

Διοργάνωση



Σε συνεργασία **Plant**

# 13<sup>th</sup> maintenance FORUM

Meet your expectations

*Η ανάλυση των δονήσεων  
στη Διαγνωστική των μηχανών.*

*Δυνατότητες, προϋποθέσεις και περιορισμοί.*

*Γιάννης Μανόπουλος, Μηχ.-Ηλ . Μηχανικός, Maintenance consultant*

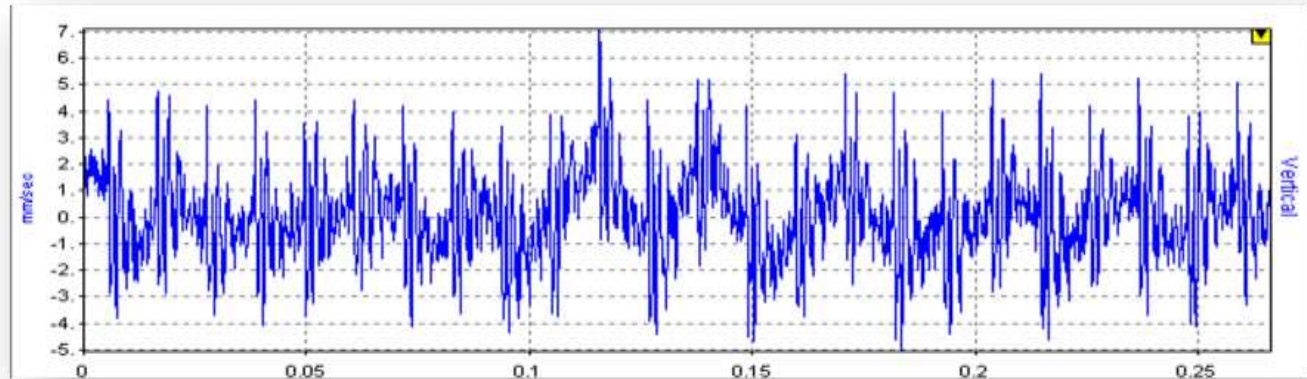
*«Η ανάλυση των δονήσεων στη Διαγνωστική των μηχανών. Δυνατότητες και περιορισμοί.»*

### **Περιεχόμενο:**

- Το πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται η Διαγνωστική.
- Η αλληλεπίδραση με το διαχειριστικό – οργανωτικό περιβάλλον.
- Δυνατότητες και όρια της μεθόδου. Μύθοι και πραγματικότητα.
- Οι προϋποθέσεις επιτυχούς εφαρμογής.
- Επιλέγοντας τη σωστή πολιτική.
- Επιλέγοντας τη σωστή διαγνωστική μέθοδο.
- Διεύρυνση του ρόλου της μεθόδου. Στοιχεύοντας τα αίτια των βλαβών.

## Εργαλεία ανάλυσης των δονήσεων.

Το δονητικό σήμα των περιστροφικών μηχανών....



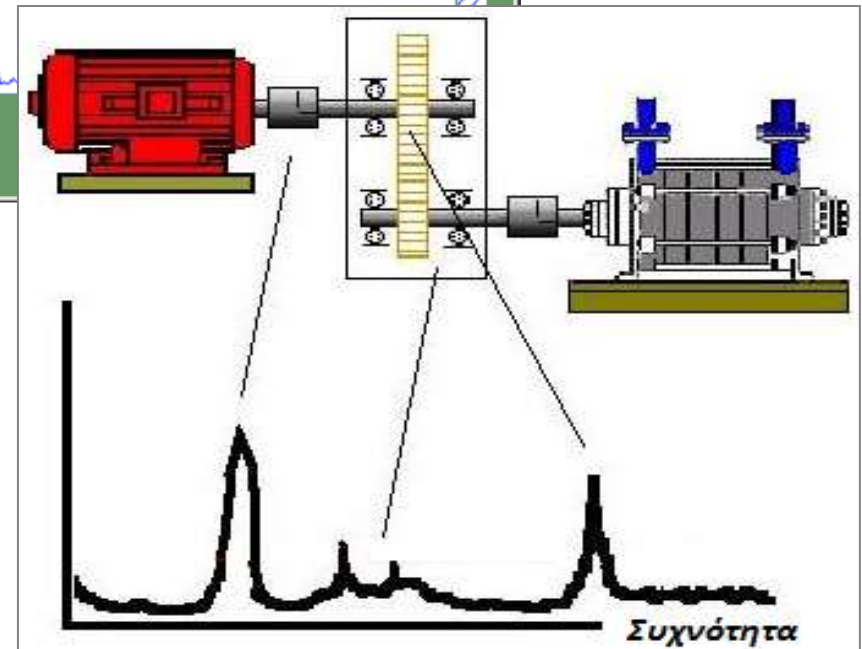
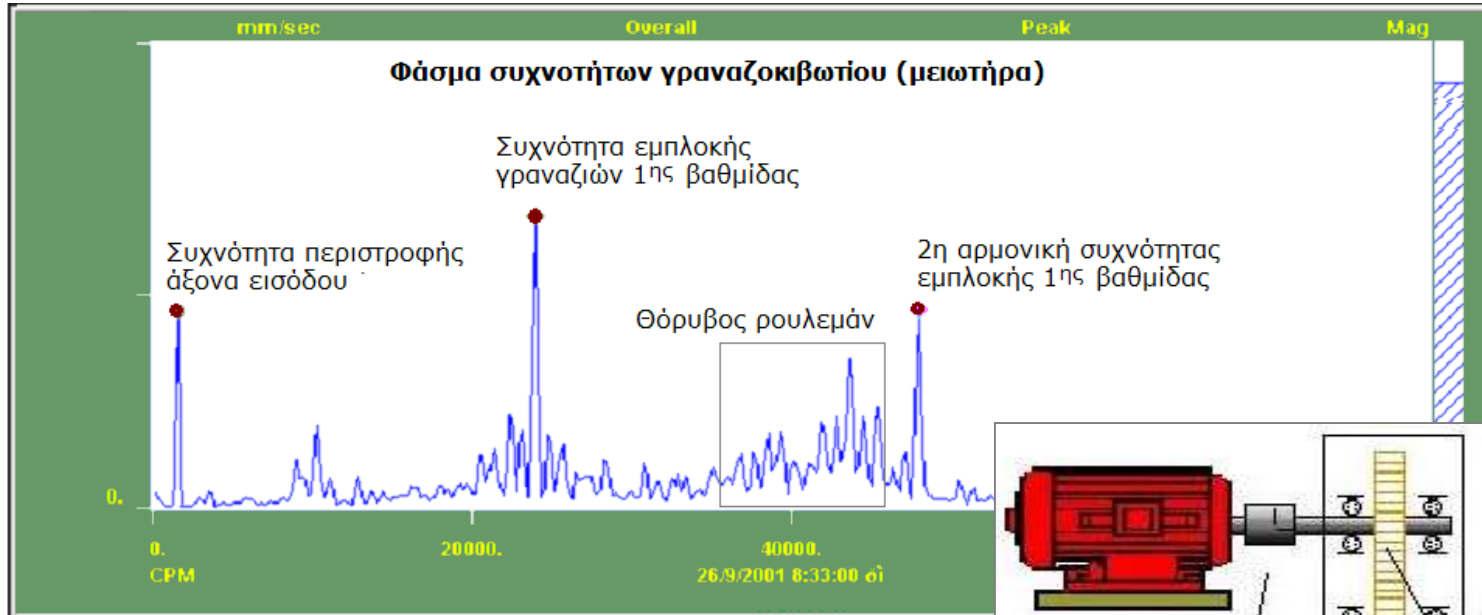
..... έχει πολλά να μας πει .....

..... όμως κρύβει τα μυστικά του .....



# Εργαλεία ανάλυσης των δονήσεων.

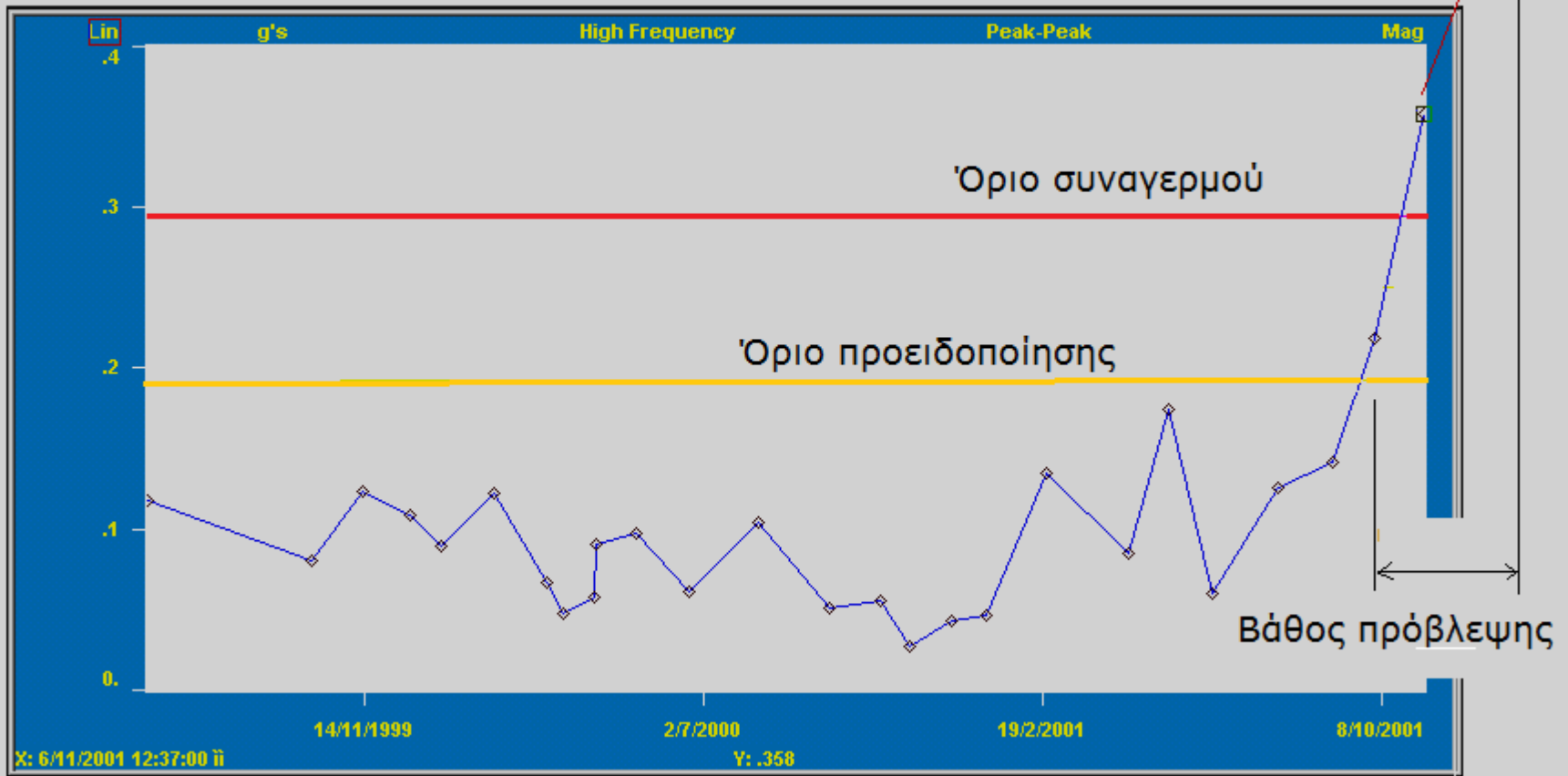
## Ανάλυση κατά συχνότητα. Το Φάσμα Συχνοτήτων.



# Εργαλεία ανάλυσης των δονήσεων.

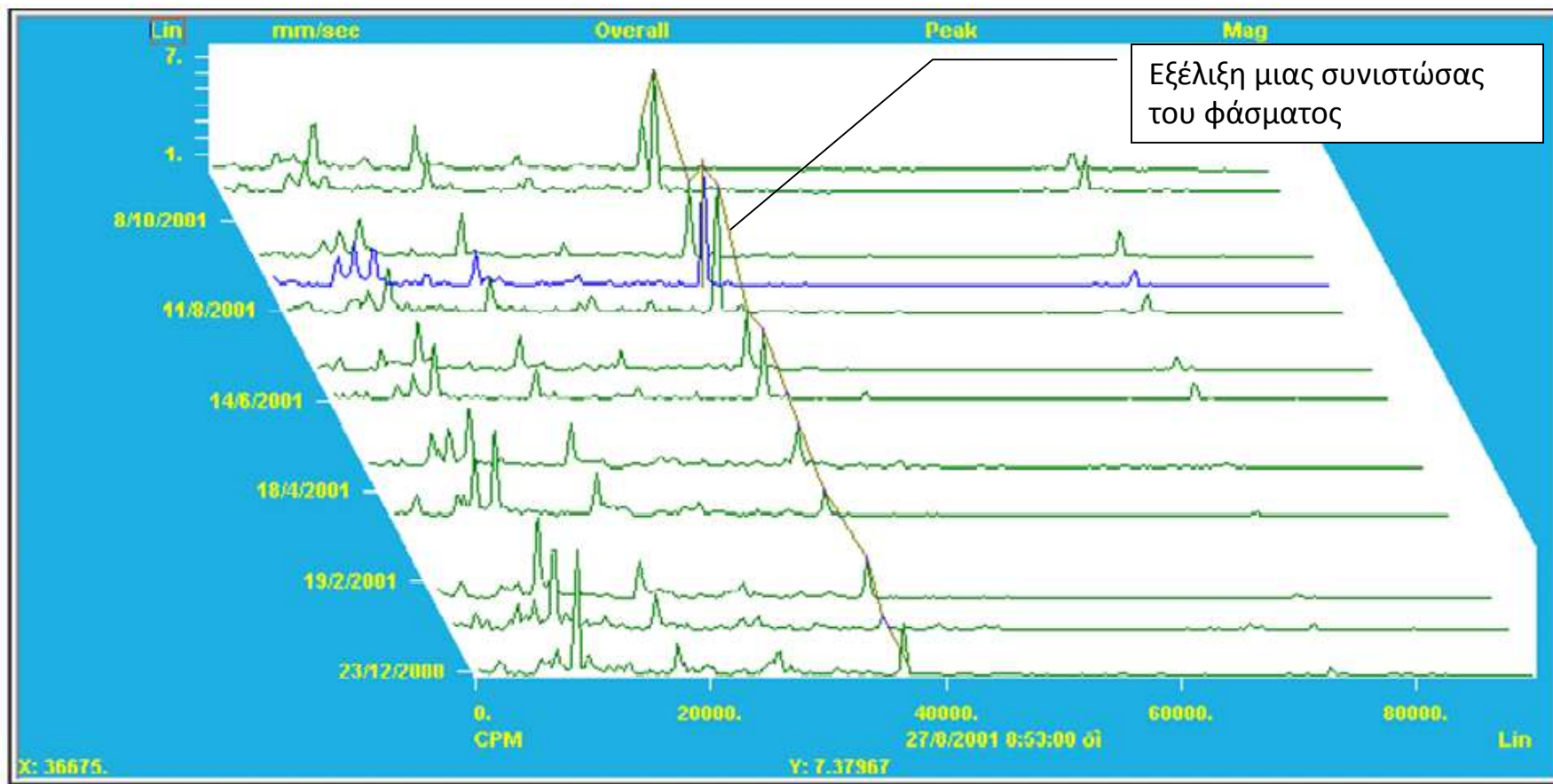
Χρονολογία τύσης (trend display). Η συγκριτική μέθοδος.

## Ιστορικό μετρήσεων θορύβου και πρόβλεψη αστοχίας σε ρουλεμαν



# Εργαλεία ανάλυσης των δονήσεων.

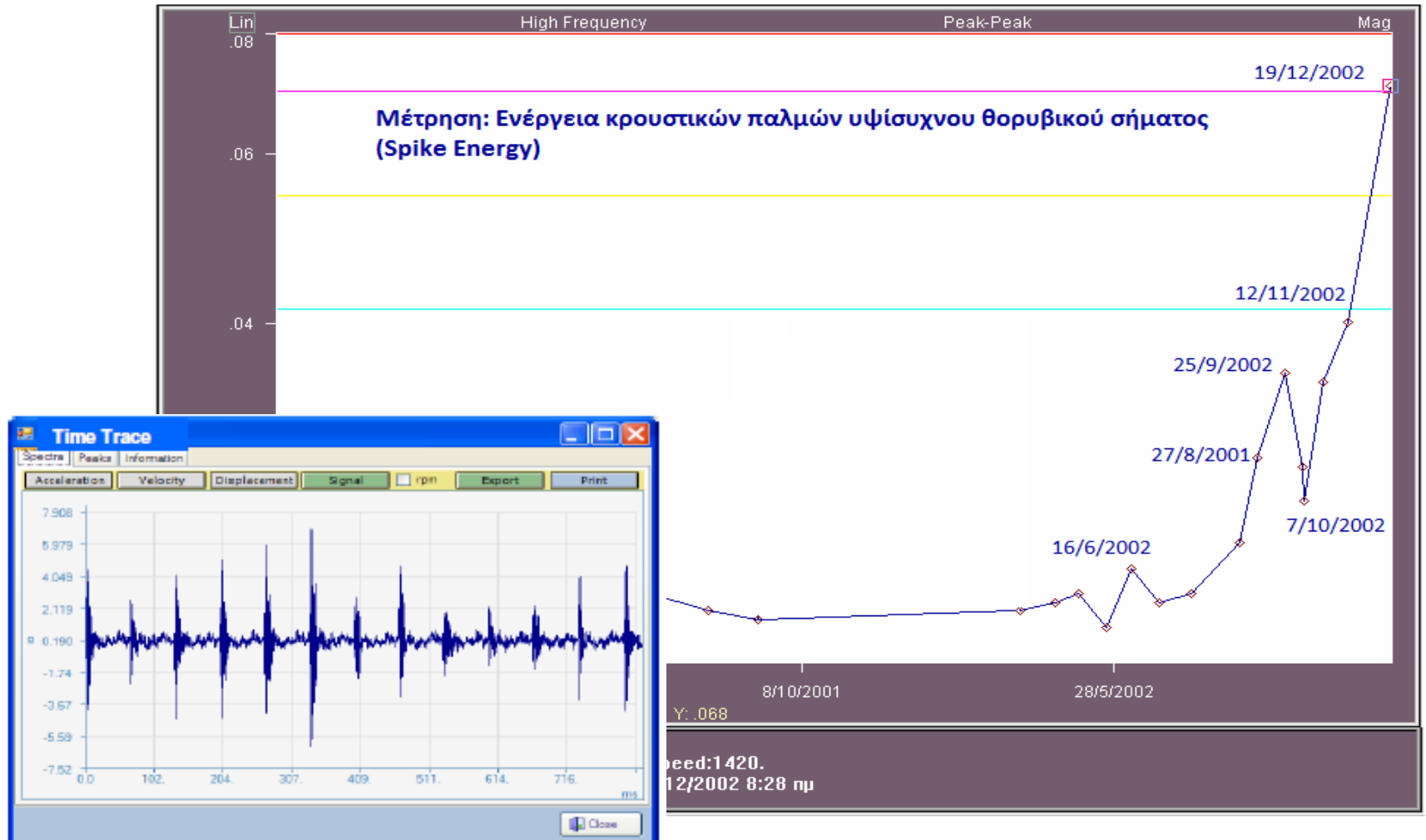
## Ακολουθία ιστορικών φασμάτων



## Εργαλεία ανάλυσης των δονήσεων.

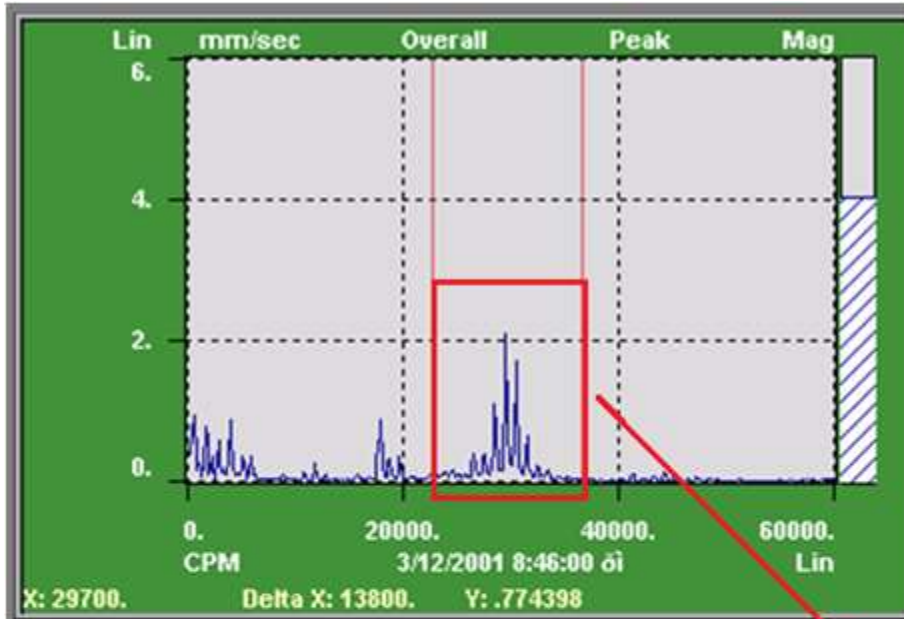
Ανάλυση τάσης ενέργειας κρουστικών παλμών  
(Spike Energy, Stress wave).

Μέτρηση ρουλεμάν κινητήρα. Διάγραμμα τάσης.



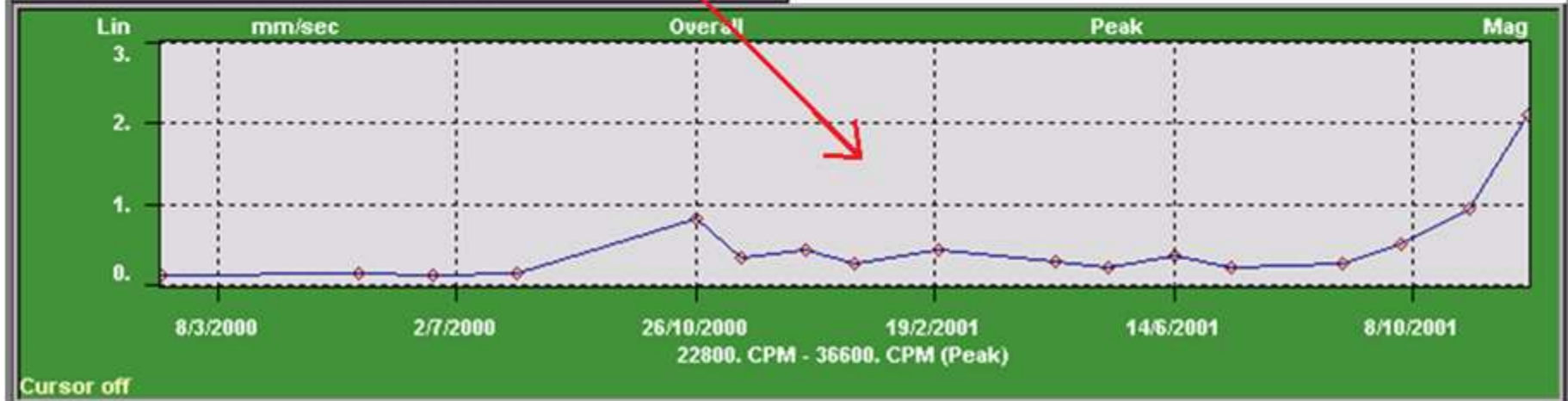


## Εργαλεία ανάλυσης των δονήσεων.



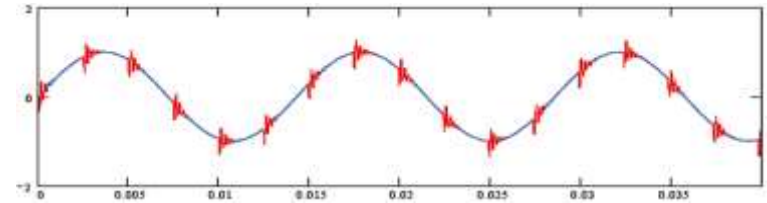
Ανάλυση τάσης  
ορισμένης ζώνης συχνοτήτων.

Παρακολούθηση εξέλιξης του εύρους  
μια ζώνης συχνοτήτων.

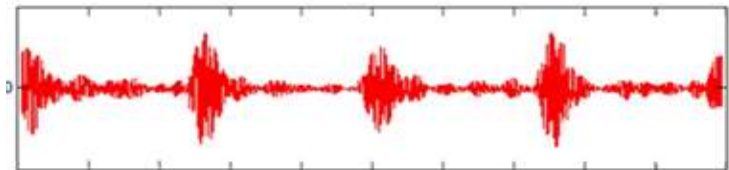




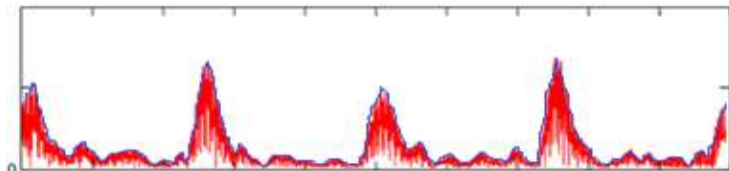
# Εργαλεία ανάλυσης των δονήσεων.



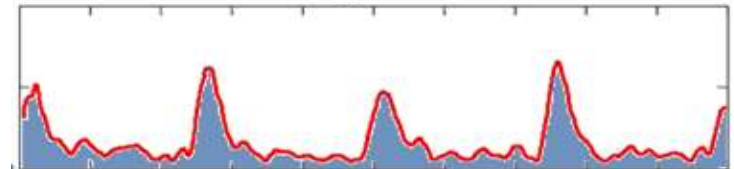
Υψιπερατό φίλτρο



Ανόρθωση

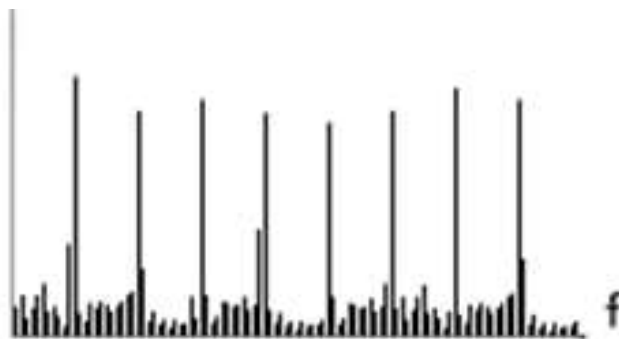


Φακέλωση



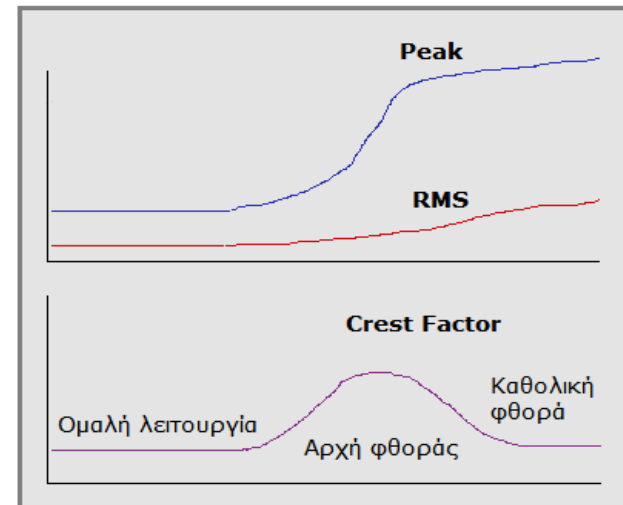
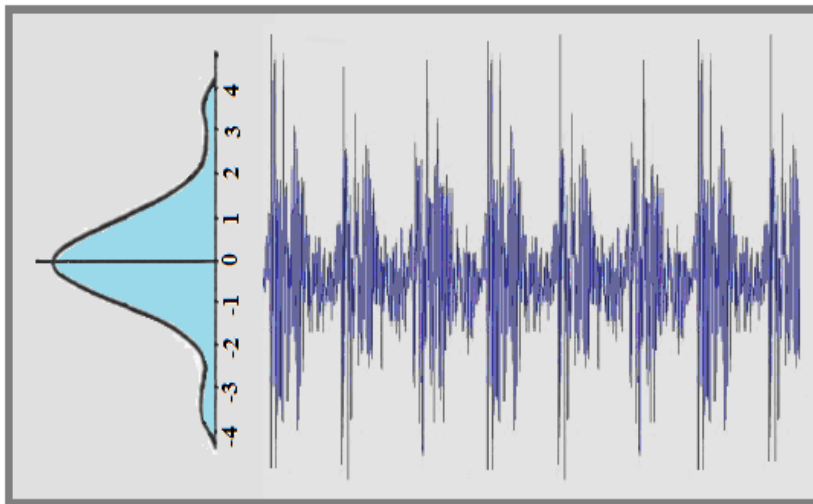
Αποδιαμόρφωση του σήματος θορύβου.  
Το φάσμα φακέλου.

(Demodulation – Enveloping)



## Εργαλεία ανάλυσης των δονήσεων.

Στατιστική ανάλυση του υψίσυχνου σήματος θορύβου.



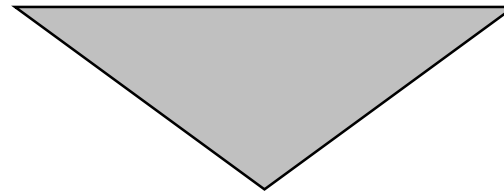
Δείκτες Crest, Kurtosis

# Εργαλεία ανάλυσης των δονήσεων.



Η διαγνωστική ανάλυση των κραδασμών βασίζεται σε 3 αξιώματα:

- Η δόνηση είναι φαινόμενο σύμφυτο με την λειτουργία ενός περιστροφικού μηχανήματος.
- Η απαρχή μιας μηχανικής βλάβης συνοδεύεται από αύξηση ή αλλαγή μορφής της δόνησης.
- Κάθε ιδιαίτερο μηχανικό πρόβλημα παράγει δονήσεις με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.



Η αξιολόγηση των χαρακτηριστικών της δόνησης, μπορεί να οδηγήσει στην ειδική αιτία που την παράγει και κατά συνέπεια στη διάγνωση του προβλήματος.

Προβλήματα και τύποι ηλεκτρομηχανικών αστοχιών, που παράγουν δόνηση  
..... και μπορούν να διαγνωσθούν .....

- Αζυγοσταθμία στροφείων.
- Απευθυγραμμία αξόνων σε ευθύγραμμη μετάδοση κίνησης (κόπλερ).
- Απευθυγραμμία εδράνων.
- Στραβός άξονας.
- Εκκεντρότητα.
- Βλάβες και ελαττώματα οδοντωτών τροχών.
- Φθορές και βλάβες σε ρουλεμάν.
- Χαλαρότητα - «παίξιμο» συναρμογών.
- Συντονισμός.
- Ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις (σε κινητήρες).
- Ανεπαρκής λίπανση.
- Άρπαγμα εδράνου ολίσθησης.
- Τριβή στροφών σε σταθερά μέρη.
- .....

## Προβλήματα που εντοπίζονται με άλλες μεθόδους .....

- Διαρροή λιπαντικού από τις τσιμούχες.
- Στεγνωμένο κουζινέτο.
- Σκουριασμένες επιφάνειες σιλό.
- Διάβρωση δεξαμενής.
- Υπερβολική παραμόρφωση των σωληνώσεων νερού.
- Υπερβολική τάνυση ιμάντων.
- Κατεστραμμένα ρουλεμάν. Δεν έχει νόημα η διάγνωση σε αυτή τη φάση της φθοράς.
- Χαμηλή απόδοση αντλιών, φυσητήρων, αεροσυμπιεστών κλπ.
- Κατεστραμμένο φίλτρο αναπνευστήρα γранаζοκιβωτίου.
- Σχισμένος ιμάντας μεταφορικής ταινίας.
- Κινητήρας εκτεθειμένος σε υγρό περιβάλλον.
- .....

*Η Διαγνωστική ανάλυση υπηρετεί τις πολιτικές συντήρησης.*

**ΜΕΧΡΙΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ**



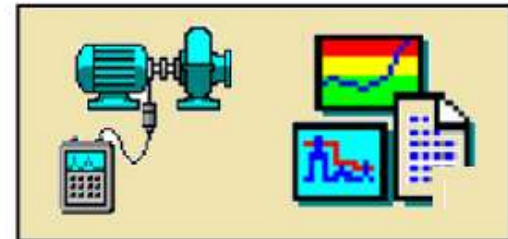
**RUN TO FAILURE**

**ΒΑΣΕΙ ΧΡΟΝΟΥ (ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ)**

	4000h	8000h	12000h	16000h	20000h	24000h	28000h	32000h	36000h
Μητρώο	X			X					
Τακτική									X
Ανίχνευση					X				
Τακτική				X					
Χαλαρ.		X				X			

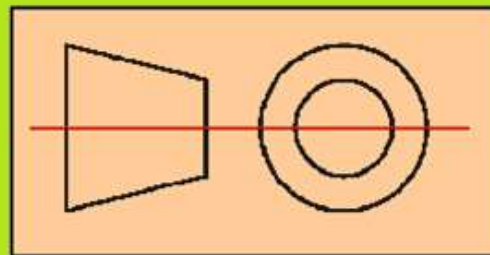
**TIME BASED (PREVENTIVE)**

**ΒΑΣΕΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**



**CONDITION BASED**

**ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ -  
ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**



**IMPROVEMENTS -  
REDESIGN**

Η επιτήρηση των δονήσεων είναι ένα δυνατό εργαλείο εφαρμογής της «Βάσει Κατάστασης Συντήρησης».

Vibration monitoring is a powerful tool to “Condition Based Maintenance”.



# Επιλέγοντας τη κατάλληλη πολιτική Συντήρησης

Κρισιμότητα

- Η ακινητοποίηση της μηχανής προκαλεί απώλειες παραγωγής.
- Αστοχία του εξοπλισμού πλήττει το προϊόν και την αγορά.
- Το κόστος επισκευής είναι υψηλό.
- Η βλάβη μπορεί να προκαλέσει δευτερογενή ζημία.
- Υπάρχουν επιπτώσεις στην ασφάλεια, στην υγεία και στο περιβάλλον.
- Φήμη, κύρος...

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Μέχρις αστοχίας

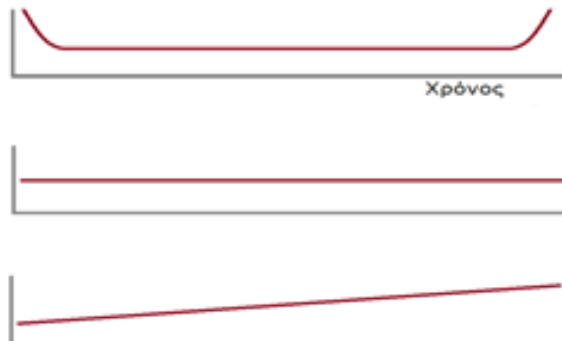
- Η διάρκεια ζωής είναι προβλέψιμη.
- Το επιβάλλει η νομοθεσία.
- Δεν είναι εφικτός ο έλεγχος κατάστασης.
- Προβλέπεται στους όρους εγγύησης.

- Δεν τεκμηριώνεται προβλέψιμη διάρκεια ζωής.
- Η βλάβη είναι διαγνώσιμη.
- Τρέχει ένα πρόγραμμα ελέγχων – μετρήσεων.

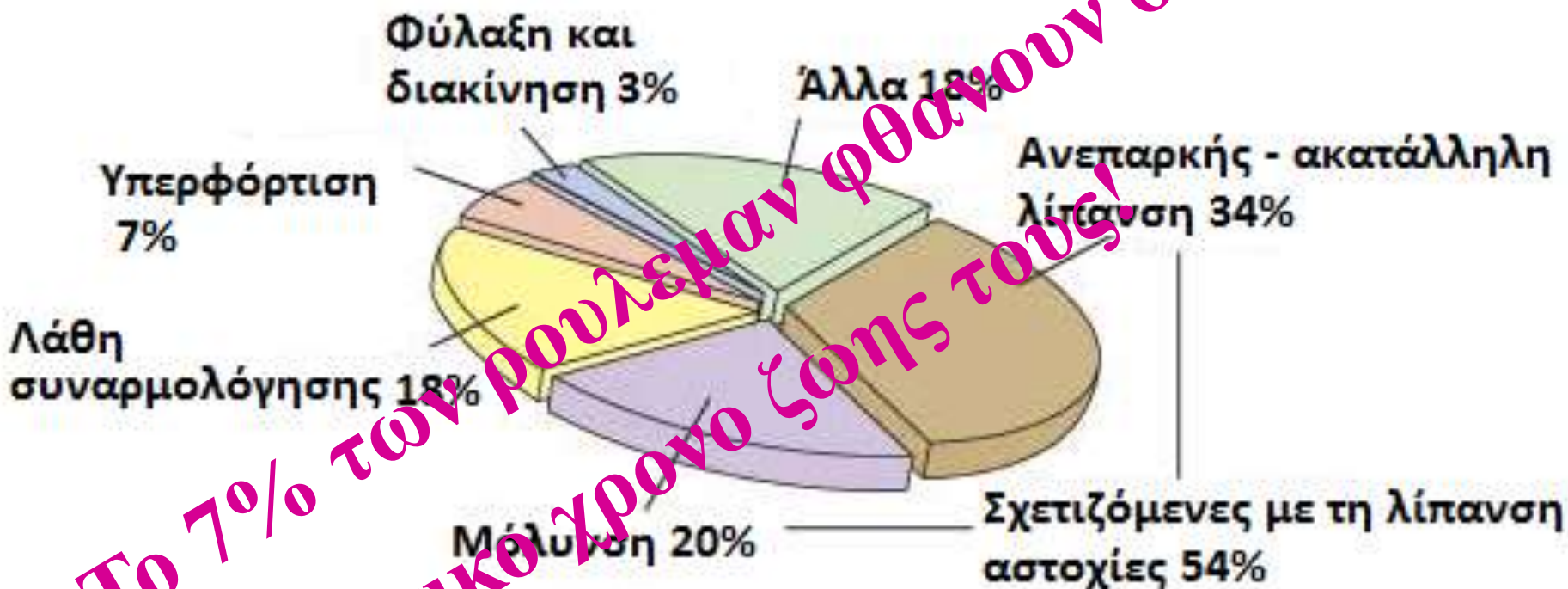
Βάσει χρόνου  
(time based)

Βάσει κατάστασης  
(condition based)

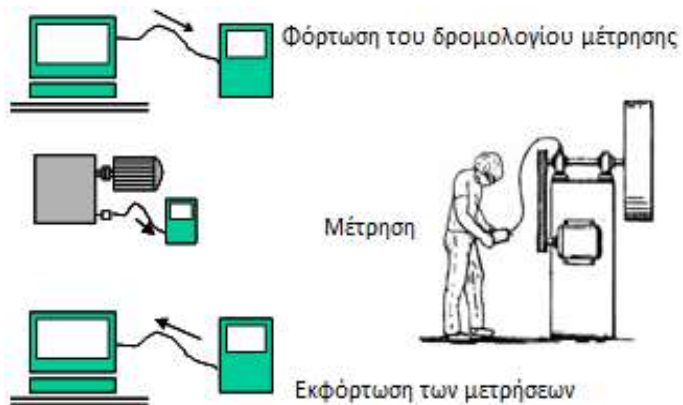
Πιθανότητα αστοχίας



## Στατιστική: Αιτίες πρόωρης αστοχίας ρουλεμάν.



## Περιοδικές μετρήσεις.



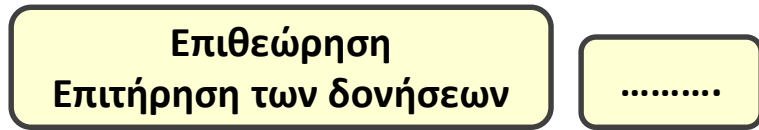
## Συνεχής – μόνιμη παρακολούθηση. (continuous monitoring)

- Δύσκολη πρόσβαση.
- Ταχύτητα εξελισσόμενες βλάβες.



- Υψηλό κόστος επένδυσης.
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος.

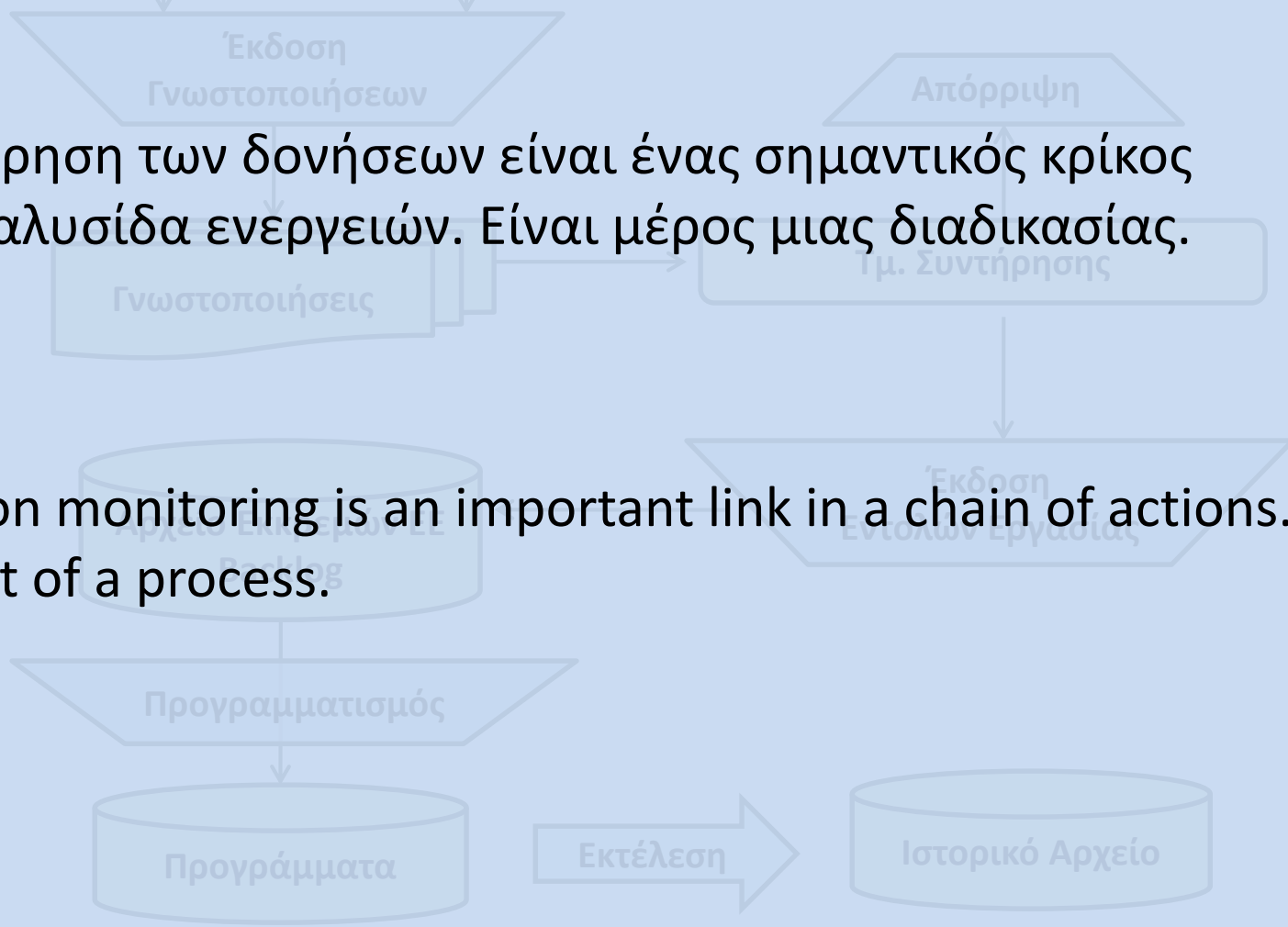
*Η Διαγνωστική είναι μέρος μιας διαδικασίας.*



Το διάγραμμα ροής (flow chart) της ΕΕ

Η επιτήρηση των δονήσεων είναι ένας σημαντικός κρίκος σε μια αλυσίδα ενεργειών. Είναι μέρος μιας διαδικασίας.

Vibration monitoring is an important link in a chain of actions. It is part of a process.

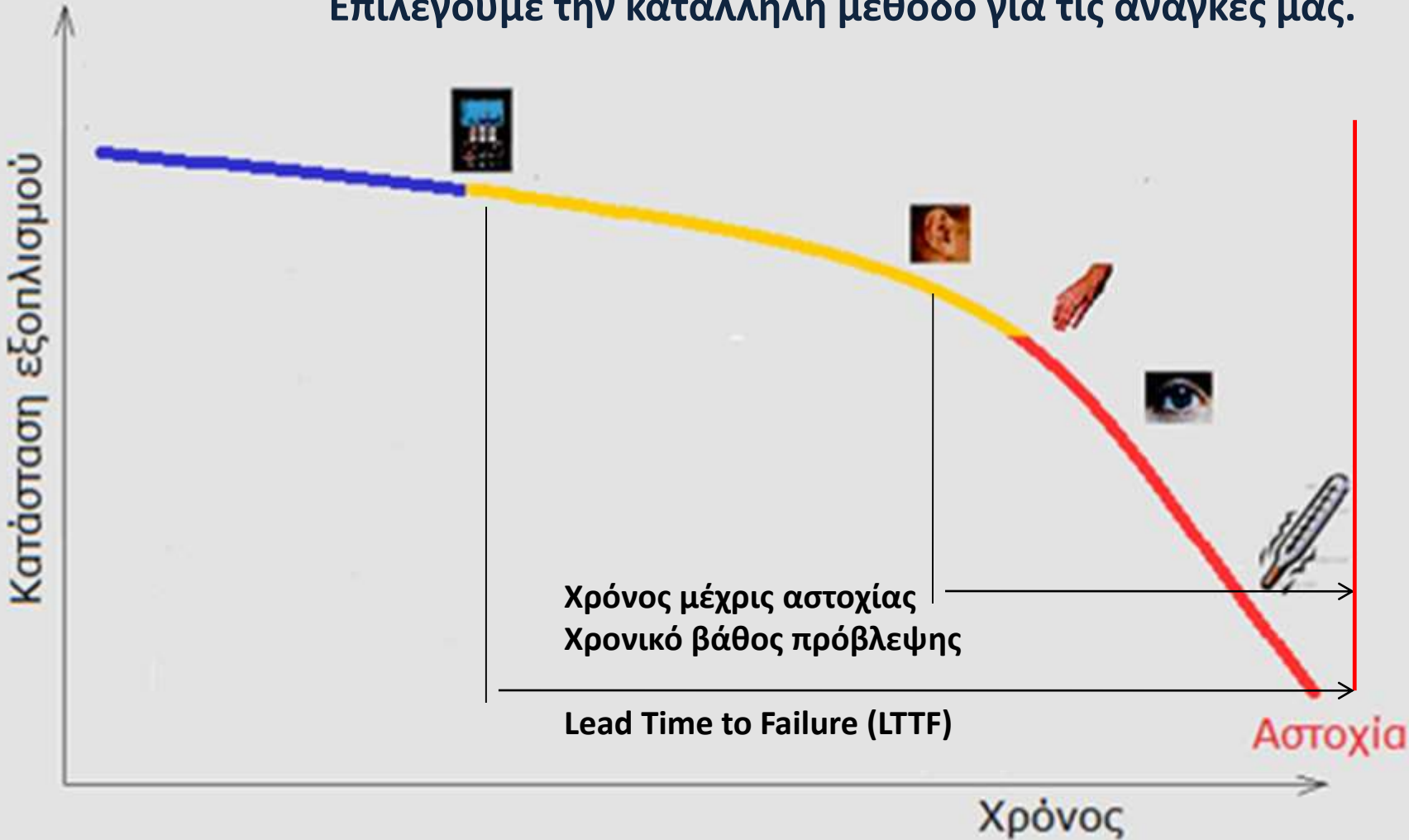


## Η Διαγνωστική θέτει προαπαιτούμενα.

### Προϋποθέσεις ορθής εφαρμογής της Διαγνωστικής:



Επιλέγουμε την κατάλληλη μέθοδο για τις ανάγκες μας.





# Η διπλή αποστολή της επιτήρησης των δονήσεων.

## The double role of vibration monitoring

### Σφάλμα – Απορρύθμιση (fault)

Η δόνηση ως αίτιο αστοχίας.  
Διασφάλιση καλών συνθηκών λειτουργίας.  
Ελάττωση της δόνησης.  
Διορθωτικές ενέργειες: ζυγοστάθμιση, ευθυγράμμιση, ενισχύσεις...  
Δυνατότητα διόρθωσης.  
Εξαρτήματα που καταπονούνται.

Το πρόβλημα είναι αναστρέψιμο (reversible).

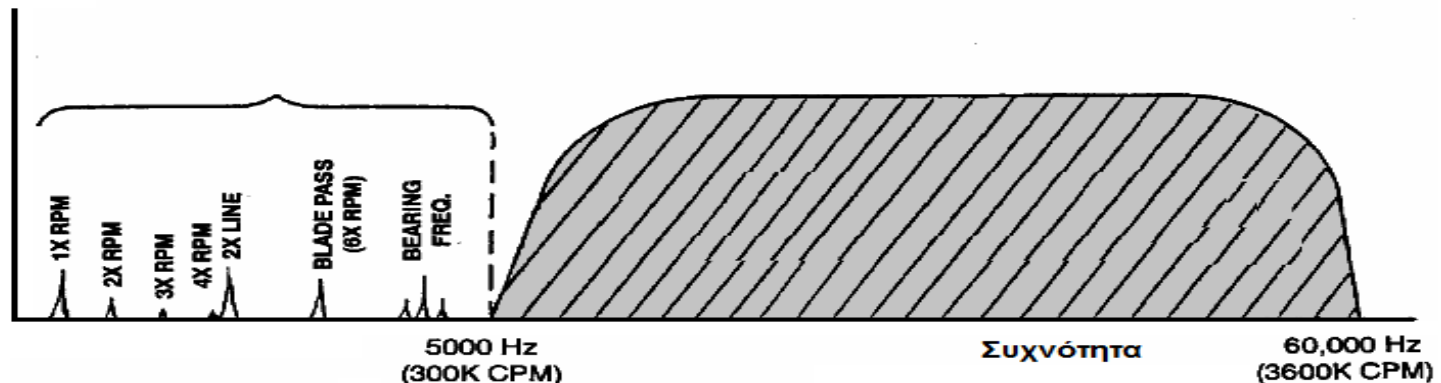
### Προστασία – Πρόληψη (prevention)

### Βλάβη – φθορά (wear)

Η δόνηση είναι το σύμπτωμα.  
Διάγνωση αρχόμενης αστοχίας.  
Πρόβλεψη του χρόνου αστοχίας.  
Προγραμματισμός επισκευής.  
Διευκόλυνση προγραμματισμού εργασιών.  
Σημασία στην έγκαιρη διάγνωση και πρόβλεψη.  
Εξαρτήματα που φθείρονται.

Μη αναστρέψιμο πρόβλημα (irreversible).

### Διάγνωση – Πρόγνωση (detection)





## Τα οφέλη από την εφαρμογή της Βάσει Κατάστασης Συντήρησης:

### α. Μειώνονται οι νεκροί χρόνοι και επομένως οι απώλειες παραγωγής, αφού:

- Οι βλάβες αντιμετωπίζονται προγραμματισμένα και σύμφωνα με το πρόγραμμα της παραγωγής.
- Προλαμβάνονται οι αιφνίδιες αστοχίες.

### β. Επιμηκύνεται η διάρκεια ζωής των μηχανημάτων σαν αποτέλεσμα:

- Της βελτίωσης του επιπέδου συντήρησης.
- Της διασφάλισης καλών συνθηκών λειτουργίας. Για παράδειγμα, με τη διατήρηση της δόνησης σε χαμηλά επίπεδα, τα μηχανήματα δουλεύουν υπό ομαλότερες συνθήκες.

### γ. Περιορίζονται οι δαπάνες συντήρησης, επειδή:

- Αποφεύγονται οι δευτερογενείς βλάβες, λόγω της έγκαιρης διάγνωσης και διόρθωσης.
- Γίνεται στοχευμένη συντήρηση. Αποφεύγονται οι περιττές επεμβάσεις.



Και τώρα .... τι κάνουμε;

## ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ (AUDIT)

- Διακρίνουμε τον κρίσιμο εξοπλισμό με αντικειμενικά κριτήρια.
- Επιλέγουμε τα μηχανήματα που θα υπαχθούν στο καθεστώς επιτήρησης και άλλων πολιτικών.
- Επιλέγουμε τις κατάλληλες μεθόδους σε κάθε περίπτωση. Σημασία στο βάθος πρόβλεψης.
- Συνδυάζουμε πολλαπλές τεχνικές διάγνωσης.
- Οργανώνουμε σχέδιο απλής επιθεώρησης.
- Θεσπίζουμε διαδικασίες επικοινωνίας με λογοδοσία.
- Εκπαιδεύουμε κατάλληλα το προσωπικό.
- Επιλέγουμε μεταξύ εσωτερικής απασχόλησης ή εξωτερικού εργολάβου.
- Επιλέγουμε τον κατάλληλο εξοπλισμό επιτήρησης των δονήσεων.

*«Η ανάλυση των δονήσεων στη Διαγνωστική των μηχανών. Δυνατότητες και περιορισμοί.»*

**ΤΕΛΟΣ**