linkage or rod end bearings are sticking or binding. 3. Inadequate DC supply voltage. 4. MPU positioned marginally too far away from the flywheel teeth, giving an erratic AC input signal to the controller. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lessen GAIN adjustment. 2. Lubricate and replace as needed. 3. Manually stabilize the unit. Check the DC voltage to the controller. Correct as needed. 4. Check the MPU signal. Adjust positioning as needed.
<p>Actuator hunting at no-load and unit under load.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Battery charge circuit. 2. Inverter. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disable circuit, remove 30 amp fuse' Lower DC voltage charge to 13.0 - 13.1 volts. 2. Turn off inverter.

Βιβλιογραφία

1. https://www.google.gr/search?q=governor+engine&source=lnms&sa=X&ved=0ahUKEwiS65uOmuX_TAhX_ELhoKHXERB0cQ_AUICSgA&biw=1680&bih=944&dpr=1
2. https://www.google.gr/search?q=www.alamy-AYK92B&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjQnp3kmeXTAhVI1hoKHa5WAMoQ_AUICigB&biw=1680&bih=944#imgrc=ZRcE-20PFoobaM:
3. https://en.wikipedia.org/wiki/James_Watt
4. <http://users.sch.gr/kassetas/zzzzzzzphWATT.htm>
5. <http://www.woodward.com/LATsP.aspx>
6. <https://maritime.org/doc/fleetsub/diesel/chap10.htm>
7. https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1509/3/02_chapter_02.pdf
8. <https://www.google.gr/search?q=EGB%E2%80%90P+and+EGB%E2%80%90P&oq=EGB%E2%80%90P+and+EGB%E2%80%90P&aqs=chrome..69i57.4376j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
9. https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiVrYTPouXTAhXCOxoKHX0dAjcQFgghMAA&url=http%3A%2F%2Fokeanis.lib.puas.gr%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F1111%2Faut_00581.pdf%3Fsequence%3D1&usq=AFQjCNFQJ6dnXIY_2IjyxBwqGCB6-StWCA&sig2=j7XXR6my-rneB5W7nxxbFQ
10. <file:///C:/Users/SAM/Downloads/New%20folder/Governor%20of%20a%20diesel%20engine%20and%20Operation%20of%20the%20Governor%20%20Marine%20Notes.htm>
11. https://www.slideshare.net/search/slideshow?searchfrom=header&q=electronic+governor&ud=any&ft=all&lang=**&sort=
12. https://www.google.gr/search?q=ECU&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjVj9-P_tjTAhXCOBQKHS5RCq4Q_AUIBigB&biw=1680&bih=944#q=ECU&tbn=isch&tbs=rimg:CVxHbTIIIv15Ijgk5ld3TZrLNeFuECP3Ffyucc6kixpoGeoBUfXbbeffHJHZrFhyAkDsaCfC1OktgNLiegiXT_1shCCoSCSTmV3dNmss1EXtXRLuMoVvUKhIJ4W4QI_1cV_1K4RWJlRhCud61ggEglxzqSLGmgZ6hFXqB1SdR90GioSCQFR9dt598cESaSUNxSTqctKhIJKdmsWHICQOwRM-YPq4dCBfQqEgloIVzU6S2A0hHKELTpkI5llioSCeJ6CJdP-yEIEciErY8p6ihO&imgdii=qbYwbo8dU2FEpM:&imgrc=HeIjgF-oYHUAvm:

13. <https://www.sedemac.com/eg-1298.php>
14. http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Engine_Generator_Governors.aspx
15. <https://www.pinterest.com/pin/460422761879550862/>
16. <https://www.slideshare.net/AjeetKumar32/governor-39226286>
17. https://www.google.gr/search?q=ECU&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjVj9-P_tjTAhXCOBQKHS5RCq4Q_AUIBigB&biw=1680&bih=944#q=ECU&tbn=isch&tbs=ri mg:CbyRces8N5vvIjhw9FN1gH2w9m4BvrVJR_1IWpJEjkXA51gEVb_1U8UUBbI41hZo WSVNYe6ohuwDBon4fcwa6S9SG8GioSCXD0U3WAfbD2EfEmhUgInlzTKhIJbgG-tUIH8hYRjiGAYO4F9QEqEgmkkSORcDnWARGKgxtn6jLmuSoSCRv9TxRQFsjEUM0jgjira43KhIJjWFmhZJU1h4Roz30Q9mpp74qEgnqiG7AMGifhxGhpeQbQb5TKCoSCdzBr pL1IbwaERFnOqgnmyhT&imgdii=TkbGSD2JiC08qM:&imgrc=7Au4tMOUnjQIHM:
18. <https://www.slideshare.net/vinay126me/governor-53628916>
19. <http://www.sr20forum.com/sr20ve-sr16ve/96309-16ve-ecu-governor.html>
20. https://www.slideshare.net/josephpacheco/datakom-dkg-253-governor-controller-with-overspeed?qid=33d3bf6b-beec-4ad9-a4bb-9eb944fc7495&v=&b=&from_search=4

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1: Γενικά.....	6
Κεφάλαιο 2: Περιγραφή των ρυθμιστών στροφών στις μηχανές	9
Κεφάλαιο 3: Ανάλυση ηλεκτρονικού ρυθμιστή στροφών.....	17
Κεφάλαιο 4: Άλλες κατηγορίες ρυθμιστών στροφών.....	26
Επίλογος-Συμπεράσματα.....	36
Παράρτημα.....	37
Βιβλιογραφία	39
Περιεχόμενα	40