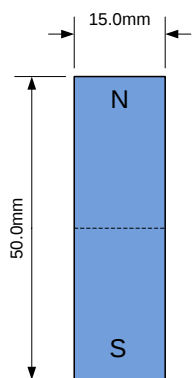


Project 01: «Διερευνητική Ανάλυση και Λειτουργία του λογισμικού FEMM»

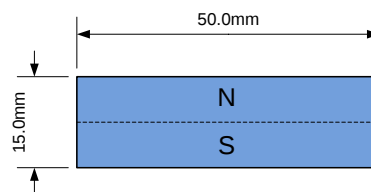
Άσκηση 0: Εισαγωγική διερεύνηση.

- 1) **Γενικά:** Αναζητήστε πληροφορίες για την έννοια του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται εξ' αιτίας:
 - α) ενός μόνιμου μαγνήτη,
 - β) ενός ρευματοφόρου ευθύγραμμου αγωγού και
 - γ) ενός σωληνοειδούς (ρευματοφόρος αγωγός σε μορφή περιέλιξης/πηνίου).
- 2) **Έννοιες:** Κατανοείστε τις έννοιες
 - α) μαγνητική διαπερατότητα υλικού (permeance),
 - β) μαγνητική ροή (magnetic flux),
 - γ) πυκνότητα μαγνητικής ροής (flux density),
 - δ) δύναμη μαγνήτισης/απομαγνήτισης (magnetizing/coercive force),
 - ε) μαγνητεγερτική δύναμη (magnetomotive force -mmf-).
- 3) **Μοντέλα:** Κάνοντας χρήση του λογισμικού FEMM δημιουργείτε 4 ανεξάρτητα μοντέλα (**PM-a, PM-b, PM-c, PM-d**) σύμφωνα με το Σχ. 0 της επόμενης σελίδας.
 - 3.1 Το (a), αφορά ένα απλό μαγνητικό δίπολο (οι πόλοι είναι σημειωμένοι).
 - 3.2 Το (b) αφορά ένα μαγνητικό δίπολο, όπου οι πόλοι βρίσκονται στις μεγάλες ακμές (επιφάνειες στην πραγματικότητα).
 - 3.3 Το (c) αφορά την τοποθέτηση ενός σιδηροπυρήνα γύρω από το μοντέλο (a).
 - 3.4 Το (d) αφορά σε τοποθέτηση σιδηροπυρήνα σε μια απόσταση από μαγνητικά δίπολα του τύπου (b).
 - 3.5 Σε κάθε περίπτωση, το υλικό του μαγνήτη είναι το ίδιο (π.χ. NdFeB), οι σιδηροπυρήνες από απλό "iron" και οπουδήποτε αλλού αέρα.
 - 3.6 Για κάθε περίπτωση, δώστε τα αποτελέσματα (γραφικά) που απεικονίζουν α) το πλέγμα που δημιουργήσατε, β) τις δυναμικές γραμμές της μαγνητικής ροής και γ) την πυκνότητα της μαγνητικής ροής (στα δύο τελευταία συγκρατήστε τις τιμές με βάση το υπόμνημα που εμφανίζεται. Κάντε στοιχειωδώς μια διερεύνηση (αλλάζοντας κάποιο μέγεθος, π.χ. μια διάσταση) και αναφέρατε τι παρατηρείτε (ποσοτικά και ποιοτικά)
 - 3.7 Έστω ότι ο πυρήνας τύπου "Π" του μοντέλου (c) κλείνει. Εάν γύρω από το σκέλος που προστέθηκε, "τυλιχθεί" ένα σωληνοειδές (δηλ. πηνίο) από χαλκό, ζητείται να υπολογιστεί η πυκνότητα ρεύματος που θα επιτύχει το ίδιο αποτέλεσμα με τον μαγνήτη. Προσπαθήστε να το μοντελοποιήσετε στο FEMM ως μοντέλο **TR-a**. Δείξτε γραφικά τα αποτελέσματά σας. (Τip: Ενδεχομένως, η απόσταση των 25mm -δηλαδή καθαρά 10mm, να μην επαρκεί. Προσαρμόστε ανάλογα.
- 4) **Παρατηρήσεις/Συμπεράσματα:** Κάντε μια αποτίμηση των αποτελεσμάτων κατά την κρίση και γνώμη σας. Σχολιάστε ότι κρίνετε απαραίτητο.

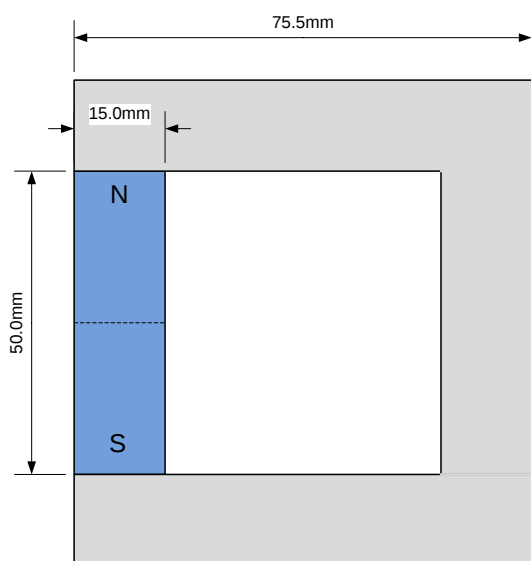
Προχωρήστε στην Άσκηση 1.



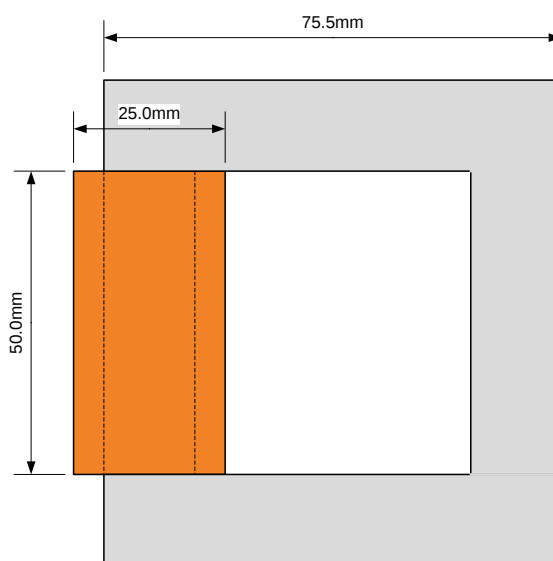
(PM-a)



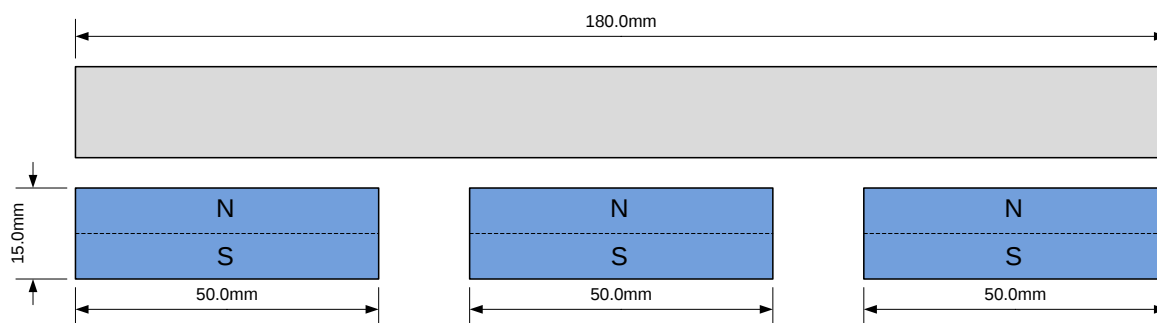
(PM-b)



(PM-c)



(PM-e)



(PM-d)

Σχ. 0.

Άσκηση 1: Υπολογισμός Ηλεκτρο-Μαγνητικών Μεγεθών σε Μετασχηματιστή Χαμηλής Ισχύος.

1) **Ανάλυση:** Πηγαίνετε στη διεύθυνση:

<http://nicore.en.hisupplier.com/product-630907-transformer-core.html>

α) Το περιεχόμενο της σελίδας αφορά έναν κατασκευαστή/προμηθευτή ελασμάτων πυρήνων μετασχηματιστών χαμηλής ισχύος (έως 1kVA). Σας ενδιαφέρουν οι πυρήνες τύπου E-I, όπως φαίνεται στο Σχ. 1.

β) Καθένας/μία από εσάς θα αναλάβει έναν κωδικό ως εξής (αλφαβητικά):

EI-48 : Kanina Nerisa

EI-57 : Triantafyllou Ioannis

EI-66 : Kokosalakis Nikolaos

EI-85.8 : Paisios Martinos

EI-105 : Micha Maria-Georgia

EI-133.2 : Valkanos George

γ) Με βάση τη γεωμετρία σας, φτιάξτε ένα **.m** αρχείο το οποίο να σχεδιάζει στο FEMM τον πυρήνα.

δ) Σχεδιάστε το πρωτεύον τυλίγμα μόνο.

ε) Θέστε τα υπόλοιπα δεδομένα ως εξής: Βάθος (depth) προβλήματος **B/2**, υλικό πυρήνα **Steel 1018**, πάχος ελάσματος **0.35mm**, stacking factor **0.98**, υλικό τυλίγματος **χαλκός**, διάμετρος σύρματος **AWG 30**, αριθμός σπειρών τυλίγματος **1000**, ρεύμα **0.2A**.

2) **Ζητούμενα:**

Συνεχίζοντας τον κώδικά σας, πραγματοποιήστε (μαγνητοστατική) ανάλυση έτσι ώστε:

α) Να απεικονιστεί η κατανομή των μαγνητικών γραμμών (βάλτε αριθμό γραμμών 25) στο σύνολο της γεωμετρίας.

β) Να απεικονιστεί η κατανομή της πυκνότητας της μαγνητικής ροής στο σύνολο της γεωμετρίας. Να καταγραφεί η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της πυκνότητας της μαγνητικής ροής που αναπτύσσεται στη διάταξη.

γ) Να υπολογίσετε τις ωμικές απώλειες στο τυλίγμα (P_{Cu}) και την αποθηκευμένη ενέργεια σε αυτό (W_c).

δ) Να απεικονίσετε το πλάτος της πυκνότητας της μαγνητικής ροής κατά μήκος της γραμμής που διέρχεται από α) τον οριζόντιο και β) τον κάθετο άξονα συμμετρίας. Για την απεικόνιση του συγκεκριμένου μεγέθους να χρησιμοποιηθούν **1000** σημεία. Σχολιάστε τη μορφή των δύο κυματομορφών που προέκυψαν.

ε) Υπολογίστε τη μαγνητική ροή Φ , Φ_1 και Φ_2 .

στ) Να επαναλάβετε τα ζητούμενα (α)-(ε), για την περίπτωση που ο πυρήνας αποτελείται από υλικό **M19** και να συγκρίνετε τα αποτελέσματα.

Σημ.: Οι παραπάνω απεικονίσεις μπορούν να "βγούν" μέσα από εντολή του FEMM. Για να τις κάνετε μέσω matlab (plot), θα πρέπει να αποθηκεύσετε πρώτα τις τιμές από το FEMM στο workspace.

3) **Παραμετρική διερεύνηση:**

Κρατώντας όλα τα υπόλοιπα δεδομένα ίδια με τα αρχικά και το υλικό πυρήνα το **1018**, αλλάξτε διαδοχικά μόνο το πάχος ελάσματος (l_w) από 0.1 σε 0.5mm (με βήμα π.χ. 0.05). Υπολογίστε και καταγράψτε για κάθε περίπτωση τα B_{max} , Φ , Φ_1 , Φ_2 , P_{Cu} (συμπεριλάβετε και το αποτέλεσμα με 0.35mm). Φτιάξτε ένα πινακάκι με τα αποτελέσματα και "χαράξτε" τις καμπύλες $\Phi=f(l_w)$, $W_c=f(l_w)$ και $P_{Cu}=f(l_w)$. Σχολιάστε.

----- ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ για υποβολή της εργασίας: -----

Για την Άσκηση 0:

A. Φτιάξτε την παρουσίαση και αποθηκεύστε τη με το όνομα **Project_1_ex0.ppt**.

B. Αποθηκεύστε τα μοντέλα σας (**.fem**), τις επιλύσεις τους (**.ans**) με το όνομα του κάθε μοντέλου. Για όποια σχήματα προκύψουν, αποθηκεύστε τα σε μορφή **.emf** (ή **.wmf**), με το όνομα του μοντέλου ακολουθούμενο από το ερώτημα στο οποίο αντιστοιχούν (π.χ. **PM-a-3_6b.emf**).

Για την Άσκηση 1:

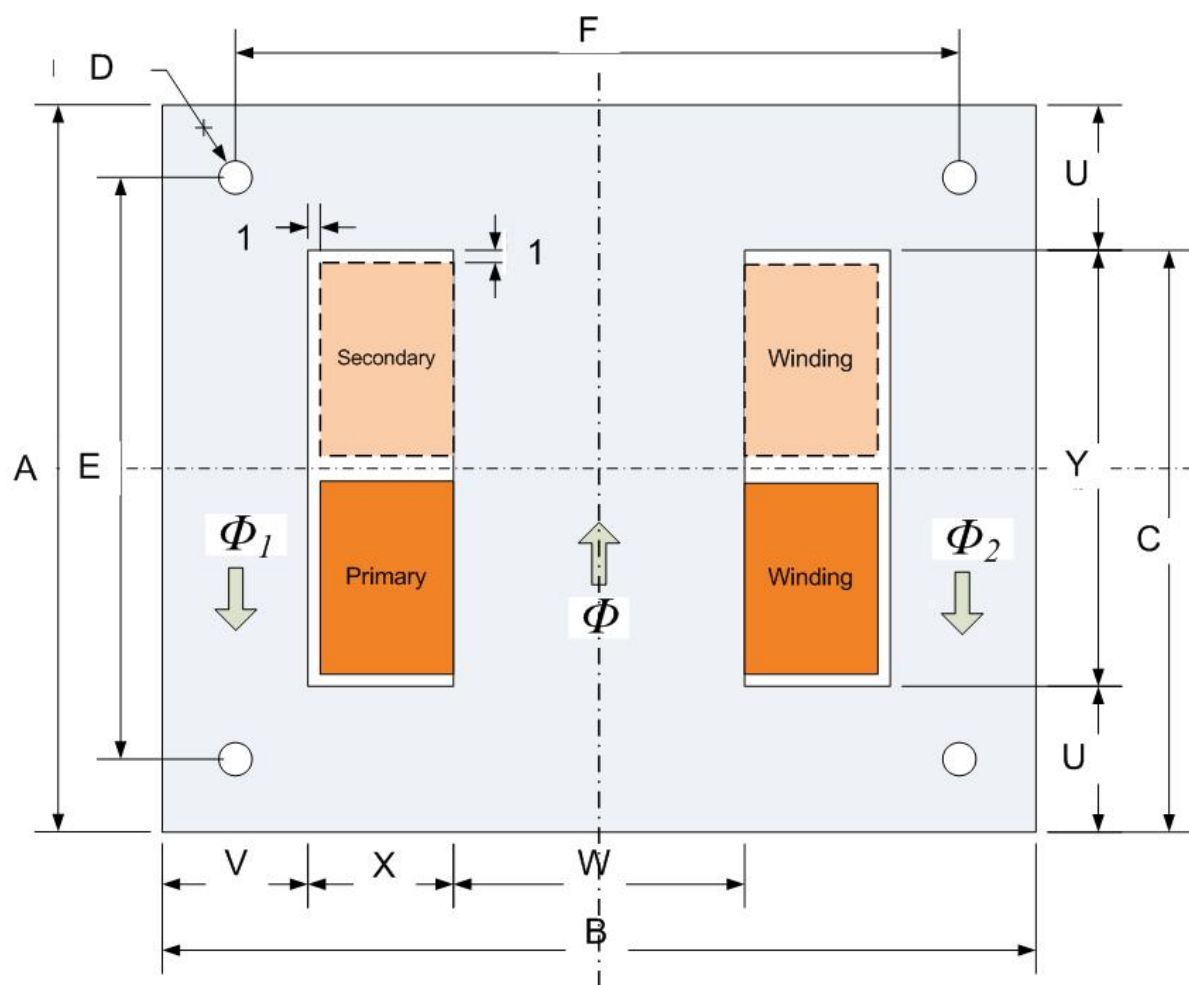
~~Γ.~~ Φτιάξτε την παρουσίαση και αποθηκεύστε τη με το όνομα **Project_1_ex1.ppt**.

Δ. Αποθηκεύστε τα **αρχεία σχεδίασης/ανάλυσης/προ-μετα-επεξεργασίας (.m)**, των μοντέλων (**.fem**) και αποτελεσμάτων (**.ans**) με τον κωδικό του Μ/Σ π.χ. **EI-57**. Για όποια σχήματα προκύψουν, αποθηκεύστε τα σε μορφή **.emf** (ή **.wmf**), με το όνομα του μοντέλου ακολουθούμενο από το ερώτημα στο οποίο αντιστοιχούν.

E. Συμπίεστε ΟΛΑ τα αρχεία σε ΕΝΑ αρχείο (**.zip** ή **.rar**) με όνομα αρχείου το επώνυμό σας στα λατινικά ακολουθούμενο από τον αριθμό μητρώου σας (π.χ. **karnavas_501.zip**).

ΣΤ. Υποβάλλετε την εργασία σας, στην περιοχή **Εργασίες** του e-class αποκλειστικά μέχρι την προθεσμία που έχει οριστεί εκεί.

Καλή επιτυχία!



Σχ. 1.