



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών &
Τεχνολογίας Υπολογιστών

Εργαστήριο Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων & Συστημάτων

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 202

Ομάδα Εργαστηρίου: 19
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ: 2021-2022

Στοιχεία Εργαστηριακής Άσκησης & Παρούσας Αναφοράς

Εργαστηριακό Τμήμα	Τετάρτη 10 ^η Νοεμβρίου 2021, 17:00-19:00
Ομάδα	19 ^η ομάδα
Φοιτητές μέλη της ομάδας	Επαμεινώνδας Ψημμένος (ΑΜ: 1083815)
Ημερομηνία Εκτέλεσης	10 ^η Νοεμβρίου 2021
Ημερομηνία Παράδοσης Αναφοράς	17 ^η Νοεμβρίου 2021

Περίληψη Εργαστηριακής Άσκησης – Πειράματος

Η παρούσα εργαστηριακή άσκηση αποσκοπούσε στην εκμάθηση χειρισμού του παλμογράφου, την εξοικείωση των φοιτητών με τις μετρήσεις και την παρατήρηση κυματομορφών. Σε δεύτερη φάση, είχε ως στόχο τον υπολογισμό διαφοράς φάσης μεταξύ σημάτων με διάφορους τρόπους.

Στην άσκηση αυτή εφαρμόζαμε κάθε φορά κατάλληλο ρεύμα AC ή DC ή συνδυασμό αυτών και παρατηρούσαμε τις μεταβολές στις απεικονίσεις του παλμογράφου.

Τα όργανα και υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκτέλεση της παρούσας εργαστηριακής άσκησης – πειράματος ήταν: (α) Καθοδικός Παλμογράφος, (β) Γεννήτρια συχνοτήτων (πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος), (γ) Πυκνωτής, (δ) Kit μεταβλητών ωμικών αντιστάσεων, (ε) καλώδια.

Εισαγωγή Αναφοράς

Στην παρούσα εργαστηριακή άσκηση, για το πειραματικό σκέλος ήταν απαραίτητη η γνώση (α) σύνδεσης αντίστασης - πυκνωτή, (β) ο χειρισμός και η σωστή σύνδεση του παλμογράφου με την γεννήτρια συχνοτήτων (γ) η σύνδεση – δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος και (δ) η σωστή χρήση και ρύθμιση των kit μεταβλητών ωμικών αντιστάσεων και πυκνωτών.

Για το θεωρητικό μέρος η απαιτούμενη θεωρία για την εργαστηριακή αυτή άσκηση ήταν (α) η χάραξη γραφικών παραστάσεων, (β) ο υπολογισμός συχνοτήτων και (γ) ο θεωρητικός υπολογισμός Διαφοράς φάσης σε RC και CR κύκλωμα

Α Σ κ έ λ ο ς Α ν α φ ο ρ ά ς

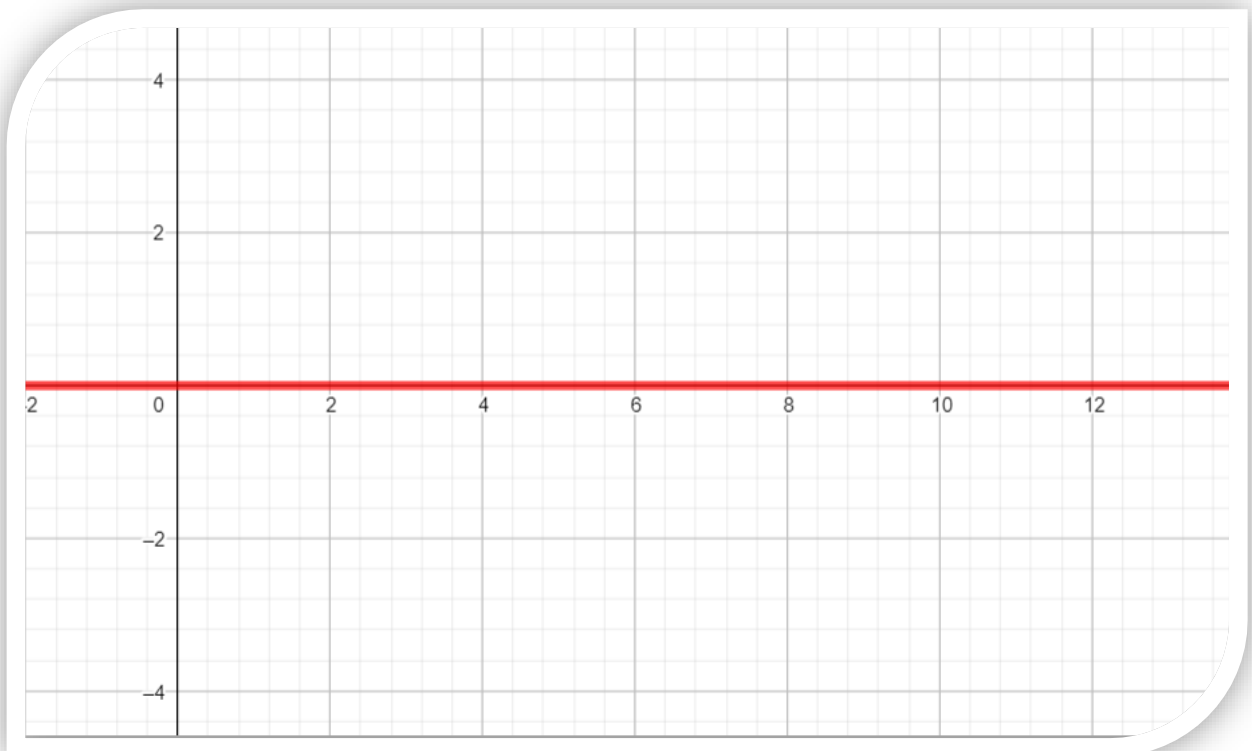
Πειραματικό μέρος (εντός του εργαστηρίου) – Εκτέλεση Πειράματος- Ανάλυση Πειραματικού Μέρους – Παράθεση Αποτελεσμάτων

Ερώτημα 1^ο

“Σύνδεση DC πηγής στο κανάλι 1 του παλμογράφου
εφαρμόζοντας τάση 4V – Παρατήρηση και σχεδιασμός σε ac & dc
λειτουργία του παλμογράφου”

Για την ac λειτουργία του παλμογράφου

Ακολουθεί γράφημα που αναπαριστά την κυματοσυνάρτηση που απεικονίζονταν στον παλμογράφο σε λειτουργία ac, εφαρμόζοντας τάση 4VDC (γράφημα 1.1α):

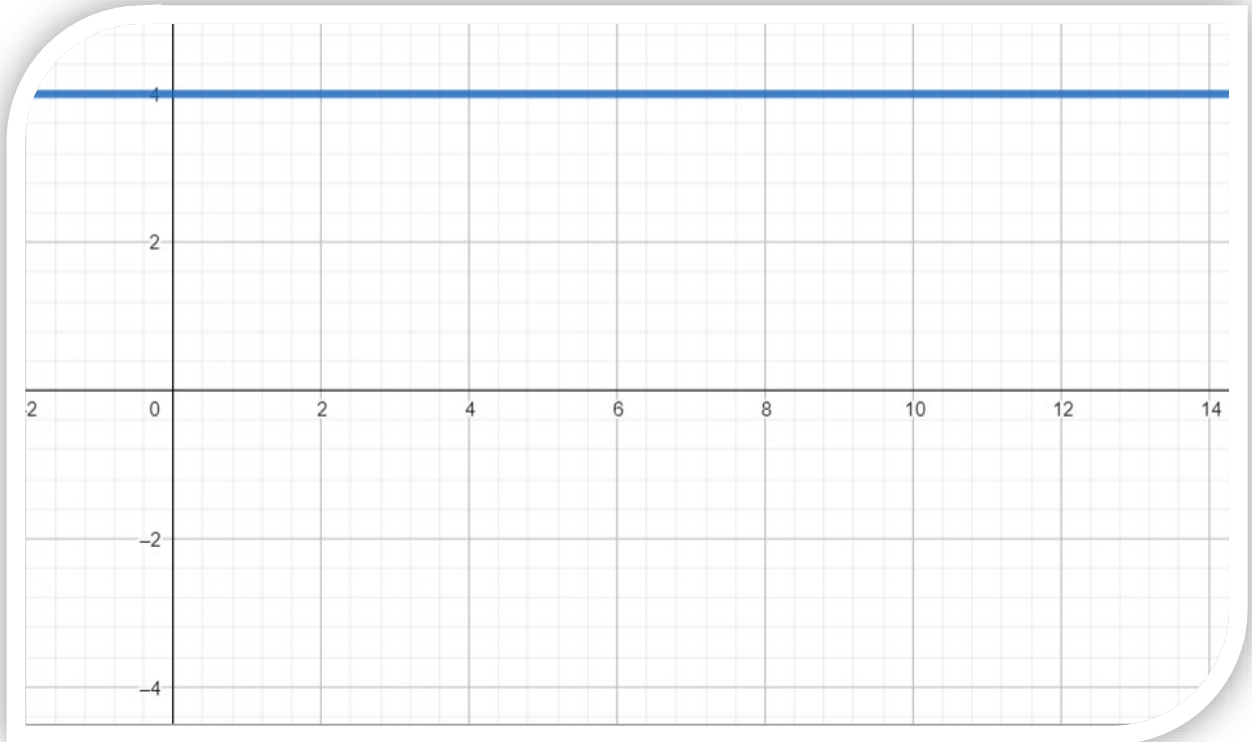


Γράφημα 1.1α (4V Dc σε λειτουργία παλμογράφου ac)

Παρατηρούμε πως στην AC λειτουργία του παλμογράφου δεν απεικονίζεται καμία κυματοσυνάρτηση καθώς στην λειτουργία αυτή όλες οι DC συνιστώσες αποκόπτονται.

Για την dc λειτουργία του παλμογράφου

Ακολουθεί γράφημα που αναπαριστά την κυματοσυνάρτηση που απεικονίζονταν στον παλμογράφο σε λειτουργία dc, εφαρμόζοντας τάση 4VDC (γράφημα 1.1b):



Γράφημα 1.1b (4V Dc σε λειτουργία παλμογράφου dc)

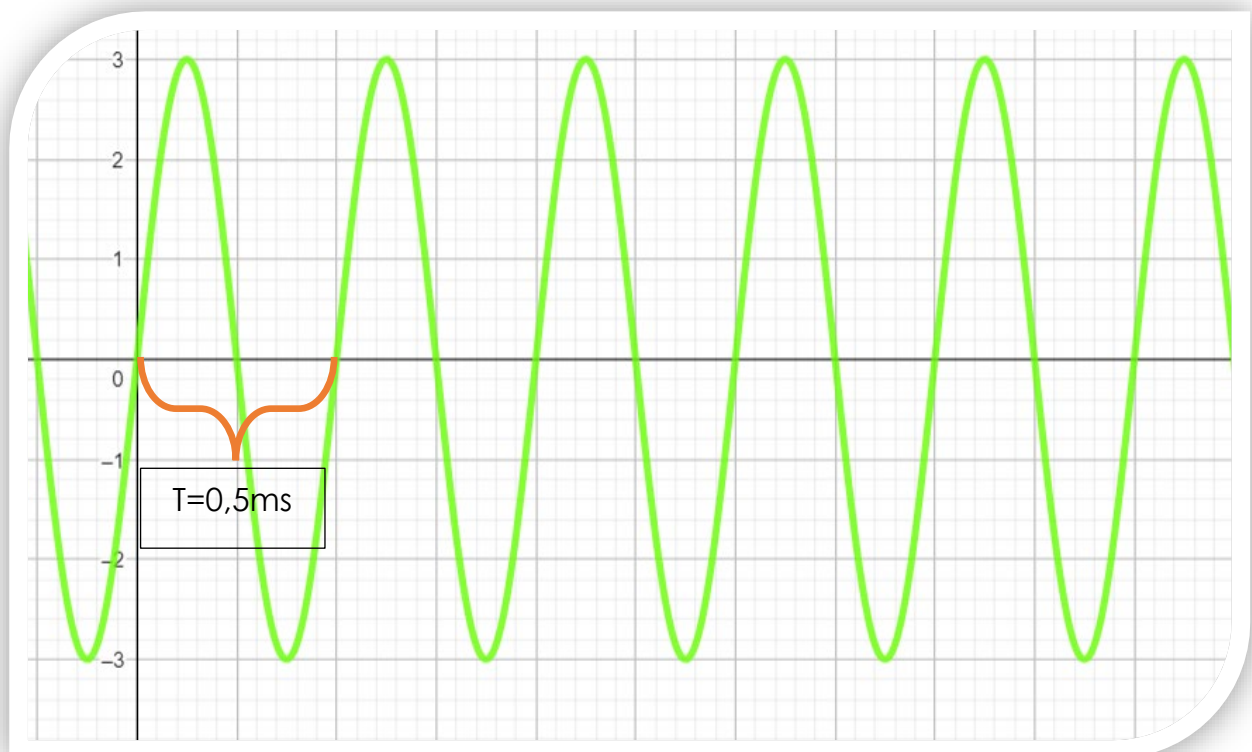
Εδώ παρατηρούμε πως στην DC λειτουργία του παλμογράφου, απεικονίζεται η τάση της DC πηγής ως μια ευθεία παράλληλη στην οριζόντια γραμμή του παλμογράφου.

Ερώτημα 2^ο

“Εφαρμογή στον παλμογράφο μέσω της γεννήτριας συχνοτήτων μια ημιτονοειδή τάση συχνότητας 2kHz με πλάτος 3V. Παρατήρηση και σχεδιασμός της εικόνας από τον παλμογράφο και έλεγχος συχνότητας ”

Παρατήρηση – Σχεδιασμός

Ακολουθεί γράφημα που αναπαριστά την κυματοσυνάρτηση που απεικονίζονταν στον παλμογράφο σε λειτουργία ac, εφαρμόζοντας τάση 3V AC συχνότητας 2KHz (γράφημα 1.2):



Γράφημα 1.2 (3V AC συχνότητας 2KHz σε λειτουργία παλμογράφου ac)

Μέτρηση Περιόδου και υπολογισμός συχνότητας

Στον παλμογράφο μια περίοδος της κυματοσυνάρτησης που φαίνεται στο γράφημα 1.2α κάλυπτε 5 div. , σε λειτουργία 0,1ms/div. Έτσι η περίοδος είναι

$$5\text{div} \times 0.1\text{ms/div} = 0.5\text{ms}.$$

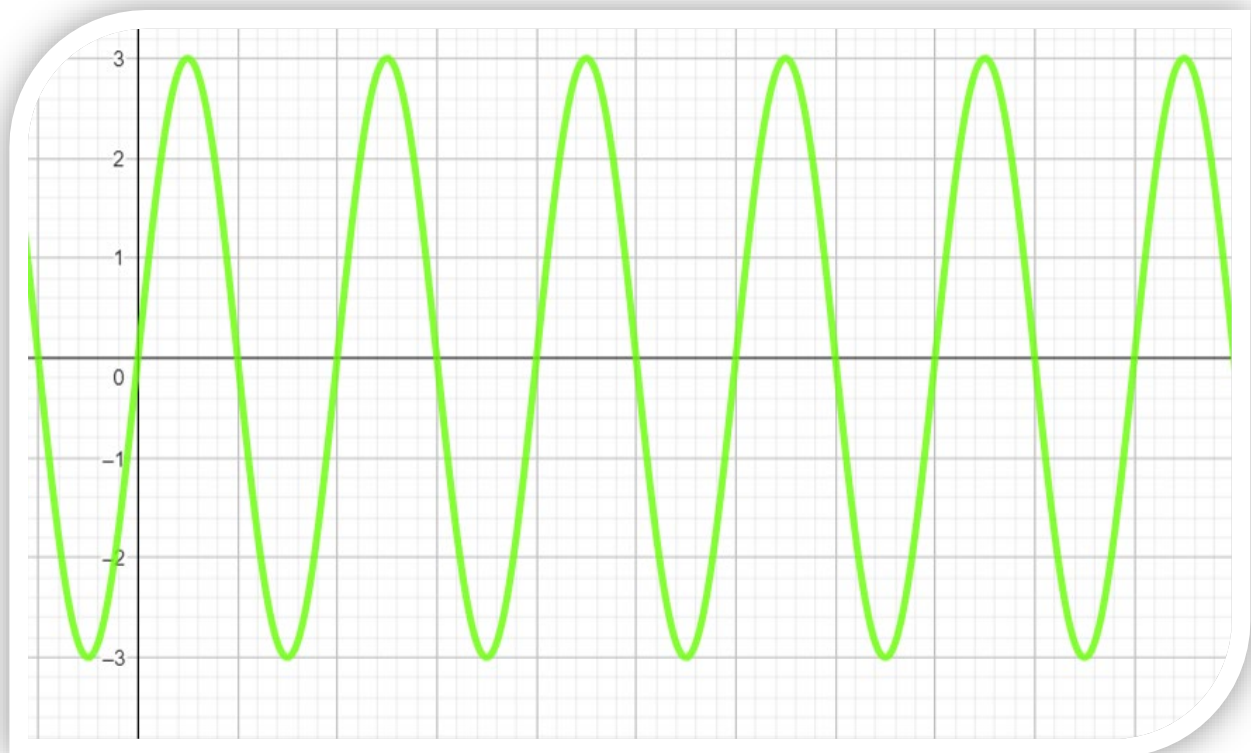
Τότε η συχνότητα, για την οποία ισχύει $T=1/f$ θα είναι: $f= 1/0.5\text{ms} = 2\text{KHz}$.

Άρα πράγματι η μετρούμενη συχνότητα του σήματος είναι όσο και η πραγματική.

Ερώτημα 3^ο

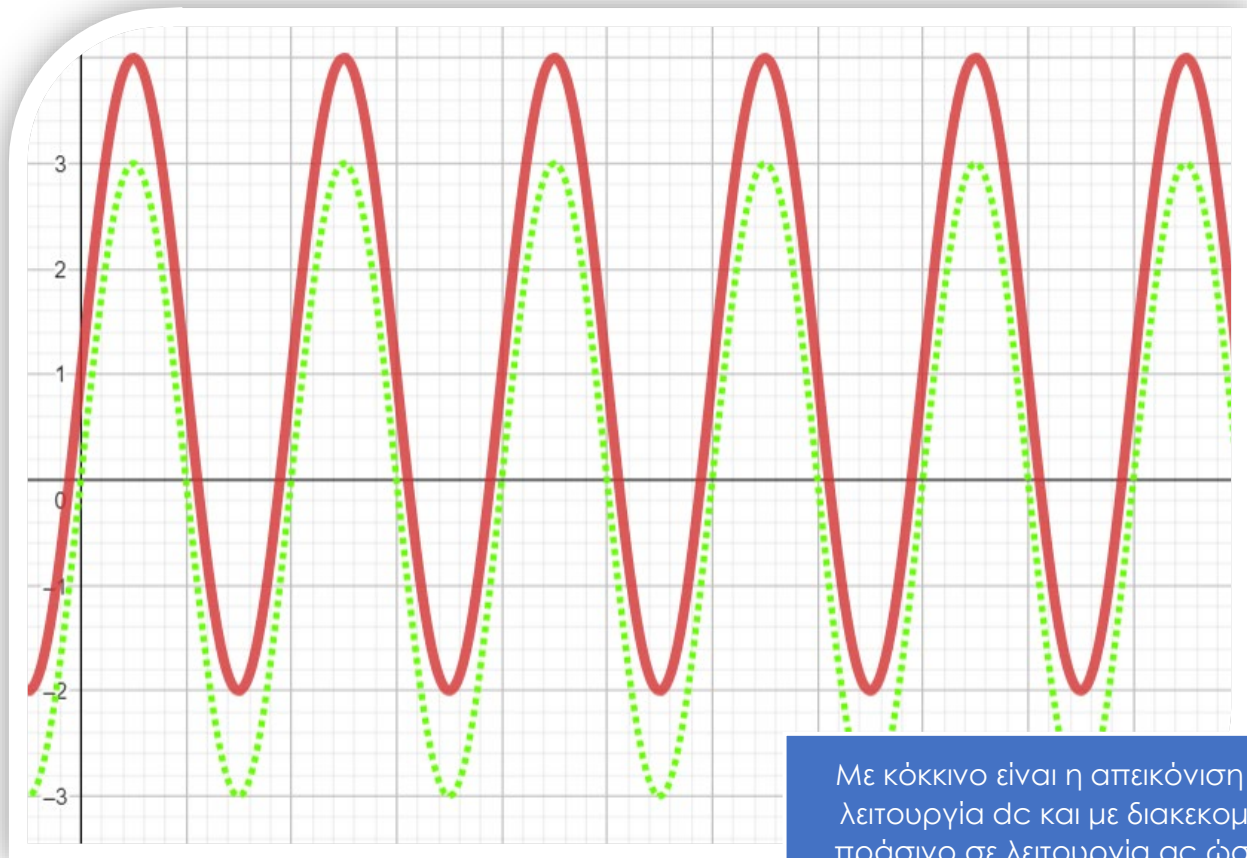
“Επανάληψη ερωτήματος 2, προσθέτοντας από την γεννήτρια συνεχή συνιστώσα 1V. Σχεδιασμός εικόνας παλμογράφου σε ac και dc λειτουργία”

Ακολουθεί γράφημα που αναπαριστά την κυματοσυνάρτηση που απεικονίζονταν στον παλμογράφο σε λειτουργία ac, εφαρμόζοντας τάση 3V AC συχνότητας 2KHz και 1V DC (γράφημα 1.3α):



Γράφημα 1.3α (3V AC συχνότητας 2KHz και 1V DC σε λειτουργία παλμογράφου ac)

Ακολουθεί γράφημα που αναπαριστά την κυματοσυνάρτηση που απεικονίζονταν στον παλμογράφο σε λειτουργία dc, εφαρμόζοντας τάση 3V AC συχνότητας 2KHz και 1V DC (γράφημα 1.3α):



Με κόκκινο είναι η απεικόνιση στην λειτουργία dc και με διακεκομμένο πράσινο σε λειτουργία ac ώστε να είναι πιο εμφανή η διαφορά

Γράφημα 1.3α (3V AC συχνότητας 2KHz και 1V DC σε λειτουργία παλμογράφου dc)

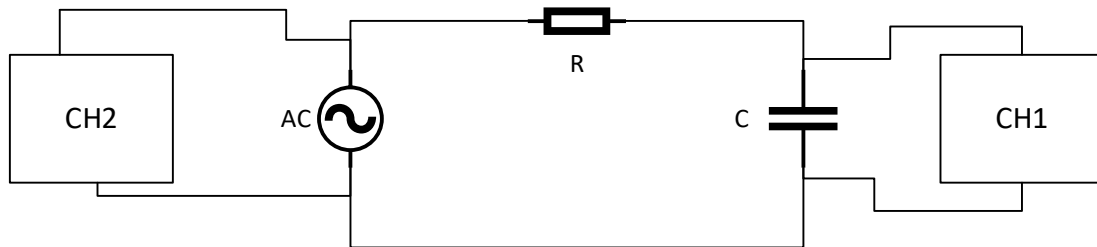
Σχολιασμός

Στην dc λειτουργία αναπαρίσταται και η DC αλλά και η AC συνιστώσα του σήματος. Έτσι βλέπουμε ουσιαστικά μια κατακόρυφη μετατόπιση του σήματος που βλέπαμε στην ac λειτουργία κατά τόσες μονάδες όση είναι και η DC τάση (εδώ 1V).

Β Σ κ έ λ ο ς Α ν α φ ο ρ ά ς

“Ρυθμίζοντας την συχνότητα της γεννήτριας στα 500Hz και το πλάτος της τάσης στα 3V_p, καθώς και το Time/div στα 0,2ms στον παλμογράφο, πραγματοποιήστε το κύκλωμα 2.1 θεωρώντας το κύκλωμα στην μόνιμη ημιτονοειδή κατάσταση.”

Για το κύκλωμα 2.1



Κύκλωμα 2.1 (Κύκλωμά σχ.8 Β μέρους εργαστηριακής άσκησης)

Ακολουθεί πίνακας πειραματικών μετρήσεων των Δt , α , β για τον υπολογισμό της διαφοράς φάσης στο κύκλωμα 2.1 (πίνακας 2.1α):

R Ω	Δt ms	α	β
100	0,2	0,12	0,4
200	0,3	0,2	0,4
300	0,4	0,24	0,4
400	0,5	0,3	0,4
500	0,6	0,32	0,4
600	0,6	0,34	0,4
700	0,65	0,36	0,4
800	0,7	0,38	0,4
900	0,7	0,38	0,4
1000	0,7	0,38	0,4

Πίνακας 2.1α (Μετρήσεις για υπολογισμός $\Delta\Phi$ στο κύκλωμα 2.1)

Υπολογισμός $\Delta\phi$

Τρόπος 1ος - Πειραματικός

Η χρονική απόσταση δύο πλησιέστερων μεγίστων ή σημείων μηδενισμού είναι Δt . τότε θα έχουμε:

$$\Delta t = \frac{\Delta\phi}{\omega} \rightarrow \Delta\phi = \omega \cdot \Delta t \rightarrow \Delta\phi = 2\pi f \cdot \Delta t \rightarrow \Delta\phi = 1000\pi \cdot \Delta t$$

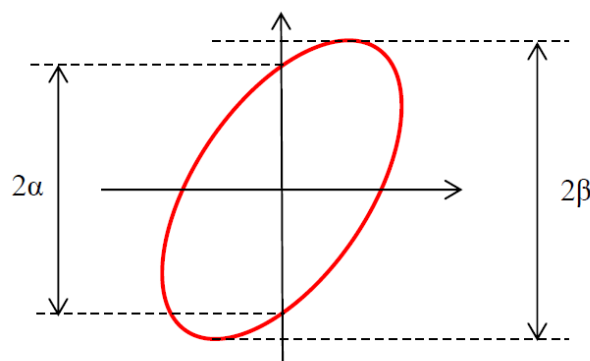
Έτσι Από τον πίνακα 2.1α στήλη 2^η θα έχουμε:

R Ω	Δt ms	$\Delta\phi$ μοίρες
100	0,2	20,63
200	0,3	30,94
300	0,4	41,25
400	0,5	51,57
500	0,6	61,88
600	0,6	61,88
700	0,65	67,04
800	0,7	72,19
900	0,7	72,19
1000	0,7	72,19

Πίνακας 2.1β (Υπολογισμός $\Delta\phi$ στο κύκλωμα 2.1 με μέτρηση Δt)

Τρόπος 2ος - Πειραματικός

Με την βοήθεια των σχημάτων Lissajous. Τα α, β είναι από την εικόνα που ακολουθεί:



Τότε η διαφοράς φάσης $\Delta\varphi$ δίνεται από την σχέση

$$\Delta\varphi = \sin^{-1} \frac{\alpha}{\beta}$$

Έτσι Από τον πίνακα 2.1α στήλη 3^η και 4^η θα έχουμε:

R Ω	α	β	$\Delta\varphi$ μοίρες
100	0,12	0,4	17,46
200	0,2	0,4	30,00
300	0,24	0,4	36,87
400	0,3	0,4	48,59
500	0,32	0,4	53,13
600	0,34	0,4	58,21
700	0,36	0,4	64,16
800	0,38	0,4	71,81
900	0,38	0,4	71,81
1000	0,38	0,4	71,81

Πίνακας 2.1γ (Υπολογισμός $\Delta\varphi$ στο κύκλωμα 2.1 με μέτρηση α, β)

Τρόπος 3ος – Θεωρητικός

Η διαφορά φάσης στα άκρα του πυκνωτή δίνεται από την σχέση

$$\Delta\varphi = \tan^{-1}(\omega RC)$$

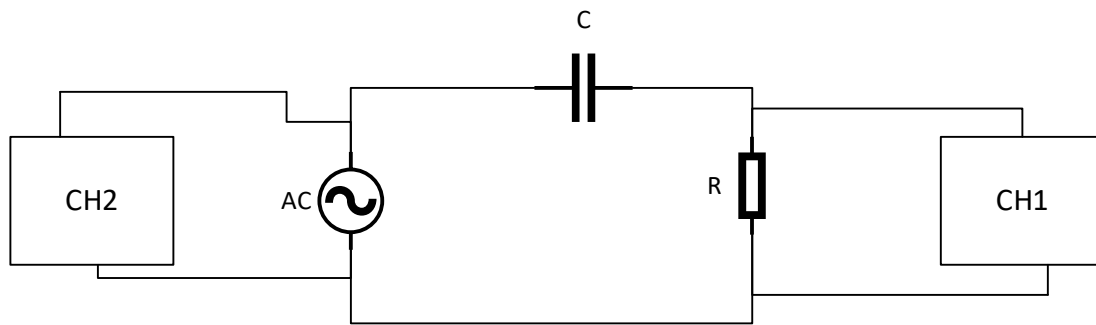
Όπου: $\Delta\varphi$ η διαφορά φάσης
 ω η γωνιακή συχνότητα
 R η αντίσταση
 C η χωρητικότητα του πυκνωτή

Έτσι έχουμε στον πίνακα 2.1δ:

R Ω	$\Delta\varphi$ μοίρες
100	17,44
200	32,14
300	43,30
400	51,49
500	57,52
600	62,05
700	65,55
800	68,30
900	70,52
1000	72,34

Πίνακας 2.1γ (Υπολογισμός $\Delta\Phi$ στο κύκλωμα 2.1 θεωρητικά)

Για το κύκλωμα 2.2



Κύκλωμα 2.2 (Κύκλωμά με αλλαγή θέσης αντίστασης - πυκνωτή)

Ακολουθεί πίνακας πειραματικών μετρήσεων των Δt , α , β για τον υπολογισμό της διαφοράς φάσης στο κύκλωμα 2.2 (πίνακας 2.2α):

R Ω	Δt ms	α	β
100	0,8	0,36	0,4
200	0,6	0,3	0,4
300	0,4	0,26	0,4
400	0,4	0,2	0,4
500	0,3	0,2	0,4
600	0,3	0,16	0,4
700	0,2	0,14	0,4
800	0,2	0,12	0,4
900	0,2	0,1	0,4
1000	0,2	0,1	0,4

Πίνακας 2.2α (Μετρήσεις για υπολογισμός $\Delta\Phi$ στο κύκλωμα 2.2)

Υπολογισμός $\Delta\phi$

Τρόπος 1ος

Η χρονική απόσταση δύο πλησιέστερων μεγίστων ή σημείων μηδενισμού είναι Δt . τότε θα έχουμε:

$$\Delta t = \frac{\Delta\phi}{\omega} \rightarrow \Delta\phi = \omega \cdot \Delta t \rightarrow \Delta\phi = 2\pi f \cdot \Delta t \rightarrow \Delta\phi = 1000\pi \cdot \Delta t$$

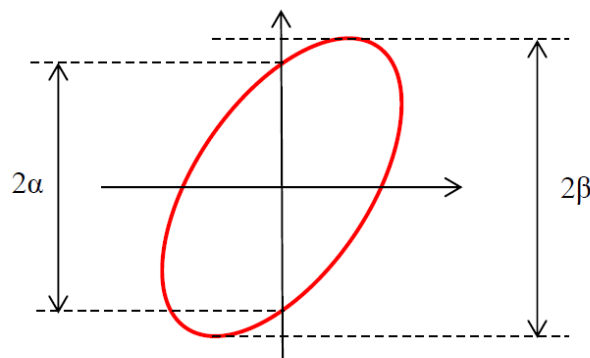
Έτσι Από τον πίνακα 2.2α στήλη 2^η θα έχουμε:

R Ω	Δt ms	$\Delta\phi$ $μοίρες$
100	0,8	82,51
200	0,6	61,88
300	0,4	41,25
400	0,4	41,25
500	0,3	30,94
600	0,3	30,94
700	0,2	20,63
800	0,2	20,63
900	0,2	20,63
1000	0,2	20,63

Πίνακας 2.1β (Υπολογισμός $\Delta\phi$ στο κύκλωμα 2.1 με μέτρηση Δt)

Τρόπος 2ος

Με την βοήθεια των σχημάτων Lissajous. Τα α, β είναι από την εικόνα που ακολουθεί:



Τότε η διαφοράς φάσης $\Delta\varphi$ δίνεται από την σχέση

$$\Delta\varphi = \sin^{-1} \frac{\alpha}{\beta}$$

Έτσι Από τον πίνακα 2.2α στήλη 3^η και 4^η θα έχουμε:

R Ω	α	β	$\Delta\varphi$ μοίρες
100	0,36	0,4	64,16
200	0,3	0,4	48,59
300	0,26	0,4	40,54
400	0,2	0,4	30,00
500	0,2	0,4	30,00
600	0,16	0,4	23,58
700	0,14	0,4	20,49
800	0,12	0,4	17,46
900	0,1	0,4	14,48
1000	0,1	0,4	14,48

Πίνακας 2.1γ (Υπολογισμός $\Delta\Phi$ στο κύκλωμα 2.1 με μέτρηση α, β)

Τρόπος 3ος – Θεωρητικός

Η διαφορά φάσης στα άκρα του αντιστάτη δίνεται από την σχέση

$$\Delta\varphi = \tan^{-1}(1/\omega RC)$$

Όπου: $\Delta\varphi$ η διαφορά φάσης
 ω η γωνιακή συχνότητα
 R η αντίσταση
 C η χωρητικότητα του πυκνωτή

Έτσι έχουμε στον πίνακα 2.2δ:

R Ω	$\Delta\varphi$ μοίρες
100	72,56
200	57,86
300	46,70
400	38,51
500	32,48
600	27,95
700	24,45
800	21,70
900	19,48
1000	17,66

Πίνακας 2.2γ (υπολογισμός $\Delta\varphi$ στο κύκλωμα 2.2 θεωρητικά)

Αιτιολόγηση – Επεξήγηση των διαφορών που υπάρχουν στους δύο τρόπους πειραματικής προσέγγισης της $\Delta\Phi$

Παρατηρούμε πως μεταξύ του 1^{ου} και του 2^{ου} τρόπου υπολογισμού της διαφοράς φάσης υπάρχουν μικρές (αλλά σημαντικές) αποκλίσεις. Αυτές οφείλονται κατά μεγάλο βαθμό στην ακρίβεια των μετρήσεων – παρατηρήσεων από τους φοιτητές, καθώς η κυματοσυνάρτηση ή η έλλειψη μπορεί να μην εφάπτονταν σε κάποια από τις υποδιαιρέσεις της οθόνης του παλμογράφου και έτσι η μέτρηση ήταν πιο προσεγγιστική παρά ακριβείς.

Γραφικές Απεικονίσεις



Γράφημα 2.1 ($\Delta\Phi=f(R)$ στο κύκλωμα 2.1 με τους 3 τρόπους)



Γράφημα 2.2 ($\Delta\phi=f(R)$ στο κύκλωμα 2.2 με τους 3 τρόπους)

(οι υπολογισμοί έγιναν με χρήση του excel για ταχύτερα και εγκυρότερα αποτελέσματα – μπορείτε να βρείτε το αρχείο που χρησιμοποιήθηκε εδώ: https://psimmenos.com/wp-content/uploads/Κυκλώματα2_Υπολογισμοί.xlsx)

Σχολιασμός της μεταβολής της Διαφοράς Φάσης ($\Delta\Phi$) συναρτήσει της Αντίστασης R

Στην περίπτωση του κυκλώματος πηγή – πυκνωτή παρατηρούμε ότι η $\Delta\Phi$ αυξάνεται με μειούμενο ρυθμό αύξησης όσο αυξάνεται και η τιμή της Αντίστασης. Το κύκλωμα αυτό (2.1) είναι γνωστό και ως χαμηλοπερατό φίλτρο. Στο κύκλωμα πηγής – αντίστασης παρατηρούμε ότι η $\Delta\Phi$ μειώνεται με μειούμενο ρυθμό μείωσης, όσο αυξάνεται η τιμή της αντίστασης. Το κύκλωμα αυτό (2.2) είναι γνωστό και ως υψηλοπερατό φίλτρο.

Σχόλια - Παρατηρήσεις	Βαθμός:

--Επισυνάπτονται τα φύλλα μετρήσεων που καταγράφηκαν οι μετρήσεις κατά την διάρκεια του εργαστηρίου