



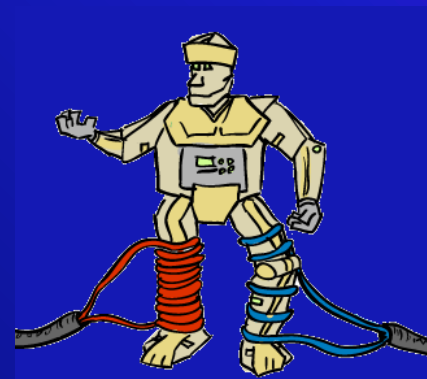
Πολυτεχνείο Κρήτης
Εργαστήριο Δομής της Ύλης & Φυσικής Λείζερ



Φυσική II (Εργαστηριακές Ασκήσεις)

Εαρινό Εξάμηνο Ακαδ. Έτους 2019 - 20

Άσκηση 5 “Μελέτη μετασχηματιστών”



Βασική Θεωρία

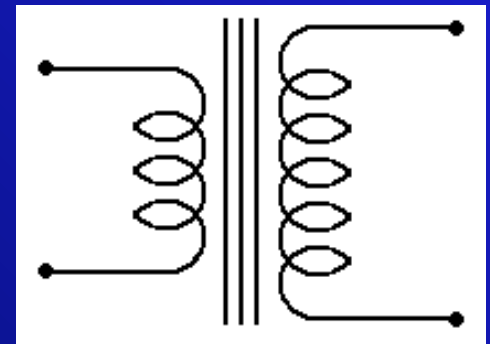
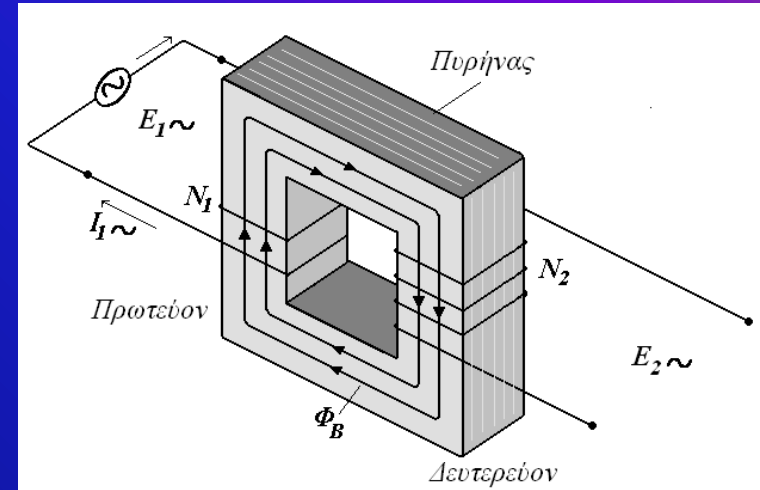
Μετασχηματιστής

Ένας βασικός μετασχηματιστής (Μ/Σ) αποτελείται δύο ηλεκτρικά μονωμένα πηνία. Ένα πρωτεύον πηνίο (είσοδος Μ/Σ) και ένα δευτερεύον πηνίο (έξοδος Μ/Σ) και το σιδηροπυρήνα.

Ο σιδηροπυρήνας αποτελείται από λεπτά, ηλεκτρικά μονωμένα μεταξύ τους ελάσματα χάλυβα.

Ο μετασχηματιστής είναι συσκευή με την οποία επιτυγχάνεται η αύξηση ή η ελάττωση εναλλασσόμενης τάσης, χωρίς να μεταβάλλεται η συχνότητα αυτής.

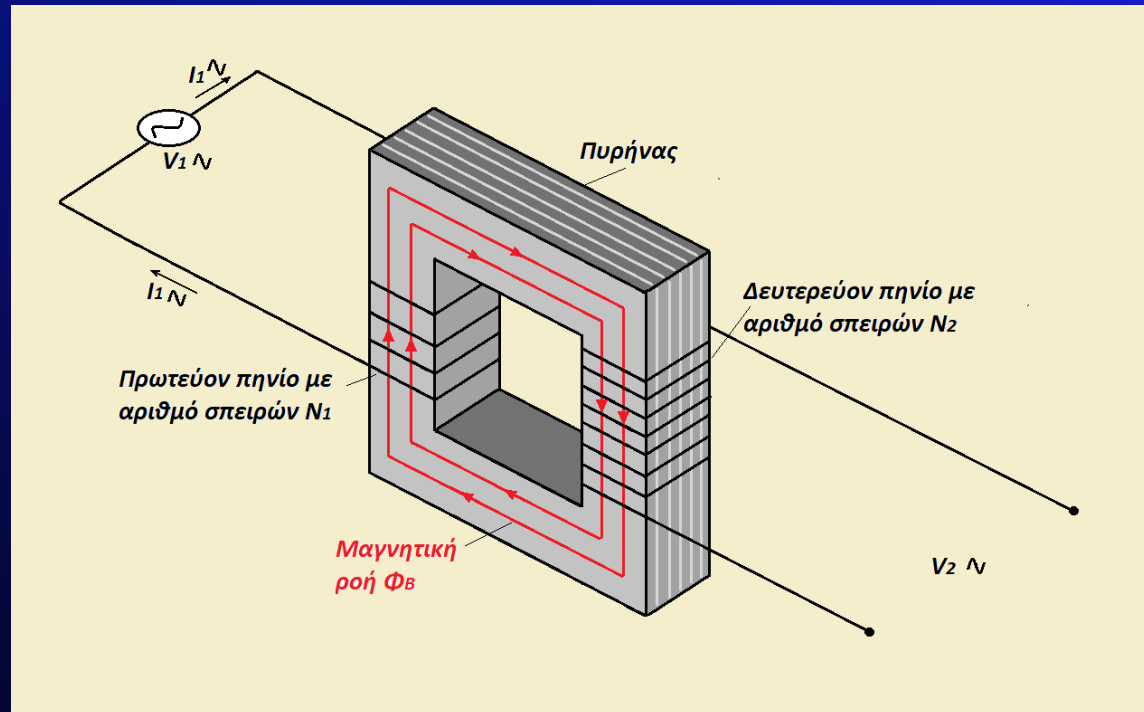
Σχηματική παράσταση μετασχηματιστή:



Λειτουργία του μετασχηματιστή

Βασίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.

Όταν το πρωτεύον τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης V_1 , διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα I_1 το οποίο δημιουργεί μέσα στον πυρήνα εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο. Έτσι προκύπτει εναλλασσόμενη μαγνητική ροή (Φ_B), η οποία διέρχόμενη από το δευτερεύον πηνίο, δημιουργεί στα άκρα του εναλλασσόμενη τάση V_2 , της ίδιας συχνότητας με την τάση του πρωτεύοντος. Η V_2 εξαρτάται από τον αριθμό των σπειρών N_1 και N_2 των δύο πηνίων.



Ιδανικός μετασχηματιστής

- Οι σπείρες του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος έχουν μηδενική ωμική αντίσταση.
- Ολόκληρη η μαγνητική ροή που δημιουργείται στο πρωτεύον τύλιγμα διέρχεται και από το δευτερεύον.
- Δεν υπάρχουν απώλειες μέσα στον πυρήνα από δινορεύματα Foucault και από την ύπαρξη βρόχου υστέρησης.
- Οι χωρητικότητες μεταξύ των σπειρών των τυλιγμάτων είναι μηδενικές.

Λειτουργία εν κενώ

(το κύκλωμα του δευτερεύοντος είναι ανοικτό)

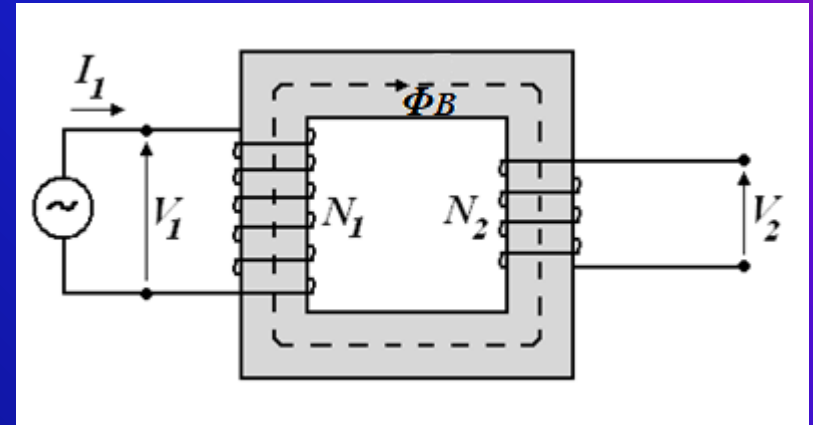
Ισχύει: $V_2 / V_1 = N_2 / N_1$

N_1 : Αριθμός σπειρών πρωτεύοντος

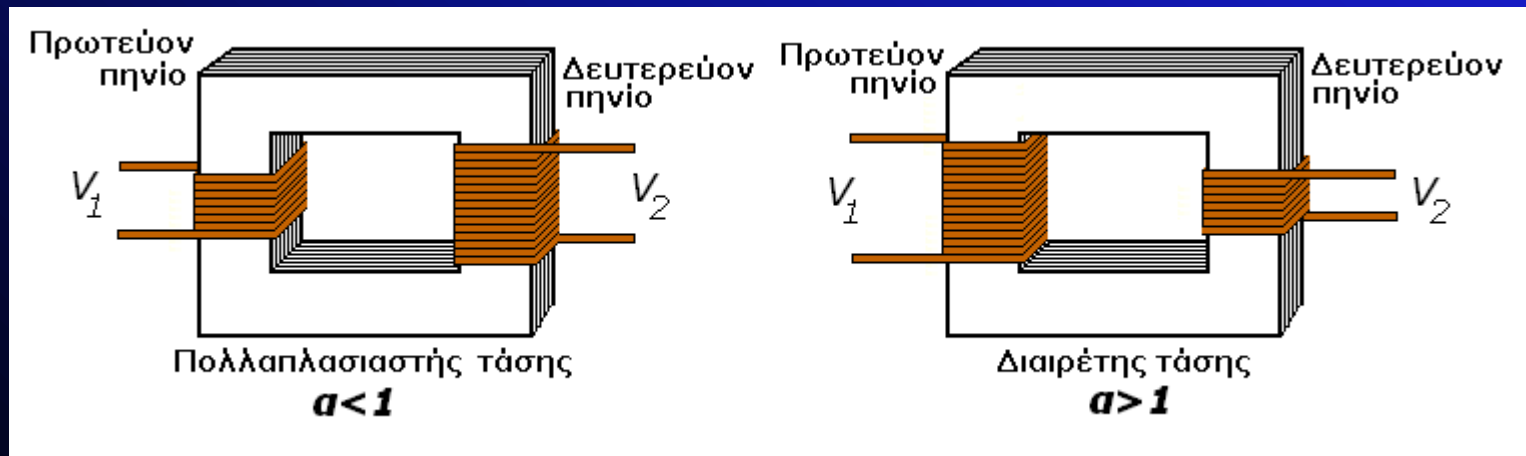
N_2 : Αριθμός σπειρών δευτερεύοντος

Όπου $a = N_1 / N_2$

είναι ο λόγος του μετασχηματιστή



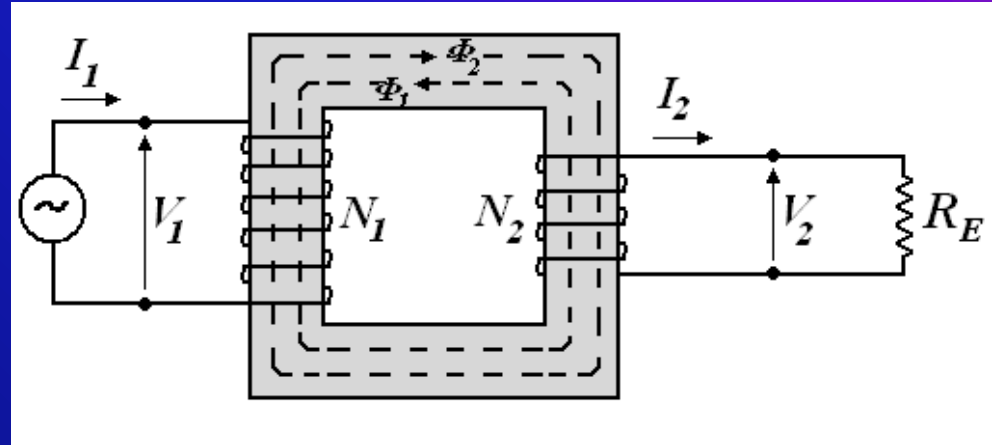
Επομένως:



Λειτουργία υπό φορτίο (το κύκλωμα του δευτερεύοντος είναι κλειστό)

Όταν τα άκρα του δευτερεύοντος δεν είναι ανοικτά, τότε αυτό διαρρέεται από ρεύμα I_2 το οποίο δημιουργεί και αυτό μαγνητική ροή.

- Φ_1 η ροή που δημιουργεί το ρεύμα του πρωτεύοντος
- Φ_2 η ροή που δημιουργεί το ρεύμα του δευτερεύοντος



Η ολική ροή Φ είναι:

$$\Phi = \Phi_1 - \Phi_2 = \text{σταθερή}$$

Ισχύει: $I_2 / I_1 = V_1 / V_2 = N_1 / N_2$

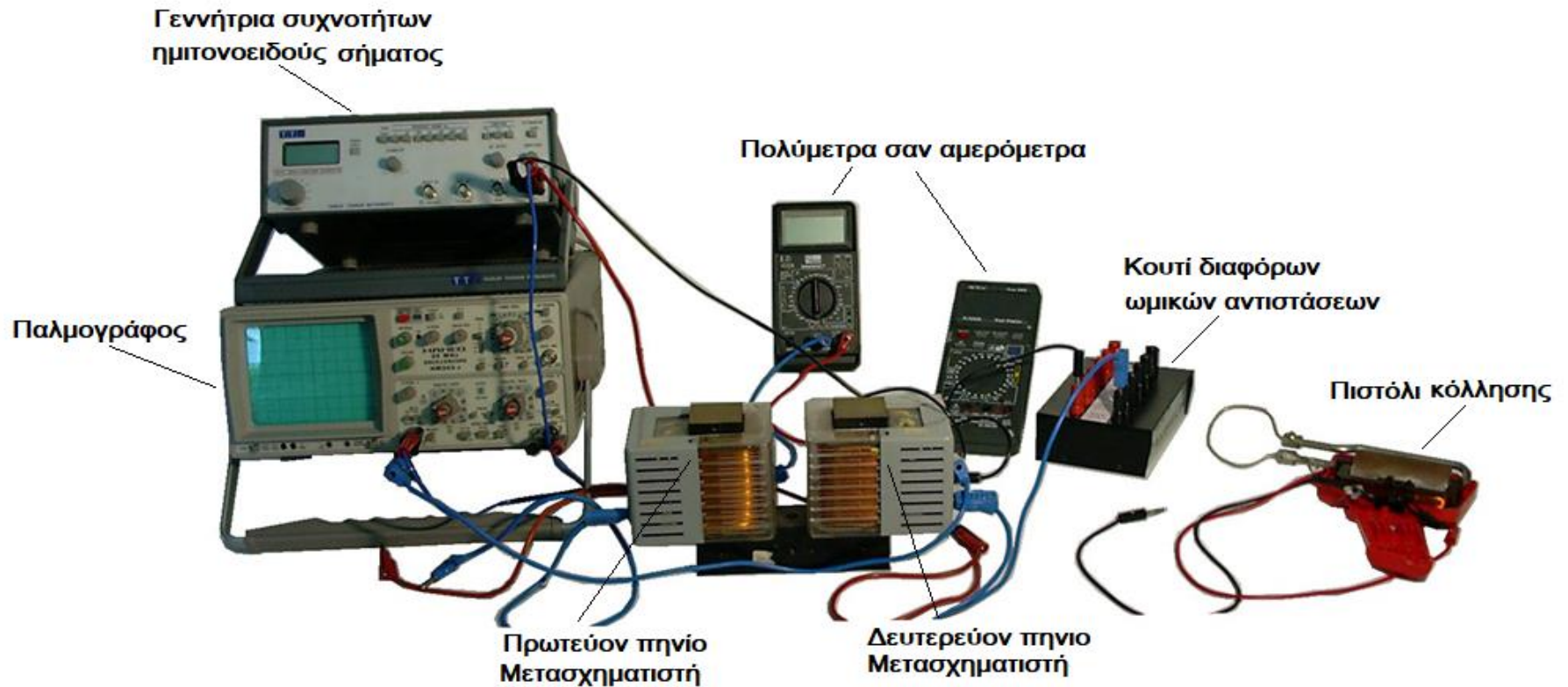
Η αντίσταση που βλέπουμε στα άκρα του πρωτεύοντος είναι:

$$R = V_1 / I_1 = R_E / (N_2 / N_1)^2$$

Απαραίτητα όργανα

- Μετασχηματιστής
- Γνωστές ωμικές αντιστάσεις
- Γεννήτρια ηλεκτρικού ημιτονοειδούς σήματος
- Παλμογράφος
- Δύο ψηφιακά πολύμετρα
- Πιστόλι κόλλησης

Πειραματική Διάταξη



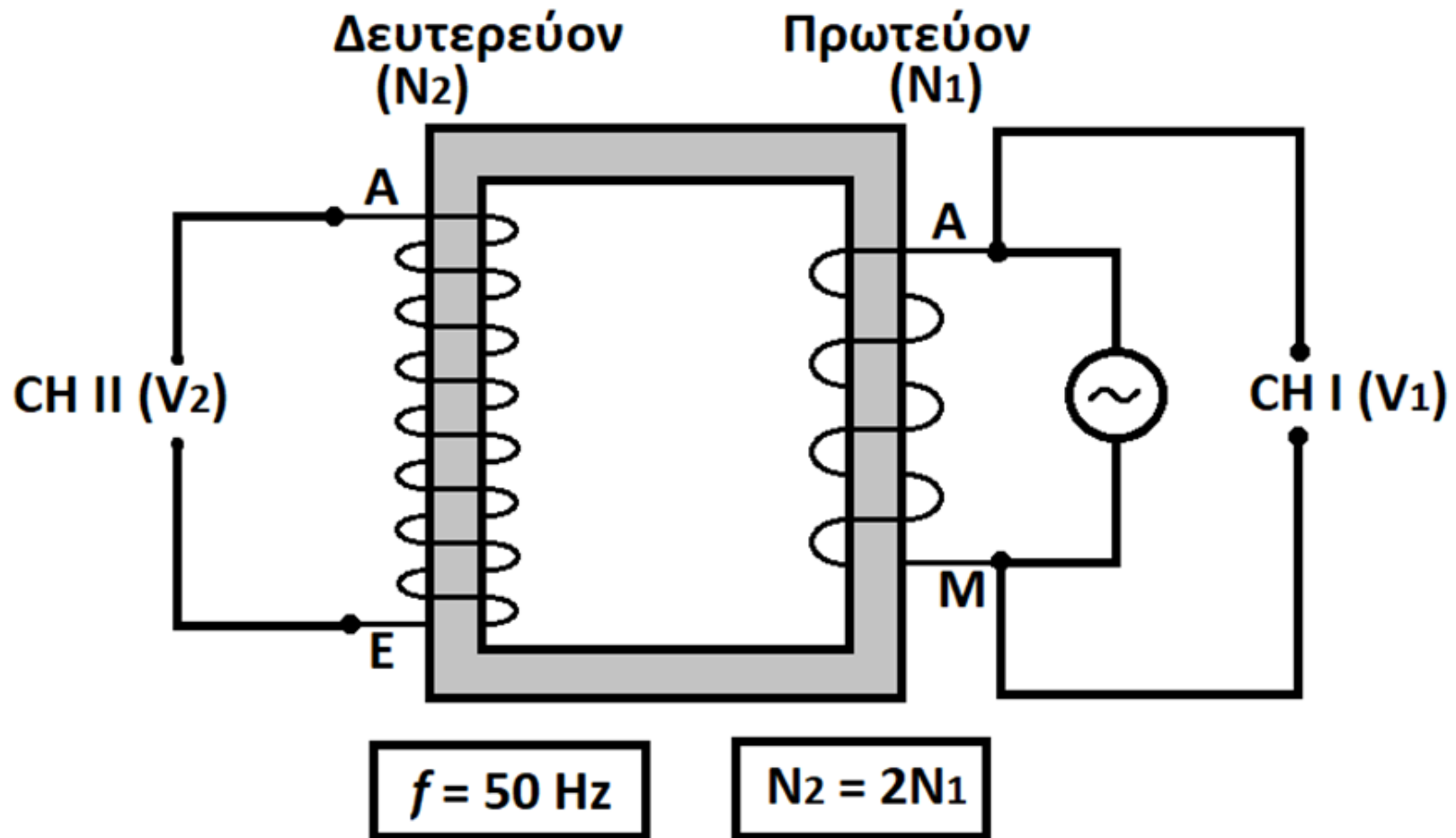
Εκτέλεση της άσκησης

Πείραμα 1.

Σκοπός του πειράματος:

1. Μελέτη της λειτουργίας του M/Σ.
2. Μελέτη του M/Σ εν κενώ χωρίς φορτίο, με ανοικτό το δευτεύον πηνίο στην έξοδο.
3. Επαλήθευση σχέσης τάσεων εισόδου – εξόδου M/Σ με τον λόγο των τυλιγμάτων του.
4. Μελέτη του M/Σ σε βραχυκύκλωση, χωρίς φορτίο με κλειστό το δευτεύον πηνίο στην έξοδο.

Βήμα 1. (Πειραματική διάταξη 1^{ου} πειράματος)



Βήμα 2. (Μετρήσεις)

Τροφοδοτούμε από την γεννήτρια το πρωτεύον πηνίο με ημιτονοειδές σήμα τάσης V_1 και συχνότητας $f_1 = 50 \text{ Hz}$ (στις μισές του σπείρες του πρωτεύοντος πηνίου), και μετράμε την τάση V_2 στα άκρα όλων των σπειρών του δευτερεύοντος πηνίου.

Επομένως ισχύει ότι οι σπείρες του δευτερεύοντος πηνίου είναι διπλάσιες από αυτές του πρωτεύοντος.

$$\text{Δηλαδή } N_2 = 2N_1$$

Μεταβάλλοντας (από την γεννήτρια) την τάση V_1 στα άκρα του πρωτεύοντος, μετράμε στο κανάλι I του παλμογράφου την τάση V_1 και την περίοδο T_1 και αντίστοιχα στο κανάλι II του παλμογράφου την τάση V_2 , την περίοδο T_2 στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου καθώς και την διαφορά φάσης μεταξύ των δύο σημάτων (μετρώντας την διαφορά χρόνου Δt μεταξύ τους).

Πέρνουμε τον παρακάτω πίνακα μετρήσεων:

Πίνακας μετρήσεων 5.1

V_1 (V)	T_1 (s)	V_2 (V)	T_2 (s)	Δt
1,0	$20,0 \times 10^{-3}$	1,8	$20,0 \times 10^{-3}$	0,0
2,0	$20,0 \times 10^{-3}$	3,7	$20,0 \times 10^{-3}$	0,0
3,0	$20,0 \times 10^{-3}$	5,4	$20,0 \times 10^{-3}$	0.0

Βήμα 2. (Δοκιμή βραχυκύκλωσης)

Παρατηρούμε ότι αν βραχυκυκλώσουμε (ενώσουμε) τα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου, τότε η τάση στο πρωτεύον πηνίο μειώνεται αισθητά.

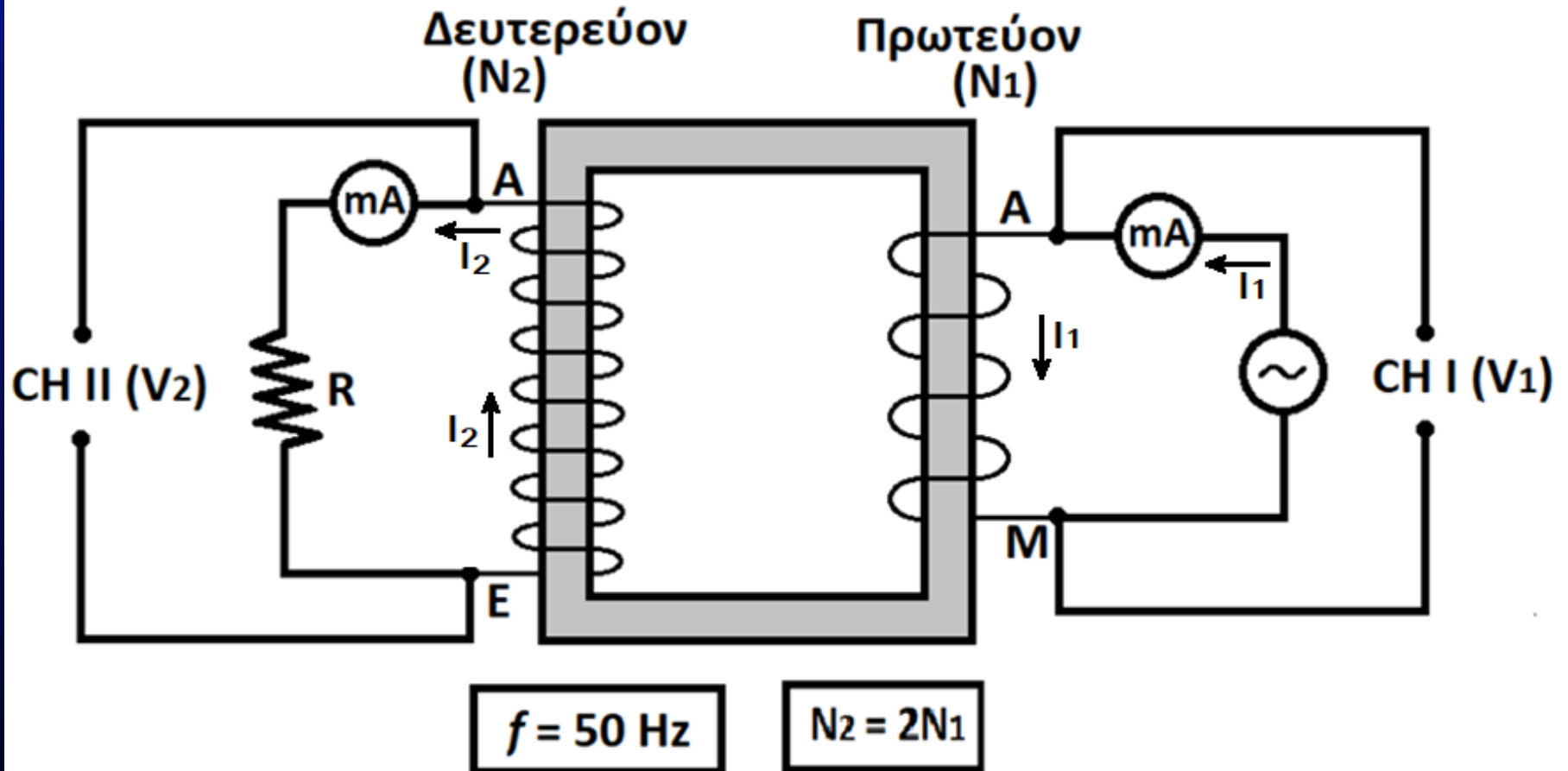
Πείραμα 2.

Σκοπός του πειράματος:

Μελέτη της επίδρασης χωρητικών και επαγωγικών φορτίων στη μεταφορά ισχύος μέσω του Μ/Σ.

Το πείραμα γίνεται συνδέοντας μόνο ωμικές αντιστάσεις διαφόρων τιμών στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου (έξοδο του Μ/Σ).

Βήμα 1. (Πειραματική διάταξη 2^{ου} πειράματος)



Βήμα 2. (Μετρήσεις)

Τροφοδοτούμε από την γεννήτρια το πρωτεύον πηνίο με ημιτονοειδές σήμα τάσης V_1 και συχνότητας $f_1 = 50 \text{ Hz}$.

Και εδώ ισχύει ότι οι σπείρες του δευτεύοντος πηνίου είναι διπλάσιες από αυτές του πρωτεύοντος.

$$\text{Δηλαδή } N_2 = 2N_1$$

Συνδέοντας ωμικές αντιστάσεις διαφόρων τιμών στα άκρα του δευτερεύοντος πηνίου (έξοδο του M/Σ) και κρατώντας πάντοτε σταθερή την τάση V_1 , μετράμε την τάση στο δευτερεύον και τα ρεύματα στο πρωτεύον και στο δευτερεύον πηνίο. (Για την μέτρηση των ρευμάτων χρησιμοποιούμε δύο πολύμετρα σαν αμπερόμετρα).

Πέρνουμε τον παρακάτω πίνακα μετρήσεων:

Πίνακας μετρήσεων 5.2

$f=50\text{ Hz}$, $N_2=2N_1$ και $V_1 = 0,6\text{ V}$ (σταθερή)

$R\ (\Omega)$	$V_1\ (\text{V})$	$I_{1rms}\ (\text{A})$	$V_2\ (\text{V})$	$I_{2rms}\ (\text{A})$
5,0	0,6	$105,2 \times 10^{-3}$	0,42	$43,5 \times 10^{-3}$
10,0	0,6	$86,1 \times 10^{-3}$	0,58	$33,9 \times 10^{-3}$
100,0	0,6	$47,4 \times 10^{-3}$	0,95	$7,0 \times 10^{-3}$
474,0	0,6	$44,6 \times 10^{-3}$	1,00	$1,5 \times 10^{-3}$
1000,0	0,6	$42,1 \times 10^{-3}$	1,02	$1,0 \times 10^{-3}$

Πείραμα 3.

Σκοπός του πειράματος:

Επίδραση της συχνότητας στα ρεύματα του Μ/Σ.

Μετρήσεις:

Στην πειραματική διάταξη του προηγούμενου πειράματος έχοντας πάντοτε συνδεδεμένη την αντίσταση των $10\ \Omega$ και κρατώντας και πάλι σταθερή την τάση V_1 στα άκρα του πρωτεύοντος, ρυθμίζοντάς την σε κάθε μέτρηση από τη γεννήτρια, για διαφορετικές συχνότητες μετράμε τα ρεύματα I_1 και I_2 πρωτεύοντος και δευτερεύοντος πηνίου.

Πέρνουμε τον παρακάτω πίνακα μετρήσεων:

Πίνακας μετρήσεων 5.3

$R = 10 \, \Omega$ και $V_1 = 0,6 \, V$ (σταθερή)

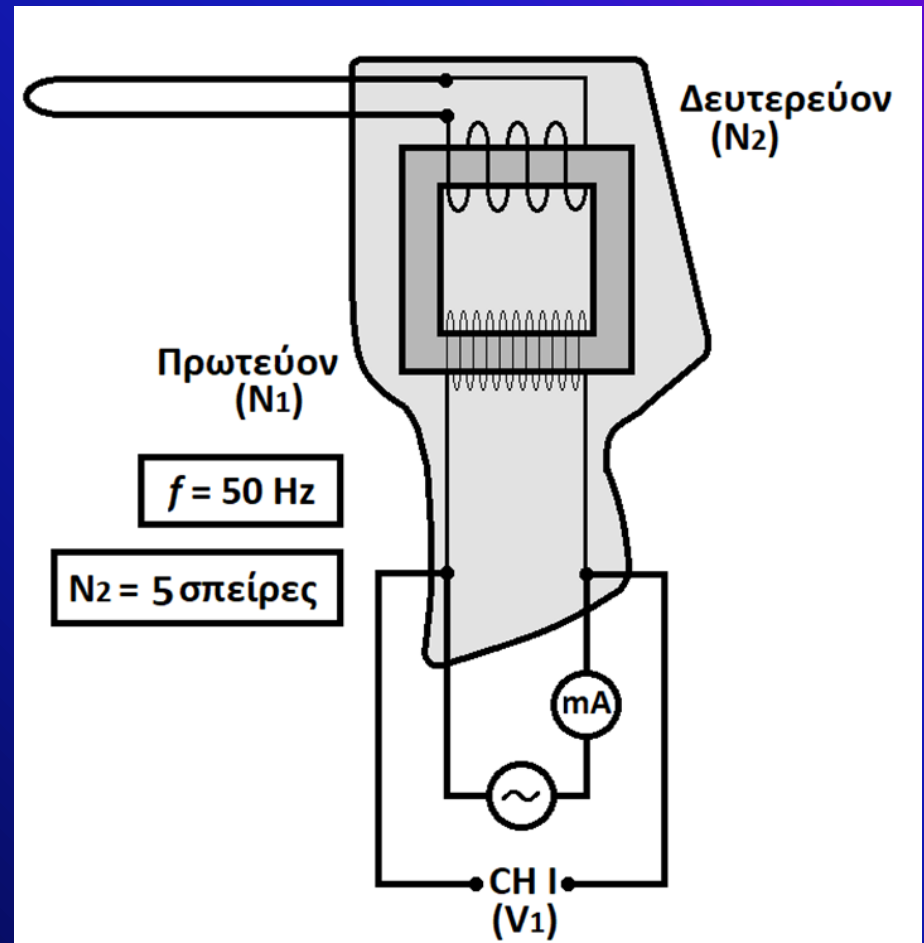
f (Hz)	I_{1rms} (A)	I_{2rms} (A)
50	$159,9 \times 10^{-3}$	$65,4 \times 10^{-3}$
500	$35,0 \times 10^{-3}$	$14,5 \times 10^{-3}$
1000	$17,6 \times 10^{-3}$	$7,1 \times 10^{-3}$
1500	$12,1 \times 10^{-3}$	$4,9 \times 10^{-3}$
2000	$8,8 \times 10^{-3}$	$3,5 \times 10^{-3}$
5000	$3,8 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-3}$
10000	$2,0 \times 10^{-3}$	$0,7 \times 10^{-3}$

Πείραμα 5.

Σκοπός του πειράματος:

Μελέτη του Μ/Σ σε πιστόλι συγκόλλησης.

**Βήμα 1. (Πειραματική
διάταξη 5^{ου} πειράματος)**



Βήμα 2 και 3. (Μετρήσεις)

Για δύο διαφορετικές τάσεις εισόδου V_1 (στο πρωτεύον πηνίο), με τα όργανα μέτρησης της συνδεσμολογίας, μετράμε για κάθε μία διαφορετική τιμή τάσης εισόδου το ρεύμα του πρωτεύοντος (ρεύμα διέγερσης) I_1 .

Πέρνουμε τον παρακάτω πίνακα μετρήσεων:

Πίνακας μετρήσεων 5.4

$f = 50 \text{ Hz}$	$N_2 = 5 \text{ σπείρες}$
$V_1 \text{ (V)}$	$I_{1rms} \text{ (A)}$
2,00	$0,7 \times 10^{-3}$
3,00	$1,1 \times 10^{-3}$

Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ) ΣΕ ΚΑΘΕ
ΠΕΙΡΑΜΑ (ΠΟΥ ΕΚΤΕΛΕΣΤΗΚΕ) ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ ΘΑ ΓΙΝΕΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ
ΤΙΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΓΡΑΦΟΝΤΑΙ ΣΤΟ
ΒΙΒΛΙΟ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΙ ΚΑΙ
ΑΚΟΛΟΥΘΩΝΤΑΣ ΤΙΣ **ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ**
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟΝ ΦΑΚΕΛΟ ΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΙ, ΣΤΟ ECLASS ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ