

# ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΗΧ  
638

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΕΦ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

ΑΝΔΡΕΑΣ

ΘΕΟΔΩΡΑΚΑΚΟΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

ΟΝΟΜΑ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΚΑΚΛΑΜΑΝΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΑΡ.ΜΗΤΡΩΟΥ: 15197

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το ηλεκτρικό σύστημα αυτοκινήτου παρουσιάζει τεράστιο ενδιαφέρον για τον αναγνώστη που θέλει να ασχοληθεί με το αυτοκίνητο. Στατιστικά το 70% των βλαβών οφείλονται σ' αυτό, κάτι που πολύ καλά γνωρίζουν οι κάτοχοι αυτοκινήτου.

Το θέμα με το οποίο ασχολούμαστε είναι απλό για αυτόν που θέλει να γνωρίζει τα βασικά και αρκετά πολύπλοκο όταν αναζητήσει την λεπτομέρεια του κάθε θέματος. Η πολυπλοκότητα δημιουργείται από την παρουσία στο χώρο του αυτοκινήτου πολλών κατασκευαστριών εταιριών που η κάθε μια προσπαθεί στην διαρκή βελτίωση και εξέλιξη των προϊόντων της χρησιμοποιώντας πολλές φορές καινούρια και άγνωστη στους πολλούς τεχνολογία.

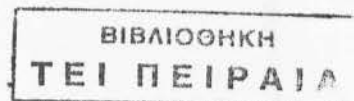
## PREFACE

The car electrical system reveals high interest for those who want to get involved with car technology. Statistically 70% of car damages are due to it and this is well known to car owners.

The car electric system is simple to those who want to gain basic knowledges although it gets complicated for those which will wander to inner fields.

This happens because there are a lot of companies in the car industry.

Each industry tries for better products and many times uses new and unknown technology to many people.



## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοκινήτου.

Κάθε σύγχρονο αυτοκίνητο ,ανάλογα με το μέγεθός του, διαθέτει μηχανισμούς που καταναλίσκουν ηλεκτρική ενέργεια και επομένως για να λειτουργήσουν ζητούν ηλεκτρικό ρεύμα με ισχύ από 1000 έως 4000 w. Για την εξυπηρέτηση αυτών των καταναλωτών υπάρχει μία εγκατάσταση παραγωγής και αποθηκείσεως της ηλεκτρικής ενέργειας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 1. Η γεννήτρια

Η γεννήτρια είναι το μηχάνημα που παράγει την ηλεκτρική ενέργεια στο αυτοκίνητο. Παίρνει μηχανικό έργο από την κινητήρια μηχανή του αυτοκινήτου και το μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή είτε διατίθεται αμέσως στους καταναλωτές, είτε αποθηκεύεται στον συσσωρευτή. Ο τύπος της γεννήτριας είναι γεννήτρια συνεχούς ρεύματος παραλλήλου διεγέρσεως.

Η γεννήτρια τοποθετείται, ανάλογα με το μέγεθός της και την κατασκευή της βάσεώς της, στα πλευρικά τοιχώματα του κινητήρα ή και επάνω από αυτόν και παίρνει κίνηση άλλοτε από ένα η δύο λουριά, άλλοτε από ένα άξονα, που μεταφέρει την κίνηση από τον καθρέπτη του κινητήρα, με την βοήθεια γραναζιών ή αλυσίδας.

### 2. Περιγραφή

Στις γεννήτριες διακρίνουμε τον στάτη που αποτελείται από :

Το ζύγωμα

Τους πόλους

Το παράλληλο τύλιγμα

Τον δρομέα που αποτελείται από:

Τον άξονα

Το επαγωγικό τύμπανο

Τον συλλέκτη

Τον ανεμιστήρα

Τα πόματα για την στήριξη των εδράνων και των ψυκτροφορέων.

### 3. Αρχή λειτουργίας

Όπως μας είναι γνωστό από την ηλεκτροτεχνία, η ηλεκτρεγερτική δύναμη της γεννήτριας παράγεται από επαγωγή στους αγωγούς του τυλίγματος του δρομέα, όταν περιστρέφεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο των πόλων.

### 4. Τάση λειτουργίας της γεννήτριας

Σε μικρά και σε μέσου μεγέθους αυτοκίνητα η ηλεκτρική εγκατάσταση είναι τάσεως 6v έως 12v. Σε μεγάλα πετρελαιοκίνητα είναι κυρίως 24v.

Η κλίμακα των τάσεων είναι τυποποιημένη για όλα τα αυτοκίνητα.

Τυποποίησαν τις σχετικά μικρές τάσεις, για να μπορούν τα εργοστάσια να κατασκευάζουν λυχνίες φωτισμού, που να αντέχουν σε κρούσεις, που οφείλονται στην πορεία του αυτοκινήτου. Πραγματικά, οι λυχνίες χαμηλής τάσεως κατασκευάζονται με χονδρό νήμα πυρακτώσεως και, επομένως, έχουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή. Εκτός όμως από αυτό υπάρχει και οικονομικός λόγος. Διότι αν η τάση της εγκαταστάσεως ήταν μεγάλη, ο συσσωρευτής θα κατασκευαζόταν με πολλά στοιχεία και, επομένως θα γινόταν πολύ πιο ακριβός.

Η τάση της γεννήτριας εξαρτάται από τις στροφές της και μεταβάλλεται μαζί με αυτές. Είναι δυνατόν όμως με την βοήθεια ενός ρυθμιστή να την κρατήσουμε, ανάλογα με την τάση της εγκαταστάσεως, κοντά στην τιμή των 6v, 12v ή 24v.

Η τιμή αυτή λέγεται ονομαστική τάση της γεννήτριας.

### 5. Ισχύς της γεννήτριας

Η ισχύς και επομένως το μέγεθος της γεννήτριας του αυτοκινήτου, εξαρτάται από τις ανάγκες των καταναλωτών.

Οι διάφοροι καταναλωτές χρησιμοποιούν ρεύμα που έχει περίπου την παρακάτω ισχύ:

⇒ Σύστημα αναφλέξεως	15-20w
⇒ Φωτισμός	80-300w
⇒ Ηχητικά όργανα	80-100w
⇒ Απόψυξη του ανεμοθώρακα	40-80w
⇒ Δείκτες πορείας	40 w
⇒ Καθαριστήρες	15-50 w
⇒ Ραδιόφωνο	40-100 w

⇒ Θέρμανση	40-60 w
⇒ Εκκινητής	800-3500 w
⇒ Προθερμαντήρες	60-70 w

Την ισχύ όμως αυτή δεν την χρειάζονται ταυτόχρονα όλοι οι καταναλωτές. Άλλοι την θέλουν διαρκώς και άλλοι μόνον στιγμιαία.

Ανάλογα με τον χρόνο που χρειάζονται την ισχύ οι καταναλωτες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) Σε **καταναλωτες διαρκείας**, στους οποίους περιλαμβάνονται:

- ⇒ Το σύστημα αναφλέξεως
- ⇒ Οι προβολείς
- ⇒ Τα φώτα πορείας
- ⇒ Τα φώτα του πίνακα οργάνων
- ⇒ Τα εσωτερικά φώτα

β) Σε **καταναλωτές στιγμιαίους**, στους οποίους περιλαμβάνονται:

- ⇒ Οι δείκτες πορείας
- ⇒ Τα ηχητικά όργανα
- ⇒ Τα στοπ
- ⇒ Τα φώτα προσπεράσεως
- ⇒ Ο εκκινητής

Οι υπόλοιποι καταναλωτές εντάσσονται ή στην πρώτη ή στην δεύτερη κατηγορία, ανάλογα με τις συνθήκες κυκλοφορίας.

Το πόση ισχύ θα έχει μια γεννήτρια, εξαρτάται μόνο από το πόση ισχύ χρειάζονται οι καταναλωτές διαρκείας. Η ισχύς αυτή λέγεται ονομαστική ισχύς της γεννήτριας.

Σε επιβατικά π.χ. μέσου μεγέθους η ονομαστική ισχύς της γεννήτριας είναι 140 w. Η ίδια όμως γεννήτρια με υπερφόρτιση φτάνει τα 200 w, χωρίς να διατρέχει κίνδυνο καταστροφής. Αυτή λέγεται μέγιστη ισχύς. Φόρτιση της γεννήτριας περισσότερο από την μέγιστη ισχύ πιθανον να προκαλέσει καταστροφή των τυλιγμάτων, λόγω υπερθερμάνσεως.

Όταν εκτος απο τους καταναλωτές διαρκείας εργάζονται και μερικοί από τους υπολοίπους, τότε εκφορτίζεται, δηλαδή δίνει ρεύμα και ο συσσωρευτής. Ο συσσωρευτης αυτός ξαναφορτίζεται από την γεννήτρια, όταν όμως δεν εργάζονται όλοι μαζί οι καταναλωτές διαρκείας.

Η εργασία της γεννήτριας, με την ονομαστική ή την μέγιστη ισχύ ή με ισχύ ανάμεσα σε αυτές τις δύο, εξαρτάται από την ρύθμιση της εντάσεως φορτίσεως.

Οι διαστάσεις της γεννήτριας εξαρτώνται από την ισχύ της. Μπορεί όμως να έχουμε δύο γεννήτριες με την ίδια ισχύ και η μία να είναι μικρότερη σε όγκο. Αυτό εξαρτάται από την κατασκευή. Όσο περισσότερες στροφές παίρνει και όσο καλύτερη είναι η ψύξη μιας γεννήτριας, τόσο ο όγκος της είναι μικρότερος.

## 6. Στροφές της γεννήτριας

Ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο μεταδίδεται η κίνηση από τον κινητήρα του αυτοκινήτου στην γεννήτρια, το πηλίκο της διαιρέσεως των στροφών της δια των στροφών του κινητήρα δίνει την σχέση μεταδόσεως της κινήσεως.

Ενώ οι στροφές των μονίμων γεννητριών των βιομηχανικών εγκαταστάσεων είναι σταθερές και κατά συνέπεια η τάση τους είναι σταθερή, οι στροφές των γεννητριών του αυτοκινήτου μεταβάλλονται ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα, αφού μεταξύ τους υπάρχει σταθερή σχέση μεταδόσεως. Αυτό προκαλεί μεταβολές στην τάση και την ισχύ του ρεύματος.

Έτσι, ανάλογα με την τάση ή την ισχύ του ρεύματος, που δίνει η γεννήτρια, οι στροφές διακρίνονται σε:

- α) *Στροφές μηδενικής ισχύος.* Είναι οι στροφές όπου η γεννήτρια φθάνει την ονομαστική της τάση, χωρίς όμως να παρέχει ενέργεια.
- β) *Στροφές συνδέσεως.* Είναι οι στροφές, όπου η γεννήτρια συνδέεται με το δίκτυο φορτίσεως και καταναλώσεως και δίνει πια ισχύ. Συνήθως είναι 100 – 200 στροφές στο λεπτό περισσότερες από τις στροφές μηδενικής ισχύος.
- γ) *Ονομαστικές στροφές.* Είναι οι στροφές που χρειάζονται για να δώσει η γεννήτρια την ονομαστική της ισχύ.
- δ) *Μέγιστες στροφές.* Είναι εκείνες που περιορίζονται από την υπερθέρμανση και τη διάρκεια ζωής των ψηκτρών και που δεν επιτρέπεται να ξεπεράσει η γεννήτρια. Ανάλογα με το μέγεθος και τον τύπο, κατασκευάζονται γεννήτριες με μέγιστες στροφές μέχρι 9000 στο λεπτό.

## 7. Τί απαιτήσεις έχουμε από τη γεννήτρια του αυτοκινήτου

Όπως από κάθε γεννήτρια οποιουδήποτε τύπου, έτσι και από τις γεννήτριες του αυτοκινήτου έχουμε τις ίδιες γενικά απαιτήσεις. Δηλαδή απαιτούμε να λειτουργεί χωρίς συχνές βλάβες, να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, εύκολη συντήρηση, καλό βαθμό αποδόσεως κ.λ.π.

Από τη γεννήτρια του αυτοκινήτου όμως έχουμε επί πλέον τις ακόλουθες δυο γενικές απαιτήσεις:

α) Η γεννήτρια να φθάνει τις ονομαστικές στροφές για να παρέχει την ονομαστική της ισχύ και να φορτίζεται η εγκατάσταση με τις λιγότερες δυνατές στροφές του κινητήρα, που εξασφαλίζουν καλή πορεία του αυτοκινήτου.

Η περίπτωση αυτή αφορά στην κυκλοφορία του αυτοκινήτου σε πόλη.

β) Η γεννήτρια να μην ξεπερνά τις μέγιστες στροφές της, με τις μέγιστες στροφές του κινητήρα.

Η περίπτωση αυτή αφορά στην κυκλοφορία σε αυτοκινητόδρομο.

Είναι φανερό ότι όταν ο κινητήρας του αυτοκινήτου είναι αδύνατος (δηλαδή η ισχύς του είναι μικρή, σχετικά με το βάρος του αυτοκινήτου) και αργόστροφος, η σχέση ανάμεσα στις μέγιστες και ονομαστικές στροφές της γεννήτριας είναι σχετικά μικρή (μέχρι 3:1).

Αντίθετα όταν ο κινητήρας είναι δυνατός και ταχύστροφος, η ίδια σχέση πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη (μέχρι 6:1). Αυτό συμβαίνει δυστυχώς στα περισσότερα αυτοκίνητα λόγω της τελειοποιήσεως των κινητήρων τους και έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου της γεννήτριας, χωρίς όμως αντίστοιχη αύξηση και της ισχύος της. Η αύξηση του όγκου, οφείλεται στο ότι υπάρχουν περισσότεροι αγωγοί του δρομέα και περισσότερες σπείρες των τυλιγμάτων των πόλων, πράγματα που είναι απαραίτητα, όταν επιδιώκουμε να πετύχουμε χαμηλότερες ονομαστικές στροφές.

## 8. Ο εναλλακτήρας

Για να ανταποκριθεί η γεννήτρια στις απαιτήσεις των σύγχρονων αυτοκινήτων, με κινητήρα δυνατό και ταχύστροφο, έγινε όπως είδαμε, αναγκαστικά, μεγάλη σε όγκο και σε βάρος.

Αυτό ήταν η σοβαρότερη αιτία που επέβαλε να αρχίσει με πολύ επιτυχία από το 1958 η χρησιμοποίηση, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο αυτοκίνητο,



του εναλλακτήρα με εσωτερικούς πόλους και ανορθωτική διάταξη ξηρών ανορθωτών.

Οι πρώτοι εναλλακτήρες, τοποθετήθηκαν σε αμερικανικά αυτοκίνητα. Σήμερα η χρήση τους έχει επεκταθεί και στην Ευρώπη όπου κατασκευάζονται από διάφορα εργοστάσια.

Ίσως ύστερα από μερικά χρόνια να γενικευθεί η χρήση του εναλλακτήρα στο αυτοκίνητο. Αυτό μπορούμε να το υποθέσουμε ότι θα γίνει διότι ο εναλλακτήρας έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

α) Έχει περίπου 30% περισσότερες στροφές από τη γεννήτρια συνεχούς ρεύματος. Φθάνει δηλαδή τις 12000 στροφές στο λεπτό.

β) Έχει περίπου διπλάσια ισχύ από μια γεννήτρια συνεχούς ρεύματος του ίδιου βάρους.

γ) Ο όγκος που παρουσιάζει ο εναλλακτήρας αυτός, σχετικά με τον όγκο μιας γεννήτριας συνεχούς ρεύματος και με την ίδια ισχύ, είναι σημαντικά μικρότερος.

δ) Ο εναλλακτήρας δεν έχει ανάγκη από ρυθμιστή εντάσεως και αυτόματο διακόπτη, διότι είναι αυτορρυθμιζόμενος, πράγμα που δεν συμβαίνει με τη γεννήτρια.

ε) Η λειτουργία του εναλλακτήρα είναι ασφαλέστερη και η διάρκεια ζωής του μεγαλύτερη. Οι ψήκτρες του εφάπτονται σε δακτυλίους και δεν φθείρονται εύκολα.

Επισκευάζεται μόνο κάθε φορά που γίνεται γενική επισκευή στον κινητήρα.

ζ) Οι ονομαστικές στροφές του είναι πολύ χαμηλές. Έτσι παρέχει μεγάλη ισχύ, σε σχετικά πολύ λίγες στροφές του κινητήρα. Αυτό είναι και το σπουδαιότερο πλεονέκτημά του.

Έχει όμως και ένα μειονέκτημα.

Το κόστος του είναι μεγαλύτερο από το κόστος της γεννήτριας συνεχούς ρεύματος. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αξία των ανορθωτών.

## 9. Έλεγχος και συντήρηση της γεννήτριας

### Γενικά

Στα επόμενα εδάφια θα ασχοληθούμε με τον έλεγχο και τη συντήρηση της γεννήτριας συνεχούς ρεύματος, η οποία από πολλά χρόνια τώρα έχει σταθεροποιηθεί σε τυποποιημένη μορφή κατασκευής. Αντίθετα, οι εναλλακτήρες δεν έχουν φθάσει ακόμη σε οριστική τυποποιημένη μορφή, γιατί υφίστανται συνεχώς βελτιώσεις. Έπειτα και οι τύποι των εναλλακτών διαφέρουν μεταξύ τους τόσο, ώστε η συντήρησή τους να είναι ανάγκη να γίνεται κάθε φορά όχι

σύμφωνα με γενικούς κανόνες ή οδηγίες, αλλά σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνει ο κάθε κατασκευαστής.

Πολλοί τεχνίτες προσπαθούν να ελέγξουν την καλή λειτουργία της γεννήτριας, βραχυκυκλώνοντας με κατσαβίδι τους ακροδέκτες της και προσγειώνοντας το βραχυκύκλωμα, έτσι ώστε να δημιουργηθεί σπινθήρας. Ο σπινθήρας δίνει την εντύπωση, ότι η γεννήτρια εργάζεται ομαλά. Αυτό όμως δεν πρέπει να γίνεται, διότι εκτός του ότι ο σπινθήρας δεν μας βεβαιώνει ότι η γεννήτρια λειτουργεί σωστά, είναι δυνατόν να καταστρέψει και τα τυλίγματα και τον ρυθμιστή.

Όταν σε μια γεννήτρια διαπιστώσουμε βλάβη, τότε απομακρύνουμε τη γεννήτρια από τη βάση της, τη διαλύουμε και εξετάζουμε τα εξαρτήματά της.

#### 10. Έλεγχος διαρροής του δρομέα

Η διαρροή του δρομέα συνήθως οφείλεται σε ένα στρώμα που φαίνεται σαν καρβουνίδι και που είναι αγωγίμο. Το στρώμα αυτό δημιουργείται ανάμεσα στο συλλέκτη και τον άξονα και σχηματίζεται από σκόνη, που δημιουργεί η φθορά των ψηκτρών, και από λάδι, που ξεχειλίζει από τα έδρανα, μετά από υπερβολική λίπανση.

Επίσης η διαρροή μπορεί να οφείλεται σε απογύμνωση ενός αγωγού του δρομέα από τη μόνωσή του και σε επαφή που κάνει έτσι ο γυμνός πια αγωγός με τον πυρήνα.

Η διαρροή του συλλέκτη διαπιστώνεται με τη δοκιμαστική λυχνία. Όταν η λυχνία ανάβει, αυτό σημαίνει πως ο συλλέκτης θέλει καθάρισμα. Μετά το καθάρισμά του η λυχνία παύει πια να ανάβει.

Αν η λυχνία εξακολουθεί να ανάβει τότε σημαίνει πως η διαρροή οφείλεται σε αγωγό του δρομέα. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να αντικατασταθεί ο δρομέας ή να γίνει νέο τύλιγμα.

Μετά την αποκατάσταση της βλάβης γίνεται πάλι ο έλεγχος της διαρροής.

#### 11. Έλεγχος βραχυκυκλώματος του δρομέα

Το βραχυκύκλωμα του δρομέα οφείλεται σε επαφή των αγωγών του τυλίγματος μεταξύ τους, ύστερα από την καταστροφή της μόνωσέως τους. Η μόνωση των αγωγών καταστρέφεται συνήθως από υπερθέρμανση του δρομέα.

Ο έλεγχος βραχυκυκλώματος γίνεται, μετά τον έλεγχο διαρροής, με τη βοήθεια μιας συσκευής. Ο δρομέας εφάπτεται στους οπλισμούς της συσκευής. Έτσι δημιουργείται ένας μετασχηματιστής ο οποίος έχει ως πρωτεύον τύλιγμα, το

τύλιγμα 220 V, που υπάρχει στη βάση της συσκευής και ως δευτερεύον το τύλιγμα του δρομέα.

Με ένα λαμάκι εξετάζουμε κάθε δόντι του δρομέα, γυρίζοντάς τον αργά. Όταν το λαμάκι έλκεται σε κάποια θέση, αυτό είναι ένδειξη πως υπάρχει βραχυκύκλωμα, οι δε βραχυκυκλώμενοι αγωγοί βρίσκονται ακριβώς κάτω από αυτή τη θέση.

Είναι πιθανόν το λαμάκι να έλκεται σε περισσότερες θέσεις. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν πολλαπλά βραχυκυκλώματα.

Αν διαπιστώσουμε βραχυκύκλωμα στον δρομέα, τότε πρέπει να κάνουμε νέο τύλιγμα ή να αντικαταστήσουμε τον δρομέα.

Καμιά φορά, επειδή μερικοί δρομείς έχουν εσωτερικές συνδέσεις από την κατασκευή τους, με την παραπάνω μέθοδο διαπιστώνεται βραχυκύκλωμα, ενώ αυτό στην ουσία δεν υπάρχει. Γι' αυτό λοιπόν πρέπει να συμπληρώνουμε κάθε φορά τον έλεγχο βραχυκυκλώματος, εξετάζοντας διαδοχικά με την δοκιμαστική λυχνία όλους τους γειτονικούς τομείς του συλλέκτη. Η λυχνία γίνεται πιο φωτεινή, όταν στους δύο γειτονικούς τομείς του συλλέκτη, που εξετάζουμε, καταλήγουν τα άκρα μιάς βραχυκυκλωμένης σπείρας.

## 12. Έλεγχος διακοπής του δρομέα

Συνήθως η διακοπή των αγωγών του δρομέα οφείλεται σε υπερθέρμανση και υπερβολικές στροφές. Έτσι λειώνει η κόλληση στα άκρα των σπείρων, με την οποία συνδέονται με τον συλλέκτη. Το αποτέλεσμα είναι να αποσπώνται οι σπείρες, λόγω της φυγόκεντρης δύναμης. Στην περίπτωση αυτή η βλάβη είναι φανερή και η διόρθωσή της πολύ απλή.

Μπορεί όμως, η διακοπή να έχει γίνει στο εσωτερικό του τυλίγματος του δρομέα. Τότε δεν είναι φανερό το σημείο της βλάβης. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε πάλι την δοκιμαστική λυχνία. Ο έλεγχος με την δοκιμαστική λυχνία γίνεται όπως και ο έλεγχος βραχυκυκλώσεως. Σ' αυτή την περίπτωση, η μικρότερη φωτεινότητα της λυχνίας είναι ένδειξη διακοπής της σπείρας.

## 13. Επισκευή του συλλέκτη

Η επιφάνεια του συλλέκτη πρέπει να είναι καθαρή, χωρίς γραμμές και οι ψήκτρες να εφάπτονται καλά, για να μην δημιουργούνται σπινθηρισμοί.

Βαθειές γραμμές κατά μήκος της περιφέρειας του συλλέκτη είναι ένδειξη φθοράς, που οφείλεται είτε σε μακροχρόνια χρήση, κατά την οποία δεν του έγινε καμία επισκευή, είτε σε υπερθέρμανση.

Η επισκευή του φθαρμένου συλλέκτη γίνεται στον τόρνο. Επίσης είναι δυνατό να γίνει και με ένα απλό και φθηνό κοπτικό εργαλείο, το οποίο στηρίζεται στην μέγγενη του τραπεζιού εργασίας. Το τόνρισμα συνεχίζεται, έως ότου εξαφανισθεί κάθε ίχνος φθοράς από την επιφάνεια του συλλέκτη. Μετά από το τόνρισμα κόβουμε την μίκα που υπάρχει ανάμεσα στους τομείς του συλλέκτη. Έτσι οι τομείς χωρίζονται από ένα αυλάκι βάθους 0,8 mm περίπου.

Τέλος, λειαίνουμε το συλλέκτη με ένα ψιλό σμυριδόπανο. Κατά τη συναρμολόγηση προσέχουμε, ώστε οι νέες ψήκτρες, που θα τοποθετήσουμε, να εφάπτονται καλά. Αν αυτό δε συμβαίνει, διορθώνουμε τις ψήκτρες με μιά λουρίδα από ψιλό σμυριδόπανο που την περνούμε ανάμεσα σ' αυτές και στον συλλέκτη.

#### 14. Έλεγχος των τυλιγμάτων των πόλων

Όπως για το τύλιγμα του δρομέα, έτσι και για τα τυλίγματα των πόλων κάνουμε έλεγχο διαρροής, βραχυκυκλώσεως και διακοπής, με την βοήθεια της ίδιας ενδεικτικής λυχνίας, που την χρησιμοποιούμε κατά ανάλογο τρόπο. Όταν διαπιστώσουμε κάποια ανωμαλία, αλλάζουμε το τύλιγμα και επαναλαμβάνουμε τον έλεγχο.

Αφού συναρμολογήσουμε τους πόλους επάνω στο ζύγωμα και συνδέσουμε τα τυλίγματα μεταξύ τους, εφαρμόζουμε στα ελεύθερα άκρα του τυλίγματος διεγέρσεως συνεχή τάση. Αν η εσωτερική συνδεσμολογία είναι σωστή, τότε πρέπει ο ένας πόλος να γίνεται νότιος και ο άλλος βόρειος. Αυτό το ελέγχουμε με την βοήθεια μιάς πυξίδας, την οποία και πλησιάζουμε από την εξωτερική επιφάνεια του ζυγώματος στην περιοχή του κάθε πόλου.

Όταν η γεννήτρια έχει περισσότερα ζευγάρια πόλων, πρέπει, περιφέροντας την πυξίδα γύρω από την περιφέρεια του ζυγώματος, να εμφανίζονται οι βόρειοι και οι νότιοι πόλοι με διαδοχική σειρά.

#### 15. Έλεγχος της γεννήτριας στο δοκιμαστήριο

Αφού γίνει ο ηλεκτρικός έλεγχος των εξαρτημάτων της γεννήτριας, διαπιστώνουμε την καλή κατάσταση των εδράνων της, τη συναρμολογούμε, τη λιπαίνουμε και την τοποθετούμε στο δοκιμαστήριο, προκειμένου να ελέγξουμε την καλή λειτουργία της.

Το δοκιμαστήριο αποτελείται, συνήθως, από ένα κινητήρα με μεταβαλλόμενη ταχύτητα, μιά μέγγενη για το σφίξιμο της γεννήτριας, ένα στροφόμετρο, ένα

βολτόμετρο, ένα αμπερόμετρο και μιά ρυθμιστική αντίσταση, ώστε η γεννήτρια να ελέγχεται σε μιά ορισμένη τάση και ορισμένες στροφές.

Προσαρμόζοντας την ρυθμιστική αντίσταση κατά τρόπο ώστε η γεννήτρια να παράγει την τάση που ορίζει ο κατασκευαστής, στις στροφές που της έχουμε επιβάλλει, μετρούμε το ρεύμα φορτίσεως. Το ρεύμα αυτό δεν πρέπει να είναι μικρότερο από την τιμή που έχει υποδείξει ο κατασκευαστής της γεννήτριας.

Τον ίδιο έλεγχο επαναλαμβάνουμε, επιβάλλοντας κάθε φορά διαφορετικές στροφές. Είναι αυτονόητο ότι πρέπει πάντα να συμφωνούμε με τα δεδομένα, που έχουμε φροντίσει να προμηθευτούμε απο το εργοστάσιο ή τον αντιπρόσωπο του εργοστασίου που κατασκεύασε την γεννήτρια.

## 16. Ειδικοί τύποι γεννητριών

### 1. Γενικά

Οι γεννήτριες των μοτοποδηλάτων, των σκούτερ και μερικών μοτοσυκλεττών, διαφέρουν κατασκευαστικά από τις γεννήτριες των αυτοκινήτων. Για τα μεταφορικά αυτά μέσα κατασκευάζονται διάφοροι τύποι γεννητριών συνεχούς ή εναλλασσομένου ρεύματος, που συνδυάζονται όμως, τις περισσότερες φορές, με το σύστημα αναφλέξεως.

Παλαιότερα, πριν εξελιχθεί η κατασκευή των γεννητριών αυτοκινήτων κατασκεύαζαν άλλους τύπους γεννητριών: τις τετραπολικές ή εξαπολικές. Υπάρχει όμως και ένας ακόμη τύπος, δηλαδή η γεννήτρια με τρεις ψήκτρες ή όπως λέγεται αλλιώς, αυτορρυθμιζόμενη γεννήτρια.

### 2. Γεννήτρια με τρεις ψήκτρες.

Στην εν λόγω γεννήτρια, το ένα άκρο του τυλίγματος διεγέρσεως συνδέεται στον αρνητικό ακροδέκτη της γεννήτριας, ενώ το άλλο συνδέεται σε μιά τρίτη ψήκτρα, που μετακινείται επάνω στην περιφέρεια του συλλέκτη από την θετική ως την αρνητική ψήκτρα. Η τρίτη αυτή ψήκτρα μπορεί να σταθεροποιηθεί σε κάποια ενδιάμεση θέση, ανάλογα με την ρύθμιση που επιθυμούμε. Έτσι εφαρμόζεται στο τυλίγμα διεγέρσεως η επιθυμητή τάση και επομένως το επιθυμητό, κάθε φορά, ρεύμα διεγέρσεως.

Η γεννήτρια με τρεις ψήκτρες έχει το πλεονέκτημα να μην χρειάζεται ρυθμιστής τάσεως και εντάσεως για την ρύθμιση του ρεύματος φορτίσεως.

Έχει όμως δύο μειονεκτήματα, σε σύγκριση με την γεννήτρια παραλλήλου διεγέρσεως και μάλιστα αρκετά σοβαρά:

α) Διακοπή στο κύκλωμα φορτίσεως, ανάμεσα στην γεννήτρια και τον συσσωρευτή, την ώρα που στρέφεται με το μέγιστο αριθμό στροφών, είναι δυνατόν να την καταστρέψει λόγω υπερτάσεως.

β) Η εν λόγω γεννήτρια φορτίζει τον εκφορτισμένο συσσωρευτή με λιγότερο ρεύμα από ότι τον φορτισμένο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ

#### 1. Πώς γίνεται η αυτόματη ρύθμιση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Για να φορτίζεται σωστά ο συσσωρευτής χρειάζεται σταθερή τάση. Η τάση όμως, που παράγει η γεννήτρια, εξαρτάται από τις στροφές της και από το ρεύμα διεγέρσεως. Οι στροφές της δεν είναι σταθερές – μεταβάλλονται με τη λειτουργία της μηχανής ανάμεσα σε μεγάλα περιθώρια. Ωστόσο, μπορεί να κρατηθεί περίπου σταθερή η τάση, αν κάθε στιγμή ρυθμίζεται το ρεύμα διεγέρσεως.

Η ρύθμιση του ρεύματος διεγέρσεως και επομένως, της τάσεως της γεννήτριας, γίνεται από τον ρυθμιστή τάσεως.

Αποτέλεσμα της μεταβολής της τάσεως είναι η μεταβολή του ρεύματος φορτίσεως.

Έτσι, με την ρύθμιση πάλι του ρεύματος διεγέρσεως, γίνεται και ρύθμιση του ρεύματος φορτίσεως, ώστε να αποφεύγεται η υπερένταση που μπορεί να βλάψει την γεννήτρια και τον συσσωρευτή. Η τελευταία αυτή ρύθμιση γίνεται από τον ρυθμιστή εντάσεως.

Για να συμπληρωθεί η αυτόματη ρύθμιση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, εκτός από τους ρυθμιστές τάσεως και εντάσεως, υπάρχει και ένα τρίτο στοιχείο: ο αυτόματος διακόπτης. Σκπός του είναι να συνδέει την γεννήτρια με τον συσσωρευτή, όταν η τάση της γεννήτριας είναι λίγο πιο μεγάλη από αυτή του συσσωρευτή. Όταν λιγοστέψουν οι στροφές και πέσει αναγκαστικά η τάση της γεννήτριας, τότε ο αυτόματος διακόπτης διακόπτει τη σύνδεση. Έτσι αποφεύγεται

η εκφόρτιση του συσσωρευτή μέσα από το τύλιγμα της γεννήτριας και δεν προκαλούνται καταστροφές.

Ο ρυθμιστής τάσεως, ο ρυθμιστής εντάσεως και ο αυτόματος διακόπτης, αποτελούν τα βασικά στοιχεία του αυτόματου ρυθμιστή. Αυτός ρυθμίζει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

## 2. Ο ρυθμιστής τάσεως

### 1. Περιγραφή

Ο εν λόγω ρυθμιστής αποτελείται από ένα ηλεκτρομαγνήτη, που μπροστά στον πυρήνα του έχει τον οπλισμό. Ο οπλισμός αυτός κρατείται σε απόσταση με τη βοήθεια ενός ελάσματος από χάλυβα ή ενός ελατηρίου. Πυρήνας και οπλισμός κατασκευάζονται από μαλακό σίδηρο. Επάνω στον οπλισμό έχει προσαρμοσθεί μία επαφή (πλατίνα) από δύστηκτο μέταλλο (μέταλλο που αντέχει σε υψηλή θερμοκρασία). Απέναντι ακριβώς υπάρχει μία άλλη σταθερή επαφή, από το ίδιο μέταλλο, που είναι προσαρμοσμένη στη βάση. Στη βάση αυτή στηρίζεται και το πλαίσιο του ρυθμιστή κατασκευάζεται δε από μονωτικό υλικό. Οι δύο επαφές είναι κλειστές, μπορούν όμως να ανοίγουν και να κλείνουν, όταν κινείται ο οπλισμός. Μερικοί ρυθμιστές τάσεως έχουν ακόμη ένα ζευγάρι επαφών.

Στο πλαίσιο στηρίζεται επίσης ο πυρήνας του ηλεκτρομαγνήτη.

Το πηνίο τάσεως μοιάζει με κουβαρίστρα και είναι τυλιγμένο γύρω από τον πυρήνα. Αποτελείται από πολλές σπείρες λεπτού χάλκινου σύρματος, με μόνωση από βερνίκι. Τα άκρα του συνδέονται παράλληλα με τη γεννήτρια.

Ακόμη, στον εν λόγω ρυθμιστή διακρίνουμε και μία αντίσταση που τη λέμε ρυθμιστική αντίσταση.

### 2. Λειτουργία

Η ρυθμιστική αντίσταση παίζει ένα πολύ σπουδαίο ρόλο.

Όταν η γεννήτρια ξεκινά, η τάση της είναι μικρότερη από την τάση του συσσωρευτή. Για να τον φορτίσει, πρέπει να αναπτύξει μεγαλύτερη τάση από αυτόν. Όσο η τάση της είναι μικρότερη, το τύλιγμα διεγέρσεως συνδέεται διαμέσου των επαφών στους πόλους της γεννήτριας.

Με την αύξηση των στροφών, αυξάνει η τάση της γεννήτριας και επομένως, αυξάνει η τάση και στα άκρα της διεγέρσεως. Έτσι αυξάνει και το ρεύμα διεγέρσεως, που με τη σειρά του βοηθά την γεννήτρια στο να αναπτύξει

μεγαλύτερη τάση. Σ' αυτό το διάστημα ο ρυθμιστής τάσεως δεν λειτουργεί. Μόλις η τάση της γεννήτριας φτάσει σε μία ορισμένη τιμή, που την λέμε τάση ρυθμίσεως, το ρεύμα, που διέρχεται από το πηνίο τάσεως, δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο τόσο ισχυρό, όσο χρειάζεται για να υπερνικήσει το ελατήριο και να τραβήξει τον οπλισμό. Οι επαφές ανοίγουν.

Τώρα, η διέγερση δεν συνδέεται απευθείας στους πόλους της γεννήτριας. Παρεμβάλλεται σε σειρά η ρυθμιστική αντίσταση. Το ρεύμα διεγέρσεως ελαττώνεται, γιατί βρίσκει μεγαλύτερη αντίσταση και επομένως, πέφτει η τάση της γεννήτριας πιο κάτω από την τάση ρυθμίσεως. Το πηνίο τάσεως βρίσκεται τώρα στην μικρότερη αυτή τάση. Το ρεύμα που περνά από τις σπείρες του ελαττώνεται και μαζί με αυτό και το μαγνητικό πεδίο που κρατά τον οπλισμό τραβηγμένο. Το ελατήριο υπερνικά την δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη και απελευθερώνει τον οπλισμό, που γυρίζει στην αρχική του θέση.

Οι επαφές κλείνουν πάλι, βραχυκυκλώνοντας την ρυθμιστική αντίσταση, έτσι ώστε η διέγερση να συνδέεται κατευθείαν παράλληλα με τους πόλους της γεννήτριας.

Από εδώ και πέρα επαναλαμβάνονται οι ίδιες λειτουργίες. Ο ρυθμιστής τάσεως ανοίγει και κλείνει τις επαφές του συνεχώς και κατορθώνει να κρατάει την γεννήτρια σε μία τάση περίπου σταθερή (εξαιτίας της λειτουργίας αυτής πολλοί τον ονομάζουν και δονούμενο ρυθμιστή). Λέμε περίπου σταθερή, γιατί στην πραγματικότητα είναι άλλοτε μικρότερη και άλλοτε μεγαλύτερη από την τάση ρυθμίσεως, η οποία όμως λίγο διαφέρει από αυτήν.

### 3. Είδη ρυθμιστών τάσεως

Οι ρυθμιστές τάσεως που διαθέτουν ένα ζευγάρι επαφών, λέγονται ρυθμιστές απλής επαφής.

Οι ρυθμιστές τάσεως που διαθέτουν δύο ζεύγη επαφών, λέγονται ρυθμιστές διπλής επαφής :

Οι επαφές  $E_1$  χρησιμεύουν για να κάνουν την ίδια δουλειά που κάνουν στον ρυθμιστή απλής επαφής. Με άλλα λόγια χρησιμεύουν για να συνδέουν και να αποσυνδέουν την ρυθμιστική αντίσταση στο κύκλωμα διεγέρσεως της γεννήτριας.

Οι επαφές  $E_2$  χρησιμεύουν για να βραχυκυκλώνουν το τύλιγμα της διεγέρσεως της γεννήτριας, ώστε να ρίχνουν πιο γρήγορα την τάση της, όταν οι στροφές αυξηθούν πάρα πολύ.

Οι ρυθμιστές διπλής επαφής τοποθετούνται κυρίως σε εγκαταστάσεις 6V. Οι επαφές τους έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.



Η ρυθμιστική αντίσταση μπορεί να έχει μικρή τιμή, γιατί χρησιμεύει για σκαλοπάτι (παράλληλη σύνδεση – σύνδεση σε σειρά με την ρυθμιστική αντίσταση – βραχυκύκλωση της διεγέρσεως).

Αντίθετα, οι ρυθμιστές απλής επαφής κατασκευάζονται για εγκαταστάσεις 24V. Η διάρκεια ζωής των επαφών είναι μικρότερη. Η ρυθμιστική αντίσταση πρέπει να έχει μεγάλη τιμή, ώστε να γίνεται αρκετή ελάττωση του ρεύματος διεγέρσεως, για να μπορεί στις πολλές στροφές να πέφτει η τάση της γεννήτριας.

Σε εγκαταστάσεις 12V βρίσκουμε και τα δύο είδη.

Παρατήρηση: Για τον ρυθμιστή διπλής επαφής, η διέγερση της γεννήτριας συνδέεται στον μονωμένο πόλο, ενώ για τον ρυθμιστή απλής επαφής η σύνδεση γίνεται στον προσγειωμένο πόλο. Αυτό συμβαίνει σε όλες τις γεννήτριες Μπόσ (Bosch).

#### 4. Ρύθμιση του ρυθμιστή τάσεως

Σκοπός της ρυθμίσεως είναι να κρατήσουμε την γεννήτρια σε μιά ορισμένη τάση. Αυτό το επιτυγχάνουμε κανονίζοντας την τάση ρυθμίσεως του ρυθμιστή. Έτσι:

- για εγκατάσταση 6V ρυθμίζουμε την τάση σε 6,5V έως 7V
- για εγκατάσταση 12V ρυθμίζουμε την τάση σε 13V έως 13,7V
- για εγκατάσταση 24V ρυθμίζουμε την τάση σε 26V έως 27,2V.

Η τάση της γεννήτριας κρατείται περίπου στην ίδια τιμή με την τάση ρυθμίσεως.

Με επίδραση κυρίως στο ελατήριο, που διατηρεί τις επαφές κλειστές, επιτυγχάνουμε την παραπάνω επιθυμητή τάση ρυθμίσεως για κάθε εγκατάσταση.

Είναι ευκολότερο να καταλάβουμε ότι δυνατότερο ελατήριο θα πει μεγαλύτερη τάση ρυθμίσεως.

Μπορούμε όμως να χρησιμοποιήσουμε και άλλο τρόπο: να απομακρύνουμε την ακίνητη επαφή από τους ρυθμιστές εκείνους, στους οποίους αυτή είναι βιδωτή ή προσαρμοσμένη σε έλασμα από σίδηρο (λαμάκι), που μπορεί να λυγίσει.

Επίσης είναι εύκολο να καταλάβουμε ότι απομάκρυνση των επαφών θα πει μικρότερη τάση ρυθμίσεως.

Στην τελευταία περίπτωση πρέπει να προσέξουμε, ώστε οι επαφές να μη μένουν ανοικτές, όταν δεν εργάζεται ο ρυθμιστής και ακόμη, πρέπει να προσέξουμε να μην πατούν με όλη τους την επιφάνεια.

Την τάση ρυθμίσεως την μετρούμε με ένα βολτόμετρο, ενώ εργάζεται ο ρυθμιστής. Το ίδιο μπορεί να γίνει στον πάγκο του ηλεκτροτεχνείου με την

βοήθεια ενός συσσωρευτή μεγαλύτερης τάσεως και μιάς μεταβλητής αντιστάσεως.

Σε μερικούς ρυθμιστές τάσεως η τάση ρυθμίσεως δεν είναι ίδια με την τάση της γεννήτριας, γιατί σε σειρά με το πηνίο τάσεως συνδέεται μιά αντισταθμιστική αντίσταση. Με τον τρόπο αυτό ισορροπούνται οι μεταβολές που προκαλεί η αύξηση της θερμοκρασίας. Σ' αυτούς η ρύθμιση στον πάγκο γίνεται μόνο με οδηγίες του κατασκευαστή.

### 3. Ο ρυθμιστής εντάσεως

#### 1. Περιγραφή και λειτουργία

Ο εν λόγω ρυθμιστής είναι όμοιος με τον ρυθμιστή τάσεως απλής επαφής. Διαφέρει από αυτόν μόνο στο τύλιγμα και στην σύνδεση του πηνίου του. Πραγματικά αποτελείται από λίγες σπείρες χονδρού χάλκινου σύρματος. Το πηνίο αυτό το λέμε πηνίο εντάσεως, γιατί συνδέεται σε σειρά με την γεννήτρια, ώστε να διοχετεύεται μέσα από τις σπείρες του όλη η ένταση του ρεύματος φορτίσεως.

Σκοπός του ρυθμιστή εντάσεως είναι να ρυθμίζει το ρεύμα φορτίσεως. Ο τρόπος που ενεργεί για να πετύχει την ρύθμιση, είναι ο ίδιος με αυτόν του ρυθμιστή τάσεως. Δηλαδή, συνδέει και αποσυνδέει την ρυθμιστική του αντίσταση στο κύκλωμα διεγέρσεως της γεννήτριας, προκαλώντας έτσι ελάττωση του ρεύματος διεγέρσεως, άρα ελάττωση και του ρεύματος φορτίσεως.

Η σύνδεση και η αποσύνδεση της ρυθμιστικής αντίστασης γίνεται και εδώ με το άνοιγμα και κλείσιμο των επαφών του. Η εξήγηση είναι πολύ απλή. Καθώς αυξάνει το ρεύμα φορτίσεως, περνώντας μέσα από το πηνίο, δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο που κλείνει διαμέσου του πυρήνα, του πλαισίου και του οπλισμού. Έτσι, έλκεται ο οπλισμός και ανοίγουν οι επαφές.

Το κλείσιμο των επαφών προέρχεται από την ελάττωση του ρεύματος φορτίσεως, που προκάλεσε το άνοιγμα. Η δύναμη έλξεως του μαγνητικού πεδίου ελαττώνεται. Έτσι το ελατήριο ξαναφέρει τον οπλισμό στη θέση του και ξανακλείνουν οι επαφές.

Η λειτουργία αυτή επαναλαμβάνεται συνεχώς, όσο η ένταση φορτίσεως έχει ξεπεράσει μιά ορισμένη τιμή, που λέγεται ένταση ρυθμίσεως.

## 2. Ρύθμιση

Ενώ στους ρυθμιστές τάσεως, η τάση ρυθμίσεως είναι ορισμένη και επιβάλλεται από την τάση λειτουργίας όλης της ηλεκτρικής εγκαταστάσεως, στους ρυθμιστές εντάσεως δεν συμβαίνει αυτό.

Η ένταση ρυθμίσεως επιβάλλεται από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Στα λεωφορεία π.χ. με εγκατάσταση 12V, την ένταση ρυθμίσεως κανονίζουμε σε 50A, γιατί έχουν μεγάλη κατανάλωση. Αντίθετα, στα φορτηγά του ίδιου τύπου, που εκτελούν ταξίδια σε μεγάλες αποστάσεις, κανονίζουμε την ένταση ρυθμίσεως σε 10 μέχρι 15A. Η διαφορά είναι μεγάλη, γιατί το φορτηγό δεν έχει τις ανάγκες φωτισμού που έχει ένα λεωφορείο και το κυριότερο δεν χρησιμοποιεί συχνά τον εκκινητή (ηλεκτροκινητήρας που βάζει σε λειτουργία την μηχανή), που καταναλώνει μεγάλη ηλεκτρική ενέργεια. Σε ειδικές περιπτώσεις, που χρησιμοποιούνται δύο γεννήτριες συνεχούς ή μιά γεννήτρια εναλλασσομένου ρεύματος, η ένταση ρυθμίσεως κανονίζεται να είναι και μεγαλύτερη από 60A.

Οποσδήποτε, η ένταση ρυθμίσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει ούτε την κανονική ένταση της γεννήτριας, ούτε την κανονική ένταση του ρυθμιστή. Ακόμη και η χωρητικότητα του συσσωρευτή, μας αναγκάζει να την περιορίσουμε αρκετά.

Ο κατασκευαστής δίνει πάντα την κανονική ή την μέγιστη ένταση ρυθμίσεως.

Μπορούμε να πετύχουμε την ρύθμιση όπως και στον ρυθμιστή τάσεως, όταν ασκήσουμε επίδραση στο ελατήριο του οπλισμού ή στις επαφές.

Είναι φανερό ότι δυνατότερο ελατήριο σημαίνει μεγαλύτερη ένταση ρυθμίσεως, ενώ απομάκρυνση των επαφών σημαίνει μικρότερη ένταση ρυθμίσεως.

## 4. Συνεργασία ρυθμιστή τάσεως και ρυθμιστή εντάσεως

Ο ρυθμιστής τάσεως κρατεί την τάση της γεννήτριας σε ορισμένη τιμή.

Όταν ο συσσωρευτής είναι αφόρτιστος (η τάση του είναι μικρή), υπάρχει μεγάλη περίσσεια τάσεως – υπάρχει δηλαδή, μιά αρκετή διαφορά ανάμεσα στην τάση της γεννήτριας και στην τάση του συσσωρευτή. Τότε, το ρεύμα φορτίσεως φθάνει σε εξαιρετικά μεγάλη τιμή. Ο ρυθμιστής τάσεως δεν μπορεί να το περιορίσει. Αυτό είναι μειονέκτημα, που δεν επιτρέπει να αναλάβει μόνος την ρύθμιση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Από την άλλη μεριά, ο ρυθμιστής εντάσεως δεν κάνει τίποτε άλλο από το να περιορίζει την ένταση φορτίσεως και να μην επιτρέπει να ξεπεράσει μιά ορισμένη από πριν τιμή, είτε ο συσσωρευτής είναι φορτισμένος είτε αφόρτιστος. Αυτό είναι

μειονέκτημα, γιατί εκτός από την επιβάρυνση, που προκαλεί στην κινητήρια μηχανή (βενζινομηχανή ή πετρελαιομηχανή), αναγκάζοντάς την να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, που με φορτισμένο συσσωρευτή δεν χρησιμεύει σε τίποτε, δημιουργεί και υπερτάσεις, που μπορούν να καταστρέψουν την γεννήτρια και τον συσσωρευτή. Και αυτός, λοιπόν, μόνος δεν μπορεί να ρυθμίσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Από όλα τα παραπάνω, είναι εύκολο να καταλάβουμε, ότι με την συνεργασία του ρυθμιστή τάσεως και του ρυθμιστή εντάσεως εξασφαλίζουμε τέλεια ρύθμιση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

## 5. Ο μικτός ρυθμιστής

Ο ρυθμιστής αυτός κατασκευάστηκε, επειδή ήταν ανάγκη να υπάρχει ένας αυτόματος ρυθμιστής, που να μην απλώνεται σε πολύ χώρο, ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί επάνω στην γεννήτρια ή ακόμη και μέσα σε αυτήν. Ο εν λόγω ρυθμιστής λέγεται μικτός, γιατί έχει δύο ξεχωριστά πηνία τυλιγμένα, γύρω από τον ίδιο πυρήνα – έναν τάσεως και έναν εντάσεως.

Ο μικτός ρυθμιστής είναι φθηνότερος από δύο συνεργαζόμενους, έναν τάσεως και έναν εντάσεως. Εντούτοις δεν χρησιμοποιείται σε μεγάλες και σοβαρές εγκαταστάσεις, διότι έχει ένα αρκετά σοβαρό μειονέκτημα: δεν φορτίζει τον μισοεκφορτισμένο συσσωρευτή με την μεγαλύτερη ένταση που επιτρέπει η εγκατάσταση. Αυτό οφείλεται στην κλίση που εμφανίζει η χαρακτηριστική καμπύλη ρυθμίσεως.

Αν υποθέσουμε π.χ. ότι ο συσσωρευτής εμφανίζει αντιηλεκτρεγερτική δύναμη 6V, τότε από τους δύο μεν συνεργαζόμενους (τάσεως, εντάσεως), φορτίζεται με ρεύμα 29A, ενώ από ένα μικτό μόνο με 20A.

Στους ρυθμιστές αυτούς κανονίζουμε μόνο την τάση ρυθμίσεως, όπως ακριβώς και στους ρυθμιστές τάσεως.

## 6. Ο αυτόματος διακόπτης

### 1. Περιγραφή

Είναι το στοιχείο που συμπληρώνει την ρύθμιση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο αυτοκίνητο. Ο αυτόματος διακόπτης κατασκευάζεται όπως όλοι οι ρυθμιστές, που εξετάσαμε ως τώρα. Ωστόσο προσέχουμε τις παρακάτω βασικές λεπτομέρειες:

α) Έχει οπωσδήποτε πηνίο τάσεως και πηνίο εντάσεως.

β) Οι επαφές του είναι έτσι τοποθετημένες, ώστε το έλασμα (ή ελατήριο) να τις διατηρεί ανοικτές.

γ) Οι διαστάσεις των επαφών είναι μεγαλύτερες, γιατί μέσα από αυτές διοχετεύεται όλο το ρεύμα φορτίσεως.

Πολλές φορές κατασκευάζεται με δύο ζευγάρια επαφών, έτσι προσαρμοσμένα, ώστε να ανοίγουν και να κλείνουν ταυτόχρονα. Αυτό γίνεται μόνο και μόνο για να αυξηθεί η επιφάνεια από όπου θα περάσει το ρεύμα φορτίσεως, στις περιπτώσεις που θα έχει μεγάλη ένταση.

## 2. Λειτουργία

Το πηνίο τάσεως συνδέεται παράλληλα με την γεννήτρια ώστε, να παίρνει όλη την τάση της. Το πηνίο εντάσεως συνδέεται σε σειρά με την γεννήτρια και τον συσσωρευτή, όταν οι επαφές κλείσουν.

Το κλείσιμο των επαφών γίνεται από το πηνίο τάσεως. Δηλαδή, μόλις η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του φθάσει σε μιά ορισμένη τιμή, τότε οι επαφές κλείνουν. Και εδώ την τάση την λέμε τάση ρυθμίσεως του αυτόματου διακόπτη. Σημειώνεται όμως, ότι κανονίζεται σε διαφορετική τιμή από εκείνη του ρυθμιστή τάσεως.

Με το κλείσιμο των επαφών το ρεύμα φορτίσεως διοχετεύεται προς τον συσσωρευτή μέσα από το πηνίο εντάσεως. Δημιουργείται έτσι ένα νέο μαγνητικό πεδίο, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της δυνάμεως έλξεως του οπλισμού. Οι επαφές πιέζονται πιο σφιχτά.

Όταν πέσουν οι στροφές της γεννήτριας και η τάση της γίνει μικρότερη από την τάση ρυθμίσεως, ελαττώνεται και η ελκτική δύναμη, που εφαρμόζεται στον οπλισμό, χωρίς όμως να ανοίγουν οι επαφές. Το ρεύμα φορτίσεως, που διέρχεται από το πηνίο εντάσεως, δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο ικανό να υπερνικά την δύναμη του ελατηρίου.

Αν εξακολουθήσουν να πέφτουν οι στροφές, θα φθάσει μιά στιγμή που η τάση της γεννήτριας γίνεται μικρότερη από την τάση του συσσωρευτή. Τότε το ρεύμα από τον συσσωρευτή διοχετεύεται προς την γεννήτρια. Το μαγνητικό πεδίο του πηνίου εντάσεως γίνεται αντίθετο, σε τρόπο που να εξουδετερώνει το μαγνητικό πεδίο του πηνίου τάσεως.

Ο οπλισμός απελευθερώνεται, οι επαφές ανοίγουν και η εκφόρτιση του συσσωρευτή μέσα από το τύλιγμα της γεννήτριας διακόπτεται.

Από την περιγραφή αυτής της λειτουργίας του αυτόματου διακόπτη είναι εύκολο να βγάλουμε το ακόλουθο συμπέρασμα:

Ο αυτόματος διακόπτης συνδέει την γεννήτρια με τον συσσωρευτή, μόνο όταν η τάση της γεννήτριας είναι μεγαλύτερη από την τάση του συσσωρευτή.

Παράλληλα συδεδεμένη με τις επαφές του διακόπτη βρίσκεται και μιά ενδεικτική λυχνία. Σε σειρά με αυτή συνδέεται ο διακόπτης αναφλέξεως του αυτοκινήτου.

Η λυχνία είναι αναμμένη, όταν η γεννήτρια δεν εργάζεται ή όταν εργάζεται, αλλά με λίγες στροφές, ώστε η τάση της να είναι μικρότερη από την τάση του συσσωρευτή, δηλαδή όταν οι επαφές του αυτόματου διακόπτη είναι ανοικτές.

Σβήνει, όταν ο συσσωρευτής φορτίζεται, οπότε οι επαφές είναι κλειστές και τα άκρα της βραχυκυκλωμένα.

Επειδή η λυχνία σβήνει, μόνο όταν φορτίζεται ο συσσωρευτής, την ονομάζουμε ενδεικτική λυχνία φορτίσεως.

Για την ένδειξη της φορτίσεως πολλοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν ένα αμπερόμετρο, που τοποθετείται σε σειρά με το κύκλωμα φορτίσεως.

### 3. Ρύθμιση

Την τάση ρυθμίσεως του αυτόματου διακόπτη την κανονίζουμε ως εξής:

- για εγκατάσταση 6V σε 6,2V έως 6,7V
- για εγκατάσταση 12V σε 12,8V έως 13,5V
- για εγκατάσταση 24V σε 24,2V έως 26,4V.

Όπως παρατηρούμε, οι τιμές αυτές είναι μικρότερες σε σύγκριση με εκείνες της ρύθμισης του ρυθμιστή τάσεως.

Αν η τάση ρυθμίσεως του αυτόματου διακόπτη ήταν π.χ. 6,7V και η τάση ρυθμίσεως του ρυθμιστή τάσεως 6V, τότε δεν θα γινόταν ποτέ φόρτιση του συσσωρευτή, γιατί ενώ ο αυτόματος διακόπτης θα περίμενε να αυξηθεί η τάση της γεννήτριας σε 6,7V για να τη συνδέσει με τον συσσωρευτή, αυτή δεν θα αυξανόταν, αφού ο ρυθμιστής τάσεως δεν θα άφηνε να γίνει μεγαλύτερη από 6V.

### 7. Αντιστάθμιση της θερμοκρασίας στον αυτόματο ρυθμιστή

Όταν ο καιρός είναι ψυχρός, τα πηνία τάσεως του αυτόματου ρυθμιστή παρουσιάζουν μικρότερη αντίσταση. Η τάση ρυθμίσεως γίνεται μικρότερη, με αποτέλεσμα να αρχίζει η φόρτιση του συσσωρευτή, σε μικρότερη τάση από ότι σε κανονική θερμοκρασία.

Η αύξηση της εσωτερικής αντιστάσεως του συσσωρευτή, σε χαμηλή θερμοκρασία, παρουσιάζει πιο μεγάλη την παραπάνω ανωμαλία, γιατί, ενώ αυξάνει η Α.Η.Δ. του συσσωρευτή, ο αυτόματος ρυθμιστής ελαττώνει την τάση της γεννήτριας.

Το αποτέλεσμα είναι ότι έχουμε μικρότερο πλεόνασμα τάσεως, άρα λιγότερο ρεύμα προς τον συσσωρευτή.

Την ανωμαλία αντισταθμίζουμε (ισορροπούμε) με:

- διμεταλλικό έλασμα, το οποίο σε χαμηλή θερμοκρασία γίνεται πιο σκληρό, γιατί αποτελείται από δύο διαφορετικά μέταλλα, με διαφορετικό συντελεστή θερμοκρασίας,

- μαγνητικό διακλαδωτήρα (μπάϊ – πάς), ο οποίος κατασκευάζεται από νικελιούχο σίδηρο και του οποίου, σε χαμηλή θερμοκρασία, ένα μέρος των μαγνητικών του γραμμών περνά από τον διακλαδωτήρα,

- αντισταθμιστική αντίσταση, που τοποθετείται σε σειρά με τα πηνία τάσεως. Η μεταβολή της θερμοκρασίας δεν προκαλεί ουσιαστική επίδραση.

Οι δύο πρώτοι τρόποι χρησιμοποιούνται σε αμερικανικές κατασκευές. Αντιστάθμιση με διμεταλλικό έλασμα ή αντισταθμιστική αντίσταση συνηθίζεται σε ευρωπαϊκές κατασκευές.

## 8. Κατάταξη των αυτομάτων ρυθμιστών

Ανάλογα με το μέγεθος της γεννήτριας, τις συνθήκες λειτουργίας και τις απαιτήσεις του αυτοκινήτου, τα διάφορα εργοστάσια κατασκευάζουν διαφορετικούς αυτόματους ρυθμιστές.

Τους διαφόρους τύπους ρυθμιστών μπορούμε να κατατάξουμε ανάλογα με τη θέση εγκαταστάσεώς τους σε:

α) εσωτερικούς (τοποθετούνται στο εσωτερικό της γεννήτριας),

β) επικαθημένους (τοποθετούνται επάνω στο περίβλημα της γεννήτριας),

γ) απομακρυσμένους (τοποθετούνται οπουδήποτε, μακριά από την γεννήτρια).

- Ανάλογα με το είδος των επαφών σε:

α) απλής επαφής (έχουν ρυθμιστή τάσεως απλής επαφής),

β) διπλής επαφής (έχουν ρυθμιστή τάσεως διπλής επαφής).

- Ανάλογα με την ρύθμιση της τάσεως σε:

α) σταθερής τάσεως ή ανεξάρτητους (έχουν και ρυθμιστή τάσεως και ρυθμιστή εντάσεως),

β) μεταβλητής τάσεως ή μικτούς (έχουν μικτό ρυθμιστή)

- Ανάλογα με τις διεγέρσεις της γεννήτριας που εξυπηρετούν σε:

- α) ενός πεδίου (για γεννήτρια με μία διέγερση),
- β) δύο πεδίων (για γεννήτρια με δύο διεγέρσεις).
- Τέλος, ανάλογα με τον αριθμό των στοιχείων σε:
  - α) δύο στοιχείων,
  - β) τριών στοιχείων.

## 9. Έλεγχος του αυτόματου ρυθμιστή

### 1. Γενικά

Ο έλεγχος της λειτουργίας του αυτόματου ρυθμιστή, γίνεται σε συνδυασμό με τον έλεγχο της γεννήτριας, με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

α) Σε δοκιμαστήριο του ηλεκτροτεχνείου.

β) Με μία σύνθετη συσκευή μετρήσεως ισχύος, με βολτόμετρο και αμπερόμετρο. (Ο έλεγχος γίνεται είτε στο ηλεκτροτεχνείο είτε πάνω στο αυτοκίνητο).

γ) Με ένα βολτόμετρο και ένα αμπερόμετρο. (Ο έλεγχος γίνεται επίσης είτε στο ηλεκτροτεχνείο είτε πάνω στο αυτοκίνητο).

Ο έλεγχος, ο οποίος μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε ειδική συσκευή από αυτές που κυκλοφορούν στο εμπόριο, στηρίζεται πάντα στις ίδιες αρχές. Ωστόσο, ο έλεγχος με τις ειδικές συσκευές είναι οικονομικότερος και παραγωγικότερος.

Ανάλογα με την τάση της εγκατάστασης και το μέγεθος του αυτοκινήτου, επιλέγουμε την περιοχή μετρήσεως του βολτόμετρου και του αμπερόμετρου ως εξής:

Για επιβατικά αυτοκίνητα με εγκατάσταση 6V επιλέγουμε:

- βολτόμετρο περιοχής 0 έως 10V,
- αμπερόμετρο περιοχής -10A έως +40A.

Για επιβατικά φορτηγά και λεωφορεία με εγκατάσταση 12V ή 12/24V επιλέγουμε:

- βολτόμετρο περιοχής 0 έως 20V,
- αμπερόμετρο περιοχής -10A έως +60A.

Για φορτηγά και λεωφορεία με εγκατάσταση 24V επιλέγουμε:

- βολτόμετρο περιοχής 0 έως 40V,
- αμπερόμετρο περιοχής -10A έως +60A.

Όταν ο έλεγχος γίνεται πάνω στο αυτοκίνητο, πρέπει, πριν προχωρήσουμε, να διαπιστώσουμε ότι:

- οι καλωδιώσεις δεν εμφανίζουν σημεία καταστροφής της μονώσεώς τους,



-το λουρί που μεταφέρει την κίνηση στην γεννήτρια είναι καλά τεντωμένο.

Προϋπόθεση βέβαια για τον έλεγχο του αυτόματου ρυθμιστή επάνω στο αυτοκίνητο, αλλά και στο ηλεκτροτεχνείο, είναι η καλή κατάσταση λειτουργίας της γεννήτριας. Είναι, λοιπόν, αυτονόητο, ότι με τον έλεγχο του αυτόματου ρυθμιστή, γίνεται ταυτόχρονα και ο έλεγχος της λειτουργίας της γεννήτριας.

## 2. Έλεγχος του αυτόματου ρυθμιστή μεταβλητής τάσεως.

Ο ρυθμιστής μεταβλητής τάσεως αποτελείται από δύο στοιχεία. Το στοιχείο για την ρύθμιση της τάσεως και της εντάσεως είναι κοινό.

Ο έλεγχος ενός τέτοιου ρυθμιστή γίνεται κατά σειρά σε τρεις φάσεις:

α) Έλεγχος της τάσεως συνδέσεως. Όταν αυξάνουμε τις στροφές του κινητήρα και κατά συνέπεια και της γεννήτριας, αυξάνεται και η τάση της ως την στιγμή, που ο αυτόματος διακόπτης τη συνδέει με τον συσσωρευτή. Αυτό γίνεται, όταν η γεννήτρια φθάσει τις στροφές συδέσεως. Το καταλαβαίνουμε από το απότομο τίναγμα του δείκτη του αμπερόμετρου και την ελαφρά πτώση, που βλέπουμε στην τάση που δείχνει το βολτόμετρο.

Η τάση που έδειχνε το βολτόμετρο λίγο πριν γίνει η σύνδεση είναι η τάση συνδέσεως του αυτόματου ρυθμιστή.

Αυτή πρέπει να είναι:

- για εγκατάσταση 6V μεταξύ 5,5V και 7V,
- για εγκατάσταση 12V μεταξύ 12V και 13V,
- για εγκατάσταση 24V μεταξύ 24V και 26V.

Οι στροφές συνδέσεως της γεννήτριας ελέγχονται ιδιαιτέρως με την βοήθεια ενός στροφόμετρου.

β) Έλεγχος του ρεύματος επιστροφής. Όταν αυξάνουμε τις στροφές πέρα από τις στροφές συνδέσεως, αυξάνεται το ρεύμα φορτίσεως, που δείχνει το αμπερόμετρο, ως μιά μεγίστη τιμή. Η μεγίστη αυτή τιμή του ρεύματος φορτίσεως, σε εγκαταστάσεις με ρυθμιστή μεταβλητής τάσεως, εξαρτάται πάρα πολύ από την κατάσταση φορτίσεως του συσσωρευτή.

Όταν ελαττώνουμε στροφές, πέφτει το ρεύμα φορτίσεως αργά ώσπου να μηδενισθεί. Όταν εξακολουθήσουμε ελαττώνοντας τις στροφές, εκφορτίζεται, για μία μόνο μικρή χρονική στιγμή, ο συσσωρευτής. Το ρεύμα που δείχνει το αμπερόμετρο την στιγμή αυτή λέγεται ρεύμα επιστροφής και είναι αρνητικό (δηλαδή πορεύεται από τον συσσωρευτή προς την γεννήτρια). Το φαινόμενο τούτο διαρκεί τόσο, όσο χρειάζεται για να διακόψει ο αυτόματος διακόπτης την σύνδεση της γεννήτριας από τον συσσωρευτή.

Το ρεύμα επιστροφής είναι διαφορετικό για κάθε τύπο ρυθμιστή, οπωσδήποτε, όμως, πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στις τιμές 3A ως 10A.

γ) Έλεγχος της τάσεως κενής λειτουργίας. Στις εγκαταστάσεις με ρυθμιστή μεταβλητής τάσεως, ο μόνος αντιπροσωπευτικός έλεγχος για την τάση είναι ο έλεγχος της τάσεως κενής λειτουργίας, διότι είναι η μόνη σταθερή τάση.

Όταν επιταχύνουμε τον κινητήρα, ώστε η γεννήτρια να ξεπεράσει τις στροφές μηδενικής ισχύος, η τάση της αυξάνεται συνεχώς ως μιά σταθερή τιμή. Μεγαλύτερη αύξηση των στροφών δεν μεταβάλλει την ένδειξη του βολτόμετρου.

Η σταθερή αυτή τιμή που δείχνει το βολτόμετρο είναι η τάση κενής λειτουργίας. Αυτή πρέπει να είναι:

- για εγκατάσταση 6V μεταξύ 7,0V και 8,3V,
- για εγκατάσταση 12V μεταξύ 14,0V και 16,0V,
- για εγκατάσταση 24V μεταξύ 28,5V και 29,5V.

### 3. Έλεγχος του αυτόματου ρυθμιστή σταθερής τάσεως.

Και εδώ, όπως και στην περίπτωση του αυτόματου ρυθμιστή μεταβλητής τάσεως, κάνουμε:

- α) Έλεγχος της τάσεως συνδέσεως,
- β) Έλεγχος του ρεύματος επιστροφής.

Οι έλεγχοι αυτοί γίνονται ακριβώς όπως και στους ρυθμιστές μεταβλητής τάσεως.

Σε ρυθμιστές ευρωπαϊκού τύπου οι ενδείξεις της τάσεως συνδέσεως και της εντάσεως του ρεύματος επιστροφής πρέπει να βρίσκονται ανάμεσα στα ίδια όρια, όπως και στους ρυθμιστές μεταβλητής τάσεως.

Σε ρυθμιστές αμερικανικού τύπου οι αντίστοιχες ενδείξεις είναι:

Τάση συνδέσεως:

- για εγκατάσταση 6V μεταξύ 5,9V και 6,8V,
- για εγκατάσταση 12V μεταξύ 11,8V και 13,6V,

Ρεύμα επιστροφής:

μεταξύ 0,5A και 6A.

Επιπλέον, για τους ρυθμιστές σταθερής τάσεως γίνονται και δύο ακόμη ιδιαίτεροι έλεγχοι, οι εξής:

γ) Έλεγχος της τάσεως ρυθμίσεως. Σε ευρωπαϊκούς ρυθμιστές είναι η ίδια με την τάση κενής λειτουργίας. Η τάση αυτή διατηρείται περίπου σταθερή μετά από τις στροφές συνδέσεως και μέχρι τις στροφές, όπου το ρεύμα φορτίσεως γίνεται μέγιστο.

Κατά τον έλεγχο της τάσεως ρυθμίσεως σε ρυθμιστές αμερικανικού τύπου δεν πρέπει να λησμονήσουμε την αντίσταση  $0,25 \Omega$  σε σειρά με το αμπερόμετρο. Σ' αυτούς η τάση ρυθμίσεως είναι αυτή, που δείχνει το βολτόμετρο κατά την φόρτιση και πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στα παρακάτω όρια:

- για εγκατάσταση 6V μεταξύ 7V και 7,7V,
- για εγκατάσταση 12V μεταξύ 13,9V και 14,9V.

δ) Έλεγχος της εντάσεως ρυθμίσεως.

Οι ευρωπαϊκοί ρυθμιστές σταθερής τάσεως είναι συνήθως διπλής επαφής και δεν επιτρέπεται σ' αυτούς το βραχυκύκλωμα, σε αντίθεση με αυτούς του αμερικανικού τύπου. Την ένταση ρυθμίσεώς τους ελέγχουμε έμμεσα, μετρώντας την ισχύ. Η μέτρηση όμως αυτή είναι κάπως πολύπλοκη και απαιτεί μιά σχετική πείρα.

Σκοπός του ελέγχου της εντάσεως ρυθμίσεως είναι να διαπιστωθεί, ότι το μέγιστο δυνατό ρεύμα, που επιτρέπει ο ρυθμιστής, δεν υπερφορτίζει την γεννήτρια.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 1. Γενικά για τον συσσωρευτή

Ακόμη και όταν δεν εργάζεται ο κινητήρας και επομένως, η γεννήτρια, το αυτοκίνητο χρειάζεται ηλεκτρική ενέργεια για φωτισμό ή για τον εκκινητή ή και για διαφόρους άλλους καταναλωτές. Την ηλεκτρική ενέργεια σ' αυτή την περίπτωση την παρέχει ο συσσωρευτής.

Αλλά και όταν ο κινητήρας εργάζεται σε χαμηλό αριθμό στροφών και η γεννήτρια παράγει μικρό ρεύμα, ο συσσωρευτής συμπληρώνει το ρεύμα της γεννήτριας, προκειμένου να τροφοδοτηθούν καταναλωτές, που ζητούν αυξημένη ενέργεια.

Είναι εύκολο λοιπόν, να συμπεράνουμε, πως ο συσσωρευτής είναι μιά αποθήκη ηλεκτρικής ενέργειας. Την ώρα που παρέχει ενέργεια, εκφορτίζεται.

Όταν η γεννήτρια παράγει περισσότερο ρεύμα, από όσο ζητούν οι καταναλωτές, τότε το υπόλοιπο αποθηκεύεται στον συσσωρευτή. Στην περίπτωση αυτή φορτίζεται.

Κατά την φόρτιση, η ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται υπό μορφή χημικής ενέργειας. Κατά την εκφόρτιση η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

Η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε χημική και το αντίθετο, οφείλεται σε χημικές αντιδράσεις των βασικών συστατικών (ουσιών) του.

Η ικανότητα του να φορτίζεται και να εκφορτίζεται πολλές φορές, ώσπου να καταστραφούν τα χημικά συστατικά του, είναι το σπουδαιότερο πλεονέκτημά του.

Μιά ξηρή ηλεκτρική στήλη, λόγω χάρη, δεν είναι δυνατόν να αντικαταστήσει ένα συσσωρευτή αυτοκινήτου, διότι δεν φορτίζεται.

## 2. Κατασκευή του συσσωρευτή

### 1. Στοιχεία

Ανάλογα με την τάση τους, οι συσσωρευτές διακρίνονται σε συσσωρευτές των 6V και των 12V. Όλοι, όμως, αποτελούνται από στοιχεία που το καθένα έχει τάση 2V περίπου.

Τα τελευταία χρόνια, ο εξάβολτος συσσωρευτής χρησιμοποιείται σε μικρά τροχοφόρα, δηλαδή μοτοσυκλέτες ή σκούτερ.

Στα επιβατικά αυτοκίνητα και στα μικρά φορτηγά και λεωφορεία, χρησιμοποιείται, ως επί το πλείστον, δωδεκάβολτος συσσωρευτής.

Αυτή δε η αντικατάσταση του εξάβολτου με δωδεκάβολτο, που είναι ακριβότερος, βαρύτερος και ογκωδέστερος, δεν έγινε χωρίς σημασία. Ο δωδεκάβολτος παρουσιάζει τρία σοβαρά πλεονεκτήματα:

-Όλες οι καλωδιώσεις γίνονται με μικρότερες διατομές, είναι ελαφρύτερες και φθηνότερες.

-Η γεννήτρια έχει λιγότερο χαλκό, είναι λοιπόν λιγότερο ογκώδης κι φθηνότερη.

-Η εκκίνηση του κινητήρα είναι ευκολότερη και ταχύτερη, διότι ο εκκινητής γίνεται πιο ταχύστροφος.

Στα μεγαλύτερα φορτηγά και λεωφορεία τοποθετούνται δύο δωδεκάβολτοι συσσωρευτές. Η ηλεκτρική εγκατάσταση μπορεί να είναι 12V ή 24V. Οποσδήποτε όμως, ο εκκινητής, για να είναι ταχύστροφος και όσο είναι δυνατόν μικρότερος σε όγκο, εργάζεται με τάση 24V. Οι συσσωρευτές συνδέονται μεταξύ τους, άλλοτε σε σειρά και άλλοτε παράλληλα.

Σύνθεση ενός στοιχείου:

Αποτελείται από πλάκες θετικές και αρνητικές. Ανάμεσά τους, για να εμποδισθεί η επαφή τους, τοποθετούνται ειδικά μονωτικά διαφράγματα από ξύλο

ή διάτρητο κυματοειδές φύλλο σκληρού ελαστικού ή πλαστικού ή ακόμη πλάκα από νήματα γιαλιού πλεγμένα σταυρωτά. Τα μονωτικά αυτά διαφράγματα λέγονται χωριστήρες. Οποσδήποτε όμως, ανεξάρτητα από τι είναι κατασκευασμένοι οι χωριστήρες, έχουν προς την πλευρά της θετικής πλάκας κατακόρυφες αυλακώσεις, που εξασφαλίζουν ελεύθερη δίοδο στα αέρια που δημιουργούνται κατά την φόρτιση.

Οι θετικές πλάκες συνδέονται μεταξύ τους με ένα μολύβδινο έλασμα, που καταλήγει σε κυλινδρικό ακροδέκτη, την γέφυρα των πλακών (κτένι). Η συγκόλληση της γέφυρας γίνεται με φλόγα ασετυλίνης ή υγραερίου.

Το ίδιο συμβαίνει και με τις αρνητικές πλάκες. Έτσι σχηματίζονται θετικές και αρνητικές ομάδες πλακών. Οι αρνητικές ομάδες έχουν μία πλάκα περισσότερη από τις θετικές.

Κάθε στοιχείο τοποθετείται σε ειδικό διαμέρισμα, που σχηματίζεται από εσωτερικά χωρίσματα του κιβωτίου του συσσωρευτή.

Το κιβώτιο κατασκευάζεται από σκληρό ελαστικό ή ειδικό πλαστικό υλικό. Το σχήμα του είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο.

Οι πιο συνηθισμένες τυποποιημένες εξωτερικές διαστάσεις κιβωτίου συσσωρευτών 12V είναι:

Μήκος 310 ως 450 χιλιοστά.

Πλάτος 175 χιλιοστά.

Ύψος 210 ως 240 χιλιοστά.

Στην βάση του κιβωτίου υπάρχουν κατακόρυφες νευρώσεις ύψους περίπου 20 – 30 mm. Στις νευρώσεις αναπαύονται οι πλάκες. Ο χώρος που δημιουργείται έτσι κάτω από τις πλάκες, είναι αρκετός, ώστε να μην επιτρέπει στο αγωγίμο κατακάθι (ίζημα), που δημιουργείται μετά από μακροχρόνια χρήση του συσσωρευτή, να τις βραχυκυκλώσει.

Τα διαμερίσματα των στοιχείων γεμίζονται με διάλυμα θειϊκού οξέος και αποσταγμένου νερού έτσι, ώστε να σκεπάζονται τελείως οι πλάκες. Το διάλυμα λέγεται ηλεκτρολύτης.

Ο ηλεκτρολύτης είναι αγωγίμο υγρό. Έχει ειδικό βάρος 1,280 και αποτελείται από 4 μέρη καθαρού θειϊκού οξέος και 11 μέρη αποσταγμένου νερού περίπου.

Για κάθε στοιχείο υπάρχει ένα βιδωτό πώμα (για τον εξαερισμό και την συμπλήρωση με ηλεκτρολύτη) και ένα κάλυμμα που πολλές φορές είναι και για όλα μαζί τα στοιχεία. Το κάλυμμα εφαρμόζει στο κιβώτιο του συσσωρευτή. Στον αρμό που σχηματίζεται χύνουμε στεγανοποιητικό υλικό, το οποίο συνηθίζουμε να ονομάζουμε πίσσα.

Τέλος, για κάθε δύο στοιχεία υπάρχει μιά γέφυρα στοιχείων για την σύνδεσή τους σε σειρά.

## 2. Φορμάρισμα των πλακών (σχηματισμός)

Ο σκελετός των θετικών και αρνητικών πλακών κατασκευάζεται από σκληρό κράμα μολύβδου και μοιάζει με δίχτυ.

Τα οριζόντια τμήματα είναι λεπτότερα από τα κατακόρυφα, που είναι περισσότερο στιβαρά. Η κατασκευή αυτή εξασφαλίζει στο στοιχείο μεγάλη αντοχή και καλή αγωγιμότητα.

Το ενεργό υλικό, σε μορφή λάσπης, γεμίζει τα κενά, που σχηματίζει ο σκελετός των πλακών.

Τόσο οι θετικές, όσο και οι αρνητικές πλάκες, γεμίζονται με ενεργό υλικό, που αποτελείται από οξειδία του μολύβδου. Οι πλάκες αφήνονται μέχρις ότου ξεραθούν και σκληρύνουν.

Μετά απο ηλεκτροχημική επεξεργασία, το ενεργό υλικό των θετικών πλακών μετατρέπεται σε καστανόχρωμο (καφέ) υπεροξείδιο του μολύβδου. Το ενεργό υλικό των αρνητικών πλακών μετατρέπεται σε γκρίζο, σπογγώδη, μεταλλικό μόλυβδο.

Η μετατροπή αυτή των θετικών και αρνητικών πλακών, λέγεται φορμάρισμα (σχηματισμός).

## 3. Χωρητικότητα του συσσωρευτή

Χωρητικότητα ενός τελείως φορτισμένου συσσωρευτή, λέγεται το ποσό του ηλεκτρισμού που μπορεί να δώσει, μετρημένο σε Αμπερώρια (Ah), όταν εκφορτισθεί με ένα ορισμένο ρεύμα.

Αν λόγου χάρη, ένας συσσωρευτής εκφορτίζεται σε 20 ώρες και παρέχει ρεύμα εντάσεως 10A, έχει χωρητικότητα:

$$10 \times 20 = 200 \text{ Ah.}$$

Η χωρητικότητα του συσσωρευτή είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο περισσότερες πλάκες έχει κάθε στοιχείο του. Δηλαδή ένας συσσωρευτής με 23 πλάκες σε κάθε στοιχείο του, έχει σχεδόν διπλάσια χωρητικότητα από έναν άλλο με 11 πλάκες.

Εξαρτάται λοιπόν από τις διαστάσεις του συσσωρευτή.

Η χωρητικότητα, προσδιορίζεται με την δοκιμή εκφορτίσεως με σταθερό ρεύμα όπου, σύμφωνα με τους κανονισμούς των διαφόρων χωρών, διαρκεί 10 ή 20 ώρες.

Η συσκευή που χρησιμοποιείται για την δοκιμή αυτή αποτελείται από ένα βολτόμετρο, ένα αμπερόμετρο και μιá ρυθμιστική αντίσταση για την εκφόρτιση.

Κατά την δοκιμή, από καιρό σε καιρό, ρυθμίζεται η αντίσταση, ώστε το ρεύμα να μένει σταθερό.

Η εκφόρτιση, γίνεται με την βοήθεια της πιο πάνω συσκευής και ενός συσσωρευτή, που είναι κατασκευασμένος με χωρητικότητα 120 Ah, για διάρκεια εκφορτίσεως 20 ωρών.

Ρυθμίζοντας τον ροοστάτη, φροντίζουμε το ρεύμα να είναι:

$$120 : 20 = 6A.$$

Αν ο συσσωρευτής είναι σε καλή κατάσταση, η εκφόρτιση συνεχίζεται επί 20 ώρες με τον ίδιο ρυθμό.

Θα μπορούσαμε να υποθέσουμε, ότι αν το ρεύμα ρυθμιζόταν σε 12A, η εκφόρτιση θα συνεχιζόταν επί 10 ώρες. Όμως αυτό δεν συμβαίνει. Η εκφόρτιση διαρκεί μόνο 8 ώρες. Σ' αυτή την περίπτωση, ο συσσωρευτής παρέχει μόνο  $12 \times 8 = 96Ah$ .

Δοκιμή του ίδιου συσσωρευτή, κατ' ανάλογο τρόπο, μας δείχνει, ότι για διάρκεια εκφορτίσεως:

-5 ωρών το ρεύμα είναι 17A και η χωρητικότητα 85Ah.

-1 ώρα το ρεύμα είναι 57A και η χωρητικότητα 57Ah.

Από τα ανωτέρω βγαίνει το εξής σπουδαίο συμπέρασμα:

Η χωρητικότητα μπορεί να πέσει και πιο κάτω από το μισό, όταν ο συσσωρευτής εκφορτίζεται με ισχυρό ρεύμα.

Για να υπάρχει, λοιπόν, ίδιο μέτρο συγκρίσεως των διαφόρων συσσωρευτών, συμφωνήθηκε να λέγεται, ονομαστική χωρητικότητα, εκείνη που μετράται σε εκφόρτιση 20 ωρών.

Και η πτώση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της χωρητικότητας του συσσωρευτή.

Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την μεγαλύτερη αντίσταση που παρουσιάζει ο κινητήρας, εξηγεί, γιατί ο συσσωρευτής τον χειμώνα πολλές φορές, αδυνατεί να ανταποκριθεί στην εκκίνηση του αυτοκινήτου.

#### 4. Διάρκεια ζωής του συσσωρευτή

Δυστυχώς, η ζωή του συσσωρευτή δεν είναι μεγάλη. Οι επαναλαμβανόμενες φορτίσεις και εκφορτίσεις, τα χτυπήματα κατά την πορεία του αυτοκινήτου, η συχνή χρήση του εκκινητή ή τα πιθανά βραχυκυκλώματα περιορίζουν πολύ την ζωή του.

Ο συσσωρευτής είναι από τα πιο ευπαθή εξαρτήματα του αυτοκινήτου.

Ακόμη και η πιο φροντισμένη χρησιμοποίησή του δεν είναι δυνατόν να παρατείνει την ζωή του περισσότερο από 1 ½ ως 2 χρόνια.

Η καταστροφή του οφείλεται στην πτώση του ενεργού υλικού στον πυθμένα του κιβωτίου, όπου με τον καιρό δημιουργείται αγωγή κατακάθι, με αποτέλεσμα να βραχυκυκλώνονται οι πλάκες.

Η διάρκεια ζωής εκφράζεται από το πλήθος των επαναλαμβανομένων εκφορτίσεων και φορτίσεων, που μπορεί να υποστεί ο συσσωρευτής, χωρίς να χάσει τελικά, περισσότερο από 20% της ονομαστικής του χωρητικότητας.

Η πορεία που ακολουθεί μία τέτοια δοκιμή ενός συσσωρευτή με ονομαστική χωρητικότητα 100 Ah είναι η εξής:

Παρατηρούμε, ότι όσο προχωρεί η δοκιμή και μάλιστα μέχρι τις 20 επαναλήψεις, η χωρητικότητα αυξάνει μέχρι 100Ah, ενώ μετά από 190 επαναλήψεις, μειώνεται σε 80Ah όπου και διακόπτεται η δοκιμή.

Ένας καλός συσσωρευτής μπορεί να υποστεί έως 200 επαναλήψεις. Κατά τους γαλλικούς κανονισμούς π.χ., οι συσσωρευτές που χαρακτηρίζονται με τα γράμματα AS είναι πρώτης κατηγορίας. Αυτοί μπορούν να υποστούν 250 επαναλήψεις. Όσοι χαρακτηρίζονται με S είναι δευτέρας κατηγορίας, των 175 επαναλήψεων.

## 5. Πώς γίνεται ο έλεγχος και η συντήρηση του συσσωρευτή

### 1. Έλεγχος στο αυτοκίνητο

Το λιγότερο, μια φορά κάθε μήνα ή κάθε 4000 χιλιόμετρα, πρέπει να ελέγχεται η κατάσταση του συσσωρευτή, διότι τις περισσότερες φορές είναι πια αργά για τη θεραπεία του, όταν αφήσουμε να εκδηλωθεί η ανεπάρκειά του.

Περιγράφουμε εδώ τον σωστότερο και συντομώτερο τρόπο ελέγχου χωρίς να αφαιρεθεί ο συσσωρευτής από τη θέση του.

#### α) Με μια πρώτη επιθεώρηση:

- Ελέγχουμε την καλή στερέωση του συσσωρευτή στη βάση του.
- Διαπιστώνουμε το ικανοποιητικό, αλλά προσεκτικό σφίξιμο των ακροδεκτών επάνω στους πόλους.
- Βεβαιωνόμαστε για τη σωστή στάθμη του ηλεκτρολύτη. Πρέπει να είναι 1cm, περίπου, πάνω από τις πλάκες.



- Βλέπουμε αν είναι καθαρός και ξηρός εξωτερικά, διότι αλλιώς βραχυκυκλώνεται.
- Εξετάζουμε προσεκτικά μήπως υπάρχει κάποιο ρήγμα, από όπου θα μπορούσε να χυθεί ο ηλεκτρολύτης. Στην περίπτωση που διαπιστώνεται ρήγμα, η βλάβη είναι σοβαρή, και πρέπει να την αντιμετωπίζουμε στο ηλεκτροτεχνείο.

β) *Έλεγχος κινήσεως*: Κατόπιν με τον διακόπτη του κινητήρα εκτός λειτουργίας (αν είναι βενζινοκίνητο το αυτοκίνητο), θέτουμε σε λειτουργία τον εκκινητή. Μετά από 5 δευτερόλεπτα περίπου, και ενώ ο εκκινητής εργάζεται, ελέγχουμε με τη βοήθεια ενός βολτόμετρου, την τάση του συσσωρευτή. Αν ο συσσωρευτής είναι σε ικανοποιητική κατάσταση φορτίσεως, η ένδειξη πρέπει να είναι το λιγότερο:

4,8 V για εξάβολτο συσσωρευτή  
ή 9,6 V για δωδεκάβολτο συσσωρευτή

Όταν έχουμε την ένδειξη αυτή, τελειώνουμε τον έλεγχο αλείφοντας τους ακροδέκτες με βαζελίνη για να αποφύγουμε την οξείδωσή τους. Αν όμως δεν μας δοθεί η ένδειξη αυτή, τότε πρέπει να πάρουμε τον συσσωρευτή και να τον εξετάσουμε στο ηλεκτροτεχνείο.

γ) *Έλεγχος με το πυκνόμετρο*: Όταν ο έλεγχος εκκινήσεως δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί, είτε διότι ο εκκινητής δεν βρίσκεται σε καλή κατάσταση είτε διότι υπάρχει άλλη αιτία, τότε διαπιστώνουμε την κατάσταση φορτίσεως με ένα πυκνόμετρο.

Με το πυκνόμετρο, όπως μας είναι γνωστό, από τη Φυσική, μετράμε το ειδικό βάρος των υγρών, δηλαδή το βάρος, σε γραμμάρια, ενός κυβικού εκατοστού του υγρού που εξετάζουμε.

Το θειϊκό οξύ έχει ειδικό βάρος 1,835. Το νερό 1,0. Ο ηλεκτρολύτης, όταν ο συσσωρευτής είναι τελείως φορτισμένος, είναι διάλυμα σε τέτοια αναλογία, ώστε να έχει ειδικό βάρος 1,280 σε 25° C.

Ο έλεγχος γίνεται για κάθε στοιχείο χωριστά. Αναρροφούμε με τη σύριγγα, τόση ποσότητα ηλεκτρολύτη, ώστε το πυκνόμετρο να επιπλέει μέσα στο γυάλινο σωλήνα.

Το βαθμονομημένο στέλεχος δίνει την ένδειξη του ειδικού βάρους.

Αφού αδειάσουμε τον ηλεκτρολύτη στο στοιχείο που εξετάσαμε, παίρνουμε κατά τον ίδιο τρόπο την ένδειξη όλων των υπόλοιπων στοιχείων του συσσωρευτή.

Όλες οι ενδείξεις πρέπει να είναι μεγαλύτερες από 1,200.

Σε αντίθετη περίπτωση ο συσσωρευτής πρέπει να αφαιρείται για να εξεταστεί στο ηλεκτροτεχνείο.

Προσοχή: Οι ενδείξεις του πυκνομέτρου δεν ανταποκρίνονται στην πραγματική κατάσταση του συσσωρευτή, αν αντί για αποσταγμένο νερό έχουμε προσθέσει ηλεκτρολύτη για τη συμπλήρωση της στάθμης.

Η θερμοκρασία του ηλεκτρολύτη έχει επίδραση όχι μόνο στην πυκνότητά του αλλά και στην τάση του συσσωρευτή. Οι τιμές που αναφέραμε αληθεύουν όταν ο ηλεκτρολύτης έχει θερμοκρασία + 25° C. Όμως το αποτέλεσμα δεν αλλοιώνεται ουσιαστικά για διακύμανση της θερμοκρασίας ανάμεσα στους +20°C και +30° C.

Ενώ η διόρθωση της ενδείξεως του πυκνομέτρου είναι σχετικά απλή, η διόρθωση της τάσεως είναι περισσότερο πολύπλοκη, διότι εξαρτάται όχι μόνο από την θερμοκρασία, αλλά και από το ρεύμα, που απορροφά ο εκκινητής κατά τη δοκιμή εκκινήσεως.

Έτσι περιοριζόμαστε να αναφέρουμε ότι για θερμοκρασία της τάξεως των 0° C μπορούμε, κατά τον έλεγχο εκκινήσεως, να δεχθούμε τάσεις:

Έως 4,3 V για εξάβολτο συσσωρευτή  
ή 8,6 V για δωδεκάβολτο συσσωρευτή.

## 2. Έλεγχος και συντήρηση, στο ηλεκτροτεχνείο

Ο έλεγχος στο ηλεκτροτεχνείο, γίνεται ουσιαστικά με την φόρτιση του συσσωρευτή.

Τον φορτίζουμε επί 3 ώρες με ρεύμα ίσο με το 1/10 του αριθμού που εκφράζει την ονομαστική χωρητικότητά του, σε Ah.

Για συσσωρευτή π.χ. με ονομαστική χωρητικότητα 120 Ah, το ρεύμα φορτίσεως πρέπει να είναι περίπου 12A.

Με το πυκνόμετρο παρακολουθούμε την πυκνότητα του ηλεκτρολύτη, κάθε μία ώρα.

Όταν αυξάνει, συνεχίζουμε την φόρτιση. Διαφορετικά, εντοπίζουμε το στοιχείο ή τα στοιχεία, που έχουν βλάβη (δηλαδή εκείνα που η πυκνότητά τους δεν

αυξάνει), αδειάζουμε τον παλιό ηλεκτρολύτη, γεμίζουμε τον συσσωρευτή με καθαρό της ίδιας πυκνότητας και επαναλαμβάνουμε την φόρτιση των 3 ωρών.

Αν και πάλι η πυκνότητα δεν αυξάνει αισθητά, η βλάβη είναι σοβαρή.

Αδειάζουμε τον ηλεκτρολύτη από τον συσσωρευτή, αφαιρούμε ή κόβουμε με το σιδεροπρίονο τις γέφυρες των στοιχείων και ανοίγουμε τα βλαμμένα στοιχεία λειώνοντας την πίσσα με φλόγα υγραερίου.

Αν έχουμε λίγη πείρα, μπορούμε από την όψη και το χρώμα των πλακών να διαπιστώσουμε την βλάβη, που μπορεί να οφείλεται σε:

- υπερφόρτιση
- πτώση του ενεργού υλικού
- χαλάρωση του ενεργού υλικού
- θειϊκωση.

Στην περίπτωση βλάβης που οφείλεται σε θειϊκωση κατά την οποία είναι δυνατόν μετά από φόρτιση πολύ αργή και επί πολλές ώρες, να επανέλθουν οι πλάκες στην κανονική τους κατάσταση, το στοιχείο μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί. Αν όμως η βλάβη οφείλεται σε μία από τις προηγούμενες τρεις αιτίες, τότε το στοιχείο δεν μπορεί πιά να χρησιμοποιηθεί. Ο συσσωρευτής πρέπει να ανακατασκευασθεί από εργοστάσιο.

Η ανακατασκευή του όμως στο ηλεκτροτεχνείο είναι πολύ δαπανηρή. Επιτρέπεται μόνο σε περιπτώσεις απολύτου ανάγκης. Όπως είναι γνωστό, έχουν δημιουργηθεί στη χώρα μας πολλά εργοστάσια, που κατασκευάζουν καινούργιους συσσωρευτές. Οποσδήποτε ένας νέος συσσωρευτής, κοστίζει λιγότερο από έναν ανακατασκευασμένο στο ηλεκτροτεχνείο.

## 6. Φόρτιση του συσσωρευτή

### 1. Πώς γίνεται η φόρτιση του συσσωρευτή

Για να φορτίσουμε τον συσσωρευτή πρέπει να διαθέτουμε συνεχές ρεύμα, ενώ, όπως είναι γνωστό, το ρεύμα των δικτύων διανομής είναι εναλλασσόμενο μονοφασικό τάσεως 220V ή τριφασικό τάσεως 220/380V.

Επιτυγχάνουμε την μετατροπή του εναλλασσομένου ρεύματος σε συνεχές, χρησιμοποιώντας διάφορα μηχανήματα ή όργανα. Αυτά είναι:

- α) ξηροί ανορθωτές σεληνίου, χαλκού ή και άλλων τύπων,
- β) ανορθώτριες λυχνίες υδραργύρου ή άλλων τύπων,
- γ) ζεύγος κινητήρα εναλλασσομένου και γεννήτριας, συνεχούς,
- δ) στρεφόμενοι μετατροπείς.

Ο πιο διαδεδομένος τύπος, για την φόρτιση των συσσωρευτών είναι ο ξηρός ανορθωτής σεληνίου ή χαλκού. Δεν έχει περιστρεφόμενα μέρη, τα οποία θέλουν λίπανση και επιμελημένη συντήρηση· είναι αθόρυβος και απλός στον χειρισμό.

Η συνηθισμένη ένταση των ανορθωτών του τύπου αυτού, που προορίζονται για ηλεκτροτεχνεία, είναι 10Α σε τάση από 6V ως 48V.

Σε εργοστάσια κατασκευής συσσωρευτών, όπου υπάρχει ανάγκη από ισχυρό ρεύμα, χρησιμοποιούνται συνήθως στρεφόμενοι μετατροπείς, διότι πιάνουν λίγο χώρο και δίνουν μεγάλη ισχύ.

Η φόρτιση πολλών συσσωρευτών μπορεί να γίνεται παράλληλα ή σε σειρά ή και μικά. Ο θετικός πόλος συνδέεται πάντα με τον θετικό ακροδέκτη του ανορθωτή. Το ρεύμα φορτίσεως, για κάθε συσσωρευτή, το ρυθμίζουμε με την μεταβολή της συνεχούς τάσεως. Ο ανορθωτής έχει πάντα ένα αμπερόμετρο για την παρακολούθηση του ρεύματος.

Το ρεύμα φορτίσεως του συσσωρευτή φροντίζουμε να το διατηρούμε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Οποσδήποτε όμως, όπως γνωρίζουμε, δεν πρέπει να αφήσουμε να υπερβεί το 1/10 της τιμής της ονομαστικής του χωρητικότητας σε Ah.

Όταν η φόρτιση πλησιάζει στο τέλος, η πυκνότητα του ηλεκτρολύτη παύει να αυξάνει. Η ενέργεια φορτίσεως καταναλώνεται για την έντονη παραγωγή αερίων, τα οποία προκαλούν ένα είδος βρασμού του ηλεκτρολύτη. Η ένδειξη της πυκνότητας τότε πρέπει να είναι περίπου 1,280 για όλα τα στοιχεία.

Αν υπάρχουν διαφορές στην ένδειξη της πυκνότητας μεταξύ των στοιχείων και δεν παράγουν όλα αέρια με τον ίδιο ρυθμό, τότε συνεχίζουμε την φόρτιση με την μισή ένταση, μέχρις ότου η πυκνότητα παύσει να αυξάνει σε όλα τα στοιχεία, έστω και αν υπάρχει μικρή διαφορά στην ένδειξη. Μετά από μερικές ημέρες λειτουργίας του συσσωρευτή επάνω στο αυτοκίνητο, τα στοιχεία θα έλθουν σε ισοροπία.

Είναι όμως πιθανό η ένδειξη του πυκνομέτρου να μην ανταποκρίνεται στην πραγματική κατάσταση φορτίσεως· αυτό συμβαίνει όταν αντί για αποσταγμένο νερό έχει συμπληρωθεί η στάθμη των στοιχείων με οξύ. Στην περίπτωση αυτή οι ενδείξεις της πυκνότητας δεν έχουν καμιά σημασία.

Για να βεβαιωθούμε ότι δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο, χρησιμοποιούμε βολτόμετρο ταχείας εκφορτίσεως (τσιμπίδα).

Κατά την στιγμή της δοκιμής το στοιχείο εκφορτίζεται με ρεύμα 80 – 100Α περίπου, ενώ η ένδειξη της τάσεως δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1,80V.

Η δοκιμή πρέπει να διαρκέσει μόνο τόσο χρόνο, όσο χρειαζόμαστε για να κάνουμε την ανάγνωση της τάσεως.

Αν το βολτόμετρο ταχείας εκφορτίσεως δείχνει τάση μικρότερη από 1,80V, ενώ η πυκνότητα του ηλεκτρολύτη είναι 1,280 ή και μεγαλύτερη, τότε αδειάζουμε ένα μέρος του ηλεκτρολύτη, προσθέτουμε αποσταγμένο νερό και συνεχίζουμε την φόρτιση.

Το ίδιο επαναλαμβάνουμε, μέχρις ότου διαπιστώσουμε ότι πετύχαμε την διόρθωση του ηλεκτρολύτη.

Ο έλεγχος με το βολτόμετρο ταχείας εκφορτίσεως παρουσιάζει το μειονέκτημα, ότι εκφορτίζει ένα στοιχείο μεγάλης χωρητικότητας με το ίδιο ρεύμα, που εκφορτίζει και ένα άλλο μικρής χωρητικότητας. Είναι, επομένως, φυσικό ότι, ενώ και τα δύο είναι φορτισμένα τελείως, η ένδειξη της τάσεως θα είναι μικρότερη στο δεύτερο.

Υπάρχουν όμως και βολτόμετρα ταχείας εκφορτίσεως με ανταλλακτικές αντιστάσεις, που είναι κατάλληλες για διάφορα μεγέθη συσσωρευτών. Εκτός όμως από αυτό, υπάρχουν ακόμη και συσκευές με βολτόμετρο, αμπερόμετρο και ρυθμιστική αντίσταση, για την ρύθμιση της εκφορτίσεως ανάλογα με το μέγεθος του συσσωρευτή.

Η τελική διαπίστωση της καλής φορτίσεως γίνεται με μέτρηση της τάσεως εν κενώ. Γι' αυτόν τον σκοπό χρησιμοποιούμε ένα ευαίσθητο βολτόμετρο, με μεγάλη εσωτερική αντίσταση.

Η ένδειξη, ανάλογα με τον βαθμό φορτίσεως, πρέπει να είναι για φόρτιση:

100%	τάση εν κενώ	2,10V
75%	τάση εν κενώ	2,07V
50%	τάση εν κενώ	2,03V
25%	τάση εν κενώ	2,00V.

Για να είναι η μέτρηση ακριβής πρέπει να έχει διακοπεί η φόρτιση πριν από 16 ώρες. Αν όμως η φόρτιση διακόπηκε πρόσφατα, τότε, πριν από τον έλεγχο εν κενώ, εκφορτίζουμε τον συσσωρευτή με μία λυχνία ή ένα άλλο μικρό καταναλωτή επί 2 ως 3 λεπτά.

Όταν η διαφορά ενδείξεως μεταξύ των στοιχείων είναι 0,05V ή μεγαλύτερη, τότε σημαίνει πως ο συσσωρευτής πλησιάζει προς το τέλος της ζωής του.

## 2. Πρώτη φόρτιση του συσσωρευτή

Ένας νέος συσσωρευτής, που φορτίζεται για πρώτη φορά, θέλει περισσότερη φροντίδα και προσοχή.

Γεμίζουμε τα στοιχεία του με ηλεκτρολύτη πυκνότητας 1,240 και τον αφήνουμε 12 ως 24 ώρες, μέχρι να ποτισθούν καλά οι πλάκες του.

Πριν τον τοποθετήσουμε στο ρεύμα, τον συμπληρώνουμε πάλι με ηλεκτρολύτη, μέχρις ότου η στάθμη του ξεπεράσει το επάνω μέρος των πλακών κατά 1 cm περίπου.

Το ρεύμα φορτίσεως το περιορίζουμε στο 1/20 του αριθμού, που εκφράζει την ονομαστική του χωρητικότητα σε Ah.

Όταν αρχίσει άφθονη ποαραγωγή αερίων, ελαττώνουμε το ρεύμα σε 2 ως 3 A και συνεχίζουμε την φόρτιση μέχρι να σταματήσει η αύξηση της πυκνότητας.

### 3. Ταχεία φόρτιση

Η φόρτιση ενός συσσωρευτή εκτός από τον κανονικό ρυθμό, είναι δυνατόν να γίνει και ταχύτερα με ρεύμα 7 ως 10 φορές μεγαλύτερο από το κανονικό.

Η φόρτιση αυτή λέγεται ταχεία φόρτιση και γίνεται με ειδική συσκευή. Το ίδιο μηχάνημα κάνει και τον έλεγχο του συσσωρευτή.

Με τον ίδιο τρόπο φορτίζεται κάθε συσσωρευτής, που έχει εκφορτισθεί για μία οποιαδήποτε αιτία, αλλά δεν έχει υποστεί θειϊκωση.

Η διάρκεια φορτίσεως ρυθμίζεται από πριν, με την βοήθεια ενός ρολογιού, σε 12 ως 1 ώρα. Το ρεύμα φορτίσεως στην αρχή είναι πολύ ισχυρό. Προς το τέλος της φορτίσεως πέφτει, γιατί αυξάνει η τάση του συσσωρευτή.

Κατά την ταχεία φόρτιση δεν πρέπει η θερμοκρασία του ηλεκτρολύτη να ξεπεράσει τους 50° C, γιατί υπάρχει κίνδυνος να καταστραφούν οι πλάκες.

Η μέθοδος αυτή, αν και είναι πολύ βολική, πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για συσσωρευτές σχετικά μικρής ηλικίας και πάντοτε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Οι συσσωρευτές μεγάλης ηλικίας καταστρέφονται πολύ σύντομα, όταν φορτίζονται με τόσο έντονο ρυθμό.

### 7. Αποθήκευση του συσσωρευτή

Συχνά χρειάζεται για ένα χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 30 ημέρες μέχρι και περισσότερο από 2 χρόνια, να μείνει ο συσσωρευτής εκτός λειτουργίας. Λόγω όμως της κατασκευής του ποτέ δεν μένει σε αδράνεια. Εκφορτίζεται εν κενώ χάνοντας από την χωρητικότητά του 0,5% ως 1% κάθε μέρα.

Το φαινόμενο αυτό λέγεται αυτοεκφόρτιση του συσσωρευτή.

Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι αρκετά υψηλή, όπως π.χ. συμβαίνει το καλοκαίρι, η αυτοεκφόρτιση γίνεται εντονότερη.

Αν δεν φροντίσουμε να πάρουμε εγκαίρως μέτρα για την καλή αποθήκευση, όπως λέμε, του συσσωρευτή, είναι δυνατόν η τάση των στοιχείων να πέσει μέχρι 1,75V εν κενώ. Τότε ο συσσωρευτής αχρηστεύεται.

Τα μέτρα που είναι απαραίτητα να πάρουμε και που ποικίλλουν ανάλογα με την διάρκεια αποθηκείσεως είναι τα εξής:

α) *Για αποθήκευση μέχρι 3 μήνες.* Διατηρούμε τον συσσωρευτή φορτισμένο.

Σε ένα ηλεκτροτεχνείο καλά οργανωμένο, χρησιμοποιούμε ένα μικρό ανορθωτή, για να φορτίζουμε συνεχώς τον συσσωρευτή με πολύ μικρή ένταση, ώστε να αντισταθμίζονται οι απώλειες. Η φόρτιση αυτή λέγεται φόρτιση αντισταθμίσεως. Ο ίδιος ανορθωτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα για πολλούς συσσωρευτές.

Στην περίπτωση που δεν διαθέτουμε συσκευή για την φόρτιση αντισταθμίσεως, τότε φορτίζουμε τον αποθηκευμένο συσσωρευτή κάθε μήνα από 5 ως 10 ώρες με ένταση 1 ως 3 A.

β) *Για αποθήκευση από 3 ως 6 μήνες.* Αποθηκεύουμε τον συσσωρευτή φορτισμένο, αφού προηγουμένως αδειάσουμε τον ηλεκτρολύτη. Προκειμένου να τον ξαναχρησιμοποιήσουμε, τον γεμίζουμε με ηλεκτρολύτη πυκνότητας 1,240 και τον φορτίζουμε με ρεύμα ίσο με το 1/20 του αριθμού, που εκφράζει την ονομαστική του χωρητικότητα σε Ah, επί 24 ώρες.

γ) *Για αποθήκευση περισσότερο από 6 μήνες.* Τον αποθηκεύουμε πάλι φορτισμένο, αφού όμως αδειάσουμε τον ηλεκτρολύτη και ξηράνουμε καλά τις πλάκες των στοιχείων.

Για να τον ξαναχρησιμοποιήσουμε, τον γεμίζουμε με ηλεκτρολύτη πυκνότητας 1,240, όπως και προηγουμένως. Τον φορτίζουμε δύο ώρες μετά το γέμισμα, ώστε να έχουν διαποτισθεί καλά οι πλάκες, με το ίδιο ρεύμα, όπως και πριν, αλλά επί 12 ώρες.

Ένας άλλος τρόπος για μακροχρόνια αποθήκευση είναι το να αδειάσουμε και να ξηράνουμε τις πλάκες του συσσωρευτή, που εκφορτίσαμε με αντίσταση στο ηλεκτροτεχνείο. Η επαναφορά γίνεται με συμπλήρωση ηλεκτρολύτη πυκνότητας 1,150 και κανονική φόρτιση.

Από το 1948 εφαρμόζεται με ικανοποιητική επιτυχία και μιά άλλη μέθοδος αποθηκείσεως, ώστε οποιαδήποτε στιγμή χρειασθεί, να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί αμέσως ο συσσωρευτής, χωρίς προηγουμένως να φορτισθεί.

Ο συσσωρευτής αυτός συνηθίζεται να λέγεται *συσσωρευτής ξηράς φορτίσεως*, αν και δεν διαφέρει σε τίποτε από τους συνηθισμένους συσσωρευτές.

Τον αποθηκεύουμε φορτισμένο και σφραγισμένο, αφού έχουμε φροντίσει προηγουμένως να ξηράνουμε τις πλάκες του σε ουδέτερη ατμόσφαιρα.

Η παραπάνω μέθοδος μακροχρόνιας αποθηκείσεως εφαρμόζεται κυρίως στον στρατό για λόγους ετοιμότητας.

## 8. Βλάβες του συσσωρευτή

### 1. Καταστροφή του σκελετού των πλακών

Η φόρτιση και εκφόρτιση ενός συσσωρευτή δημιουργεί χημικές αντιδράσεις, που ανεβάζουν την θερμοκρασία του ηλεκτρολύτη. Η αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι τους 40°C ή και για μικρά χρονικά διαστήματα μέχρι τους 50°C δεν προκαλεί ανωμαλίες.

Υπερβολική όμως αύξηση είναι δυνατόν να στραβώσει τον σκελετό των πλακών. Το ενεργό υλικό θρυμματίζεται και πέφτει. Επίσης καταστρέφει και τα μονωτικά διαφράγματα. Το στράβωμα γίνεται πιο έντονο, όταν στις πλάκες υπάρχει από πολύ καιρό θειϊκός μόλυβδος. Αυτό συμβαίνει κατά την φόρτιση ενός συσσωρευτή που έμεινε για πολύ καιρό εκφορτισμένος.

Υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας, που οφείλεται σε ισχυρή εκφόρτιση, είναι δυνατόν να λειώσει και να ξεκολλήσει τις πλάκες από τις γέφυρες.

### 2. Χαλάρωση του ενεργού υλικού

Η χαλάρωση του ενεργού υλικού των πλακών οφείλεται στο πάγωμα ή, όπως λέμε, στην πήξη του ηλεκτρολύτη. Η θερμοκρασία πήξεως, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, εξαρτάται από την πυκνότητα του ηλεκτρολύτη.

Πυκνότητα του ηλεκτρολύτη	Θερμοκρασία πήξεως
1,280	-65° C
1,245	-53° C
1,210	-30° C
1,175	-21° C
1,130	-12° C

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα συμπεραίνουμε ότι ο φορτισμένος συσσωρευτής δεν κινδυνεύει από πάγωμα. Επικίνδυνος είναι όταν εκφορτισθεί. Γι' αυτόν τον λόγο δεν πρέπει να αφήσουμε εκτεθειμένο σε μεγάλη παγωνιά ένα συσσωρευτή, που τυχόν εκφορτίσαμε, στην προσπάθειά μας να εκκινήσουμε τον κινητήρα.



Το πάγωμα σπάζει τις πλάκες και το κιβώτιο.

Η φόρτιση ενός συσσωρευτή, που είχε παγώσει, προκαλεί διαστολή των πλακών και πτώση του ενεργού υλικού στον πυθμένα του κιβωτίου.

### 3. Βραχυκύκλωση

Η πτώση του ενεργού υλικού, εκτός του ότι μπορεί να οφείλεται σε μιά από τις αιτίες που περιγράψαμε, είναι αποτέλεσμα και της φθοράς, που προέρχεται από την μακροχρόνια χρησιμοποίηση του συσσωρευτή.

Τα αέρια που παράγονται, με τις επανειλημμένες φορτίσεις, ανεβαίνουν από τις πλάκες στην επιφάνεια του ηλεκτρολύτη, παρασύρουν με τον καιρό το ενεργό υλικό. Παραγωγή αερίων σε έντονο ρυθμό (δυνατό βράσιμο) επιταχύνει την φθορά του συσσωρευτή.

Η συγκέντρωση του ενεργού υλικού γίνεται στον πυθμένα του κιβωτίου, όπου δημιουργείται ένα αγωγίμο κατακάθι. Όταν συμπληρωθεί ο χώρος που προβλέπεται, φθάνει στο ύψος του κάτω μέρους των πλακών και προκαλεί την βραχυκύκλωσή τους.

Ο βραχυκυκλωμένος συσσωρευτής δεν φορτίζεται. Η προσπάθεια φορτίσεώς του δημιουργεί υπερθέρμανση χωρίς κανένα αποτέλεσμα.

Αν αφαιρεθούν τα στοιχεία και καθαρισθούν, είναι πιθανόν να παραταθεί η διάρκεια ζωής του για λίγο καιρό ακόμη.

### 4. Θειϊκωση

Μετά από τέλεια εκφόρτιση μεγάλης διάρκειας ή αποθήκευση χωρίς κανένα μέτρο συντήρησης, ο θειϊκός μόλυβδος, που έχει σχηματισθεί στις πλάκες, σχηματίζει μιά άσπρη σκληρή κρυσταλλική κρούστα. Επειδή δεν είναι καλός αγωγός, δηλητηριάζει, όπως λέμε, τις πλάκες και κατά συνέπεια ελαττώνει την χωρητικότητά τους.

Ο συσσωρευτής έχει πάθει θειϊκωση.

Θειϊκωση, όμως, παθαίνουν και οι πλάκες, που δεν βρέχονται από τον ηλεκτρολύτη. Αυτό είναι συνηθισμένο φαινόμενο στο επάνω μέρος των πλακών, όταν αφήνεται από αμέλεια να κατέβει η στάθμη του ηλεκτρολύτη, χωρίς να συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό.

Εδώ, για να μην γίνει παρανόηση με την περίπτωση αποθηκεύσεως, όπου αδειάζουμε τον ηλεκτρολύτη, πρέπει να τονίσουμε ότι η θειϊκωση γίνεται με το αργό κατέβασμα της στάθμης του, ενώ ταυτόχρονα εκφορτίζεται ο συσσωρευτής.

Όταν αδειάζουμε τον συσσωρευτή για αποθήκευση, δεν υπάρχει τέτοιος φόβος, διότι ο συσσωρευτής δεν εκφορτίζεται.

Επαναφορά του συσσωρευτή, που έχει πάθει θειϊκωση, είναι δυνατόν να γίνει μετά από φόρτιση με μικρό ρεύμα επί πολλές ημέρες.

## 9. Άλλοι τύποι συσσωρευτών

### 1. Γιατί στο αυτοκίνητο χρησιμοποιείται ο συσσωρευτής μολύβδου

Το μεγάλο βάρος του συσσωρευτή μολύβδου, η ευαισθησία του σε έντονη εκφόρτιση, η δυσκολία αποθηκείσεως και η σχετικά μικρή διάρκεια ζωής του, στάθηκαν οι βασικές αιτίες, ώστε οι διάφοροι κατασκευαστές να αναζητήσουν ένα τελειότερο τύπο συσσωρευτή.

Ωστόσο κανείς από τους τύπους, που μας είναι γνωστοί, δεν είναι ικανός να αντικαταστήσει τον συσσωρευτή μολύβδου στο αυτοκίνητο, διότι κανείς δεν είναι ακόμη φθηνότερος από αυτόν.

Αλλά εκτός από το μικρό κόστος, έχει και το σοβαρό πλεονέκτημα να παρουσιάζει μικρή εσωτερική αντίσταση. Έτσι ανάμεσα στην τάση φορτίσεως και εκφορτίσεως, υπάρχει πολύ μικρή διαφορά. Η τάση εγκαταστάσεως μεταβάλλεται ελάχιστα και δεν ενοχλεί το ανεβοκατέβασμα της εντάσεως του φωτισμού.

### 2. Ο αλκαλικός συσσωρευτής

Οι θετικές πλάκες του αλκαλικού συσσωρευτή αποτελούνται από υδροξείδιο του νικελίου και οι αρνητικές από υδροξείδιο του σιδήρου ή του καδμίου.

Ο ηλεκτρολύτης είναι διάλυμα καυστικού καλίου ή καυστικού νατρίου και αποσταγμένου νερού και έχει πυκνότητα 1,200.

Η τάση των στοιχείων του είναι 1,2 ως 1,3 V. Ο εξάβολτος συσσωρευτής έχει 4 στοιχεία. Ο δωδεκάβολτος 9.

Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματά του, σε σύγκριση με τον συσσωρευτή μολύβδου, είναι:

α) Μεγάλη διάρκεια ζωής, περίπου 15 χρόνια.

β) Εξαιρετική αντοχή σε έντονη φόρτιση και εκφόρτιση.

γ) Μικρό βάρος για την ίδια χωρητικότητα.

δ) Εύκολη αποθήκευση, διότι δεν αυτοεκφορτίζεται.

Ο αλκαλικός συσσωρευτής χρησιμοποιείται από πολλά χρόνια για την κίνηση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, λόγω του μικρού του βάρους.

Τα βασικά του μειονεκτήματα είναι:

α) Μεγάλο κόστος κατασκευής.

β) Μεγάλη εσωτερική αντίσταση.

Τα τελευταία χρόνια έγιναν επιτυχημένες κατασκευές με εσωτερική αντίσταση αρκετά μικρή. Έτσι έμεινε σαν ουσιαστικό μειονέκτημα μόνο το μεγαλύτερο κόστος του, πράγμα που φαίνεται να μή το λογαριάζουν πολύ, κυρίως διάφορα εργοστάσια μοτοσυκλετών, τα οποία τον χρησιμοποιούν.

### 3. Ο συσσωρευτής αργύρου- ψευδαργύρου

Έχει θετικές πλάκες ποτισμένες με ψεκασμένο άργυρο και αρνητικές, από σχάρες ορειχάλκου, που συγκρατούν τον ψευδάργυρο (τσίγκο).

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά του είναι το πολύ μικρό βάρος του σε σύγκριση με οποιονδήποτε άλλον τύπο, της ίδιας χωρητικότητας. Είναι τρεις φορές μικρότερος σε διαστάσεις από τον συσσωρευτή μολύβδου. Χρησιμοποιείται στα αεροπλάνα. Το μεγάλο κόστος του δεν επιτρέπει την χρησιμοποίησή του στο αυτοκίνητο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΝΑΦΛΕΞΗ ΤΟΥ ΜΙΓΜΑΤΟΣ ΣΤΟ BENZINOKINHTO ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ

#### 1. Η ανάφλεξη του μίγματος

Ο βενζινοκινητήρας του αυτοκινήτου εργάζεται με μίγμα από ατμοσφαιρικό αέρα και εξαερωμένη βενζίνη, δηλαδή βενζίνη, που βρίσκεται σε αέριο κατάσταση. Το μίγμα αυτό λέγεται καύσιμο μίγμα.

Ας εξετάσουμε, τί συμβαίνει μέσα στον χώρο ενός από τους κυλίνδρους του κινητήρα, καθώς το έμβολο, κινούμενο, περιορίζει το καύσιμο μίγμα στον χώρο καύσεως. Αυτά που θα πούμε ισχύουν βέβαια και για τους υπόλοιπους κυλίνδρους, αν φυσικά ο κινητήρας είναι πολυκύλινδρος.

Όπως ξέρουμε από τη Φυσική, όταν περιορίζεται ο όγκος ενός αερίου, αυξάνεται η πίεσή του. Το ίδιο συμβαίνει και εδώ.

Το καύσιμο μίγμα συμπιέζεται.

Μόλις το έμβολο φθάσει στο ανώτατο σημείο (το λέμε άνω νεκρό σημείο και το συμβολίζουμε ΑΝΣ), το μίγμα αποκτά τη μεγαλύτερη δυνατή πίεση, που την ονομάζουμε τελική πίεση συμπίεσεως.

Η τελική πίεση συμπίεσεως είναι συνήθως 8 ως 14 ατμόσφαιρες ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα.

Ο πιο σημαντικός παράγων, από τον οποίο εξαρτάται, είναι ο βαθμός συμπίεσεως, δηλαδή ο λόγος του όγκου, που είχε το μίγμα πριν συμπιεσθεί, προς τον τελικό όγκο που απέκτησε, αφού συμπιεσθηκε. Ο βαθμός συμπίεσεως είναι συνήθως 7/1 ως 10/1.

Λίγο πριν φθάσει το έμβολο στο ΑΝΣ, φροντίζουμε να αρχίσει η καύση του μίγματος, ώστε με τη θερμότητα, που αποβάλλεται κατά την καύση, να αυξηθεί περισσότερο η πίεση μέσα στον κύλινδρο, και να ωθήσει το έμβολο, με μεγάλη πια δύναμη, προς την αντίθετη κατεύθυνση, για να μας δώσει ωφέλιμο έργο.

Σημασία μεγάλη έχει η στιγμή που θα αρχίσει η καύση, ή όπως λέμε στην τεχνική γλώσσα, η στιγμή που θα γίνει η ανάφλεξη του καύσιμου μίγματος.

## 2. Η πορεία της καύσεως

Όπως είδαμε, η ανάφλεξη στα σύγχρονα αυτοκίνητα γίνεται με ηλεκτρικό σπινθήρα.

Τα μόρια του μίγματος, που άρχισαν πια να καίονται στην περιοχή του σπινθήρα, αποβάλλουν ένα ποσό θερμότητας, από το οποίο ένα μέρος μεταδίδεται στα διπλανά μόρια, αυξάνει τη θερμοκρασία τους και έτσι αναφλέγονται με τη σειρά τους και αυτά.

Το φαινόμενο συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο. Ταυτόχρονα επειδή αποβάλλεται αρκετή θερμότητα, τα μόρια διαστέλλονται και συμπιέζουν το υπόλοιπο άκαυστο μίγμα. Έτσι αυξάνεται η πίεση.

Με τη μετάδοση της καύσεως από μόριο σε μόριο, δημιουργείται ένα μέτωπο καύσεως, που προχωρεί με γρήγορο ρυθμό ή όπως αλλιώς λέμε, με μεγάλη ταχύτητα.

Η ταχύτητα, με την οποία προχωρεί το μέτωπο καύσεως, δεν είναι ακαριαία. Δεν γίνεται δηλαδή έκρηξη, όπως συνηθίζεται να γράφεται σε πολλά βιβλία. Μπορεί να είναι βέβαια πολύ μεγάλη, δεν είναι όμως ακαριαία, όπως συμβαίνει με την έκρηξη μιας εκρηκτικής ύλης, ας πούμε, με την δυναμίτιδα.

Μόνον όταν ο κινητήρας π.χ. δουλεύει με υπερβολικό φορτίο ή όταν ο βαθμός συμπίεσεως είναι μεγάλος σε σχέση με την ποιότητα της βενζίνης, που

χρησιμοποιούμε (δηλαδή βενζίνη με χαμηλό βαθμό οκτανίου), τότε είναι δυνατόν να δημιουργηθούν τέτοιες συνθήκες, ώστε, ενώ ένα μέρος του μίγματος έχει καεί κανονικά, το υπόλοιπο να καίεται σχεδόν ακαριαία. Η σχεδόν ακαριαία αυτή καύση δημιουργεί ένα ξεχωριστό κρότο, που μοιάζει σαν να χτυπούμε τα έμβολα με σφυρί. Ο κρότος αυτός είναι γνωστός σε όλους μας. Συνηθίζουμε να λέμε, πως ο κινητήρας κτυπά πειράκια. Αυτού του είδους η καύση λέγεται κρουστική καύση και πρέπει με κάθε τρόπο να την αποφεύγουμε, διότι καταστρέφει τον κινητήρα.

Σε κρουστική καύση οδηγεί επίσης κάθε αιτία, που δημιουργεί στον χώρο καύσεως συνθήκες υπερβολικής θερμοκρασίας και πίεσεως, όπως π.χ. ρύθμιση του σημείου αναφλέξεως πολύ νωρίτερα, απ' ό,τι χρειάζεται ο κινητήρας, εργασία του κινητήρα σε χαμηλές στροφές με υπερβολικό φορτίο, στρώμα κάπνας στον θάλαμο καύσεως κ.λ.π.

Μιά άλλη ανωμαλία είναι η προανάφλεξη ή όπως λέγεται αλλοιώς αυτανάφλεξη. Σ' αυτή την περίπτωση, το μίγμα δεν περιμένει τον σπινθήρα για να αρχίσει να καίγεται. Η ανάφλεξή του γίνεται από μόνη της, στην περιοχή κάποιου πολύ θερμού σημείου του χώρου καύσεως και συνεχίζεται κανονικά σαν αν είχε γίνει με την βοήθεια του ηλεκτρικού σπινθήρα. Ο κινητήρας εργάζεται άτακτα και αποδίδει μικρό ωφέλιμο έργο, διότι η καύση αρχίζει πολύ νωρίτερα από την κανονική στιγμή.

Η περίπτωση αυτή είναι συνηθισμένη σε κινητήρα, που έχει υπερθερμανθεί.

### 3. Ο σπινθηριστής (το μπουζί)

Ο σπινθηριστής είναι το εξάρτημα που παρέχει τον ηλεκτρικό σπινθήρα.

Αποτελείται βασικά από τρία μέρη:

- Το σώμα
- Τον μονωτήρα
- Το ηλεκτρόδιο υψηλής τάσεως.

Το σώμα είναι χαλύβδινο και φέρει στο κάτω τμήμα του βόλτες, για να στηρίζεται ο σπινθηριστής στον κινητήρα. Συγχρόνως το σώμα αποτελεί και το ηλεκτρόδιο της γής (γείωση).

Ο μονωτήρας αποτελείται γενικά από κεραμικό υλικό, συνήθως πορσελάνη ή, σε μερικούς τύπους, από μίκα.

Το ηλεκτρόδιο υψηλής τάσεως είναι στερεωμένο μέσα στον μονωτήρα. Αποτελείται από δύο κομμάτια. Στο επάνω, που είναι συνήθως κατασκευασμένο από ορείχαλκο, καταλήγει ο ακροδέκτης υψηλής τάσεως. Το κάτω αποτελείται από ένα μέταλλο με μεγάλη αντοχή σε θερμοκρασία, όπως είναι π.χ. κράμα

νικελίου ή ασήμι. Το άκρο του κάτω μέρους του ηλεκτροδίου λέγεται κεντρική ακίδα. Σε μικρή απόσταση από την κεντρική ακίδα βρίσκεται η ακίδα γής, που είναι στερεωμένη στο σώμα.

Η ακίδα γής κατασκευάζεται επίσης από κράμα με μεγάλη αντοχή σε θερμοκρασία, όπως η κεντρική ακίδα.

Τα τρία βασικά αυτά μέρη του σπινθηριστή συνδέονται μεταξύ τους με διάφορα συνδετικά υλικά, που έχουν σκοπό να τον σταθεροποιούν και να τον στεγανοποιούν. Αυτά διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή.

Η απόσταση, ανάμεσα στις ακίδες, λέγεται διάκενο. Εκεί γίνεται η διαπήδηση του σπινθήρα.

Ο τύπος με μετωπικές ακίδες παρουσιάζει την μεγαλύτερη ευκολία στην ρύθμιση και δίνει καλύτερο σπινθήρα. Για τα πλεονεκτήματά του αυτά είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος.

#### 4. Θερμική αγωγιμότητα του σπινθηριστή

Επειδή ο σπινθηριστής βρίσκεται στον χώρο καύσεως, επηρεάζεται σημαντικά από τις θερμοκρασιακές μεταβολές, ανάλογα με το φορτίο του κινητήρα.

Η θερμοκρασία του χώρου καύσεως εξαρτάται από τον τρόπο χρησιμοποιήσεως του αυτοκινήτου. Συγκεκριμένα, αν σε αυτοκινητόδρομο η θερμοκρασία του κάτω άκρου του σπινθηριστή είναι 600 ως 800° C, τότε:

-σε ορεινό δρόμο φθάνει τους 650 ως 800° C

-σε πόλη φθάνει τους 200 ως 400° C.

Αν στο ίδιο αυτοκίνητο τοποθετήσουμε ένα άλλο σπινθηριστή, που έχει την ιδιότητα να ψύχεται ευκολότερα, η θερμοκρασία του θα είναι χαμηλότερη. Φυσικά το αντίθετο θα συμβεί με ένα σπινθηριστή που ψύχεται δυσκολότερα.

Τους σπινθηριστές τους χωρίζουμε σε δύο κατηγορίες:

-Σε ψυχρούς σπινθηριστές, δηλαδή σπινθηριστές που έχουν μεγάλη αγωγιμότητα. Αυτοί ψύχονται εύκολα και γι'αυτό είναι κατάλληλοι για κινητήρες, που εργάζονται σε πλήρες φορτίο (περίπτωση πορείας σε αυτοκινητόδρομο και σε ορεινό δρόμο).

-Σε θερμούς σπινθηριστές, δηλαδή σπινθηριστές που έχουν μικρή αγωγιμότητα. Αυτοί ψύχονται πιο δύσκολα και γι'αυτό είναι κατάλληλοι για κινητήρες, που εργάζονται με ελαττωμένο φορτίο και κατά διαλείμματα (περίπτωση πορείας σε πόλη).

Η βασική διαφορά των παραπάνω σπινθηριστών οφείλεται στο μήκος του μαστού (το κάτω άκρο) του μονωτήρα.

Πρέπει να καταβάλουμε προσπάθεια, ώστε να διαλέξουμε για τον κινητήρα που μας ενδιαφέρει τέτοιο σπινθηριστή, ώστε, ανάλογα με την χρήση του αυτοκινήτου, η θερμοκρασία του κάτω άκρου του να είναι 450 ως 800° C.

Θερμοκρασία μεγαλύτερη από 800° C καίει τις ακίδες. Μικρότερη από 450° C τις καπνίζει.

Το κάπνισμα των ακίδων προκαλεί μείωση της δυνάμεως του σπινθήρα.

Στο αυτοκίνητο που σε πορεία μέσα στην πόλη η θερμοκρασία του κάτω άκρου του σπινθηριστή είναι 200 ως 400° C, πρέπει να τοποθετήσουμε ένα πιο θερμό. Αν π.χ. χρησιμοποιούμε τον τύπο J-11, θα πρέπει να δοκιμάσουμε τον τύπο J-12 ή J-14 για να ανεβάσουμε την θερμοκρασία. Έτσι θα λειτουργεί μέσα στην πόλη χωρίς να καπνίζει τους σπινθηριστές του. Αν όμως τώρα επιχειρήσουμε να κάνουμε μεγάλο ταξίδι, σε αυτοκινητόδρομο, είναι βέβαιο, πως η θερμοκρασία των σπινθηριστών θα ξεπεράσει τους 800° C, με αποτέλεσμα να καταστραφούν πολύ σύντομα.

Δυστυχώς, δεν ανακαλύφθηκε ακόμη ο σπινθηριστής που ταιριάζει σε όλες τις περιπτώσεις. Έτσι, η φθορά των σπινθηριστών είναι πολύ συχνή, γι' αυτό είναι το μοναδικό ηλεκτρικό εξάρτημα που επιθεωρείται, επισκευάζεται και αντικαθίσταται πολύ συχνά.

## 5. Έλεγχος και συντήρηση του σπινθηριστή

### 1. Γενικά

Η οικονομική λειτουργία του κινητήρα εξαρτάται σημαντικά από την καλή κατάσταση των σπινθηριστών του. Οι ελαττωματικοί σπινθηριστές δημιουργούν ατελή καύση του μίγματος.

Έτσι, ενώ η ισχύς του κινητήρα μειώνεται, αυξάνεται η κατανάλωση της βενζίνης, πράγμα τελείως αντικοινωνικό.

Ο έλεγχος των σπινθηριστών πρέπει να γίνεται κάθε 5.000 km.

Είναι όμως σκόπιμο, κάθε φορά που οδηγείται το αυτοκίνητο στο συνεργείο για κάποια σοβαρή αιτία, να γίνεται και ο έλεγχος των σπινθηριστών του.

Ο έλεγχος ενός σπινθηριστή αρχίζει, οπωσδήποτε, με την αφαίρεσή του από τον κινητήρα και έχει σαν σκοπό:

- την διάγνωση της κατάστασης των ακίδων
- την σωστή ρύθμιση του διακένου
- την διαπίστωση της τελείας ηλεκτρικής μονώσεώς του
- την διαπίστωση της καλής λειτουργίας του.

Αν, μετά τον έλεγχο, διαπιστωθεί ότι πρέπει να αντικαταστήσουμε μερικούς σπινθηριστές του κινητήρα, τότε θα πρέπει να τους αντικαταστήσουμε όλους ανεξαιρέτως με νέους. Ο κινητήρας εργάζεται κανονικά, όταν όλοι οι σπινθηριστές έχουν τις ίδιες ώρες λειτουργίας.

Αφού τελειώσει η διαδικασία του ελέγχου και συντηρήσεως, βιδώνουμε τους σπινθηριστές στην έδρα τους, προσέχοντας να χρησιμοποιήσουμε μία μόνο ροδέλλα.

Προσοχή επίσης πρέπει να δώσουμε στην ροπή, με την οποία θα τους βιδώσουμε. Εφαρμόζουμε σε σπινθηριστές με διάμετρο:

- 18 mm ροπή 5 kgm
- 14 mm ροπή 4 kgm
- 12 mm ροπή 3 kgm
- 10 mm ροπή 1,5 kgm.

## 2. Κατάσταση των ακίδων

Η όψη, που παρουσιάζει το κάτω άκρο του σπινθηριστή, το οποίο είναι εκτεθειμένο στο χώρο καύσεως, μας οδηγεί σε πολύ χρήσιμα συμπεράσματα.

Χρειάζεται όμως λίγη πείρα.

Ένα βοηθητικό εργαλείο, πολύ χρήσιμο για την εξέταση του σπινθηριστή είναι ο φωτιζόμενος φακός, που μας επιτρέπει να επιθεωρούμε το κάτω άκρο του σπινθηριστή σε μεγέθυνση:

-σπινθηριστής σε κανονική κατάσταση λειτουργίας. Η εκλογή της αγωγιμότητάς του είναι αυτή, που ταιριάζει με τον κινητήρα και τον τρόπο χρησιμοποιήσεως του αυτοκινήτου. Ο σπινθηριστής δηλαδή είναι τόσο θερμός, όσο χρειάζεται.

-σπινθηριστής καπνισμένος. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μία ή περισσότερες από τις παρακάτω αιτίες:

α) Το μίγμα είναι πολύ πλούσιο.

β) Το διάκενο είναι πολύ μεγάλο.

γ) Η αγωγιμότητά του είναι πολύ μεγάλη. Είναι δηλαδή πολύ ψυχρός για τον κινητήρα στον οποίον εργάζεται.

Το μίγμα διορθώνεται ρυθμίζοντας τον εξαερωτή (καρμπυρατέρ).

Σε περίπτωση που διαπιστώνουμε ότι η αγωγιμότητα του σπινθηριστή είναι μεγάλη, πρέπει να τον αντικαταστήσουμε με άλλον θερμότερο. Είναι αυτονόητο ότι, όταν επιβάλλεται αλλαγή τύπου, αλλάζουμε όλους τους σπινθηριστές του



κινητήρα. Άλλωστε, αν ο ένας από αυτούς είναι καπνισμένος, τότε και οι υπόλοιποι θα παρουσιάζουν την ίδια περίπου όψη.

-σπινθηριστής λαδωμένος. Σ' αυτή την περίπτωση δεν φταίει ο σπινθηριστής. Ο χώρος καύσεως λαδώνεται υπερβολικά είτε διότι ο κύλινδρος και τα ελατήρια των εμβόλων είναι φθαρμένα, είτε διότι το μίγμα, αν ο κινητήρας είναι δίχρονος, είναι πολύ πλούσιο σε λάδι.

-σπινθηριστής καμένος. Αυτό μπορεί επίσης να οφείλεται σε μία ή περισσότερες από τις παρακάτω αιτίες:

α) Το μίγμα είναι πολύ φτωχό. Έτσι περισσεύει αρκετό οξυγόνο στον χώρο καύσεως και προκαλεί διάβρωση των ακίδων πολύ συντομότερα από το κανονικό.

β) Ο σπινθηριστής δεν είναι στεγανός ή δεν είναι σφιγμένος καλά στην έδρα του. Τότε οι ακίδες είναι εκτεθειμένες σε ρεύμα καυσαερίων υψηλής θερμοκρασίας, υπερθερμαίνονται και επιταχύνεται η φθορά τους.

Το ίδιο συμβαίνει επίσης και όταν οι βαλβίδες δεν κλείνουν καλά.

γ) Η ανάφλεξη γίνεται, πιθανόν, πολύ νωρίτερα από την κατάλληλη στιγμή, με αποτέλεσμα πάλι την υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας μέσα στον χώρο καύσεως.

δ) Η αγωγιμότητα του σπινθηριστή είναι πολύ μικρή. Είναι δηλαδή πολύ θερμός για τον κινητήρα στον οποίο εργάζεται.

Όπως λοιπόν είδαμε, η εξέταση της όψεως του σπινθηριστή μας διευκόλυνε να συμπεράνουμε, με ποιές συνθήκες εργάστηκε, ώστε να λάβουμε μέτρα για την βελτίωση των συνθηκών αυτών.

Μετά από την εξέταση της όψεως του σπινθηριστή, τον καθαρίζουμε (εκτός βέβαια αν είναι καμένος, οπότε είναι άχρηστος) και τον υποβάλλουμε στους παρακάτω ελέγχους.

### 3. Ρύθμιση του διακένου

Το διάκενο πρέπει να ρυθμίζεται τόσο, όσο ορίζει ο κατασκευαστής του κινητήρα, ώστε να γίνεται τέλεια η καύση σε όλη την περιοχή των στροφών. Μικρό διάκενο π.χ. έχει σαν αποτέλεσμα μειωμένη επιτάχυνση.

Οι καινούργιοι σπινθηριστές δεν έχουν το σωστό διάκενο. Πριν τοποθετηθούν στον κινητήρα πρέπει να ρυθμίζονται.

Η ρύθμιση γίνεται με ειδικό φίλλερ.

#### 4. Έλεγχος μονώσεως

Η τάση εργασίας του σπινθηριστή φθάνει σε 5.000 ως 25.000 V.

Η υψηλή αυτή τάση πρέπει να εφαρμόζεται ολόκληρη στις ακίδες του, για να μπορεί να διασπασθεί το μεταξύ τους διάκενο και να δημιουργηθεί ισχυρός σπινθήρας. Εν τούτοις, πολλές φορές, από διάφορες αιτίες συμβαίνει να βραχυκυκλώνονται οι ακίδες, με αποτέλεσμα ο σπινθήρας είτε να γίνεται πολύ αδύνατος είτε να μην εμφανίζεται καθόλου.

Σε περίπτωση που ο μονωτήρας είναι ραγισμένος, το ρεύμα από τον ακροδέκτη προσγειώνεται μέσα από το ράγισμα, κατευθείαν στο σώμα. Βρίσκει δηλαδή δρόμο με μικρότερη αντίσταση.

Σε περίπτωση που ο μονωτήρας είναι ακάθαρτος, το ρεύμα βρίσκει πάλι ευκολότερο δρόμο με μικρότερη αντίσταση και προσγειώνεται.

Η βραχυκύκλωση εξαιτίας των ακαθαρσιών στο μαστό του μονωτήρα είναι πολύ συνηθισμένη στον καπνισμένο σπινθηριστή. Αυτό συμβαίνει γιατί μαζί με την κάπνα, επικάθεται ένα λεπτό στρώμα μολύβδου, που προέρχεται από τον τετρααιθυλιούχο μολύβδο, ο οποίος είναι χημικό, δηλαδή αντικρουστικό πρόσθετο της βενζίνης.

Στον σπινθηριστή, όπου η μόνωση είναι τέλεια, όλο το ρεύμα διαβιβάζεται από τις ακίδες.

Όπως εύκολα συμπεραίνουμε, η καλή μόνωση του σπινθηριστή αποκαθίσταται με το καθάρισμα, εκτός βέβαια από την περίπτωση που έχουμε κατεστραμμένο μονωτήρα, οπότε ο σπινθηριστής δεν χρησιμοποιείται πλέον.

Ο έλεγχος της μονώσεως του σπινθηριστή γίνεται σε ειδική συσκευή υψηλής τάσεως. Συνήθως οι συσκευές αυτές συνδυάζουν και διάταξη καθαρισμού του κάτω άκρου του σπινθηριστή, με αμμοβολή, δηλαδή με εκτόξευση άμμου.

Στο αριστερό τμήμα της συσκευής γίνεται το καθάρισμα του κάτω άκρου του σπινθηριστή. Στους θαλάμους, που υπάρχουν στο κέντρο, γίνεται ο έλεγχος μονώσεως. Ταυτόχρονα με τον έλεγχο μονώσεως γίνεται και ο τελικός έλεγχος καλής λειτουργίας.

Ο σπινθηριστής βιδώνεται καλά στον ένα θάλαμο και με την βοήθεια μιάς βαλβίδας ρυθμίζεται η πίεση του θαλάμου. Πιέζοντας ένα διακόπτη, διαβιβάζουμε παλμούς υψηλής τάσεως, περίπου 18.000 V, σε δύο ελεύθερες ακίδες της συσκευής και στον σπινθηριστή, που συνδέεται παράλληλα με αυτές. Οι παλμοί παράγονται από το πηνίο. Οι ελεύθερες ακίδες βρίσκονται πάντοτε σε ατμοσφαιρική πίεση.

Όταν η πίεση του θαλάμου είναι σχετικά μικρή, το ρεύμα προτιμά να περνά από τον σπινθηριστή, διότι το διάκενό του είναι μικρότερο. Σε μεγαλύτερη πίεση, η ηλεκτρική αντίσταση του συμπιεσμένου αέρα, ανάμεσα στις ακίδες του σπινθηριστή, γίνεται αρκετά μεγάλη. Έτσι το ρεύμα προτιμά να περνά από τις ελεύθερες ακίδες, όπου βρίσκει ευκολότερο δρόμο.

Αυξάνοντας λοιπόν την πίεση του θαλάμου με την βοήθεια της ρυθμιστικής βαλβίδας της συσκευής, θα έλθει κάποια στιγμή, όπου από ορισμένη πίεση και πάνω, παύει να σπινθηρίζει ο σπινθηριστής και αρχίζει να εμφανίζεται σπινθήρας στις ελεύθερες ακίδες. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένδειξη, ότι η μόνωση του σπινθηριστή βρίσκεται σε καλή κατάσταση.

Αντίθετα, αν στις ελεύθερες επαφές, παρά την μεγάλη πίεση, που υπάρχει, δεν δημιουργούνται γρήγοροι σπινθηρισμοί ή δημιουργούνται μεν, αλλά είναι άτακτοι και σε αργό ρυθμό, η μόνωση είναι κατεστραμμένη.

## 5. Έλεγχος καλής λειτουργίας

Η καλή λειτουργία διαπιστώνεται πάλι με την ίδια συσκευή και τον σπινθηριστή στην ίδια θέση, όπως και κατά τον έλεγχο της μόνωσης.

Ο έλεγχος αρχίζει από υψηλή πίεση. Έτσι, όλοι οι σπινθηρισμοί δημιουργούνται στις ελεύθερες ακίδες. Ύστερα, με την ρυθμιστική βαλβίδα κατεβάζουμε την πίεση, έως ότου εμφανισθούν οι πρώτοι σπινθηρισμοί στον σπινθηριστή και διαβάζουμε την ένδειξη στο μανόμετρο της συσκευής.

Η τιμή της πίεσεως αυτής, σε σχέση με το διάκενο του σπινθηριστή, μας οδηγεί, όπως βλέπουμε στον παρακάτω πίνακα, να συμπεράνουμε αν έχει την δυνατότητα να λειτουργήσει ικανοποιητικά.

Διάκενο του σπινθηριστή (σε mm)	Πίεση στην οποία αρχίζουν να εμφανίζονται οι πρώτοι σπινθηρισμοί στον σπινθηριστή (σε ατμόσφαιρες kg/cm <sup>2</sup> )		
	Κατεστραμμένος σπινθηριστής	Ικανοποιητικός σπινθηριστής	Καλός σπινθηριστής
0,4	8,5 – 10,5	10,5 – 12,0	12,0 – 14,0
0,5	6,5 – 8,5	8,5 – 10,0	10,0 – 12,0
0,6	5,5 – 7,5	7,5 – 9,0	9,0 – 11,0
0,7	4,5 – 6,5	6,5 – 8,0	8,0 – 10,0
0,8	4,0 – 6,0	6,0 – 7,5	7,5 – 9,5
0,9	3,5 – 5,5	5,5 – 7,0	7,0 – 9,0
1,0	3,0 – 5,0	5,0 – 6,5	6,5 – 8,5
1,1	2,5 – 4,5	4,5 – 6,0	6,0 – 8,0

Ο έλεγχος της καλής λειτουργίας του σπινθηριστή, όπως τον περιγράψαμε, πλησιάζει προς τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας στον χώρο καύσεως επάνω στον κινητήρα. Γι' αυτό είναι ο τελικός, αλλά και ο σοβαρότερος έλεγχος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΑΦΛΕΞΕΩΣ ΜΕ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗ

#### 1. Γενικά

Η εγκατάσταση αναφλέξεως με συσσωρευτή έχει να εκτελέσει βασικά δύο πράγματα:

α) Να αυξήσει την τάση του συσσωρευτή από χαμηλή που είναι συνήθως 6V, 12V ή 24V, σε υψηλή, περίπου 5.000 ως 25.000V, ώστε να είναι δυνατή η δημιουργία του απαραίτητου σπινθήρα για την ανάφλεξη.

β) Να δημιουργήσει τον σπινθήρα στην κατάλληλη κάθε φορά στιγμή, ώστε ο κινητήρας να μας δώσει το μεγαλύτερο ωφέλιμο έργο.

Η αύξηση της τάσεως γίνεται από τον πολλαπλασιαστή.

Η τροφοδότηση των σπινθηριστών με υψηλή τάση, στην κατάλληλη στιγμή, γίνεται από τον διανομέα.

Ο σπινθήρας, όπως μας είναι γνωστό, δημιουργείται στους σπινθηριστές.

#### 2. Ο πολλαπλασιαστής

Ο πολλαπλασιαστής έχει πολλές ομοιότητες με τον συνηθισμένο μονοφασικό μετασχηματιστή. Αποτελείται κυρίως από το τύλιγμα υψηλής τάσεως, το τύλιγμα χαμηλής τάσεως και τον πυρήνα. Η μόνη βασική διαφορά από τον μονοφασικό μετασχηματιστή είναι ότι ο πυρήνας του πολλαπλασιαστή δεν κλείνει εντελώς·

αυτό γίνεται για να αυξηθεί η αυτεπαγωγή των τυλιγμάτων του.

Περιγραφή σε τομή των διαφόρων μερών του πολλαπλασιαστή:

Ο πυρήνας, που βρίσκεται στο κέντρο του, αποτελείται από πολλά λαμάκια από μαλακό σίδηρο. Το τύλιγμα υψηλής τάσεως είναι τοποθετημένο γύρω από τον πυρήνα. Αποτελείται από πολλές χιλιάδες σπείρες πολύ λεπτού σύρματος με μόνωση από σμάλτο (εμαγιέ) ή μετάξι. Οι σπείρες τακτοποιούνται σε στρώματα γύρω από τον πυρήνα, τα οποία μονώνονται με παραφινούχο χαρτί.

Το τύλιγμα χαμηλής τάσεως τοποθετείται γύρω από το τύλιγμα υψηλής τάσεως. Αποτελείται από λίγες σχετικά σπείρες από χονδρότερο σύρμα με μόνωση από βαμβάκι ή σμάλτο.

Το περίβλημα αποτελεί ταυτόχρονα το εξωτερικό μαγνητικό ζύγωμα του πολλαπλασιαστή. Έτσι οδηγούνται οι μαγνητικές γραμμές και ενισχύεται το μαγνητικό πεδίο.

Ο πυρήνας είναι ταυτόχρονα και ηλεκτρόδιο υψηλής τάσεως, διότι το ένα άκρο του τυλίγματος υψηλής τάσεως καταλήγει σ' αυτόν. Έτσι μονώνεται προς την βάση με πορσελάνη. Το επάνω μέρος του μονώνεται με βακελίτη, που αποτελεί και το καπάκι του πολλαπλασιαστή.

Στο καπάκι καταλήγουν τα δύο άκρα του τυλίγματος χαμηλής τάσεως και στο κέντρο του το ένα άκρο του τυλίγματος υψηλής τάσεως. Το άλλο άκρο του τυλίγματος υψηλής τάσεως συνδέεται στον ένα από τους ακροδέκτες της χαμηλής τάσεως.

Ο χώρος, ανάμεσα στα διάφορα μέρη που περιγράψαμε, γεμίζεται από μονωτική ουσία, η οποία εξασφαλίζει καλή μόνωση και αποτελεσματική ψύξη.

Έτσι ο πολλαπλασιαστής έχει τη μορφή ενός κυλινδρικού σώματος, το οποίο με ένα κολλάρο συνδέεται είτε επάνω στον κινητήρα είτε κάπου στην περιοχή του κινητήρα, αλλά πολύ κοντά σ' αυτόν.

### 3. Ο διανομέας (το ντιστριμπυτέρ)

#### 1. Από ποιά μέρη αποτελείται ο διανομέας

Αποτελείται από ένα μεταλλικό σώμα, το οποίο στο επάνω άκρο του είναι διαμορφωμένο σε κυλινδρικό άνοιγμα, που χρησιμεύει για την υποδοχή των διαφόρων μηχανισμών, ενώ στο κάτω άκρο του καταλήγει σε δακτυλίδι, ώστε να τοποθετείται εύκολα σε κατάλληλη οπή του κινητήρα, όπου και στηρίζεται. Στο κέντρο του σώματος περιστρέφεται ο άξονας του διανομέα. Ο άξονας παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο του κινητήρα.

Το επάνω άκρο του διανομέα σκεπάζεται με ένα καπάκι, που είναι κατασκευασμένο από βακελίτη. Το καπάκι έχει μιά κεντρική υποδοχή για την στήριξη του καλωδίου, που φέρνει την υψηλή τάση από τον πολλαπλασιαστή. Γύρω από αυτήν υπάρχουν όμοιες υποδοχές για την στήριξη των καλωδίων, που μεταφέρουν την υψηλή τάση στους σπινθηριστές.

Οι περιφερειακές υποδοχές, όπως συμπεραίνουμε εύκολα, είναι τόσες, όσοι και οι σπινθηριστές, δηλαδή όσοι είναι οι κύλινδροι του κινητήρα.

Ο διανομέας αποτελείται από τα εξής τρία διαφορετικά μέρη, που το κάθε ένα έχει ένα απόλυτα ξεχωριστό προορισμό:

- τον διανομέα της υψηλής τάσεως
- τον διακόπτη της χαμηλής τάσεως
- τον ρυθμιστή της προπορείας.

Κακώς λοιπόν συνηθίζεται να λέγεται διανομέας, αφού δεν κάνει μόνο διανομή. Εκτός από την διανομή της υψηλής τάσεως, από όπου πήρε το όνομά του, έχει σαν προορισμό να προκαλεί επίσης διακοπή και αποκατάσταση του κυκλώματος χαμηλής τάσεως και ρύθμιση της προπορείας.

## 2. Ο διανομέας υψηλής τάσεως

Ο διανομέας υψηλής τάσεως αποτελείται από το καπάκι και τον στροφέα (ράουλο).

Ο στροφέας είναι κατασκευασμένος από βακελίτη και στηρίζεται στο επάνω άκρο του άξονα. Στον άξονα υπάρχει μιά εγκοπή, ώστε ο στροφέας να τοποθετείται μόνο σε μιά ορισμένη θέση.

Το καπάκι στερεώνεται με δύο κλείστρα επάνω στο σώμα του διανομέα.

Στον στροφέα υπάρχει επίσης συγκολλημένο ένα χάλκινο λαμάκι, του οποίου το ένα άκρο βρίσκεται σε συνεχή επαφή με τον κεντρικό ακροδέκτη. Η επαφή πραγματοποιείται με την βοήθεια ενός κομματιού από άνθρακα, που βρίσκεται στο καπάκι και που πιέζεται προς τα κάτω από ένα ελατήριο. Το άλλο άκρο έρχεται κάθε φορά εμπρός από κάθε περιφερειακό ακροδέκτη, καθώς περιστρέφεται ο άξονας. Έτσι γίνεται η διανομή της υψηλής τάσεως προς τους σπινθηριστές.

Στο εσωτερικό του καπακιού και στον στροφέα, παρατηρούμε ότι το χάλκινο λαμάκι αποτελείται από δύο κομμάτια, τα οποία όμως συνδέονται μεταξύ τους με αντίσταση.

Παρατηρώντας τα μέρη διανομής υψηλής τάσεως ενός διανομέα, που είναι κατάλληλος για εξακύλινδρο πολύστροφο κινητήρα, διακρίνουμε στο κέντρο του καπακιού, εκτός από τον κεντρικό και τους περιφερειακούς, ακόμη ένα ακροδέκτη. Αυτός είναι όμοιος με τον κεντρικό και τοποθετείται πολύ κοντά σ' αυτόν. Επίσης ο στροφέας έχει δισκοειδή μορφή, ώστε στον δακτύλιο, που σχηματίζεται, να εφάπτεται η ψήκτρα του πρόσθετου ακροδέκτη.

Ο τύπος αυτός του διανομέα εργάζεται με δύο πολλαπλασιαστές. Όπως εύκολα συμπεραίνουμε, ουσιαστικά πρόκειται για ένα διπλό διανομέα.

Σ' αυτόν διακρίνουμε μιά ακόμη ιδιομορφία. Η περιοχή διανομής υψηλής τάσεως χωρίζεται από τον υπόλοιπο διανομέα με ένα δίσκο από βακελίτη.

Η σειρά με την οποία τακτοποιούνται τα καλώδια υψηλής τάσεως εξαρτάται από την σειρά αναφλέξεως του κινητήρα.

### 3. Ο διακόπτης χαμηλής τάσεως

Ο διακόπτης χαμηλής τάσεως βρίσκεται στην κεντρική περιοχή του διανομέα και μάλιστα στο επάνω μέρος της κυλινδρικής υποδοχής, που σχηματίζει το σώμα.

Αποτελείται από το έκκεντρο, που έχει συνήθως τόσες εγκοπές, όσοι και οι κύλινδροι του κινητήρα και την πλάκα, όπου στηρίζονται οι επαφές (πλατίνες).

Οι επαφές είναι όμοιες με εκείνες του κεφαλαίου των αυτόματων ρυθμιστών. Εδώ όμως η μινητή επαφή μετατοπίζεται μηχανικά από το περιστρεφόμενο έκκεντρο, το οποίο πιέζει ένα κατάλληλο πέλμα. Το πέλμα της κινητής επαφής κατασκευάζεται από μονωτικό υλικό, που παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε τριβή, για να μην φθείρεται εύκολα. Η ακίνητη επαφή είναι βιδωμένη στην πλάκα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπει μικρές μετακινήσεις για την ρύθμιση της αποστάσεως· είναι επίσης γειωμένη. Επάνω στην πλάκα στηρίζεται ακόμη και ένας ακροδέκτης έτσι, ώστε να είναι μονωμένος από αυτήν.

Στον ακροδέκτη αυτόν καταλήγει το ελατήριο, που πιέζει την κινητή επαφή επάνω στο έκκεντρο. Το ελατήριο συνδέει συγχρόνως ηλεκτρικά τον μονωμένο ακροδέκτη με την κινητή επαφή. Ένα μονωτικό δακτυλίδι μονώνει ηλεκτρικά την κινητή επαφή από τον αξονίσκο, στον οποίο στερεώνεται και γύρω από τον οποίο εκτελεί μικρές περιστροφικές κινήσεις.

Ένα άλλο πολύ σημαντικό εξάρτημα του διακόπτη χαμηλής τάσεως είναι ο συμπυκνωτής. Τοποθετείται είτε επάνω στην πλάκα, αν υπάρχει χώρος, είτε εξωτερικά επάνω στο σώμα του διανομέα και συνδέεται παράλληλα με τις επαφές. Ο συμπυκνωτής έχει κυλινδρική μορφή και είναι κατασκευασμένος από δύο μεταλλικές ταινίες μονωμένες με παραφινόχαρτο.

Στον μονωμένο ακροδέκτη καταλήγει επίσης το καλώδιο χαμηλής τάσεως, που ξεκινά από τον ένα από τους δύο ακροδέκτες χαμηλής τάσεως του πολλαπλασιαστή. Ο άλλος ακροδέκτης του πολλαπλασιαστή συνδέεται με το ρεύμα.

Στον διακόπτη χαμηλής τάσεως διακρίνουμε ακόμη ένα κομμάτι από κετσέ, που βρίσκεται σε συνεχή επαφή με το έκκεντρο. Από καιρό σε καιρό λιπαίνουμε

τον κετσέ με λίγες σταγόνες λαδιού, για να αποφύγουμε την πρόωρη φθορά του εκκέντρου.

Παρατηρώντας τον διακόπτη χαμηλής τάσεως στερεωμένο στο σώμα του διανομέα, εδώ, αν και διακρίνουμε δύο ζευγάρια επαφών, αν προσέξουμε καλά, θα διαπιστώσουμε ότι δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά στην μορφή, που έχει το κάθε ζευγάρι, από την πιο πάνω περιγραφή. Ο διακόπτης αυτός ανήκει σε διπλό διανομέα εξακυλίνδρου πολυστρόφου κινητήρα.

#### 4. Ο ρυθμιστής προπορείας

Ο ρυθμιστής προπορείας (αυτόματο αβάνς) διακρίνεται σε δύο τύπους, ανάλογα με τον τρόπο που εργάζεται:

- σε φυγοκεντρικό ρυθμιστή
- σε ρυθμιστή κενού.

Πολλοί διανομείς έχουν μόνο φυγοκεντρικό ρυθμιστή, άλλοι πάλι, και αυτοί είναι οι πιο συνηθισμένοι, έχουν και τους δύο.

Έχει μεγάλη σημασία η στιγμή, κατά την οποία θα γίνει η ανάφλεξη, διότι, αν γίνει πολύ νωρίς ή πολύ αργά, δεν θα πάρουμε το ωφέλιμο έργο που είναι σε θέση να μας δώσει ο κινητήρας. Εκτός όμως από την επίδραση, που έχει στο ωφέλιμο έργο, αν γίνει πολύ νωρίς η ανάφλεξη, υπάρχει πάντα ο φόβος να δημιουργηθεί κρουστική καύση, πράγμα πολύ δυσάρεστο.

Η στιγμή της αναφλέξεως προσδιορίζεται από την γωνία του στροφάλου. Την γωνία αυτή την μετρούμε από το ΑΝΣ και επειδή η ανάφλεξη γίνεται πάντα πριν από το ΑΝΣ, την λέμε *γωνία προπορείας* (αβάνς) ή απλώς προπορεία.

Συνηθισμένες τιμές προπορείας κινητήρων αυτοκινήτων είναι από 10° ως 50° (πάντα πριν από το ΑΝΣ).

Δυστυχώς όμως, η προπορεία δεν πρέπει να έχει σταθερή τιμή.

Για να πάρουμε το μεγαλύτερο ωφέλιμο έργο, χωρίς κρουστική καύση, χρειάζεται κάθε φορά να την μεταβάλλουμε, ανάλογα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα.

Προπορεία		
	Φορτίο 100%	Φορτίο 20%
Στροφές / λεπτό 1.000	12°	35°
Στροφές / λεπτό 3.500	32°	50°

Από τον ανωτέρω πίνακα παρατηρούμε, ότι όταν ο κινητήρας εργάζεται με μικρό φορτίο, μόνο με το 20% της ισχύος του, η προπορεία πρέπει να



μεταβάλλεται καθώς αυξάνουν οι στροφές από  $35^\circ$  σε  $50^\circ$ . Όταν όμως ο κινητήρας εργάζεται σε πλήρες φορτίο, δηλαδή με το 100% της ισχύος του, για την ίδια περιοχή στροφών, η προπορεία πρέπει να γίνεται σημαντικά μικρότερη, δηλαδή  $12^\circ$  μέχρι  $32^\circ$ .

Από το παράδειγμα αυτό βγάζουμε το εξής χρήσιμο συμπέρασμα:

-Η προπορεία πρέπει να αυξάνεται, όσο αυξάνονται οι στροφές.

-Η προπορεία πρέπει να ελαττώνεται, όσο αυξάνεται το φορτίο.

Η αύξηση της προπορείας, όσο αυξάνουν οι στροφές, γίνεται από τον φυγοκεντρικό ρυθμιστή. Η ελάττωση, όσο αυξάνει το φορτίο, γίνεται από τον ρυθμιστή κενού.

α) Ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής αποτελείται από δύο αντίβαρα, που συγκρατούνται μεταξύ τους με δύο ελατήρια. Τα αντίβαρα είναι αρθρωμένα στον φορέα. Όταν περιστρέφεται ο φορέας με μεγάλη ταχύτητα, τα αντίβαρα απομακρύνονται, ενώ τα ελατήρια προσπαθούν να τα επαναφέρουν στην αρχική τους θέση. Τα αντίβαρα επανέρχονται, όταν μειωθούν σημαντικά οι στροφές του φορέα.

Ο φορέας συνδέεται στερεά με τον άξονα κινήσεως του διανομέα, ενώ το επάνω μέρος του άξονα, που περιλαμβάνει το έκκεντρο, είναι διαμορφωμένο σαν δακτυλίδι κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να μπορεί να περιστρέφεται ανεξάρτητα από τον άξονα κινήσεως.

Τα αντίβαρα, όταν πλησιάζουν ή απομακρύνονται, ενεργούν έτσι, ώστε να μεταβάλλεται η θέση του εκκέντρου σχετικά με τον άξονα κινήσεως.

Όταν τα αντίβαρα έχουν απομακρυνθεί, λόγω της μεγάλης ταχύτητας περιστροφής, το έκκεντρο αλλάζει θέση, ως προς τον φορέα ή το ίδιο ως προς τον άξονα· έχει μετακινηθεί κατά την διεύθυνση περιστροφής.

β) Ο ρυθμιστής κενού, αποτελείται από μία φουσσούνα, της οποίας η μεμβράνη πιέζεται από ένα ελατήριο προς την μία πλευρά της. Ο χώρος, στον οποίο βρίσκεται το ελατήριο, συνδέεται, με ένα σωλήνα μικρής διαμέτρου, με τον χώρο του εξαερωτή, πριν από την κεντρική πεταλούδα. Έτσι, όταν η πεταλούδα είναι κλειστή (δεν πατούμε γκάζι), η φουσσούνα βρίσκεται υπό ατμοσφαιρική πίεση.

Αντίθετα, όταν η πεταλούδα είναι τελείως ανοικτή (πατούμε όλο το γκάζι), η φουσσούνα βρίσκεται σε ισχυρή υποπίεση, περίπου 100 ως 400 mm στήλης Hg. Η μεμβράνη συσπειρώνει τότε το ελατήριο και επιδρά, στην πλάκα του διακόπτη χαμηλής τάσεως, την οποία μετατοπίζει σε σχέση με το έκκεντρο.

Όταν η πλάκα βρίσκεται στην αρχική της θέση, η φουσσούνα είναι υπό ατμοσφαιρική πίεση.

#### 4. Λειτουργία της εγκαταστάσεως αναφλέξεως με συσσωρευτή

##### 1. Παραγωγή της υψηλής τάσεως

Στην ηλεκτρική συνδεσμολογία της εγκαταστάσεως ενός τετρακύλινδρου κινητήρα διακρίνουμε δύο βασικά κυκλώματα:

- το κύκλωμα χαμηλής τάσεως
- το κύκλωμα υψηλής τάσεως.

Η αποκατάσταση του κυκλώματος χαμηλής τάσεως γίνεται μόλις κλείσουν οι επαφές του διακόπτη χαμηλής τάσεως. Έτσι, αυξάνει η τάση στα άκρα του τυλίγματος χαμηλής τάσεως του πολλαπλασιαστή και φθάνει τη μέγιστη τιμή, δηλαδή 6 V ή 12 V, ανάλογα με την τάση του συσσωρευτή.

Με το άνοιγμα των επαφών διακόπτεται το κύκλωμα και το ρεύμα πέφτει απότομα στο μηδέν.

Επομένως, καθώς γυρίζει το έκκεντρο, γίνεται διαδοχικά αποκατάσταση και διακοπή ρεύματος του τυλίγματος χαμηλής τάσεως του πολλαπλασιαστή. Έτσι το ρεύμα έχει παλμική μορφή.

Κατά τη διάρκεια της αποκαταστάσεως, το ρεύμα αυξάνεται, ενώ κατά τη στιγμή της διακοπής μηδενίζεται απότομα.

Οι παλμοί μαγνητίζουν και απομαγνητίζουν τον πυρήνα του πολλαπλασιαστή και με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται τάση από επαγωγή στο τύλιγμα υψηλής τάσεως.

##### 2. Ο ρόλος του συμπυκνωτή

Μόλις αρχίσουν να ανοίγουν οι επαφές, καταστρέφεται το μαγνητικό πεδίο του πολλαπλασιαστή.

Η καταστροφή του μαγνητικού πεδίου έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ισχυρού ρεύματος, το οποίο θα δημιουργούσε σπινθήρα ανάμεσα στις επαφές και θα τις κατέστρεφε πολύ σύντομα, αν δεν υπήρχε παράλληλα σ' αυτές ο συμπυκνωτής.

Με αυτόν τον τρόπο το ρεύμα φορτίζει τον συμπυκνωτή, μια και βρίσκει ευκολότερο δρόμο, αντί να υπερπηδήσει το διάκενο του αέρος ανάμεσα στις ανοικτές επαφές.

Η πλευρά του συμπυκνωτή, που δέχθηκε το ρεύμα, φορτίζεται προσωρινώς θετικά, ενώ η άλλη πλευρά του αρνητικά. Τότε στην προσπάθειά του να εξισώσει το δυναμικό και των δυο πλευρών του, εκφορτίζεται μέσα από το τύλιγμα

χαμηλής τάσεως του πολλαπλασιαστή και από τον συσσωρευτή. Το ρεύμα αυτό, που έχει αντίθετη διεύθυνση από εκείνο που τον φόρτισε, βοηθεί στην ταχύτερη καταστροφή του μαγνητικού πεδίου του πολλαπλασιαστή.

Ενδιαφέρον είναι να τονισθεί ότι ο σπινθήρας δημιουργείται στις ακίδες του σπινθηριστή, πριν ακόμη αρχίσει να εκφορτίζεται ο συμπυκνωτής. Κατά τη στιγμή αυτή η τάση του κυκλώματος χαμηλής τάσεως φθάνει τα 200 V ως τα 300 V. Την ίδια στιγμή η υψηλή τάση φθάνει κατά μέγιστο όριο τα 25000 V.

Αν θυμηθούμε τώρα ότι, πριν ανοίξουν οι επαφές, η τάση στα άκρα του τυλίγματος χαμηλής τάσεως ήταν μόνο 6 V, αντιλαμβανόμαστε ευκολότερα πόση σημαντική βοήθεια προσφέρει ο συμπυκνωτής στη δημιουργία μεγαλύτερης υψηλής τάσεως.

Από όσα λοιπόν είπαμε μέχρι τώρα, συμπεραίνουμε ότι ο συμπυκνωτής προσφέρει διπλή υπηρεσία:

α) Εμποδίζει τον σπινθηρισμό των επαφών, με αποτέλεσμα να αυξάνει σημαντικά τη διάρκεια ζωής τους.

β) Διευκολύνει την δημιουργία της υψηλής τάσεως, ώστε όχι μόνο να δημιουργείται σπινθήρας, στους σπινθηριστές, αλλά να είναι και αρκετά δυνατός, για να προκαλέσει ανάφλεξη του μίγματος.

Ο συμπυκνωτής, που χρησιμοποιείται στην εγκατάσταση αναφλέξεως, έχει χωρητικότητα περίπου 0,5 μικροφαράντ.

Συμπυκνωτής με πολύ μεγαλύτερη ή μικρότερη χωρητικότητα δεν εκτελεί τον προορισμό του και έχει σαν αποτέλεσμα να καταστρέφονται οι επαφές. Με βραχυκυκλωμένο ή καταστραμμένο συμπυκνωτή δεν είναι δυνατή η εκκίνηση του κινητήρα.

### 3. Ποιοι παράγοντες επιδρούν στην υψηλή τάση.

Η υψηλή τάση κατά τη λειτουργία του κινητήρα κυμαίνεται από 5000 V ως 25000 V.

Οι παράγοντες που την επηρεάζουν είναι:

- Οι στροφές του κινητήρα
- Η σχέση συμπίεσεως
- Η σύνθεση του καυσίμου μίγματος
- Το διάκενο των σπινθηριστών
- Ο τύπος των σπινθηριστών
- Η κατάσταση των σπινθηριστών
- Η αγωγιμότητα των σπινθηριστών

Εδώ δεν θα εξετάσουμε τον τρόπο, με τον οποίο ο κάθε ένας από αυτούς τους παράγοντες επιδρά στην αύξηση ή ελάττωση της υψηλής τάσεως. Θα περιορισθούμε μόνο να τονίσουμε ότι πολύ σημαντική επίδραση έχει η μεταβολή των στροφών του κινητήρα. Πράγματι σε πολύ μικρό αριθμό στροφών, όπως π.χ. κατά τη στιγμή της εκκινήσεως, η υψηλή τάση είναι μειωμένη και ο σπινθήρας αδύνατος.

Για την ενίσχυση της υψηλής τάσεως, κατά την εκκίνηση, προβλέπεται σε μερικά αυτοκίνητα μια αντίσταση σε σειρά με το κύκλωμα χαμηλής τάσεως. Κατά την εκκίνηση η αντίσταση βραχυκυκλώνεται.

## 5. Έλεγχος και συντήρηση της εγκαταστάσεως αναφλέξεως με συσσωρευτή

### 1. Γενικά

Ο έλεγχος, που πρέπει να γίνεται στην εγκατάσταση αναφλέξεως, είναι από τους πιο σπουδαίους του ηλεκτρικού μέρους του αυτοκινήτου. Γι' αυτό ακριβώς παρακάτω θα μάθουμε πώς γίνεται ο έλεγχος και η συντήρηση για κάθε ένα εξάρτημα χωριστά.

Ευτυχώς όλα τα εξαρτήματα της εγκαταστάσεως αφαιρούνται τόσο εύκολα από το αυτοκίνητο, ώστε να μη μας δυσκολεύει ο επί μέρους έλεγχος. Άλλωστε, όταν όλα τα εξαρτήματα λειτουργούν κανονικά, είναι επόμενο και η όλη εγκατάσταση, αν έχει γίνει η σωστή συνδεσμολογία και ρύθμιση, να λειτουργεί επίσης κανονικά.

### 2. Έλεγχος του πολλαπλασιαστή

Ο πολλαπλασιαστής ελέγχεται με ειδική συσκευή, στην οποία οι συνθήκες εργασίας είναι όμοιες με αυτές που επικρατούν στον κινητήρα, κατά τη λειτουργία του.

Για να πλησιάσουμε περισσότερο προς την πραγματική κατάσταση λειτουργίας, φροντίζουμε η δοκιμή να διαρκέσει τουλάχιστον μισή ώρα, διότι πολλά ελαττώματα του πολλαπλασιαστή εμφανίζονται αφού θερμανθεί αρκετά.

Με τον έλεγχο διαπιστώνουμε αν παράγει ή όχι σε βαθμό ικανοποιητικό υψηλή τάση.

Συσκευή ελέγχου του πολλαπλασιαστή: Στο εσωτερικό της συσκευής υπάρχει ένας ηλεκτροκινητήρας, ο οποίος περιστρέφει το έκκεντρο ενός διακόπτη χαμηλής τάσεως, όπως είναι αυτός που γνωρίσαμε στον διανομέα.

Από το γυάλινο κάλυμμα παρατηρούμε την λειτουργία των επαφών του διακόπτη. Επίσης στο αμπερόμετρο της συσκευής παρακολουθούμε την ένταση του ρεύματος χαμηλής τάσεως.

Στο δεξιό μέρος διακρίνουμε τον ροοστάτη της συσκευής. Αυτός έχει σαν προορισμό την ρύθμιση του ρεύματος χαμηλής τάσεως, ώστε ο έλεγχος να γίνεται με το ρεύμα που ορίζει ο κατασκευαστής του πολλαπλασιαστή.

Στο επάνω άκρο παρατηρούμε τοποθετημένες σε μονωμένη βάση τρεις ακίδες. Εκεί προκαλείται ο σπινθήρας και φυσικά αυτός αποτελεί το κριτήριο της καλής λειτουργίας του πολλαπλασιαστή. Οι ακίδες αυτές λέγονται ελεύθερες ακίδες και λειτουργούν υπό συνήθη ατομοσφαιρική πίεση.

Σημασία για τον έλεγχο έχουν μόνο οι δύο αντικριστές ακίδες, τις οποίες ρυθμίζουμε όπως ορίζει ο κατασκευαστής.

Η ακίδα που είναι τοποθετημένη πλάγια, λέγεται ακίδα ιονισμού και τοποθετείται πολύ κοντά στην μονωμένη ακίδα. Η απόσταση είναι 0,5 ως 1 mm.

Πριν ακόμη εμφανισθεί υψηλή τάση στις αντικριστές ακίδες, δημιουργούνται μικροί σπινθηρισμοί ανάμεσα στην ακίδα ιονισμού και στην μονωμένη ακίδα. Έτσι ιονίζεται ο αέρας και γίνεται αγωγίμος στην περιοχή όπου πρόκειται να δημιουργηθεί ο σπινθήρας ελέγχου.

Η συσκευή συνδέεται με συσσωρευτή 12V.

Ο πολλαπλασιαστής συνδεσμολογείται.

Για τον έλεγχο μας χρειάζονται δύο τιμές:

α) Η ένταση του ρεύματος χαμηλής τάσεως ή η αντίσταση, που πρέπει να παρεμβάλουμε με την βοήθεια του ροοστάτη στο κύκλωμα χαμηλής τάσεως και β) το διάκενο των ακίδων ελέγχου.

Οι τιμές αυτές, αν δεν περιέχονται στον πίνακα, που έχει η συσκευή για κάθε τύπο πολλαπλασιαστή, θα πρέπει να αναζητηθούν στις τεχνικές οδηγίες του κατασκευαστή του πολλαπλασιαστή.

Όταν η συσκευή λειτουργήσει, πρέπει οι σπινθήρες ανάμεσα στις ακίδες ελέγχου να προκαλούνται κανονικά, χωρίς διακοπές. Συγχρόνως πρέπει το αμπερόμετρο να μας δίνει την προβλεπόμενη τιμή του ρεύματος χαμηλής τάσεως.

Ο πολλαπλασιαστής, στην περίπτωση που οι σπινθήρες εμφανίζουν άτακτες διακοπές ή δεν εμφανίζονται καθόλου, είναι άχρηστος και πρέπει να αντικατασταθεί.

### 3. Πως ελέγχεται το καπάκι του διανομέα

Το καπάκι του διανομέα είναι κατασκευασμένο από βακελίτη και παρέχει τέλεια μόνωση προς την υψηλή τάση. Παρόλ' αυτά, μικρές εσωτερικές ρωγμές ή ακαθαρσίες βραχυκυκλώνουν εύκολα την υψηλή τάση, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται διαρροές και η εγκατάσταση να μην εργάζεται κανονικά.

Ο έλεγχος για διαρροή γίνεται με την ίδια συσκευή, με την οποία ελέγχεται και ο πολλαπλασιαστής.

Την συσκευή συνοδεύουν δύο καλώδια με ισχυρή μόνωση, η οποία είναι κατάλληλη για υψηλή τάση. Τα καλώδια συνδεσμολογούνται στην βάση των ακίδων ελέγχου. Τα ελεύθερα άκρα τους τα χρησιμοποιούμε, για να ελέγχξουμε την μόνωση ανάμεσα στα μεταλλικά μέρη.

Οι ακίδες ελέγχου ρυθμίζονται έτσι, ώστε να απέχουν επίσης 12 ως 15 mm.

Για τον έλεγχο χρειάζεται ένας πολλαπλασιαστής συνδεσμολογημένος.

Το καπάκι παρουσιάζει καλή μόνωση, όταν οι επαφές ελέγχου σπινθηρίζουν κανονικά. Αν σπινθηρίζουν άτακτα ή δεν σπινθηρίζουν καθόλου, πρέπει να καθαρίσουμε το κάλυμμα καλά και να το εξετάσουμε προσεκτικά.

Σε περίπτωση που θα διαπιστώσουμε ρωγμή σ' αυτό, πρέπει να το αντικαταστήσουμε.

### 4. Έλεγχος του συμπυκνωτή

Ο έλεγχος του συμπυκνωτή έχει σκοπό να ανιχνεύσει μήπως υπάρχει κάποια διαρροή ή διακοπή.

Για τον πλήρη έλεγχο του συμπυκνωτή υπάρχουν πολλές συσκευές, που μετρούν ακόμη την αντίσταση μονώσεως και την χωρητικότητά του. Οι συσκευές όμως αυτές είναι λεπτά όργανα και τόσο ακριβά, που δε συμφέρει να τις έχουμε στο ηλεκτροτεχνείο. Άλλωστε, στην περίπτωση που εξετάζουμε, ένας χονδρικός έλεγχος διαρροής και διακοπής είναι αρκετός.

Πολύ συχνά χρησιμοποιούμε μία ενδεικτική λυχνία και έναν ανορθωτή.

Συνδεσμολογούμε τον συμπυκνωτή. Η λυχνία φωτίζεται μόνο για μία στιγμή, δηλαδή μόλις μπει ο συμπυκνωτής στο κύκλωμα. Αυτό οφείλεται στο ρεύμα φορτίσεως. Αν δεν φωτισθεί η λυχνία καθόλου, τότε υπάρχει διακοπή.

Για τον έλεγχο διαρροής χρειάζεται να μπει ο συμπυκνωτής ακόμη μία φορά στο κύκλωμα μετά από 30 δευτερόλεπτα. Αν αυτή τη φορά η λυχνία δεν φωτισθεί, τούτο σημαίνει ότι συγκρατεί το ηλεκτρικό του φορτίο. Επομένως, η μόνωσή του είναι σε καλή κατάσταση.

Εδώ θα πρέπει να προσέξουμε, ώστε η θερμοκρασία του συμπακνωτή να είναι περίπου  $+20^{\circ}\text{C}$ . Σε μεγαλύτερη θερμοκρασία συγκρατεί λιγότερο χρόνο το φορτίο του. Το ίδιο συμβαίνει και όταν η τάση ελέγχου είναι μεγαλύτερη από 220V.

Ηλεκτρική συνδεσμολογία του δοκιμαστή συμπακνωτών: τα διάφορα στοιχεία του και οι προστατευτικές αντιστάσεις είναι έτσι συνδεσμολογημένα, ώστε το ρεύμα να μην ξεπερνά τα 2 mA. Οι διακόπτες Δα και Δβ είναι πιεστικοί και βρίσκονται στις λαβές του δοκιμαστή. Ο συμπακνωτής συνδεσμολογείται στις ακίδες του.

Πιέζοντας τον διακόπτη Δβ, έχουμε συνεχή τάση, με την οποία κάνουμε τον έλεγχο διαρροής και διακοπής.

Πιέζοντας και τους δύο διακόπτες βραχυκυκλώνεται ο ανορθωτής. Έτσι έχουμε εναλλασσόμενη τάση. Επειδή, όπως γνωρίζουμε από την ηλεκτροτεχνία, ο πυκνωτής δεν προκαλεί διακοπή στο εναλλασσόμενο ρεύμα, η ενδεικτική λυχνία Λ πρέπει να ανάβει συνεχώς. Μ' αυτόν τον τρόπο γίνεται πιο σίγουρα ο έλεγχος διακοπής.

## 5. Έλεγχος και συντήρηση του διακόπτη χαμηλής τάσεως

Το βασικότερο, αλλά και το πιο ευαίσθητο εξάρτημα του διακόπτη χαμηλής τάσεως, είναι οι επαφές.

Αν σκεφτούμε ότι, σε εξακύλινδρο τετράχρονο κινητήρα και σε διάστημα μιάς ώρας μόνον εργασίας, οι επαφές ανοίγουν και κλείνουν περίπου 700.000 φορές, μπορούμε να αντιληφθούμε καλύτερα, γιατί είναι τόσο ευαίσθητες. Η κυριότερη βλάβη τους είναι η δημιουργία κρατήρων (κρατήρας = κοίλωμα).

Οι κρατήρες οφείλονται στην απόσπαση υλικού από την θετική επαφή. Το υλικό αυτό, με την ροή των ηλεκτρονίων, συγκεντρώνεται στην αρνητική επαφή, όπου δημιουργεί ένα εξόγκωμα.

Πολλές φορές πάλι, εξ' αιτίας κακής εκλογής της χωρητικότητας του συμπακνωτή, συμβαίνει το αντίστροφο.

Παλαιότερα, το πιο συνηθισμένο μέταλλο, με αντοχή σε μεγάλη θερμοκρασία και επομένως κατάλληλο για επαφές, ήταν η πλατίνα, γι' αυτό και οι επαφές συνηθίζεται να λέγονται και πλατίνες.

Σήμερα παι χρησιμοποιούνται καρβίδια του βολφραμίου, δηλαδή υλικά που αντέχουν σε θερμοκρασία μέχρι  $3.500^{\circ}\text{C}$ .

Είναι αυτονόητο ότι, με υλικά τόσο μεγάλης θερμικής αντοχής, αυξάνει η διάρκεια ζωής των επαφών.

Επαφές με κρατήρες, που καλύπτουν περισσότερο από την μισή επιφάνειά τους, πρέπει να αντικαθίστανται. Είναι σφάλμα και τις περισσότερες φορές αντιοικονομικό, να φροντίσουμε να τις επισκευάσουμε. Η δαπάνη αντικαταστάσεως είναι τόσο μικρή, σε σχέση με την ωφέλεια που έχουμε από ένα ζευγάρι νέων επαφών, ώστε δε συμφέρει η επισκευή τους.

Όταν τοποθετούμε νέες επαφές, πρέπει να προσέχουμε ώστε να εφάπτονται με όλη τους την επιφάνεια. Αν διαπιστώσουμε ότι εφάπτονται μονόπλευρα, διορθώνουμε την θέση της σταθερής επαφής. Αν πάλι δεν εφάπτονται κανονικά, χρησιμοποιούμε ένα ειδικό εργαλείο με το οποίο κάμπουμε την κινητή ή την ακίνητη επαφή.

Το ελατήριο, που πιέζει την κινητή επαφή επάνω στο έκκεντρο, πρέπει να μην είναι ξεπυρωμένο ή οξειδωμένο. Επίσης δεν πρέπει να έχει πουθενά ίχνη κάμψεως. Έτσι πιέζει την επαφή, με την δύναμη που χρειάζεται, επάνω στο έκκεντρο.

Όταν οι επαφές είναι ανοικτές, το πέλμα της κινητής επαφής πρέπει να εφάπτεται στο έκκεντρο. Πολλές φορές όμως συμβαίνει να έχει εξασθενήσει το ελατήριό της. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην πιέζεται το πέλμα της καλά επάνω στο έκκεντρο, οπότε ο κινητήρας εργάζεται άτακτα.

Ελέγχουμε την καλή κατάσταση του ελατηρίου με ένα κανταράκι. Αν η δύναμη που μετρούμε είναι περίπου 600 gr, τότε είναι ικανοποιητική.

Την περιοχή γενικά του διακόπτη χαμηλής τάσεως φροντίζουμε να την διατηρούμε καθαρή. Σκόνες, λάδια ή ακαθαρσίες διάφορες όχι μόνο μειώνουν την διάρκεια ζωής των επαφών, αλλά έχουν σαν αποτέλεσμα ο κινητήρας να λειτουργεί ελαττωματικά. Για το καθάρισμα, ιδιαίτερα της περιοχής των επαφών, χρησιμοποιούμε πεπιεσμένο αέρα.

## 6. Έλεγχος της μηχανικής καταστάσεως του διανομέα

Ο διανομέας έχει πολλά κινούμενα μέρη. Είναι αυτονόητο λοιπόν ότι η ακρίβεια λειτουργίας εξαρτάται από την καλή μηχανική κατάσταση των μερών αυτών.

Αν π.χ. το δακτυλίδι του άξονα είναι πολύ φθαρμένο και παρουσιάζει μεγάλη ανοχή, τότε το έκκεντρο παίρνει τυχαίες θέσεις κατά την διάρκεια της περιστροφής του. Οι επαφές ανοίγουν άλλοτε νωρίτερα και άλλοτε αργότερα, με αποτέλεσμα η λειτουργία του κινητήρα να είναι άρρυθμη.

Με μία πρώτη επιθεώρηση πρέπει να προσέξουμε ώστε:

- Η ανοχή του άξονα μεταδόσεως της κινήσεως (ανοχή αξονική), να είναι 0,05



— 0,2mm. Αυτό ελέγχεται με φύλλερ.

- Η ανοχή του δακτυλιδιού του άξονα να είναι τόσο μικρή, ώστε να μη την αντιλαμβανόμαστε κινώντας τον άξονα με το χέρι.

- Το έκκεντρο να μην έχει γραμμές ή άλλα ίχνη φθοράς.

- Ο λιπαντής του άξονα να έχει αρκετό γράσσο.

- Όλες οι τσιμούχες λιπάνσεως να είναι στην θέση τους και ποτισμένες με λάδι.

- Τα κλείστρα να σφίγγουν το καπάκι ικανοποιητικά.

Πιο σοβαρός έλεγχος της μηχανικής καταστάσεως γίνεται έμμεσα, με την διαπίστωση της σωστής ηλεκτρικής λειτουργίας· για τον σκοπό αυτόν χρησιμοποιούμε ειδική συσκευή ρυθμίσεως του διανομέα στο ηλεκτροτεχνείο.

## 6. Ρύθμιση της εγκαταστάσεως αναφλέξεως

### 1. Η γωνία ηρεμίας των επαφών

Διακόπτης χαμηλής τάσεως τετρακύλινδρου βενζινοκινητήρα: το έκκεντρο έχει 4 πλευρές και περιστρέφεται κατά μία ολόκληρη στροφή σε κάθε κύκλο λειτουργίας του κινητήρα. Οι επαφές ανοιγοκλείνουν 4 φορές.

Έτσι, για να ανοίξουν και να κλείσουν μόνο μία φορά, χρειάζεται να περιστραφεί το έκκεντρο κατά  $360^\circ : 4 = 90^\circ$ .

Την γωνία αυτή των  $90^\circ$  της περιστροφής του εκκέντρου, όπου οι επαφές ανοίγουν και κλείνουν μία φορά, την λέμε γωνία διανομής.

Από τις  $90^\circ$  οι  $55^\circ$  αντιστοιχούν σε επαφές κλειστές και οι  $35^\circ$  σε επαφές ανοικτές.

Την γωνία των  $55^\circ$  της περιστροφής του εκκέντρου, όπου οι επαφές είναι κλειστές, την λέμε γωνία ηρεμίας των επαφών ή απλούστερα γωνία ηρεμίας μόνο.

Η γωνία ηρεμίας είναι ένα πολύ βασικό μέγεθος για την ρύθμιση του διακόπτη χαμηλής τάσεως και μας δίνει πολύ μεγάλη ακρίβεια ρυθμίσεως. Η γωνία αυτή, επηρεάζεται από το διάκενο των επαφών, διότι:

- Μεγαλύτερο διάκενο, σημαίνει μικρότερη γωνία ηρεμίας.

- Μικρότερο διάκενο, σημαίνει μεγαλύτερη γωνία ηρεμίας.

Η ρύθμιση όμως του διακόπτη χαμηλής τάσεως από το διάκενο των επαφών, δεν μας δίνει όση ακρίβεια χρειάζεται. Η ρύθμιση με το φύλλερ ή με το μικρόμετρο, γίνεται πολύ πιο απλά· γι'αυτό συνηθίζεται πάρα πολύ στα ηλεκτροτεχνεία. Πρέπει όμως να γνωρίζουμε ότι με τον τρόπο αυτό κάνουμε μόνο χονδρική ρύθμιση.

Η λεπτομερής ρύθμιση γίνεται με την συσκευή μετρήσεως της γωνίας ηρεμίας.

Η συσκευή συνδεσμολογείται παράλληλα προς τον πολλαπλασιαστή. Η κλίμακά της είναι βαθμολογημένη σε ποσοστά. Έτσι, με κλειστές επαφές η βελόνα δείχνει 100%. Με ανοικτές επαφές δείχνει 0%.

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί με 1.000 περίπου στροφές στο λεπτό, έστω ότι η βελόνα ταλαντεύεται γύρω από ένα ποσοστό  $\varepsilon$  %.

Την γωνία ηρεμίας σε μοίρες την υπολογίζουμε με βάση το ποσοστό αυτό, από τον τύπο:

$$\text{γωνία ηρεμίας} = \frac{3,6}{\text{αριθμός κυλίνδρων}} \times \varepsilon \%$$

Αν π.χ. μετρήσαμε ποσοστό 60% και ο κινητήρας μας είναι 4 – κύλινδρος, υπολογίζουμε με τον παραπάνω τύπο:

$$\text{γωνία ηρεμίας} = \frac{3,6}{4} \times 60 = 54^\circ$$

Η γωνία ηρεμίας ρυθμίζεται συνήθως:

- για 4 – κύλινδρους κινητήρες από  $50^\circ$  ως  $55^\circ$
- για 6 – κύλινδρους κινητήρες από  $35^\circ$  ως  $41^\circ$
- για 8 – κύλινδρους κινητήρες από  $33^\circ$  ως  $37^\circ$ .

Όταν ρυθμίζουμε την γωνία ηρεμίας, θα πρέπει να προσέξουμε μήπως, αυξάνοντας τις στροφές του κινητήρα, μέχρι τις μισές από τις μέγιστες στροφές του, το ποσοστό που δείχνει η συσκευή μεταβάλλεται περισσότερο από + 4%. Μεγαλύτερη μεταβολή σημαίνει ότι το δακτυλίδι του άξονα έχει φθαρεί. Ο διανομέας, επομένως, πρέπει να επισκευασθεί.

Μετά την ρύθμιση της γωνίας ηρεμίας, πρέπει να γίνει έλεγχος του διακένου των επαφών. Αν το διάκενο είναι μικρότερο από 0,25 mm, το έκκεντρο έχει υποστεί έντονη φθορά και πρέπει να αντικατασταθεί.

Αν κατά την ρύθμιση η βελόνα της συσκευής αλλάζει συνεχώς θέσεις και τρέμει έντονα, τότε οι επαφές είναι καμένες και πρέπει να αντικατασταθούν.

Η ρύθμιση της γωνίας ηρεμίας στους διπλούς διανομείς, δηλαδή διανομείς με δύο ζευγάρια επαφών, δεν γίνεται με τη συσκευή που περιγράψαμε. Συναρμολογημένοι αυτοί επάνω στον κινητήρα ρυθμίζονται με το μοιρογνωμόνιο.

Στο ηλεκτροτεχνείο η ρύθμιση αυτή γίνεται στο δοκιμαστήριο του διανομέα. Κάθε φορά όμως η ρύθμιση είναι υποχρεωτικό να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του διανομέα.

## 2. Χρόνισμα του κινητήρα

Λέγοντας χρόνισμα του κινητήρα, εννοούμε την τοποθέτηση του διανομέα στη σωστή θέση και την κανονική τακτοποίηση των καλωδίων υψηλής τάσεως.

Αν έχουμε αφαιρέσει λοιπόν τον διανομέα από τον κινητήρα για έναν οποιοδήποτε λόγο, θα πρέπει, όταν τον τοποθετήσουμε πάλι, να χρονίσουμε τον κινητήρα, κάνοντας τις εξής ενέργειες:

-Φέρνουμε το πρώτο έμβολο στο ΑΝΣ. Συνήθως οι κινητήρες έχουν κάποιο σημάδι ή στον σφόνδυλο ή στην τροχαλία του στροφάλου. Το σημάδι αυτό μας δείχνει ότι πράγματι το πρώτο έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ.

Αν ο κινητήρας δεν έχει κανένα ενδεικτικό σημείο, τότε χρησιμοποιούμε ένα μικρόμετρο ή κάποιο άλλο ανάλογο εργαλείο.

-Συνδέουμε με τον σπινθηριστή του πρώτου κυλίνδρου το καλώδιο υψηλής τάσεως, μπροστά στον ακροδέκτη, όπου βρίσκεται ο στροφέας.

-Στρέφουμε τον κινητήρα κατά την φορά περιστροφής του και παρακολουθούμε πως στρέφεται ο στροφέας. Έτσι μπορούμε να αριθμήσουμε τους περιφερειακούς ακροδέκτες κατά την φορά περιστροφής του στροφέα.

-Συνδέουμε τα υπόλοιπα καλώδια υψηλής τάσεως, ανάλογα με την σειρά αναφλέξεως του κινητήρα. Αν π.χ. ο κινητήρας είναι 4 – κύλινδρος με σειρά αναφλέξεως 1 - 3 - 4 - 2, τότε συνδέουμε τον 1ο περιφερειακό ακροδέκτη με τον σπινθηριστή του 1ου κυλίνδρου, τον 2ο περιφερειακό ακροδέκτη με τον σπινθηριστή του 3ου κυλίνδρου, τον 3ο περιφερειακό ακροδέκτη με τον σπινθηριστή του 4ου κυλίνδρου, τον 4ο περιφερειακό ακροδέκτη με τον σπινθηριστή του 2ου κυλίνδρου.

Η σειρά αναφλέξεως του κινητήρα είναι γραμμένη συχνά στην κεφαλή ή στον κύλινδρο. Συνήθως είναι:

για 4 – κύλινδρο κινητήρα, τετράχρονο: 1 - 3 - 4 - 2 ή 1 - 2 - 4 - 3,

για 6 – κύλινδρο κινητήρα, τετράχρονο: 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4 ή 1 - 3 - 5 - 6 - 4 - 2 ή 1 - 4 - 2 - 6 - 3 - 5 ή 1 - 5 - 2 - 6 - 3 - 4.

## 3. Τακτοποίηση της προπορείας

Για την τακτοποίηση της προπορείας, χρησιμοποιούμε το στροβοσκόπιο. Το στροβοσκόπιο είναι ένα φορητό όργανο, που αποτελείται βασικά από μιά λυχνία· την φωτεινή δέσμη της λυχνίας αυτής την κατευθύνουμε στα σημάδια, που χρησιμοποιούμε για το χρόνισμα.

Η λυχνία συνδέεται είτε με τον συσσωρευτή είτε σε δίκτυο 220 V. Φωτίζεται, όμως, μόνο όταν το όργανο τροφοδοτηθεί με υψηλή τάση. Γι' αυτόν τον σκοπό υπάρχει ένα καλώδιο υψηλής τάσεως, το οποίο συνδέουμε με τον σπινθηριστή του πρώτου κυλίνδρου.

Όταν λειτουργεί ο κινητήρας, τότε τα σημάδια, κάθε φορά που γίνεται ανάφλεξη στον πρώτο κύλινδρο, φωτίζονται στιγμιαία. Έτσι τα σημάδια μοιάζουν να είναι ακίνητα.

Ο διανομέας έχει την δυνατότητα να μετακινηθεί περίπου  $15^\circ - 20^\circ$  γύρω από την βάση του, κατά την φορά της περιστροφής του ή κατά την αντίθετη φορά.

Μετακινώντας τον διανομέα αντίθετα από την φορά περιστροφής του, παρακολουθούμε με το στροβοσκόπιο ότι το κινητό σημάδι καθυστερεί σχετικά προς το ακίνητο.

Συνήθως δεξιά και αριστερά από το κινητό ή το ακίνητο σημάδι υπάρχει μιά κλίμακα βαθμολογημένη σε μοίρες. Έτσι μπορούμε εύκολα να διαβάσουμε πόσες μοίρες καθυστερεί το κινητό σημάδι. Η γωνία που διαβάζουμε είναι η προπορεία του κινητήρα.

Μετακινώντας, λοιπόν, τον διανομέα γύρω από την βάση του επιτυγχάνουμε την προπορεία, που ορίζει ο κατασκευαστής.

Η ρύθμιση αυτή γίνεται στις χαμηλότερες δυνατές στροφές του κινητήρα.

Αφού τώρα επιτύχουμε την ρύθμιση, σφίγγουμε καλά τον διανομέα στην βάση του.

Με το στροβοσκόπιο γίνεται επίσης χονδρικός έλεγχος της λειτουργίας των ρυθμιστών προπορείας του διανομέα. Δίνοντας στον κινητήρα τις μέγιστες στροφές του, πρέπει η προπορεία να αυξάνει.

Χωριστός έλεγχος του φυγοκεντρικού ρυθμιστή γίνεται, αφού προηγουμένως ξεβιδωθεί το σωληνάκι υποπίεσεως του ρυθμιστή κενού. Όταν βιδωθεί πάλι, η προπορεία πρέπει να γίνεται μικρότερη. Έτσι έχουμε ένδειξη ότι και ο ρυθμιστής κενού εργάζεται.

Ο πλήρης έλεγχος του ρυθμιστή κενού γίνεται με μανόμετρο υποπίεσεως.

## 7. Ρύθμιση του διανομέα στο ηλεκτροτεχνείο

Η ρύθμιση του διανομέα στο ηλεκτροτεχνείο γίνεται σε δοκιμαστήριο.

Ταυτόχρονα με την ρύθμιση γίνεται και ο έλεγχος της καλής λειτουργίας των διαφόρων εξαρτημάτων του διανομέα.

Για κάθε τύπο δοκιμαστηρίου ο τρόπος με τον οποίο γίνεται κάθε φορά η δοκιμή είναι διαφορετικός. Ο κατασκευαστής του δοκιμαστηρίου δίνει πάντα οδηγίες δοκιμής, τις οποίες πρέπει να συμβουλευόμαστε.

Όλοι όμως οι τύποι δοκιμαστηρίων έχουν την δυνατότητα να πραγματοποιήσουν:

-Έλεγχο και ρύθμιση της γωνίας ηρεμίας.

-Έλεγχο της κανονικής διαδοχικής σειράς των σπινθήρων όλων των σπινθηριστών.

-Έλεγχο και ρύθμιση του ρυθμιστή προπορείας, σχετικά με τις στροφές και το κενό (του κινητήρα).

-Έλεγχο της υψηλής τάσεως (μετριέται από την απόσταση των ελευθέρων ακίδων).

-Έλεγχο της υψηλής τάσεως σε χαμηλό αριθμό στροφών, όπως κατά την εκκίνηση του κινητήρα.

-Έλεγχο του διανομέα σε μέγιστο αριθμό στροφών.

-Έλεγχο μονώσεως του καλύμματος και του στροφέα.

-Δοκιμή συνεχούς λειτουργίας.

## 8. Το μειονέκτημα του διακόπτη χαμηλής τάσεως

Η εγκατάσταση αναφλέξεως λειτουργεί ικανοποιητικά, όταν παρέχει κατά μέγιστο όριο μέχρι 400 σπινθήρες ανά δευτερόλεπτο. Αυτό σημαίνει ότι ένας οκτακύλινδρος κινητήρας εργάζεται ικανοποιητικά μέχρι τις 6.000 στροφές στο λεπτό.

Οι επαφές σε πολύ μεγάλο αριθμό στροφών δεν προλαβαίνουν να κλείσουν. Η γωνία ηρεμίας ελαττώνεται τόσο πολύ, ώστε δεν προλαβαίνει να γίνει αποκατάσταση του κυκλώματος χαμηλής τάσεως, με αποτέλεσμα η υψηλή τάση να πέφτει αρκετά και επομένως η ανάφλεξη να γίνεται ελαττωματική.

Για την εξουδετέρωση του μειονεκτήματος αυτού κατασκευάζονται διπλοί διανομείς ή ακόμη και πολλαπλοί, οι οποίοι είναι κατάλληλοι για πολυκύλινδρους κινητήρες, που εργάζονται με μεγάλο αριθμό στροφών.

## 9. Ηλεκτρονικός διακόπτης χαμηλής τάσεως

Το εργοστάσιο Lucas αντικατέστησε τον μηχανικό διακόπτη χαμηλής τάσεως, που παρουσιάζει το μειονέκτημα να θέτει όριο στις στροφές του κινητήρα, με ηλεκτρονικό διακόπτη. Ο ηλεκτρονικός διακόπτης λειτουργεί με τρανζίστορ και

εργάζεται ικανοποιητικά, παρέχοντας μέχρι 1.000 σπινθήρες ανά δευτερόλεπτο. Ο αριθμός αυτός αντιστοιχεί σε 15.000 στροφές ανά λεπτό ενός οκτακύλινδρου τετράχρονου κινητήρα.

Η υψηλή τάση που παράγεται είναι 23.000 V, αταθερή σε όλη την περιοχή των στροφών. Έτσι, δεν υπάρχει ηλεκτρικό όριο των στροφών.

Η διανομή της υψηλής τάσεως στον ηλεκτρονικό διακόπτη γίνεται όπως ακριβώς σε ένα συνηθισμένο διανομέα.

Συγκρίνοντας την υψηλή τάση, που παρέχεται από εγκατάσταση με ηλεκτρονικό διακόπτη, με εκείνη μιάς συνηθισμένης εγκαταστάσεως με μηχανικό διακόπτη, παρατηρούμε πως μετά από τους 150 σπινθήρες ανά δευτερόλεπτο, η υψηλή τάση σε εγκατάσταση με μηχανικό διακόπτη πέφτει πολύ απότομα. Πρακτικά, μιά μικρότερη τάση από 13.000 V, δηλαδή για περισσότερους από 400 σπινθήρες ανά δευτερόλεπτο, η λειτουργία του κινητήρα γίνεται προβληματική. Αντίθετα, σε εγκατάσταση με ηλεκτρονικό διακόπτη η υψηλή τάση δεν μεταβάλλεται.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ηλεκτρικό σύστημα αυτοκινητου

ΦΙΛΙΠΠΑ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ