

# **«Συντήρηση, επισκευή και επιτήρηση Λειτουργίας Ηλεκτρικών Μηχανών»**



**Αντώνιος Γ. Κλαδάς**

**Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο**

**Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ**

**Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος**

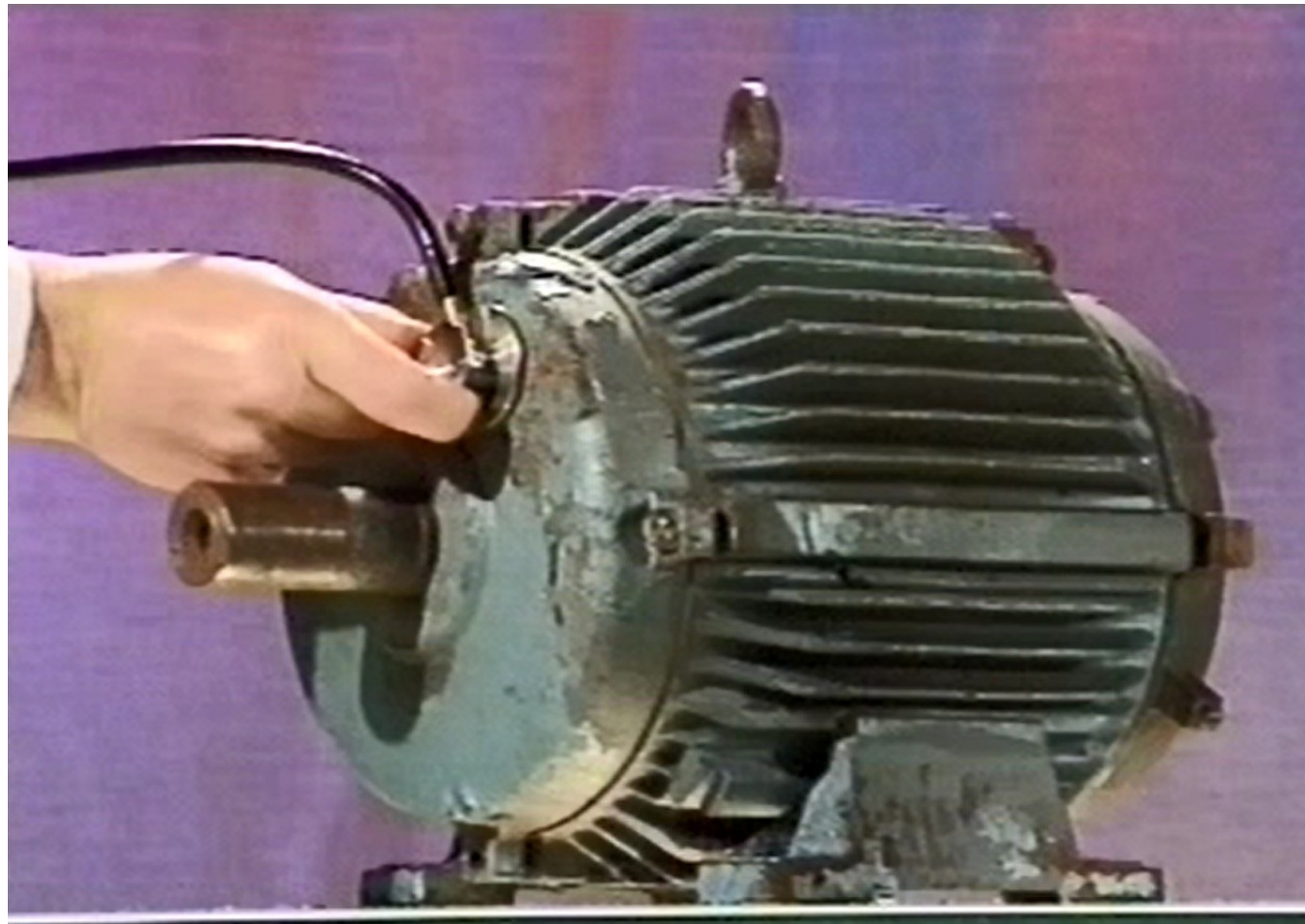
**Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μηχανών και Ηλεκτρονικών Ισχύος**

**Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου**

**Τηλ. 210-7723765, Fax: 210-7722336, e-mail: [kladasel@central.ntua.gr](mailto:kladasel@central.ntua.gr)**

# Συντήρηση, επισκευή και επιτήρηση λειτουργίας Ηλεκτρικών Μηχανών

- Προληπτική **συντήρηση** και πρόγνωση βλάβης
- Διάγνωση σφάλματος και **επισκευή**
- Συστήματα **επιτήρησης** και διαχείρισης λειτουργίας για προγραμματισμό συντήρησης και επέκταση ζωής



# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

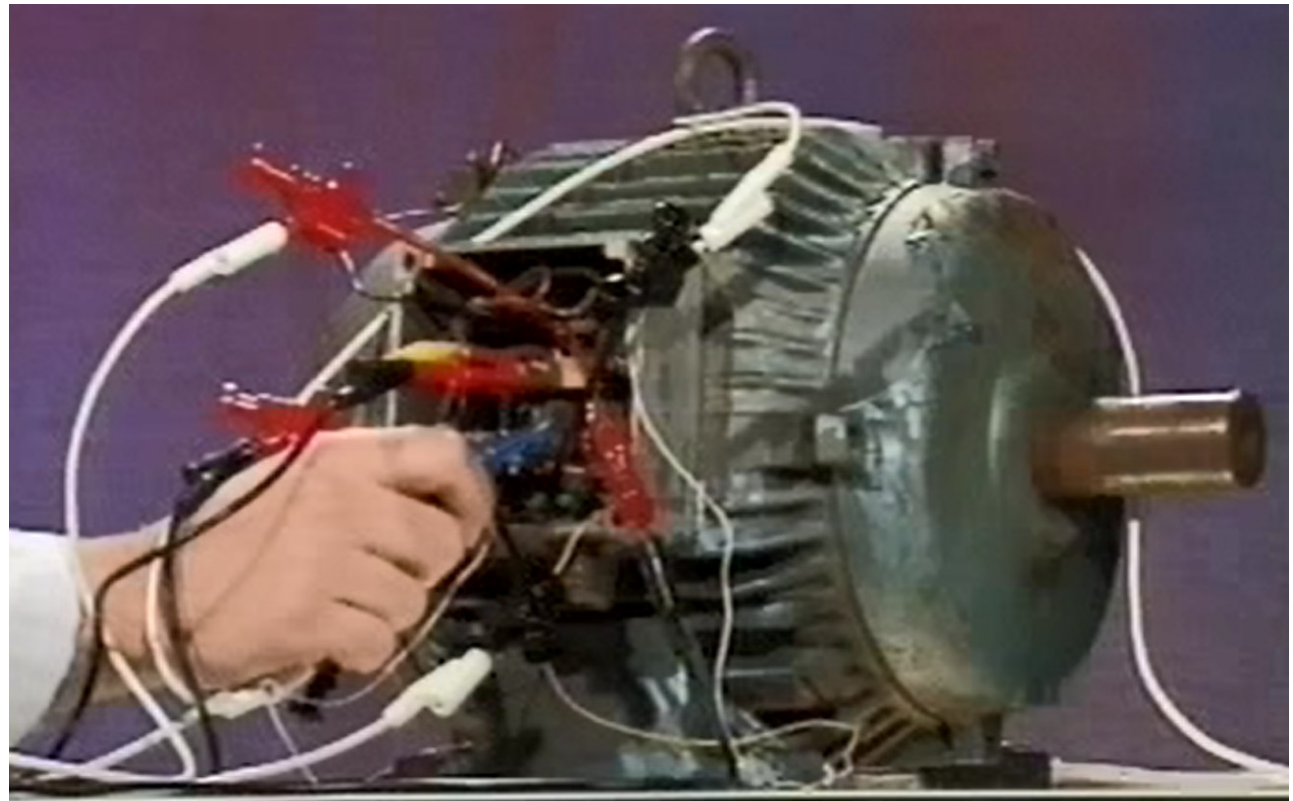
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

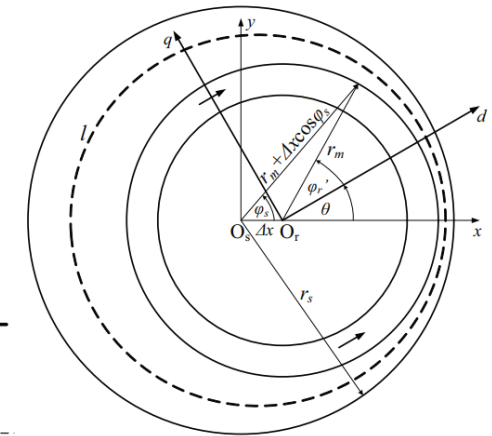
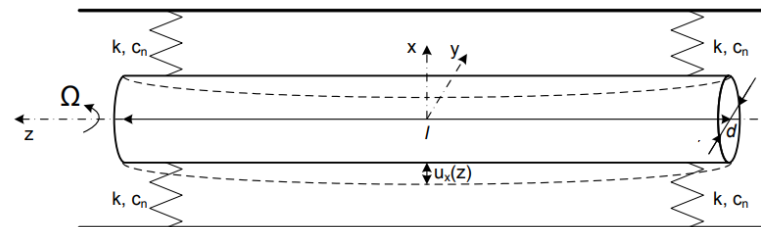
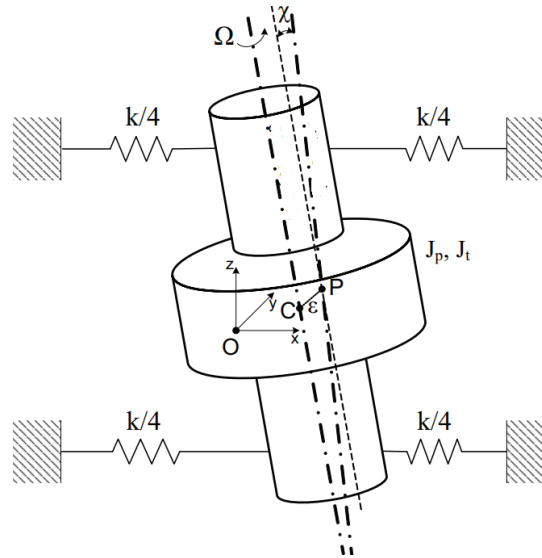
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Εκκεντρότητα άξονα και πρόκληση στρεπτικών και καμπτικών ταλαντώσεων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

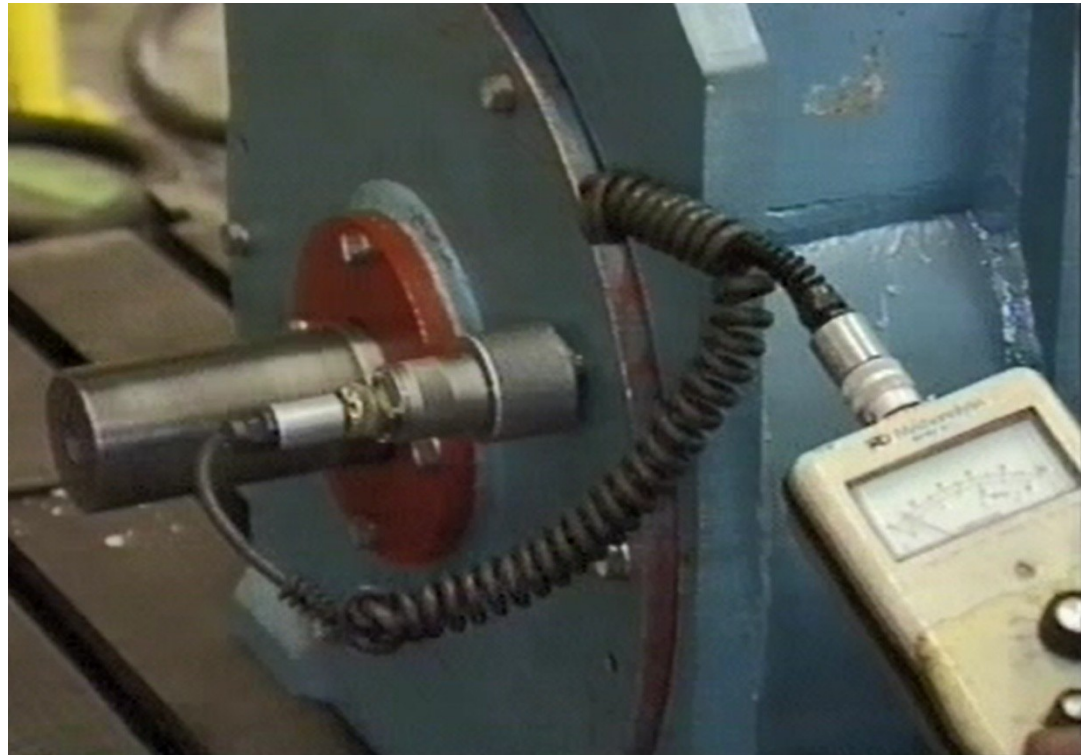
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μετρήσεις συχνότητας ταλαντώσεων με επιταχυνσιόμετρο για έλεγχο ρουλεμάν και ενδεχόμενη αντικατάσταση

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μετρήσεις κραδασμών με μέτρηση ακριβείας θέσης για έλεγχο εκκεντρότητας άξονα

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

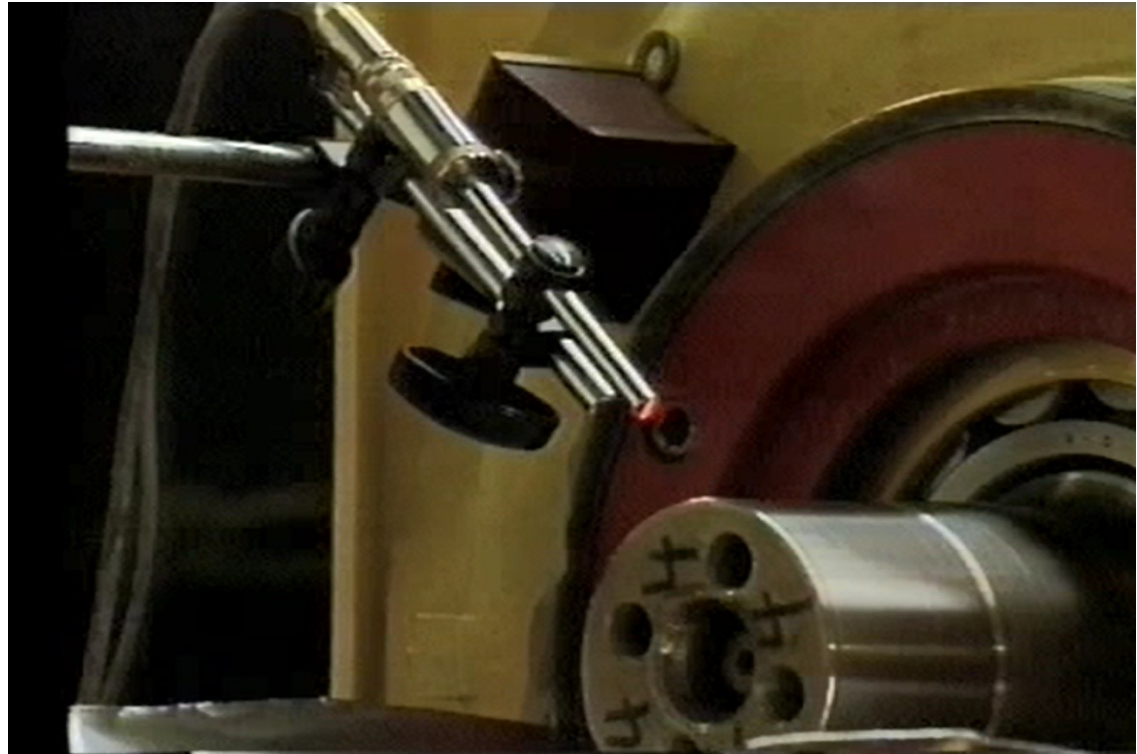
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μετρήσεις με οπτική δέσμη φάσματος κραδασμών (Shock Pulse Measurement – SPM) για εντοπισμό του μηχανικού προβλήματος

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

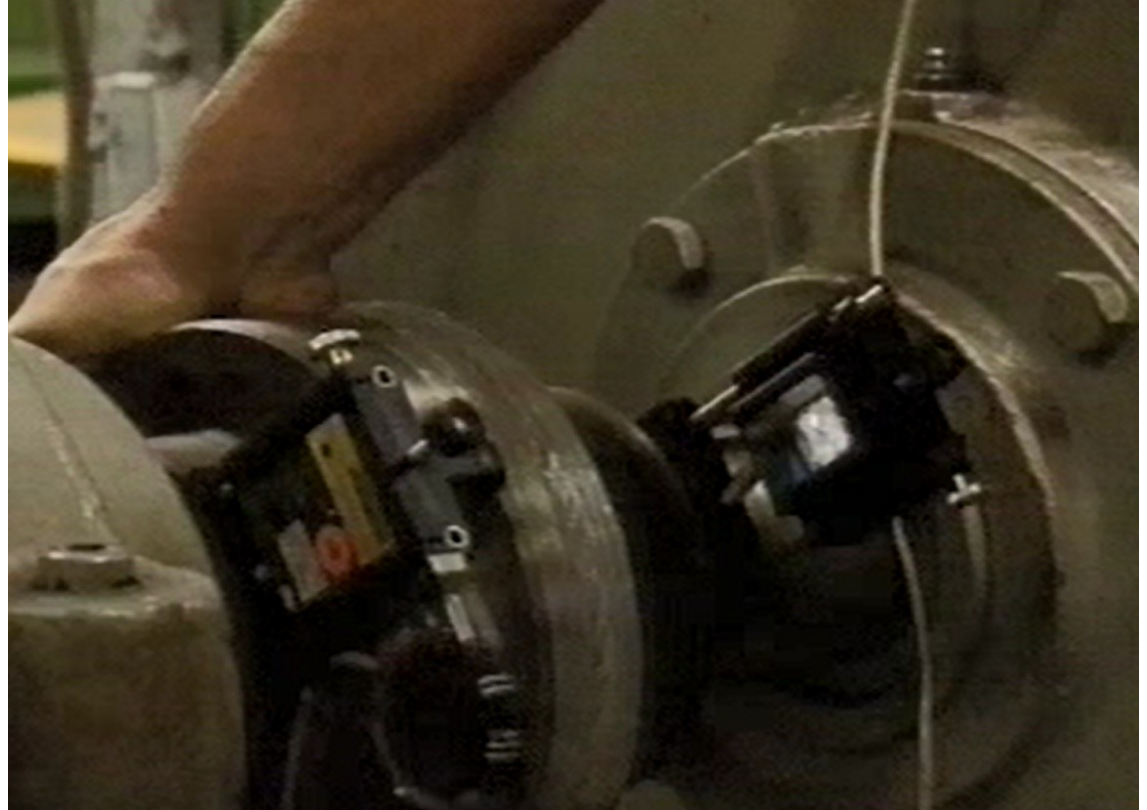
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μετρήσεις ευθυγράμμισης αξόνων με όργανο δέσμης laser

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μετρήσεις ευθυγράμμισης αξόνων και έλεγχος συνδέσμων μετάδοσης κίνησης

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μετρήσεις ζυγοστάθμισης δρομέα και αποκατάσταση με προσθήκη κατάλληλων περιφερικών μαζών

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

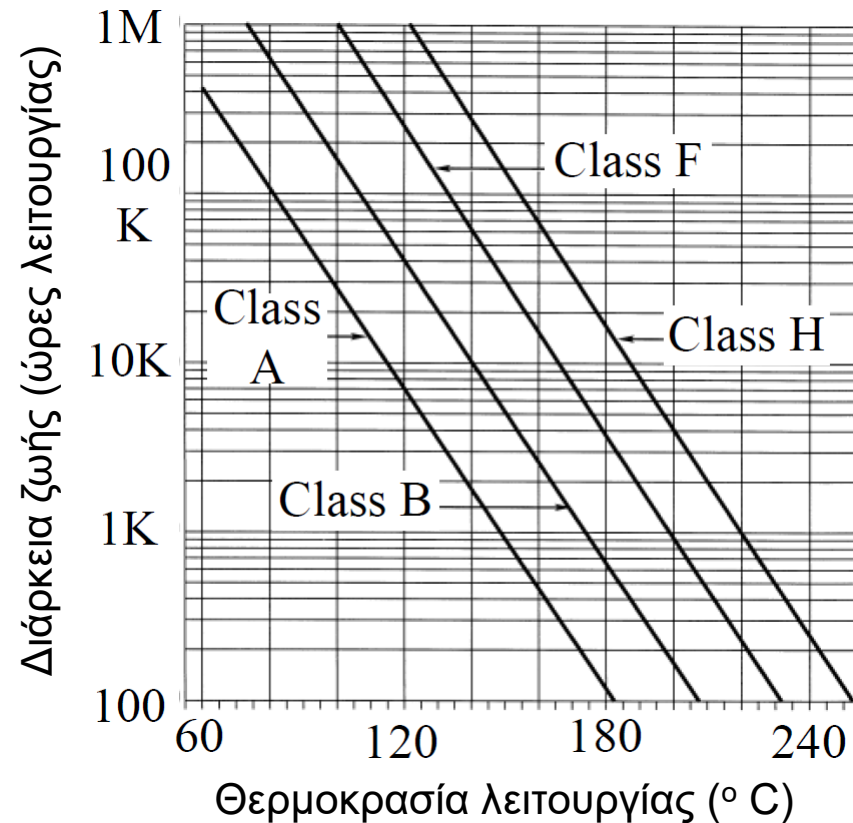
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Κλάσεις διελιγματικών μονώσεων βερνικιών  
χάλκινων αγωγών τυλιγμάτων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μετρήσεις ασυμμετρίας ρευμάτων τριφασικής τροφοδοσίας για εντοπισμό ενδεχομένων σφαλμάτων μονώσεων τυλιγμάτων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

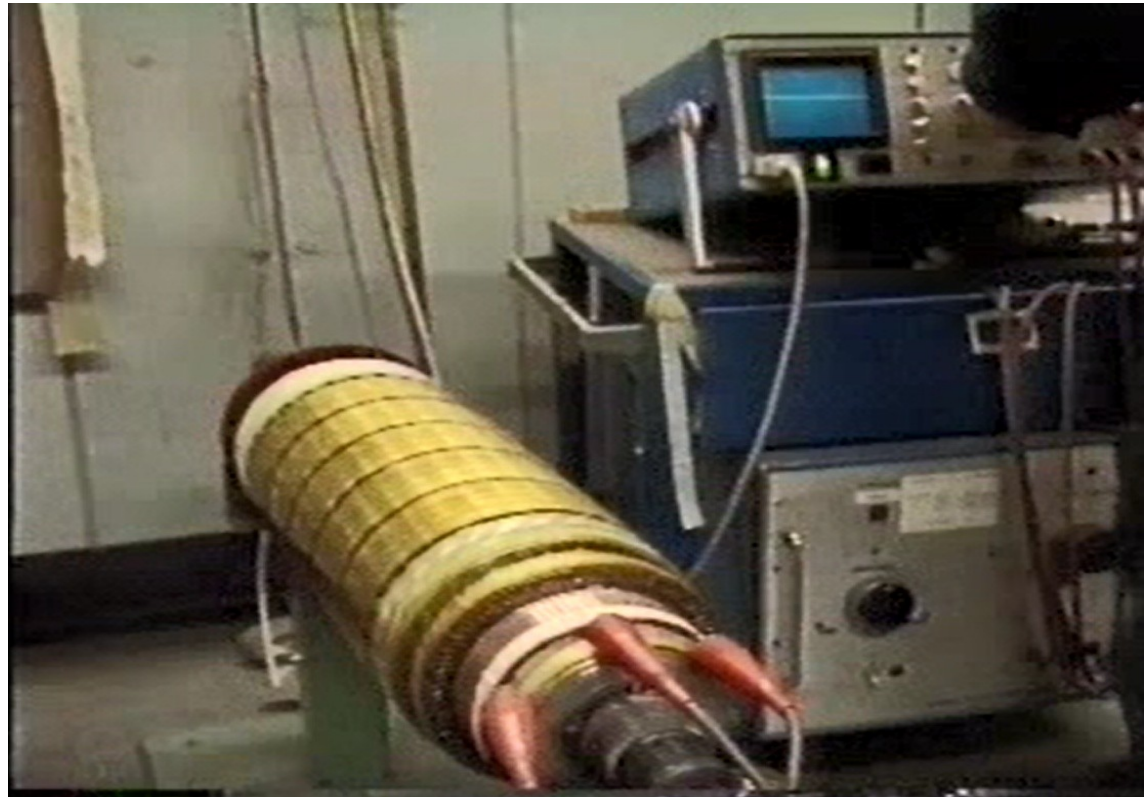
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

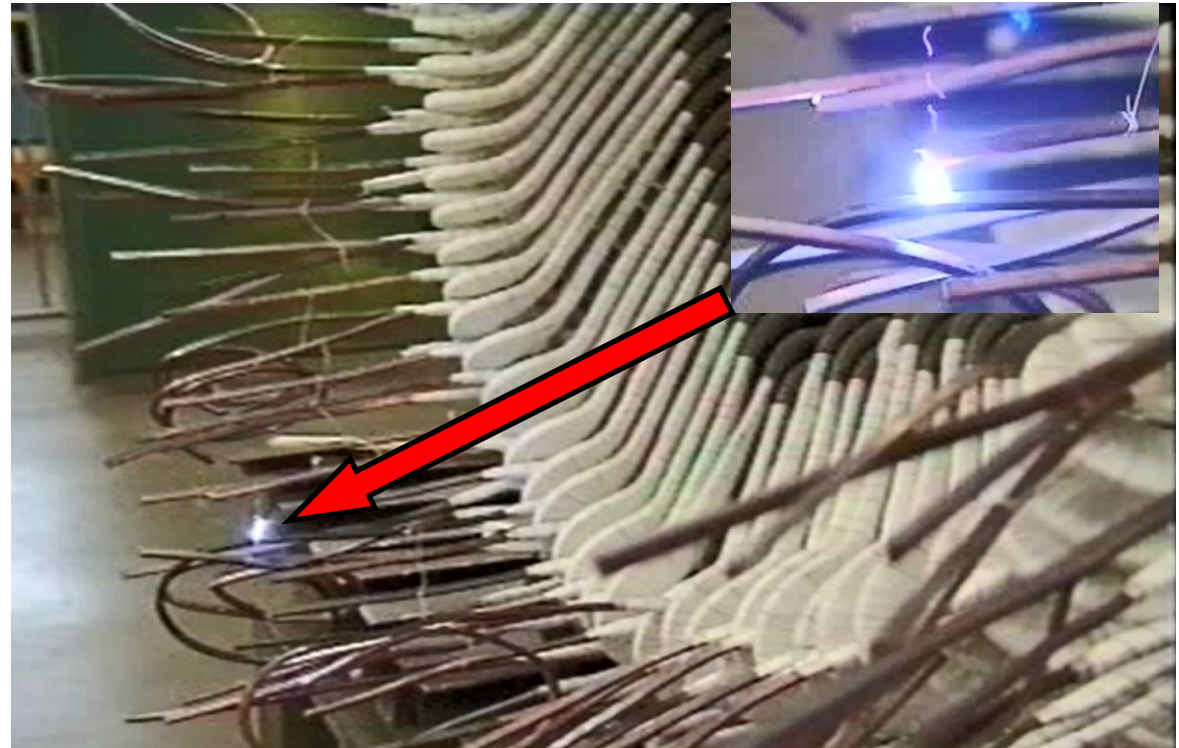
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μετρήσεις συχνότητας συντονισμού μεταξύ δύο όμοιων πηνίων για εντοπισμό σφαλμάτων μονώσεων τυλιγμάτων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

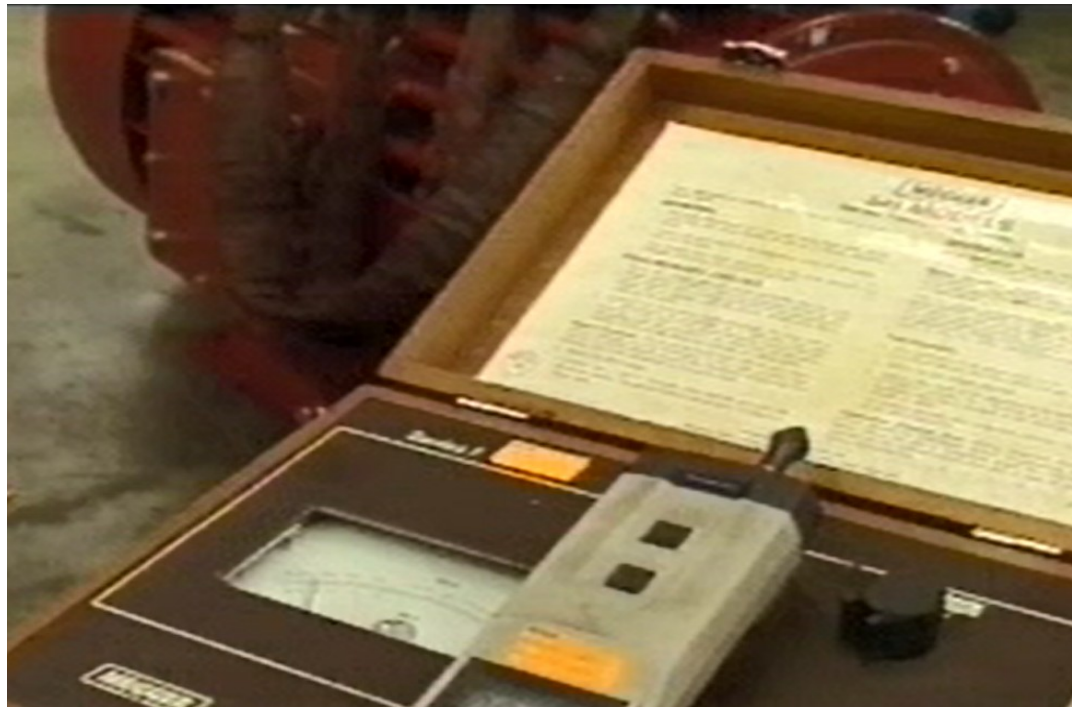
- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Δοκιμή αντοχής μονώσεων τυλιγμάτων υψηλής τάσης σε υπέρταση (διπλάσια τάση της ονομαστικής τιμής + 1kV)

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μέτρηση αντίστασης μονώσεων τυλιγμάτων (ρύπανση) σε υψηλή συνεχή τάση για διάρκεια 10 λεπτών με δείκτη των μετρήσεων πολώσεως διηλεκτρικού μεγαλύτερο του 2 (MEGGER)

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

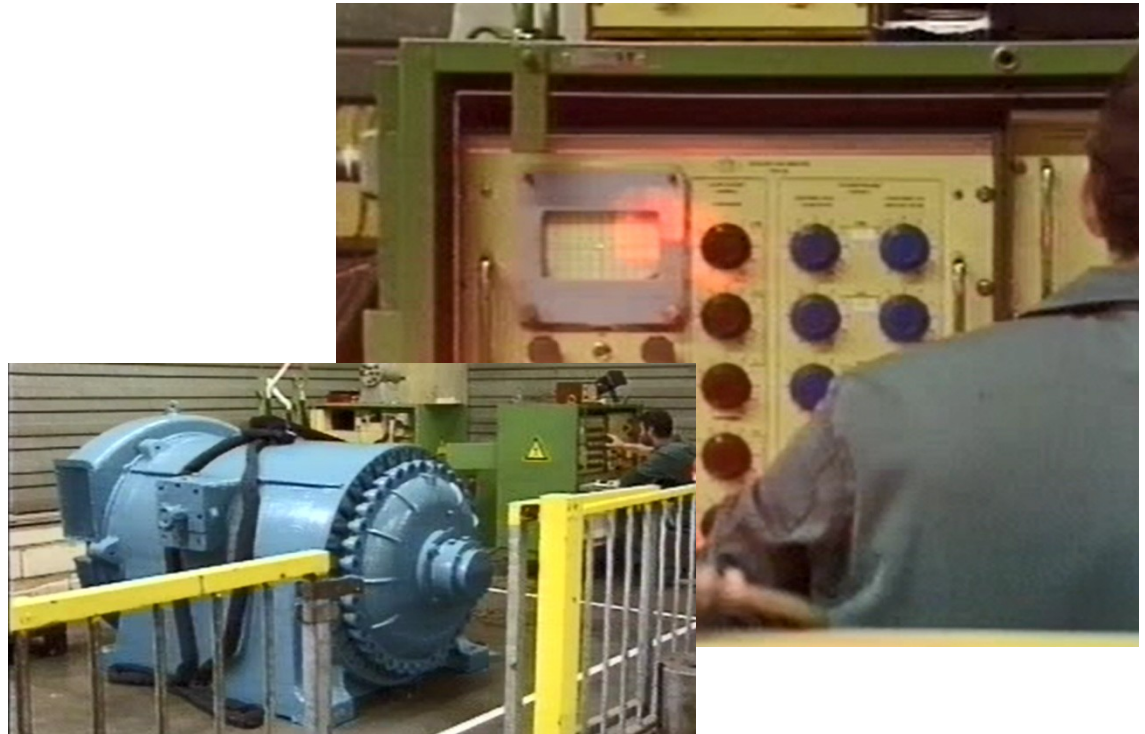
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

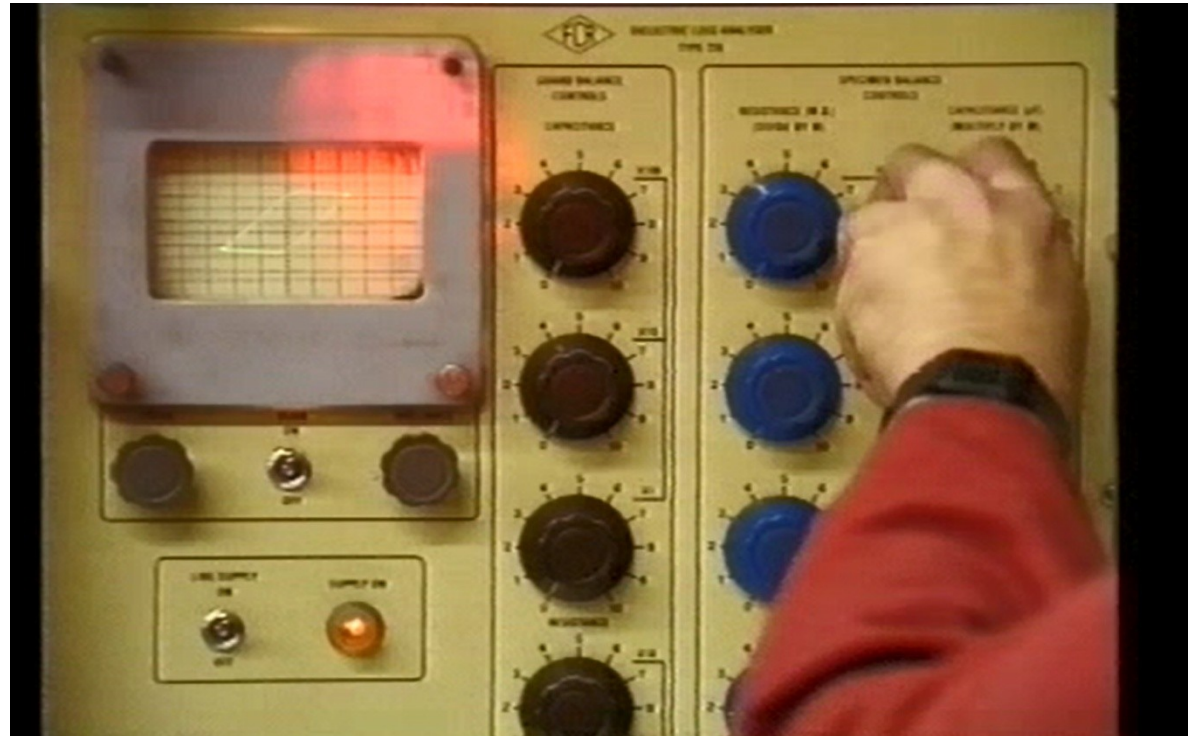
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μέτρηση εφαπτωμένης  $\delta$  (διηλεκτρικών απωλειών τυλιγμάτων υψηλής τάσης) σε εναλλασσόμενη τάση, ενδεικτικής της κοπώσεως των μονώσεων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

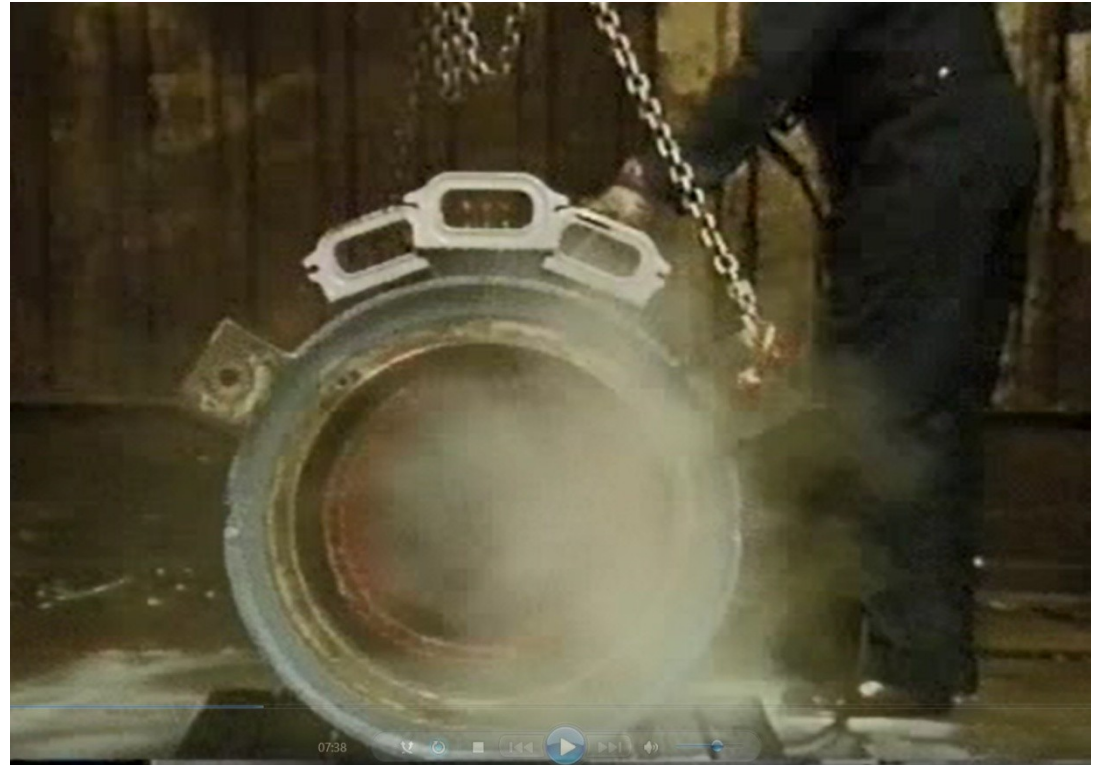
- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Μέτρηση των μερικών εκκενώσεων των μονώσεων μέσω μεταβολής του μεγέθους του βρόχου διηλεκτρικών απωλειών με τη συχνότητα τροφοδοσίας

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Καθαρισμός επιφάνειας μονώσεων τυλιγμάτων με χρήση ατμού

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Αφαίρεση βραχυκυκλωμένων τυλιγμάτων προς αντικατάσταση

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Περιελικτική μηχανή διαμόρφωσης πηνίων τυλιγμάτων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Τοποθέτηση μονώσεων στα αυλάκια του πυρήνα

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Τοποθέτηση μονώσεων μεταξύ κεφαλών τυλιγμάτων διαφορετικών φάσεων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Πρόσδεση με μονωτικές στηρίξεις των κεφαλών τυλιγμάτων για αποφυγή κινητικότητας λόγω ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

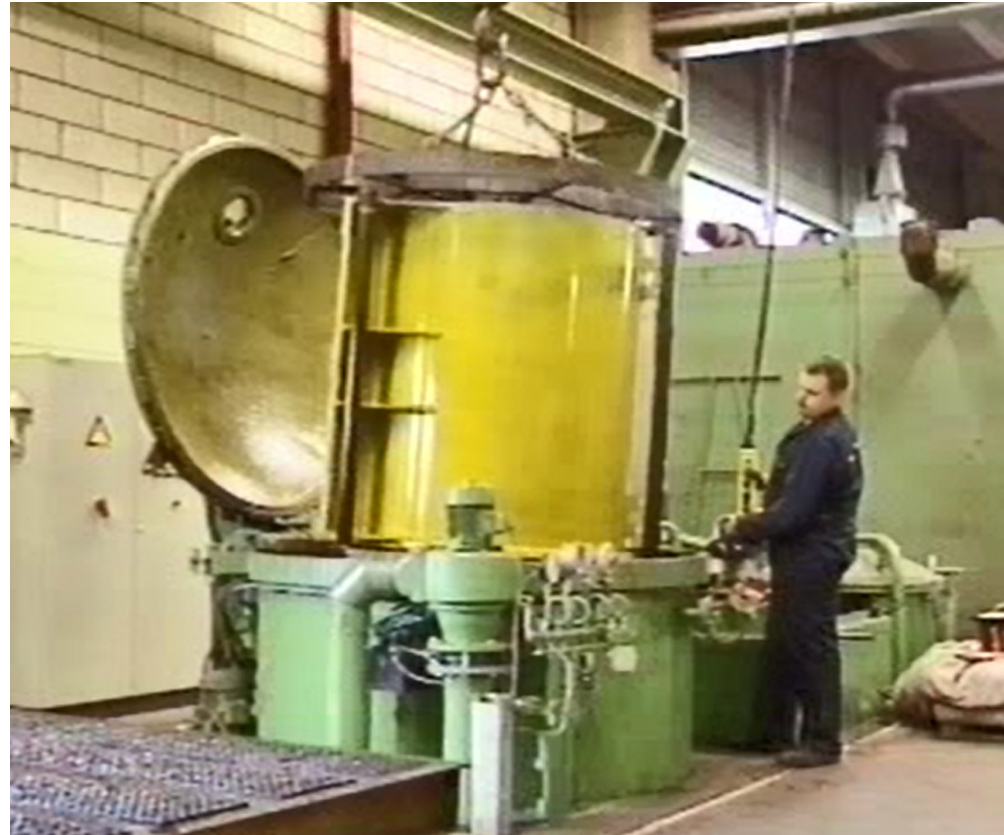
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

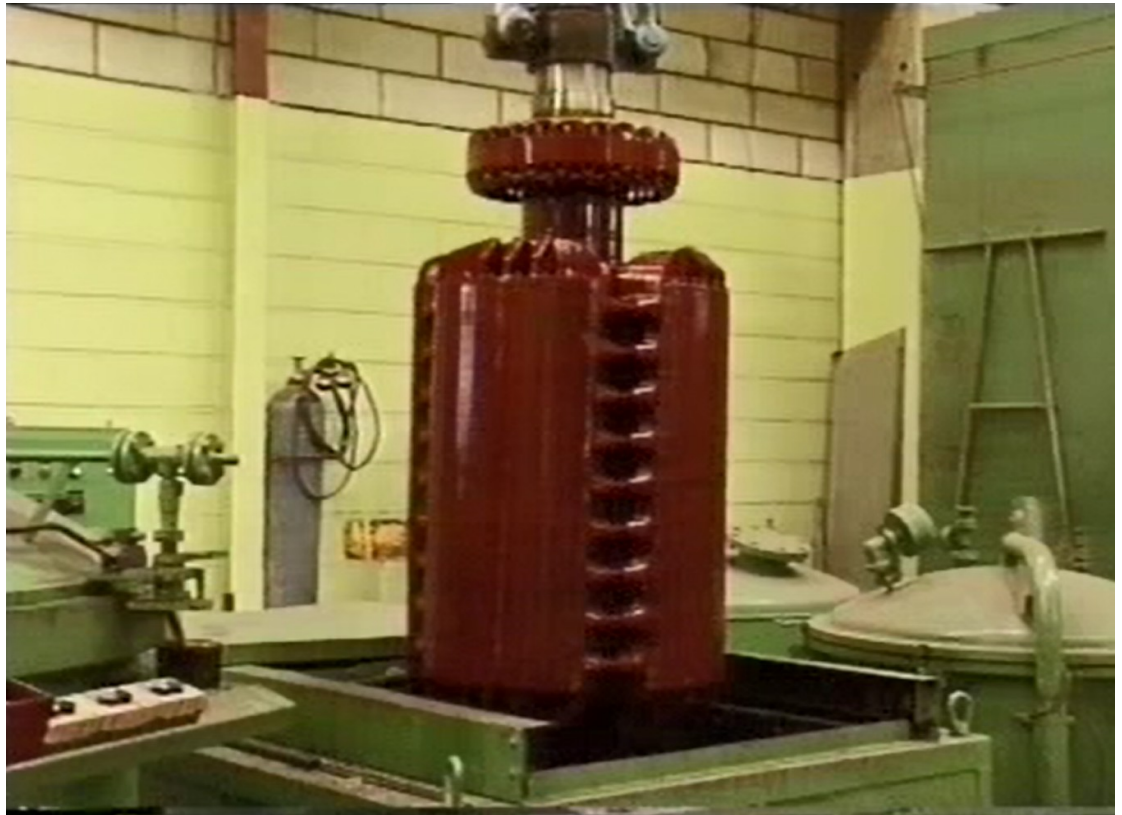
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Τοποθέτηση τυλιγμένου στάτη σύγχρονης μηχανής σε κλίβανο κενού για διεύδυση μονωτικού βερνικιού (vacuum impregnation)

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Τοποθέτηση τυλιγμένου δρομέα σύγχρονης μηχανής σε κλίβανο θέρμανσης για τον πολυμερισμό του μονωτικού βερνικιού

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

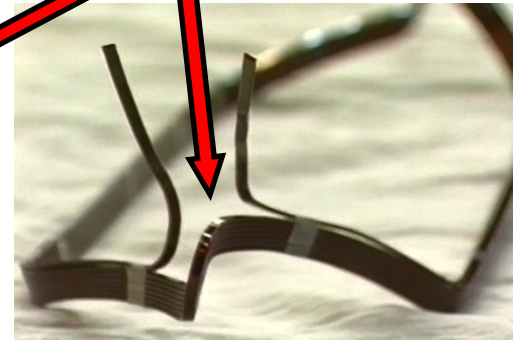
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

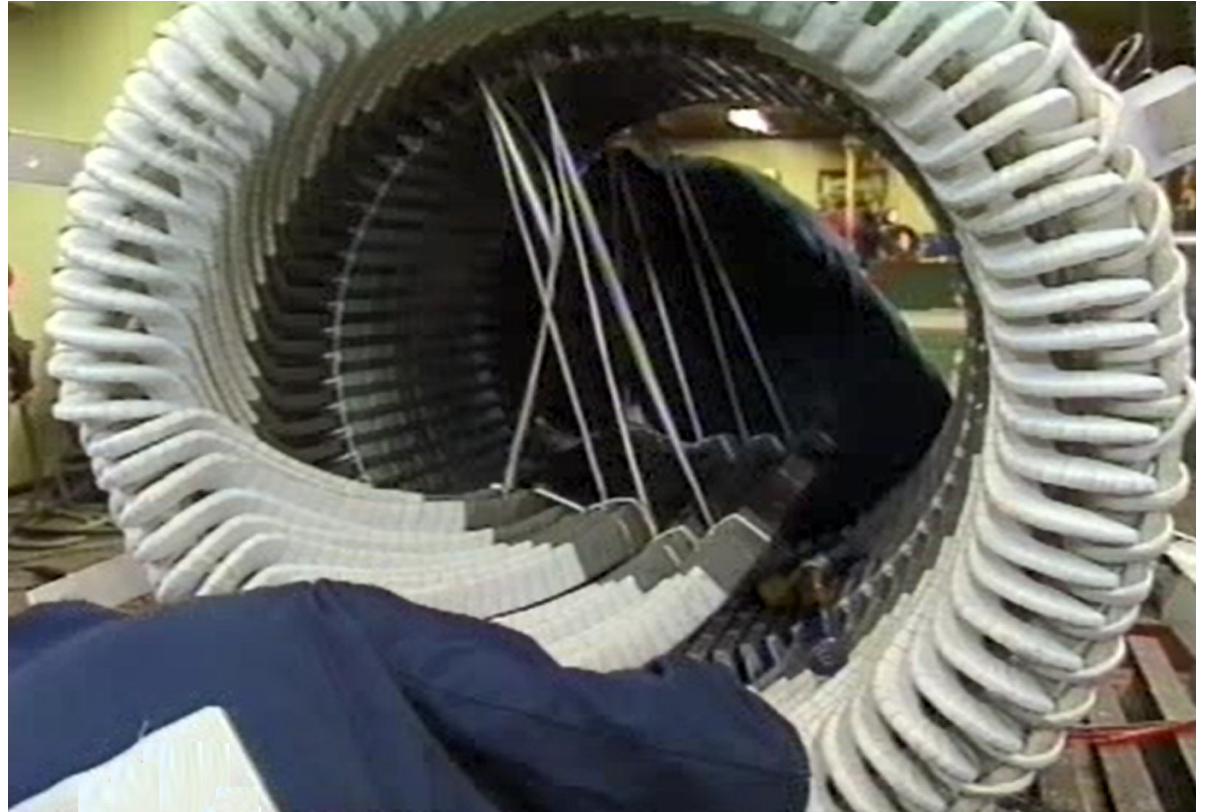
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Προδιαμόρφωση πηνίων υψηλής τάσης τυλίγματος διπλού στρώματος στάτη από μπαράκι μονωμένου χαλκού

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Τοποθέτηση των προδιαμορφωμένων πηνίων υψηλής τάσης τυλίγματος διπλού στρώματος στάτη στα αυλάκια του πυρήνα

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

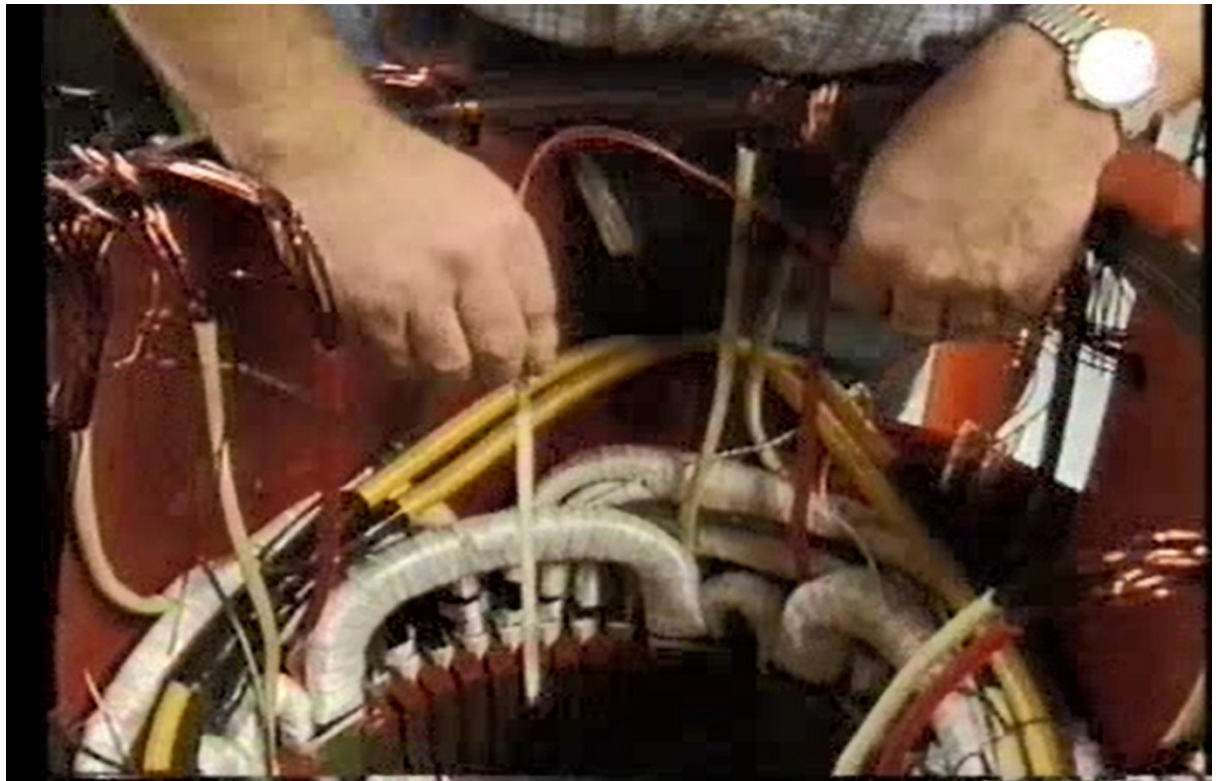
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

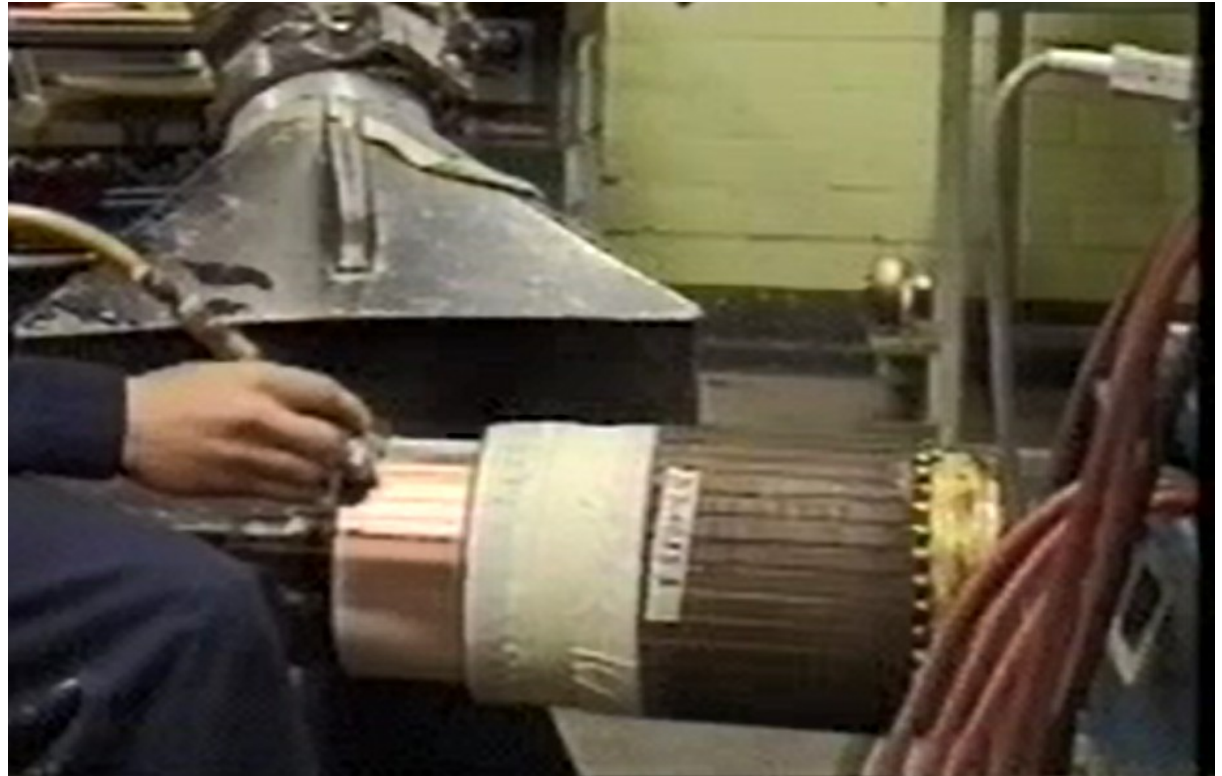
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Τοποθέτηση διμεταλλικών αισθητήρων μέτρησης θερμοκρασίας μέσα στα αυλάκια δίπλα στα πηνία υψηλής τάσης στάτη

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Καθάρισμα του τομέων συλλέκτη μηχανής Συνεχούς Ρεύματος από κόκκους άνθρακα λόγω σπινθήρων στις ψήκτρες

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Τορνίρισμα συλλέκτη μηχανής Συνεχούς Ρεύματος

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Ανακατασκευή συλλέκτη μηχανής Συνεχούς Ρεύματος

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



| Designation                                              | C5                                                          |                 |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------|
| Chemical composition                                     | Inorganic (minerals, pigments)<br>Organic (synthetic resin) |                 |
| Colour                                                   | Grey                                                        |                 |
| ArcelorMittal code                                       | T11                                                         | G11             |
| Gauge (μm/side)                                          | 0.5 to 1.5                                                  |                 |
| Typical insulation resistance (Ω.cm <sup>2</sup> /side)  | 10                                                          |                 |
| Temperature resistance (°C)<br>Continuous / Intermittent | 210/600                                                     | 250/850         |
| Main properties                                          | Punchability                                                | Heat resistance |

| Designation                                              | C3                        |        |        | C5                                                          |        |                 |        |        | C6                                                          |     |         |
|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------|--------|-------------------------------------------------------------|--------|-----------------|--------|--------|-------------------------------------------------------------|-----|---------|
| Chemical composition                                     | Organic (synthetic resin) |        |        | Inorganic (minerals, pigments)<br>Organic (synthetic resin) |        |                 |        |        | Inorganic (minerals, pigments)<br>Organic (synthetic resin) |     |         |
| Colour                                                   | Gold                      |        |        | Grey                                                        |        |                 |        |        | Grey blue                                                   |     |         |
| ArcelorMittal code                                       | S01                       | S12    | S24    | T01                                                         | T12    | G01             | G12    | G24    | M47                                                         | F47 | M6D     |
| Gauge (μm/side)                                          | < 1                       | 1 to 2 | 2 to 4 | < 1                                                         | 1 to 2 | < 1             | 1 to 2 | 2 to 4 | 4 to 7                                                      |     | 6 to 10 |
| Typical insulation resistance (Ω.cm <sup>2</sup> /side)  | 2                         | 10     | 50     | 5                                                           | 15     | 5               | 15     | 70     | 300                                                         |     | > 3000  |
| Temperature resistance (°C)<br>Continuous / Intermittent | 180/600 <sup>(1)</sup>    |        |        | 210/600                                                     |        | 250/850         |        |        | 180/540 <sup>(1)</sup>                                      |     |         |
| Main properties                                          | Punchability              |        |        | Punchability                                                |        | Heat resistance |        |        | Insulation                                                  |     |         |

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Εντοπισμός φθοράς μονώσεων μεταξύ μαγνητικών λαμαρίνων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων** (υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών** (υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Καθαρισμός και μόνωση φθαρμένων μαγνητικών λαμαρίνων

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

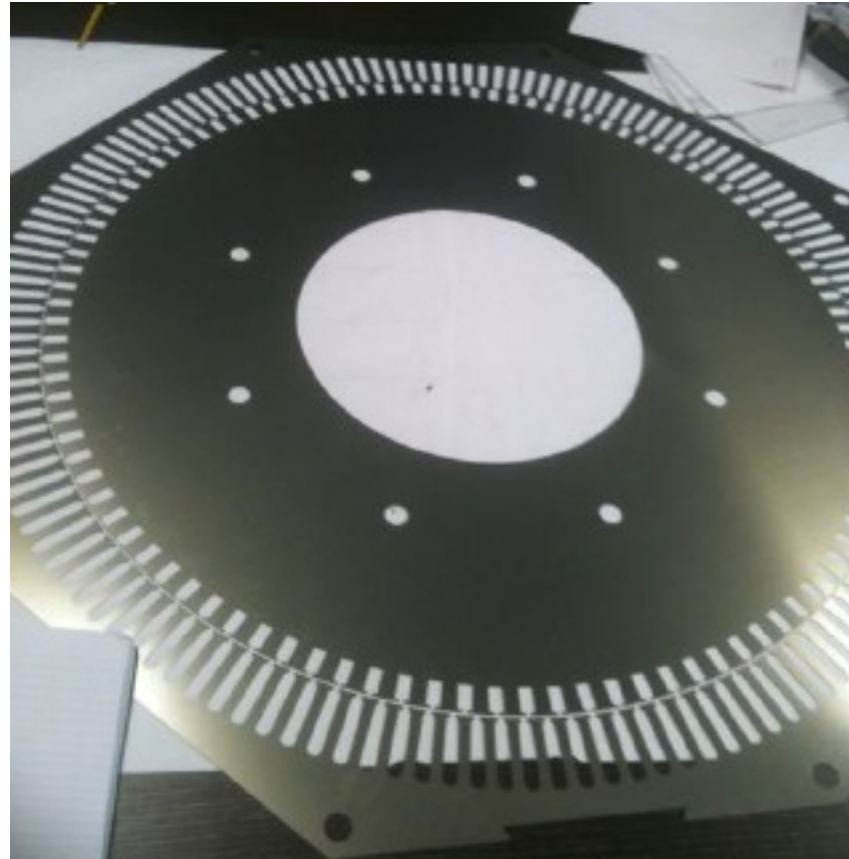
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

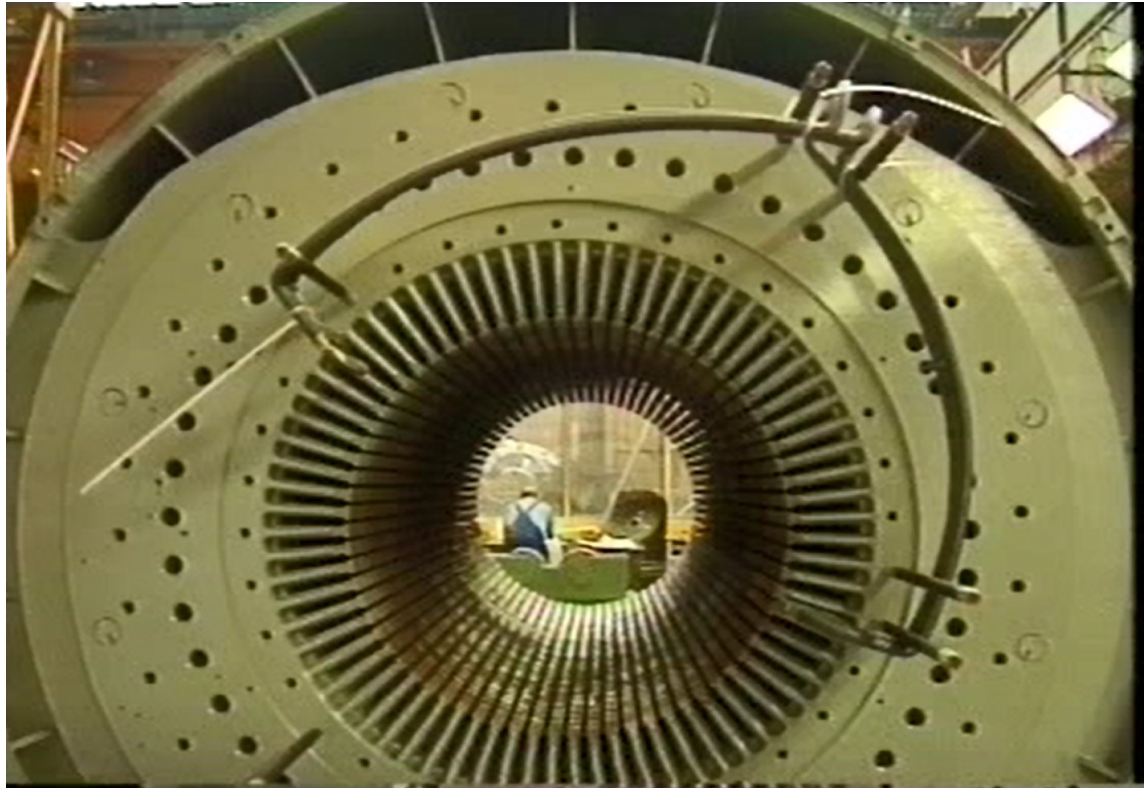
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Κοπή όμοιων μαγνητικών λαμαρίνων από αντίστοιχο υλικό

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Αντικατάσταση φθαρμένων λαμαρίνων πυρήνα από όμοιες μαγνητικές λαμαρίνες

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

## 1. Μηχανικά προβλήματα

(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)

## 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων

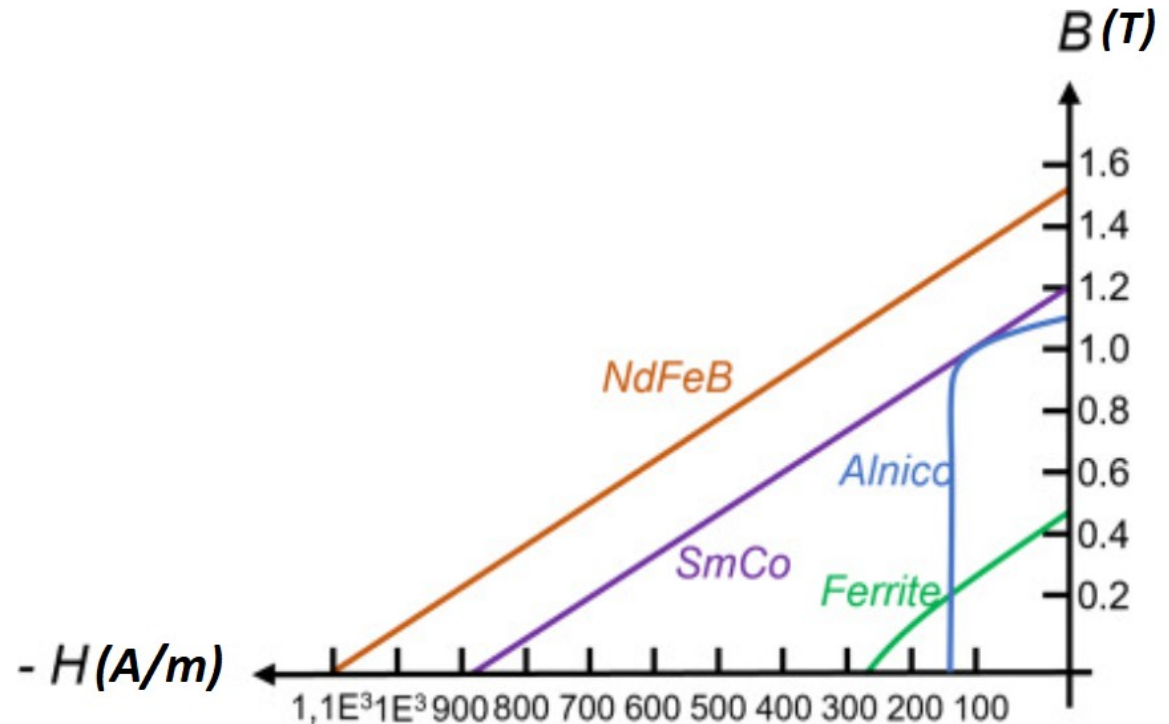
(ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων

(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)

## 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών

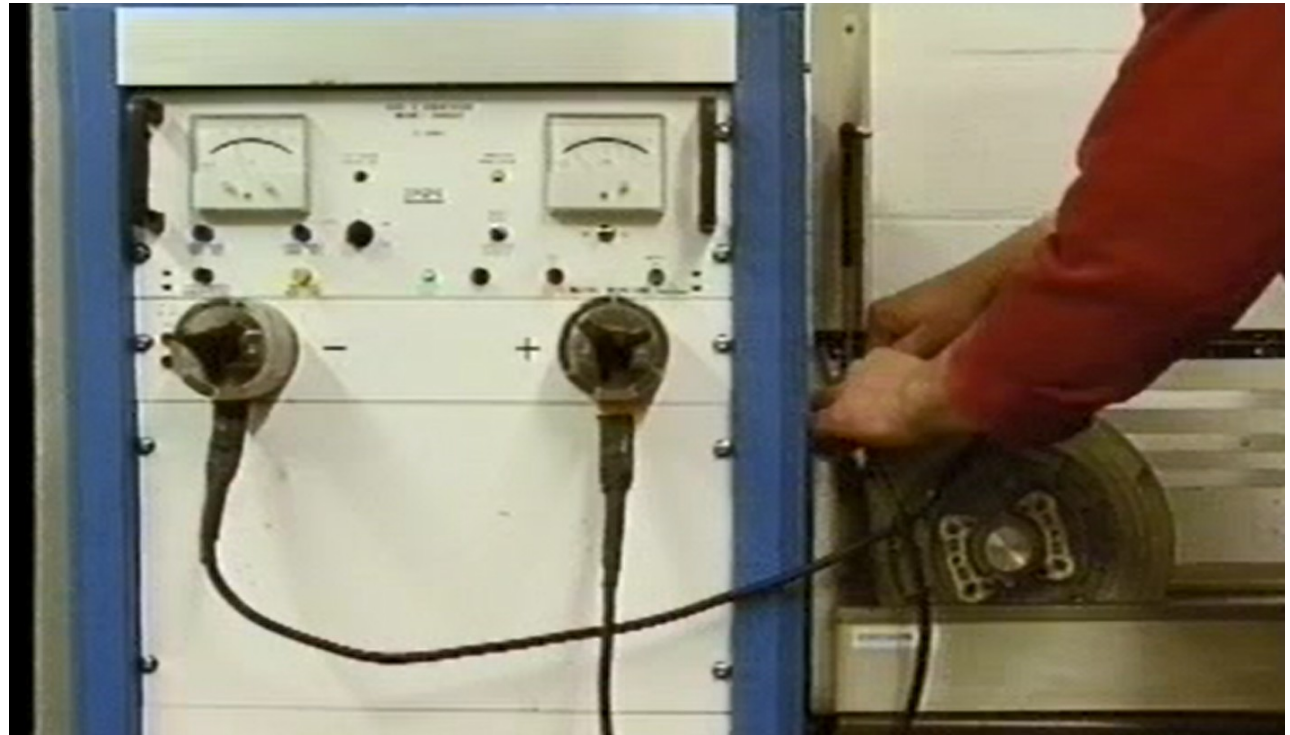
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Χαρακτηριστικές απομαγνήτισης κραμάτων Μονίμων Μαγνητών

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

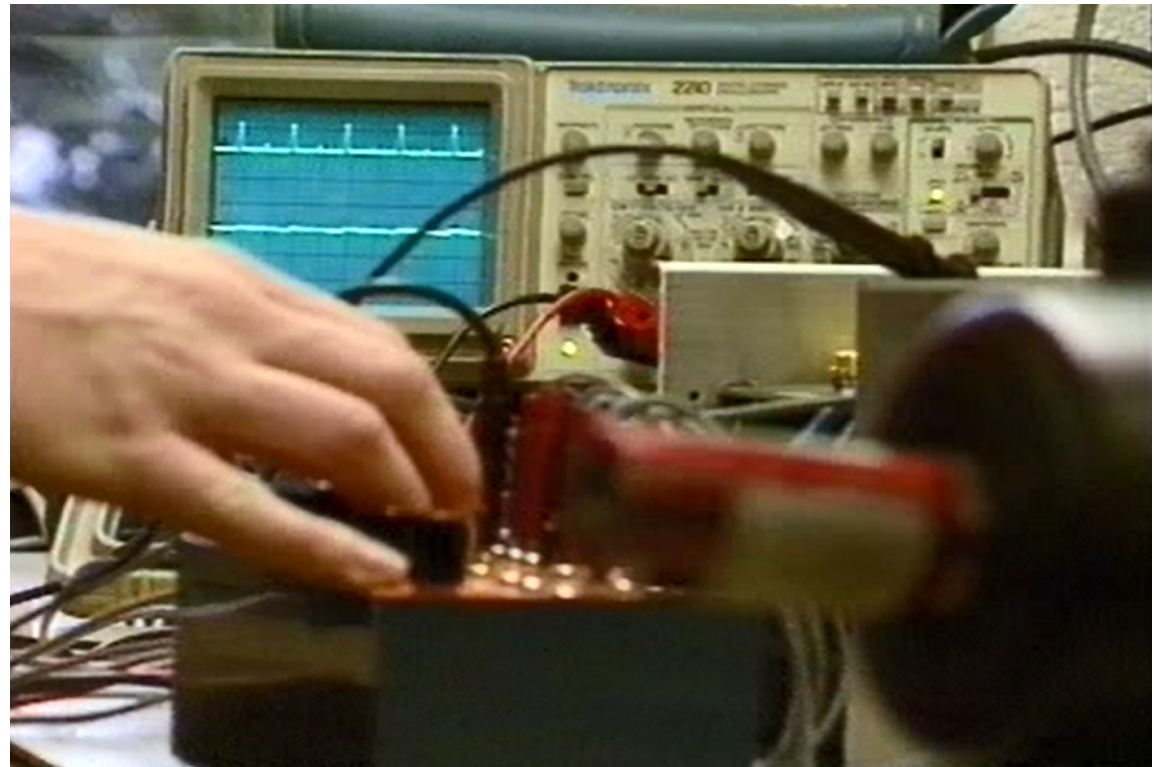
- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Έλεγχος κατάστασης μαγνήτισης μονίμων μαγνητών από μετρήσεις τάσεως κενού φορτίου

# Ιεράρχηση λειτουργικών προβλημάτων, τεχνικές μετρήσεων διάγνωσης σφαλμάτων και επισκευής ηλεκτρικών μηχανών

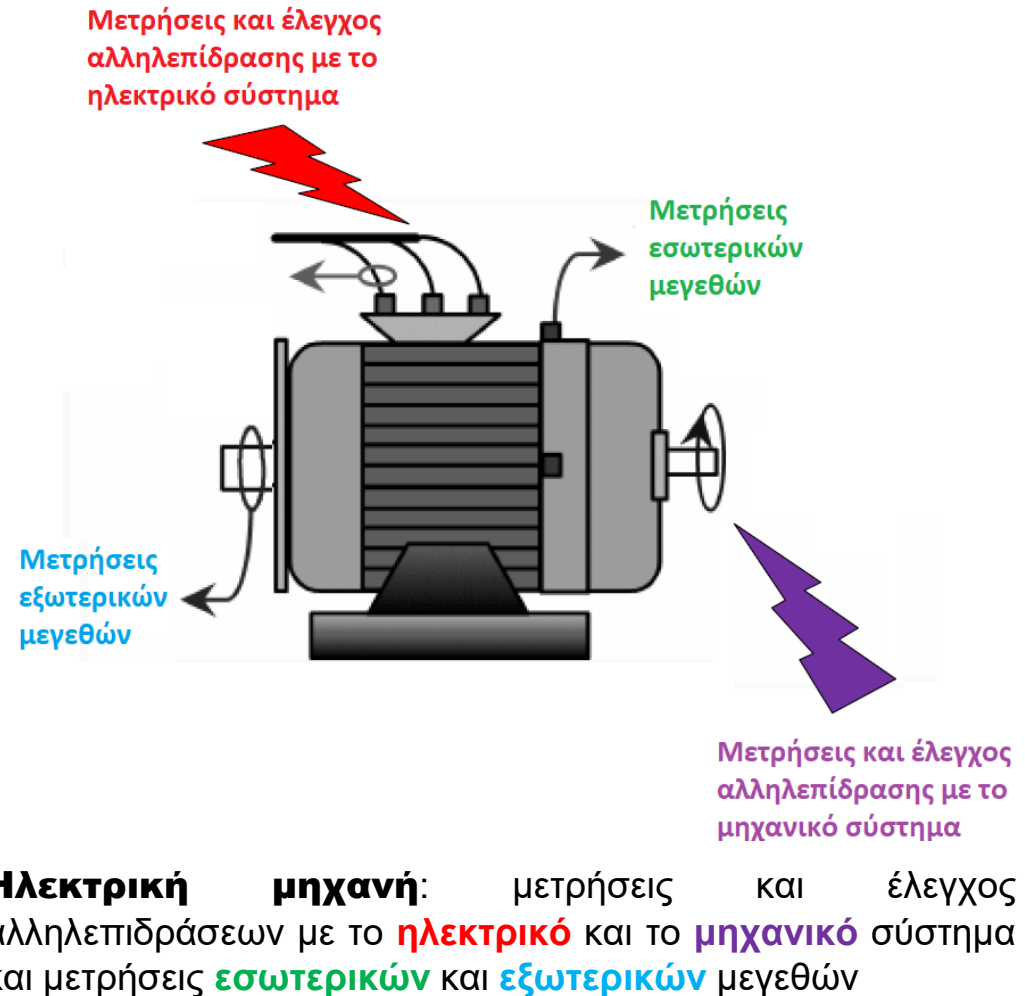
- 1. Μηχανικά προβλήματα**  
(ταλαντώσεις, κραδασμοί, υπερθέρμανση)
- 2. Προβλήματα μονώσεων περιελίξεων** (ασυμμετρία ρευμάτων, υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 3. Προβλήματα μονώσεων μαγνητικών λαμαρίνων**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)
- 4. Προβλήματα απομαγνήτισης μονίμων μαγνητών**  
(υπερφόρτιση, υπερθέρμανση)



Απομαγνήτιση και επαναμαγνήτιση μονίμων μαγνητών με κατάλληλα κρουστικά ρεύματα

# Συστήματα επιτήρησης και διαχείρισης λειτουργίας για προγραμματισμό συντήρησης και επέκτασης ζωής

- 1. Αισθητήρες μετρήσεως μεγεθών**  
(ηλεκτρικών, μηχανικών, θερμικών, ηχητικών, πεδιακών)
- 2. Σύστημα λήψης δεδομένων**  
(Data Acquisition System)
- 3. Διατάξεις μορφοποίησης σημάτων**  
(Data Conditioners)
- 4. Ψηφιακά συστήματα αποθήκευσης, επεξεργασίας δεδομένων και εντολών διαχείρισης**  
(Digital Signal Processors, Development PC)
- 5. Μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος – οδήγηση ηλεκτρικής μηχανής**  
(Driving Power Electronics Converters)



# Συστήματα επιτήρησης και διαχείρισης λειτουργίας για προγραμματισμό συντήρησης και επέκτασης ζωής

## 1. Αισθητήρες μετρήσεως μεγεθών

(ηλεκτρικών, μηχανικών, θερμικών, ηχητικών, πεδιακών)

## 2. Σύστημα λήψης δεδομένων

(Data Acquisition System)

## 3. Διατάξεις μορφοποίησης σημάτων

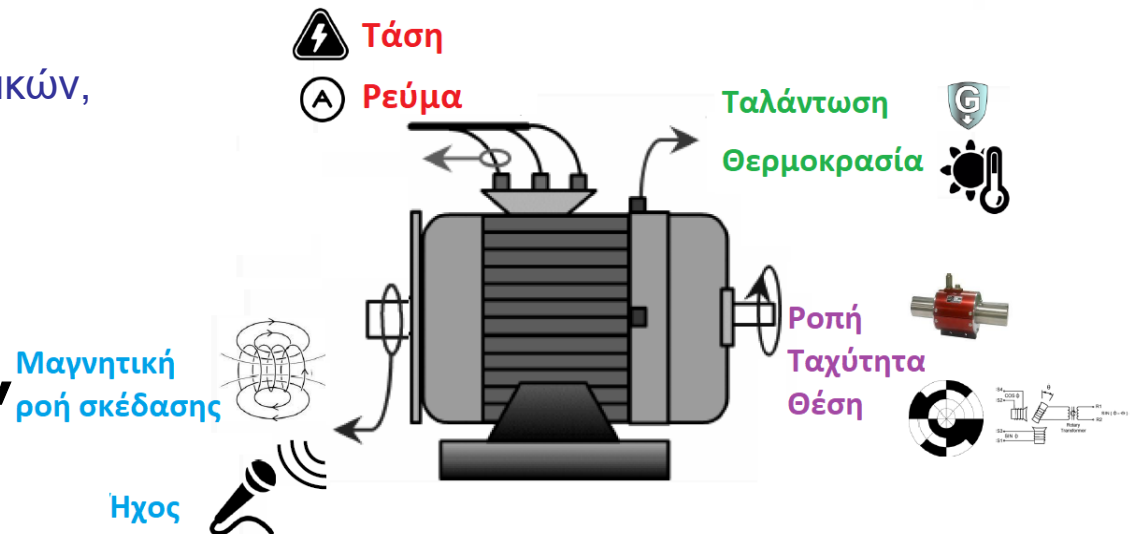
(Data Conditioners)

## 4. Ψηφιακά συστήματα αποθήκευσης, επεξεργασίας δεδομένων και εντολών διαχείρισης

(Digital Signal Processors, Development PC)

## 5. Μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος οδήγησης

(Driving Power Electronics Converters)



## Μετρούμενα μεγέθη

Μετρώνται μεγέθη για τις αλληλεπιδράσεις με το **ηλεκτρικό** και το **μηχανικό** σύστημα καθώς και μέσω επαφής με **εσωτερικά στοιχεία** και ανέπαφα από **εξωτερικές** μετρήσεις

# Συστήματα επιτήρησης και διαχείρισης λειτουργίας για προγραμματισμό συντήρησης και επέκτασης ζωής

- 1. Αισθητήρες μετρήσεως μεγεθών**  
(ηλεκτρικών, μηχανικών, θερμικών, ηχητικών, πεδιακών)
- 2. Σύστημα λήψης δεδομένων**  
(Data Acquisition System)
- 3. Διατάξεις μορφοποίησης σημάτων**  
(Data Conditioners)
- 4. Ψηφιακά συστήματα αποθήκευσης, επεξεργασίας δεδομένων και εντολών διαχείρισης**  
(Digital Signal Processors, Development PC)
- 5. Μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος οδήγησης**  
(Driving Power Electronics Converters)



## Αισθητήρες μετρήσεως μεγεθών

Κατάλληλοι αισθητήρες επιτρέπουν την μέτρηση των επιθυμητών μεγεθών σε πραγματικό χρόνο για την επαρκή παρακολούθηση της λειτουργίας της ηλεκτρικής μηχανής

# Συστήματα επιτήρησης και διαχείρισης λειτουργίας για προγραμματισμό συντήρησης και επέκτασης ζωής

- 1. Αισθητήρες μετρήσεως μεγεθών**  
(ηλεκτρικών, μηχανικών, θερμικών, ηχητικών, πεδιακών)
- 2. Σύστημα λήψης δεδομένων**  
(Data Acquisition System)
- 3. Διατάξεις μορφοποίησης σημάτων**  
(Data Conditioners)
- 4. Ψηφιακά συστήματα αποθήκευσης, επεξεργασίας δεδομένων και εντολών διαχείρισης**  
(Digital Signal Processors, Development PC)
- 5. Μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος οδήγησης**  
(Driving Power Electronics Converters)

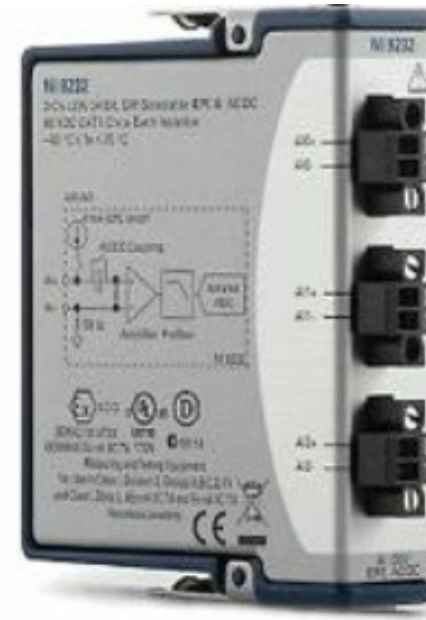


## Σύστημα λήψης δεδομένων

Κατάλληλες ψηφιακές κάρτες επιτρέπουν τη λήψη των δεδομένων από τους αισθητήρες με μεγάλη ταχύτητα δειγματοληψίας σε πραγματικό χρόνο για την επαρκή παρακολούθηση της λειτουργίας της ηλεκτρικής μηχανής

## Συστήματα επιτήρησης και διαχείρισης λειτουργίας για προγραμματισμό συντήρησης και επέκτασης ζωής

- 1. Αισθητήρες μετρήσεως μεγεθών**  
(ηλεκτρικών, μηχανικών, θερμικών, ηχητικών, πεδιακών)
- 2. Σύστημα λήψης δεδομένων**  
(Data Acquisition System)
- 3. Διατάξεις μορφοποίησης σημάτων**  
(Data Conditioners)
- 4. Ψηφιακά συστήματα αποθήκευσης, επεξεργασίας δεδομένων και εντολών διαχείρισης**  
(Digital Signal Processors, Development PC)
- 5. Μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος οδήγησης**  
(Driving Power Electronics Converters)



## Διατάξεις μορφοποίησης σημάτων

Κατάλληλες διατάξεις επιτρέπουν τη μορφοποίηση των σημάτων των μετρήσεων για την μετέπειτα επεξεργασία τους από τα ψηφιακά συστήματα αποθήκευσης και διαχείρισης

# Συστήματα επιτήρησης και διαχείρισης λειτουργίας για προγραμματισμό συντήρησης και επέκτασης ζωής

## 1. Αισθητήρες μετρήσεως μεγεθών

(ηλεκτρικών, μηχανικών, θερμικών, ηχητικών, πεδιακών)

## 2. Σύστημα λήψης δεδομένων

(Data Acquisition System)

## 3. Διατάξεις μορφοποίησης σημάτων

(Data Conditioners)

## 4. Ψηφιακά συστήματα αποθήκευσης, επεξεργασίας δεδομένων και εντολών διαχείρισης

(Digital Signal Processors, Development PC)

## 5. Μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος οδήγησης

(Driving Power Electronics Converters)



## Ψηφιακά συστήματα αποθήκευσης, επεξεργασίας δεδομένων και εντολών διαχείρισης

Κατάλληλα ψηφιακά συστήματα επιτρέπουν την αποθήκευση των δεδομένων, την επεξεργασία τους (από το πεδίο του χρόνου στο πεδίο της συχνότητας), και την εφαρμογή λογισμικών ανάλυσης της κατάστασης και εντολών διαχείρισης της ηλεκτρικής μηχανής

# Συστήματα επιτήρησης και διαχείρισης λειτουργίας για προγραμματισμό συντήρησης και επέκτασης ζωής

- 1. Αισθητήρες μετρήσεως μεγεθών**  
(ηλεκτρικών, μηχανικών, θερμικών, ηχητικών, πεδιακών)
- 2. Σύστημα λήψης δεδομένων**  
(Data Acquisition System)
- 3. Διατάξεις μορφοποίησης σημάτων**  
(Data Conditioners)
- 4. Ψηφιακά συστήματα αποθήκευσης, επεξεργασίας δεδομένων και εντολών διαχείρισης**  
(Digital Signal Processors, Development PC)
- 5. Μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος οδήγησης**  
(Driving Power Electronics Converters)



## Μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος οδήγησης

Κατάλληλοι μετατροπείς ηλεκτρονικών ισχύος οδήγησης της ηλεκτρικής μηχανής επιτρέπουν τη λειτουργία της με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά

# Συστήματα επιτήρησης και διαχείρισης λειτουργίας για προγραμματισμό συντήρησης και επέκτασης ζωής

## Συμπεράσματα

- Υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες μέτρησης πολλών μεγεθών και **διάγνωσης των σφαλμάτων** στις ηλεκτρικές μηχανές σε πραγματικό χρόνο
- Απαιτείται χρήση **προηγμένων ψηφιακών συστημάτων** λήψης και επεξεργασίας δεδομένων καθώς είναι απαραίτητη η ανάλυση στο πεδίο συχνότητας και η αποθήκευση μεγάλου αριθμού μετρήσεων
- **Δεν έχουν ακόμη αναπτυχθεί ολοκληρωμένα** κοινά αποδεκτά συστήματα επιτήρησης και διαχείρισης ηλεκτρικών μηχανών για προγραμματισμό συντήρησης και επέκτασης ζωής
- Έχουν προς το παρόν αναπτυχθεί **ευριστικές τεχνικές** καταχώρησης των μετρήσεων στην υγιή μηχανή και εκτίμησης των σφαλμάτων με την εμφάνιση μεταβολής στα μετρούμενα μεγέθη.