

ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ

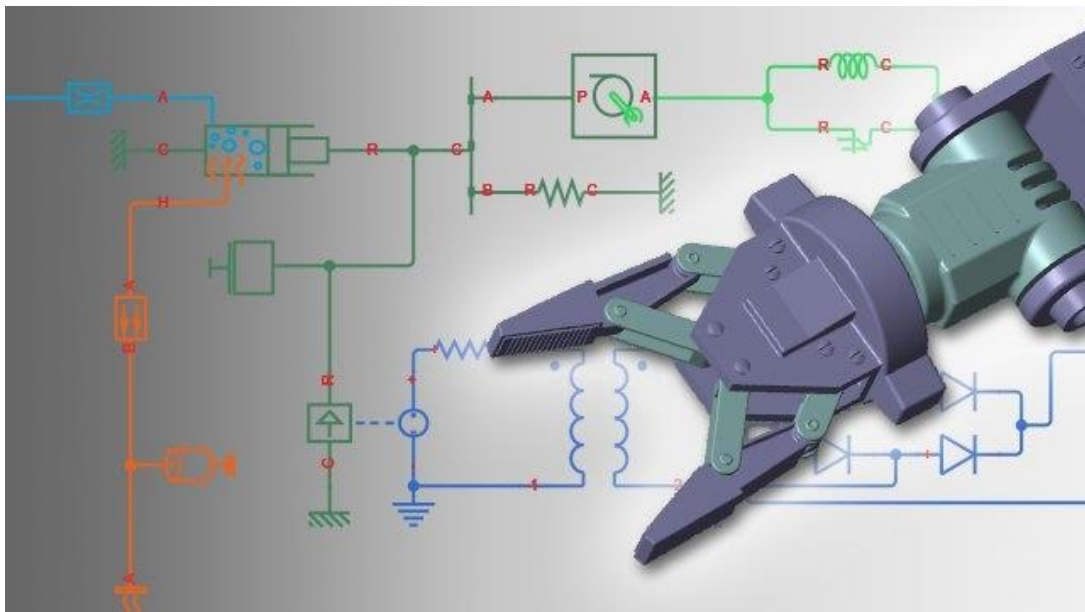
ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μοντελοποίηση φυσικών συστημάτων με τη χρήση του Simscapre



Συγγραφέας: Κάππαϊ Γεώργιος

Εισηγήτρια: Βελώνη Αναστασία

ΑΘΗΝΑ 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη στήριξή της και τις θυσίες της ώστε να μπορέσω να είμαι εδώ που είμαι σήμερα, σπουδάζοντας πάνω στο γνωστικό αντικείμενο το οποίο και επιθυμούσα. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα. Βελώνη Αναστασία για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάθεση της πτυχιακής μου εργασίας αλλά και για τις πολύτιμες συμβουλές της κατά την περίοδο εκπόνησής της και εν τέλει υλοποίησης της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την επεξήγηση της λειτουργίας του προγράμματος Simscape. Το Simscape είναι ένα πρόγραμμα για την μοντελοποίηση και την προσομοίωση δυναμικών και multi-domain φυσικών συστημάτων μέσα από το περιβάλλον MATLAB/Simulink. Χρησιμοποιείται νέα μεθοδολογία κατά την οποία κάθε φυσικό στοιχείο του συστήματος αναπαρίσταται στο αντίστοιχο στοιχείο της βιβλιοθήκης του Simscape.

Στην αρχή υπάρχει ένα εισαγωγικό κείμενο για το Simscape που έπεται του πρώτου μέρους που εξηγεί πως κατασκευάζεται ένα φυσικό μοντέλο μέσω του Simscape και στο δεύτερο μέρος υπάρχουν σχετικά παραδείγματα.

Η υλοποίηση της εργασίας αλλά και των παραδειγμάτων έγιναν με την χρήση του MATLAB 7.12.0.635 (R2011a) και του Simscape 3.5.

ABSTRACT

The aim of this paper is to illustrate the operation of the Simscape program. Simscape is a program for the modeling and simulation of dynamic and multi-domain physical systems through the MATLAB/Simulink environment. A new methodology is used in which each physical element of the system is represented in the corresponding element of the Simscape library.

In the beginning there is an introduction for Simscape that follows the first part explaining how to build a physical model through Simscape, and there are examples in the second part.

The implementation of the work and the examples were done using the MATLAB 7.12.0.635 (R2011a) and Simscape 3.5.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: Η ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕΣΩ ΤΟΥ SIMSCAPE..... | 1 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: MATLAB..... | 3 |
| 1.1: Τι είναι το MATLAB;..... | 3 |
| 1.2: Η ιστορία το MATLAB | 3 |
| 1.3: Το περιβάλλον του MATLAB | 4 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: SIMSCAPE | 5 |
| 2.1: Τι είναι το Simscare; | 5 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ..... | 6 |
| 3.1: Επισκόπηση της προσέγγισης του φυσικού δικτύου για τη μοντελοποίηση των φυσικών συστημάτων | 6 |
| 3.2: Τύποι μεταβλητών | 8 |
| 3.3: Χτίζοντας το μαθηματικό μοντέλο | 9 |
| 3.4: Κατεύθυνση μεταβλητών..... | 10 |
| 3.5: Θύρες σύνδεσης και γραμμές σύνδεσης | 13 |
| 3.6: Φυσικές Πόρτες Προστασίας | 13 |
| 3.7: Φυσικές θύρες σημάτων..... | 14 |
| 3.8: Σύνδεση διαγραμμάτων Simscare σε Simulink πηγές και παλμογράφους..... | 14 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ SIMSCAPE | 15 |
| 4.1: Πως λειτουργεί το Simscare | 15 |
| ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ SIMSCAPE | 17 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ SIMSCAPE | 19 |
| 1.1: Το περιβάλλον του Simscare | 19 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΓΡΑΜΜΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΤΟΥ SIMSCAPE..... | 20 |
| 2.1: Η επιλογή File της γραμμής εργαλείων..... | 20 |
| 2.2: Η επιλογή Edit της γραμμής εργαλείων..... | 25 |
| 2.3: Η επιλογή View της γραμμής εργαλείων | 27 |

| | |
|---|----|
| 2.4: Η επιλογή Help της γραμμής εργαλείων..... | 31 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ SIMSCAPE..... | 35 |
| 3.1: Η Βασική Βιβλιοθήκη | 35 |
| 3.1.1: Τα ηλεκτρικά μπλοκ | 35 |
| 3.1.1.1: Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα | 36 |
| 3.1.1.2: Οι ηλεκτρικοί αισθητήρες | 37 |
| 3.1.1.3: Οι ηλεκτρικές πηγές | 38 |
| 3.1.2: Τα υδραυλικά μπλοκ | 39 |
| 3.1.2.1: Τα υδραυλικά εξαρτήματα..... | 39 |
| 3.1.2.2: Οι υδραυλικοί αισθητήρες..... | 41 |
| 3.1.2.3: Οι υδραυλικές πηγές..... | 41 |
| 3.1.2.4: Τα υδραυλικά βοηθητικά μέσα..... | 42 |
| 3.1.3: Τα μαγνητικά μπλοκ..... | 43 |
| 3.1.3.1: Τα μαγνητικά εξαρτήματα | 43 |
| 3.1.3.2: Οι μαγνητικοί αισθητήρες..... | 44 |
| 3.1.3.3: Οι μαγνητικές πηγές..... | 45 |
| 3.1.4: Τα μηχανικά μπλοκ..... | 45 |
| 3.1.4.1: Οι μηχανικοί αισθητήρες | 46 |
| 3.1.4.2: Οι μηχανικές πηγές | 46 |
| 3.1.4.3: Οι μηχανισμοί..... | 47 |
| 3.1.4.4: Τα εξαρτήματα περιστροφής | 48 |
| 3.1.4.5: Τα εξαρτήματα μεταβίβασης | 49 |
| 3.1.5: Τα μπλοκ φυσικών σημάτων..... | 50 |
| 3.1.5.1: Οι λειτουργίες των μπλοκ φυσικών σημάτων | 50 |
| 3.1.5.2: Οι γραμμικοί χειριστές..... | 51 |
| 3.1.5.3: Οι πίνακες αναζήτησης | 52 |
| 3.1.5.4: Οι μη γραμμικοί χειριστές..... | 52 |
| 3.1.5.5: Οι πηγές των μπλοκ φυσικών σημάτων..... | 54 |

| | |
|---|----|
| 3.1.6: Τα πνευματικά μπλοκ..... | 54 |
| 3.1.6.1: Τα πνευματικά εξαρτήματα | 55 |
| 3.1.6.2: Οι πνευματικοί αισθητήρες | 56 |
| 3.1.6.3: Οι πνευματικές πηγές | 57 |
| 3.1.6.4: Τα πνευματικά βοηθητικά μέσα | 58 |
| 3.1.7: Τα θερμικά μπλοκ | 58 |
| 3.1.7.1: Τα θερμικά εξαρτήματα | 59 |
| 3.1.7.2: Οι θερμικοί αισθητήρες | 60 |
| 3.1.7.3: Οι θερμικές πηγές | 60 |
| 3.2: Η βιβλιοθήκη SimDriveline..... | 61 |
| 3.2.1: Τα μπλοκ φρένα και κραδασμοί | 62 |
| 3.2.1.1: Τα περιστροφικά μπλοκ των μπλοκ φρένα και κραδασμοί..... | 62 |
| 3.2.1.2: Τα μεταγωγικά μπλοκ | 63 |
| 3.2.2: Τα μπλοκ συμπλέκτες..... | 63 |
| 3.2.2.1: Τα θεμελιώδη συστατικά | 64 |
| 3.2.3: Τα μπλοκ ζεύξεις και δίσκοι | 65 |
| 3.2.4: Τα μπλοκ μηχανές | 65 |
| 3.2.5: Τα μπλοκ γρανάζια..... | 66 |
| 3.2.5.1: Τα συμπληρωματικά πλανητικά εξαρτήματα..... | 67 |
| 3.2.5.2: Τα περιστροφικά - μεταγωγικά εξαρτήματα | 68 |
| 3.2.6: Τα ελαστικά και οχήματα | 69 |
| 3.2.6.1: Τα συμπληρωματικά ελαστικά | 70 |
| 3.3: Η βιβλιοθήκη SimElectronics | 70 |
| 3.3.1: Τα μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί..... | 71 |
| 3.3.1.1: Οι οδηγοί των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί..... | 71 |
| 3.3.1.2: Οι περιστροφικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί..... | 72 |
| 3.3.1.3: Οι μεταγωγικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί | 73 |
| 3.3.2: Τα μπλοκ ολοκληρωμένων κυκλωμάτων | 74 |

| | |
|--|-----|
| 3.3.2.1: Τα λογικά μπλοκ..... | 75 |
| 3.3.3: Τα μπλοκ παθητικών συσκευών | 75 |
| 3.3.4: Τα μπλοκ συσκευές ημιαγωγών..... | 76 |
| 3.3.5: Τα μπλοκ αισθητήρες..... | 77 |
| 3.3.6: Τα μπλοκ πηγών | 78 |
| 3.3.7: Τα μπλοκ πρόσθετων εξαρτημάτων..... | 79 |
| 3.4: Η βιβλιοθήκη SimHydraulics | 79 |
| 3.4.1: Τα μπλοκ συσσωρευτών | 81 |
| 3.4.2: Τα μπλοκ υδραυλικών κυλίνδρων | 81 |
| 3.4.3: Τα μπλοκ υδραυλικών βοηθητικών προγραμμάτων | 83 |
| 3.4.4: Τα μπλοκ τοπικών υδραυλικών αντιστάσεων..... | 83 |
| 3.4.5: Τα μπλοκ χαμηλής πίεσης..... | 84 |
| 3.4.6: Τα μπλοκ στόμια | 86 |
| 3.4.7: Τα μπλοκ αγωγών..... | 86 |
| 3.4.8: Τα μπλοκ αντλίες και κινητήρες..... | 87 |
| 3.4.9: Τα μπλοκ βαλβίδες..... | 88 |
| 3.4.9.1: Τα μπλοκ κατευθυντικές βαλβίδες | 89 |
| 3.4.9.2: Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου ροής..... | 91 |
| 3.4.9.3: Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου πίεσης..... | 92 |
| 3.4.9.4: Τα μπλοκ ενεργοποιητές βαλβίδων | 92 |
| 3.4.9.5: Τα μπλοκ δυνάμεις βαλβίδων..... | 94 |
| 3.5: Η βιβλιοθήκη SimMechanics..... | 94 |
| 3.5.1: Τα μπλοκ σώματα..... | 95 |
| 3.5.2: Τα μπλοκ αρθρώσεις..... | 96 |
| 3.5.2.1: Τα μπλοκ αποσυναρμολογημένες αρθρώσεις..... | 98 |
| 3.5.2.2: Τα μπλοκ ασύρματες συνδέσεις των αρθρώσεων..... | 99 |
| 3.5.3: Τα μπλοκ περιορισμοί και οδηγοί..... | 100 |
| 3.5.4: Τα μπλοκ αισθητήρες και ενεργοποιητές | 101 |

| | |
|--|-----|
| 3.5.5: Τα μπλοκ στοιχεία δύναμης..... | 102 |
| 3.5.6: Τα μπλοκ στοιχεία διασύνδεσης..... | 103 |
| 3.5.7: Τα μπλοκ βοηθητικά προγράμματα..... | 104 |
| 3.6: Η βιβλιοθήκη Utilities..... | 105 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΓΛΩΣΣΑ SIMSCAPE | 106 |
| 4.1: Η γλώσσα Simscape..... | 106 |
| 4.2: Τύποι Συνιστωσών..... | 106 |
| 4.3: Δημιουργία Νέου Στοιχείου | 107 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: SIMULINK Ή SIMSCAPE..... | 108 |
| ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ | 109 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΑΣΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΝΟΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ | 111 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΤΗΡΑ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 123 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗ | 132 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ | 139 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΕ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ | 148 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 151 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1.1 Το Περιβάλλον του MATLAB..... | 4 |
| Εικόνα 3.1 Αναπαράσταση φυσικού δικτύου ενός υδραυλικού κυλίνδρου διπλής ενέργειας | 7 |
| Εικόνα 3.2 Αναπαράσταση φυσικού δικτύου ενός υδραυλικού κυλίνδρου διπλής ενέργειας | 9 |
| Εικόνα 3.3 Η κατεύθυνση των μεταβλητών | 11 |
| Εικόνα 3.4 Το μοντέλο σε προσομοίωση Simscape | 12 |
| Εικόνα 4.1 Το περιβάλλον του Simscape | 15 |

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1.1 Το περιβάλλον του Simscape | 19 |
| Εικόνα 2.1 Η επιλογή File της γραμμή εργαλείων | 20 |
| Εικόνα 2.2 Στα αριστερά η επιλογή δημιουργίας νέου μοντέλου και στα δεξιά η επιλογή δημιουργίας νέας βιβλιοθήκης | 20 |
| Εικόνα 2.3 Η επιλογή Model Properties | 21 |
| Εικόνα 2.4 Η επιλογή Preferences..... | 22 |
| Εικόνα 2.5 Η επιλογή Export to Web..... | 22 |
| Εικόνα 2.6 Η επιλογή System Design Description | 23 |
| Εικόνα 2.7 Η επιλογή Print..... | 24 |
| Εικόνα 2.8 Η επιλογή Print Setup | 24 |
| Εικόνα 2.9 Η επιλογή Edit της γραμμής εργαλείων | 25 |
| Εικόνα 2.10 Το παράθυρο αναζήτησης..... | 26 |
| Εικόνα 2.11 Η επιλογή View της γραμμής εργαλείων | 27 |
| Εικόνα 2.12 Η επιλογή Edit/Add Links... στην επιλογή Requirements στην επιλογή View | 29 |
| Εικόνα 2.13 Η επιλογή Settings στην επιλογή Requirements στην επιλογή View | 29 |
| Εικόνα 2.14 Η επιλογή Library Browser στην επιλογή View | 30 |
| Εικόνα 2.15 Η επιλογή Model Explorer στην επιλογή View | 30 |
| Εικόνα 2.16 Η επιλογή Help στην γραμμή εργαλείων του Simscape | 31 |
| Εικόνα 2.17 Η επιλογή Using Simulink στην επιλογή Help | 32 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 2.18 Η επιλογή Blocks στην επιλογή Help..... | 32 |
| Εικόνα 2.19 Η επιλογή Shortcuts στην επιλογή Help | 33 |
| Εικόνα 2.20 Η επιλογή S-Functions στην επιλογή Help | 33 |
| Εικόνα 2.21 Η επιλογή Demos στην επιλογή Help..... | 34 |
| Εικόνα 3.1 Η βασική βιβλιοθήκη..... | 35 |
| Εικόνα 3.2 Η βασική βιβλιοθήκη..... | 35 |
| Εικόνα 3.3 Τα ηλεκτρικά μπλοκ..... | 35 |
| Εικόνα 3.4 Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα..... | 36 |
| Εικόνα 3.5 Οι ηλεκτρικοί αισθητήρες | 37 |
| Εικόνα 3.6 Οι ηλεκτρικές πηγές..... | 38 |
| Εικόνα 3.7 Τα υδραυλικά μπλοκ..... | 39 |
| Εικόνα 3.8 Τα υδραυλικά εξαρτήματα | 39 |
| Εικόνα 3.9 Οι υδραυλικοί αισθητήρες..... | 41 |
| Εικόνα 3.10 Οι υδραυλικές πηγές | 41 |
| Εικόνα 3.11 Τα υδραυλικά βοηθητικά μέσα..... | 42 |
| Εικόνα 3.12 Τα μαγνητικά μπλοκ | 43 |
| Εικόνα 3.13 Τα μαγνητικά εξαρτήματα | 43 |
| Εικόνα 3.14 Οι μαγνητικοί αισθητήρες | 44 |
| Εικόνα 3.15 Οι μαγνητικές πηγές | 45 |
| Εικόνα 3.16 Τα μηχανικά μπλοκ..... | 45 |
| Εικόνα 3.17 Οι μηχανικοί αισθητήρες..... | 46 |
| Εικόνα 3.18 Οι μηχανικές πηγές..... | 47 |
| Εικόνα 3.19 Οι μηχανισμοί | 47 |
| Εικόνα 3.20 Τα εξαρτήματα περιστροφής..... | 48 |
| Εικόνα 3.21 Τα εξαρτήματα μεταβίβασης | 49 |
| Εικόνα 3.22 Τα μπλοκ φυσικών σημάτων | 50 |
| Εικόνα 3.23 Οι λειτουργίες των μπλοκ φυσικών σημάτων..... | 50 |
| Εικόνα 3.24 Οι γραμμικοί χειριστές..... | 51 |
| Εικόνα 3.25 Οι πίνακες αναζήτησης | 52 |
| Εικόνα 3.26 Οι μη γραμμικοί χειριστές | 53 |
| Εικόνα 3.27 Οι πηγές των μπλοκ φυσικών σημάτων..... | 54 |
| Εικόνα 3.28 Τα πνευματικά μπλοκ..... | 54 |
| Εικόνα 3.29 Τα πνευματικά εξαρτήματα | 55 |
| Εικόνα 3.30 Οι πνευματικοί αισθητήρες | 56 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Εικόνα 3.31 | Οι πνευματικές πηγές..... | 57 |
| Εικόνα 3.32 | Τα πνευματικά βοηθητικά μέσα | 58 |
| Εικόνα 3.33 | Τα θερμικά μπλοκ | 58 |
| Εικόνα 3.34 | Τα θερμικά εξαρτήματα..... | 59 |
| Εικόνα 3.35 | Οι θερμικοί αισθητήρες | 60 |
| Εικόνα 3.36 | Οι θερμικές πηγές..... | 60 |
| Εικόνα 3.37 | Η βιβλιοθήκη SimDriveline | 61 |
| Εικόνα 3.38 | Η βιβλιοθήκη SimDriveline | 61 |
| Εικόνα 3.39 | Τα μπλοκ φρένα και κραδασμοί | 62 |
| Εικόνα 3.40 | Τα περιστροφικά μπλοκ των μπλοκ φρένα και κραδασμοί | 62 |
| Εικόνα 3.41 | Τα μεταγωγικά μπλοκ | 63 |
| Εικόνα 3.42 | Τα μπλοκ συμπλέκτες..... | 63 |
| Εικόνα 3.43 | Τα θεμελιώδη συστατικά..... | 64 |
| Εικόνα 3.44 | Τα μπλοκ ζεύξεις και δίσκοι | 65 |
| Εικόνα 3.45 | Τα μπλοκ μηχανές | 65 |
| Εικόνα 3.46 | Τα μπλοκ γρανάζια..... | 66 |
| Εικόνα 3.47 | Τα συμπληρωματικά πλανητικά εξαρτήματα..... | 67 |
| Εικόνα 3.48 | Τα περιστροφικά - μεταγωγικά εξαρτήματα..... | 68 |
| Εικόνα 3.49 | Τα ελαστικά και οχήματα | 69 |
| Εικόνα 3.50 | Τα συμπληρωματικά ελαστικά | 70 |
| Εικόνα 3.51 | Η βιβλιοθήκη SimElectronics | 70 |
| Εικόνα 3.52 | Η βιβλιοθήκη SimElectronics | 71 |
| Εικόνα 3.53 | Τα μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί..... | 71 |
| Εικόνα 3.54 | Οι οδηγοί των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί | 71 |
| Εικόνα 3.55 | Οι περιστροφικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί | 72 |
| Εικόνα 3.56 | Οι μεταγωγικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί.... | 73 |
| Εικόνα 3.57 | Τα μπλοκ ολοκληρωμένων κυκλωμάτων..... | 74 |
| Εικόνα 3.58 | Τα λογικά μπλοκ | 75 |
| Εικόνα 3.59 | Τα μπλοκ παθητικών συσκευών | 75 |
| Εικόνα 3.60 | Τα μπλοκ συσκευές ημιαγωγών..... | 76 |
| Εικόνα 3.61 | Τα μπλοκ αισθητήρες..... | 77 |
| Εικόνα 3.62 | Τα μπλοκ πηγών..... | 78 |
| Εικόνα 3.63 | Η βιβλιοθήκη SimHydraulics | 79 |
| Εικόνα 3.64 | Η βιβλιοθήκη SimHydraulics | 80 |

| | |
|--|-----|
| Εικόνα 3.65 Τα μπλοκ συσσωρευτών | 81 |
| Εικόνα 3.66 Τα μπλοκ υδραυλικών κυλίνδρων | 81 |
| Εικόνα 3.67 Τα μπλοκ υδραυλικών βοηθητικών προγραμμάτων | 83 |
| Εικόνα 3.68 Τα μπλοκ τοπικών υδραυλικών αντιστάσεων | 83 |
| Εικόνα 3.69 Τα μπλοκ χαμηλής πίεσης | 84 |
| Εικόνα 3.70 Τα μπλοκ στόμια | 86 |
| Εικόνα 3.71 Τα μπλοκ αγωγών | 86 |
| Εικόνα 3.72 Τα μπλοκ αντλίες και κινητήρες | 87 |
| Εικόνα 3.73 Τα μπλοκ βαλβίδες | 88 |
| Εικόνα 3.74 Τα μπλοκ κατευθυντικές βαλβίδες | 89 |
| Εικόνα 3.75 Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου ροής | 91 |
| Εικόνα 3.76 Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου πίεσης | 92 |
| Εικόνα 3.77 Τα μπλοκ ενεργοποιητές βαλβίδων | 92 |
| Εικόνα 3.78 Τα μπλοκ δυνάμεις βαλβίδων | 94 |
| Εικόνα 3.79 Η βιβλιοθήκη SimMechanics | 94 |
| Εικόνα 3.80 Η βιβλιοθήκη SimMechanics | 95 |
| Εικόνα 3.81 Τα μπλοκ σώματα | 95 |
| Εικόνα 3.82 Τα μπλοκ αρθρώσεις | 96 |
| Εικόνα 3.83 Τα μπλοκ αποσυναρμολογημένες αρθρώσεις | 98 |
| Εικόνα 3.84 Τα μπλοκ ασύρματες συνδέσεις των αρθρώσεων | 99 |
| Εικόνα 3.85 Τα μπλοκ περιορισμοί και οδηγοί | 100 |
| Εικόνα 3.86 Τα μπλοκ αισθητήρες και ενεργοποιητές | 101 |
| Εικόνα 3.87 Τα μπλοκ στοιχεία δύναμης | 102 |
| Εικόνα 3.88 Τα μπλοκ στοιχεία διασύνδεσης | 103 |
| Εικόνα 3.89 Τα μπλοκ βοηθητικά προγράμματα | 104 |
| Εικόνα 3.90 Η βιβλιοθήκη Utilities | 105 |
| Εικόνα 3.91 Η βιβλιοθήκη Utilities | 105 |

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

| | |
|---|-----|
| Εικόνα 1.1 Το περιβάλλον του Simscape | 111 |
| Εικόνα 1.2 Η εντολή ssc_new | 111 |
| Εικόνα 1.3 Προσθέτουμε μάζα, μεταγωγικό αποσβεστήρα, ελατήριο και γείωση ... | 112 |

| | |
|--|-----|
| Εικόνα 1.4 Επεξεργαζόμαστε τα εξαρτήματα που τοποθετήσαμε | 113 |
| Εικόνα 1.5 Συνδέουμε τα εξαρτήματα που τοποθετήσαμε..... | 113 |
| Εικόνα 1.6 Αλλαγή του ρυθμού ελατηρίου..... | 114 |
| Εικόνα 1.7 Αλλαγή της τιμής της μάζας και της αρχικής της ταχύτητας | 114 |
| Εικόνα 1.8 Προσθήκη πηγών | 115 |
| Εικόνα 1.9 Προσθήκη αισθητήρων | 116 |
| Εικόνα 1.10 Σύνδεση του μπλοκ διαμόρφωσης λύσης..... | 117 |
| Εικόνα 1.11 Αλλαγή τιμών στη γεννήτρια παλμών..... | 118 |
| Εικόνα 1.12 Αλλαγή του πεδίου συμβόλων στο μπλοκ Sum..... | 118 |
| Εικόνα 1.13 Αλλαγή τιμών στον ελεγκτή PID | 119 |
| Εικόνα 1.14 Σύνδεση Εξαρτημάτων | 119 |
| Εικόνα 1.15 Σελίδα λήψης εξερευνητή αποτελεσμάτων (Results Explorer) | 120 |
| Εικόνα 1.16 Ενεργοποίηση του Log Simulation..... | 121 |
| Εικόνα 1.17 Το παράθυρο του Simscape data logging explorer..... | 121 |
| Εικόνα 1.18 Η παραμόρφωση του ελατηρίου σε σχέση με τον χρόνο. Αριστερά, με μια μάζα 3,6 κιλών και δεξιά, με μία μάζα 7,2 κιλών | 122 |
| Εικόνα 2.1 Η εντολή ssc_new..... | 123 |
| Εικόνα 2.2 Προσθέτουμε μία πηγή τάσης DC..... | 124 |
| Εικόνα 2.3 Προσθέτουμε μία αντίσταση και ένα πηνίο | 124 |
| Εικόνα 2.4 Προσθέτουμε έναν περιστροφικό ηλεκτρομηχανικό μετατροπέα και μία γείωση | 125 |
| Εικόνα 2.5 Προσθέτουμε μία γείωση (μηχανικής περιστροφής) και ένα μπλοκ αδράνειας..... | 125 |
| Εικόνα 2.6 Προσθέτουμε έναν περιστροφικό αποσβεστήρα | 126 |
| Εικόνα 2.7 Προσθέτουμε ένα μπλοκ τροχού και άξονα, ένα ελατήριο και μία γείωση | 126 |
| Εικόνα 2.8 Τα δεδομένα προσομοίωσης | 127 |
| Εικόνα 2.9 Το ρεύμα που διέρχεται από την αντίσταση | 128 |
| Εικόνα 2.10 Η μεταβλητή x στο μεταγωγικό ελατήριο..... | 128 |
| Εικόνα 2.11 Αλλάζοντας το ποσοστό του ελατηρίου..... | 129 |
| Εικόνα 2.12 Αποτελέσματα προσομοίωσης μετά την αλλαγή των δεδομένων..... | 129 |
| Εικόνα 2.13 Αλλαγή της μονάδας σήματος εξόδου | 130 |
| Εικόνα 2.14 Παλμογράφος του Simulink..... | 131 |
| Εικόνα 3.1 Η εντολή ssc_new..... | 132 |
| Εικόνα 3.2 Προσθέτουμε μία πηγή τάσης DC και μία γείωση | 133 |

| | |
|--|-----|
| Εικόνα 3.3 Προσθέτουμε το μπλοκ ελεγχόμενης πηγής τάσης PWM..... | 133 |
| Εικόνα 3.4 Προσθέτουμε το μπλοκ γέφυρας H..... | 134 |
| Εικόνα 3.5 Επιλέγουμε την επιλογή μέσου όρου και στα δύο μπλοκ..... | 134 |
| Εικόνα 3.6 Προσθέτουμε έναν κινητήρα συνεχούς ρεύματος..... | 135 |
| Εικόνα 3.7 Συνδέουμε τις θύρες R και C του κινητήρα με ένα κιβώτιο ταχυτήτων και μία γείωση αντίστοιχα | 136 |
| Εικόνα 3.8 Συνδέουμε ένα μπλοκ τροχού και άξονα και μία μάζα..... | 136 |
| Εικόνα 3.9 Τα δεδομένα προσομοίωσης | 137 |
| Εικόνα 3.10 Το ρεύμα που διέρχεται από το DC motor..... | 138 |
| Εικόνα 4.1 Η εντολή ssc_new..... | 139 |
| Εικόνα 4.2 Προσθέτουμε μία σταθερή αντλία εκτόπισης και μία γείωση | 140 |
| Εικόνα 4.3 Προσθέτουμε μία βαλβίδα κατεύθυνσης και αυξάνουμε την τιμή της | 140 |
| Εικόνα 4.4 Προσθέτουμε μία βαλβίδα εκτόνωσης την προσαρμόζουμε στα δεδομένα της προσομοίωσης..... | 141 |
| Εικόνα 4.5 Συνδέουμε την θύρα T στη γείωση και προσθέτουμε έναν υδραυλικό κύλινδρο διπλής ενέργειας | 141 |
| Εικόνα 4.6 Αλλάζουμε τις τιμές της κίνησης του εμβόλου και τις παραμέτρους του σκληρού σταματήματος | 142 |
| Εικόνα 4.7 Συνδέουμε τη θύρα C με μία γείωση και στη θύρα R ένα μεταγωγικό ελατήριο και έναν μεταγωγικό αποσβεστήρα | 142 |
| Εικόνα 4.8 Προσθέτουμε μία μάζα..... | 143 |
| Εικόνα 4.9 Προσθέτουμε μία ιδανική γωνιακή πηγή ταχύτητας | 144 |
| Εικόνα 4.10 Προσθέτουμε το μπλοκ διαμόρφωσης Solver..... | 144 |
| Εικόνα 4.11 Προσθέτουμε το μπλοκ μετατροπέα Simulink σε φυσικό σήμα και ένα ημιτονοειδές κύμα..... | 145 |
| Εικόνα 4.12 Προσθέτουμε το μπλοκ υδραυλικού ρευστού | 146 |
| Εικόνα 4.13 Η απόσταση συμπίεσης του ελατηρίου και η δύναμη του συστήματος..... | 147 |
| Εικόνα 4.14 Η πίεση αντλίας..... | 147 |
| Εικόνα 5.1 Το παράδειγμα του πνευματικού κινητήρα | 148 |
| Εικόνα 5.2 Αριστερά, το υποσύστημα του μετρητή ροής και δεξιά, το υποσύστημα του δυναμόμετρου | 149 |
| Εικόνα 5.3 Τα αποτελέσματα προσομοίωσης των πηγών πίεσης του πνευματικού κινητήρα | 150 |
| Εικόνα 5.4 Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης στους συνδεδεμένους παλμογράφους του δυναμόμετρου (ροπή, δύναμη και περιστροφές ανά λεπτό)..... | 150 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|----|
| Πίνακας 3.1 Μεταβλητές σε σειρά και παράλληλα | 8 |
| Πίνακας 3.1 Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα | 37 |
| Πίνακας 3.2 Οι ηλεκτρικοί αισθητήρες | 37 |
| Πίνακας 3.3 Οι ηλεκτρικές πηγές | 39 |
| Πίνακας 3.4 Τα υδραυλικά εξαρτήματα | 40 |
| Πίνακας 3.5 Οι υδραυλικοί αισθητήρες | 41 |
| Πίνακας 3.6 Οι υδραυλικές πηγές | 42 |
| Πίνακας 3.7 Τα υδραυλικά βοηθητικά μέσα..... | 42 |
| Πίνακας 3.8 Τα μαγνητικά εξαρτήματα | 44 |
| Πίνακας 3.9 Οι μαγνητικοί αισθητήρες | 44 |
| Πίνακας 3.10 Οι μαγνητικές πηγές..... | 45 |
| Πίνακας 3.11 Οι μηχανικοί αισθητήρες..... | 46 |
| Πίνακας 3.12 Οι μηχανικές πηγές | 47 |
| Πίνακας 3.13 Οι μηχανισμοί..... | 48 |
| Πίνακας 3.14 Τα εξαρτήματα περιστροφής | 49 |
| Πίνακας 3.15 Τα εξαρτήματα μεταγωγής..... | 50 |
| Πίνακας 3.16 Οι λειτουργίες των στοιχείων φυσικού σήματος | 51 |
| Πίνακας 3.17 Οι γραμμικοί χειριστές..... | 51 |
| Πίνακας 3.18 Οι πίνακες αναζήτησης..... | 52 |
| Πίνακας 3.19 Οι μη γραμμικοί χειριστές | 53 |
| Πίνακας 3.20 Οι πηγές των μπλοκ φυσικών σημάτων | 54 |
| Πίνακας 3.21 Τα υδραυλικά εξαρτήματα..... | 56 |
| Πίνακας 3.22 Οι πνευματικοί αισθητήρες..... | 57 |
| Πίνακας 3.23 Οι πνευματικές πηγές | 57 |
| Πίνακας 3.24 Τα πνευματικά βοηθητικά μέσα..... | 58 |
| Πίνακας 3.25 Τα θερμικά εξαρτήματα | 59 |
| Πίνακας 3.26 Οι θερμικοί αισθητήρες..... | 60 |
| Πίνακας 3.27 Οι θερμικές πηγές..... | 61 |
| Πίνακας 3.28 Τα περιστροφικά μπλοκ των μπλοκ φρένα και κραδασμοί..... | 62 |
| Πίνακας 3.29 Τα μεταγωγικά μπλοκ | 63 |
| Πίνακας 3.30 Τα μπλοκ συμπλέκτες..... | 64 |
| Πίνακας 3.31 Τα θεμελιώδη συστατικά | 64 |
| Πίνακας 3.32 Τα μπλοκ ζεύξεις και δίσκοι | 65 |

| | | |
|---------------------|---|-----|
| Πίνακας 3.33 | Τα μπλοκ μηχανές..... | 66 |
| Πίνακας 3.34 | Τα μπλοκ γρανάζια..... | 67 |
| Πίνακας 3.35 | Τα συμπληρωματικά πλανητικά εξαρτήματα | 68 |
| Πίνακας 3.36 | Τα περιστροφικά – μεταγωγικά εξαρτήματα..... | 69 |
| Πίνακας 3.37 | Τα ελαστικά και οχήματα | 69 |
| Πίνακας 3.38 | Τα συμπληρωματικά ελαστικά..... | 70 |
| Πίνακας 3.39 | Οι οδηγοί των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί..... | 71 |
| Πίνακας 3.40 | Οι περιστροφικοί ενεργοποιητές | 73 |
| Πίνακας 3.41 | Οι μεταγωγικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί . | 74 |
| Πίνακας 3.42 | Τα μπλοκ ολοκληρωμένων κυκλωμάτων | 74 |
| Πίνακας 3.43 | Τα λογικά μπλοκ..... | 75 |
| Πίνακας 3.44 | Τα μπλοκ παθητικών συσκευών | 76 |
| Πίνακας 3.45 | Τα μπλοκ συσκευές ημιαγωγών..... | 77 |
| Πίνακας 3.46 | Τα μπλοκ αισθητήρες..... | 78 |
| Πίνακας 3.47 | Τα μπλοκ πηγών | 79 |
| Πίνακας 3.48 | Τα μπλοκ συσσωρευτών..... | 81 |
| Πίνακας 3.49 | Τα μπλοκ υδραυλικών κυλίνδρων | 82 |
| Πίνακας 3.50 | Τα μπλοκ υδραυλικών βοηθητικών προγραμμάτων..... | 83 |
| Πίνακας 3.51 | Τα μπλοκ τοπικών υδραυλικών αντιστάσεων | 84 |
| Πίνακας 3.52 | Τα μπλοκ χαμηλής πίεσης | 85 |
| Πίνακας 3.53 | Τα μπλοκ στόμια..... | 86 |
| Πίνακας 3.54 | Τα μπλοκ αγωγών..... | 87 |
| Πίνακας 3.55 | Τα μπλοκ αντλίες και κινητήρες..... | 88 |
| Πίνακας 3.56 | Τα μπλοκ κατευθυντικές βαλβίδες | 91 |
| Πίνακας 3.57 | Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου ροής..... | 91 |
| Πίνακας 3.58 | Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου πίεσης | 92 |
| Πίνακας 3.59 | Τα μπλοκ ενεργοποιητές βαλβίδων..... | 93 |
| Πίνακας 3.60 | Τα μπλοκ δυνάμεις βαλβίδων..... | 94 |
| Πίνακας 3.61 | Τα μπλοκ σώματα της βιβλιοθήκης SimMechanics | 96 |
| Πίνακας 3.62 | Τα μπλοκ αρθρώσεις | 97 |
| Πίνακας 3.63 | Τα μπλοκ αποσυναρμολογημένες αρθρώσεις..... | 98 |
| Πίνακας 3.64 | Τα μπλοκ ασύρματες συνδέσεις των αρθρώσεων | 99 |
| Πίνακας 3.65 | Τα μπλοκ περιορισμοί και οδηγοί | 101 |
| Πίνακας 3.66 | Τα μπλοκ αισθητήρες και ενεργοποιητές..... | 102 |

| | |
|---|-----|
| Πίνακας 3.67 Τα μπλοκ στοιχεία δύναμης..... | 102 |
| Πίνακας 3.68 Τα μπλοκ στοιχεία διασύνδεσης | 103 |
| Πίνακας 3.69 Τα μπλοκ βοηθητικά προγράμματα..... | 104 |
| Πίνακας 3.70 Η βιβλιοθήκη Utilities | 105 |

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ:
Η ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕΣΩ ΤΟΥ SIMSCAPE

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: MATLAB

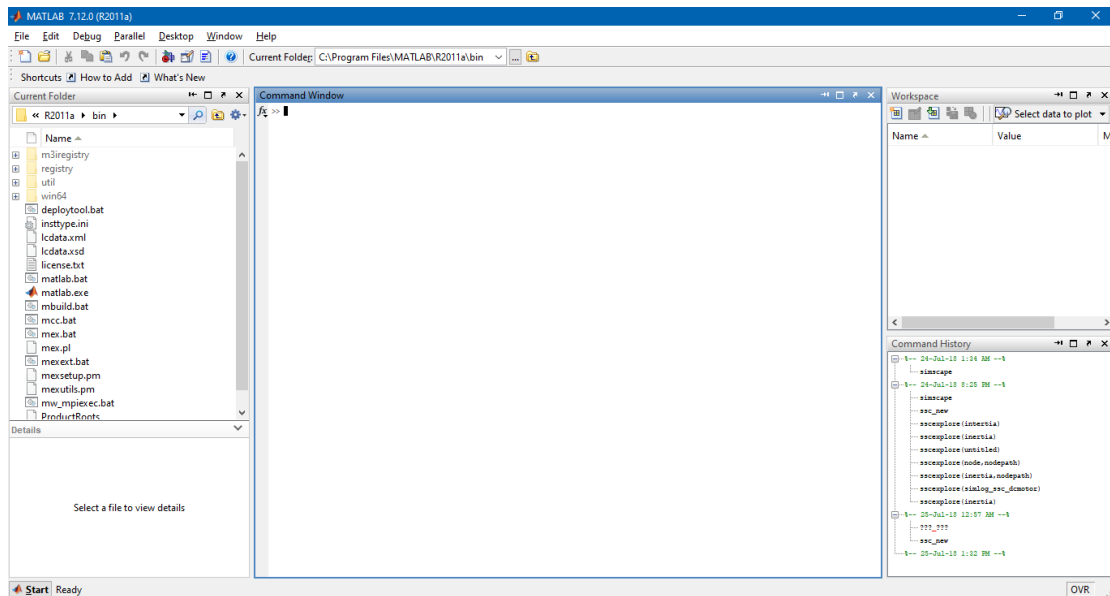
1.1: Τι είναι το MATLAB;

Το MATLAB (εργαστήριο μήτρας) είναι ένα πολυδύναμο αριθμητικό περιβάλλον πληροφορικής. Πρόκειται για μια γλώσσα προγραμματισμού υψηλής απόδοσης γραμμένη σε C, C ++, Java που αναπτύχθηκε από την MathWorks. Ενσωματώνει τον υπολογισμό, την απεικόνιση και τον προγραμματισμό σε ένα εύχρηστο περιβάλλον όπου τα προβλήματα και οι λύσεις εκφράζονται σε γνωστές μαθηματικές σημειώσεις. Το MATLAB επιτρέπει χειρισμούς σε πίνακες, σχεδίαση λειτουργιών και δεδομένων, υλοποίηση αλγορίθμων, δημιουργία διεπαφών χρήστη και διασύνδεση με προγράμματα γραμμένα σε άλλες γλώσσες, όπως C, C++, C #, Java, Fortran και Python. Η πολλές λειτουργίες και οι ατελείωτες εφαρμογές του έχουν καταστήσει το MATLAB εξαιρετικά δημοφιλές σε ολόκληρο τον κόσμο τη βιομηχανία και τον ακαδημαϊκό κόσμο. [1]

1.2: Η ιστορία το MATLAB

Το MATLAB αναπτύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1970 από τον Cleve Moler, πρόεδρο του τμήματος πληροφορικής του UNM (Πανεπιστήμιο του Νέου Μεξικού). Η ιδέα πίσω από την ανάπτυξη της ήταν να δώσει στους μαθητές της πρόσβαση σε LINPACK και EISPACK χωρίς να χρειάζεται να μάθουν Fortran. Πολλά πανεπιστήμια έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν τη δύναμη του MATLAB και να το χρησιμοποιούν, κυρίως την εφαρμοσμένη μαθηματική κοινότητα. Μετά την επίσκεψη του Moler στο Στάνφορντ, μηχανικός Jack Little, αναγνώρισε τις εμπορικές δυνατότητες του MATLAB. Στη συνέχεια συνεργάστηκε με τον Moler και τον Steve Bengert, ξαναγράφοντας το MATLAB στην C και ίδρυσε το MathWorks το 1984. [1]

1.3: Το περιβάλλον του MATLAB



Εικόνα 1.1 Το Περιβάλλον του MATLAB

Στην επάνω αριστερή γωνία υπάρχει μια γραμμή μενού που αποτελείται από τα File, Edit, Debug, Parallel, Desktop, Window, και Help. Στις από κάτω γραμμές υπάρχουν η Γραμμή Εργαλείων MATLAB και η Γραμμή Εργαλείων Συντομεύσεων. Στην ενότητα Current Folder (Τρέχον φάκελος) οι χρήστες μπορούν να προηγηθούν οπουδήποτε στο σύστημα αρχείων του λειτουργικού συστήματος, προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση σε αρχεία, συνήθως m files. Το κύριο παράθυρο είναι το παράθυρο εντολών (Command window) στο οποίο ο χρήστης πληκτρολογεί τον κώδικα.

Κάθε φορά που γράφεται μια εντολή που αποθηκεύει τιμές, μπορεί να βρεθεί και να έχει πρόσβαση στο παράθυρο του χώρου εργασίας (Workspace). Τέλος, υπάρχει ένα παράθυρο Ιστορικό εντολών (Command history). Κάθε παράθυρο μπορεί να ελαχιστοποιηθεί, να μεγιστοποιηθεί, να “αγκιστρωθεί” για να μείνει σε ένα μέρος, να αποκολληθεί για να μετακινηθεί ή να το κλείσετε. [2]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: SIMSCAPE

2.1: Τι είναι το Simscape;

Με το Simscape μπορείτε να δημιουργήσετε γρήγορα μοντέλα φυσικών συστημάτων μέσα στο περιβάλλον Simulink. Με το Simscape δημιουργείτε μοντέλα φυσικών εξαρτημάτων βασισμένα σε φυσικές συνδέσεις που ενσωματώνονται άμεσα με διαγράμματα μπλοκ και άλλα παραδειγματικά μοντέλα. Μπορείτε να φτιάξετε μοντέλα και να προσομοιώσετε φυσικά συστήματα πολλαπλών τομέων, όπως μηχανικά, υδραυλικά, πνευματικά, θερμικά, ηλεκτρικά και ηλεκτρομαγνητικά εξαρτήματα. Σε αντίθεση με άλλα μπλοκ Simulink, τα οποία αντιπροσωπεύουν μαθηματικές λειτουργίες ή λειτουργούν με σήματα, τα μπλοκ Simscape αντιπροσωπεύουν άμεσα φυσικά στοιχεία ή σχέσεις. Με τα μπλοκ του Simscape, φτιάχνετε ένα μοντέλο ενός συστήματος, όπως θα συνθέσατε ένα φυσικό σύστημα.

Αυτή η προσέγγιση σας επιτρέπει να περιγράψετε τη φυσική δομή ενός συστήματος και όχι τα υποκείμενα μαθηματικά. Από το μοντέλο σας, το οποίο μοιάζει πολύ με ένα σχηματικό, η τεχνολογία Simscape κατασκευάζει αυτόματα εξισώσεις που χαρακτηρίζουν τη συμπεριφορά του συστήματος. Αυτές οι εξισώσεις ενσωματώνονται στο υπόλοιπο μοντέλο Simulink.

Στο Simscape μπορείτε να δημιουργήσετε προσαρμοσμένα μοντέλα εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας τη γλώσσα Simscape, βασισμένη σε MATLAB, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία κειμένου με βάση συστατικά φυσικής μοντελοποίησης, τομείς και βιβλιοθήκες. Μπορείτε να παραμετροποιήσετε τα μοντέλα μας χρησιμοποιώντας μεταβλητές και εκφράσεις MATLAB και συστήματα ελέγχου σχεδιασμού για το φυσικό μας σύστημα στο Simulink. Για να αναπτύξετε τα μοντέλα σας σε άλλα περιβάλλοντα προσομοίωσης, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων hardware-in-the-loop (HIL), το Simscape υποστηρίζει την παραγωγή του C-Code.

Το λογισμικό Simscape λειτουργεί εντός του περιβάλλοντος Simulink και διασυνδέεται απρόσκοπτα με την υπόλοιπη οικογένεια προϊόντων Simulink και με το περιβάλλον τεχνικής πληροφορικής MATLAB. [3]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

3.1: Επισκόπηση της προσέγγισης του φυσικού δικτύου για τη μοντελοποίηση των φυσικών συστημάτων

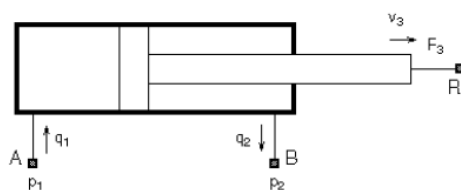
Το λογισμικό Simscape είναι ένα σύνολο από μπλοκ βιβλιοθήκης και ειδικών χαρακτηριστικών προσομοίωσης για τη μοντελοποίηση φυσικών συστημάτων στο περιβάλλον Simulink. Χρησιμοποιεί την προσέγγιση Φυσικού Δικτύου, η οποία διαφέρει από την τυπική προσέγγιση μοντελοποίησης Simulink και είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για την προσομοίωση συστημάτων που αποτελούνται από πραγματικά φυσικά συστατικά.

Τα μπλοκ του Simulink αντιπροσωπεύουν βασικές μαθηματικές λειτουργίες. Όταν συνδέετε μαζί τα μπλοκ, το διάγραμμα που προκύπτει είναι ισοδύναμο με το μαθηματικό μοντέλο ή την αναπαράσταση του συστήματος υπό σχεδιασμό. Η τεχνολογία Simscape σας επιτρέπει να δημιουργήσετε μια δικτυακή αναπαράσταση του συστήματος υπό σχεδιασμό, με βάση την προσέγγιση Φυσικού Δικτύου. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, κάθε σύστημα αντιπροσωπεύεται ότι αποτελείται από λειτουργικά στοιχεία που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας ενέργεια μέσω των θυρών τους.

Αυτές οι θύρες σύνδεσης δεν είναι κατευθυντικές. Μιμούνται τις φυσικές συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων. Η σύνδεση των μπλοκ του Simscape μαζί είναι ανάλογη με τη σύνδεση πραγματικών εξαρτημάτων, όπως αντλίες, βαλβίδες και ούτω καθεξής. Με άλλα λόγια, τα διαγράμματα Simscape μιμούνται τη διάταξη του φυσικού συστήματος. Εάν μπορούν να συνδεθούν φυσικά εξαρτήματα, μπορούν να συνδεθούν και τα μοντέλα τους. Δεν χρειάζεται να καθορίζετε κατευθύνσεις ροής και ροή πληροφοριών κατά τη σύνδεση των μπλοκ, ακριβώς όπως δεν χρειάζεται να καθορίσετε αυτές τις πληροφορίες όταν συνδέετε πραγματικά φυσικά εξαρτήματα. Η προσέγγιση του Φυσικού Δικτύου, με τις μεταβλητές Through και Across και τις μη

προσανατολισμένες φυσικές συνδέσεις, επιλύει αυτόματα όλα τα παραδοσιακά ζητήματα με μεταβλητές, κατευθυντικότητα και ούτω καθεξής. Ο αριθμός των θυρών σύνδεσης για κάθε στοιχείο καθορίζεται από τον αριθμό των ενεργειακών ροών που ανταλλάσσει με άλλα στοιχεία του συστήματος και εξαρτάται από το επίπεδο ιδεαλισμού. Για παράδειγμα, μια υδραυλική αντλία σταθερής μετατόπισης στην απλούστερη μορφή της μπορεί να αναπαρασταθεί ως στοιχείο δύο θυρών, με μία ροή ενέργειας να συνδέεται με την είσοδο (αναρρόφηση) και την άλλη με την έξοδο. Σε αυτή την παράσταση, η γωνιακή ταχύτητα του κινητήριου άξονα θεωρείται σταθερή, καθιστώντας δυνατή την παραμέληση της ανταλλαγής ενέργειας μεταξύ της αντλίας και του άξονα. Για να υπολογίσετε μια μεταβλητή ροπή οδήγησης, χρειάζεστε μια τρίτη θύρα που σχετίζεται με τον άξονα οδήγησης.

Μια ροή ενέργειας χαρακτηρίζεται από τις μεταβλητές της. Κάθε ενεργειακή ροή σχετίζεται με δύο μεταβλητές (Σε σειρά και Παράλληλα). Συνήθως, αυτές είναι οι μεταβλητές των οποίων το προϊόν είναι η ροή ενέργειας σε watt. Ονομάζονται βασικές μεταβλητές ή συζευγμένες. Για παράδειγμα, οι βασικές μεταβλητές για συστήματα μηχανικής μετάφρασης είναι η δύναμη και η ταχύτητα, για μηχανικά συστήματα περιστροφής η ροπή και η γωνιακή ταχύτητα, για υδραυλικά συστήματα ο ρυθμός ροής και η πίεση, για ρεύματα το ρεύμα και η τάση. Το ακόλουθο παράδειγμα απεικονίζει μια αναπαράσταση φυσικού δικτύου ενός υδραυλικού κυλίνδρου διπλής ενέργειας.



Εικόνα 3.1 Αναπαράσταση φυσικού δικτύου ενός υδραυλικού κυλίνδρου διπλής ενέργειας

Το στοιχείο παρουσιάζεται με τρεις ενεργειακές ροές: δύο ροές υδραυλικής ενέργειας μέσω της εισόδου και εξόδου του κυλίνδρου και μια ροή μηχανικής ενέργειας που συνδέεται με την κίνηση της ράβδου. Επομένως, έχει τις ακόλουθες τρεις θύρες σύνδεσης:

- A - Θύρα υδραυλικής συντήρησης που σχετίζεται με την πίεση p_1 (μεταβλητή Παράλληλα) και ρυθμό ροής q_1 (μεταβλητή Σε Σειρά)
- B - Θύρα υδραυλικής συντήρησης που σχετίζεται με την πίεση p_2 (μια μεταβλητή Παράλληλα) και την ταχύτητα ροής q_2 (μεταβλητή Σε Σειρά)
- R - Θύρα συντήρησης μηχανικής μετάφρασης που συνδέεται με την ταχύτητα v_3 (μεταβλητή Παράλληλα) και τη δύναμη F_3 (μεταβλητή Σε Σειρά)

3.2: Τύποι μεταβλητών

Η προσέγγιση του φυσικού δικτύου υποστηρίζει δύο τύπους μεταβλητών:

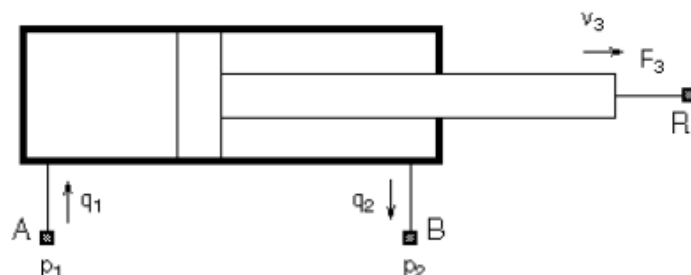
- Σε σειρά - Μεταβλητές που μετρούνται με ένα μετρητή που συνδέεται σε σειρά με ένα στοιχείο.
- Παράλληλη - Μεταβλητές που μετρούνται με ένα μετρητή που είναι συνδεδεμένος παράλληλα με ένα στοιχείο.

| Φυσικός Τομέας | Μεταβλητή Σε σειρά | Μεταβλητή Παράλληλα |
|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| Ηλεκτρικός | Ρεύμα | Τάση |
| Υδραυλικός | Ρυθμός Ροής | Πίεση |
| Μαγνητικός | Ροή | Μαγνητική δύναμη |
| Μηχανική περιστροφή | Ροπή | Γωνιακή ταχύτητα |
| Μηχανική μεταβίβαση | Δύναμη | Μεταγωγική ταχύτητα |
| Πνευματική | Ρυθμός ροής μάζας & ροή θερμότητας | Πίεση & θερμοκρασία |
| Θερμική | Ροή θερμότητας | Θερμοκρασία |
| Θερμικό Υγρό | Ρυθμός ροής μάζας & θερμική ροή | Πίεση & θερμοκρασία |

Πίνακας 3.1 Μεταβλητές σε σειρά και παράλληλα

3.3: Χτίζοντας το μαθηματικό μοντέλο

Οι μεταβλητές Σε σειρά και Παράλληλα που σχετίζονται με όλες τις ενεργειακές ροές αποτελούν τη βάση του μαθηματικού μοντέλου του μπλοκ.



Εικόνα 3.2 Αναπαράσταση φυσικού δικτύου ενός υδραυλικού κυλίνδρου διπλής ενέργειας

Για παράδειγμα, το μοντέλο ενός υδραυλικού κυλίνδρου διπλής δράσης που παρουσιάζεται στην προηγούμενη εικόνα περιγράφεται με ένα απλό σύνολο εξισώσεων:

$$F_3 = p_1 \times A_1 - p_2 \times A_2$$

$$q_1 = A_1 \times v_3$$

$$q_2 = A_2 \times v_3$$

όπου

q_1 , q_2 Ρυθμοί ροής μέσω των θυρών A και B, αντίστοιχα (μεταβλητές Σε σειρά)

p_1 , p_2 Μετρήσεις πίεσης μέσω των θυρών A και B, αντίστοιχα (μεταβλητές Παράλληλα)

A_1 , A_2 Εμβολοφόρες περιοχές

F_3 Ισχύς ράβδου (μεταβλητή Σε σειρά)

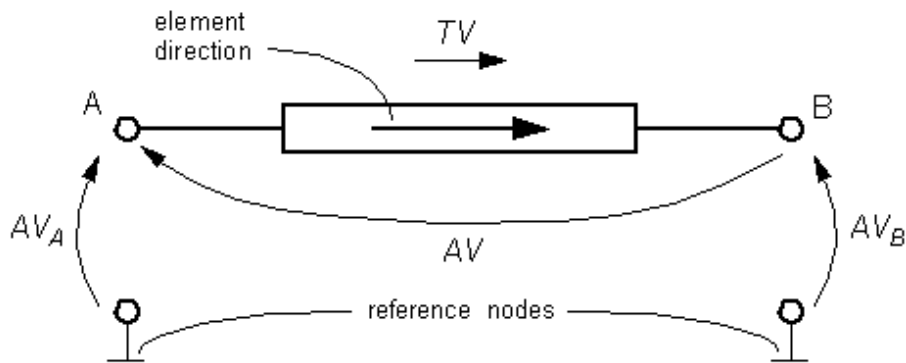
v_3 Ταχύτητα ράβδου (μεταβλητή Παράλληλα)

Το μοντέλο θα μπορούσε να είναι πολύ πιο περίπλοκο, για παράδειγμα, θα μπορούσε να θεωρηθεί η τριβή, η συμπίεσιμότητα του ρευστού, η αδράνεια των κινούμενων μερών κ.ο.κ. Για όλα αυτά τα διαφορετικά μαθηματικά μοντέλα, ωστόσο, η διαμόρφωση στοιχείων (δηλαδή ο αριθμός και ο τύπος των θυρών και οι σχετικές μεταβλητές Σε σειρά and Παράλληλα) θα παραμείνει η ίδια, πράγμα που σημαίνει ότι η προσέγγιση του Φυσικού Δικτύου σας επιτρέπει να αντικαταστήσετε μοντέλα διαφορετικών επιπέδων πολυπλοκότητας χωρίς να εισάγονται αλλαγές στο σχηματικό. Για παράδειγμα, μπορείτε να αρχίσετε να αναπτύσσετε το σύστημά σας χρησιμοποιώντας το μπλοκ Resistive Tube από τη βασική βιβλιοθήκη, η οποία αντιπροσωπεύει μόνο τις απώλειες τριβής. Σε μεταγενέστερο στάδιο ανάπτυξης, μπορεί να θέλετε να υπολογίσετε τη συμπίεσιμότητα των υγρών. Στη συνέχεια, μπορείτε να την αντικαταστήσετε με ένα μπλοκ υδραυλικού αγωγού, διαθέσιμο με τις βιβλιοθήκες μπλοκ SimHydraulics ή, ανάλογα με την εφαρμογή σας, ακόμη και με ένα τετραγωνισμένο τμήμα αγωγού, εάν πρέπει επίσης να υπολογίσετε την αδράνεια του αδράνεια. Αυτή η αρχή μοντελοποίησης ονομάζεται διαδοχική μοντελοποίηση.

3.4: Κατεύθυνση μεταβλητών

Κάθε μεταβλητή χαρακτηρίζεται από το μέγεθος και το σημείο της. Το σήμα είναι αποτέλεσμα του προσανατολισμού της μέτρησης. Η ίδια μεταβλητή μπορεί να είναι θετική ή αρνητική, ανάλογα με την πολικότητα ενός μετρητή μέτρησης.

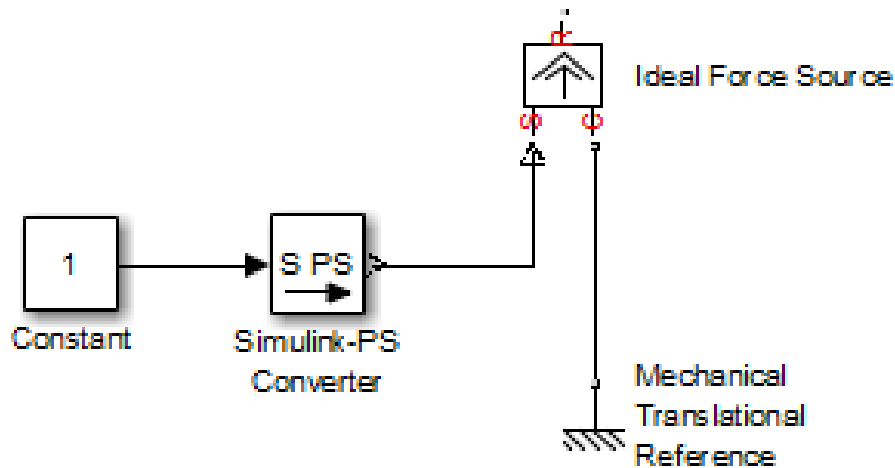
Στοιχεία με μόνο δύο θύρες χαρακτηρίζονται από ένα ζεύγος μεταβλητών, μεταβλητή Σε σειρά και μεταβλητή Παράλληλα. Καθώς αυτές οι μεταβλητές είναι στενά συνδεδεμένες, ο προσανατολισμός τους ορίζεται με μία κατεύθυνση. Για παράδειγμα, αν ένα στοιχείο είναι προσανατολισμένο από τη θύρα A στη θύρα B, αυτό σημαίνει ότι η μεταβλητή Σε σειρά (TV) είναι θετική εάν "ρέει" από A σε B και η μεταβλητή Παράλληλα ορίζεται ως $AV = AV_A - AV_B$, όπου τα AV_A και AV_B είναι τα δυναμικά κόμβων των στοιχείων ή, με άλλα λόγια, οι τιμές αυτής της μεταβλητής Παράλληλα στις θύρες A και B, αντίστοιχα.



Εικόνα 3.3 Η κατεύθυνση των μεταβλητών

Αυτή η προσέγγιση στην κατεύθυνση των μεταβλητών έχει τα ακόλουθα οφέλη:

- Παρέχει έναν απλό και συνεπή τρόπο για να προσδιορίσετε εάν ένα στοιχείο είναι ενεργό ή παθητικό. Η ενέργεια είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά να προσδιοριστεί κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Εάν η κατεύθυνση των μεταβλητών, ή το σήμα, προσδιορίζεται όπως περιγράφεται παραπάνω, το προϊόν τους (δηλαδή η ενέργεια) είναι θετικό εάν το στοιχείο καταναλώνει ενέργεια και είναι αρνητικό εάν παρέχει ενέργεια σε ένα σύστημα. Αυτός ο κανόνας ακολουθείται σε όλο το λογισμικό του Simscare.
- Απλοποιεί την περιγραφή του μοντέλου. Το σύμβολο A ή B είναι αρκετό για να καθορίσετε τη μεταβλητή πολικότητα τόσο για τις μεταβλητές Παράλληλα όσο και για την Σε σειρά.
- Σας επιτρέπει να εφαρμόσετε τη θεωρία προσανατολισμένων γραφημάτων στην ανάλυση και το σχεδιασμό του δικτύου. Ως παράδειγμα των κανόνων κατεύθυνσης μεταβλητών, ας θεωρήσουμε την Ιδανική Δύναμη Πηγή μπλοκ. Σε αυτό το μπλοκ, όπως και σε πολλά άλλα μηχανικά μπλοκ, η θύρα C συνδέεται με το σημείο αναφοράς πηγής (περίπτωση), και η θύρα R συνδέεται με τη ράβδο.



Εικόνα 3.4 Το μοντέλο σε προσομοίωση Simscape

Η θετική κατεύθυνση του μπλοκ είναι από τη θύρα C στη θύρα R. Αυτό σημαίνει ότι η δύναμη είναι θετική εάν δρα στην κατεύθυνση από C έως R και προκαλεί την επιτάχυνση των σωμάτων που συνδέονται στη θύρα R προς τη θετική κατεύθυνση. Η σχετική ταχύτητα καθορίζεται ως $v = v_C - v_R$, όπου v_R , v_C είναι οι απόλυτες ταχύτητες στις θύρες R και C αντίστοιχα και είναι αρνητική εάν η ταχύτητα στη θύρα R είναι μεγαλύτερη από εκείνη του λιμένα C. Η ισχύς που παράγεται από το η πηγή υπολογίζεται ως το προϊόν της δύναμης και της ταχύτητας και είναι αρνητική εάν η πηγή παρέχει ενέργεια στο σύστημα.

Ο ορισμός της θετικής κατεύθυνσης είναι διαφορετικός για διαφορετικά μπλοκ. Ελέγξτε την προέλευση του μπλοκ ή τη σελίδα αναφοράς του μπλοκ αν έχετε αμφιβολίες σχετικά με τον προσανατολισμό και την κατεύθυνση των μεταβλητών. Όλα τα στοιχεία ενός δικτύου χωρίζονται σε ενεργητικά και παθητικά στοιχεία, ανάλογα με το αν δίνουν ενέργεια στο σύστημα ή διαχέουν (ή αποθηκεύουν) το. Τα ενεργά στοιχεία (πηγές δύναμης και ταχύτητας, πηγές ροής και πίεσης κ.λπ.) πρέπει να προσανατολίζονται αυστηρά σύμφωνα με τη γραμμή δράσης ή τη λειτουργία που αναμένεται να εκτελούν στο σύστημα, ενώ τα παθητικά στοιχεία (αποσβεστήρες, αντιστάσεις, ελατήρια, αγωγοί, κ.λπ.) μπορούν να προσανατολιστούν με κάθε τρόπο.

3.5: Θύρες σύνδεσης και γραμμές σύνδεσης

Τα μπλοκ Simscape ενδέχεται να έχουν τους ακόλουθους τύπους θυρών:

- Θύρες φυσικής διατήρησης - Μη κατευθυντικές θύρες (για παράδειγμα, υδραυλικές ή μηχανικές) που αντιπροσωπεύουν φυσικές συνδέσεις και αφορούν φυσικές μεταβλητές βάσει της προσέγγισης Φυσικού Δικτύου.
- Θύρες φυσικού σήματος - Μη αυτόματες θύρες που μεταφέρουν σήματα που χρησιμοποιούν μια εσωτερική μηχανή Simscape για υπολογισμούς.

Κάθε μία από αυτές τις θύρες και οι συνδέσεις μεταξύ τους περιγράφονται λεπτομερέστερα παρακάτω.

3.6: Φυσικές Πόρτες Προστασίας

Τα μπλοκ Simscape έχουν ειδικές θύρες προστασίας. Συνδέετε τις θύρες προστασίας με φυσικές γραμμές σύνδεσης, διαφορετικές από τις κανονικές γραμμές Simulink. Οι γραμμές φυσικής σύνδεσης δεν έχουν εγγενή κατευθυντικότητα και αντιπροσωπεύουν την ανταλλαγή ενεργειακών ροών, σύμφωνα με την προσέγγιση του Φυσικού Δικτύου.

- Μπορείτε να συνδέσετε θύρες προστασίας μόνο σε άλλες θύρες προστασίας δεδομένων του ίδιου τύπου.
- Οι γραμμές φυσικής σύνδεσης που συνδέουν μαζί τις θύρες προστασίας είναι μη κατευθυντικές γραμμές που φέρουν φυσικές μεταβλητές (μεταβλητές Παράλληλα και Σε σειρά) και όχι σήματα. Δεν μπορείτε να συνδέσετε τις φυσικές γραμμές με τις θύρες Simulink ή με τις θύρες φυσικού σήματος.
- Δύο απευθείας συνδεδεμένες θύρες προστασίας πρέπει να έχουν τις ίδιες τιμές για όλες τις μεταβλητές Παράλληλα (όπως πίεση ή γωνιακή ταχύτητα).
- Μπορείτε να διακλαδώσετε γραμμές φυσικής σύνδεσης. Όταν το κάνετε αυτό, τα στοιχεία που είναι άμεσα συνδεδεμένα μεταξύ τους συνεχίζουν να μοιράζονται τις ίδιες μεταβλητές Παράλληλα. Οποιαδήποτε μεταβλητή (όπως ρυθμός ροής ή ροπή) που μεταφέρεται κατά μήκος της γραμμής φυσικής σύνδεσης χωρίζεται μεταξύ των πολλαπλών

στοιχείων που συνδέονται από τους κλάδους. Το πώς η μεταβλητή Σε σειρά διαιρείται, καθορίζεται από τη δυναμική του συστήματος. Για κάθε μεταβλητή Σε σειρά, το άθροισμα όλων των τιμών που ρέει σε ένα σημείο διακλάδωσης ισούται με το άθροισμα όλων των τιμών που ρέουν έξω.

3.7: Φυσικές θύρες σημάτων

Οι θύρες φυσικού σήματος μεταφέρουν σήματα μεταξύ των μπλοκ Simscape. Συνδέεστε με κανονικές γραμμές σύνδεσης, παρόμοιες με τις συνδέσεις σήματος Simulink. Οι θύρες φυσικού σήματος χρησιμοποιούνται σε διαγράμματα μπλοκ Simscape αντί για θύρες εισόδου και εξόδου Simulink για την αύξηση της ταχύτητας υπολογισμού και την αποφυγή προβλημάτων με αλγεβρικά βρόχους. Σε αντίθεση με τα σήματα Simulink, τα οποία είναι ουσιαστικά χωρίς μονάδα, τα φυσικά σήματα μπορούν να έχουν μονάδες που συνδέονται με αυτές. Μπορείτε να καθορίσετε τις μονάδες μαζί με τις τιμές παραμέτρων στους διαλόγους μπλοκ και το λογισμικό Simscape εκτελεί τις απαραίτητες λειτουργίες μετατροπής μονάδων κατά την επίλυση ενός φυσικού δικτύου. Η βασική βιβλιοθήκη του Simscape περιέχει, μεταξύ άλλων υποβιβλιοθήκες, μια βιβλιοθήκη αποκλεισμού φυσικών σημάτων. Αυτά τα μπλοκ εκτελούν λειτουργίες μαθηματικών και άλλες λειτουργίες σε φυσικά σήματα και σας επιτρέπουν να εφαρμόσετε γραφικά εξισώσεις στο εσωτερικό του Φυσικού Δικτύου.

3.8: Σύνδεση διαγραμμάτων Simscape σε Simulink πηγές και παλμογράφους

Τα διαγράμματα μπλοκ Simscape χρησιμοποιούν φυσικά σήματα αντί για κανονικά σήματα Simulink. Επομένως, χρειάζεστε μπλοκ μετατροπέα για να συνδέσετε διαγράμματα Simscape σε Simulink πηγές και πεδία. Χρησιμοποιήστε το μπλοκ μετατροπέα Simulink-PS για να συνδέσετε πηγές Simulink ή άλλα μπλοκ Simulink στις εισόδους ενός διαγράμματος Φυσικού Δικτύου. Χρησιμοποιήστε το μπλοκ μετατροπέα PS-Simulink για να συνδέσετε

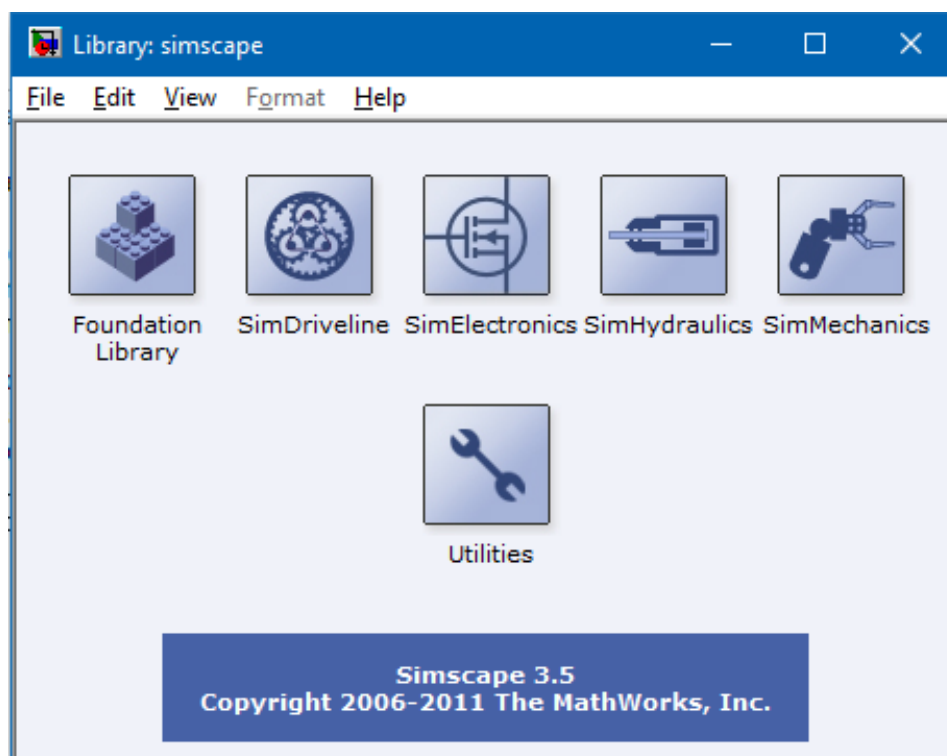
τις εξόδους ενός διαγράμματος φυσικού δικτύου με τα πεδία Simulink ή άλλα μπλοκ Simulink. [2]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ SIMSCAPE

4.1: Πως λειτουργεί το Simscape

Για να μπορέσετε να τρέξετε το Simscape χρειάζεται να έχετε το MATLAB και το Simulink στον υπολογιστή σας.

Εφόσον έχετε το MATLAB στον υπολογιστή σας, τότε ανοίγετε το MATLAB και στο Command Window του MATLAB γράφετε “simscape”. Σε λίγο εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή σας η εικόνα που ακολουθεί και τότε ξέρετε ότι έχει ανοίξει το Simscape. [2] [4]

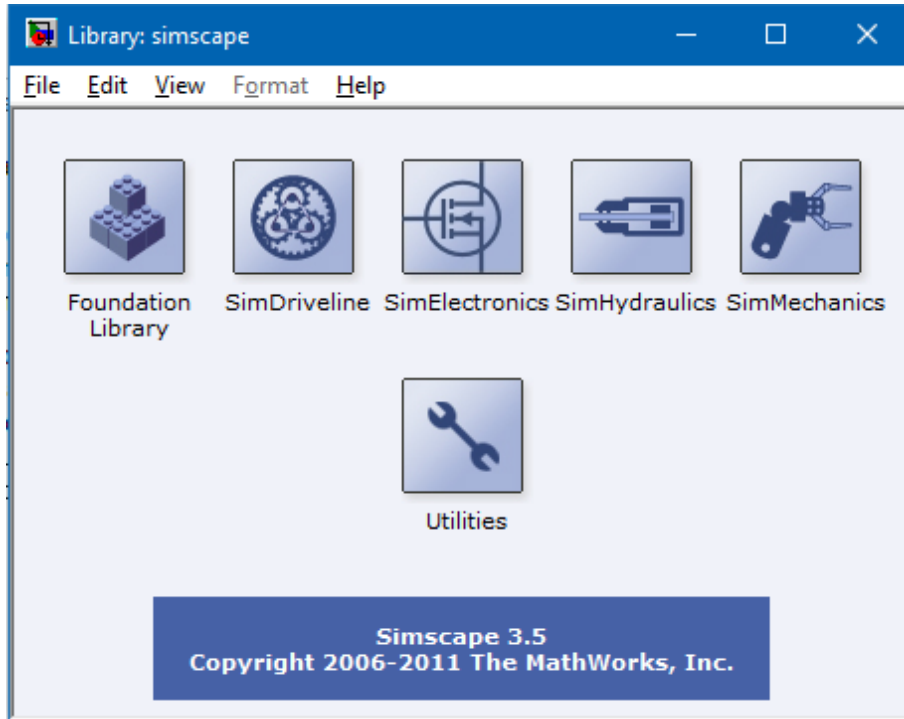


Εικόνα 4.1 Το περιβάλλον του Simscape

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ:
ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ SIMSCAPE

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ SIMSCAPE

1.1: Το περιβάλλον του Simscape

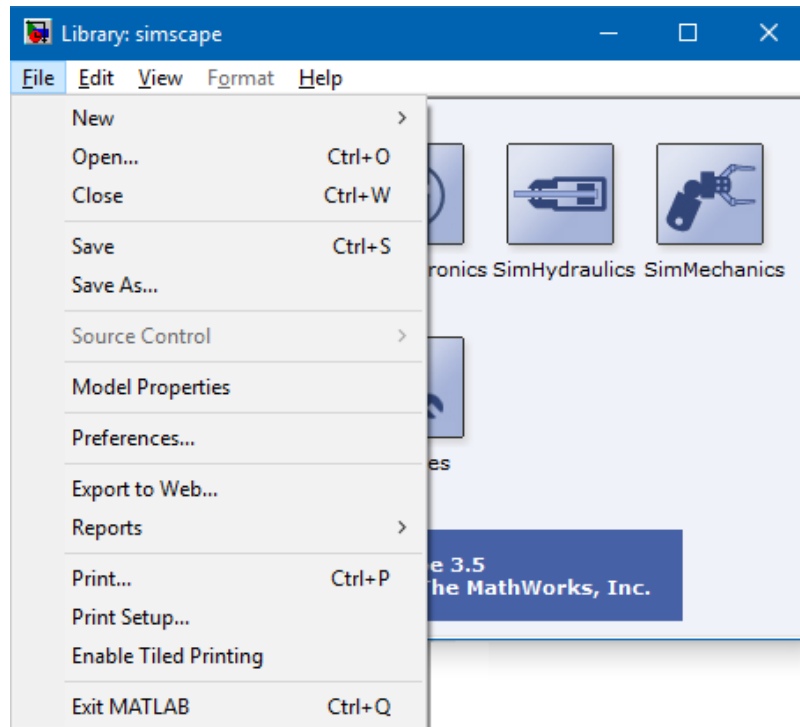


Εικόνα 1.1 Το περιβάλλον του Simscape

Η γραμμή εργαλείων του Simscape αποτελείται από τα File, Edit, View, Format και Help.

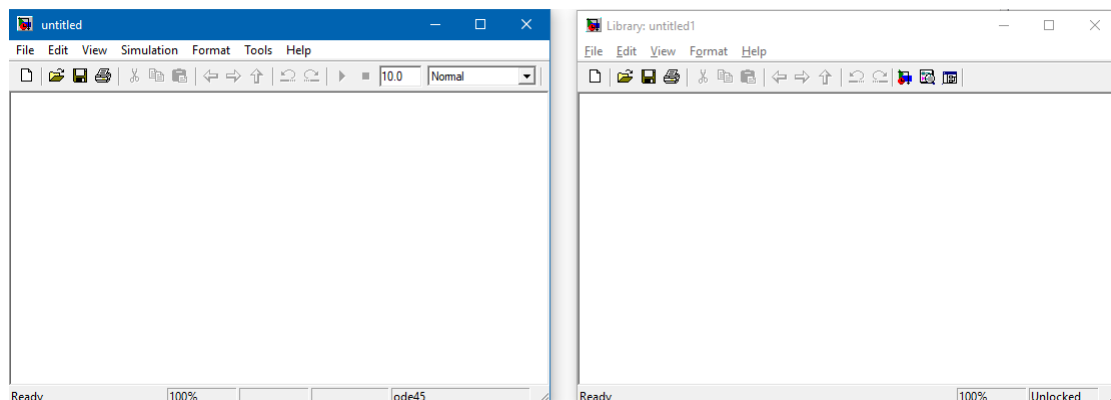
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΓΡΑΜΜΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΤΟΥ SIMSCAPE

2.1: Η επιλογή File της γραμμής εργαλείων



Εικόνα 2.1 Η επιλογή File της γραμμής εργαλείων

Στην επιλογή File στην αρχή βρίσκουμε το New, όπου έχουμε δύο επιλογές, την δημιουργία ενός νέου μοντέλου ή την δημιουργία μίας νέας βιβλιοθήκης.



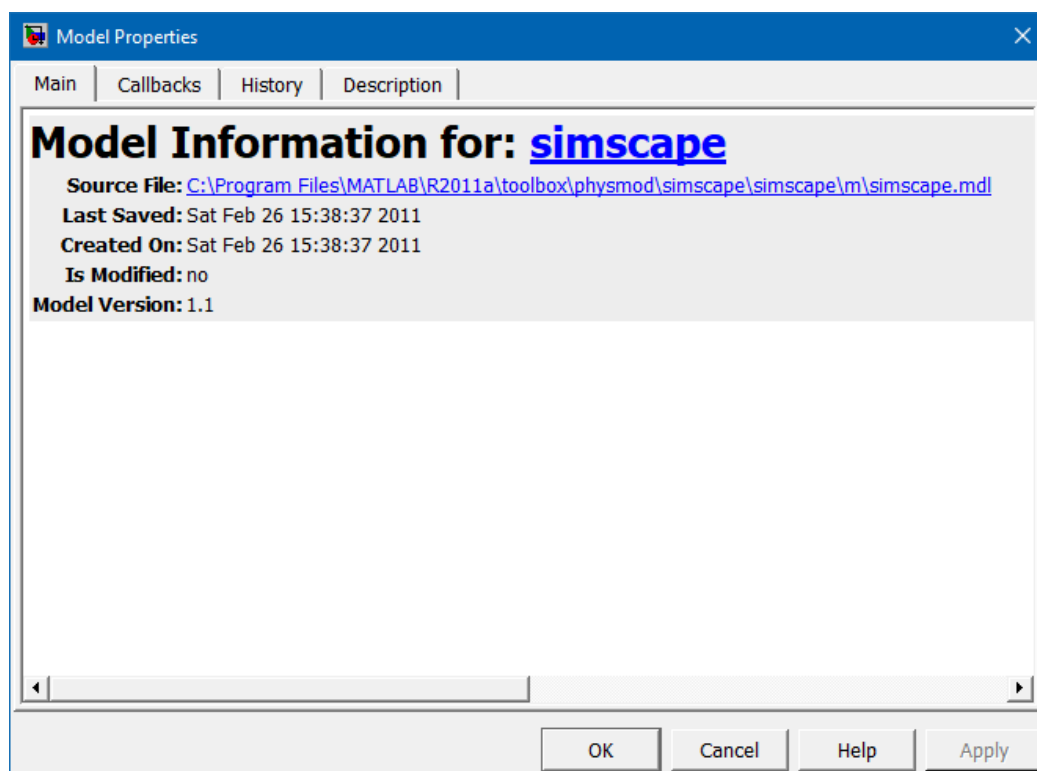
Εικόνα 2.2 Στα αριστερά η επιλογή δημιουργίας νέου μοντέλου και στα δεξιά η επιλογή δημιουργίας νέας βιβλιοθήκης

Με την επιλογή **Open** (Ctrl+O) μπορείτε να ανοίξετε ένα ήδη υπάρχον μοντέλο ή βιβλιοθήκη που βρίσκεται στον υπολογιστή.

Με την επιλογή **Close** (Ctrl+W) τερματίζετε το Simscape.

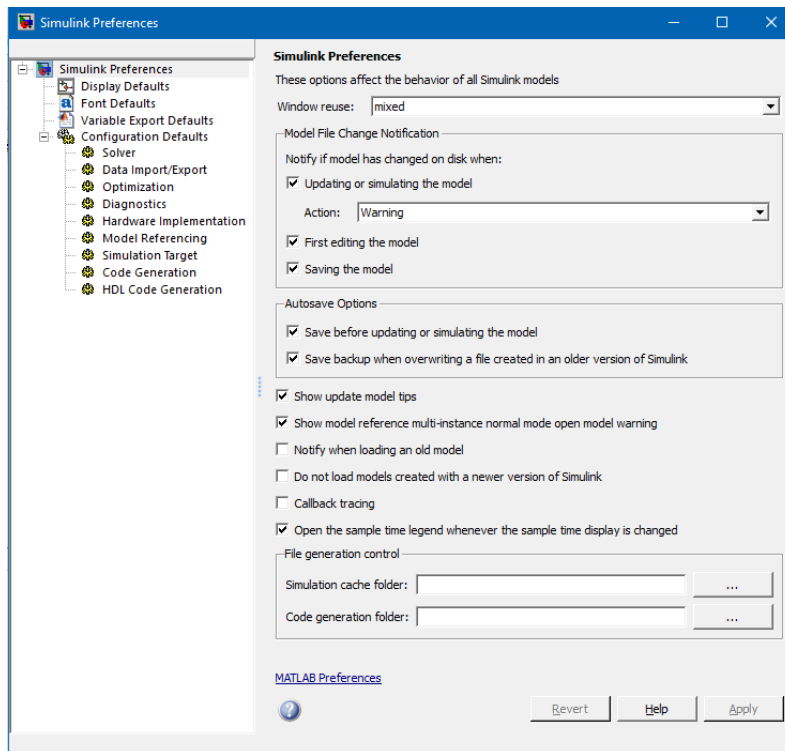
Με την επιλογή **Save** (Ctrl+S) και την επιλογή **Save as** μπορείτε να αποθηκεύσετε την εργασία που έχετε ήδη πραγματοποιήσει ως αρχείο με κατάληξη .mdl που είναι μία επέκταση μοντέλου Simulink.

Με την επιλογή **Model Properties** σας επιτρέπει να ορίσετε διάφορα στοιχεία ελέγχου εκδόσεων παραμέτρων και λειτουργίες επανάκλησης μοντέλου.



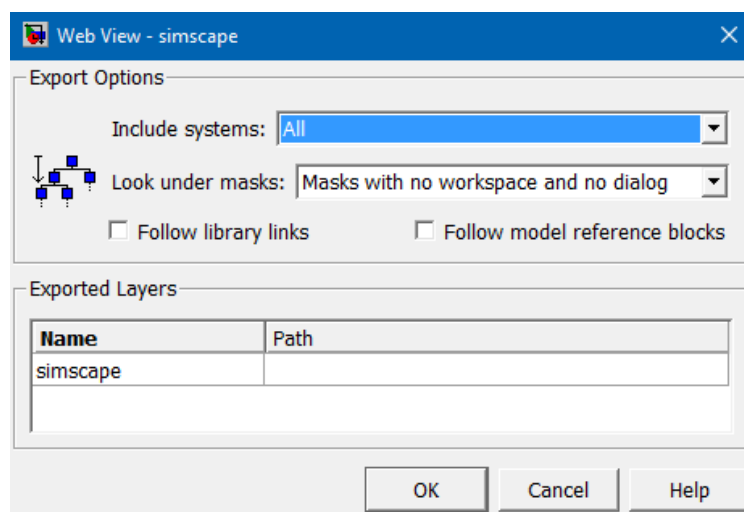
Εικόνα 2.3 Η επιλογή Model Properties

Στην καρτέλα **Preferences** βλέπετε τις προτιμήσεις του Simulink, όπου μπορείτε να αλλάξετε την εμφάνιση, τις γραμματοσειρές κτλ.



Εικόνα 2.4 Η επιλογή Preferences

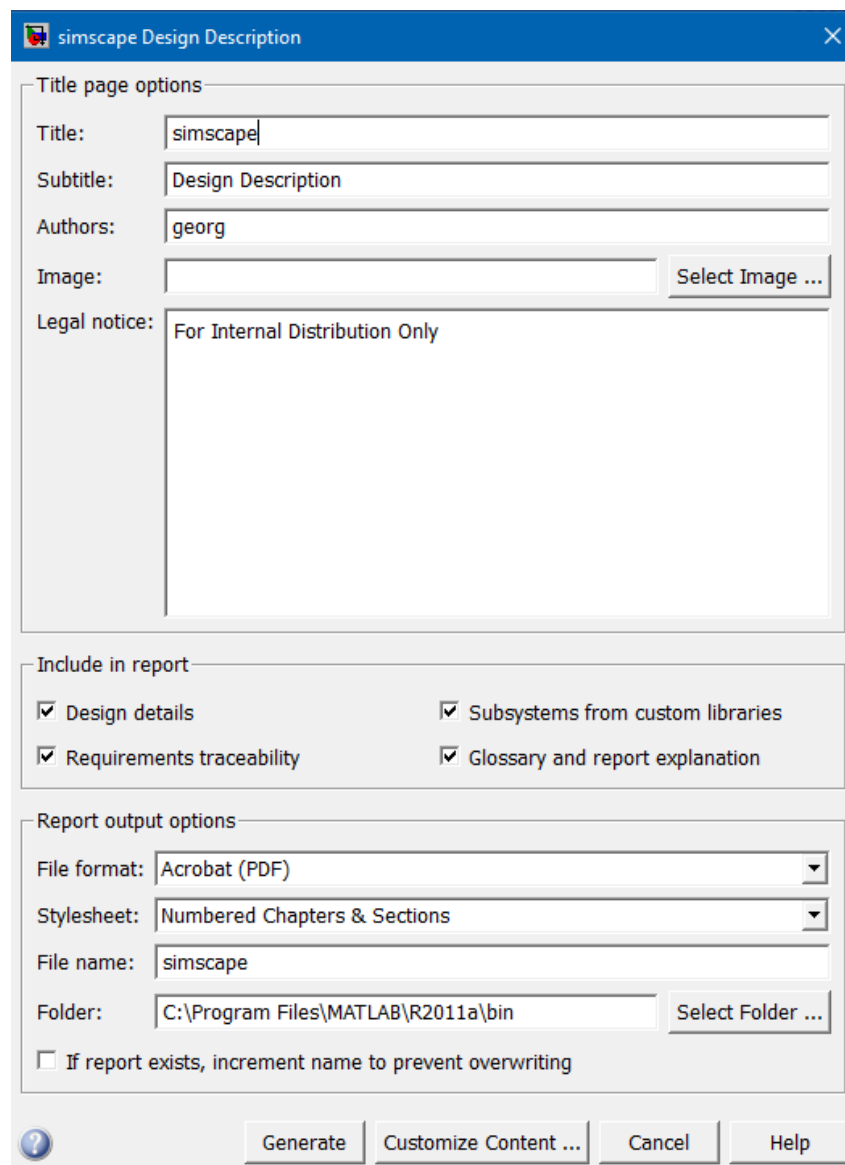
Με την επιλογή **Export to Web** μπορείτε να εξάγετε ένα μοντέλο σε μια προβολή web χρησιμοποιώντας είτε ένα παράθυρο Simulink Report Generator είτε ένα πλαίσιο Report Explorer.



Εικόνα 2.5 Η επιλογή Export to Web

Στην επιλογή **Reports** έχετε δύο επιλογές, την System Design Description και την Design Requirements.

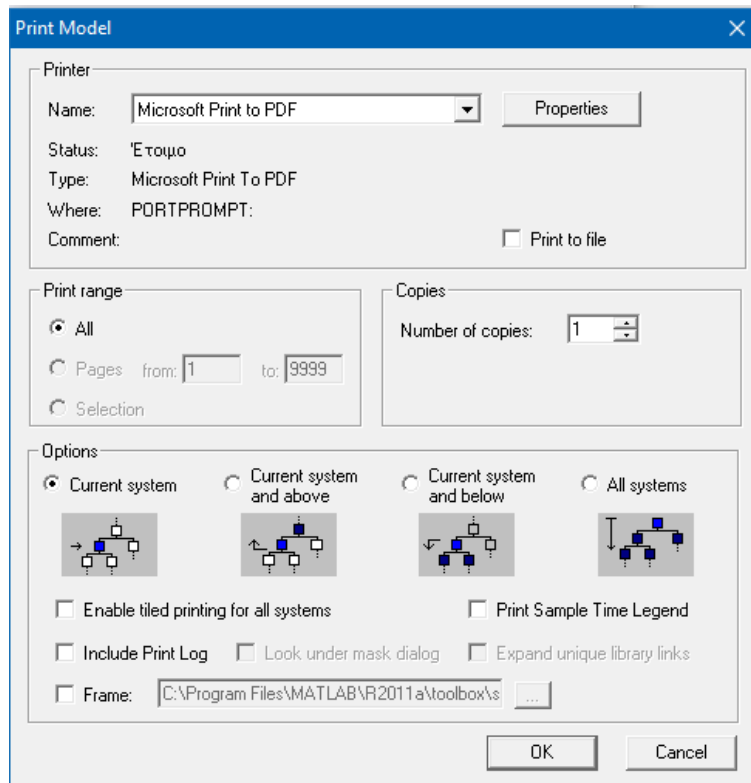
Στην επιλογή **System Design Description** μπορείτε να επιλέξετε επιλογές για το περιεχόμενο, τη μορφή και την τοποθεσία στην οποία θα αποθηκευτεί η αναφορά σχεδίασης συστήματος.



Εικόνα 2.6 Η επιλογή System Design Description

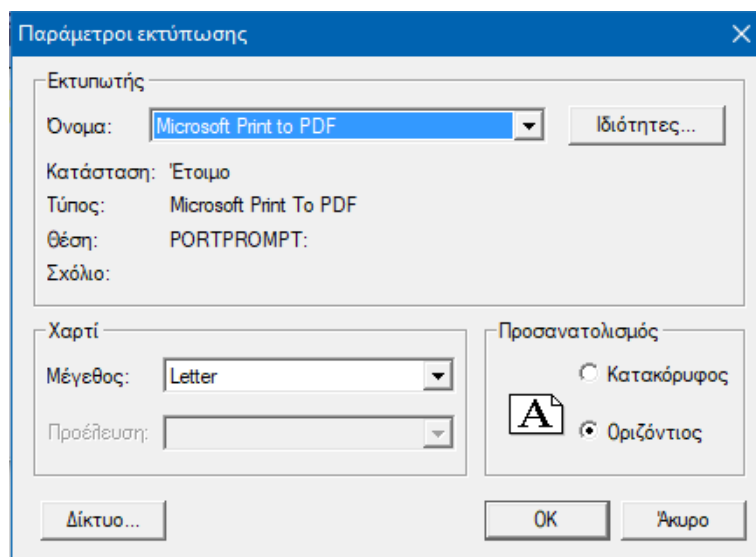
Στην επιλογή **Design Requirements** μπορείτε να προσαρμόσετε το πρότυπο αναφοράς.

Στην επιλογή **Print** (Ctrl+P) έχετε τη δυνατότητα να εκτυπώσετε τα μοντέλα που έχετε δημιουργήσει με πολλαπλές επιλογές.



Εικόνα 2.7 Η επιλογή Print

Με την επιλογή **Print Setup** μπορείτε να προσαρμόσετε τις επιλογές εκτύπωσης.



Εικόνα 2.8 Η επιλογή Print Setup

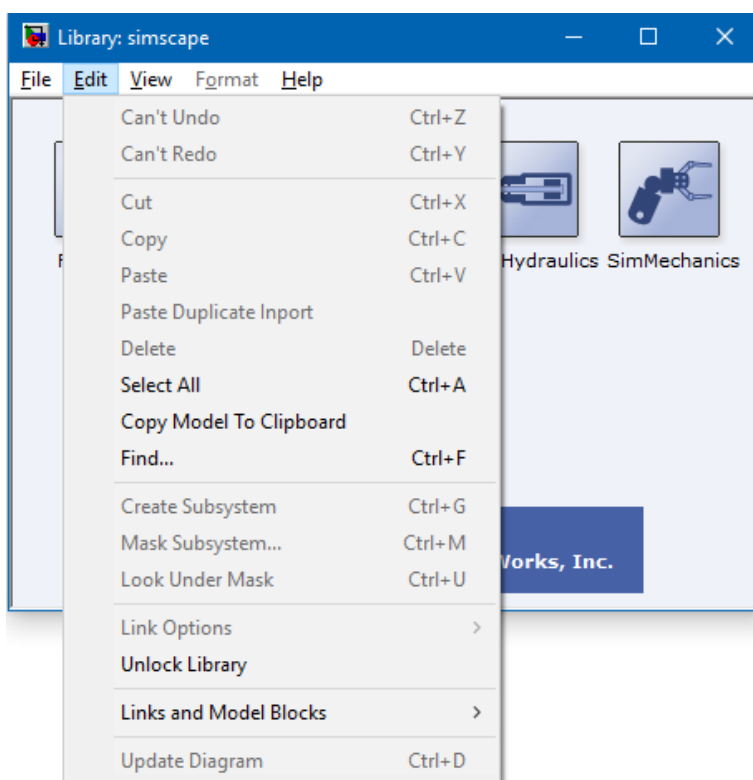
Με την επιλογή **Enable Tiled Printing** μπορείτε να ενεργοποιήσετε την κλιμάκωση κάθε διαγραμματικού μπλοκ κατά την διάρκεια της διαδικασίας εκτύπωσης έτσι ώστε να χωρά σε μία σελίδα.

Σε περίπτωση μεγάλου διαγράμματος, αυτή η αυτόματη κλιμάκωση μπορεί να κάνει δύσκολη την ανάγνωση της εικόνας που πρόκειται να εκτυπωθεί.

Η εκτύπωση με “πλακάκια” σας δίνει τη δυνατότητα να εκτυπώνετε ακόμη και τα μεγαλύτερα διαγράμματα μπλοκ χωρίς να θυσιάζετε τη σαφήνεια και τη λεπτομέρεια. Η εκτύπωση αυτή σας επιτρέπει να διανέμετε ένα διάγραμμα ροής σε πολλές σελίδες. Για παράδειγμα, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε πλακάκια για να διαιρέσετε ένα μοντέλο, με κάθε λευκό πλαίσιο και κάθε γκρι πλαίσιο να αντιπροσωπεύει ξεχωριστή εκτυπωμένη σελίδα.

Με την επιλογή **Exit MATLAB** (Ctrl+Q) κλείνετε το Simscape και το MATLAB.

2.2: Η επιλογή Edit της γραμμής εργαλείων



Εικόνα 2.9 Η επιλογή Edit της γραμμής εργαλείων

Με την επιλογή **Undo** (Ctrl+Z) αναιρείτε την τελευταία εντολή.

Με την επιλογή **Redo** (Ctrl+Y) εκτελείται ξανά η τελευταία εντολή.

Με την επιλογή **Cut** (Ctrl+X) γίνεται αποκοπή επιλεγμένων στοιχείων,

Με την επιλογή **Copy** (Ctrl+C) γίνεται αντιγραφή επιλεγμένων στοιχείων.

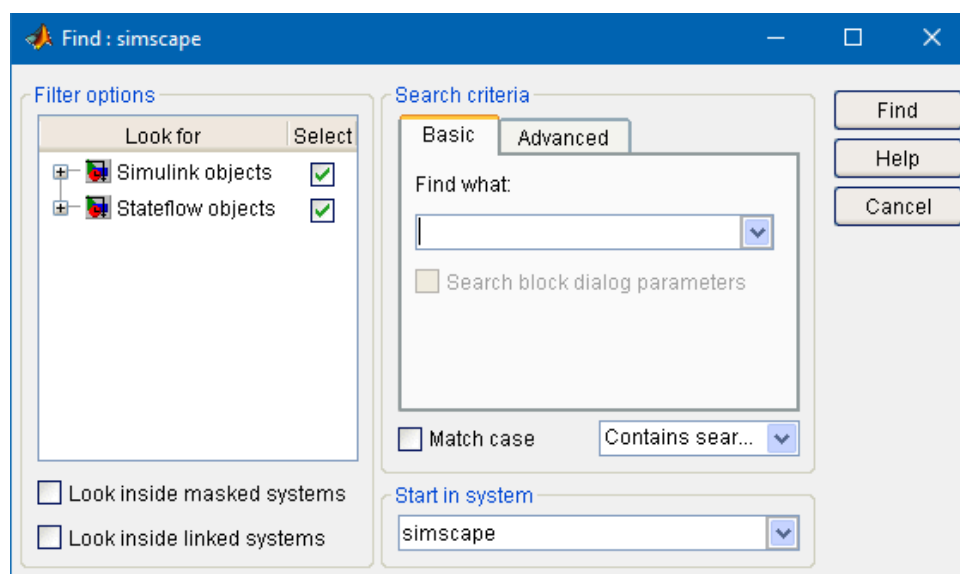
Με την επιλογή **Paste** (Ctrl+V) γίνεται η επικόλληση των αντιγραμμένων/αποκομμένων στοιχείων.

Με την επιλογή **Paste Duplicate Import** γίνεται επικόλληση διπλότυπων ενός μπλοκ εισαγωγής.

Με την επιλογή **Select All** (Ctrl+A) επιλέγουμε όλα τα στοιχεία.

Με την επιλογή **Copy Model to Clipboard** αντιγράφεται ολόκληρο το μοντέλο στο πρόχειρο.

Με την επιλογή **Find...** (Ctrl+F) ανοίγει το παράθυρο της αναζήτησης.



Εικόνα 2.10 Το παράθυρο αναζήτησης

Με την επιλογή **Create Subsystem** (Ctrl+G) δημιουργείται ένα ιεραρχικό μοντέλο πολλών επιπέδων.

Με την επιλογή **Mask Subsystem** (Ctrl+M) δημιουργεί μία μάσκα σε ένα υποσύστημα.

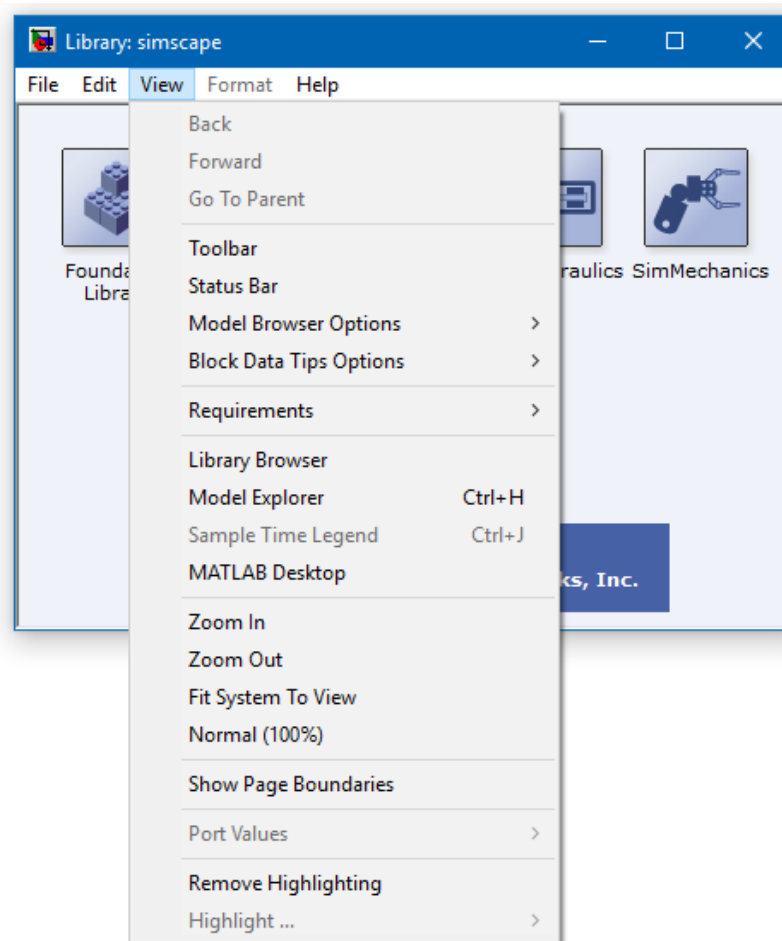
Με την επιλογή **Look Under Mask** (Ctrl+U) δείχνει τι υπάρχει κάτω από μία μάσκα.

Με την επιλογή **Unlock Library** ξεκλειδώνει τη βιβλιοθήκη.

Με την επιλογή **Links and Model Block** πραγματοποιείται ανανέωση του μοντέλου σε περίπτωση που οι προσθήκες δεν εμφανίζονται στο μοντέλο (Ctrl+K).

Με την επιλογή **Update Diagram** (Ctrl+D) ενημερώνει το τρέχον επιλεγμένο διάγραμμα.

2.3: Η επιλογή View της γραμμής εργαλείων



Εικόνα 2.11 Η επιλογή View της γραμμής εργαλείων

Με την επιλογή **Back** γίνεται μετάβαση πίσω.

Με την επιλογή **Forward** γίνεται μετάβαση στην επόμενη επιλογή.

Με την επιλογή **Go To Parent** γίνεται μετάβαση στην αρχή.

Με την επιλογή **Toolbar** εμφανίζεται/αποκρύπτεται η γραμμή εργαλείων.

Με την επιλογή **Status Bar** εμφανίζεται/αποκρύπτεται η γραμμή κατάστασης.

Με την επιλογή **Model Browser Options** εμφανίζονται ή αποκρύπτονται οι επιλογές:

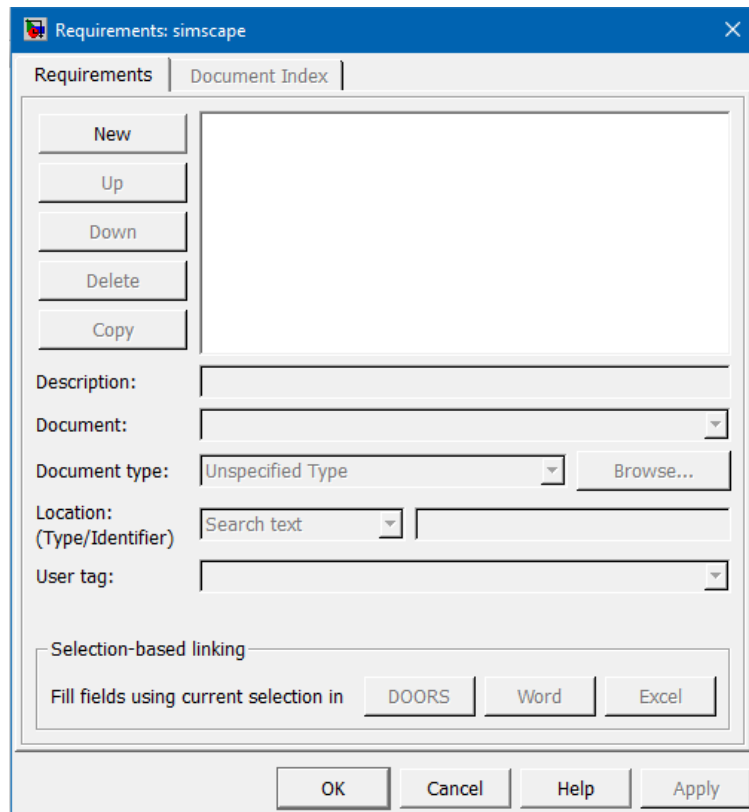
- **Model Browser**
- **Show Library Links**
- **Show Masked Subsystems**

Με την επιλογή **Block Data Tips Options** εμφανίζονται ή αποκρύπτονται οι επιλογές:

- **Block Name**
- **Parameter Names and Values**
- **User Description String**

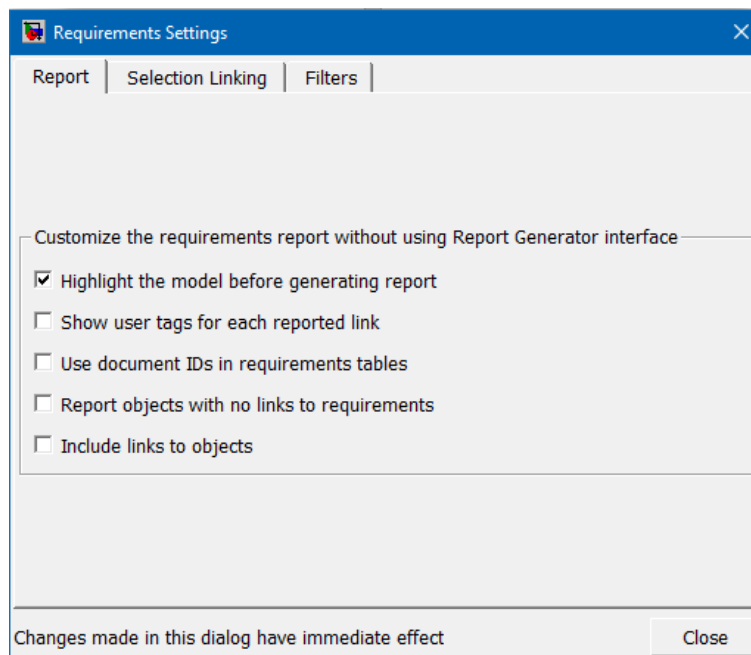
Στην επιλογή **Requirements** μπορούμε:

- Επιλέγοντας το **Add link to Word selection** να προσθέσουμε ένα link σε ένα αρχείο Word.
- Επιλέγοντας το **Add link to active Excel cell** να προσθέσουμε ένα link σε ένα κελί αρχείου Excel.
- Επιλέγοντας το **Edit/Add Links...** να επεξεργαστούμε τις απαιτήσεις για κάθε μοντέλο όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα



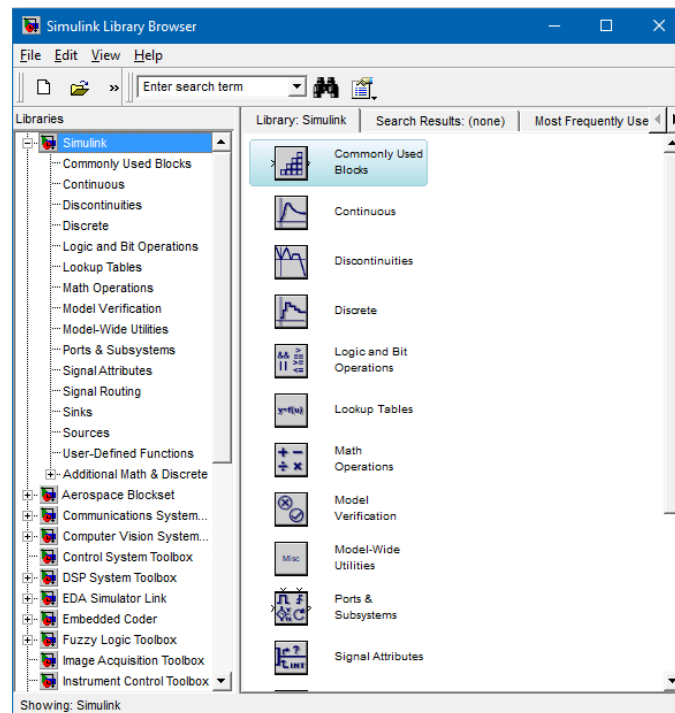
Εικόνα 2.12 Η επιλογή Edit/Add Links... στην επιλογή Requirements στην επιλογή View

- Επιλέγοντας το **Settings** μπορούμε να αλλάξουμε τις ρυθμίσεις των απαιτήσεων για κάθε μοντέλο όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα



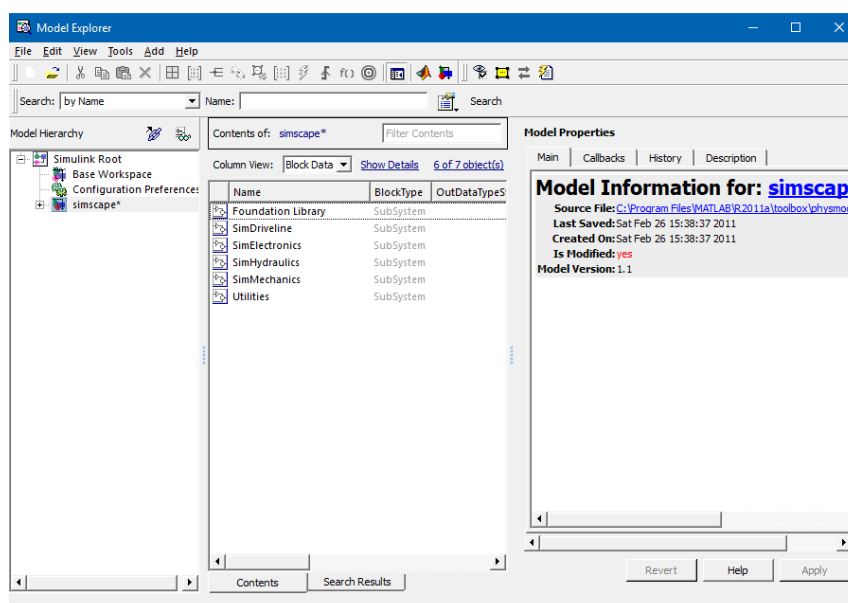
Εικόνα 2.13 Η επιλογή Settings στην επιλογή Requirements στην επιλογή View

Με την επιλογή **Library Browser** μπορούμε να δούμε την βιβλιοθήκη του Simscape.



Εικόνα 2.14 Η επιλογή Library Browser στην επιλογή View

Με την επιλογή **Model Explorer** (Ctrl+H) μπορούμε να δούμε λεπτομέρειες του τρέχοντος μοντέλου.



Εικόνα 2.15 Η επιλογή Model Explorer στην επιλογή View

Με την επιλογή **MATLAB Desktop** εμφανίζει στο προσκήνιο το MATLAB.

Με την επιλογή **Zoom In** πραγματοποιείται μεγέθυνση.

Με την επιλογή **Zoom Out** πραγματοποιείται σμίκρυνση.

Με την επιλογή **Fit System To View** το παράθυρο προσαρμόζεται ανάλογα στο εκάστοτε σύστημα.

Με την επιλογή **Normal(100%)** το παράθυρο επιστρέφει στην κανονική του αναλογία.

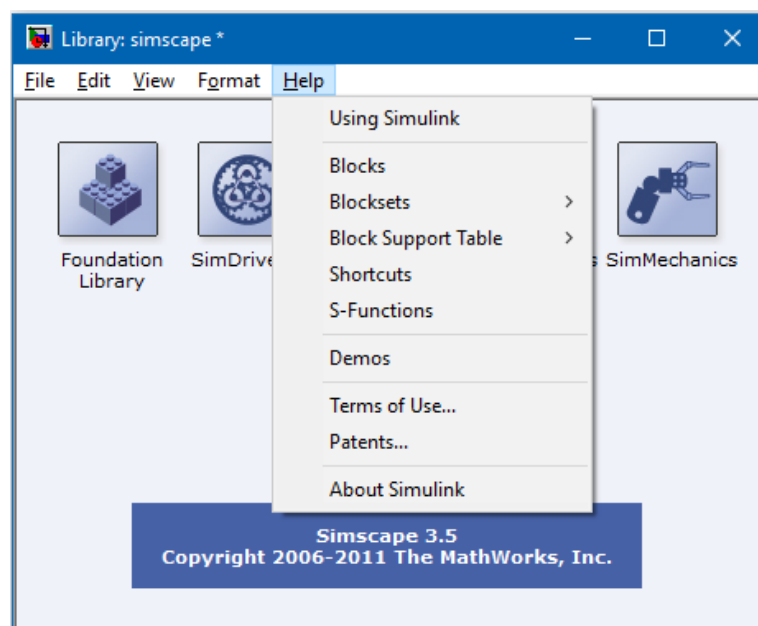
Με την επιλογή **Show Page Boundaries** εμφανίζονται τα όρια της σελίδας.

Με την επιλογή **Post Values** πραγματοποιείται εμφάνιση των τιμών που έχουν τα στοιχεία του μοντέλου.

Με την επιλογή **Remove Highlights** πραγματοποιείται κατάργηση των εμφάσεων.

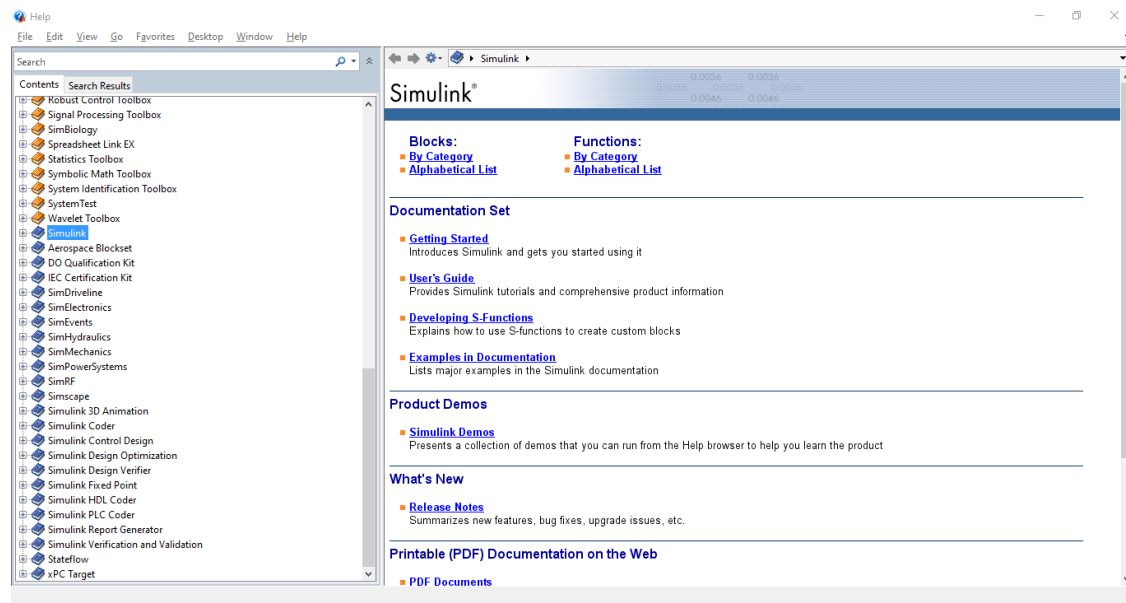
Με την επιλογή **Highlights** πραγματοποιείται έμφαση επιλεγμένων στοιχείων.

2.4: Η επιλογή Help της γραμμής εργαλείων



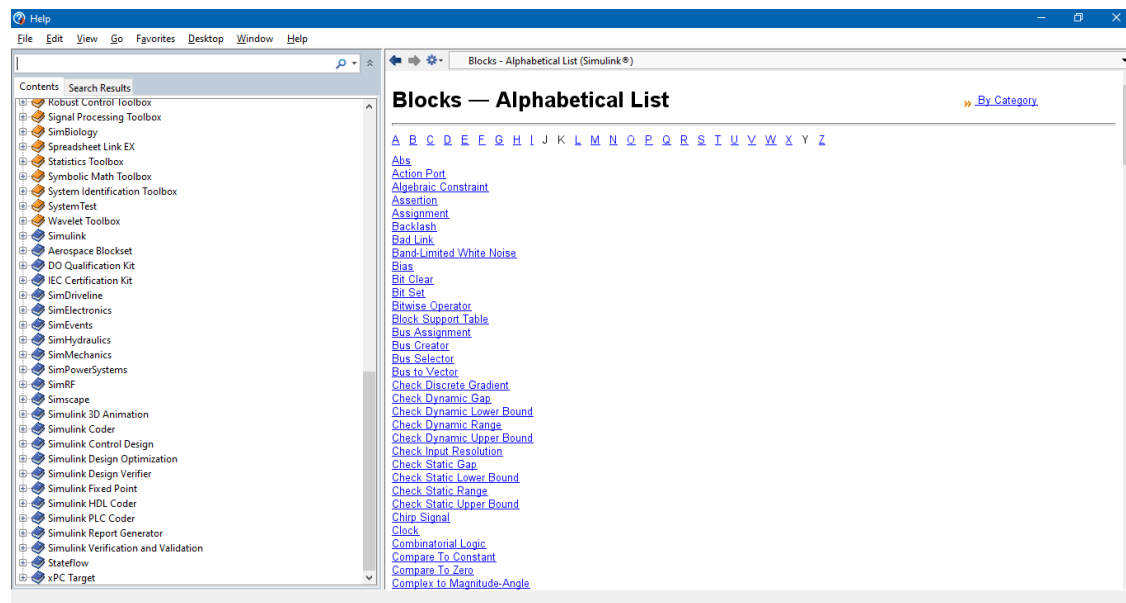
Εικόνα 2.16 Η επιλογή Help στην γραμμή εργαλείων του Simscape

Με την επιλογή **Using Simulink** ανοίγει ένα παράθυρο που εξηγεί το Simulink.



Εικόνα 2.17 Η επιλογή Using Simulink στην επιλογή Help

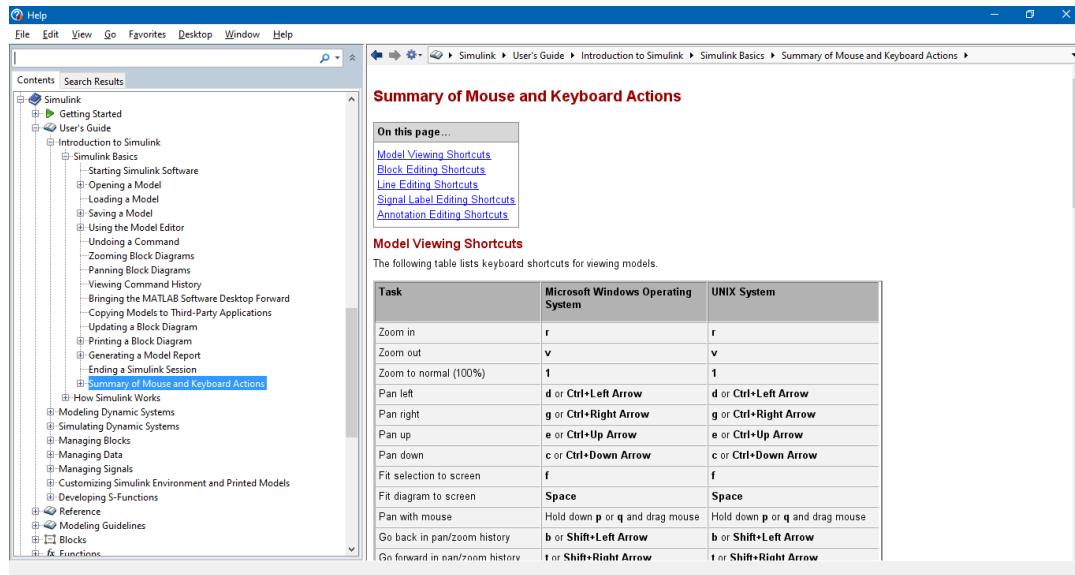
Με την επιλογή **Blocks** ανοίγει ένα παράθυρο που εξηγεί τα Blocks του Simscape.



Εικόνα 2.18 Η επιλογή Blocks στην επιλογή Help

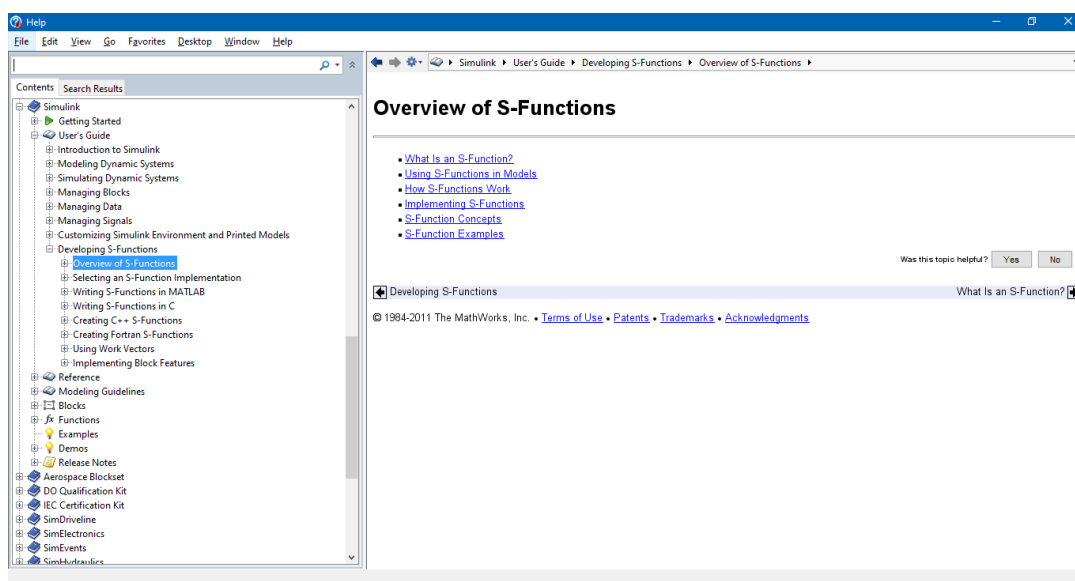
Με την επιλογή **Blocksets** εμφανίζεται μία λίστα από Blocksets για να επιλέξετε.

Με την επιλογή **Shortcuts** ανοίγει ένα παράθυρο που περιγράφει τις συντομεύσεις.



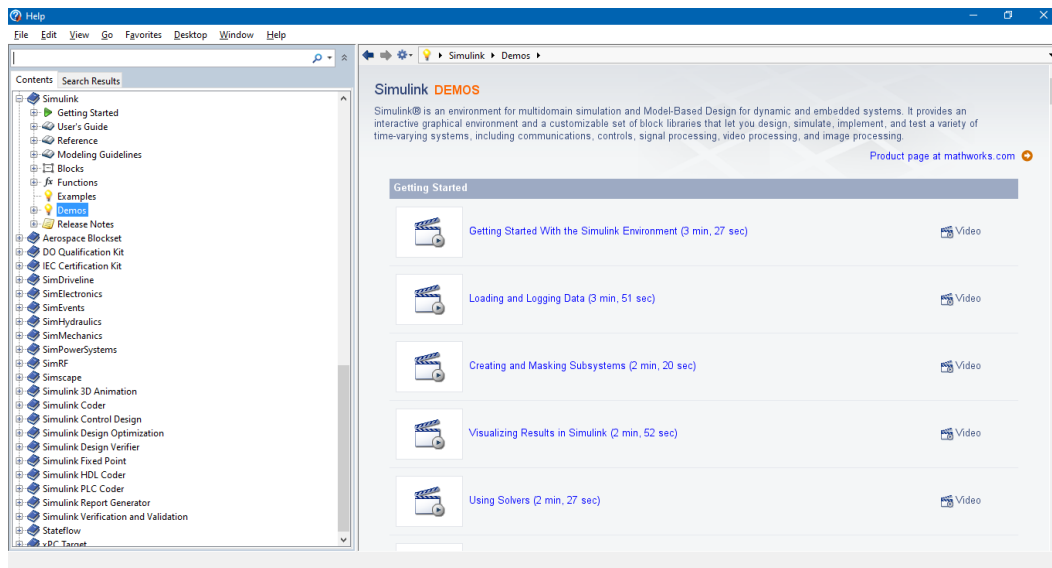
Εικόνα 2.19 Η επιλογή Shortcuts στην επιλογή Help

Με την επιλογή **S-Functions** ανοίγει ένα παράθυρο που περιγράφει τα S-Function.



Εικόνα 2.20 Η επιλογή S-Functions στην επιλογή Help

Με την επιλογή **Demos** ανοίγει ένα παράθυρο με τα demos του Simscape.



Εικόνα 2.21 Η επιλογή Demos στην επιλογή Help

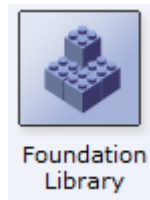
Με την επιλογή **Terms of Use** ανοίγει η συμφωνία άδειας χρήσης του λογισμικού.

Με την επιλογή **Patents...** ανοίγει ένα παράθυρο με τις πατέντες του Simscape.

Με την επιλογή **About Simulink** εμφανίζονται πληροφορίες σχετικά με το λογισμικό.

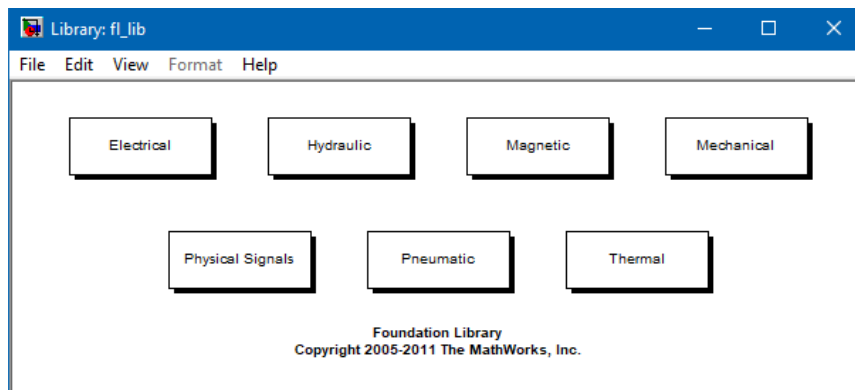
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ SIMSCAPE

3.1: Η Βασική Βιβλιοθήκη



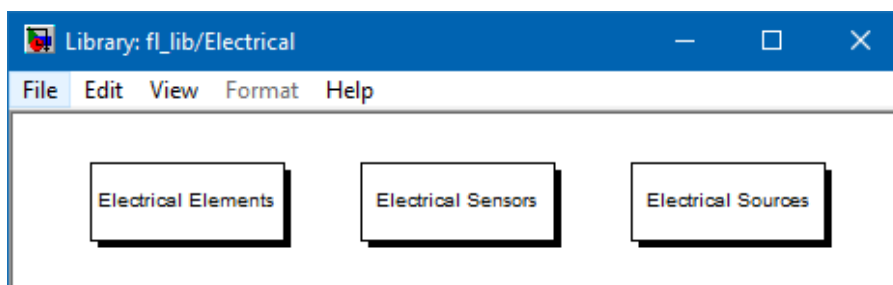
Εικόνα 3.1 Η βασική βιβλιοθήκη

Η βασική βιβλιοθήκη περιέχει βασικά υδραυλικά, μηχανικά, ηλεκτρικά, μαγνητικά, θερμικά, διαστικά ρευστά και φυσικά μπλοκ σήματος, όπως και μπλοκ θερμικών υγρών και φυσικού αερίου, οργανωμένα σε υποβιβλιοθήκες σύμφωνα με το πως χρησιμοποιείται τεχνικά αλλά και την λειτουργία που εκτελεί.



Εικόνα 3.2 Η βασική βιβλιοθήκη

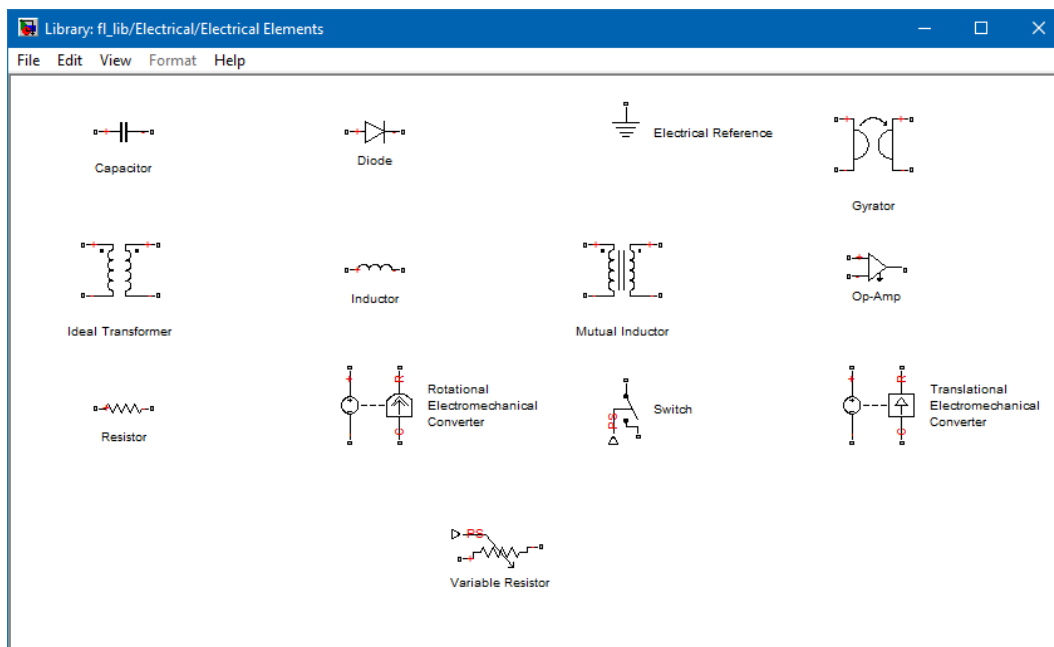
3.1.1: Τα ηλεκτρικά μπλοκ



Εικόνα 3.3 Τα ηλεκτρικά μπλοκ

3.1.1.1: Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα

Στα ηλεκτρικά μπλοκ της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα ηλεκτρικά εξαρτήματα όπως πηνία, δίοδοι, πυκνωτές κα.



Εικόνα 3.4 Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα

| Ηλεκτρικά Εξαρτήματα | Περιγραφή |
|--|---|
| Πυκνωτής (Capacitor) | Γραμμικός πυκνωτής σε ηλεκτρικά συστήματα |
| Δίοδος (Diode) | Γραμμική δίοδος σε ηλεκτρικά συστήματα |
| Γείωση (Electrical Reference) | Σύνδεση με γείωση |
| Περιστροφέας (Gyrator) | Ιδανικός περιστροφέας σε ηλεκτρικά συστήματα |
| Ιδανικός Μετασχηματιστής (Ideal Transformer) | Ιδανικός μετασχηματιστής σε ηλεκτρικά συστήματα |
| Πηνίο (Inductor) | Γραμμικό πηνίο σε ηλεκτρικά συστήματα |
| Αμοιβαίο Πηνίο (Mutual Inductor) | Αμοιβαία επαγωγή σε ηλεκτρικά συστήματα |
| Λειτουργικός Ενισχυτής (Op-Amp) | Ιδανικός λειτουργικός ενισχυτής |

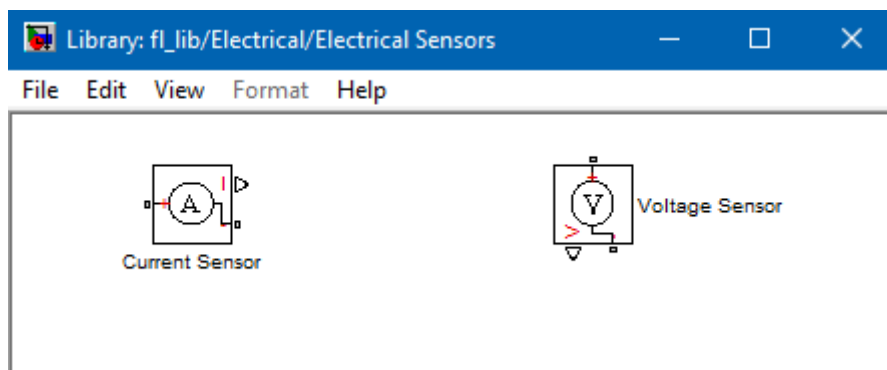
(σε συνέχεια)

| | |
|--|---|
| Περιστροφικός Ηλεκτρομηχανικός Μετατροπέας (Rotational Electromechanical Converter) | Διασύνδεση μεταξύ ηλεκτρικών και μηχανικών περιοχών περιστροφής |
| Διακόπτης (Switch) | Διακόπτης που ελέγχεται από εξωτερικό φυσικό σήμα |
| Μεταγωγικός Ηλεκτρομηχανικός Μετατροπέας (Translational Electromechanical Converter) | Διασύνδεση μεταξύ ηλεκτρικών και μηχανικών μεταγωγικών τομέων |
| Μεταβλητή Αντίσταση (Variable Resistor) | Γραμμική μεταβλητή αντίσταση σε ηλεκτρικά συστήματα |

Πίνακας 3.1 Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα

3.1.1.2: Οι ηλεκτρικοί αισθητήρες

Στους ηλεκτρικούς αισθητήρες της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ αισθητήρα ρεύματος και τάσης.



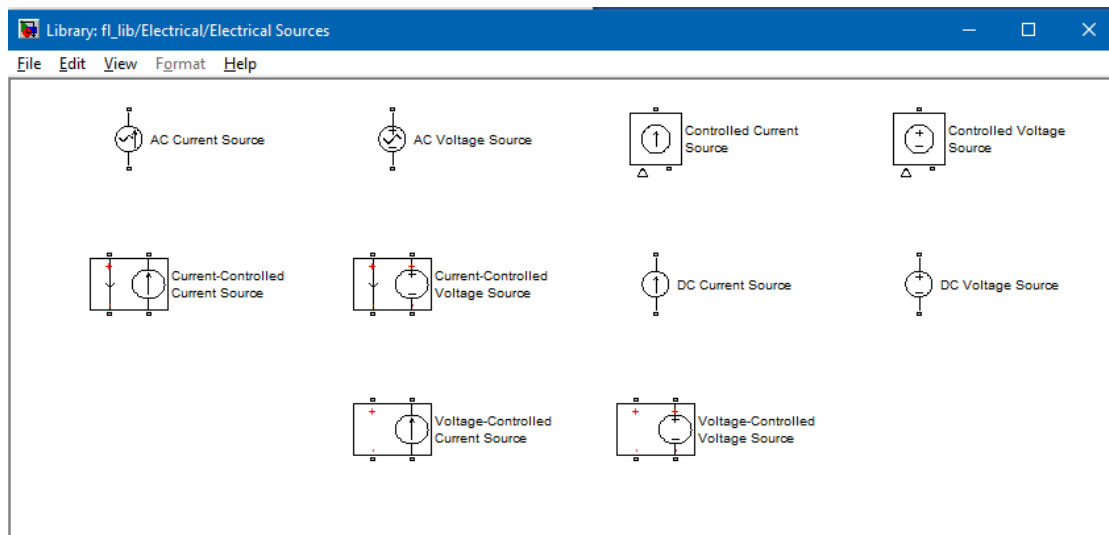
Εικόνα 3.5 Οι ηλεκτρικοί αισθητήρες

| Ηλεκτρικοί Αισθητήρες | Περιγραφή |
|--------------------------------------|--|
| Αισθητήρας Ρεύματος (Current Sensor) | Αισθητήρας ρεύματος σε ηλεκτρικά συστήματα |
| Αισθητήρας Τάσης (Voltage Sensor) | Αισθητήρας τάσης σε ηλεκτρικά συστήματα |

Πίνακας 3.2 Οι ηλεκτρικοί αισθητήρες

3.1.1.3: Οι ηλεκτρικές πηγές

Στις ηλεκτρικές πηγές της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ πηγής ρεύματος και τάσης.



Εικόνα 3.6 Οι ηλεκτρικές πηγές

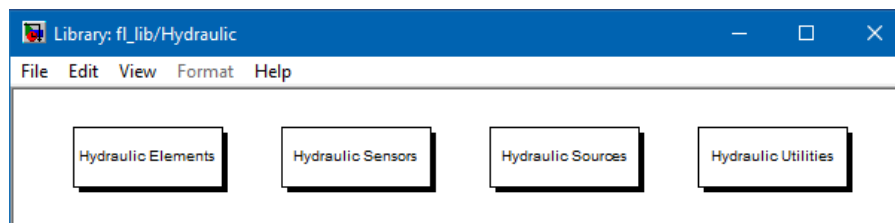
| Ηλεκτρικές Πηγές | Περιγραφή |
|--|--|
| Πηγή Συνεχόμενου Ρεύματος (AC Current Source) | Ιδανική ημιτονοειδής πηγή ρεύματος |
| Πηγή Εναλλασσόμενου Ρεύματος (AC Voltage Source) | Ιδανική σταθερή πηγή ρεύματος |
| Ελεγχόμενη Πηγή Ρεύματος (Controlled Current Source) | Ιδανική πηγή ρεύματος που κατευθύνεται από το σήμα εισόδου |
| Ελεγχόμενη Πηγή Τάσης (Controlled Voltage Source) | Ιδανική πηγή τάσης που κατευθύνεται από το σήμα εισόδου |
| Τρέχουσα Ελεγχόμενη Πηγή Ρεύματος (Current-Controlled Current Source) | Γραμμική πηγή ρεύματος ελεγχόμενη από ρεύμα |
| Πηγή Τροφοδοσίας ελεγχόμενη από το ρεύμα (Current-Controlled Voltage Source) | Γραμμική πηγή τάσης ελεγχόμενου ρεύματος |

(σε συνέχεια)

| | |
|---|---------------------------------|
| Πηγή Ρεύματος DC (DC Current Source) | Ιδανική πηγή συνεχούς ρεύματος |
| Πηγή Τροφοδοσίας Συνεχούς Ρεύματος (DC Voltage Source) | Ιδανική πηγή σταθερής τάσης |
| Πηγή Ρεύματος ελεγχόμενη από τάση (Voltage-Controlled Current Source) | Γραμμική πηγή ελεγχόμενης τάσης |
| Πηγή Τάσης ελεγχόμενη από τάση (Voltage-Controlled Voltage Source) | Γραμμική πηγή ελεγχόμενης τάσης |

Πίνακας 3.3 Οι ηλεκτρικές πηγές

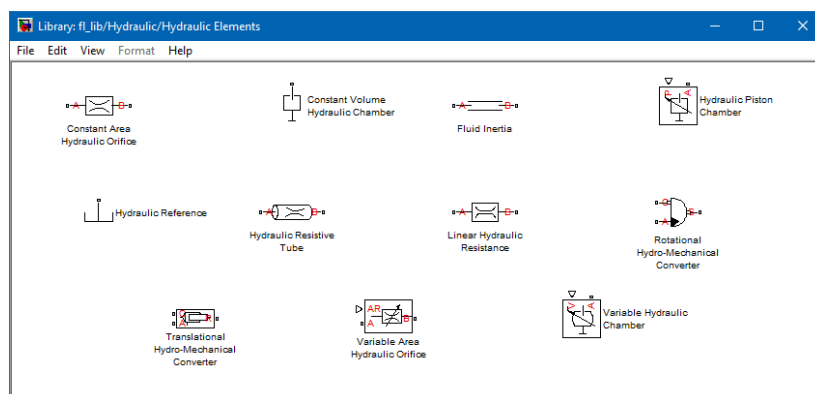
3.1.2: Τα υδραυλικά μπλοκ



Εικόνα 3.7 Τα υδραυλικά μπλοκ

3.1.2.1: Τα υδραυλικά εξαρτήματα

Στα υδραυλικά μπλοκ της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα υδραυλικά εξαρτήματα όπως στόμια, θαλάμους, υδραυλικούς μετατροπείς κα.



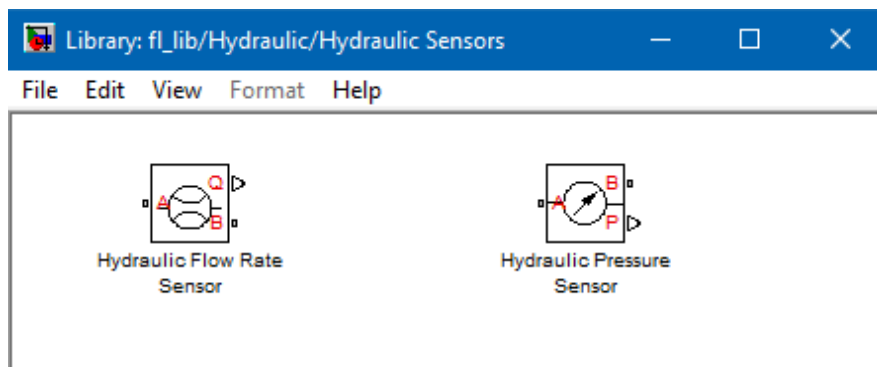
Εικόνα 3.8 Τα υδραυλικά εξαρτήματα

| Υδραυλικά Εξαρτήματα | Περιγραφή |
|--|---|
| Υδραυλικό Στόμιο Σταθερής Περιοχής (Constant Area Hydraulic Orifice) | Υδραυλικό στόμιο με σταθερή εγκάρσια τομή |
| Υδραυλικός Θάλαμος Σταθερού Όγκου (Constant Volume Hydraulic Chamber) | Υδραυλική χωρητικότητα σταθερού όγκου |
| Αδράνεια Ρευστού (Fluid Inertia) | Διαφορά πίεσης μεταξύ σωλήνα ή καναλιών λόγω αλλαγής της ταχύτητας του ρευστού |
| Υδραυλικός Θάλαμος Εμβολοφόρου (Hydraulic Piston Chamber) | Υδραυλική ισχύς μεταβλητού όγκου σε κυλίνδρους |
| Υδραυλική Γείωση (Hydraulic Reference) | Σύνδεση με την ατμοσφαιρική πίεση |
| Υδραυλικός Αντιστατικός Σωλήνας (Hydraulic Resistive Tube) | Υδραυλικός αγωγός ο οποίος αντιπροσωπεύει μόνο τις απώλειες λόγω τριβής |
| Γραμμική Υδραυλική Αντίσταση (Linear Hydraulic Resistance) | Υδραυλικό στοιχείο για τη ρύθμιση της αρχικής διαφοράς πίεσης μεταξύ δύο κόμβων |
| Περιστροφική Υδρομηχανική (Rotational Hydro-Mechanical) | Μετατροπέας διασύνδεσης μεταξύ υδραυλικών και μηχανικών περιοχών περιστροφής |
| Μεταγωγικός Υδρομηχανικός Μετατροπέας (Translational Hydro-Mechanical Converter) | Διεπαφή μεταξύ τομέων υδραυλικής και μηχανικής μετάφρασης |
| Υδραυλικό Στόμιο Μεταβλητής Περιοχής (Variable Area Hydraulic Orifice) | Υδραυλικό μεταβλητό στόμιο που δημιουργείται από κυλινδρικό καρούλι και μανίκι |
| Μεταβλητός Υδραυλικός Θάλαμος (Variable Hydraulic Chamber) | Υδραυλική χωρητικότητα μεταβλητού όγκου με συμπιεσμένο υγρό |

Πίνακας 3.4 Τα υδραυλικά εξαρτήματα

3.1.2.2: Οι υδραυλικοί αισθητήρες

Στους υδραυλικούς αισθητήρες της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ αισθητήρα ροής και πίεσης.



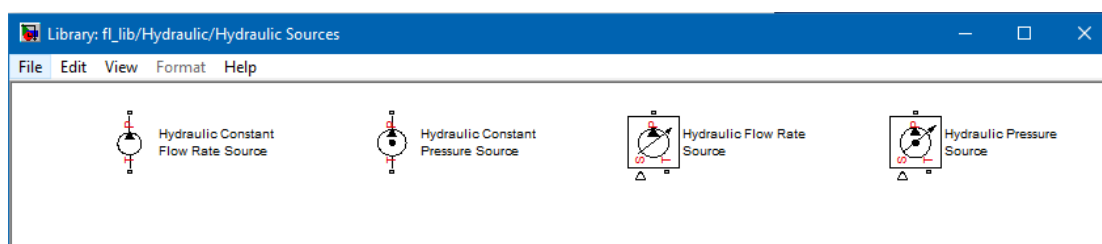
Εικόνα 3.9 Οι υδραυλικοί αισθητήρες

| Υδραυλικοί Αισθητήρες | Περιγραφή |
|---|-----------------------------------|
| Υδραυλικός Αισθητήρας Ροής (Hydraulic Flow Rate Sensor) | Ιδανικός μετρητής ροής |
| Υδραυλικός Αισθητήρας Πίεσης (Hydraulic Pressure Sensor) | Ιδανική συσκευή ανίχνευσης πίεσης |

Πίνακας 3.5 Οι υδραυλικοί αισθητήρες

3.1.2.3: Οι υδραυλικές πηγές

Στις υδραυλικές πηγές της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ υδραυλικής ροής και πηγής πίεσης.



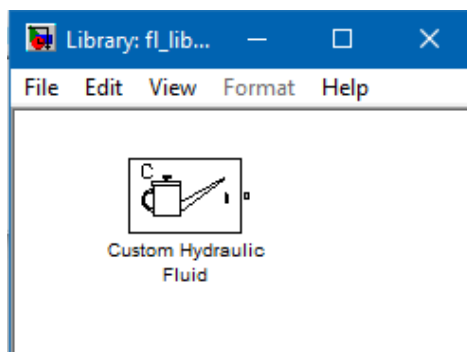
Εικόνα 3.10 Οι υδραυλικές πηγές

| Υδραυλικές Πηγές | Περιγραφή |
|---|--|
| Υδραυλική Σταθερή Πηγή Ροής (Hydraulic Constant Flow Rate Source) | Ιδανική πηγή υδραυλικής ενέργειας, που χαρακτηρίζεται από σταθερό ρυθμό ροής |
| Υδραυλική Σταθερή Πηγή Πίεσης (Hydraulic Constant Pressure Source) | Ιδανική πηγή υδραυλικής ενέργειας, που χαρακτηρίζεται από σταθερή πίεση |
| Υδραυλικής Πηγή Ροής (Hydraulic Flow Rate Source) | Ιδανική πηγή υδραυλικής ενέργειας, που χαρακτηρίζεται από ρυθμό ροής |
| Υδραυλική Πηγή Πίεσης (Hydraulic Pressure Source) | Ιδανική πηγή υδραυλικής ενέργειας, που χαρακτηρίζεται από πίεση |

Πίνακας 3.6 Οι υδραυλικές πηγές

3.1.2.4: Τα υδραυλικά βοηθητικά μέσα

Στα υδραυλικά βοηθητικά μέσα της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε βασικά μπλοκ υδραυλικής περιβάλλοντος, όπως το προσαρμοσμένο υδραυλικό υγρό.

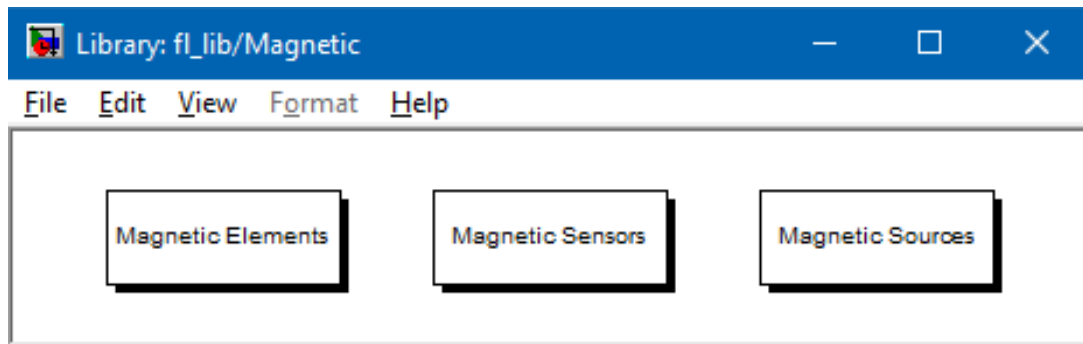


Εικόνα 3.11 Τα υδραυλικά βοηθητικά μέσα

| Υδραυλικά Βοηθητικά Μέσα | Περιγραφή |
|--|--|
| Προσαρμοσμένο Υδραυλικό Υγρό (Custom Hydraulic Fluid) | Ιδιότητες υγρού εργασίας, που καθορίζονται με τον καθορισμό τιμών παραμέτρων |

Πίνακας 3.7 Τα υδραυλικά βοηθητικά μέσα

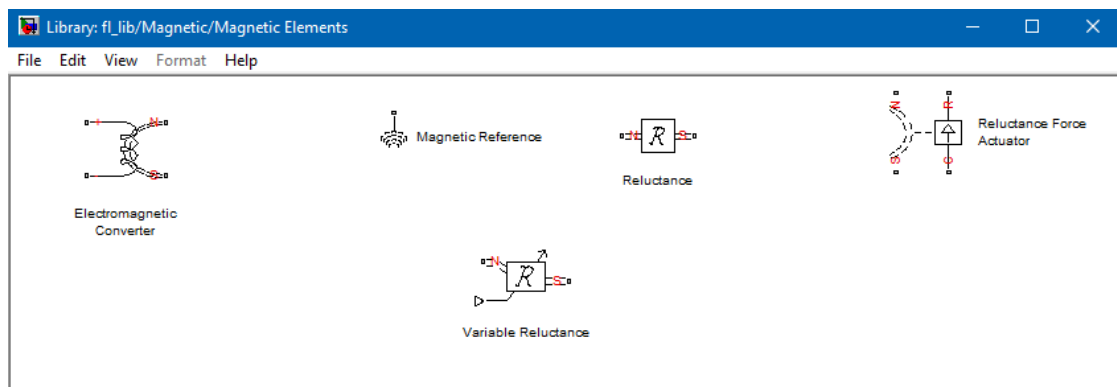
3.1.3: Τα μαγνητικά μπλοκ



Εικόνα 3.12 Τα μαγνητικά μπλοκ

3.1.3.1: Τα μαγνητικά εξαρτήματα

Στα μαγνητικά μπλοκ της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μαγνητικά εξαρτήματα όπως ηλεκτρομαγνητικούς μετατροπείς, ενεργοποιητές κα.



Εικόνα 3.13 Τα μαγνητικά εξαρτήματα

| Μαγνητικά Εξαρτήματα | Περιγραφή |
|---|--|
| Ηλεκτρομαγνητικός Μετατροπέας (Electromagnetic Converter) | Ηλεκτρομαγνητική συσκευή μετατροπής ενέργειας χωρίς απώλειες |
| Μαγνητική Γείωση (Magnetic Reference) | Σύνδεση γείωσης για μαγνητικές θύρες |

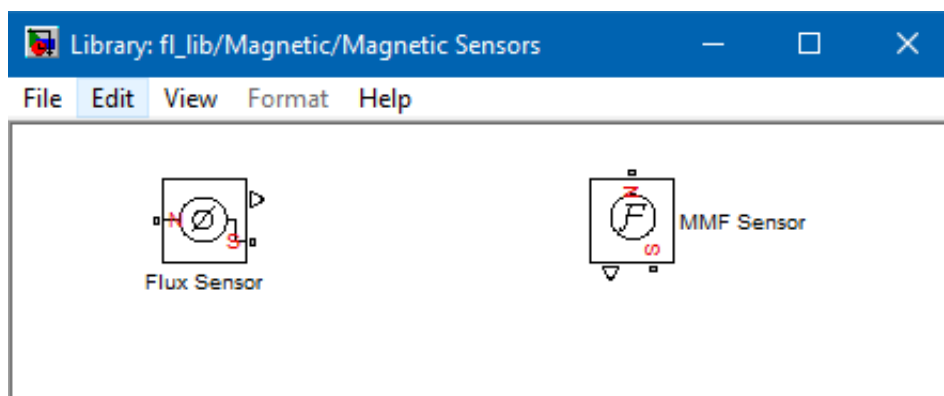
(σε συνέχεια)

| | |
|--|---|
| Ενεργοποιητής Δύναμης Αντίστασης (Reluctance Force Actuator) | Συσκευή κινούμενη μαγνητικά βασισμένη στη δύναμη της αντίστασης |
| Μεταβλητή Αντίσταση (Variable Reluctance) | Μεταβλητή αντίσταση στα ηλεκτρομαγνητικά συστήματα |

Πίνακας 3.8 Τα μαγνητικά εξαρτήματα

3.1.3.2: Οι μαγνητικοί αισθητήρες

Στους μαγνητικούς αισθητήρες της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ σωλήνων ροής κα.



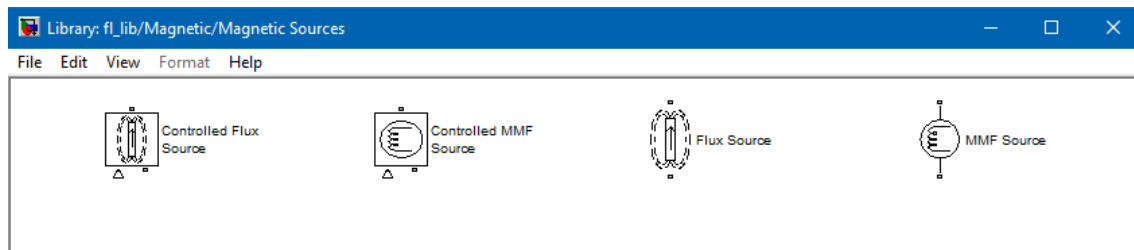
Εικόνα 3.14 Οι μαγνητικοί αισθητήρες

| Μαγνητικοί Αισθητήρες | Περιγραφή |
|--|---|
| Μαγνητικός Αισθητήρας Ροής (Flux Sensor) | Ιδανικός μαγνητικός αισθητήρας ροής |
| Αισθητήρας Δύναμης Μαγνητομηχανής (MMF Sensor) | Ιδανική αισθητήρας δύναμης μαγνητομηχανής |

Πίνακας 3.9 Οι μαγνητικοί αισθητήρες

3.1.3.3: Οι μαγνητικές πηγές

Στις μαγνητικές πηγές της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ μαγνητικής πηγής ροής κα.

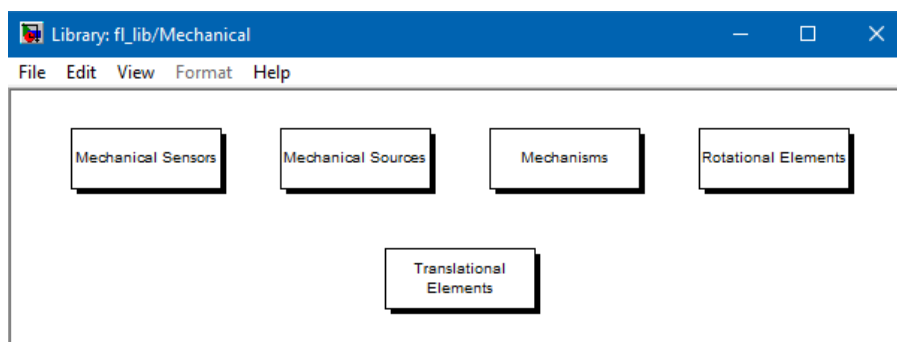


Εικόνα 3.15 Οι μαγνητικές πηγές

| Μαγνητικές Πηγές | Περιγραφή |
|--|--|
| Ελεγχόμενη Πηγή Ροής (Controlled Flux Source) | Ιδανική πηγή ροής, που κατευθύνεται από το σήμα εισόδου |
| Ελεγχόμενη Πηγή Δύναμης Μαγνητομηχανής (Controlled MMF Source) | Ιδανική πηγή δύναμης μαγνητομηχανής οδηγούμενη από το σήμα εισόδου |
| Πηγή Ροής (Flux Source) | Ιδανική πηγή ροής |
| Πηγή Δύναμης Μαγνητομηχανής (MMF Source) | Ιδανική πηγή δύναμης μαγνητομηχανής |

Πίνακας 3.10 Οι μαγνητικές πηγές

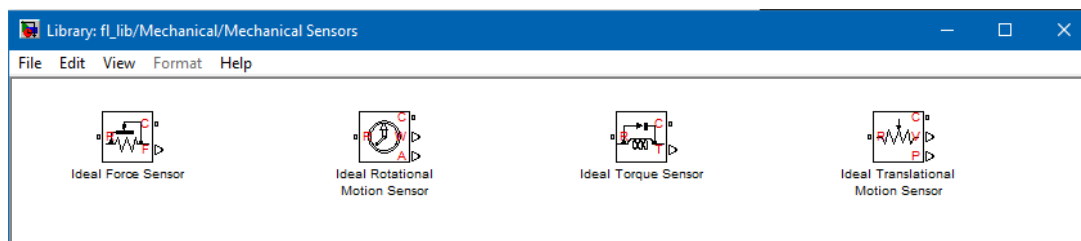
3.1.4: Τα μηχανικά μπλοκ



Εικόνα 3.16 Τα μηχανικά μπλοκ

3.1.4.1: Οι μηχανικοί αισθητήρες

Στους μηχανικούς αισθητήρες της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ περιστρεφόμενης και μεταγωγικής κίνησης, ροπής, αισθητήρα δύναμης.



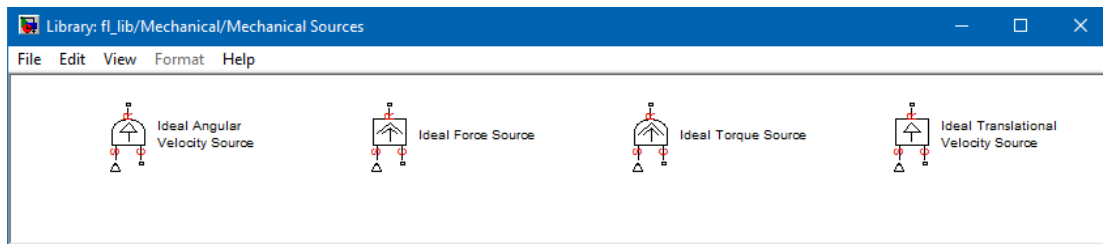
Εικόνα 3.17 Οι μηχανικοί αισθητήρες

| Μηχανικοί Αισθητήρες | Περιγραφή |
|---|--|
| Ιδανικός Αισθητήρας Δύναμης (Ideal Force Sensor) | Αισθητήρας δύναμης σε συστήματα μηχανικής μετάφρασης |
| Ιδανικός Αισθητήρας Περιστροφικής Κίνησης (Ideal Rotational Motion Sensor) | Αισθητήρας κίνησης σε μηχανικά συστήματα περιστροφής |
| Ιδανικός Αισθητήρας Ροπής (Ideal Torque Sensor) | Αισθητήρας ροπής σε μηχανικά συστήματα περιστροφής |
| Ιδανικός Αισθητήρας Κίνησης Μεταβίβασης (Ideal Translational Motion Sensor) | Ιδανικός αισθητήρας κίνησης μεταβίβασης |

Πίνακας 3.11 Οι μηχανικοί αισθητήρες

3.1.4.2: Οι μηχανικές πηγές

Στις μηχανικές πηγές της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ γωνιακής και μεταγωγικής ταχύτητας, ροπής, πηγής ισχύος.



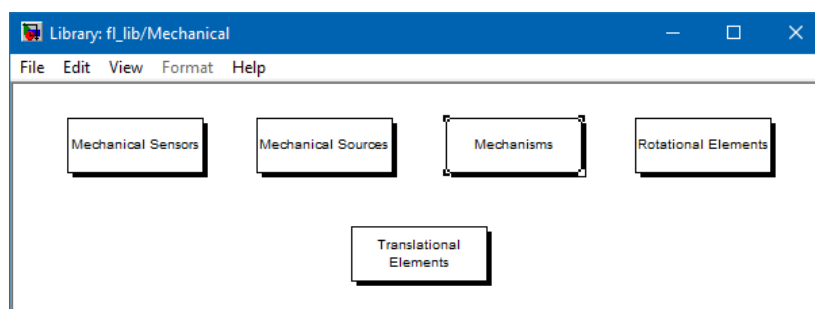
Εικόνα 3.18 Οι μηχανικές πηγές

| Μηχανικές Πηγές | Περιγραφή |
|--|--|
| Ιδανική Πηγή Γωνιακής Ταχύτητας (Ideal Angular Velocity Source) | Ιδανική πηγή γωνιακής ταχύτητας σε μηχανικά συστήματα περιστροφής |
| Ιδανική Πηγή Δύναμης (Ideal Force Source) | Ιδανική πηγή μηχανικής ενέργειας που παράγει δύναμη ανάλογη προς το σήμα εισόδου |
| Ιδανική Πηγή Ροπής (Ideal Torque Source) | Ιδανική πηγή μηχανικής ενέργειας που παράγει ροπή ανάλογη προς το σήμα εισόδου |
| Ιδανική Πηγή Μεταγωγικής Ταχύτητας (Ideal Translational Velocity Source) | Ιδανική πηγή γωνιακής ταχύτητας σε μηχανικά μεταγωγικά συστήματα |

Πίνακας 3.12 Οι μηχανικές πηγές

3.1.4.3: Οι μηχανισμοί

Στους μηχανισμοί της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε απλούς μηχανισμούς όπως το κιβώτιο ταχυτήτων, τον μοχλό, τον τροχό και τον άξονα.



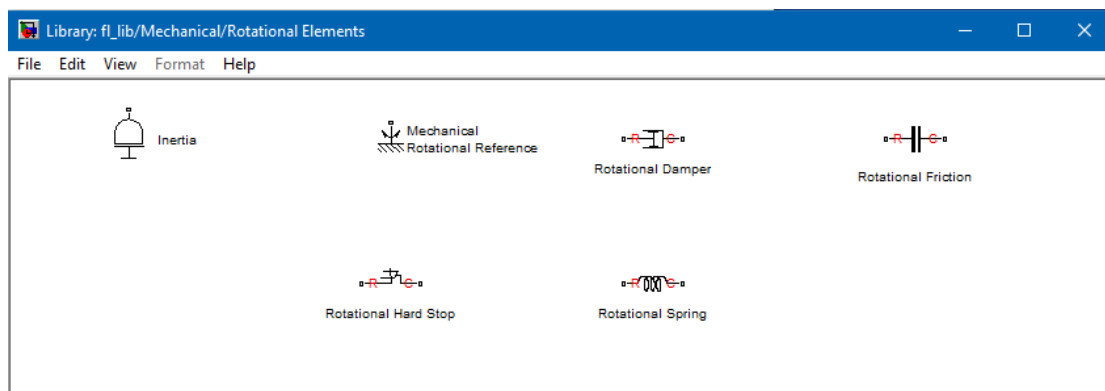
Εικόνα 3.19 Οι μηχανισμοί

| Μηχανισμοί | Περιγραφή |
|------------------------------------|---|
| Κιβώτιο Ταχυτήτων (Gear Box) | Κιβώτιο ταχυτήτων σε μηχανικά συστήματα |
| Μοχλός (Lever) | Γενικός μηχανικός μοχλός |
| Τροχός και Άξονας (Wheel and Axle) | Μηχανισμός τροχού και άξονα σε μηχανικά συστήματα |

Πίνακας 3.13 Οι μηχανισμοί

3.1.4.4: Τα εξαρτήματα περιστροφής

Στα εξαρτήματα περιστροφής της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε μηχανικά δομικά εξαρτήματα για περιστροφική κίνηση.



Εικόνα 3.20 Τα εξαρτήματα περιστροφής

| Εξαρτήματα Περιστροφής | Περιγραφή |
|---|---|
| Αδράνεια (Inertia) | Ιδανική μηχανική περιστροφική αδράνεια |
| Μηχανική Γείωση Περιστροφής (Mechanical Rotational Reference) | Σύνδεση γείωσης για μηχανικές περιστροφικές θύρες |
| Περιστροφικός Αποσβεστήρας (Rotational Damper) | Αμορτισέρ ιξώδους σε μηχανικά συστήματα περιστροφής |
| Περιστροφή Τριβής (Rotational Friction) | Τριβή σε επαφή μεταξύ περιστρεφόμενων σωμάτων |

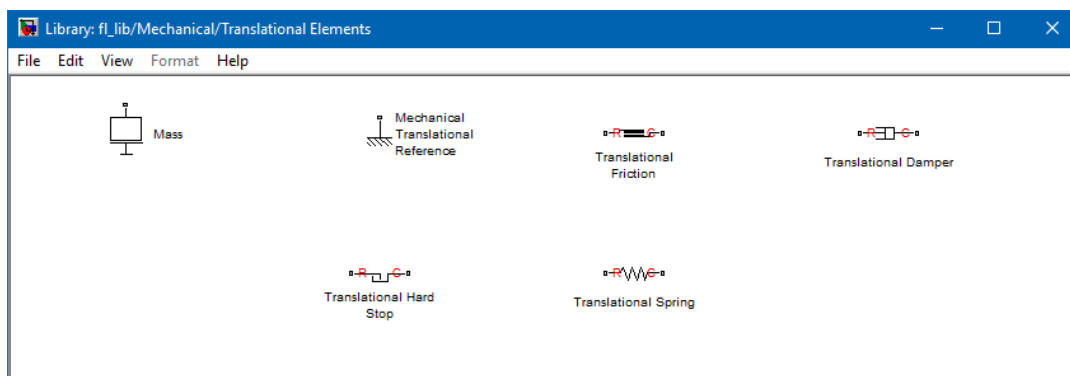
(σε συνέχεια)

| | |
|---|--|
| Περιστρεφόμενος Σκληρός Αναστολέας (Rotational Hard Stop) | Περιστροφικός σκληρός αναστολέας διπλής όψης |
| Περιστρεφόμενο Ελατήριο (Rotational Spring) | Ιδανικό ελατήριο σε μηχανικά συστήματα περιστροφής |

Πίνακας 3.14 Τα εξαρτήματα περιστροφής

3.1.4.5: Τα εξαρτήματα μεταβίβασης

Στα εξαρτήματα μεταβίβασης της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε μηχανικά δομικά εξαρτήματα για μεταγωγική κίνηση.



Εικόνα 3.21 Τα εξαρτήματα μεταβίβασης

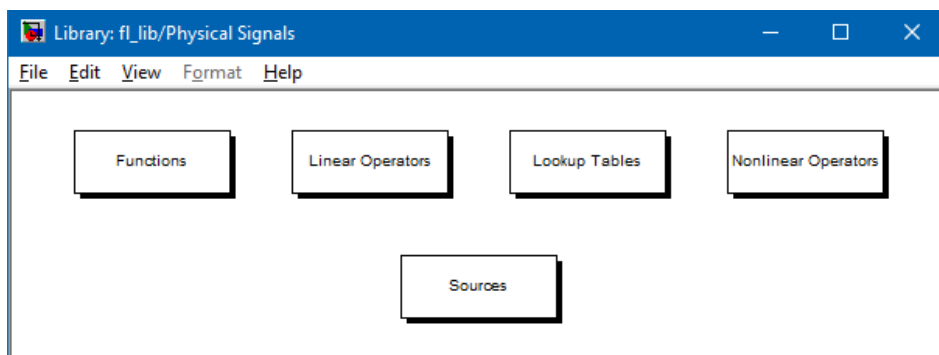
| Εξαρτήματα Μεταγωγής | Περιγραφή |
|--|---|
| Μάζα (Mass) | Ιδανική μηχανική μάζα μεταβίβασης |
| Μηχανική Γείωση Μεταβίβασης (Mechanical Translational Reference) | Σύνδεση γείωσης για θύρες μηχανικής μεταβίβασης |
| Μεταγωγική Τριβή (Translational Friction) | Τριβή στην επαφή μεταξύ κινούμενων σωμάτων |
| Μεταγωγικός Αποσβεστήρας (Translational Damper) | Αμορτισέρ σε μηχανικά συστήματα μεταγωγής |

(σε συνέχεια)

| | |
|--|--|
| Μεταγωγικός Σκληρός Αναστολέας (Translational Hard Stop) | Μεταγωγικός σκληρός αναστολέας διπλής όψης |
| Μεταγωγικό Ελατήριο (Translational Spring) | Ιδανική πηγή για συστήματα μηχανικής μεταγωγής |

Πίνακας 3.15 Τα εξαρτήματα μεταγωγής

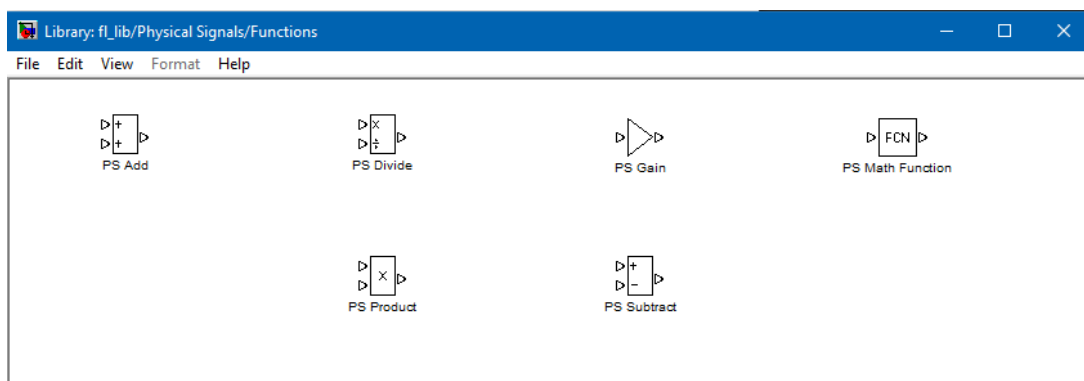
3.1.5: Τα μπλοκ φυσικών σημάτων



Εικόνα 3.22 Τα μπλοκ φυσικών σημάτων

3.1.5.1: Οι λειτουργίες των μπλοκ φυσικών σημάτων

Στις λειτουργίες των μπλοκ φυσικών σημάτων της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ που εκτελούν πράξεις μαθηματικών σε φυσικά σήματα.



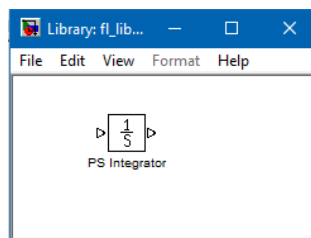
Εικόνα 3.23 Οι λειτουργίες των μπλοκ φυσικών σημάτων

| Λειτουργίες | Περιγραφή |
|--|--|
| Προσθήκη Φυσικού Σήματος (PS Add) | Προσθέστε δύο εισόδους φυσικού σήματος |
| Διαχωρισμός Φυσικού Σήματος (PS Divide) | Υπολογίστε την απλή κατανομή των δύο φυσικών σημάτων εισόδου |
| Κέρδος Φυσικού Σήματος (PS Gain) | Πολλαπλασιάστε το φυσικό σήμα εισόδου με σταθερά |
| Μαθηματική Λειτουργία Φυσικού Σήματος (PS Math Function) | Εφαρμόστε τη μαθηματική συνάρτηση στο φυσικό σήμα εισόδου |
| Γινόμενο Φυσικού Σήματος (PS Product) | Πολλαπλασιάστε δύο εισόδους φυσικού σήματος |
| Αφαίρεση Φυσικού Σήματος (PS Subtract) | Υπολογίστε την απλή αφαίρεση δύο εισόδους φυσικών σημάτων |

Πίνακας 3.16 Οι λειτουργίες των στοιχείων φυσικού σήματος

3.1.5.2: Οι γραμμικοί χειριστές

Στους γραμμικούς χειριστές των μπλοκ φυσικών σημάτων της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ που προσομοιώνουν συναρτήσεις συνεχούς χρόνου για φυσικά σήματα.



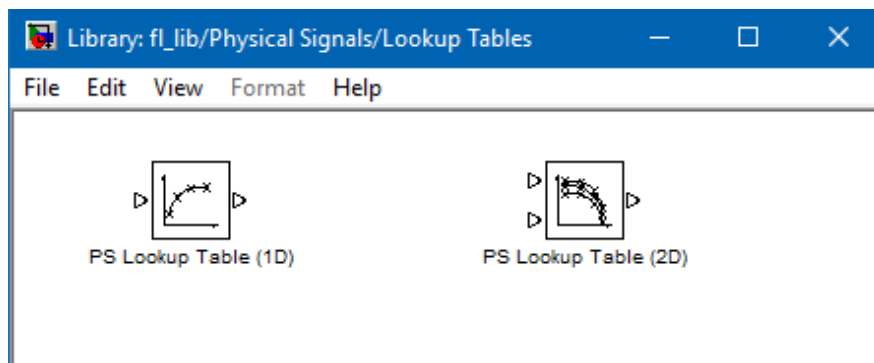
Εικόνα 3.24 Οι γραμμικοί χειριστές

| Γραμμικοί Χειριστές | Περιγραφή |
|---|----------------------------|
| Χειριστής Ενσωμάτωσης Φυσικού Σήματος (PS Integrator) | Ενσωματώστε το φυσικό σήμα |

Πίνακας 3.17 Οι γραμμικοί χειριστές

3.1.5.3: Οι πίνακες αναζήτησης

Στους πίνακες αναζήτησης των μπλοκ της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ που εκτελούν πίνακα αναζήτησης για τη δημιουργία φυσικών σημάτων.



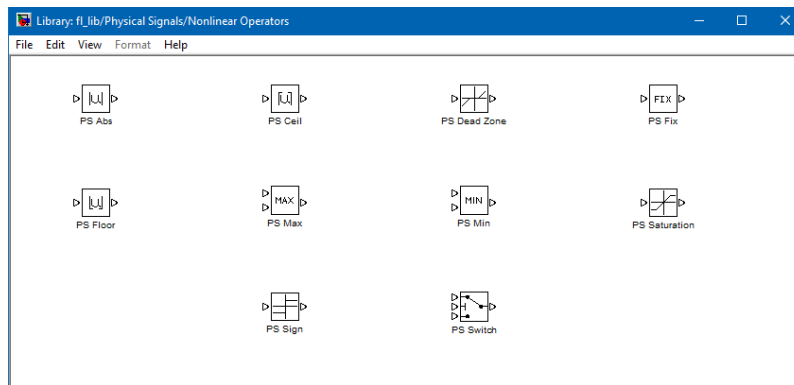
Εικόνα 3.25 Οι πίνακες αναζήτησης

| Πίνακες Αναζήτησης | Περιγραφή |
|---|--|
| Μονοδιάστατος Πίνακας Αναζήτησης Φυσικού Σήματος (PS Lookup Table [1D]) | Κατά προσέγγιση μονοδιάστατη λειτουργία χρησιμοποιώντας συγκεκριμένη μέθοδο αναζήτησης |
| Δισδιάστατος Πίνακας Αναζήτησης Φυσικού Σήματος (PS Lookup Table [2D]) | Κατά προσέγγιση δισδιάστατη λειτουργία χρησιμοποιώντας συγκεκριμένη μέθοδο αναζήτησης |

Πίνακας 3.18 Οι πίνακες αναζήτησης

3.1.5.4: Οι μη γραμμικοί χειριστές

Στους μη γραμμικούς χειριστές των μπλοκ φυσικών σημάτων της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ που προσομοιώνουν ασυνέχειες, όπως ο κορεσμός ή η νεκρή ζώνη, για φυσικά σήματα.

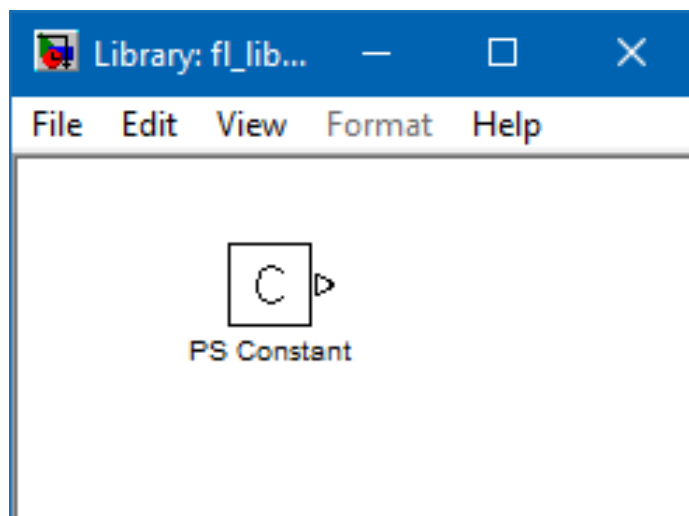


Εικόνα 3.26 Οι μη γραμμικοί χειριστές

| Μη Γραμμικοί Χειριστές | Περιγραφή |
|---|--|
| Απόλυτη Τιμή Φυσικού Σήματος (PS Abs) | Απόδοση απόλυτης τιμής του φυσικού σήματος εισόδου |
| Μικρότερος Ακέραιος Αριθμός Φυσικού Σήματος (PS Ceil) | Εξάγει τον μικρότερο ακέραιο αριθμό μεγαλύτερο ή ίσο με το φυσικό σήμα εισόδου |
| Νεκρή Ζώνη Φυσικού Σήματος (PS Dead Zone) | Παρέχεται μηδενική περιοχή εξόδου για φυσικά σήματα |
| Σταθεροποίηση Φυσικού Σήματος (PS Fix) | Στρογγυλή είσοδος φυσικού σήματος προς το μηδέν |
| Ακέραιος Αριθμός Φυσικού Σήματος (PS Floor) | Εξάγει τον μεγαλύτερο ακέραιο αριθμό μικρότερο ή ίσο με το φυσικό σήμα εισόδου |
| Μέγιστη Έξοδος Φυσικού Σήματος (PS Max) | Μέγιστη έξοδος δύο φυσικών σημάτων εισόδου |
| Ελάχιστη Έξοδος Φυσικού Σήματος (PS Min) | Ελάχιστη έξοδος δύο φυσικών σημάτων εισόδου |
| Κορεσμός Φυσικού Σήματος (PS Saturation) | Περιορίστε το φάσμα του φυσικού σήματος |
| Ένδειξη Εξόδου Φυσικού Σήματος (PS Sign) | Ένδειξη εξόδου του φυσικού σήματος εισόδου |
| Διακόπτης Φυσικού Σήματος (PS Switch) | Μονοπολικός διακόπτης διπλής ρίψης ελεγχόμενος από εξωτερικό φυσικό σήμα |

Πίνακας 3.19 Οι μη γραμμικοί χειριστές

3.1.5.5: Οι πηγές των μπλοκ φυσικών σημάτων

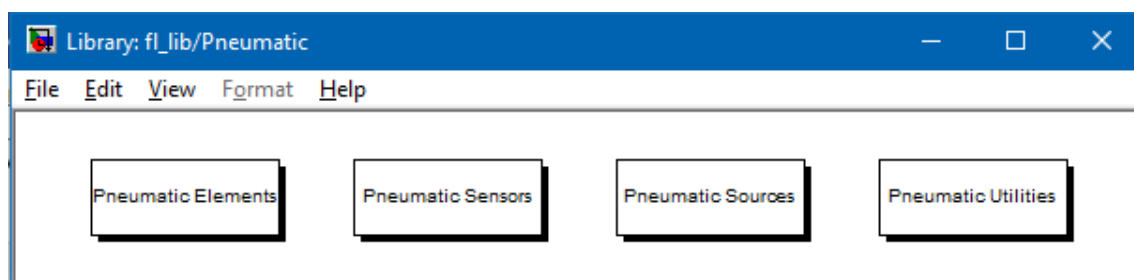


Εικόνα 3.27 Οι πηγές των μπλοκ φυσικών σημάτων

| Πηγές Φυσικών Σημάτων | Περιγραφή |
|------------------------------------|---|
| Αδιάκοπο Φυσικό Σήμα (PS Constant) | Δημιουργήστε σταθερό αδιάκοπο φυσικό σήμα |

Πίνακας 3.20 Οι πηγές των μπλοκ φυσικών σημάτων

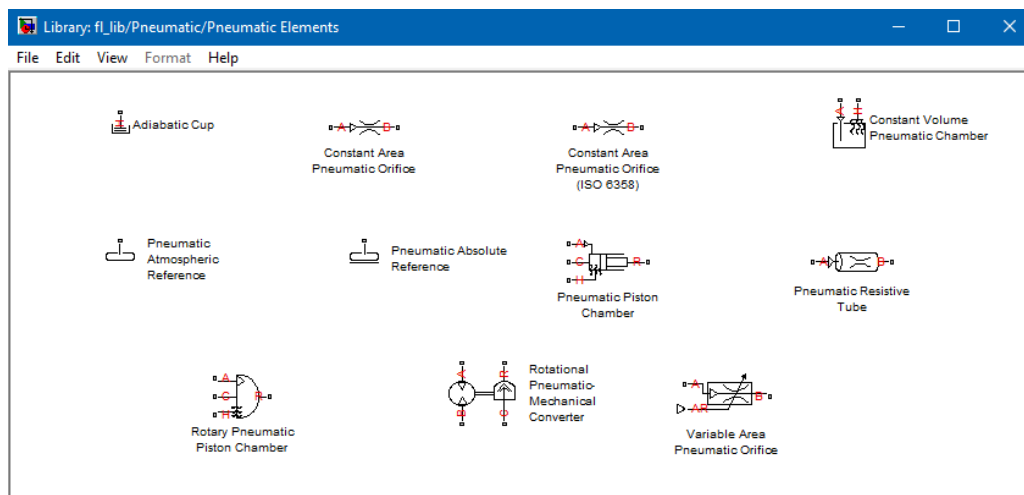
3.1.6: Τα πνευματικά μπλοκ



Εικόνα 3.28 Τα πνευματικά μπλοκ

3.1.6.1: Τα πνευματικά εξαρτήματα

Στα πνευματικά μπλοκ της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα πνευματικά εξαρτήματα.



Εικόνα 3.29 Τα πνευματικά εξαρτήματα

| Πνευματικά Εξαρτήματα | Περιγραφή |
|---|---|
| Αδιάβατο Κύπελλο (Adiabatic Cup) | Θερμικό στοιχείο χωρίς θερμική μάζα και τέλεια μόνωση |
| Πνευματικό Στόμιο Σταθερής Περιοχής (Constant Area Pneumatic Orifice) | Ανοιχτό στόμιο σε πνευματικά συστήματα |
| Πνευματικό Στόμιο Σταθερής περιοχής [ISO 6358] (Constant Area Pneumatic Orifice [ISO 6358]) | Πνευματικό στόμιο σταθερής περιοχής σύμφωνα με το πρότυπο ISO 6358 |
| Πνευματικός Θάλαμος Σταθερού Όγκου (Constant Volume Pneumatic Chamber) | Πεπιεσμένος θάλαμος σταθερού όγκου με βάση το νόμο περί ιδανικού αερίου |
| Πνευματική Ατμοσφαιρική Γείωση (Pneumatic Atmospheric Reference) | Σύνδεση της γείωσης για την πίεση και την θερμοκρασία του περιβάλλοντος για τις πνευματικές θύρες |

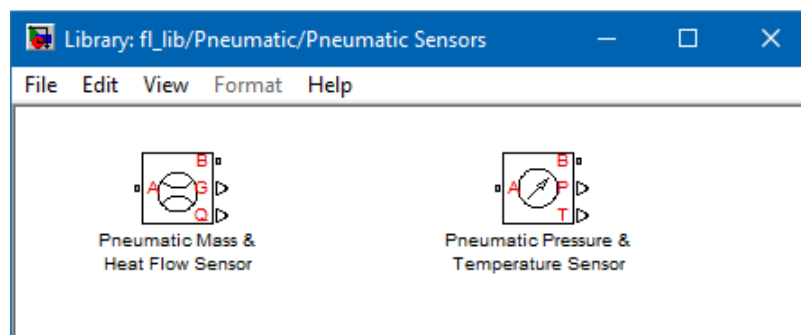
(σε συνέχεια)

| | |
|---|--|
| Πνευματική Απόλυτη Γείωση (Pneumatic Absolute Reference) | Σύνδεση της γείωσης σε μηδενική απόλυτη πίεση και θερμοκρασία για πνευματικές θύρες |
| Πνευματικός Θάλαμος Εμβολοφόρων (Pneumatic Piston Chamber) | Μεταφερόμενος θάλαμος πνευματικού εμβόλου με βάση τον ιδανικό νόμο για το αέριο |
| Πνευματικός Αντιστατικός Σωλήνας (Pneumatic Resistive Tube) | Πνευματικός σωλήνας για απώλεια πίεσης και προστιθέμενη θερμότητα λόγω της αντίστασης ροής |
| Περιστροφικός Πνευματικός Θάλαμος (Rotary Pneumatic Chamber) | Περιστροφικός πνευματικός θάλαμος εμβόλου με βάση τον ιδανικό νόμο για το αέριο |
| Περιστροφικός Πνευματικό-μηχανικός Μετατροπέας (Rotational Pneumatic-Mechanical Converter) | Διασύνδεση μεταξύ πνευματικών και μηχανικών περιοχών περιστροφής |
| Πνευματικό Στόμιο Μεταβλητής Περιοχής (Variable Area Pneumatic Orifice) | Ανοιχτό στόμιο μεταβλητής περιοχής σε πνευματικά συστήματα |

Πίνακας 3.21 Τα υδραυλικά εξαρτήματα

3.1.6.2: Οι πνευματικοί αισθητήρες

Στους πνευματικούς αισθητήρες της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ πνευματικών αισθητήρων.



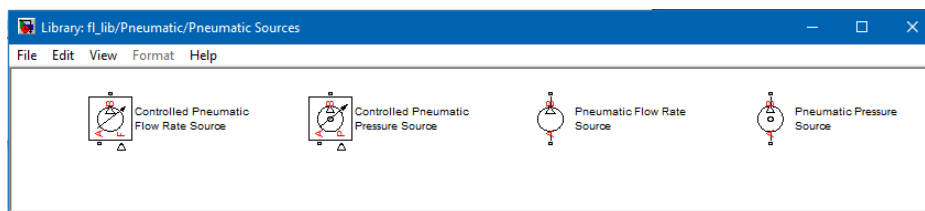
Εικόνα 3.30 Οι πνευματικοί αισθητήρες

| Πνευματικοί Αισθητήρες | Περιγραφή |
|--|--|
| Πνευματικός Αισθητήρας Ροής Μάζας και Θερμότητας (Pneumatic Mass & Heat Flow Sensor) | Ιδανικός αισθητήρας ροής μάζας και ροής θερμότητας |
| Πνευματικός Αισθητήρας Πίεσης και Θερμοκρασίας (Pneumatic Pressure & Temperature Sensor) | Ιδανική αισθητήρας πίεσης και θερμοκρασίας |

Πίνακας 3.22 Οι πνευματικοί αισθητήρες

3.1.6.3: Οι πνευματικές πηγές

Στις πνευματικές πηγές της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ πηγών πνευματικής πίεσης και ροής.



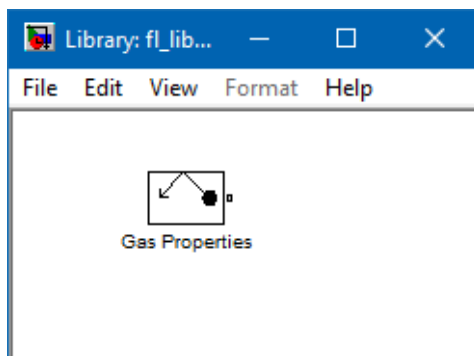
Εικόνα 3.31 Οι πνευματικές πηγές

| Πνευματικές Πηγές | Περιγραφή |
|---|---|
| Ελεγχόμενη Πηγή Πνευματικής Ροής (Controlled Pneumatic Flow Rate Source) | Ιδανικός συμπιεστής με ρυθμό ροής μάζας ελεγχόμενο από σήμα |
| Ελεγχόμενη Πηγή Πνευματικής Πίεσης (Controlled Pneumatic Pressure Source) | Ιδανικός συμπιεστής με διαφορά πίεσης ελεγχόμενη από σήμα |
| Πηγή Πνευματικής Ροής (Pneumatic Flow Rate Source) | Ιδανικός συμπιεστής με σταθερό ρυθμό ροής μάζας |
| Πηγή Πνευματικής Πίεσης (Pneumatic Pressure Source) | Ιδανικός συμπιεστής με σταθερή διαφορά πίεσης |

Πίνακας 3.23 Οι πνευματικές πηγές

3.1.6.4: Τα πνευματικά βοηθητικά μέσα

Στα πνευματικά βοηθητικά μέσα της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε βασικά πεπεσμένα πεδία πεπεσμένου αέρα, όπως ιδιότητες αερίου.

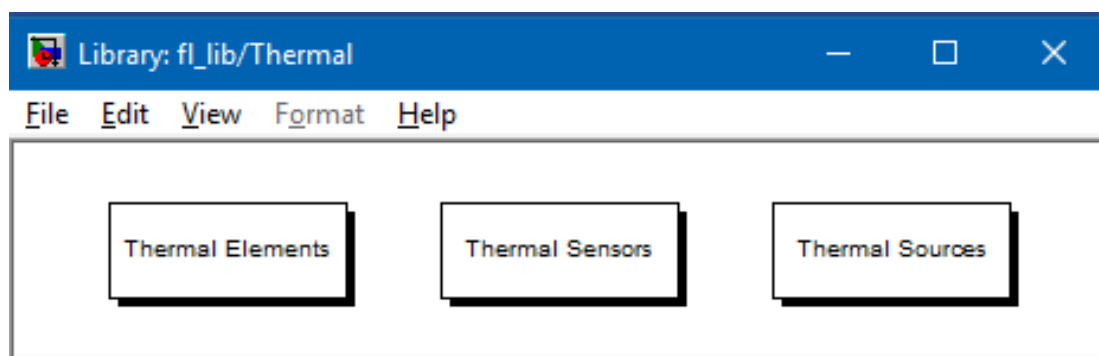


Εικόνα 3.32 Τα πνευματικά βοηθητικά μέσα

| Πνευματικά Βοηθητικά Μέσα | Περιγραφή |
|-----------------------------------|---|
| Ιδιότητες Αερίου (Gas Properties) | Παγκόσμιες ιδιότητες αερίου για συνδεδεμένο κύκλωμα |

Πίνακας 3.24 Τα πνευματικά βοηθητικά μέσα

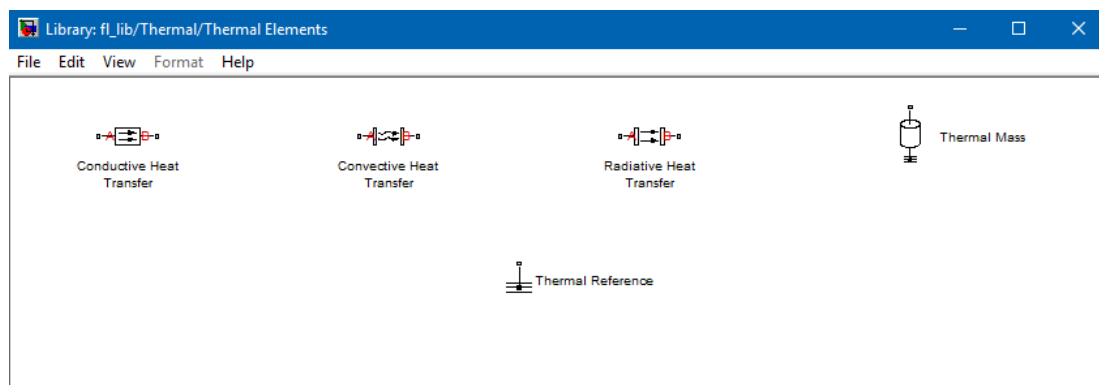
3.1.7: Τα θερμικά μπλοκ



Εικόνα 3.33 Τα θερμικά μπλοκ

3.1.7.1: Τα θερμικά εξαρτήματα

Στα θερμικά μπλοκ της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα θερμικά δομικά στοιχεία, όπως η θερμική μάζα και διάφορα άλλα μπλοκ μεταφοράς θερμότητας.



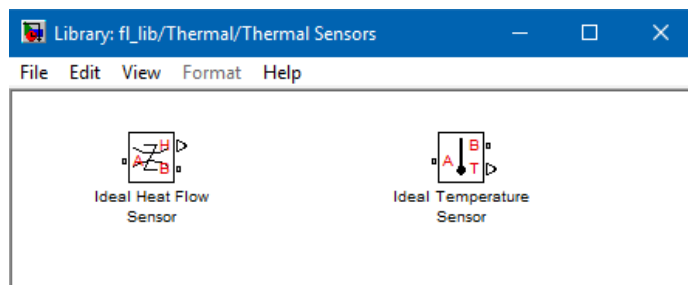
Εικόνα 3.34 Τα θερμικά εξαρτήματα

| Θερμικά Εξαρτήματα | Περιγραφή |
|---|------------------------------------|
| Αγωγιμότητα Μεταφορά Θερμότητας (Conductive Heat Transfer) | Μεταφορά θερμότητας με αγωγή |
| Μεταγωγική Μεταφορά Θερμότητας (Convective Heat Transfer) | Μεταφορά θερμότητας με μεταγωγή |
| Ακτινοβολούμενη Μεταφορά Θερμότητας (Radiative Heat Transfer) | Μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία |
| Θερμική Μάζα (Thermal Mass) | Μάζα σε θερμικά συστήματα |
| Θερμική Γείωση (Thermal Reference) | Σύνδεση γείωσης για θερμικές θύρες |

Πίνακας 3.25 Τα θερμικά εξαρτήματα

3.1.7.2: Οι θερμικοί αισθητήρες

Στους θερμικούς αισθητήρες της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ αισθητήρα θερμοκρασίας και θερμότητας.



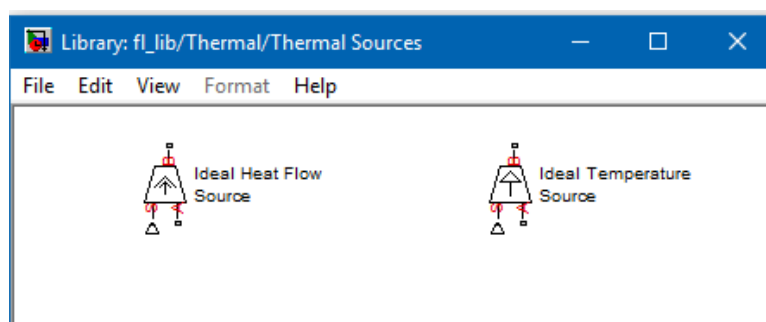
Εικόνα 3.35 Οι θερμικοί αισθητήρες

| Θερμικοί Αισθητήρες | Περιγραφή |
|--|-----------------------------------|
| Ιδανικός Αισθητήρας Ροής Θερμότητας (Ideal Heat Flow Sensor) | Ιδανικός μετρητής ροής θερμότητας |
| Ιδανικός Θερμοκρασίας (Ideal Temperature Sensor) | Ιδανικός αισθητήρας θερμοκρασίας |

Πίνακας 3.26 Οι θερμικοί αισθητήρες

3.1.7.3: Οι θερμικές πηγές

Στις θερμικές πηγές της βασικής βιβλιοθήκης βρίσκουμε τα μπλοκ πηγής θερμοκρασίας και θερμότητας.

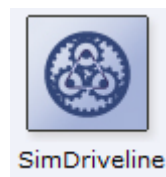


Εικόνα 3.36 Οι θερμικές πηγές

| Θερμικές Πηγές | Περιγραφή |
|--|---|
| Ιδανική Πηγή Ροής Θερμότητας (Ideal Heat Flow Source) | Σταθερή πηγή θερμικής ενέργειας, που χαρακτηρίζεται από τη ροή θερμότητας |
| Ιδανική Πηγή Θερμοκρασίας (Ideal Temperature Source) | Σταθερή πηγή θερμικής ενέργειας, που χαρακτηρίζεται από τη θερμοκρασία |

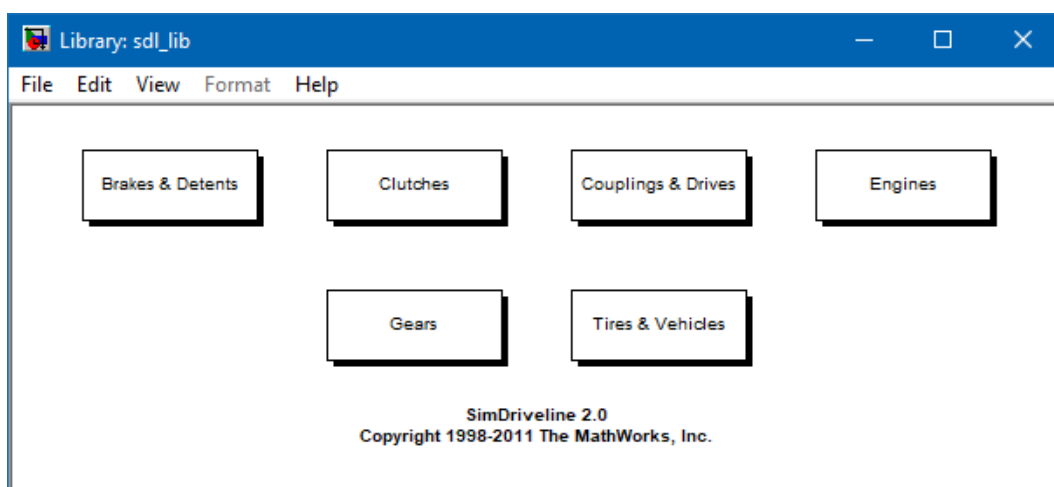
Πίνακας 3.27 Οι θερμικές πηγές

3.2: Η βιβλιοθήκη SimDriveline



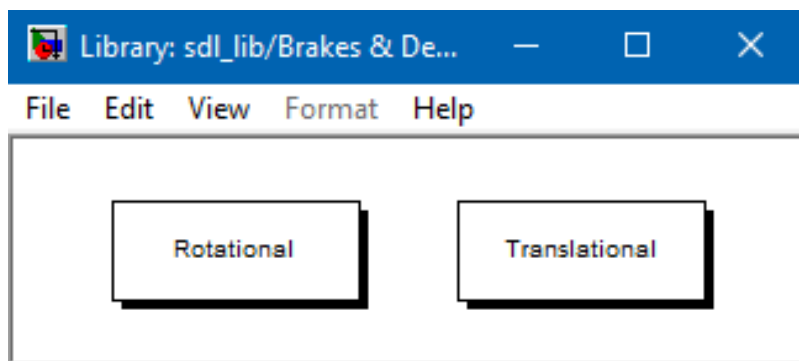
Εικόνα 3.37 Η βιβλιοθήκη SimDriveline

Το μοντέλο Driveline χρησιμοποιεί μια φυσική προσέγγιση δικτύου, όπου τα μπλοκ Simscape αντιστοιχούν σε φυσικά στοιχεία, όπως συμπλέκτες, γρανάζια και κιβώτια ταχυτήτων. Οι γραμμές που συνδέουν αυτά τα μπλοκ αντιστοιχούν στις φυσικές συνδέσεις που μεταδίδουν ισχύ. Τα μοντέλα που προκύπτουν σάς επιτρέπουν να περιγράψετε τη φυσική δομή ενός συστήματος και όχι τα υποκείμενα μαθηματικά.



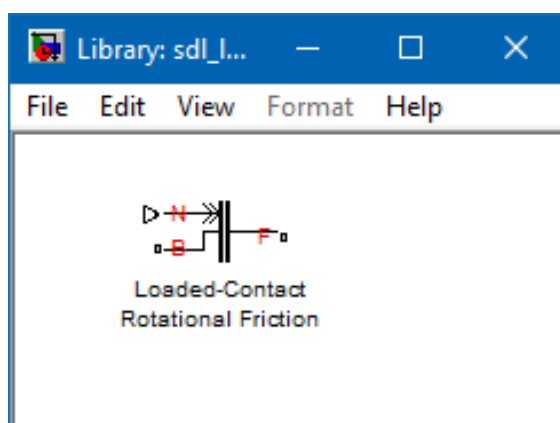
Εικόνα 3.38 Η βιβλιοθήκη SimDriveline

3.2.1: Τα μπλοκ φρένα και κραδασμοί



Εικόνα 3.39 Τα μπλοκ φρένα και κραδασμοί

3.2.1.1: Τα περιστροφικά μπλοκ των μπλοκ φρένα και κραδασμοί

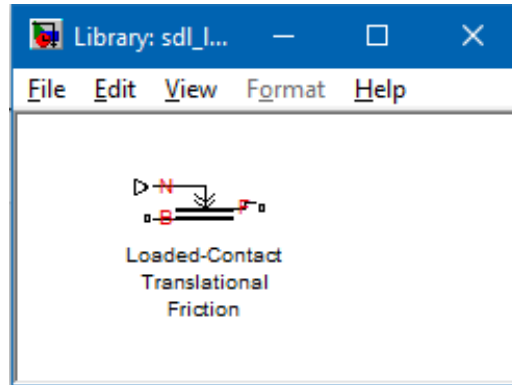


Εικόνα 3.40 Τα περιστροφικά μπλοκ των μπλοκ φρένα και κραδασμοί

| Περιστροφικά Μπλοκ | Περιγραφή |
|--|--|
| Περιστρεφόμενη Τριβή Φορτίου – Επαφής (Loaded-Contact Rotational Friction) | Τριβή φορτισμένης επαφής μεταξύ δύο ολισθαίνων σωμάτων |

Πίνακας 3.28 Τα περιστροφικά μπλοκ των μπλοκ φρένα και κραδασμοί

3.2.1.2: Τα μεταγωγικά μπλοκ

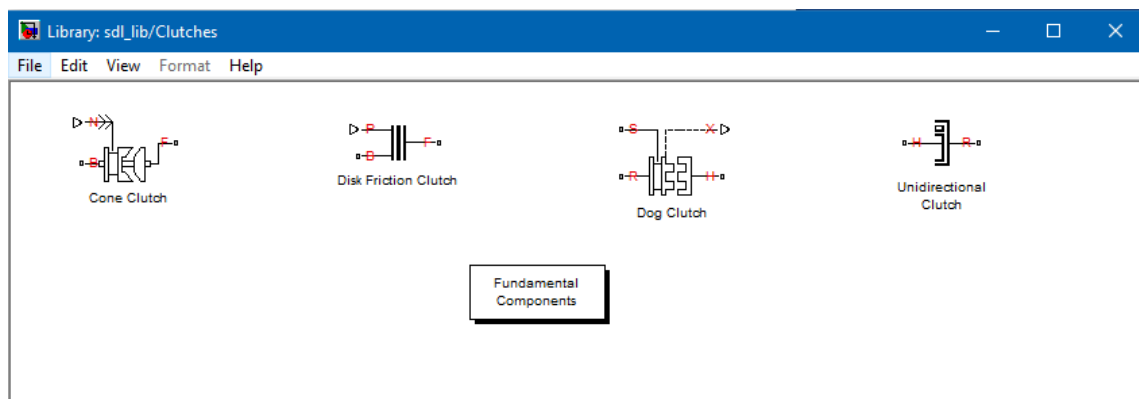


Εικόνα 3.41 Τα μεταγωγικά μπλοκ

| Μεταγωγικά Μπλοκ | Περιγραφή |
|--|---|
| Μεταγωγική Τάση Φορτίου – Επαφής (Loaded-Contact Translational Friction) | Διπλής όψης μεταγωγικός συγκρατητήρας με ελατήριο |

Πίνακας 3.29 Τα μεταγωγικά μπλοκ

3.2.2: Τα μπλοκ συμπλέκτες

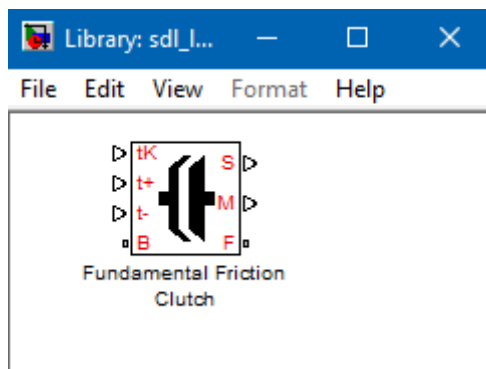


Εικόνα 3.42 Τα μπλοκ συμπλέκτες

| Μπλοκ Συμπλέκτες | Περιγραφή |
|--|---|
| Κωνικός Συμπλέκτης (Cone Clutch) | Συμπλέκτης τριβής με κωνικές πλάκες που έρχονται σε επαφή όταν η κανονική δύναμη υπερβαίνει το όριο |
| Τριβή Δίσκου (Disk Friction) | Συμπλέκτης τριβής με δίσκους που έρχονται σε επαφή όταν η πίεση της πλάκας υπερβαίνει το όριο |
| Συμπλέκτης με Δόντια (Dog Clutch) | Συμπλέκτης με οδοντωτές πλάκες που έρχονται σε επαφή όταν τα δόντια της πλάκας συνδέονται |
| Μονής Κατεύθυνσης Συμπλέκτης (Unidirectional Clutch) | Συμπλέκτης που μεταδίδει ισχύ σε μία μόνο κατεύθυνση |

Πίνακας 3.30 Τα μπλοκ συμπλέκτες

3.2.2.1: Τα θεμελιώδη συστατικά

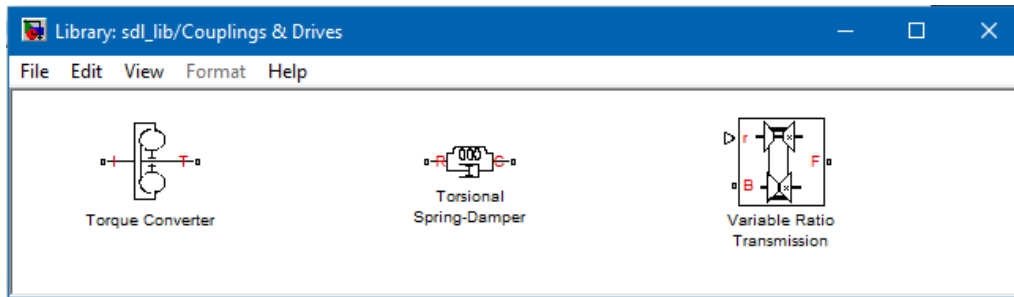


Εικόνα 3.43 Τα θεμελιώδη συστατικά

| Θεμελιώδη Συστατικά Μπλοκ | Περιγραφή |
|---|--|
| Βασικός Συμπλέκτης Τριβής (Fundamental Friction Clutch) | Συμπλέκτης τριβής με κινητικές και στατικές- οριακές ροπές τριβής ως είσοδοι |

Πίνακας 3.31 Τα θεμελιώδη συστατικά

3.2.3: Τα μπλοκ ζεύξεις και δίσκοι

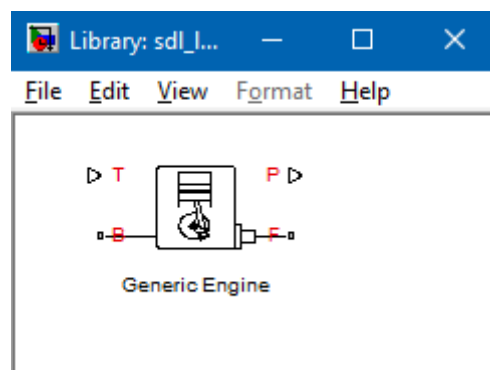


Εικόνα 3.44 Τα μπλοκ ζεύξεις και δίσκοι

| Μπλοκ Ζεύξεις και Δίσκοι | Περιγραφή |
|--|---|
| Μετατροπέας Ροής (Torque Converter) | Ζεύξη ιξώδους υγρού μεταξύ περιστρεφόμενων αξόνων μετάδοσης κίνησης |
| Περιστροφικό Ελατήριο – Αποσβεστήρας (Torsional Spring - Damper) | Περιστρεφόμενο ελατήριο και σύζευξη αποσβεστήρα, με τριβή Coulomb, κλειδώματος και σκληρές απόσβεση |
| Μεταβίβαση Μεταβλητών Αναλογιών (Variable Ratio Transmission) | Δυναμικό κιβώτιο ταχυτήτων με μεταβλητό και ελεγχόμενο λόγο μετάδοσης, συμμόρφωση μετάδοσης και απώλειες τριβής |

Πίνακας 3.32 Τα μπλοκ ζεύξεις και δίσκοι

3.2.4: Τα μπλοκ μηχανές

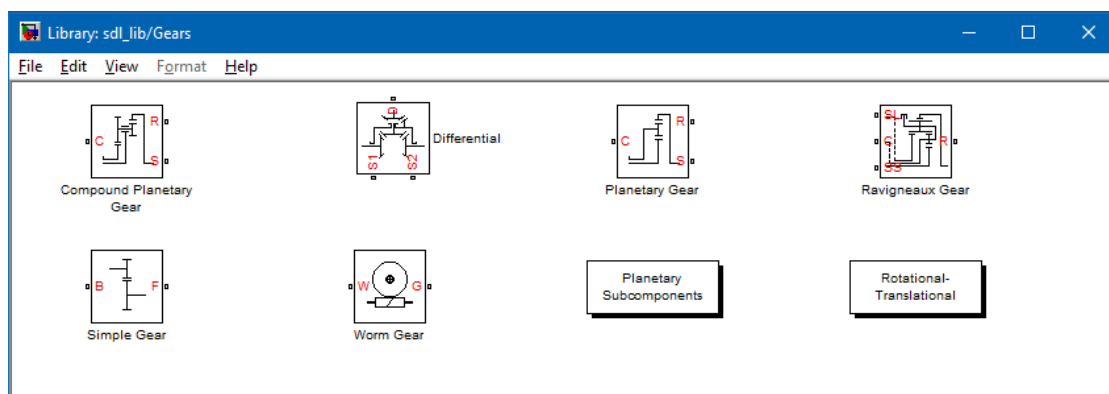


Εικόνα 3.45 Τα μπλοκ μηχανές

| Μπλοκ Μηχανές | Περιγραφή |
|--------------------------------|---|
| Γενική Μηχανή (Generic Engine) | Μηχανή εσωτερικής καύσης με πεταλούδα και περιστροφική αδράνεια και χρονική καθυστέρηση |

Πίνακας 3.33 Τα μπλοκ μηχανές

3.2.5: Τα μπλοκ γρανάζια



Εικόνα 3.46 Τα μπλοκ γρανάζια

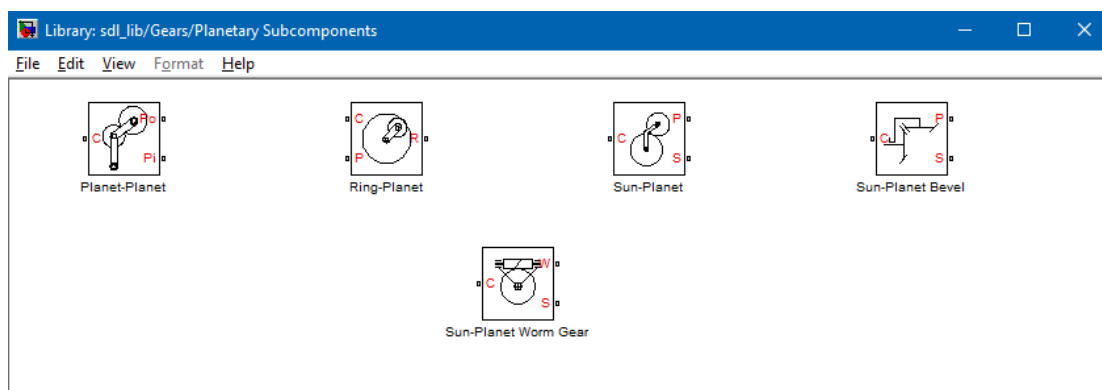
| Μπλοκ Γρανάζια | Περιγραφή |
|---|--|
| Σύνθετο Πλανητικό Γρανάζι (Compound Planetary Gear) | Πλανητικό κιβώτιο ταχυτήτων με βαθμιδωτό σύνολο πλανητικών εργαλείων |
| Διαφορικό (Differential) | Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης που επιτρέπει στους περιστρεφόμενους άξονες να περιστρέφονται με διαφορετικές ταχύτητες |
| Πλανητικό Γρανάζι (Planetary Gear) | Γρανάζι που κινείται με τον ήλιο, τον πλανήτη και τα γρανάζια |
| Γρανάζι Ravigneaux (Ravigneaux Gear) | Πλανητικό κιβώτιο ταχυτήτων με δύο ηλιοστάτες και δύο σύνολα πλανητικών εργαλείων |

(σε συνέχεια)

| | |
|---|---|
| Απλό Γρανάζι (Simple Gear) | Απλός οδοντωτός τροχός των τροχών βάσης και ολισθητήρα με ρυθμιζόμενη σχέση μετάδοσης και απώλειες τριβής |
| Γρανάζι με την μορφή μίας βίδας (Worm Gear) | Με ρυθμιζόμενη σχέση μετάδοσης και απώλειες τριβής |

Πίνακας 3.34 Τα μπλοκ γρανάζια

3.2.5.1: Τα συμπληρωματικά πλανητικά εξαρτήματα



Εικόνα 3.47 Τα συμπληρωματικά πλανητικά εξαρτήματα

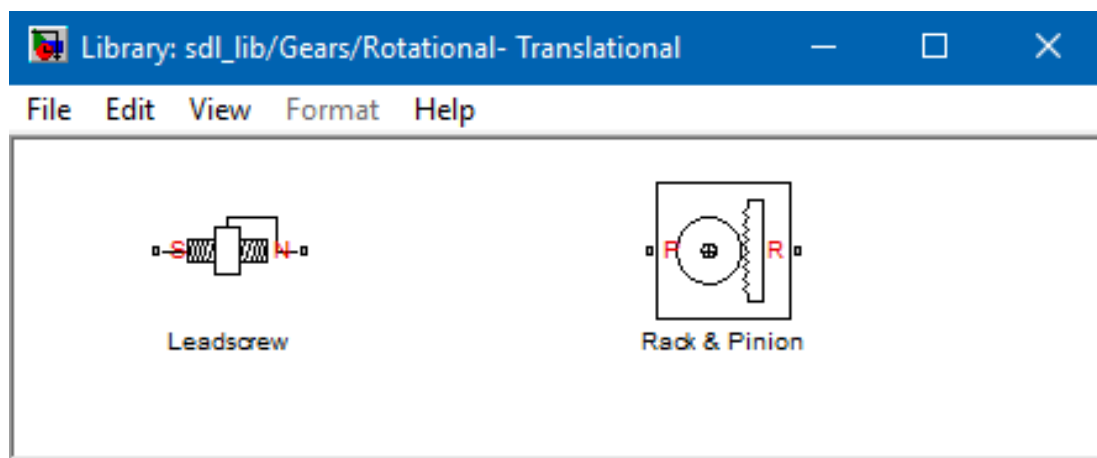
| Συμπληρωματικά Πλανητικά Εξαρτήματα | Περιγραφή |
|-------------------------------------|---|
| Planet - Planet | Πλανητικό κιβώτιο ταχυτήτων (τροχού φορέα, εσωτερικού πλανητικού τροχού και εξωτερικού πλανητικού τροχού) με ρυθμιζόμενη σχέση μετάδοσης και απώλειες τριβής |
| Ring - Planet | Πλανητικό κιβώτιο ταχυτήτων (τροχού φορέα, εσωτερικού πλανητικού τροχού και δακτυλίου) με ρυθμιζόμενη σχέση μετάδοσης και απώλειες τριβής |

(σε συνέχεια)

| | |
|------------------------|--|
| Sun – Planet | Πλανητικό κιβώτιο ταχυτήτων (τροχού φορέα, πλανητικού τροχού και τροχού σε σχήμα ηλίου) με ρυθμιζόμενη σχέση μετάδοσης και απώλειες τριβής |
| Sun - Planet Bevel | Πλανητικό κιβώτιο ταχυτήτων (τροχού φορέα, λοξού πλανητικού τροχού και τροχού σε σχήμα ηλίου) με ρυθμιζόμενη σχέση μετάδοσης, προσανατολισμό συναρμολόγησης και απώλειες τριβής |
| Sun - Planet Worm Gear | Πλανητικό κιβώτιο ταχυτήτων (τροχού φορέα, πλανητικού τροχού σκληκοειδούς σχήματος και τροχού σε σχήμα ηλίου) με ρυθμιζόμενο λόγο μετάδοσης, τύπο σπειροειδούς σπειρώματος και απώλειες τριβής |

Πίνακας 3.35 Τα συμπληρωματικά πλανητικά εξαρτήματα

3.2.5.2: Τα περιστροφικά - μεταγωγικά εξαρτήματα

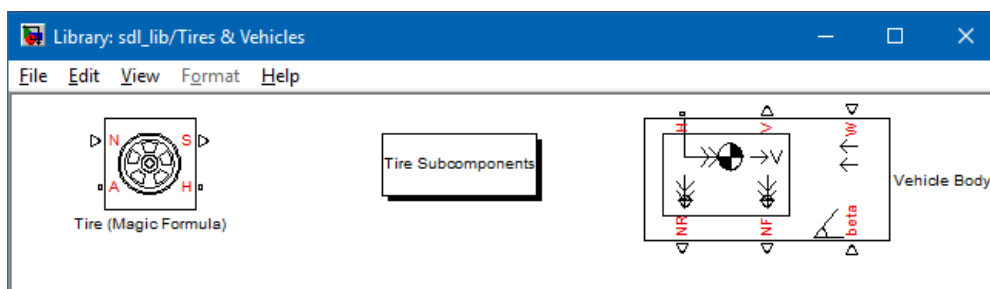


Εικόνα 3.48 Τα περιστροφικά - μεταγωγικά εξαρτήματα

| Περιστροφικά - Μεταγωγικά Εξαρτήματα | Περιγραφή |
|---|--|
| Οδικοκοχλίας (Leadschrew) | Σετ γρاناζιών με κοχλιωτό περιστροφικό κοχλία και μεταλλικό περικόχλιο, με ρυθμιζόμενες σπείρες και απώλειες τριβής |
| Οδοντωτή Ράβδος και Μικρός Οδοντωτός Τροχός (Rack & Pinion) | Σετ οδοντωτής ράβδου και μικρού οδοντωτού τροχού συζευγμένων με την μεταγωγική και την περιστροφική κίνηση, με ρυθμιζόμενη ακτίνα και μικρό οδοντωτό τροχό απώλειες τριβής |

Πίνακας 3.36 Τα περιστροφικά – μεταγωγικά εξαρτήματα

3.2.6: Τα ελαστικά και οχήματα

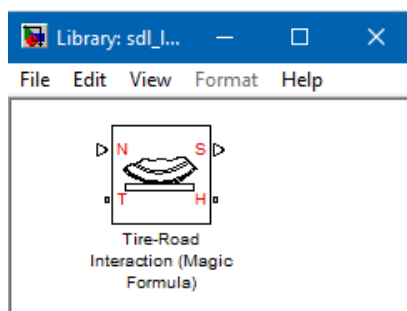


Εικόνα 3.49 Τα ελαστικά και οχήματα

| Ελαστικά και Οχήματα | Περιγραφή |
|---|--|
| Ελαστικό [Μαγικού Τύπου] (Tire [Magic Formula]) | Ελαστικό με διαμήκη συμπεριφορά, η οποία δίνεται από τους συντελεστές μαγικού τύπου |
| Σώμα Οχήματος (Vehicle Body) | Όχημα δύο αξόνων με διαμήκη δυναμική και ρυθμιζόμενη κίνηση, γεωμετρία και ιδιότητες οπισθέλκουσας |

Πίνακας 3.37 Τα ελαστικά και οχήματα

3.2.6.1: Τα συμπληρωματικά ελαστικά



Εικόνα 3.50 Τα συμπληρωματικά ελαστικά

| Συμπληρωματικά Ελαστικά | Περιγραφή |
|--|--|
| Αλληλεπίδραση ελαστικού-δρόμου [Μαγικού Τύπου] (Tire-Road Interaction [Magic Formula]) | Δυναμική ελαστικών-δρόμου που δίνεται από τους συντελεστές μαγικού τύπου |

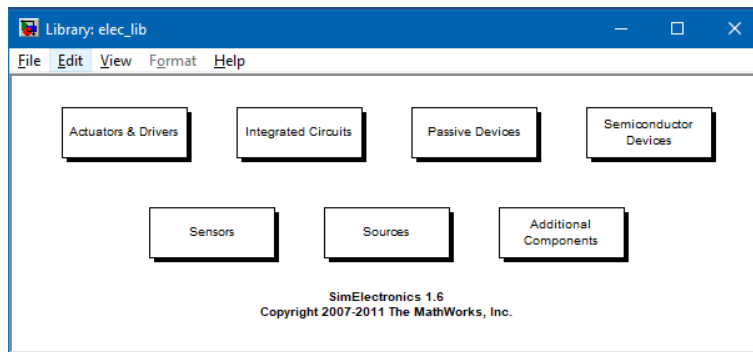
Πίνακας 3.38 Τα συμπληρωματικά ελαστικά

3.3: Η βιβλιοθήκη SimElectronics



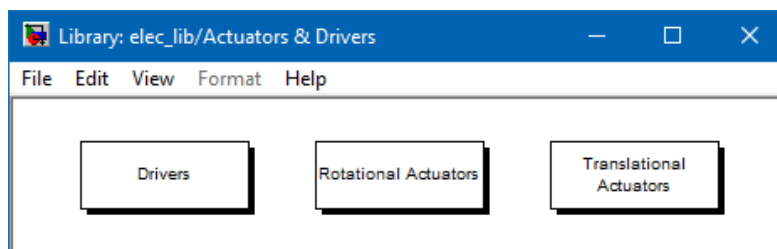
Εικόνα 3.51 Η βιβλιοθήκη SimElectronics

Η βιβλιοθήκη SimElectronics παρέχει βιβλιοθήκες συνιστωσών για τη μοντελοποίηση και την προσομοίωση ηλεκτρονικών και μηχανικών συστημάτων. Περιλαμβάνει μοντέλα ημιαγωγών, κινητήρες, μονάδες κίνησης, αισθητήρες και ενεργοποιητές. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτά τα εξαρτήματα για να αναπτύξετε ηλεκτρομηχανικά συστήματα ενεργοποίησης και να δημιουργήσετε συμπεριφορικά μοντέλα για την αξιολόγηση των αρχιτεκτονικών αναλογικών κυκλωμάτων στο Simulink. Μπορείτε να ενσωματώσετε στο μοντέλο σας μηχανικά, υδραυλικά, πνευματικά και άλλα φυσικά συστήματα χρησιμοποιώντας εξαρτήματα από την οικογένεια προϊόντων της Simscape.



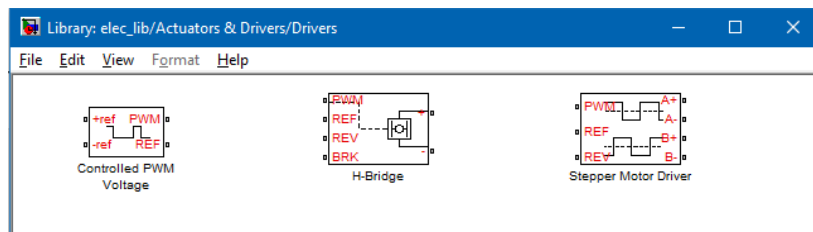
Εικόνα 3.52 Η βιβλιοθήκη SimElectronics

3.3.1: Τα μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί



Εικόνα 3.53 Τα μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί

3.3.1.1: Οι οδηγοί των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί

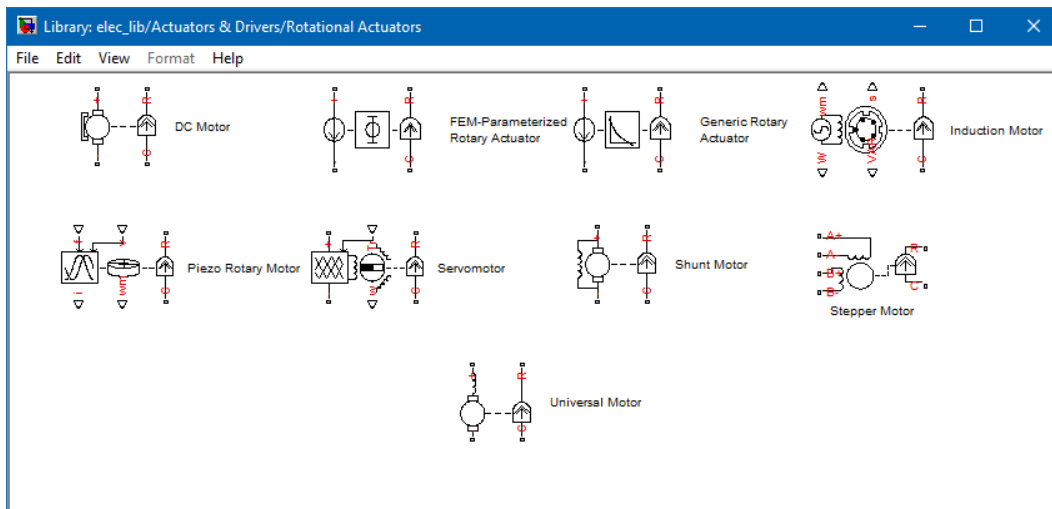


Εικόνα 3.54 Οι οδηγοί των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί

| Οδηγοί | Περιγραφή |
|--|---|
| Ελεγχόμενη Τάση με Διαμόρφωση Εύρους Παλμού (Controlled PWM Voltage) | Μοντέλο πηγής τάσης με διαμόρφωση εύρους παλμού |
| Γέφυρα Η (H-Bridge) | Μοντέλο οδηγού κινητήρα γέφυρας Η |
| Οδηγός Βηματικού Μοτέρ (Stepper Motor Driver) | Οδηγός για βηματικό μοτέρ |

Πίνακας 3.39 Οι οδηγοί των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί

3.3.1.2: Οι περιστροφικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί



Εικόνα 3.55 Οι περιστροφικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί

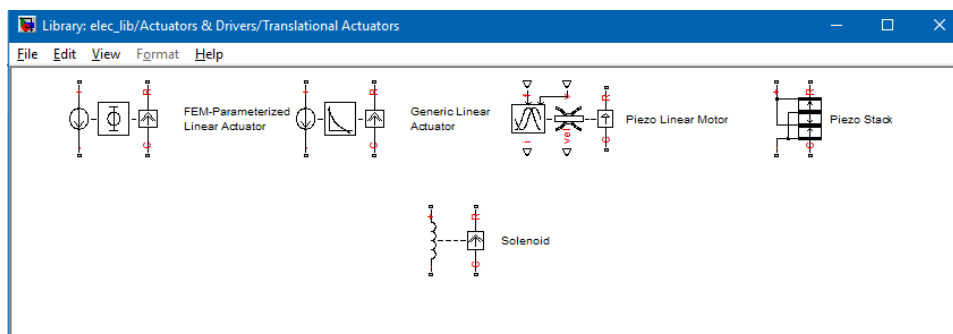
| Περιστροφικοί Ενεργοποιητές | Περιγραφή |
|--|--|
| Μοτέρ DC (DC Motor) | Μοντέλο μοτέρ συνεχούς ρεύματος με ηλεκτρικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά ροπής |
| FEM - Παραμετροποιημένος Περιστροφικός Ενεργοποιητής (FEM-Parameterized Rotary Actuator) | Μοντέλο περιστροφικού ενεργοποιητή που ορίζεται από την άποψη της μαγνητικής ροής |
| Γενικός Περιστροφικός Ενεργοποιητής (Generic-Rotary Actuator) | Μοντέλο γενικού περιστροφικού ενεργοποιητή που οδηγείται από πηγή τάσης DC ή οδηγό PWM |
| Επαγωγικός Κινητήρας (Induction Motor) | Μοντέλο επαγωγικού κινητήρα που τροφοδοτείται με ιδανικό τροφοδοτικό AC |
| Περιστροφικός Πιεζοηλεκτρικός Κινητήρας (Piezo Rotary Motor) | Μοντέλο χαρακτηριστικά ροπής-ταχύτητας του περιστρεφόμενου πιεζοηλεκτρικού κινητήρα κύματος ταξιδιού |

(σε συνέχεια)

| | |
|--|---|
| Σερβοκινητήρας (Servomotor) | Μοντέλο κινητήρα χωρίς ψήκτρες με έλεγχο ροπής κλειστού βρόχου |
| Κινητήρας Shunt (Shunt Motor) | Μοντέλα ηλεκτρικών χαρακτηριστικών και χαρακτηριστικά ροπής του κινητήρα παραπέρα |
| Βηματικός Κινητήρας (Stepper Motor) | Μοντέλο βηματικό μοτέρ |
| Κινητήρας Γενικής Χρήσης (Universal Motor) | Μοντέλα ηλεκτρικών χαρακτηριστικών και χαρακτηριστικά ροπής ενός κινητήρα γενικής χρήσης (ή σειράς) |

Πίνακας 3.40 Οι περιστροφικοί ενεργοποιητές

3.3.1.3: Οι μεταγωγικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί



Εικόνα 3.56 Οι μεταγωγικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί

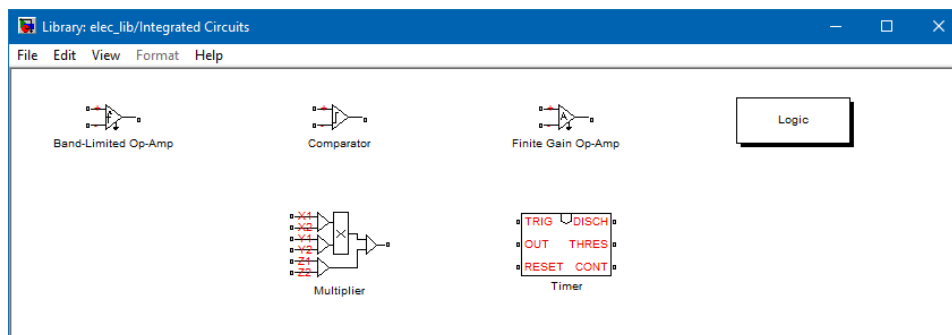
| Μεταγωγικοί Ενεργοποιητές | Περιγραφή |
|--|---|
| FEM – Παραμετροποιημένος Γραμμικός Ενεργοποιητής (FEM-Parameterized Linear Actuator) | Μοντέλο γραμμικού ενεργοποιητή που ορίζεται από την άποψη της μαγνητικής ροής |
| Γενικός Γραμμικός Ενεργοποιητής (Generic Linear Actuator) | Μοντέλο γενικού γραμμικού ενεργοποιητή που κινείται από την πηγή τάσης DC ή τον οδηγό PWM |
| Πιεζοηλεκτρικός Γραμμικός Κινητήρας (Piezo Linear Motor) | Μοντέλο με χαρακτηριστικά δύναμης και ταχύτητας ενός πιεζοηλεκτρικού κινητήρα |

(σε συνέχεια)

| | |
|-------------------------------------|--|
| Πιεζοηλεκτρικός Σωρός (Piezo Stack) | Μοντέλο ηλεκτρικών και δυναμικών χαρακτηριστικών του πιεζοηλεκτρικού στοιβαγμένου ενεργοποιητή |
| Ηλεκτρομαγνητική Βαλβίδα (Solenoid) | Μοντέλο ηλεκτρικών χαρακτηριστικών και παραγόμενης δύναμης ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας |

Πίνακας 3.41 Οι μεταγωγικοί ενεργοποιητές των μπλοκ ενεργοποιητές και οδηγοί

3.3.2: Τα μπλοκ ολοκληρωμένων κυκλωμάτων

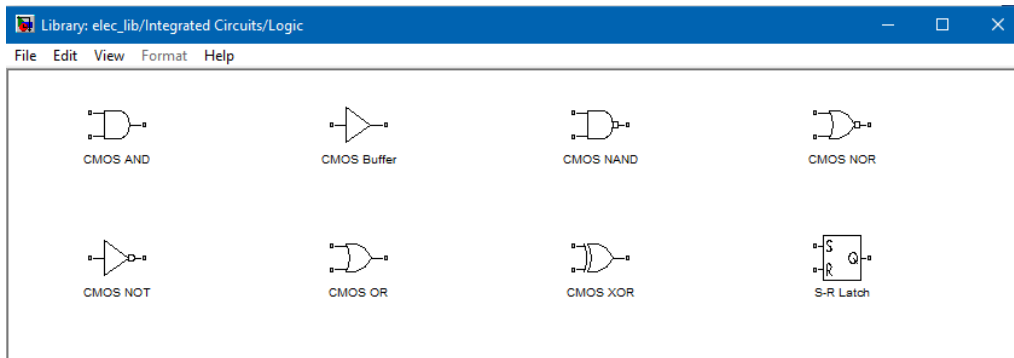


Εικόνα 3.57 Τα μπλοκ ολοκληρωμένων κυκλωμάτων

| Ολοκληρωμένα Κυκλώματα | Περιγραφή |
|--|---|
| Λειτουργικός Ενισχυτής Περιορισμένη Ζώνης (Band-Limited OP-Amp) | Μοντέλο λειτουργικού ενισχυτή περιορισμένης ζώνης |
| Συγκριτής (Comparator) | Μοντελοποιήστε έναν συγκριτή βάσει συμπεριφοράς |
| Λειτουργικός Ενισχυτής Πεπερασμένου Κέρδους (Finite Gain OP-Amp) | Μοντέλο λειτουργικού ενισχυτή περιορισμένου κέρδους με προαιρετικό θόρυβο |
| Πολλαπλασιαστής (Multiplier) | Μοντέλο πολλαπλασιαστή ολοκληρωμένου κυκλώματος |
| Μετρητής (Timer) | Μοντέλο μετρητή ολοκληρωμένου κυκλώματος |

Πίνακας 3.42 Τα μπλοκ ολοκληρωμένων κυκλωμάτων

3.3.2.1: Τα λογικά μπλοκ

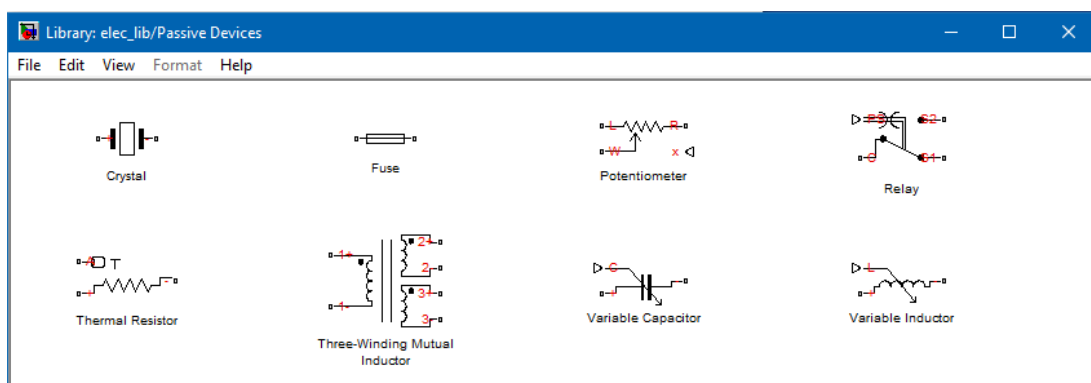


Εικόνα 3.58 Τα λογικά μπλοκ

| Λογικά Μπλοκ | Περιγραφή |
|-------------------------|---------------------------|
| CMOS AND | Μοντέλο CMOS AND πύλης |
| CMOS Buffer | Μοντέλο CMOS Buffer πύλης |
| CMOS NAND | Μοντέλο CMOS NAND πύλης |
| CMOS NOR | Μοντέλο CMOS NOR πύλης |
| CMOS NOT | Μοντέλο CMOS NOT πύλης |
| CMOS OR | Μοντέλο CMOS OR πύλης |
| CMOS XOR | Μοντέλο CMOS XOR πύλης |
| Μάνταλο S-R (S-R Latch) | Μοντέλο μαντάλου S-R |

Πίνακας 3.43 Τα λογικά μπλοκ

3.3.3: Τα μπλοκ παθητικών συσκευών

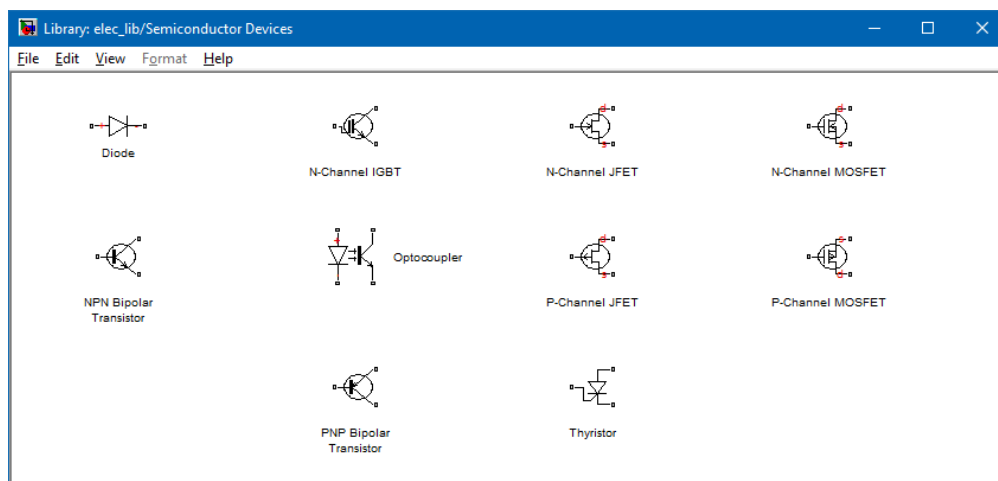


Εικόνα 3.59 Τα μπλοκ παθητικών συσκευών

| Παθητικές Συσσκευές | Περιγραφή |
|--|--|
| Κρύσταλλο (Crystal) | Μοντέλο σταθερού συντονιστή |
| Ηλεκτρική Ασφάλεια (Fuse) | Μοντέλο ασφάλειας που προστατεύει από υπερβολικό ρεύμα |
| Ποτενσιόμετρο (Potentiometer) | Μοντέλο ποτενσιόμετρου περιστροφικής ή γραμμικής πορείας ελεγχόμενης από φυσικό σήμα |
| Ρελέ (Relay) | Μοντέλο μεταγωγής και σχετικής καθυστέρησης του ρελέ |
| Θερμική Αντίσταση (Thermal Resistor) | Μοντέλο αντίστασης με θερμική θύρα |
| Αμοιβαίο Πηνίο Τριών Περιελίξεων (Three-Winding Mutual Inductor) | Μοντέλο τριών συνεζευγμένων πηνίων |
| Μεταβλητός πυκνωτής (Variable Capacitor) | Μοντέλο γραμμικού πυκνωτή μεταβαλλόμενου χρονικά |
| Μεταβλητό Πηνίο (Variable Inductor) | Μοντέλο γραμμικού πηνίου μεταβαλλόμενου χρονικά |

Πίνακας 3.44 Τα μπλοκ παθητικών συσκευών

3.3.4: Τα μπλοκ συσκευές ημιαγωγών

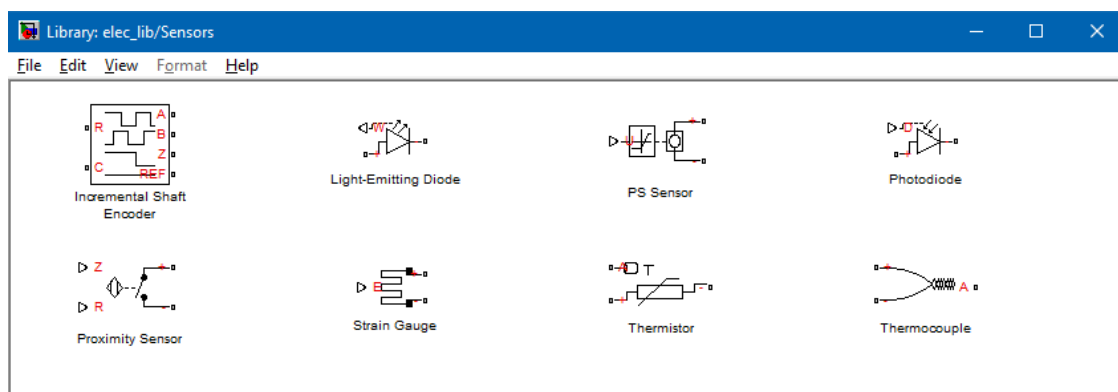


Εικόνα 3.60 Τα μπλοκ συσκευές ημιαγωγών

| Συσκευές Ημιαγωγών | Περιγραφή |
|--|---|
| Δίοδος (Diode) | Μοντέλο διόδου (γραμμικά τεμνόμενη δίοδος, γραμμικά τεμνόμενη δίοδος Zener ή εκθετική δίοδος) |
| N-Channel IGBT | Μοντέλο N-Channel IGBT |
| N-Channel JFET | Μοντέλο N-Channel JFET |
| N-Channel MOSFET | Μοντέλο N-Channel MOSFET |
| Διπολικό Τρανζίστορ NPN (NPN Bipolar Transistor) | Μοντέλο διπολικού τρανζίστορ NPN που χρησιμοποιεί ενισχυμένες εξισώσεις Ebers-Moll |
| Οπτικός Σύνδεσμος (Optocoupler) | Μοντέλο οπτικού συνδέσμου ως LED, αισθητήρα ρεύματος και ελεγχόμενης πηγής ρεύματος |
| P-Channel JFET | Μοντέλο P-Channel JFET |
| P-Channel MOSFET | Μοντέλο P-Channel MOSFET |
| Διπολικό Τρανζίστορ PNP (PNP Bipolar Transistor) | Μοντέλο διπολικού τρανζίστορ PNP που χρησιμοποιεί ενισχυμένες εξισώσεις Ebers-Moll |
| Θυρίστορ (Thyristor) | Μοντέλο θυρίστορ με τρανζίστορ PNP |

Πίνακας 3.45 Τα μπλοκ συσκευές ημιαγωγών

3.3.5: Τα μπλοκ αισθητήρες

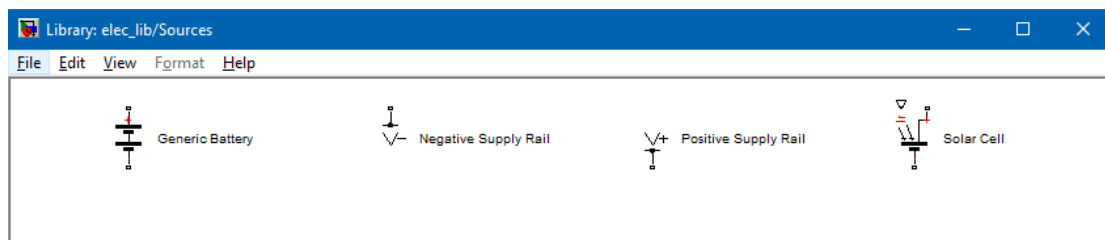


Εικόνα 3.61 Τα μπλοκ αισθητήρες

| Αισθητήρες | Περιγραφή |
|--|---|
| Έγχρωμος Κωδικοποιητής Άξονα (Incremental Shaft Encoder) | Μοντέλο συσκευής που μετατρέπει πληροφορίες σχετικά με την θέση γωνιακού άξονα σε ηλεκτρικούς παλμούς |
| Δίοδος Εκπομπής Φωτός (Light-Emitting Diode) | Μοντέλο διόδου που εκπέμπει φως ως εκθετική δίοδος και αισθητήρας ρεύματος σε σειρά |
| Αισθητήρας PS (PS Sensor) | Μοντέλο γενικού γραμμικού Αισθητήρα |
| Φωτοδίοδος (Photodiode) | Μοντέλο φωτοδίοδου ως παράλληλη ελεγχόμενη πηγή ρεύματος και εκθετική δίοδος |
| Αισθητήρας Εγγύτητας (Proximity Sensor) | Μοντέλο απλού αισθητήρα απόστασης |
| Μετρητής Έντασης (Strain Gauge) | Μοντέλο αισθητήρα παραμόρφωσης |
| Θερμίστορ (Thermistor) | Μοντέλο NTC θερμίστορ που χρησιμοποιεί την εξίσωση με παράμετρο B |
| Θερμοστοιχείο (Thermocouple) | Μοντέλο αισθητήρα που μετατρέπει τη θερμική διαφορά δυναμικού σε ηλεκτρική διαφορά δυναμικού |

Πίνακας 3.46 Τα μπλοκ αισθητήρες

3.3.6: Τα μπλοκ πηγών



Εικόνα 3.62 Τα μπλοκ πηγών

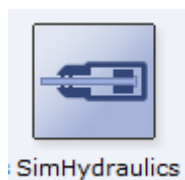
| Πηγές | Περιγραφή |
|--|---|
| Γενική Μπαταρία (Generic Battery) | Απλό μοντέλο μπαταρίας |
| Αρνητικής Προμήθειας Ράγα (Negative Supply Rail) | Μοντέλο ιδανικής αρνητικής προμήθειας ράγας |
| Θετικής Προμήθειας Ράγα (Positive Supply Rail) | Μοντέλο ιδανικής θετικής προμήθειας ράγας |
| Ηλιακό Κύτταρο (Solar Cell) | Μοντέλο ηλιακού κυττάρου |

Πίνακας 3.47 Τα μπλοκ πηγών

3.3.7: Τα μπλοκ πρόσθετων εξαρτημάτων

Περιέχει συστατικά συμβατά με SPICE, συμπεριλαμβανομένων παθητικών συσκευών, συσκευών ημιαγωγών, πηγών και βοηθητικών προγραμμάτων.

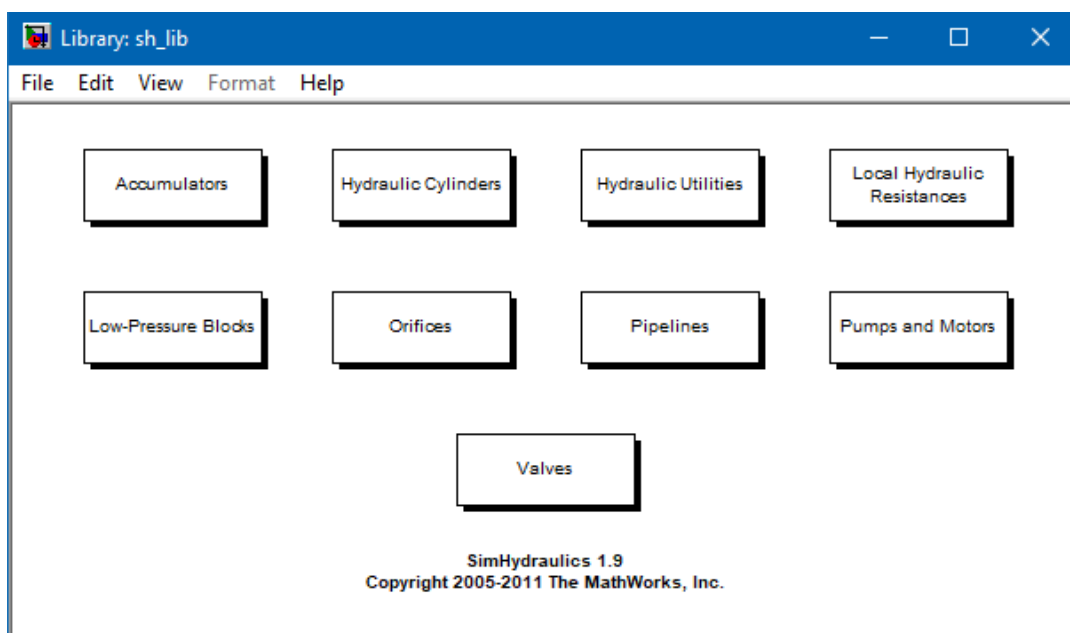
3.4: Η βιβλιοθήκη SimHydraulics



Εικόνα 3.63 Η βιβλιοθήκη SimHydraulics

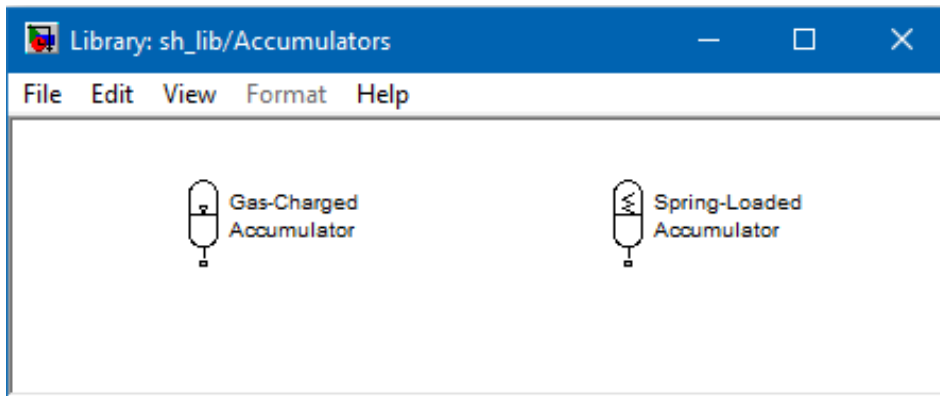
Το Simscape Hydraulics παρέχει βιβλιοθήκες εξαρτημάτων για τη μοντελοποίηση και την προσομοίωση συστημάτων υγρών. Περιλαμβάνει μοντέλα υδραυλικών αντλιών, βαλβίδων, ενεργοποιητών, αγωγών και εναλλάκτες θερμότητας. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτά τα εξαρτήματα για να αναπτύξετε συστήματα παροχής ισχύος ρευστού, όπως συστήματα εμπρόσθιου φορτωτή, υδραυλικό τιμόνι κα. Τα υγρά Simscape σας επιτρέπουν επίσης να αναπτύξετε ψύξη κινητήρα, λίπανση κιβωτίου ταχυτήτων και συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου. Μπορείτε να ενσωματώσετε μηχανικά, ηλεκτρικά, θερμικά και άλλα φυσικά συστήματα στο μοντέλο σας χρησιμοποιώντας εξαρτήματα από την οικογένεια προϊόντων της Simscape.

Η τεχνολογία Simscape Hydraulics σας βοηθά να αναπτύξετε συστήματα ελέγχου και να ελέγξετε την απόδοση του συστήματος. Μπορείτε να δημιουργήσετε προσαρμοσμένα μοντέλα εξαρτημάτων με τη γλώσσα Simscape βασισμένη σε MATLAB, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία κειμένου με βάση τα συστατικά φυσικής μοντελοποίησης, τους τομείς και τις βιβλιοθήκες. Μπορείτε να παραμετροποιήσετε τα μοντέλα σας χρησιμοποιώντας μεταβλητές και εκφράσεις MATLAB και να σχεδιάσετε συστήματα ελέγχου για το υδραυλικό σας σύστημα στο Simulink. Για την ανάπτυξη μοντέλων σε άλλα περιβάλλοντα προσομοίωσης, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων hardware-in-the-loop (HIL), το Simscape Fluids υποστηρίζει την παραγωγή του C-code.



Εικόνα 3.64 Η βιβλιοθήκη SimHydraulics

3.4.1: Τα μπλοκ συσσωρευτών

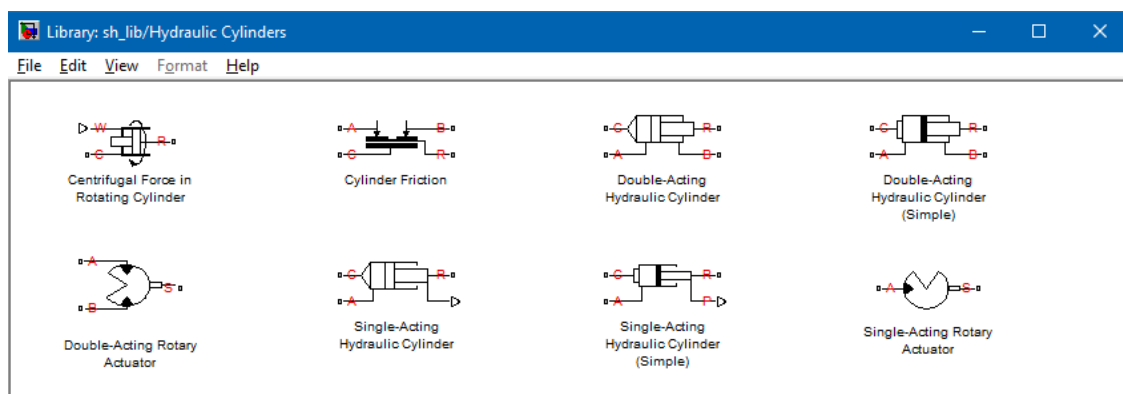


Εικόνα 3.65 Τα μπλοκ συσσωρευτών

| Συσσωρευτές | Περιγραφή |
|---|---|
| Φορτιστής Αερίου (Gas-Charged Accumulator) | Υδραυλικός συσσωρευτής με αέριο ως συμπιέσιμο μέσο |
| Επαναφορτιζόμενος Συσσωρευτής με Ελατήριο (Spring-Loaded Accumulator) | Υδραυλικός συσσωρευτής με ελατήριο που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ενέργειας |

Πίνακας 3.48 Τα μπλοκ συσσωρευτών

3.4.2: Τα μπλοκ υδραυλικών κυλίνδρων

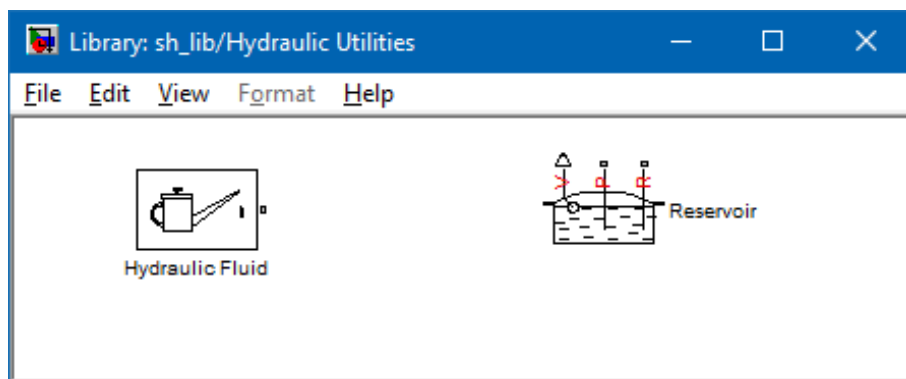


Εικόνα 3.66 Τα μπλοκ υδραυλικών κυλίνδρων

| Υδραυλικοί Κύλινδροι | Περιγραφή |
|---|---|
| Φυγοκεντρική Δύναμη στον Περιστρεφόμενο Κύλινδρο (Centrifugal Force in Rotating Cylinder) | Φυγοκεντρική δύναμη σε περιστρεφόμενους υδραυλικούς κυλίνδρους |
| Τριβή Κυλίνδρου (Cylinder Friction) | Τριβή σε υδραυλικούς κυλίνδρους |
| Διπλής Ενέργειας Υδραυλικός Κύλινδρος (Double-Acting Hydraulic Cylinder) | Υδραυλικός ενεργοποιητής που ασκεί δύναμη και στις δύο κατευθύνσεις |
| Διπλής Ενέργειας Υδραυλικός Κύλινδρος [Απλός] (Double-Acting Hydraulic Cylinder [Simple]) | Βασική λειτουργία του υδραυλικού κυλίνδρου διπλής ενέργειας |
| Περιστροφικός Ενεργοποιητής Διπλής Ενέργειας (Double-Acting Rotary Actuator) | Υδραυλικός περιστροφικός ενεργοποιητής διπλής ενέργειας |
| Μονοδραστικός Υδραυλικός Κύλινδρος (Single-Acting Hydraulic Cylinder) | Υδραυλικός ενεργοποιητής που ασκεί δύναμη σε μία κατεύθυνση |
| Μονοδραστικός Υδραυλικός Κύλινδρος [Απλός] (Single-Acting Hydraulic Cylinder [Simple]) | Βασική λειτουργία του υδραυλικού κυλίνδρου μίας ενέργειας |
| Μονοδραστικός Περιστροφικός Ενεργοποιητής (Single-Acting Rotary Actuator) | Υδραυλικός περιστροφικός ενεργοποιητής μίας ενέργειας |

Πίνακας 3.49 Τα μπλοκ υδραυλικών κυλίνδρων

3.4.3: Τα μπλοκ υδραυλικών βοηθητικών προγραμμάτων

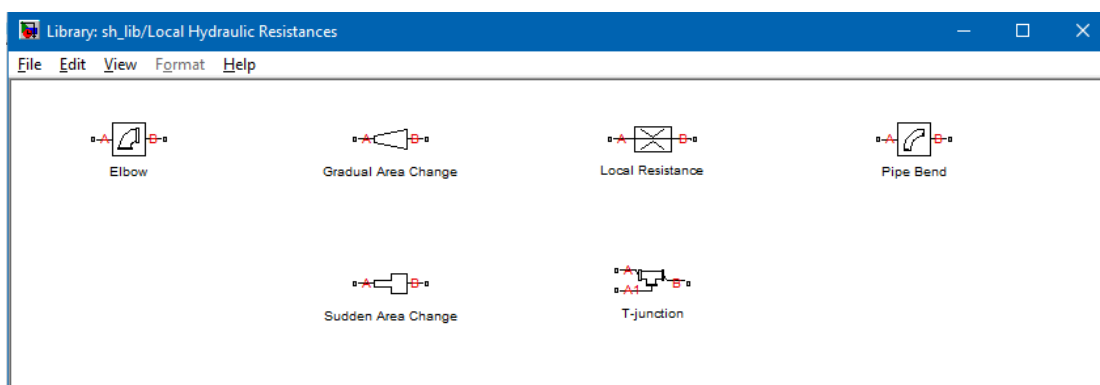


Εικόνα 3.67 Τα μπλοκ υδραυλικών βοηθητικών προγραμμάτων

| Υδραυλικά Βοηθητικά Προγράμματα | Περιγραφή |
|----------------------------------|--|
| Υδραυλικό Υγρό (Hydraulic Fluid) | Ιδιότητες υγρού εργασίας, που επιλέγονται από τη λίστα προκαθορισμένων υγρών |
| Δεξαμενή (Reservoir) | Υδραυλική δεξαμενή υπό πίεση |

Πίνακας 3.50 Τα μπλοκ υδραυλικών βοηθητικών προγραμμάτων

3.4.4: Τα μπλοκ τοπικών υδραυλικών αντιστάσεων

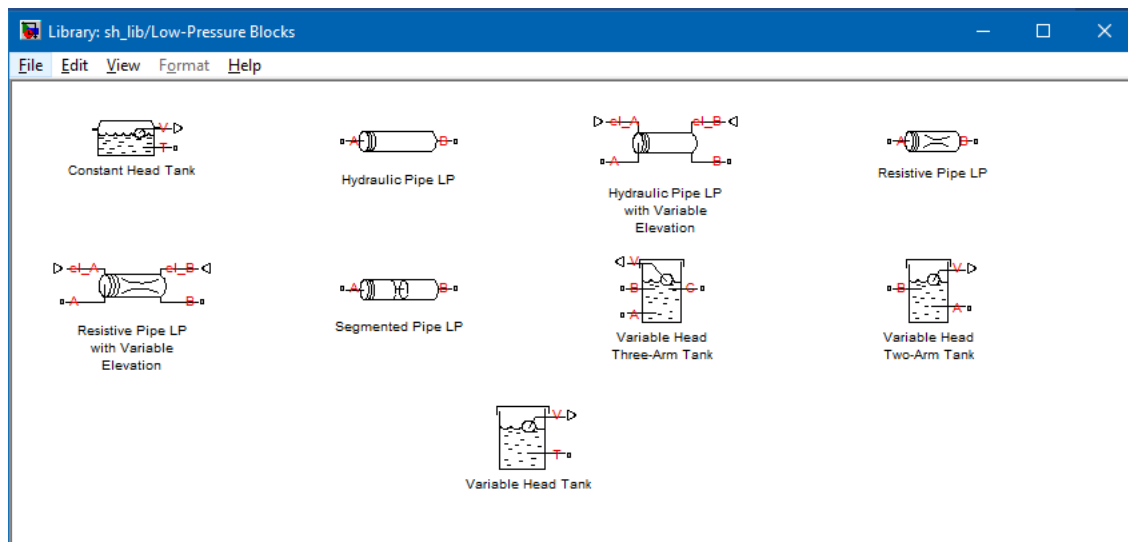


Εικόνα 3.68 Τα μπλοκ τοπικών υδραυλικών αντιστάσεων

| Τοπικές Υδραυλικές Αντιστάσεις | Περιγραφή |
|--|--|
| Αγκώνας (Elbow) | Υδραυλική αντοχή στον αγκώνα |
| Σταδιακή Αλλαγή Περιοχής (Gradual Area Change) | Σταδιακή διεύρυνση ή συστολή |
| Τοπική Αντίσταση (Local Resistance) | Υδραυλική αντίσταση που καθορίζεται από το συντελεστή απώλειας |
| Καμπή Σωλήνα (Pipe Bend) | Υδραυλική αντίσταση στην καμπή σωλήνα |
| Ξαφνική Αλλαγή Περιοχής (Sudden Area Change) | Ξαφνική διεύρυνση της συστολής |
| Κόμβος T (T-junction) | Υδραυλική αντοχή της διατομής T στο σωλήνα |

Πίνακας 3.51 Τα μπλοκ τοπικών υδραυλικών αντιστάσεων

3.4.5: Τα μπλοκ χαμηλής πίεσης

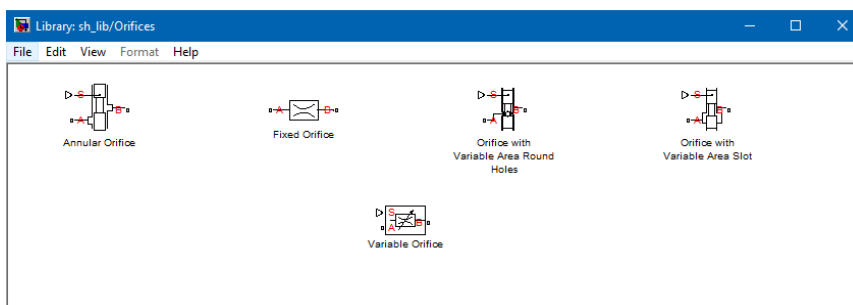


Εικόνα 3.69 Τα μπλοκ χαμηλής πίεσης

| Μπλοκ Χαμηλής Πίεσης | Περιγραφή |
|--|--|
| Μόνιμη Δεξαμενή Κεφαλής (Constant Head Tank) | Υδραυλική δεξαμενή όπου η πίεση και η στάθμη του υγρού παραμένουν σταθερές ανεξάρτητα από την αλλαγή όγκου |
| Υδραυλικός Σωλήνας LP (Hydraulic Pipe LP) | Υδραυλικός αγωγός με ιδιότητες αντίστασης, συμπιεστότητας και ανύψωσης υγρών |
| Υδραυλικός Σωλήνας LP με Μεταβλητή Ανύψωση (Hydraulic Pipe LP with Variable Elevation) | Υδραυλικός αγωγός με ιδιότητες αντίστασης, συμπιεστότητας και μεταβλητής ανύψωσης υγρών |
| Ανθεκτικός Σωλήνας LP (Resistive Pipe LP) | Υδραυλικός αγωγός που αντιπροσωπεύει απώλειες τριβής και ανύψωση λιμένων |
| Ανθεκτικός Σωλήνας LP με Μεταβλητή Ανύψωση (Resistive Pipe LP with Variable Elevation) | Υδραυλικός αγωγός που αντιπροσωπεύει απώλειες τριβής και μεταβλητές ανυψώσεις λιμένων |
| Κατακερματισμένος Σωλήνας LP (Segmented Pipe LP) | Υδραυλικοί αγωγοί με αντίσταση, αδράνεια ρευστού, συμπιεστότητα υγρών και ανυψωτικές ιδιότητες |
| Δεξαμενή με Μεταβλητή Κεφαλή Τριών Βραχιόνων (Variable Head Three-Arm Tank) | Δοχείο υγρού υπό πίεση με μεταβλητή στάθμη υγρού |
| Δεξαμενή με Μεταβλητή Κεφαλή Δύο Βραχιόνων (Variable Head Two-Arm Tank) | Δοχείο υγρού υπό πίεση με μεταβλητή στάθμη υγρού |
| Δεξαμενή με Μεταβλητή Κεφαλή (Variable Head Tank) | Δοχείο υγρού υπό πίεση με μεταβλητή στάθμη υγρού |

Πίνακας 3.52 Τα μπλοκ χαμηλής πίεσης

3.4.6: Τα μπλοκ στόμια

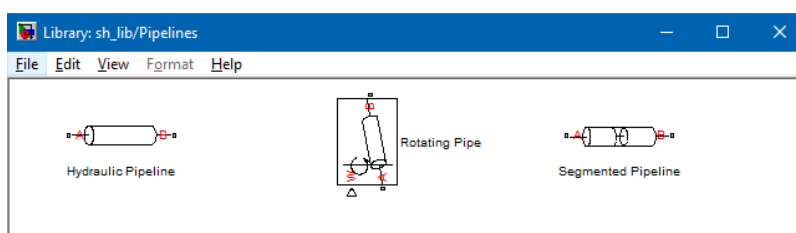


Εικόνα 3.70 Τα μπλοκ στόμια

| Στόμια | Περιγραφή |
|--|--|
| Δακτυλιοειδές Στόμιο (Annular Orifice) | Υδραυλικό μεταβλητό στόμιο που δημιουργείται από κυκλικό σωλήνα και στρογγυλό ένθετο |
| Σταθερό Στόμιο (Fixed Orifice) | Υδραυλικό στόμιο με σταθερή εγκάρσια τομή |
| Στόμιο με Στρογγυλές Οπές Μεταβλητής Περιοχής (Orifice with Variable Area Round Holes) | Υδραυλικό μεταβλητό στόμιο διαμορφωμένο ως σύνολο στρογγυλών οπών που έχουν διανοιχθεί στο χιτώνιο |
| Στόμιο με Υποδοχή Μεταβλητής Περιοχής (Orifice with Variable Area Slot) | Υδραυλικό μεταβλητό στόμιο διαμορφωμένο ως ορθογώνια εγκοπή |
| Μεταβλητό Στόμιο (Variable Orifice) | Γενική υδραυλική μεταβλητή οπή |

Πίνακας 3.53 Τα μπλοκ στόμια

3.4.7: Τα μπλοκ αγωγών

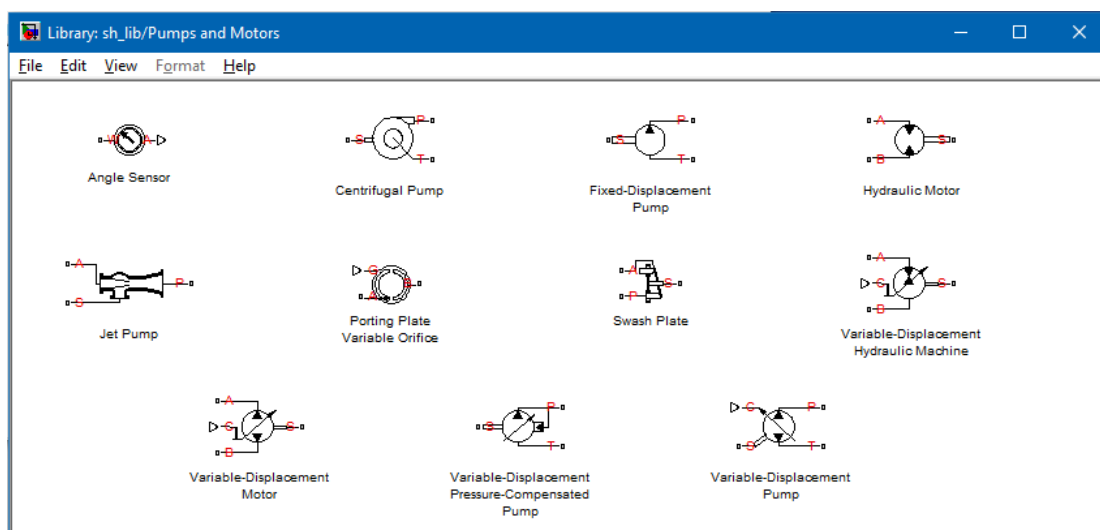


Εικόνα 3.71 Τα μπλοκ αγωγών

| Αγωγοί | Περιγραφή |
|--|---|
| Υδραυλικός Αγωγός (Hydraulic Pipeline) | Υδραυλικός αγωγός με ιδιότητες συμπιεστότητας και αντίσταση |
| Περιστρεφόμενος Σωλήνας (Rotating Pipe) | Υδραυλικός αγωγός που δημιουργείται με διάτρηση σε περιστρεφόμενο περίβλημα |
| Κατακεραματισμένος Αγωγός (Segmented Pipeline) | Υδραυλικός αγωγός με ιδιότητες αντίστασης, αδράνειας υγρού και συμπιεστότητας υγρών |

Πίνακας 3.54 Τα μπλοκ αγωγών

3.4.8: Τα μπλοκ αντλίες και κινητήρες



Εικόνα 3.72 Τα μπλοκ αντλίες και κινητήρες

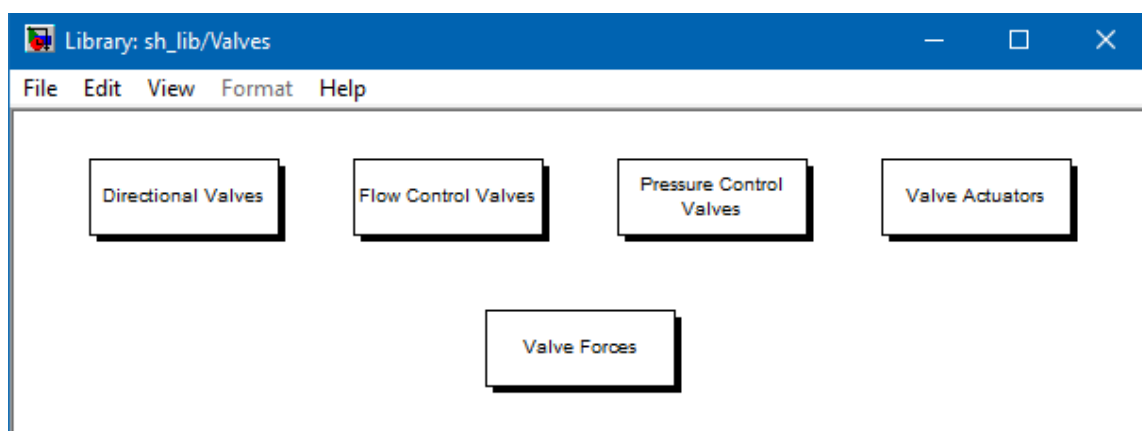
| Αντλίες και Κινητήρες | Περιγραφή |
|---|---|
| Γωνιακός Αισθητήρας (Angle Sensor) | Ιδανικός γωνιακός αισθητήρας με εύρος μέτρησης από 0 έως 360 μοίρες |
| Φυγοκεντρική Αντλία (Centrifugal Pump) | Φυγοκεντρική αντλία με επιλογές παραμετροποίησης |
| Αντλία Σταθερής Εκτόπισης (Fixed-Displacement Pump) | Συσκευή μετατροπής υδραυλικής δύναμης σε μηχανική |

(σε συνέχεια)

| | |
|--|---|
| Υδραυλικός Κινητήρας (Hydraulic Motor) | Γενικός υδραυλικός κινητήρας |
| Αντλία Εκτόξευσης (Jet Pump) | Αντλία εκτόξευσης υγρού |
| Μεταβλητό Στόμιο Πινάκων Μεταφοράς (Porting Plate Variable Orifice) | Μεταβλητό στόμιο μεταξύ του εμβόλου και της πλάκας τροφοδοσίας |
| Μηχανισμός Πινάκων Εναλλαγής (Swash Plate) | Μηχανισμός πινάκων εναλλαγής |
| Υδραυλική Μηχανή Μεταβλητής Μετατόπισης (Variable-Displacement Hydraulic Machine) | Αναστρέψιμη υδραυλική μηχανή μεταβλητής μετατόπισης με αποδοτική λειτουργία |
| Κινητήρας Μεταβλητής Μετατόπισης (Variable-Displacement Motor) | Κινητήρας μεταβλητής μετατόπισης με διπλή κατεύθυνση |
| Αντλία Αντισταθμισμένης Πίεσης Μετατόπισης (Variable-Displacement Pressure-Compensated Pump) | Υδραυλική αντλία που διατηρεί την προκαθορισμένη πίεση στην έξοδο ρυθμίζοντας την παροχή ροής της |
| Αντλία Μεταβλητής Μετατόπισης (Variable-Displacement Pump) | Υδραυλική αντλία διπλής κατεύθυνσης μεταβλητής μετατόπισης |

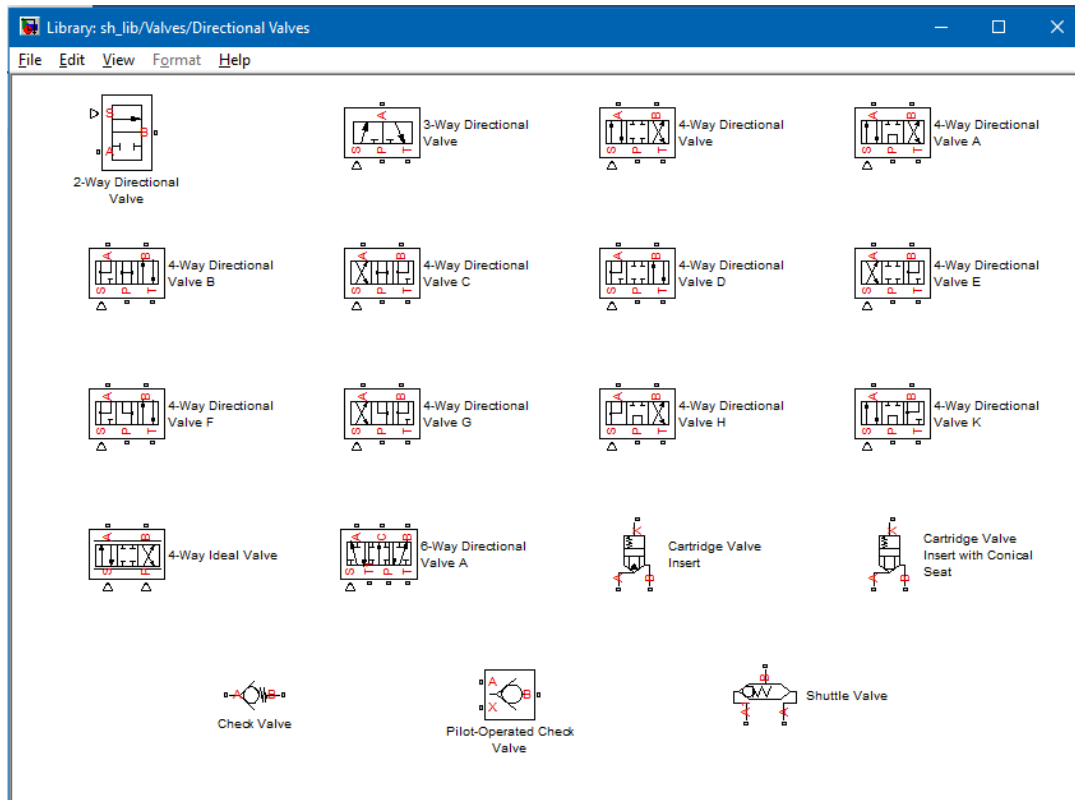
Πίνακας 3.55 Τα μπλοκ αντλίες και κινητήρες

3.4.9: Τα μπλοκ βαλβίδες



Εικόνα 3.73 Τα μπλοκ βαλβίδες

3.4.9.1: Τα μπλοκ κατευθυντικές βαλβίδες



Εικόνα 3.74 Τα μπλοκ κατευθυντικές βαλβίδες

| Κατευθυντικές Βαλβίδες | Περιγραφή |
|---|---|
| Βαλβίδα 2 Κατευθύνσεων (2-Way Directional Valve) | Υδραυλική συνεχής κατευθυντήρια βαλβίδα δύο κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 3 Κατευθύνσεων (3-Way Directional Valve) | Υδραυλική συνεχής κατευθυντήρια βαλβίδα τριών κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων (4-Way Directional Valve) | Υδραυλική συνεχής κατευθυντήρια βαλβίδα τεσσάρων κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων Τύπου A (4-Way Directional Valve A) | Διαμόρφωση A υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 4 κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων Τύπου B (4-Way Directional Valve B) | Διαμόρφωση B υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 4 κατευθύνσεων |

(σε συνέχεια)

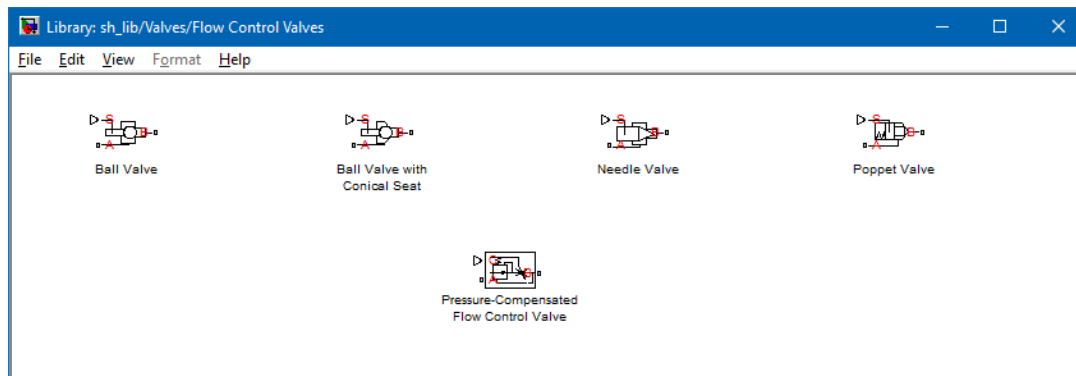
| | |
|---|---|
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων Τύπου C (4-Way Directional Valve C) | Διαμόρφωση C υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 4 κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων Τύπου D (4-Way Directional Valve D) | Διαμόρφωση D υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 4 κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων Τύπου E (4-Way Directional Valve E) | Διαμόρφωση E υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 4 κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων Τύπου F (4-Way Directional Valve F) | Διαμόρφωση F υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 4 κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων Τύπου G (4-Way Directional Valve G) | Διαμόρφωση G υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 4 κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων Τύπου H (4-Way Directional Valve H) | Διαμόρφωση H υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 4 κατευθύνσεων |
| Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων Τύπου K (4-Way Directional Valve K) | Διαμόρφωση K υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 4 κατευθύνσεων |
| Ιδανική Βαλβίδα 4 Κατευθύνσεων (4-Way Ideal Valve) | Υδραυλική κεντραρισμένη βαλβίδα |
| Βαλβίδα 6 Κατευθύνσεων Τύπου A (6-Way Directional Valve A) | Διαμόρφωση A υδραυλικής συνεχούς κατευθυντήριας βαλβίδας 6 κατευθύνσεων |
| Ένθετο Φυσιγγίου Βαλβίδας (Cartridge Valve Insert) | Υδραυλικό ένθετο φυσιγγίου βαλβίδας |
| Ένθετο Φυσιγγίου Βαλβίδας με Κωνική Θέση (Cartridge Valve Insert with Conical Seat) | Υδραυλικό ένθετο φυσιγγίου βαλβίδας με κωνική θέση |

(σε συνέχεια)

| | |
|---|---|
| Βαλβίδα Ελέγχου (Check Valve) | Υδραυλική βαλβίδα που επιτρέπει ροή μόνο σε μία κατεύθυνση |
| Βαλβίδα Ελέγχου που λειτουργεί με Πιλότο (Pilot-Operated Check Valve) | Υδραυλική βαλβίδα ελέγχου που επιτρέπει τη ροή προς τη μία κατεύθυνση, αλλά μπορεί να απενεργοποιηθεί με πιεστική πίεση |
| Βαλβίδα σε Σχήμα Σαΐτας (Shuttle Valve) | Υδραυλική Βαλβίδα που επιτρέπει ροή μόνο σε μία κατεύθυνση |

Πίνακας 3.56 Τα μπλοκ κατευθυντικές βαλβίδες

3.4.9.2: Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου ροής

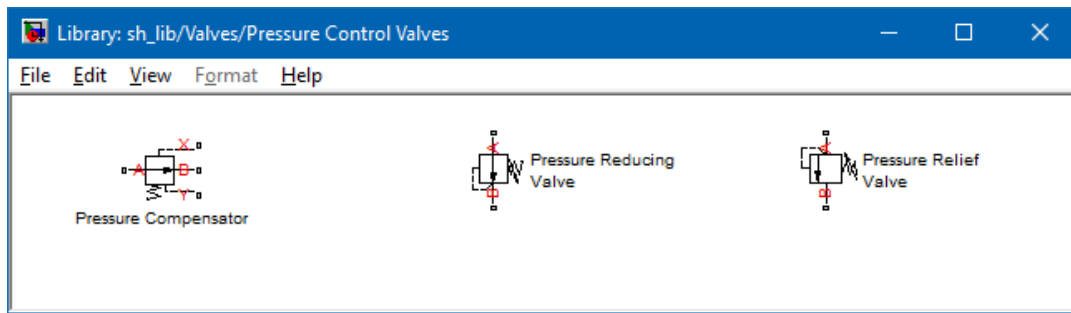


Εικόνα 3.75 Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου ροής

| Βαλβίδες Ελέγχου Ροής | Περιγραφή |
|---|---|
| Σφαιρική Βαλβίδα (Ball Valve) | Βαλβίδα με μηχανισμό ολίσθησης |
| Σφαιρική Βαλβίδα με Κωνική Θέση (Ball Valve with Conical Seat) | Βαλβίδα με μηχανισμό ολίσθησης με κωνική θέση |
| Βαλβίδα σε σχήμα Βελόνας (Needle Valve) | Υδραυλική βαλβίδα σε σχήμα βελόνας |
| Πεταλούδας (Poppet Valve) | Υδραυλική βαλβίδα |
| Βαλβίδα Ελέγχου Ροής με Αντιστάθμιση Πίεσης (Pressure-Compensated Flow Control Valve) | Βαλβίδα αντιστάθμισης υδραυλικής πίεσης |

Πίνακας 3.57 Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου ροής

3.4.9.3: Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου πίεσης

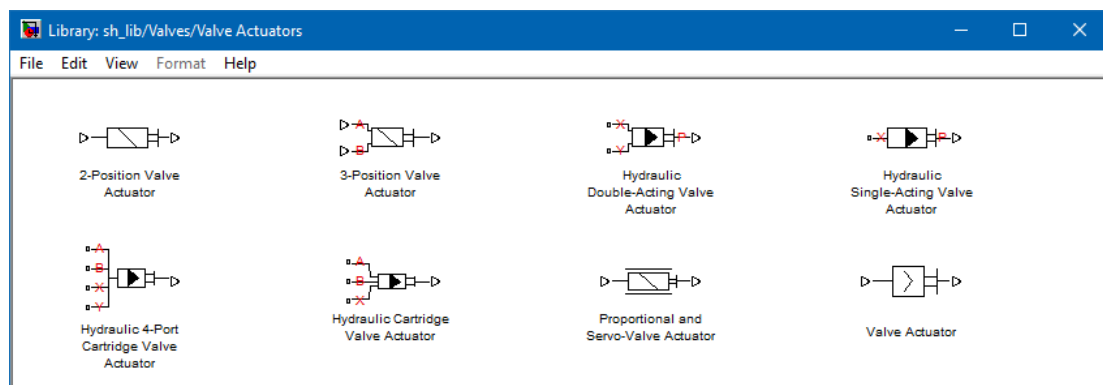


Εικόνα 3.76 Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου πίεσης

| Βαλβίδες Ελέγχου Πίεσης | Περιγραφή |
|--|---|
| Αντιστάθμιση Πίεσης (Pressure Compensator) | Βαλβίδα αντιστάθμισης υδραυλικής πίεσης |
| Βαλβίδα Μείωσης Πίεσης (Pressure Reducing Valve) | Βαλβίδα ελέγχου πίεσης διατηρώντας μειωμένη πίεση σε μέρος του συστήματος |
| Βαλβίδα Εκτόνωσης Πίεσης (Pressure Relief Valve) | Βαλβίδα ελέγχου πίεσης διατηρώντας την προκαθορισμένη πίεση στο σύστημα |

Πίνακας 3.58 Τα μπλοκ βαλβίδες ελέγχου πίεσης

3.4.9.4: Τα μπλοκ ενεργοποιητές βαλβίδων

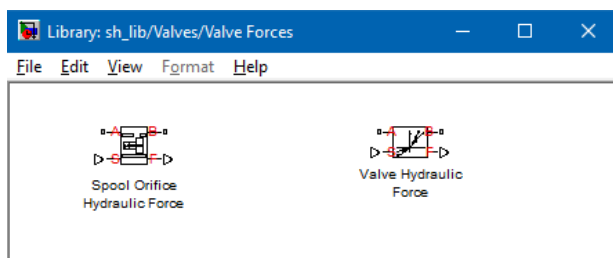


Εικόνα 3.77 Τα μπλοκ ενεργοποιητές βαλβίδων

| Ενεργοποιητές Βαλβίδων | Περιγραφή |
|---|--|
| Ενεργοποιητής Βαλβίδας 2 Θέσεων (2-Position Valve Actuator) | Ενεργοποιητής για βαλβίδες δύο θέσεων |
| Ενεργοποιητής Βαλβίδας 3 Θέσεων (3-Position Valve Actuator) | Ενεργοποιητής για βαλβίδες τριών θέσεων |
| Ενεργοποιητής Υδραυλικής Βαλβίδας Διπλής Ενέργειας (Hydraulic Double-Acting Valve Actuator) | Ενεργοποιητής υδραυλικής βαλβίδας διπλής ενέργειας |
| Ενεργοποιητής Υδραυλικής Μονοφασικής Βαλβίδας (Hydraulic Single-Acting Valve Actuator) | Ενεργοποιητής υδραυλικής βαλβίδας μονής ενέργειας |
| Ενεργοποιητής Υδραυλικού Φυσιγγίου Βαλβίδας 4 Θυρών | Ενεργοποιητής υδραυλικής βαλβίδας διπλής ενέργειας που ενεργοποιείται από τέσσερις πιέσεις |
| Ενεργοποιητής Υδραυλικού Φυσιγγίου Βαλβίδας (Hydraulic Cartridge Valve Actuator) | Ενεργοποιητής υδραυλικού φυσιγγίου βαλβίδας διπλής ενέργειας |
| Ενεργοποιητής Αναλογικός και Σερβοβαλβίδας (Proportional and Servo-Valve Actuator) | Συνεχής οδηγός βαλβίδας με έξοδο ανάλογο προς το σήμα εισόδου |
| Ενεργοποιητής Βαλβίδας (Valve Actuator) | Απλοποιημένο μοντέλο οδηγού βαλβίδας |

Πίνακας 3.59 Τα μπλοκ ενεργοποιητές βαλβίδων

3.4.9.5: Τα μπλοκ δυνάμεις βαλβίδων

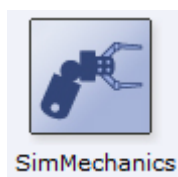


Εικόνα 3.78 Τα μπλοκ δυνάμεις βαλβίδων

| Δυνάμεις Βαλβίδων | Περιγραφή |
|---|--|
| Υδραυλική Δύναμη Οπίσθιου Καρουλιού (Spool Orifice Hydraulic Force) | Αξονική υδραυλική δύναμη που ασκείται στο καρούλι |
| Υδραυλική Δύναμη Βαλβίδας (Valve Hydraulic Force) | Αξονική υδραυλική στατική δύναμη ασκούμενη στη βαλβίδα |

Πίνακας 3.60 Τα μπλοκ δυνάμεις βαλβίδων

3.5: Η βιβλιοθήκη SimMechanics



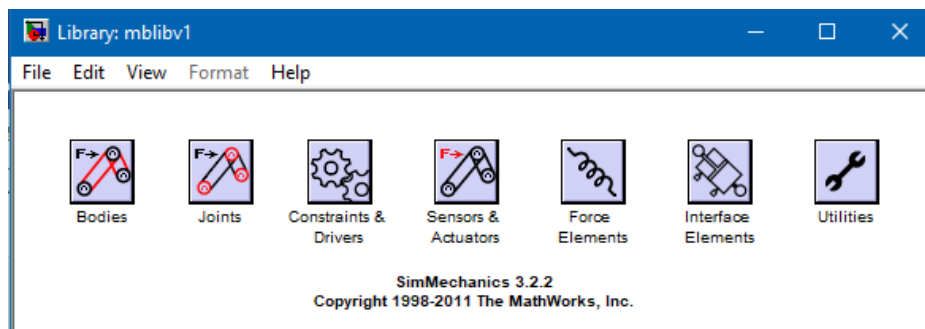
Εικόνα 3.79 Η βιβλιοθήκη SimMechanics

Το SimMechanics παρέχει περιβάλλον προσομοίωσης για τρισδιάστατα μηχανικά συστήματα, όπως ρομπότ, ανάρτηση οχημάτων, εξοπλισμό κατασκευών και εξοπλισμό προσγείωσης αεροσκαφών.

Μπορείτε να φτιάξετε μοντέλα συστημάτων πολλαπλών σωμάτων χρησιμοποιώντας μπλοκ που αντιπροσωπεύουν σωμάτια, αρμούς, στοιχεία δύναμης και αισθητήρες. Το SimMechanics διατυπώνει και λύνει τις εξισώσεις

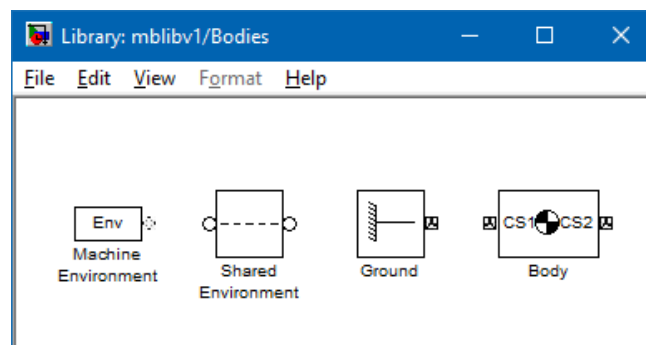
κίνησης για το πλήρες μηχανικό σύστημα. Μπορείτε να εισαγάγετε στο μοντέλο σας ολοκληρωμένες συναρμολογήσεις CAD, συμπεριλαμβανομένων όλων των μαζών, των αδρανειών, των αρθρώσεων, των και της γεωμετρίας 3D. Μία αυτόματα παραγόμενη 3D εικόνα σας επιτρέπει να απεικονίσετε τη δυναμική του συστήματος.

Το SimMechanics σας βοηθά να αναπτύξετε συστήματα ελέγχου και να δοκιμάσετε την απόδοση του συστήματος. Μπορείτε να παραμετροποιήσετε τα μοντέλα σας χρησιμοποιώντας μεταβλητές και εκφράσεις MATLAB και συστήματα ελέγχου σχεδιασμού για το σύστημα πολλαπλών σωμάτων σας στο Simulink. Μπορείτε να ενσωματώσετε στο μοντέλο σας υδραυλικά, ηλεκτρικά, πνευματικά και άλλα φυσικά συστήματα χρησιμοποιώντας εξαρτήματα από την οικογένεια προϊόντων της Simscape. Για να αναπτύξετε τα μοντέλα σας σε άλλα περιβάλλοντα προσομοίωσης, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων hardware-in-the-loop (HIL), το SimMechanics υποστηρίζει την παραγωγή του C-code.



Εικόνα 3.80 Η βιβλιοθήκη SimMechanics

3.5.1: Τα μπλοκ σώματα

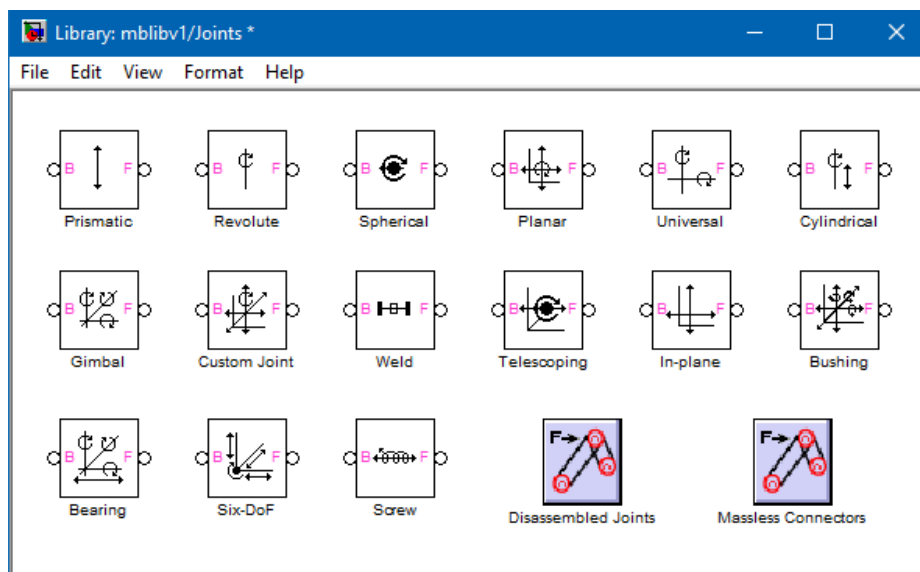


Εικόνα 3.81 Τα μπλοκ σώματα

| Σώματα | Περιγραφή |
|--|---|
| Περιβάλλον Μηχανήματος (Machine Environment) | Μηχανικές παράμετροι προσομοίωσης μίας μηχανής |
| Κοινόχρηστο Περιβάλλον (Shared Environment) | Βοηθητικό πρόγραμμα που συνδέει δύο ανεξάρτητες μηχανές σε ένα μόνο μηχανικό περιβάλλον |
| Γείωση (Ground) | Σταθερό σημείο σύνδεσης |
| Σώμα (Body) | Άκαμπτο σώμα με πλαίσια, αδράνεια και γεωμετρία |

Πίνακας 3.61 Τα μπλοκ σώματα της βιβλιοθήκης SimMechanics

3.5.2: Τα μπλοκ αρθρώσεις



Εικόνα 3.82 Τα μπλοκ αρθρώσεις

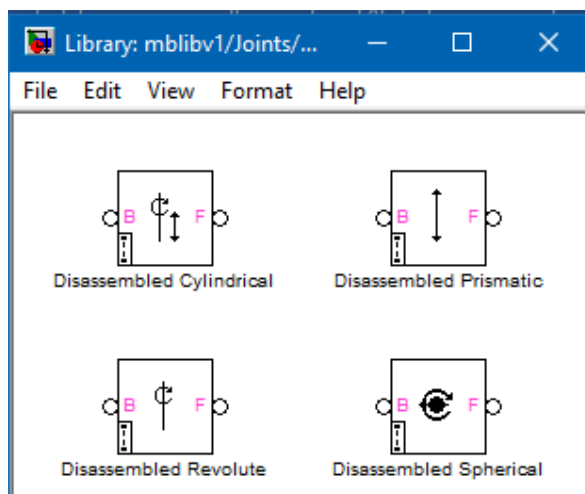
| Αρθρώσεις | Περιγραφή |
|-------------------------|---|
| Πρισματική (Prismatic) | Άρθρωση με έναν μεταγωγικό βαθμό ελευθερίας |
| Περιστροφική (Revolute) | Άρθρωση με έναν περιστροφικό βαθμό ελευθερίας |

(σε συνέχεια)

| | |
|--------------------------------------|---|
| Σφαιρική (Spherical) | Άρθρωση με τρεις περιστροφικούς βαθμούς ελευθερίας |
| Σχεδιαστική (Planar) | Άρθρωση με μία επαναληπτική και δύο πρισματικές αρθρώσεις |
| Γενική (Universal) | Άρθρωση με δύο περιστρεφόμενες αρθρώσεις |
| Κυλινδρική (Cylindrical) | Άρθρωση με μία περιστρεφόμενη και μία πρισματική άρθρωση |
| Κοσμητική (Gimbal) | Άρθρωση με τρεις περιστροφικές αρθρώσεις |
| Προσαρμοσμένη Άρθρωση (Custom Joint) | Άρθρωση με προσαρμοσμένο συνδυασμό πρισματικών, περιστροφικών και σφαιρικών αρθρώσεων |
| Συγκολλητική (Weld) | Άρθρωση με μηδενικούς βαθμούς ελευθερίας |
| Τηλεσκοπική (Telescoping) | Άρθρωση με τρεις περιστρεφόμενες και μία πρισματική άρθρωση |
| In-Plane | Άρθρωση με δύο κοινές πρισματικές αρθρώσεις |
| Ελαστική (Bushing) | Άρθρωση με τρεις πλεγματικές και τρεις πρισματικές αρθρώσεις |
| Φέρουσα (Bearing) | Άρθρωση με τρεις επαναληπτικές και μία πρισματική άρθρωση |
| Six-DoF | Άρθρωση με τρεις επαναληπτικές και μία πρισματική άρθρωση |
| Βιδωτή (Screw) | Άρθρωση με συζευγμένους περιστροφικούς και μεταγωγικούς βαθμούς ελευθερίας |

Πίνακας 3.62 Τα μπλοκ αρθρώσεις

3.5.2.1: Τα μπλοκ αποσυναρμολογημένες αρθρώσεις

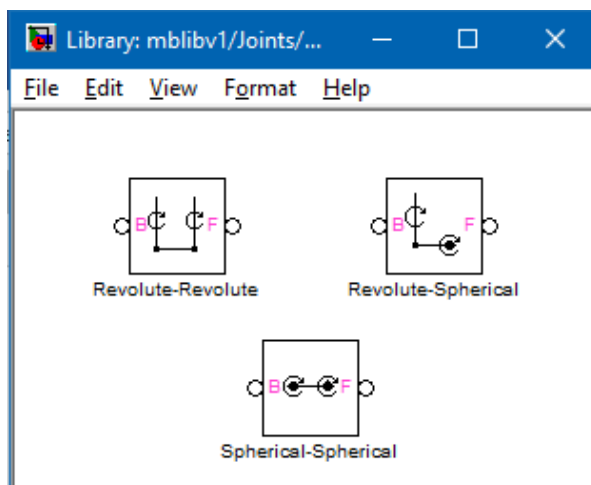


Εικόνα 3.83 Τα μπλοκ αποσυναρμολογημένες αρθρώσεις

| Αποσυναρμολογημένες Αρθρώσεις | Περιγραφή |
|--|---|
| Αποσυναρμολογημένη Κυλινδρική (Disassembled Cylindrical) | Άρθρωση με λανθασμένη ευθυγράμμιση βάσης και άξονες που περιέχουν μία περιστρεφόμενη και μία πρισματική άρθρωση |
| Αποσυναρμολογημένη Πρισματική (Disassembled Prismatic) | Άρθρωση με λανθασμένη ευθυγράμμιση της βάσης και των αξόνων που περιέχουν έναν μεταγωγικό βαθμό ελευθερίας |
| Αποσυναρμολογημένη Περιστροφική (Disassembled Revolute) | Άρθρωση με λανθασμένη ευθυγράμμιση της βάσης και των αξόνων που περιέχουν έναν περιστροφικό βαθμό ελευθερίας |
| Αποσυναρμολογημένη Σφαιρική (Disassembled Spherical) | Άρθρωση με λανθασμένη ευθυγράμμιση βάσης και αξόνων που περιέχουν τρεις περιστροφικούς βαθμούς ελευθερίας |

Πίνακας 3.63 Τα μπλοκ αποσυναρμολογημένες αρθρώσεις

3.5.2.2: Τα μπλοκ ασύρματες συνδέσεις των αρθρώσεων

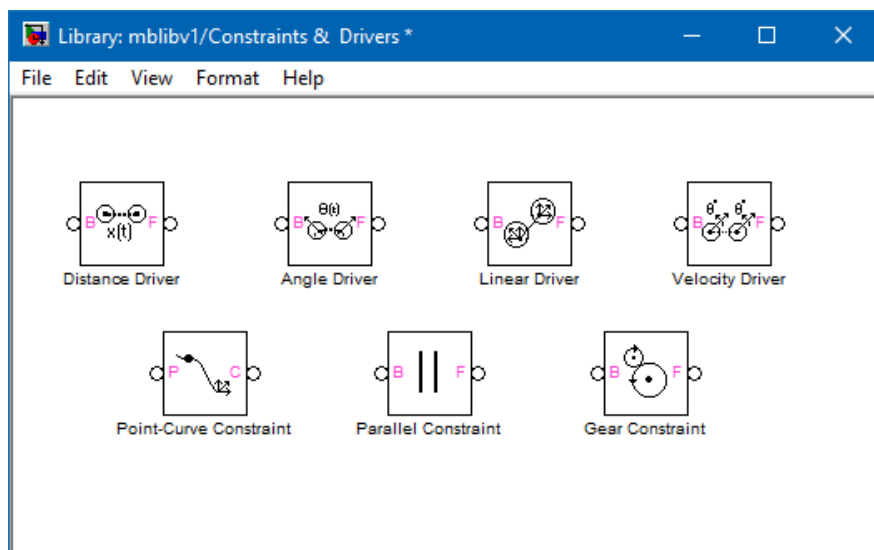


Εικόνα 3.84 Τα μπλοκ ασύρματες συνδέσεις των αρθρώσεων

| Ασύρματες Συνδέσεις | Περιγραφή |
|--|---|
| Περιστροφική – Περιστροφική (Revolute-Revolute) | Άρθρωση σταθερού μήκους με δύο άξονες εκ περιστροφής που χωρίζονται χωρικά |
| Περιστροφική – Σφαιρική (Revolute-Spherical) | Άρθρωση σταθερού μήκους με χωρισμένους τον άξονα περιστροφής και το σφαιρικό σημείο περιστροφής |
| Σφαιρική – Σφαιρική (Spherical-Spherical) | Άρθρωση σταθερού μήκους με δύο χωριστά σφαιρικά σημεία περιστροφής |

Πίνακας 3.64 Τα μπλοκ ασύρματες συνδέσεις των αρθρώσεων

3.5.3: Τα μπλοκ περιορισμοί και οδηγοί



Εικόνα 3.85 Τα μπλοκ περιορισμοί και οδηγοί

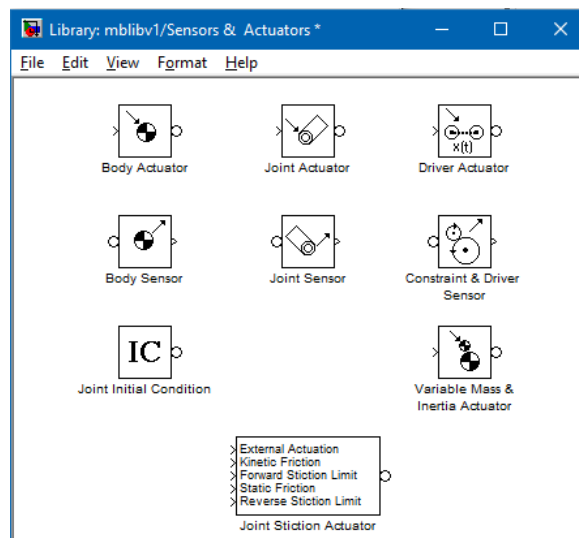
| Περιορισμοί και Οδηγοί | Περιγραφή |
|---|--|
| Απόσταση Οδηγού (Distance Driver) | Χρονικά εξαρτημένη απόσταση μεταξύ δύο συστημάτων συντεταγμένων σώματος |
| Γωνιακός Οδηγός (Angle Driver) | Οδηγός που καθορίζει μια χρονικά εξαρτώμενη γωνία μεταξύ δύο διανυσμάτων αξόνων σώματος |
| Γραμμικός Οδηγός (Linear Driver) | Χρονικά εξαρτώμενο σήμα ενός στοιχείου θέσης διανύσματος μεταξύ δύο συστημάτων συντεταγμένων σώματος |
| Πρόγραμμα Οδήγησης Ταχύτητας (Velocity Driver) | Γραμμικά και γωνιακά στοιχεία ταχύτητας του συστήματος συντεταγμένων βάσης και σώματος |
| Περιορισμός Σημείο – Καμπύλη (Point-Curve Constraint) | Περιορισμός που περιορίζει την κίνηση του σώματος σε μια καθορισμένη διαδρομή |
| Παράλληλος Περιορισμός (Parallel Constraint) | Συνεχής παράλληλη σχέση μεταξύ δύο διανυσμάτων αξόνων σώματος |

(σε συνέχεια)

| | |
|---|--|
| Περιορισμοί Εργαλείων (Gear Constraint) | Περιορισμός που περιορίζει την κίνηση του σώματος στην περιστροφική κατά μήκος των εφραπτόμενων κύκλων |
|---|--|

Πίνακας 3.65 Τα μπλοκ περιορισμοί και οδηγοί

3.5.4: Τα μπλοκ αισθητήρες και ενεργοποιητές



Εικόνα 3.86 Τα μπλοκ αισθητήρες και ενεργοποιητές

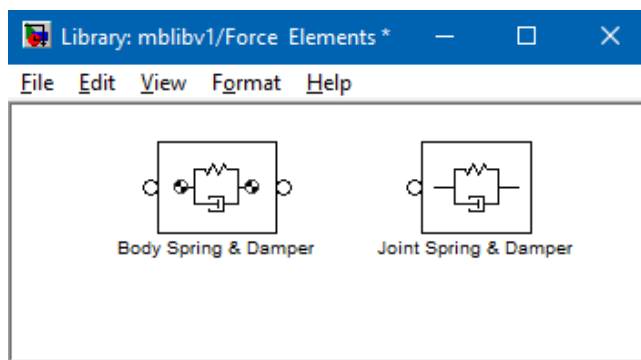
| Αισθητήρες και Ενεργοποιητές | Περιγραφή |
|---|--|
| Ενεργοποιητής Σώματος (Body Actuator) | Χρονικά εξαρτώμενη δύναμη και ροπή, που χρησιμοποιούνται για την ενεργοποίηση ενός σώματος |
| Ενεργοποιητής Άρθρωσης (Joint Actuator) | Χρονικά εξαρτώμενη Δύναμη, ροπή ή είσοδος κίνησης σε μία άρθρωση |
| Ενεργοποιητής Οδηγού (Driver Actuator) | Χρονικά εξαρτώμενη είσοδος κίνησης για τα μπλοκ οδηγού |
| Αισθητήρας Σώματος (Body Sensor) | Αισθητήρας μεταγωγής και περιστροφής σώματος |
| Αισθητήρας Άρθρωσης (Joint Sensor) | Αισθητήρας δύναμης, ροπής και κίνησης άρθρωσης |

(σε συνέχεια)

| | |
|---|--|
| Αισθητήρας Περιορισμού & Οδηγού (Constraint & Driver Sensor) | Αισθητήρας που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της δύναμης αντίδρασης και της ροπής μεταξύ δύο περιορισμένων ή κινούμενων σωμάτων |
| Αρχική Κατάσταση Άρθρωσης (Joint Initial Condition) | Αρχική θέση και ταχύτητα άρθρωσης |
| Ενεργοποιητής Μεταβλητής Μάζας & Αδράνειας (Variable Mass & Inertia Actuator) | Χρονικά εξαρτώμενες παράμετροι μάζας και αδράνειας |
| Ενεργοποιητής Αίσθησης Άρθρωσης (Joint Stiction Actuator) | Στατική άρθρωση και κινητική τριβή |

Πίνακας 3.66 Τα μπλοκ αισθητήρες και ενεργοποιητές

3.5.5: Τα μπλοκ στοιχεία δύναμης

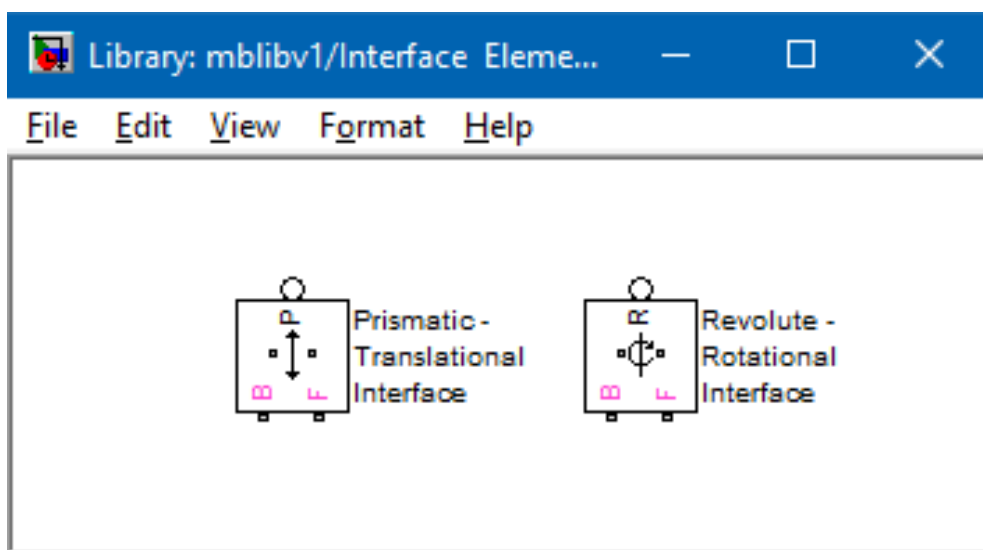


Εικόνα 3.87 Τα μπλοκ στοιχεία δύναμης

| Στοιχεία Δύναμης | Περιγραφή |
|--|---|
| Ελατήριο & Αποσβεστήρας Σώματος (Body Spring & Damper) | Μειωμένη δύναμη γραμμικού ταλαντωτή μεταξύ δύο σωμάτων |
| Ελατήριο & Αποσβεστήρας Άρθρωσης (Joint Spring & Damper) | Μειωμένη δύναμη ή ροπή γραμμικού ταλαντωτή που ενεργεί σε μία άρθρωση |

Πίνακας 3.67 Τα μπλοκ στοιχεία δύναμης

3.5.6: Τα μπλοκ στοιχεία διασύνδεσης

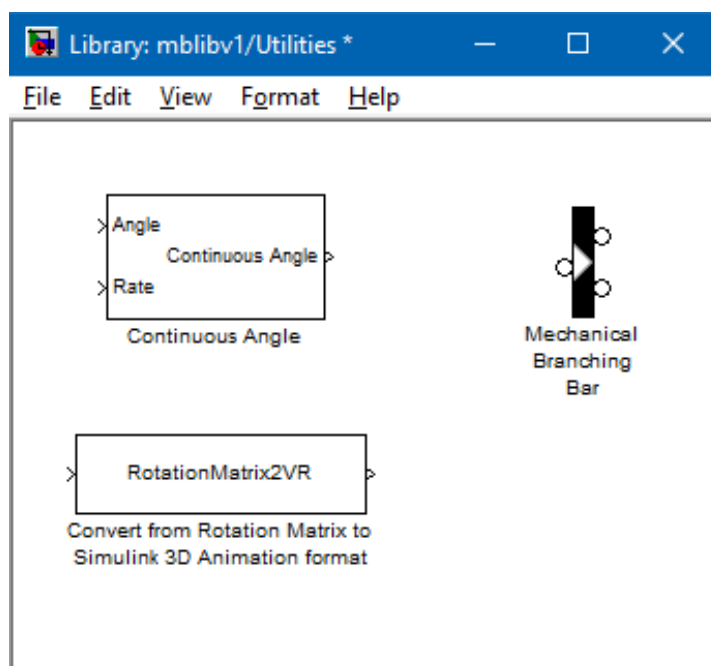


Εικόνα 3.88 Τα μπλοκ στοιχεία διασύνδεσης

| Στοιχεία Διασύνδεσης | Περιγραφή |
|--|--|
| Πρισματική – Μεταγωγική Διασύνδεση (Prismatic-Translational Interface) | Διεπαφή σύνδεσης μεταξύ πρισματικών στοιχείων και μηχανικών μεταγωγικών στοιχείων του Simscape |
| Περιστροφική – Περιστροφική Διασύνδεση (Revolute-Rotational Interface) | Διεπαφή σύνδεσης μεταξύ περιστρεφόμενων στοιχείων και μηχανικών περιστροφικών στοιχείων του Simscape |

Πίνακας 3.68 Τα μπλοκ στοιχεία διασύνδεσης

3.5.7: Τα μπλοκ βοηθητικά προγράμματα

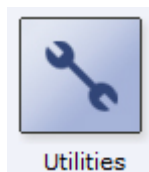


Εικόνα 3.89 Τα μπλοκ βοηθητικά προγράμματα

| Βοηθητικά Προγράμματα | Περιγραφή |
|---|---|
| Συνεχής Γωνία (Continuous Angle) | Λειτουργία που μετατρέπει μία ασυνεχή οριοθετημένη γωνία σε μία συνεχή απεριόριστη γωνία |
| Μηχάνημα Διακλάδωσης (Mechanical Branching Bar) | Βοηθητικό πρόγραμμα που χαρτογραφεί πολλαπλά σήματα αισθητήρα και ενεργοποίησης σε μία ενιαία γραμμή σύνδεσης |
| RotationMatrix2VR | Λειτουργία που μετατρέπει το πλέγμα περιστροφής 3x3 σε φορέα γωνίας 4 του άξονα περιστροφής |

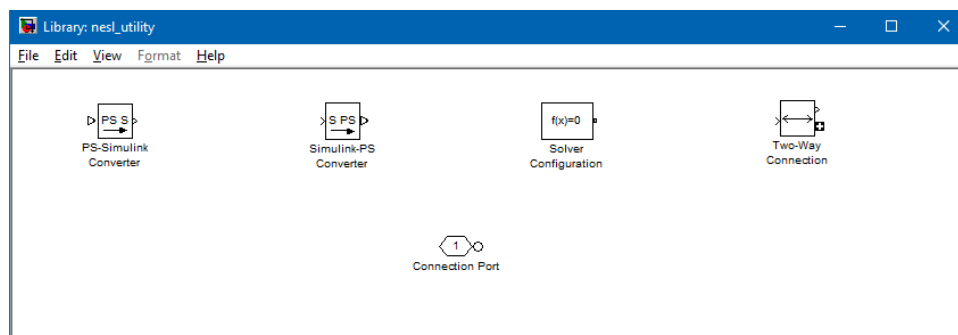
Πίνακας 3.69 Τα μπλοκ βοηθητικά προγράμματα

3.6: Η βιβλιοθήκη Utilities



Εικόνα 3.90 Η βιβλιοθήκη Utilities

Απαιτούμενα και κοινώς χρησιμοποιούμενα μπλοκ για τον καθορισμό του περιβάλλοντος προσομοίωσης, τη διασύνδεση με τα μοντέλα Simulink και την παραγωγή προσαρμοσμένων εξαρτημάτων επί τόπου. [2] [4]



Εικόνα 3.91 Η βιβλιοθήκη Utilities

| Utilities | Περιγραφή |
|---|--|
| Μετατροπέας Φυσικού Σήματος σε Simulink (PS-Simulink Converter) | Μετατρέψτε το φυσικό σήμα σε σήμα εξόδου Simulink |
| Μετατροπέα Simulink σε Φυσικό Σήμα (Simulink-PS Converter) | Μετατρέψτε το σήμα εισόδου Simulink σε φυσικό σήμα |
| Επίλυση Διαμόρφωσης (Solver Configuration) | Περιβάλλον φυσικών δικτύων και επίλυση διαμόρφωσης |
| Διπλή Σύνδεση (Two-Way Connection) | Υποδοχή αμφίδρομης θύρας σύνδεσης για υποσυστήματα |
| Θύρα Σύνδεσης (Connection Port) | Θύρα σύνδεσης φυσικού μοντέλου για υποσύστημα |

Πίνακας 3.70 Η βιβλιοθήκη Utilities

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΓΛΩΣΣΑ SIMSCAPE

4.1: Η γλώσσα Simescape

Η γλώσσα Simescape είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που βασίζεται σε MATLAB και δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να δημιουργεί προσαρμοσμένα μοντέλα εξαρτημάτων. Το MATLAB είναι μια γλώσσα κειμένου για την κωδικοποίηση, που χρησιμοποιείται κυρίως για μαθηματικά προβλήματα και συστήματα ελέγχου. Ένα πρόγραμμα που γράφεται στο MATLAB είναι γραμμές κώδικα. Το Simulink είναι πρόγραμμα σχεδίασης βασισμένο σε μοντέλα. Τα μοντέλα MATLAB και Simulink προσφέρουν στον χρήστη τον κειμενικό και γραφικό προγραμματισμό προκειμένου να σχεδιάσουν ένα σύστημα σε περιβάλλον προσομοίωσης. Το Simescape, το οποίο είναι ένα πακέτο που διατίθεται στο Simulink, προσφέρει προσομοίωση φυσικών συστημάτων μέσω διαφόρων εξαρτημάτων όπως ηλεκτρικά, υδραυλικά, μαγνητικά, μηχανικά, θερμικά, πνευματικά κ.λπ. που είναι έτοιμα για χρήση μέσω βιβλιοθηκών. Η βιβλιοθήκη ιδρυμάτων Simescape έχει βασικά συστατικά σε κάθε τομέα και ο χρήστης μπορεί να δει τον κώδικα που χρησιμοποιείται για τα περισσότερα από αυτά και μπορεί επίσης να κάνει αλλαγές. Η γλώσσα Simescape είναι ένα πολύ ισχυρό εργαλείο που δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργεί νέα προσαρμοσμένα στοιχεία, όσο πολύπλοκα μπορεί να είναι για να ταιριάζουν με τα πραγματικά φυσικά συστατικά που θα χρησιμοποιηθούν στην προσομοίωση.

4.2: Τύποι Συνιστωσών

Στη φυσική μοντελοποίηση υπάρχουν δύο τύποι μοντέλων, Συμπεριφορικής και Σύνθετης. Συμπεριφορικά μοντέλα είναι αυτά που υλοποιούνται βάσει της φυσικής τους συμπεριφοράς και περιγράφονται από ένα σύστημα μαθηματικών εξισώσεων. Τα σύνθετα μοντέλα από την άλλη πλευρά είναι κατασκευασμένα από άλλα μπλοκ και συνδέονται με ένα συγκεκριμένο τρόπο. Η γλώσσα Simescape επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργεί νέα συμπεριφορικά και σύνθετα μοντέλα όταν οι προϋπάρχουσες τυπικές βιβλιοθήκες μπλοκ δεν ταιριάζουν με τις απαιτήσεις σχεδίασης του χρήστη.

4.3: Δημιουργία Νέου Στοιχείου

Τα νέα προσαρμοσμένα ενσωματωμένα στοιχεία απαιτούν το δικό τους αρχείο με την επέκταση “.ssc”. Ένα αρχείο εξαρτήματος ξεκινά με τη λέξη-κλειδί “component” ακολουθούμενη από το όνομα του συστατικού (τα ονόματα των συστατικών δεν μπορούν να έχουν κενά μεταξύ τους) και τερματίζεται με τη λέξη-κλειδί “end”. Μετά από αυτό υπάρχει ένα σχόλιο που ονομάζει το μπλοκ στη βιβλιοθήκη. Μετά την ονομασία του εξαρτήματος και τον ορισμό του μπλοκ, υπάρχει το προαιρετικό περιθώριο για περισσότερα σχόλια που περιγράφουν το προσαρμοσμένο στοιχείο (εμφανίζεται στην περιγραφή του πλαισίου διαλόγου μπλοκ). Στη συνέχεια, τα αρχεία εξαρτημάτων μπορούν να έχουν τις ακόλουθες ενότητες με οποιαδήποτε σειρά.

- **Declaration (Δήλωση):** Περιέχει δηλώσεις για το στοιχείο όπως μεταβλητές, κόμβους, εισόδους και εξόδους
- **Setup (Ρύθμιση):** Περιέχει αναφορές εκχώρησης όπως if και error. Η συνάρτηση ρύθμισης εκτελείται μία φορά για κάθε παράσταση εξαρτήματος κατά τη διάρκεια της σύνταξης του μοντέλου. Προετοιμάζει το στοιχείο για προσομοίωση.
- **Branches (Κλάδοι):** Περιγράφουν τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών συνιστωσών και των κόμβων.
- **Structure (Δομή):** Δηλώνει τις συνδέσεις εξαρτημάτων για σύνθετα μοντέλα.
- **Events (Συμβάντα):** Η μοντελοποίηση συμβάντων επιτρέπει την πραγματοποίηση αλλαγών σε συνεχείς μεταβλητές.
- **Equation (Εξίσωση):** Δηλώνει τις εξισώσεις συνιστωσών για μοντέλα συμπεριφοράς.

Κάθε ενότητα τελειώνει με την λέξη-κλειδί “end”.

Για να δημιουργήσουμε ένα νέο στοιχείο χρησιμοποιώντας τη γλώσσα Simscape πρώτα πρέπει να γράψουμε τον κώδικα και να περιγράψουμε τι κάνει το στοιχείο. Έχοντας ανοιχτό το MATLAB πηγαίνουμε το File → New → Script και στο παράθυρο που ανοίγει γράφουμε τον κώδικα.

Αφού γράψουμε τον κώδικα, πηγαίνουμε στο File → Save As... και ονομάζουμε το στοιχείο μας με ένα σχετικό όνομα και του δίνουμε την

κατάληξη “.ssc” και επιλέγουμε την επιλογή “Όλα τα αρχεία” και πατάμε Αποθήκευση. Αφού πραγματοποιηθεί αυτό, μεταβείτε στο παράθυρο εντολών του MATLAB και πληκτρολογήστε “ssc_build”. Τώρα το νέο στοιχείο είναι έτοιμο για χρήση από το Simscape. [5]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: SIMULINK Ή SIMSCAPE

Το Simscape είναι μέρος του Simulink. Το Simulink είναι ένα περιβάλλον γραφικού προγραμματισμού για μοντελοποίηση, προσομοίωση και ανάλυση δυναμικών συστημάτων ενώ το Simscape είναι ένα τμήμα φυσικής μοντελοποίησης σε περιβάλλον Simulink, όπως υδραυλικά, ηλεκτρικά και μηχανικά συστήματα.

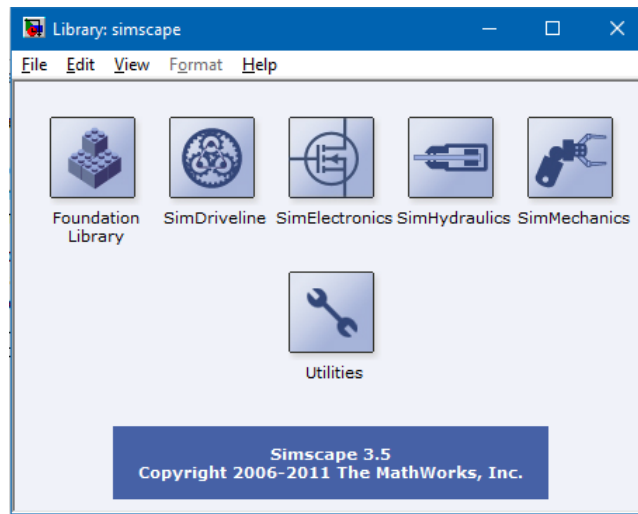
Με το Simscape, δεν χρειάζεται να γνωρίζετε τις εξισώσεις των συστημάτων σας. Απλώς τα συνδέετε όπως θα κάνατε με το φυσικό αντικείμενο και το λογισμικό καθορίζει αυτόματα τις απαραίτητες εξισώσεις και προχωρά στην επίλυση τους. Αλλά δεν υπάρχει τρόπος να χρησιμοποιήσετε μόνο εξαρτήματα του Simscape για να διαμορφώσετε ολόκληρο το σύστημά σας. Θα χρειαστείτε σίγουρα κάποια εργαλεία Simulink όπως πεδίο ή σταθερά μπλοκ. Αξίζει, επίσης, να γνωρίζετε ότι το Simscape τρέχει μέσα από Simulink.

Από την άλλη πλευρά, θα μπορούσατε να προσομοιώσετε ολόκληρα τα συστήματά σας μόνο με μπλοκ Simulink αλλά θα ήταν πολύ δύσκολο και ακατάστατο. Περισσότερο να πούμε ότι θα πρέπει να γνωρίζετε τις εξισώσεις του συστήματός σας.

Το καλύτερο θα ήταν να χρησιμοποιήσετε και τα δύο μαζί για να εξασφαλίσετε μια καλή προσομοίωση. Και τα δύο χρησιμοποιούν μπλοκ μοντελοποίησης, καθώς το Simscape αποτελεί μέρος του Simulink. Στο Simscape όμως υπάρχει πηγαίος κώδικας που παρέχεται για κάθε μπλοκ. Μπορείτε να πραγματοποιήσετε αλλαγές σε αυτόν τον κώδικα για να φτιάξετε το δικό σας προσαρμοσμένο μπλοκ. Επίσης, στο Simscape υπάρχει μια γλώσσα που ονομάζεται γλώσσα προγραμματισμού Simscape για το σχεδιασμό νέων προσαρμοσμένων μπλοκ. [3] [6]

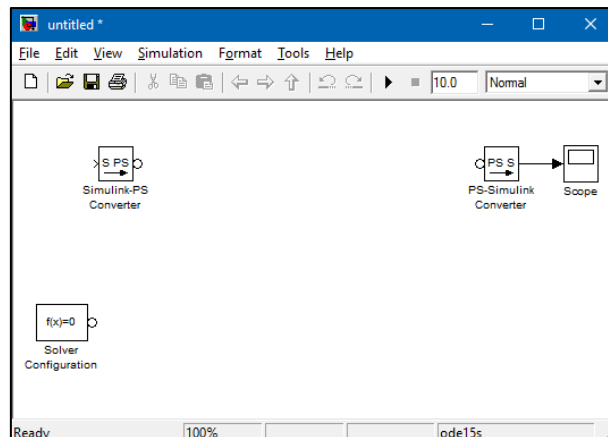
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ:
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΑΣΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΝΟΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ



Εικόνα 1.1 Το περιβάλλον του Simscape

Ο καλύτερος τρόπος για να ξεκινήσετε να χτίσετε ένα μοντέλο στο Simscape είναι η εντολή `ssc_new`. Το `ssc_new` εξασφαλίζει ότι χρησιμοποιούμε τις προτεινόμενες προεπιλεγμένες ρυθμίσεις για το μοντέλο μας.



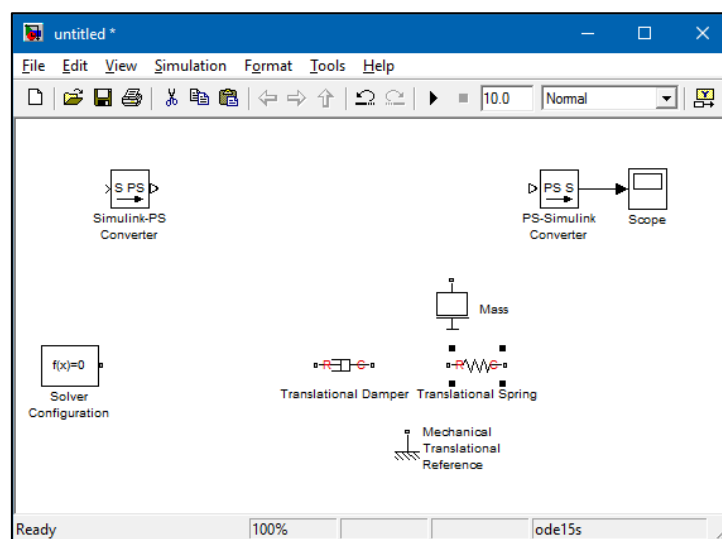
Εικόνα 1.2 Η εντολή `ssc_new`

Το νέο μοντέλο χωρίς τίτλο, περιέχει ένα μπλοκ διαμόρφωσης λύσης (Solver Configuration), ένα μπλοκ μετατροπέα Simulink σε φυσικό σήματος (Simulink-PS Converter) και ένα μπλοκ μετατροπέα φυσικού σήματος σε Simulink (PS-Simulink Converter) συνδεδεμένο σε έναν παλμογράφο.

Για να διαμορφώσετε το σύστημα σας, προσθέτετε μπλοκ από τις βιβλιοθήκες του Simscape σε ένα μοντέλο και τα συνδέετε σε ένα φυσικό δίκτυο.

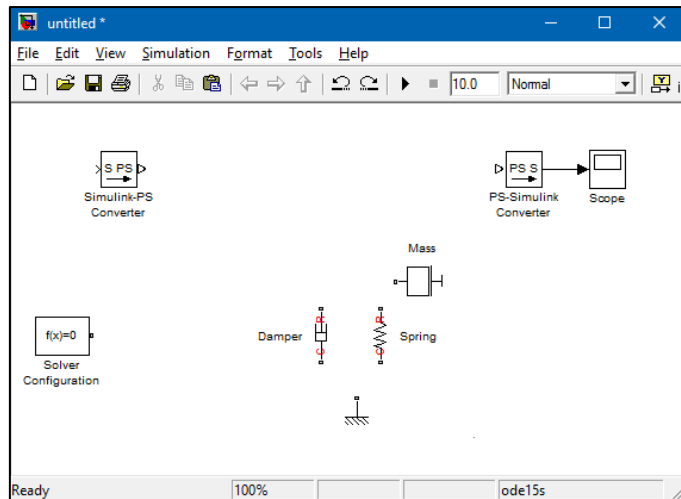
Στο Simscape επιλέγουμε Foundation Library → Mechanical → Translational Elements library.

Σέρνετε στο παράθυρο του ssc_new τα Mass (μάζα), Translational Damper (μεταγωγικό αποσβεστήρα), Translational Spring (ελατήριο) και Mechanical Translational Reference (γείωση).



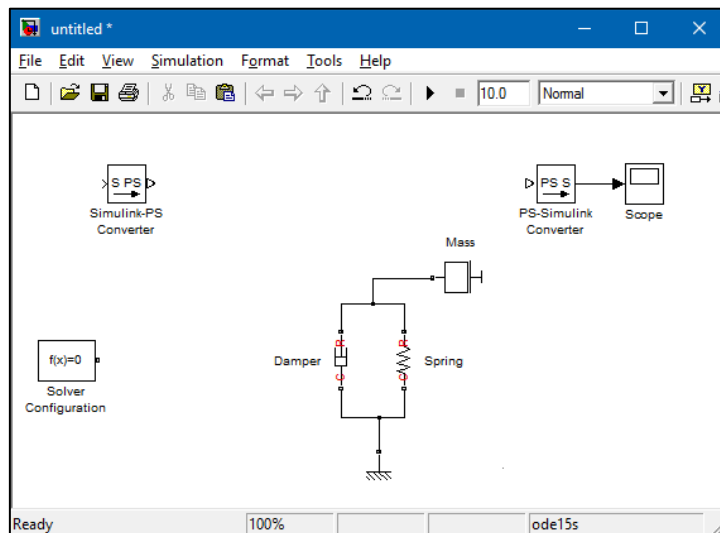
Εικόνα 1.3 Προσθέτουμε μάζα, μεταγωγικό αποσβεστήρα, ελατήριο και γείωση

Μπορείτε να επεξεργαστείτε τα εξαρτήματα, όπως να τα περιστρέψετε, να επεξεργαστείτε το όνομα τους, αλλά και να το σβήσετε τελείως. Για να περιστρέψετε ένα εξάρτημα πατήστε δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα → Format → Rotate Block και επιλέγετε ανάμεσα σε δεξιόστροφη (Clockwise) ή αριστερόστροφη (Counterclockwise) φορά. Εναλλακτικά επιλέγετε το εξάρτημα και πατώντας Ctrl+R περιστρέφεται δεξιόστροφα. Για να επεξεργαστείτε το όνομα ενός εξαρτήματος πατάτε πάνω στο όνομα και μπορείτε να σβήσετε κομμάτι του κειμένου. Για να μην φαίνεται το όνομα του εξαρτήματος πατάτε δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα → Format → Hide Name. Αν σας “ενοχλεί” η πλευρά στην οποία βρίσκεται το κείμενο πατάτε δεξί κλικ πάνω στο εξάρτημα → Format → Flip Name.



Εικόνα 1.4 Επεξεργαζόμαστε τα εξαρτήματα που τοποθετήσαμε

Συνδέετε τα εξαρτήματα μεταξύ τους όπως δείχνει η εικόνα.



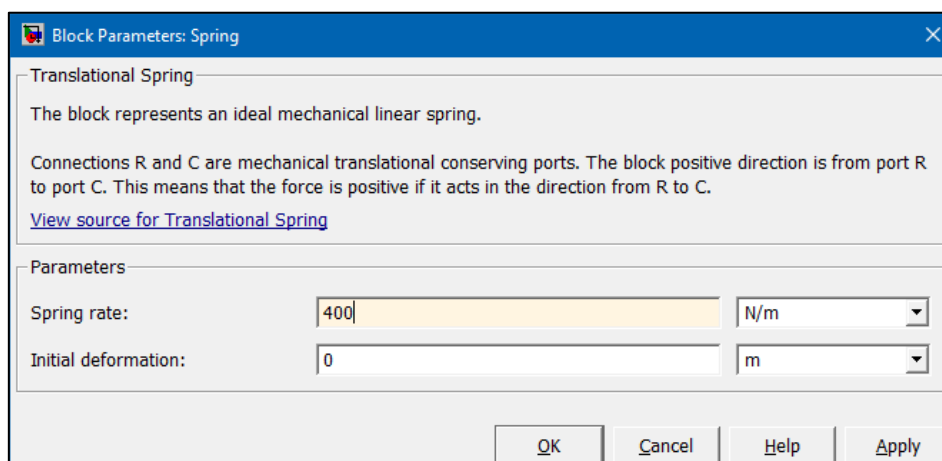
Εικόνα 1.5 Συνδέουμε τα εξαρτήματα που τοποθετήσαμε

Αυτό επιτυγχάνεται πιάνοντας την άκρη του εξαρτήματος και σέρνοντας το καλώδιο που δημιουργείται με την άκρη του εξαρτήματος που επιθυμείτε.

Τα μπλοκ Simscape αντιπροσωπεύουν γενικά στοιχεία που έχουν προεπιλεγμένες αρχικές τιμές για παραμέτρους και μεταβλητές μπλοκ. Μπορείτε να προσαρμόσετε αυτές τις τιμές ώστε να ταιριάζουν με την εφαρμογή σας ή να ταιριάζουν με το φύλλο δεδομένων κατασκευαστών.

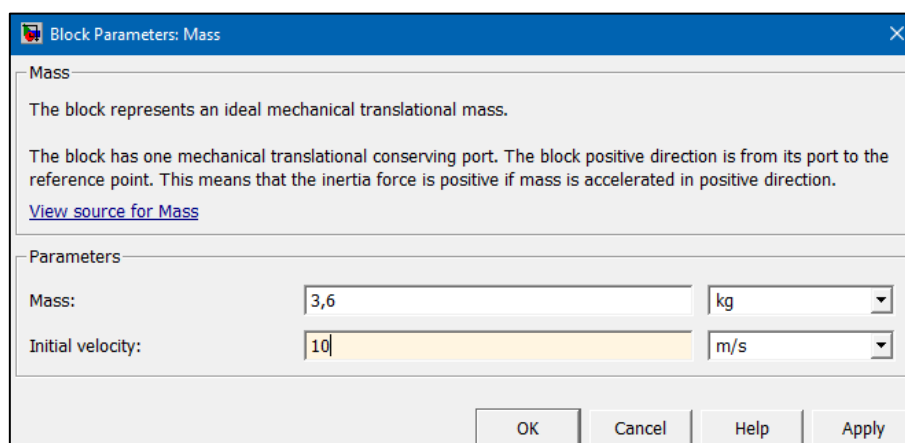
Σε αυτό το μοντέλο, θα ρυθμίσετε τις παραμέτρους που ελέγχουν τη μάζα, την ακαμψία ελατηρίου και τον συντελεστή απόσβεσης. Θα καθορίσετε επίσης την αρχική ταχύτητα της μάζας ρυθμίζοντας τον αντίστοιχο μεταβλητό στόχο.

Κάντε διπλό κλικ στο μπλοκ ελατηρίου (Spring). Ρυθμίστε το ρυθμό ελατηρίου (Spring rate) σε 400 N/m και πατήστε Apply και OK.



Εικόνα 1.6 Αλλαγή του ρυθμού ελατηρίου

Κάντε διπλό κλικ στο μπλοκ μάζας. Ρυθμίστε τη μάζα σε 3,6 κιλά. Για να καθορίσετε την επιθυμητή αρχική τιμή (Initial velocity) για την ταχύτητα της μάζας, κάντε κλικ στο πεδίο Αρχής τιμής, πληκτρολογήστε 10 και, στη συνέχεια, κάντε πατήστε Apply και OK.



Εικόνα 1.7 Αλλαγή της τιμής της μάζας και της αρχικής της ταχύτητας

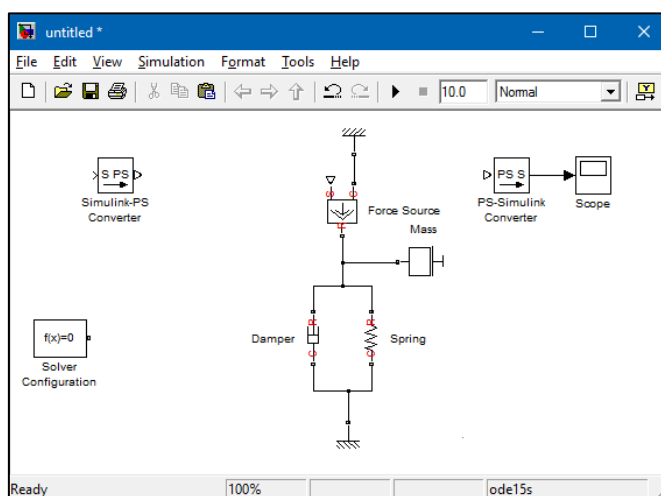
Μπορείτε να οδηγήσετε μοντέλα Simscape χρησιμοποιώντας σήματα εισόδου. Αυτή η τεχνική σας επιτρέπει να αναπαριστάτε φυσικά εφέ, όπως δυνάμεις, τάσεις ή πιέσεις που δρουν στο σύστημά σας. Μπορείτε επίσης να καθορίσετε άλλες ποσότητες που ρέουν μέσω του συστήματός σας, όπως ρεύμα, ρυθμός ροής μάζας και ροή θερμότητας. Μπορείτε να προσθέσετε συνδέσεις εισόδου σήματος στο φυσικό σας δίκτυο χρησιμοποιώντας μπλοκ πηγαίου κώδικα του Simscape.

Για να προσθέσετε την αναπαράσταση της δύναμης που ασκεί τη μάζα, χρησιμοποιήστε το μπλοκ πηγής Ιδανικής Δύναμης.

Στο Simscape επιλέγουμε Foundation Library → Mechanical → Mechanical Sources library. Προσθέστε το μπλοκ Ideal Force Source στο διάγραμμα. Συντομεύστε το όνομα του μπλοκ σε Force Source. Για να αντικατοπτρίσετε τη σωστή κατεύθυνση της δύναμης που εμφανίζεται στο αρχικό σχήμα, αναποδογυρίστε τον προσανατολισμό του μπλοκ. Πατήστε δεξί κλικ στο Force Source → Format → Flip Block → Up-Down.

Αντιγράψτε τη γείωση κάνοντας δεξί κλικ επιλέγοντας Copy και Paste. Στη συνέχεια, αναστρέψτε τον προσανατολισμό του νέου μπλοκ χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνική με αυτή του μπλοκ Force Source.

Συνδέστε τη θύρα C του τμήματος Force Source με τη δεύτερη γείωση και τη θύρα R στο μπλοκ μάζας.



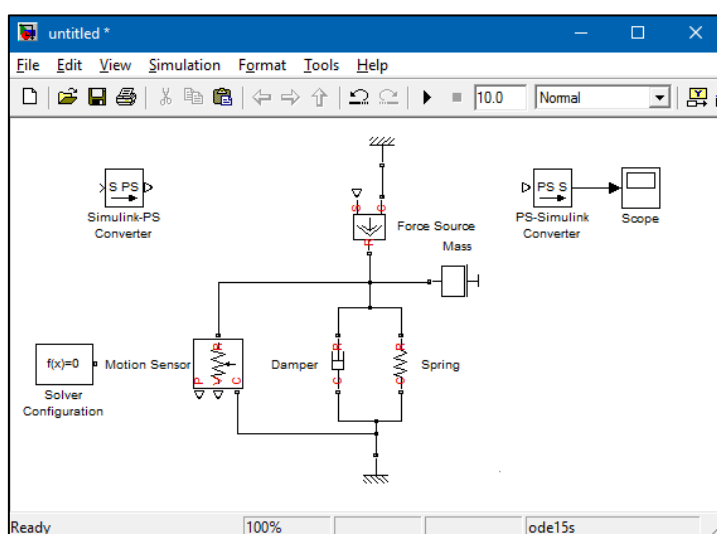
Εικόνα 1.8 Προσθήκη πηγών

Μπορείτε να μετρήσετε τις ποσότητες από το φυσικό σας δίκτυο και να τις χρησιμοποιήσετε σε άλλες θέσεις του μοντέλου σας. Ορισμένες κοινές χρήσεις αυτών των ποσοτήτων περιλαμβάνουν ανατροφοδότηση για έναν αλγόριθμο ελέγχου, μοντελοποίηση φυσικών συστατικών των οποίων η συμπεριφορά εξαρτάται από άλλες φυσικές ποσότητες (όπως η αντίσταση που εξαρτάται από τη θερμοκρασία) ή απλά προβολή των αποτελεσμάτων κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

Για να μετρήσετε την παραμόρφωση του ελατηρίου, συνδέστε ένα μπλοκ Ideal Translational Motion Sensor παράλληλα με το ελατήριο.

Στο Simscape επιλέγουμε Foundation Library → Mechanical → Mechanical Sensors library.

Προσθέστε το μπλοκ Ideal Translation Motion Sensor στο διάγραμμα. Περιστρέψτε το μπλοκ, επιλέγοντας το και πατώντας Ctrl+R και συνδέστε το όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα και συντομεύσετε το όνομα του.

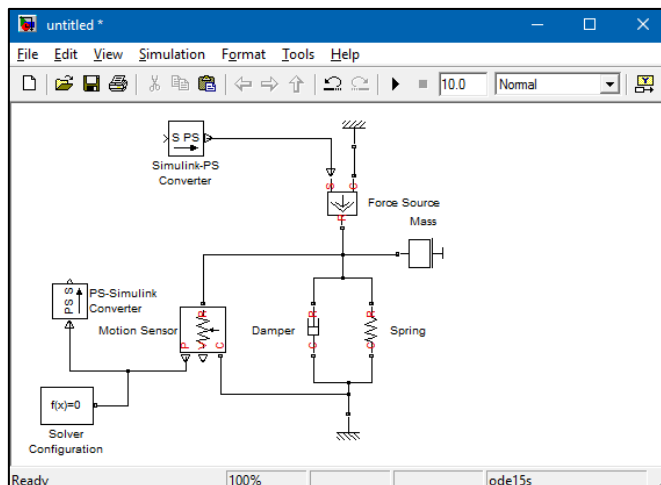


Εικόνα 1.9 Προσθήκη αισθητήρων

Οι εξισώσεις σε ένα δίκτυο Simscape επιλύονται ταυτόχρονα, ενώ τα μπλοκ Simulink αξιολογούνται διαδοχικά. Τα μπλοκ διασύνδεσης, όπως το Simulink-PS Converter και το PS-Simulink Converter, χειρίζονται το όριο μεταξύ αυτών των δύο συμβάσεων μοντελοποίησης. Χρειάζεστε μπλοκ διασύνδεσης όταν

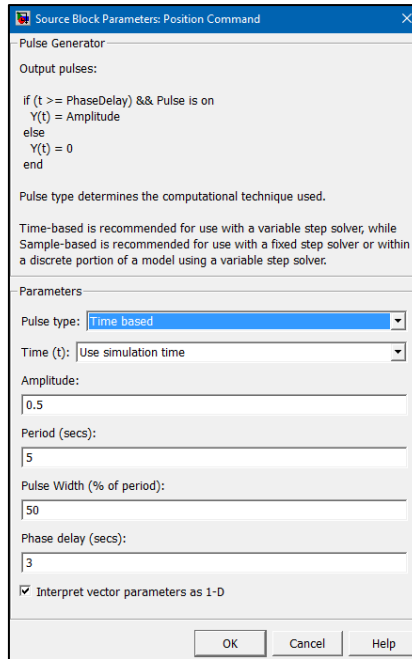
τα σήματα Simulink καθορίζουν τις ποσότητες σε ένα δίκτυο Simscape ή όταν μεταφέρετε τις ποσότητες Simscape στο Simulink για έλεγχο σχεδιασμού ή για άλλους σκοπούς. Κάθε φορά που συνδέετε ένα μπλοκ Simulink σε ένα φυσικό δίκτυο Simscape, πρέπει να χρησιμοποιήσετε ένα κατάλληλο μπλοκ μετατροπέα.

Για να συνδέσετε το φυσικό σας δίκτυο με έναν ελεγκτή που είναι κατασκευασμένος από κανονικά μπλοκ Simulink, προετοιμάστε το φυσικό δίκτυο που θα συνδεθεί με τα σήματα Simulink. Σβήστε το μπλοκ Scope. Αυτό επιτυγχάνεται επιλέγοντας το μπλοκ Scope και πατώντας δεξί κλικ → Delete ή επιλέγοντας το και πατώντας το πλήκτρο delete. Συνδέστε τη θύρα εξόδου φυσικού σήματος του μπλοκ μετατροπέα Simulink-PS στη θύρα S του μπλοκ πηγής ενέργειας (Force Source) (Force Source). Συνδέστε τη θύρα εξόδου P του μπλοκ αισθητήρα κίνησης (Motion Sensor) στη θύρα εισόδου φυσικού σήματος του μπλοκ μετατροπέα PS-Simulink. Συνδέστε το μπλοκ διαμόρφωσης λύσης (Solver Configuration) στο κύκλωμα και αποκρύψτε τα ονόματα του μπλοκ μετατροπέα.



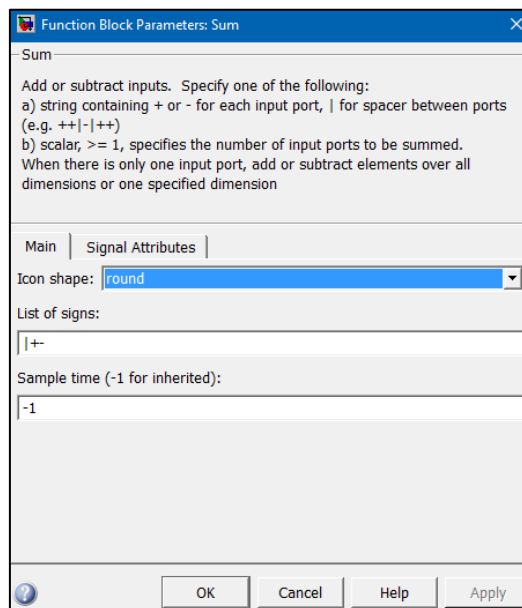
Εικόνα 1.10 Σύνδεση του μπλοκ διαμόρφωσης λύσης

Έπειτα, θα χτίσουμε και θα συνδέσουμε τον ελεγκτή. Στο ανοιχτό αρχείο στο ssc_new πηγαίνετε στο view → Library Browser → στην καρτέλα Simulink → Sources και σύρτε το Pulse Generator στο ssc_new παράθυρο. Αλλάξτε το όνομα του μπλοκ σε Position Command. Πατήστε διπλό κλικ πάνω στο μπλοκ και αλλάξτε τις τιμές.



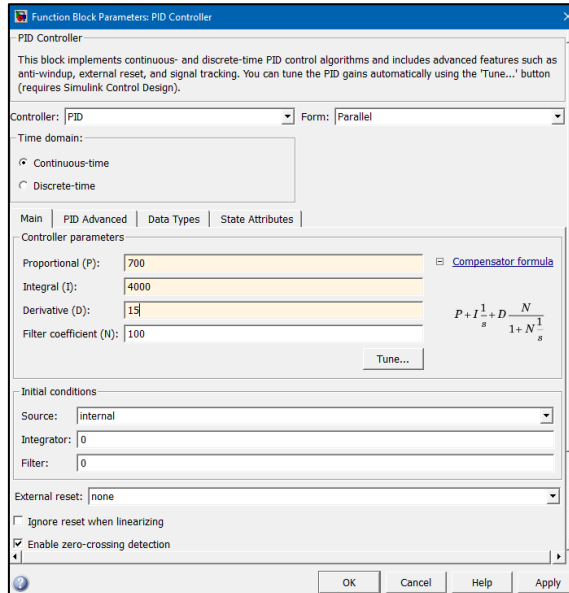
Εικόνα 1.11 Αλλαγή τιμών στη γεννήτρια παλμών

Στο ανοιχτό αρχείο στο `ssc_new` πηγαίνετε στο `view` → `Library Browser` → στην καρτέλα `Simulink` → `Math Operations` και σύρτε το `Sum` στο παράθυρο `ssc_new`. Πατήστε διπλό κλικ πάνω στο `Sum` και αλλάξτε το δεύτερο `+` του πεδίου `List of signs` με `-`.



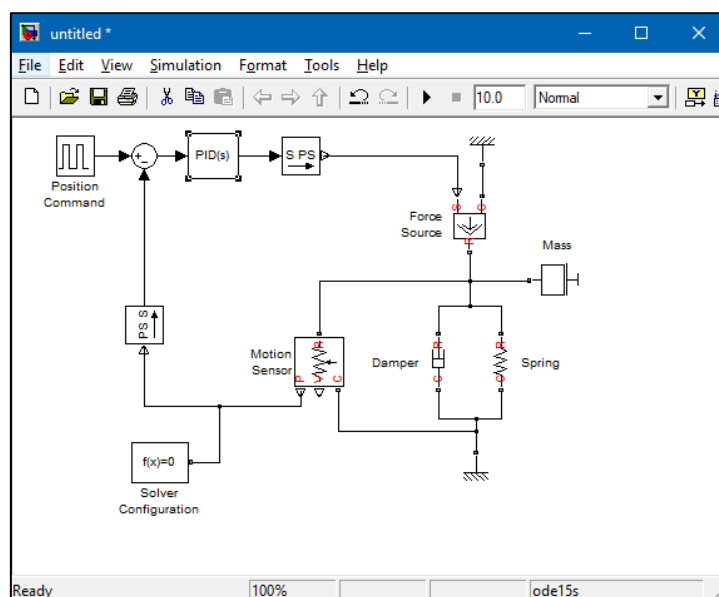
Εικόνα 1.12 Αλλαγή του πεδίου συμβόλων στο μπλοκ `Sum`

Στο ανοιχτό αρχείο στο ssc_new πηγαίνετε στο view → Library Browser → στην καρτέλα Simulink → στο Continuous και σύρτε το PID Controller στο παράθυρο ssc_new. Πατήστε διπλό κλικ στο PID Controller και αλλάξτε τις τιμές Propositional (P) σε 700, Integral (I) σε 4000 και Derivative (D) σε 15.



Εικόνα 1.13 Αλλαγή τιμών στον ελεγκτή PID

Συνδέστε τα εξαρτήματα όπως φαίνεται παρακάτω:

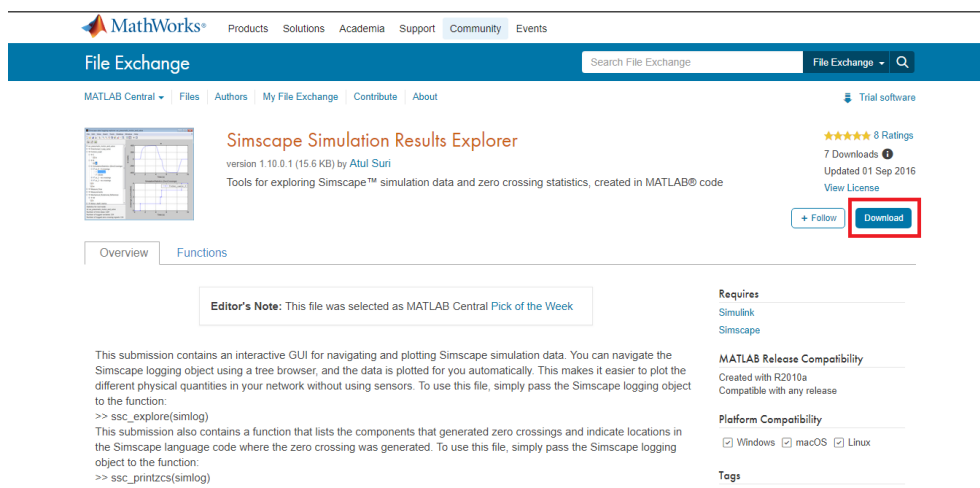


Εικόνα 1.14 Σύνδεση Εξαρτημάτων

Για να μπορέσουμε να δούμε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης μας μέσω του Simscape πρέπει να κατεβάσουμε το Simscape Simulation Results Explorer. [7] Μεταβαίνουμε στη σελίδα:

<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/28184-simscap-simulation-results-explorer>

για να κατεβάσουμε το Simscape Simulation Results Explorer.



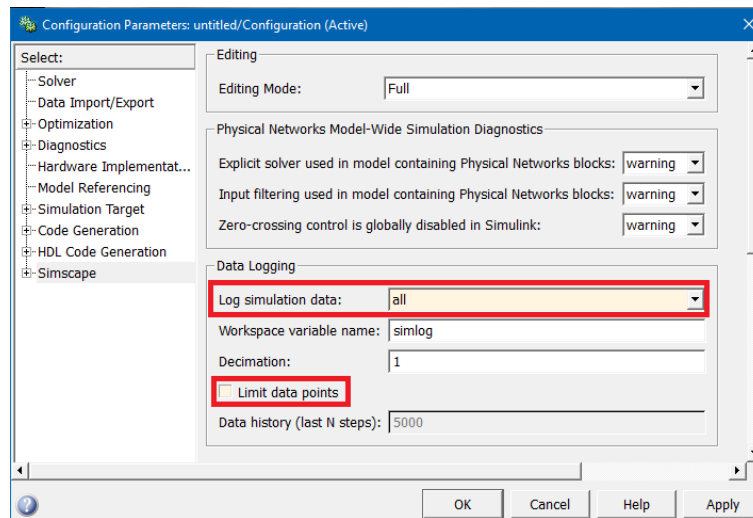
Εικόνα 1.15 Σελίδα λήψης εξερευνητή αποτελεσμάτων (Results Explorer)

Θα δούμε στις λήψεις μας ένα .zip αρχείο με ονομασία `simscap_logging.zip`. Φτιάχνουμε έναν φάκελο με ονομασία `simscap_logging` και βάζουμε το περιεχόμενο του .zip αρχείου που κατεβάσαμε. Τον φάκελο αυτό τον αντιγράφουμε και τον τοποθετούμε στο ακόλουθο path:

`C:\Program Files\MATLAB\R2011a\toolbox\matlab\`

Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε πλέον να χρησιμοποιήσουμε το .m αρχείο με ονομασία `ssc_exlore`, που μας δίνει τη δυνατότητα να τρέξουμε μία συνάρτηση που καταγράφει και προβάλλει τα δεδομένα προσομοίωσης. Για να το πετύχουμε αυτό εφόσον έχουμε ολοκληρώσει το σύστημα μας, μεταβαίνουμε στο παράθυρο του `ssc_new` που έχουμε φτιάξει το σύστημα μας έτοιμο για προσομοίωση. Πηγαίνουμε στο Simulation → Configuration Parameters → από τα αριστερά επιλέγουμε το Simscape → στο Data Logging

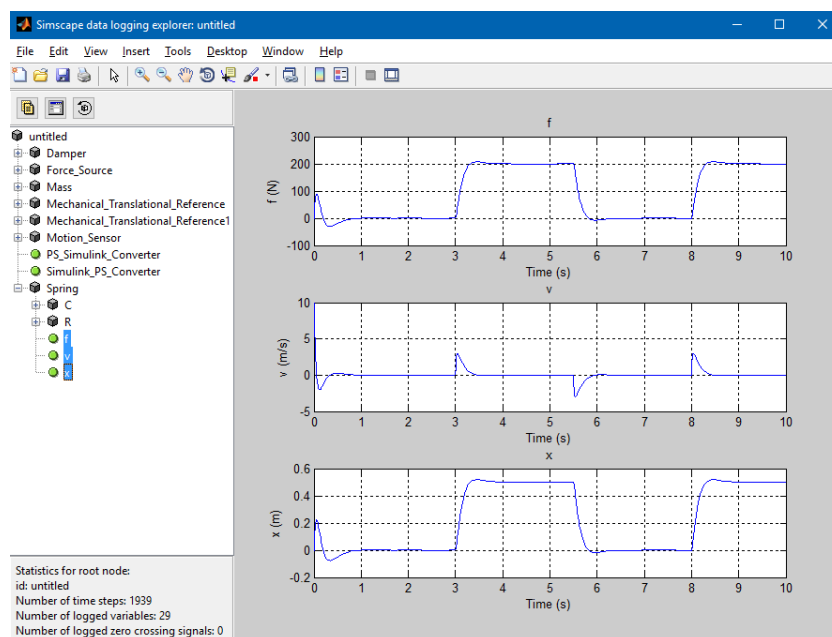
αλλάζουμε το Log simulation data σε all και αφαιρούμε την επιλογή του Limit data points → Apply και OK.



Εικόνα 1.16 Ενεργοποίηση του Log Simulation


Τρέχουμε την προσομοίωση πατώντας το play κουμπί στο παράθυρο του ssc_new και εφόσον ολοκληρωθεί η προσομοίωση, στο Command Window του MATLAB πληκτρολογούμε την εντολή `ssc_explore(simlog)`.

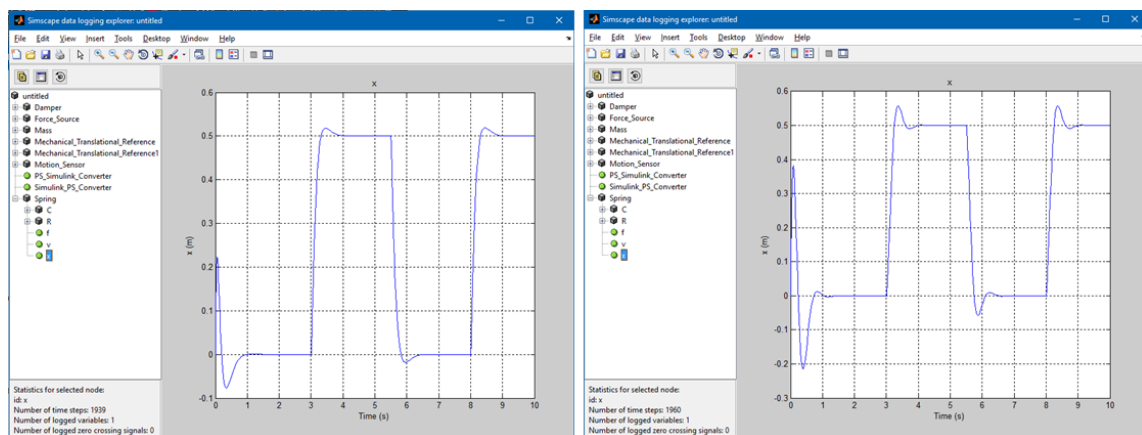
Τότε ανοίγει ένα παράθυρο όπου μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης μας για το κάθε μπλοκ ξεχωριστά.



Εικόνα 1.17 Το παράθυρο του Simscape data logging explorer

Έχει ανοίξει το παράθυρο και δείχνει τα διαγράμματα δεδομένων προσομοίωσης για τις τρεις μεταβλητές του ελατηρίου. Αυτό το βλέπουμε στην αριστερή στήλη του παραθύρου που είναι διακλαδωμένα τα μπλοκ και ανοίγοντας τα βλέπουμε τις μεταβλητές του αντίστοιχου μπλοκ.

Μπορούμε να αλλάξουμε κάποια τιμή και να τρέξουμε εκ νέου τη προσομοίωση ώστε να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για παράδειγμα, από το ελατήριο επιλέγουμε την μεταβλητή x , που αντιπροσωπεύει τα δεδομένα παραμόρφωσης του ελατηρίου στο χρόνο. Πάμε και αλλάζουμε την τιμή της μάζας σε 7,2 κιλά, ξανατρέξουμε την προσομοίωση και ξαναφορτώνουμε τα καταγεγραμμένα δεδομένα με τη νέα μάζα πατώντας το κουμπί  που βρίσκεται στη γραμμή εργαλείων του παραθύρου Simscape data logging explorer. Τότε αν δούμε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης για την μεταβλητή x του ελατηρίου, παρατηρούμε ότι έχουμε διαφορετικό αποτέλεσμα. [2]



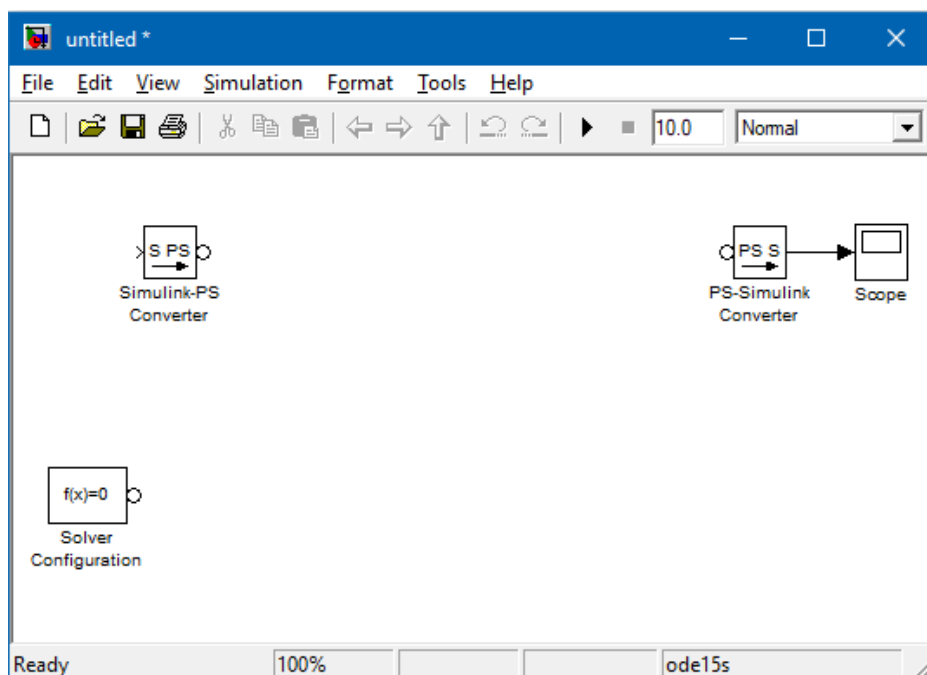
Εικόνα 1.18 Η παραμόρφωση του ελατηρίου σε σχέση με τον χρόνο. Αριστερά, με μια μάζα 3,6 κιλών και δεξιά, με μια μάζα 7,2 κιλών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΤΗΡΑ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για να μπορέσουμε να πραγματοποιήσουμε την προσομοίωση της μοντελοποίησης κάνουμε χρήση του Simscape για να μοντελοποιήσουμε το ηλεκτρομηχανικό σύστημα ως φυσικό δίκτυο. [8]

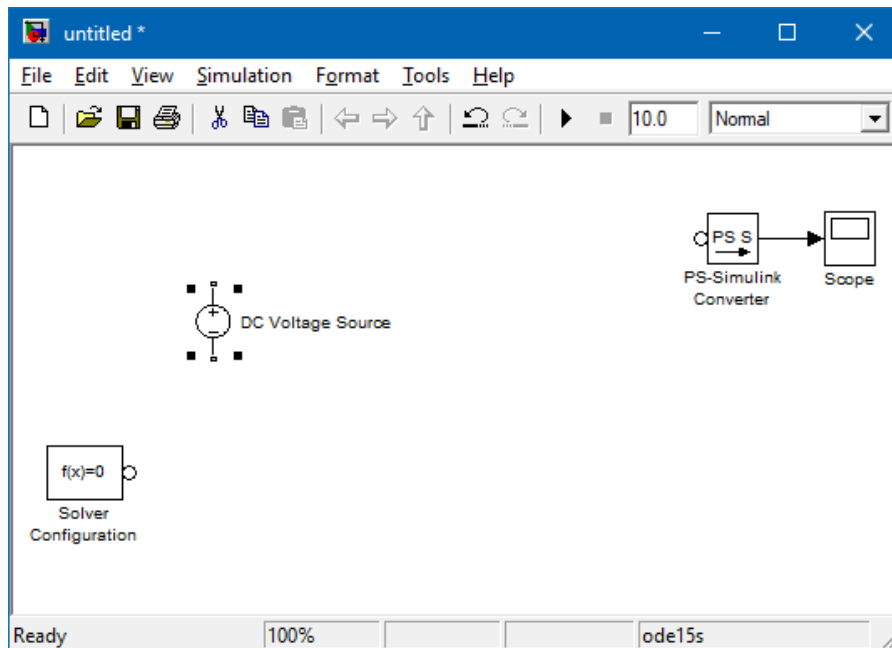
Το μοντέλο δημιουργείται με τη συναρμολόγηση ενός φυσικού δικτύου συνιστωσών του Simscape, συμπεριλαμβανομένων ηλεκτρικών αντιστάσεων, αδράνειας άξονα και τριβής. Τα αποτελέσματα προσομοίωσης αξιολογούνται στον παλμογράφο. Οι φυσικές συνδέσεις που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο διευκολύνουν την κατανόηση, την τροποποίηση και τη συντήρησή τους, και καθιστούν δυνατή την ταχεία δημιουργία μοντέλων που καλύπτουν πολλαπλούς φυσικούς τομείς.

Χρησιμοποιούμε την εντολή του MATLAB `ssc_new` για να ανοίξουμε ένα νέο παράθυρο Simscape.



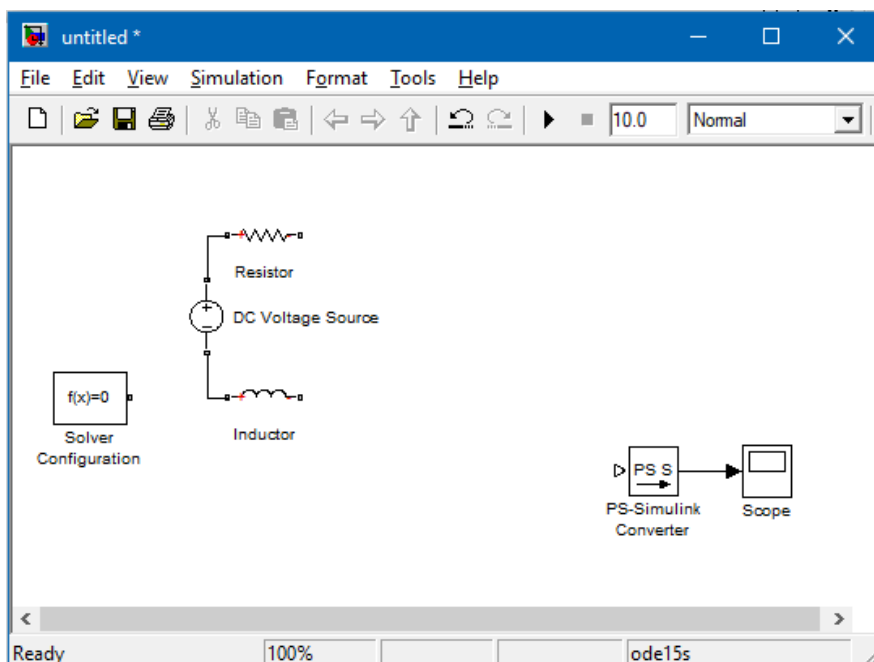
Εικόνα 2.1 Η εντολή `ssc_new`

Σβήνουμε το Simulink-PS Converter γιατί δεν μας είναι χρήσιμο και προσθέτουμε μία πηγή τάσης DC 5V.



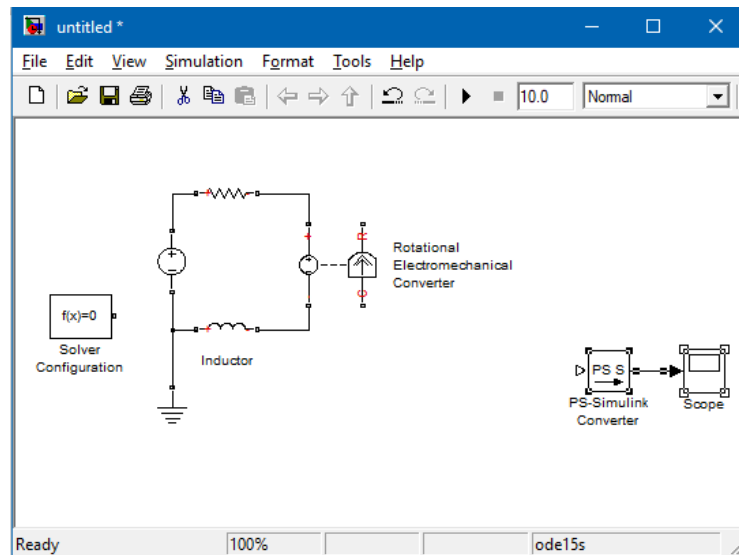
Εικόνα 2.2 Προσθέτουμε μία πηγή τάσης DC

Στις άκρες της πηγής τάσης συνδέουμε μία αντίσταση 1 Ohm και ένα πηνίο 1e-6 H.



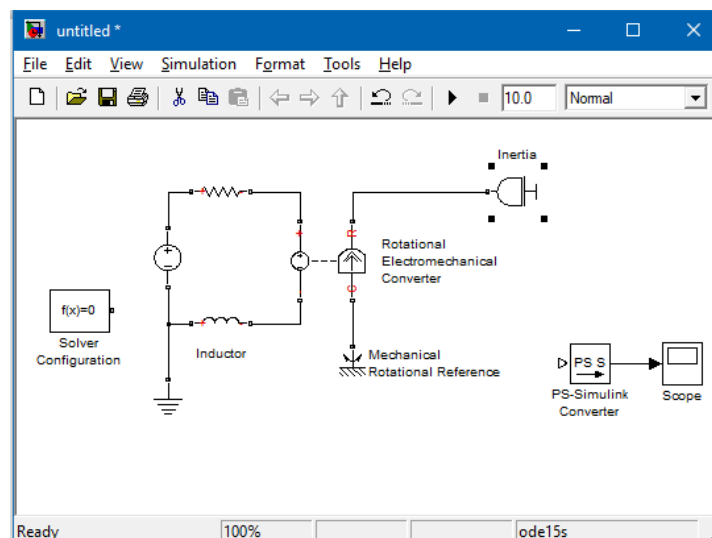
Εικόνα 2.3 Προσθέτουμε μία αντίσταση και ένα πηνίο

Στις άκρες της αντίστασης και του πηνίου συνδέουμε έναν περιστροφικό ηλεκτρομηχανικό μετατροπέα (Rotational Electromechanical Converter) 0.1 V/(rad/s). Στη συνέχεια, προσθέτουμε και μία γείωση στο κύκλωμα μας.



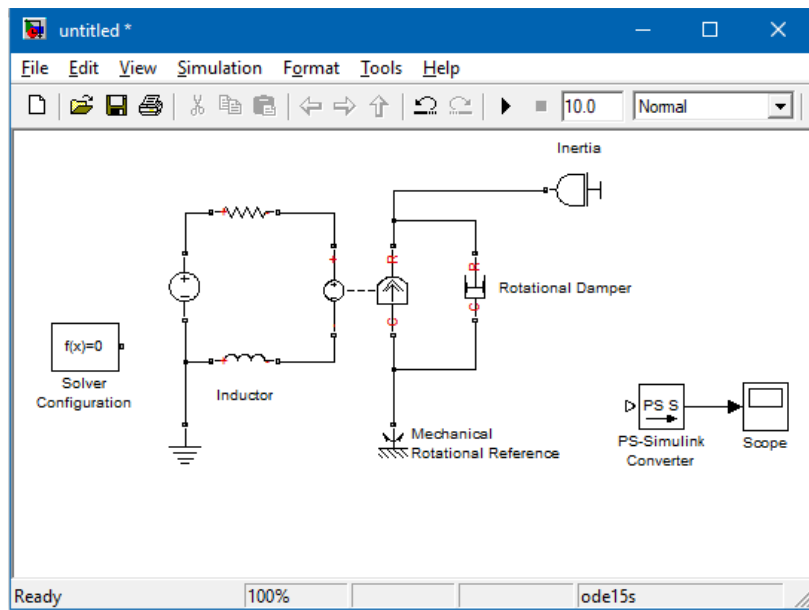
Εικόνα 2.4 Προσθέτουμε έναν περιστροφικό ηλεκτρομηχανικό μετατροπέα και μία γείωση

Ο περιστροφικός ηλεκτρομηχανικός μετατροπέας είναι ουσιαστικά το μοτέρ που θα βλέπαμε στην πραγματική ζωή. Του έχουμε δώσει μία τάση 5V και θα προσθέσουμε και μία γείωση (μηχανικής περιστροφής), αλλά για να επιτύχουμε μία ιδανική περιστροφή απαιτείται και ένα μπλοκ αδράνειας 0,01 kg*m².



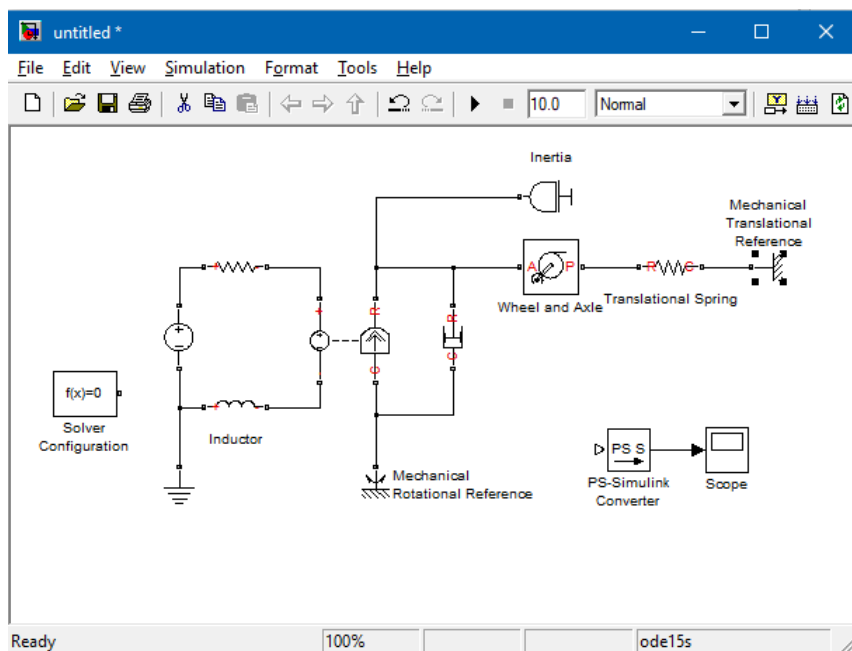
Εικόνα 2.5 Προσθέτουμε μία γείωση (μηχανικής περιστροφής) και ένα μπλοκ αδράνειας

Έπειτα, προσθέτουμε έναν περιστροφικό αποσβεστήρα.



Εικόνα 2.6 Προσθέτουμε έναν περιστροφικό αποσβεστήρα

Θέλουμε να μετατρέψουμε την κίνηση περιστροφής του άξονα σε μεταφορική κίνηση (translational motion). Θα το κάνουμε αυτό χρησιμοποιώντας ένα μπλοκ τροχού και άξονα (Wheel & axle). Θέλουμε ο κινητήρας να δράσει ενάντια σε ένα ελατήριο και το ελατήριο θα συνδεθεί με ένα σημείο σταθερό στο χώρο (γείωση).



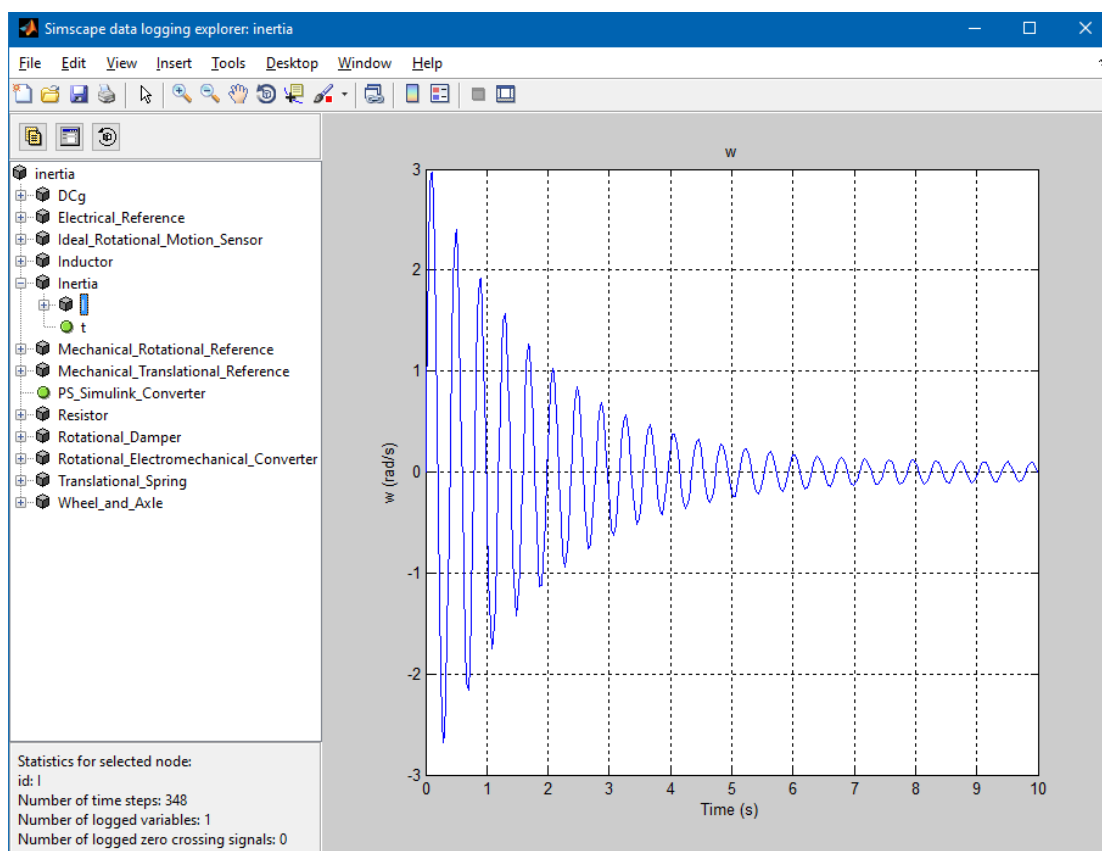
Εικόνα 2.7 Προσθέτουμε ένα μπλοκ τροχού και άξονα, ένα ελατήριο και μία γείωση

Συνδέουμε το Solver Configuration και είμαστε έτοιμοι να πραγματοποιήσουμε την προσομοίωση.

Αποθηκεύουμε το μοντέλο που δημιουργήσαμε (File > Save As) και επιλέγουμε όνομα. Στην δική μας περίπτωση επιλέγουμε το DC_Motor και το αποθηκεύει με κατάληξη .mdl.

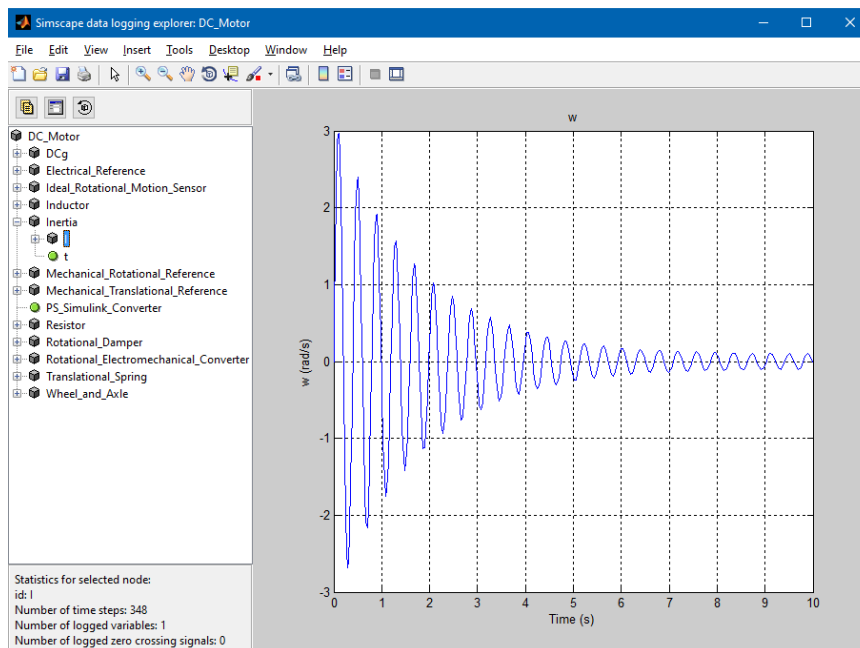
Πριν τρέξουμε την προσομοίωση πηγαίνουμε στο Simulation > Configuration Parameters και από τα αριστερά στην επιλογή Simscape αλλάζουμε το Data logging από none σε all. Επιπλέον, δεν επιλέγουμε την επιλογή Data logging points. Πατάμε Apply και OK. Τώρα είμαστε έτοιμοι για να τρέξουμε την προσομοίωση. Για να τρέξει η προσομοίωση πατάμε το κουμπί Play.

Για να δούμε τα δεδομένα προσομοίωσης πηγαίνουμε στο παράθυρο εντολών MATLAB και πληκτρολογούμε “ssc_explore(simlog)”. Με αυτήν την εντολή θα ανοίξει το παράθυρο του εξερευνητή καταγραφής δεδομένων Simscape. Σε αυτό το παράθυρο μπορούμε να διερευνήσουμε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.



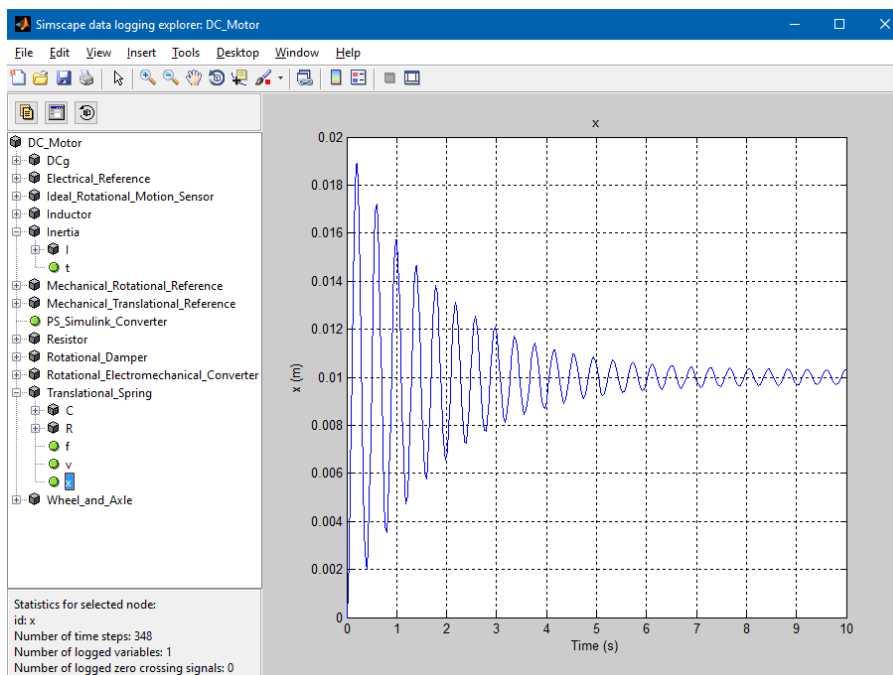
Εικόνα 2.8 Τα δεδομένα προσομοίωσης

Μπορούμε να δούμε επιπλέον πληροφορίες, όπως το ρεύμα που διέρχεται από την αντίστασης:



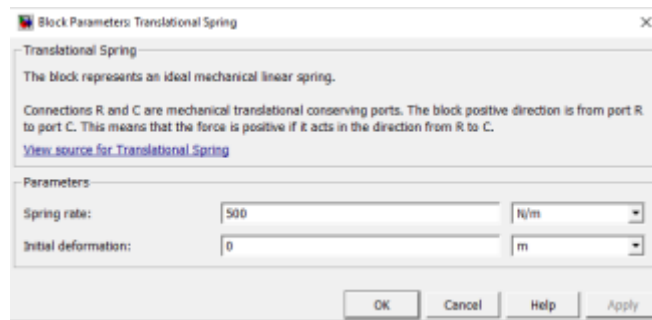
Εικόνα 2.9 Το ρεύμα που διέρχεται από την αντίσταση

Μπορούμε να δούμε πόσο συμπιέστηκε το ελατήριο επιλέγοντας την μεταβλητή x στο μεταγωγικό ελατήριο. Συμπίπτει σε περίπου 0,01 μέτρα.



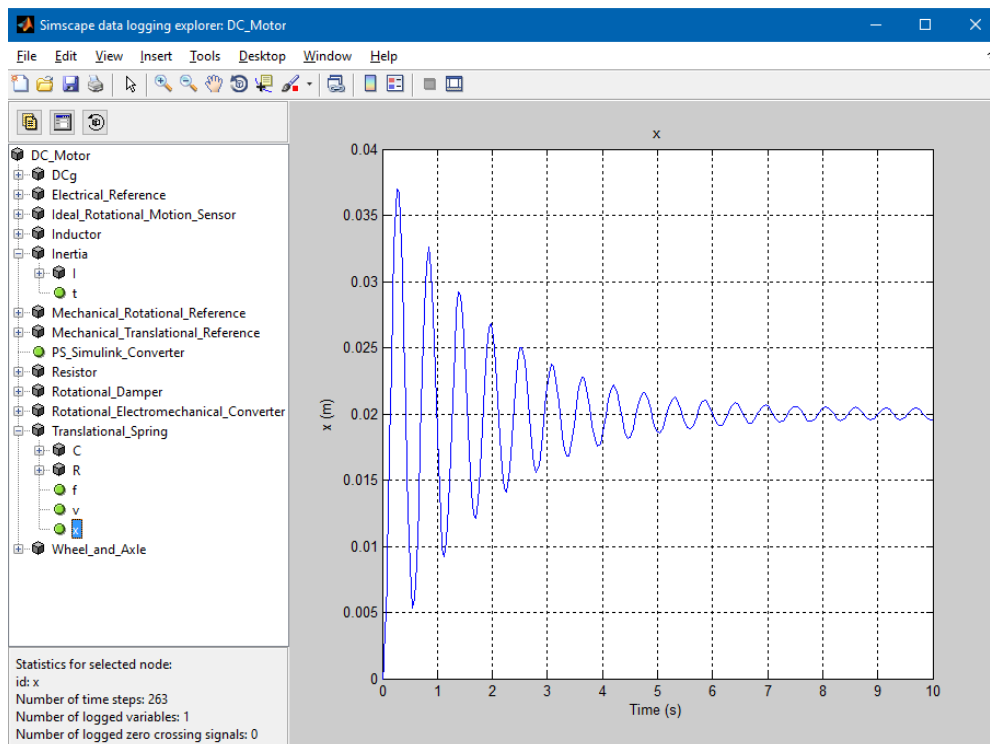
Εικόνα 2.10 Η μεταβλητή x στο μεταγωγικό ελατήριο

Μπορούμε να κάνουμε και αλλαγές στις τιμές για να μπορέσουμε να “τεστάρουμε” το μοντέλο μας. Για παράδειγμα, στην δική μας περίπτωση μπορούμε να πάμε και να αλλάξουμε την απόσταση που κινείται ο άξονας του κινητήρα επαναφέροντας την ακαμψία του ελατηρίου. Κάνουμε διπλό κλικ στο ελατήριο και αλλάζουμε την τιμή του ποσοστού του ελατηρίου σε 500. Πατάμε Apply και OK.



Εικόνα 2.11 Αλλάζοντας το ποσοστό του ελατηρίου

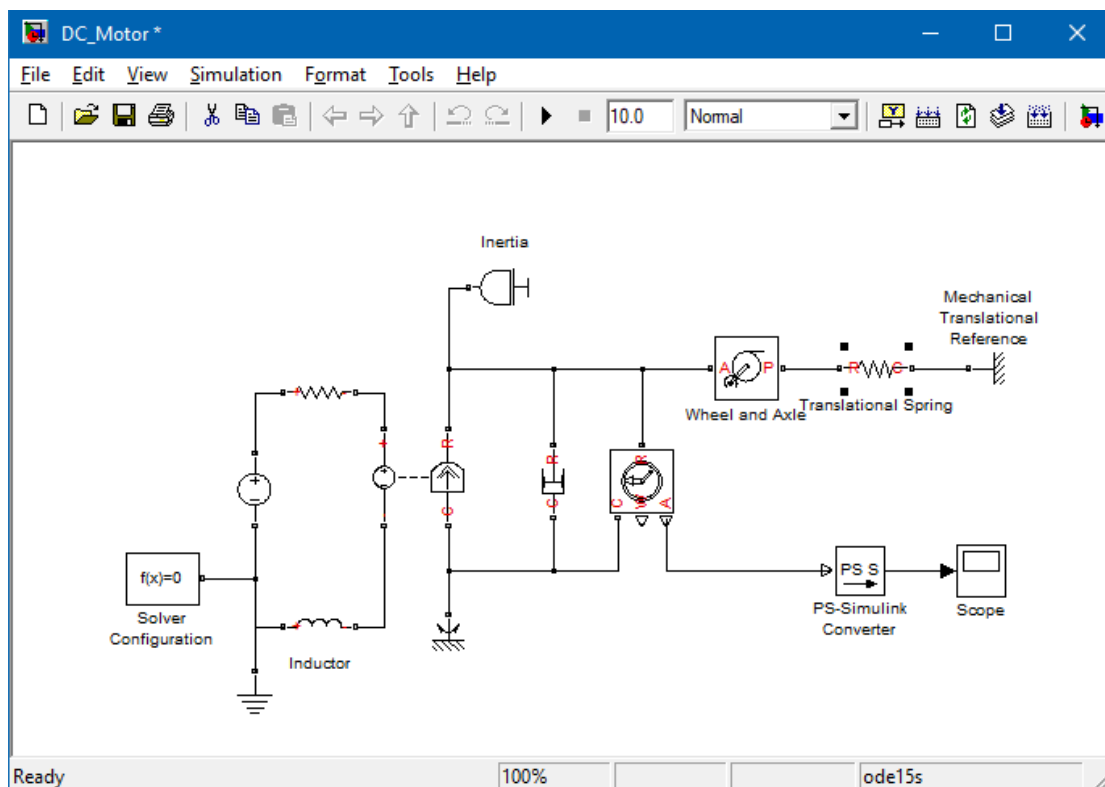
Αν ξανατρέξουμε την προσομοίωση μπορούμε να δούμε ότι το ελατήριο τώρα συμπιέζει 0,02 μέτρα, διότι μειώσαμε στο μισό την ακαμψία του ελατηρίου.



Εικόνα 2.12 Αποτελέσματα προσομοίωσης μετά την αλλαγή των δεδομένων

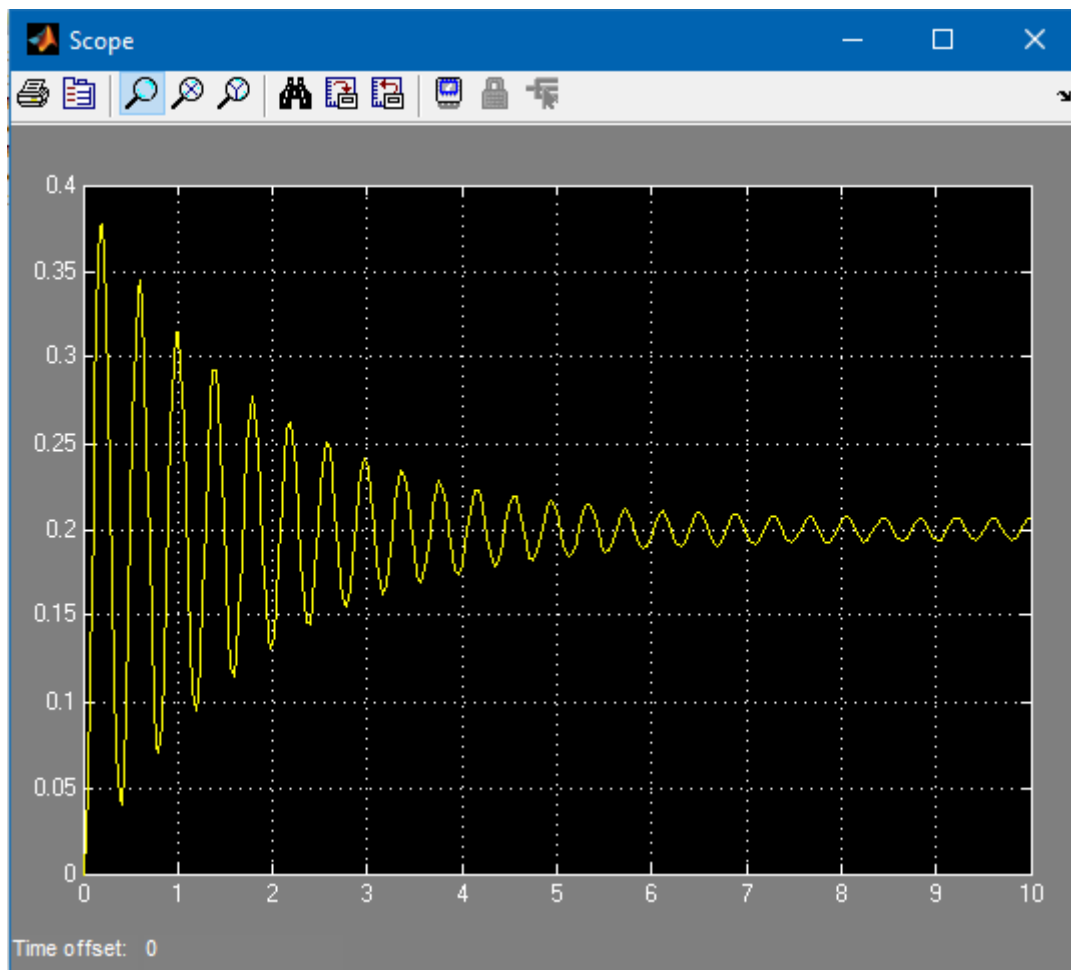
Για να μπορέσουμε να δούμε τα αποτελέσματα την προσομοίωσης μας σε ένα παλμογράφο, προσθέτουμε έναν αισθητήρα κίνησης. Θα μετρήσουμε την κίνηση του άξονα σε σχέση με το περίβλημα.

Αυτό το μπλοκ αισθητήρα κίνησης παράγει ένα φυσικό σήμα, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή ταυτόχρονων φυσικών εξισώσεων. Πρέπει να μετατρέψουμε αυτό το φυσικό σήμα σε ένα σήμα Simulink για να το δούμε σε έναν παλμογράφο.



Εικόνα 2.13 Αλλαγή της μονάδας σήματος εξόδου

Τώρα μπορούμε να δούμε πόσο ο άξονας στρέφεται σε ένα πεδίο Simulink και μπορούμε να δούμε ότι αυτό εγκαθίσταται σε περίπου 22 και μισό βαθμό.



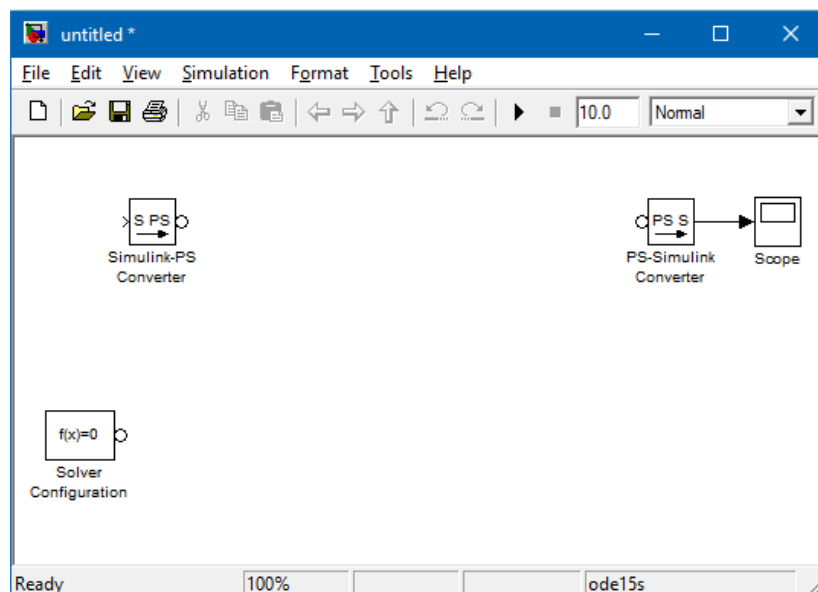
Εικόνα 2.14 Παλμογράφος του Simulink

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗ

Για να μπορέσουμε να πραγματοποιήσουμε την προσομοίωση της μοντελοποίησης κάνουμε χρήση του Simscare για να μοντελοποιήσουμε το ηλεκτρομηχανικό σύστημα ως φυσικό δίκτυο. [9]

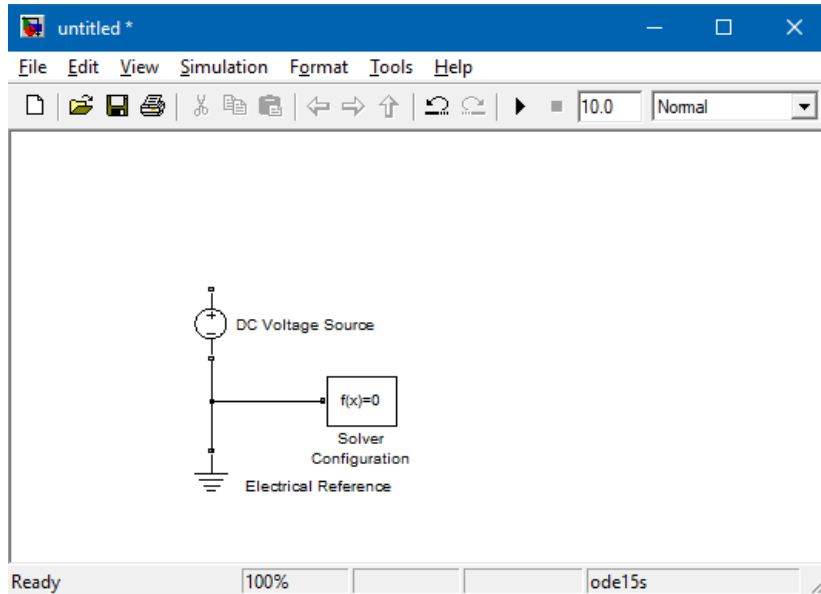
Το σύστημα στο οποίο εργαζόμαστε αποτελείται από έναν κινητήρα συνεχούς ρεύματος ο οποίος οδηγεί μία βίδα μέσω ενός ατέρμονα κοχλία. Η βίδα οδηγεί σε γραμμική κίνηση. Ο κινητήρας ελέγχεται από ένα σερβο-ενισχυτή κινητήρα. Για να καθορίσουμε το απαιτούμενο μέγεθος ενεργοποιητών στο σύστημα, θα χρησιμοποιήσουμε το Simscare για την προσομοίωση του.

Χρησιμοποιούμε την εντολή του MATLAB `ssc_new` για να ανοίξουμε ένα νέο παράθυρο Simscare.



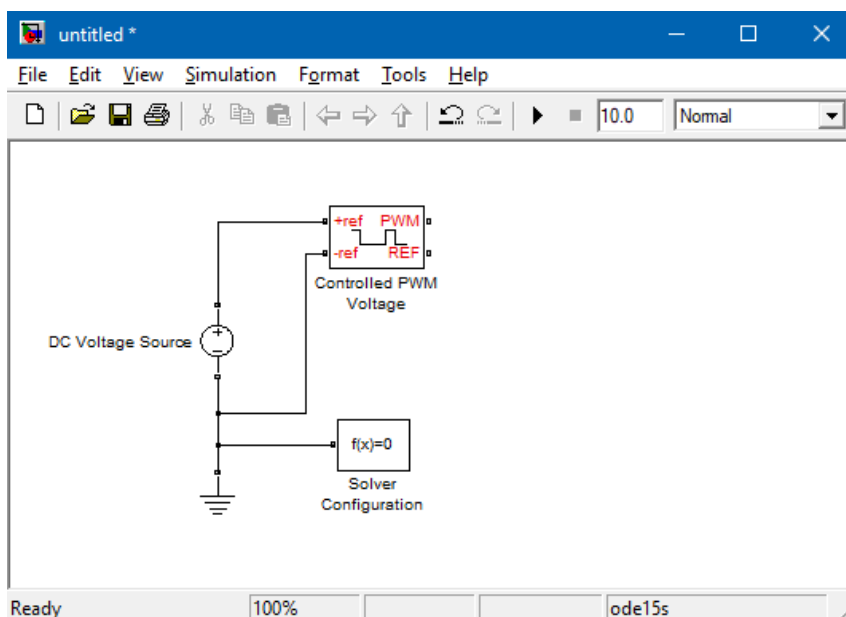
Εικόνα 3.1 Η εντολή `ssc_new`

Σβήνουμε τα Simulink-PS Converter, PS-Simulink Converter και Scope γιατί δεν μας είναι χρήσιμα και προσθέτουμε μία πηγή τάσης DC 24V. Έπειτα, θα προσθέσουμε μία γείωση, που αντιπροσωπεύει το έδαφος στο ηλεκτρικό μας κύκλωμα και θα συνδέσουμε και το μπλοκ διαμόρφωσης λύσης.



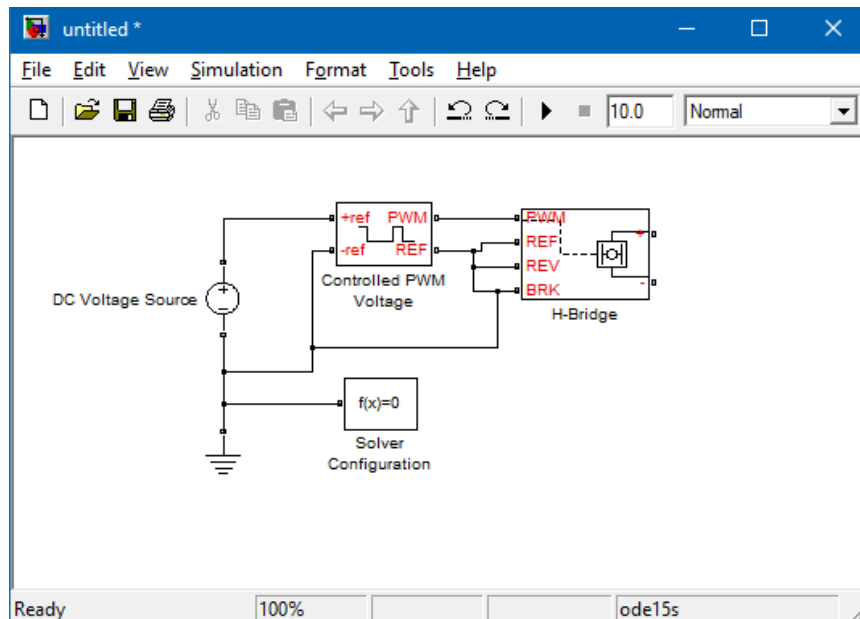
Εικόνα 3.2 Προσθέτουμε μία πηγή τάσης DC και μία γείωση

Το επόμενο στοιχείο που θα χρειαστεί είναι ένα μπλοκ που μπορεί να παράγει ένα σήμα διαμόρφωσης πλάτους παλμού. Γι' αυτόν τον λόγο προσθέτουμε το μπλοκ ελεγχόμενης πηγής τάσης PWM, το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για να οδηγήσουμε τον κινητήρα μας.



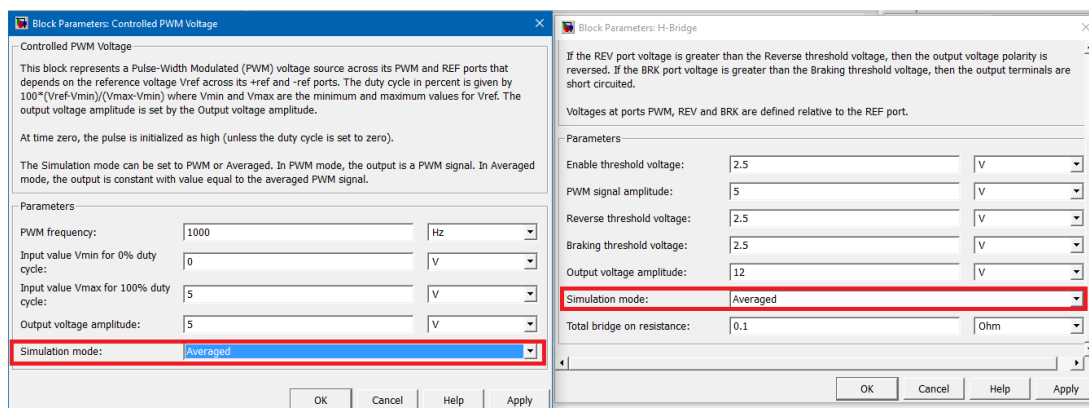
Εικόνα 3.3 Προσθέτουμε το μπλοκ ελεγχόμενης πηγής τάσης PWM

Το επόμενο στοιχείο που θα προσθέσουμε είναι ένα κύκλωμα γέφυρας Η και το συνδέουμε όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



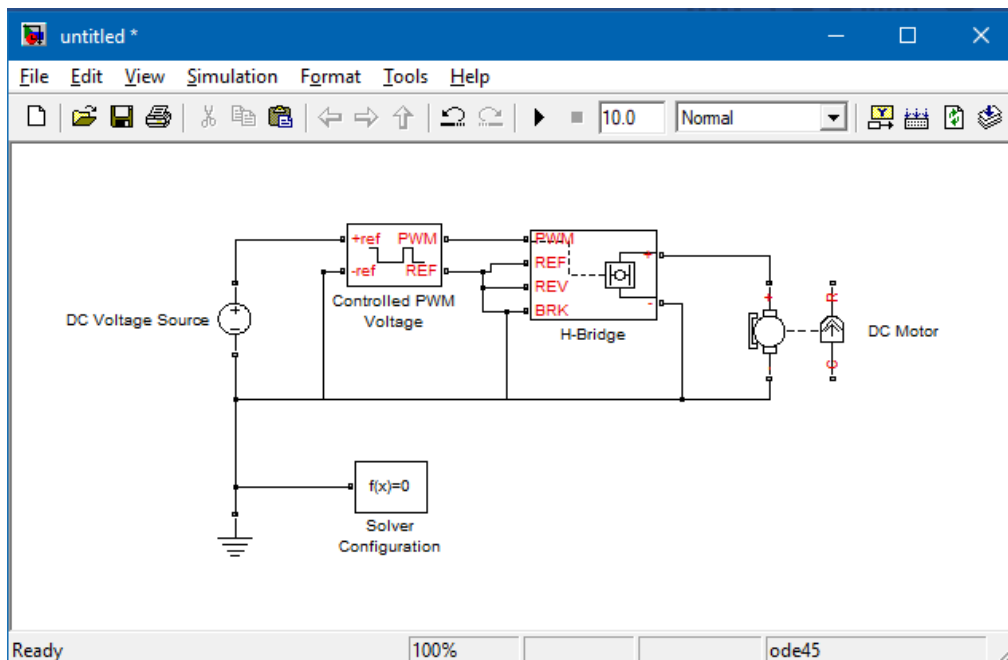
Εικόνα 3.4 Προσθέτουμε το μπλοκ γέφυρας Η

Αυτά τα μπλοκ μπορούν να διαμορφωθούν ώστε να λειτουργούν σε διαφορετικές λειτουργίες προσομοίωσης ανάλογα με το επίπεδο πιστότητας που χρειαζόμαστε. Μπορούμε να τρέξουμε το μοντέλο με τη λειτουργία προσομοίωσης διαμόρφωσης πλάτους παλμού όπου μπορούμε να έχουμε το σήμα διαμορφωμένου πλάτους παλμού ή μπορούμε να το διαμορφώσουμε σε μέσο όρο.



Εικόνα 3.5 Επιλέγουμε την επιλογή μέσου όρου και στα δύο μπλοκ

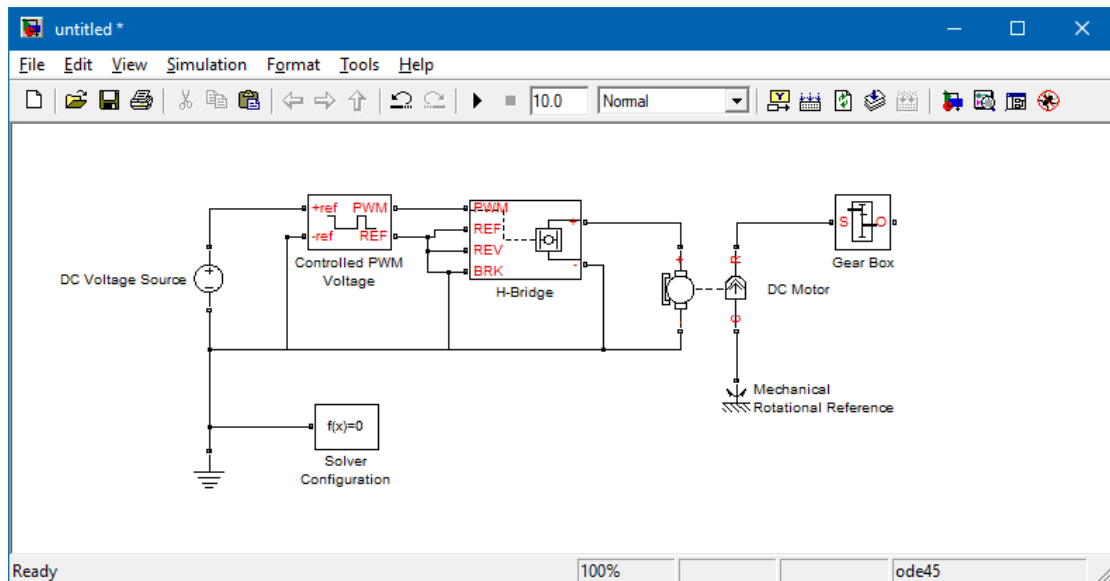
Στην συνέχεια, προσθέτουμε τον κινητήρα (DC motor). Συνδέουμε τον θετικό πείρο του μοτέρ στην πλευρά συν της γέφυρας H. Την άλλη πλευρά του μοτέρ την συνδέουμε στην αρνητική πλευρά την γέφυρας H και τη μεταξύ τους σύνδεση με την γείωση.



Εικόνα 3.6 Προσθέτουμε έναν κινητήρα συνεχούς ρεύματος

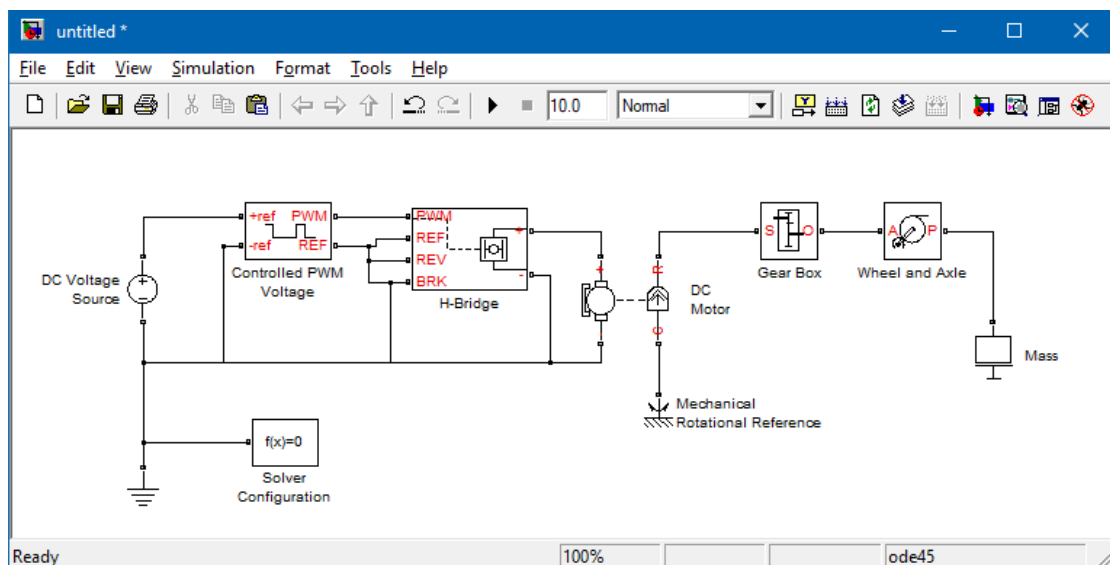
Το ηλεκτρικό τμήμα του κυκλώματος ολοκληρώθηκε. Τώρα είναι η σειρά του μηχανικού τμήματος.

Οι θύρες R και C του κινητήρα DC αντιπροσωπεύουν τις δύο μηχανικές συνδέσεις του κινητήρα μας. Η θύρα C αντιπροσωπεύει τη σύνδεση για το περίβλημα και εκεί θα συνδέσουμε μία γείωση. Η θύρα R αντιπροσωπεύει τον άξονα του κινητήρα και εκεί θα συνδέσουμε ένα κιβώτιο ταχυτήτων για να αυξήσει τη ροπή που παράγει ο κινητήρας.



Εικόνα 3.7 Συνδέουμε τις θύρες R και C του κινητήρα με ένα κιβώτιο ταχυτήτων και μία γείωση αντίστοιχα

Στη συνέχεια, θα προσθέσουμε ένα μπλοκ τροχού και άξονα έτσι ώστε να μετατρέπουμε την περιστροφική κίνηση σε γραμμική κίνηση. Τελευταίο στοιχείο, θα προσθέσουμε μία μάζα. Με αυτόν τον τρόπο, η μεταφορική κίνηση αυτού του μπλοκ τροχού και άξονα θα συνδεθεί με ένα απλό φορτίο.



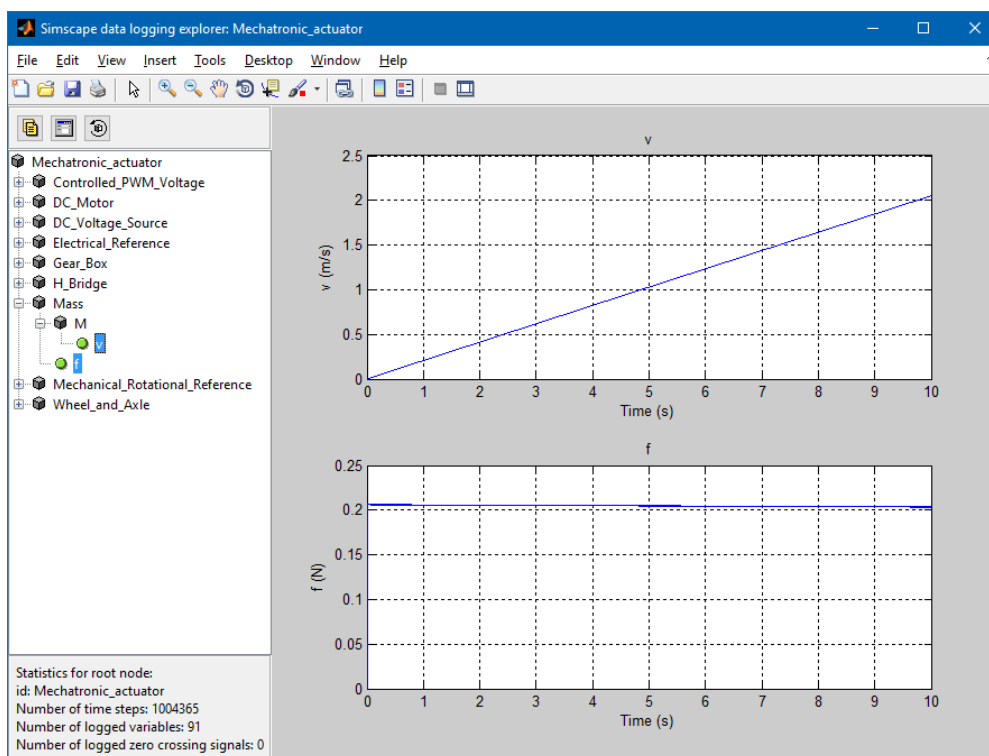
Εικόνα 3.8 Συνδέουμε ένα μπλοκ τροχού και άξονα και μία μάζα

Αποθηκεύουμε το μοντέλο που δημιουργήσαμε (File → Save As) και επιλέγουμε όνομα. Στην δική μας περίπτωση επιλέγουμε το mechatronic_actuator και το αποθηκεύει με κατάληξη .mdl.

Πριν τρέξουμε την προσομοίωση πηγαίνουμε στο Simulation > Configuration Parameters και από τα αριστερά στην επιλογή Simscape αλλάζουμε το Data logging από none σε all. Επιπλέον, δεν επιλέγουμε την επιλογή του Limit data points. Πατάμε Apply και OK. Τώρα είμαστε έτοιμοι για να τρέξουμε την προσομοίωση. Για να τρέξει η προσομοίωση πατάμε το κουμπί Play.

Για να δούμε να δεδομένα προσομοίωσης πηγαίνουμε στο παράθυρο εντολών MATLAB και πληκτρολογούμε “ssc_explore(simlog)”. Με αυτήν την εντολή θα ανοίξει το παράθυρο του εξερευνητή καταγραφής δεδομένων Simscape. Σε αυτό το παράθυρο μπορούμε να διερευνήσουμε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

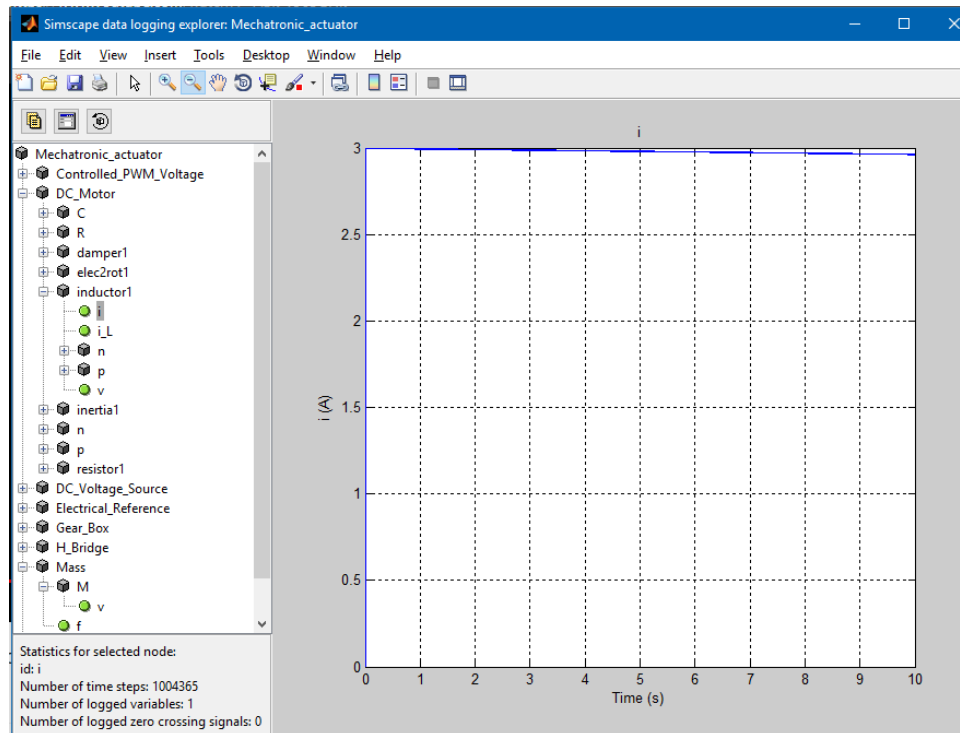
Μπορούμε να δούμε στο μπλοκ μάζας την ποσότητα της δύναμης που εφαρμόζεται στη μάζα και την ταχύτητα με την οποία κινείται.



Εικόνα 3.9 Τα δεδομένα προσομοίωσης

Μπορούμε να δούμε ότι ο ενεργοποιητής είναι αρκετά ισχυρός για να μετακινήσει αυτό το φορτίο.

Επίσης, μπορούμε να δούμε το ρεύμα που απαιτείται από τη μετάβαση στο μπλοκ κινητήρα συνεχούς ρεύματος κάνοντας κλικ στο πηνίο. Όπως επίσης, να δούμε και την ποσότητα ρεύματος που το σύστημα χρησιμοποιεί.



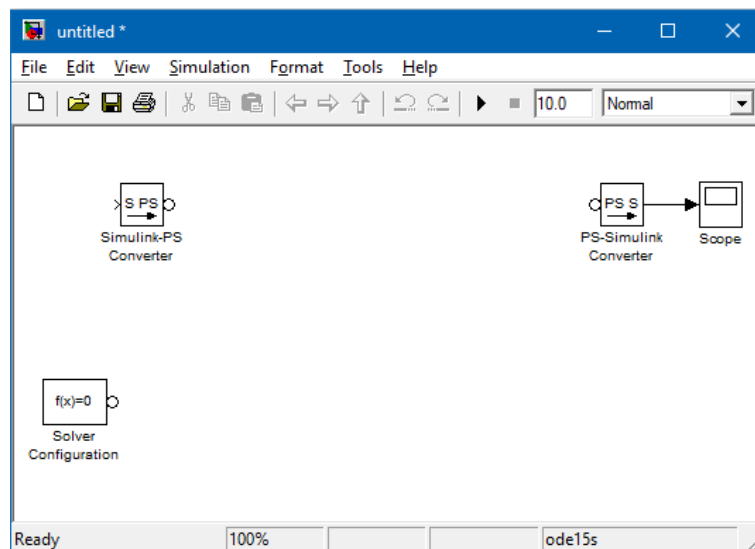
Εικόνα 3.10 Το ρεύμα που διέρχεται από το DC motor

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ

Για να μπορέσουμε να πραγματοποιήσουμε την προσομοίωση της μοντελοποίησης κάνουμε χρήση του Simscape για να μοντελοποιήσουμε ένα υδραυλικό σύστημα ενεργοποίησης ως φυσικό δίκτυο. [10]

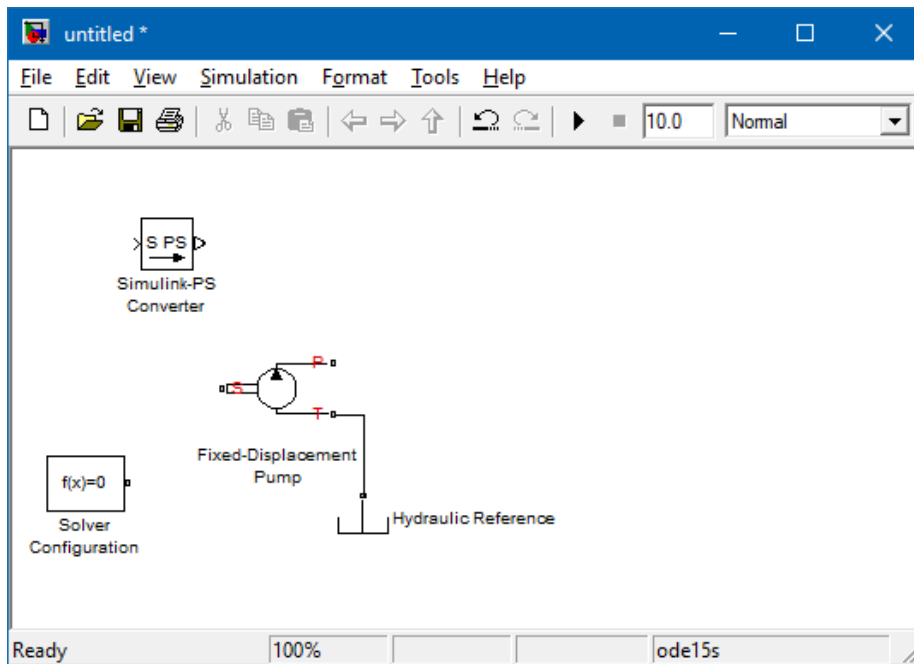
Στο μοντέλο του συστήματος υδραυλικής ενεργοποίησης, το καρούλι μέσα σε μία βαλβίδα ελέγχει τη ροή πίεσης από μία αντλία, σε οποιαδήποτε πλευρά ενός υδραυλικού κυλίνδρου που μπορεί να συστέλλεται και να διαστέλλεται. Ένας κινητήρας θα κινεί τον άξονα της αντλίας που ελέγχει την ταχύτητα και ένα σύστημα ελέγχου θα ρυθμίσει τη θέση της βαλβίδας.

Χρησιμοποιούμε την εντολή του MATLAB `ssc_new` για να ανοίξουμε ένα νέο παράθυρο Simscape.



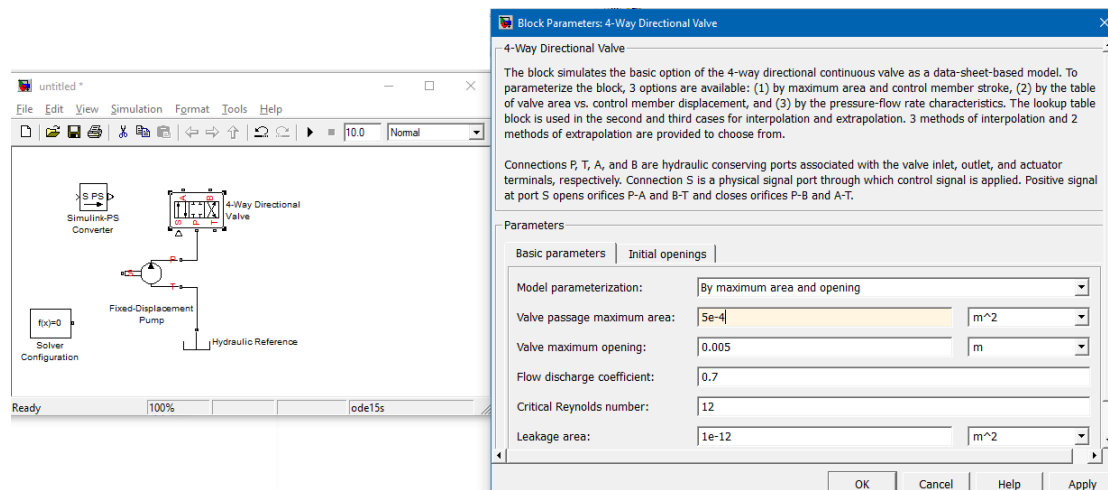
Εικόνα 4.1 Η εντολή `ssc_new`

Σβήνουμε τα PS-Simulink Converter και Scope γιατί δεν μας είναι χρήσιμα και προσθέτουμε την αντλία. Συγκεκριμένα, προσθέτουμε μία σταθερή αντλία εκτόπισης και ορίζουμε την μετατόπιση της αντλίας στα $5e-4 \text{ m}^3$. Η αντλία πρέπει να αντλεί υγρό από μία δεξαμενή. Γι' αυτόν τον λόγο θα βάλουμε μία γείωση.



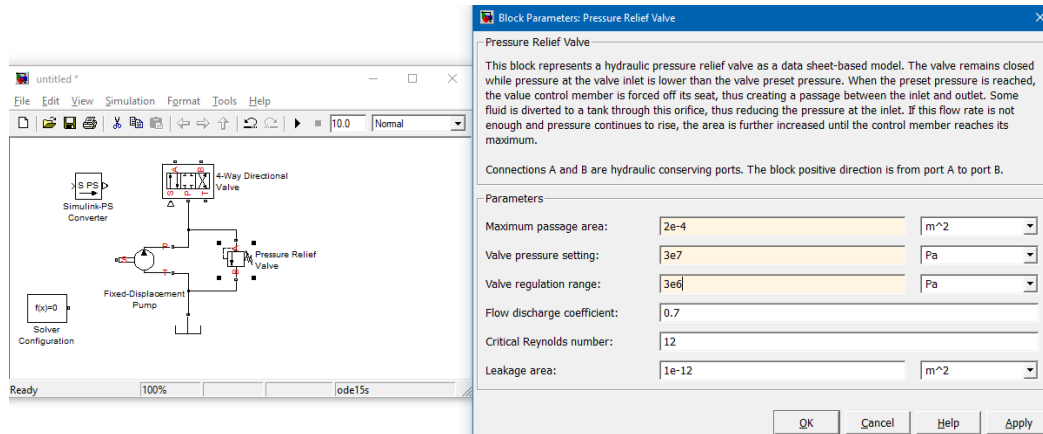
Εικόνα 4.2 Προσθέτουμε μία σταθερή αντλία εκτόπισης και μία γείωση

Για τον έλεγχο της ροής του ρευστού από την αντλία στον υδραυλικό ενεργοποιητή χρειαζόμαστε μία βαλβίδα κατεύθυνσης. Συνδέουμε τη θύρα P της βαλβίδας στην υψηλότερη πλευρά της αντλίας και θα αυξήσουμε την τιμή της βαλβίδας αυτής ώστε να είναι ανάλογη με την αντλία, θέτοντας την στα $5e-4 \text{ m}^2$.



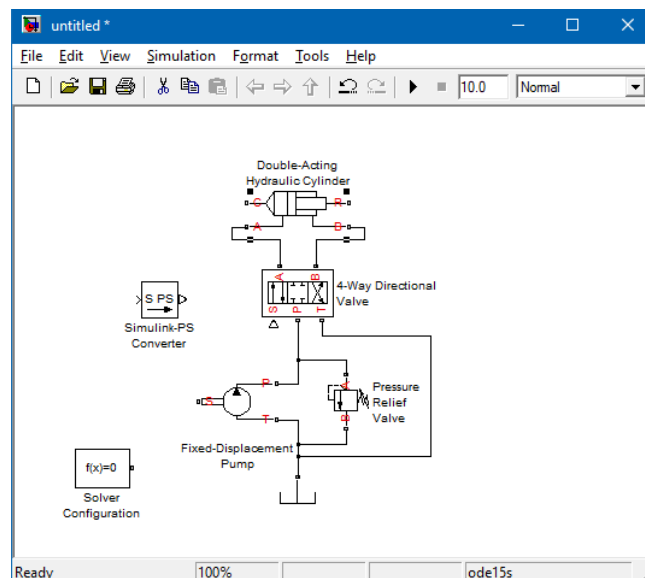
Εικόνα 4.3 Προσθέτουμε μία βαλβίδα κατεύθυνσης και αυξάνουμε την τιμή της

Θα πρέπει να περιορίσουμε την πίεση που προέρχεται από την αντλία. Γι' αυτόν τον λόγο θα προσθέσουμε μία βαλβίδα εκτόνωσης και θα προσαρμόσουμε τις τιμές της όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα, ώστε να είναι ανάλογες με το μέγεθος της αντλίας και της βαλβίδας που χρησιμοποιούμε.



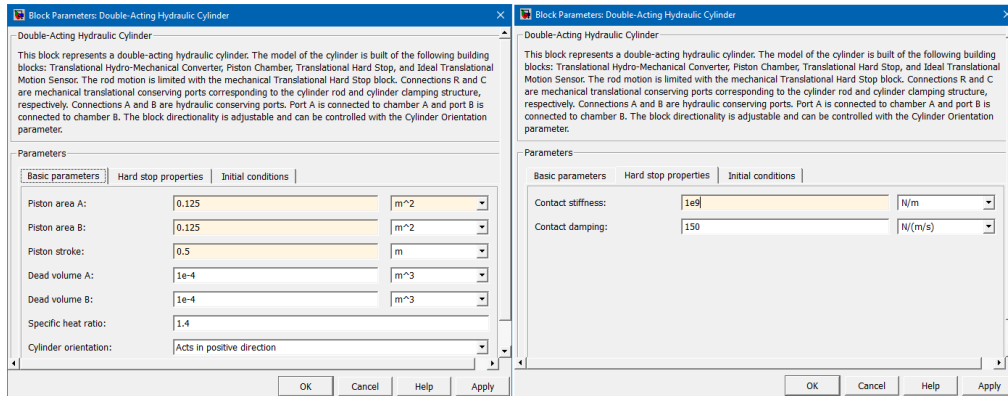
Εικόνα 4.4 Προσθέτουμε μία βαλβίδα εκτόνωσης την προσαρμόζουμε στα δεδομένα της προσομοίωσης

Συνδέουμε την θύρα T της υδραυλικής κατευθυντήριας βαλβίδας στη δεξαμενή μας (γείωση) και θα προσθέσουμε και τον υδραυλικό ενεργοποιητή. Προσθέτουμε έναν υδραυλικό κύλινδρο διπλής ενέργειας.



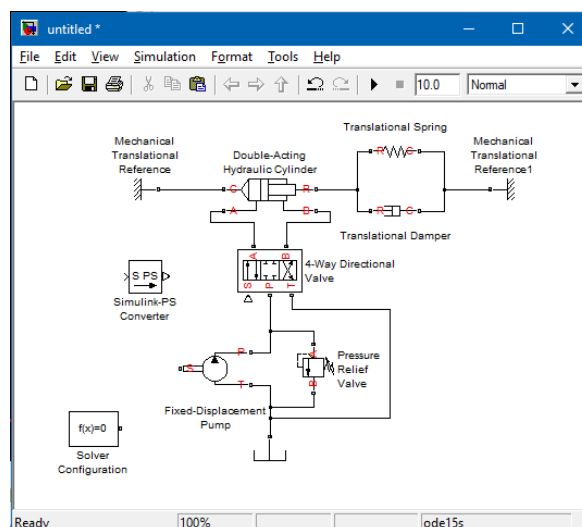
Εικόνα 4.5 Συνδέουμε την θύρα T στη γείωση και προσθέτουμε έναν υδραυλικό κύλινδρο διπλής ενέργειας

Προσαρμόζουμε τις τιμές του όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα. Συγκεκριμένα, θα αλλάξουμε την κίνηση του εμβόλου ώστε να ταιριάζει με το σχεδιασμό του συστήματός μας και θα αλλάξουμε τις παραμέτρους του σκληρού σταματήματος.



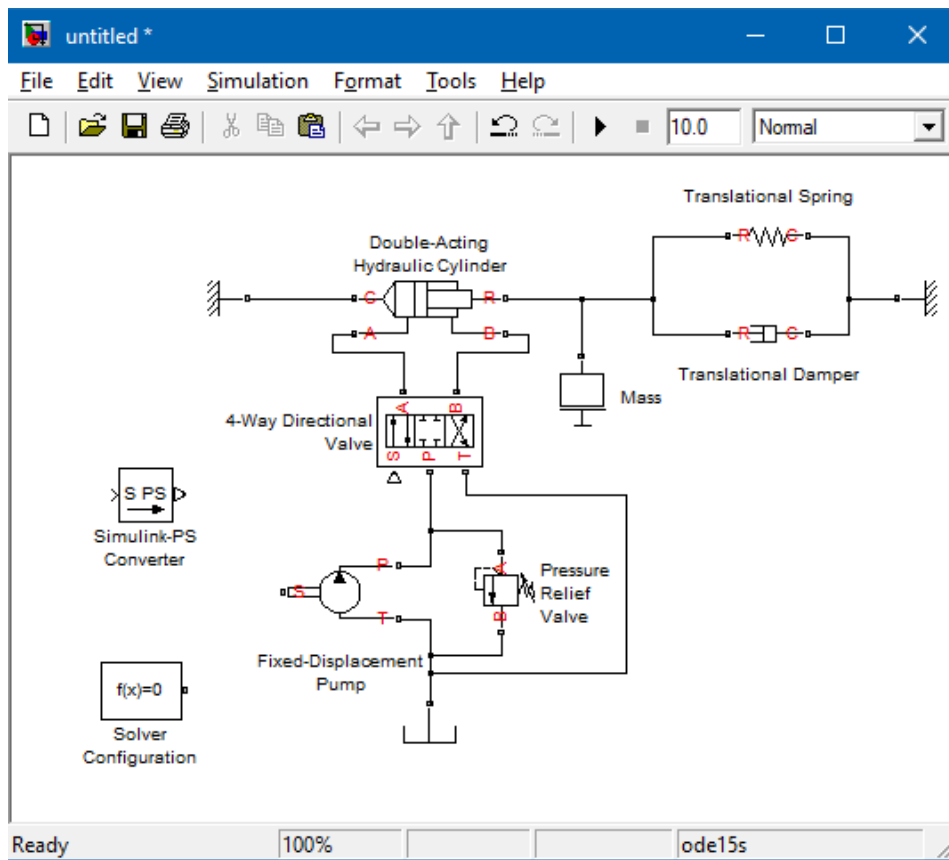
Εικόνα 4.6 Αλλάζουμε τις τιμές της κίνησης του εμβόλου και τις παραμέτρους του σκληρού σταματήματος

Θα συνδέσουμε την θύρα C του υδραυλικού κυλίνδρου διπλής ενέργειας σε ένα σημείο σταθερό στο χώρο (γείωση). Η θύρα R είναι η ράβδος που συνδέεται με το έμβολο στον κύλινδρο. Σε αυτήν θα συνδέσουμε ένα μεταγωγικό ελατήριο. Θέλουμε ο κύλινδρος να ενεργήσει έναντι του αποσβεστήρα ελατηρίου, οπότε θα προσθέσουμε έναν μεταγωγικό αποσβεστήρα, και αυτά θα τα συνδέσουμε με μία γείωση.



Εικόνα 4.7 Συνδέουμε τη θύρα C με μία γείωση και στη θύρα R ένα μεταγωγικό ελατήριο και έναν μεταγωγικό αποσβεστήρα

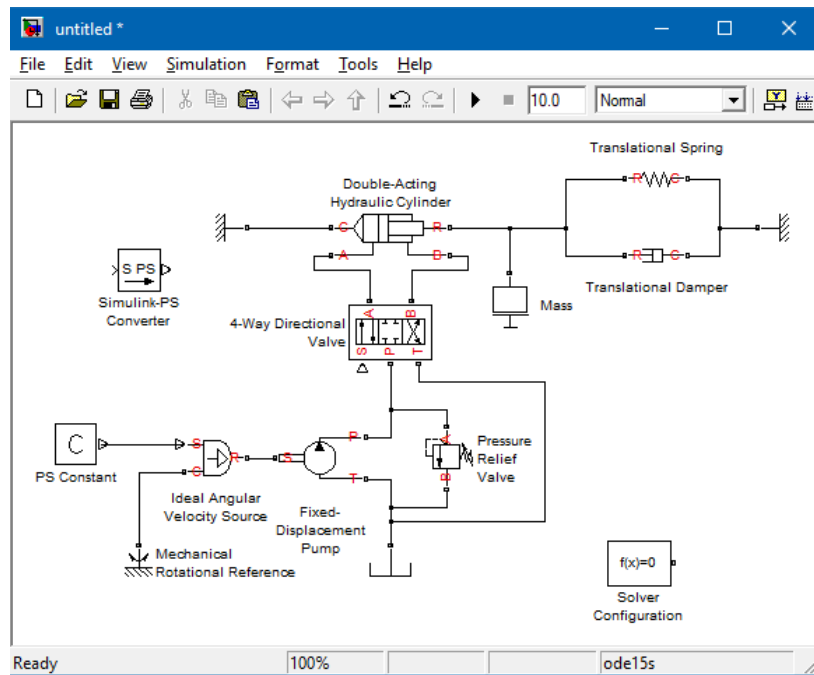
Για να καθορίσουμε την αδράνεια του φορτίου μας, θα προσθέσουμε ένα μπλοκ μάζας και θα ορίσουμε τη μάζα να είναι 100 κιλά.



Εικόνα 4.8 Προσθέτουμε μία μάζα

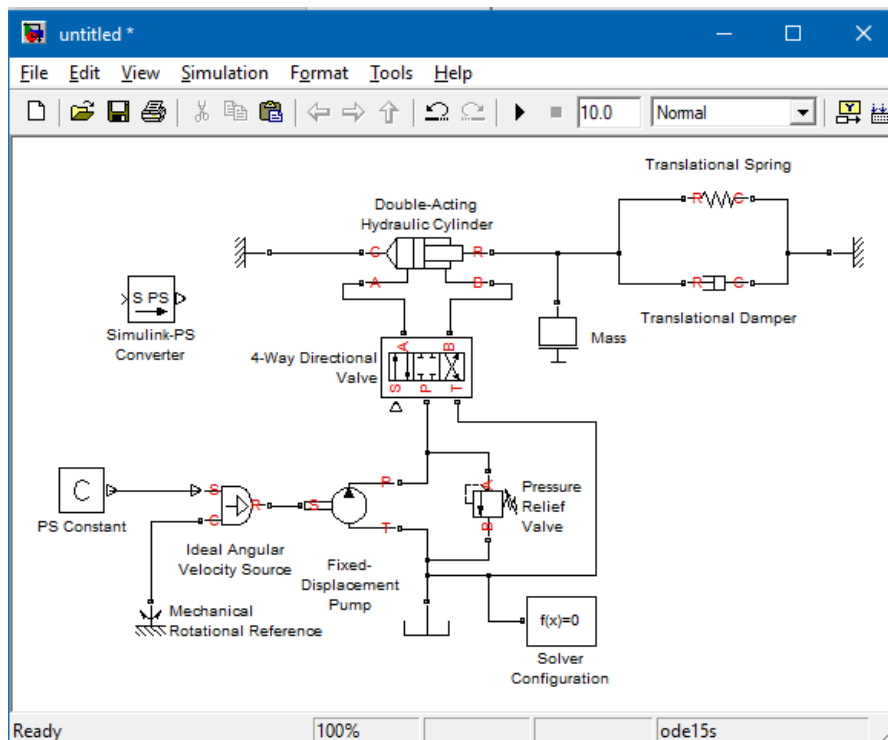
Το φυσικό μας σύστημα είναι έτοιμο, αλλά πρέπει να καθορίσουμε τις εισροές στο σύστημα μας.

Μία είσοδος είναι στην αντλία μας. Θα προσθέσουμε μία ιδανική γωνιακή πηγή ταχύτητας για να περιστρέψουμε την αντλία μας με σταθερή ταχύτητα. Θα καθορίσουμε την ταχύτητα της αντλίας χρησιμοποιώντας ένα σταθερό μπλοκ και θα το καθορίσουμε να περιστρέφεται με ταχύτητα 188 ακτινίων ανά δευτερόλεπτο. Στην άλλη πλευρά της πηγής θα συνδέσουμε μία γείωση.



Εικόνα 4.9 Προσθέτουμε μία ιδανική γωνιακή πηγή ταχύτητας

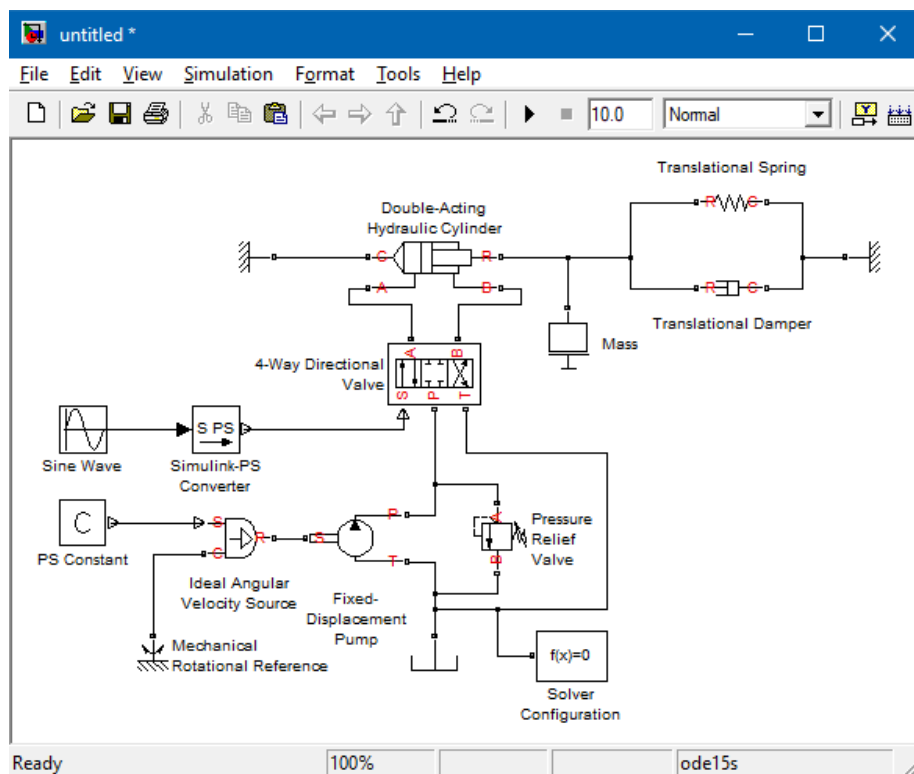
Συνδέουμε και το μπλοκ διαμόρφωσης Solver.



Εικόνα 4.10 Προσθέτουμε το μπλοκ διαμόρφωσης Solver

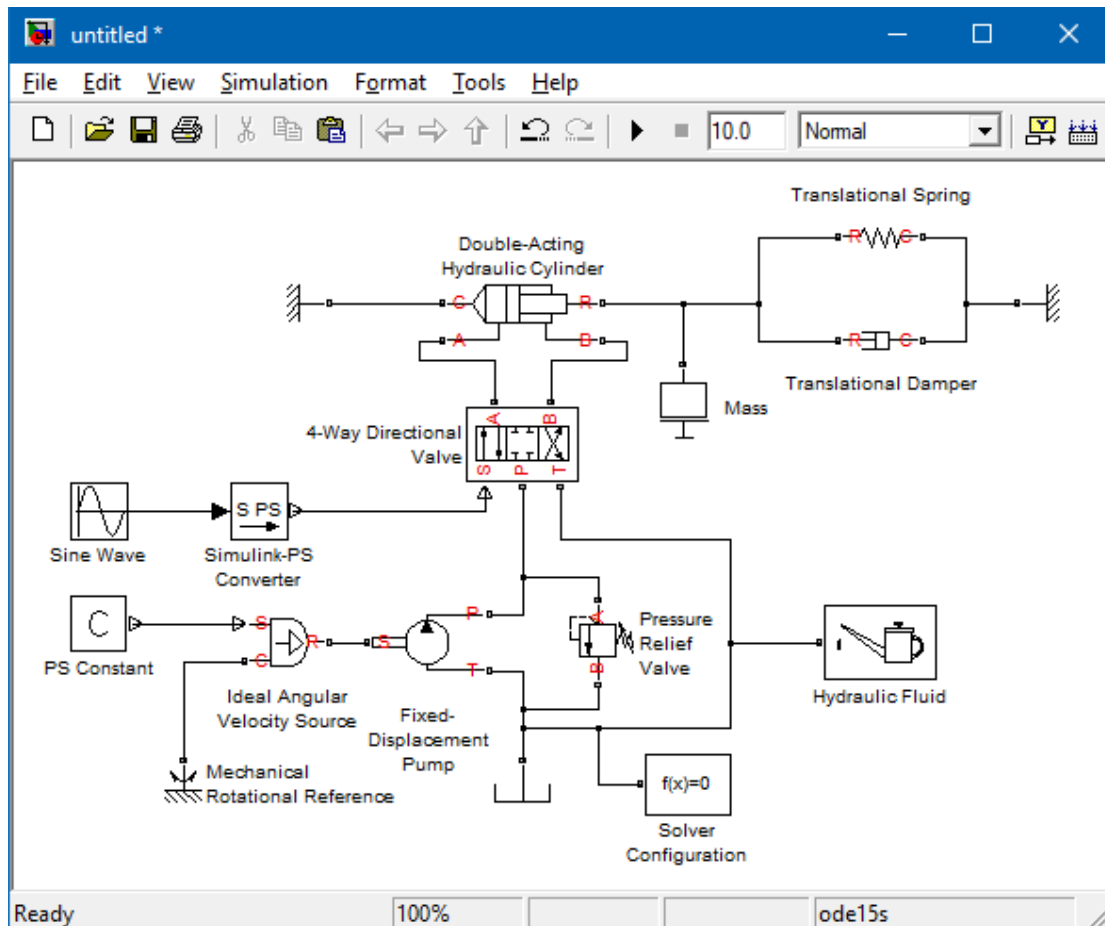
Η τελευταία πηγή του συστήματος είναι η θέση του καρουλιού στη βαλβίδα. Αυτό θα το προσδιορίσουμε, χρησιμοποιώντας το σήμα Simulink. Συνδέουμε το μπλοκ μετατροπέα Simulink σε φυσικό σήμα για να καθορίσουμε τις μονάδες και επιλέγουμε να είναι μέτρα.

Για να κάνουμε το έμβολο να μετακινηθεί σε όλο το φάσμα της διαδρομής θα χρησιμοποιήσουμε ένα ημιτονοειδές κύμα ως είσοδο και θα καθορίσουμε το πλάτος να είναι 3 χιλιοστά.



Εικόνα 4.11 Προσθέτουμε το μπλοκ μετατροπέα Simulink σε φυσικό σήμα και ένα ημιτονοειδές κύμα

Τέλος, θα καθορίσουμε τα υδραυλικά υγρά, εισάγοντας ένα μπλοκ υδραυλικού ρευστού. Σε αυτό το μπλοκ μπορούμε να καθορίσουμε τον τύπο του υγρού αλλά και οποιεσδήποτε άλλες σχετικές παραμέτρους.



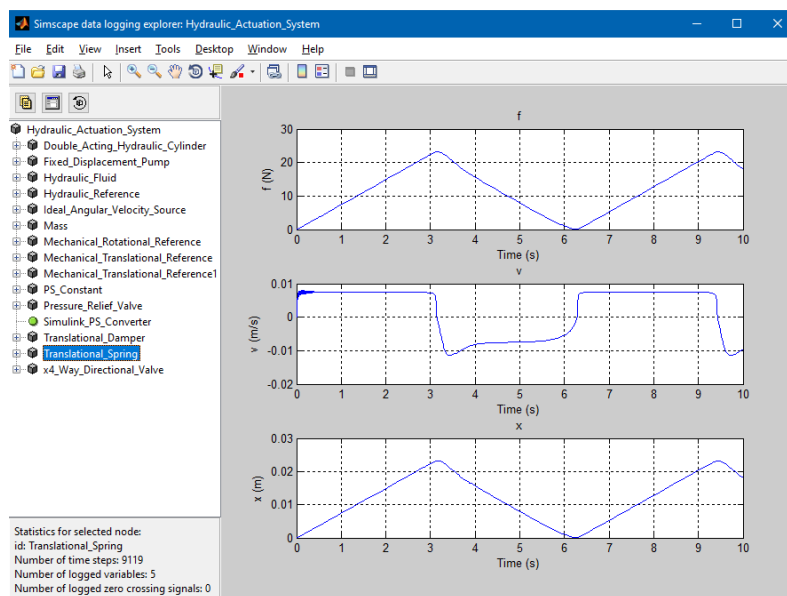
Εικόνα 4.12 Προσθέτουμε το μπλοκ υδραυλικού ρευστού

Αποθηκεύουμε το μοντέλο που δημιουργήσαμε (File > Save As) και επιλέγουμε όνομα. Στην δική μας περίπτωση επιλέγουμε το Hydraulic_Actuation_System και το αποθηκεύει με κατάληξη .mdl.

Πριν τρέξουμε την προσομοίωση πηγαίνουμε στο Simulation > Configuration Parameters και από τα αριστερά στην επιλογή Simscape αλλάζουμε το Data logging από none σε all. Επιπλέον, δεν επιλέγουμε την επιλογή του Limit data points. Πατάμε Apply και OK. Τώρα είμαστε έτοιμοι για να τρέξουμε την προσομοίωση. Για να τρέξει η προσομοίωση πατάμε το κουμπί Play.

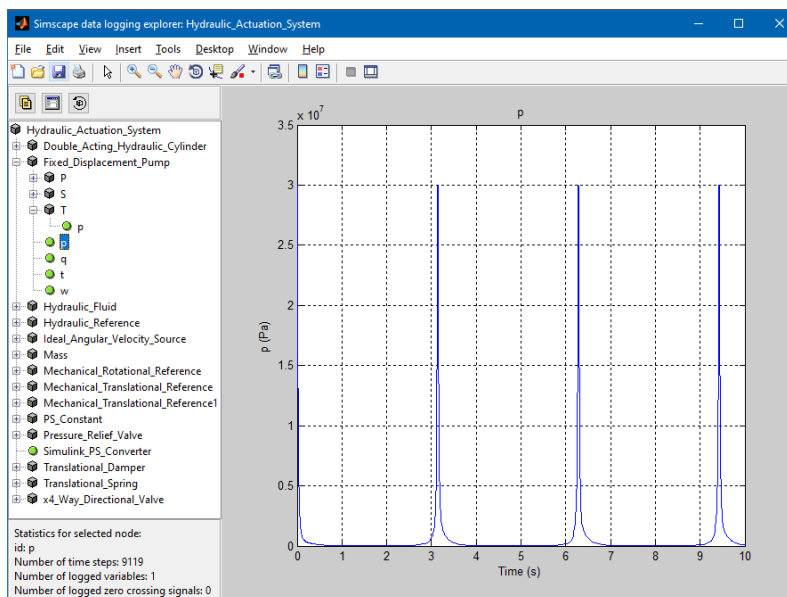
Για να δούμε να δεδομένα προσομοίωσης πηγαίνουμε στο παράθυρο εντολών MATLAB και πληκτρολογούμε “ssc_explore(simlog)”. Με αυτήν την εντολή θα ανοίξει το παράθυρο του εξερευνητή καταγραφής δεδομένων Simscape. Σε αυτό το παράθυρο μπορούμε να διερευνήσουμε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

Μπορούμε να δούμε στο μεταγωγικό ελατήριο την απόσταση που αυτό συμπιέστηκε ή πόσο το έμβολο κινήθηκε. Παρατηρούμε πως μετακινήθηκε σε όλο το εύρος της διαδρομής των 0,023 μέτρων. Επίσης, μπορούμε να δούμε το μέγεθος της δύναμης που μπορεί να προσφέρει αυτό το σύστημα ενεργοποίησης.



Εικόνα 4.13 Η απόσταση συμπίεσης του ελατηρίου και η δύναμη του συστήματος

Επιπλέον, έχουμε την δυνατότητα να διερευνήσουμε υδραυλικές ποσότητες, όπως η πίεση που χρειάζεται η αντλία.



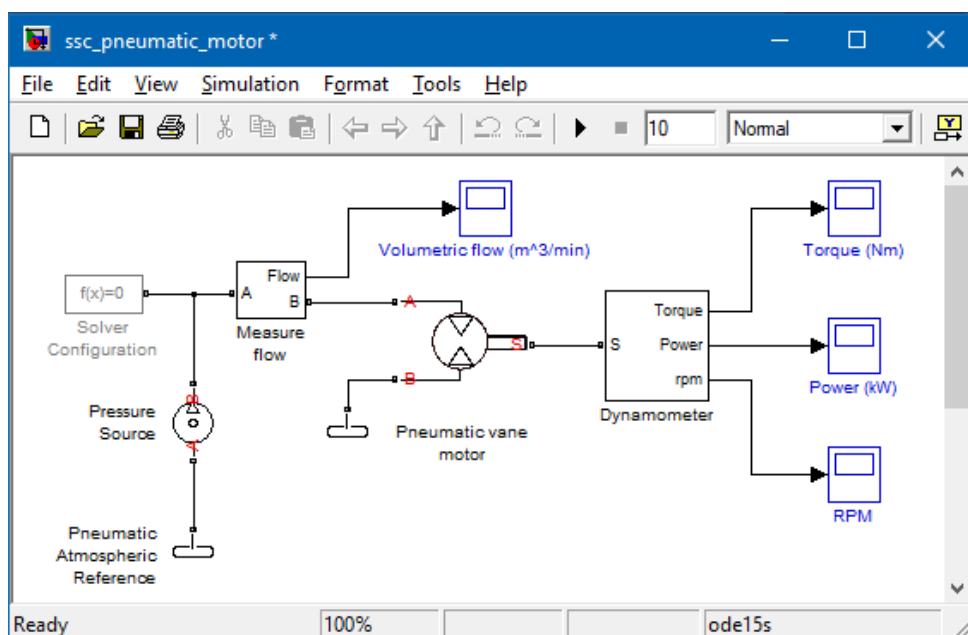
Εικόνα 4.14 Η πίεση αντλίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΕ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Αυτό το demo δείχνει πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας πνευματικός-μηχανικός μετατροπέας της βασικής βιβλιοθήκης του Simscape για την προσέγγιση της συμπεριφοράς ενός κινητήρα πεπιεσμένου αέρα. Οι παράμετροι του μπλοκ Πνευματικού Κινητήρα Πτερυγίων είναι αυτές που δίδονται στο δελτίο κατασκευαστών. Το δελτίο αυτό δηλώνει επίσης ότι τα χαρακτηριστικά της ταχύτητας ροπής του κινητήρα είναι γραμμικά για σταθερή πίεση παροχής. Για να το αντιπροσωπεύσουμε, ένας γραμμικός όρος απόσβεσης τοποθετείται στην έξοδο του συγκροτήματος περιστροφικού πνευματικού-μηχανικού μετατροπέα. Σε αυτήν την προσομοίωση, η δυναμομετρική εξέδρα αυξάνει γραμμικά την ταχύτητα και καταγράφεται η ροπή που προκύπτει. [11]

Η προσομοίωση επαληθεύει την ονομαστική ισχύ ως 2.6kW στις 3500rpm και την ταχύτητα χωρίς φορτίο ως 7000rpm.

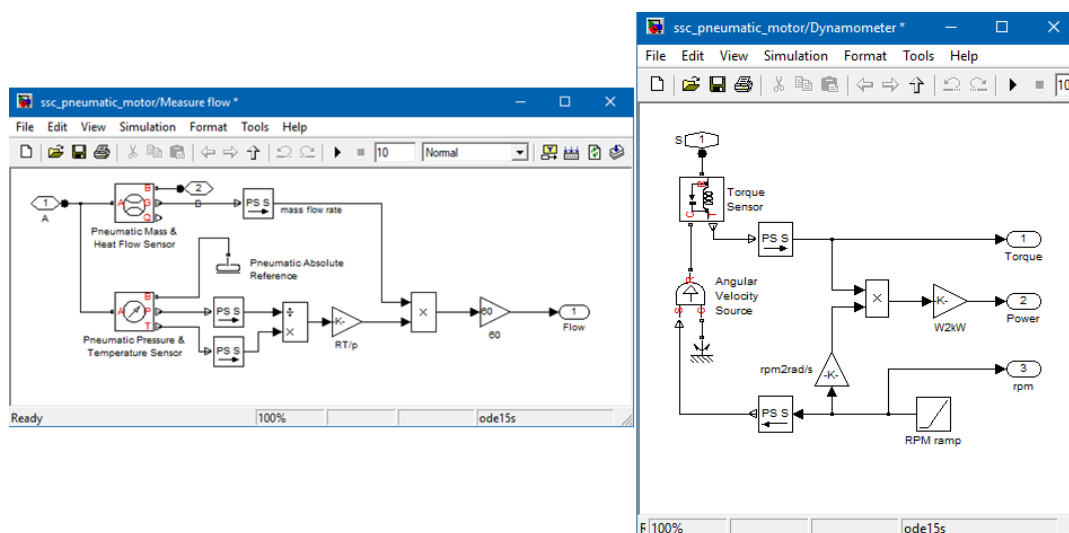
Το παράδειγμα αυτό, υπάρχει ήδη και για να το τρέξουμε στο Command Window του MATLAB γράφουμε “ssc_pneumatic_motor”. Τότε, ανοίγει το ακόλουθο παράθυρο:



Εικόνα 5.1 Το παράδειγμα του πνευματικού κινητήρα

Στο παράδειγμα αυτό υπάρχουν δύο μπλοκ που είναι δύο ανεξάρτητα συστήματα. Τα μπλοκ αυτά είναι το μπλοκ μέτρησης ροής (Measure Flow) και το μπλοκ δυναμόμετρου (Dynamometer).

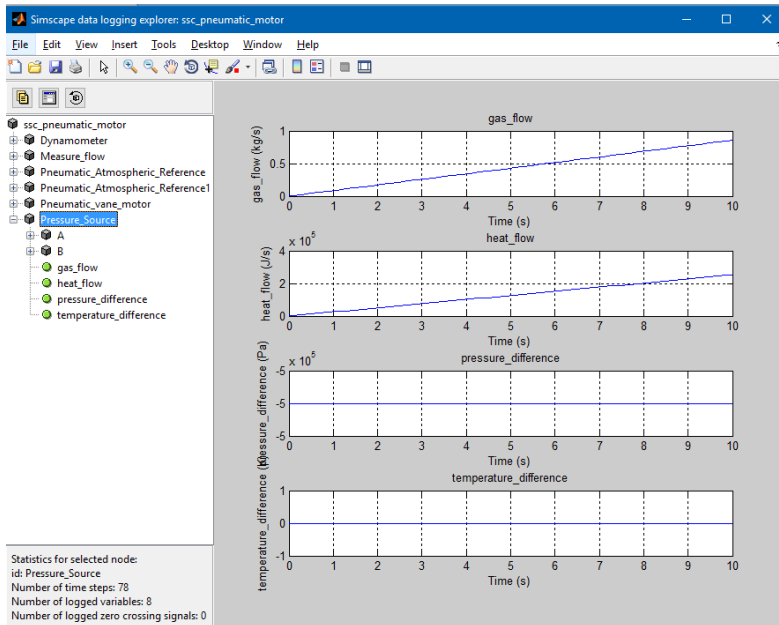
Πατώντας διπλό κλικ σε ένα από αυτά τα μπλοκ, ανοίγει το υποσύστημα αυτό.



Εικόνα 5.2 Αριστερά, το υποσύστημα του μετρητή ροής και δεξιά, το υποσύστημα του δυναμόμετρου

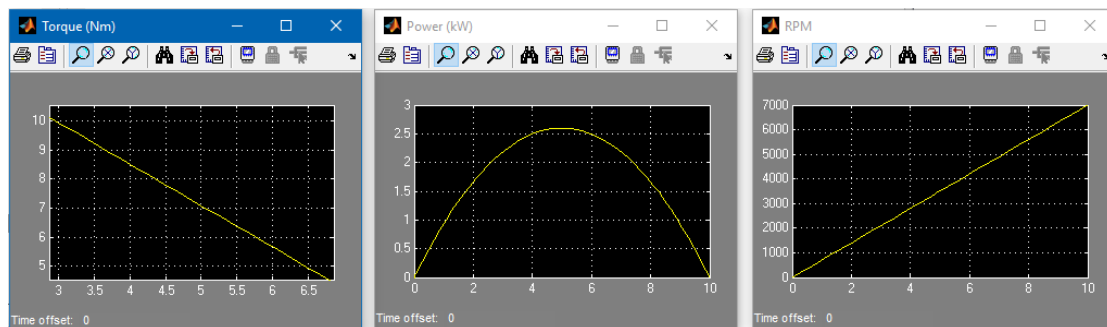
Πριν τρέξουμε την προσομοίωση πηγαίνουμε στο Simulation > Configuration Parameters και από τα αριστερά στην επιλογή Simscape αλλάζουμε το Data logging από none σε all. Επιπλέον, δεν επιλέγουμε την επιλογή του Limit data points. Πατάμε Apply και OK. Τώρα είμαστε έτοιμοι για να τρέξουμε την προσομοίωση. Για να τρέξει η προσομοίωση πατάμε το κουμπί Play.

Έπειτα, γράφουμε στο Command Window του MATLAB την εντολή "ssc_explore(simlog)" για να μπορέσουμε να δούμε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης μας.



Εικόνα 5.3 Τα αποτελέσματα προσομοίωσης των πηγών πίεσης του πνευματικού κινητήρα

Παρατηρούμε πως στο δυναμόμετρο υπάρχουν τρεις παλμογράφοι συνδεδεμένοι, οπότε πατώντας διπλό κλικ στον καθένα από αυτούς μπορούμε να δούμε αντίστοιχα κάποια στοιχεία από τα αποτελέσματα της προσομοίωσης όπως η ροπή, η δύναμη και οι περιστροφές ανά λεπτό.



Εικόνα 5.4 Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης στους συνδεδεμένους παλμογράφους του δυναμόμετρου (ροπή, δύναμη και περιστροφές ανά λεπτό)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] C. Moler, "MATLAB Incorporates LAPACK," The MathWorks, Inc., 2000.
- [2] The MathWorks, Inc., [Online]. Available:
http://ww2.mathworks.cn/help/pdf_doc/physmod/simscape/simscape_ug.pdf.
- [3] The MathWorks, Inc., "www.mathworks.com," [Online]. Available:
<https://www.mathworks.com/products/simscape.html>.
- [4] The MathWorks, Inc., [Online]. Available:
<https://www.mathworks.com/help/physmod/simscape/ug/introducing-the-simscape-block-libraries.html>.
- [5] The MathWorks, Inc., "www.mathworks.com," [Online]. Available:
<https://www.mathworks.com/products/simscape/features.html#converting-to-c-code>.
- [6] [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=Q6zesJN9kwY>.
- [7] [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/physmod/simscape/ug/enable-data-logging-for-the-whole-model.html>.
- [8] The MathWorks, Inc., "MATLAB YouTube Page," 15 Ιούνιος 2016. [Online]. Available:
<https://www.youtube.com/watch?v=Di-r1UuCZk>.
- [9] The MathWorks, Inc., "MATLAB YouTube Page," 1 Αύγουστος 2016. [Online]. Available:
https://www.youtube.com/watch?v=ABk_y963GHk.
- [10] "MATLAB YouTube Page," 28 Ιούλιος 2016. [Online]. Available:
<https://www.youtube.com/watch?v=gDYm2YD-ptM>.
- [11] *Παραδείγματα Προσομοίωσης από την The MathWorks, Inc..*