ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη της ασαφούς λογικής στα λογισμικά MATLAB και OCTAVE με την εφαρμογή τους σε σύστημα ανελκυστήρων

Επιμέλεια: Ερωφίλη Χασιώτη

Επιβλέπων καθηγητης: Γεώργιος Σταυρουλάκης

Μέλη επιτροπής: Βασίλειος Μουστάκης, Γεώργιος Ταϊριδης

ΧΑΝΙΑ 2020

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι βοήθησαν στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας και πιο συγκεκριμένα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σταυρουλάκη Γεώργιο καθηγητή του τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης για την ανάθεση και μετέπειτα καθοδήγηση και προθυμία που έδειξε σε όλη την διάρκεια της εργασίας. Επίσης ευχαριστώ τον Δρ. Ταϊρίδη Γεώργιο για τα χρήσιμα σχόλια και υποδείξεις του για τη βελτίωση της εργασίας.

Ακόμη θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και ιδιαιτέρως στους γονείς μου για την συνεχή στήριξη σε όλα τα χρόνια των σπουδών μου στο Πολυτεχνείο Κρήτης.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το τεχνικό γραφείο εγκαταστάσεων ανελκυστήρων για την πολύτιμη βοήθεια και πληροφόρηση που μου παρείχε ώστε να βρω τα κατάλληλα δεδομένα για την εργασία μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Περίληψη

Στην διπλωματική με τον παραπάνω τίτλο θα γίνει μια σύγκριση των λογισμικών MATLAB και OCTAVE για την μέθοδο της ασαφούς λογικής. Για να γίνει η σύγκριση αυτή θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα από τους ανελκυστήρες, τα οποία θα περιγράφουν κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά του και θα αφορούν ένα κτίριο πέντε(5) ορόφων με θάλαμο χωρητικότητας πέντε(5) ατόμων. Αυτά τα τεχνικά χαρακτηριστικά είναι: η ισχύς του κινητήρα, το ρεύμα εκκίνησης, το ρεύμα κατανάλωσης, η ταχύτητα του ανελκυστήρα και τα λάδια που χρησιμοποιεί ο κινητήρας. Επομένως με τα αποτελέσματα που θα βγάλει το κάθε λογισμικό θα μπορέσουμε να συμπεράνουμε την απόκλιση που έχει το ένα λογισμικό από το άλλο και ποιο είναι το καλύτερο από τα δυο(2).

Κεφάλαιο 1: Σύντομη περιγραφή των λογισμικών

1.1 Το λογισμικό της MATLAB

Το λογισμικό MATLAB (matrix laboratory) είναι ένα περιβάλλον αριθμητικής υπολογιστικής και μια προγραμματιστική γλώσσα τέταρτης γενιάς. Δημιουργήθηκε απο τον C. Moler, αρχικά σαν εργαλείο διαχείρισης των βιβλιοθηκών Fortran: LINPACK (γρ. άλγεβρα) και EISPACK (ιδιοτιμές και ιδιοδιανύσματα). Με τα χρόνια εξελίχθηκε σε σύνθετο πακέτο (γραμμένο σε C, C++) και αναπτύσσεται συνεχώς. Αποθηκεύει και κάνει τις πράξεις με βάση την άλγεβρα μητρών. Χρησιμοποιείται για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για προγραμματισμό καθώς περιέχει εντολές από την C++ όπως την while (όσο) , την switch (αλλαγή) και την if (αν). Στον τομέα των γραφικών παραστάσεων όσον αφορά τον μαθηματικό κλάδο μπορεί να υλοποιήσει συναρτήσεις πραγματικές, μιγαδικές, πεπλεγμένες συναρτήσεις δύο μεταβλητών και άλλες. Όσον αφορά τον στατιστικό κλάδο μπορεί να υλοποιήσει ιστογράμματα, τομεογράμματα, ραβδοδιαγράμματα, εμβαδογράμματα και άλλα.

1.2 Το λογισμικό της Octave

Το GNU Octave είναι ένα λογισμικό που διαθέτει μια γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου (στην ορολογία της επιστήμης υπολογιστών ως «υψηλού επιπέδου» νοείται μία γλώσσα κατανοητή από ανθρώπους) , που προορίζεται κυρίως για αριθμητικούς υπολογισμούς . Το Octave χρησιμοποιείται στην επίλυση γραμμικών και μη γραμμικών προβλημάτων και για την εκτέλεση άλλων αριθμητικών πειραμάτων χρησιμοποιώντας μια γλώσσα που είναι ως επί το πλείστον συμβατή με το MATLAB . H OCTAVE αναπτύχθηκε με σκοπό να αποτελέσει το «MATLAB του φτωχού» και προσφέρεται δωρεάν στα πλαίσια του ακαδημαϊκού πνεύματος του οργανισμού GNU1 που προωθεί το απεριόριστα ελεύθερο λογισμικό ανοικτού κώδικα. Αν και η υπολογιστική της μηχανή και οι επιδόσεις είναι η ίδια με του MATLAB (οι βιβλιοθήκες LAPACK και BLAS διανέμονται δωρεάν από την κυβέρνηση των ΗΠΑ), τα δύο συστήματα δεν συγκρίνονται όσον αφορά το επίπεδο του περιβάλλοντος εργασίας και των προσφερομένων ευκολιών, γραφικών δυνατοτήτων, προγραμματιστικών εργαλείων, προγραμματιστικών συντομεύσεων και τεχνικής υποστήριξης, με ασυζήτητη την υπεροχή του MATLAB.

1.3 Γενική οργάνωση

Σε γενικές γραμμές τα συστήματα απαρτίζονται από πέντε κύριους πυλώνες:

1. <u>Περιβάλλον εργασίας και ανάπτυξης εφαρμογών</u>: Πρόκειται για το σύνολο των εργαλείων που διευκολύνουν στην απρόσκοπτη χρήση των υπολογιστικών μηχανών. Στο MATLAB πολλά από τα εργαλεία είναι γραφικά (Graphical User Interfaces- GUIs) και περιλαμβάνουν το περιβάλλον εργασίας (desktop), το

Παράθυρο Εντολών (Command Window), αρχείο εντολών, ένα συντάκτη (editor) και ελεγκτή (debugger) προγραμμάτων και «περιηγητές» (browsers) βοήθειας, του χώρου εργασίας και των αρχειοκαταλόγου εργασίας. Στην OCTAVE οι δυνατότητες αυτές είναι λιγότερες σε σχέση με την MATLAB, καθώς υπάρχει μόνο το παράθυρο εντολών και περιορισμένες δυνατότητες βοήθειας.

2. Βιβλιοθήκες Μαθηματικών Συναρτήσεων και Προγραμμάτων: Πρόκειται για εκτεταμένη συλλογή υπολογιστικών αλγορίθμων, από στοιχειώδεις συναρτήσεις (π.χ. άθροισμα, ημίτονο, συνημίτονο, μιγαδική αριθμητική κ.ά.), μέχρι εξαιρετικά περίπλοκες λειτουργίες, όπως γενικευμένη αντιστροφή πινάκων, ιδιοτιμές/ ιδιοδιανύσματα, ειδικές συναρτήσεις (π.χ. Neumann) και μετασχηματισμούς Fourier.

3. Γλώσσα προγραμματισμού: Είναι σχεδόν όμοια και για τα δύο συστήματα αλλά επειδή πρώτα αναπτύχθηκε ως μέρος του MATLAB θα την αποκαλούμε «γλώσσα MATLAB». Πρόκειται για γλώσσα υψηλού επιπέδου, με πλήρη σειρά εντολών ελέγχου ροής, συναρτήσεις, δομές, εντολές εισόδου/ εξόδου και στοιχεία αντικειμενικού προγραμματισμού. Είναι εύχρηστη τόσο για «μικροπρογραμματισμό», δηλαδή ταχεία κατασκευή απλών δομημένων προγραμμάτων ειδικού σκοπού, όσο και για «μακροπρογραμματισμό», δηλαδή συστηματική ανάπτυξη μεγάλων και πολύπλοκων εφαρμογών.

4. Γραφικά: Το MATLAB προσφέρει εξαιρετικές δυνατότητες γραφικής αναπαράστασης διανυσμάτων και πινάκων. Περιλαμβάνει GUI (Graphical User Interface- Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη) και συναρτήσεις για διδιάστατη(2-D) και τριδιάστατη(3-D) αναπαράσταση, επεξεργασία ειδώλων/ εικόνας, κατασκευή κινούμενης εικόνας (video) και παρουσίαση αποτελεσμάτων. Η OCTAVE βασίζεται κυρίως στο πακέτο GNUPLOT και το οποίο αν και υπό όρους καλύπτει τις κοινότερες ανάγκες, υπολείπεται κατά πολύ της αρτιότητας και δυνατοτήτων του MATLAB.

5. Εξωτερικές διεπαφές/API: Πρόκειται για βιβλιοθήκη που επιτρέπει στον χρήστη την συγγραφή και χρήση προγραμμάτων C και FORTRAN που αλληλεπιδρούν με το MATLAB ή την OCTAVE. Περιλαμβάνει διευκολύνσεις για την κλήση συναρτήσεων και διαδικασιών των υπολογιστικών μηχανών από τα προγράμματα του χρήστη, παρέχοντας έτσι σχεδόν απεριόριστες δυνατότητες.

Κεφάλαιο 2: Ασαφής λογική

2.1 Ασαφής λογική (fuzzy)

Το ζεύγος ασαφής λογική–ασαφή συστήματα αποτελεί έναν από τους τρεις πυλώνες της υπολογιστικής νοημοσύνης (computational intelligence), η οποία με τη σειρά της υπάγεται στο ευρύ πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης (artificial intelligence). Οι άλλοι δύο πυλώνες είναι τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (artificial neural networks) και η εξελικτική υπολογιστική (evolutionary computation). Τα ασαφή συστήματα (fuzzy systems), τα οποία αποτελούν υλοποίηση των ασαφών συνόλων (fuzzy sets) και της ασαφούς λογικής, είναι μία προσπάθεια αποτελεσματικής περιγραφής της ασάφειας του πραγματικού κόσμου, η οποία θεμελιώθηκε στα μέσα του 1960 από τον L.A.Zadeh. Τα ασαφή σύνολα αποτελούν γενίκευση των κλασσικών συνόλων (στα κλασσικά σύνολα ένα στοιχείο είτε ανήκει είτε δεν ανήκει σε ένα σύνολο). Αντίθετα, στα ασαφή σύνολα ένα στοιχείο συμμετέχει στο σύνολο με ένα ποσοστό (βαθμό) που υπάγεται στο διάστημα [0,1]. Τα ασαφή σύνολα παρέχουν ένα μέσο ποιοτικής περιγραφής των μεγεθών στα οποία υπάρχει ασάφεια και απροσδιοριστία. Η ασαφής λογική αποτελεί γενίκευση της κλασσικής και παρέχει μηχανισμούς προσεγγιστικού συλλογισμού (approximate reasoning) και εξαγωγής συμπεράσματος (decision making). Ο προσεγγιστικός συλλογισμός είναι μία προσπάθεια να διαμορφωθεί ο ανθρώπινος τρόπος σκέψης στον υπολογιστή, καθώς είναι γνωστό ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος πραγματοποιεί περισσότερο προσεγγιστικούς συλλογισμούς με βάση ποιοτικά κριτήρια αντίληψης, παρά ακριβείς συλλογισμούς βασισμένους σε δεδομένων.

2.2 Ασαφή vs Κλασσικά σύνολα

Τα ασαφή σύνολα αποτελούν γενίκευση των κλασσικών συνόλων, ωστόσο έχουν μια ουσιαστική διαφορα. Στα κλασσικά σύνολα ένα στοιχείο είναι μέλος ή όχι στο σύνολο. Δηλαδή οι μόνες δυνατότητες στα σύνολα αυτά είναι να είναι αληθές(1) ή ψευδές(0) κάτι. Αντίθετα στα ασαφή σύνολα μπορεί ένα αντικείμενο να πάρει άπειρες τιμές ανάμεσα στο μηδεν (0), δηλαδή το ψευδές, και στο ένα (1),δηλαδή στο αληθές. Επομένως υπάρχει ένας βαθμός συμμετοχής στο σύνολο και ονομάζεται συνάρτηση συμμετοχής ή συνάρτηση συγγένειας (membership function f(x)). Στην πράξη αυτή η συνάρτηση μπορεί να προέρχεται απο υποκειμενικές εκτιμήσεις, προκαθορισμένες και απλοποιημένες μορφές, φυσικές μετρήσεις ή διαδικαδίες μάθησης και προσαρμογής (συνήθως στα νευρωνικά δίκτυα). Η συνάρτηση συμμετοχής f(x) μπορεί να ισούται με μηδέν (0) και έτσι το αντικείμενο να μην ανήκει στο σύνολο, να ισούται με ένα (1) και επομένως να είναι σίγουρα μέλος του συνόλου ή η f(x) να παίρνει οποιαδήποτε άλλη τιμή μεταξύ του [0, 1] και να δείχνουν το βαθμό συμμετοχής, ο οποίος καθορίζεται από την συνάρτηση συμμετοχής που είναι ουσιαστικά μια καμπύλη με οριζόντιο άξονα με όλα τα πιθανά μέλη του συνόλου και κάθετο άξονα την τιμή συμμετοχής απο μηδεν (0) έως ένα (1).

2.3 Παραδείγματα ασαφούς λογικής

Προβλήματα ασαφούς λογικής τα συναντάμε στην ζωή του ανθρώπου και στην καθημερινότητά του. Το πρόβλημα δεν οφείλεται τόσο στις έννοιες που χρησιμοποιούνται όσο στην αντίληψη που έχει ο καθένας για λεκτικούς προσδιορισμούς ποσοτικών μεγεθών. Για παράδειγμα «Ο Γιώργος είναι ψηλός» δεν προσδιορίζεται με ακρίβεια το ύψος, αλλά μπορούν να ληφθούν ορισμένες αποφάσεις σχετικά με το ύψος του Γιώργου. Αν θεωρηθεί ότι ψηλός είναι όποιος έχει ύψος πάνω από 1.95 μέτρα, είναι φυσιολογικό να θεωρηθεί ότι κάποιος με ύψος 1.94 μέτρα δεν είναι ψηλός; Ομοίως ένα πρόβλημα ασαφούς λογικής είναι και το πρόβλημα του φιλοδωρήματος. Αν κάποιος δεν ευχαριστηθεί από την εξυπηρέτηση αλλά του αρέσει κάποιο άλλο κομμάτι του μαγαζιού (ποιότητα φαγητού, θέα, καθαριότητα κλπ) δεν θα πρέπει να αφήσει κάποιο φιλοδώρημα;

Κεφάλαιο 3: Τα διάφορα είδη ανελκυστήρων και τα πλεονεκτήματα τους

3.1 Τι είναι ανελκυστήρας

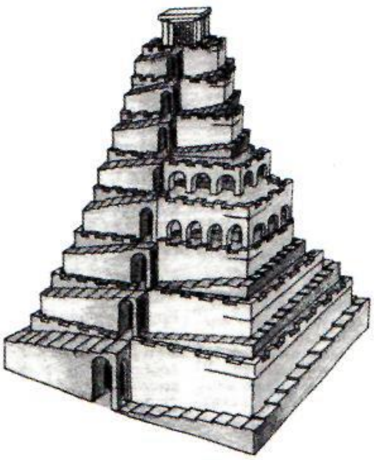
Ανελκυστήρας ή ανυψωτήρας ονομάζεται κάθε εγκατάσταση που χρησιμοποιείται για την ανύψωση βαρών, προσώπων ή πραγμάτων. Σήμερα έχει επικρατήσει ο γαλλικός όρος ασανσέρ για τον ανελκυστήρα ή ανυψωτήρα που χρησιμοποιείται στα πολυόροφα κτίρια.

3.1.1 Ιστορική αναδρομή

Ιστορικά έχουν αποδειχτεί πολλές και διαφορετικής χρήσης ιδιόρρυθμες κατασκευές ανελκυστήρων ή ανυψωτήρων με το πέρασμα των χρόνων. Παρακάτω θα αναφέρουμε μια ενδεικτική ιστορική αναδρομή για την εξέλιξη των ανελκυστήρων ή ανυψωτήρων ή ασανσέρ όπως έχει καθιερωθεί να αναφέρονται.

- 5ος Αιώνας π.Χ.

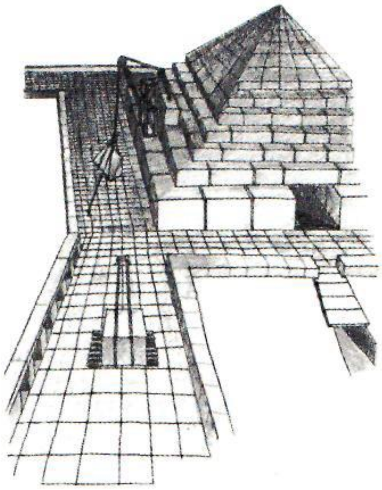
Κατά την χρονική περίοδο των 5000 ετών προ Χριστού, χρησιμοποιήθηκαν στη Μεσοποταμία μεγάλες τροχαλίες τύμπανου με χειροκίνητα βίντσια. Ο πύργος της Βαβέλ κτίσθηκε εκείνη την περίοδο με τη βοήθεια του συγκεκριμένου τύπου ανυψωτικών, τα οποία βοηθούσαν τους ανθρώπους να ανυψώνουν και να τοποθετούν κατασκευαστικά υλικά.



ΕΙΚΟΝΑ 1: Ο ΠΥΡΓΟΣ ΤΗΣ ΒΑΒΕΛ

- 2700 π.Χ.

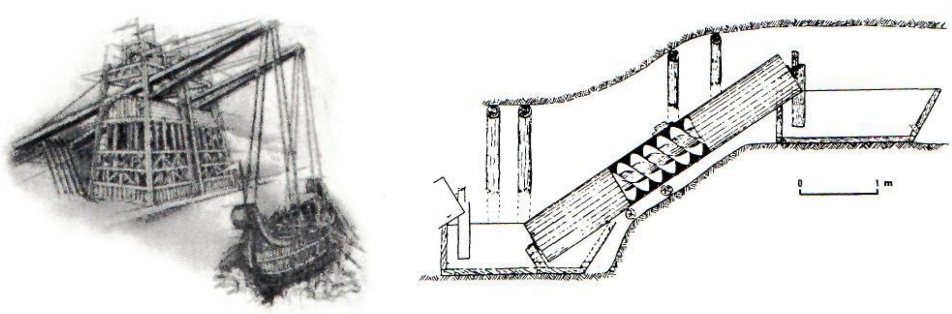
Κατά τους χρόνους εκείνους στην Παλιά Βασιλεία δεν είχε ανακαλυφθεί ο τροχός και δεν υπήρχαν τροχαλίες, που θα βοηθούσαν στην ανύψωση των βαρών. Οι εργάτες της εποχής εκείνης, απετέλεσαν το "εμπόδιο" στη δημιουργία αποδοτικών ανυψωτικών τεχνικών μέσων.



ΕΙΚΟΝΑ 2: Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΠΥΡΑΜΙΔΑΣ

- 236 π.Χ.

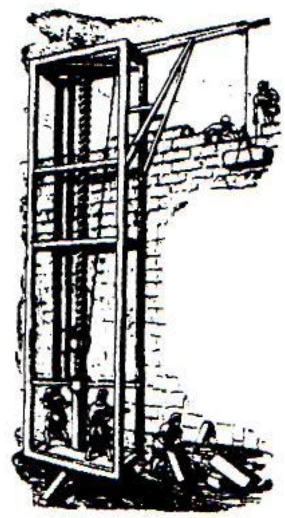
Τη χρονική περίοδο αυτή πραγματοποιήθηκε το πρώτο βήμα για την εξέλιξη του ανελκυστήρα από τον μεγάλο Έλληνα μαθηματικό και φυσικό Αρχιμήδη. Αυτός ανέπτυξε την αρχή του ατέρμονος κοχλία που αποτελεί τη σημαντικότερη και θεμελιώδη αρχή στη μηχανική των ανυψώσεων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως η περιγραφή του Αρχιμήδη έχει παραμείνει και σήμερα βασική αρχή για μερικές ανυψωτικές μεθόδους.



ΕΙΚΟΝΑ 3: Α) ΜΟΡΦΗ ΓΕΡΑΝΩΝ ΕΠΙΝΟΗΣΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ, Β) ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΤΕΡΜΟΝΑ ΚΟΧΛΙΑ ΓΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

- 1ος Αιωνας μ.Χ.

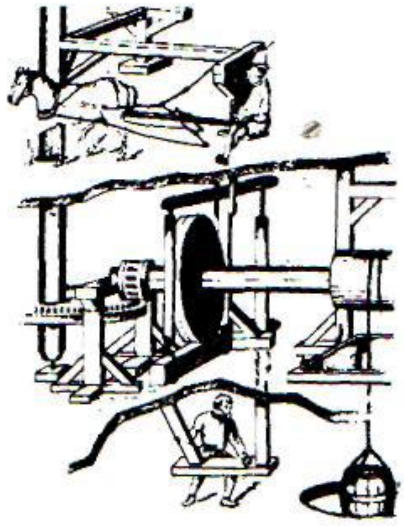
Στο τεράστιο παλάτι του Νέρωνα που χτίσθηκε μετά τη μεγάλη φωτιά της Ρώμης χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα εργαλεία τα οποία θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ανελκυστήρες και που οι αρχαιολόγοι απέδειξαν πως λειτουργούσαν με τη χρησιμοποίηση ανθρώπινης και ζωικής έλξης.



ΕΙΚΟΝΑ 4: ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΡΩΜΑΪΚΩΝ ΧΡΟΝΩΝ

- 1203 μ.Χ.

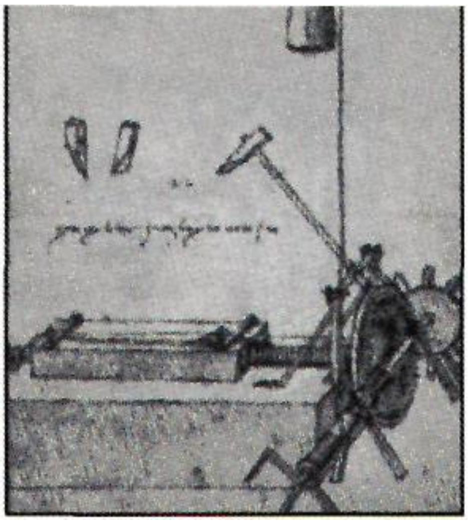
Την εποχή αυτή κατασκευάσθηκε ένας ανελκυστήρας που ακόμη και σήμερα βρίσκεται σε λειτουργία στη μονή Saint Michael Abbey (αββαείο στη γαλλική κοινότητα της Νορμανδίας). Ο ανελκυστήρας αυτός διέθετε ένα μεγάλο τύμπανο το οποίο περιστρέφεται από κάποιο ζώο, συνήθως από μουλάρι. Γύρω από το τύμπανο υπήρχε ένα σχοινί μέσω του οποίου ανύψωνε το βάρος. Οι κατασκευές του είδους αυτού χρησιμοποιήθησαν ευρέως στα μοναστήρια και στα ερημητήρια, σχεδόν σε όλη την Ευρώπη κατά τον Μεσαίωνα.



ΕΙΚΟΝΑ 5: ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΣΕ ΤΗΝ ΖΩΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ

- 1500 μ.Χ.

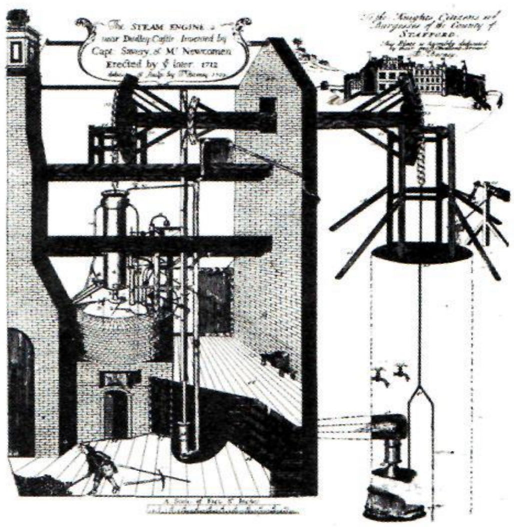
Ο Leonardo Da Vinci αποτέλεσαι και αυτός σημαντικό κομμάτι στην εξέλιξη της κάθετης κίνησης φορτίων με συγκεκριμένες βασικές αρχές λειτουργίας για την κάθε ανυψωτική μηχανή. Βέβαια και ο ίδιος δήλωνε στις σημειώσεις του μελέτες του Ευκλείδη, του Αρχιμήδη, του Ήρωνα και του Αλεξανδρινού. Η θέση του μηχανισμού έλξης διέθετε σπειρωτό περικόχλιο και είχε την ανάγκη τοποθέτησης ενός κατάλληλου συστήματος πέδησης.



ΕΙΚΟΝΑ 6: ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΗΧΑΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΛΙΜΝΩΝ

- 18ος και 19ος Αιώνας

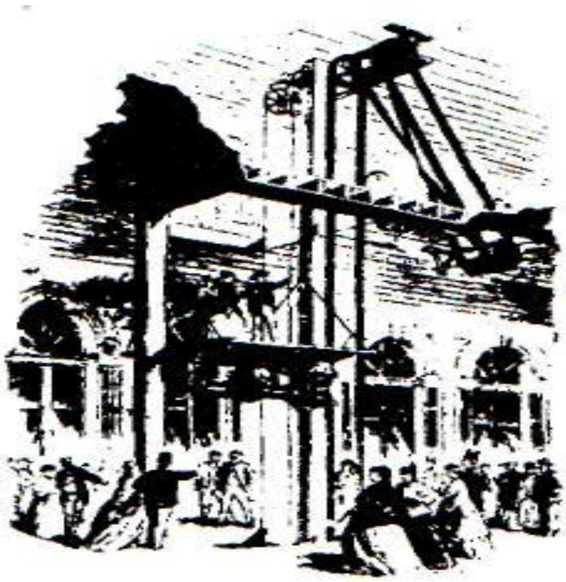
Η περίοδο αυτή ήταν μια μακρόχρονη περίοδος ερευνών που ακολούθησε την περιέργεια και την πρόβλεψη του μέλλοντος της Αναγέννησης, αλλά μετά ακολούθησε μια ύφεση στην έρευνα για ανακάλυψη μέσων για την ανύψωση ατόμων και φορτίων. Οι διάφορες μελέτες είχαν τη δυνατότητα της υλοποίησης τους σε Γαλλικά, Γερμανικά, Αγγλικά και Αμερικάνικα εργοστάσια. Η υδραυλική ενέργεια έπαιξε ένα σημαντικό ρόλο στην κίνηση.



ΕΙΚΟΝΑ 7: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΤΟΥ NEWCOMEN. ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΣΕ ΜΕ ΤΗΝ ΔΥΝΑΜΗ ΤΟΥ ΑΤΜΟΥ

- 1853 μ.Χ.

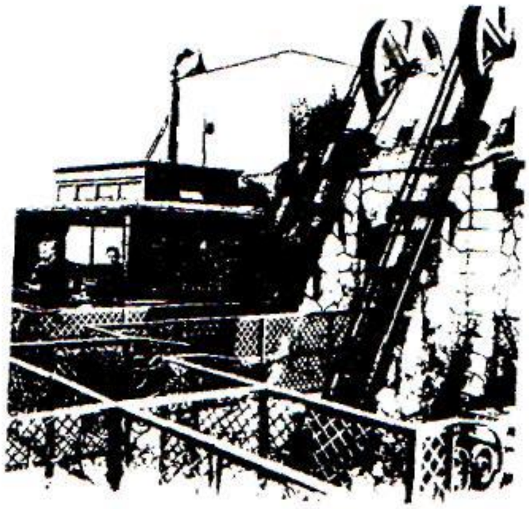
Κατά την περίοδο αυτή η τεχνική ανύψωσης ατόμων και φορτίων γνώρισε άνθιση, αλλά ταυτόχρονα χρειάστηκε και το μάρκετινγκ της εποχής για να πεισθούν οι άνθρωποι για την αξιοπιστία, αλλά και την ασφαλή λειτουργία των ανελκυστήρων της εποχής.



ΕΙΚΟΝΑ 8: ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ OTIS

- 1880 μ.Χ.

Η εποχή αυτή κυριαρχήθηκε από νέες τεχνικές ανακαλύψεις σχετικές με τους ανελκυστήρες, που η κάθε μια από αυτές έδινε όλο και περισσότερες λύσεις στο κοινό που εκείνη την εποχή όλο και αυξανόταν. Ο Ner Von Siemens παρουσίασε τον πρώτο ηλεκτρικό ανελκυστήρα που περιλάμβανε κινητήρα άμεσα κινούμενο κάτω από τον θάλαμο.



ΕΙΚΟΝΑ 9: ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΤΟΥ SIEMENS

- 1892 μ.Χ.

Ο Αμερικανός Ward Leonard ανακάλυψε την δυνατότητα μεταβολής στροφών σε κινητήρες ξένης διέγερσης συνεχούς ρεύματος με την άμεση αυξομείωση της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα τους. Οι Ευρωπαίοι κατασκευαστές, χρησιμοποίησαν βελτιωμένες τεχνικές προκειμένου να πετύχουν υψηλές ταχύτητες κίνησης στην ανύψωση ατόμων και φορτίων, μεγαλύτερες από εκείνες που προέκυπταν από ανελκυστήρες που χρησιμοποιούσαν παλαιότερου τύπου κινητήρες της εποχής τροφοδοτούμενους από εναλλασσόμενο τριφασικό ρεύμα.

- 20ος Αιώνας

Η εξέλιξη του ανελκυστήρα μέρα με την ημέρα σημειώνει εξαιρετική πρόοδο. Οι βασικές αρχές και τα τεχνάσματα που χρησιμοποιούνται στους ανελκυστήρες ελάχιστα διαφέρουν από εκείνες που χρησιμοποιήθηκαν στους ανελκυστήρες των Βικτωριανών Χρόνων. Η εξέλιξη των ανελκυστήρων θα μπορούσε να παρομοιασθεί με την εξέλιξη των αυτοκινήτων.

- Αρχή 21ου Αιώνα

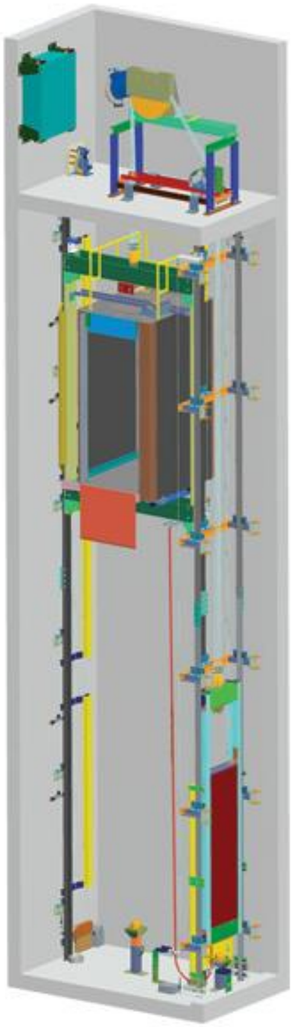
Η νέα πρόκληση που συναντά ο ανελκυστήρας συνεπάγεται και εξαρτάται από τις αυξανόμενες γενικές ανάγκες του κοινού, οι οποίες αφορούν τις μετακινήσεις και τις μεταφορές τους στα διάφορα κτίρια και χώρους με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη άνεση και ασφάλεια. Επιπλέον, δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στην οικολογική συμπεριφορά των ανελκυστήρων. Τα διάφορα μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα που περιλαμβάνουν οι συνολικές διατάξεις των ανελκυστήρων παρουσιάζουν μεγάλες αντοχές στη χρήση και ξεπερνούν εύκολα τα προβλήματα που προκύπτουν από τις συνεχείς αυξήσεις και μειώσεις των επιταχύνσεων της κίνησης τους κατά τη χρήση τους. Η Ιταλία είναι η χώρα που κατέχει πρωτοποριακό ρόλο στα νέα συστήματα των ανελκυστήρων, δεδομένου πως διαθέτει μεγαλύτερο αριθμό ανελκυστήρων από αυτό των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής(ΗΠΑ). Στη χώρα μας ανελκυστήρες χρησιμοποιήθηκαν σε πολλές περιπτώσεις όπως τα Μετέωρα, το Άγιο Όρος κ.λπ.. Τέλος, πρέπει να επισημάνουμε πως η εξέλιξη των ανελκυστήρων είναι αλματώδης και συνεχής και συνδυάζεται με την υψηλή τεχνολογία, το μεγάλο βαθμό ασφαλείας και τη μακρά διάρκεια ζωής τους, καθώς υπολογίζεται περίπου από τα 25 εως τα 40 χρόνια ζωής.

ΕΙΚΟΝΑ 10: ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΠΙΣΚΕΠΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΛΕΦΕΡΙΚ

3.2 Μηχανικός Ανελκυστήρας με μειωτή

Ο Μηχανικός Ανελκυστήρας είναι ο παλαιότερος τύπος ανελκυστήρα. Η κινητήριος δύναμη εκτός από την βαρύτητα είναι μια τροχαλία προσαρμοσμένη σε μειωτήρα και αυτός με τη σειρά του σε ένα ηλεκτροκινητήρα. Από τη μία μεριά της τροχαλίας αναρτάται ο θάλαμος και από την άλλη το αντίβαρο. Ο θάλαμος και το αντίβαρο βρίσκονται σε σταθερή κατακόρυφη τροχιά , ανάμεσα σε ράγες- οδηγούς. Η εντολή της κίνησης δίνεται στον ηλεκτροκινητήρα από τον ηλεκτρονικό πίνακα-εγκέφαλο του ανελκυστήρα.

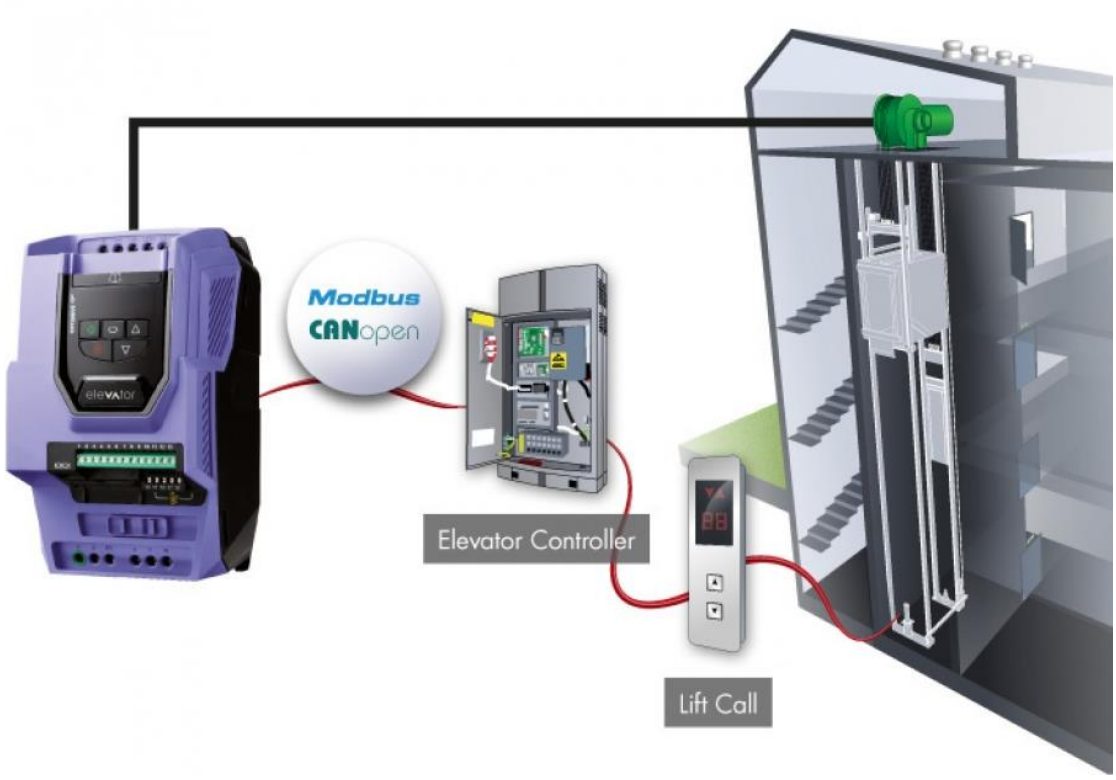
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΜΕΙΩΤΗΣ



ΕΙΚΟΝΑ 12: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΜΕ ΜΕΙΩΤΗ

3.3 Μηχανικός ανελκυστήρας με inverter χωρίς μειωτή (gearless)

Εκτός από τους μηχανικούς ανελκυστήρες με μειωτή υπάρχουν και οι μηχανικοί ανελκυστήρες με inverter χωρίς μειωτή γνωστή και ως συσκευή VVVF (Variable Voltage Variable Frequency) (Μεταβλητής Τάσης Μεταβλητής Συχνότητας) ή αλλιώς ρυθμιστής στροφών που αποτελούν σήμερα την καλύτερη επιλογή για έναν σύγχρονο ανελκυστήρα, αλλά και για την αναβάθμιση ενός παλιού. Το inverter είναι μια ηλεκτρονική διάταξη, που στηρίζεται στην αξιοποίηση των ηλεκτρονικών ημιαγωγικών διακοπτών IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) που ελέγχονται απο μικροελεγκτές. Ο έλεγχος της ταχύτητας περιστροφής και της ροπής γίνεται με λεπτομέρεια και δυνατότητα πολλών ρυθμίσεων για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα στη λειτουργία ενός ηλεκτροκινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος. Τα inverter που προορίζονται για χρήση σε εγκαταστάσεις ανελκυστήρων είναι εξειδικευμένα καθώς το φορτίο δεν παραμένει σταθερό, καθώς ο θάλαμος μπορεί να κινηθεί είτε άδειος είτε με άτομα. Η ταυτόχρονη προσαρμογή της τασης (V) και του ρεύματος (I) σε συνδυασμό με την συχνότητα (f) καθιστούν εφικτή την κίνηση με σταθερή ταχύτητα, αλλά και την ρύθμιση αυτής. Ενας ρυθμιστής στροφών προγραμματίζεται πάντα κατάλληλα για την εκάστοτε εγκατάσταση λαμβάνοντας υπόψιν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κινητήρα.



ΕΙΚΟΝΑ 13: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΜΕ INVERTER

3.4 Τα πλεονεκτήματα του Μηχανικού Ανελκυστήρα:

Ο μηχανικός ανελκυστήρας αν και θεωρείται ο παλαιότερος τύπος ανελκυστήρα έχει αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα και για αυτό χρησιμοποιείται ευρέως μέχρι και σήμερα. Μερικά από τα πλεονεκτηματά του είναι τα παρακάτω:

1) Χαμηλότερη εγκατεστημένη ισχύς

Παρ' όλο που ο μηχανικός ανελκυστήρας καταναλώνει ενέργεια και κατά την άνοδο αλλά και την κάθοδο του θαλάμου, η χρήση αντίβαρου του επιτρέπει να λειτουργεί με χαμηλότερη εγκατεστημένη ισχύ σε σύγκριση με τον υδραυλικό ανελκυστήρα.

2) Δυνατότητα πολλών διαδρομών – ακρίβεια σταματήματος

Ο μηχανικός ανελκυστήρας, χάρη στη χρήση του inverter, μπορεί να εκτελεί πολλές διαδρομές με υψηλή ταχύτητα και ακρίβεια σταματήματος της τάξης του ±3mm. Ο συνδυασμός αυτός τον καθιστά ιδανικό για περιπτώσεις κτιρίων μεγάλης διαδρομής, όπου μετακινείται μεγάλος αριθμός ατόμων.

3) Ανελκυστήρας χωρίς μηχανοστάσιο (MRL)

Η μηχανή και ο πίνακας τοποθετούνται εντός του φρεατίου. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγουμε την υπερύψωση του κτιρίου και αξιοποιούμε τα τετραγωνικά του χώρου που θα δεσμεύονταν για μηχανοστάσιο. Στις περιπτώσεις των ανελκυστήρων χωρίς μηχανοστάσιο, χρησιμοποιούνται μηχανές χωρίς μειωτήρα, ελαττώνοντας το θόρυβο, τη μηχανική φθορά και αυξάνοντας το συντελεστή απόδοσης της εγκατάστασης.

4) Χαμηλό κόστος εγκατάστασης (μεγάλες διαδρομές)

Στις μεγάλες διαδρομές (άνω των 24 μέτρων, δηλαδη άνω των 8 στάσεων) το κόστος τοποθέτησης του μηχανικού ανελκυστήρα είναι χαμηλότερο, γιατί ο υδραυλικός απαιτεί ειδικές λύσεις.

5) Συμμετρική φόρτιση οδηγών

Στον μηχανικό ανελκυστήρα οι οδηγοί είναι τοποθετημένοι στο μέσο του θαλάμου. Η συμμετρική φόρτιση ελαττώνει τις καμπτικές φορτίσεις που δέχονται οι οδηγοί και τα σημεία ολίσθησης ή κύλισης του πλαισίου ανάρτησης. Συνεπώς, η καταπόνηση και φθορά των εξαρτημάτων κατά τη λειτουργία ελαχιστοποιούνται.

6) Δυνατότητα οικολογικού ανελκυστήρα

Ο μηχανικός ανελκυστήρας μπορεί να εφοδιαστεί με διατάξεις που του επιτρέπουν να χαμηλώσει την ενέργεια που χρησιμοποιεί έως και 50%.

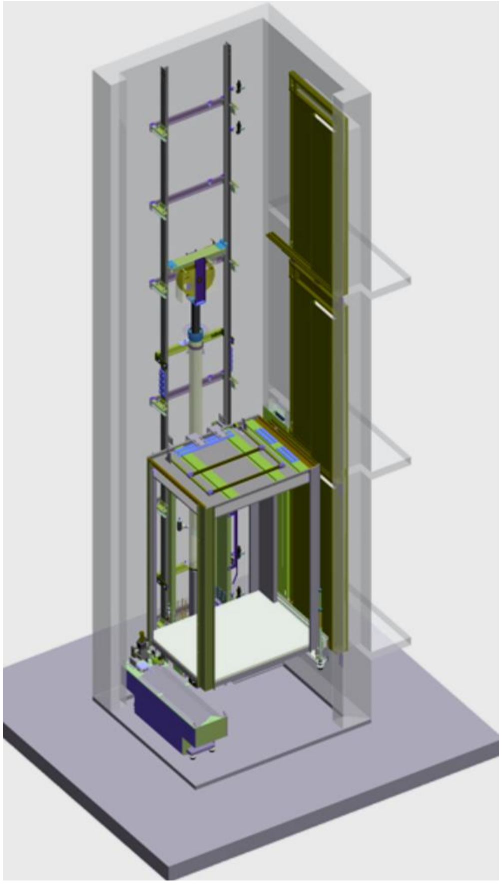
7) Εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρής κατανάλωσης ρεύματος

8) Χαμηλό κόστος λειτουργίας-συντήρησης και επισκευών λόγω περιορισμένων φθορών

9) Μεγάλη διάρκεια ζωής του ανελκυστήρα

3.5 Υδραυλικός ανελκυστήρας

Οι Υδραυλικοί ανελκυστήρες είναι ανελκυστήρες όπου η ενέργεια για την ανύψωση του φορτίου προέρχεται από μια ηλεκτροκίνητη αντλία. Η αντλία μεταβιβάζει υδραυλικό υγρό (λάδι) σε μια ανυψωτική μονάδα που επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα το θάλαμο (μπορούν να χρησιμοποιούνται περισσότεροι από ένας ηλεκτροκινητήρες, αντλίες ή/και ανυψωτικές μονάδες).



Εικονα 14: Κατασκευη υδραυλικου ανελκυστηρα

3.6 Πλεονεκτήματα Υδραυλικού ανελκυστήρα

Τα πλεονεκτήματα, τα οποία καθιστούν τον υδραυλικό ανελκυστήρα στον πιο διαδεδομένο τύπο ανελκυστήρα που ακόμα εξελίσσεται, αναφέρονται παρακάτω.

1) Αυτόματος απεγκλωβισμός χωρίς επιπλέον χρέωση

Σε περιπτώσεις διακοπής ρεύματος ο θάλαμος κινείται προς τα κάτω με τη μικρή ταχύτητα (~20% της ονομαστικής) και σταματά στην πρώτη στάση που θα συναντήσει, επιτρέποντας έτσι στον επιβάτη να εξέλθει από το θάλαμο χωρίς να χρειαστεί να περιμένει εξειδικευμένο συνεργείο για να τον απεγκλωβίσει ή την πυροσβεστική. Ο υδραυλικός ανελκυστήρας κατά την κάθοδο κινείται μόνο με το βάρος του θαλάμου και των επιβατών και έτσι του επιτρέπει να εκτελεί τον αυτόματο απεγκλωβισμό χωρίς να χρειάζεται επιπλέον μηχανικά μέρη ή εξειδικευμένο λογισμικό στον πίνακα και έτσι δεν επιβαρύνει τον ανελκυστήρα με πρόσθετο κόστος.

2) Χαμηλό κόστος τοποθέτησης (μικρές διαδρομές)

Ο υδραυλικός ανελκυστήρας χρειάζεται ένα ζεύγος ραγών-οδηγών, για να κινηθεί το πλαίσιο ανάρτησης και ο θάλαμος, σε αντίθεση με τον μηχανικό ανελκυστήρα που χρειάζεται κύριους και βοηθητικούς οδηγούς- ράγες. Η διαφορά αυτή στις μικρές διαδρομές μεταφράζεται σε χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης.

3) Ελευθερία στην επιλογή της θέσης μηχανοστασίου

Το μηχανοστάσιο του υδραυλικού ανελκυστήρα μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε μέρος του κτιρίου. Δεν πρέπει απαραίτητα να είναι στο άνω μέρος του φρεατίου (υπερύψωση), αφού ο ανελκυστήρας με το μηχανοστάσιο επικοινωνούν μόνο μέσω ηλεκτρικών καλωδίων και ενός εύκαπτου σωλήνα που εφοφιάζει το έμβολο με μηχανικό υγρό(λάδι). Αποτελεί έτσι ευκολία για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

4) Δυνατότητα χρήσης ερμαρίου

Ο ηλεκτρονικός πίνακας και η μονάδα ισχύος μπορούν να τοποθετηθούν εντός ερμαρίου ή ντουλάπας, το οποίο παίζει το ρόλο μηχανοστασίου. Με τον τρόπο αυτό, εκμεταλλευόμαστε τα οφέλη του να μην θυσιάσουμε οικοδομικό χώρο για μηχανοστάσιο, αφετέρου σημαντικά μέρη του ανελκυστήρα είναι επισκέψιμα, ειδικά κατά τη λειτουργία του, επιτρέποντας έτσι στο συντηρητή να ελέγξει τη σωστή λειτουργία τους.

5) Ορθολογική επιλογή ταχύτητας

Η επιλογή ταχυτήτων μεγαλύτερων από 1m/sec σε κτίρια κατοικιών με μικρές διαδρομές (5-6 στάσεις) δεν αποτελεί πλεονέκτημα γιατί ο ανελκυστήρας δεν προλαβαίνει να αναπτύξει την ονομαστική ταχύτητα παρά μόνο στις ακραίες στάσεις. Άρα ο συνολικός χρόνος της διαδρομής δεν ελαττώνεται ουσιαστικά. Ο υδραυλικός ανελκυστήρας με ονομαστικές ταχύτητες της τάξης των 0,7 – 0,8 m/sec και σε συνδυασμό με τη δυνατότητα αυτόματου απεγκλωβισμού αποτελεί άριστη απόδοση κεφαλαίου.

6) Μικρότερη φθορά στα εξαρτήματα

Ο κινητήρας και η αντλία λειτουργούν μόνιμα εμβαπτισμένα στο λάδι. Το λάδι λειτουργεί και σαν ψυκτικό μέσο επιτρέποντας στα μηχανήματα αυτά να έχουν μεγαλύτερο κύκλο ζωής.

7) Ελαχιστοποίηση καταπόνησης σκελετού κτιρίου – Αυξημένη αντισεισμικότητα

Οι οδηγοί πατάνε στον πυθμένα του φρεατίου μεταφέροντας έτσι τα φορτία που προκύπτουν κατά τη λειτουργία του ανελκυστήρα, εκτός από τον τοίχο που είναι στερεωμένοι οι οδηγοί, στον πυθμένα του φρέατος. Η διάταξη αυτή είναι ευνοϊκή για την καταπόνηση του σκελετού του κτιρίου. Ο υδραυλικός ανελκυστήρας δεν έχει πλαίσιο αντίβαρων και έτσι προσφέρει καλύτερη αντισεισμική προστασία.

8) Χρήση ηλεκτρονικής βαλβίδας

Η χρήση ηλεκτρονικής βαλβίδας επιτρέπει στον υδραυλικό ανελκυστήρα να έχει καλή ακρίβεια σταματήματος (±3 mm) και να λειτουργεί ανεπηρέαστος από θερμοκρασιακές μεταβολές του λαδιού. Το γεγονός αυτό σημαίνει περισσότερες διαδρομές για το θάλαμο και χαμηλότερο κόστος γιατί δεν είναι πλέον απαραίτητη η τοποθέτηση ψύκτη ή θερμαντικού.

9) Δυνατότητα οικολογικού ανελκυστήρα

Ο υδραυλικός ανελκυστήρας μπορεί να εφοδιαστεί με διατάξεις που του επιτρέπουν να χαμηλώσει την ενέργεια που χρησιμοποιεί έως και 35%. Οι κύριες διατάξεις είναι η χρήση Inverter και ειδικού λογισμικού στον ηλεκτρονικό πίνακα που του επιτρέπει να εισέρχεται σε κατάσταση stand-by ή parking όταν δεν λειτουργεί. Τέλος χρησιμοποιείται βιοαποικοδομήσιμο λάδι για τη λειτουργία του.

Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή ασαφών συστημάτων σε κατασκευή ανελκυστήρα

4.1 Ορισμός του προβλήματος

Στην παρούσα εργασία θα λάβουμε υπόψιν διάφορες παραμέτρους – τεχνικά χαρακτηριστικά για έναν ανελκυστήρα χωρητικότητας πέντε (5) ατόμων και πέντε (5) στάσεων, δηλαδή για ένα κτίριο ύψους τουλάχιστον δεκατριών μέτρων (13m). Το πρόβλημα που θα επιλυθεί έχει πέντε(5) μεταβλητές εισόδου, οι οποίες είναι:

- Η ισχύς του κινητήρα
- Το ρεύμα εκκίνησης
- Το ρεύμα που καταναλώνει
- Η ταχύτητα
- Τα λάδια

και μια(1) μεταβλητή εξόδου, η οποία είναι αντίστοιχα:

- Ο τύπος ανελκυστήρα

Η κάθε μεταβλητή εισόδου καθώς και η μεταβλητή εξόδου έχουν με την σειρά τους η κάθε μια επιμέρους μεταβλητές, ώστε να χαρακτηριστούν κατάλληλα. Αυτές είναι:

- Ισχύς κινητήρα:
    1. 5,7 kW
    2. 1,7 kW
    3. 2,7 kW
    4. 9,5 kW
    5. 11 kW
- Το ρεύμα εκκίνησης:
    1. 33 A
    2. 0 A
    3. 63 A
    4. 78 A
- Το ρεύμα που καταναλώνει:
    1. 11 A
    2. 10.5 A
    3. 6.4 A
    4. 21 A
    5. 26 A
- Η ταχύτητα:
    1. 0,63 m/s
    2. 1 m/s
- Τα λάδια:
    1. 4 lt

2. 0 lt
3. 200 lt

- Ο τύπος ανελκυστήρα:
    1. Μηχανικός ανελκυστήρας με μειωτή
    2. Μηχανικός ανελκυστήρας με inverter
    3. Υδραυλικός ανελκυστήρας

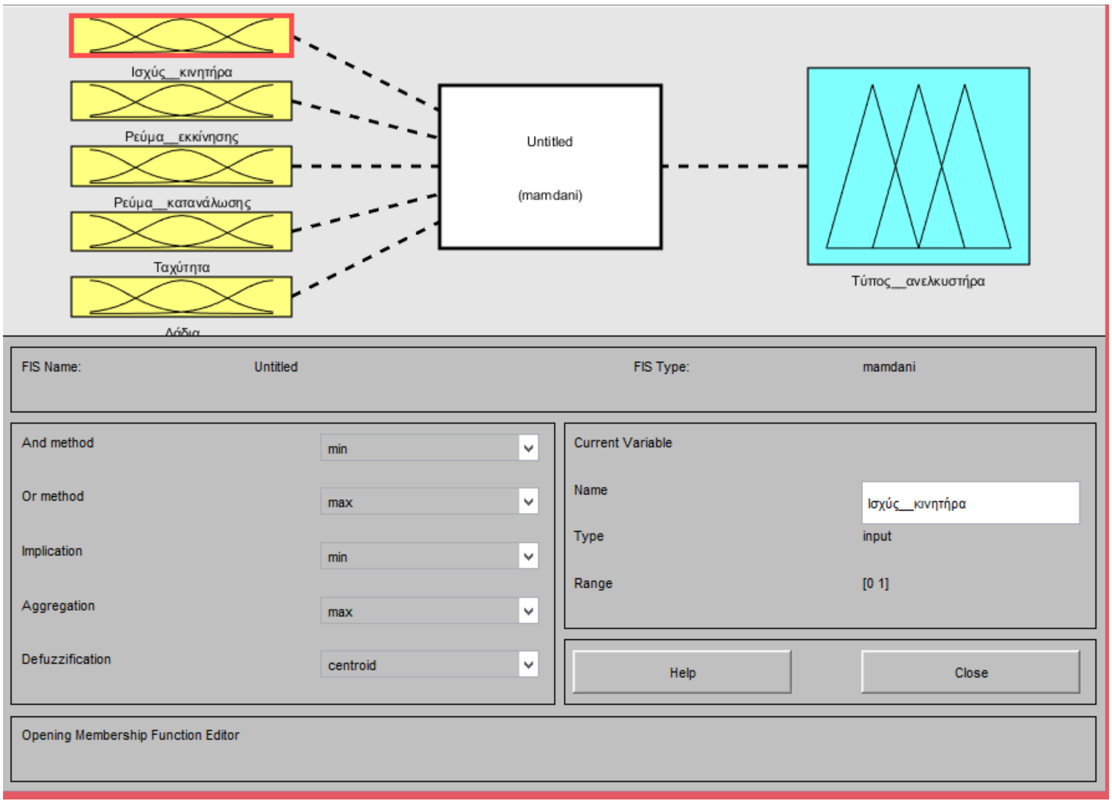
4.2: Επίλυση με MATLAB

Για την επίλυση του προβλήματος της ασαφούς λογικής με το λογισμικό της MATLAB θα πρέπει οι παραπάνω μεταβλητές να συνδιαστούν κατάλληλα δημιουργώντας μια σειρά από κανόνες που θα λαμβάνονται υπόψιν για την δημιουργία διαγραμμάτων.

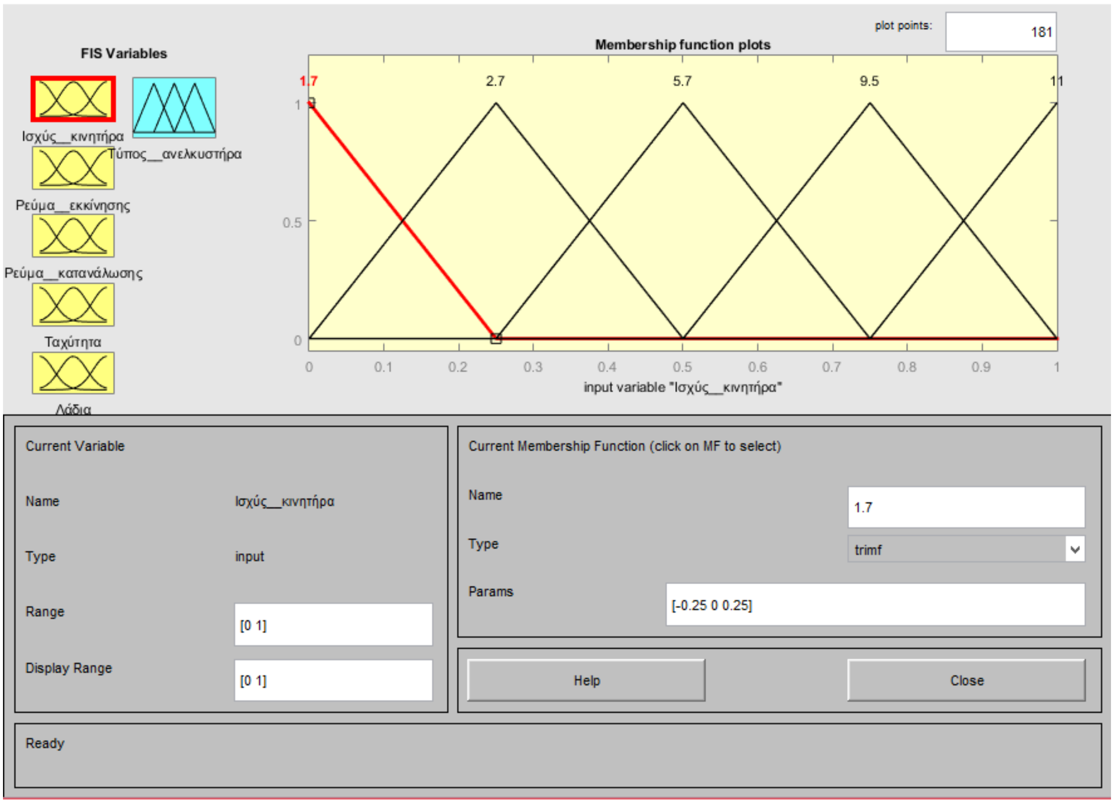
Οι συνδυασμοί εισόδου και εξόδου που υπάρχουν πραγματικά και χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ενός ανελκυστήρα είναι οι εξής:

1. Ισχύς κινητήρα 5.7kW, ρεύμα εκκίνησης 33A, ρεύμα που καταναλώνει 11A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 4lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με μειωτή.
2. Ισχύς κινητήρα 5.7kW, ρεύμα εκκίνησης 63A, ρεύμα που καταναλώνει 21A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 4lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με μειωτή.
3. Ισχύς κινητήρα 1.7kW, ρεύμα εκκίνησης 0A, ρεύμα που καταναλώνει 10.5A, ταχύτητα 0.63m/s και λάδια 0lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
4. Ισχύς κινητήρα 2.7kW, ρεύμα εκκίνησης 0A, ρεύμα που καταναλώνει 6.4A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 0lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
5. Ισχύς κινητήρα 9.5kW, ρεύμα εκκίνησης 63A, ρεύμα που καταναλώνει 21A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 200lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρας.
6. Ισχύς κινητήρα 11kW, ρεύμα εκκίνησης 78A, ρεύμα που καταναλώνει 26A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 200lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρας.

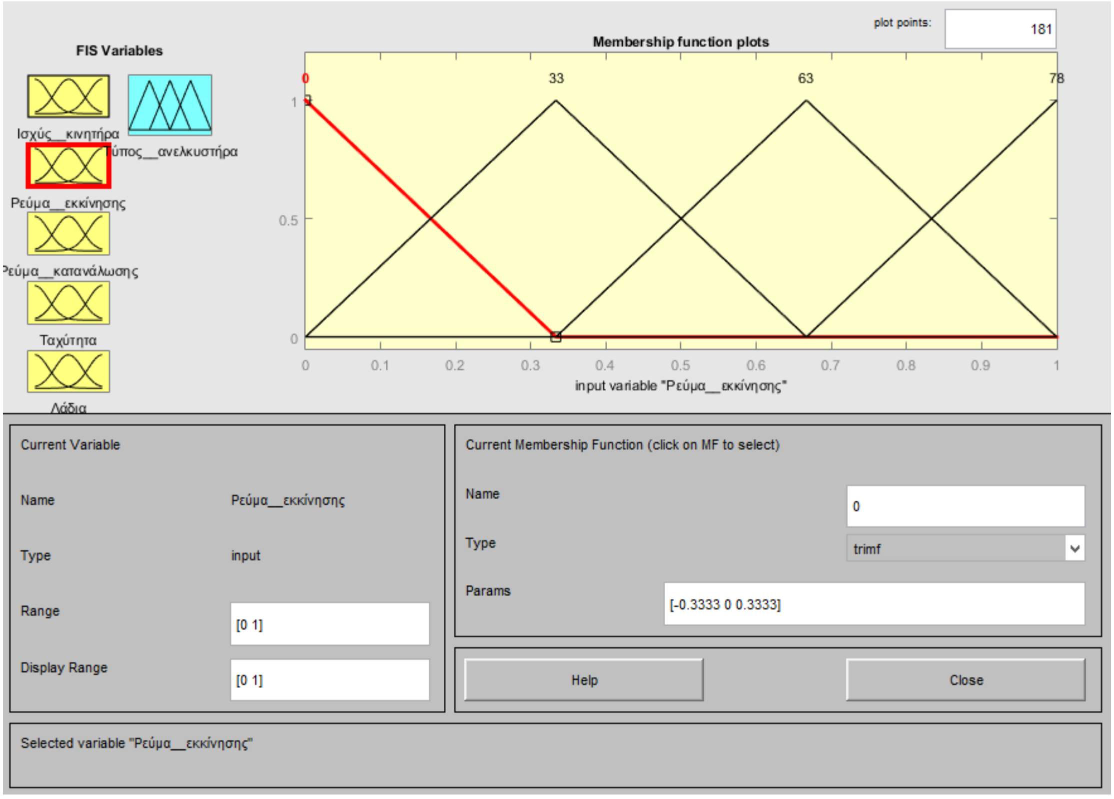
Για τους παραπάνω κανόνες και την βοήθεια του λογισμικού της MATLAB προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα.



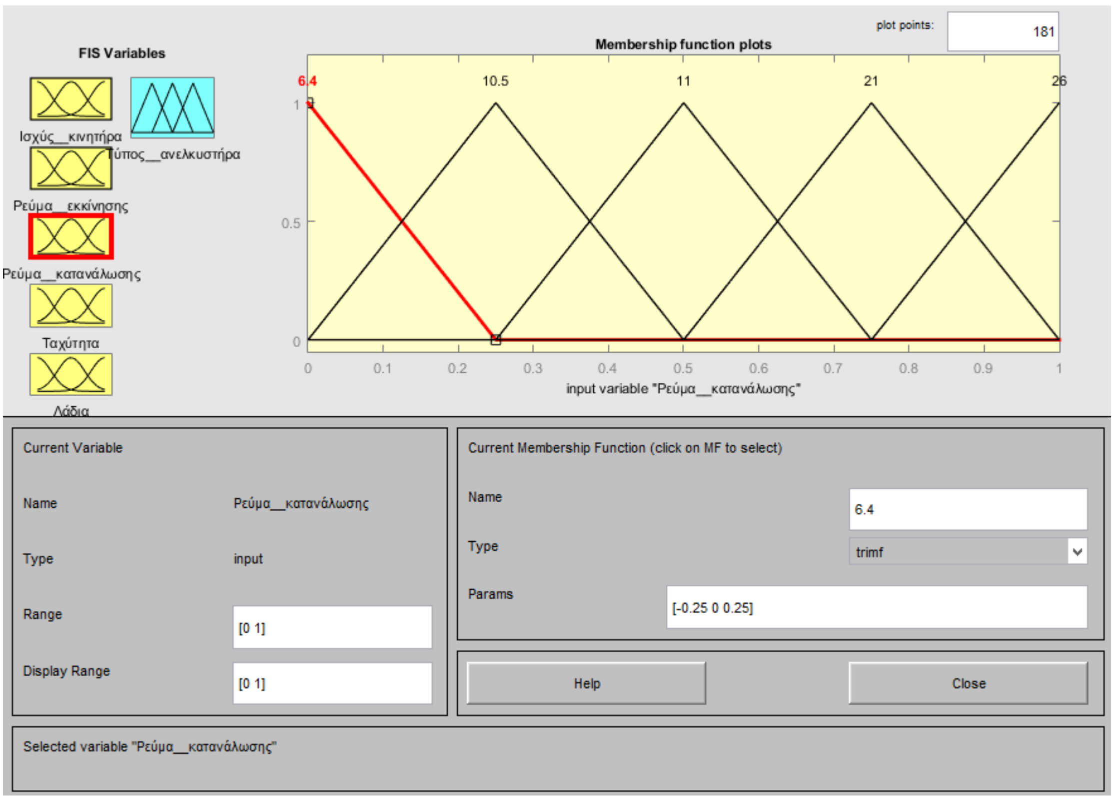
ΕΙΚΟΝΑ 15: FUZZY LOGIC DESIGNER



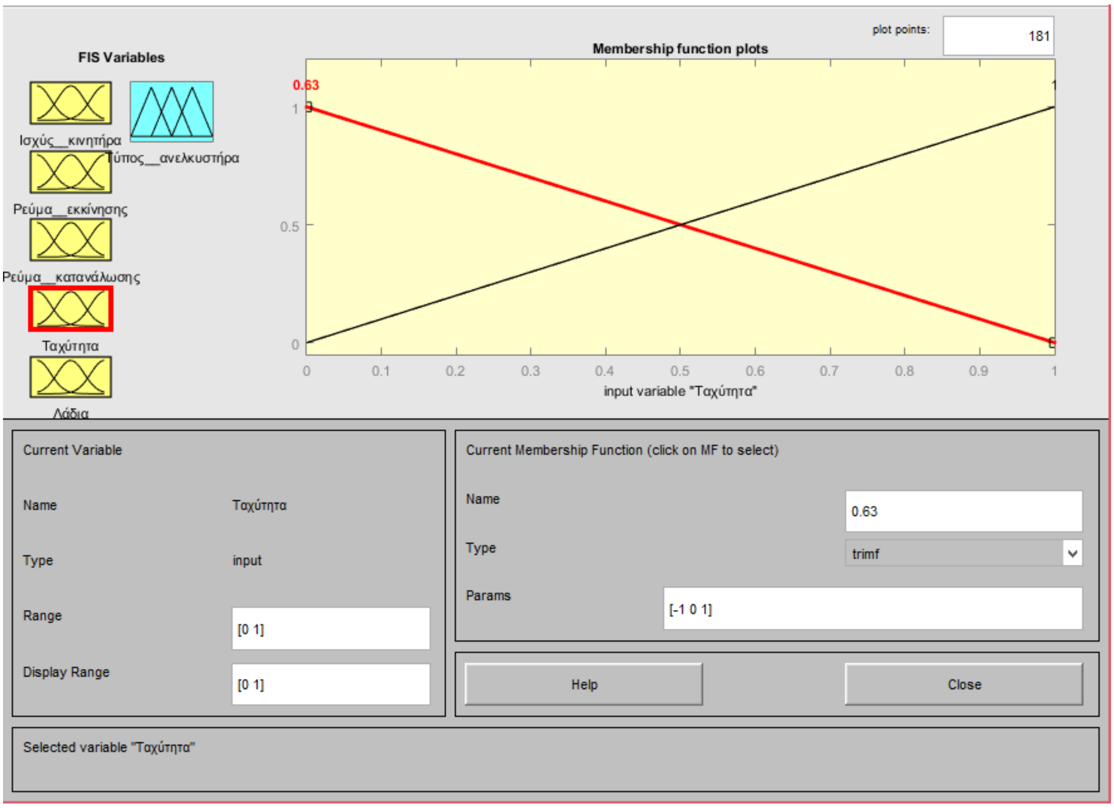
ΕΙΚΟΝΑ 16: MEMBERSHIP FUNCTION EDITOR (ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΤΡΑ)



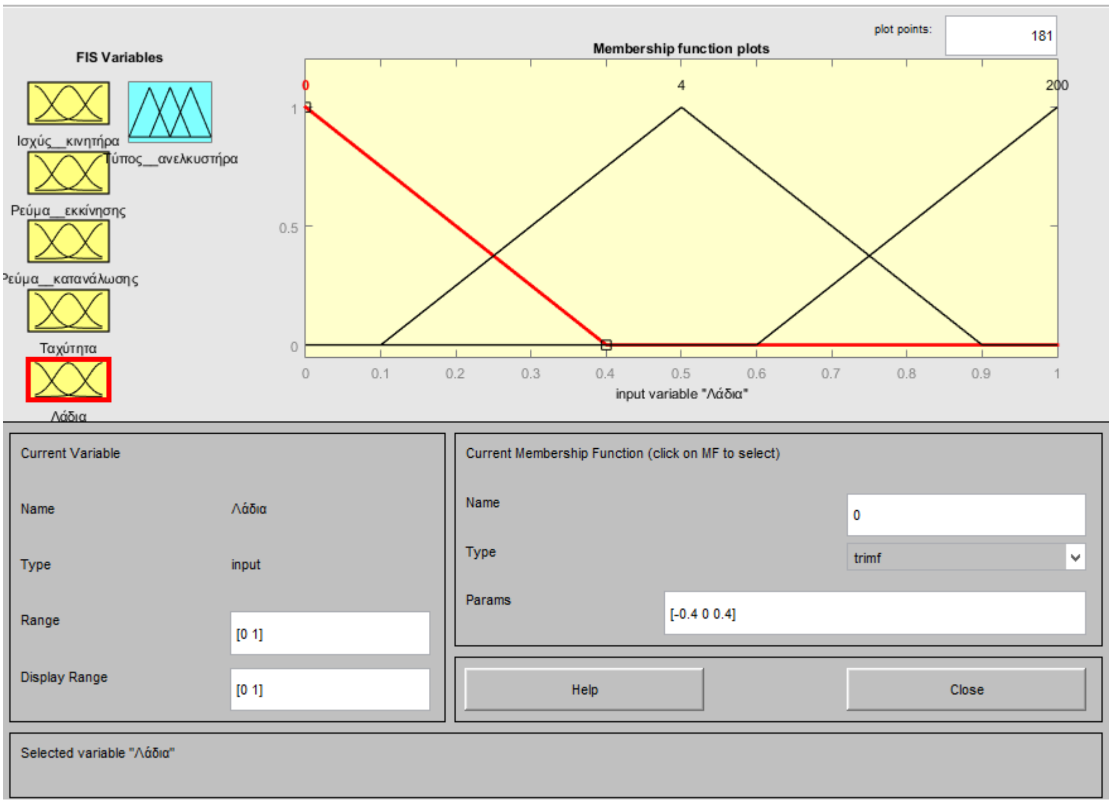
ΕΙΚΟΝΑ 17: MEMBERSHIP FUNCTION EDITOR (ΡΕΥΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ)



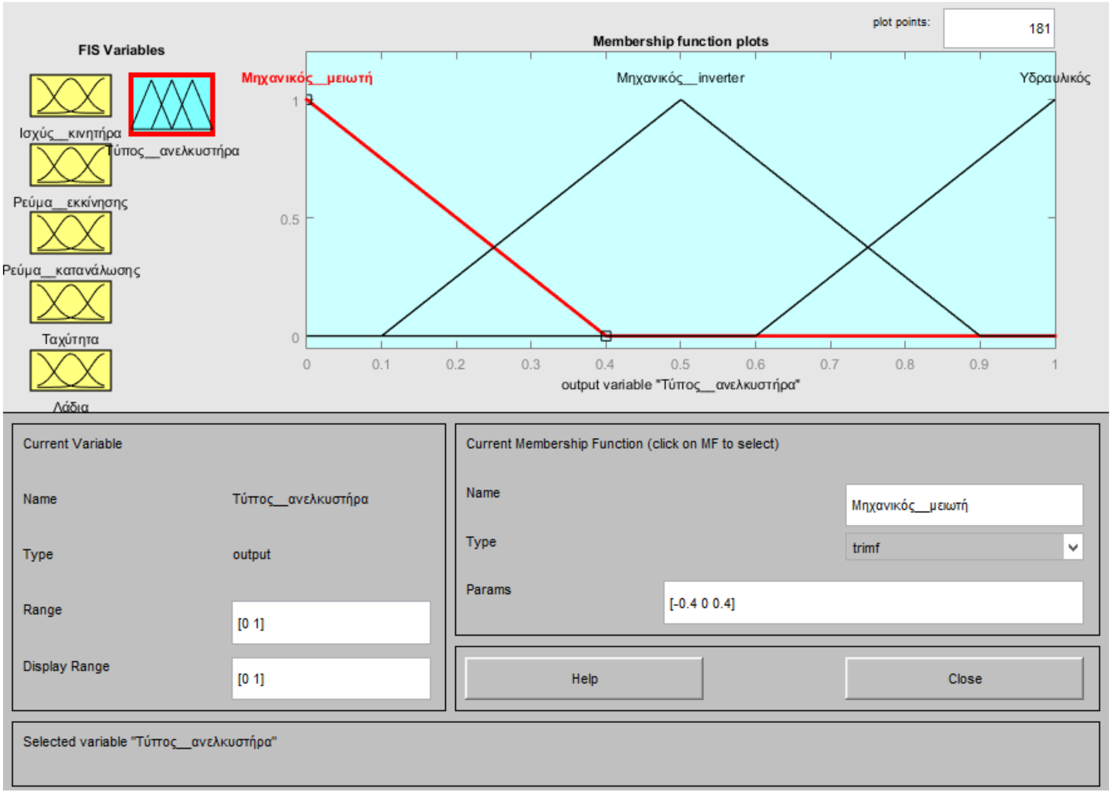
ΕΙΚΟΝΑ 18: MEMBERSHIP FUNCTION EDITOR (ΡΕΥΜΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ)



ΕΙΚΟΝΑ 19: MEMBERSHIP FUNCTION EDITOR (ΤΑΧΥΤΗΤΑ)

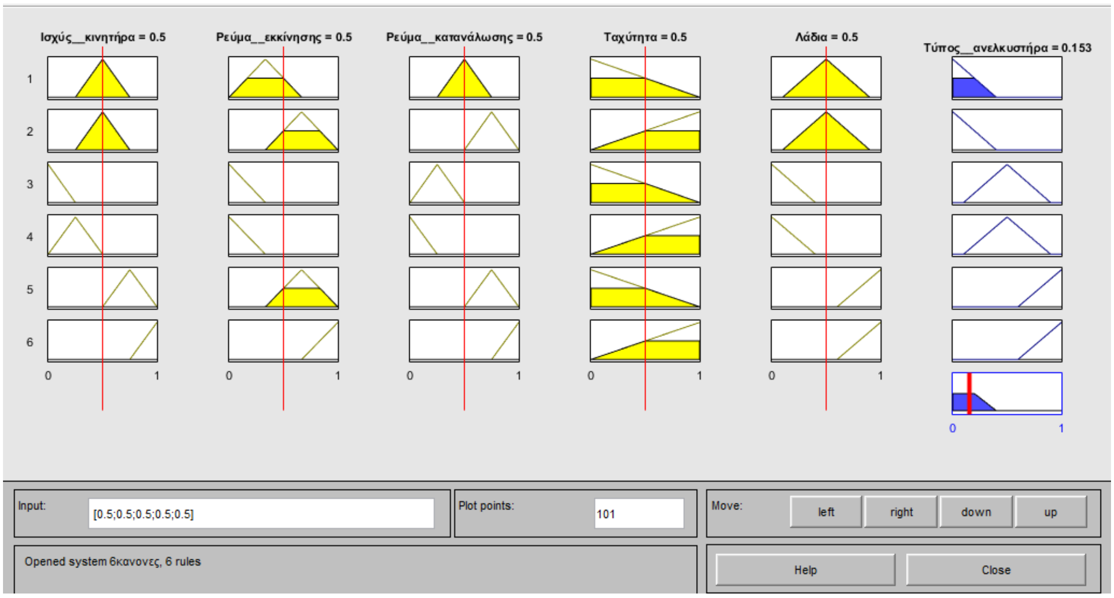


ΕΙΚΟΝΑ 20: MEMBERSHIP FUNCTION EDITOR (ΛΑΔΙΑ)



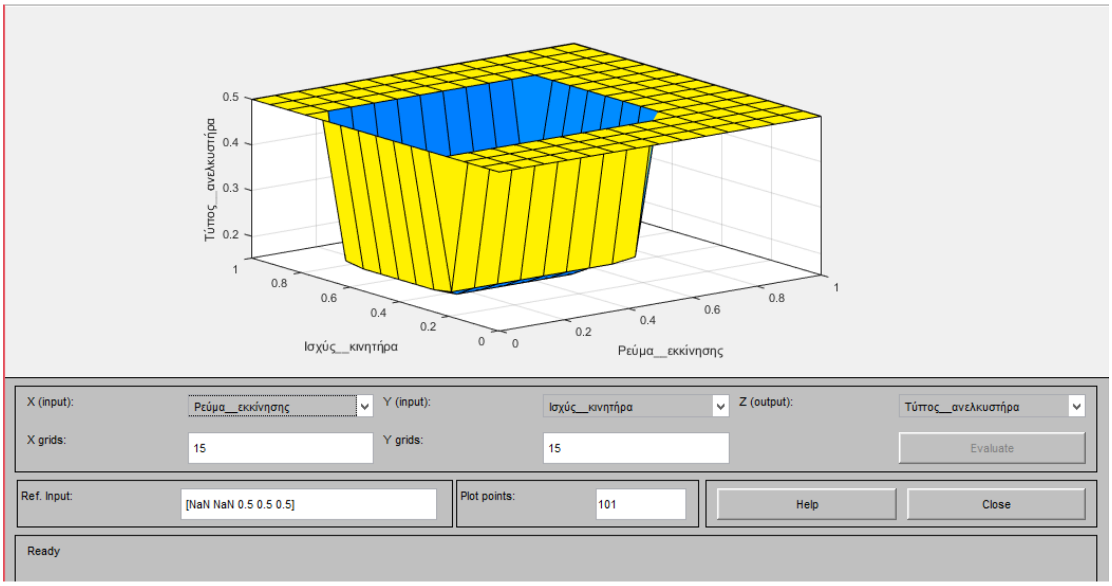
ΕΙΚΟΝΑ 21: MEMBERSHIP FUNCTION EDITOR (ΤΥΠΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ)

Για τους πρώτους έξι (6) κανόνες που είναι πραγματικοί συνδιασμοί τιμών εισόδου-εξόδου έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

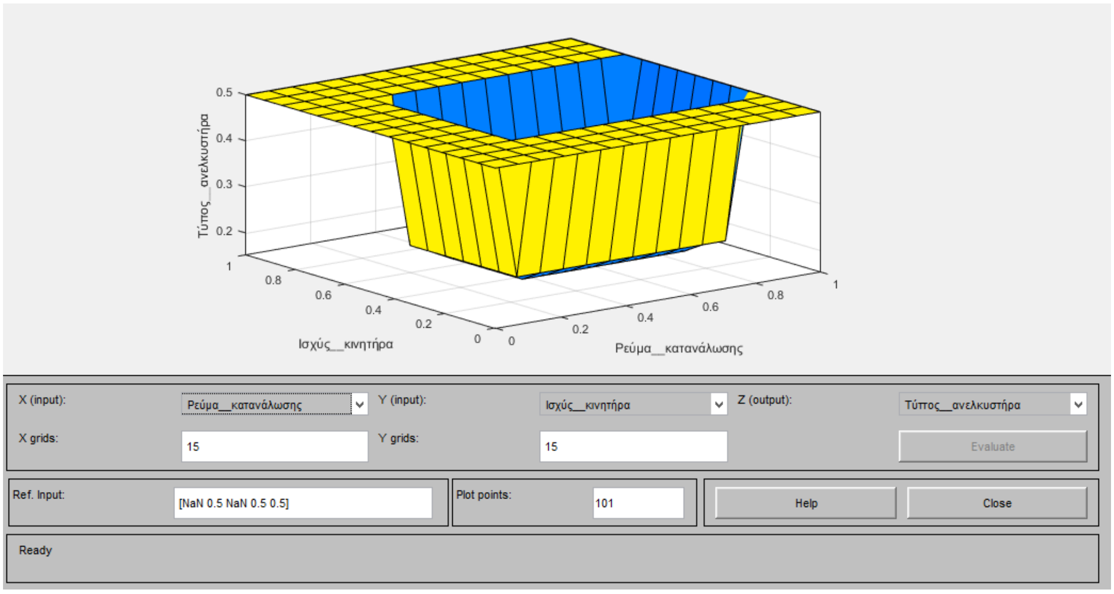


ΕΙΚΟΝΑ 22: RULES VIEWER (6 ΚΑΝΟΝΕΣ)

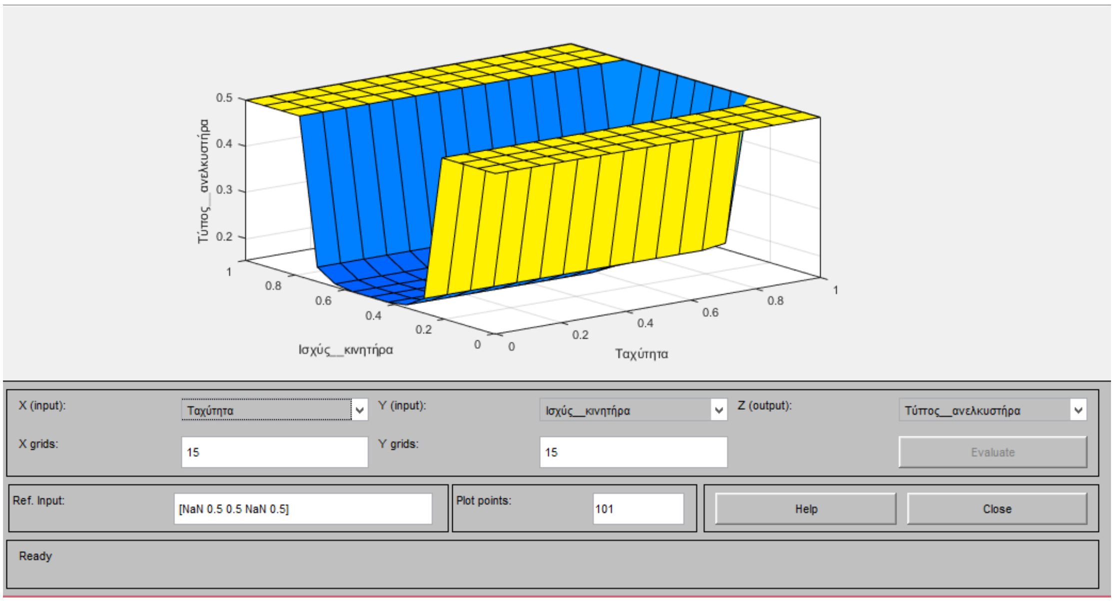
Λόγω των έξι (6) κανόνων προκύπτουν οι παρακάτω γραφικές παραστάσεις σε 3D μορφή (τρισδιάστατη μορφή), οι οποίες δείχνουν τον τύπο ανελκυστήρα στον y άξονα, την ισχύ του κινητήρα στον z άξονα και στον x άξονα αλλάζει η μεταβλητή κάθε φορά και παίρνει τις τιμές ρεύμα εκκίνησης, ρεύμα κατανάλωσης, ταχύτητα και λάδια. Στα παρακάτω διαγράμματα βλέπουμε τις επιφάνειες των κανόνων για διαφορετικά ζεύγη εισόδων σε συνδυασμό με την κοινή έξοδο.



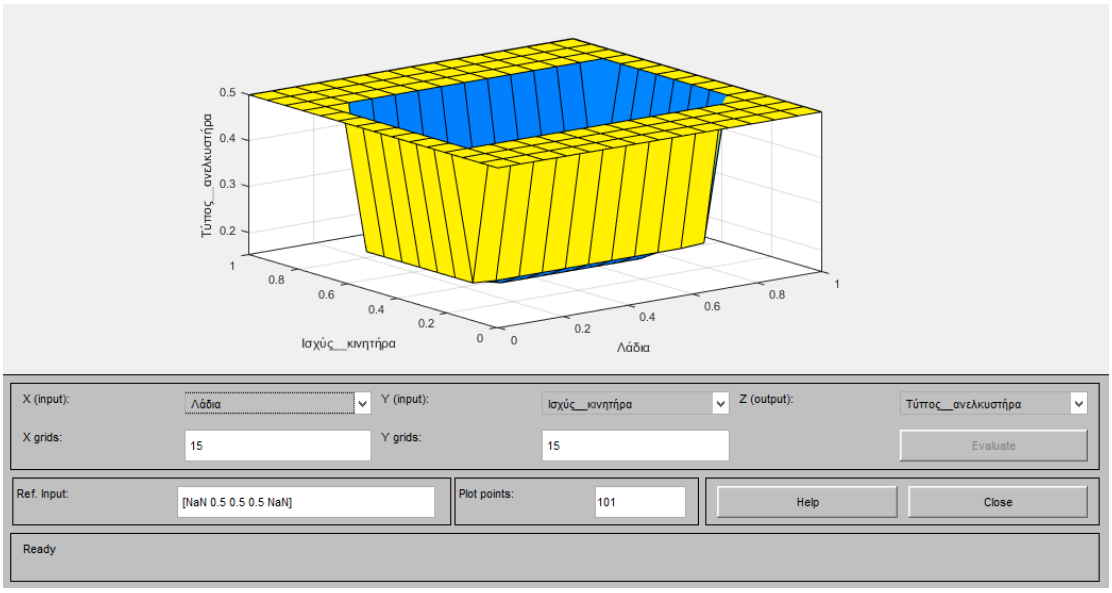
ΕΙΚΟΝΑ 23: SURFACE VIEWER (ΡΕΥΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ- ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)



ΕΙΚΟΝΑ 24: SURFACE VIEWER (ΡΕΥΜΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ- ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)



Εικονα 25: SURFACE VIEWER (ΤΑΧΥΤΗΤΑ- ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)



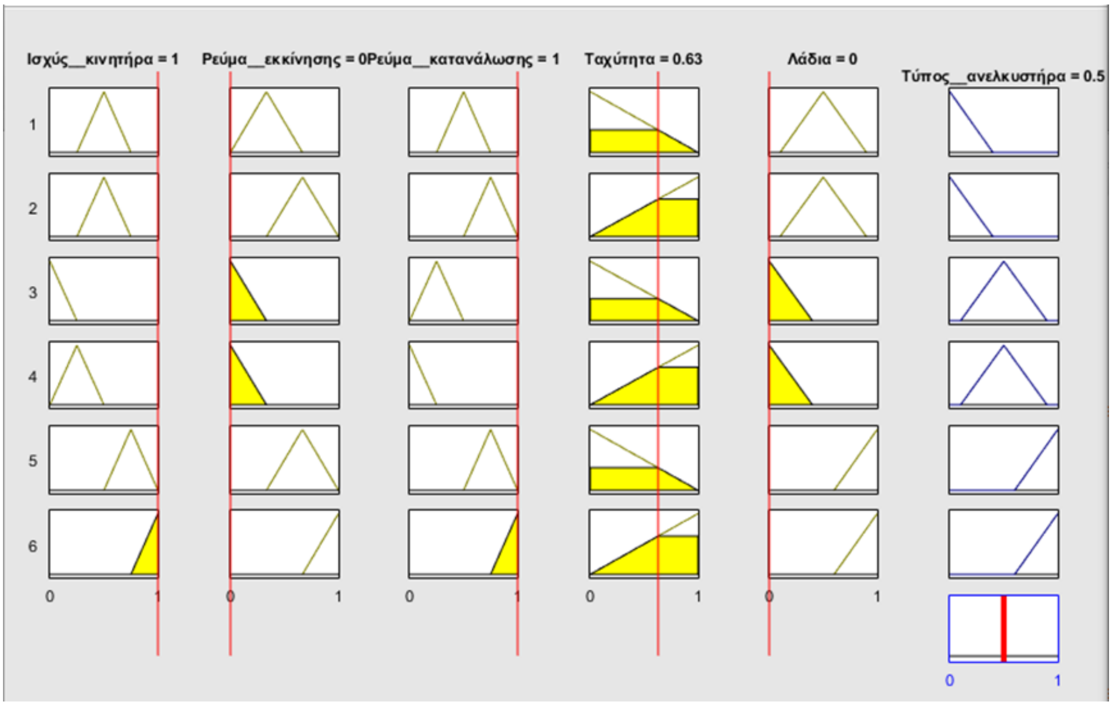
Εικονα 26: SURFACE VIEWER (ΛΑΔΙΑ- ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)

Ωστόσο για την εξαγωγή της εργασία θα χρησιμοποιηθούν και άλλοι συνδυασμοί εισόδου-εξόδου παρότι θα είναι υποθετικοί (τουλάχιστον για τα σημερινά δεδομένα). Έτσι θα προστεθούν στους ήδη υπάρχοντες κανόνες άλλοι είκοσι (20) θεωρητικοί κανόνες για το πρότυπο του ανελκυστήρα. Άρα θα προκύψουν οι παρακάτω επιπλέον κανόνες για το σύστημα της ασαφούς λογικής:

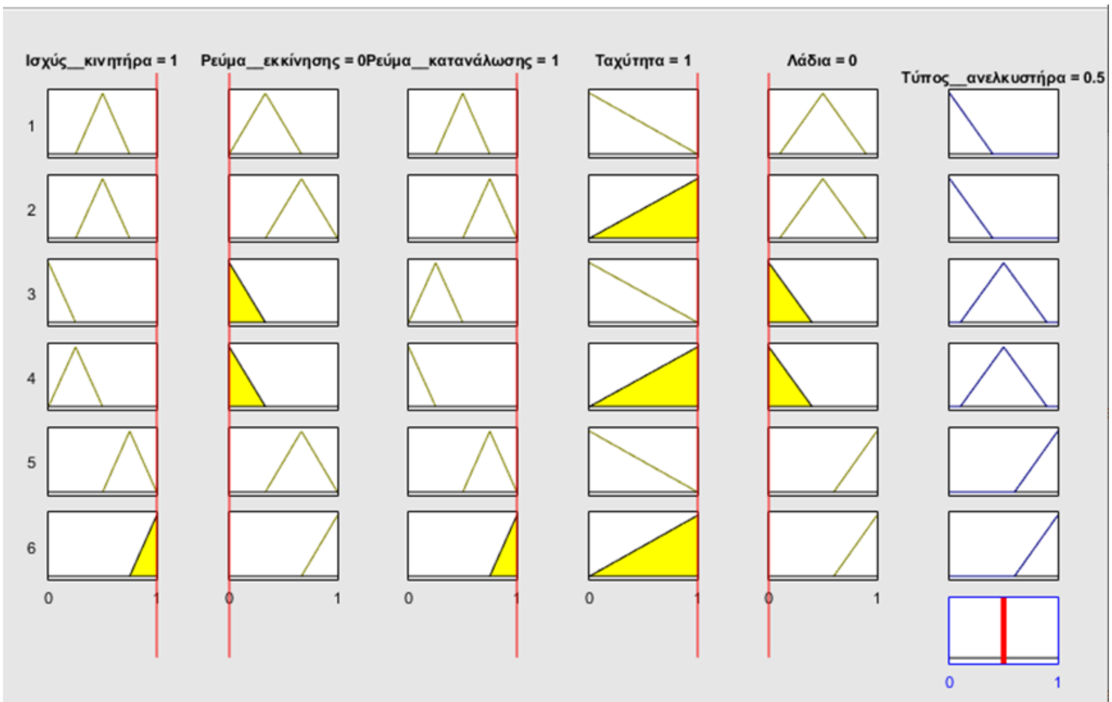
7. Ισχύς κινητήρα 5.7kW, ρεύμα εκκίνησης 0A, ρεύμα που καταναλώνει 10.5A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 0lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με μειωτή.
8. Ισχύς κινητήρα 5.7kW, ρεύμα εκκίνησης 0A, ρεύμα που καταναλώνει 6.4A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 0lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με μειωτή.

9. Ισχύς κινητήρα 5.7kW, ρεύμα εκκίνησης 63A, ρεύμα που καταναλώνει 21A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 200lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με μειωτή.
10. Ισχύς κινητήρα 5.7kW, ρεύμα εκκίνησης 78A, ρεύμα που καταναλώνει 26A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 200lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με μειωτή.
11. Ισχύς κινητήρα 1.7kW, ρεύμα εκκίνησης 33A, ρεύμα που καταναλώνει 11A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 4lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
12. Ισχύς κινητήρα 1.7kW, ρεύμα εκκίνησης 63A, ρεύμα που καταναλώνει 21A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 4lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
13. Ισχύς κινητήρα 1.7kW, ρεύμα εκκίνησης 63A, ρεύμα που καταναλώνει 21A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 200lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
14. Ισχύς κινητήρα 1.7kW, ρεύμα εκκίνησης 78A, ρεύμα που καταναλώνει 26A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 200lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
15. Ισχύς κινητήρα 9.5kW, ρεύμα εκκίνησης 33A, ρεύμα που καταναλώνει 11A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 4lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρας.
16. Ισχύς κινητήρα 9.5kW, ρεύμα εκκίνησης 63A, ρεύμα που καταναλώνει 21A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 4lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρας.
17. Ισχύς κινητήρα 9.5kW, ρεύμα εκκίνησης 0A, ρεύμα που καταναλώνει 10.5A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 0lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρα.
18. Ισχύς κινητήρα 9.5kW, ρεύμα εκκίνησης 0A, ρεύμα που καταναλώνει 6.4A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 0lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρας.
19. Ισχύς κινητήρα 2.7kW, ρεύμα εκκίνησης 33A, ρεύμα που καταναλώνει 11A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 4lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
20. Ισχύς κινητήρα 2.7kW, ρεύμα εκκίνησης 63A, ρεύμα που καταναλώνει 21A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 4lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
21. Ισχύς κινητήρα 2.7kW, ρεύμα εκκίνησης 63A, ρεύμα που καταναλώνει 21A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 200lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
22. Ισχύς κινητήρα 2.7kW, ρεύμα εκκίνησης 78A, ρεύμα που καταναλώνει 26A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 200lt τότε είναι μηχανικός ανελκυστήρας με inverter.
23. Ισχύς κινητήρα 11kW, ρεύμα εκκίνησης 33A, ρεύμα που καταναλώνει 11A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 4lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρας.
24. Ισχύς κινητήρα 11kW, ρεύμα εκκίνησης 63A, ρεύμα που καταναλώνει 21A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 4lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρας.
25. Ισχύς κινητήρα 11kW, ρεύμα εκκίνησης 0A, ρεύμα που καταναλώνει 10.5A, ταχύτητα 0,63m/s και λάδια 0lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρας.
26. Ισχύς κινητήρα 11kW, ρεύμα εκκίνησης 0A, ρεύμα που καταναλώνει 6.4A, ταχύτητα 1m/s και λάδια 0lt τότε είναι υδραυλικός ανελκυστήρας.

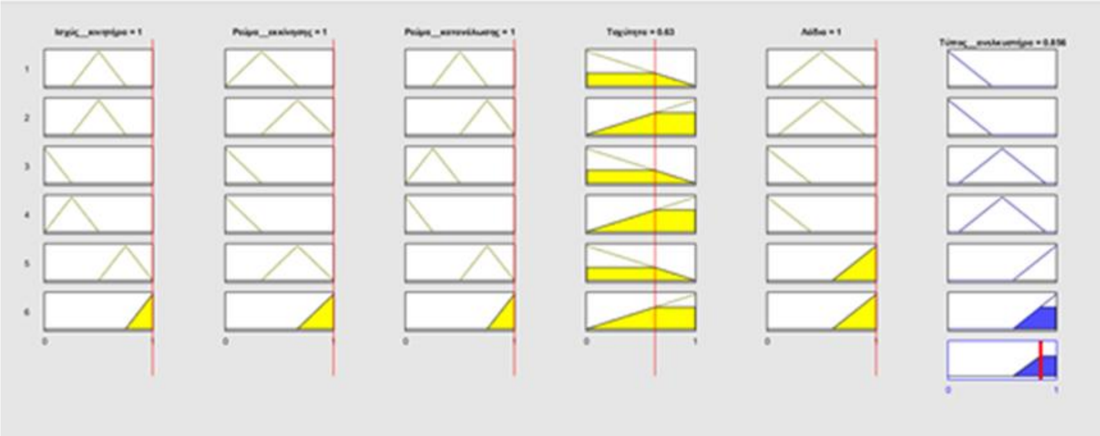
Αυτούς τους είκοσι (20) υποθετικούς κανόνες μπορούμε να τους ελέγξουμε από την πρώτη φάση της εργασίας στο MATLAB, δηλαδή να βάλουμε τα δεδομένα εισόδου στους έξι (6) κανόνες του λογισμικού MATLAB ώστε αν δούμε αν η τιμή εξόδου είναι κοντά στην υποθετική που έχει ο κάθε κανόνας. Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα διαγράμματα των κανόνων της πρώτης φάσης αλλά με δεδομένα τις τιμές εισόδου των θεωρητικών κανόνων.



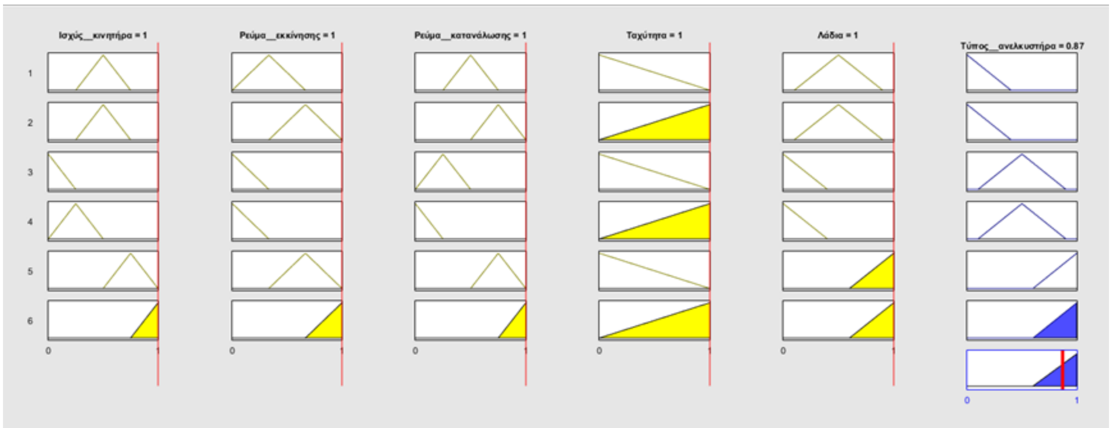
ΕΙΚΟΝΑ 27: ΚΑΝΟΝΑΣ 7



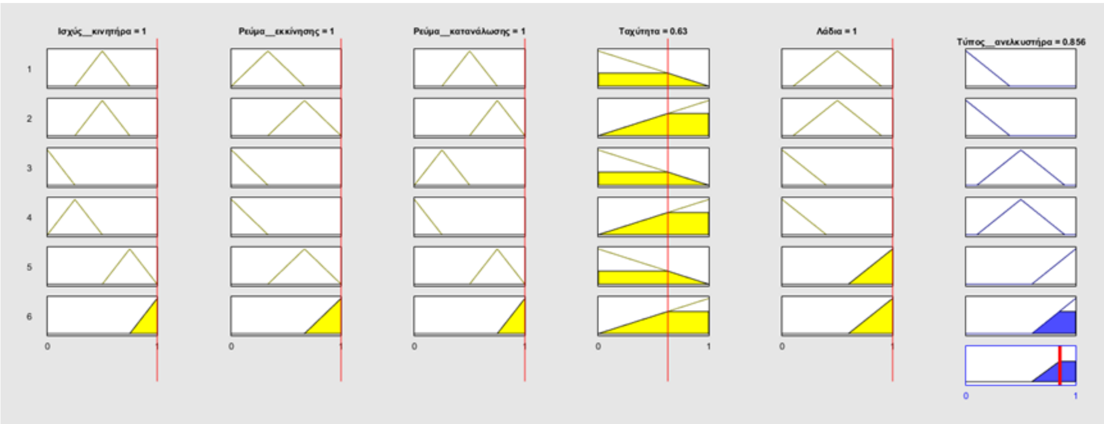
ΕΙΚΟΝΑ 28: ΚΑΝΟΝΑΣ 8



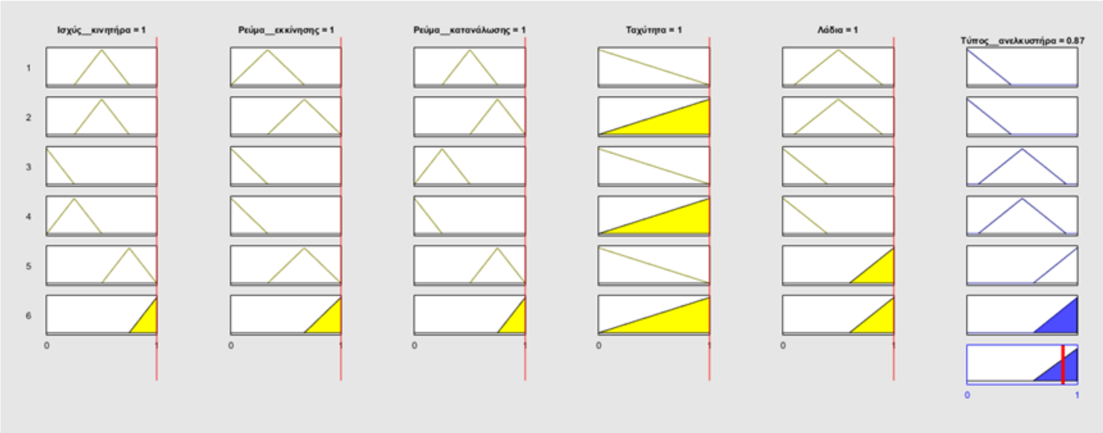
Εικονα 29: Κανονασ 9



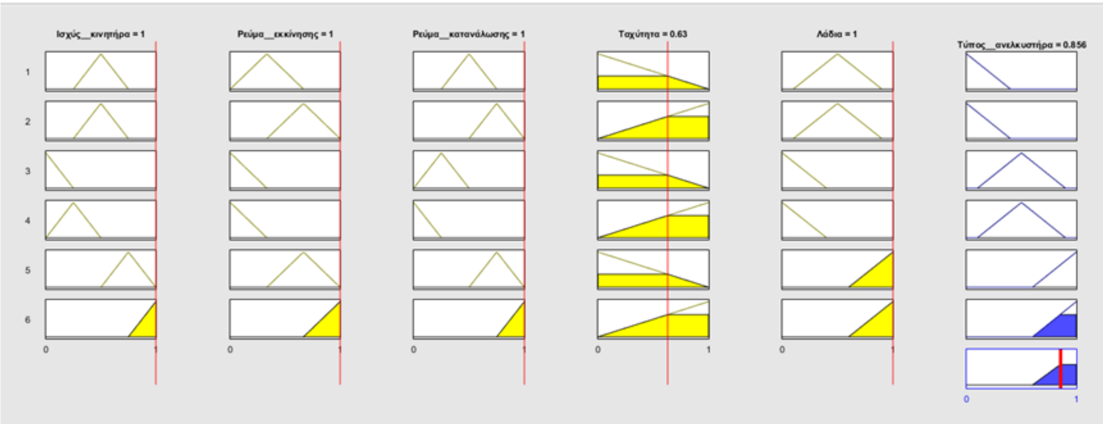
Εικονα 30: Κανονασ 10



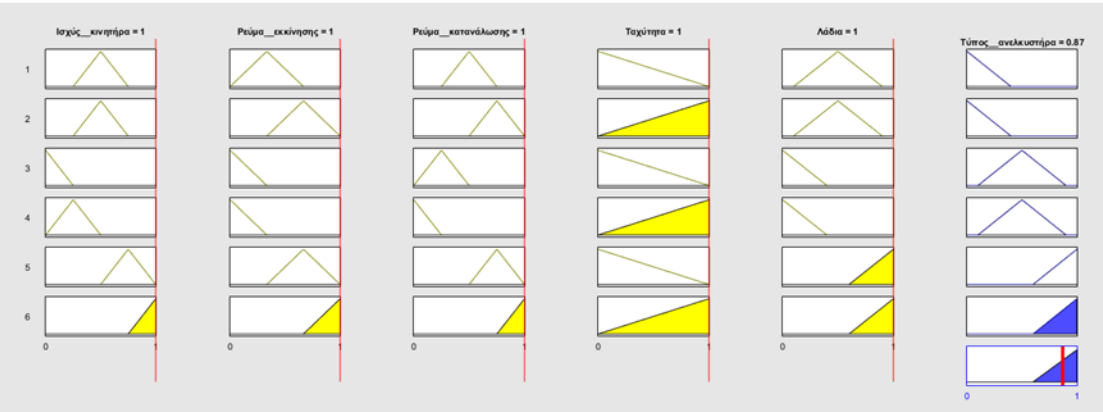
Εικονα 31: Κανονασ 11



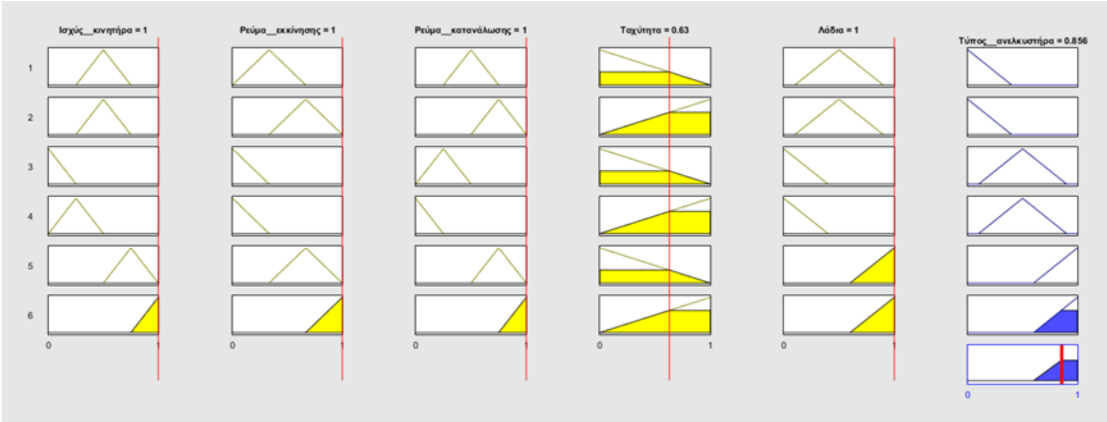
Εικονα 32: Κανονας 12



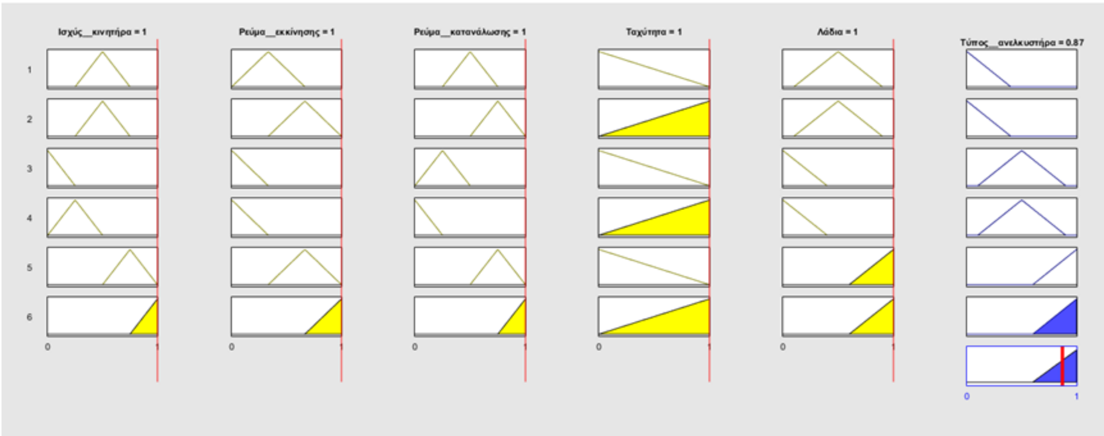
Εικονα 33: Κανονας 13



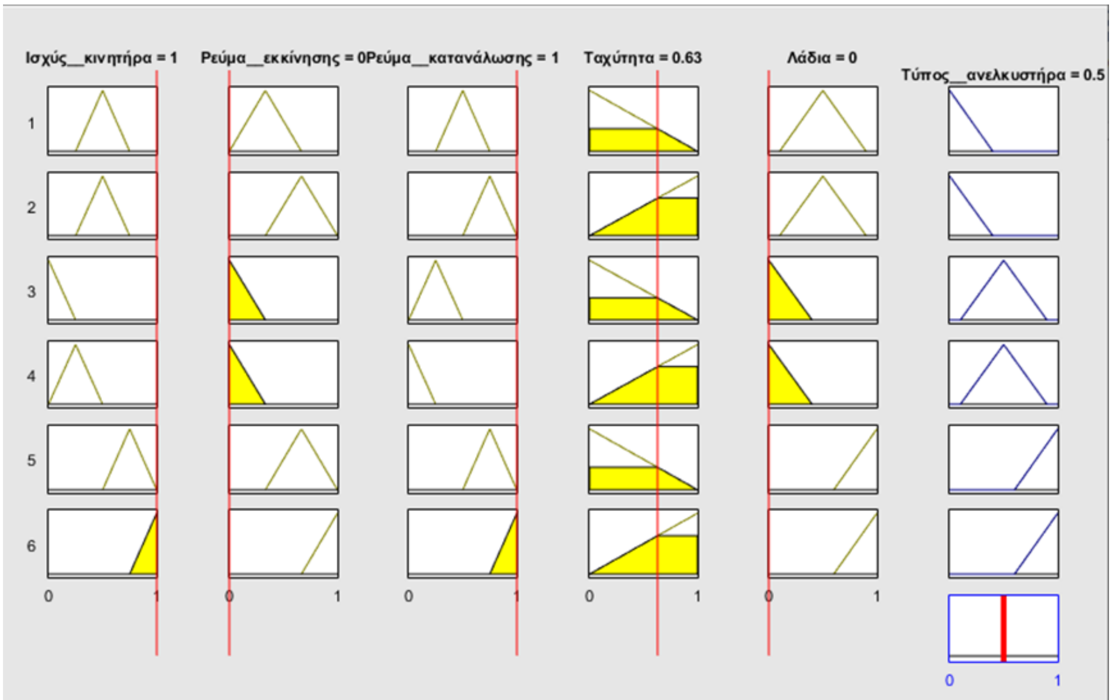
Εικονα 34: Κανονας 14



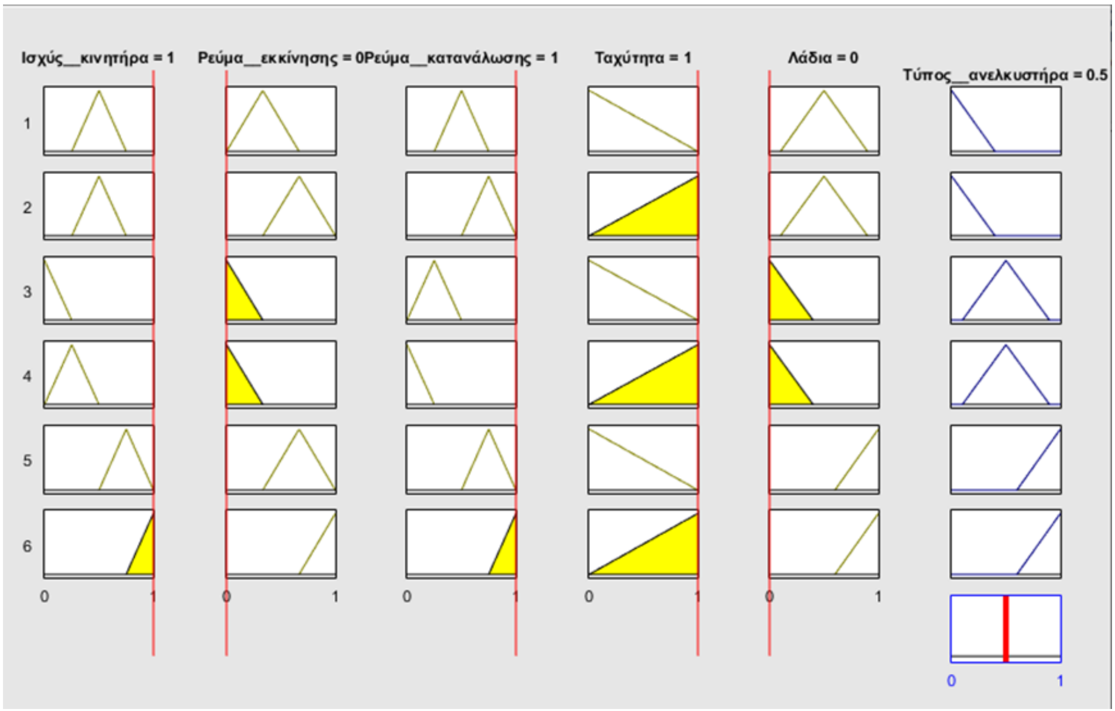
Εικονα 35: Κανονας 15



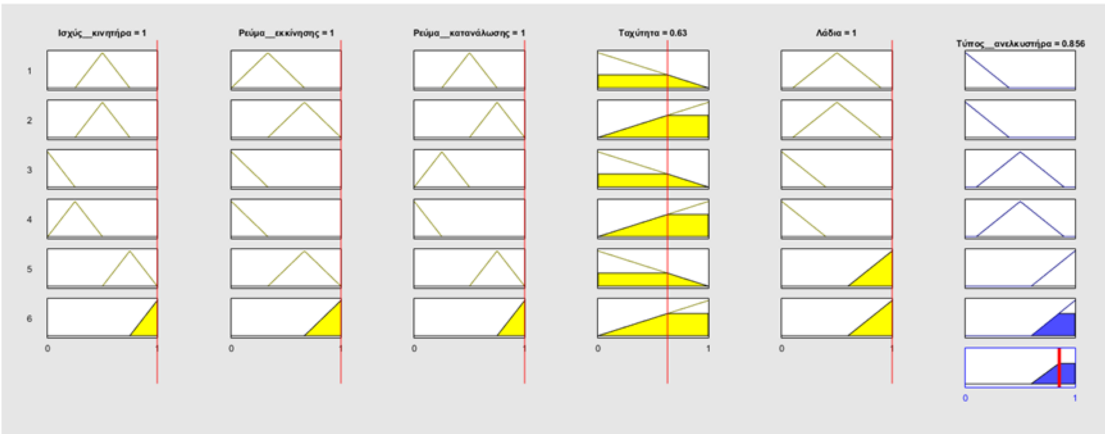
Εικονα 36: Κανονας 16



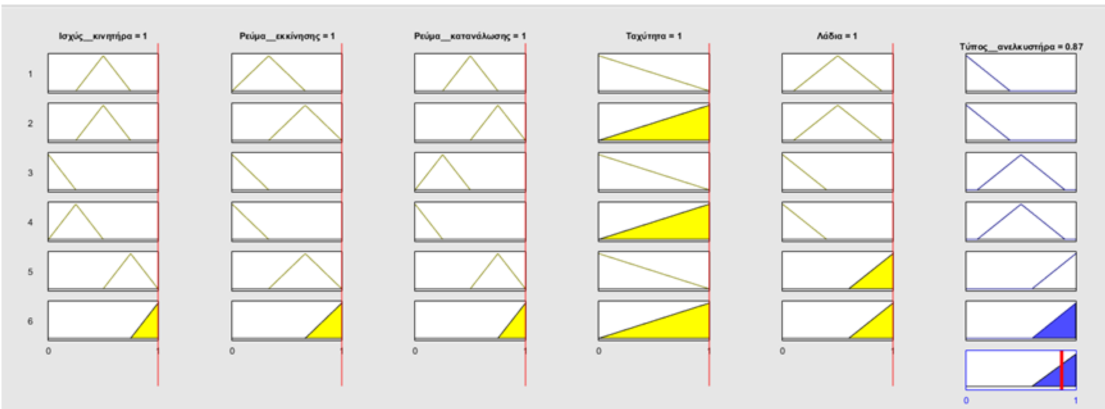
Εικονα 37: Κανονας 17



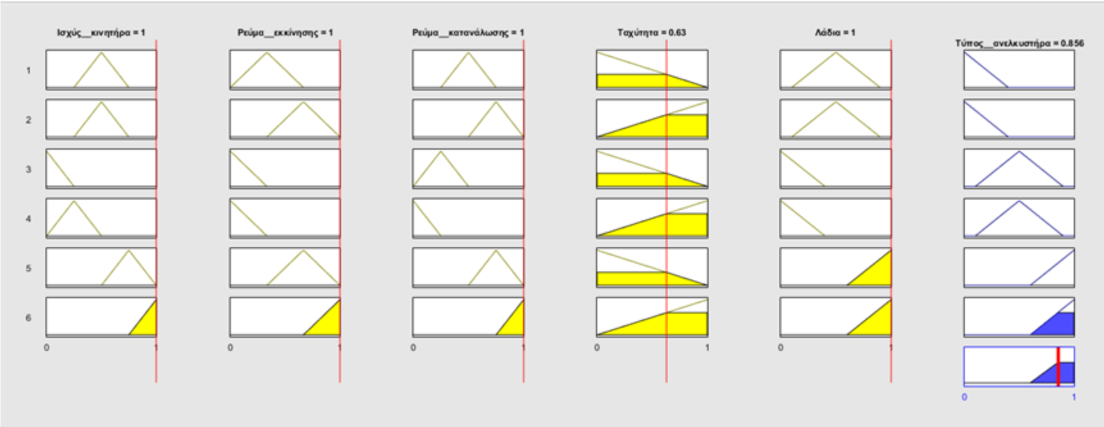
Εικονα 38: Κανονας 18



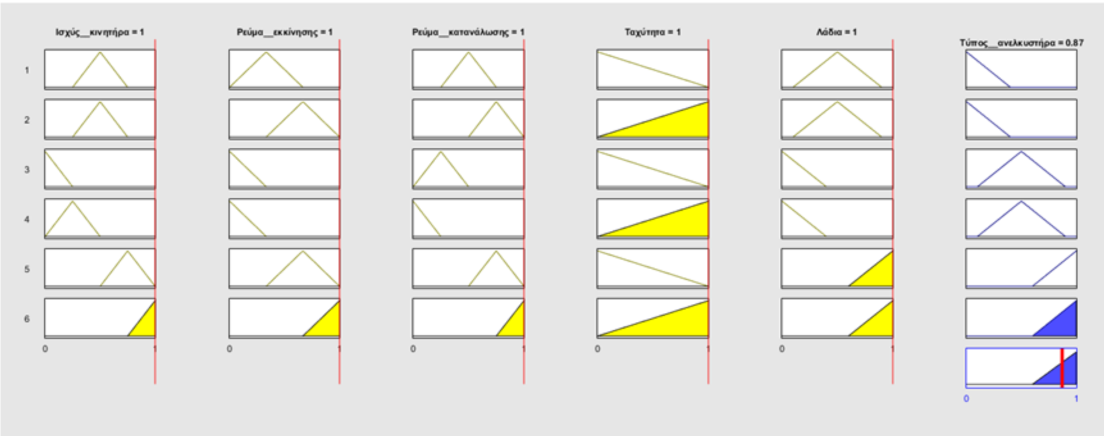
Εικονα 39: Κανονας 19



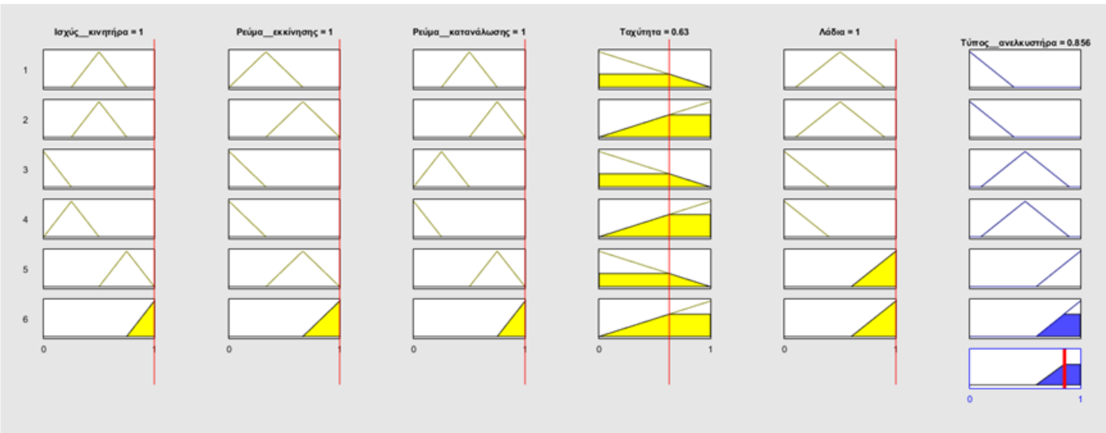
Εικονα 40: Κανονας 20



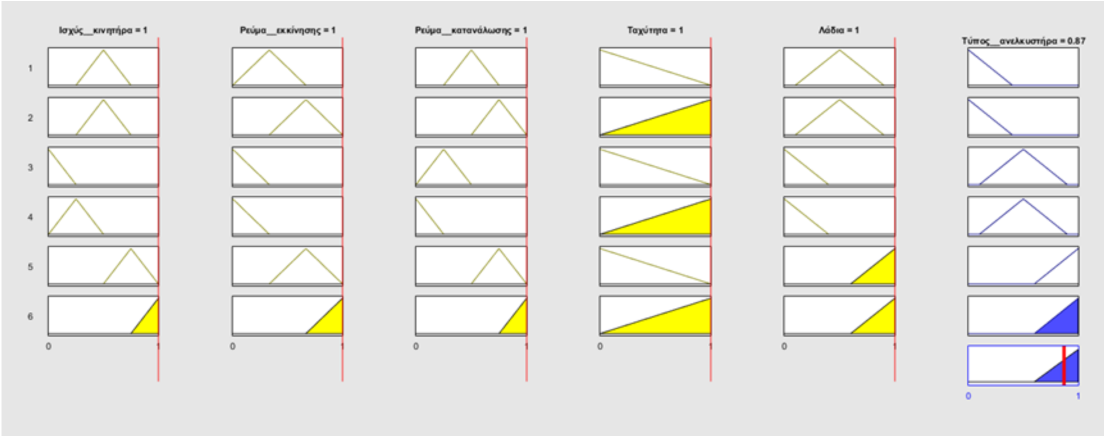
Εικονα 41: Κανονασ 21



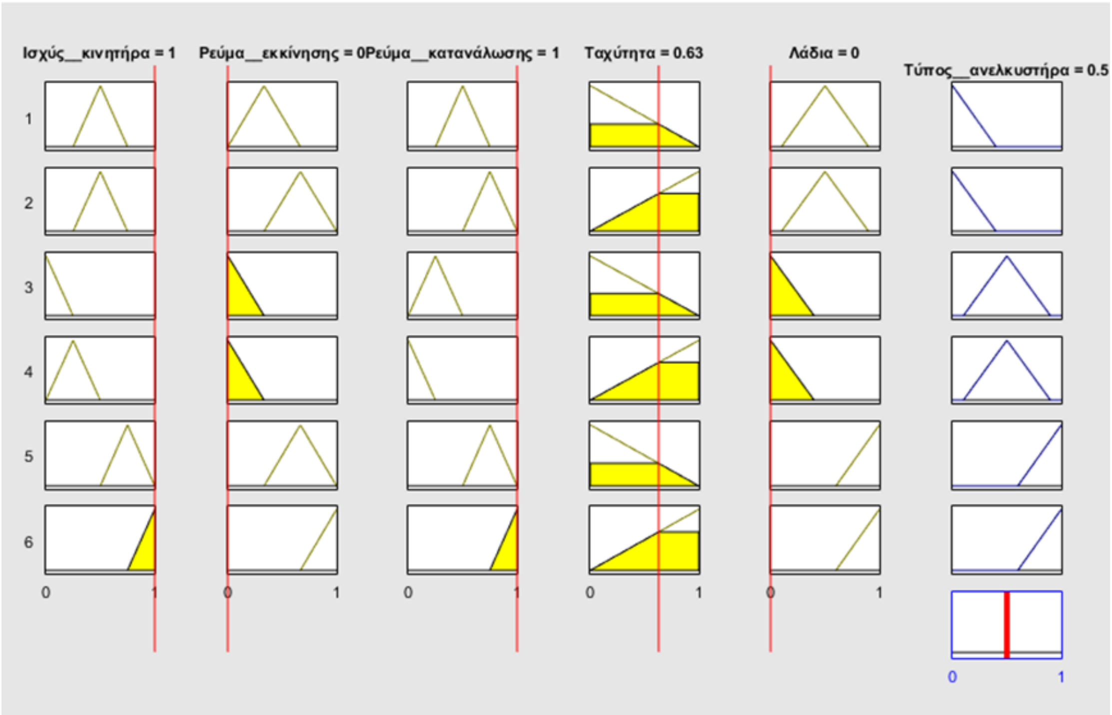
Εικονα 42: Κανονασ 22



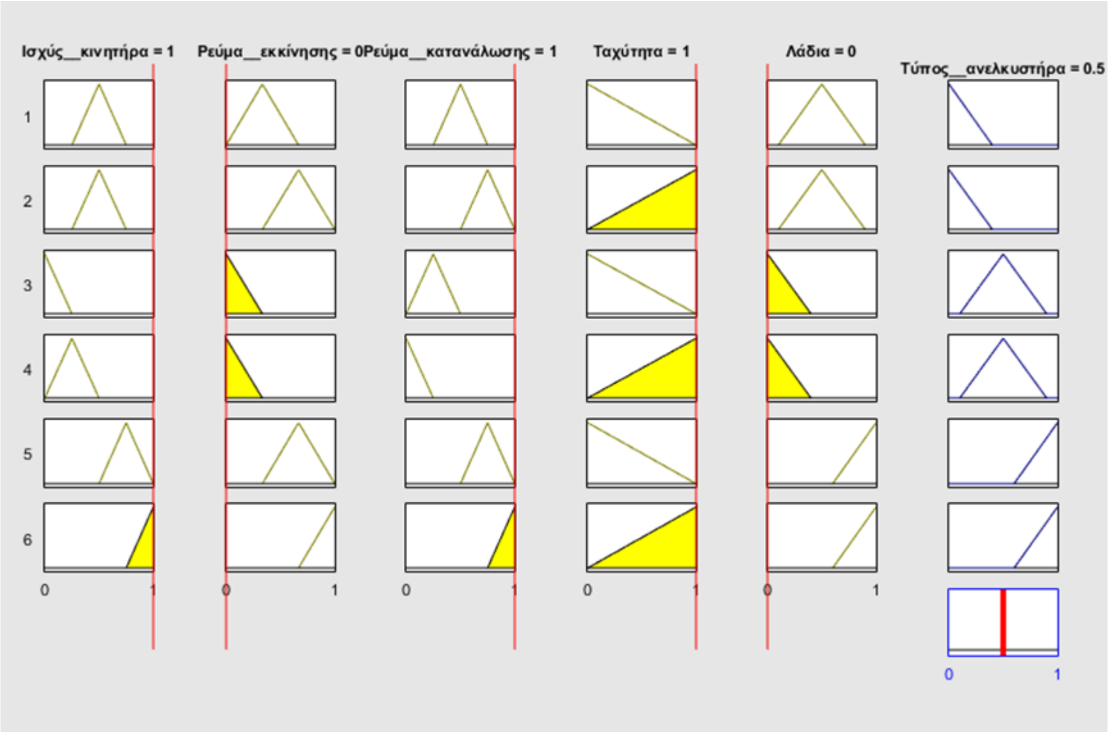
Εικονα 43: Κανονασ 23



Εικονα 44: Κανονασ 24



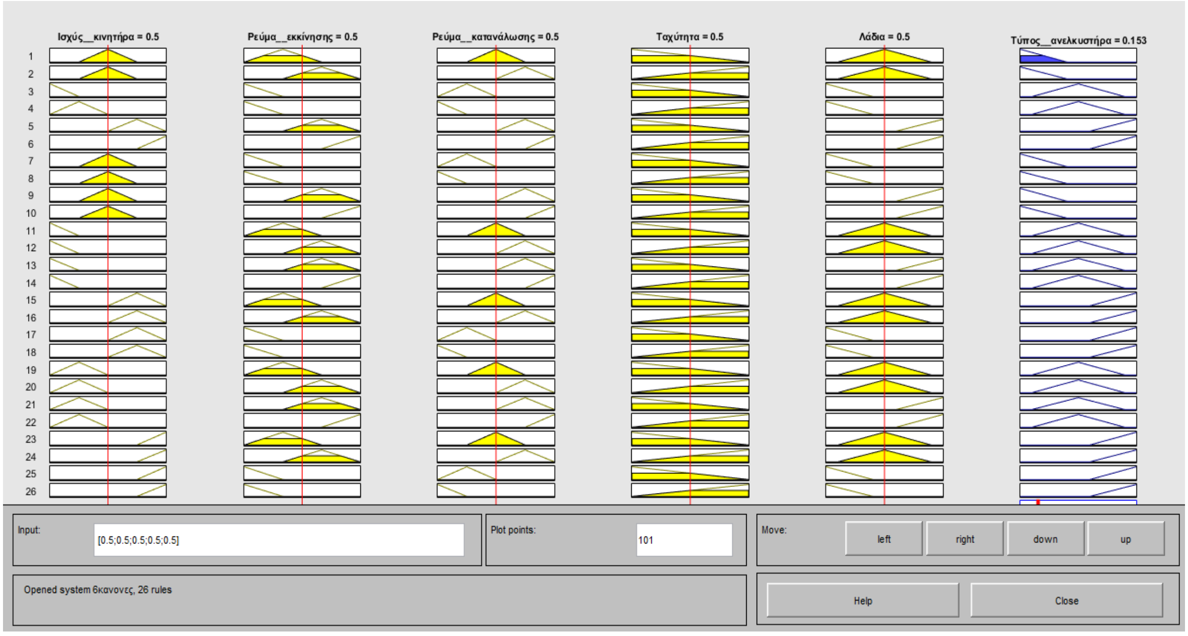
Εικονα 45: Κανονασ 25



ΕΙΚΟΝΑ 46: ΚΑΝΟΝΑΣ 26

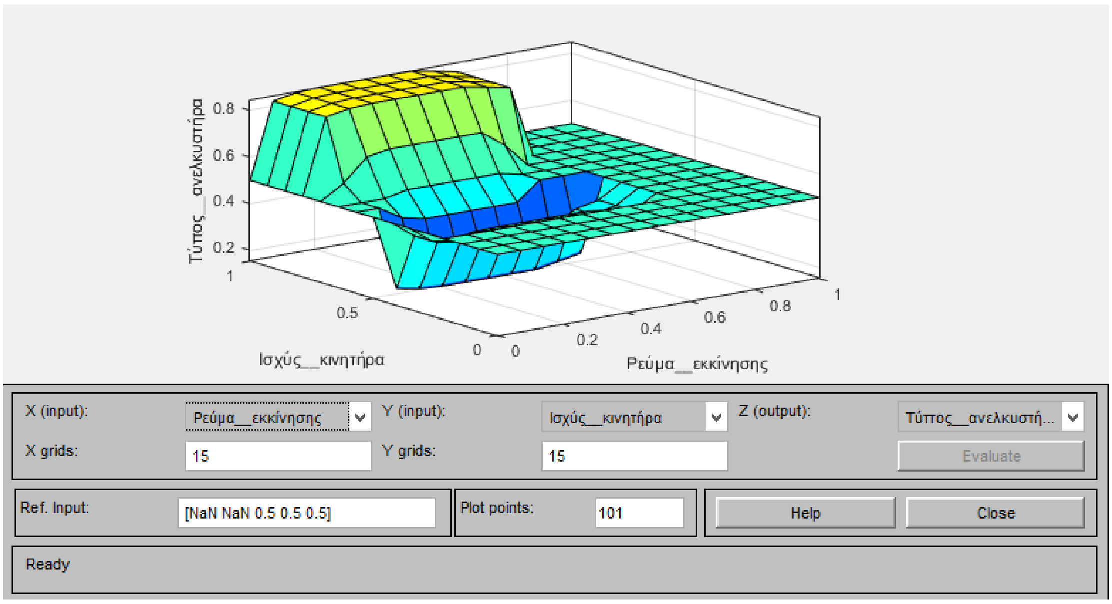
Από τα παραπάνω διαγράμμα συμπεραίνεται ότι οι περισσότεροι κανόνες είτε ανήκουν εξ' ολοκλήρου στον μηχανικό ανελκυστήρα με inverter, είτε κατά 50% στον μηχανικό με inverter και με άλλο ένα μικρό ποσοστό στον υδραυλικό ανελκυστήρα. Ωστόσο οι κανόνες θα χρησιμοποιηθούν όπως συντάχθηκαν στην αρχή και όχι όπως βγαίνουν τα αποτελέσματα από το λογισμικό της MATLAB, καθώς αναφερόμαστε σε υποθετικούς κανόνες.

Μετά την προσθήκη και των νέων θεωρητικών κανόνων και με την βοήθεια του λογισμικού MATLAB θα εξαχθεί νέο γράφημα για τους κανόνες και πως αυτοί συμπεριφέρονται (εικόνα 47).

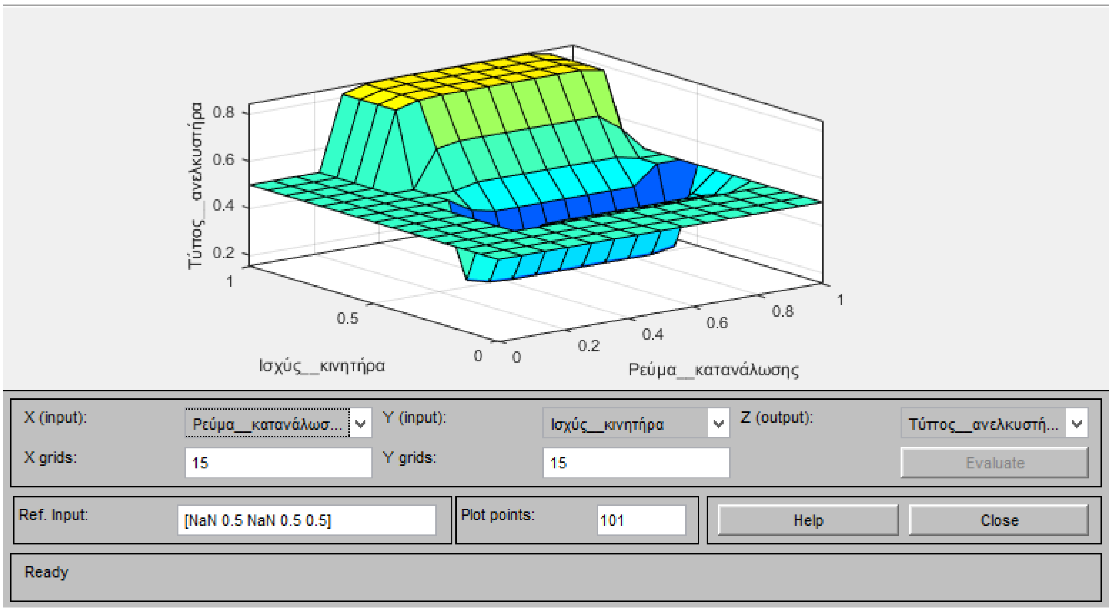


ΕΙΚΟΝΑ 47: RULES VIEWER (26 ΚΑΝΟΝΕΣ)

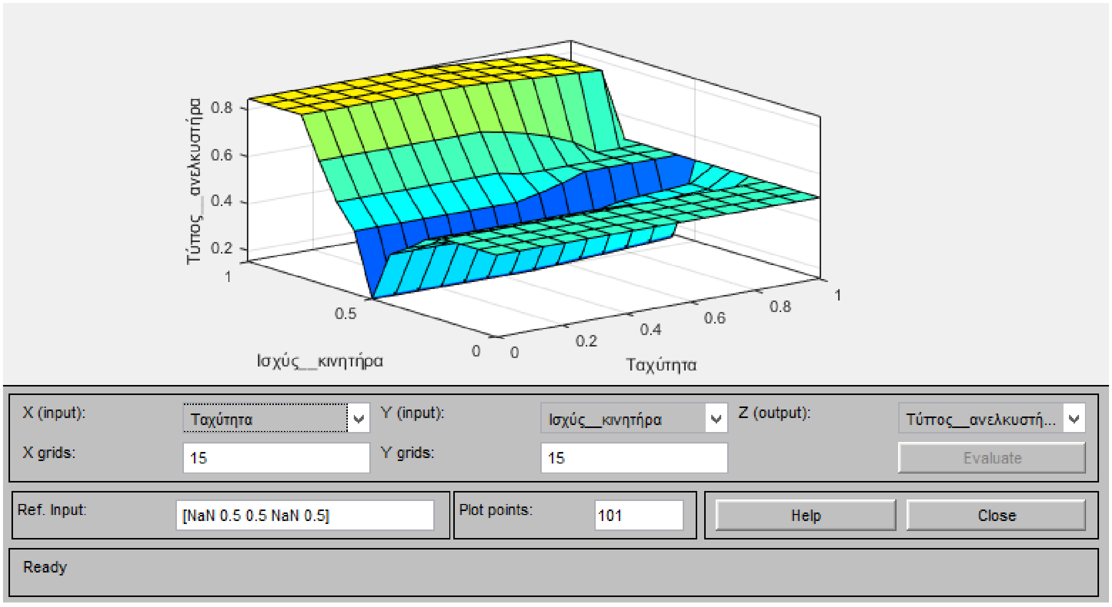
Λόγω των είκοσι έξι (26) κανόνων προκύπτουν οι παρακάτω οι νέες γραφικές παραστάσεις σε 3D μορφή (τρισδιάστατη μορφή), οι οποίες δείχνουν τον τύπο ανελκυστήρα στον y άξονα, την ισχύ του κινητήρα στον z άξονα και στον x άξονα αλλάζει η μεταβλητή κάθε φορά και παίρνει τις τιμές ρεύμα εκκίνησης, ρεύμα κατανάλωσης, ταχύτητα και λάδια. Στα παρακάτω διαγράμματα βλέπουμε τις επιφάνειες των κανόνων για διαφορετικά ζεύγη εισόδων σε συνδυασμό με την κοινή έξοδο.



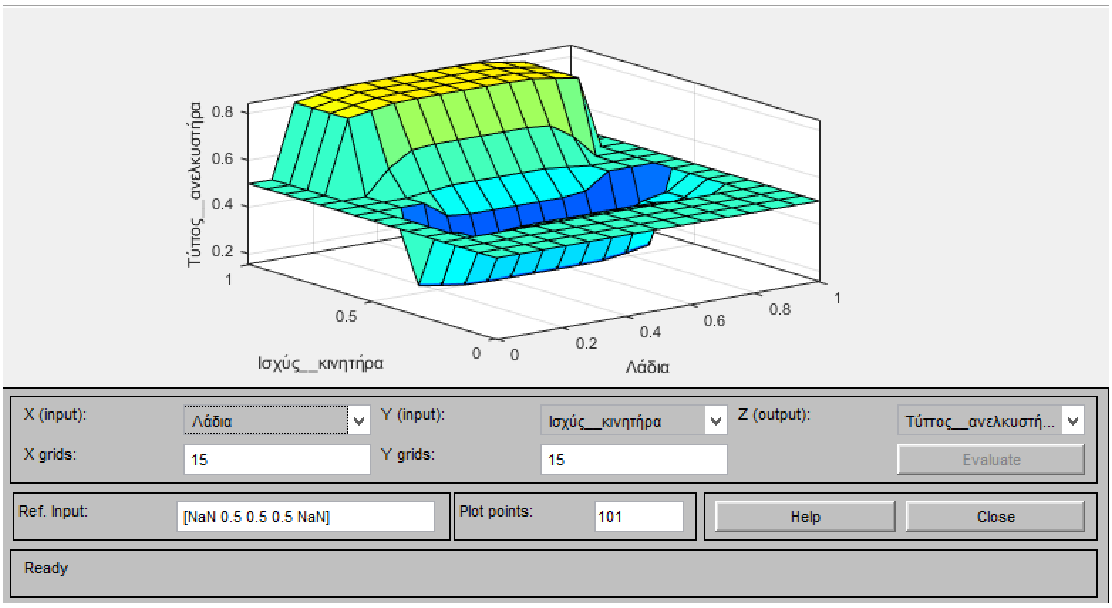
ΕΙΚΟΝΑ 48: SURFACE VIEWER (ΡΕΥΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ- ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)



ΕΙΚΟΝΑ 49: SURFACE VIEWER (ΡΕΥΜΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ- ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)



ΕΙΚΟΝΑ 50: SURFACE VIEWER (ΤΑΧΥΤΗΤΑ- ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)



ΕΙΚΟΝΑ 51: SURFACE VIEWER (ΛΑΔΙΑ- ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)

4.3 Επίλυση με OCTAVE

Στην ίδια λογική με το λογισμικό της MATLAB εκτελείται και το λογισμικό της OCTAVE. Οπότε ομοίως με την προηγούμενη ενότητα, θα πρέπει να δημιουργηθούν οι μεταβλητές εισόδου -πέντε στο σύνολο- και εξόδου -μια στο σύνολο- και να εισαχθούν στην συνέχεια οι κανόνες. Στην αρχή θα υλοποιηθεί το πρόγραμμα με τους έξι (6) κανόνες και έπειτα το πρόγραμμα με τους είκοσι έξι (26) κανόνες.

Ωστόσο επειδή οι μεταβλητές εισόδου και εξόδου, καθώς και οι κανόνες έχουν ήδη δημιουργηθεί για το λογισμικό της MATLAB υπάρχει η δυνατότητα να μην δημιουργηθούν από την αρχή αλλά να διαβαστούν τα αρχεία της MATLAB που είναι σε κατάληξη .fis από το λογισμικό της OCTAVE μέσω της εντολής readfis (FIS= readfis(filename)).

```
>> FIS = readfis ('6rules')

  FIS =

     name = 6rules

     type = mamdani

     version =  2

     andMethod = min

     orMethod = max

     impMethod = min
```

```
    aggMethod = max
    defuzzMethod = centroid
    input =
      1x5 struct array containing the fields:
        name
        range
        mf
    output =
      scalar structure containing the fields:
      name = type_of_elevator
      range =
         0   1
       mf =
         1x3 struct array containing the fields:
           name
           type
           params
    rule =
      1x6 struct array containing the fields:
        antecedent
        consequent
        weight
        connection

>> FIS = readfis ('26rules')
  FIS =
    name = 26rules
    type = mamdani
    version =  2
```

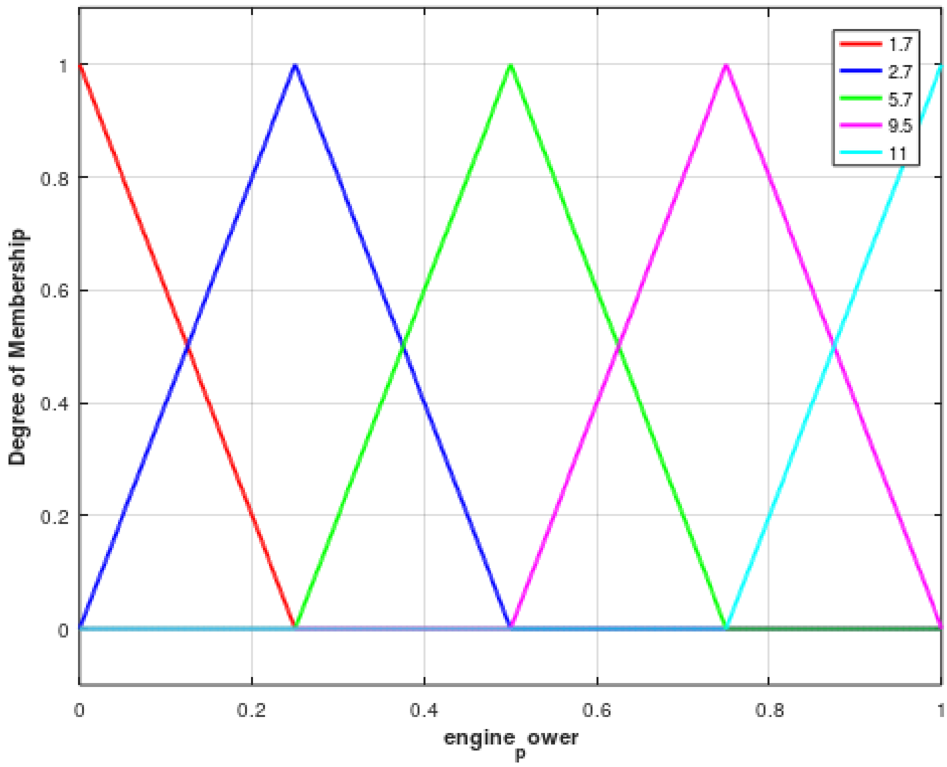
```
andMethod = min
orMethod = max
impMethod = min
aggMethod = max
defuzzMethod = centroid
input =
  1x5 struct array containing the fields:
    name
    range
    mf
output =
    scalar structure containing the fields:
    name = type_of_elevator
    range =
      0   1
    mf =
      1x3 struct array containing the fields:
        name
        type
        params
rule =
  1x26 struct array containing the fields:
    antecedent
    consequent
    weight
    connection
```

Διαβάζοντας τα αρχεία της MATLAB και με την βοήθεια των κανόνων:

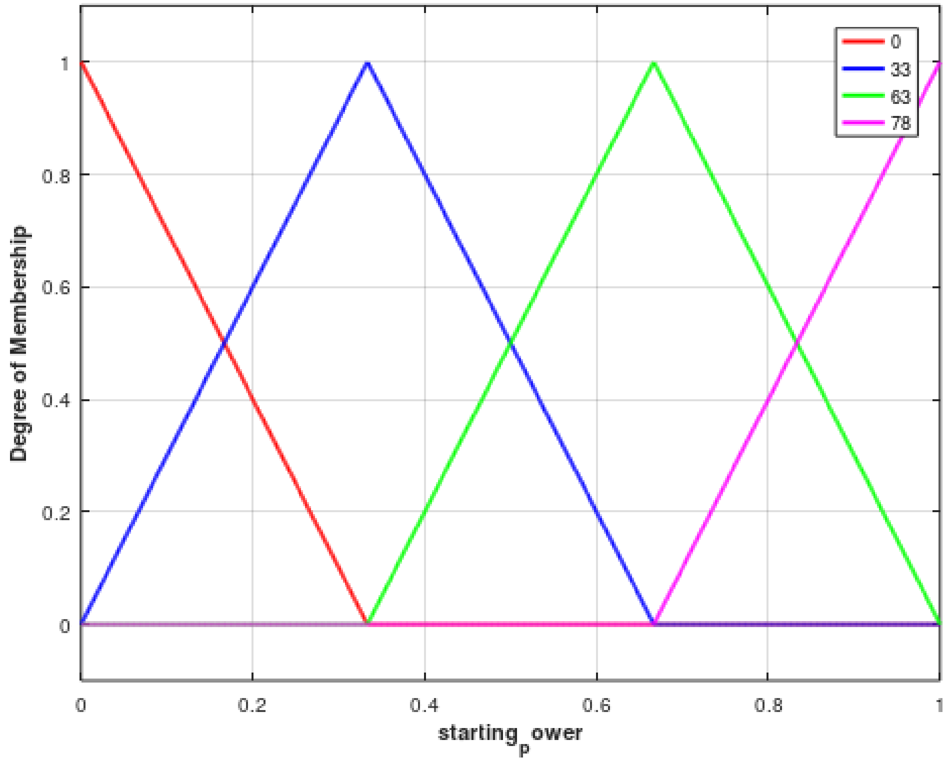
- plotmf (FIS, 'input', 1)
- plotmf (FIS, 'input', 2)
- plotmf (FIS, 'input', 3)

- plotmf (FIS, 'input', 4)
- plotmf (FIS, 'input', 5)
- plotmf (FIS, 'output', 1)
- showrule (FIS, 1:columns(FIS.rule), 'symbolic')

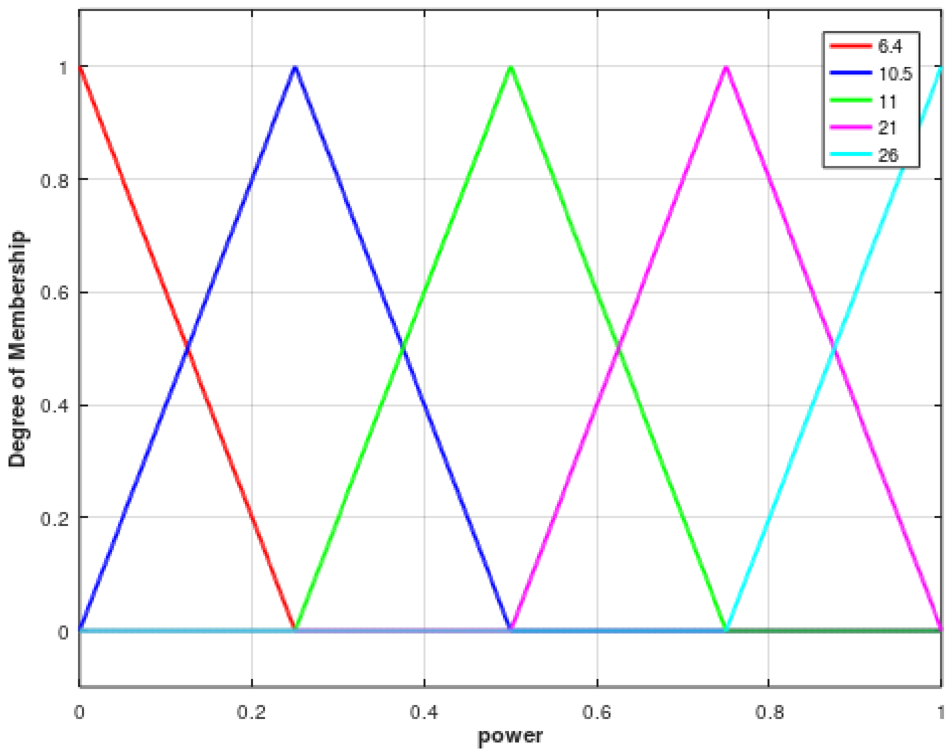
το λογισμικό της OCTAVE εμφανίζει τα παρακάτω διαγράμματα για τις μεταβλητές εισόδου και εξόδου, καθώς και τους κανόνες για την εκάστοτε περίπτωση.



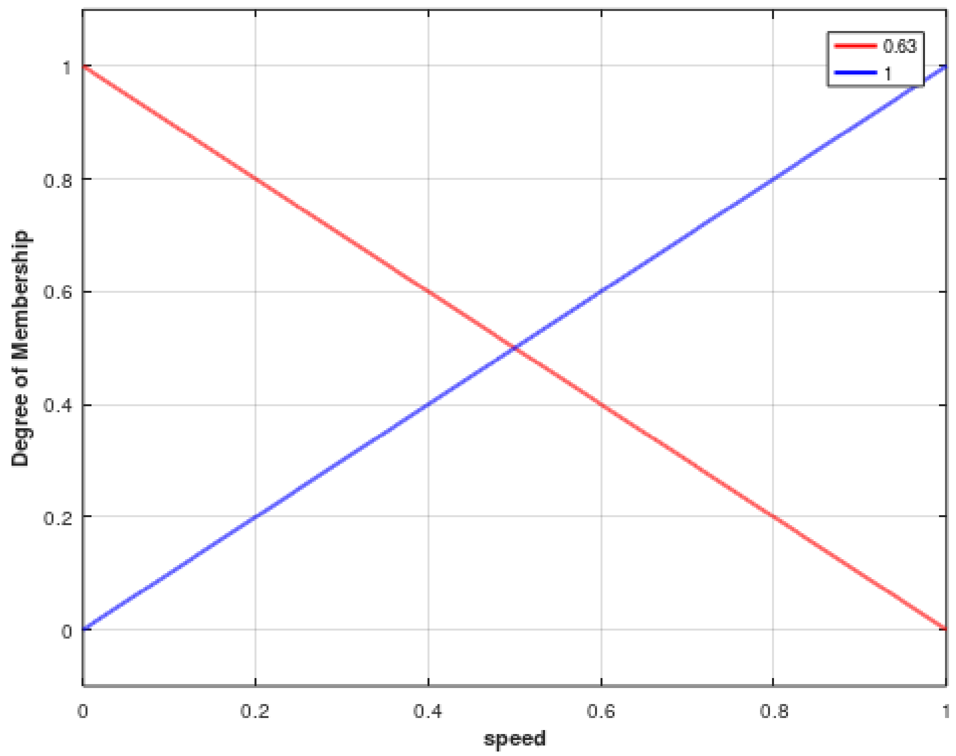
ΕΙΚΟΝΑ 52: MEMBERSHIP FUNCTION (ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ)



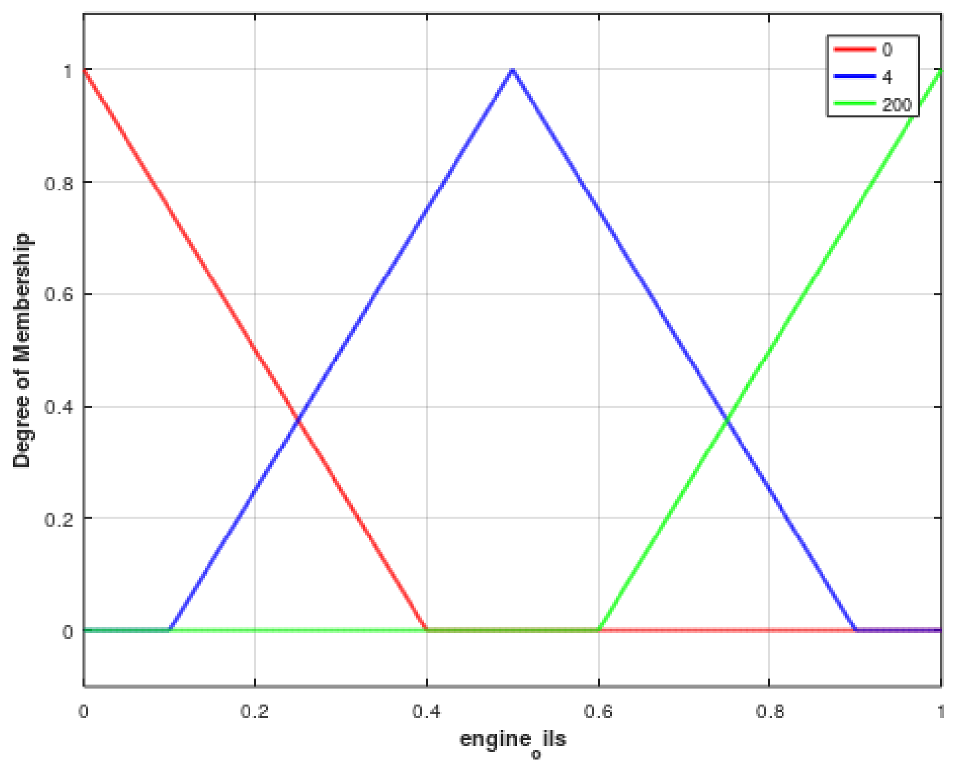
Εικονα 53: membership function (ρευμα εκκινησης)



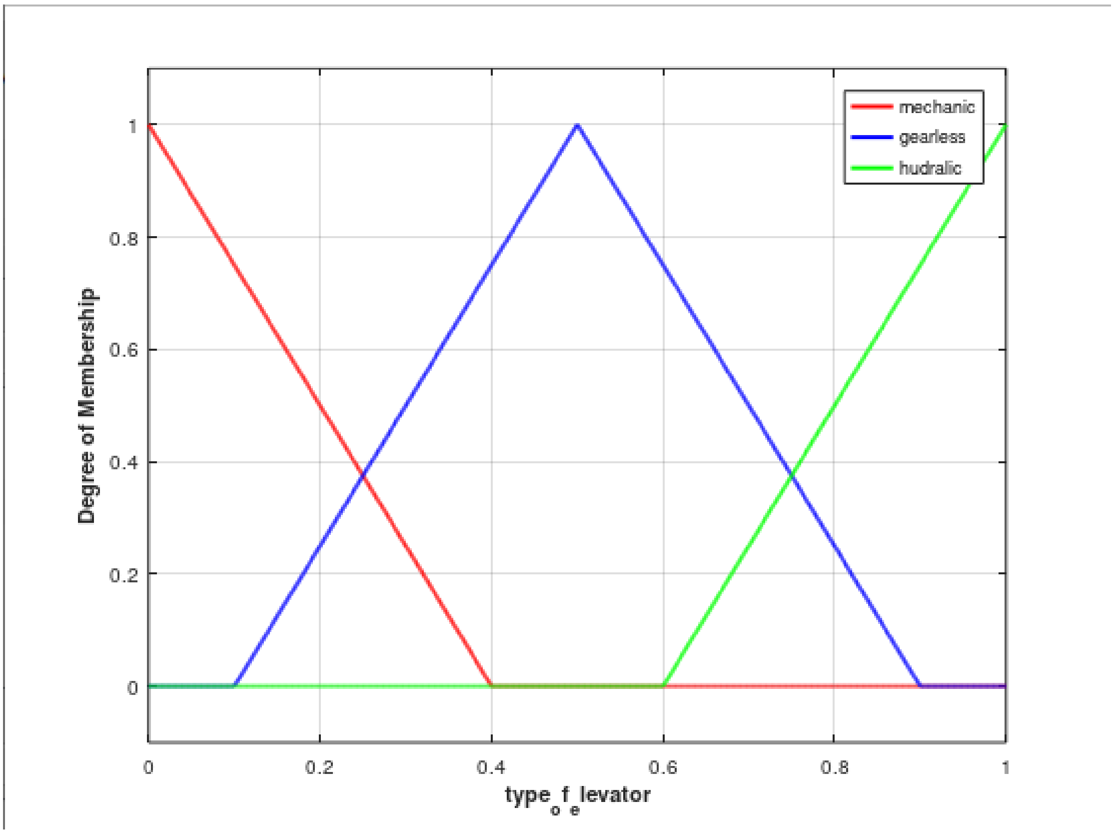
Εικονα 54: membership function (ρευμα καταναλωσης)



ΕΙΚΟΝΑ 55: MEMBERSHIP FUNCTION (ΤΑΧΥΤΗΤΑ)



ΕΙΚΟΝΑ 56: MEMBERSHIP FUNCTION (ΛΑΔΙΑ)



ΕΙΚΟΝΑ 57:MEMBERSHIP FUNCTION (ΤΥΠΟΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ)

Για την εφαρμογή των έξι (6) κανόνων βγαίνουν τα αποτελέσματα:

>> showrule (FIS, 1:columns(FIS.rule), 'symbolic')

1. (engine_power == 5.7) && (starting_power == 33) && (power == 11) && (speed == 0.63) && (engine_oils == 4) => (type_of_elevator == mechanic) (1)

2. (engine_power == 5.7) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 1) && (engine_oils == 4) => (type_of_elevator == mechanic) (1)

3. (engine_power == 1.7) && (starting_power == 0) && (power == 10.5) && (speed == 0.63) && (engine_oils == 0) => (type_of_elevator == gearless) (1)

4. (engine_power == 2.7) && (starting_power == 0) && (power == 6.4) && (speed == 1) && (engine_oils == 0) => (type_of_elevator == gearless) (1)

5. (engine_power == 9.5) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 0.63) && (engine_oils == 200) => (type_of_elevator == hudralic) (1)

6. (engine_power == 11) && (starting_power == 78) && (power == 26) && (speed == 1) && (engine_oils == 200) => (type_of_elevator == hudralic) (1)

Για την εφαρμογή των είκοσι έξι (26) κανόνων έχουμε τα αποτελέσματα:

>> showrule (FIS, 1:columns(FIS.rule), 'symbolic')

1. (power_engine == 5.7) && (starting_power == 33) && (power == 11) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Μηχανικός__μειωτή) (1)

2. (power_engine == 5.7) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 1) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Μηχανικός__μειωτή) (1)

3. (power_engine == 1.7) && (starting_power == 0) && (power == 10.5) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 0) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

4. (power_engine == 2.7) && (starting_power == 0) && (power == 6.4) && (speed == 1) && (engine_oil == 0) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

5. (power_engine == 9.5) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 200) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

6. (power_engine == 11) && (starting_power == 78) && (power == 26) && (speed == 1) && (engine_oil == 200) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

7. (power_engine == 5.7) && (starting_power == 0) && (power == 10.5) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 0) => (type_of_elevator == Μηχανικός__μειωτή) (1)

8. (power_engine == 5.7) && (starting_power == 0) && (power == 6.4) && (speed == 1) && (engine_oil == 0) => (type_of_elevator == Μηχανικός__μειωτή) (1)

9. (power_engine == 5.7) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 200) => (type_of_elevator == Μηχανικός__μειωτή) (1)

10. (power_engine == 5.7) && (starting_power == 78) && (power == 26) && (speed == 1) && (engine_oil == 200) => (type_of_elevator == Μηχανικός__μειωτή) (1)

11. (power_engine == 1.7) && (starting_power == 33) && (power == 11) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

12. (power_engine == 1.7) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 1) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

13. (power_engine == 1.7) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 200) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

14. (power_engine == 1.7) && (starting_power == 78) && (power == 26) && (speed == 1) && (engine_oil == 200) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

15. (power_engine == 9.5) && (starting_power == 33) && (power == 11) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

16. (power_engine == 9.5) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 1) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

17. (power_engine == 9.5) && (starting_power == 0) && (power == 10.5) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 0) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

18. (power_engine == 9.5) && (starting_power == 0) && (power == 6.4) && (speed == 1) && (engine_oil == 0) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

19. (power_engine == 2.7) && (starting_power == 33) && (power == 11) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

20. (power_engine == 2.7) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 1) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

21. (power_engine == 2.7) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 200) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

22. (power_engine == 2.7) && (starting_power == 78) && (power == 26) && (speed == 1) && (engine_oil == 200) => (type_of_elevator == Μηχανικός__inverter) (1)

23. (power_engine == 11) && (starting_power == 33) && (power == 11) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

24. (power_engine == 11) && (starting_power == 63) && (power == 21) && (speed == 1) && (engine_oil == 4) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

25. (power_engine == 11) && (starting_power == 0) && (power == 10.5) && (speed == 0.63) && (engine_oil == 0) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

26. (power_engine == 11) && (starting_power == 0) && (power == 6.4) && (speed == 1) && (engine_oil == 0) => (type_of_elevator == Υδραυλικός) (1)

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα τα λογισμικά της MATLAB και της OCTAVE έχουν τις ίδιες δυνατότητες στην μέθοδο της ασαφούς λογικής. Αυτό διαπιστώθηκε από το γεγονός ότι τα αρχεία που δημιουργήθηκαν και «έτρεξαν» στο λογισμικό της MATLAB μπόρεσαν να «τρέξουν» και στο λογισμικό της OCTAVE βγάζοντας τα ίδια αποτελέσματα για τις μεταβλητές εισόδου και εξόδου (membership function), καθώς και τους ίδιους κανόνες. Εν κατακλείδι, η μέθοδος της ασαφούς λογικής και για τα δύο (2) λογισμικά είναι ισάξια και έχουν τα ίδια έγκυρα αποτελέσματα για τα δεδομένα που θα εισάγει ο εκάστοτε χειριστής αυτών.

Βιβλιογραφία

F*uzzy logic*. (2020, Ιούλιος). Ανάκτηση από Βικιπαίδεια: https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_logic

Fuzzy Logic Toolbox. Ανάκτηση από MathWorks: https://www.mathworks.com/products/fuzzy-logic.html

GNU Octave. (2020, Ιούλιος). Ανάκτηση από Βικιπαίδεια: https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Octave

MATLAB. (2019, Οκτωβριος). Ανάκτηση από Βικιπαίδεια: https://el.wikipedia.org/wiki/MATLAB

Ανελκυστήρας. (2019, Σεπτέμβρης). Ανάκτηση από Βικιπαίδεια: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CE%B5%CE%BB%CE%BA%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82

Ασαφή Λογική. Ανάκτηση από Eclass Πανεπιστημίου Πάτρας: https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/EE846/fuzzy_logic.pdf

Ασαφής Λογική (Fuzzy Logic). Ανάκτηση από Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων: http://www.cs.uoi.gr/~arly/courses/ai/slides/10_fuzzy_logic.pdf

Μηχανικοί Ανελκυστήρες. Ανάκτηση από MK LIFT:

http://www.mklift.gr/mechanic.php

Τζανής, Α. (2007). *Εισαγωγή στο MATLAB και την OCTAVE*. Ανάκτηση από http://users.uoa.gr/~atzanis/MathGeo/Into_MATLAB_and_OCTAVE.pdf

Τζουρβελούδης, Ν., & Νικολός, Ι. (2014). Ανασκόπηση της θεωρίας ασαφών συνόλων. Στο Ν. Τζουρβελούδης, & Ι. Νικολός, *Τεχνολογίες Παραγωγής* (σσ. 355-358). Χανία: Εκδόσεις Πολυτεχνείου Κρήτης.

Υδραυλικοί Ανελκυστήρες. (2012). Ανάκτηση από S. Petropoulos: https://splifts.gr/hydraulic-lifts/