



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Ηλεκτρικά Κινητήρια Συστήματα

Ενότητα 2: Συγκρότηση ενός Ηλεκτρικού Κινητήριου  
Συστήματος – είδη φορτίων

Επαμεινώνδας Μητρονίκας

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Υπολογιστών

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Άδειες χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή στα Ηλεκτρικά Κινητήρια Συστήματα
- 2. Συγκρότηση ενός Ηλεκτρικού Κινητήριου Συστήματος – είδη φορτίων**
3. Μεταφορά Ισχύος
4. Μεταβατικές καταστάσεις
5. Επιλογή Ηλεκτρικών Κινητήρων
6. Απώλειες και ψύξη Ηλεκτρικών Κινητήρων
7. Λειτουργική Συμπεριφορά Ηλεκτρικών Κινητήρων
8. Νεότεροι τύποι Ηλεκτρικών Κινητήρων
9. Περιγραφή Κινητήρων Σ.Ρ. με χονδρικά διαγράμματα
10. Περιγραφή Ασύγχρονων Κινητήρων με χονδρικά διαγράμματα
11. Εκκίνηση και πέδηση ασύγχρονων κινητήρων
12. Ρύθμιση ταχύτητας ασύγχρονων κινητήρων
13. Λειτουργική συμπεριφορά σύγχρονων κινητήρων



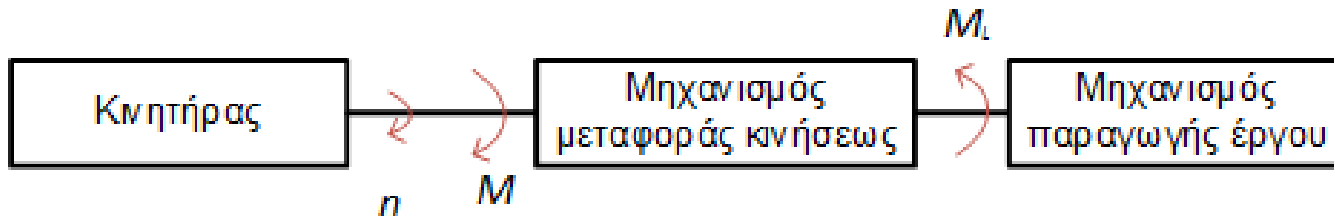
# Σκοποί ενότητας

- ❑ Κατανόηση της δομής και των χαρακτηριστικών των Ηλεκτρικών Κινητηρίων Συστημάτων
- ❑ Κατανόηση των δυνάμεων που επιδρούν στα κινητήρια συστήματα



# Βασικά χαρακτηριστικά των Ηλεκτρικών Κινητήριων Συστημάτων

# Δομή ενός απλού κινητηρίου συστήματος



- Η ροπή της κινητήριας μηχανής  $M$ , αντισταθμίζει τη ροπή του φορτίου  $M_L$  και επιταχύνει το στρεφόμενο σύστημα.
- Όταν οι δύο ροπές είναι ίσες, το στρεφόμενο σύστημα περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα.





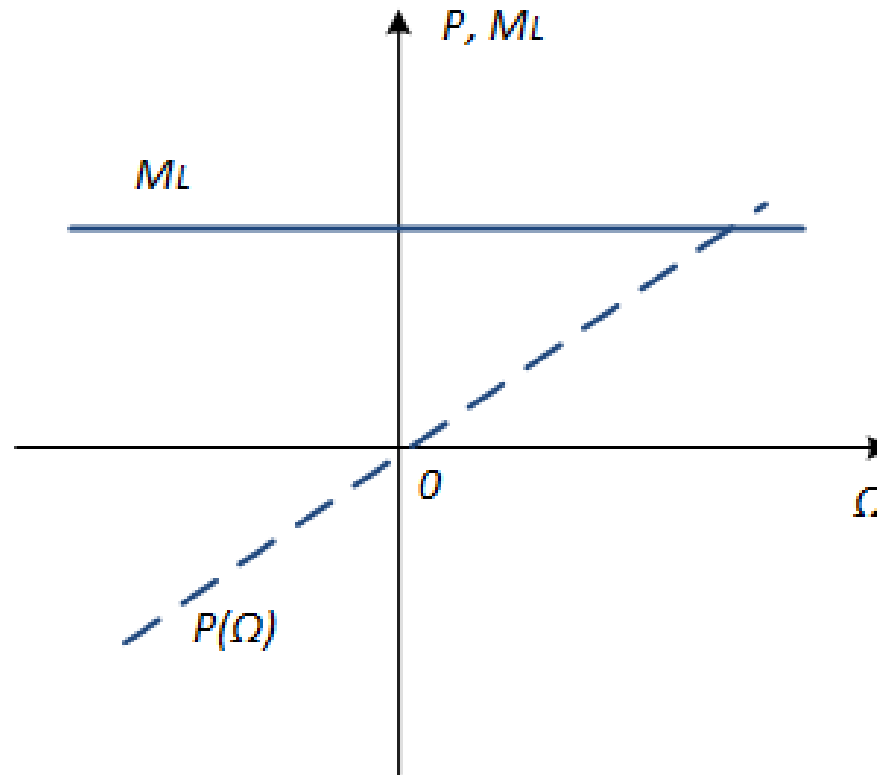
# Είδη μηχανικών φορτίων

- ❑ Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζονται τα βασικά είδη μηχανικών φορτίων που απαντώνται στα κινητήρια συστήματα.
- ❑ Τα μηχανικά φορτία που συναντώνται στην πράξη είτε ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες είτε, αρκετά συχνά, αποτελούν συνδυασμό αυτών.

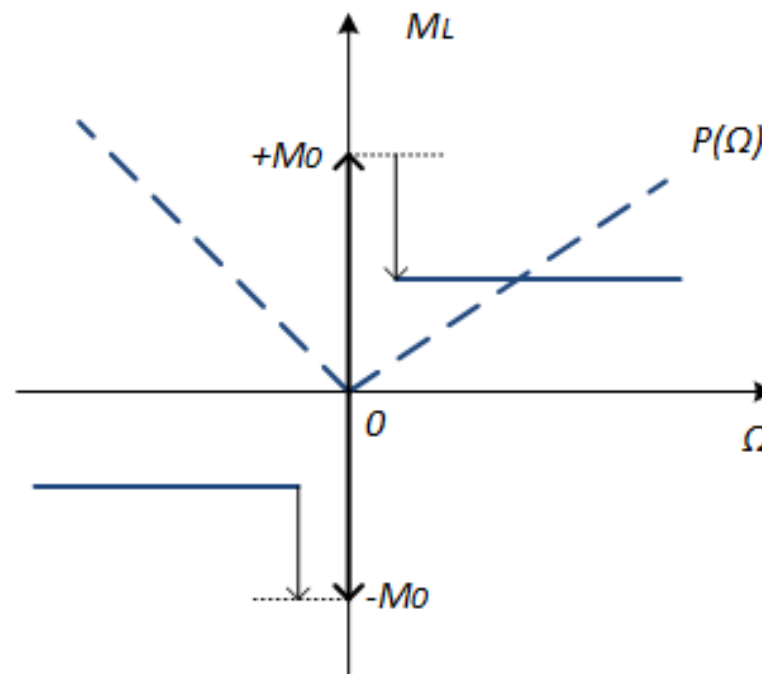


Μηχανικά φορτία των οποίων η  
ροπή εξαρτάται από τη γωνιακή  
ταχύτητα περιστροφής

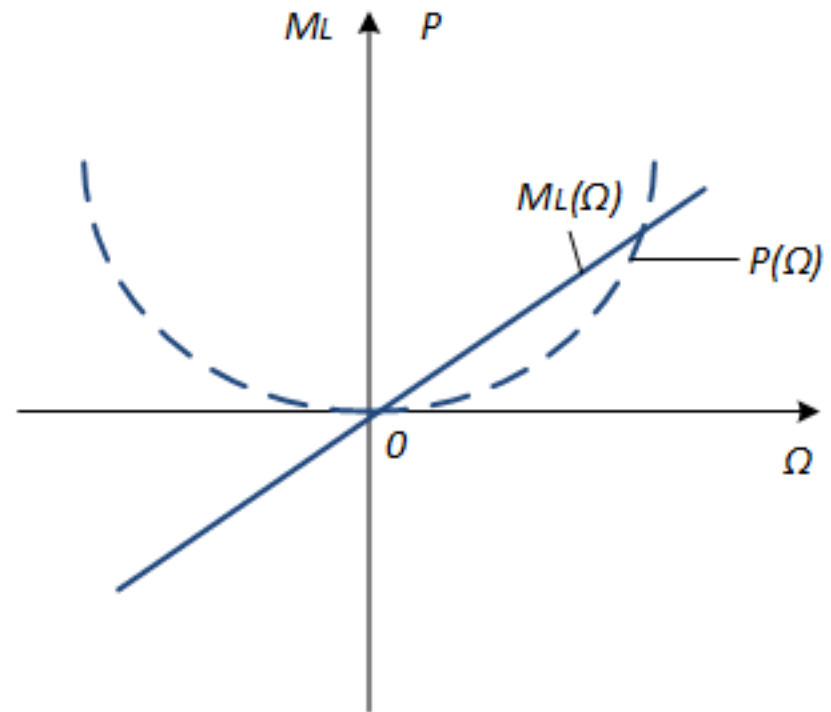
# Σταθερή ροπή φορτίου, ανεξάρτητη της ταχύτητας περιστροφής



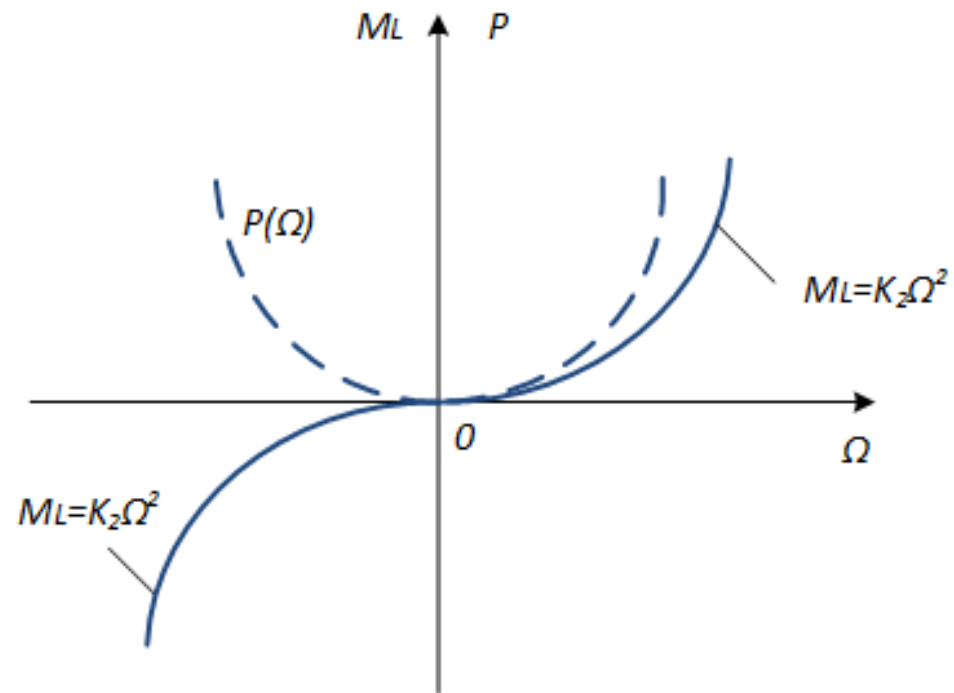
Σταθερή ροπή φορτίου, με πρόσημο που  
αλλάζει με τη φορά περιστροφής



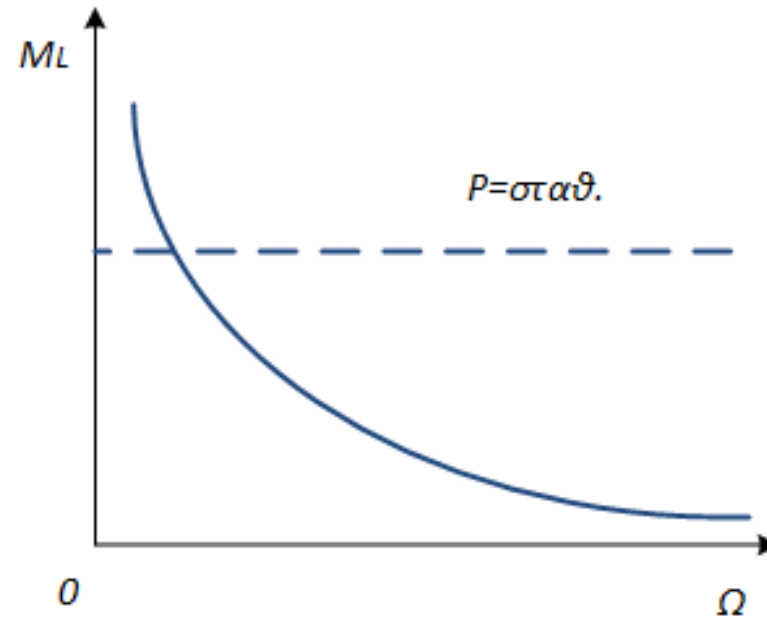
$$M_L = K_1 \Omega, P = K_1 \Omega^2$$



$$M_L = \pm K_2 \Omega^2, P = K_2 \Omega^3$$



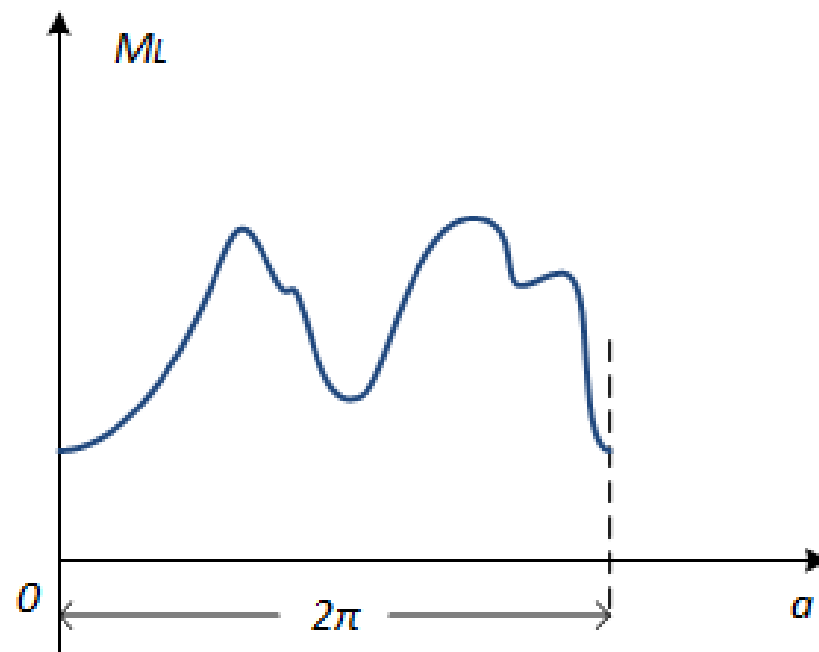
# Φορτίο που απαιτεί σταθερή ισχύ



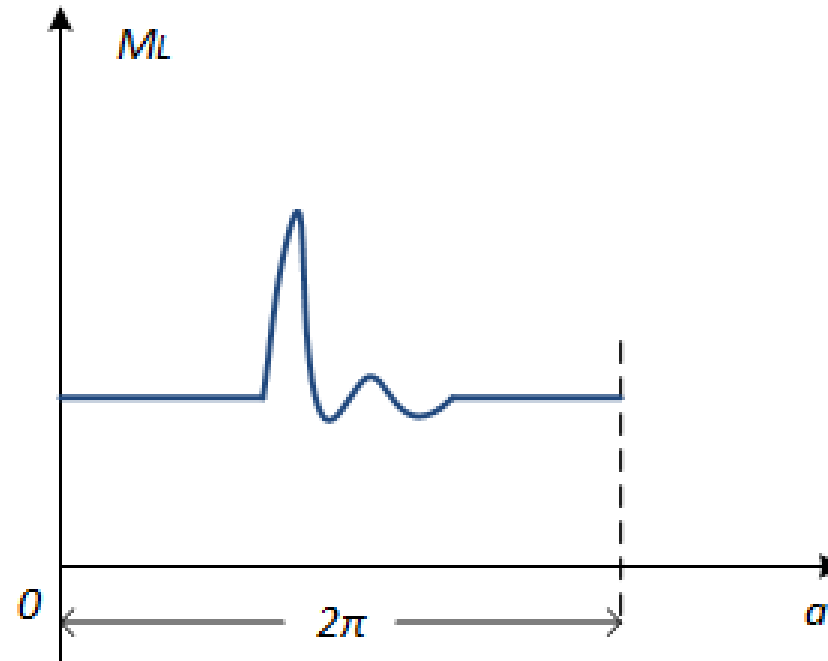
Μηχανικά φορτία των οποίων η  
ροπή εξαρτάται από τη γωνία  
περιστροφής



# Περιοδικά μεταβαλλόμενη ροπή φορτίου

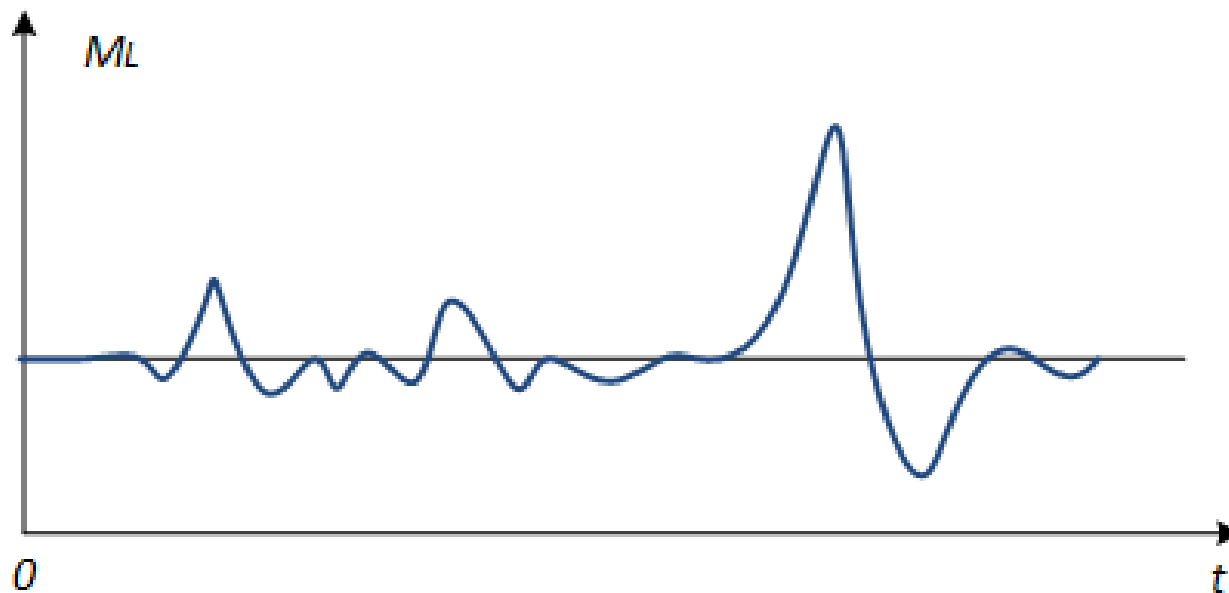


# Κρουστική περιοδική ροπή φορτίου

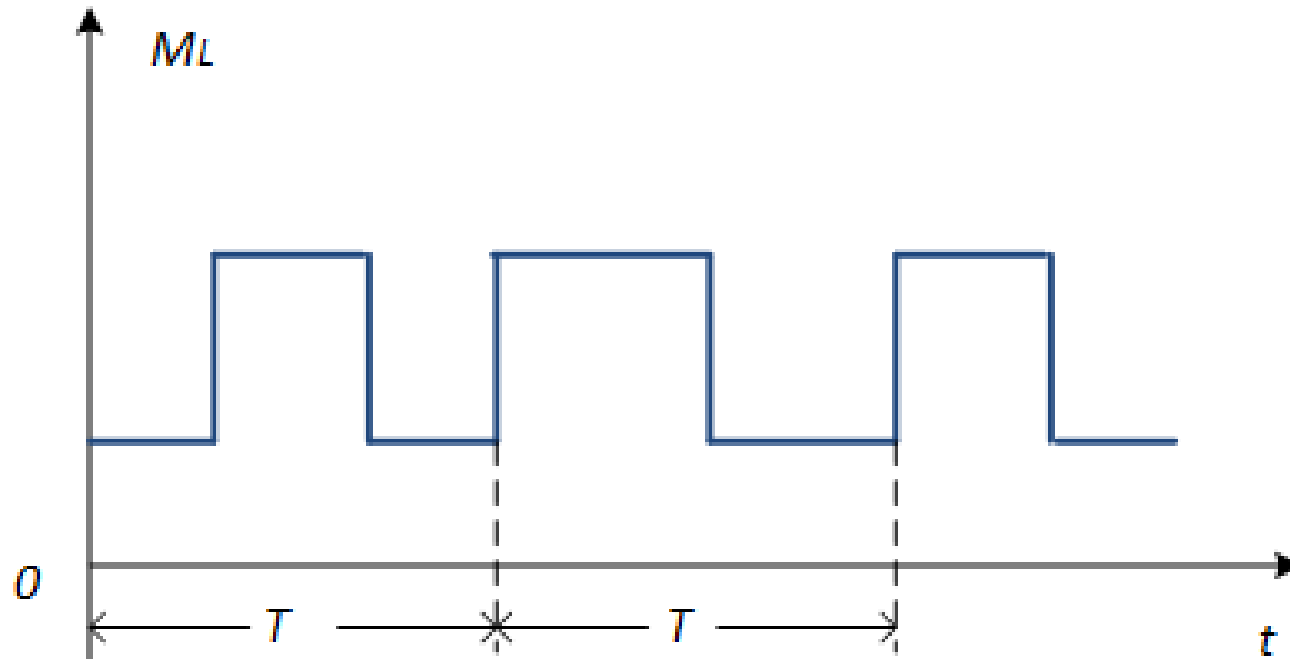


Μηχανικά φορτία των οποίων η  
ροπή είναι περιοδική συνάρτηση  
του χρόνου

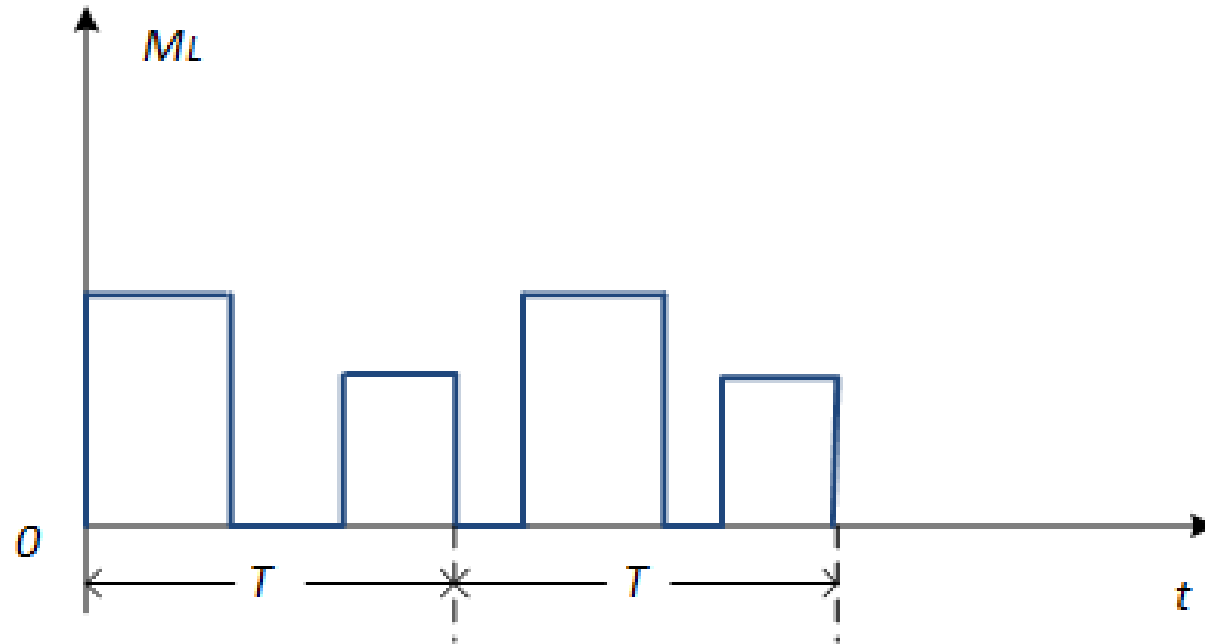
## Τυχαίες ταλαντώσεις της $M_L(t)$



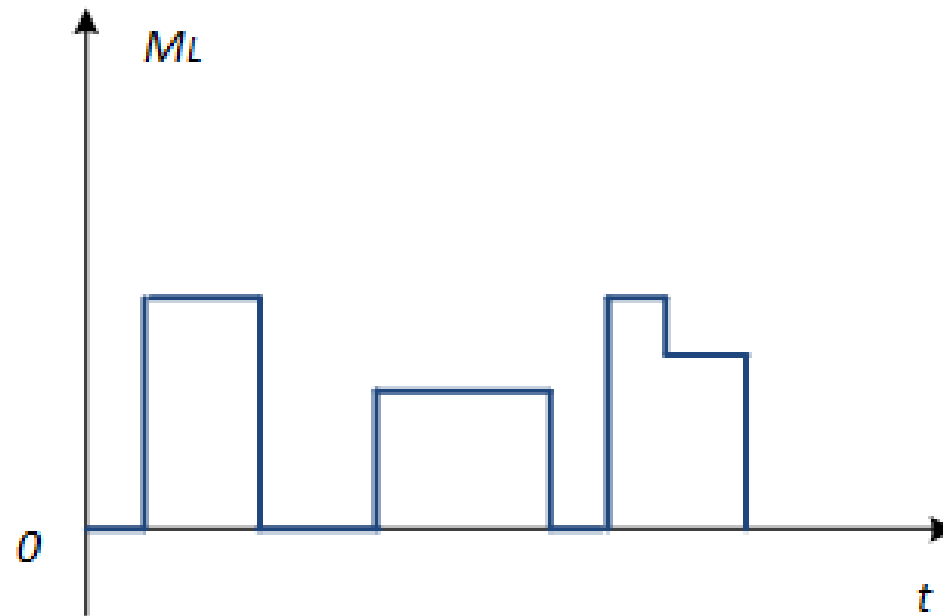
## Περιοδική συνάρτηση $M_L(t)$



# Περιοδική συνάρτηση $M_L(t)$



# Απεριοδική συνάρτηση $M_L(t)$

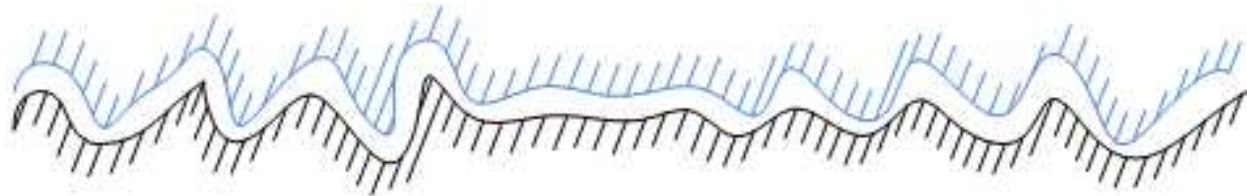


Τριβή



# Η τριβή ως φαινόμενο

- Κατά την κίνηση μιας επιφάνειας ως προς μια άλλη εμφανίζονται δυνάμεις αντίθετες προς την κίνηση.
  - Οι δυνάμεις αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι οι επιφάνειες που έρχονται σε επαφή δεν είναι τέλειες (ιδανικά λείες).
  - Το παραπάνω φαινόμενο ορίζεται ως τριβή.
- Η δύναμη της τριβής εξαρτάται από τις επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή καθώς και από την πίεση που ασκείται μεταξύ αυτών.

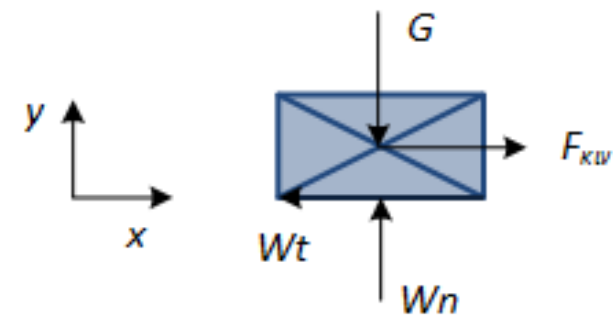
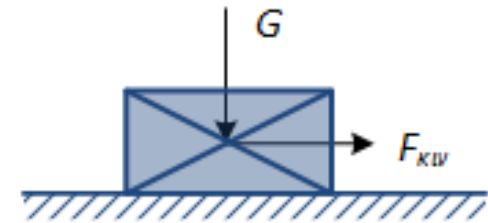


# Τριβή ολίσθησης

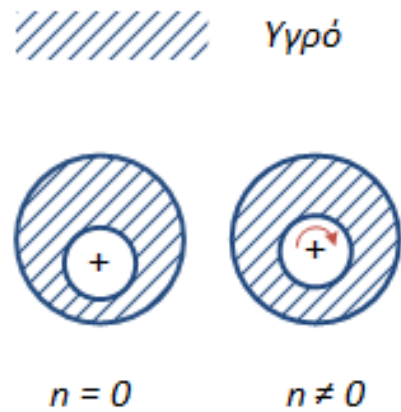
- Εμφανίζεται όταν έχουμε ολίσθηση μεταξύ δύο επιφανειών.
- Η αναπτυσσόμενη δύναμη της τριβής δίνεται από το νόμο του coulomb:

$$W_t = \mu \cdot W_n$$

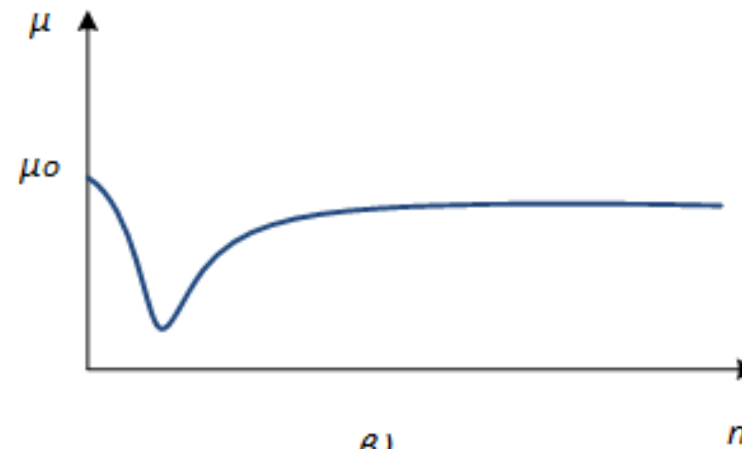
- Όπου  $\mu$  είναι ο συντελεστής τριβής σε κίνηση



# Τριβή ολίσθησης σε περιστροφική κίνηση – συνάρτηση του $\mu$ από την ταχύτητα περιστροφής



α)



# Τριβή ηρεμίας

- Εμφανίζεται μεταξύ ακίνητων επαπτόμενων επιφανειών και εμποδίζει την κίνηση μεταξύ αυτών. Τότε ισχύει:

$$W_{to} = \mu_o \cdot W_n$$

- Ο συντελεστής  $\mu_o$  ονομάζεται συντελεστής τριβής ηρεμίας και γι αυτόν ισχύει πάντα  $\mu_o > \mu$ .



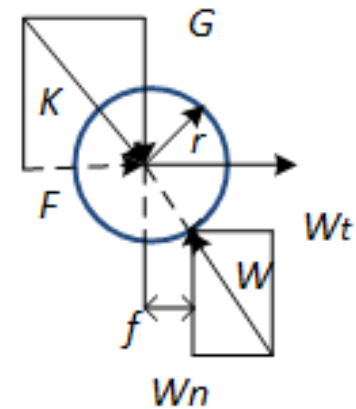
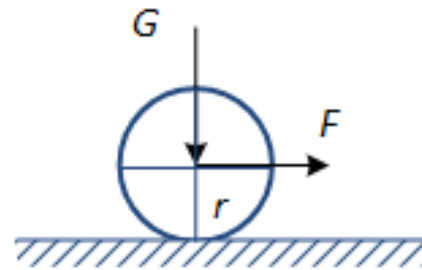
# Τριβή κύλισης

- Απαραίτητη συνθήκη ώστε ένα κυλινδρικό σώμα να περιστραφεί και να μην ολισθήσει είναι η παρακάτω:

$$W_t = \mu_o \cdot W_n$$

ή

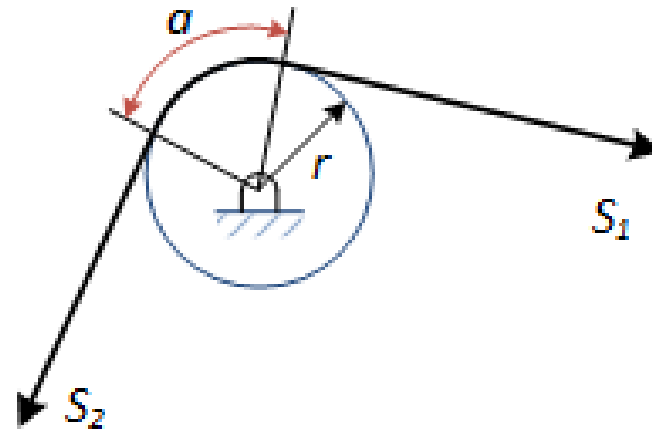
$$\frac{f}{r} = \mu_o$$



# Τριβή περίπλεξης

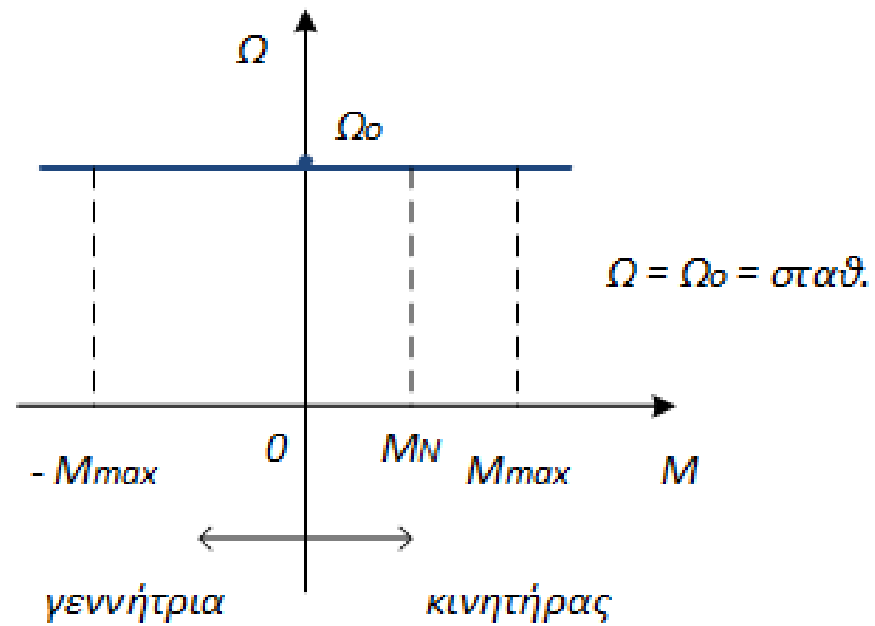
□ Τύπος του Eitenwein:

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu_0 \cdot a}$$



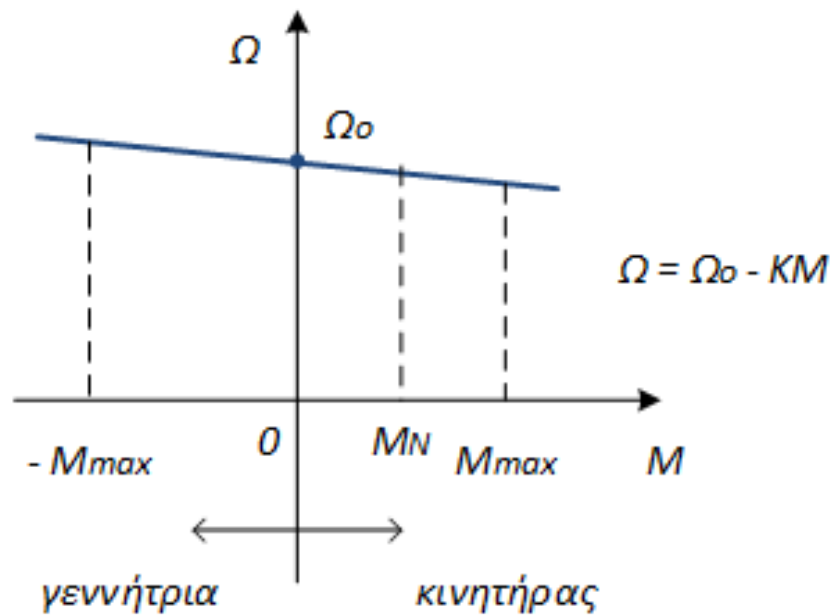
Χαρακτηριστικές ροπής –  
ταχύτητας ηλεκτρικών μηχανών

# Χαρακτηριστική σύγχρονης μηχανής

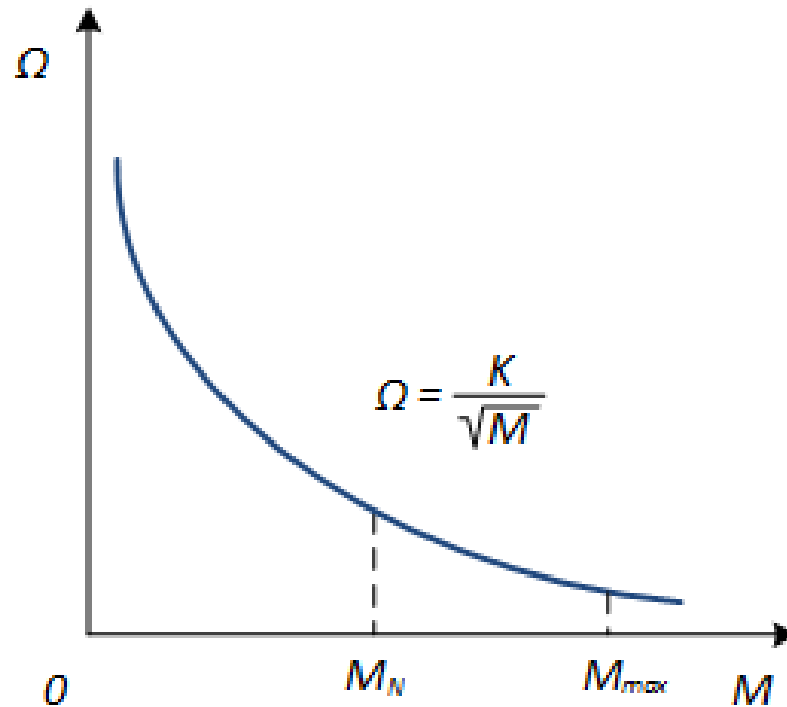




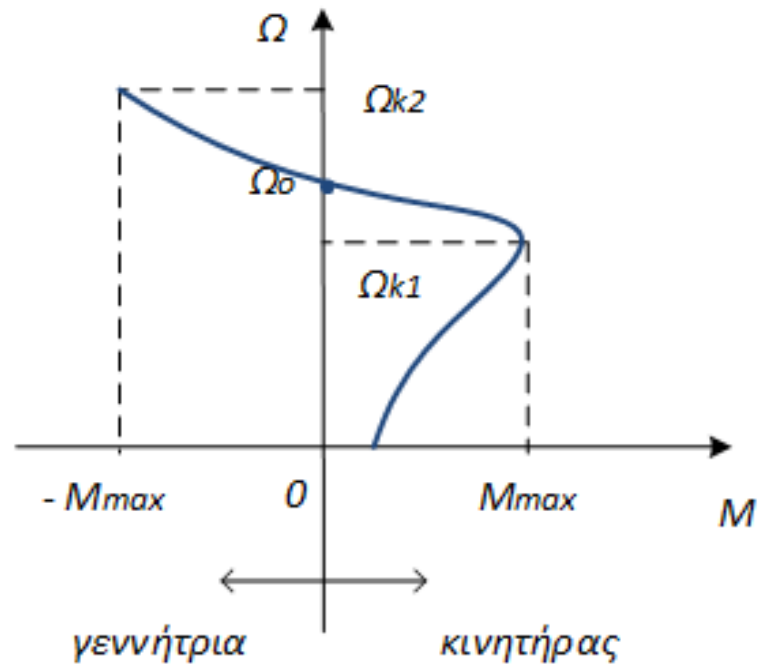
# Χαρακτηριστική παράλληλης διέγερσης



# Χαρακτηριστική διέγερσης σε σειρά



# Χαρακτηριστική ασύγχρονης μηχανής



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.00**.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Επαμεινώνδας Μητρονίκας 2014.  
Επαμεινώνδας Μητρονίκας. «Ηλεκτρικά Κινητήρια Συστήματα». Έκδοση: 1.0.  
Πάτρα 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://eclass.upatras.gr/courses/EE747/>.



# Βιβλιογραφία

- [1]. Αθανασίου Ν. Σαφάκα, «Ηλεκτρικά Κινητήρια Συστήματα», Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα 2013.

