

Ε.Κ.Φ.Ε. Ν. ΙΩΝΙΑΣ
Υπεύθυνος: Γ. Χαλκιάπουλος

Ν. Ιωνία, Σεπτέμβριος 2006

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ

Επιμέλεια σύνταξης: Δ. Ανεστόπουλος

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ

1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

- α) Κατανόηση της λειτουργίας του παλμογράφου, εξοικείωση με τη χρήση του.
- β) Καθορισμός είδους φορτίου της δέσμης της λυχνίας καθοδικών ακτίνων.
- γ) Σύγκριση σημάτων και μέτρηση διαφόρων χαρακτηριστικών τους με παλμογράφο και με πολύμετρο.
- δ) Σύγκριση συχνοτήτων με τη μέθοδο των εικόνων Lissajous.
- ε) Μελέτη διακροτημάτων.

2. ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΟΡΓΑΝΑ

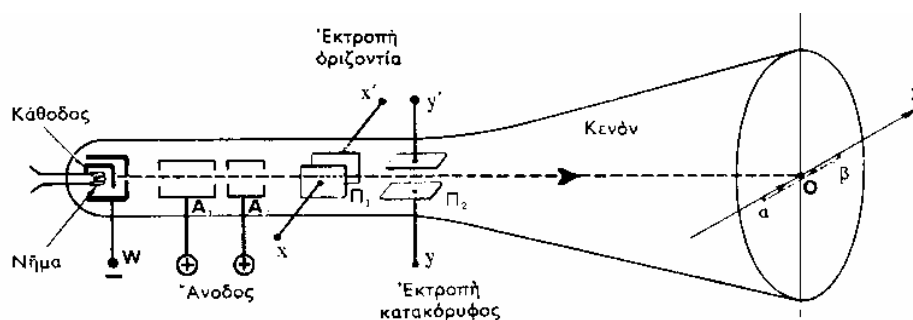
- 1) Παλμογράφος διπλής δέσμης
- 2) Γεννήτριες συχνοτήτων
- 3) Πολύμετρο
- 4) Πεταλοειδής μαγνήτης
- 5) Καλώδια

3. ΓΕΝΙΚΑ

Α. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΥ

Ο παλμογράφος αποτελείται βασικά από μία λυχνία καθοδικών ακτίνων (CRT, cathode ray tube) (βλ. παρακάτω σχήμα), μία γεννήτρια πριονωτής τάσης, καθώς και διάφορα άλλα ηλεκτρονικά κυκλώματα (ενισχυτές, τροφοδοτικό κλπ).

Η λυχνία καθοδικών ακτίνων είναι ένας αερόκενος γυάλινος σωλήνας, ο οποίος στο ένα άκρο του φέρει θερμαινόμενη κάθοδο όπου παράγονται τα ηλεκτρόνια της καθοδικής δέσμης



(θερμοηλεκτρικό φαινόμενο), ενώ το άλλο άκρο του καταλήγει σε μία φθορίζουσα οθόνη. Η κάθοδος περιβάλλεται από το οδηγό πλέγμα w το οποίο βρίσκεται σε αρνητικό δυναμικό ως προς την κάθοδο. Αυξομείωση του δυναμικού αυτού, έχει ως αποτέλεσμα αντίστοιχη μείωση ή αύξηση

του αριθμού των ηλεκτρονίων που διέρχονται από την άνοδο και επομένως μεταβολή της φωτεινότητας της φθορίζουσας οθόνης (κουμπί INTEN (intensity) στο αριστερό τμήμα του πίνακα χειρισμού του παλμογράφου).

Η άνοδος αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια κυλινδρικού σχήματος που φέρουν οπές στη βάση τους για να διέρχονται από αυτές τα ηλεκτρόνια της καθοδικής δέσμης και βρίσκονται σε θετικό δυναμικό ως προς την κάθοδο. Με μεταβολή του δυναμικού της ανόδου επιτυγχάνεται η εστίαση της δέσμης λόγω σχηματισμού ηλεκτροστατικού φακού μεταξύ των δύο αυτών ηλεκτροδίων (κουμπί FOCUS του παλμογράφου).

Μετά την άνοδο υπάρχουν τα πλακίδια οριζόντιας και κατακόρυφης απόκλισης τα οποία λειτουργούν ως πυκνωτές και προκαλούν την εκτροπή της δέσμης σε οριζόντια ή κατακόρυφη διεύθυνση αντίστοιχα. Στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης εφαρμόζεται η πριονωτή τάση (βλ. κατωτέρω), ενώ στα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης εφαρμόζεται το υπό μελέτην σήμα.

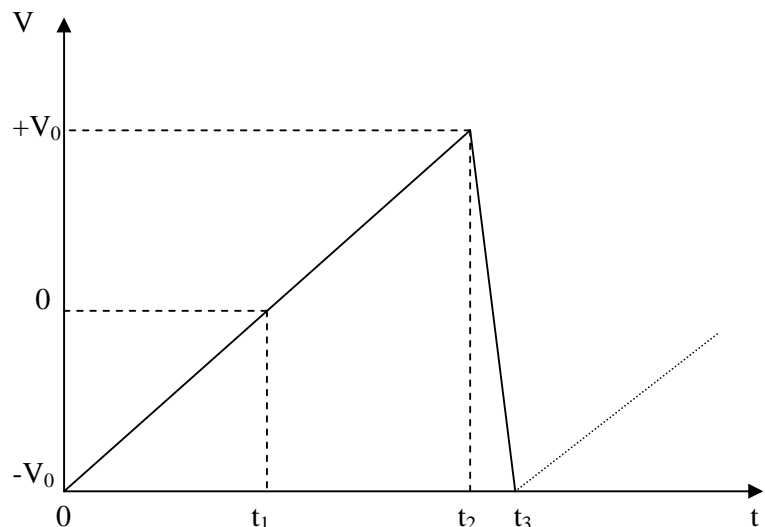
Οι παλμογράφοι του σχολικού εργαστηρίου είναι διπλής δέσμης, επομένως έχουν δύο εισόδους (κανάλια): CH1 και CH2. Επίσης διαθέτουν είσοδο για τη διαμόρφωση της έντασης της δέσμης κατά τον z άξονα (z axis input στην πίσω όψη της συσκευής, βλ. σχετικό εδάφιο κατωτέρω).

Διευκρίνιση: Παρακάτω, όπου γίνεται αναφορά στη χρήση παλμογράφου, στο μεν θεωρητικό μέρος εννοείται ο παλμογράφος GRS6032A (του καθηγητή), στα δε φύλλα εργασίας ο παλμογράφος YB43280 (του μαθητή).

B. ΣΑΡΩΣΗ

Αν ανοίξουμε τον παλμογράφο (πατώντας το κουμπί με την ένδειξη POWER πάνω δεξιά), στην οθόνη θα εμφανιστεί μία οριζόντια γραμμή για κάθε κανάλι που είναι ενεργοποιημένο (Η ενεργοποίηση γίνεται με τα κουμπιά CH1 και CH2). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης του παλμογράφου εφαρμόζεται η τάση σάρωσης.

Η τάση αυτή έχει τη μορφή του διπλανού σχήματος, ονομάζεται (λόγω της μορφής της) πριονωτή τάση και ο σκοπός της είναι να αναπτύξουμε χρονικά το



σήμα που εφαρμόζουμε στην είσοδο με την ένδειξη CH1 ή CH2, ώστε να βγάλουμε συμπεράσματα για τη μορφή του και τα άλλα χαρακτηριστικά του.

Όταν λοιπόν εισάγουμε το σήμα σε μία είσοδο του παλμογράφου, αυτό εφαρμόζεται στα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης και έτσι το ίχνος της καθοδικής δέσμης πάνω στην οθόνη του παλμογράφου εκτελεί σύνθετη κίνηση. Το σήμα μετακινεί το ίχνος κατακόρυφα ενώ η τάση σάρωσης το μετακινεί οριζόντια και γραμμικά ως προς το χρόνο μέχρι το άκρο της οθόνης και από εκεί την επαναφέρει απότομα στην αρχική θέση. Το αποτέλεσμα είναι να λάβουμε στην οθόνη του παλμογράφου τη μορφή της τάσης που εφαρμόσαμε στην είσοδο, δηλαδή την κυματομορφή $V=V(t)$.

Η γεννήτρια παραγωγής πριονωτής τάσεως που είναι ενσωματωμένη στον παλμογράφο θα πρέπει να παρέχει τάση εξόδου τέτοια ώστε:

α. Να αυξάνει γραμμικά προς τη μέγιστη τιμή για την οποία επιτυγχάνεται πλήρης οριζόντια απόκλιση της κηλίδας και

β. Η σάρωση να γίνεται κατά μία φορά – συνήθως από αριστερά προς τα δεξιά – και όχι και αντίθετα διότι κατά την επιστροφή της κηλίδας θα είχαμε πάλι σύνθεση των δύο τάσεων και εκ νέου εμφάνιση κυματομορφής στην οθόνη του παλμογράφου. Έτσι θα πρέπει το χρονικό διάστημα $t_3 - t_2$ του παραπάνω σχήματος να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο, ώστε η τάση σαρώσεως να μεταπίπτει από τη μέγιστη τιμή της στην αρχική σε αμελητέο χρόνο.

Γ. ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ

Αν η μελετώμενη τάση $V(t)$ και η τάση σαρώσεως ξεκινήσουν σε φάση, τότε η κηλίδα κατά την επιστροφή της θα συναντήσει την $V(t)$ στην ίδια φάση με τη φάση εκκινήσεως μόνο εάν η περίοδος της τάσης σαρώσεως ισούται με την περίοδο της $V(t)$ ή είναι ακέραιο πολλαπλάσιό της. Σε διαφορετική περίπτωση, η δεύτερη καμπύλη δεν θα συμπίπτει με την πρώτη, η τρίτη με τη δεύτερη κ.ο.κ, με αποτέλεσμα είτε η κυματομορφή να ολισθαίνει στην οθόνη του παλμογράφου, είτε να εμφανίζονται συγχρόνως πολλές όμοιες κυματομορφές μετατοπισμένες η μία ως προς την άλλη.

Για να αποφεύγουμε το παραπάνω πρόβλημα θα πρέπει να συγχρονίζουμε τη γεννήτρια πριονωτής τάσεως ή με εξωτερική συχνότητα (external triggering) είτε με την ίδια τη συχνότητα του υπό μελέτη σήματος (το κουμπί του παλμογράφου με την ένδειξη TRIG LEVEL πάνω δεξιά).

Για τη σταθεροποίηση σύνθετων κυματομορφών στην οθόνη του παλμογράφου (πχ διακροτήματα), χρησιμοποιούμε το κουμπί TRIG LEVEL σε συνδυασμό με το κουμπί HOLDOFF που βρίσκεται ακριβώς από κάτω. Με το κουμπί αυτό επιτυγχάνουμε καθυστέρηση έναρξης του επόμενου παλμού πέραν της διάρκειας σάρωσης: Στρέφοντας αριστερόστροφα αυξάνουμε την

καθυστέρηση. Συνήθως επιτυγχάνουμε σταθεροποίηση στρέφοντας το κουμπί κοντά στο αριστερό όριο.

Δ. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΔΕΣΜΗΣ

Αν στο οδηγό πλέγμα του καθοδικού σωλήνα του παλμογράφου εφαρμόσουμε μία εναλλασσόμενη τάση (είσοδος Z AXIS στο πίσω μέρος του παλμογράφου), τότε θα φτάνουν περισσότερα ή λιγότερα ηλεκτρόνια στην φθορίζουσα οθόνη, η ένταση της δέσμης θα μεταβάλλεται αναλόγως και η κηλίδα πάνω στην οθόνη θα είναι φωτεινότερη κατά τη θετική ημιπερίοδο, ενώ κατά την αρνητική ημιπερίοδο θα είναι σκοτεινότερη ή και θα εξαλείφεται.

Στην περίπτωση αυτή, αν δημιουργήσουμε στην οθόνη μία κυματομορφή, τότε αυτή θα αποτελείται από διαδοχικά σκοτεινά και φωτεινά τμήματα που θα αντιστοιχούν στην αρνητική και θετική ημιπερίοδο της τάσης που εφαρμόσαμε στο οδηγό πλέγμα. Το φαινόμενο θα είναι εντονότερο αν χρησιμοποιήσουμε ως τάση διαμόρφωσης έναν τετραγωνικό παλμό.

Η παραπάνω μέθοδος καλείται διαμόρφωση της εντάσεως ή διαμόρφωση κατά τον άξονα z και χρησιμοποιείται για τη σύγκριση συχνοτήτων.

Ε. ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΥ

Πριν από κάθε μέτρηση επιλέγουμε στην οθόνη του παλμογράφου μας τον συντελεστή ευαισθησίας για κάθε άξονα, χρησιμοποιώντας για μεν τον κατακόρυφο άξονα το κουμπί VOLTS/DIV (1mV έως 20V/υποδιαίρεση), για δε τον οριζόντιο άξονα το κουμπί TIME/DIV (0,2μs έως 100s/υποδιαίρεση). Αυτό γίνεται για κάθε κανάλι ξεχωριστά (CHANNEL 1, CHANNEL 2), εφόσον ο παλμογράφος είναι διπλής δέσμης. Εννοείται ότι κατά τη διάρκεια των μετρήσεων δεν πρέπει να επεμβαίνουμε στις επιλεγείσες ρυθμίσεις.

4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΔΟΥΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΗΣ ΔΕΣΜΗΣ

Ενεργοποιούμε το ένα κανάλι του παλμογράφου πατώντας πχ το κουμπί CH1 οπότε ανάβει και το αντίστοιχο πράσινο LED. Αυτομάτως ενεργοποιείται και η τάση σάρωσης, οπότε στην οθόνη εμφανίζεται μία οριζόντια γραμμή.

Πλησιάζουμε στην οθόνη έναν πεταλοειδή μαγνήτη σε τρόπο ώστε οι πόλοι του μαγνήτη να βρίσκονται κατά μήκος της φωτεινής γραμμής της οθόνης και το επίπεδο του μαγνήτη να είναι κάθετο στην οθόνη. Θα παρατηρήσουμε καμπύλωση της γραμμής προς τα πάνω ή προς τα κάτω.

Αν αντιστρέψουμε τη θέση των πόλων, η καμπύλωση θα παρατηρηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση. Εφαρμόζοντας τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, διαπιστώνουμε ότι το φορτίο των σωματιδίων της δέσμης είναι αρνητικό.

5. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

A. ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΑΣΕΩΣ

1. Ανοίγουμε τον παλμογράφο και επιλέγουμε μέτρηση συνεχούς τάσεως με το κουμπί AC/DC (κάτω αριστερά στην περιοχή κουμπιών VERTICAL του παλμογράφου), οπότε εμφανίζεται η ένδειξη = στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης.
2. Με το κουμπί POSITION του καναλιού I μετακινούμε τη φωτεινή γραμμή πάνω στον οριζόντιο άξονα της οθόνης.
3. Συνδέουμε στη μία είσοδο του παλμογράφου (π.χ. CH1) μία μπαταρία 1,5V ή 4,5V.
4. Επιλέγουμε τον κατάλληλο συντελεστή ευαισθησίας περιστρέφοντας το κουμπί VOLTS/DIV, σε τρόπο ώστε η φωτεινή γραμμή να εμφανίζεται στην οθόνη.
5. Η τάση στους πόλους της μπαταρίας βρίσκεται μετρώντας την απόκλιση της οριζόντιας γραμμής (προς τα πάνω ή προς τα κάτω) από την αρχική της θέση και πολλαπλασιάζοντας επί τον συντελεστή ευαισθησίας που αναγράφεται στο κάτω αριστερό τμήμα της οθόνης..

B. ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ

1. Επιλέγουμε μέτρηση εναλλασσόμενης τάσης με το κουμπί AC/DC, οπότε εμφανίζεται η ένδειξη ~ στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης.
2. Εισάγουμε στη μία είσοδο του παλμογράφου μια ημιτονοειδή εναλλασσόμενη τάση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε μία γεννήτρια συχνοτήτων.
3. Ρυθμίζουμε την ευαισθησία στον οριζόντιο και στον κατακόρυφο άξονα με τη βοήθεια των κουμπιών TIME/DIV (στο τμήμα HORIZONTAL των κουμπιών του παλμογράφου) και VOLTS/DIV αντίστοιχα. Οι ρυθμίσεις γίνονται σε τρόπο ώστε μία τουλάχιστον περίοδος της κυματομορφής να σχηματίζεται εντός των ορίων της οθόνης. Οι αντίστοιχοι συντελεστές ευαισθησίας εμφανίζονται στο κάτω μέρος της οθόνης.
4. Για να σταθεροποιήσουμε την κυματομορφή στην οθόνη, χρησιμοποιούμε τα κουμπιά του τομέα TRIGGER. Συγκεκριμένα:
 - α) το κουμπί ATO/NML πρέπει να είναι στη θέση ATO εκτός αν πρόκειται για πολύ χαμηλές συχνότητες κάτω από 25 Hz.
 - β) το κουμπί SOURCE πρέπει να ρυθμιστεί στην ένδειξη VERT (αναγράφεται κάτω δεξιά στην οθόνη), οπότε για τη σάρωση χρησιμοποιείται ο εσωτερικός σκανδαλισμός.
 - γ) τα κουμπιά TRGLEVE και HOLDOFF, αν χρειαστεί (η λειτουργία τους περιγράφεται ανωτέρω).
 - δ) το κουμπί COUPLING αν είναι απαραίτητο. Οι αντίστοιχες επιλογές εμφανίζονται κάτω δεξιά στην οθόνη (συνήθως χρησιμοποιούμε την επιλογή AC).

5. Μετρούμε στον κατακόρυφο άξονα τον αριθμό υποδιαιρέσεων από κορυφή σε κορυφή και πολλαπλασιάζουμε επί το συντελεστή ευαισθησίας του παλμογράφου (Volts/υποδ.). Έτσι προκύπτει η τιμή της τάσης από κορυφή σε κορυφή V_{pp} (peak to peak). Ο πολλαπλασιασμός της τάσης αυτής επί 0,5 δίνει το πλάτος της τάσης ($V_o = \frac{V_{pp}}{2}$), ενώ επί 0,3535 την ενεργό τιμή της

($V_{ev} = \frac{V_o}{\sqrt{2}} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}}$). Με ανάλογη εργασία υπολογίζουμε την περίοδο και τη συχνότητα.

Παρατηρήσεις για τη μεγαλύτερη ακρίβεια των μετρήσεων

Οι παραπάνω μετρήσεις γίνονται με πολύ μεγάλη ακρίβεια με χρήση των οδηγών (cursors). Οι οδηγοί είναι δύο παράλληλες ευθείες – οριζόντιες ή κατακόρυφες – των οποίων μπορούμε να μεταβάλλουμε τη θέση ή την απόστασή τους.

Η απόσταση των οριζόντιων οδηγών μετριέται σε μονάδες τάσης και των κατακόρυφων σε μονάδες χρόνου ή συχνότητας. Οι ενδείξεις αυτές εμφανίζονται στο πάνω αριστερό μέρος της οθόνης.

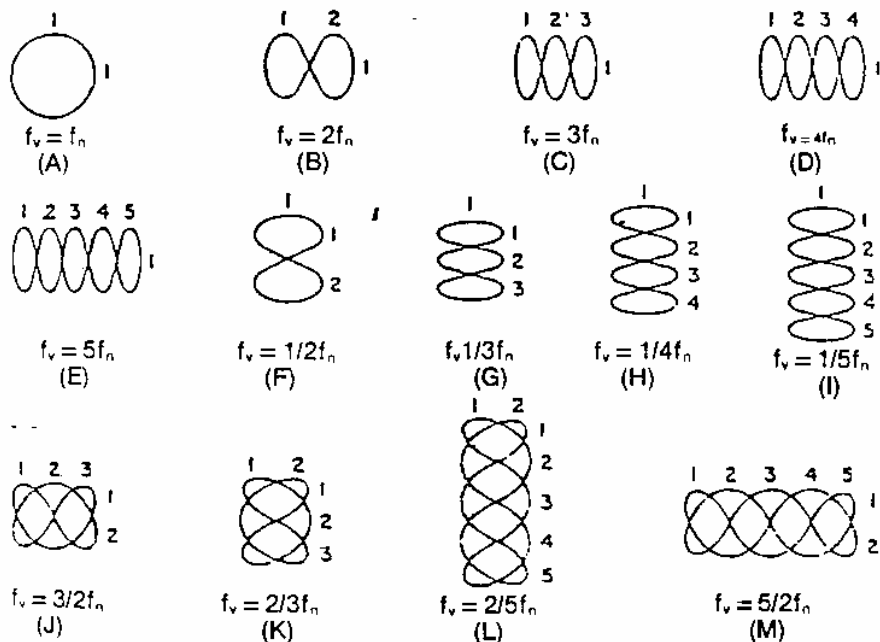
Για να χειριζόμαστε τους οδηγούς χρησιμοποιούμε τα κουμπιά $\Delta V-\Delta T$ 1/ ΔT -OFF και C1-C2 TRK του τομέα CURSORS σε συνδυασμό με το κουμπί VARIABLE.

Πατώντας το κουμπί $\Delta V-\Delta T$ 1/ ΔT -OFF μπορούμε να εμφανίσουμε στην οθόνη διαδοχικά: α. τους οριζόντιους οδηγούς για μέτρηση του ΔV β. τους κατακόρυφους οδηγούς για μέτρηση ΔT γ. τους κατακόρυφους οδηγούς για μέτρηση 1/ ΔT .

Πατώντας το κουμπί C1-C2 TRK επιλέγουμε σε κάθε περίπτωση έναν από τους δύο οδηγούς (C1 ή C2) ή και τους δύο. Περιστρέφοντας το κουμπί VARIABLE μετακινούμε κάθε φορά τον οδηγό ή τους οδηγούς που έχουμε επιλέξει. Πατώντας το κουμπί αυτό επιτυγχάνουμε ώστε η μετακίνηση να γίνεται γρήγορα ή αργά.

6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ LISSAJOUS

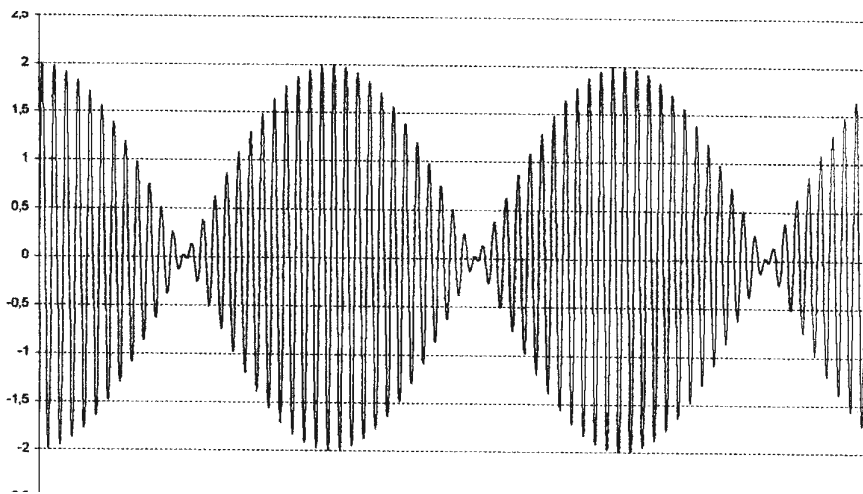
Εφαρμόζουμε τις δύο συχνότητες στα δύο κανάλια (CH1, CH2) του παλμογράφου χρησιμοποιώντας δύο γεννήτριες συχνοτήτων. Πατώντας το κουμπί x-y η μία συχνότητα εφαρμόζεται στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης και η άλλη στα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης. Έχουμε έτσι σύνθεση δύο ταλαντώσεων που εκτελούνται γύρω από το ίδιο σημείο ισορροπίας σε κάθετες διευθύνσεις.



Μεταβάλλοντας τη μία συχνότητα, μπορούμε να επιτύχουμε ακέραια αναλογία των δύο συχνοτήτων. Στην περίπτωση αυτή, εμφανίζονται στην οθόνη οι χαρακτηριστικές εικόνες Lissajous (βλ. παρακάτω σχήμα). Από την παρατήρηση των εικόνων αυτών προσδιορίζουμε την ακέραια αναλογία, επομένως και την άγνωστη συχνότητα. Στο παραπάνω σχήμα, η συχνότητα f_v εφαρμόζεται στα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης (άξονας y) ενώ η συχνότητα f_n εφαρμόζεται στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης (άξονας x).

7. ΔΙΑΚΡΟΤΗΜΑΤΑ

Εφαρμόζουμε δύο ημιτονικά σήματα με συχνότητες περίπου ίσες στις εισόδους του παλμογράφου CH1 και CH2, χρησιμοποιώντας δύο γεννήτριες συχνοτήτων. Εισάγουμε την ίδια βαθμολόγηση των αξόνων και στα δύο κανάλια και εξισώνουμε τα πλάτη των σημάτων με τη βοήθεια των κουμπιών AMPLITUDE των δύο γεννητριών. Στη συνέχεια πατάμε το πλήκτρο ADD (στο μέσον περίπου του πίνακα ελέγχου του παλμογράφου. Με τον τρόπο αυτόν επιτυγχάνουμε τη σύνθεση δύο ταλαντώσεων ίδιου πλάτους, παραπλήσιας συχνότητας και ίδιας διεύθυνσης, οπότε στην οθόνη του παλμογράφου εμφανίζεται ένα διακρότημα. Στρέφοντας ελαφρά την άντυγα της μιας γεννήτριας, επιτυγχάνουμε την αυξομείωση της τιμής της παράστασης $|f_1 - f_2|$ οπότε παρατηρούμε στην οθόνη του παλμογράφου αντίστοιχη αυξομείωση της περιόδου του διακροτήματος σύμφωνα με τη σχέση: $T_\delta = \frac{1}{|f_1 - f_2|}$



Παρατήρηση

Κατά τη σύγκριση συχνοτήτων με εικόνες Lissajous και κατά τις μετρήσεις σε διακροτήματα εξυπηρετεί πολύ η λειτουργία ψηφιακής αποθήκευσης του παλμογράφου GRS6032A.

Πατώντας το κουμπί STORAGE (ομάδα μπλε κουμπιών πάνω αριστερά) ο παλμογράφος αρχίζει να αποθηκεύει ψηφιακά με ορισμένο ρυθμό δειγματοληψίας διαδοχικά στιγμιότυπα της κυματομορφής, οπότε αναβοσβήνει η ένδειξη RUN πάνω από το κουμπί STOP.

Πατώντας το κουμπί STOP τη κατάλληλη στιγμή εμφανίζεται στην οθόνη το επιθυμητό στιγμιότυπο της κυματομορφής, πάνω στο οποίο μπορούμε να κάνουμε με άνεση τις μετρήσεις μας χρησιμοποιώντας και τους οδηγούς (cursors) με τον τρόπο που αναφέρθηκε ανωτέρω.

Αν πατήσουμε εκ νέου το κουμπί STORAGE ο παλμογράφος επανέρχεται σε λειτουργία πραγματικού χρόνου (real time).

Ε.Κ.Φ.Ε. Ν. ΙΩΝΙΑΣ
Υπεύθυνος: Γ. Χαλκιάπουλος

Ν. Ιωνία, Σεπτέμβριος 2006

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΥ

Επιμέλεια σύνταξης: Δ. Ανεστόπουλος

Α. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΥ

ΓΙΑ ΤΗ Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΑΣΚΗΣΗ 1^η: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΔΟΥΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΗΣ ΔΕΣΜΗΣ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Ενεργοποίησε το ένα κανάλι του παλμογράφου. Αυτομάτως ενεργοποιείται και η τάση σάρωσης, οπότε στην οθόνη εμφανίζεται μία οριζόντια γραμμή.

2. Πλησίασε στην οθόνη έναν πεταλοειδή μαγνήτη σε τρόπο ώστε οι πόλοι του μαγνήτη να βρίσκονται κατά μήκος της φωτεινής γραμμής της οθόνης και το επίπεδο του μαγνήτη να είναι κάθετο στην οθόνη. Τι παρατηρείς;

.....
.....

3. Αντίστρεψε τη θέση των πόλων. Ποια η διαφορά από πριν;

.....
.....

4. Πώς ερμηνεύεις τις προηγούμενες παρατηρήσεις σου;

.....
.....
.....

5. Ταυτοποίησε τους δύο πόλους του μαγνήτη (πώς θα το επιτύχεις;) και εφαρμόζοντας τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, προσδιόρισε το φορτίο των σωματιδίων της δέσμης.

Το φορτίο των σωματιδίων της δέσμης είναι

ΑΣΚΗΣΗ 2^η: ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Άνοιξε τον παλμογράφο και ενεργοποίησε το κανάλι I πατώντας το κουμπί CH1. Στην οθόνη του παλμογράφου θα εμφανισθεί μία οριζόντια γραμμή. Στρέφοντας το κουμπί POSITION, μετακίνησε τη γραμμή αυτή ώστε να συμπέσει με τον οριζόντιο άξονα.

2. Επίλεξε μέτρηση συνεχούς τάσεως πατώντας το κουμπί AC/DC (περιοχή κουμπιών VERTICAL). Εμφανίζεται στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης το σύμβολο = .

3. Σύνδεσε στη μία είσοδο του παλμογράφου (π.χ. CH1) μία μπαταρία 1,5V ή 4,5V χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα καλώδια. Θα παρατηρήσεις ότι η οριζόντια γραμμή μετατοπίζεται προς τα πάνω ή προς τα κάτω.

4. Στρέφοντας το κουμπί SEC/DIV, επέλεξε τον κατάλληλο συντελεστή ευαισθησίας στον κατακόρυφο άξονα σε τρόπο ώστε η οριζόντια γραμμή να εμφανίζεται στην οθόνη όσο το δυνατόν μακρύτερα από τον οριζόντιο άξονα (για μεγαλύτερη ακρίβεια της μέτρησης)

Η τάση στους πόλους της βρίσκεται μετρώντας την απόκλιση της οριζόντιας γραμμής από την αρχική της θέση και πολλαπλασιάζοντας επί το συντελεστή ευαισθησίας.

Ο συντελεστής ευαισθησίας που επέλεξα ήτανVolts/υποδ.

Η απόκλιση που μέτρησα ήτανυποδιαίρεσεις.

Η συνεχής τάση ήτανVolts.

5. Σύνδεσε στους πόλους της μπαταρίας μία αντίσταση 10 Ω και έναν διακόπτη ο οποίος αρχικά θα είναι ανοικτός.

6. Σύνδεσε τα άκρα της αντίστασης στη μία είσοδο του παλμογράφου, κλείσε το διακόπτη και επανάλαβε το βήμα 4.

Ο συντελεστής ευαισθησίας που επέλεξα ήτανVolts/υποδ.

Η απόκλιση που μέτρησα ήτανυποδιαίρεσεις.

Η διαφορά δυναμικού στα άκρα της αντίστασης ήτανVolts.

Το ρεύμα που διέρρευε την αντίσταση υπολογίστηκε από τη σχέση και βρέθηκε ίσον μεA

ΑΣΚΗΣΗ 3^η: ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Ενεργοποίησε το κανάλι I πατώντας το κουμπί CH1. Στην οθόνη του παλμογράφου θα εμφανισθεί μία οριζόντια φωτεινή γραμμή. Στρέφοντας το κουμπί POSITION, μετακίνησε τη γραμμή αυτή ώστε να συμπίπτει με μία οριζόντια γραμμή της οθόνης.

2. Επίλεξε μέτρηση εναλλασσόμενης τάσεως πατώντας το κουμπί AC/DC (περιοχή κουμπιών VERTICAL). Εμφανίζεται στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης το σύμβολο \sim .

3. Επανάλαβε τις ενέργειες 1 και 2 για το κανάλι II. Τώρα η οριζόντια φωτεινή γραμμή να συμπίπτει με μία άλλη οριζόντια γραμμή της οθόνης.

4. Με τη βοήθεια του παλμογράφου ρύθμισε δύο γεννήτριες συχνοτήτων έτσι ώστε να παρέχουν στην έξοδο SIGNAL OUT, η μία ημιτονοειδή εναλλασσόμενη τάση συχνότητας 800 Hz με $V_{pp} = 2V$ και η άλλη τετραγωνικό παλμό συχνότητας 2500 Hz με $V_{pp} = 1 V$.

Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιήσεις και τις δύο εισόδους του παλμογράφου CH1 και CH2 και θα κάνεις τις κατάλληλες ρυθμίσεις ώστε οι δύο κυματομορφές να εμφανίζονται συγχρόνως στην οθόνη του παλμογράφου και για κάθε κυματομορφή να εμφανίζονται τουλάχιστον δύο περίοδοί της.

Υποδείξεις

1. Η επιλογή της κυματομορφής γίνεται με τα αντίστοιχα κουμπιά στο αριστερό τμήμα της γεννήτριας συχνοτήτων.

2. Η επιλογή της συχνότητας γίνεται με περιστροφή της άντυνας αφού πρώτα επιλέξουμε περιοχή συχνοτήτων με το κουμπί FREQUENCY RANGE.

3. Η επιλογή της τιμής της τάσης από κορυφή σε κορυφή V_{pp} γίνεται με το κουμπί AMPLITUDE και μετριέται στον κατακόρυφο άξονα της οθόνης του παλμογράφου αφού επιλέξουμε την κατάλληλη βαθμολόγηση του άξονα αυτού.

4. Η σταθεροποίηση των κυματομορφών στην οθόνη γίνεται έχοντας πατημένα και τα δύο κουμπιά CH1 και CH2 της περιοχής κουμπιών TRIGGER SOURCE του παλμογράφου και στρέφοντας στην κατάλληλη θέση το κουμπί LEVEL (πάνω δεξιά).

5. Η βαθμολόγηση του οριζόντιου άξονα γίνεται με το κουμπί SEC/DIV ενώ του κατακόρυφου με το κουμπί VOLTS/DIV του κάθε καναλιού. Εννοείται ότι για τον κατακόρυφο άξονα θα επιλέξουμε την ίδια κλίμακα και για τα δύο κανάλια.

ΑΣΚΗΣΗ 4^η: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ ΠΗΝΙΟΥ

Επιμέλεια: Δημήτριος Ανεστόπουλος, Φυσικός

A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Αν στα άκρα ενός πηνίου εφαρμόσουμε ημιτονοειδή εναλλασσόμενη τάση, η μαγνητική ροή που περνάει από το εσωτερικό του θα μεταβάλλεται συνεχώς, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται στα άκρα του μεταβαλλόμενη ΗΕΔ από επαγωγή. Λόγω του κανόνα του Lenz, θα υπάρξουν δύο συνέπειες:

α) Τα ηλεκτρόνια θα εμποδίζονται να κινηθούν μέσα στο πηνίο. Γι' αυτό λέμε ότι το πηνίο εμφανίζει **επαγωγική αντίσταση** στο εναλλασσόμενο ρεύμα. Αποδεικνύεται ότι η επαγωγική αντίσταση είναι ανάλογη του συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου και της κυκλικής συχνότητας του εναλλασσόμενου ρεύματος, δηλαδή:

$$Z_L = L\omega \quad (1)$$

β) Αντίθετα από ότι συμβαίνει σε έναν αντιστάτη (τάση και ρεύμα είναι συμφασικά), στο ιδανικό πηνίο εμφανίζεται διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης στα άκρα του και του ρεύματος που το διαρρέει. Αποδεικνύεται ότι η φάση της τάσης προηγείται της φάσης του ρεύματος κατά $\pi/2$, δηλαδή αφού πάρει η τάση τη μέγιστη τιμή της, μετά από χρόνο $T/4$ μεγιστοποιείται το ρεύμα.

γ) Σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος που περιλαμβάνει αντιστάτη και ιδανικό πηνίο σε σειρά, **μεταξύ των τάσεων V_R και V_L στα άκρα του αντιστάτη και του πηνίου αντίστοιχα, θα εμφανίζεται διαφορά φάσης $\pi/2$** με την V_L να προηγείται, αφού η V_R είναι συμφασική με το ρεύμα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, αν εφαρμόσουμε τις τάσεις V_R και V_L ενός τέτοιου κυκλώματος, τη μία στα πλακίδια οριζόντιας και την άλλη στα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης ενός παλμογράφου, στην οθόνη του παλμογράφου θα εμφανιστεί το αποτέλεσμα της σύνθεσης δύο ταλαντώσεων κάθετων μεταξύ τους που έχουν την ίδια ακριβώς συχνότητα.

Το αποτέλεσμα αυτής της σύνθεσης εξαρτάται από τη διαφορά φάσης και από τα πλάτη των δύο ταλαντώσεων. Για διαφορά φάσης $\pi/2$ όπως στην προκειμένη περίπτωση, στην οθόνη θα εμφανιστεί έλλειψη αν τα πλάτη των δύο τάσεων είναι διαφορετικά, ή κύκλος αν τα πλάτη είναι ίσα.

Μεταβάλλοντας τη συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης, μπορούμε να επιτύχουμε την εμφάνιση κύκλου. Τότε θα ισχύει:

$V_{L0} = V_{R0}$, $I_0 L\omega = I_0 R$, $L\omega = R$, $L2\pi f = R$ και τελικά υπολογίζουμε την άγνωστη αυτεπαγωγή από τη σχέση:

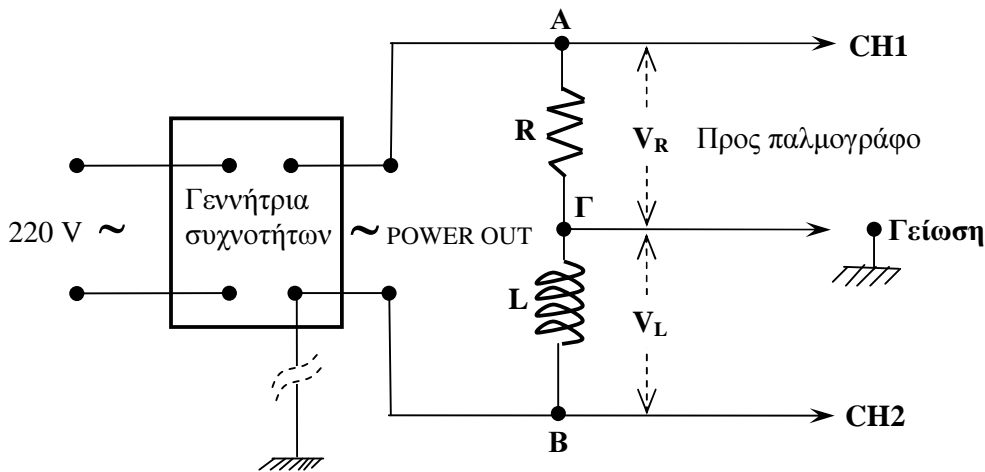
$$L = \frac{R}{2\pi f} \quad (2)$$

B. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ - ΥΛΙΚΑ

1. Γεννήτρια συχνοτήτων
2. Παλμογράφος διπλής δέσμης
3. Αντιστάτης 100 Ω
4. Πηνία 300 και 600 σπειρών
5. Καλώδια σύνδεσης

Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Πραγματοποιούμε το παρακάτω κύκλωμα χρησιμοποιώντας τον αντιστάτη των 100 Ω και το πηνίο των 300 ή των 600 σπειρών:



ΠΡΟΣΟΧΗ: Για να είναι σωστή η συνδεσμολογία θα πρέπει:

α. Η γείωση του παλμογράφου και της γεννήτριας να είναι διαφορετικές. Έτσι, το κοινό σημείο Γ του αντιστάτη και του πηνίου το συνδέουμε με τη γείωση του παλμογράφου και το άκρο Β του πηνίου (ή το άκρο Α του αντιστάτη) με τη γείωση της γεννήτριας (μαύρος ακροδέκτης της εξόδου POWER OUT).

β. Η γείωση της γεννήτριας να μη συνδεθεί στο δίκτυο διότι σε αντίθετη περίπτωση, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, θα βραχυκυκλώνονταν τα άκρα του πηνίου (ή του αντιστάτη). Για το σκοπό αυτό τυλίγουμε τη γείωση του ρευματολήπτη (φίς) με μονωτική ταινία.

2. Στην έξοδο POWER OUT της γεννήτριας συχνοτήτων επιλέγουμε ημιτονοειδή κυματομορφή πατώντας το κουμπί με το σύμβολο ~ και ρυθμίζουμε την ένταση στρέφοντας το κουμπί INTENSITY περίπου στη θέση “παρα είκοσι”.

3. Εμφανίζουμε κατά τα γνωστά τις τάσεις V_R και V_L στην οθόνη του παλμογράφου και επιλέγουμε ίδια βαθμολόγηση του άξονα Y (ενδεικτική τιμή 0,2 Volts/υποδ.)

4. Στρέφουμε το κουμπί TIME/DIV τέρμα αριστερά στη θέση X-Y (στον παλμογράφο του καθηγητή πατάμε το κουμπί X-Y) και ρυθμίζουμε τη συχνότητα της γεννήτριας σε τρόπο ώστε στην οθόνη να εμφανισθεί κύκλος (η συχνότητα να αναζητηθεί στην περιοχή $\times 10K$ δηλαδή είναι της τάξεως μερικών kHz).

5. Από τον τύπο (2) υπολογίζουμε την άγνωστη αυτεπαγωγή και την συγκρίνουμε με την τιμή που δίνει ο κατασκευαστής, η οποία αναγράφεται στο πλαστικό πλαίσιο του πηνίου.

Δ. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

1. $R=100 \Omega$, πηνίο 300 σπειρών

$$f = \dots\dots\dots$$

$$(2) \Rightarrow L = \dots\dots\dots$$

$$\text{Σχετικό σφάλμα } \sigma = \dots\dots\dots$$

2. $R=100 \Omega$, πηνίο 600 σπειρών

$$f = \dots\dots\dots$$

$$(2) \Rightarrow L = \dots\dots\dots$$

$$\text{Σχετικό σφάλμα } \sigma = \dots\dots\dots$$

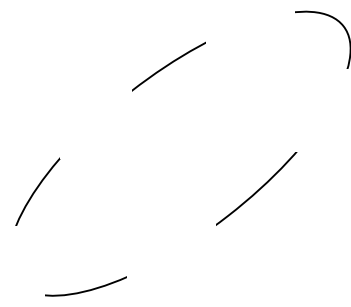
ΑΣΚΗΣΗ 5^η: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΓΝΩΣΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΟΥ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ

Επιμέλεια: Δημήτριος Ανεστόπουλος, Φυσικός

A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Σύμφωνα με όσα αναπτύχθηκαν στο θεωρητικό μέρος της προηγούμενης εργαστηριακής άσκησης, οι τάσεις V_R και V_L στα άκρα του αντιστάτη και του πηνίου ενός κυκλώματος RL σε σειρά εμφανίζουν διαφορά φάσης $\pi/2$. Αν εφαρμόσουμε τις τάσεις αυτές στα πλακίδια οριζόντιας και κατακόρυφης απόκλισης ενός παλμογράφου, θα εμφανισθεί στην οθόνη μία έλλειψη που η μορφή της θα εξαρτάται από τα πλάτη V_{R0} και V_{L0} .

Έστω τώρα ότι εφαρμόζουμε στο οδηγό πλέγμα του καθοδικού σωλήνα του παλμογράφου (είσοδος Z AXIS στο πίσω μέρος του παλμογράφου) ένα τετραγωνικό παλμό με συχνότητα ίση με ακέραιο πολλαπλάσιο της συχνότητας της εναλλασσόμενης τάσης. Τότε, λόγω της διαμόρφωσης της έντασης της καθοδικής δέσμης (βλ. &3(Δ) σελ.5), στην οθόνη του παλμογράφου θα εμφανισθεί έλλειψη αποτελούμενη από διαδοχικά φωτεινά και σκοτεινά τμήματα (διακεκομμένος δακτύλιος), (βλ. διπλανό σχήμα).



Αν f_s η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσεως, f_q η συχνότητα του τετραγωνικού παλμού και N ο αριθμός των φωτεινών (ή σκοτεινών) τμημάτων, θα ισχύει:

$$f_s = \frac{f_q}{N} \quad (1)$$

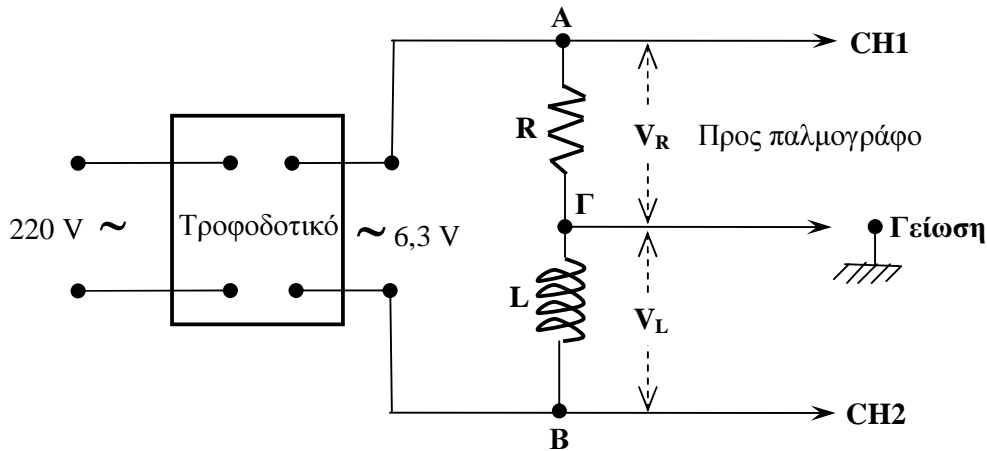
από όπου μπορούμε να υπολογίσουμε τη συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης αν γνωρίζουμε τη συχνότητα του τετραγωνικού παλμού και τον αριθμό N (στην περίπτωση του παραπάνω σχήματος είναι $N = 5$).

B. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ – ΥΛΙΚΑ

1. Γεννήτρια συχνοτήτων
2. Παλμογράφος διπλής δέσμης
3. Τροφοδοτικό
4. Αντιστάτης 100 Ω
5. Πηνίο 300 σπειρών
6. Καλώδια σύνδεσης

Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Πραγματοποιούμε το παρακάτω κύκλωμα χρησιμοποιώντας αντιστάτη $100 \Omega/5 \text{ W}$ και πηνίο $300 \text{ σπειρών}/3\text{mH}$, προσέχοντας ώστε το σημείο Γ (κοινό σημείο αντιστάτη και πηνίου) να συνδεθεί με τη γείωση του παλμογράφου και τα σημεία Α και Β (ελεύθερα άκρα του αντιστάτη και του πηνίου) με τις εισόδους CH1 και CH2 αντίστοιχα.



2. Εφαρμόζουμε στα άκρα Α και Β του κυκλώματος εναλλασσόμενη τάση $6,3 \text{ Volts}$ άγνωστης συχνότητας f_s που παίρνουμε από την αντίστοιχη έξοδο του τροφοδοτικού.

3. Ανοίγουμε τον παλμογράφο και στρέφουμε το κουμπί TIME/DIV τέρμα αριστερά στη θέση X-Y (στον παλμογράφο του καθηγητή πατάμε το αντίστοιχο κουμπί).

4. Ρυθμίζουμε τη βαθμολόγηση των αξόνων σε τρόπο ώστε να σχηματιστεί στην οθόνη μία έλλειψη. Η ρύθμιση αυτή είναι αναγκαία ιδιαίτερα σε χαμηλές συχνότητες όπου $\omega L \gg R$, με αποτέλεσμα ο μικρός ημιάξονας της έλλειψης να είναι πολύ μικρότερος από τον μεγάλο και η έλλειψη να εμφανίζεται σαν ευθεία. Ενδεικτικές ρυθμίσεις για την προκειμένη περίπτωση:

Άξονας X (αντιστάτης): 5 V/υποδ.

Άξονας Y (πηνίο): 50 mV/υποδ.

Παρατήρηση: Στο συγκεκριμένο πείραμα η έλλειψη που θα σχηματιστεί θα είναι παραμορφωμένη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η χρησιμοποιούμενη τάση δεν είναι ακριβώς ημιτονοειδής, αλλά πιο σύνθετη.

5. Εισάγουμε στην είσοδο Z AXIS στο πίσω μέρος του παλμογράφου έναν τετραγωνικό παλμό που παίρνουμε από την έξοδο POWER OUT της γεννήτριας συχνοτήτων και ρυθμίζουμε την ένταση του παλμού αυτού, στρέφοντας το κουμπί AMPLITUDE περίπου στη θέση “δώδεκα και πέντε”.

6. Με τη βοήθεια του επιλογέα περιοχής συχνοτήτων και της άντυνας της γεννήτριας συχνοτήτων επιλέγουμε κατάλληλη συχνότητα τετραγωνικού παλμού, σε τρόπο ώστε να εμφανιστεί και να σταθεροποιηθεί στην οθόνη ο χαρακτηριστικός διακεκομμένος δακτύλιος με μικρό αριθμό διακοπών (5 ή 6). Ενδεικτική περιοχή συχνοτήτων: $\times 1\text{K}$.

7. Εφαρμόζουμε τον τύπο (1) για να προσδιορίσουμε την άγνωστη συχνότητα.

Η παραπάνω μέθοδος εφαρμόζεται με επιτυχία σε περιπτώσεις πολύ χαμηλών συχνοτήτων (<100 Hz) οπότε οι αντίστοιχες κυματομορφές δεν μπορούν εύκολα να σταθεροποιηθούν στην οθόνη, ή σε περιπτώσεις σύνθετων κυματομορφών.

Δ. ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

1. Εμφανίζουμε δακτύλιο με $N = 5$ διακοπές οπότε η άντγα της γεννήτριας συχνοτήτων δείχνει $f_q = \dots\dots\dots$ και από (1) $\Rightarrow f_s = \dots\dots\dots$

2. Εμφανίζουμε δακτύλιο με $N = 6$ διακοπές οπότε η άντγα της γεννήτριας συχνοτήτων δείχνει $f_q = \dots\dots\dots$ και από (1) $\Rightarrow f_s = \dots\dots\dots$

Β. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΥ

ΓΙΑ ΤΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΑΣΚΗΣΗ 1^η: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ

LISSAJOUS

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Να δοθεί στο μαθητή για μελέτη η σελίδα 8 του θεωρητικού μέρους και η σελίδα 13 των φύλλων εργασίας.

1. Ακολουθώντας σε γενικές γραμμές τα βήματα που αναφέρονται στο φύλλο εργασίας που αφορά τη μέτρηση εναλλασσόμενης τάσης, να εμφανίσεις στην οθόνη του παλμογράφου δύο εναλλασσόμενες τάσεις ίδιου πλάτους 0,5 V η καθεμιά και ίδιας συχνότητας 1000 Hz η καθεμιά.

2. Στρέψε το κουμπί SEC/DIV τέρμα αριστερά στη θέση με την ένδειξη X-Y. Στην περίπτωση αυτή το σήμα του καναλιού I εφαρμόζεται στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης (άξονας x), ενώ το σήμα του καναλιού II εφαρμόζεται στα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης (άξονας y). Κατ' αυτό τον τρόπο, στην οθόνη θα εμφανισθεί το αποτέλεσμα της σύνθεσης δύο ταλαντώσεων ίδιου πλάτους, με διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους.

Εφόσον οι ταλαντώσεις έχουν ίδια συχνότητα και ίδιο πλάτος, το αποτέλεσμα της σύνθεσης θα είναι ένας κύκλος. Για να εμφανιστεί ο κύκλος αυτός θα χρειαστεί να περιστρέψουμε απειροελάχιστα (μικρομετρικά) την άντυγα της μίας γεννήτριας προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά.

3. Ο καθηγητής σου επικαλύπτει με ένα χαρτί την κλίμακα συχνοτήτων της μίας γεννήτριας. Έχοντας μελετήσει τη σελίδα 7 των σημειώσεων για τον καθηγητή, ακολούθησε τα παρακάτω βήματα:

α. Εμφάνισε στο κανάλι I του παλμογράφου μία εναλλασσόμενη τάση πλάτους 1V και συχνότητας 1000 Hz, χρησιμοποιώντας την ακάλυπτη γεννήτρια.

β. Με τη βοήθεια των εικόνων Lissajous ρύθμισε την καλυμμένη γεννήτρια ώστε να παρέχει έξοδο πλάτους 1V και συχνότητας: i. 1500 Hz ii. 1700 Hz.

ΑΣΚΗΣΗ 2^η: ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Να δοθεί στο μαθητή για μελέτη η σελίδα 9 του θεωρητικού μέρους και η σελίδα 13 των φύλλων εργασίας.

1. Εμφάνισε κατά τα γνωστά στην οθόνη του παλμογράφου δύο εναλλασσόμενες τάσεις ίδιου πλάτους 1 V η καθεμιά και συχνοτήτων 1000 και 1040 Hz αντίστοιχα, χρησιμοποιώντας δύο γεννήτριες συχνοτήτων.

2. Ρύθμισε τα κουμπιά CH1 και CH2 της περιοχής κουμπιών VERTICAL προς τα έξω (όχι πατημένα: λειτουργία ADD). Τότε ο παλμογράφος εμφανίζει στην οθόνη το αποτέλεσμα της αλγεβρικής πρόσθεσης των δύο κυματομορφών, δηλαδή τη συνισταμένη ταλάντωση δύο αρμονικών ταλαντώσεων ίδιου πλάτους και ίδιας διεύθυνσης ταλαντώσεως.

Επειδή οι επιλεγείσες συχνότητες είναι παραπλήσιες, στην οθόνη θα εμφανιστεί διακροτήμα. Η σταθερότητα της κυματομορφής μπορεί να ρυθμιστεί με μικρομετρική ρύθμιση της μιας από τις δύο συχνότητες (απειροελάχιστη περιστροφή της άντυγας της μιας γεννήτριας).

3. Λαμβάνοντας υπόψη τη βαθμολόγηση του άξονα x υπολόγισε την περίοδο του διακροτήματος.

Βρήκα $T_\delta = \dots\dots\dots$

Θεωρητικά χρησιμοποίησα τη σχέση $\dots\dots\dots$ και βρήκα $T_\delta = \dots\dots\dots$

4. Επανάλαβε τις εργασίες 2, 3 για δύο εναλλασσόμενες τάσεις 2 V η καθεμιά και συχνοτήτων 10000 και 11000 Hz αντίστοιχα.

Πειραματικά βρήκα $T_\delta = \dots\dots\dots$

Θεωρητικά βρήκα $T_\delta = \dots\dots\dots$

5. Στην προηγούμενη περίπτωση, μέτρησε τον αριθμό N των ταλαντώσεων της σύνθετης κίνησης σε χρόνο T_δ και επαλήθευσε τη μέτρηση θεωρητικά.

Μέτρησα $N = \dots\dots\dots$ Θεωρητικά πρέπει να είναι $N = \dots\dots\dots$

5. Στρέφοντας ελαφρά την άντυγα της μιας γεννήτριας αυξομείωσε τη μία συχνότητα. Τι συμβαίνει με την περίοδο του διακροτήματος;

Όταν αυξάνω ελαφρά τη μεγαλύτερη συχνότητα $\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

Όταν μειώνω ελαφρά τη μεγαλύτερη συχνότητα $\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

Αυτό εξηγείται ως εξής: $\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

ΑΣΚΗΣΗ 3^η: ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Χρησιμοποιώντας δύο γεννήτριες συχνοτήτων και παλμογράφο, εμφάνισε στην οθόνη κατά τα γνωστά, ένα διακρότημα με συχνότητες γύρω στα 1000 Hz. Τα κουμπιά INTEN των γεννητριών να βρίσκονται περίπου στη θέση “παρά δέκα” (προσοχή στην αντοχή των μεγαφώνων).

2. Σύνδεσε δύο μεγάφωνα της συσκευής Kundt στις εξόδους POWER OUT των δύο γεννητριών συχνοτήτων και πίεσε το κουμπί POWER σε κάθε γεννήτρια. Από κάθε μεγάφωνο θα ακούγεται ένας ημιτονοειδής ήχος.

3. Στρέφοντας την άντυγα της μίας γεννήτριας πλησίασε όσο το δυνατόν τις δύο συχνότητες. Από τα μεγάφωνα θα ακουστεί ήχος αυξομειούμενης έντασης – το γνωστό διακρότημα. Εξήγησε το λόγο.

.....
.....

4. Τι παρατηρείς στην οθόνη του παλμογράφου;

.....
.....

5. Για να ακουστεί το διακρότημα θα πρέπει οι δύο συχνότητες να είναι πολύ κοντά μεταξύ τους και η ένταση του κάθε μεγαφώνου όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Εξήγησε τους λόγους.

.....
.....
.....
.....