

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

Τομέας Ηλεκτροτεχνίας και Ηλεκτρονικών Υπολογιστών
Εργαστήρια Ηλεκτροτεχνίας

3^ο Έτος Μηχανικών
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

**ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ, ΑΣΥΧΡΟΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΧΟΥΣ
ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΩΝ
ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ MATLAB 6.1, 6.5**

*Δρ. Φ.Κανέλλος, Ωρ. Μέλος Διδ. Προσ. ΣΝΔ
Δρ. Ι.Κ. Χατζηλάου, Καθηγητής ΣΝΔ*

Ιανουάριος 2008

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το εγχειρίδιο αυτό προορίζεται για τη συμπλήρωση της θεωρητικής και εργαστηριακής εκπαίδευσης των 3ετών Μηχανικών Ν. Δοκίμων στα θέματα της δυναμικής συμπεριφοράς των Ηλεκτρικών Μηχανών και την παράλληλη εξοικείωση τους με το περιβάλλον MATLAB.

Μετά από μια σύντομη εισαγωγή στο Power System Blockset περιγράφονται μοντέλα προσομοίωσης διαφόρων τύπων Ηλεκτρικών Μηχανών και δίνονται ενδεικτικά παραδείγματα δυναμικής συμπεριφοράς τους.

Το εγχειρίδιο συνοδεύεται από CD, στο οποίο περιέχονται τα μοντέλα των συστημάτων που περιγράφονται, ώστε να μπορεί να διερευνάται από τον χρήστη η επίδραση διαφόρων παραμέτρων στη δυναμική συμπεριφορά των Ηλεκτρικών Μηχανών.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	2
2.	Σύντομη περιγραφή του εργαλείου PowerSys του MatLab	3
3.	Περιγραφή μοντέλων διαφόρων τύπων μηχανών	4
3.1	Ασύγχρονες Μηχανές	4
3.2	Σύγχρονες Μηχανές	8
3.3	Μηχανές Συνεχούς Ρεύματος	10

1. BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] I. K. Χατζηλάου, “Ηλεκτρικές Μηχανές”, ΣΝΔ, 1981.
- [2] I. K. Χατζηλάου, “Συμπληρωματικά Κεφάλαια στις Ηλεκτρικές Μηχανές – Μέρος Ι”, ΣΝΔ, 1987.
- [3] I. K. Χατζηλάου, Π. Κοντοδιός, “Δυναμική και ΣΑΕ Ηλεκτρικών Μηχανών”, ΣΝΔ, 1999.
- [4] I. K. Χατζηλάου, Αρ. Μαγουλάς, Κ. Φωστιέρης, Μ. Βικάτος, Σ. Πέρρος, Ε. Σακιώτης, Π. Κοντοδιός, Ι. Προυσαλίδης, Η. Γραβάλου, “Εργαστηριακά Πειράματα Ηλεκτρικών Μηχανών”, ΣΝΔ, 2000.
- [5] Chee Chee-Mun Ong, “Dynamic Simulation of Electric Machinery using Matlab/Simulink”, Prentice Hall PTR, 1998.
- [6] P.C. Krause, “Analysis of Electric Machinery”, McGraw-Hill, 1986.
- [7] <http://www.mathworks.com/>
- [8] Documentation of SimPowerSystems found at <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/phymod/powersys/>

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΕ MATLAB ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ, ΑΣΥΧΡΟΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΩΝ

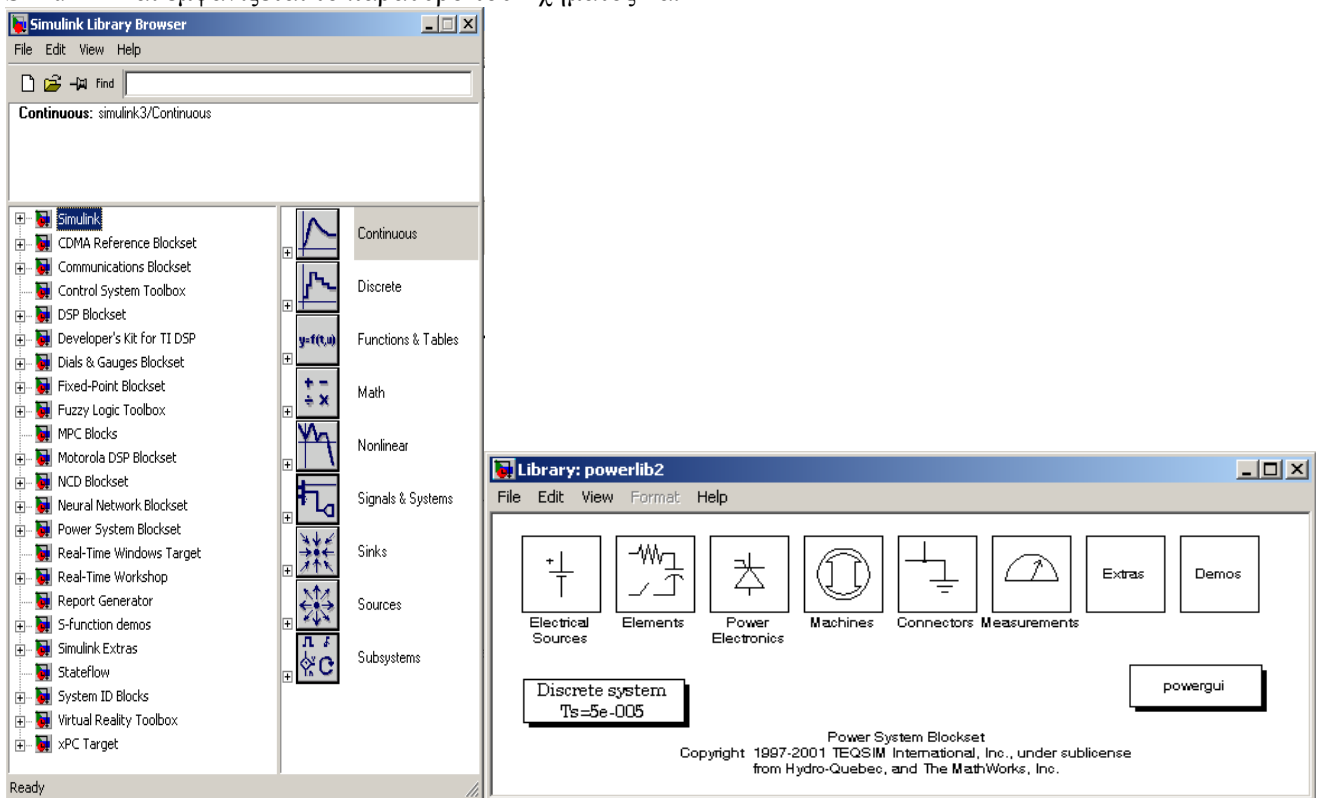
2. Σύντομη περιγραφή του εργαλείου PowerSys του MatLab

Τα μοντέλα που περιγράφονται στη συνέχεια αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον MatLab/Simulink και συγκεκριμένα με το εξειδικευμένο εργαλείο του Simulink για την ανάλυση συστημάτων ισχύος, PowerSys.

Το εργαλείο PowerSys είναι μια πλήρης βιβλιοθήκη μοντέλων των συνιστωσών ενός συστήματος ισχύος. Συγκεκριμένα παρέχονται στο χρήστη μοντέλα πηγών τάσεως, ρεύματος, ηλεκτρικών γραμμών-καλωδίων, όλων των ειδών των κινητήρων και γεννητριών, ηλεκτρονικών ισχύος κτλ. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν όργανα μέτρησης, απεικόνισης και αποθήκευσης δεδομένων ώστε ο χρήστης να έχει την εποπτεία των μεγεθών τόσο κατά τη εξέλιξη της προσομοίωσης όσο και μετά το πέρας της.

Ακολουθώντας δίνονται εν συντομία τα βήματα για την πρόσβαση στην βιβλιοθήκη του PowerSys:

1) Στο κεντρική οθόνη του Matlab επιλέγουμε το εικονίδιο  για το άνοιγμα του άνοιγμα του Simulink και εμφανίζεται το παράθυρο του Σχήματος 1α.



α)
Σχήμα 1. α) Simulink

β)
β) Power System Blockset

2) Κατόπιν με δεξί κλικ στην επιλογή Power System Blockset ανοίγει η αντίστοιχη βιβλιοθήκη μοντέλων, που φαίνεται στο Σχήμα 1β, όπου είναι προσβάσιμες διάφορες υποβιβλιοθήκες με μοντέλα ηλεκτρικών πηγών, ηλεκτρονικών ισχύος, μηχανών, μετρητικών διατάξεων και διαφόρων άλλων στοιχείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.

3) Για την εκκίνηση κάποιου υπάρχοντος μοντέλου σε PowerSys, απλά στο μενού **File** επιλέγουμε **Open** και μετά από την αναζήτηση του στη μονάδα αποθήκευσης το ανοίγουμε.

4) Για την προσομοίωση ενός μοντέλου ο χρήστης πρέπει επιλέξει στο μενού Simulation την επιλογή Start ή απλά να χρησιμοποιήσει το εικονίδιο . Παράμετροι της προσομοίωσης όπως ο αλγόριθμος ολοκλήρωσης, το βήμα ολοκλήρωσης κτλ ρυθμίζονται με την επιλογή **Simulation Parameters**.

Για οποιαδήποτε προσθήκη στο υπάρχον μοντέλο ο χρήστης, αφού αναζητήσει το ζητούμενο στοιχείο στην αντίστοιχη βιβλιοθήκη, απλά το μεταφέρει στο τρέχον μοντέλο με **copy-paste**. Πρέπει ο χρήστης να λάβει υπόψη, ότι τα παραπάνω αποτελούν σύντομες πληροφορίες για την πρόσβαση κυρίως στις πλατφόρμες Simulink/PowerSys. Για αναλυτικές οδηγίες χρήσεως πρέπει αναγκαστικά να καταφύγει στην παρεχόμενη βοήθεια (Help μενού) καθώς οι παρεχόμενες δυνατότητες είναι παρ πολλές και δεν είναι δυνατόν να αναλυθούν στο παρόν εγχειρίδιο.

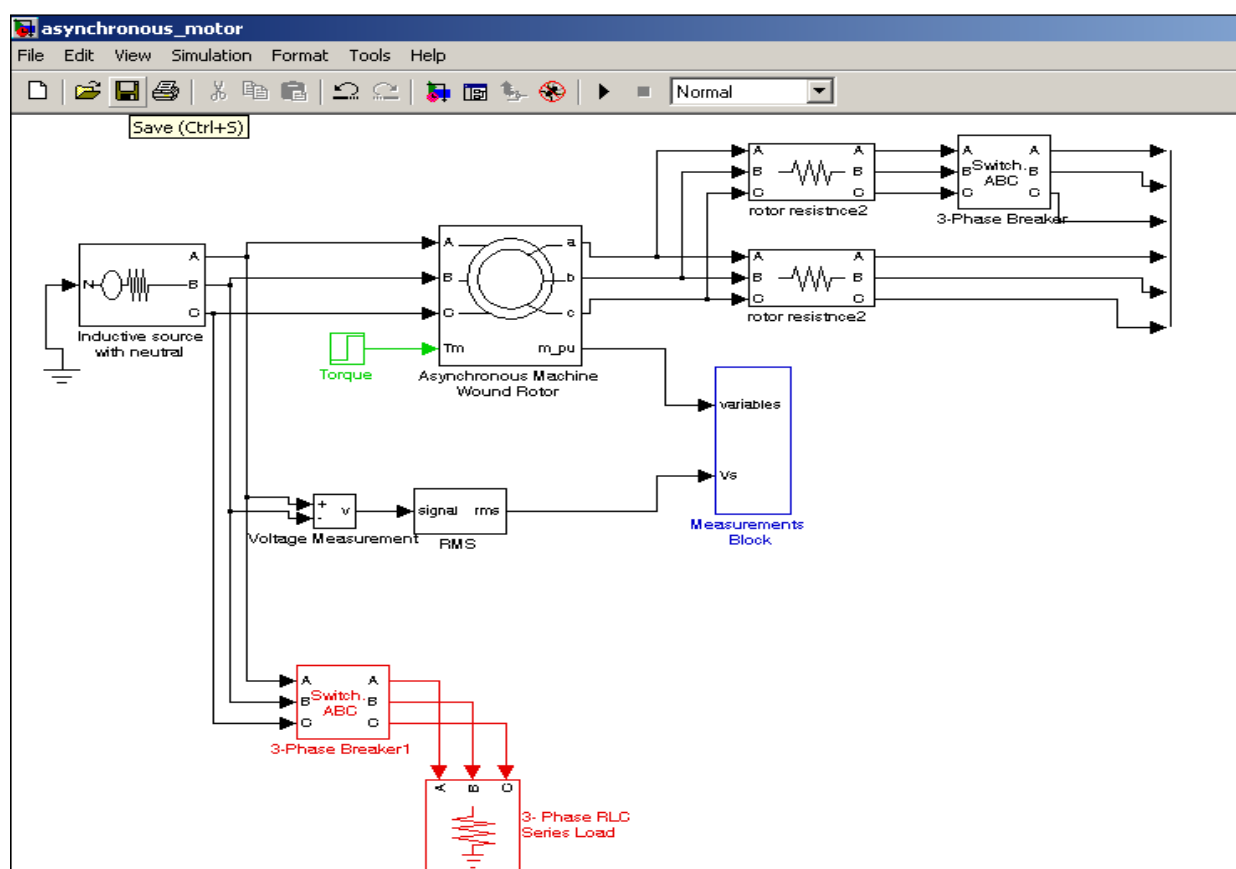
Τα μοντέλα που περιγράφονται στο εγχειρίδιο δημιουργήθηκαν με την έκδοση 6.1 του Matlab.

3. Περιγραφή μοντέλων διαφόρων τύπων μηχανών

3.1 Ασύγχρονες Μηχανές

Αρχείο : *Asynchronous_motor*

Στο Σχήμα 2 δίνεται η γενική μορφή ενός αρχείου του *Power System Blockset* (*Asynchronous_motor.mdl*). Συγκεκριμένα αφορά στην προσομοίωση ενός ασύγχρονου κινητήρα με μεταβλητή αντίσταση εξωτερικά συνδεδεμένη στα τυλίγματα του δρομέα. Η ασύγχρονη μηχανή τροφοδοτείται από μια πηγή εναλλασσόμενης τάσης. Παράλληλα με τον κινητήρα τροφοδοτείται επίσης και ένα ηλεκτρικό φορτίο, το οποίο μπορεί να συνδεθεί ή αποσυνδεθεί από το σύστημα μέσω του διακόπτη «Switch ABC».



Σχήμα 2 Μοντέλο ασύγχρονου κινητήρα με μεταβλητή αντίσταση εξωτερικά συνδεδεμένη στα τυλίγματα του δρομέα.
(*αρχείο: Asynchronous_motor*)

Οι παράμετροι των μοντέλων των συνιστωσών του συστήματος καθορίζονται σε διάφορα παράθυρα διαλόγου, όπου ορίζονται οι επιθυμητές τιμές τους. Π.χ. με διπλό αριστερό πάτημα του ποντικιού πάνω στο μπλοκ του ασύγχρονου κινητήρα ανοίγει το παράθυρο του Σχήματος 3, όπου εμφανίζονται οι παράμετροι του μοντέλου του ασύγχρονου κινητήρα.

Η προσομοίωση ξεκινά πατώντας το βέλος στο πάνω μέρος της οθόνης. Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης ή και μετά το πέρας της ο χρήστης μπορεί να δει πάνω σε όργανα του προγράμματος που προσομοιάζουν τη λειτουργία ενός παλμογράφου την εξέλιξη διαφόρων μεγεθών του συστήματος όπως τάσεις, ρεύματα, ισχύες, ταχύτητες περιστροφής κτλ. Η οθόνη ενός τέτοιου οργάνου απεικόνισης φαίνεται στο Σχήμα

4. Στο Σχήμα 2 διακρίνεται το μετρητικό όργανο της τάσης που μαζί με άλλα σήματα οδηγούνται σε ένα μπλοκ «Measurements Block», όπου οδηγούνται όλες οι μετρήσεις. Με διπλό αριστερό πάτημα του δρομέα (*cursor*) πάνω στο μπλοκ «Measurements Block» ο χρήστης μπορεί να δει το περιεχόμενο του (Σχήμα 5).

Block Parameters: Asynchronous Machine Wound Rotor

Asynchronous Machine (mask) (link)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor or squirrel cage) modelled in the dq rotor reference frame. Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

Parameters

Rotor type: **Wound**

Reference frame: **Rotor**

Nom. power, L-L volt. and freq. [Pn(VA), Vn(Vrms), fn(Hz)]:

[0.3e6, 440, 60]

Stator [Rs, Lls] (pu):

[0.0201, 0.0249]

Rotor [Rr', Llr'] (pu):

[0.0377, 0.0249]

Mutual inductance Lm (pu):

1.2082

Inertia constant, friction factor and pairs of poles [H(s) F(pu) p()]:

[0.4065, 0, 2]

Initial conditions [s() th(deg) isa, isb, isc(p.u.) pha, phb, phc(deg)]:

[1, 0 0, 0, 0, 0]

OK Cancel Help Apply

Σχήμα 3 Παράμετροι του μοντέλου της ασύγχρονης μηχανής

Το σενάριο λειτουργίας που εξετάζεται αφορά στα επόμενα :

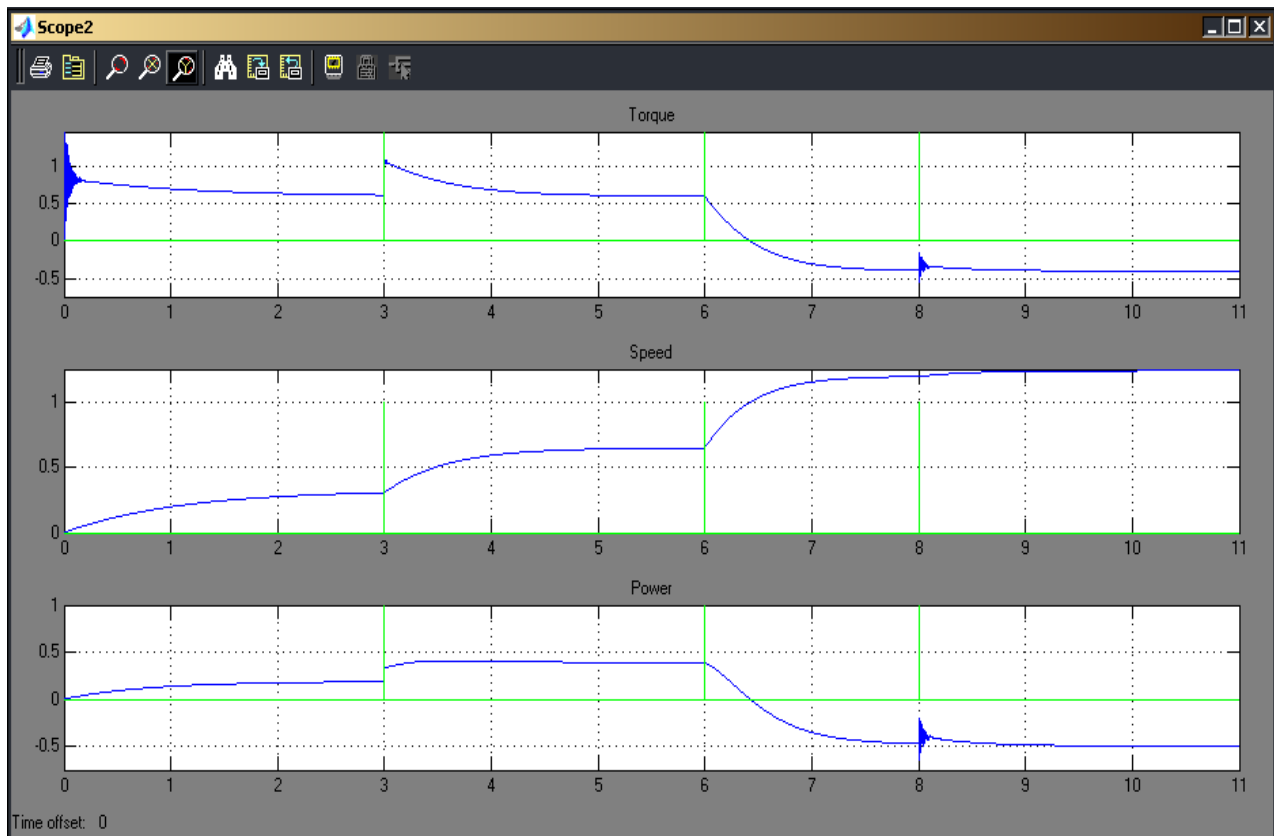
α) Για χρόνο $t=3\text{sec}$ μειώνεται η εξωτερική αντίσταση των τυλιγμάτων, R.

β) Για χρόνο $t=6\text{sec}$ μεταβάλλεται η ροπή του φορτίου από 0.6 (α.μ.) σε -0.4(α.μ.) δηλαδή αναστροφή της λειτουργίας από λειτουργία κινητήρα σε λειτουργία γεννήτριας.

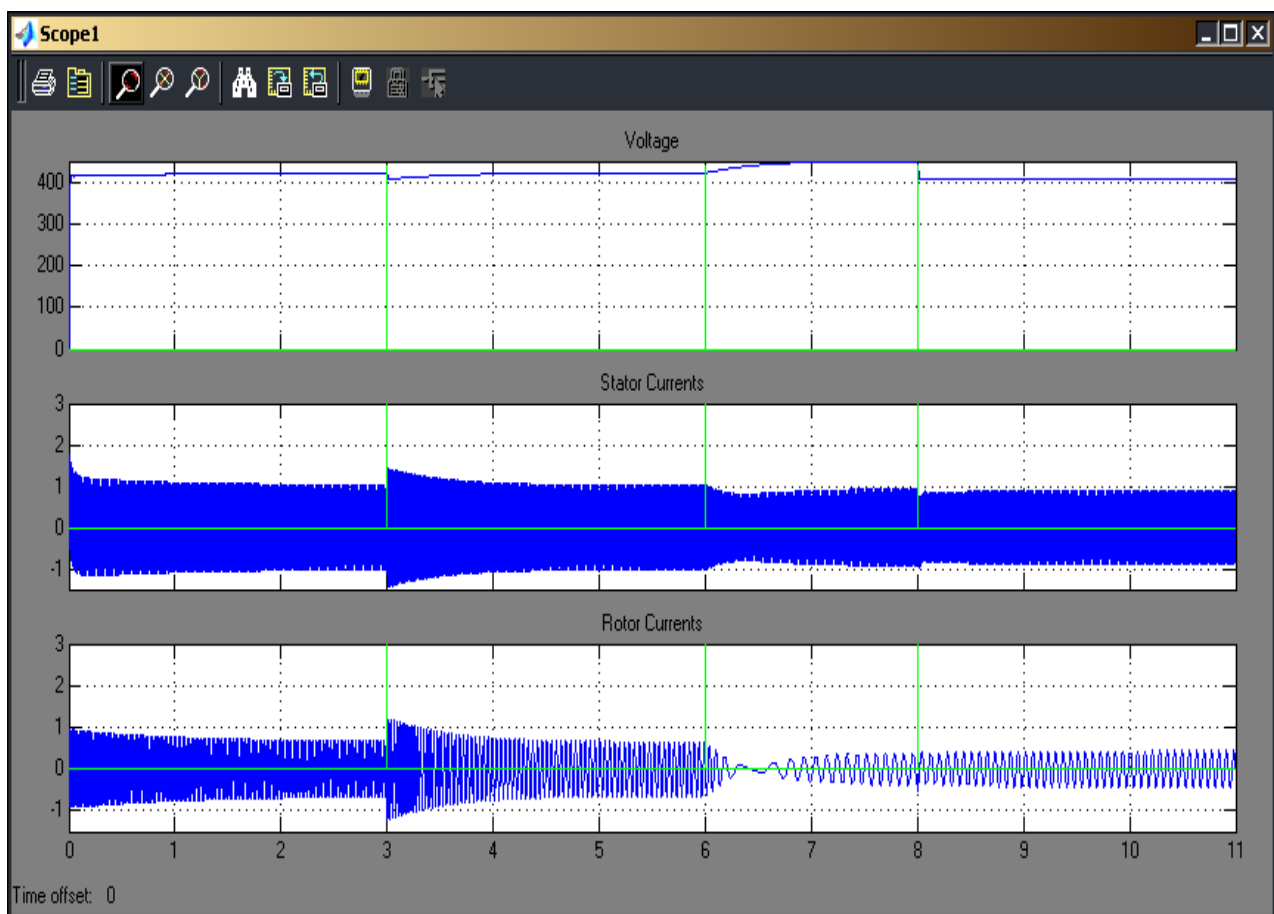
γ) Για χρόνο $t=8\text{sec}$ συνδέεται το ηλεκτρικό φορτίο στο δίκτυο.

Όλα τα παραπάνω μεγέθη είναι παράμετροι του μοντέλου και μπορούν να δοκιμαστούν από τον χρήστη και άλλες τιμές για διερεύνηση του προβλήματος και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Οι κυματομορφές της ροπής, ταχύτητας περιστροφής, και της ηλεκτρικής ισχύος δίνονται στο πρώτο παλμογράφημα του Σχήματος 4 ενώ στο ίδιο παλμογράφημα του ίδιου σχήματος δίνονται η τάση στους ακροδέκτες της μηχανής, τα ρεύματα του στάτη και τα ρεύματα του δρομέα.

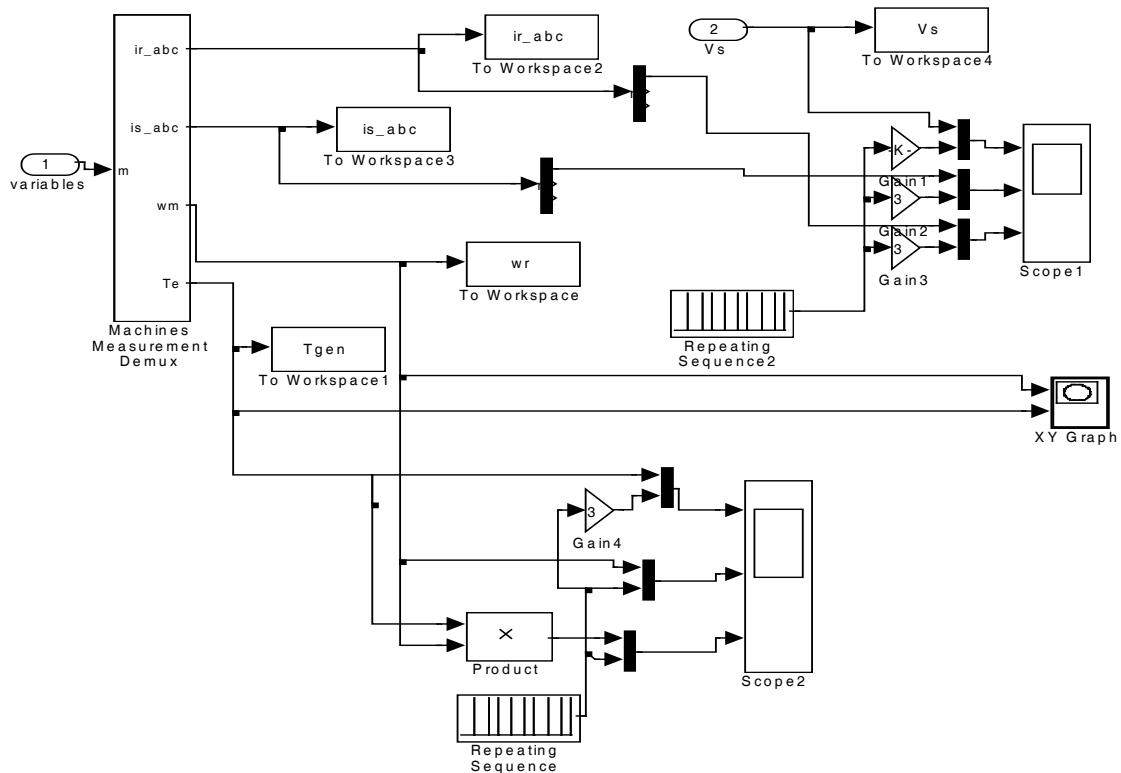


α)

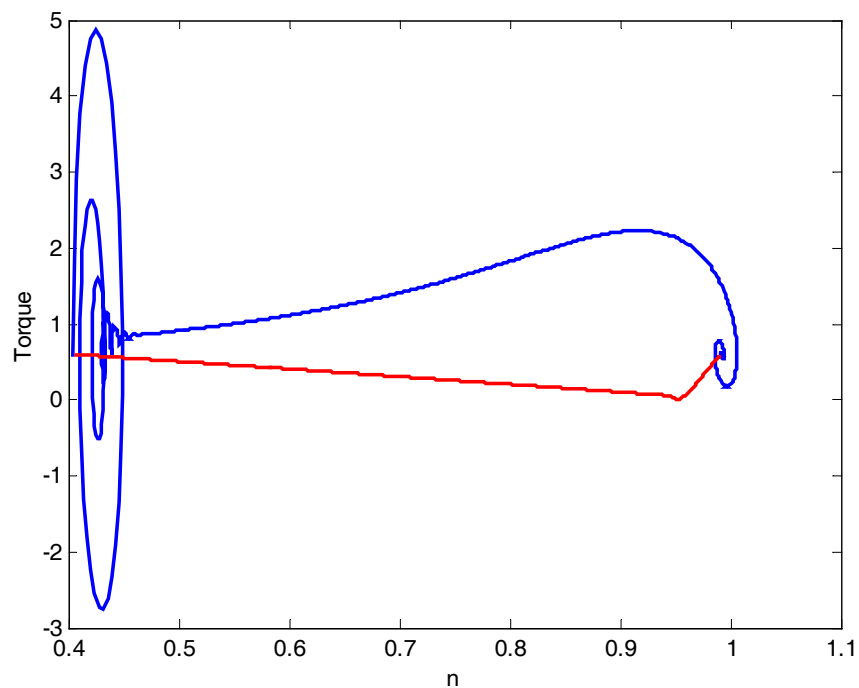


β)

Σχήμα 4 Διαγράμματα μεγεθών από την προσομείωση του συστήματος
 α) Ροπή, ταχύτητα περιστροφής και ισχύς β) Τάση, ρεύματα στάτη, ρεύματα δρομέα .



α)



β)

Σχήμα 5 α) Περιεχόμενο του μπλοκ «Measurements Block». β) Διάγραμμα ροπής – ταχύτητας περιστροφής του δρομέα, T-n.

Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης τα μετρούμενα μεγέθη του μοντέλου μπορούν να αποθηκευτούν σε μεταβλητές για την περαιτέρω επεξεργασία τους. Στο εσωτερικό του μπλοκ «Measurements Block», σχήμα 5.α, φαίνεται χρησιμοποιούνται τα μπλοκ «To Workspace» για την αποθήκευση σε μεταβλητές. Με διπλό κλικ πάνω σε κάθε τέτοιο μπλοκ ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει διάφορες παραμέτρους όπως το όνομα της μεταβλητής, τον χρόνο δειγματοληψίας κτλ. Στην συνέχεια μπορεί κάποιος στο παράθυρο εντολών του Matlab

να αναπαραστήσει κάποια μεταβλητή ως προς τον χρόνο με χρήση της εντολής plot. Π.χ. η **plot(t,Tgen)** αναπαριστά την ροπή της μηχανής ως προς τον χρόνο. Επίσης, τα σήματα στην έξοδο των μετρητικών οργάνων μπορούν να οδηγηθούν, όπως προαναφέρθηκε, σε μπλοκ απεικόνισής τους, όπου ο χρήστης μπορεί να δει κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης την εξέλιξη του μεγέθους. Πχ. στο μπλοκ «Score1» απεικονίζονται η τάση του στάτη και τα ρεύματα των φάσεων Α των τυλιγμάτων του στάτη και του δρομέα.

Επίσης στο σχήμα 5.β δίνεται η γραφική παράσταση της ροπής του ασύγχρονου κινητήρα όπου διακρίνεται η διαδρομή της ροπής κατά το μεταβατικό φαινόμενο πριν καταλήξει το σύστημα σε κατάσταση ισορροπίας. Είναι εμφανές ότι η καμπύλη αυτή διαφοροποιείται από την γνωστή από την θεωρία καμπύλη μόνιμου καταστάσεως **T-n**

Στο CD δίνονται επιπλέον και τα μοντέλα **.mdl** που φαίνονται στον Πίνακα 1, με τα οποία προσομοιώνονται ξεχωριστά διάφορα σενάρια λειτουργίας μιας ασύγχρονης μηχανής. Για τις αντίστοιχες γραφικές απεικονίσεις χρησιμοποιούνται τα αντίστοιχα αρχεία **.m**.

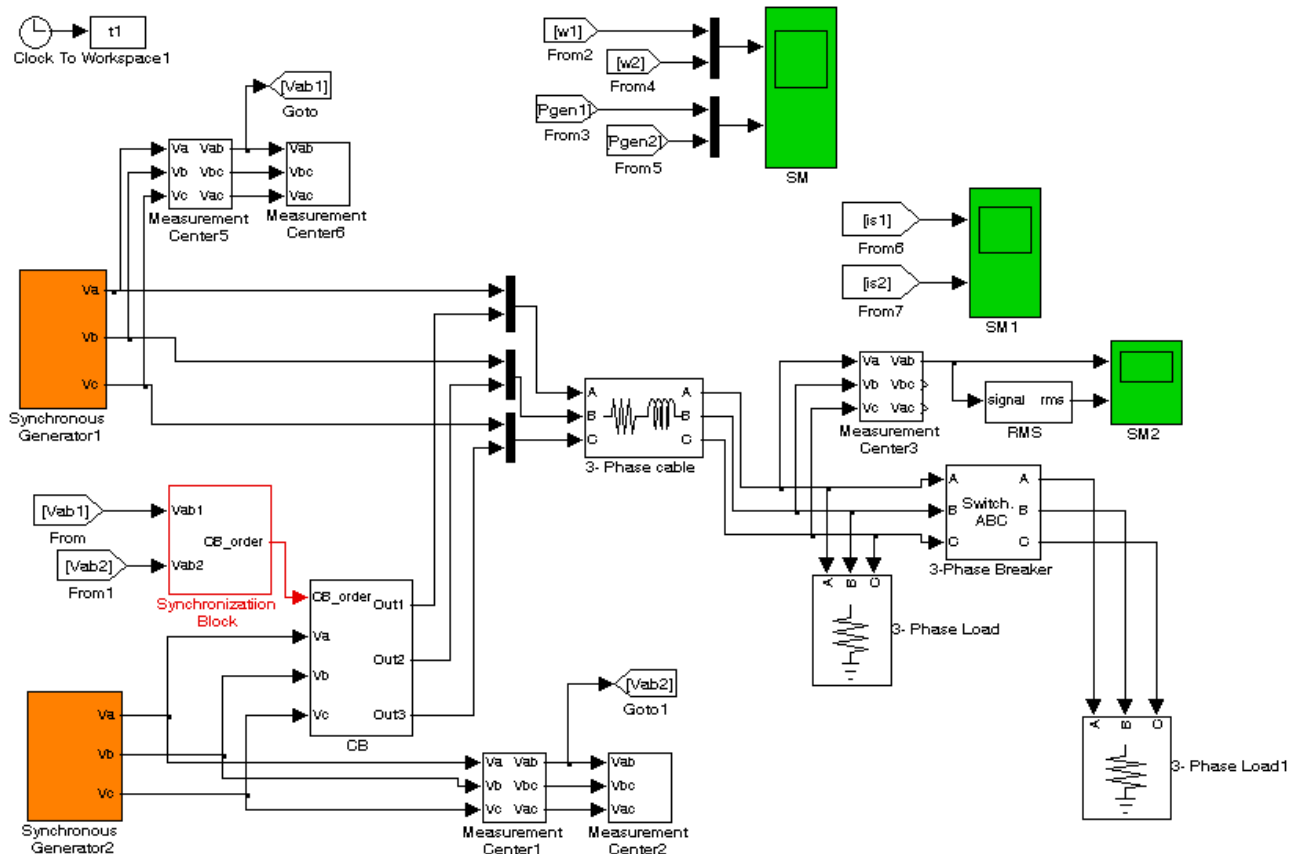
Πίνακας 1

Όνομα αρχείου	Περιγραφή λειτουργίας
asynchronous_motor_DR.mdl	Προσομοίωση της λειτουργίας του ασύγχρονου κινητήρα για μεταβολή της εξωτερικής του αντίστασης. Συνδέεται και αποσυνδέεται εξωτερική αντίσταση τις χρονικές στιγμές $t=5\text{sec}$ και $t=7\text{sec}$, αντίστοιχα.
async_DR.m	Απεικόνιση της ροπής συναρτήσει της ταχύτητας περιστροφής για τα χρονικά διαστήματα [4.9s 7s] και [7s 12s] σε κοινό διάγραμμα.
asynchronous_motor_DT.mdl	Προσομοίωση της λειτουργίας του ασύγχρονου κινητήρα για μεταβολή της ροπής του φορτίου. Το φορτίο μεταβάλλεται από 0.6 α.μ. σε 0.9 α.μ. και από 0.9 α.μ. σε 0.2 α.μ. τις χρονικές στιγμές $t=5\text{sec}$ και $t=7\text{sec}$, αντίστοιχα.
async_DT.m	Απεικόνιση της ροπής συναρτήσει της ταχύτητας περιστροφής για τα χρονικά διαστήματα [4.9s 7s] και [7s 12s] σε κοινό διάγραμμα.
asynchronous_motor_DV.mdl	Προσομοίωση της λειτουργίας του ασύγχρονου κινητήρα για μεταβολή της τάσης του δικτύου. Η τάση μεταβάλλεται έμμεσα συνδέοντας και αποσυνδέοντας παράλληλα με τον κινητήρα τις χρονικές στιγμές $t=5\text{sec}$ και $t=7\text{sec}$, αντίστοιχα.
async_DV.m	Απεικόνιση της ροπής συναρτήσει της ταχύτητας περιστροφής για τα χρονικά διαστήματα [4.9s 7s] και [7s 12s] σε κοινό διάγραμμα.
asynchronous_motor_gen.mdl	Μετάβαση από λειτουργία κινητήρα σε λειτουργία γεννήτριας μεταβολή της ροπής του φορτίου από 0.6 α.μ. σε -0.4 α.μ. την χρονική στιγμή $t=5\text{sec}$.
async_motor_gen.m	Απεικόνιση της ροπής συναρτήσει της ταχύτητας περιστροφής.
asynchronous_motor_start.mdl	Προσομοίωση της εκκίνησης του ασύγχρονου κινητήρα.
async_start.m	Απεικόνιση της ροπής συναρτήσει της ταχύτητας περιστροφής.

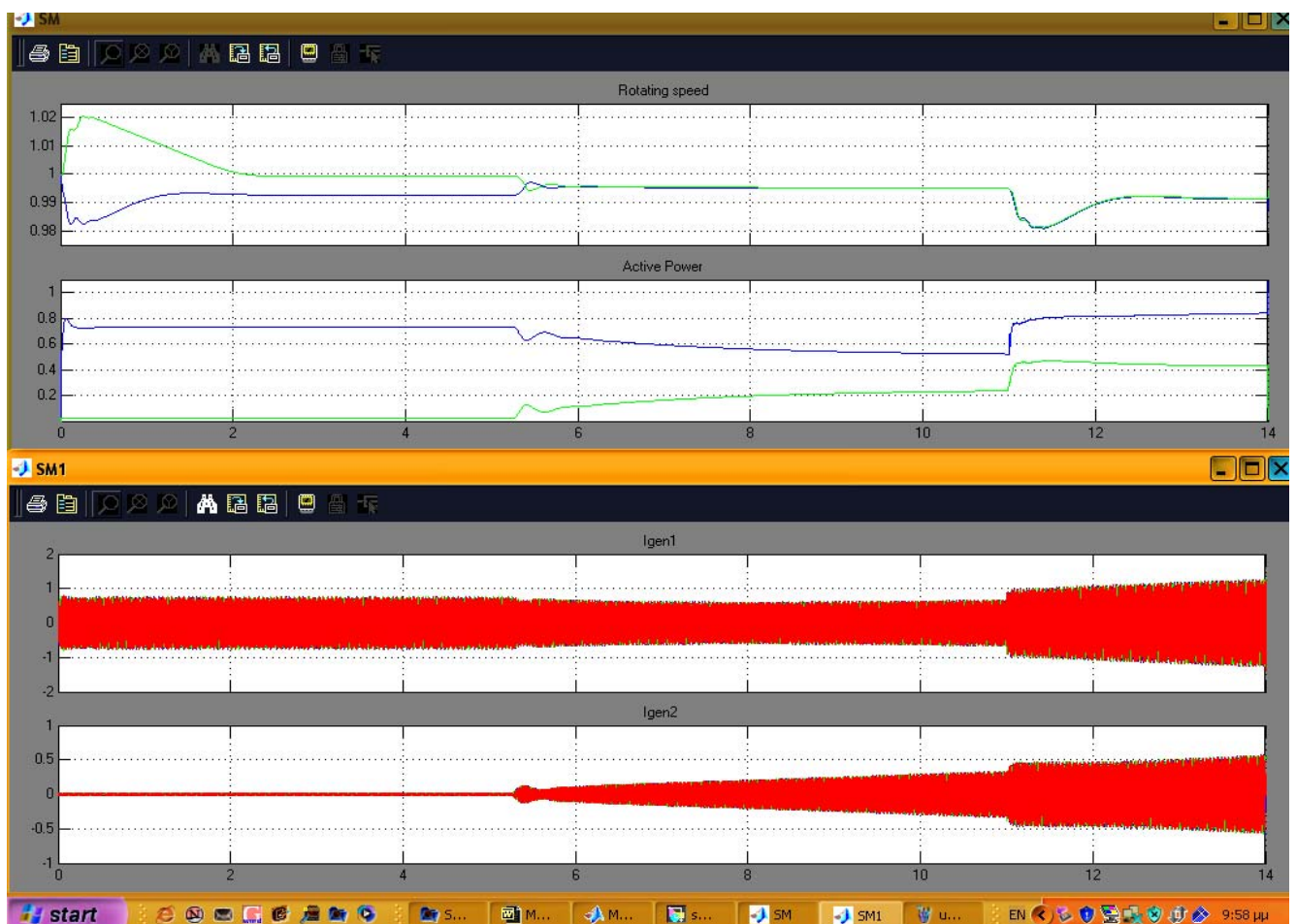
3.2 Σύγχρονες Μηχανές

Αρχείο : Generator_sync_par.mdl

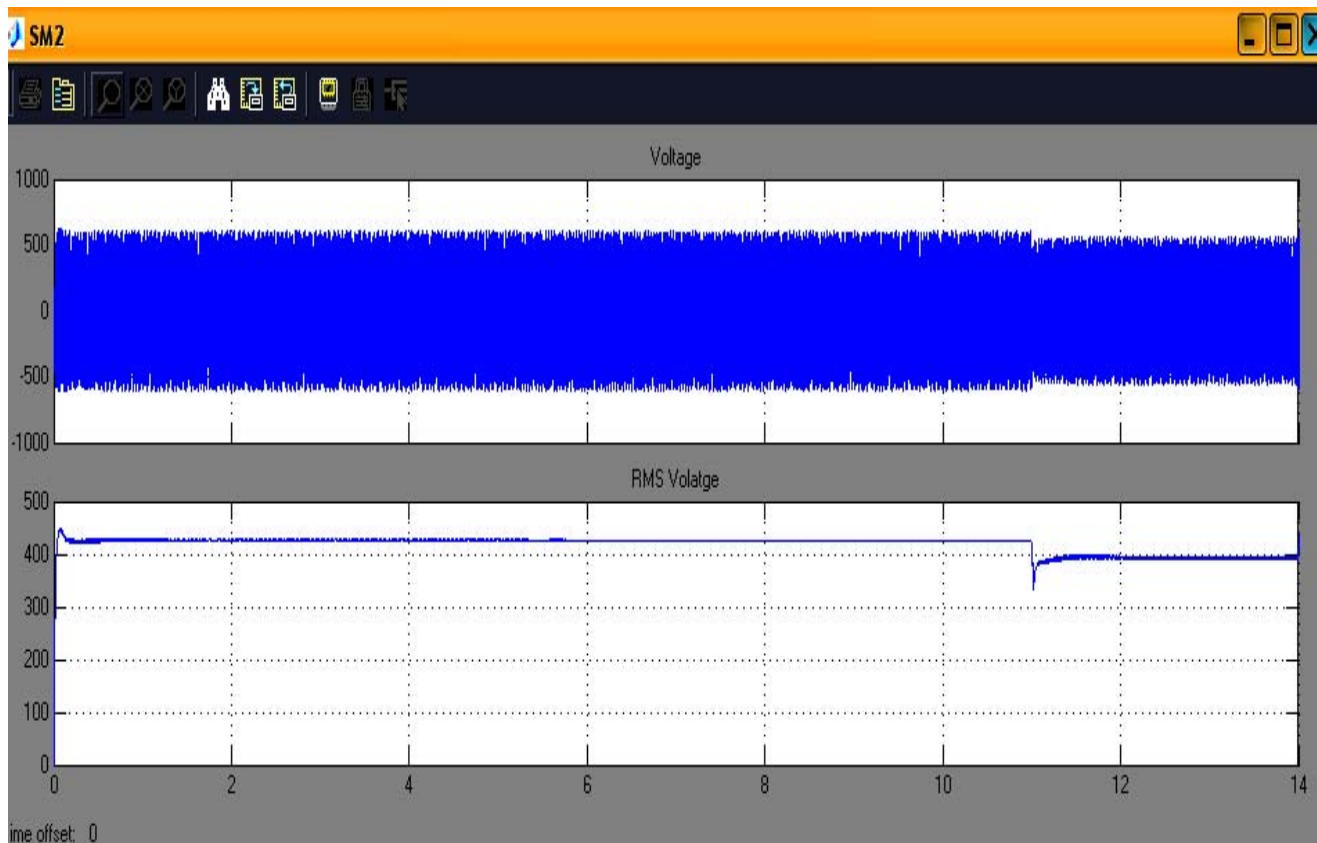
Το εσωτερικό του αρχείου *Generator_sync_par.mdl* δίνεται στο Σχήμα 6. Συγκεκριμένα, δυο σύγχρονες γεννήτριες συνδέονται σε κοινό ζυγό. Αρχικά μια εκ των δυο είναι αποσυνδεδεμένη και στην συνέχεια, αφού κλείσει ο αντίστοιχος διακόπτης, συνδέεται παράλληλα με την δεύτερη για να τροφοδοτήσουν από κοινού το φορτίο του συστήματος. Την εντολή για το κλείσιμο του διακόπτη την δίνει το μπλοκ συγχρονισμού, το οποίο ελέγχει τις συνθήκες συγχρονισμού (δηλ σύμπτωση φάσης και μέτρου της τάσης της γεννήτριας με αυτές του συστήματος). Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης δίνονται συνοπτικά στο Σχήμα 7. Η πρώτη διαταραχή, λίγο μετά τα 5sec, αντιστοιχεί στον παραλληλισμό της δεύτερης γεννήτριας. Μετά τον παραλληλισμό οι ταχύτητες περιστροφής των δυο γεννητριών συμπίπτουν καθώς λειτουργούν παράλληλα. Επίσης το φορτίο μοιράζεται ανάλογα με τον στατισμό των μονάδων (η δεύτερη γεννήτρια από κενό φορτίο αναλαμβάνει το φορτίο που τις αναλογεί). Στα απόμεινα παλμογραφήματα δίνονται οι κυματομορφές των ρευμάτων και της τάσης στον κοινό ζυγό. Η τελευταία διαταραχή της προσομοίωσης αντιστοιχεί στη σύνδεση επιπλέον φορτίου στο σύστημα. Αντίστοιχα παρατηρείται μείωση της ταχύτητας περιστροφής, άρα και της συχνότητας, αλλά και αύξηση του ρεύματος εξόδου και των δυο γεννητριών.



Σχήμα 6 Εσωτερικό του αρχείου Generator_sync_par.mdl.



a)



β)

Σχήμα 7 α) Ταχύτητες περιστροφής των δρομέων, παραγόμενη ισχύς, ρεύματα στάτη
β) κυματομορφή και rms τιμή της τάσης.

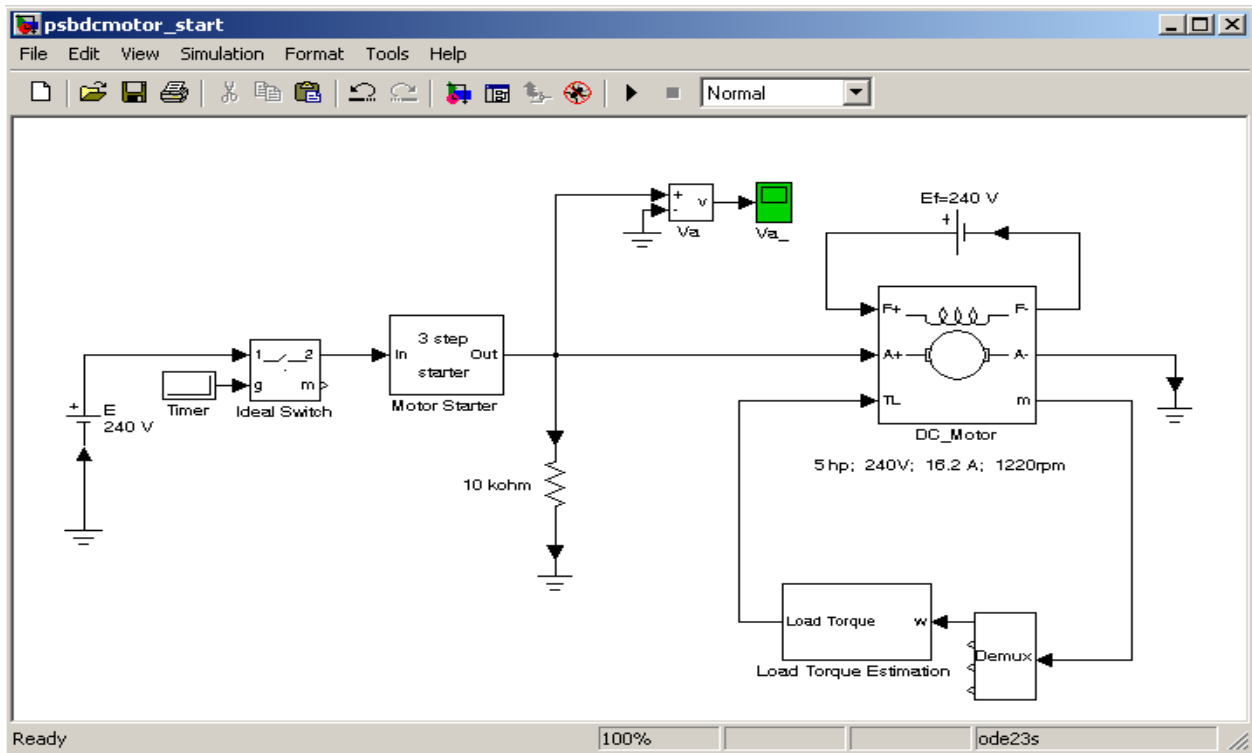
3.3 Μηχανές Συνεχούς Ρεύματος

Αρχαία : *dcmotor_start*, *dcgen_par*, *dc_drive*

Αρχαίο : *dcmotor_start*

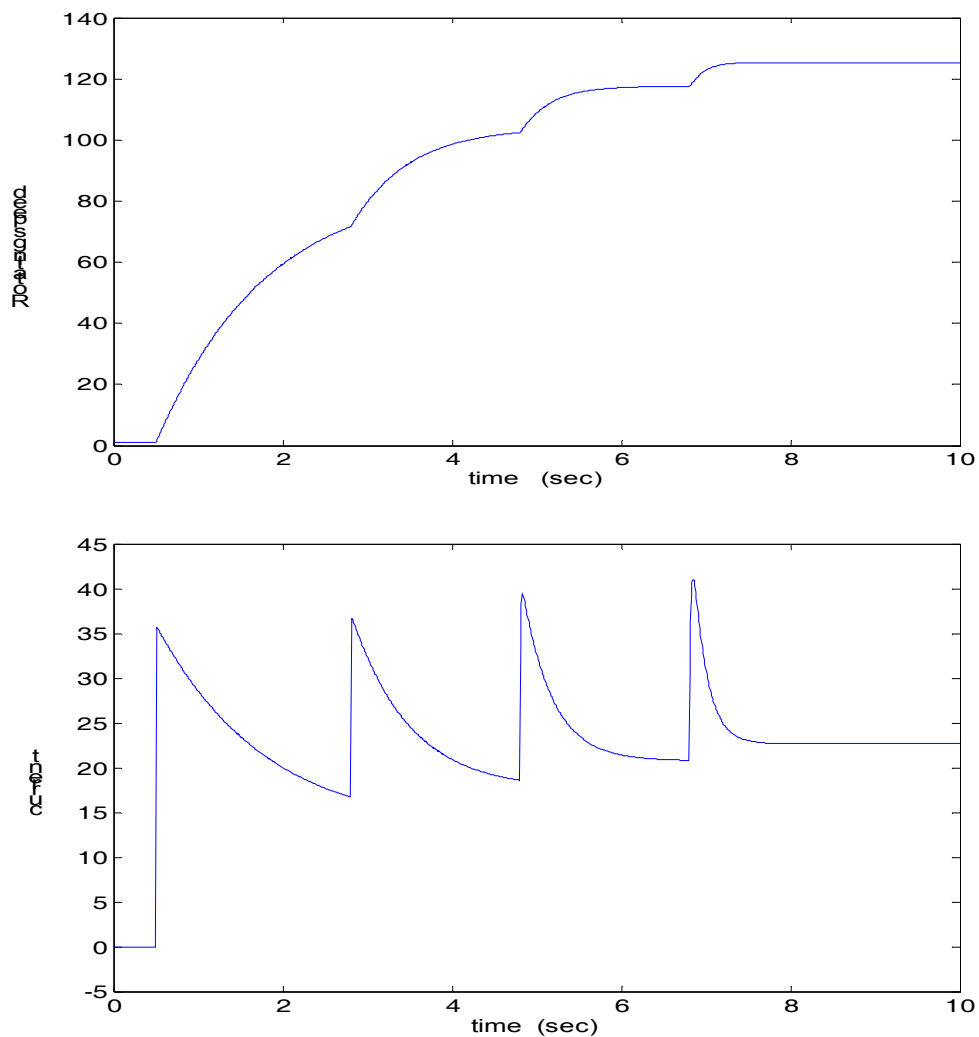
Το παρόν μοντέλο αφορά την προσομοίωση ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος, ξένης διέγερσης, μέσω διάταξης εκκίνησης με τη σύνδεση εξωτερικών αντιστάσεων. Κατά την εκκίνηση του κινητήρα συνδέεται στο κύκλωμα η μέγιστη εξωτερική αντίσταση, ενώ με την πρόοδο της διαδικασίας οι εξωτερικές αντιστάσεις αποσυνδέονται από το κύκλωμα. Το εσωτερικό του αρχείου *dcmotor_start* φαίνεται στο Σχήμα 8, όπου διακρίνονται ο εκκινητής «Motor Starter», οι πηγές τροφοδοσίας των τυλιγμάτων του τυμπάνου και του δρομέα, οι οποίες είναι ίσες με 240V κτλ. Χρησιμοποιείται επίσης μοντέλο υπολογισμού της ροπής του φορτίου, λαμβάνοντας υπόψη την μετρούμενη ταχύτητα περιστροφής (μπλοκ *Load Torque Estimation*).

Επίσης χρησιμοποιούνται όργανα για την μέτρηση και απεικόνιση της τάσης, του ρεύματος, της ταχύτητας περιστροφής, της ηλεκτρικής ισχύος κτλ. Από την απεικόνιση του ρεύματος που απορροφά ο κινητήρας, όντως διαπιστώνεται, ότι το ρεύμα εκκίνησης περιορίζεται σημαντικά με την χρήση του εκκινητή. Κάποιες στιγμιαίες αυξήσεις του οφείλονται στις αποσυνδέσεις των αντιστάσεων του εκκινητή.



Σχήμα 8 Εσωτερικό του αρχείου *dcmotor_start.mdl*. Εκκίνηση dc κινητήρα.

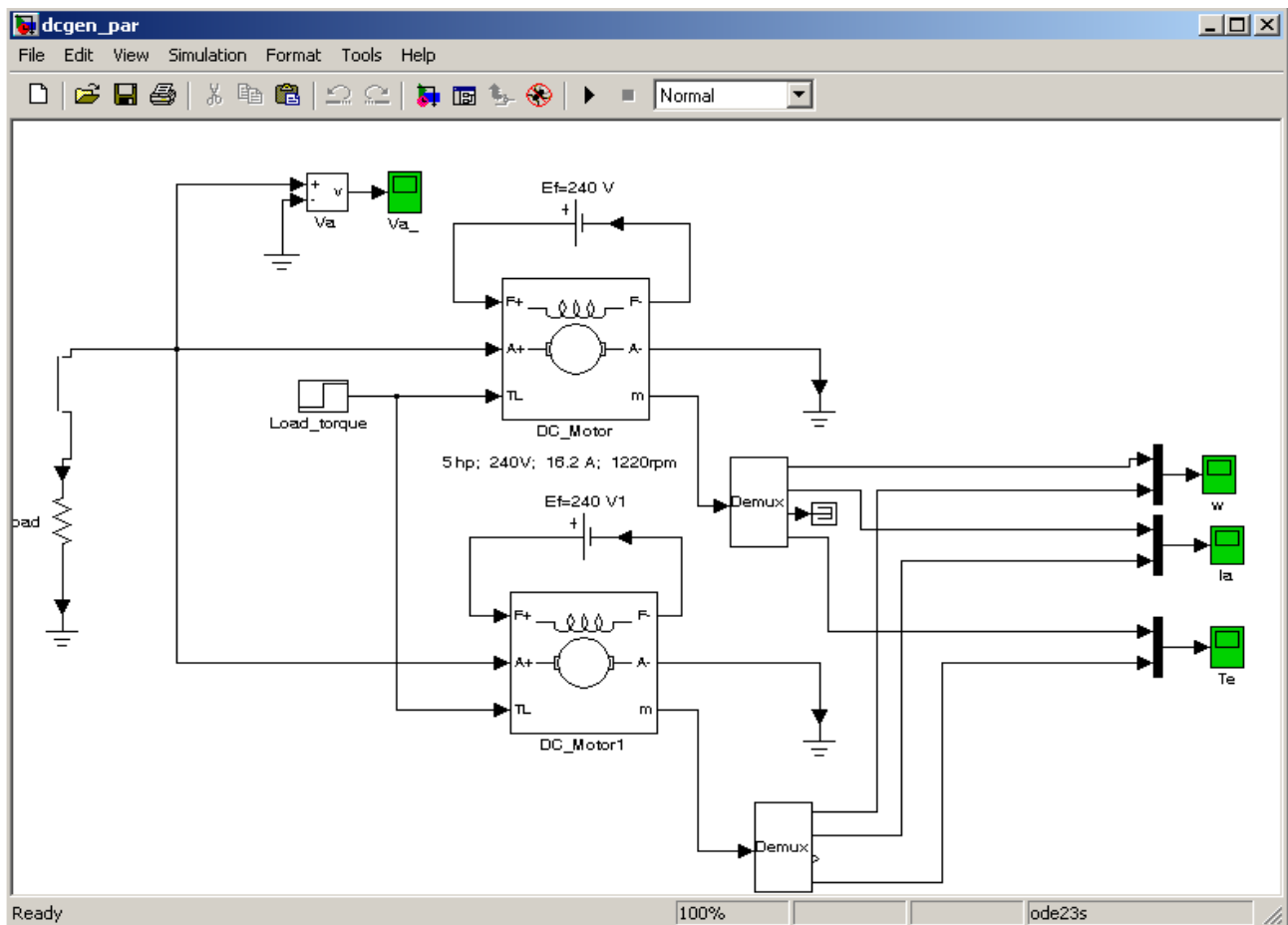
Στα διαγράμματα του Σχήματος 9 δίνονται οι κυματομορφές του ρεύματος εκκίνησης και της ταχύτητας περιστροφής του κινητήρα. Για την παραγωγή των σχημάτων χρησιμοποιείται η εντολή *plot*.



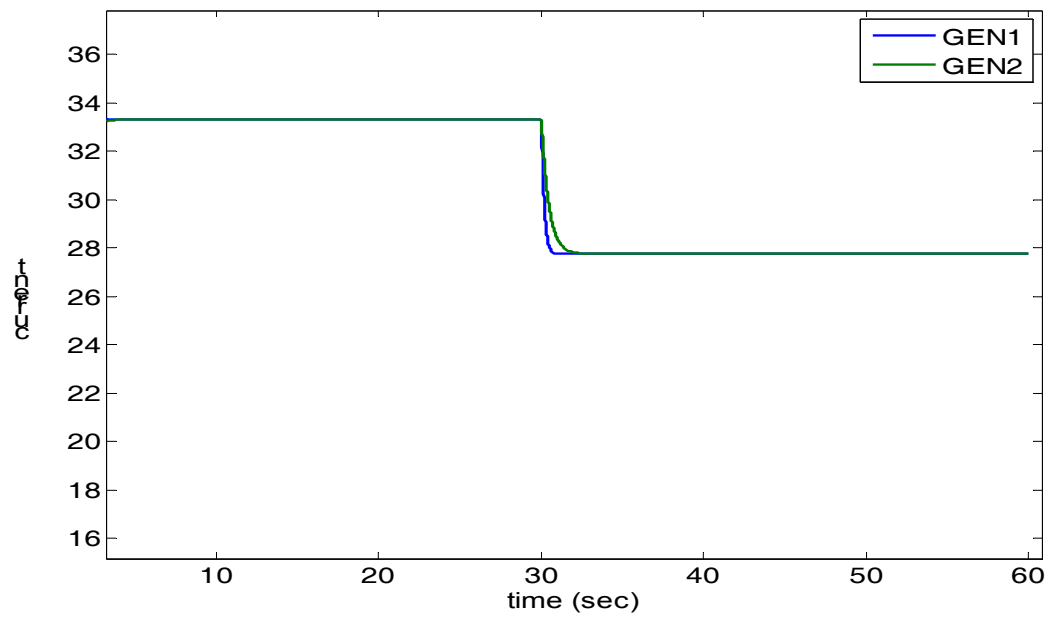
Σχήμα 9 Κυματομορφές του ρεύματος εκκίνησης και της ταχύτητας περιστροφής του κινητήρα

Αρχείο: *dcgen_par*

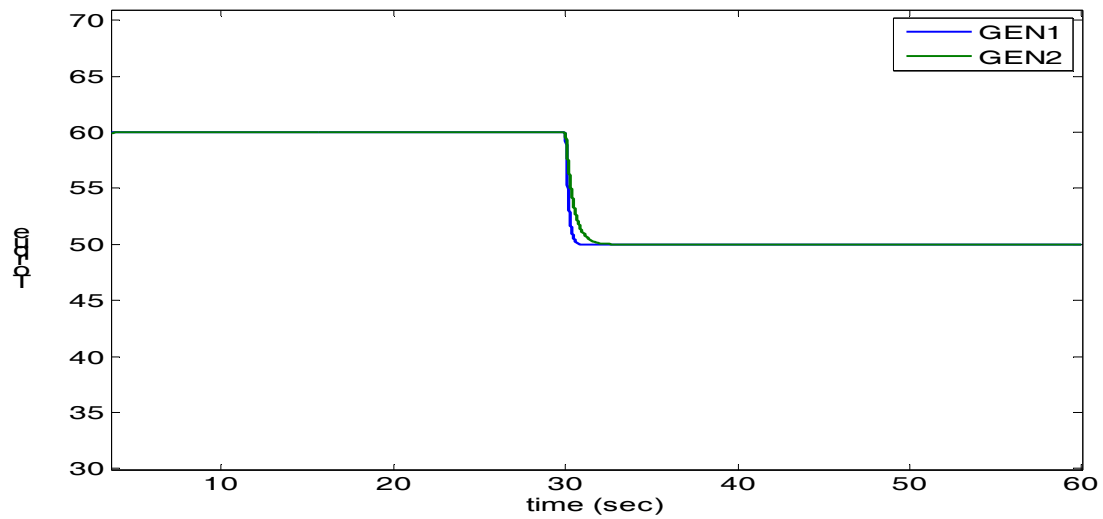
Στο αρχείο *dcgen_par* προσομοιώνονται δυο γεννήτριες συνεχούς ρεύματος που λειτουργούν παράλληλα και τροφοδοτούν ένα ωμικό φορτίο. Το εσωτερικό του σχετικού αρχείου φαίνεται στο Σχήμα 10. Για χρόνο $t=30\text{sec}$ εφαρμόζεται βηματική μεταβολή στην ροπή του φορτίου και παρατηρούνται οι αντίστοιχες μεταβολές στα ρεύματα εξόδου, την τάση και τις ταχύτητες περιστροφής και ο τελικός καταμερισμός του φορτίου (βλ. Σχήμα 11). Επίσης παρατηρούμε, ότι οι ταχύτητες περιστροφής των γεννητριών ισορροπούν σε χαμηλότερες τιμές (λόγω αύξησης του φορτίου), οι οποίες είναι διαφορετικές λόγω των διαφορετικών παραμέτρων των γεννητριών.



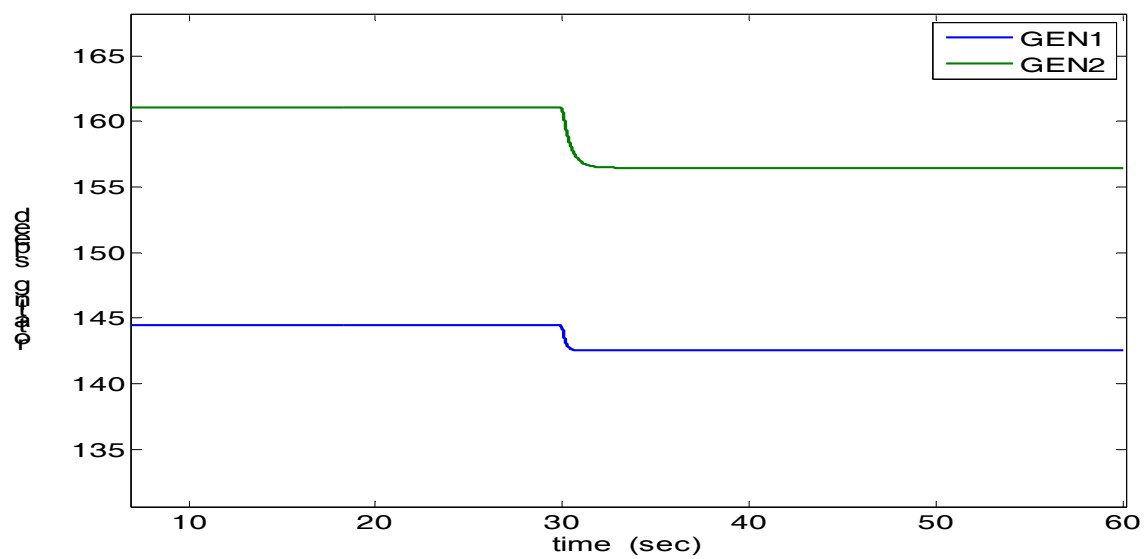
Σχήμα 10 Εσωτερικό του αρχείου *dcgen_par.mdl*. Παράλληλη λειτουργία γεννητριών συνεχούς ρεύματος.



α)



β)



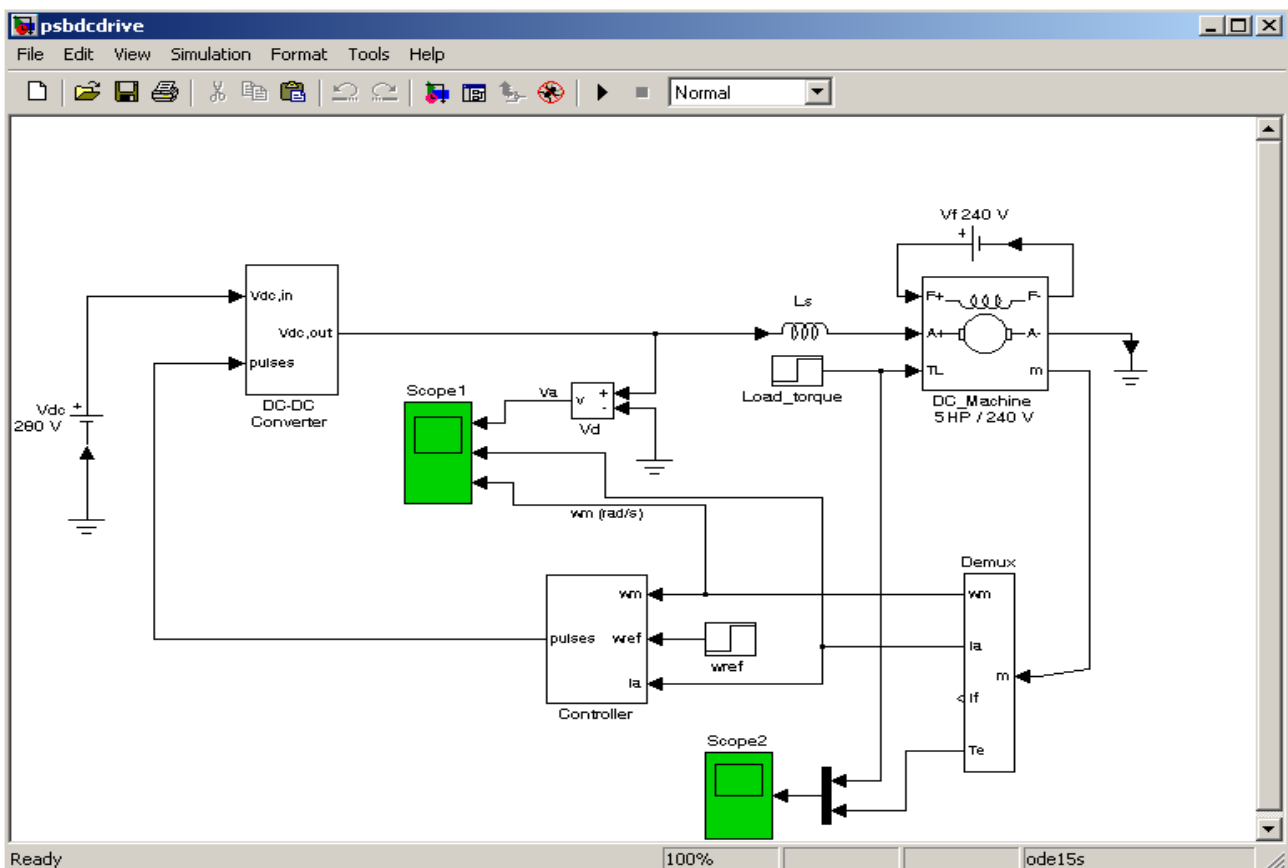
γ)

Σχήμα 11 α) Ρεύματα εξόδου β) ροπή γ) ταχύτητα περιστροφής

Αρχείο : dc_drive

Στο αρχείο *dc_drive* προσομοιώνεται ένας κινητήρας dc, που τροφοδοτείται μέσω ενός *dc-dc* μετατροπέα, η λειτουργία του οποίου είναι να μετατρέπει την σταθερή dc τάση εισόδου σε ελεγχόμενη dc τάση εξόδου. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να ελεγχθούν : το ρεύμα του κινητήρα, η ταχύτητα περιστροφής του κ.α. Το εσωτερικό του σχετικού αρχείου φαίνεται στο Σχήμα 12.

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή μελετάται η απόκριση του συστήματος σε μια βηματική μεταβολή της αναφοράς της ταχύτητας την χρονική στιγμή $t=0.8\text{sec}$ και μια βηματική μεταβολή της ροπής του φορτίου την χρονική στιγμή $t=1.5\text{sec}$. Και στις δυο περιπτώσεις η απόκριση του συστήματος είναι γρήγορη και ακριβής. Συγκεκριμένα η ταχύτητα περιστροφής ακολουθεί την τιμή αναφοράς της με πολύ μικρό σφάλμα, ενώ το ρεύμα του κινητήρα διατηρείται εντός των προκαθορισμένων ορίων του (πάντα μικρότερο ή ίσο των 30 A).



Σχήμα 12 Εσωτερικό του αρχείου *dc_drive.mdl*.