

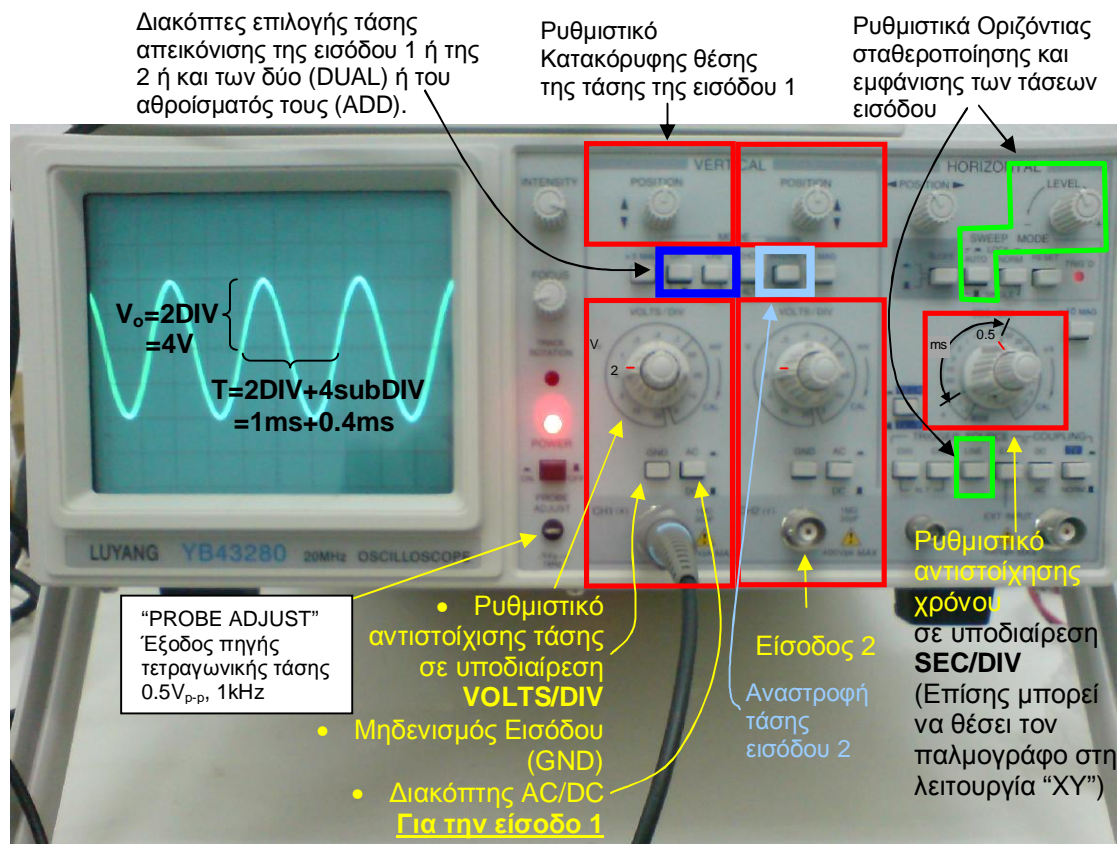
Χρήση του Παλμογράφου

Κορδάς Γεώργιος – Φυσικός MSc.
ΕΚΦΕ Ρόδου – Ιανουάριος 2011

Ο παλμογράφος είναι ένας απεικονιστής τάσης με την πάροδο του χρόνου. Είναι βολτόμετρο που δεν καταγράφει τις τιμές, αλλά απεικονίζει στην οθόνη του το διάγραμμα $V(t)$. Μάλιστα μπορούμε να δούμε και να συγκρίνουμε δύο τάσεις αφού διαθέτει δύο εισόδους («CH1» και «CH2»). Τα κύρια ρυθμιστικά του παλμογράφου είναι οι διακόπτες VOLTS/DIV και SEC/DIV, με τους οποίους αντιστοιχούμε τάση σε κατακόρυφη υποδιαίρεση της οθόνης και χρόνο σε οριζόντια υποδιαίρεση. Κατ' αυτόν τον τρόπο αλλάζουμε κλίμακες μέτρησης και έτσι μπορούμε να μεγεθύνουμε ή να σμικρύνουμε την καμπύλη της τάσης, κατακόρυφα ή οριζόντια.

ΠΩΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Η μέτρηση της τάσης και των χρονικών διαφορών γίνεται έμμεσα. Πρώτα μετράμε υποδιαίρεσεις DIVs και subDIVs της οθόνης (βλέπε σχ.1). Κάθε κύρια υποδιαίρεση DIV χωρίζεται σε πέντε δευτερεύουσες subDIVs. Παρατηρώντας στη συνέχεια τους ρυθμιστικούς διακόπτες VOLTS/DIV και SEC/DIV, βρίσκουμε τελικά την τάση και τη χρονική διάρκεια. Τους διακόπτες αντιστοίχισης τους αλλάζουμε θέση μέχρι να απεικονιστεί η καμπύλη της τάσης ευκρινώς για τις μετρήσεις μας.



Σχ. 1. Ο παλμογράφος και τα ρυθμιστικά του. Στους διακόπτες VOLTS/DIV και SEC/DIV, προσοχή χρειάζονται οι περιοχές των μονάδων και των υποπολλαπλασίων τους. Σημειώνεται η περιοχή των ms. Παρατηρούμε επίσης πως στη συγκεκριμένη εικόνα έχουμε αντιστοιχίσει 2VOLTS/DIV και 0.5ms/DIV.

Για παράδειγμα: Έστω ότι μετράμε άμεσα τάση στην οθόνη του παλμογράφου **3DIV+1subDIV**. Και έστω πως ο διακόπτης **VOLTS/DIV** βρίσκεται στη θέση **2V**. Αυτό σημαίνει πως σε κάθε (κύρια) υποδιαίρεση **DIV** με το διακόπτη αυτό έχουμε αντιστοιχίσει **2V** και συνεπώς σε κάθε δευτερεύουσα **subDIV** αντιστοιχίσαμε ταυτόχρονα **(2/5)V** - αφού κάθε **DIV** περιέχει **5subDIV**. Συνεπώς η τάση είναι

$$[3\text{DIVs} \cdot 2\text{VOLTS/DIV}] + [1\text{subDIV} \cdot 0.4\text{VOLTS/subDIV}] = 6.4\text{VOLTS}$$

Παρομοίως δουλεύουμε και για το χρόνο.

Να σημειώσουμε πως οι δυνατές αντιστοιχίσεις τάσης και χρόνου είναι: $X=(50,20,10)$, και τα δέκατα κι εκατοστά τους: $(5, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1)$ οπότε σε κάθε **subDIV** αντιστοιχούμε $X/5=(10, 4, 2)$ και $(1, 0.4, 0.2, 0.1, 0.04, 0.02)$ αντίστοιχα.

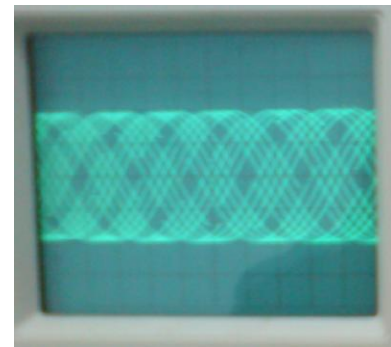
ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

Για να φτάσουμε όμως στο σημείο να δούμε ευκρινώς την τάση και να πάρουμε μετρήσεις πρέπει να προηγηθούν ένα σύνολο από ρυθμίσεις του παλμογράφου.

1. Εμφάνιση και Σταθεροποίηση εικόνας

Είναι δυνατόν θέτοντας ένα σήμα να μη δούμε καμιά εικόνα ή να δούμε μια μετακινούμενη εικόνα. Προστρέχουμε στην περιοχή **SWEEP MODE** (επάνω δεξιά - πράσινο σύνορο στο σχ.1) και πατάμε τον εικονιζόμενο διακόπτη «**AUTO**». Στη συνέχεια περιστρέφουμε το κυλινδρικό ρυθμιστικό «**LEVEL**» αριστερά – δεξιά. Η εικόνα σταθεροποιείται.

*Σημείωση: Όταν το σήμα εισόδου προέρχεται από το δευτερεύον μετασχηματιστή του δικτύου των 220V και αν υπάρχει δυσκολία στη σταθεροποίηση, τότε επιπλέον του διακόπτη «**AUTO**», χρησιμοποιούμε και το διακόπτη «**LINE**», που βρίσκεται κάτω δεξιά.*



2. Ρύθμιση Μηδενός

Θέτουμε μια είσοδο του παλμογράφου στη γείωση με το διακόπτη μηδενισμού **GND**. Θα πρέπει να δούμε μια οριζόντια γραμμή στη μέση της οθόνης (ανεξάρτητα αν ο ακροδέκτης της εισόδου είναι συνδεδεμένος σε κάποια πηγή). Αν αυτό δεν συμβεί τότε θα πρέπει να φέρουμε εμείς εκεί την εικονιζόμενη γραμμή. Αυτό γίνεται με το ρυθμιστικό κατακόρυφης θέσης. Ωστόσο είναι φορές που θέλουμε η στάθμη μηδέν να είναι σε άλλο ύψος της οθόνης (όπως σε μονοπολικές τάσεις). Με το ρυθμιστικό αυτό την καθορίζουμε ελεύθερα.



3. Βαθμονόμηση των διακοπών αντιστοιχίσης

Οι διακόπτες αντιστοιχίσης αποτελούνται από το βηματικό περιστροφικό μέρος τους και το συνεχόμενο που αποτελεί το μικρορυθμιστή βαθμονόμησής τους (**CALibration**): Ο παλμογράφος διαθέτει και μια εσωτερική πηγή τετραγωνικής τάσης $0.5\text{Vp-p}^{(1)}$ & 1kHz ($T=1\text{ms}$). Αν συνδέσουμε τον ακροδέκτη μιας εισόδου του στην έξοδο αυτής της γεννήτριας που ονομάζεται «**PROBE ADJUST**» και δεν βρίσκουμε αυτές τις τιμές στην οθόνη του, τότε θα πρέπει να πραγματοποιήσουμε



¹ $0.5\text{Vp-p}=0.5\text{V}$ από κορυφή σε κορυφή (peak to peak).

μικρορυθμίσεις με τα συνεχή περιστροφικά μέρη ώστε να επιτευχθούν οι σωστές μετρήσεις. Η εργοστασιακή θέση των μικρορυθμιστών είναι *τέρμα δεξιά όπου και «κουμπώνουν» με χαρακτηριστικό ήχο.*

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ

- **Διακόπτης AC / DC: Απομονωτής σταθερής τάσης.** Έχοντας το διακόπτη στη θέση AC αποκόπτουμε την όποια DC συνιστώσα της τάσης εισόδου. Αυτή η λειτουργία είναι χρήσιμη όταν η AC συνιστώσα έχει πολύ μικρότερη τιμή απ' την DC. (Π.χ. κατά την σταθεροποίηση τάσης ή τους ενισχυτές). Αν θέλουμε να τη δούμε ευκρινώς θα πρέπει να απαλλαχτούμε απ' την DC και επιπλέον με κατάλληλη αλλαγή στο διακόπτη VOLTS/DIV να πετύχουμε το στόχο μας.
- **Ρυθμιστικό Οριζόντιας θέσης.** Όταν θέλουμε να μετρήσουμε χρόνο πολλές φορές μετατοπίζουμε την εικόνα ώστε κάποιο σημείο της $V(t)$ να βρεθεί σε κατακόρυφο άξονα και να αρχίσουμε από εκεί τη μέτρηση των υποδιαίρεσεων.

ΤΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΑΚΡΟΔΕΚΤΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ

Αποτελούνται απ' το συνδετήρα - με το χαρακτηριστικό όνομα BNC- προς τις υποδοχές εισόδου του παλμογράφου και τον ακροδέκτη με την κεφαλή γαντζώματος ή επαφής. Ο συνδετήρας BNC τοποθετείται με δύο βήματα στην αντίστοιχη υποδοχή εισόδου του 1. Εισαγωγή και 2. Ασφάλιση με περιστροφή δεξιά. Η κεφαλή είναι αποσπώμενη και μετατρέπεται έτσι από γαντζώματος σε επαφής. Επίσης πρέπει να προσέξουμε τον διακόπτη εξασθένησης που υπάρχει πάνω στον ακροδέκτη (1X-10X)



Σχήμα 2. Καλώδιο εισόδου και Συνδετήρας BNC. Δεξιά δείχνονται τα βήματα της σύνδεσης.

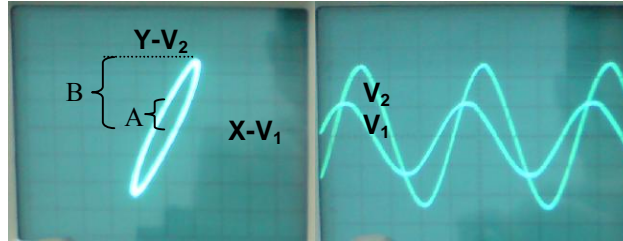
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - XY: Απεικόνιση της σχέσης των δύο τάσεων εισόδου $V_2=f(V_1)$

Θέτουμε τον παλμογράφο στη λειτουργία «XY» με το διακόπτη SEC/DIV, περιστρέφοντάς τον *τέρμα* αριστερά. Αν τότε εφαρμόσουμε τάσεις και στις δύο εισόδους θα δούμε τη γραφική παράσταση της σχέσης $V_2=f(V_1)$. Δηλαδή με τη λειτουργία αυτή τίθεται η V_2 στον κατακόρυφο και η V_1 στον οριζόντιο άξονα². **Αν $V_2=V_1=0$ (GND) τότε θα δούμε μια σταθερή κουκίδα που πρέπει να τη θέσουμε με τα αντίστοιχα ρυθμιστικά στο κέντρο της οθόνης πριν συνεχίσουμε τις μετρήσεις.** Αν κατόπιν συνδέσουμε π.χ. την ίδια ημιτονική τάση και στις δύο εισόδους θα δούμε ένα ευθύγραμμο τμήμα με κλίση 45° που θα περνάει απ' την αρχή - είναι η γραφική παράσταση $V_2=V_1$ περιορισμένου πεδίου ορισμού. Αν $V_2>V_1$ τότε θα δούμε ένα ευθύγραμμο τμήμα με κλίση $> 45^\circ$ που θα περνάει απ' την αρχή κλπ. Αυτή η λειτουργία χρησιμοποιείται κυρίως στη μέτρηση ακριβείας της διαφοράς φάσης μεταξύ δύο

² Γι' αυτό οι εισοδοί 1, 2 ονομάζονται και X, Y αντίστοιχα. Στην «V(t)» λειτουργία και οι δύο εισοδοί βρίσκονται στον Y άξονα.

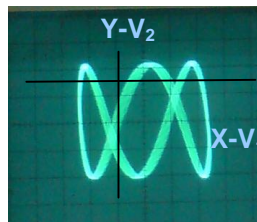
τάσεων, στη μέτρηση ακριβείας της συχνότητας και στην απεικόνιση χαρακτηριστικών καμπύλων ηλεκτρονικών στοιχείων.

Διαφορά φάσης. Επειδή η ακρίβεια μέτρησης χρόνου δεν είναι αρκετή, η διαφορά φάσης ίδιων συχνοτήτων μπορεί να μετρηθεί με τη λειτουργία XY:



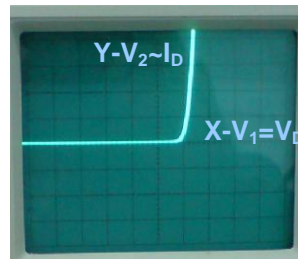
Η κλίση της έλλειψης σχετίζεται με το λόγο των παλτών V_{20}/V_{10} και το άνοιγμα της έλλειψης σχετίζεται με τη διαφορά φάσης ϕ : $\eta\mu\phi = A/B$.

Μέτρηση συχνότητας. Για τον ίδιο λόγο (ακρίβειας της μέτρησης της περιόδου) προτιμούμε την προς μέτρηση συχνότητα να τη συγκρίνουμε με τη μεταβαλλόμενη από εμάς συχνότητα μιας γεννήτριας συχνοτήτων, η οποία όμως δείχνει με ακρίβεια την τιμή της συχνότητας της εξόδου της. Αν για παράδειγμα στην είσοδο 1 έχουμε θέσει την πηγή της οποίας τη συχνότητα f_1 θέλουμε να προσδιορίσουμε και στην είσοδο 2 την έξοδο της γεννήτριας συχνοτήτων f_2 , τότε σαρώνοντας τις συχνότητες απ' τη μηδενική και άνω βλέπουμε στην οθόνη του παλμογράφου διάφορα σχήματα. Σε κάποια συχνότητα θα δούμε και το παρακάτω. Τότε θα είναι $f_1 = f_2$ (2 κατακόρυφες τομές / 6 οριζόντιες) = $(1/3) f_2$



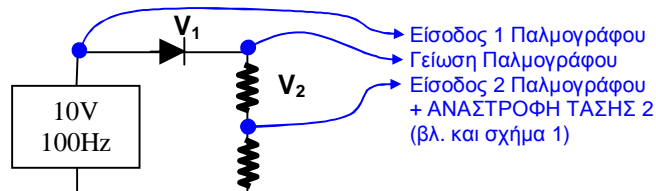
Η συχνότητα της εισόδου 1 είναι υποτριπλάσια της εισόδου 2.

Απεικόνιση χαρακτηριστικής καμπύλης. Ο παλμογράφος μπορεί να είναι βολτόμετρο όμως με γνωστή τιμή αντίστασης μπορεί να απεικονίσει και το ρεύμα τόσο αυτής όσο και του κλάδου της ολόκληρου. Επομένως μπορούμε τη χαρακτηριστική σχέση $I=f(V)$ να την απεικονίσουμε σαν $V_2=f(V_1)$.



Η χαρακτηριστική της διόδου 1N4148

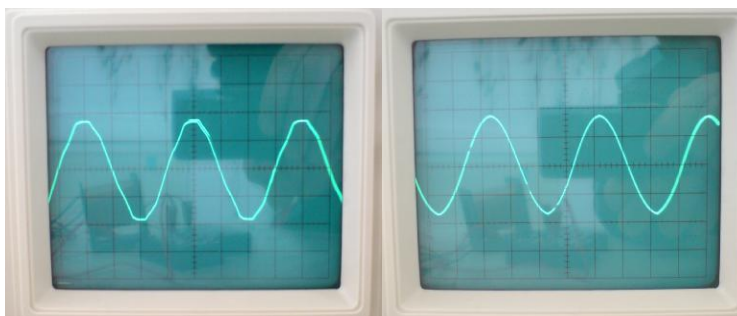
Το κύκλωμα και η συνδεσμολογία του παλμογράφου με το οποίο λαμβάνουμε τη χαρακτηριστική φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Παράρτημα: Εικόνες από Παλμογράφο

Τάση δικτύου 220V (υποβαθμισμένη)

Στο πιο κάτω σχήμα αριστερά φαίνεται η τάση δευτερεύοντος πηνίου μετασχηματιστή με πρωτεύον στα 220V. Η απόκλιση απ' το ημίτονο δεν οφείλεται στο μετασχηματιστή. Δεξιά είναι η τάση του δευτερεύοντος του ίδιου μετασχηματιστή με πρωτεύον σε ημιτονική τάση 50Hz από γεννήτρια συχνοτήτων.



Διακροτήματα 1000+850Hz & 1000+900Hz

Η συνδεσμολογία περιλαμβάνει

- είτε την εφαρμογή των δύο γεννητριών στις δύο εισόδους του παλμογράφου και πρόσθεση των δύο σημάτων εσωτερικά στον παλμογράφο (επιλογή «ADD» – δεν ενεργοποιούμε κανέναν απ' τους δύο διακόπτες επιλογής CH1, CH2)
- είτε την παράλληλη σύνδεση των εξόδων των δύο γεννητριών και εφαρμογή τους σε ένα κανάλι του παλμογράφου.

Στην πρώτη περίπτωση δεν γίνεται καλή σταθεροποίηση της εικόνας. Στη δεύτερη περίπτωση το διακρότημα είναι μικρότερο πλάτους επειδή μέρος και των δύο συνιστωσών του καταναλώνεται στις εσωτερικές αντιστάσεις των εξόδων των δύο γεννητριών.

