



ARISTOTLE
UNIVERSITY
OF THESSALONIKI

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 9ο ΕΞΑΜΗΝΟ (2023-2024)

ΜΑΘΗΜΑ : ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



ΥΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ: ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ, ΑΛΕΞΙΑΔΗΣ ΜΗΝΑΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ 3: Χρήση του λογισμικού EMTP/ATP για την προσομοίωση μεταβατικών φαινομένων σε σύγχρονες γεννήτριες.

ΟΜΑΔΑ 6:

ΤΣΟΧΑΝΤΑΡΗΣ ΧΡΥΣΟΒΑΛΑΝΤΗΣ	10069	ctsochan@ece.auth.gr
ΣΙΔΗΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	10048	konssidi@gapps.auth.gr
ΜΠΟΣΤΑΝΗΣ ΕΥΡΙΠΙΔΗΣ	9586	mpostanis@ece.auth.gr

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

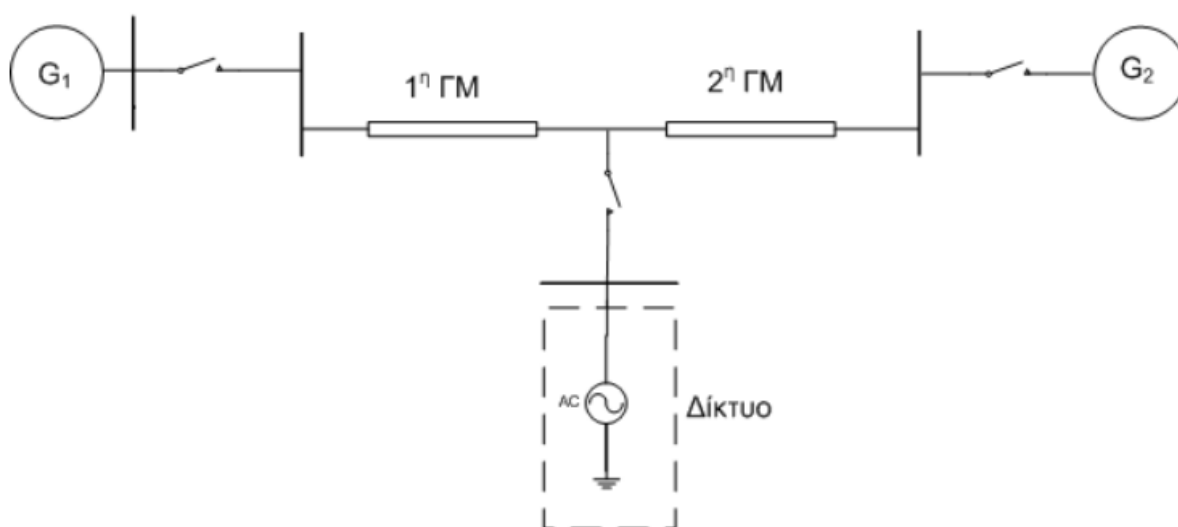
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	1
Γενικά δεδομένα του συστήματος προς προσομοίωση.....	2
Δεδομένα εκφώνησης.....	2
Δεδομένα προς Υπολογισμό.....	3
Δεδομένα για το κύκλωμα στο ATP.....	4
Ερώτημα 1).....	8
Απάντηση (Αρχείο P03G06Q1C1).....	8
Ερώτημα 2).....	14
Απάντηση (Αρχείο P03G06Q2C1).....	14
Ερώτημα 3i).....	22
Ερώτημα 3ii).....	30

Γενικά δεδομένα του συστήματος προς προσομοίωση

Στην 3η εργασία στα πλαίσια του μαθήματος ΥΜΕΣ καλούμαστε να κάνουμε μία μελέτη των μεταβατικών φαινομένων σε σύγχρονες γεννήτριες ενός δικτύου. Για την μελέτη θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό προσομοιώσεων EMTP-ATP.

Δεδομένα εκφώνησης

Το σύστημα που καλούμαστε να προσομοιώσουμε έχει την εξής μορφή:



Εικόνα 1: Σύστημα εκφώνησης

Σύμφωνα με την εκφώνηση της εργασίας τα **γενικά δεδομένα του συστήματος** είναι:

1. Οι δύο σύγχρονες στροβιλογεννήτριες συνδέονται μεταξύ τους αλλά και με τον άπειρο ζυγό των **15 kV** μέσω εναερίων γραμμών μεταφοράς (ΓΜ).
2. Το δίκτυο προσομοιώνεται με μια σταθερή πηγή τάσης σε σειρά με μία **αντίσταση 0.89 Ohm** και μια **αυτεπαγωγή 16.58 mH**.
3. Οι συνδετήριες **γραμμές μεταφοράς**, που θεωρούνται κοντές γραμμές μεταφοράς, έχουν **$R'=0.03 \Omega/\text{km}$, $X'=0.25 \Omega/\text{km}$** σε σειρά και μήκη που ορίζονται παρακάτω
4. Οι δύο στροβιλογεννήτριες έχουν τα **ονομαστικά στοιχεία** που φαίνονται στους **Πίνακες 1 και 2** της εκφώνησης
5. Οι γεννήτριες λειτουργούν με **ονομαστική τάση στους ακροδέκτες τους**
6. Η τάση ακροδεκτών τους προηγείται της αντίστοιχης του άπειρου ζυγού (υπόλοιπο δίκτυο) **κατά 50° για τη γεννήτρια G1 και κατά 40° για τη γεννήτρια G2**

Ενώ τα **ειδικά δεδομένα** για την παρούσα ομάδα, **Ομάδα 6**, είναι:

- Μήκος ΓΜ#1 → **40km** και μήκος ΓΜ#2 → **40km**

Δεδομένα προς Υπολογισμό

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα θα προχωρήσουμε σε κάποιους υπολογισμούς βασικών χαρακτηριστικών του εν λόγω συστήματος. Συγκεκριμένα η διαδικασία που ακολουθούμε είναι η εξής:

Σύμφωνα με την εκφώνηση, στη διάταξη παρέχεται τάση των 15kV (πολική τάση). Διαιρούμε με $\sqrt{3}$ για να λάβουμε τη **φασική τιμή** της τάσης και ταυτόχρονα πολλαπλασιάζουμε με $\sqrt{2}$ για να υπολογίσουμε την **peak τιμή της**. Άρα:

$$V_s = 15000 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \mathbf{12247.44871 \text{ V}}$$

Παρόμοια, για τις **γεννήτριες του δικτύου** υπολογίζουμε:

$$\text{—Γεννήτρια G1: } V_{G1} = 15000 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \mathbf{12247.44871 \text{ V}}$$

$$\text{—Γεννήτρια G2: } V_{G2} = 15000 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \mathbf{12247.44871 \text{ V}}$$

Επίσης, για τις **κοντές γραμμές μεταφοράς** υπολογίζονται τα στοιχεία **R και L**, δεδομένου του μήκους τους (40km):

- Για την 1η ΓΜ : — $R = R' \cdot l = 0.03 \cdot 40 = \mathbf{1.2 \Omega}$

$$\text{— } L = L' \cdot l = \frac{X'}{2 \cdot \pi \cdot f} \cdot 40 = \frac{0.25}{2 \cdot \pi \cdot 50} \cdot 40 = \mathbf{31.831 \text{ mH}}$$

- Για την 2 η ΓΜ : — $R = R' \cdot l = 0.03 \cdot 40 = \mathbf{1.2 \Omega}$

$$\text{— } L = L' \cdot l = \frac{X'}{2 \cdot \pi \cdot f} \cdot 40 = \frac{0.25}{2 \cdot \pi \cdot 50} \cdot 40 = \mathbf{31.831 \text{ mH}}$$

Δεδομένα για το κύκλωμα στο ATP

Εισάγουμε τα δεδομένα στο ATP σύμφωνα με τις εικόνες παρακάτω:

Πηγή Τάσης

Για την προσομοίωση της στο ATP χρησιμοποιούμε από τη λίστα Sources ένα component τύπου **AC 3-ph. Type 14**

Component: AC3PH					
Attributes					
DATA	UNIT	VALUE	NODE	PHASE	NAME
Amplitude	Volt	12247.44871	AC3	ABC	X0003
f	Hz	50			
pha	Deg/Rad	0			
A1		0			
Tstart	s	-1			
Tstop	s	1000			

Εικόνα 2: Στοιχεία πηγής τάσης

Κοντή γραμμή μεταφοράς 1 - ΓΜ#1

Για την προσομοίωση της στο ATP χρησιμοποιούμε από τη λίστα Branch Linear ένα component τύπου **RLC 3-ph** με μηδενισμένες τις χωρητικές παραμέτρους.

Component: RLC3					
Attributes					
DATA	UNIT	VALUE	NODE	PHASE	NAME
R_1	Ohms	1.2	IN1	ABC	X0007
L_1	mH	31.831	OUT1	ABC	X0004
C_1	μF	0			
R_2	Ohms	1.2			
L_2	mH	31.831			
C_2	μF	0			
R_3	Ohms	1.2			
L_3	mH	31.831			

Εικόνα 3: Στοιχεία κοντής γραμμής μεταφοράς #1

Κοντή γραμμή μεταφοράς 2 - ΓΜ#2

Όμοια, για την προσομοίωση της στο ATP χρησιμοποιούμε από τη λίστα Branch Linear ένα component τύπου **RLC 3-ph** με μηδενισμένες τις χωρητικές παραμέτρους.

Component: RLC3					
Attributes					
DATA	UNIT	VALUE	NODE	PHASE	NAME
R_1	Ohms	1.2	IN1	ABC	X0005
L_1	mH	31.831	OUT1	ABC	X0002
C_1	μF	0			
R_2	Ohms	1.2			
L_2	mH	31.831			
C_2	μF	0			
R_3	Ohms	1.2			
L_3	mH	31.831			

Εικόνα 4: Στοιχεία κοντής γραμμής μεταφοράς #2

Γεννήτρια G1

Για την προσομοίωση της στο ATP χρησιμοποιούμε από τη λίστα Machines ένα component τύπου **SM-59** → **No Control**.

Component: SM59_NC			Component: SM59_NC			Component: SM59_NC		
Attributes			Attributes			Attributes		
DATA	UNIT	VALUE	DATA	UNIT	VALUE	DATA	UNIT	VALUE
Volt	Volt	12247.44871	AGLINE	Amps	360	Xo	pu	0.15
Freq	Hz	50	RA	pu	0.00109	RN	pu	1000
Angle	Deg.	50	XL	pu	0.09	XN	pu	1000
Poles		2	Xd	pu	1.65	XCAN	pu	0.09
SMOVTTP		1	Xq	pu	1.62	HICO		0.0125
SMOVTQ		1	Xd'	pu	0.24	DSR		0
RMVA	MVA	35	Xq'	pu	0.37	DSD		0
RkV	kV	15	Xd''	pu	0.18	FM		1

Εικόνα 5: Στοιχεία στροβιλογεννήτριας G1.

Γεννήτρια G2

Για την προσομοίωση της στο ATP χρησιμοποιούμε από τη λίστα Machines ένα component τύπου **SM-59** → **No Control**.

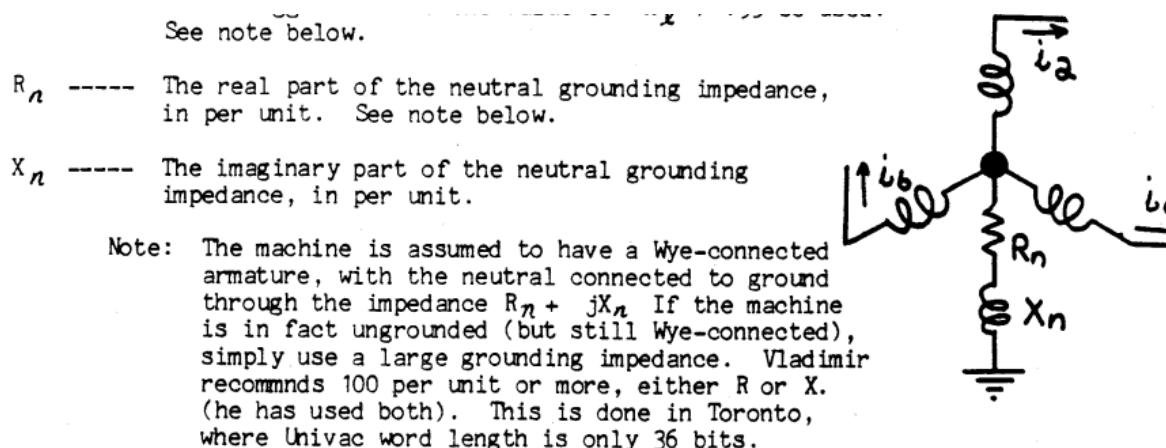
Component: SM59_NC			Component: SM59_NC			Component: SM59_NC		
Attributes			Attributes			Attributes		
DATA	UNIT	VALUE	DATA	UNIT	VALUE	DATA	UNIT	VALUE
Volt	Volt	12247.44871	AGLINE	Amps	360	Xo	pu	0.14
Freq	Hz	50	RA	pu	0.0015	RN	pu	1000
Angle	Deg.	40	XL	pu	0.08	XN	pu	1000
Poles		2	Xd	pu	1.65	XCAN	pu	0.08
SMOVT		1	Xq	pu	1.6	HICO		0.0224
SMOVTQ		1	Xd'	pu	0.253	DSR		0
RMVA	MVA	45	Xq'	pu	0.24	DSD		0
RKV	kV	15	Xd''	pu	0.182	FM		1

Εικόνα 6: Στοιχεία στροβιλογεννήτριας G2.

Διευκρινίσεις Εκφώνησης

Σύμφωνα με την εκφώνηση οι παράμετροι DSR, DSD πρέπει να συμπληρωθούν με το μηδέν (0) και η παράμετρος FM με το ένα (1).

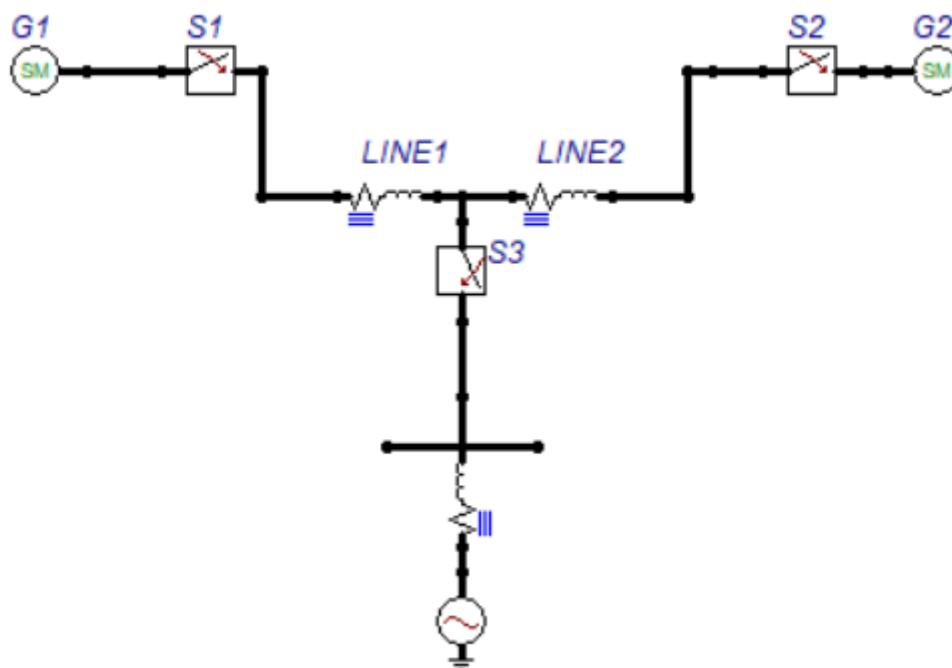
Επίσης, σημειώνεται πως τα **τυλίγματα του στάτη των 2 γεννητριών συνδέονται σε αστέρα με αγείωτο ουδέτερο**. Σύμφωνα με το Rulebook του EMTP, για να προσομοιωθεί η συγκεκριμένη παράμετρος βάζουμε στις παραμέτρους των γεννητριών R_N , X_N τιμές >100 . Στη συγκεκριμένη περίπτωση βάλαμε την τιμή 1000 και στις δύο παραμέτρους.



Εικόνα 7: Παράμετροι R_N , X_N για την προσομοίωση αγείωτου ουδέτερου.

Συνολική Διάταξη

Αφού αναφέρθηκαν τα σημαντικότερα στοιχεία, το συνολικό σύστημα έχει την εξής μορφή.



Εικόνα 8: Συνολικό σύστημα προς προσομοίωση

Στη συνέχεια ακολουθούν τα ερωτήματα της παρούσας εργασίας, για την απάντηση των οποίων λήφθηκαν τα δεδομένα των εκφωνήσεων που αφορούν την **Ομάδα 6** (Ομάδες 1 έως 7)

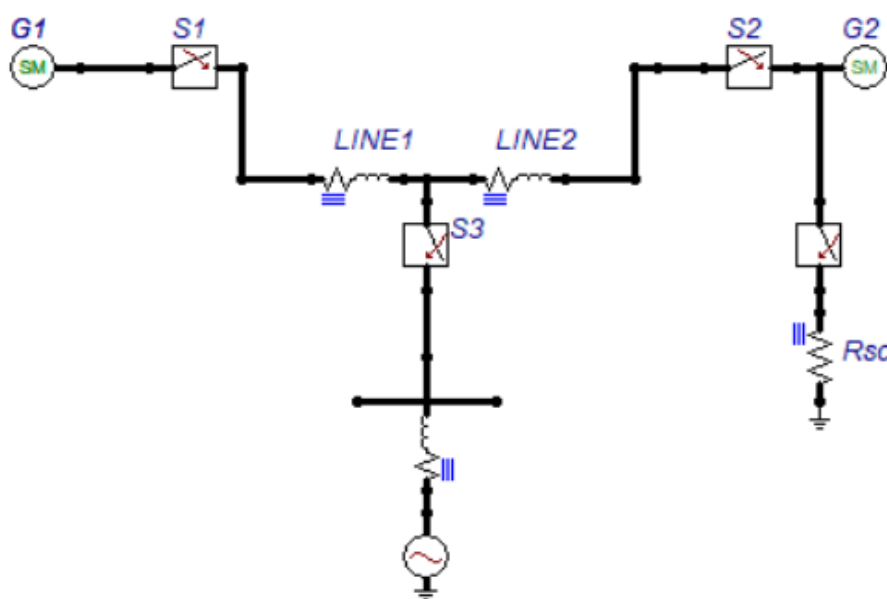
Ερώτημα 1)

Θεωρούμε αρχικά ότι στο σύστημα του σχήματος 1 όλα τα στοιχεία συνδέονται κανονικά μεταξύ τους (όλοι οι διακόπτες κλειστοί). Οι δύο γραμμές, όπως αναφέρθηκε, έχουν μήκος 40 km.

Τη στιγμή $t=0.5$ s γίνεται συμμετρικό τριφασικό βραχυκύκλωμα μέσω αντίστασης $R_{sc}=0.1\Omega$, στους ακροδέκτες της γεννήτριας G2. Το σφάλμα διαρκεί 0.5s με συνολικό χρόνο προσομοίωσης $T_{max}=20$ s. Αποσυγχρονίζεται κάποια από τις γεννήτριες; Ποια γεννήτρια καταπονείται περισσότερο; Δικαιολογήστε με τα κατάλληλα διαγράμματα. Να σχολιάσετε τα αποτελέσματα.

Απάντηση (Αρχείο P03G06Q1C1)

Προσομοιώνουμε το συμμετρικό τριφασικό βραχυκύκλωμα στους ακροδέκτες της γεννήτριας G2 σύμφωνα με το παρακάτω κύκλωμα:



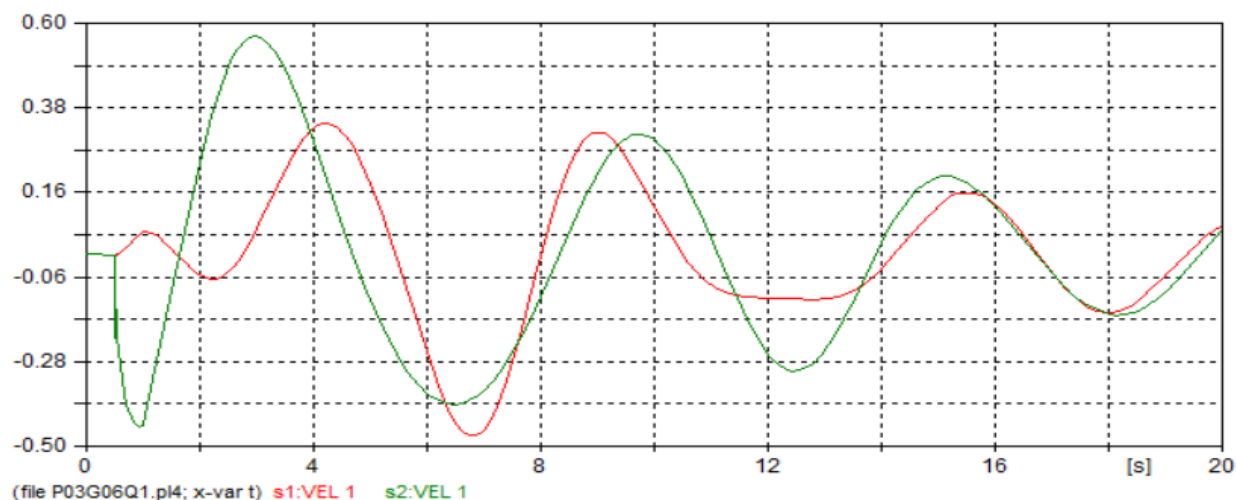
Εικόνα 1.1: Προσομοίωση συμμετρικού τριφασικού βραχυκυκλώματος στα άκρα της G2

Για να διαπιστώσουμε αν κάποια γεννήτρια αποσυγχρονίζεται και γενικότερα για να αναλύσουμε την κατάσταση των δύο γεννητριών μετά το μεταβατικό φαινόμενο θα στηριχτούμε στα διαγράμματα της γωνιακής ταχύτητας (**VEL 1**), της ροπής (**TQ GEN**), της γωνίας φόρτισης (**MANG**), της μαγνητεγερτικής δύναμης (**MFORCE**), των ρευμάτων στις τρεις φάσεις του στάτη (**I_A, I_B, I_C**), καθώς και του ρεύματος διέγερσης (**I_F**).

Πιο αναλυτικά:

➤ Διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας

– Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακών ταχυτήτων (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

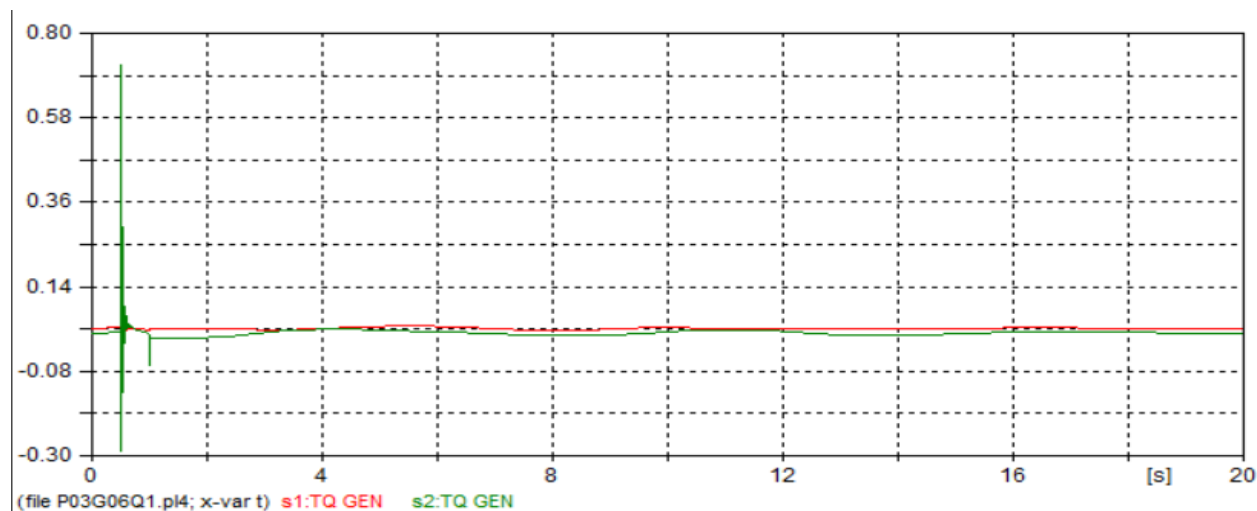


Εικόνα 1.2: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακών ταχυτήτων των G1 και G2

Παρατηρούμε πως τη χρονική στιγμή του σφάλματος η γωνιακή ταχύτητα ξεκινάει να μεταβάλλεται λόγω του φαινομένου. Η μεταβολή αυτή είναι μεγαλύτερη στην γεννήτρια G2, το οποίο είναι αναμενόμενο αφού το σφάλμα γίνεται στα άκρα της. Με την πάροδο του χρόνου το φαινόμενο εξασθενεί και οι γεννήτριες επανέρχονται σε φυσιολογική λειτουργία, **οπότε από το πρώτο διάγραμμα φαίνεται πως καμία γεννήτρια δεν αποσυγχρονίζεται.**

➤ Διάγραμμα ηλεκτρομαγνητικής ροπής

– Συγκριτικό διάγραμμα ροπών (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

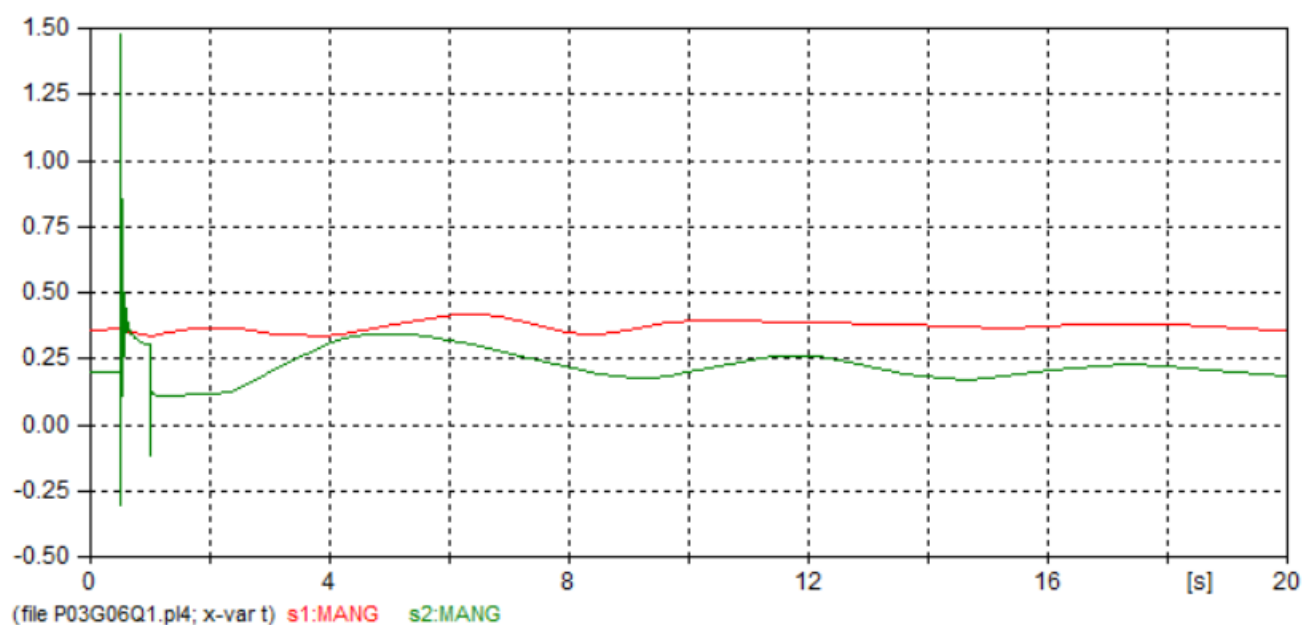


Εικόνα 1.3: Συγκριτικό διάγραμμα ροπών των G1 και G2

Παρόμοια με το προηγούμενο διάγραμμα, παρατηρούμε πως η ροπή της G2 επηρεάζεται πολύ περισσότερο συγκριτικά με τη G1. Μετά την πάροδο του σφάλματος οι γεννήτριες επιστρέφουν σε φυσιολογική λειτουργία

➤ Διάγραμμα γωνίας φόρτισης

– Συγκριτικό διάγραμμα γωνιών φόρτισης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

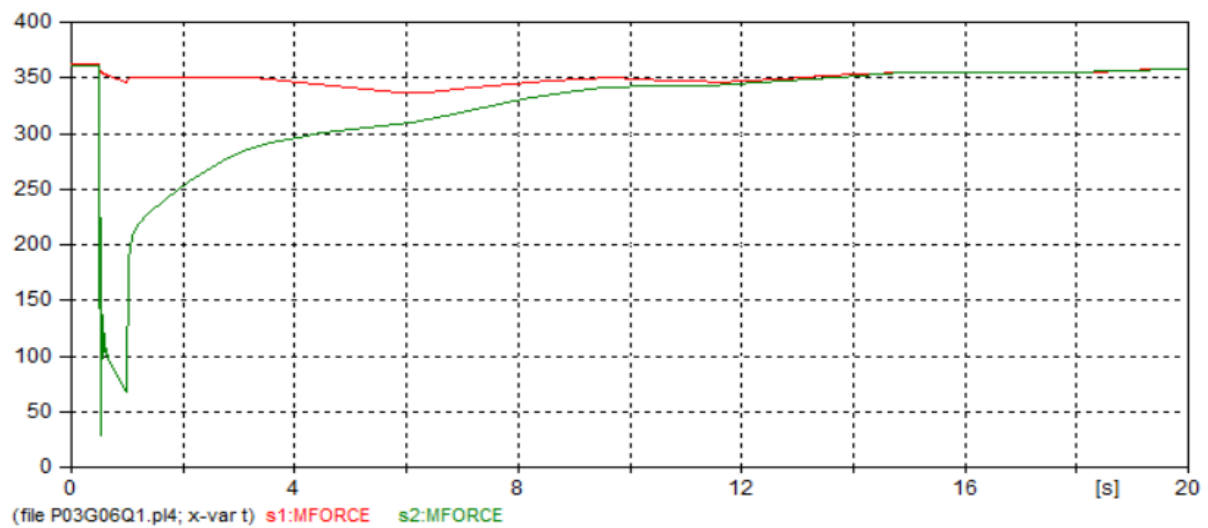


Εικόνα 1.4: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιών φόρτισης των G1 και G2

Τα διαγράμματα για τις γωνίες φόρτισης δίνονται σε rad. Με μετατροπή σε μοίρες βλέπουμε πως λόγω του μεταβατικού φαινομένου η γεννήτρια G1 από μία αρχική γωνία 20.63° φτάνει τις 23.92° και έπειτα επανέρχεται, οπότε τηρείται το κριτήριο ευστάθειας και παρόμοια η G2 από 11.2° φτάνει τις 84.46° οπότε οριακά τείνει να αποσυγχρονιστεί αλλά η ισχύς συγχρονισμού την επαναφέρει και την κρατά σε ευστάθεια.

➤ Διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης

– Συγκριτικό διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

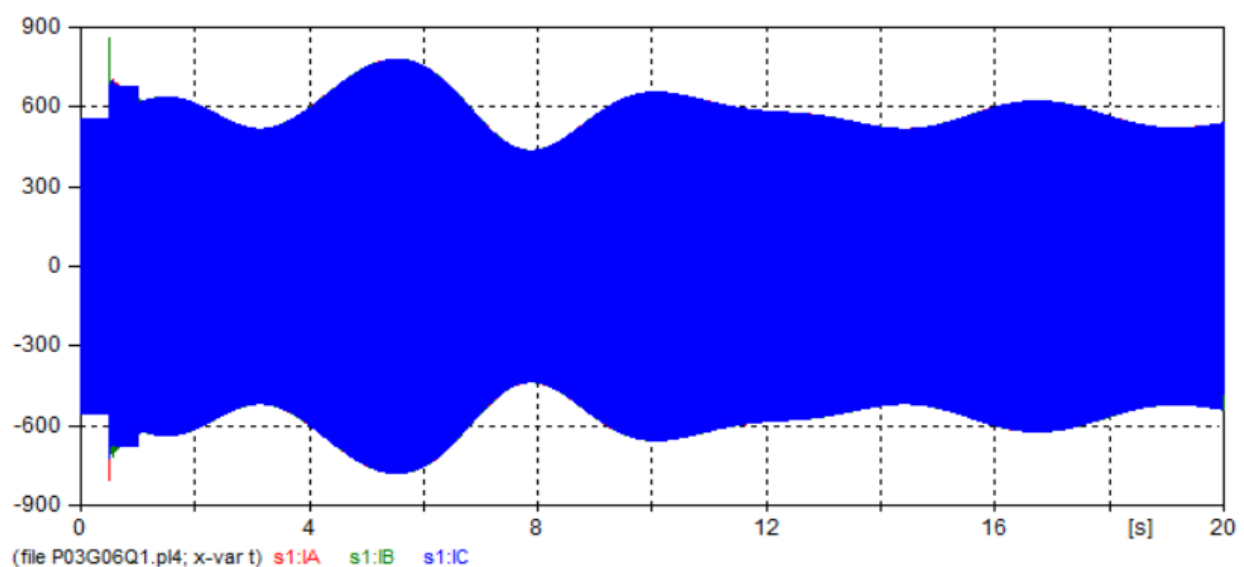


Εικόνα 1.5: Συγκριτικό διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης των G1 και G2

Παρατηρούμε πως και σε αυτή την περίπτωση έχουμε μεγαλύτερη μεταβολή στην G2, αλλά οι τιμές επιστρέφουν στα επίπεδα προ μεταβατικού φαινομένου άρα επιβεβαιώνεται πως δεν προκύπτει αποσυγχρονισμός των δύο γεννητριών

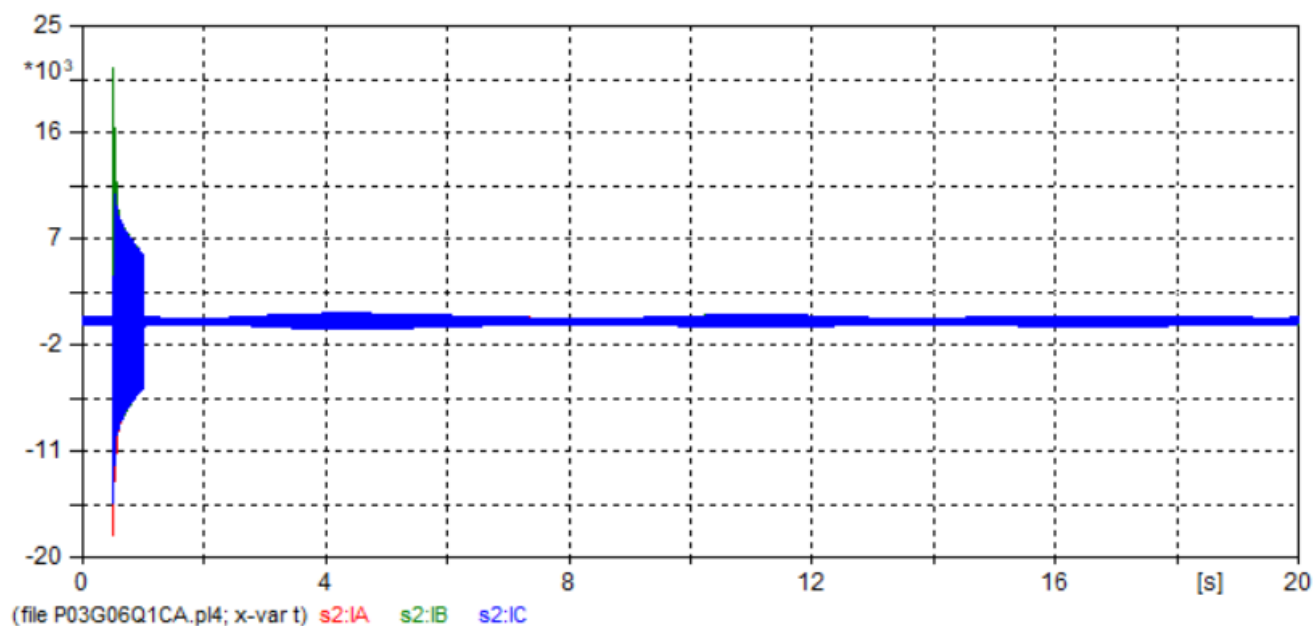
➤ Διαγράμματα ρευμάτων στάτη

– Γεννήτρια G1



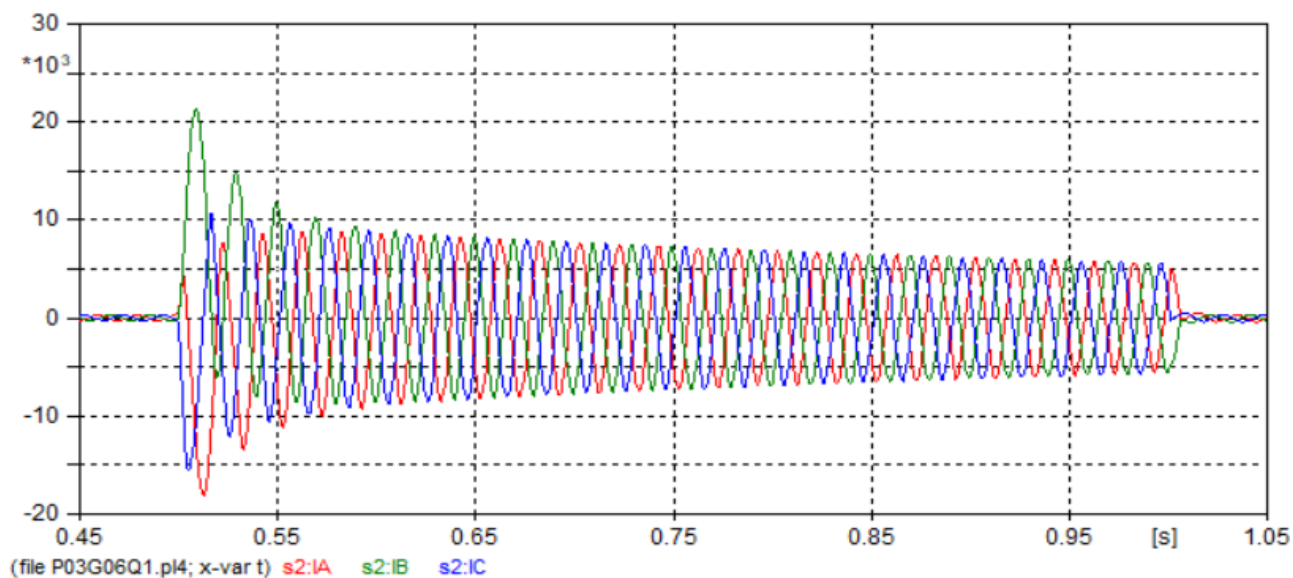
Εικόνα 1.6: Διάγραμμα ρευμάτων της G1

–Γεννήτρια G2



Εικόνα 1.7: Διάγραμμα ρευμάτων της G2

–Γεννήτρια G2 (διάγραμμα σε μεγέθυνση)

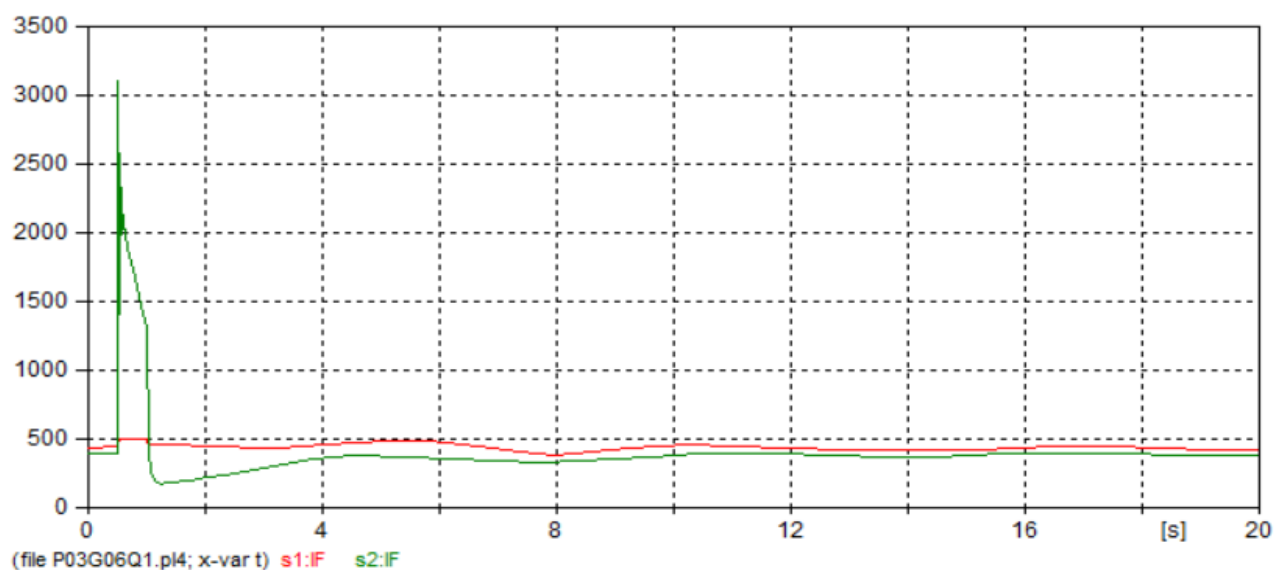


Εικόνα 1.8: Διάγραμμα ρευμάτων της G2 (zoomed)

Τα ρεύματα στις τρεις φάσεις της γεννήτριας G1 φαίνεται πως επηρεάζονται σε μικρό ποσοστό, ενώ αντίθετα παρατηρούμε πολύ μεγαλύτερη διαταραχή των ρευμάτων της G2 κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος αλλά καταλήγουν τελικά στις αρχικές τιμές. Για λόγους ευκρίνειας, λόγω πολλών μεταβλητών, δεν παρατίθεται συγκριτικό διάγραμμα των ρευμάτων.

➤ Διάγραμμα ρευμάτων διέγερσης

– Συγκριτικό διάγραμμα ρεύματος διέγερσης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)



Εικόνα 1.8: Συγκριτικό διάγραμμα ρεύματος διέγερσης των G1 και G2

Παρατηρούμε πως και σε αυτή την περίπτωση έχουμε πολύ μεγαλύτερη μεταβολή στην G2, αλλά μετά το πέρας του σφάλματος, οι τιμές επιστρέφουν στις φυσιολογικές τιμές λειτουργίας των γεννητριών.

Τελικά Συμπεράσματα

Αρχικά, παρατηρούμε πως **καμία από τις δύο γεννήτριες δεν αποσυγχρονίζεται.**

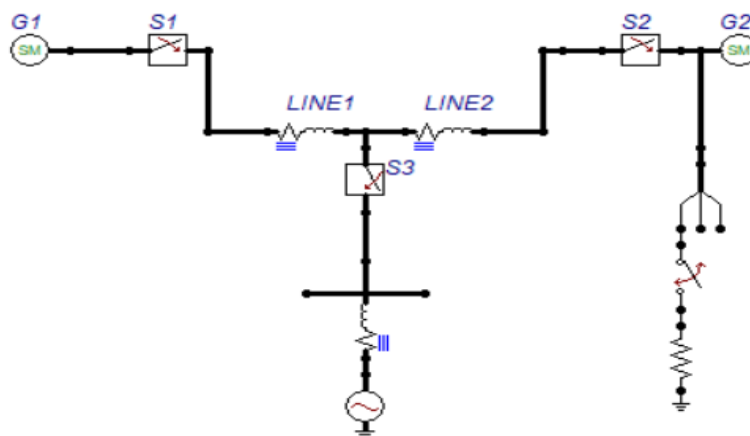
Συγκεκριμένα, η G1 βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από το σφάλμα και δεν επηρεάζεται σε μεγάλο ποσοστό, ενώ η G2 τείνει οριακά να αποσυγχρονιστεί αλλά διατηρεί εν τέλη την ευστάθεια της. Τελικά, όπως είναι προφανές και από τα διαγράμματα των ρευμάτων, **μεγαλύτερη καταπόνηση δέχεται η G2.**

Ερώτημα 2)

Τη στιγμή $t=0.5$ s γίνεται μονοφασικό βραχυκύκλωμα στη φάση c μέσω αντίστασης $R_{sc}=0.1 \Omega$, στους ακροδέκτες της γεννήτριας G2. Το σφάλμα διαρκεί 0.5 s με συνολικό χρόνο προσομοίωσης $T_{max}=20$ s. Αποσυγχρονίζεται κάποια από τις γεννήτριες; Δικαιολογείστε με τα κατάλληλα διαγράμματα. Να σχολιάσετε τα αποτελέσματα. Συγκρίνετε με το ερώτημα 1.

Απάντηση (Αρχείο P03G06Q2C1)

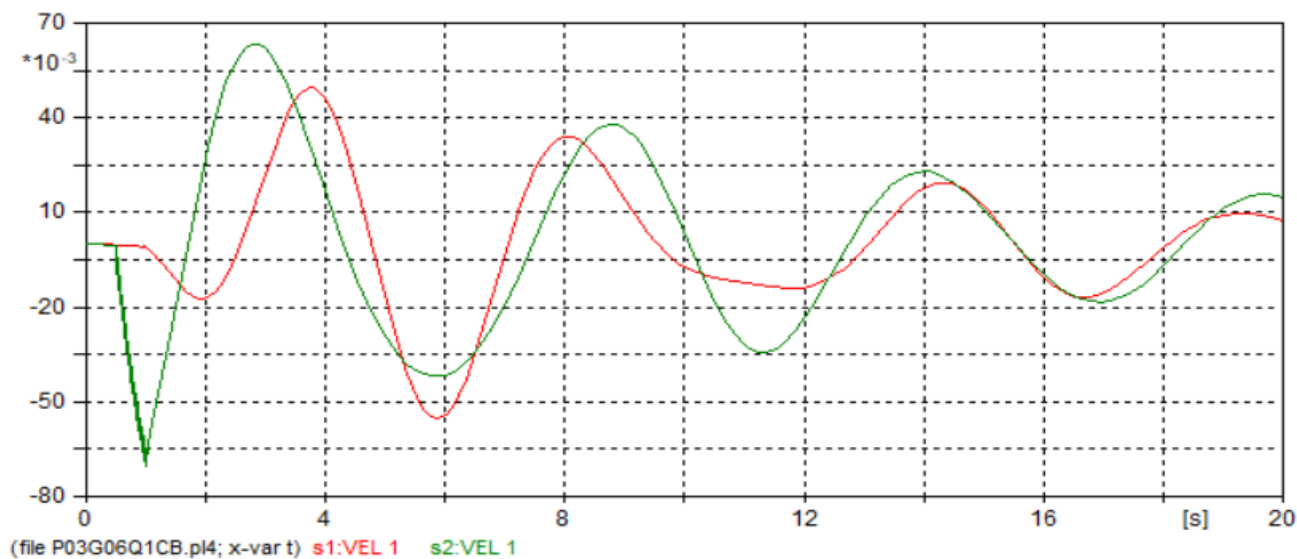
Προσομοιώνουμε το βραχυκύκλωμα στη φάση c της G2 σύμφωνα με το παρακάτω κύκλωμα:



Εικόνα 2.1: Προσομοίωση βραχυκυκλώματος φάσης c στα άκρα της G2

➤ Διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας

– Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακών ταχυτήτων (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

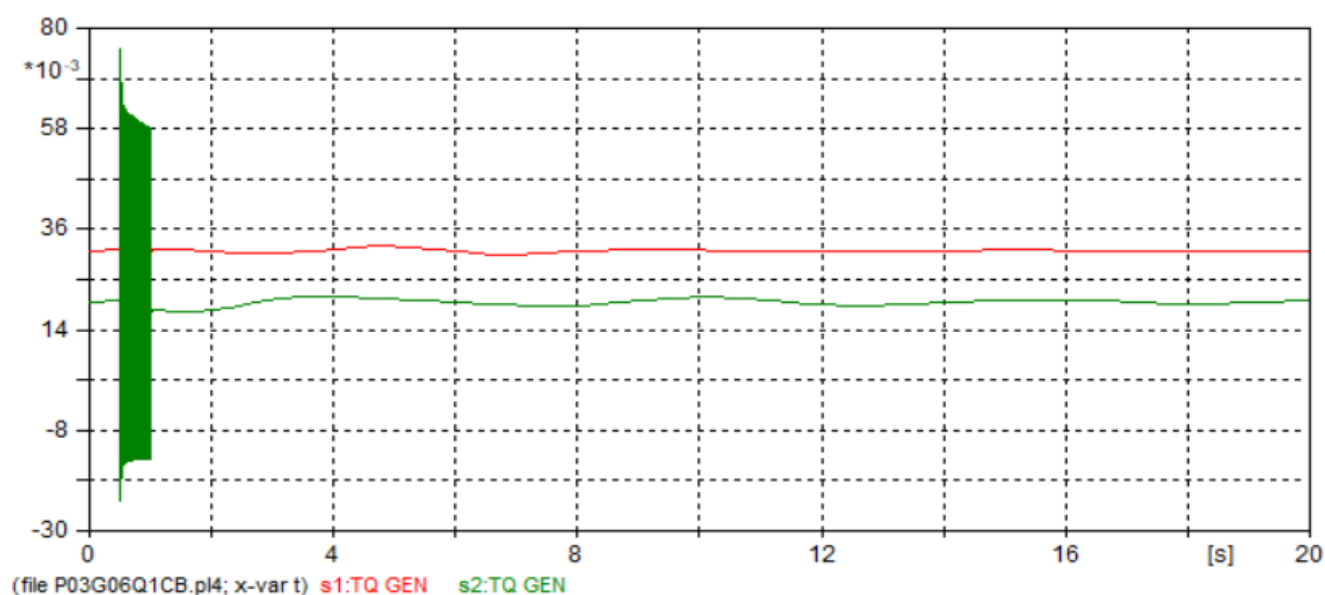


Εικόνα 2.2: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακών ταχυτήτων των G1 και G2

Παρατηρούμε πως τη χρονική στιγμή του σφάλματος η γωνιακή ταχύτητα ξεκινάει να μεταβάλλεται λόγω του φαινομένου. Η μεταβολή αυτή είναι μεγαλύτερη στην γεννήτρια G2, το οποίο είναι αναμενόμενο αφού το σφάλμα γίνεται στα άκρα της. Με την πάροδο του χρόνου το φαινόμενο εξασθενεί και οι γεννήτριες επανέρχονται σε φυσιολογική λειτουργία, **οπότε από το πρώτο διάγραμμα φαίνεται πως καμία γεννήτρια δεν αποσυγχρονίζεται.**

➤ Διάγραμμα ηλεκτρομαγνητικής ροπής

– Συγκριτικό διάγραμμα ροπών (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

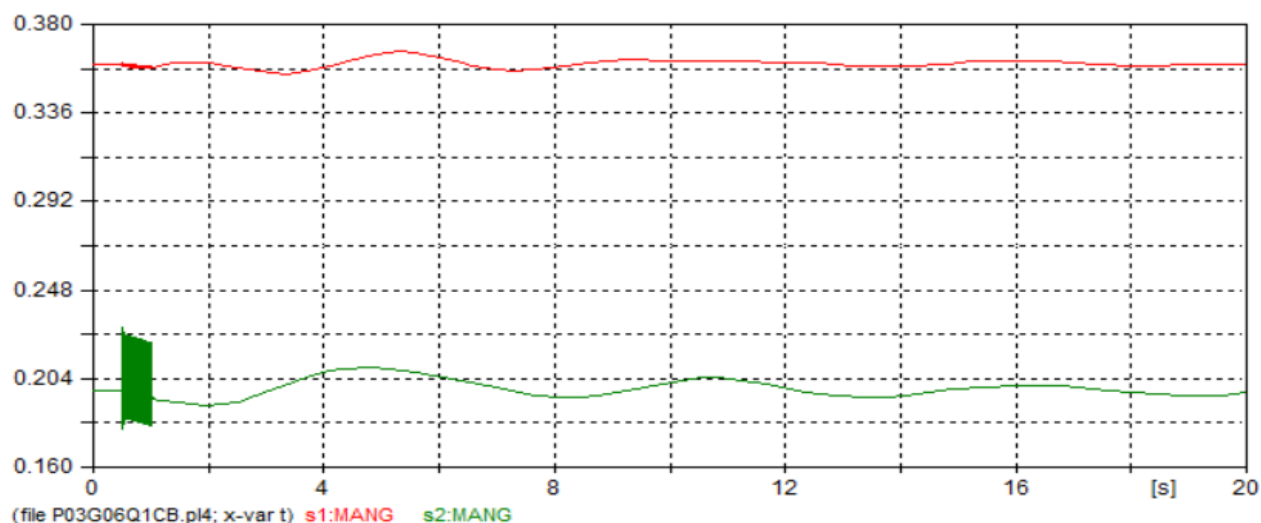


Εικόνα 2.3: Συγκριτικό διάγραμμα ροπών των G1 και G2

Παρόμοια με το προηγούμενο διάγραμμα, παρατηρούμε πως η ροπή της G2 επηρεάζεται πολύ περισσότερο συγκριτικά με τη G1. Μετά την πάροδο του σφάλματος οι γεννήτριες επιστρέφουν σε φυσιολογική λειτουργία

➤ Διάγραμμα γωνίας φόρτισης

– Συγκριτικό διάγραμμα γωνιών φόρτισης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

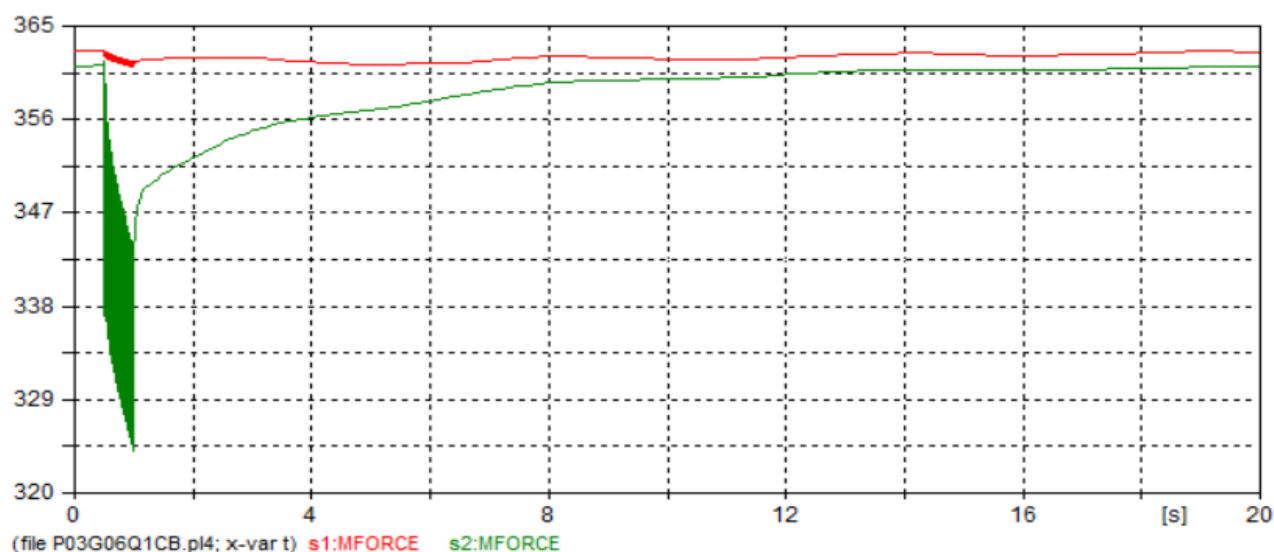


Εικόνα 2.4: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιών φόρτισης των G1 και G2

Τα διαγράμματα για τις γωνίες φόρτισης δίνονται σε rad. Με μετατροπή σε μοίρες βλέπουμε πως λόγω του μονοφασικού βραχυκυκλώματος η γεννήτρια G1 από μία αρχική γωνία 20.63° φτάνει τις 20.97° και έπειτα επανέρχεται, παρόμοια η G2 από 11.2° φτάνει τις 13.18° και επομένως επαληθεύεται πως καμία από τις δύο γεννήτριες δεν αποσυγχρονίζεται.

➤ Διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης

– Συγκριτικό διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

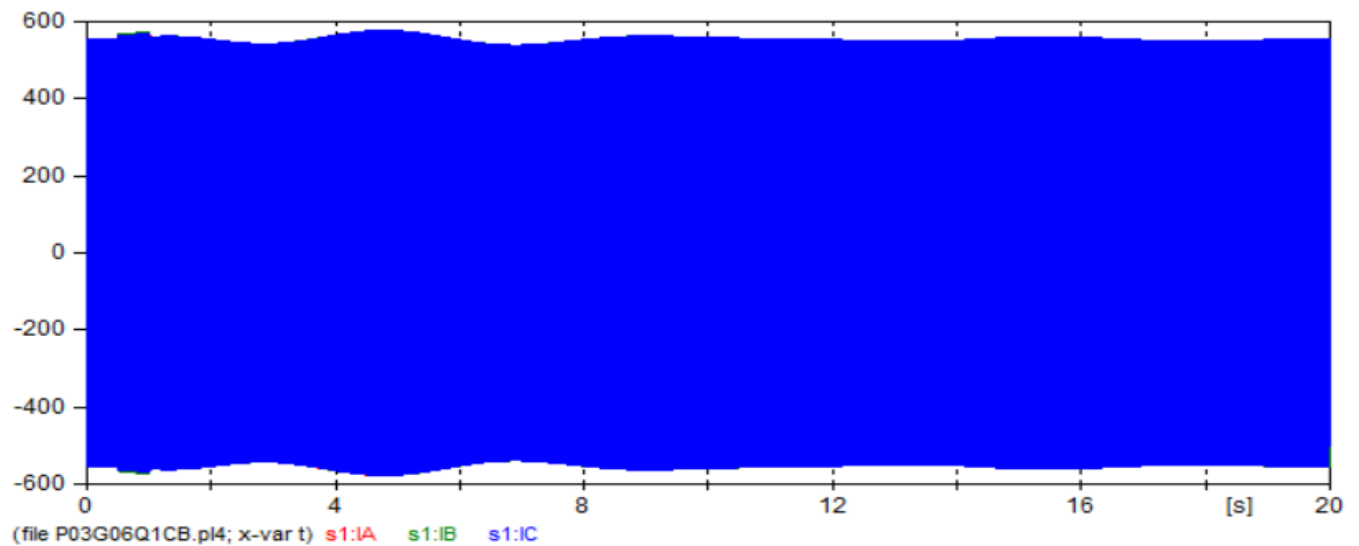


Εικόνα 2.5: Συγκριτικό διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης των G1 και G2

Παρατηρούμε πως και σε αυτή την περίπτωση έχουμε μεγαλύτερη μεταβολή στην G2, αλλά οι τιμές επιστρέφουν στα επίπεδα προ μεταβατικού φαινομένου **άρα επιβεβαιώνεται πως δεν προκύπτει αποσυγχρονισμός των δύο γεννητριών.**

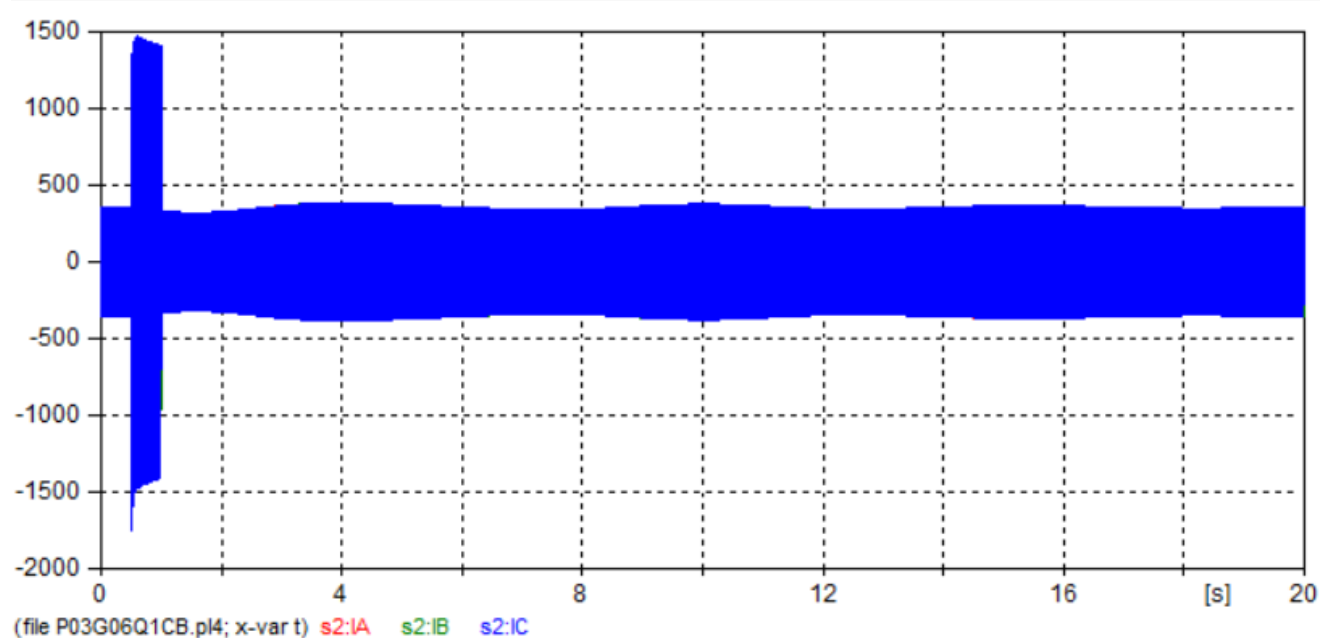
➤ Διαγράμματα ρευμάτων στάτη

–Γεννήτρια G1



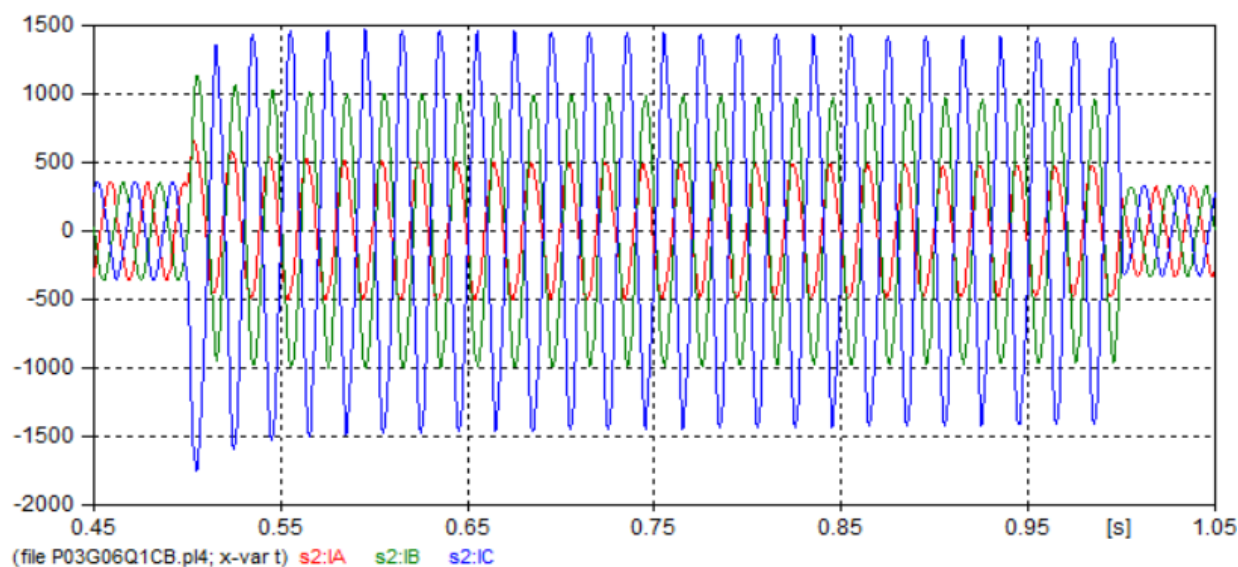
Εικόνα 2.6: Διάγραμμα ρευμάτων της G1

–Γεννήτρια G2



Εικόνα 2.7: Διάγραμμα ρευμάτων της G2

–Γεννήτρια G2 (διάγραμμα σε μεγέθυνση)

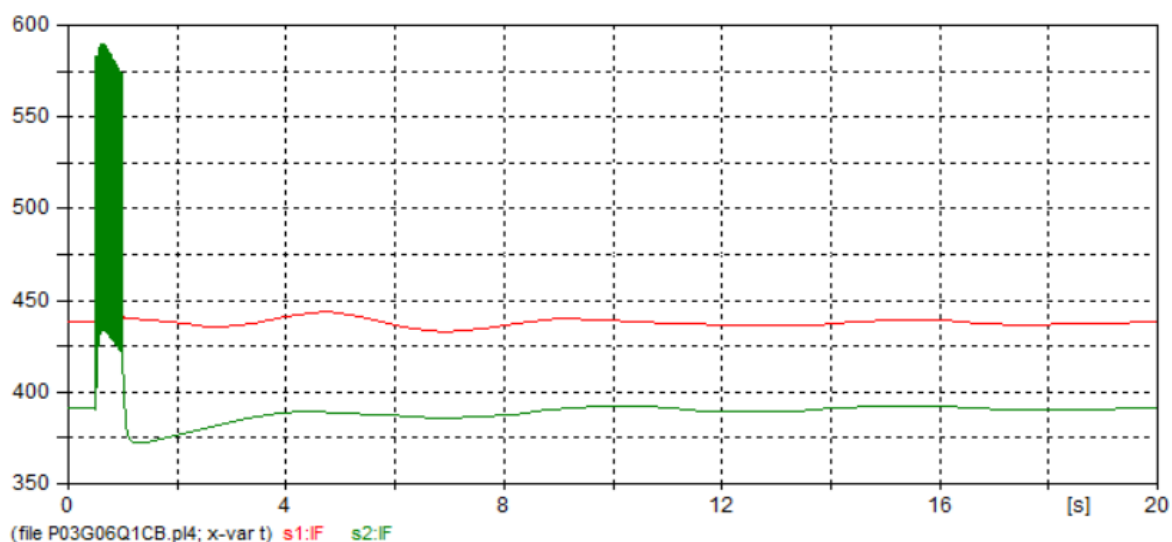


Εικόνα 2.8: Διάγραμμα ρευμάτων της G2

Τα ρεύματα στις τρεις φάσεις της γεννήτριας G1 φαίνεται πως επηρεάζονται σε πολύ μικρό ποσοστό, ενώ αντίθετα παρατηρούμε μεγαλύτερη διαταραχή των ρευμάτων της G2 αλλά καταλήγουν τελικά στις αρχικές τιμές. Για λόγους ευκρίνειας, λόγω πολλών μεταβλητών, δεν παρατίθεται συγκριτικό διάγραμμα των ρευμάτων.

➤ Διάγραμμα ρευμάτων διέγερσης

–Συγκριτικό διάγραμμα ρεύματος διέγερσης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)



Εικόνα 2.9: Συγκριτικό διάγραμμα ρεύματος διέγερσης των G1 και G2

Παρατηρούμε πως και για τα ρεύματα διέγερσης έχουμε πολύ μεγαλύτερη μεταβολή στην G2, αλλά οι τιμές επιστρέφουν στις φυσιολογικές τιμές λειτουργίας των γεννητριών.

Τελικά Συμπεράσματα

Αρχικά, παρατηρούμε πως **καμία από τις δύο γεννήτριες δεν αποσυγχρονίζεται**.

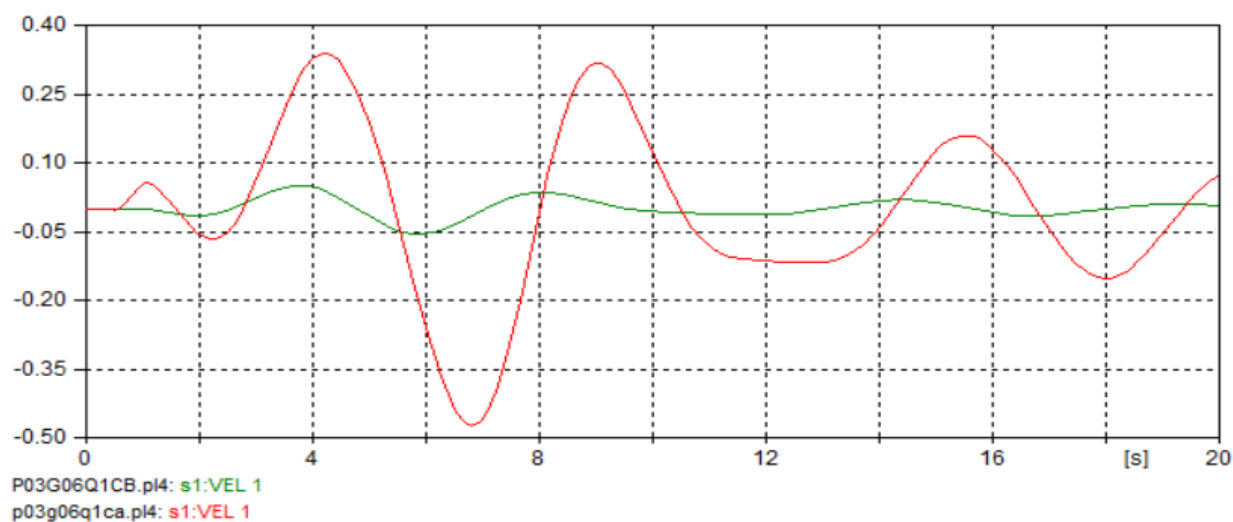
Συγκεκριμένα, η G1 βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από το μονοφασικό σφάλμα που συμβαίνει στα άκρα της G2 και επηρεάζεται ελάχιστα, ενώ η **G2 αν και καταπονείται περισσότερο εν τέλη διατηρεί την ευστάθειά της**.

Συγκριτικά Διαγράμματα για ερώτημα 1 και ερώτημα 2

Ενδεικτικά συγκρίνουμε τα παρακάτω διαγράμματα για τις δύο γεννήτριες:

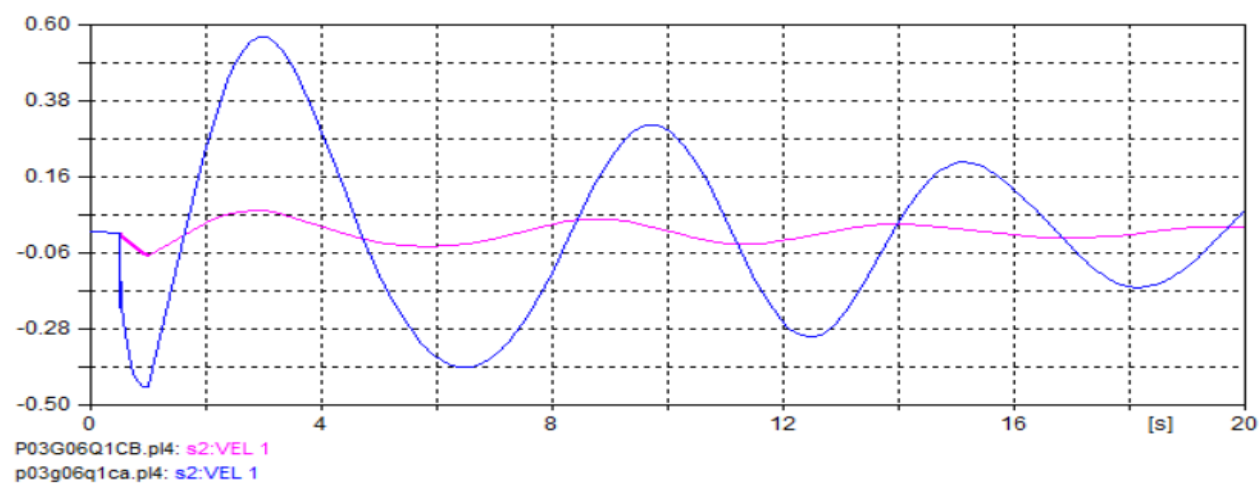
➤ Διαγράμματα γωνιακής ταχύτητας

–Γεννήτρια G1 (Με κόκκινο χρώμα το τριφασικό βραχυκύκλωμα)



Εικόνα 2.10: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας της G1 για ερωτήματα 1 και 2

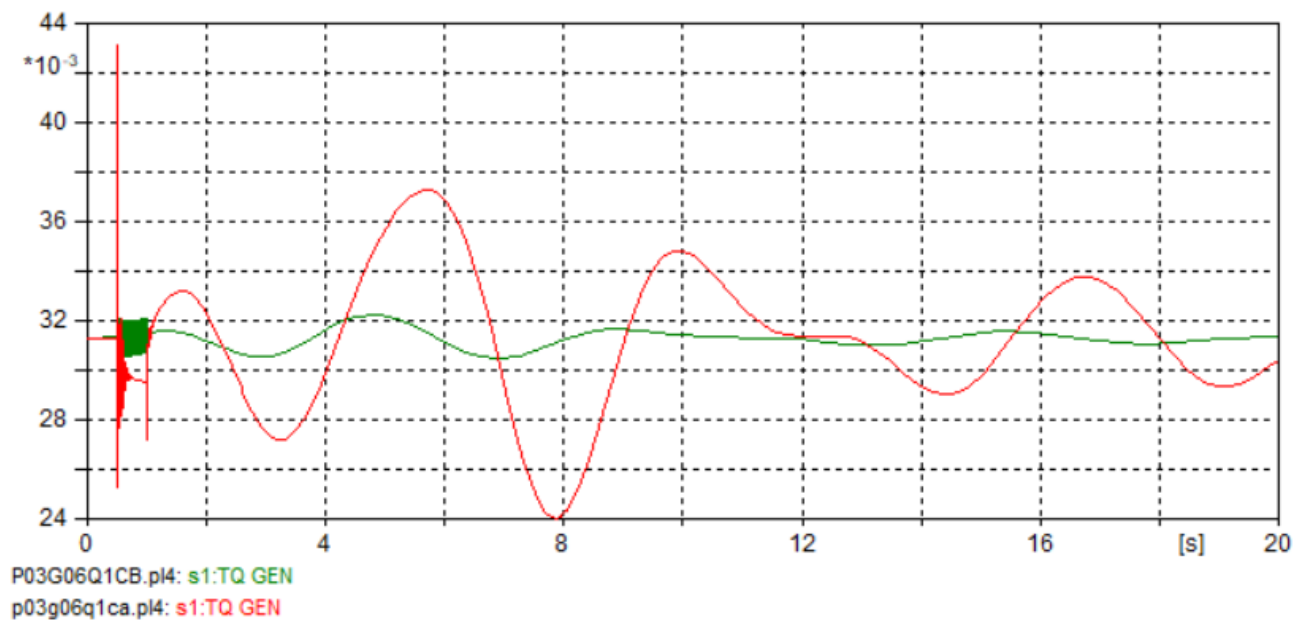
–Γεννήτρια G2 (Με μπλε χρώμα το τριφασικό βραχυκύκλωμα)



Εικόνα 2.11: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας της G2 για ερωτήματα 1 και 2

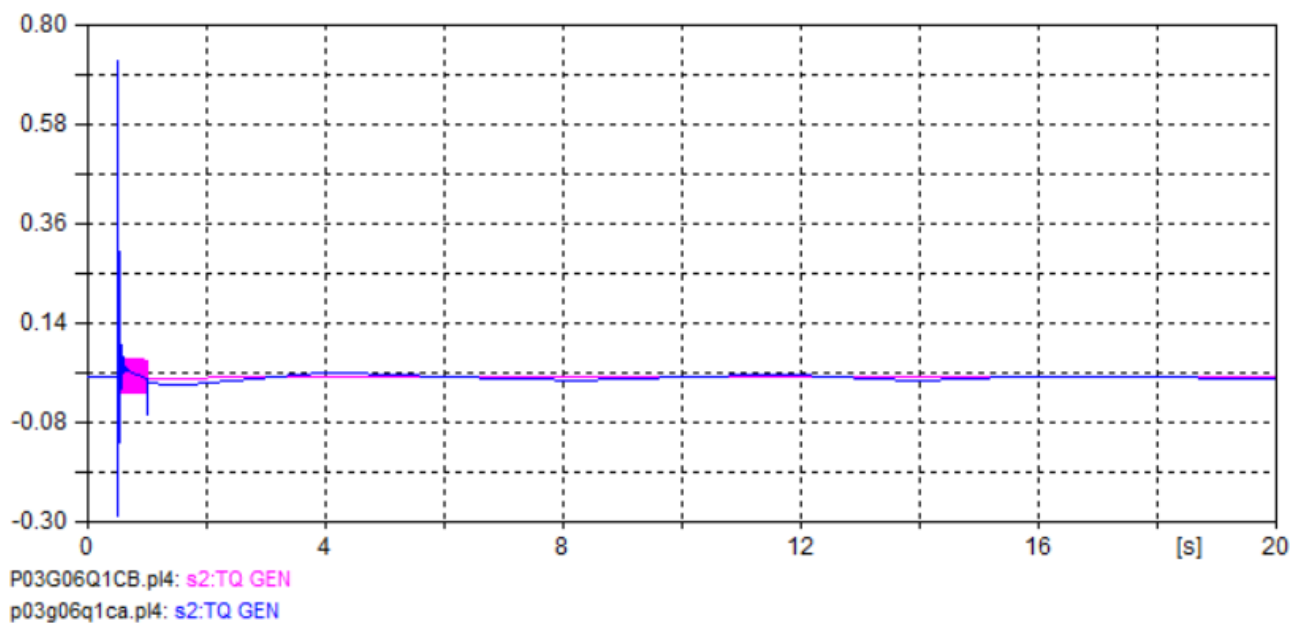
➤ Διαγράμματα ηλεκτρομαγνητικής ροπής

–Γεννήτρια G1 (Με κόκκινο χρώμα το τριφασικό βραχυκύκλωμα)



Εικόνα 2.12: Συγκριτικό διάγραμμα ροπής της G1 για ερωτήματα 1 και 2

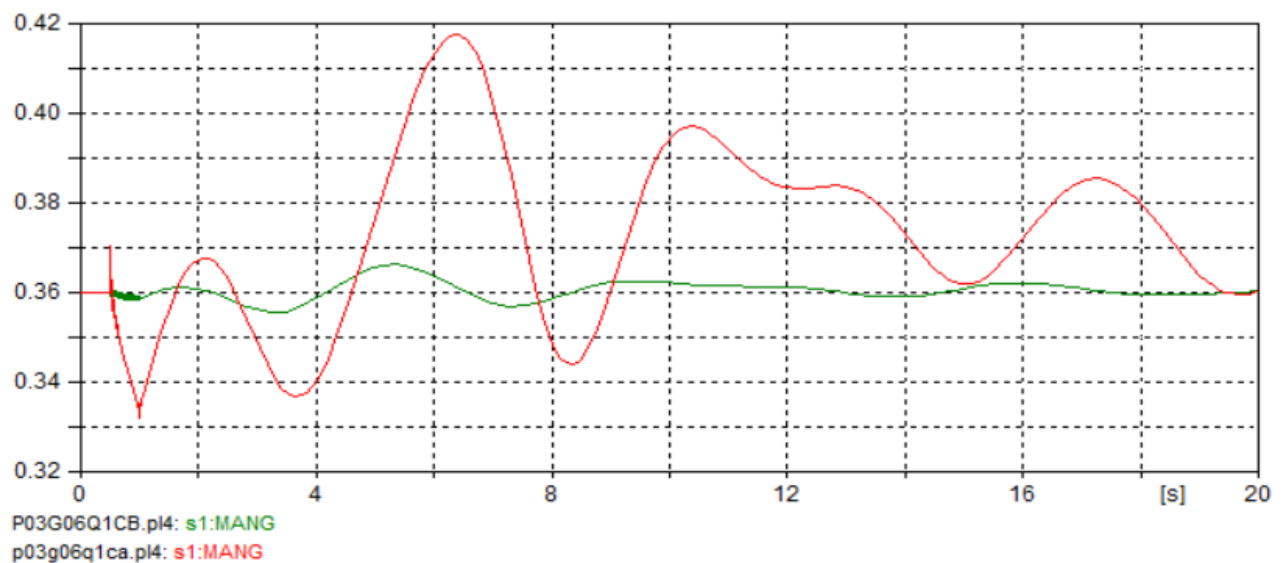
–Γεννήτρια G2 (Με μπλε χρώμα το τριφασικό βραχυκύκλωμα)



Εικόνα 2.13: Συγκριτικό διάγραμμα ροπής της G2 για ερωτήματα 1 και 2

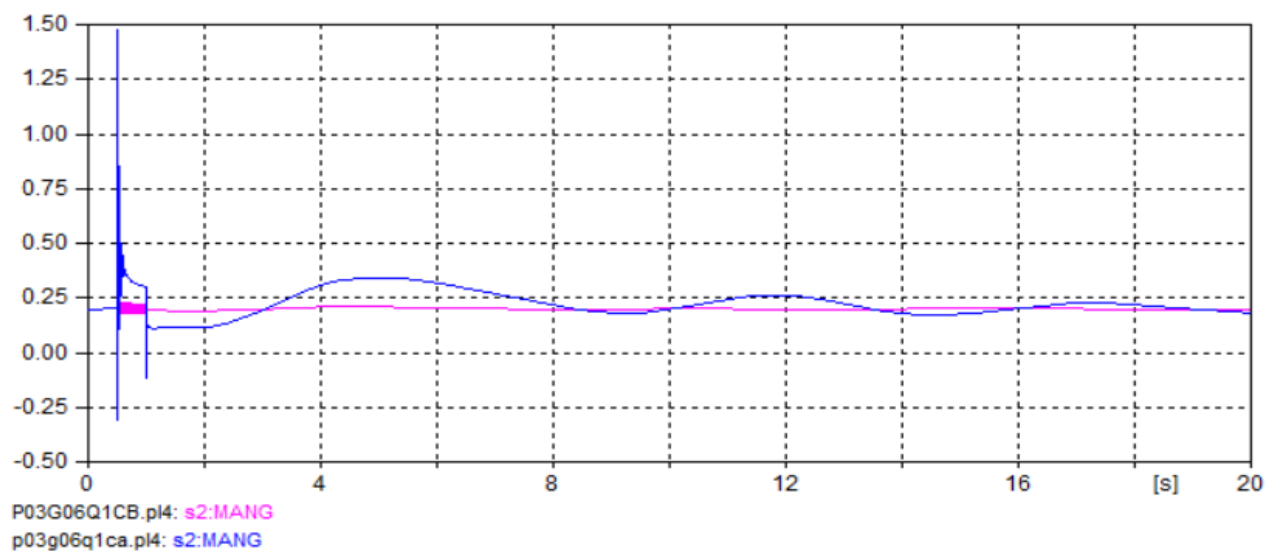
➤ Διαγράμματα γωνίας φόρτισης

–Γεννήτρια G1 (Με κόκκινο χρώμα το τριφασικό βραχυκύκλωμα)



Εικόνα 2.14: Συγκριτικό διάγραμμα γωνίας φόρτισης της G1 για ερωτήματα 1 και 2

–Γεννήτρια G2 (Με μπλε χρώμα το τριφασικό βραχυκύκλωμα)



Εικόνα 2.15: Συγκριτικό διάγραμμα γωνίας φόρτισης της G2 για ερωτήματα 1 και 2

Τελικά Συμπεράσματα Συγκρίσεων

Τελικά, παρατηρούμε πως στην περίπτωση του τριφασικού βραχυκυκλώματος η αστάθεια και οι καταπονήσεις των δύο στροβιλογεννητριών είναι πολύ εντονότερες σε σχέση με το μονοφασικό σφάλμα. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς όπως γνωρίζουμε από τη θεωρία, η περίπτωση του συμμετρικού τριφασικού βραχυκυκλώματος είναι η δυσμενέστερη για ένα κύκλωμα.

Ερώτημα 3i)

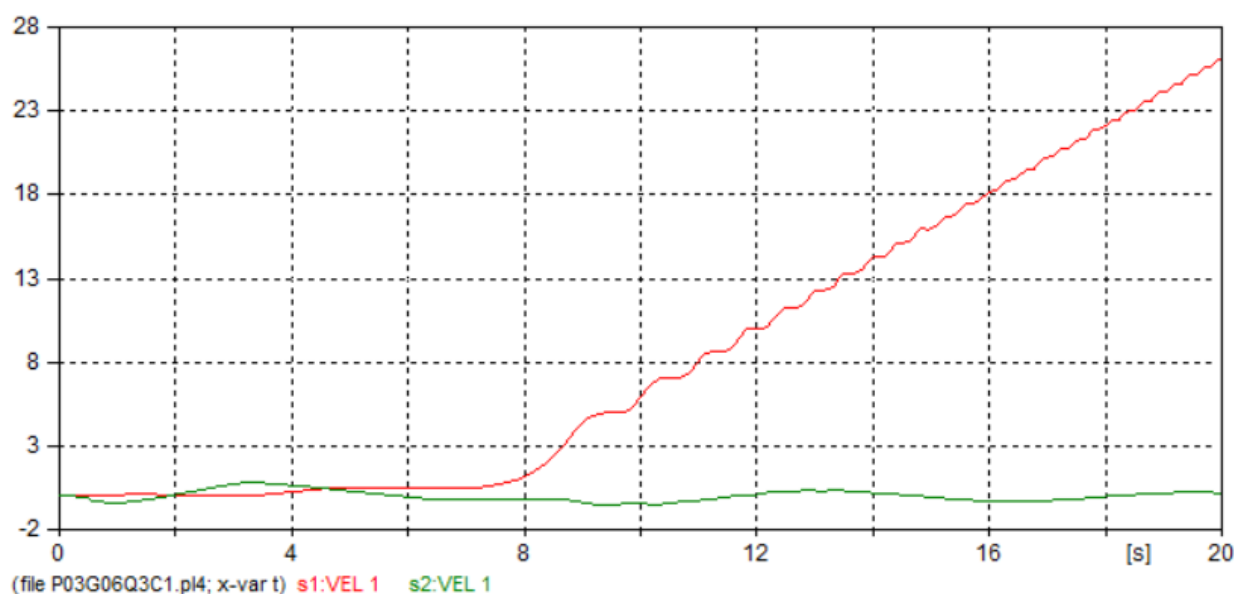
Επαναλάβετε το ερώτημα 1 για χρονική διάρκεια βραχυκύκλωματος 1s και ροπή αδράνειας της $G2 \rightarrow i)$ όπως δίνεται στον πίνακα 2.

Απάντηση (Αρχείο P03G06Q3C1)

Χρησιμοποιούμε το κύκλωμα της προσομοίωσης του ερωτήματος 1 (τριφασικό βραχυκύκλωμα στη $G2$) και θέτουμε χρόνο βραχυκύκλωσης 1s οπότε προκύπτουν τα εξής διαγράμματα:

➤ Διαγράμματα γωνιακής ταχύτητας

– Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακών ταχυτήτων ($G1$ με κόκκινο, $G2$ με πράσινο)

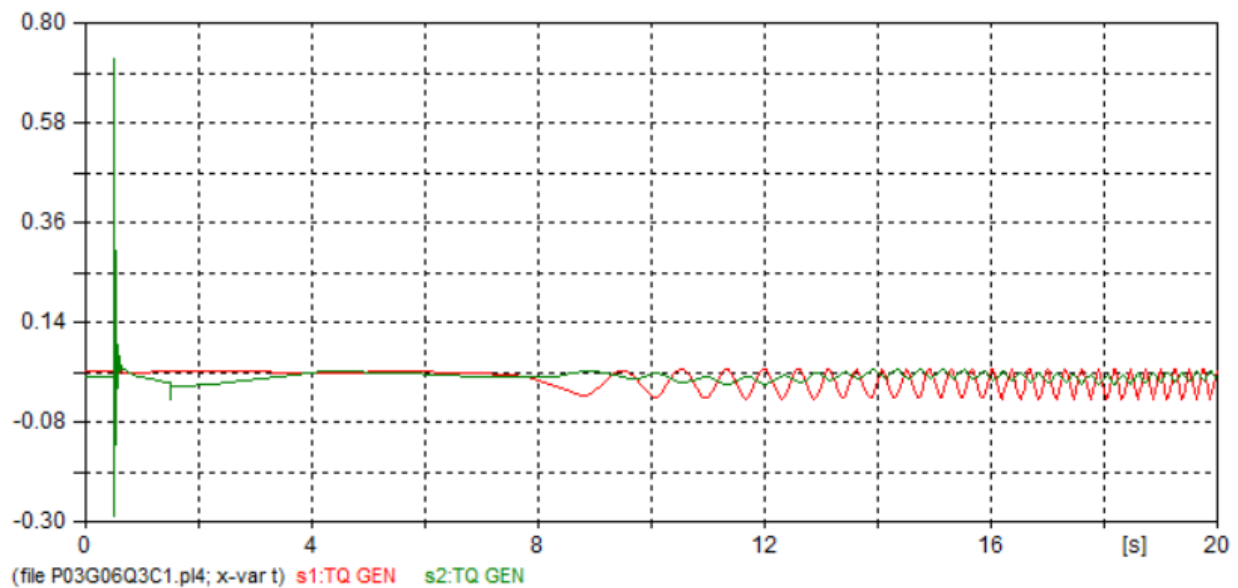


Εικόνα 3i.1: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακών ταχυτήτων των $G1$ και $G2$

Παρατηρούμε πως τη χρονική στιγμή του σφάλματος η γωνιακή ταχύτητα των γεννητριών ξεκινάει να μεταβάλλεται. Μετά την πάροδο του φαινομένου φαίνεται πως η γεννήτρια $G1$ συνεχίζει να επιταχύνει με μία αυξητική τάση, ενώ η $G2$ επανέρχεται σε φυσιολογική λειτουργία. Σύμφωνα με αυτό το πρώτο διάγραμμα, φαίνεται πως η **γεννήτρια $G1$ αποσυγχρονίζεται** λίγο πριν τα 8s. Για να επιβεβαιώσουμε πως η $G1$ αποσυγχρονίζεται θα κάνουμε χρήση και επιπλέον διαγραμμάτων.

➤ Διάγραμμα ηλεκτρομαγνητικής ροπής

– Συγκριτικό διάγραμμα ροπών (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

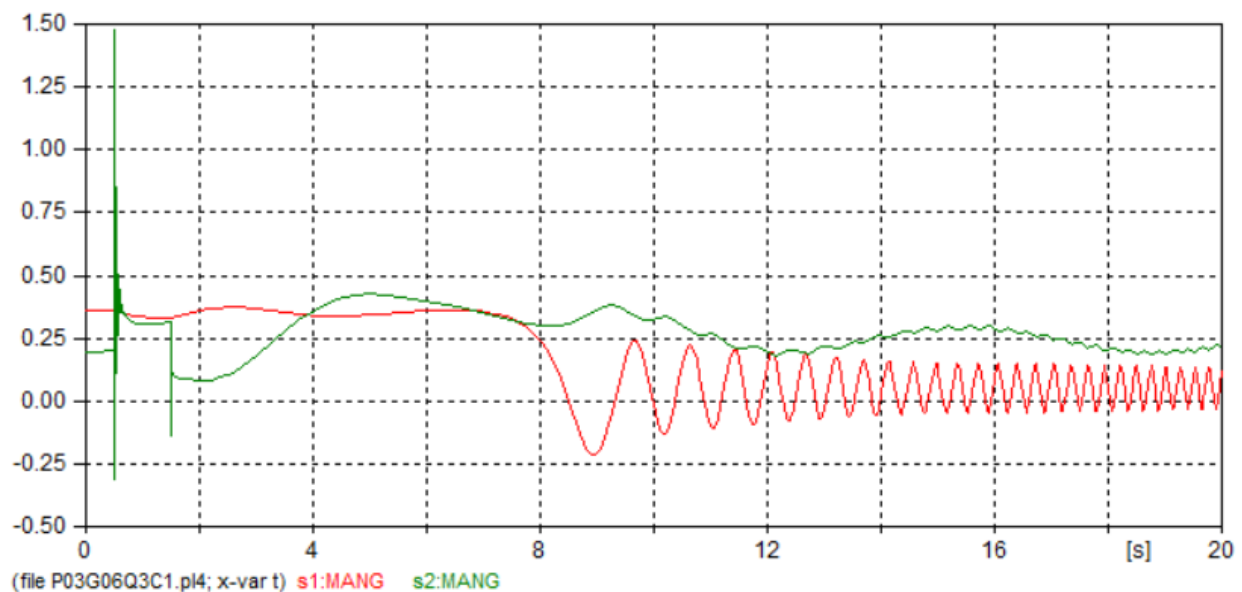


Εικόνα 3i.2: Συγκριτικό διάγραμμα ροπών των G1 και G2

Παρόμοια με το προηγούμενο διάγραμμα, παρατηρούμε πως μετά τα 8s η G1 παρουσιάζει μία συνεχή αστάθεια στη ροπή της, σε αντίθεση με την G2 που επανέρχεται σε φυσιολογικές τιμές μετά το βραχυκύκλωμα.

➤ Διαγράμματα γωνίας φόρτισης

– Συγκριτικό διάγραμμα γωνιών φόρτισης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

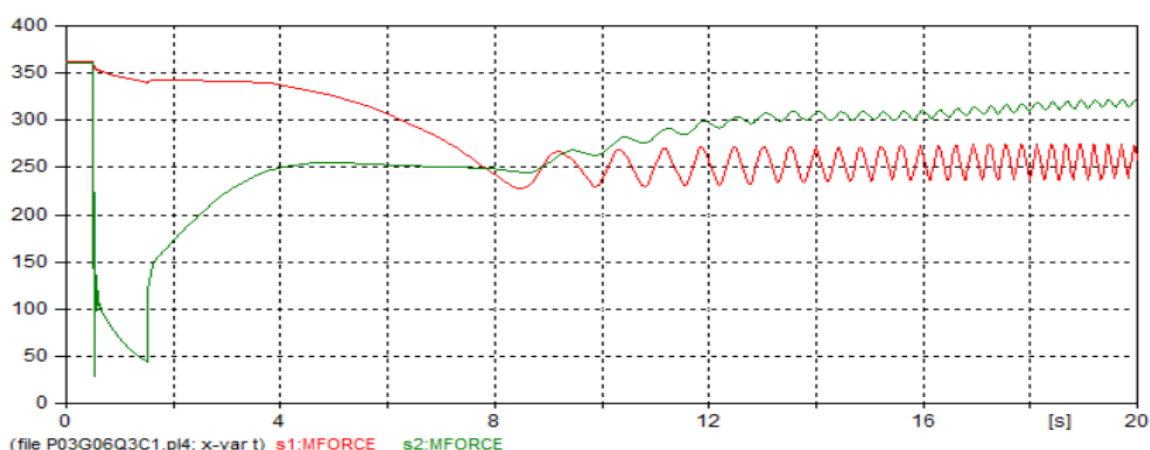


Εικόνα 3i.3: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιών φόρτισης των G1 και G2

Και πάλι είναι εμφανές πως η G1 μεταβαίνει σε αστάθεια καθώς η γωνία της ταλαντώνεται γύρω από το 0, οπότε και η G1 εναλλάσει διαρκώς τη λειτουργία της από γεννήτρια σε κινητήρα και το αντίθετο. Ακόμη, φαίνεται πως ο αποσυγχρονισμός της G1 στα 8s επηρεάζει εκ νέου την G2, όπως φαίνεται από τις ταλαντώσεις μετά τα 8s, χωρίς ωστόσο να προκαλεί τον αποσυγχρονισμό της.

➤ Διαγράμματα μαγνητεγερτικής δύναμης

– Συγκριτικό διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

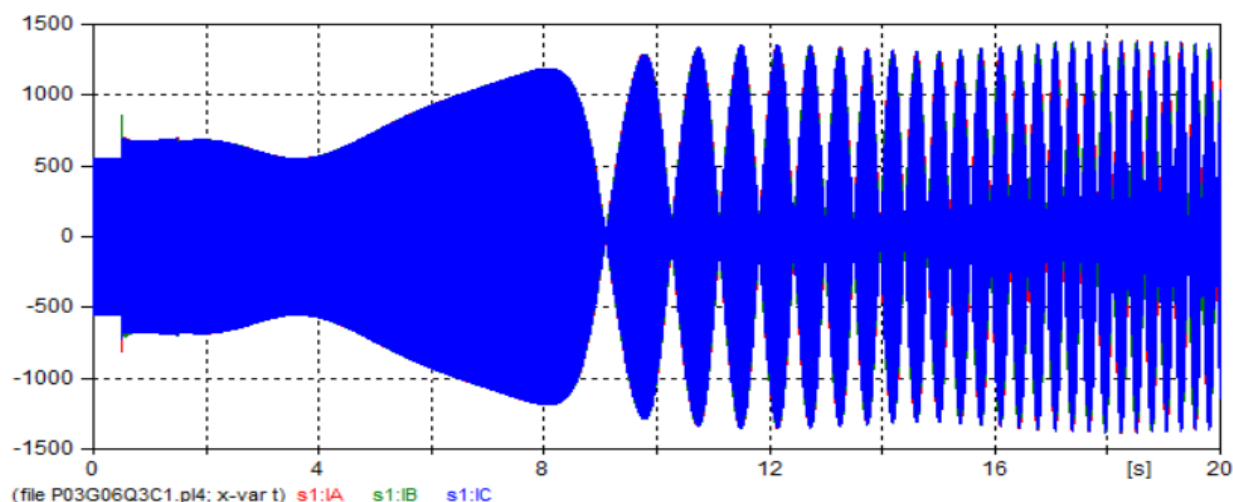


Εικόνα 3i.4: Συγκριτικό διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης των G1 και G2

Παρατηρούμε πως και σε αυτή την περίπτωση επαληθεύεται το γεγονός πως η G1 αποσυγχρονίζεται με τη μαγνητεγερτική της δύναμη να ταλαντώνεται συνεχώς μετά τα 8s

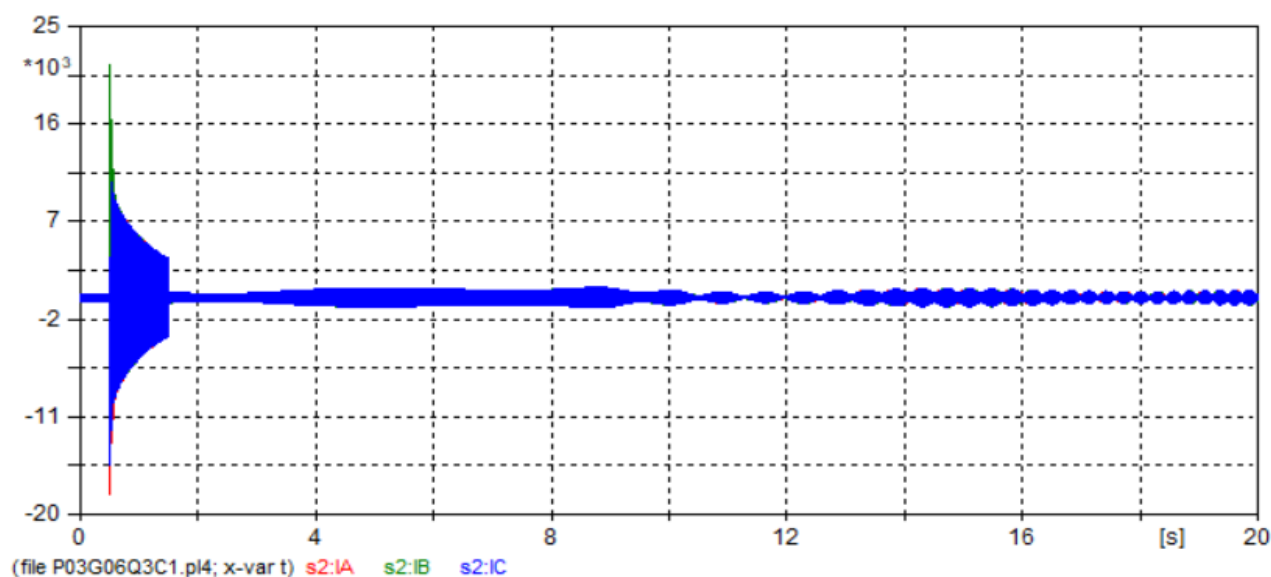
➤ Διαγράμματα ρευμάτων στάτη

– Γεννήτρια G1



Εικόνα 3i.5: Διάγραμμα ρευμάτων στάτη της G1

–Γεννήτρια G2

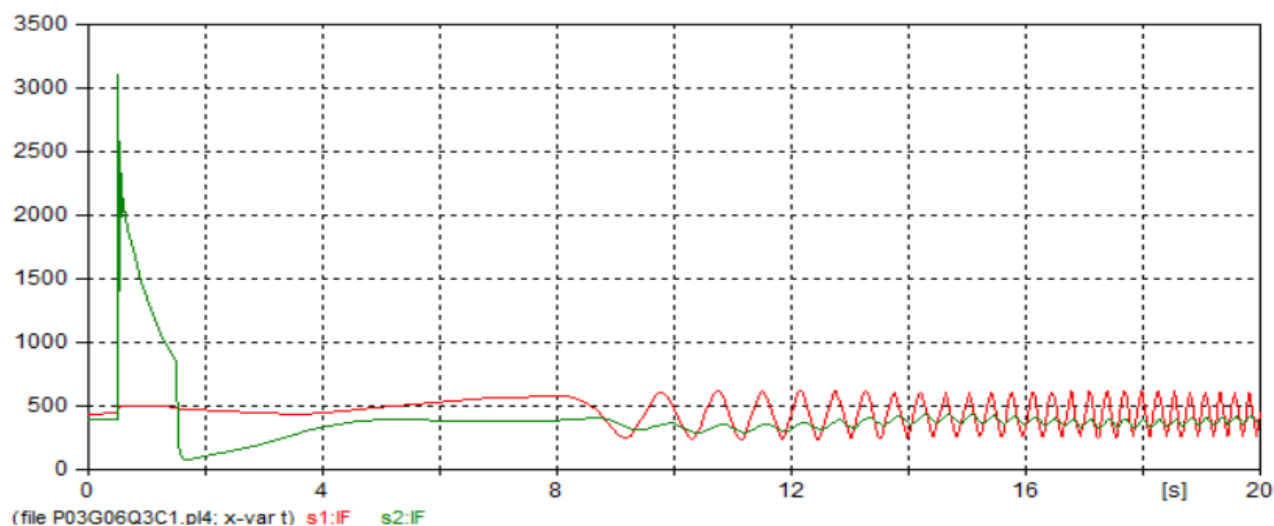


Εικόνα 3i.6: Διάγραμμα ρευμάτων στάτη της G2

Είναι εμφανές πως, τα ρεύματα στάτη της γεννήτριας G1 παρουσιάζουν μεγάλες διαταραχές μετά τον αποσυγχρονισμό της, ενώ η G2 επιστρέφει σε κανονική λειτουργία μετά το μεταβατικό φαινόμενο και επηρεάζεται εκ νέου με τον αποσυγχρονισμό της G1, χωρίς να χάνει την ευστάθεια της.

➤ Διαγράμματα ρευμάτων διέγερσης

Συγκριτικό διάγραμμα ρεύματος διέγερσης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)



Εικόνα 3i.7: Συγκριτικό διάγραμμα ρεύματος διέγερσης των G1 και G2

Παρατηρούμε και σε αυτό το διάγραμμα πως μετά τον αποσυγχρονισμό της G1 έχουμε μια συνεχή ταλάντωση του ρεύματος διέγερσης, ενώ μετά τη διαταραχή η G2 διατηρεί την ευστάθεια.

Τελικά Συμπεράσματα

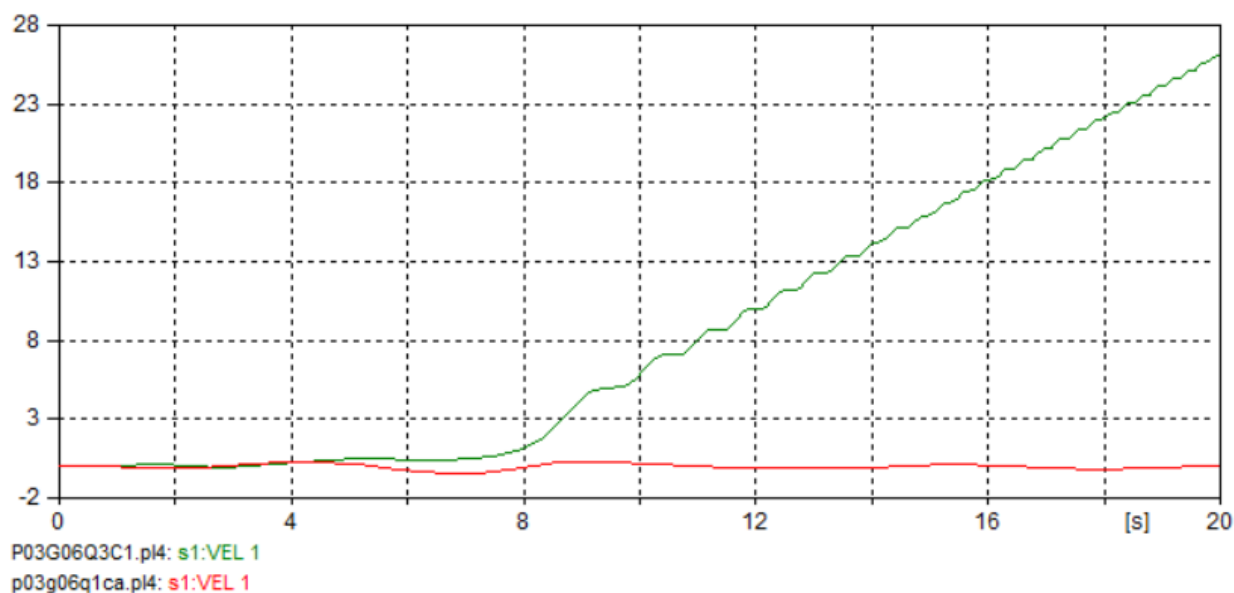
Αρχικά, παρατηρούμε πως η **γεννήτρια G1 αποσυγχρονίζεται περίπου στα 8s**. Αντίθετα, η G2 αν και καταπονείται κατά την διάρκεια του μεταβατικού φαινομένου, διατηρεί τελικά τον συγχρονισμό της. Το γεγονός πως η **G1 αποσυγχρονίζεται οφείλεται στην μικρότερη ροπή αδράνειας** που έχει και άρα στην μικρότερη ικανότητα να αντιτίθεται σε μεταβολές της περιστροφικής της κατάστασης. Από την άλλη, η **G2 έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας και αντιστέκεται καλύτερα στα μεταβατικά φαινόμενα**.

Συγκριτικά Διαγράμματα για ερώτημα 1 και ερώτημα 3i

Η διαφορά των δύο ερωτημάτων έγκειται στο χρόνο βραχυκύκλωσης (**0.5s για ερώτημα 1 και 1s για ερώτημα 3i**). Ενδεικτικά συγκρίνουμε τα παρακάτω διαγράμματα για τις δύο γεννήτριες:

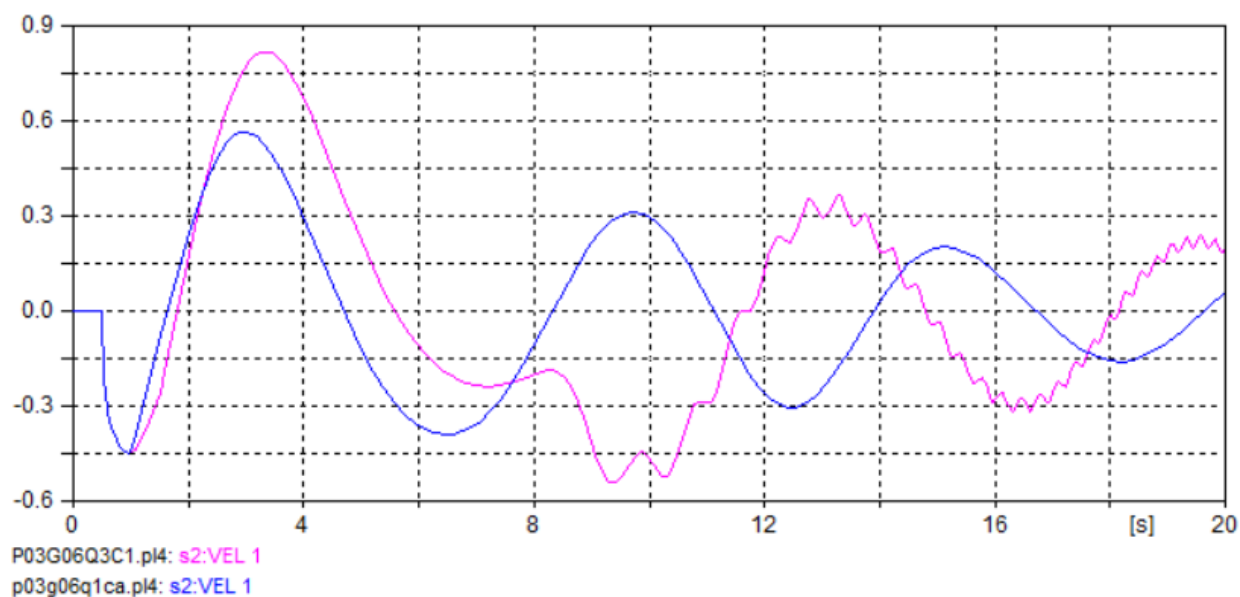
➤ Διαγράμματα γωνιακής ταχύτητας

–Γεννήτρια G1 (Με πράσινο χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s)



Εικόνα 3i.8: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας της G1 για ερωτήματα 1 και 3i

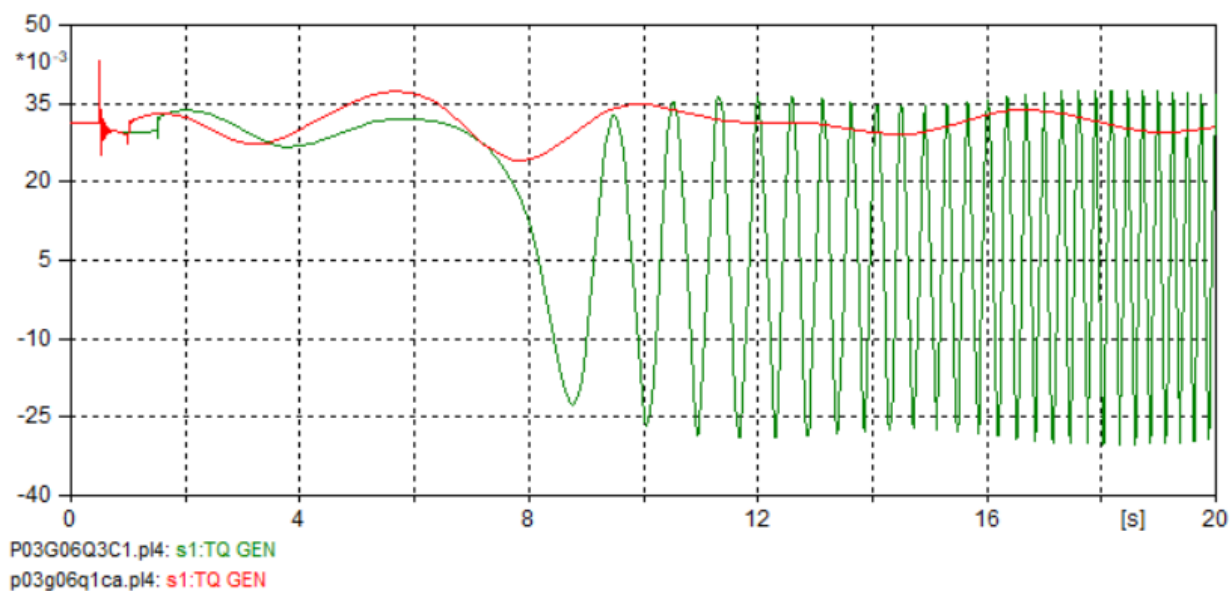
–Γεννήτρια G2 (Με μωβ χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s)



Εικόνα 3i.9: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας της G2 για ερωτήματα 1 και 3i

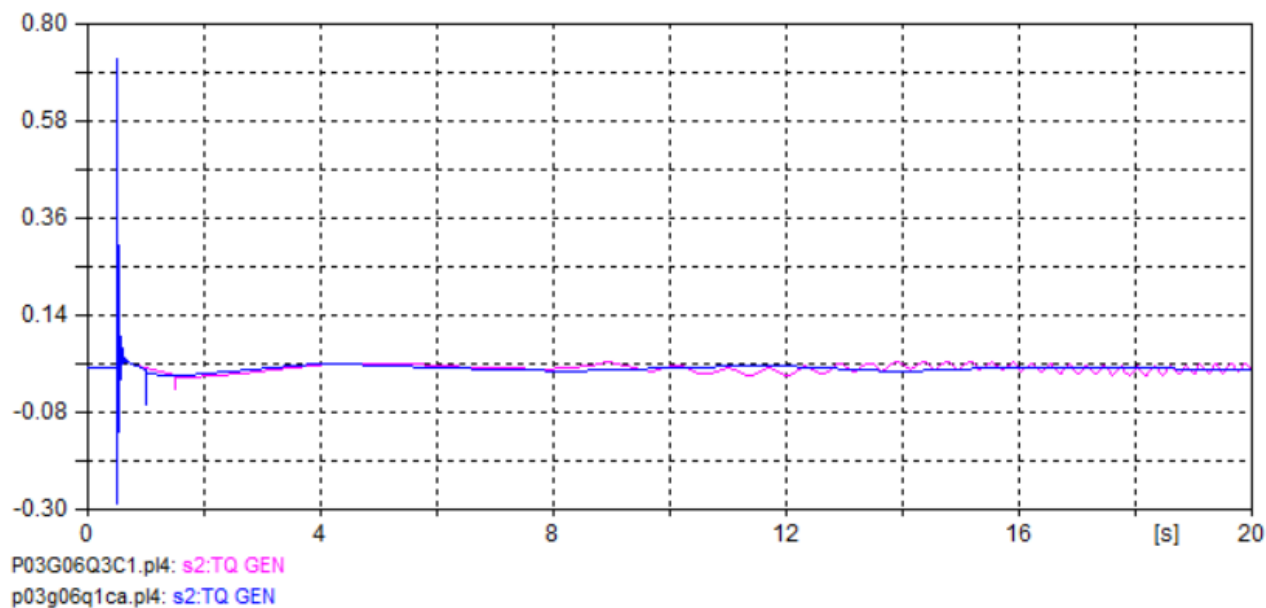
➤ Διαγράμματα ηλεκτρομαγνητικής ροπής

–Γεννήτρια G1 (Με πράσινο χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s)



Εικόνα 3i.10: Συγκριτικό διάγραμμα ροπής της G1 για ερωτήματα 1 και 3i

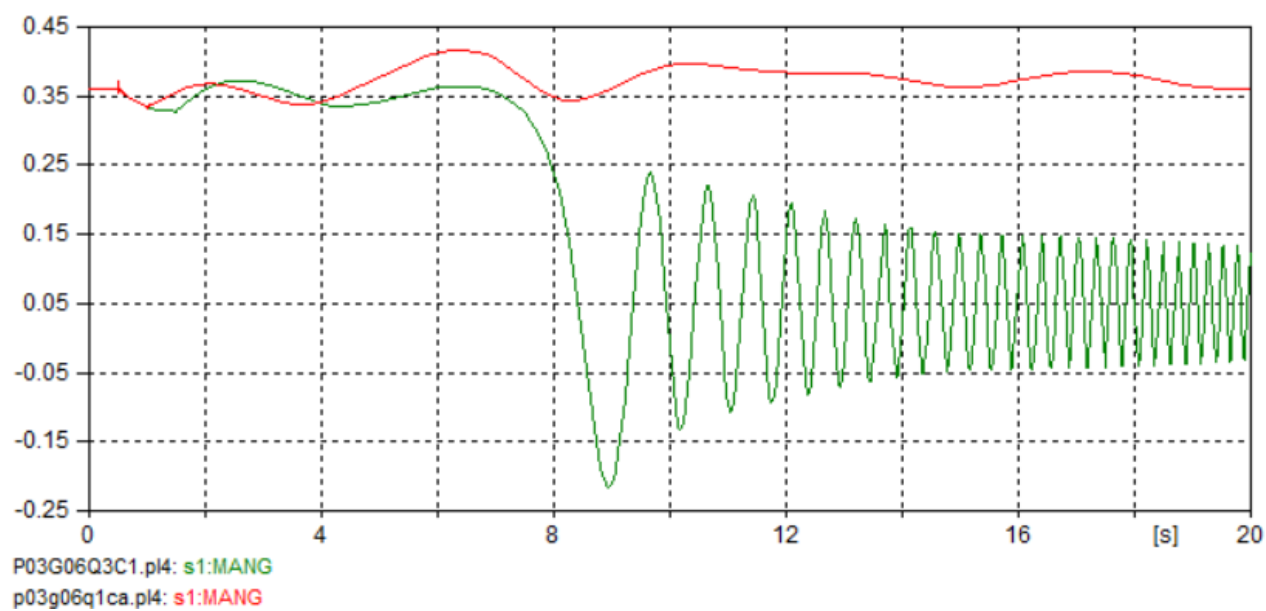
–Γεννήτρια G2 (Με μωβ χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s)



Εικόνα 3i.11: Συγκριτικό διάγραμμα ροπής της G2 για ερωτήματα 1 και 3i

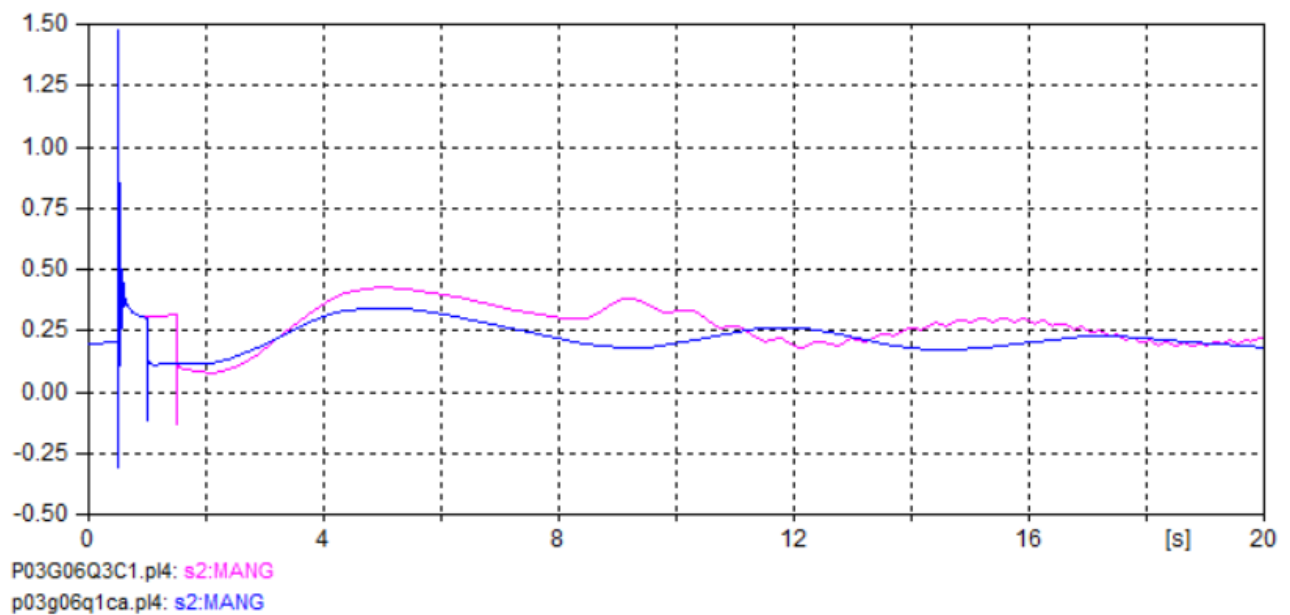
➤ Διαγράμματα γωνίας φόρτισης

–Γεννήτρια G1 (Με πράσινο χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s)



Εικόνα 3i.12: Συγκριτικό διάγραμμα γωνίας φόρτισης της G1 για ερωτήματα 1 και 3i

–Γεννήτρια G2 (Με μωβ χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s)



Εικόνα 3i.13: Συγκριτικό διάγραμμα γωνίας φόρτισης της G2 για ερωτήματα 1 και 3i

Τελικά Συμπεράσματα Συγκρίσεων

Βασικοί παράγοντες για το αν μία γεννήτρια θα διατηρήσει το συγχρονισμό της, είναι η διάρκεια του βραχυκυκλώματος και η ροπή αδράνειας της γεννήτριας. Δεδομένου πως το τριφασικό βραχυκύκλωμα διαρκεί 1s στο ερώτημα 3i (0.5s περισσότερο από το ερώτημα 1) και η G1 έχει μικρή ροπή αδράνειας σε σχέση με την G2, έχουμε τελικά τον αποσυγχρονισμό της G1 ενώ η G2 διατηρεί τον συγχρονισμό της και στις δύο περιπτώσεις.

Ερώτημα 3ii)

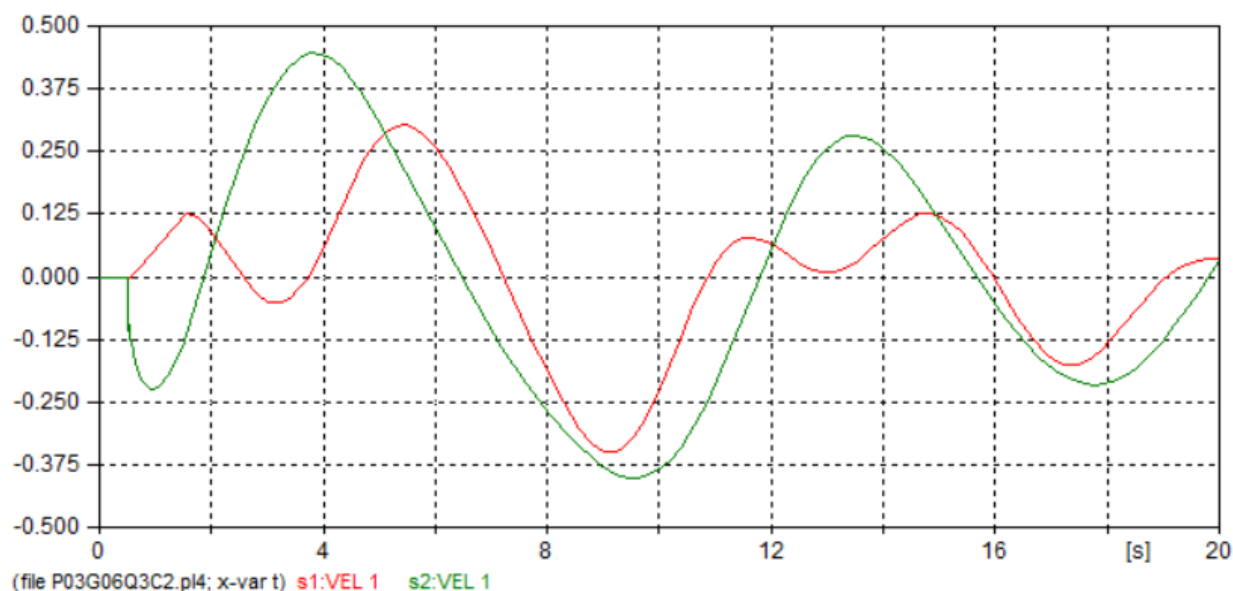
Επαναλάβετε το ερώτημα 1α για χρονική διάρκεια βραχυκύκλωματος 1s και ροπή αδράνειας της $G2 \rightarrow$ ii) διπλάσια της τιμής του πίνακα 2 δηλ. $J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$.

Απάντηση (Αρχείο P03G06Q3C2)

Χρησιμοποιούμε το κύκλωμα της προσομοίωσης του ερωτήματος 1(τριφασικό βραχυκύκλωμα στα άκρα της $G2$ και θέτουμε ροπή αδράνειας της $G2$ στο ATP $HICO=0.0448$ οπότε προκύπτουν τα εξής διαγράμματα:

➤ Διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας

–Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακών ταχυτήτων ($G1$ με κόκκινο, $G2$ με πράσινο)

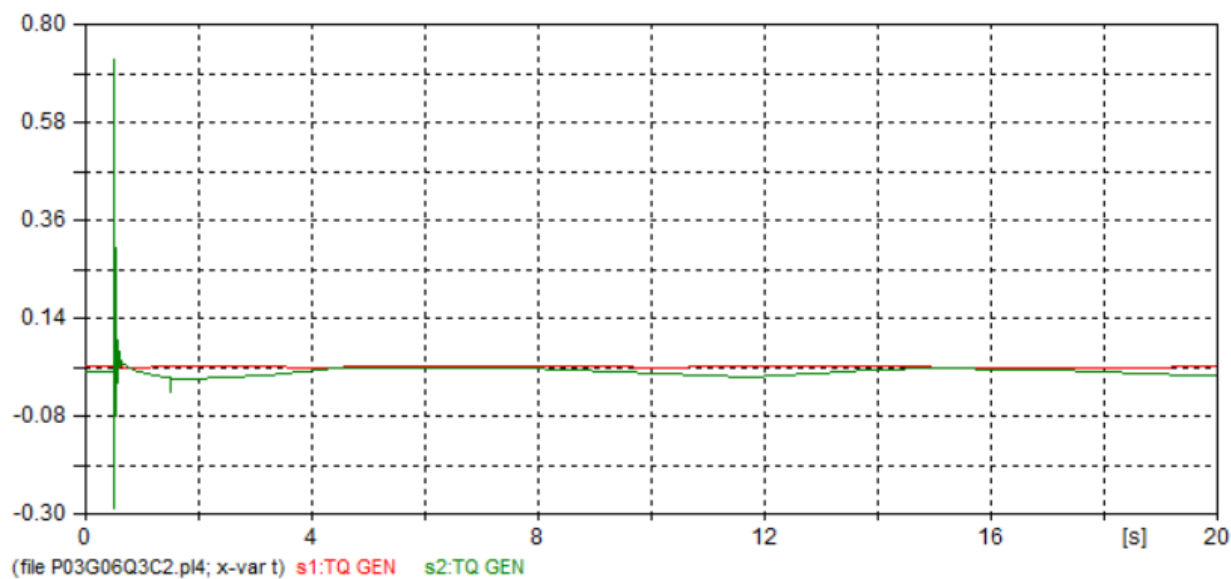


Εικόνα 3ii.1: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακών ταχυτήτων των $G1$ και $G2$

Παρατηρούμε πως τη χρονική στιγμή του σφάλματος η γωνιακή ταχύτητα ξεκινάει να μεταβάλλεται λόγω του φαινομένου. Η μεταβολή αυτή είναι μεγαλύτερη στην γεννήτρια $G2$, το οποίο είναι αναμενόμενο αφού το σφάλμα γίνεται στα άκρα της. Με την πάροδο του χρόνου το φαινόμενο εξασθενεί και οι γεννήτριες επανέρχονται σε φυσιολογική λειτουργία, **οπότε από το πρώτο διάγραμμα φαίνεται πως καμία γεννήτρια δεν αποσυγχρονίζεται.**

➤ Διάγραμμα ηλεκτρομαγνητικής ροπής

– Συγκριτικό διάγραμμα ροπών (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

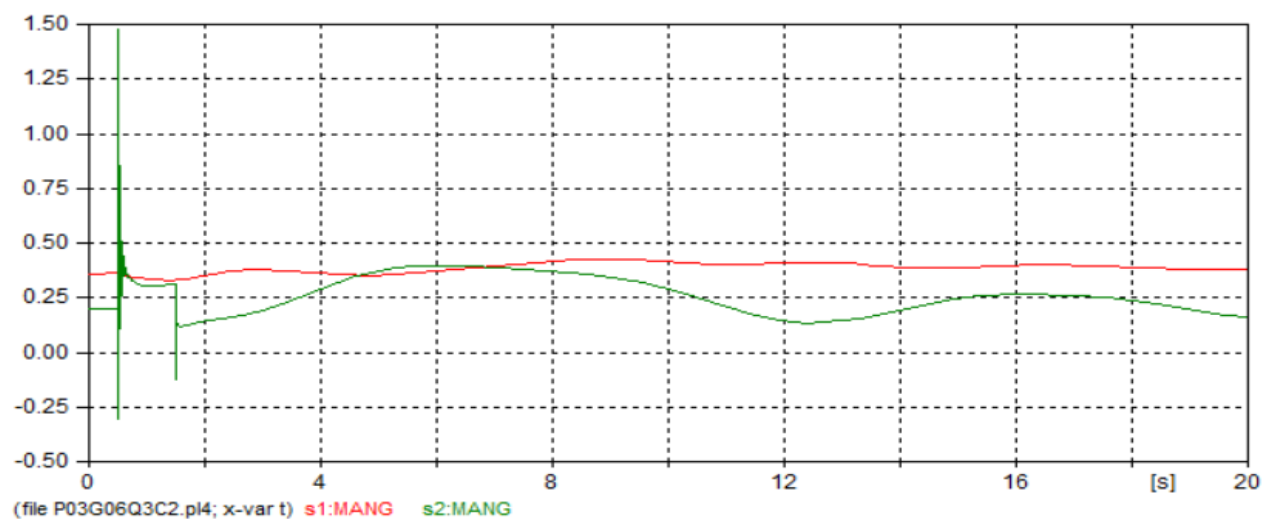


Εικόνα 3ii.2: Συγκριτικό διάγραμμα ροπών των G1 και G2

Παρόμοια με το προηγούμενο διάγραμμα, παρατηρούμε πως η ροπή της G2 επηρεάζεται πολύ περισσότερο συγκριτικά με τη G1. Μετά την πάροδο του σφάλματος οι γεννήτριες επιστρέφουν σε φυσιολογική λειτουργία

➤ Διαγράμματα γωνίας φόρτισης

– Συγκριτικό διάγραμμα γωνιών φόρτισης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

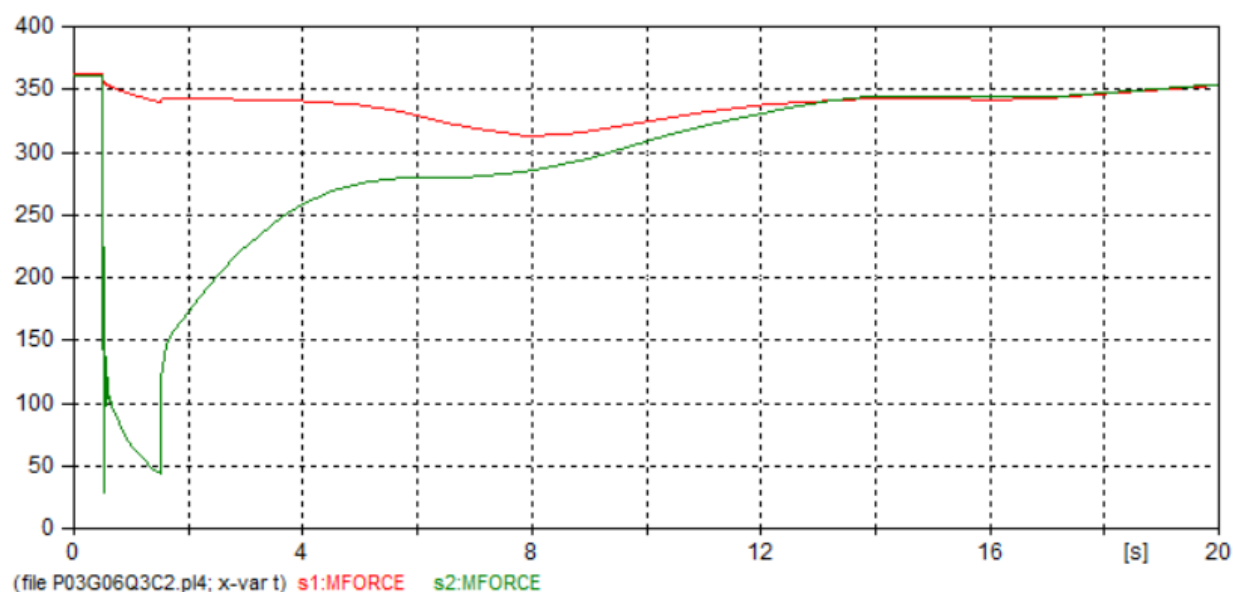


Εικόνα 3ii.3: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιών φόρτισης των G1 και G2

Τα διαγράμματα για τις γωνίες φόρτισης δίνονται σε rad. Με μετατροπή σε μοίρες βλέπουμε πως λόγω του μεταβατικού φαινομένου η γεννήτρια G1 από μία αρχική γωνία 20.63° φτάνει τις 24.5° και έπειτα επανέρχεται, οπότε τηρείται το κριτήριο ευστάθειας και παρόμοια η G2 από 11.2° φτάνει τις 84.47° οπότε οριακά τείνει να αποσυγχρονιστεί αλλά η ισχύς συγχρονισμού την επαναφέρει και την κρατά σε ευστάθεια.

➤ Διαγράμματα μαγνητεγερτικής δύναμης

– Συγκριτικό διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)

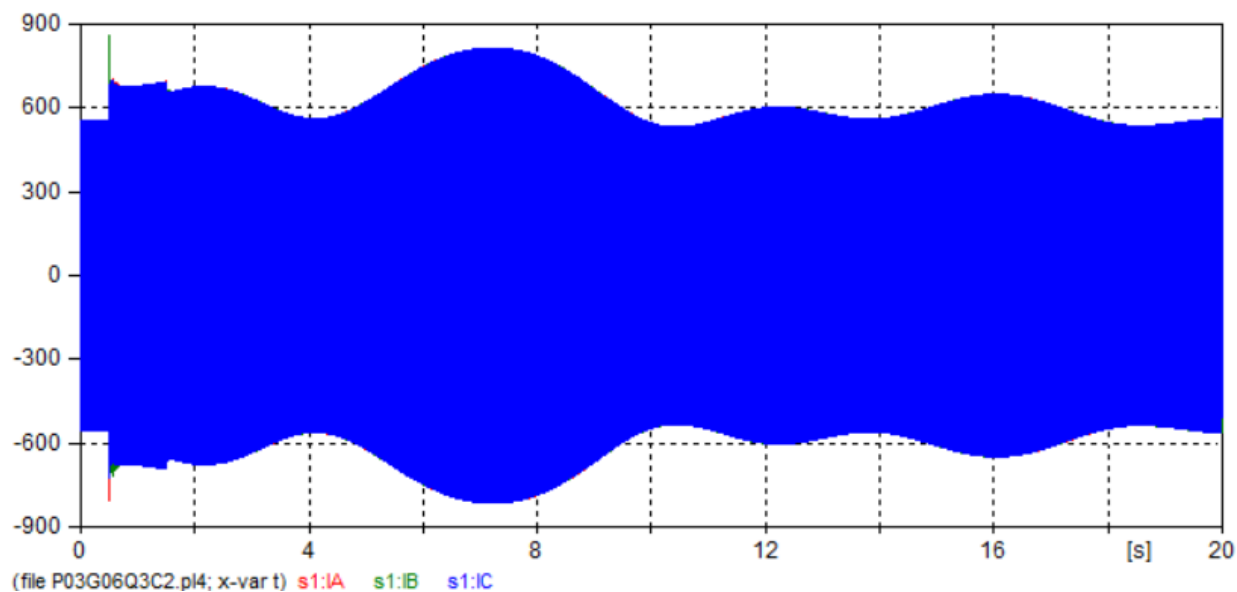


Εικόνα 3ii.4: Συγκριτικό διάγραμμα μαγνητεγερτικής δύναμης των G1 και G2

Παρατηρούμε πως και σε αυτή την περίπτωση έχουμε μεγαλύτερη μεταβολή στην G2, αλλά οι τιμές επιστρέφουν στα επίπεδα προ μεταβατικού φαινομένου άρα επιβεβαιώνεται πως δεν προκύπτει αποσυγχρονισμός των δύο γεννητριών

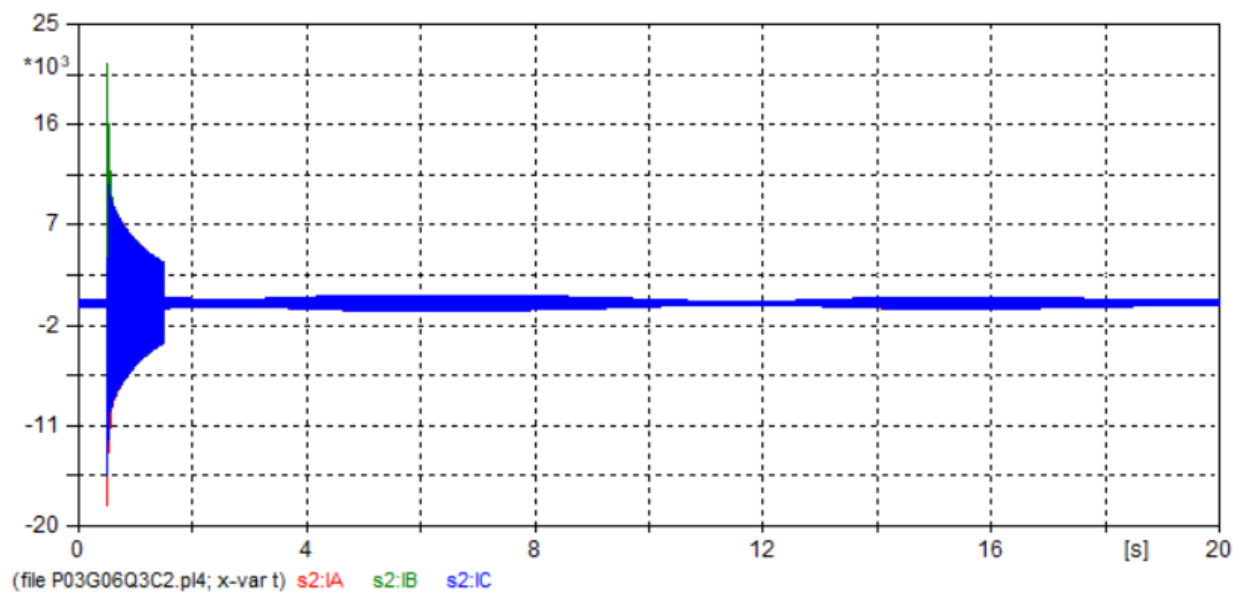
➤ Διαγράμματα ρευμάτων στάτη

–Γεννήτρια G1



Εικόνα 3ii.5: Διάγραμμα ρευμάτων της G1

–Γεννήτρια G2

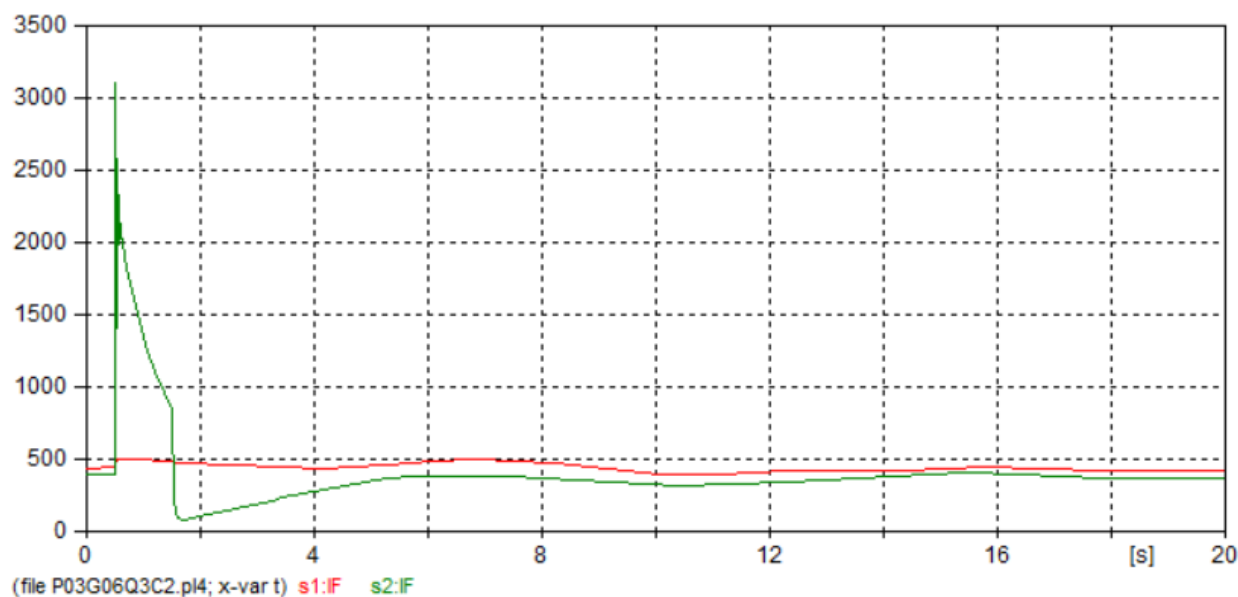


Εικόνα 3ii.6: Διάγραμμα ρευμάτων της G2

Τα ρεύματα στις τρεις φάσεις της γεννήτριας G1 φαίνεται πως επηρεάζονται σε μικρό ποσοστό, ενώ αντίθετα παρατηρούμε πολύ μεγαλύτερη διαταραχή των ρευμάτων της G2 αλλά καταλήγουν τελικά στις αρχικές τιμές. Για λόγους ευκρίνειας, λόγω πολλών μεταβλητών, δεν παρατίθεται συγκριτικό διάγραμμα των ρευμάτων.

➤ Διαγράμματα ρευμάτων διέγερσης

– Συγκριτικό διάγραμμα ρεύματος διέγερσης (G1 με κόκκινο, G2 με πράσινο)



Εικόνα 3ii.7: Συγκριτικό διάγραμμα ρεύματος διέγερσης των G1 και G2

Παρατηρούμε πως και σε αυτή την περίπτωση έχουμε πολύ μεγαλύτερη μεταβολή στην G2, αλλά οι τιμές επιστρέφουν στις φυσιολογικές τιμές λειτουργίας των γεννητριών.

Τελικά Συμπεράσματα

Αρχικά, παρατηρούμε πως **καμία από τις δύο γεννήτριες δεν αποσυγχρονίζεται**.

Συγκεκριμένα, η αύξηση της ροπής αδράνειας της G2 έχει ως αποτέλεσμα η G1 να μην αποσυγχρονίζεται σε σχέση με το ερώτημα 3i. Τελικά, όπως είναι προφανές και από τα διαγράμματα των ρευμάτων, μεγαλύτερη καταπόνηση δέχεται η G2.

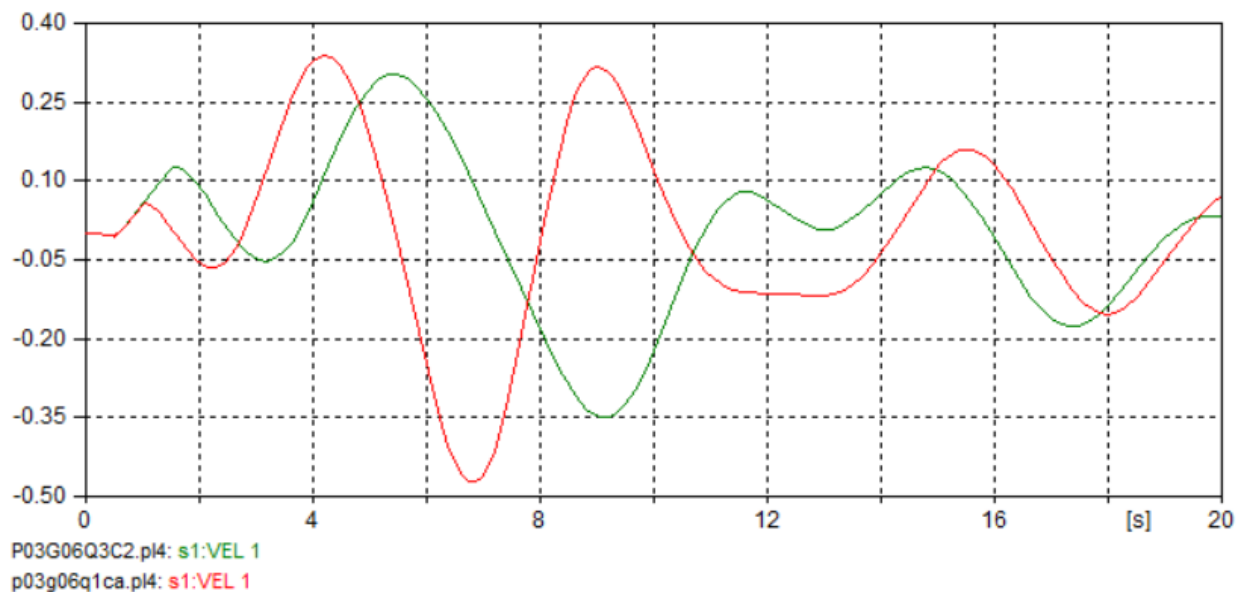
Συγκριτικά Διαγράμματα για ερώτημα 1 και ερώτημα 3ii

Η διαφορά των δύο ερωτημάτων έγκειται στο χρόνο βραχυκύκλωσης (**0.5s για ερώτημα 1 και 1s για ερώτημα 3i**) και στη ροπή αδράνειας της G2 (**$0.0224 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$ για ερώτημα 1 και $0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$ για ερώτημα 3ii**).

Ενδεικτικά συγκρίνουμε τα παρακάτω διαγράμματα για τις δύο γεννήτριες:

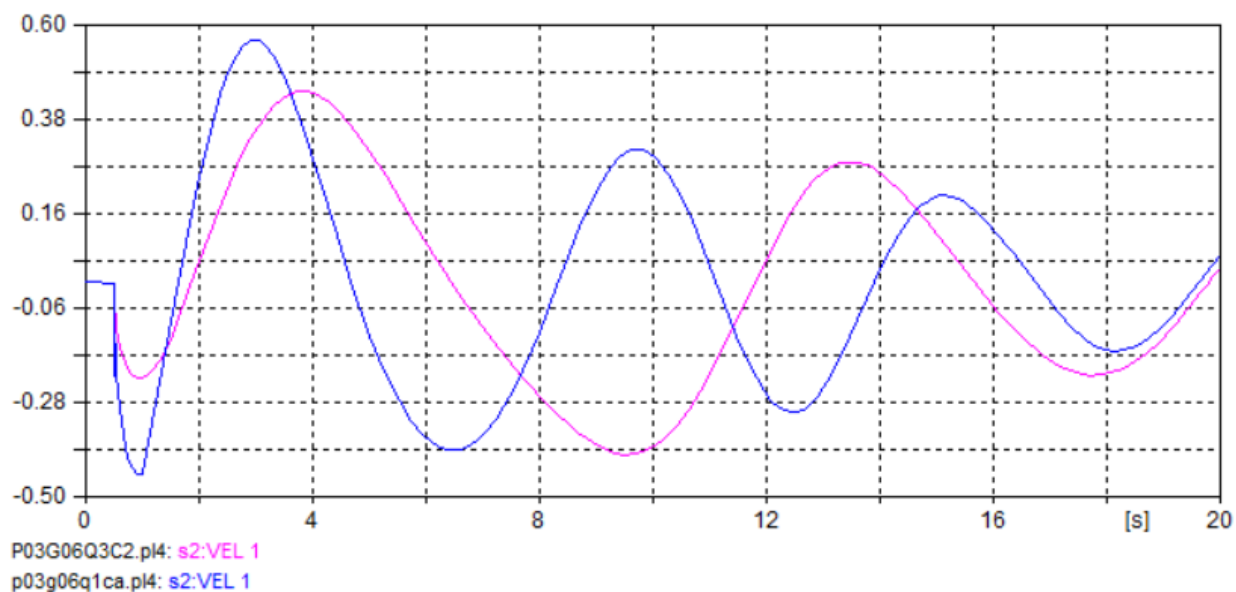
➤ Διαγράμματα γωνιακής ταχύτητας

–Γεννήτρια G1 (Με πράσινο χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s και ροπή της $G2 J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.8: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας της G1 για ερωτήματα 1 και 3ii

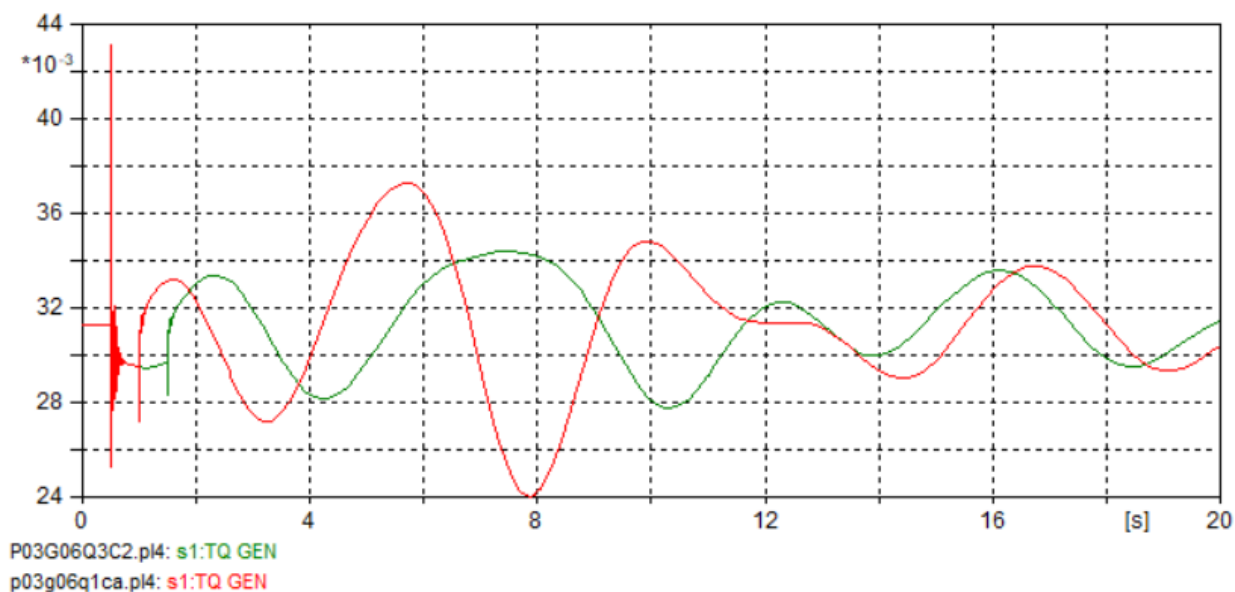
–Γεννήτρια G2 (Με μωβ χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s και ροπή της $G2 J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.9: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας της G2 για ερωτήματα 1 και 3ii

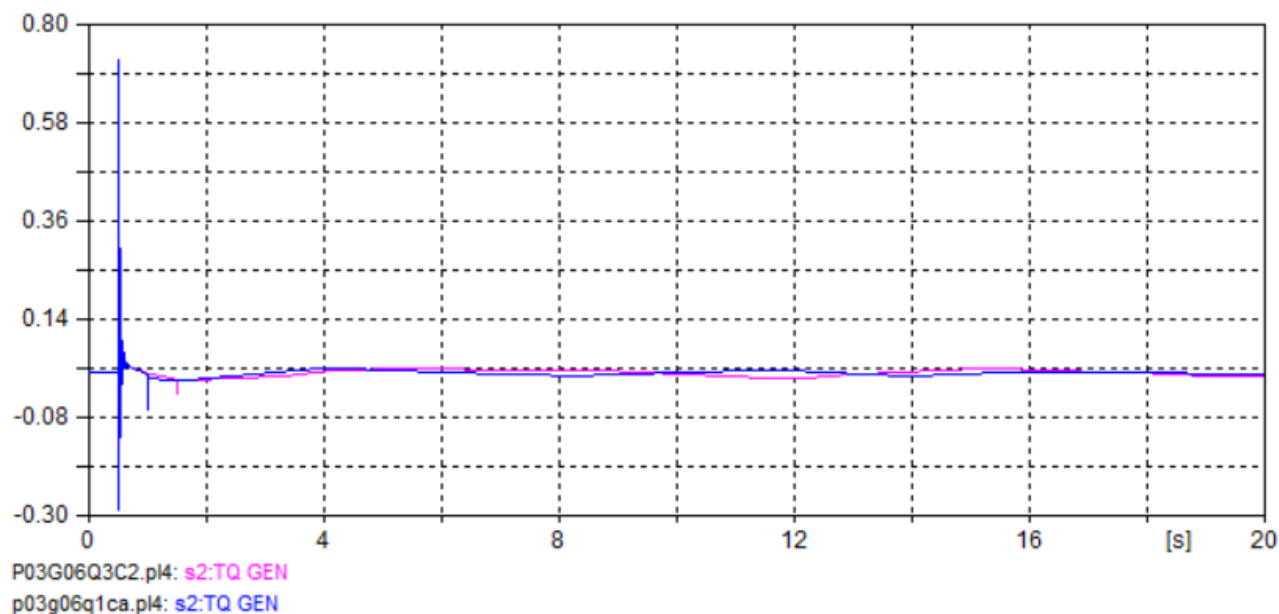
➤ Διαγράμματα ηλεκτρομαγνητικής ροπής

–Γεννήτρια G1 (Με πράσινο χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s και ροπή της $G2 J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.10: Συγκριτικό διάγραμμα ροπής της G1 για ερωτήματα 1 και 3ii

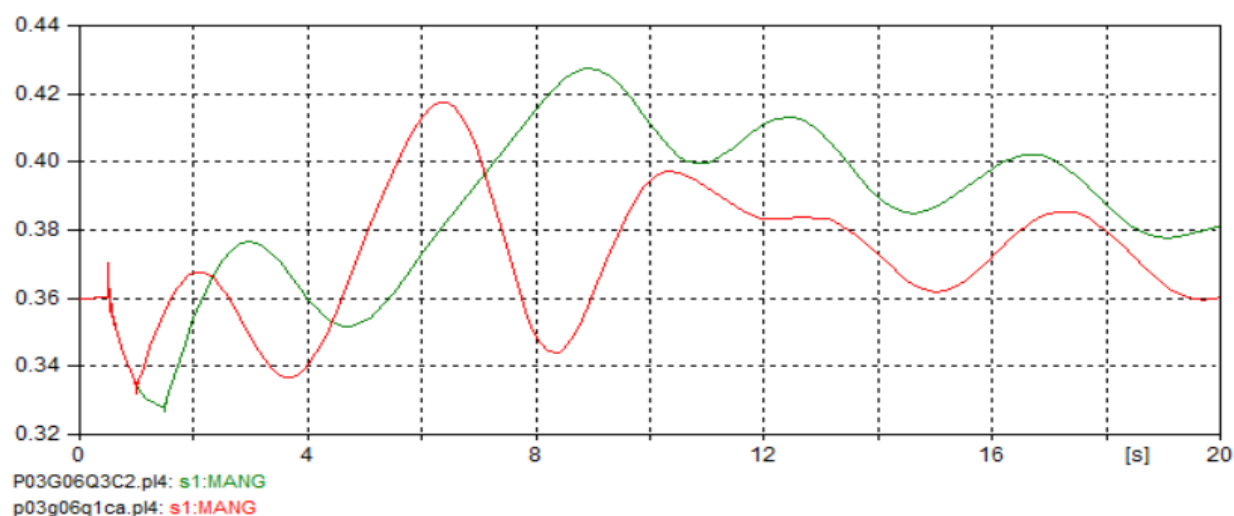
–Γεννήτρια G2 (Με μωβ χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s και ροπή της $G2 J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.11: Συγκριτικό διάγραμμα ροπής της G2 για ερωτήματα 1 και 3ii

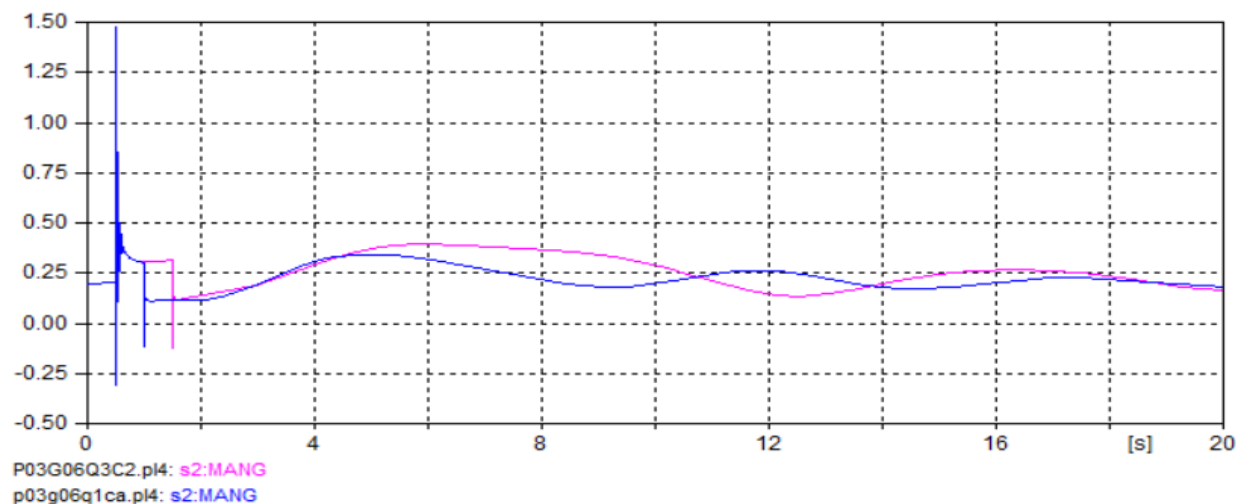
➤ Διαγράμματα γωνίας φόρτισης

–Γεννήτρια G1 (Με πράσινο χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s και ροπή της G2 $J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.12: Συγκριτικό διάγραμμα γωνίας φόρτισης της G1 για ερωτήματα 1 και 3ii

–Γεννήτρια G2 (Με μωβ χρώμα η μεγαλύτερη διάρκεια βραχυκυκλώματος = 1s και ροπή της G2 $J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.13: Συγκριτικό διάγραμμα γωνίας φόρτισης της G2 για ερωτήματα 1 και 3ii

Τελικά Συμπεράσματα Συγκρίσεων

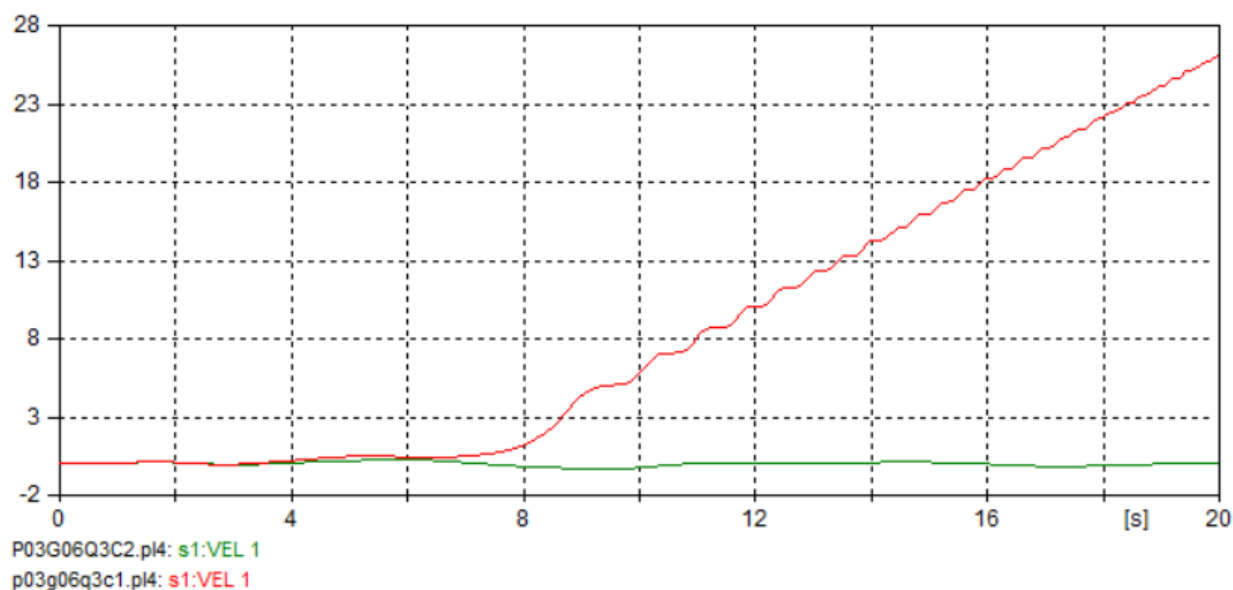
Τελικά παρατηρούμε πως τα διαγράμματα παρουσιάζουν μεγάλη ομοιότητα. Συγκεκριμένα, με αύξηση της ροπής αδράνειας της G2, στα άκρα της οποία γίνεται και το βραχυκύκλωμα, δεν προκύπτει ο αποσυγχρονισμός κάποιας γεννήτριας παρόλο την αυξημένη διάρκεια του βραχυκυκλώματος.

Συγκριτικά Διαγράμματα για ερώτημα 3i και ερώτημα 3ii

Η διαφορά των δύο ερωτημάτων έγκειται στη ροπή αδράνειας της G2 ($0.0224 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$ για ερώτημα 3i και $0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$ για ερώτημα 3ii). Ο χρόνος βραχυκύκλωσης είναι 1s. Ενδεικτικά συγκρίνουμε τα παρακάτω διαγράμματα για τις δύο γεννήτριες:

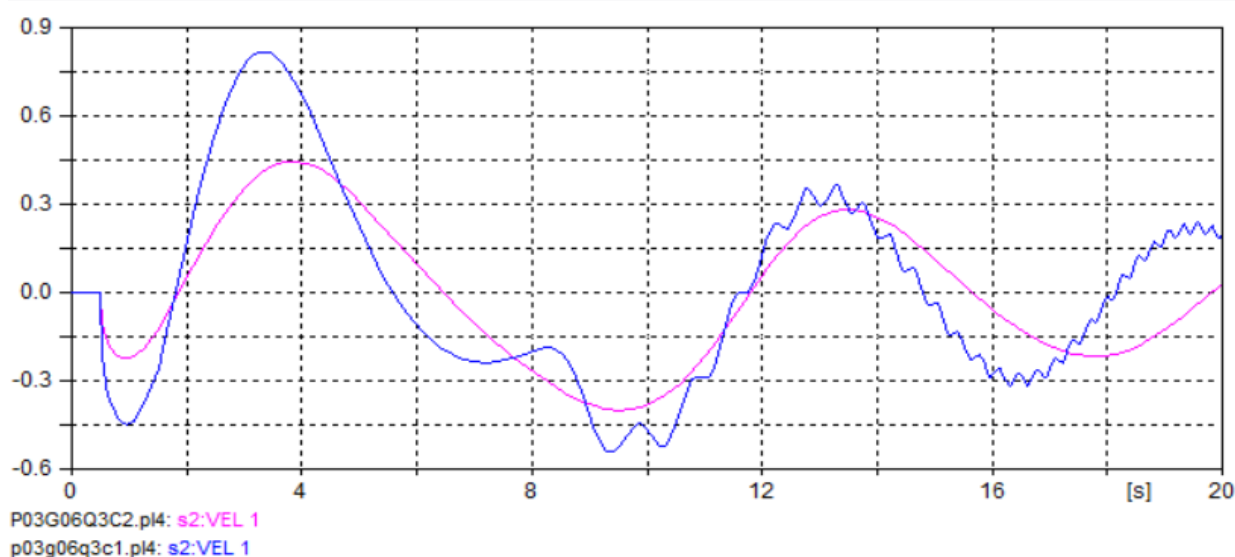
➤ Διαγράμματα γωνιακής ταχύτητας

–Γεννήτρια G1 (Με πράσινο χρώμα η αυξημένη ροπή της G2 $J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.14: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας της G1 για ερωτήματα 3ii και 3i

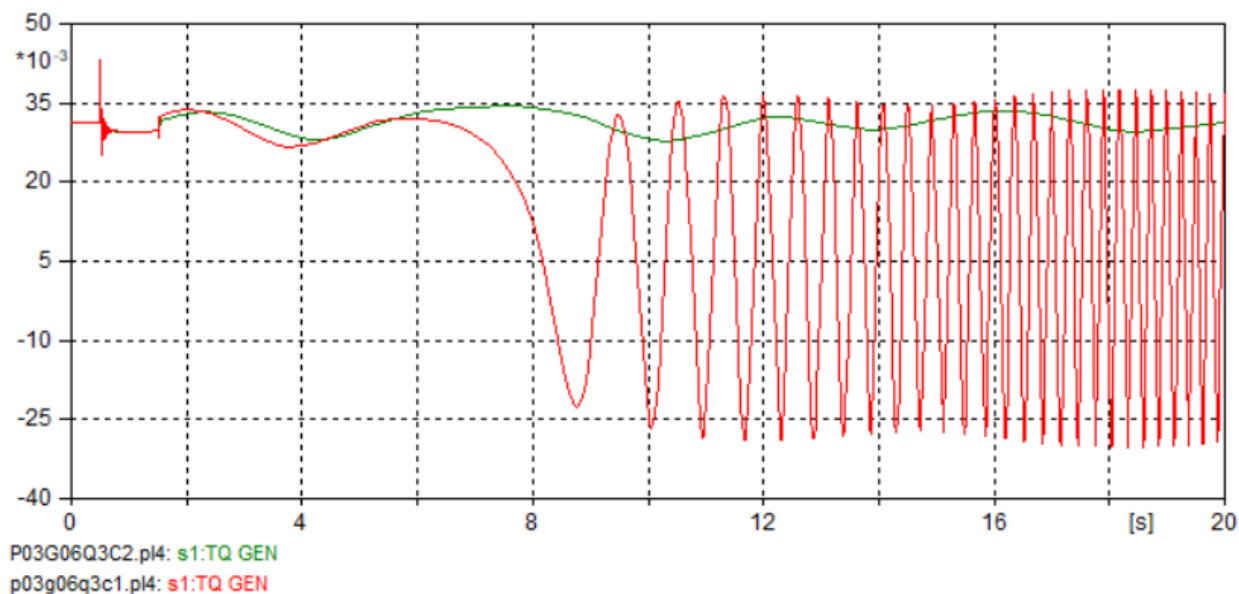
–Γεννήτρια G2 (Με μωβ χρώμα η αυξημένη ροπή της G2 $J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.15: Συγκριτικό διάγραμμα γωνιακής ταχύτητας της G2 για ερωτήματα 3ii και 3i

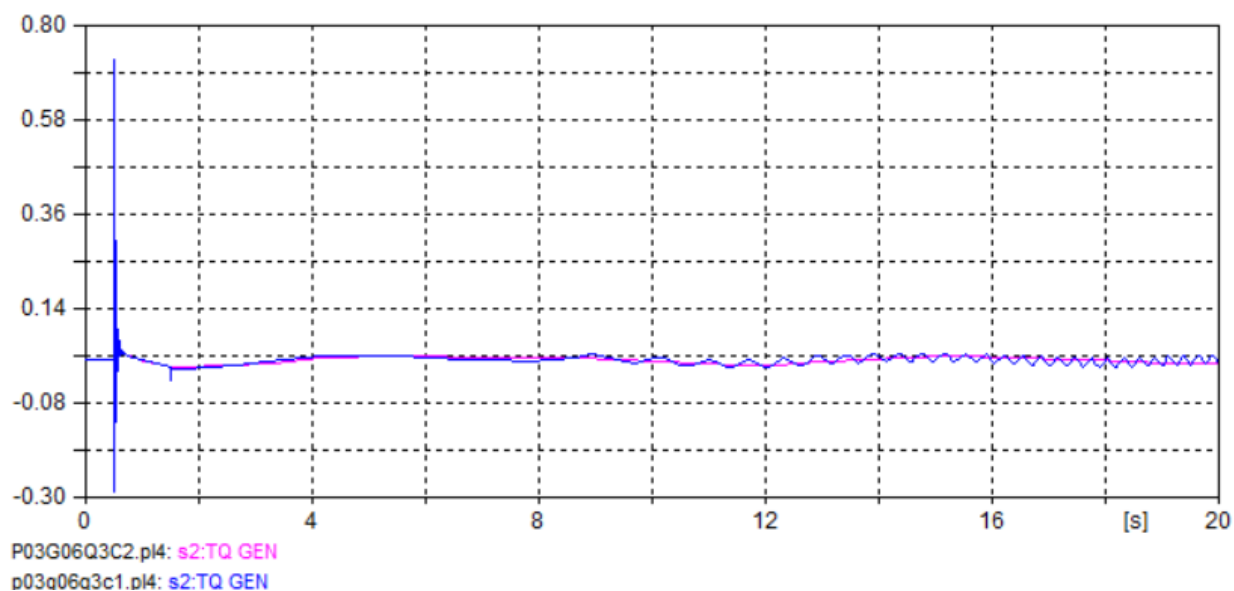
➤ Διαγράμματα ηλεκτρομαγνητικής ροπής

–Γεννήτρια G1 (Με πράσινο χρώμα η η αυξημένη ροπή της G2 $J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.16: Συγκριτικό διάγραμμα ροπής της G1 για ερωτήματα 3ii και 3i

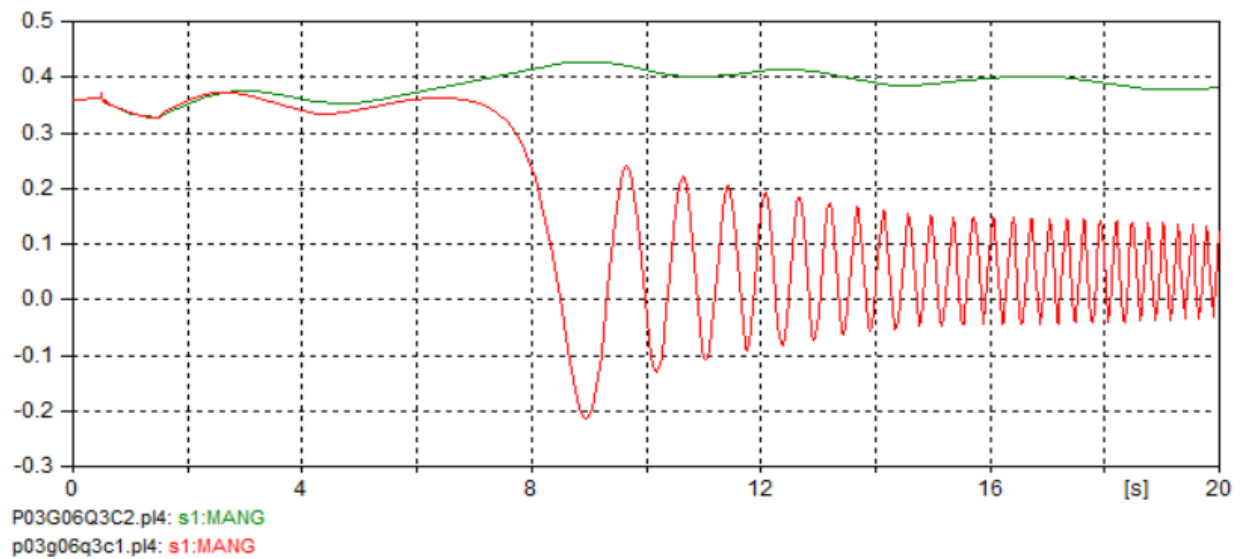
–Γεννήτρια G2 (Με μωβ χρώμα η η αυξημένη ροπή της G2 $J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.17: Συγκριτικό διάγραμμα ροπής της G2 για ερωτήματα 3ii και 3i

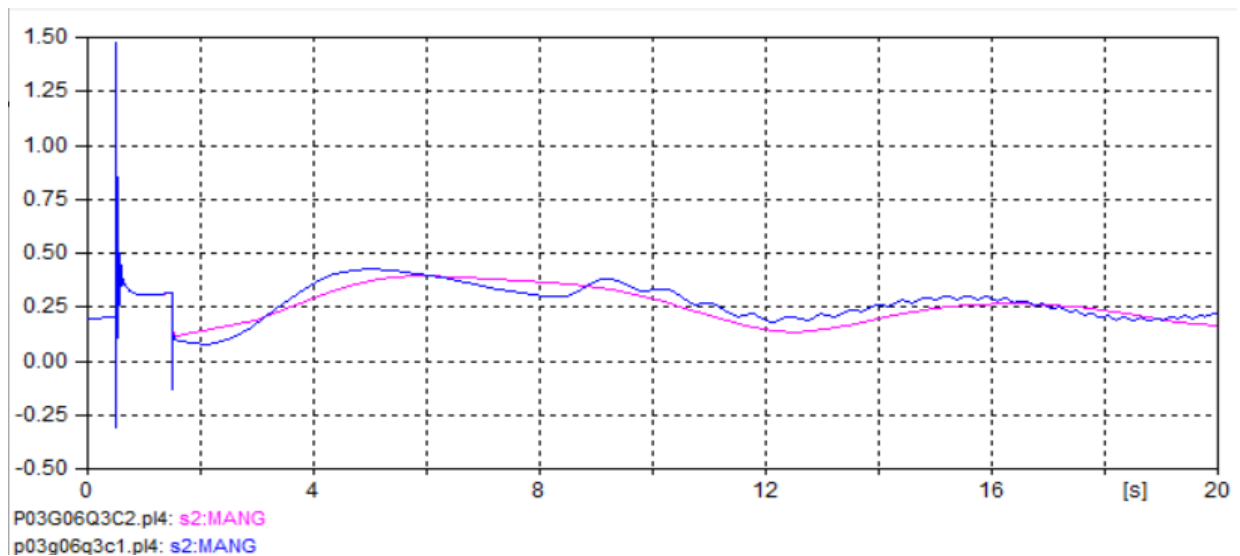
➤ Διαγράμματα γωνίας φόρτισης

–Γεννήτρια G1 (Με πράσινο χρώμα η αυξημένη ροπή της G2 $J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.18: Συγκριτικό διάγραμμα γωνίας φόρτισης της G1 για ερωτήματα 3ii και 3i

–Γεννήτρια G2 (Με μωβ χρώμα η αυξημένη ροπή της G2 $J_{G2} = 0.0448 \cdot 10^6 \text{ kgr} \cdot \text{m}^2$)



Εικόνα 3ii.19: Συγκριτικό διάγραμμα γωνίας φόρτισης της G2 για ερωτήματα 3ii και 3i

Τελικά Συμπεράσματα Συγκρίσεων

Όπως ήταν αναμενόμενο, παρατηρούμε πως στο ερώτημα 3ii που έχουμε αυξημένη ροπή αδράνειας της G2 (πράσινο και μωβ διάγραμμα) και οι δύο στροβιλογεννήτριες G1 και G2 διατηρούν το συγχρονισμό τους, σε αντίθεση με το ερώτημα 3i (κόκκινο και μπλε διάγραμμα), όπου η G1 αποσυγχρονίζεται.