

Τριβοτρονική ανάλυση ελατηρίου συμπίεσης μηχανής εσωτερικής καύσης

Τσατσουλής Κωνσταντίνος, Α.Μ. 6841

Επιβλέπων καθηγητής: Παντελής Νικολακόπουλος

Στόχος

- Δημιουργία μοντέλου πίεσης ενός ελατηρίου συμπίεσης σε μορφή κώδικα
- Εύρεση μέγιστης πίεσης στο ελατήριο συναρτήσει της γωνίας στροφαλοφόρου
- Δημιουργία μοντέλου ελέγχου της μέσης αποτελεσματικής πίεσης τριβής F_{mer} μέσω συστήματος αυτομάτου ελέγχου
- Σχεδιασμός κατευθυντή PID για την ρύθμιση της F_{mer} σε επιθυμητά επίπεδα

Διαφορικές εξισώσεις

- Πάχος λιπαντικού:

$$h = h_0 + h_0 \frac{(x - \frac{B}{2})^2}{(\frac{B}{2})^2}$$

- Ταχύτητα του εμβόλου:

$$U(\varphi) = -r\omega \sin\varphi (1 + \cos\varphi (\frac{1}{\sqrt{(l/r)^2 - (\sin\varphi)^2}}))$$

- Εξίσωση Reynolds στο ελατήριο συμπίεσης:

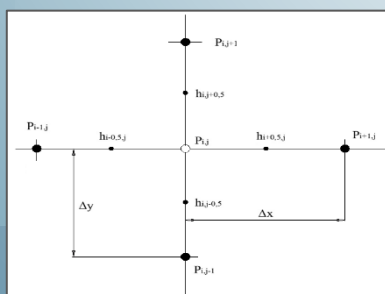
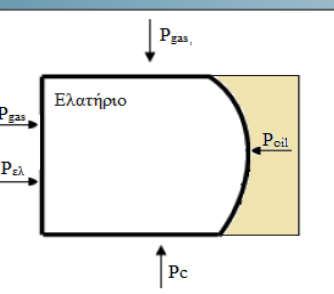
$$\frac{\partial}{\partial x} (h^3 \frac{\partial p}{\partial x}) = 6U\mu \frac{\partial h}{\partial x}$$

- Μέθοδος Πεπερασμένων Διαφορών:

$$P_{i,j} = \frac{h_{i+0.5,j}^3}{h_{i+0.5,j}^3 + h_{i-0.5,j}^3} P_{i+1,j} + \frac{h_{i-0.5,j}^3}{h_{i+0.5,j}^3 + h_{i-0.5,j}^3} P_{i-1,j} - 3U\mu\Delta x \frac{h_{i+1,j} - h_{i-1,j}}{h_{i+0.5,j}^3 + h_{i-0.5,j}^3}$$

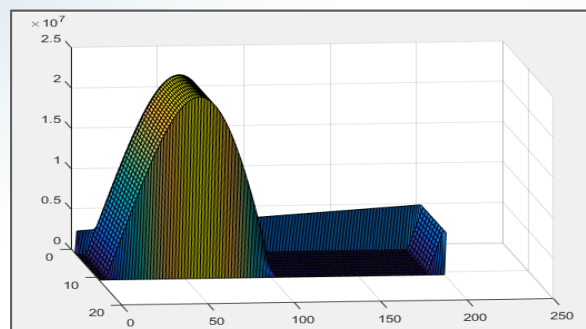
Μοντελοποίηση πιέσεων στο ελατήριο

Διαμόρφωση πλέγματος στη Μ.Π.Δ.

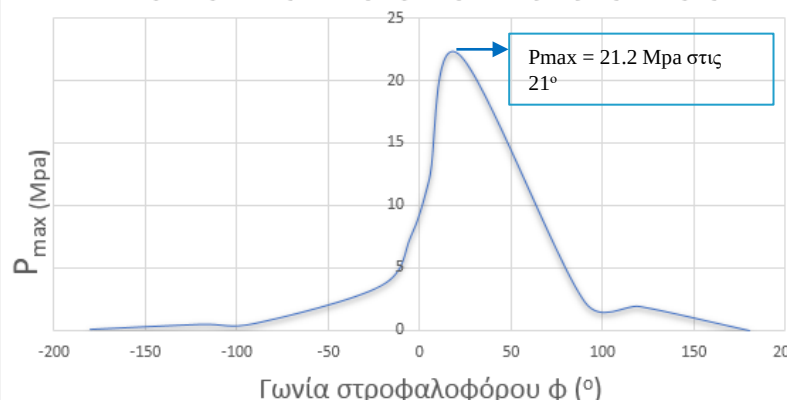


Αποτελέσματα πίεσης

- Κατανομή πίεσης στο ελατήριο σε γωνία $\varphi=21^\circ$



Μέγιστη πίεση συναρτήσει γωνίας στροφαλοφόρου



Τριβοτρονικός σχεδιασμός

- Ελάχιστο όριο $F_{mer} = 1.9 \text{ bar}$

- Μέγιστο όριο $F_{mer} = 2 \text{ bar}$

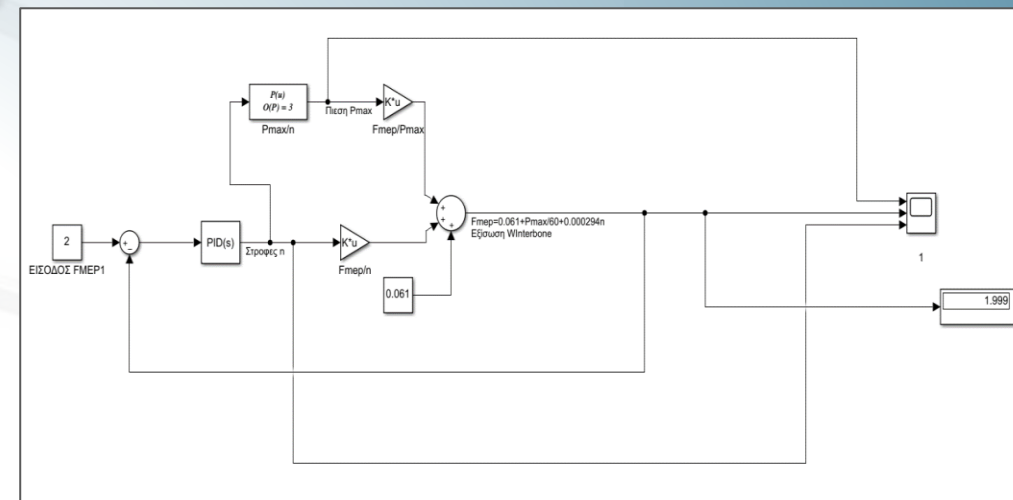
- Μοντέλο F_{mer} από Winterbone:

$$F_{mer} = 0.061 + 0.15 \cdot \frac{P_{max}}{60} + 0.294 \cdot \frac{n}{1000}$$

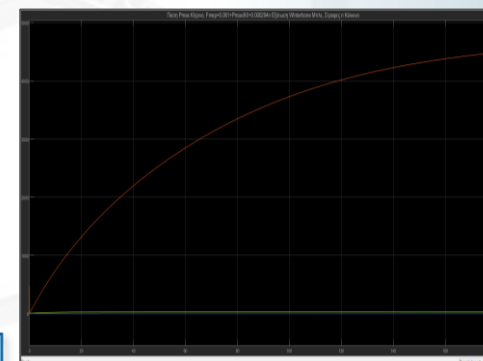
- Συνάρτηση μέγιστης πίεσης P_{max} συναρτήσει των στροφών:

$$P_{max} = 1E-09n^3 - 9E-06n^2 + 0,0268n + 1,936$$

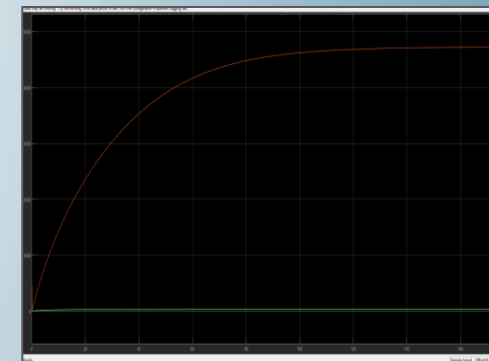
- Μοντελοποίηση στο Simulink :



- Για το χαμηλότερο όριο $F_{mer} = 1.9 \text{ bar}$ προκύπτουν: $K_p = 0, K_i = 45, K_d = 3$



- Για το υψηλότερο όριο $F_{mer} = 2 \text{ bar}$ προκύπτουν: $K_p = 0, K_i = 100, K_d = 3$



Συμπεράσματα

- Η μέθοδος των πεπερασμένων διαφορών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μοντελοποίηση των ελατηρίων συμπίεσης μιας Μ.Ε.Κ.
- Το υπολογιστικό πρόγραμμα MATLAB μας δίνει τη ευχέρεια να δημιουργήσουμε το μοντέλο σε μορφή κώδικα και να πετύχουμε πιστοποιημένα αποτελέσματα
- Δυνατότητα περεταίρω ανάλυσης διαφορετικών χαρακτηριστικών που μας ενδιαφέρουν και σε μεγαλύτερο βαθμό λόγω της ευελιξίας που μας παρέχει η χρήση κώδικα
- Η χρήση ενός κατευθυντή τύπου PID μας δίνει τη δυνατότητα να μοντελοποιήσουμε την F_{mer} και να σχεδιάσουμε τον κατάλληλο κατευθυντή για την σταθεροποίηση της
- Τα μοντέλα που παράχθηκαν μπορούν εύκολα να εξελιχθούν μέσα από την χρήση πιο εξειδικευμένων εξισώσεων και να παρέχουν πληρέστερα αποτελέσματα