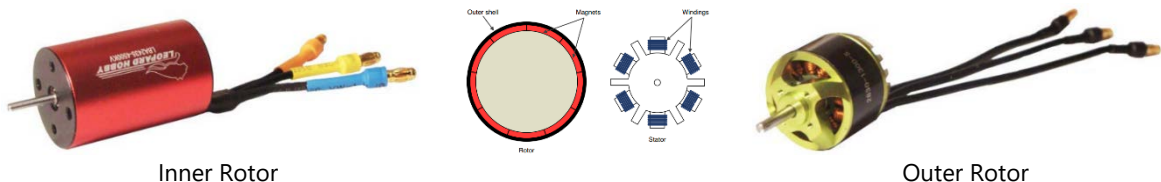


Σημείωση #0: Φτιάξτε 2 φακέλους στο αποθηκευτικό σας μέσο (σκληρό δίσκο) με ονόματα: **A01_X** και **A02_X**, όπου «X» ο αριθμός επιλογής που θα σας δοθεί (1-8). Στον 1^ο φάκελο θα αποθηκεύετε ότι κάνετε σχετικά με το Assignment 1, ενώ στον 2^ο ότι κάνετε σχετικά με το Assignment 2.

Assignment 1: « Βελτιστοποίηση Σχεδιασμού "Κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος χωρίς Ψήκτρες" Εξωτερικού Δρομέα (Outer Rotor Brushless DC motor Optimization) »



Σημείωση #1: Ο αριθμός της επιλογής θα είναι και ο κωδικός σας (ΚΩΔ), τον οποίο θα τον χρησιμοποιείτε για να εξαγάγετε τιμές για τα δεδομένα σας.

Για παράδειγμα, μια βασική διαφορά που θα έχετε σε σχέση με τους υπόλοιπους, είναι στον αριθμό των πόλων του δρομέα (Nr) -δηλ. με τον αριθμό των μαγνητών-, σε σχέση με τον αριθμό των πόλων του στάτη (Ns) -δηλ. με τον αριθμό των δοντιών- σύμφωνα με τον διπλανό πίνακα:

Σημείωση #2: Σε όλες τις επιμέρους ασκήσεις ζητείται να δημιουργηθούν/τροποποιηθούν script στο Matlab (κάνοντας χρήση εντολών της LUA από το manual του FEMM, τα οποία όταν ο χρήστης τα εκτελεί να επιτελούνται τα ζητούμενα.

Σημείωση #3: Όπου υπάρχουν διαστάσεις είναι σε χιλιοστά (mm), εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά.

Σημείωση #4: Για κάθε επιμέρους άσκηση, θα δημιουργήσετε έναν διαφορετικό φάκελο με όνομα "Askisi_X" όπου «X» ο αριθμός της (π.χ. "Askisi_1", "Askisi_2", κλπ). Μέσα στους φακέλους θα αποθηκεύετε:

- α) Όλα τα script (.m) που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση/ολοκλήρωση της άσκησης.
- β) Αρχεία .fem και .ans τα οποία θα δείχνουν την τελική λύση (όχι τις επιμέρους) του προβλήματός σας.
- γ) τυχόν πρόσθετα αρχεία που κατά περίπτωση μπορεί να απαιτούνται. Τέτοια αρχεία, θα μπορούσαν π.χ. να είναι αρχεία κειμένου (.txt), αρχεία εικόνων, γραφήματα από το matlab (.fig) κλπ.
- δ) Εάν θεωρήσετε ότι σε κάποιες περιπτώσεις η ονοματολογία δεν σας εξυπηρετεί, πάρτε πρωτοβουλία και δώστε δικό σας τρόπο αλλά πάντα περιγραφικό (δηλ. να καταλαβαίνει κανείς σε τι αντιστοιχεί το περιεχόμενο του αρχείου).

Σημείωση #5: Για τις «λεκτικές» απαντήσεις (δηλ. κείμενο) σε όποια ερωτήματα υπάρχουν, δημιουργήστε ένα έγγραφο .doc (ένα έγγραφο για όλες τις ασκήσεις) και αποτυπώστε τις εκεί. Ως όνομα του εγγράφου βάλτε το «Επώνυμό σας-Αριθμός Μητρώου-ΚΩΔ» (π.χ. Καρναβάς-11111-3.doc).

A.M.	ΚΩΔ	Ns	Nr
60706	1	6, 12, 18	8
	2	6, 12, 18	10
60707	3	6, 12, 18	12
	4	6, 12, 18	14
	5	6, 12, 18	16
	6	6, 12, 18	18

Άσκηση 0: Προκαταρκτική εξάσκηση – Χειρισμοί.

Ανάλυση:

- α) Μεταβείτε στη διεύθυνση <http://www.femm.info/wiki/RandomOptimization>. Μελετήστε το περιεχόμενο της σελίδας. Στο τέλος της, κατεβάστε το **SPSOpt.zip** σε έναν φάκελο και αποσυμπίεστε το. Θα βρείτε 3 αρχεία: το **spsopt.m**, το **BuildMotor.m** και το **myrand.m**. Το πρώτο είναι το "κυρίως πρόγραμμα" δηλ. αυτό από το οποίο ξεκινά να εκτελείται η διαδικασία βελτιστοποίησης, το δεύτερο η ουσιαστική υπορουτίνα που σχεδιάζει τον κινητήρα και υπολογίζει την αντικειμενική συνάρτηση και το τρίτο μια απλή συνάρτηση παραγωγής τυχαίων αριθμών. Μετονομάστε το πρώτο σε **main.m**, το δεύτερο σε **motor.m** (θα εξυπηρετήσει τις περιγραφές στα επόμενα).
- β) Με την τεχνική του «debugging» στο matlab (δηλ. βάζοντας ένα breakpoint στην αρχή και μετά πηγαίνοντας βήμα-βήμα, τρέξτε τον κώδικα και παρατηρήστε τι κάνει σε κάθε εντολή (ή ομάδα εντολών). Κρατήστε σημειώσεις, θα σας χρειαστούν για αργότερα. Ταυτόχρονα, σημειώστε τον ρόλο που έχει η κάθε μεταβλητή (είτε πρόκειται για κάποια διάσταση, ή μεταβλητή ελέγχου ροής του προγράμματος κλπ). Οι κώδικες -αν και πολύ απλοί- περιλαμβάνουν αρκετές έξυπνες προγραμματιστικές τεχνικές που εάν τις κατανοήσετε θα σας φανούν χρήσιμες για τα επόμενα.

- γ) Οι κώδικες λύνουν ένα απλό πρόβλημα βελτιστοποίησης (συγκεκριμένα ελαχιστοποίησης) κάνοντας χρήση της μεθόδου "random optimization". Ως αντικειμενική συνάρτηση (fitness function) έχει τεθεί ο όγκος του κινητήρα και το πρόβλημα μπορεί να διατυπωθεί ως:

$$\begin{aligned} &\text{minimize } f(\mathbf{x}) = \text{motorvolume} \\ &\text{where } \mathbf{x} = [rso, rsi, dm, dc, ds, fm, fp, ft, fb, go, hh] \\ &\text{and } \text{motorvolume} = \pi \cdot hh \cdot (rro^2 - rsi^2) \text{ [in cm}^3\text{]} \\ &\text{under the constraints:} \\ &rsi + ds < rso \\ &ds > 0 \\ &dc > 0 \\ &0 < fm < 1 \\ &0 < fp < 1 \\ &0 < ft < 1 \end{aligned}$$

- δ) Κατεβάστε από το e-class (φάκελος «Έγγραφα») το αρχείο **Rao.zip** σε έναν φάκελο και αποσυμπίστε το. Θα βρείτε 4 αρχεία: το **Rao.m**, το **objective.m**, το **updatepopulation.m** και το **trimr.m**. Το πρώτο είναι το "κυρίως πρόγραμμα" δηλ. αυτό από το οποίο ξεκινά να εκτελείται η διαδικασία βελτιστοποίησης, το δεύτερο η υπορουτίνα υπολογισμού της αντικειμενικής συνάρτησης και τα επόμενα 2 βοηθητικές ρουτίνες (δεν θα ασχοληθείτε με αυτές). Εάν εκτελέσετε το Rao.m, θα δείτε ότι βρίσκει το ελάχιστο της συνάρτησης $x_1^2 + x_2^2$ (που εκφράζει την εξίσωση της σφαίρας με ελάχιστο το (0,0)). Μπορείτε να αλλάξετε τον αριθμό του αριθμού υποψηφίων λύσεων σε κάθε γενεά (pop), όπως και τον αριθμό των μεταβλητών προς αναζήτηση (nvar) και να δείτε τη συμπεριφορά του αλγορίθμου.

Άσκηση 1: Βελτιστοποίηση με **Random Optimization** και **συνάρτηση κόστους τον συνολικό όγκο** (cm³).

Ανάλυση:

Αυτή η άσκηση απαιτεί τις λιγότερες προγραμματιστικές «παρεμβάσεις» από την πλευρά σας. Για τον δεδομένο αριθμό δοντιών στάτη και αριθμού πόλων δρομέα, θα πρέπει να βρείτε τον ελάχιστο όγκο ($V_{\min}$) για τον οποίο ο κινητήρας σας αποδίδει την επιθυμητή ροπή (π.χ. $T_{des}=1 \text{ Nm}$ όπως έχει οριστεί).

Στο έγγραφο απαντήσεων, θα πρέπει να μεταφέρετε (για κάθε περίπτωση): τις τιμές των 11 σχεδιαστικών παραμέτρων, καθώς και μια γραφική παράσταση της μεταβολής της αντικειμενικής συνάρτησης ως προς τον αριθμό επαναλήψεων.

Σημ.: Όταν θεωρήσετε ότι έχετε τρέξει την περίπτωση ικανοποιητικά, αποθηκεύστε το workspace με όνομα **Askisi1_X.mat**. Επίσης, το σχέδιο (.fem) της τελικής (προτεινόμενης) τοπολογίας καθώς και το αρχείο (.ans)

Ενδεικτικά, για παράδειγμα, ο κωδικός 1 θα πρέπει να δείξει/καταθέσει τα εξής:

Περίπτωση	Ns	Nr	Φάκελος στο PC	Αρχεία Κώδικα	Αρχεία Αποτελεσμάτων
1	6	8	Askisi1_1	Main.m motor.m	Askisi1_1.mat Askisi1_1.fem Askisi1_1.ans
2	12	8	Askisi1_2	Main.m motor.m	Askisi1_2.mat Askisi1_2.fem Askisi1_2.ans
3	18	8	Askisi1_3	Main.m motor.m	Askisi1_3.mat Askisi1_3.fem Askisi1_3.ans

Assignment.doc
(με 3
σύνολα/πίνακες
παραμέτρων
και 3 γραφικές
παραστάσεις)

Άσκηση 2: Βελτιστοποίηση με **Random Optimization** και **συνάρτηση κόστους την πυκνότητα ροπής κατά βάρος** (Nm/kg).

Ανάλυση:

Σε αυτή την άσκηση θα πρέπει να κάνετε τροποποίηση των κωδικών ώστε η αντικειμενική συνάρτηση να είναι τώρα η πυκνότητα ροπής κατά βάρος. Εδώ θα πρέπει να θυμηθείτε ότι σε kg μετράμε τη μάζα. Εάν έχουμε διαθέσιμο τον όγκο V ενός σώματος από κάποιο υλικό και το ειδικό βάρος ρ του υλικού τότε: $m = V \cdot \rho$.

Tip 1: Στη δομή σας έχετε 3 υλικά δηλ. τον χάλυβα, τον χαλκό και τους μαγνήτες. Για ευκολία, σας δίνεται ότι τα ειδικά βάρη είναι αντίστοιχα:

$$\rho_{\text{steel}} = 7800 \text{ [kg/m}^3\text{]}, \quad \rho_{\text{Cu}} = 8920 \text{ [kg/m}^3\text{]}, \quad \rho_{\text{magnet}} = 7400 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

Θα πρέπει να υπολογίσετε τη συνολική μάζα από τη σχέση: $\text{mass} = V_{\text{steel}} \cdot \rho_{\text{steel}} + V_{\text{Cu}} \cdot \rho_{\text{Cu}} + V_{\text{magnet}} \cdot \rho_{\text{magnet}}$

Αρα η αντικειμενική σας θα είναι της μορφής $f = k \frac{mass}{T_{des}}$ (όπου k μια σταθερά π.χ. 1000 για να μην βγαίνουν πολύ

μικρές τιμές. **Προσοχή στις μονάδες!!**

Tip 2: Για τον εύκολο υπολογισμό των όγκων των τμημάτων από διαφορετικό υλικό, θα πρέπει να ορίσετε «Groups» κατά τη διάρκεια σχεδίασης, ώστε μετά να κάνετε `mo_groupselectblock(n)` και `V=mo_blockintegral(10)` η οποία θα σας δίνει τον όγκο του κάθε τμήματος.

Για τα αρχεία παράδοσης, κάντε το ίδιο όπως στην Άσκηση 1 (μην ξεχνάτε και τη γραφική παράσταση της μεταβολής της τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης). Ενδεικτικά, για παράδειγμα, ο κωδικός 1 θα πρέπει να δείξει/καταθέσει τα εξής:

Περίπτωση	Ns	Nr	Φάκελος στο PC	Αρχεία Κώδικα	Αρχεία Αποτελεσμάτων	
1	6	8	Askisi2_1	Main.m motor.m	Askisi2_1.mat Askisi2_1.fem Askisi2_1.ans	Assignment1.doc Ότι είχε πριν ΣΥΝ ακόμη 3 σύνολα/πίνακες παραμέτρων και 3 γραφικές παραστάσεις
2	12	8	Askisi2_2	Main.m motor.m	Askisi2_2.mat Askisi2_2.fem Askisi2_2.ans	
3	18	8	Askisi2_3	Main.m motor.m	Askisi2_3.mat Askisi2_3.fem Askisi2_3.ans	

Άσκηση 3: Βελτιστοποίηση με **Rao optimization algorithm** και **συνάρτηση κόστους την πυκνότητα ροπής κατά βάρος** (Nm/kg).

Ανάλυση:

Σε αυτή την άσκηση θα πρέπει να συνδυάσετε την Άσκηση 2 με τον αλγόριθμο βελτιστοποίησης Rao. Δηλαδή, «κρατάτε» ως αντικειμενική συνάρτηση την πυκνότητα ροπής κατά βάρος, μόνο που τώρα ο αλγόριθμος που επαναληπτικά θα κάνει αναζήτηση των τιμών των 11 σχεδιαστικών παραμέτρων δεν θα είναι ο «random optimization» αλλά ο «Rao algorithm».

Θα παρατηρήσετε την ανάγκη αντικατάστασης του script **objective.m** (Άσκηση 0.δ) από το script **motor.m** (Άσκηση 0.α).

Εδώ θα χρειαστεί επιπρόσθετα να ορίσετε δύο διανύσματα (vectors, ή αλλιώς μονοδιάστατοι πίνακες) με τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές των μεταβλητών υπό διερεύνηση. (Στο αρχικό σας παράδειγμα τα διανύσματα αυτά αρχικοποιούνται στο διάστημα [-1,1] αλλά στην περίπτωσή σας δεν ισχύει αυτό αφού διαφορετικές μεταβλητές έχουν διαφορετικό πεδίο ορισμού.

Στην επόμενη σελίδα φαίνεται η διαδικασία βελτιστοποίησης που ακολουθείται συνολικά.

Για τα αρχεία παράδοσης, κάντε το ίδιο όπως στην Άσκηση 1 και 2 (μην ξεχνάτε και τη γραφική παράσταση της μεταβολής της τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης). Ενδεικτικά, για παράδειγμα, ο κωδικός 1 θα πρέπει να δείξει/καταθέσει τα εξής:

Περίπτωση	Ns	Nr	Φάκελος στο PC	Αρχεία Κώδικα	Αρχεία Αποτελεσμάτων	
1	6	8	Askisi3_1	Rao.m motor.m	Askisi3_1.mat Askisi3_1.fem Askisi3_1.ans	Assignment1.doc Ότι είχε πριν ΣΥΝ ακόμη 3 σύνολα/πίνακες παραμέτρων και 3 γραφικές παραστάσεις ΚΑΙ έναν ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟ ΠΙΝΑΚΑ με τη σύγκριση των περιπτώσεων στις Ασκήσεις 1, 2 και 3
2	12	8	Askisi3_2	Rao.m motor.m	Askisi3_2.mat Askisi3_2.fem Askisi3_2.ans	
3	18	8	Askisi3_3	Rao.m motor.m	Askisi3_3.mat Askisi3_3.fem Askisi3_3.ans	

Με βάση τα συνολικά αποτελέσματά σας, σχολιάστε κατά την κρίση σας.

Γενικό Ερώτημα: Ποια από τις 3 τοπολογίες που εξετάσατε «προκρίνετε» εσείς και γιατί?

- A.** Φτιάξτε μία παρουσίαση (.ppt), στην οποία να παρουσιάζετε **α)** τον τρόπο που εργαστήκατε, **β)** τα σημεία “ενδιαφέροντος” στους κώδικές σας, **γ)** Τα αποτελέσματα και **δ)** τα σχόλια-συμπεράσματά σας.
- B.** Συμπίεστε όλους τους φακέλους και το αρχείο .doc των απαντήσεών σας 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**).
- Γ.** Υποβάλλετε την εργασία σας, στην περιοχή **Εργασίες** του e-class αποκλειστικά μέχρι την προθεσμία που θα έχει οριστεί εκεί.

Καλή επιτυχία!