



ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ

Βιομηχανική Ηλεκτρονική 5ου εξαμήνου

Δεύτερη Εργαστηριακή Άσκηση

Γεώργιος Γκριμπογιάννης , 03120053

Μέρος Α (R=50Ω , L=0mH)						
Υπολογισμοί προεργασίας						
α	0°	36°	72°	90°	108°	144°
V _{so} (V)	70,00	68,28	58,30	49,50	38,75	15,44
I _{so} (V)	1,40	1,37	1,17	1,00	0,78	0,31
P _{so} (W)	98,00	93,23	68,00	49,00	30,03	4,77
S(VA)	98,00	95,59	81,61	69,30	54,25	21,61
λ	1,000	0,975	0,833	0,707	0,554	0,221
Εργαστηριακές μετρήσεις						
α	0°	36°	72°	90°	108°	144°
V _{so} (V)	67,40	66,10	57,10	47,90	37,30	15,26
I _{so} (V)	1,32	1,30	1,13	0,94	0,73	0,30
P _{so} (W)	90,86	87,38	65,21	45,89	27,83	4,66
S(VA)	92,40	91,00	78,75	65,80	51,10	21,00
λ	0,943	0,929	0,804	0,671	0,521	0,214

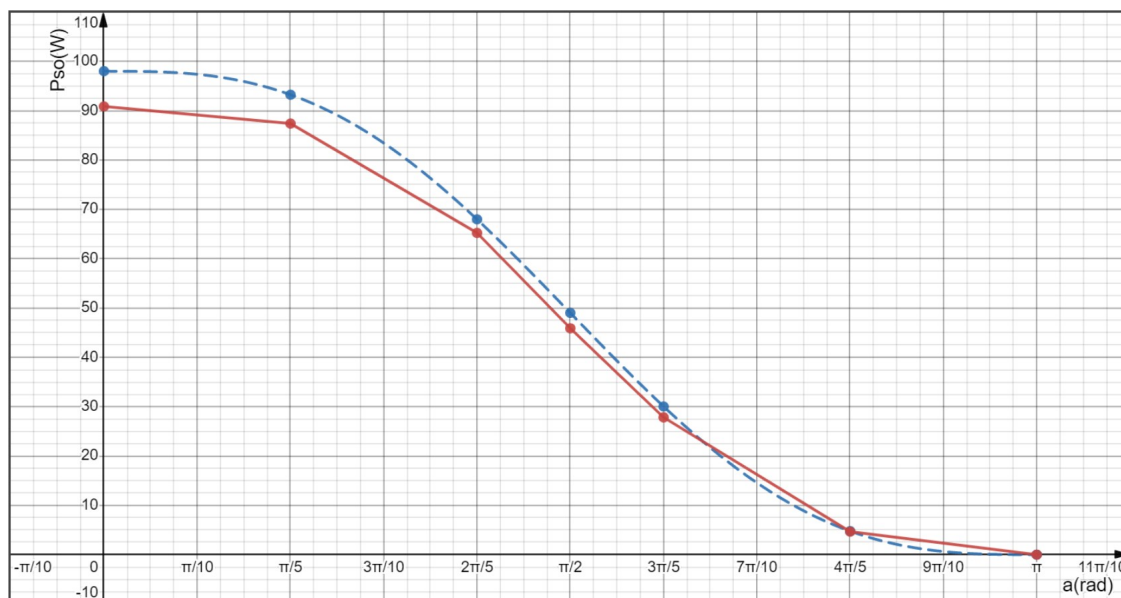
Μέρος Β (R=0Ω , L=150mH)			
Υπολογισμοί προεργασίας			
α	90°	108°	144°
V _{so} (V)	70,00	54,80	21,83
I _{so} (V)	2,10	1,45	0,40
Εργαστηριακές μετρήσεις			
α	90°	108°	144°
V _{so} (V)	70,6	53,2	23,7
I _{so} (A)	1,40	0,82	0,20
Î _{so} (A)	1,90	1,28	0,48

Στους παραπάνω πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα των θεωρητικών υπολογισμών και οι μετρήσεις που έγιναν στο εργαστήριο. Προφανώς δεν υπάρχει πλήρης αντιστοιχία μεταξύ θεωρίας και πράξης κυρίως διότι είναι εξαιρετικά δύσκολο να πετύχουμε ιδανικές συνθήκες στο εργαστήριο και κατά τις μετρήσεις γίνονται συστηματικά και τυχαία σφάλματα, όσο κι αν προσπαθούμε να τα αποφύγουμε. Πιο συγκεκριμένα, δεν είναι εγγυημένο ότι οι ημιτονοειδής τάση της πηγής είχε πάντοτε το επιθυμητό πλάτος ούτε ότι τα υπόλοιπα στοιχεία των κυκλωμάτων είναι όπως θεωρούμε. Για παράδειγμα τα θυρίστορ εμφανίζουν κάποια πτώση τάσης αγωγής που στη θεωρία αγνοείται και η ωμική αντίσταση και η αυτεπαγωγή που χρησιμοποιήθηκαν αποκλείεται να είχαν ακριβώς τις τιμές που χρησιμοποιήθηκαν στη θεωρητική ανάλυση. Επίσης, τα όργανα μέτρησης δεν είναι ιδανικά και κατά την ανάγνωση ή την καταγραφή μετρήσεων συμβαίνουν λάθη. Επομένως, οι τιμές στην πραγματικότητα δεν είναι ίδιες με τις θεωρητικά αναμενόμενες και αυτές που εμφανίζονται στα όργανα και καταγράφονται είναι ενδεχομένως λίγο διαφορετικές από τις πραγματικές. Έτσι εξηγείται συνοπτικά η παραπάνω αναντιστοιχία.

Η ενεργός τιμή της τάσης εξόδου για οποιαδήποτε γωνία έναυσης α είναι:

A) Στην περίπτωση του ωμικού φορτίου: $V_{so} = V_s \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \sin(2\alpha)}$

B) Στην περίπτωση του επαγωγικού φορτίου: $V_{so} = V_s \sqrt{2 - \frac{2\alpha}{\pi} + \frac{1}{\pi} \sin(2\alpha)}$



Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η ενεργός ισχύς συναρτήσει της γωνίας α για την περίπτωση του ωμικού φορτίου. Οι κόκκινες τελείες που ενώνονται με ευθύγραμμα τμήματα αντιστοιχούν σε τιμές μετρήσεων ενώ η μπλε διακεκομμένη καμπύλη είναι η συνάρτηση που υπολογίστηκε θεωρητικά:

$$P_{so} = \frac{V_s^2}{R} \left[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \sin(2\alpha) \right]$$

Για τον υπολογισμό της αέργου ισχύος στην περίπτωση του επαγωγικού φορτίου απαιτούνται τα πλάτη των αρμονικών συνιστωσών τάσης και ρεύματος, τα οποία υπολογίζονται θεωρητικά. Αφού η τάση είναι περιττή συνάρτηση του χρόνου και το ρεύμα άρτια γράφουμε:

$$v_{so}(t) = \sum_{n=1}^{+\infty} V_n \sin(n\omega t), \quad i_{so}(t) = \sum_{n=1}^{+\infty} I_n \cos(n\omega t)$$

Προκύπτει ότι:

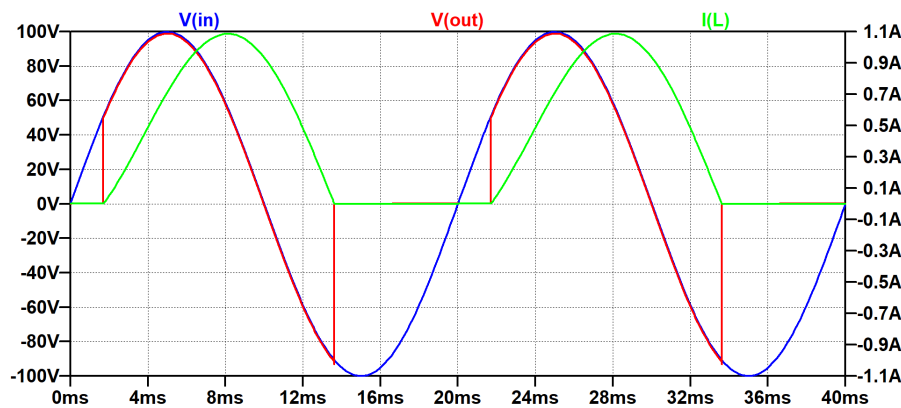
$$V_n = -2\pi f_s n L I_n, \quad V_1 = \frac{V_s \sqrt{2}}{\pi} [\sin(2\alpha) + 2\pi - 2\alpha], \quad V_n = \frac{V_s \sqrt{2}}{\pi} [(-1)^n - 1] \left[\frac{\sin[(n-1)\alpha]}{n-1} + \frac{\sin[(n+1)\alpha]}{n+1} \right], \quad n > 1$$

$$Q = \sum_{n=1}^{+\infty} |V_n| |I_n| \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{4\pi^2 f_s^2 L^2} \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{V_n^2}{n^2}$$

Επομένως, οι μετρήσεις μας αρκούν για τον παραπάνω υπολογισμό.

Για τη μεγιστοποίηση της 5ης αρμονικής συνιστώσας του ρεύματος βρέθηκε ότι απαιτείται έναυση στα 5,9ms, δηλαδή γωνία έναυσης 106.2° , ενώ για τον μηδενισμό της 7ης αρμονικής συνιστώσας βρέθηκε να απαιτείται έναυση στα 6,5ms, δηλαδή γωνία έναυσης 117° . Οι γωνίες αυτές μπορούν να υπολογιστούν και από τις παραπάνω σχέσεις που δίνουν το πλάτος των αρμονικών συνιστωσών του ρεύματος. Η 5η αρμονική συνιστώσα μεγιστοποιείται για $\alpha = 108^\circ$ και η 7η αρμονική συνιστώσα μηδενίζεται για $\alpha = 116.3^\circ$ και για $\alpha = 143^\circ$, το οποίο μας διέφυγε, διότι δεν ψάξαμε για παραπάνω από έναν μηδενισμούς.

Για ωμικό-επαγωγικό φορτίο με $R=50\Omega$, $L=300mH$ και γωνία έναυσης $\alpha = 30^\circ$:



Όταν το πρώτο θυρίστορ ξεκινήσει να άγει, στην έξοδο μεταφέρεται η είσοδος και το ρεύμα εμφανίζει κάποια μεταβατικά φαινόμενα μαζί με μια ημιτονειδή συνιστώσα:

$$i_{so}(t) = \frac{V_s \sqrt{2}}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \left[\sin(\phi - \alpha) \exp\left[-\frac{R}{L} \left(t - \frac{\alpha}{\omega}\right)\right] + \sin(\omega t - \phi) \right], \quad \phi = \arctan\left(\frac{\omega L}{R}\right)$$

Επειδή η γωνία έναυσης $\alpha = 30^\circ$ είναι μικρότερη από τη γωνία του φορτίου $\phi = 62.1^\circ$, ο παλμός έναυσης φτάνει στο δεύτερο θυρίστορ πριν μηδενιστεί το ρεύμα στο πρώτο, άρα εκείνη τη στιγμή το πρώτο δεν έχει σταματήσει να άγει, οπότε το δεύτερο είναι ανάστροφα πολωμένο, επομένως δεν ξεκινά να άγει ποτέ μέσα στην περίοδο. Αφού παρατηρούμε και μεταβατικά φαινόμενα, αλλά και το ρεύμα εξόδου δεν αλλάζει πολικότητα, στην έξοδο δεν εμφανίζονται αποκλειστικά εναλλασσόμενα μεγέθη.