

Σ.Ν.Δ.

ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΑΝΕΥ ΨΗΚΤΡΩΝ (BRUSHLESS GENERATOR)

Ν. ΔΟΚΙΜΟΣ :

Μέλη Ομάδας :
:
:
:

ΕΤΟΣ/ΤΜΗΜΑ :
Τετράμηνο /Εκπ. Έτος :
Ημερομηνία πειράματος :
Θέση εργασίας :

Σ.Ν.Δ.

ΕΛΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ
ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΑΝΕΥ ΨΗΚΤΡΩΝ
(BRUSHLESS GENERATOR)**

Στην προετοιμασία του πειράματος αυτού συμμετείχαν οι:

Η.ΓΡΑΒΑΛΟΥ
Ι.Κ.ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
Σ. ΠΕΡΡΟΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ι.Κ. Χατζηλάου
« Ηλεκτρικές Μηχανές», ΣΝΔ 1998
2. Ι.Κ. Χατζηλάου, Σ.Πέρρος
«Μετατροπείς Ενέργειας και ΣΑΕ Ηλ. Συστημάτων με Ηλεκτρονικά Ισχύος»,
ΣΝΔ Εργασία α/α 3/99, 3^η Έκδοση, Φεβρουάριος 2003

Έκδοση 2004

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΑΝΕΥ ΨΗΚΤΡΩΝ (BRUSHLESS GENERATOR)

I. ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι η μελέτη της brushless (άνευ ψηκτρών) τριφασικής γεννήτριας

II. ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Γεννήτριες εναλλασσομένου ρεύματος /Σύγχρονες γεννήτριες
- Ανορθωτικές διατάξεις

III. ΟΡΓΑΝΑ / ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ

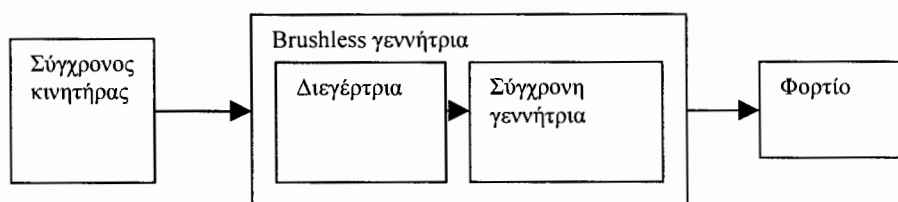
- Παλμογράφος HAMEG
- Καταγραφικό HAMEG
- Αμπεροτσιμπίδες CHAUVIN ARNOUX
- Στροφόμετρο HIOKI 3404
- Εργαστηριακή Τράπεζα Labvolt με τροφοδοτικό EMS 8829, σύγχρονος κινητήρας 8249, brushless γεννήτρια 8243-05, βαττόμετρο 8441, DC βολτ/αμπερόμετρο 8419, AC βολτόμετρο 8429.
- Πολύμετρο Metrix MX24B

IV. ΠΕΙΡΑΜΑ

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Η γεννήτρια του πειράματος είναι μια σύγχρονη τριφασική γεννήτρια, τετραπολική, σε σύνδεση αστέρα. Η διαφορά από την σύγχρονη γεννήτρια που μελετήθηκε σε προηγούμενο πείραμα είναι η ενσωμάτωση της διεγέρτριας στην ίδια μηχανή. Η διεγέρτρια είναι μια γεννήτρια εναλλασσομένης τριφασικής τάσης με τύλιγμα πεδίου στο στάτη και τύλιγμα τυμπάνου στο δρομέα. Η παραγόμενη από τη διεγέρτρια τριφασική τάση ανορθώνεται μέσω μιας τριφασικής γέφυρας έξι διόδων (Σχ.3) που βρίσκεται πάνω στο δρομέα της μηχανής και στρέφεται μαζί του. Η ανορθωμένη τάση τροφοδοτεί το τύλιγμα διέγερσης της σύγχρονης γεννήτριας.

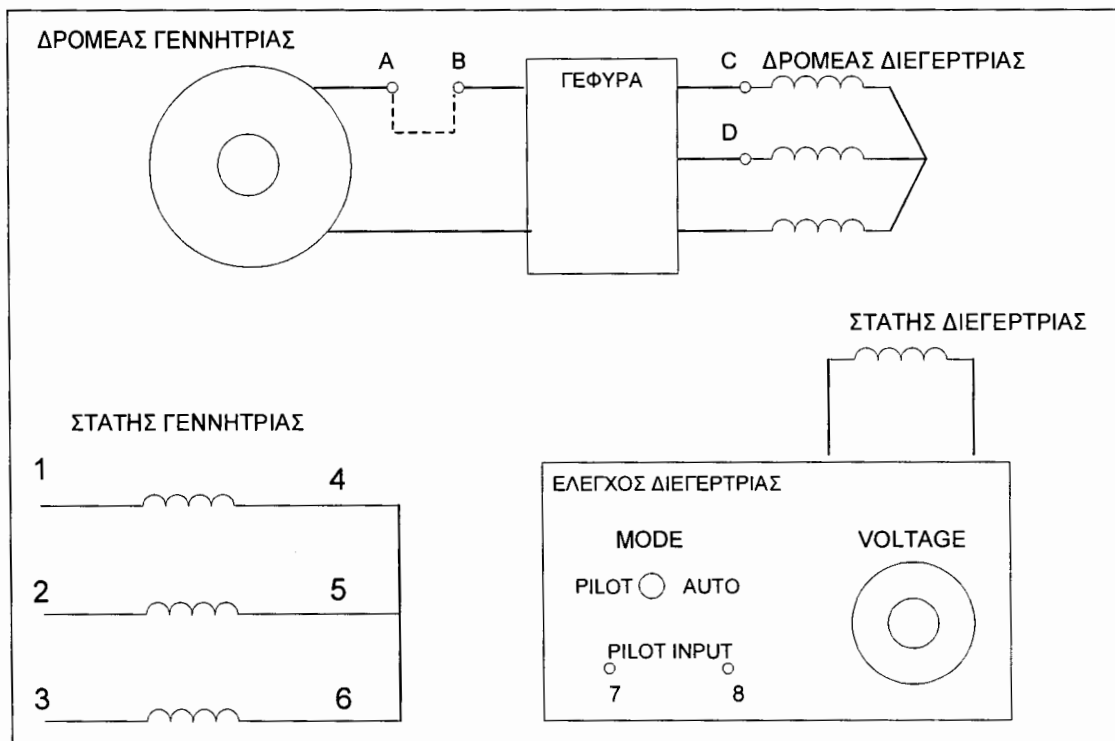
Η γεννήτρια στρέφεται από έναν σύγχρονο κινητήρα με ταχύτητα 1500 rpm.



Σχήμα 1

Στο Σχήμα 1, φαίνεται η βασική συνδεσμολογία του πειράματος. Στην έξοδο της γεννήτριας συνδέουμε τριφασικά ωμικά, επαγωγικά ή/και χωρητικά φορτία μέσω βαττομέτρου.

Στο Σχήμα 2, δίνεται η διάταξη της γεννήτριας. Ο δρομέας της γεννήτριας (τύλιγμα πεδίου) τροφοδοτείται με συνεχές ρεύμα διέγερσης που προέρχεται από την ανορθωτική γέφυρα. Το ρεύμα αυτό μπορούμε να το μετρήσουμε συνδέοντας αμπερόμετρο στους ακροδέκτες A-B. Στους ακροδέκτες C-D μετράμε την εναλλασσομένη (πολική) τάση που επάγεται στο δρομέα της διεγέρτριας.



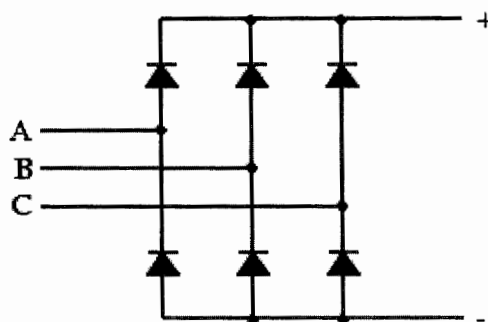
Σχήμα 2

Το πεδίο της διεγέρτριας ελέγχεται με έναν από τους ακόλουθους δύο τρόπους:

α. Εφαρμόζοντας μια εξωτερική συνεχή τάση 0-220 V από το τροφοδοτικό (PILOT INPUT 7-8) (Όταν ο επιλογέας λειτουργίας MODE βρίσκεται στη θέση PILOT)

β. Από την ίδια την παραγόμενη τάση της διεγέρτριας (αυτοδιέγερση) μέσω του ροοστάτη VOLTAGE (Όταν ο επιλογέας λειτουργίας MODE βρίσκεται στη θέση AUTO)

Η τάση εξόδου της σύγχρονης γεννήτριας ελέγχεται μεταβάλλοντας το ρεύμα διέγερσής της. Αυτό επιτυγχάνεται μεταβάλλοντας το πεδίο της διεγέρτριας.



Σχήμα 3 : Η τριφασική ανορθωτική γέφυρα

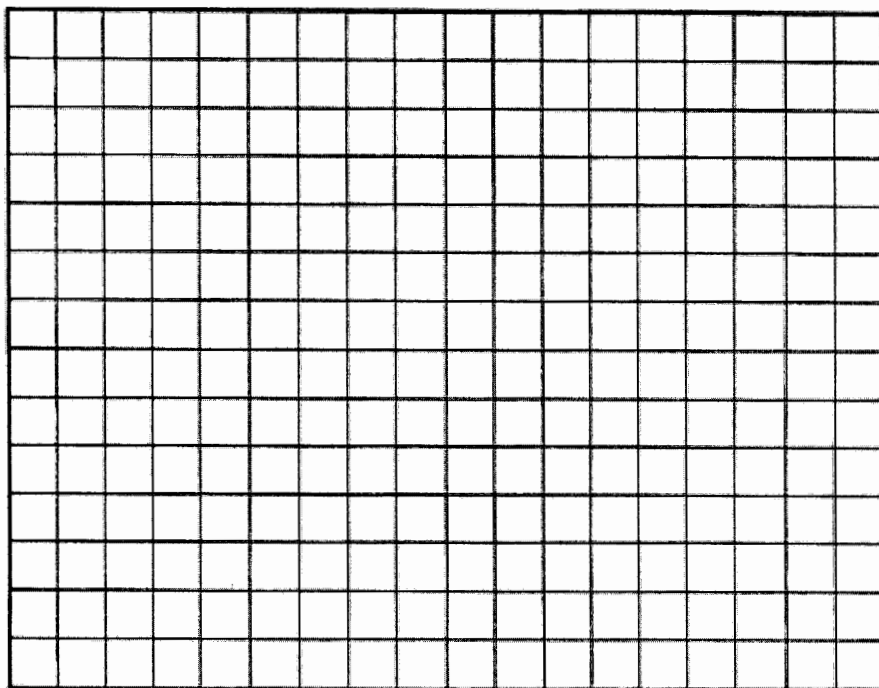
2. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΜΕΡΟΣ Α- ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΤΡΙΑΣ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ

Με τους ακροδέκτες Α-Β ανοιχτούς, εφαρμόστε τάση στο πεδίο της διεγέρτριας από 0 έως 220 V_{dc} (στους ακροδέκτες 7-8, MODE PILOT) και μετρήστε το ρεύμα διέγερσης της διεγέρτριας και την επαγόμενη τάση στους ακροδέκτες C-D.

PILOT INPUT V ₇₋₈ (V) _{dc}	PILOT INPUT I ₇₋₈ (mA) _{dc}	V _{C-D} (V) _{ac}
20		
40		
60		
80		
100		
120		
140		
160		
180		
200		
220		

Σχεδιάστε τη στατική χαρακτηριστική της διεγέρτριας (V_{C-D} συναρτήσει του ρεύματος I₇₋₈).



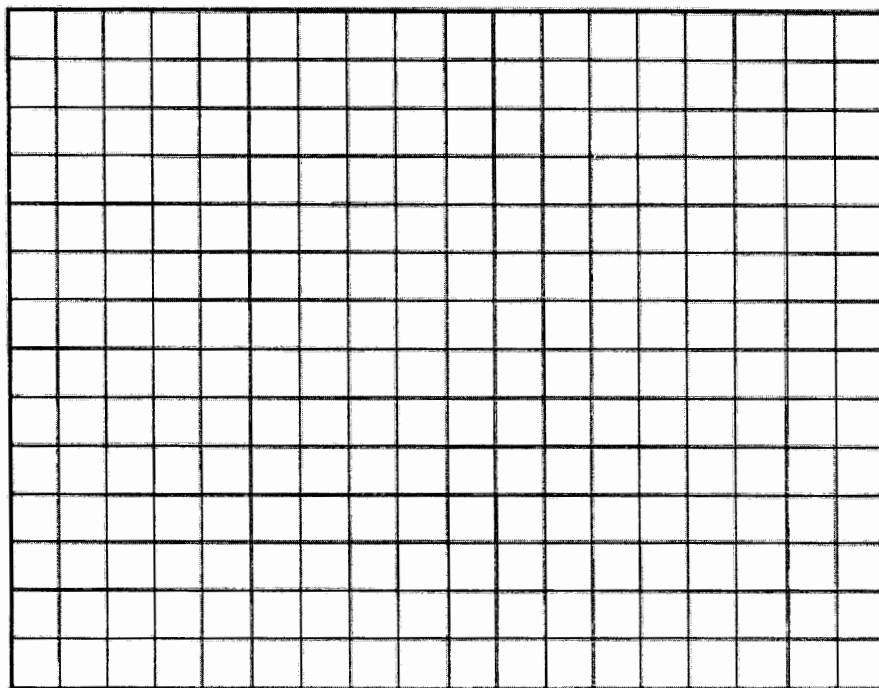
Παρατηρήστε και καταγράψτε τη μορφή της V_{C-D} στον παλμογράφο.

ΜΕΡΟΣ Β- Η ΔΙΕΓΕΡΤΡΙΑ ΜΕ ΦΟΡΤΙΟ / Η ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ

Συνδέστε τα Α-Β μέσω αμπερομέτρου. Για τις ίδιες με το Μέρος Α τιμές της PILOT INPUT μετρήστε την V_{C-D} , το ρεύμα διέγερσης της γεννήτριας I_{A-B} , και την πολική τάση της γεννήτριας V_{1-2} .

PILOT INPUT V_{7-8} (V)	PILOT INPUT I_{7-8} (mA)	V_{C-D} (V)	I_{A-B} (mA)	V_{1-2} (V)
20				
40				
60				
80				
100				
120				
140				
160				
180				
200				
220				

Σχεδιάστε τη στατική χαρακτηριστική της γεννήτριας V_{1-2} συναρτήσει του I_{A-B}



Για $V_{7-8}=220V_{dc}$, παρατηρήστε και καταγράψτε στον παλμογράφο την τάση V_{C-D} , το ρεύμα διέγερσης I_{A-B} της γεννήτριας, και την πολική τάση της γεννήτριας V_{1-2} .

Σχολιάστε τη μορφή της V_{C-D} _____

Σχολιάστε τη μορφή του I_{A-B} _____

Μετρείστε τη συχνότητα της τάσης V_{1-2} .

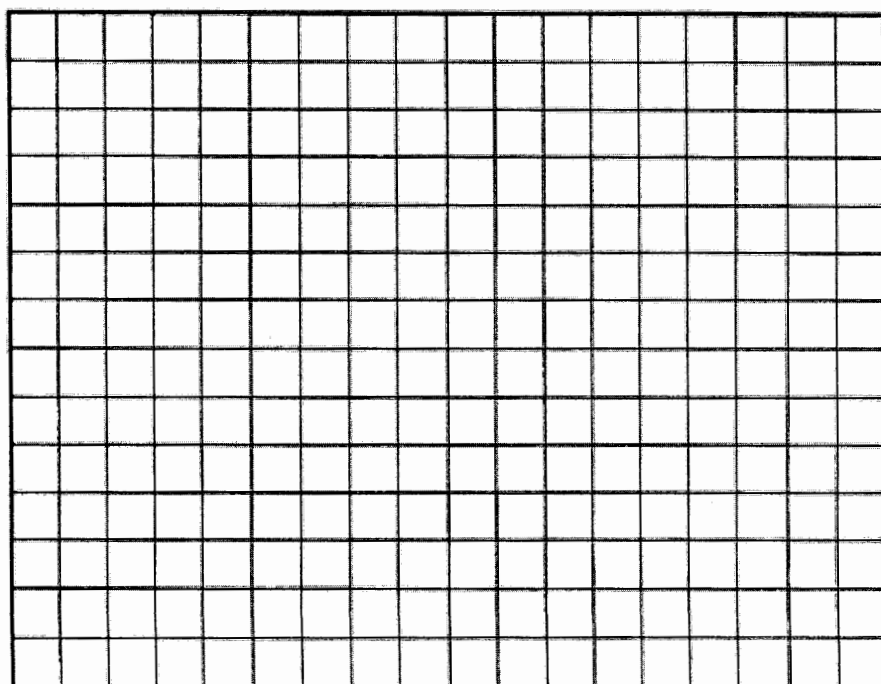
ΜΕΡΟΣ Γ- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΜΕ ΦΟΡΤΙΟ

Συνδέστε διάφορα φορτία μέσω του βαττομέτρου στη γεννήτρια. Για σταθερό ρεύμα διέγερσης, μετρήστε την τάση της γεννήτριας, το ρεύμα φορτίου και την ισχύ του φορτίου.

$I_{A-B} = \dots\dots\dots$

	ΦΟΡΤΙΟ (ανά φάση)	I (A)	V ₁₋₂ (V)	W1	W2	P (W)	cosφ
1	4400 Ω						1
2	2200 Ω						1
3	1467 Ω (4400//2200)						1
4	1100 Ω						1
5	733 Ω (2200//1100)						1
6	4400 Ω σε σειρά με 14 H						
7	2200 Ω σε σειρά με 7 H						
8	1467 Ω σε σειρά με 4.7 H (14//7)						
9	1100 Ω σε σειρά με 3.5 H						
10	4400 Ω σε σειρά με 0.72 μF						
11	2200 Ω σε σειρά με 1.45 μF						
12	1467 Ω σε σειρά με 2.17μF (0.72//1.45)						
13	1100 Ω σε σειρά με 2.89μF						

Σχεδιάστε τη χαρακτηριστική φορτίου (διάγραμμα τάσης – ρεύματος φορτίου). Να σχεδιαστούν τρεις καμπύλες για ωμικό (φορτία 1 έως 5), επαγωγικό (φορτία 6 έως 9) και χωρητικό (φορτία 10 έως 13) φορτίο, με σταθερό cosφ σε κάθε περίπτωση.



Παρατηρήστε στον παλμογράφο την τάση και το ρεύμα στο φορτίο για τα τρία είδη φορτίων.

Για τα ωμικά φορτία 1 έως 5, γυρίστε τον έλεγχο της διεγέρτριας στη θέση AUTO. Μεταβάλλετε τον επιλογέα VOLTAGE ώστε η τάση εξόδου της γεννήτριας να παραμένει σταθερή $V_{1-2} = 380 \text{ V}$ για τις μεταβολές του φορτίου, και καταγράψτε το ρεύμα διέγερσης I_{A-B} .

Φορτίο	$I_{A-B} \text{ (mA)}$
4400 Ω	
2200 Ω	
1467 Ω (4400//2200)	
1100 Ω	
733 Ω (2200//1100)	

V. ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΝΩΣΕΩΝ

- Ποια είναι η συχνότητα της παραγόμενης τάσης; Από τι εξαρτάται και πώς μπορούμε να τη μεταβάλλουμε; _____

- Πώς μεταβάλλεται η τάση εξόδου της γεννήτριας με την αύξηση του φορτίου; _____

- Πώς μπορούμε να διατηρήσουμε την τάση της γεννήτριας σταθερή, με τις μεταβολές του φορτίου; _____

VI. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ- ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΥ)

ΜΕΡΟΣ Α - ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΤΡΙΑΣ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ

Με τους ακροδέκτες Α-Β ανοιχτούς, εφαρμόστε τάση στο πεδίο της διεγέρτριας από 0 έως 220 V_{dc} και μετρήστε την επαγόμενη τάση στους ακροδέκτες C-D.

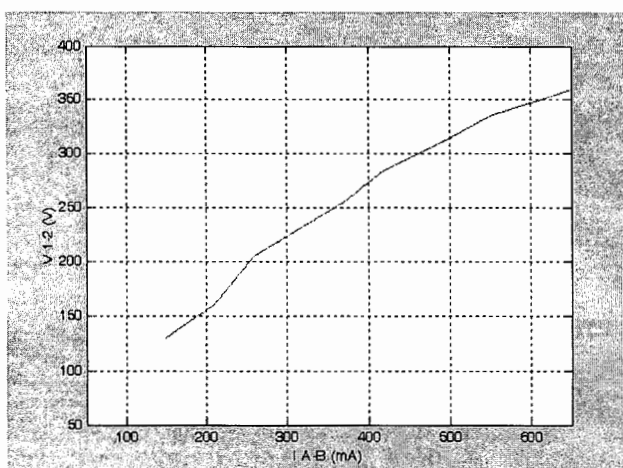
PILOT INPUT V ₇₋₈ (V)	PILOT INPUT I ₇₋₈ (mA)	V _{C-D} (V)
20	15	5
40	30	8.5
60	55	12
80	60	16
100	75	20
140	105	27.5
160	120	31
180	135	35
200	150	39
220	170	42.5

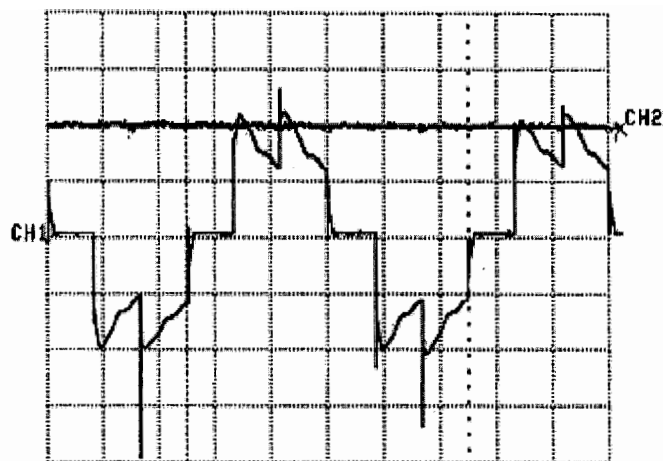
Σχεδιάστε τη στατική χαρακτηριστική της διεγέρτριας (V_{C-D} συναρτήσει του ρεύματος I₇₋₈). Παρατηρήστε και καταγράψτε τη μορφή της V_{C-D} στον παλμογράφο.

ΜΕΡΟΣ Β- Η ΔΙΕΓΕΡΤΡΙΑ ΜΕ ΦΟΡΤΙΟ / Η ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ

Συνδέστε τα Α-Β μέσω αμπερομέτρου . Για τις ίδιες με το Μέρος Α τιμές της PILOT INPUT μετρήστε την V_{C-D}, το ρεύμα διέγερσης της γεννήτριας I_{A-B}, και την πολική τάση της γεννήτριας.

PILOT INPUT V ₇₋₈ (V)	PILOT INPUT I ₇₋₈ (mA)	V _{CD} (V)	I _{AB} (mA)	V ₁₋₂ (V)
20	15	4		50
40	30	6		90
60	55	8	150	130
80	60	10.5	210	160
100	75	13	260	205
140	105	17.5	370	255
160	120	20	420	285
180	135	22	490	310
200	150	25	550	335
220	170	27	650	360





SIGNALPARAMETER:

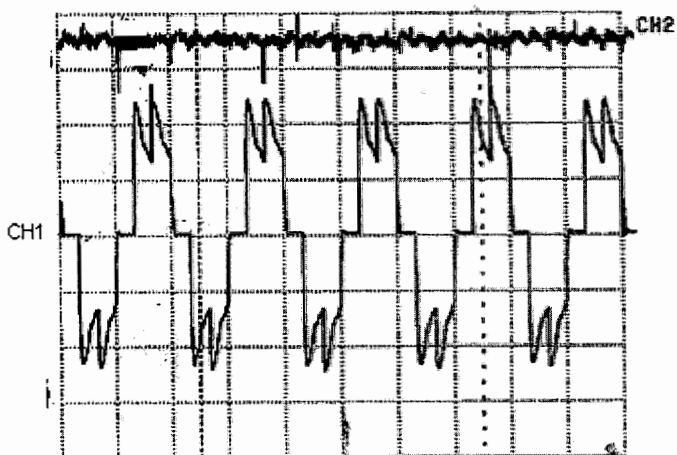
CH1 - VOLTS/DIV: = 2V
 CH2 - VOLTS/DIV: = 50mV
 TIMEBASE-SEC/DIV: = 2ms
 TRIGGERLEVEL CH1: AUTO
 PRETRIGGER: 8%
 DELTA CURSOR: 10.000ms
 ADD CH1,CH2: OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1: 0-9
 ZOOMRANGE - CH2: 0-9
 HARDCOPY SOURCE: HM 408

REMARKS:

Χωρίς φορτίο
 CH1 x10 $V_{CD}=26V$
 CH2 Ρεύμα διέγερσης από γέφυρα I_{AB} (100 mV/A)



SIGNALPARAMETER:

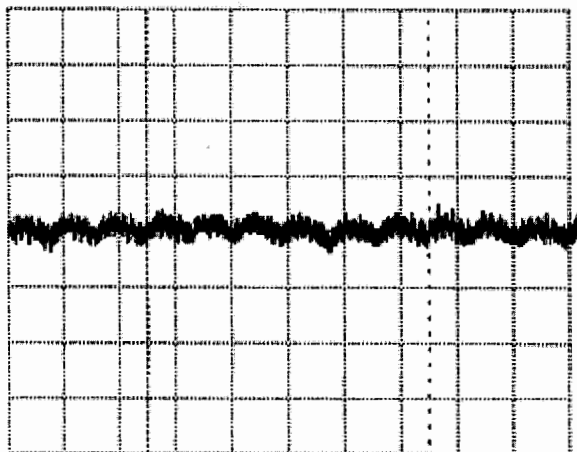
CH1 - VOLTS/DIV: = 0.2V
 CH2 - VOLTS/DIV: = 20mV
 TIMEBASE-SEC/DIV: = 5ms
 TRIGGERLEVEL CH1: AUTO
 PRETRIGGER: 8%
 DELTA CURSOR: 25.00ns
 ADD CH1,CH2: OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH1: 0-9
 ZOOMRANGE - CH2: 0-9
 HARDCOPY SOURCE: HM 408

REMARKS:

Χωρίς φορτίο
 CH1 x100 : V_{CD} (100 Hz)
 CH2: Ρεύμα διέγερσης I_{AB} (100mV/A)



SIGNALPARAMETER:

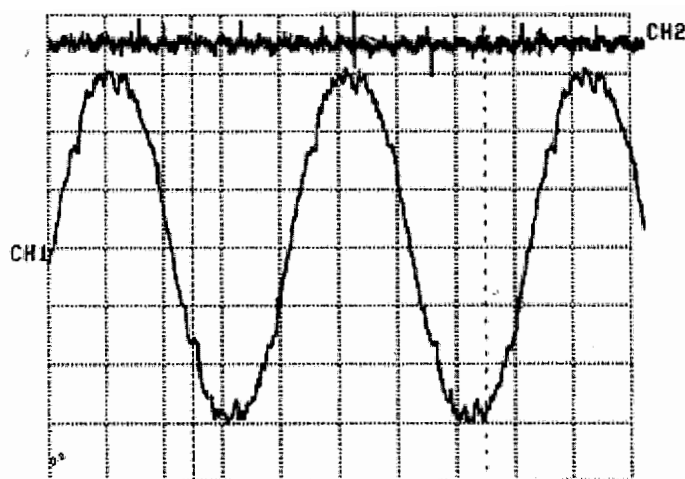
CH2 - VOLTS/DIV: = 10mV
 TIMEBASE-SEC/DIV: = 2ms
 TRIGGERLEVEL CH2: AUTO
 PRETRIGGER: 8%
 DELTA CURSOR: 10.000ms
 ADD CH1,CH2: OFF

PRINTERPARAMETER:

ZOOMRANGE - CH2: 0-9
 HARDCOPY SOURCE: HM 408

REMARKS:

Η κυμάτωση του ρεύματος
 διέγερσης από τη γέφυρα
 (100 mV/A)



SIGNALPARAMETER:
 CH1 - VOLTS/DIV:=1V
 CH2 - VOLTS/DIV:=20mV
 TIMEBASE-SEC/DIV:=5ms
 TRIGGERLEVEL CH1: AUTO
 PRETRIGGER:=0%
 DELTA CURSOR:=25.00ns
 ADD CH1,CH2:=OFF

PRINTERPARAMETER:
 ZOOMRANGE - CH1:0-9
 ZOOMRANGE - CH2:0-9
 HARDCOPY SOURCE: HM 408

REMARKS:

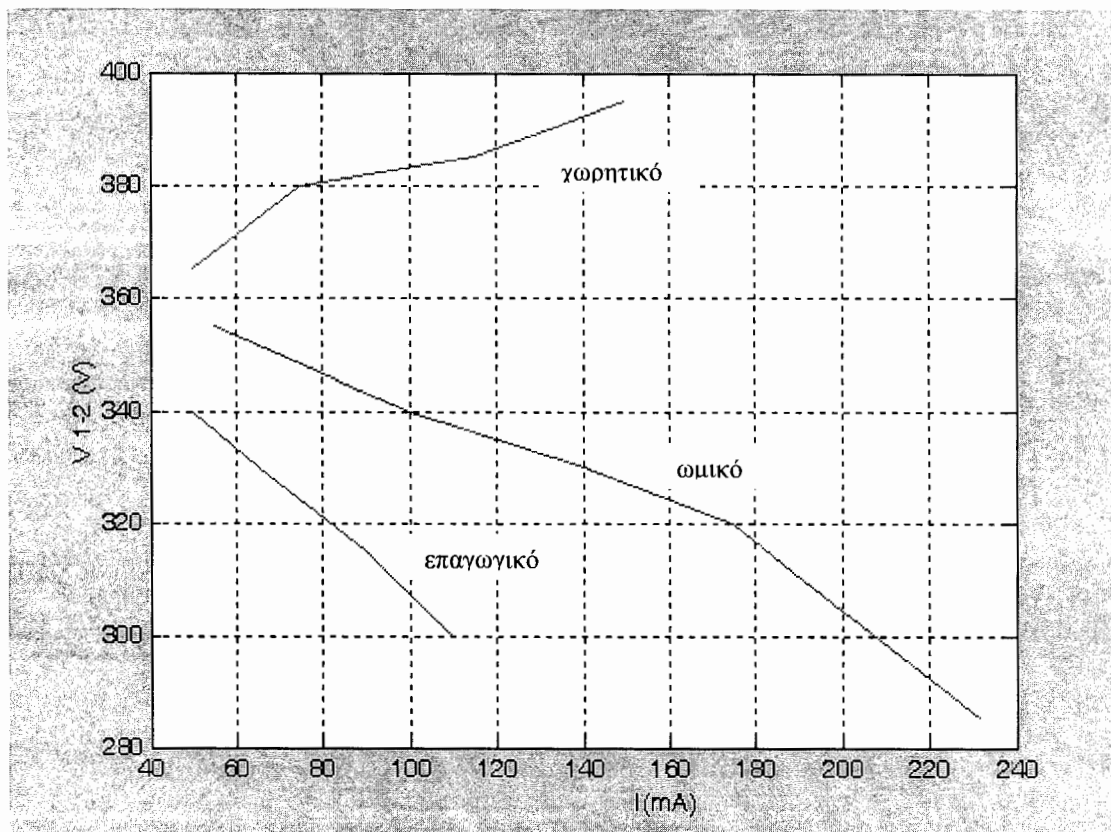
Χωρίς φορτίο
 CH1 : x100 Φασική τάση της γεννήτριας
 CH2: Ρεύμα διέγερσης (100mV/A)

ΜΕΡΟΣ Γ- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΜΕ ΦΟΡΤΙΟ

$V_{\text{pilot}}=220V_{\text{dc}}$, $I_{\text{pilot}}=165\text{mA}$, $I_{\text{A-B}}=..0.63\text{A}.....$

	ΦΟΡΤΙΟ (ανά φάση)	I (A)	V ₁₋₂ (V)	W1	W2	P (W)	cosφ
1	4400 Ω	0.055	355	30	15	45	1
2	2200 Ω	0.10	340	75	25	100	1
3	1467 Ω (4400//2200)	0.14	330	110	35	145	1
4	1100 Ω	0.175	320	137	42	179	1
5	733 Ω (2200//1100)	0.232	285	175	50	225	1
6	4400 Ω σε σειρά με 14 H	0.05	340	0	10	10	0.707
7	2200 Ω σε σειρά με 7 H	0.065	330	5	15	20	»
8	1467 Ω σε σειρά με 4.7 H (14//7)	0.09	315	10	25	35	»
9	1100 Ω σε σειρά με 3.5 H	0.11	300	15	25	40	»
10	4400 Ω σε σειρά με 0.72 μF	0.05	365	25	5	30	0.707
11	2200 Ω σε σειρά με 1.45 μF	0.075	380	70	5	75	»
12	1467 Ω σε σειρά με 2.17μF (0.72//1.45)	0.115	385	120	10	130	»
13	1100 Ω σε σειρά με 2.89μF	0.15	395	150	10	160	»

Σχεδιάστε τη χαρακτηριστική φορτίου (διάγραμμα τάσης – ρεύματος φορτίου). Να σχεδιαστούν τρεις καμπύλες για ωμικό (φορτία 1 έως 5), επαγωγικό (φορτία 6 έως 9) και χωρητικό (φορτία 10 έως 13) φορτίο, με σταθερό cosφ σε κάθε περίπτωση.



Για τα ωμικά φορτία 1 έως 5, γυρίστε τον έλεγχο της διεγέρτριας στη θέση AUTO. Μεταβάλλετε τον επιλογέα VOLTAGE ώστε η τάση εξόδου της γεννήτριας να παραμένει σταθερή $V_{1-2}=380\text{ V}$ για τις μεταβολές του φορτίου, και καταγράψτε το ρεύμα διέγερσης I_{A-B} .

Φορτίο	I_{A-B} (mA)
4400 Ω	75
2200 Ω	82
1467 Ω (4400//2200)	87
1100 Ω	92
733 Ω (2200//1100)	105