

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:.....

2. Στο κύκλωμα του Σχ.2 το πραγματικό πηνίο αποτελεί το φορτίο.

α). Ποια η τιμή (μέτρο) της επαγωγικής αντίστασης του πηνίου ($X_L = \omega L = 2\pi FL$);

β). Ποια η σύνθετη αντίσταση (μέτρο) ($Z_L = \sqrt{(r_L)^2 + (X_L)^2}$) και το $\left[\cos\phi = \cos\left(\arctan\left(\frac{X_L}{r_L}\right)\right) \right]$ του κυκλώματος (φορτίου);

γ). Ποια η ενεργός τιμή του ρεύματος ($I_{εν.} = \frac{V_{\pi}}{Z_L}$);

δ). Ποια η φαινόμενη ισχύς της πηγής ($S = V_{\pi} I_{εν.}$);

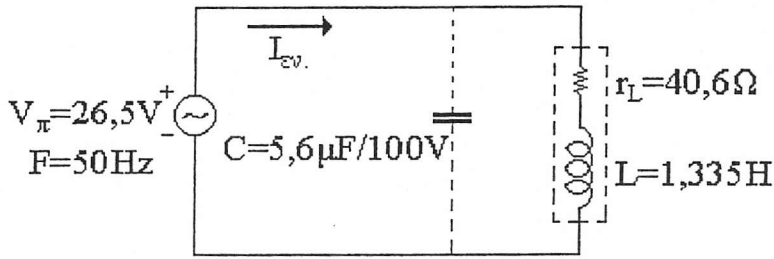
ε). Ποια η πραγματική ισχύς, που καταναλώνεται στο κύκλωμα $P = (I_{εν.})^2 r_L = V_{\pi} I_{εν.} \cos\phi$;

στ). Ποια η άεργος ισχύς στο κύκλωμα $Q_k = (I_{εν.})^2 X_L$;

ζ). Συνδέστε παράλληλα στο πηνίο πυκνωτή (5,6 μF). Υπολογίστε την ολική αντίσταση ($Z_{ολ.}$), που βλέπουμε από τα άκρα της πηγής, τη νέα ενεργό τιμή ($I_{εν.}$) του ρεύματος, τη νέα φαινόμενη (S) ισχύ της πηγής, την πραγματική ισχύ που καταναλώνεται στο κύκλωμα, τη νέα άεργο (Q_k) ισχύ του κυκλώματος και τη νέα τιμή ($\cos\phi$) του κυκλώματος.

η). Ποια μεγέθη παραμένουν σταθερά και ποια όχι με τη σύνδεση του πυκνωτή (5,6 μF) παράλληλα στο πηνίο;

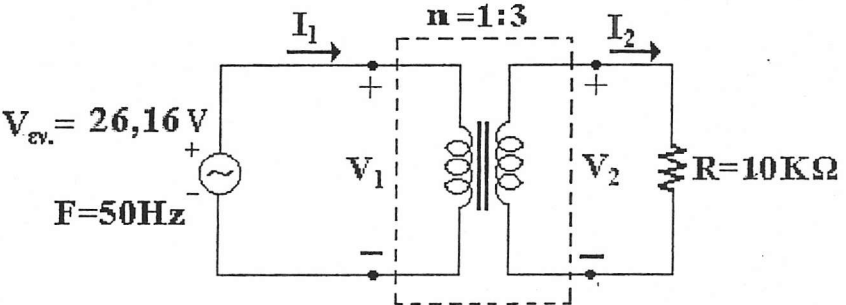
θ). Ποια τα πλεονεκτήματα, όταν κάνουμε τη λεγόμενη βελτίωση του ($\cos\phi$);



Σχήμα 5. Βελτίωση (συνφ) σε κύκλωμα.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:.....

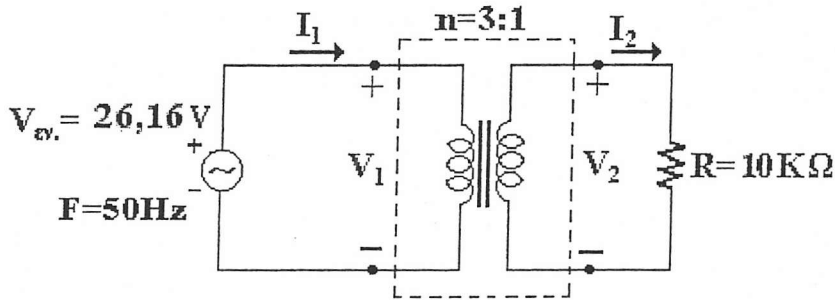
3. α). Στο Σχ.3, έχουμε άγνωστο πραγματικό μετασχηματιστή με λόγο σπειρών ή λόγο μετασχηματισμού ($n=1:3$). Θέλουμε να ανυψώσουμε την εναλλασσόμενη τάση ($V_{ev}=26,16\text{ V}$), αλλά δεν γνωρίζουμε με ποιο πηνίο πρέπει να συνδεθεί η πηγή για να έχουμε ανύψωση της τάσης. Υποδείξτε τρόπο ή τρόπους, για την εύρεση των άκρων του πηνίου (πρωτεύον) του μετασχηματιστή, στα οποία πρέπει να συνδεθεί η πηγή. Να υπολογισθεί η τάση (V_2) και τα ρεύματα (I_1) και (I_2). Πόση είναι η ισχύς που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, πώς ονομάζεται η ισχύς αυτή και ποιες οι μονάδες της; Να υπολογισθεί η ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη ($R=10\text{K}\Omega$). Πώς ονομάζεται η ισχύς αυτή και ποιες οι μονάδες της; Πότε η τάση (V_2) στο δευτερεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή είναι συμφασική με την τάση (V_1) του πρωτεύοντος και πότε διαφέρουν κατά (180°); Δικαιολογήστε την απάντησή σας.



Σχήμα3. Μετασχηματιστής σαν ανυψωτής τάσης.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:.....

β). Ο μετασχηματιστής του βήματος (2α) στο Σχ.4, υποβιβάζει την τάση ($V_{ev}=26.16\text{ V}$) της πηγής. Να υπολογισθεί η τάση (V_2) στο δευτερεύον του μετασχηματιστή, τα ρεύματα (I_1) και (I_2), η ισχύς που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα και η ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη ($R=10\text{K}\Omega$).



Σχήμα 4. Μετασχηματιστής σαν υποβιβαστής τάσης.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: $V_2=(V_1/n)=\dots\text{ Volt}$. $I_2=(V_2/R)=\dots\dots\text{ mA}$. $I_1=(I_2/n)=\dots\dots\text{ mA}$. $S=V_1I_1=\dots\dots\text{ mVA}$. $P_R=I_2^2R=\dots\dots\text{ mWatt}$.

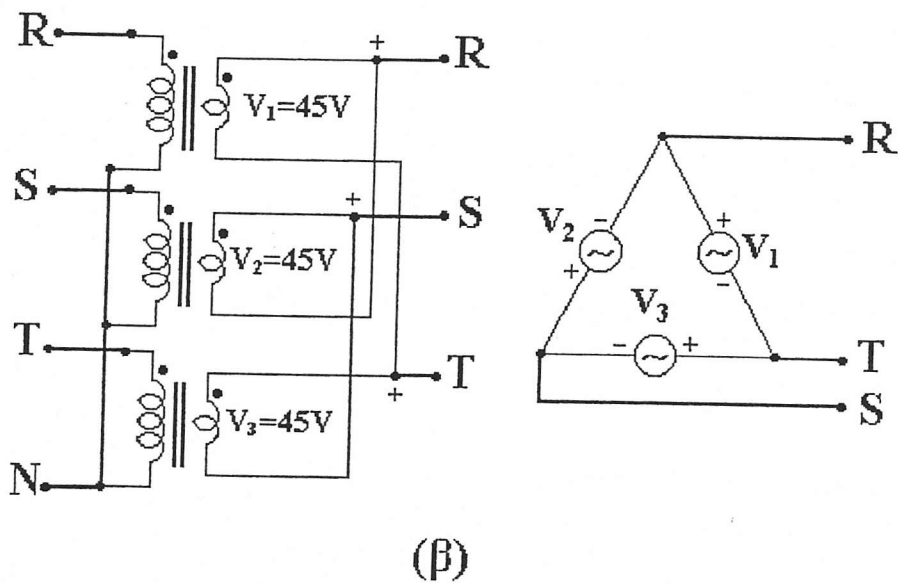
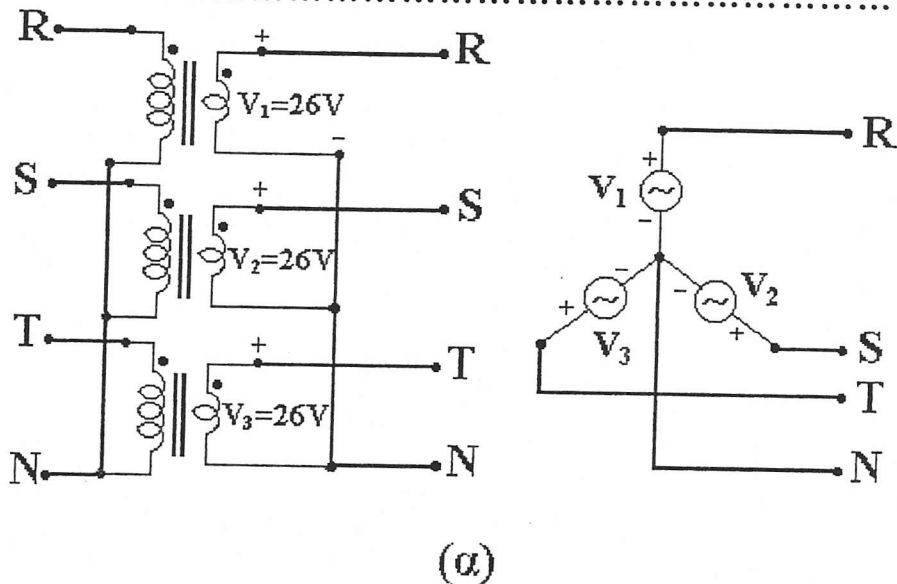
5. Έχετε στη διάθεσή σας τρεις όμοιους μονοφασικούς μετασχηματιστές (220V/26V/1A).

α). Με ποιο τρόπο πρέπει να συνδεθούν οι τρεις παραπάνω μετασχηματιστές, έτσι ώστε να προκύψει τριφασικό σύστημα με μικρότερες τάσεις; Να συνδεθούν τα δευτερεύοντα τυλίγματα των μετασχηματιστών με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να έχουμε τη μια φορά σύνδεση κατά αστέρα και την άλλη σύνδεση κατά τρίγωνο.

β). Ποια είναι η διαφορά φάσης της μιας φάσης σε σχέση με τις άλλες δύο; Ποια η τιμή της φασικής (V_ϕ) και της πολικής (V_π) τάσης στο παραπάνω δικό σας τριφασικό σύστημα;

γ). Πρακτικά ποιο τριφασικό σύστημα ονομάζουμε ευθύ και ποιο αντίστροφο; Πόσοι συνδυασμοί σύνδεσης των φάσεων μας δίνουν το ευθύ και πόσοι το αντίστροφο σύστημα; Σχεδιάστε ένα πρακτικό κύκλωμα, με το οποίο θα μπορούσατε να ελέγξετε, αν μια τυχαία διαδοχή των φάσεων συνιστά ευθύ ή αντίστροφο σύστημα. Ποια χρώματα έχουν τα καλώδια της μονοφασικής και ποια της τριφασικής παροχής;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:.....



3. Δίνεται το κύκλωμα του Σχ.6.

α). Ποιες οι τιμές των φασικών (V_ϕ) και των πολικών τάσεων (V_π);

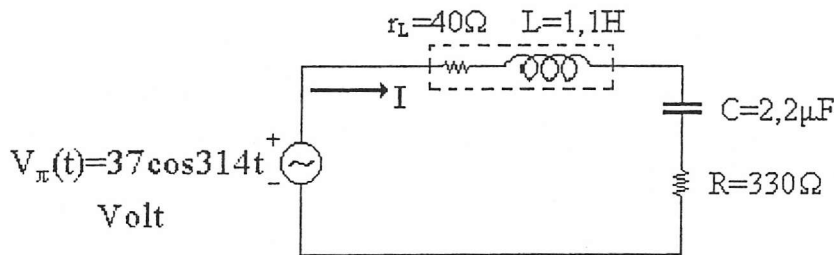
β). Να υπολογισθούν οι ενεργές τιμές των φασικών ρευμάτων (I_R), (I_S) και (I_T).

γ). Ποια η τιμή του ρεύματος του ουδετέρου (I_N); Ποια η τιμή της τάσης (V_{N-n}), όταν φυσικά δεν υπάρχει ο αγωγός του ουδετέρου;

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Να γίνει η αναγνώριση των οργάνων και των υλικών που έχετε στη διάθεση σας.

1. Να συναρμολογηθεί το κύκλωμα του Σχ.1. Να μετρηθεί η ωμική αντίσταση (r_L) του πηνίου, το ρεύμα (I) και οι τάσεις (V_R), (V_{ZL}) και (V_C). Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις, να υπολογισθούν η ($Z_{ολ}$), (Z_L), (X_L), (X_C) και οι ισχύς (S), (Q_C), (Q_L), (P) και ($Q_{ολ}$). Να γίνουν επιπλέον μετρήσεις όπου χρειάζεται και να γραφούν οι εξισώσεις $i(t)$, $u_R(t)$, $u_C(t)$, $u_{rL}(t)$ και $u_{ZL}(t)$.



Σχήμα 1. Εργαστηριακή εξέταση του κυκλώματος σειράς (RLC), τροφοδοτούμενο με εναλλασσόμενο ρεύμα

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:.....

2. Να συναρμολογηθεί κύκλωμα του Σχ.2 πάνω στο Strips. Το πηνίο είναι το γνωστό Ballast πηνίο, που χρησιμοποιούμε στις λάμπες φθορισμού και η ενεργός τάση (V_π) προέρχεται από μετασχηματιστή (220V/26,5V/1A).

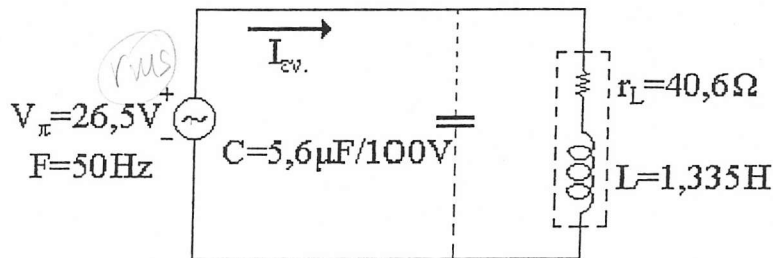
- α). Πριν συναρμολογηθεί το κύκλωμα, να μετρηθεί με ωμόμετρο η ωμική αντίσταση (r_L) του πηνίου.
- β). Να μετρηθεί το ρεύμα ($I_{ev.}$), που προκαλεί η πηγή στο κύκλωμα.
- γ). Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις, να υπολογισθεί η επαγωγική αντίσταση $X_L = \sqrt{(Z_L)^2 - (r_L)^2}$ του πηνίου, αφού πρώτα υπολογισθεί η σύνθετη αντίσταση $Z_L = (V_\pi / I_{ev.})$. Ποια η αυτεπαγωγή (L) του πηνίου;
- δ). Ποια η πραγματική ισχύς, που καταναλώνεται στο κύκλωμα $P = (I_{ev.})^2 r_L = V_\pi \cdot I_{ev.} \cos \phi$; Ποια η φαινόμενη ισχύς της πηγής ($S = V_\pi I_{ev.}$);

ε). Να υπολογισθεί ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος
 $(\cos\phi) = \frac{P}{V_{\pi} I_{\epsilon v.}}$.

στ). Ποια η άεργος ισχύς στο κύκλωμα $[Q_k = (I_{\epsilon v.})^2 X_L]$;

ζ). Συνδέστε παράλληλα στο πηνίο πυκνωτή ($C=5,6 \mu\text{F}/100\text{V}$) και να μετρηθεί η νέα ενεργός τιμή του ρεύματος ($I_{\epsilon v.}'$), που προκαλεί η πηγή στο κύκλωμα και το ρεύμα (I_L) που διαρέει το πηνίο. Υπολογίστε την ολική σύνθετη αντίσταση ($Z_{ολ.}$), που βλέπουμε από τα άκρα της πηγής, τη νέα ενεργό τιμή ($I_{\epsilon v.}'$) του ρεύματος, τη νέα φαινόμενη (S') = $V_{\pi} I_{\epsilon v.}'$ ισχύ της πηγής, την πραγματική ισχύ $P = (I_L)^2 r_L$ που καταναλώνεται στο κύκλωμα, τη νέα άεργο $[Q_k' = (I_{\epsilon v.}')^2 X_L]$ ισχύ του κυκλώματος και τη νέα τιμή $(\cos\phi)' = \frac{P}{V_{\pi} I_{\epsilon v.}'}$ του κυκλώματος.

η). Με βάση τις μετρήσεις που κάνατε, όταν συνδέθηκε ο πυκνωτής ($C=5,6 \mu\text{F}/100\text{V}$), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας (τάση, ρεύμα, πραγματική ισχύ του πηνίου, φαινόμενη ισχύ και άεργο ισχύ) έχουν μεταβληθεί;



Σχήμα 2. Εργαστηριακή εξέταση της βελτίωσης του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$) σε φορτίο.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: α). ($r_L = \dots \Omega$).

β). ($I_{\epsilon v.} = \dots \text{mA}$), $V_{\pi} = \dots \text{V}$.

γ). $X_L = \sqrt{(Z_L)^2 - (r_L)^2} = \dots \Omega$ $Z_L = (V_{\pi}/I_{\epsilon v.}) = \dots \Omega$,
 $L = (X_L/\omega) = \dots \text{H}$.

δ). $P = (I_{\epsilon v.})^2 r_L = \dots \text{Watt}$, ($S = V_{\pi} I_{\epsilon v.}$) = $\dots \text{VA}$.

ε). $(\cos\phi) = \frac{P}{V_{\pi} I_{\epsilon v.}} = \dots$

στ). $[Q_k = (I_{\epsilon v.})^2 X_L] = \dots \text{VAR}$

ζ). ($I_{\epsilon v.}' = \dots \text{mA}$), ($I_L = \dots \text{mA}$), ($Z_{ολ.} = (V_{\pi}/I_{\epsilon v.}') = \dots \Omega$

($S' = V_{\pi} I_{\epsilon v.}' = \dots \text{VA}$

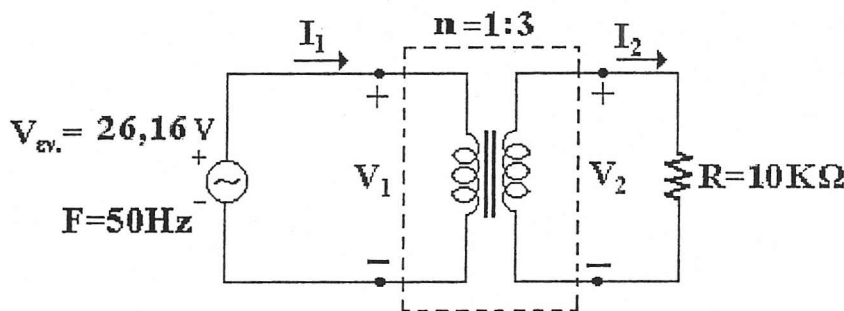
$P' = (I_L)^2 r_L = \dots \text{Watt}$

$[Q_k' = (I_{\epsilon v.}')^2 X_L] = \sqrt{S' - P'} = \dots \text{VAR}$

$$(\sigma\upsilon\nu\phi)' = \frac{P'}{V_{\pi} I'_{\epsilon\nu.}} = \dots\dots\dots$$

η).....

3. α). Στην εργαστηριακή αυτή άσκηση, το ένα τύλιγμα του μετασχηματιστή έχει (1.000) σπείρες και το άλλο (3.000) σπείρες. Το τύλιγμα των (1.000) σπειρών χρησιμοποιεί χάλκινο εμαγέ σύρμα διαμέτρου ($d=0,25\text{mm}$) και των (3.000) σπειρών, χάλκινο εμαγέ σύρμα με ($d=0,1\text{mm}$). Το καρούλι περιέλιξης των τυλιγμάτων έχει διαστάσεις ($1,7 \times 1,7 \times 3,3\text{cm}$). Πριν συναρμολογηθεί το κύκλωμα του Σχ.3, να μετρηθούν οι ωμικές αντιστάσεις των τυλιγμάτων του μετασχηματιστή. Μεγαλύτερη αντίσταση έχει το πηνίο με το χοντρότερο ή το ψιλότερο σύρμα; Περισσότερες σπείρες έχει το πηνίο με την μεγαλύτερη ή την μικρότερη αντίσταση; Με βάση τις μετρήσεις των ωμικών αντιστάσεων των τυλιγμάτων, ποιο πηνίο (πρωτεύον) του μετασχηματιστή θα συνδεθεί με τα άκρα της πηγής ($V_{\epsilon\nu.}=26.16\text{V}$), έτσι ώστε να λειτουργεί ο μετασχηματιστής σαν ανυψωτής τάσης; Να μετρηθούν οι τάσεις (V_1), (V_2) και τα ρεύματα (I_1) και (I_2). Ισχύει κατά προσέγγιση η σχέση: $(V_1/V_2) = (I_2/I_1) = n = 1:3$; Να υπολογισθεί η ισχύς, που παρέχει η γεννήτρια σε όλο το κύκλωμα και η ισχύς (P_R), που καταναλώνεται στον αντιστάτη ($R=10\text{K}\Omega$). Αν θεωρήσουμε, ότι οι απώλειες στο μετασχηματιστή οφείλονται μόνο στις ωμικές αντιστάσεις των τυλιγμάτων του, πόση πραγματική ισχύ ($P_{\gamma\epsilon\nu.}$) παρέχει η γεννήτρια στο κύκλωμα ($P_{\gamma\epsilon\nu.}=P_{\pi}+P_{\delta}+P_R$) και ποια η απόδοση (η) του μετασχηματιστή ($\eta=P_R/P_{\gamma\epsilon\nu.}$);



Σχήμα3. Μετασχηματιστής σαν ανυψωτής τάσης.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: $R_{\pi}=\dots \Omega$. $R_{\delta}=\dots \Omega$. $V_1=\dots \text{Volt}$. $V_2=\dots \text{Volt}$.
 $I_1=\dots \text{mA}$. $I_2=\dots \text{mA}$.

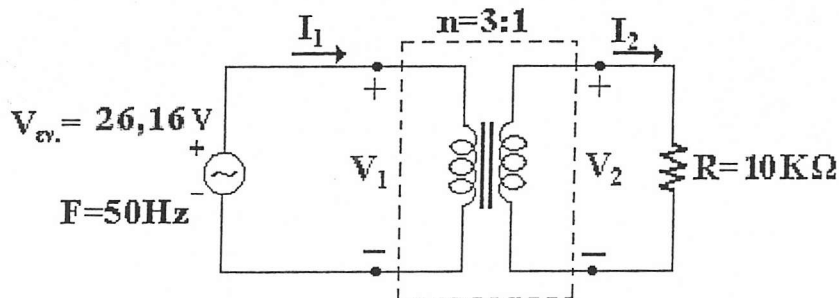
$S=V_1 \cdot I_1=\dots \text{mVA}$. $P_R=\dots \text{mWatt}$.

$$(V_1/V_2)=\dots\dots\dots (I_2/I_1)=\dots\dots\dots P_\pi = I_1^2 R_\pi = \dots\dots\dots \text{mWatt.}$$

$$P_\delta = I_2^2 R_\delta = \dots\dots\dots \text{mWatt.} \quad P_{\gamma\epsilon\nu} = P_\pi + P_\delta + P_R = \dots\dots\dots \text{mWatt.}$$

$$\eta = (P_R/P_{\gamma\epsilon\nu}) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \%$$

β). Στο Σχ.4 ο μετασχηματιστής λειτουργεί σαν υποβιβαστής τάσης. Να μετρηθούν τα (V_1) , (V_2) , (I_1) και (I_2) . Ισχύει κατά προσέγγιση η σχέση: $(V_1/V_2) = (I_2/I_1) = n = 3:1$; Να υπολογισθεί η ισχύς που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα και η ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη ($R=10\text{K}\Omega$).



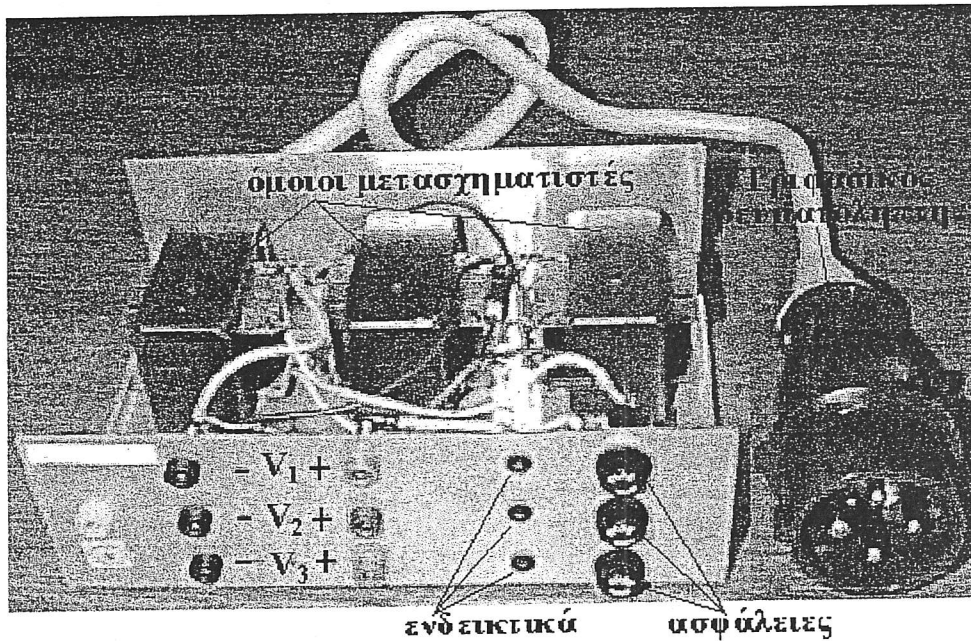
Σχήμα 4. Μετασχηματιστής σαν υποβιβαστής τάσης.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: $V_1 = \dots \text{ Volt}$. $V_2 = \dots \text{ Volt}$. $I_1 = \dots \text{ mA}$. $I_2 = \dots \text{ mA}$.

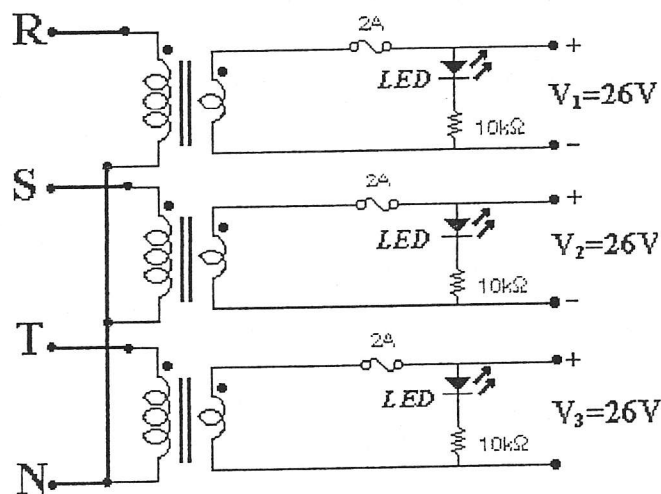
$S = V_1 \cdot I_1 = \dots \text{ mVA}$. $P_R = \dots \text{ mWatt}$.

$(V_1/V_2) = \dots\dots\dots (I_2/I_1) = \dots\dots\dots$

4. α). Στην Εικ.4, έχουμε τη συσκευή που μετατρέπει ένα τριφασικό με ($V_\pi = 380 \text{ V}$), σε τριφασικό με ($V_\pi = 45 \text{ V}$). και στο Σχ.4, έχουμε το ηλεκτρολογικό σχέδιο της συσκευής.



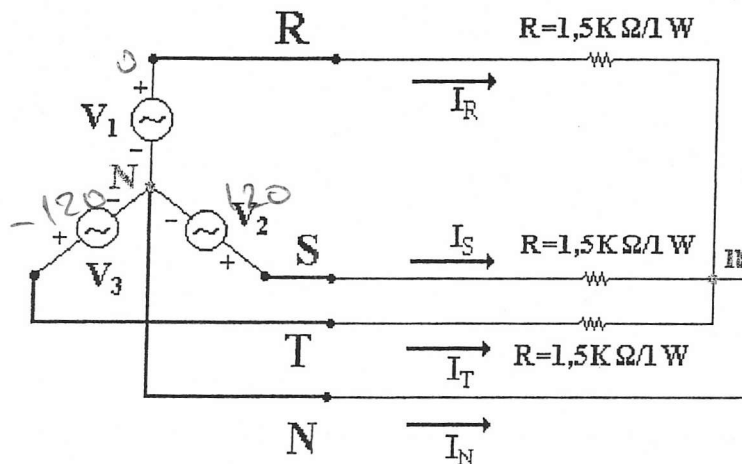
Εικόνα 4. Συσκευή που μετατρέπει ένα τριφασικό με ($V_{\pi}=380V$), σε τριφασικό με ($V_{\pi}=45V$).



Σχήμα 4. Ηλεκτρολογικό σχέδιο της συσκευής της Εικόνας 4.

5. Να συναρμολογηθεί το κύκλωμα του Σχ.5.
 - α). Να μετρηθούν οι φασικές (V_{R-N}), (V_{S-N}), (V_{T-N}) και οι πολικές τάσεις (V_{R-S}), (V_{S-T}), (V_{R-T}).
 - β). Να μετρηθούν τα φασικά ρεύματα (I_R), (I_S) και (I_T).
 - γ). Να μετρηθεί το ρεύμα του ουδετέρου (I_N). Να μετρηθεί η τάση (V_{N-n}), όταν φυσικά δεν υπάρχει ο αγωγός του ουδετέρου;
 - δ). Να συνδεθούν οι αντιστάτες σε τρίγωνο. Να μετρηθούν τα ρεύματα των γραμμών (I_{R-T}), (I_{S-T}) και (I_{T-T}). Να μετρηθεί το ρεύμα (I) μέσα από κάθε αντιστάτη ($R=1,5K\Omega/1W$).

ε). Υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ των θεωρητικών αποτελεσμάτων και των εργαστηριακών μετρήσεων; Αν ναι, που οφείλονται οι αποκλίσεις αυτές;



Σχήμα 5. Εργαστηριακή εξέταση συμμετρικού ωμικού τριφασικού φορτίου, τροφοδοτούμενο με τριφασικό ρεύμα.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: α). Οι τιμές των φασικών τάσεων είναι: ($V_{R-N} = \dots$ V), ($V_{S-N} = \dots$ V), ($V_{T-N} = \dots$ V) και οι πολικές τάσεις είναι ($V_{R-S} = \dots$ V), ($V_{S-T} = \dots$ V), ($V_{R-T} = \dots$ V). Μια μ
η φασική = √3 φασική

β). Οι τιμές των φασικών ρευμάτων είναι: ($I_R = \dots$ mA), ($I_S = \dots$ mA) και ($I_T = \dots$ mA).

γ). Η τιμή του ρεύματος στον ουδέτερο είναι: ($I_{N-n} = \dots$ mA) και η τάση είναι ($V_{N-n} = \dots$ V).

δ). Συνδέοντας τους αντιστάτες σε τρίγωνο, τα ρεύματα γραμμών είναι: ($I_{R-T} = \dots$ mA), ($I_{S-T} = \dots$ mA) και ($I_{T-T} = \dots$ mA). Διαπιστώνουμε ότι τα ρεύματα γραμμών είναι σχεδόν από εκείνα των φάσεων. Τα ρεύματα μέσα από τους αντιστάτες έχουν τις αντίστοιχες τιμές: ($I = \dots$ mA), ($I' = \dots$ mA), ($I'' = \dots$ mA). Τα ρεύματα γραμμών είναι μεγαλύτερα κατά (1,73) φορές από εκείνα που διαρρέουν τους αντιστάτες ή π.χ. $I_{R-T} = \sqrt{3} \cdot I = 1,73 \cdot I$

ε). ($I_{N-n} = \dots$ mA) στον ουδέτερο και της τάσης ($V_{N-n} = \dots$ V).

6. Να συναρμολογηθεί το κύκλωμα του Σχ.6. Το φορτίο είναι ασύμμετρο τριφασικό.

α). Να μετρηθούν οι φασικές (V_{R-N}), (V_{S-N}), (V_{T-N}) και πολικές τάσεις (V_{R-S}), (V_{S-T}), (V_{R-T}).

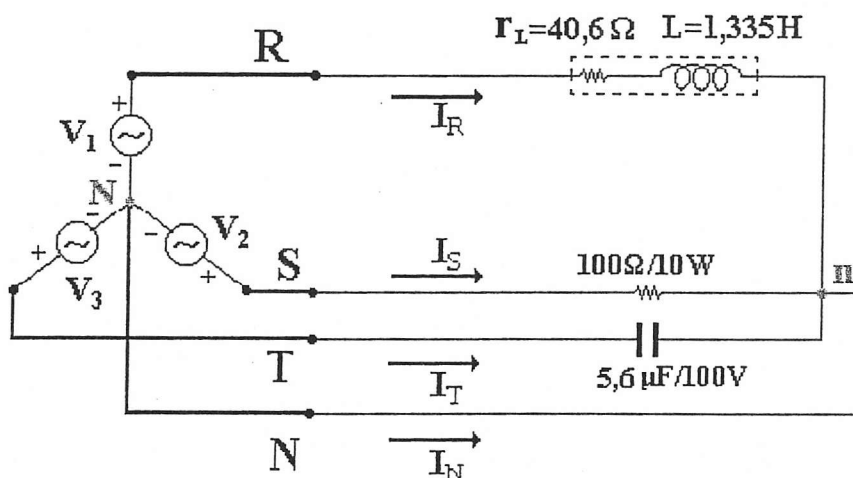
β). Να μετρηθούν τα φασικά ρεύματα (I_R), (I_S) και (I_T).

γ). Να μετρηθεί το ρεύμα (I_N) του ουδέτερου.

δ). Να αφαιρεθεί ο ουδέτερος και να μετρηθεί η τάση (V_{N-n}).

ε). Με βάση τις μετρήσεις στο ασύμμετρο τριφασικό κύκλωμα, που είναι συνδεδεμένο σε αστέρα και εκείνων που κάνατε σε

προγούμενες ασκήσεις και αφορούσαν συμμετρικό τριφασικό φορτίο συνδεδεμένο σε αστέρα, ποια μεγέθη παραμένουν σταθερά και ποια όχι;



Σχήμα 6. Εργαστηριακή εξέταση ασύμμετρου τριφασικού φορτίου, τροφοδοτούμενο με τριφασικό ρεύμα.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: α). Οι τιμές των φασικών τάσεων είναι: ($V_{R-N} = \dots$ V), ($V_{S-N} = \dots$ V), ($V_{T-N} = \dots$ V). και οι πολικές τάσεις είναι: ($V_{R-S} = \dots$ V), ($V_{S-T} = \dots$ V), ($V_{R-T} = \dots$ V).

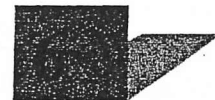
β). Οι τιμές των φασικών ρευμάτων είναι: ($I_R = \dots$ mA), ($I_S = \dots$ mA) και ($I_T = \dots$ mA).

γ). Το ρεύμα στον ουδέτερο είναι: ($I_N = \dots$ mA).

δ). Η τάση (V_{N-n}) είναι: ($V_{N-n} = \dots$ V).

ε). Με βάση τις μετρήσεις σε ασύμμετρο και συμμετρικό φορτίο, που είναι συνδεδεμένα σε αστέρα, οι φασικές και πολικές τάσεις παραμένουν ως έχουν. Στο ασύμμετρο φορτίο τα φασικά ρεύματα δεν έχουν την ίδια τιμή, ενώ στο συμμετρικό φορτίο έχουν την ίδια τιμή. Ακόμη, το ρεύμα (I_N) στον ουδέτερο και η τάση (V_{N-n}) δεν έχουν μηδενική τιμή στο ασύμμετρο τριφασικό φορτίο, όπως συμβαίνει στο συμμετρικό φορτίο, αλλά μια αρκετά υπολογίσιμη τιμή.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ



- ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΜΕ Η/Υ

ΣΤΟΧΟΙ

Να μπορεί ο φοιτητής:

- Να σχεδιάζει κυκλώματα και να τα επιλύει με τη βοήθεια του Η/Υ.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Βασικές γνώσεις γύρω από το πρόγραμμα Electronics Workbench. Τα προγράμματα που χρησιμοποιούμε είναι έκδοσης (4.0), (5.12) και (multisim).
- Τρόποι σύνδεσης των γνωστών οργάνων μέτρησης (πολυμέτρου, γεννήτριας σημάτων, τροφοδοτικού DC, παλμογράφου).
- Γνώση των αναμενόμενων αποτελεσμάτων, που σημαίνει την θεωρητική επίλυση της εργαστηριακής άσκησης. Τα κυκλώματα που θα επιλύσουμε με τη χρήση του Η/Υ, είναι παρμένα από προηγούμενες εργαστηριακές ασκήσεις, άρα είναι γνωστά τα αποτελέσματα.

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Η/Υ.
- Ένα από τα προγράμματα ELECTRONICS WORKBENCH (π.χ το multisim).

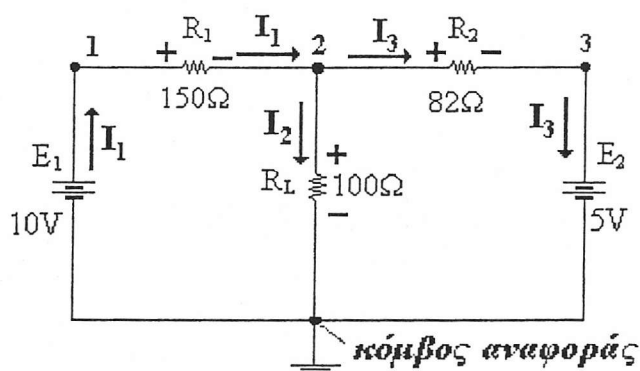
ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ Η/Υ.

1. α). Με τη βοήθεια του προγράμματος Electronics Workbench, να σχεδιασθεί το κύκλωμα του Σχ.1.

β). Συνδέστε το πολύμετρο σαν βολτόμετρο (DC) και μετρήστε τις κομβικές τάσεις (1), (2) και (3).

γ). Μετατρέψτε το πολύμετρο σε αμπερόμετρο (DC) και μετρήστε τα ρεύματα (I_1), (I_2), (I_3).

δ). Πάρτε τα απλά βολτόμετρα και αμπερόμετρα και συνδέστε τα όλα στο κύκλωμα, έτσι ώστε να έχουμε ταυτόχρονα την μέτρηση όλων των παραπάνω μεγεθών.



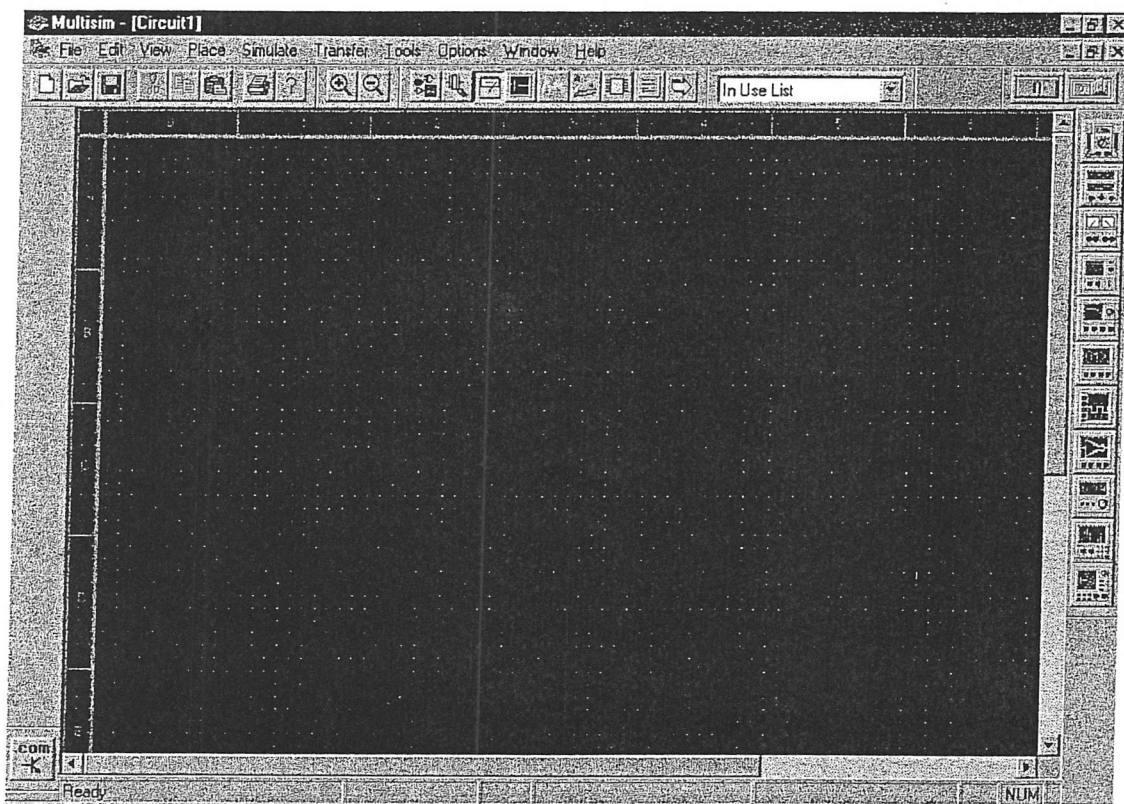
Σχήμα 1.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: α). Καλώντας το πρόγραμμα *Electronics Workbench*, στην οθόνη σας θα εμφανισθεί η εικόνα που ακολουθεί. Αν θέλετε να αλλάξετε το χρώμα της επιφάνειας εργασίας της οθόνης, κάντε δεξί κλικ πάνω στην επιφάνεια και θα εμφανισθεί ένας πίνακας με διάφορες λέξεις. Κάντε αριστερό κλικ στη λέξη (Color). Εμφανίζεται μια άλλη εικόνα που αν κάνετε κλικ στο ορθογώνιο δίπλα στη λέξη (Background) έχετε τα χρώματα από τα οποία επιλέγετε το χρώμα που θέλετε για την επιφάνεια εργασίας.

Κάθε εικόνα στο επάνω και δεξιό μέρος του χώρου σχεδίασης, υποκρύπτει και μια κατηγορία εξαρτημάτων ή οργάνων μέτρησης. Με αριστερό κλικ πάνω στην εικόνα (Components), που βρίσκεται δεξιά από το φακό της σμίκρυνσης, εμφανίζονται τα εξαρτήματα που υποκρύπτει η εικόνα. Για να χρησιμοποιήσετε κάποιο από τα εξαρτήματα ή κάποιο εργαστηριακό όργανο, τοποθετήστε το δρομέα του mouse (ποντίκι) πάνω στο εξάρτημα που θέλετε και πατώντας το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού μία φορά το μεταφέρετε το εξάρτημα ή το όργανο μέτρησης μέσα στο χώρο σχεδίασης και το αφήνετε στο σημείο που θέλετε πατώντας το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού. Αν θέλετε να περιστρέψετε το εξάρτημα κατά (90°) ή (180°) ή (270°) κάντε

αριστερό κλικ πάνω του και μετά πατήστε συγχρόνως τα πλήκτρα (Ctrl και R) μια, δύο ή τρεις φορές για να έχετε τις αντίστοιχες περιστροφές. Για να πετύχετε την περιστροφή του εξαρτήματος θα πρέπει το εξάρτημά σας να έχει προσημειωθεί κάνοντας αριστερό κλικ πάνω του.

Για να ενώσετε δύο εξαρτήματα μεταξύ τους, πλησιάστε το δρομέα του ποντικιού στο άκρο του ενός από τα δύο εξαρτήματα μέχρι να εμφανισθεί μια μαύρη τελεία. Κρατώντας πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού μετακινήστε το προς το άλλο άκρο του δεύτερου εξαρτήματος. Όταν ενώσετε τη διακεκομμένη γραμμή που εμφανίζεται, με το άκρο του δεύτερου εξαρτήματος πατήστε το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού. Τα δύο άκρα των εξαρτημάτων θα πρέπει να έχουν ενωθεί με μια γραμμή που παίζει το ρόλο του καλωδίου. Αν θέλετε να χρωματίσετε το καλώδιο ή να το αφαιρέσετε, μεταφέρετε το δρομέα του ποντικιού πάνω στο καλώδιο και πατήστε το δεξί πλήκτρο του ποντικιού μία φορά. Θα έχετε έναν πίνακα από χρώματα από τα οποία επιλέγετε το επιθυμητό χρώμα πηγαίνοντας το δρομέα του ποντικιού πάνω του και πατώντας το αριστερό του πλήκτρο και μετά κάνοντας κλικ στο (OK) ή δεξί ή αριστερό κλικ στη λέξη (Delete) αν θέλετε να αφαιρέσετε το καλώδιο.

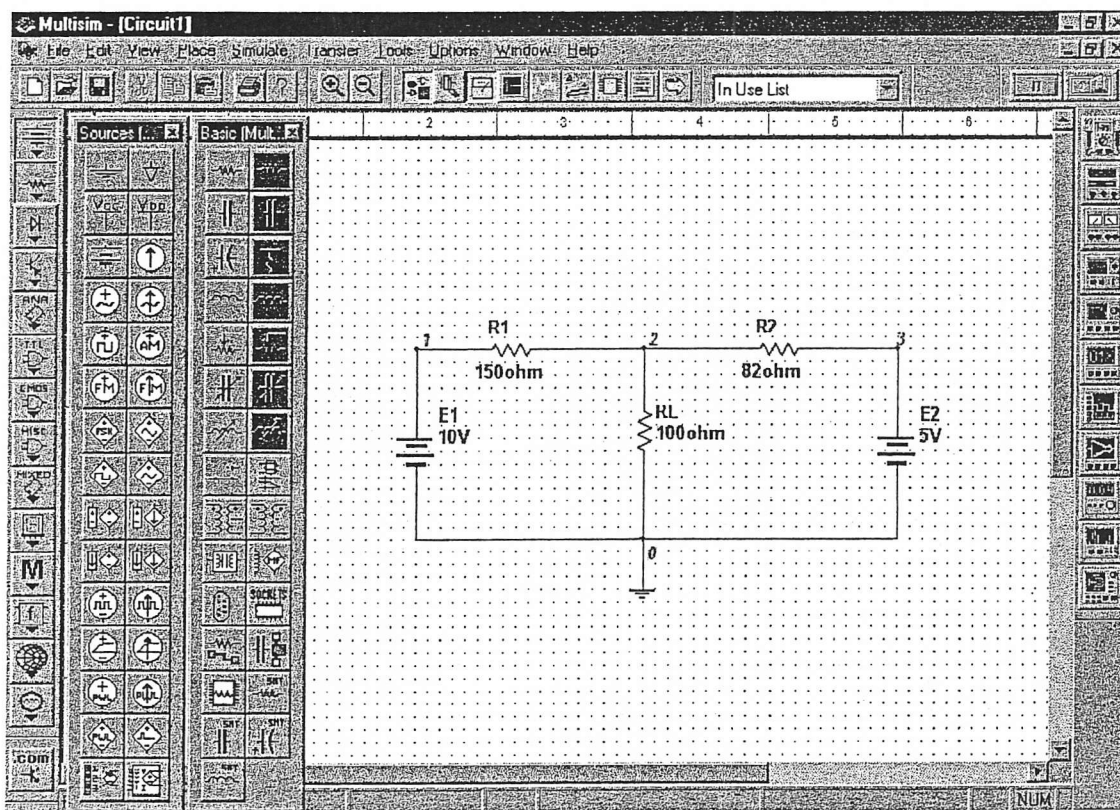


Για να τοποθετήσετε κάποιον επιπλέον κόμβο, εκτός απ' αυτούς που σχηματίζονται αυτόματα κατά τη σύνδεση των εξαρτημάτων, κάντε δεξί κλικ στην επιφάνεια εργασίας και μετά κλικ

στη λέξη (*Place Junction*). Τοποθετήστε τον κόμβο όπου εσείς θέλετε. Πατήστε το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού για να απελευθερωθεί. Αφού γίνει η συναρμολόγηση των εξαρτημάτων του κυκλώματος, απομένει να δώσουμε τις επιθυμητές τιμές στα στοιχεία και να τα ονομάσουμε αν το επιθυμούμε.

Για να δώσετε τιμή σε κάποιο εξάρτημα, κάντε γρήγορα διπλό αριστερό κλικ πάνω στο εξάρτημα. Θα εμφανισθεί μια πινακίδα όπου υπάρχει η λέξη (*Value*). Δίπλα από το σύμβολο του εξαρτήματος συμπληρώστε την τιμή του καθώς και τα πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια αυτής. Αφού γίνει η επιλογή της επιθυμητής τιμής και της μονάδας μέτρησης του εξαρτήματος, κάνοντας κλικ στη λέξη (*Label*) της πινακίδας έχουμε τη δυνατότητα να δώσουμε και όνομα στο εξάρτημα. Με αριστερό κλικ πάνω στη λέξη (*OK*) επιστρέφουμε στην επιφάνεια εργασίας.

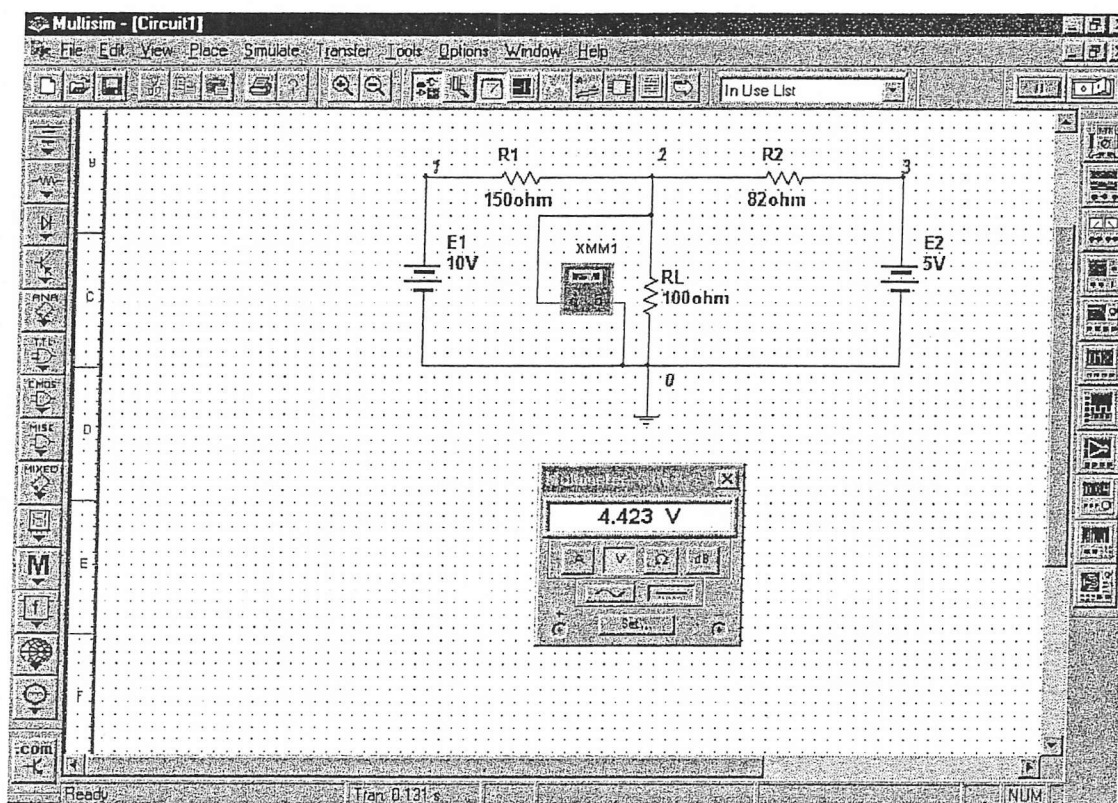
Στην εικόνα που ακολουθεί έχουμε τη συναρμολόγηση του κυκλώματος του Σχ.1 με τις τιμές και τις ονομασίες των εξαρτημάτων.



β). Παίρνουμε το πολύμετρο, όπως κάναμε με τα εξαρτήματα και το τοποθετούμε στην επιφάνεια εργασίας όπου μας βολεύει. Ενώνουμε το πλην (-) του πολυμέτρου με το ελεύθερο άκρο του κόμβου αναφοράς ή με τα καλώδια που έχουν δυναμικό ίδιο με τον κόμβο αναφοράς. Ενώνουμε το συν (+) του πολυμέτρου με το ελεύθερο άκρο του κόμβου π.χ του (2) που θέλουμε να μετρήσουμε το δυναμικό του ή με τα

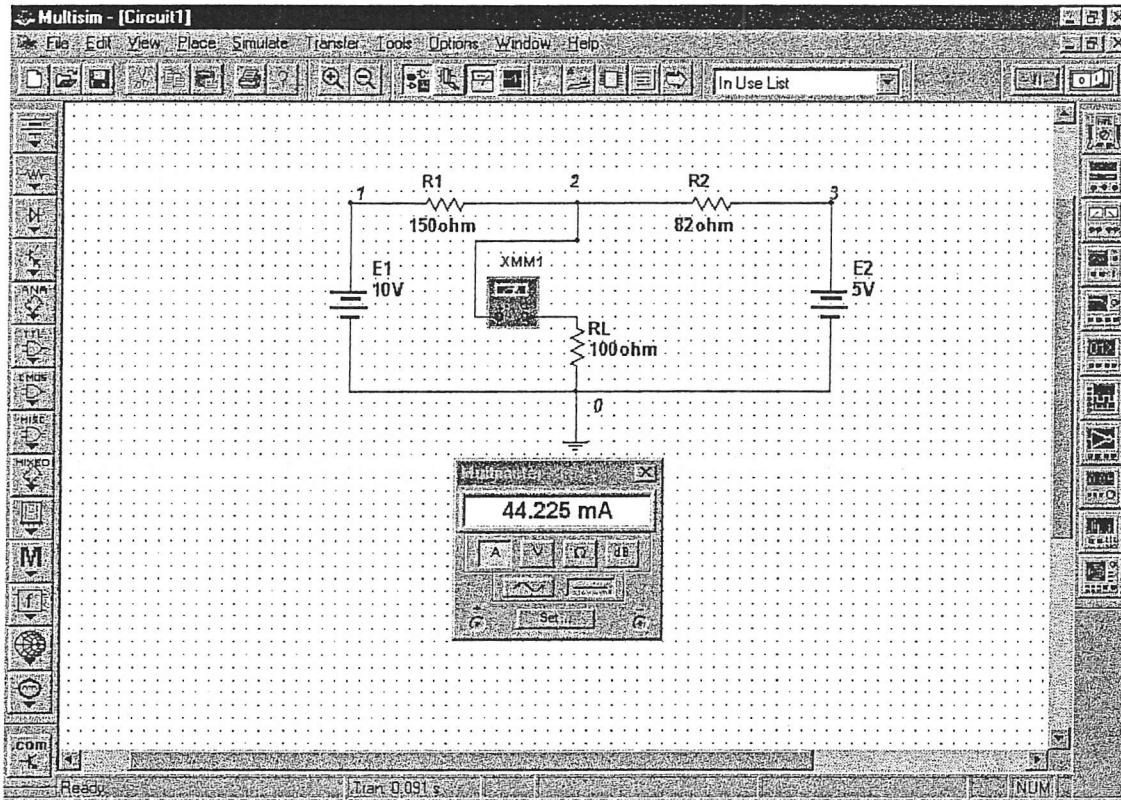
καλώδια που έχουν δυναμικό ίδιο με τον κόμβο (2). Κάνοντας διπλό αριστερό κλικ πάνω στο πολύμετρο έχουμε την πρόσοψη του πολυμέτρου. Μετατρέπουμε το πολύμετρο σε βολτόμετρο (DC), μεταφέροντας το δρομέα του ποντικιού πάνω στο γράμμα (V) και πατάμε το αριστερό πλήκτρο του. Με τον ίδιο τρόπο επιλέγουμε και το σύμβολο του συνεχούς ρεύματος (-). Κάνοντας κλικ πάνω στη λέξη (SETTINGS), που υπάρχει στην πρόσοψη του πολυμέτρου έχουμε μια πινακίδα με τα χαρακτηριστικά του πολυμέτρου τα οποία μπορούμε να τα προσαρμόσουμε με τα χαρακτηριστικά ενός πραγματικού πολυμέτρου.

Το κύκλωμα μας είναι έτοιμο να τροφοδοτηθεί με ρεύμα και να έχουμε την ένδειξη του βολτομέτρου, που αντιστοιχεί στην κομβική τάση (e). Η τροφοδότηση του κυκλώματος με ρεύμα γίνεται με το δρομέα του ποντικιού, αφού κάνουμε κλικ πάνω στο διακόπτη που υπάρχει στο επάνω δεξιό άκρο της οθόνης.



Για να μετρήσουμε τις άλλες κομβικές τάσεις, θα πρέπει να αποσυνδεθεί ο θετικός ακροδέκτης του βολτομέτρου και να συνδεθεί σε κατάλληλο σημείο των άλλων κόμβων. Η αποσύνδεση (διαγραφή) και επανασύνδεση γίνεται όπως και σε κάθε άλλο εξάρτημα. Πατάμε ξανά το διακόπτη, για να τροφοδοτηθεί το κύκλωμα με ρεύμα και έχουμε την μέτρηση της τάσης του νέου κόμβου. Έτσι θα έχουμε τις μετρήσεις ($e_1=10\text{ V}$) και ($e_2=5\text{ V}$).

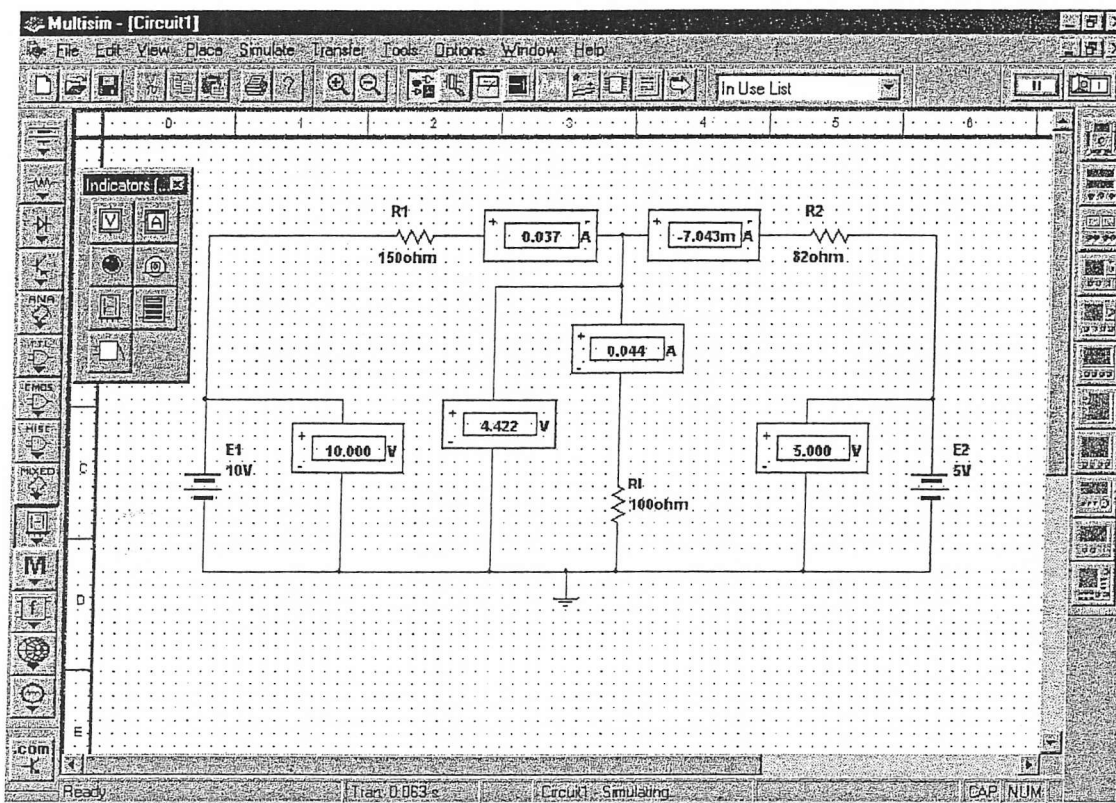
γ). Για να μετρήσουμε ρεύμα, μετατρέπουμε το πολύμετρο σε αμπερόμετρο με το γνωστό τρόπο και το παρεμβάλουμε σε σειρά στον κλάδο όπου θέλουμε να μετρήσουμε το ρεύμα που τον διαρέει. Θα πρέπει το βελάκι του ρεύματος να συναντά το θετικό ακροδέκτη του αμπερομέτρου. Στην εικόνα που ακολουθεί, το αμπερόμετρο μετρά το ρεύμα (I_2).



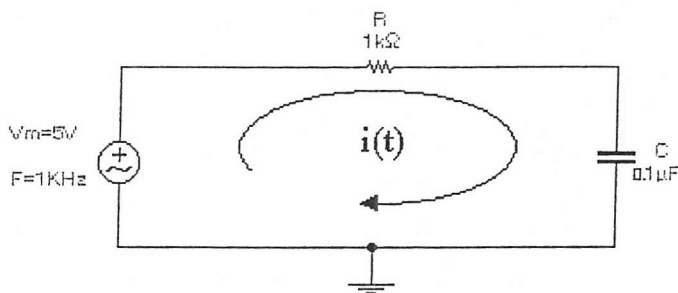
Έχοντας πάντα στο μυαλό μας τη φορά των βροχικών ρευμάτων και συνδέοντας σωστά το αμπερόμετρο οι τιμές των άλλων ρευμάτων είναι ($I_1=37,2 \text{ mA}$) και ($I_3=-7,04 \text{ mA}$).

δ). Εκτός από το βασικό πολύμετρο, έχουμε και βολτόμετρα και αμπερόμετρα που μετρούν συνεχή και εναλλασσόμενα μεγέθη. Τα όργανα αυτά εμφανίζονται αν κάνουμε με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού κλικ πάνω στην εικόνα που έχει τον αριθμό (8) (Display). Τα όργανα αυτά μπορούμε να τα πάρουμε περισσότερες από μια φορά, έχουν πολικότητα και μετατρέπονται κατά τον ίδιο τρόπο όπως το πολύμετρο σε όργανα που μετρούν συνεχή ή εναλλασσόμενα μεγέθη. Για να τοποθετήσουμε το πολύμετρο ή οποιοδήποτε εξάρτημα στην αρχική του θέση, το διαγράφουμε.

Στην εικόνα που ακολουθεί, έχουμε την τοποθέτηση των βολτομέτρων και των αμπερομέτρων στο κύκλωμα καθώς και τις ενδείξεις αυτών, αφού πρώτα τροφοδοτήσουμε το κύκλωμα μέσω του διακόπτη με ρεύμα.

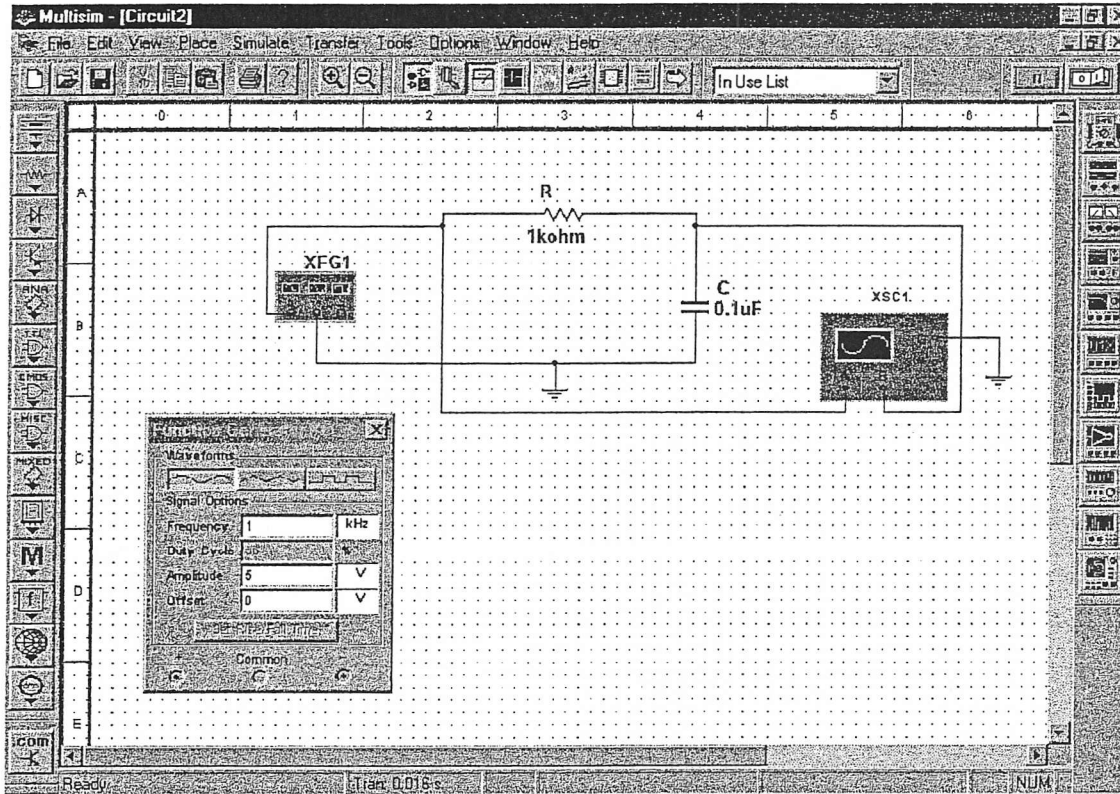


2. Δίνεται το κύκλωμα του Σχ.2, όπου το πλάτος της ημιτονικής τάσης της πηγής είναι ($V_m=5$ Volt) και η συχνότητά της είναι ($F=1$ KHz). Να δοθούν οι εκφράσεις του $i(t)$, $v_R(t)$ και $v_C(t)$.

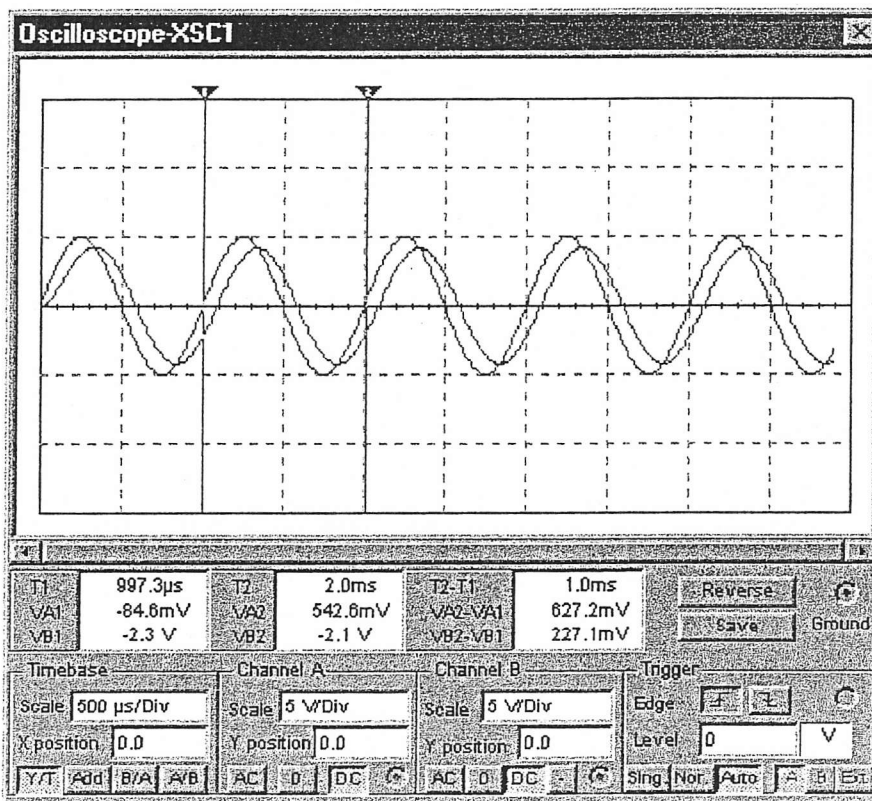


Σχήμα2.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Η συναρμολόγηση του κυκλώματος του Σχ.2 φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Αν κάνετε διπλό αριστερό κλικ πάνω στην εικόνα του παλμογράφου, εμφανίζεται η πρόσοψή του. Αν κάνετε αριστερό κλικ στο ορθογώνιο δίπλα από τη λέξη (Scale) που είναι κάτω από τη λέξη

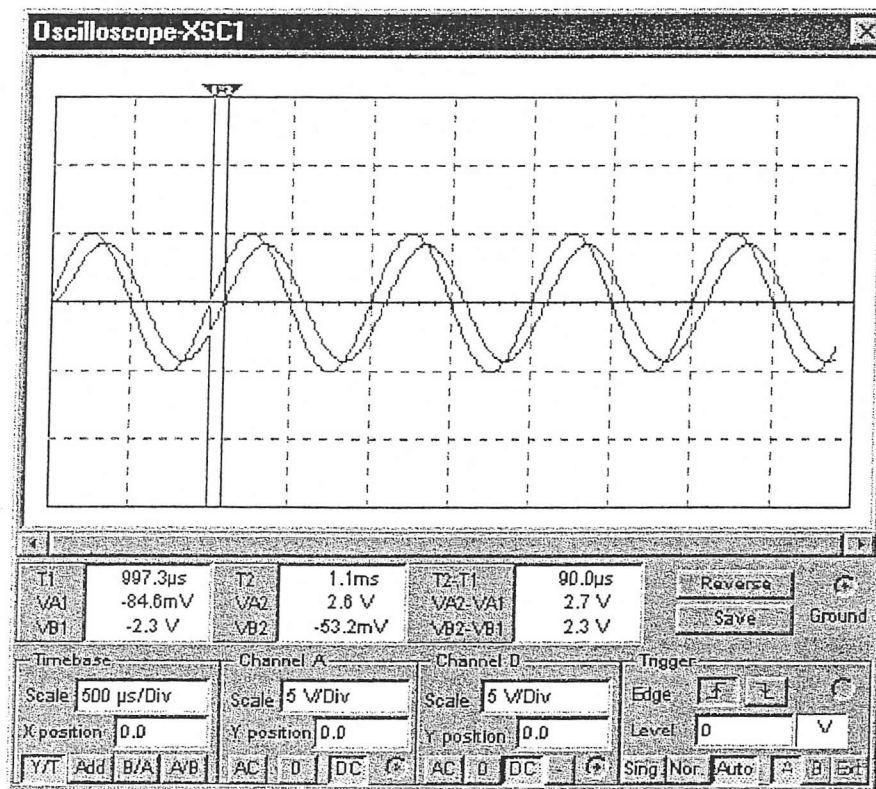


(Timebase), έχετε τη δυνατότητα να αυξομειώσετε το χρόνο ανα (DIV) οριζόντια δηλ. να απλώσετε ή να μαζέψετε την ή τις κυματομορφές οριζόντια. Κάνοντας τις αντίστοιχες κινήσεις στις λέξεις (Scale) των (Channel A) και (Channel B), έχετε τη δυνατότητα να αυξομειώσετε τις κυματομορφές των αντίστοιχων καναλιών κάθετα.

Σημείωση: Τροφοδοτώντας το κύκλωμα με ρεύμα οι κυματομορφές αν επαναλαμβάνονται στο τέλος κάθε σάρωσης, μπορείτε να τις ακινητοποιήσετε με το διακόπτη στη θέση (0) ή κάνοντας προσωρινή παύση στην προσομοίωση.

Με τις κάθετες γραμμές (κόκκινη μπλέ), που μεταφέρονται οριζόντια σε οποιοδήποτε σημείο της οθόνης, έχετε τη δυνατότητα να γνωρίζετε σε κάθε χρονική στιγμή την τιμή της κυματομορφής (VA1) ή της (VA2) σε ένα δεύτερο σημείο, καθώς και τη διαφορά της τιμής αυτών (VA1-VA2). Ακόμη μπορείτε να έχετε και τη διαφορά χρόνου (T2-T1) μεταξύ δύο σημείων της ίδιας κυματομορφής ή μεταξύ δύο σημείων των διαφορετικών κυματομορφών.

Με τη θέση που κατέχουν στην εικόνα οι κάθετες γραμμές, η διαφορά χρόνου αντιστοιχεί στην περίοδο ($T=1 \text{ msec}$) του σήματος της γεννήτριας. Ο χρόνος αυτός ($T=1 \text{ msec}$) αντιστοιχεί σε (360°). Στην ίδια εικόνα επειδή το μέγιστο θετικό του σήματος της γεννήτριας



βρίσκεται αριστερά από το μέγιστο θετικό του σήματος του πυκνωτή, λέμε ότι η κυματομορφή της γεννήτριας προηγείται εκείνης του πυκνωτή και αντίστροφα. Κατά πόσες όμως μοίρες προηγείται ή

καθυστερεί; Αυτό προκύπτει με απλή μέθοδο των τριών, αφού ξέρουμε ότι η μία περίοδος ($T=1 \text{ msec}$) αντιστοιχεί σε (360°) , η μετατόπιση ($T_2-T_1=90 \text{ } \mu\text{sec}$) σε πόσες μοίρες αντιστοιχεί; Με βάση τις μετρήσεις η κυματομορφή του πυκνωτή έχει πλάτος $(4,4 \text{ Volt})$ και καθυστερεί κατά $(32,4^\circ)$ δηλ. ($\varphi=-32,4^\circ$).

Τέλος, η σχέση που μας δίνει την τάση του πυκνωτή είναι:

$$V_C(t) = 4,4 \sin(10^3 t - 32,4^\circ) \text{ Volt.}$$

Για την $V_R(t)$, θα πρέπει να αλλάξετε αμοιβαία στο κύκλωμα τη θέση του αντιστάτη με εκείνη του πυκνωτή και να κάνετε όλες τις ενέργειες και τις μετρήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι σχέσεις που δίνουν την $V_R(t)$ και $i(t)$ είναι:

$$V_R(t) = 2,7 \sin(10^3 t + 57,6^\circ) \text{ Volt}$$

$$i(t) = (V_R/R) \sin(10^3 t + 57,6^\circ) = 2,7 \sin(10^3 t + 57,6^\circ) \text{ mA}$$

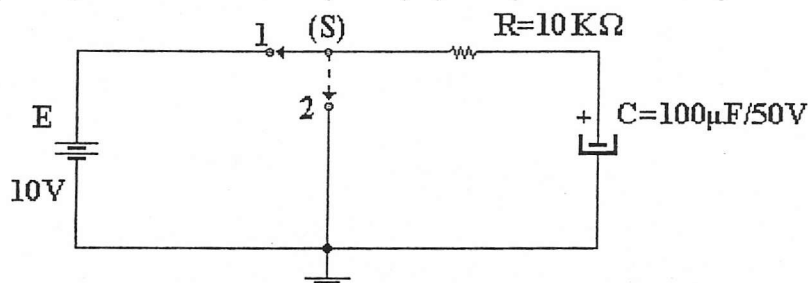
δηλ. ρεύμα και τάση στον αντιστάτη είναι συμφασικά, το οποίο και περιμέναμε. Ακόμη, με βάση τη σχέση του ρεύματος που διαρρέει τον πυκνωτή και της τάσης στα άκρα του, παρατηρούμε ότι το ρεύμα προηγείται κατά $(+90^\circ)$, το οποίο είναι γνωστό από τη θεωρία.

2.1. α). Με τη βοήθεια του προγράμματος Electronics Workbench (5.12 έκδοση), να σχεδιασθεί το κύκλωμα του Σχ.2.

β). Συνδέστε τον παλμογράφο στα άκρα του πυκνωτή και πάρτε την καμπύλη της τάσης στον πυκνωτή τόσο κατά τη φόρτιση (διακόπτης στη θέση 1) όσο και κατά την εκφόρτισή του (διακόπτης στη θέση 2).

γ). Από την καμπύλη της φόρτισης ή της εκφόρτισης του πυκνωτή να μετρηθεί η σταθερά χρόνου ($\tau=RC$) και ο χρόνος που χρειάζεται να περάσει μέχρι η τάση στα άκρα του να γίνει ίση με το μισό της τάσης της πηγής ($E/2$).

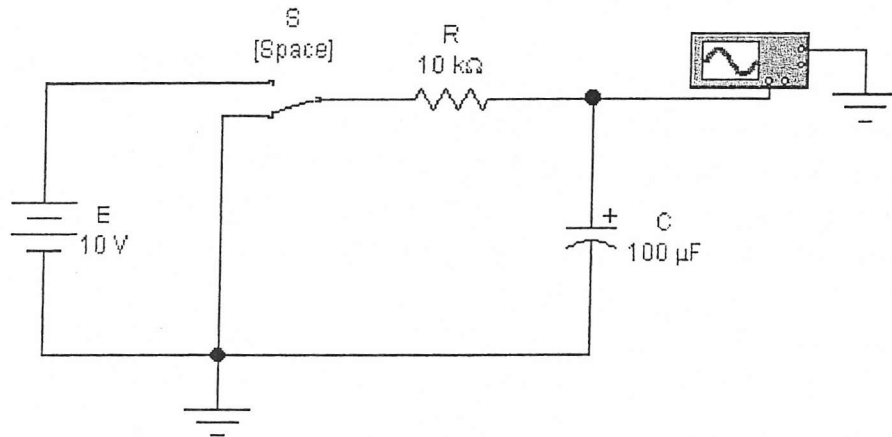
δ). Να γίνει αμοιβαία αλλαγή της θέσης του πυκνωτή με τον αντιστάτη και να παρθεί η καμπύλη της τάσης του αντιστάτη τόσο κατά τη φόρτιση όσο και κατά την εκφόρτιση του πυκνωτή.



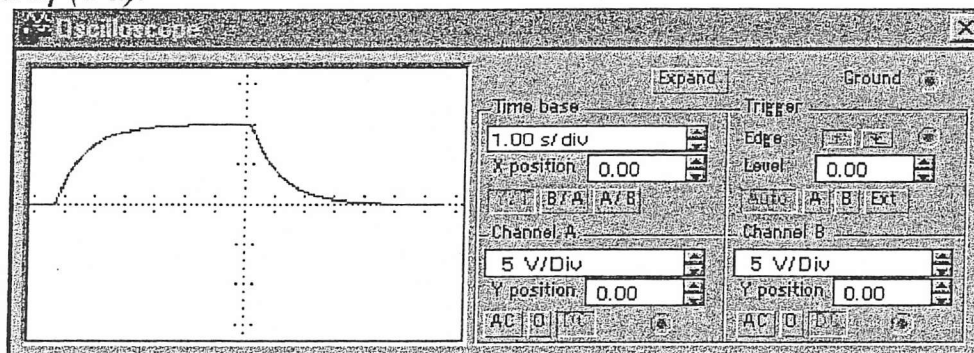
Σχήμα 2.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: α). Στην εικόνα που ακολουθεί έχουμε τη σχεδίαση του κυκλώματος του Σχ.2, καθώς και τη σύνδεση του ενός καναλιού του

παλμογράφου στα άκρα του πυκνωτή. Ο διακόπτης (S) εμφανίζεται, αν κάνουμε αριστερό κλικ στην εικόνα του αντιστάτη.



β). Πηγαίνουμε το δρομέα του ποντικιού πάνω στον παλμογράφο και κάνουμε διπλό αριστερό κλικ. Με τον τρόπο αυτό έχουμε την μεγέθυνση του παλμογράφου. Τοποθετούμε τα κουμπιά του παλμογράφου, με τη βοήθεια του δρομέα του ποντικιού, σε θέσεις και τιμές όπως αυτές φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί. Τις δύο θέσεις του διακόπτη, επιλέγουμε πατώντας την μπάρα (Space) του πληκτρολογίου. Επειδή το φαινόμενο της φόρτισης και της εκφόρτισης του πυκνωτή είναι παροδικό, θα πρέπει το φαινόμενο αυτό να το εξετάσουμε σε μία μόνο σάρωση της δέσμης του παλμογράφου. Ένας απλός τρόπος είναι να σταματήσουμε τη σάρωση στο τέλος του φαινομένου, κάνοντας κλικ στη λέξη (PAUSE) που είναι κάτω από το διακόπτη (0-1).



Με το διακόπτη στην κάτω θέση (2), τροφοδοτούμε με ρεύμα το κύκλωμα μέσω του διακόπτη (0-1). Μόλις αρχίσει η σάρωση, πατάμε την μπάρα οπότε ο διακόπτης (S) μεταφέρεται στην επάνω θέση (1) και η καμπύλη που γράφεται στην οθόνη αντιστοιχεί στη φόρτιση του πυκνωτή. Μόλις η τάση στα άκρα του πυκνωτή γίνει μέγιστη και ίση με την τάση της πηγής, πατάμε ξανά την μπάρα και ο διακόπτης μεταφέρεται στη θέση (2). Η καμπύλη που έχουμε τώρα στο άλλο μισό

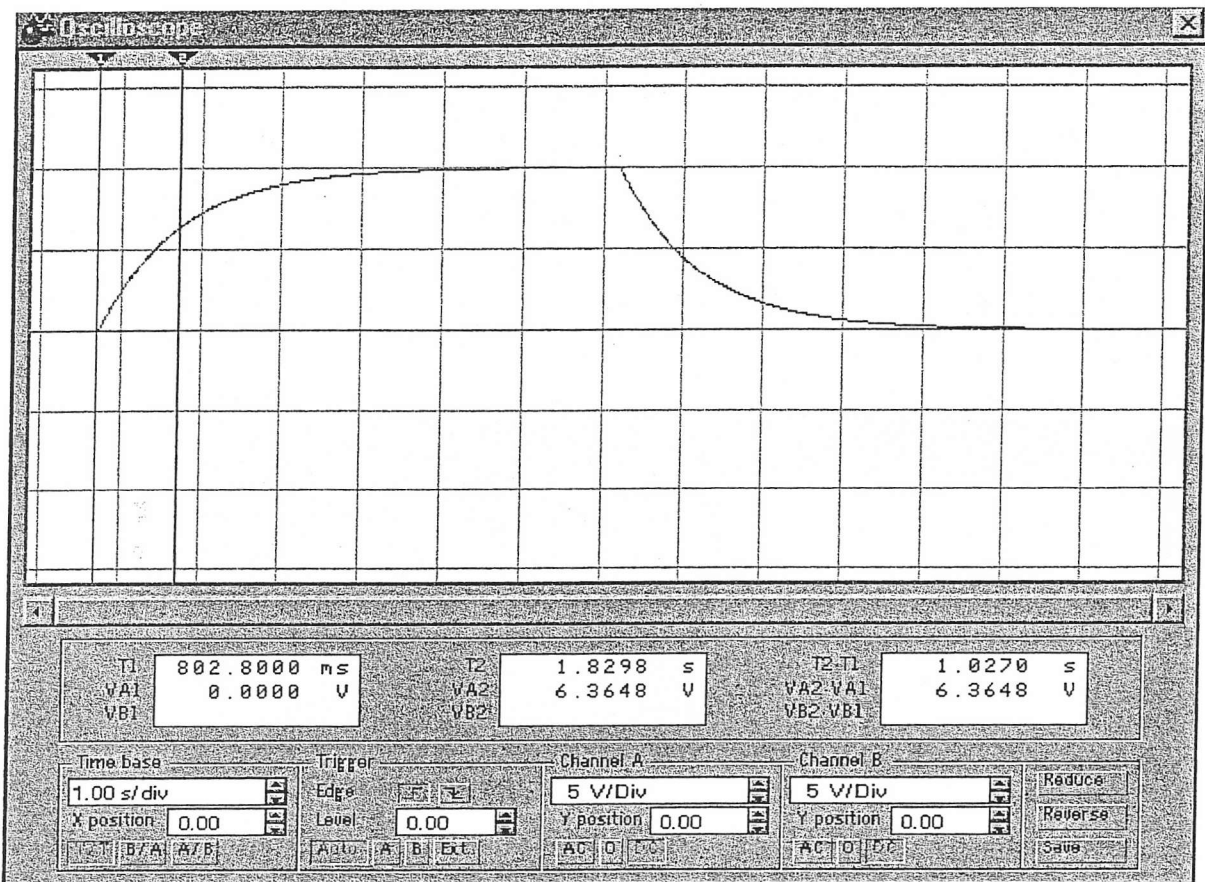
της οθόνης του παλμογράφου αντιστοιχεί στην εκφόρτιση του πυκνωτή.

γ). Αν κάνουμε αριστερό κλικ στη λέξη (Expand), που υπάρχει στην πρόσοψη του παλμογράφου θα πάρουμε την εικόνα που ακολουθεί.

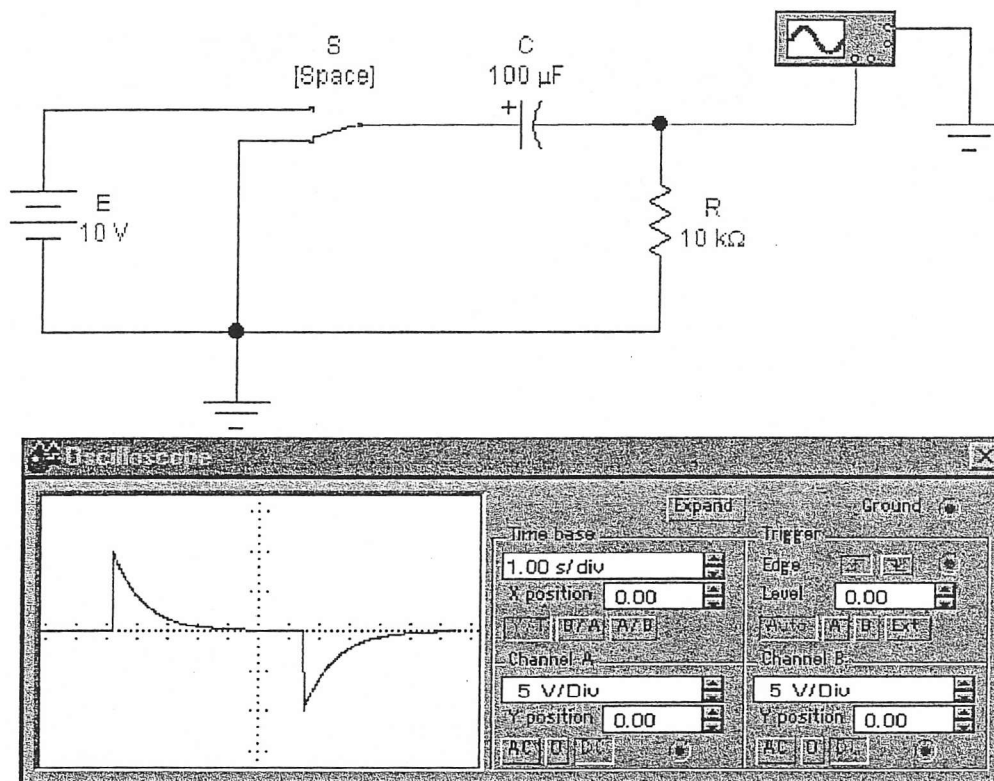
Τη χρονική στιγμή ($t=0$), που μεταφέρεται ο διακόπτης (S) στη θέση (1), η τάση στα άκρα του πυκνωτή είναι μηδέν. Παίρνουμε με το δρομέα την κάθετη κόκκινη γραμμή (1) και την τοποθετούμε στην αρχή της φόρτισης του πυκνωτή ($V_{A1}=0$ Volt). Η μέγιστη τάση του πυκνωτή είναι (9,982 Volt). Σταθερά χρόνου ($\tau=RC$) του κυκλώματος είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να αποκτήσει ο πυκνωτής στα άκρα του τάση ίση με το (63,2%) της μέγιστης τιμής του δηλ. περίπου (6,3 Volt). Παίρνουμε με το δρομέα τη δεύτερη μπλέ κάθετη γραμμή (2) και την μεταφέρουμε αριστερά μέχρι να πάρουμε ($V_{A2}=6,36$ Volt). Η τιμή που παίρνουμε είναι (6,36 Volt). Η διαφορά των χρόνων μεταξύ των κάθετων γραμμών είναι ($t=T_2-T_1=1$ sec) περίπου, που είναι και η σταθερά χρόνου του κυκλώματος. Να γίνουν οι κατάλληλες κινήσεις για την εύρεση της σταθεράς χρόνου στην καμπύλη εκφόρτισης του πυκνωτή.

Όταν η τάση του πυκνωτή γίνει ίση με το μισό της μέγιστης τιμής του δηλ. (4,99 Volt), η διαφορά χρόνου μεταξύ των κάθετων χρωματιστών γραμμών είναι ($t=T_2-T_1=0,7$ sec).

Τέλος, κάνοντας αριστερό κλικ στη λέξη (REDUCE) επανερχόμαστε στην επιφάνεια εργασίας.



δ). Στις εικόνες που ακολουθούν, έχουμε το κύκλωμα και τις καμπύλες της τάσης στα άκρα του αντιστάτη τόσο κατά τη φόρτιση όσο και κατά την εκφόρτιση του πυκνωτή.



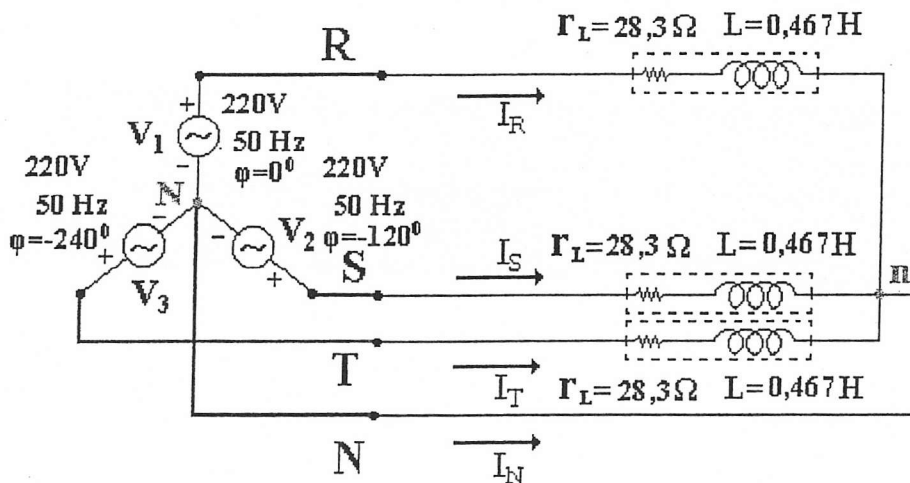
3. α). Με τη βοήθεια του προγράμματος Electronics Workbench (5.12 έκδοση), να σχεδιασθεί το κύκλωμα του Σχ.3. Το φορτίο αντιστοιχεί σε κινητήρα τριφασικό, που η διαδοχή των φάσεων είναι (R, S, T) δηλ. ευθύ σύστημα

β). Να συνδεθούν αμπερόμετρα και βολτόμετρα, σε τέτοιες θέσεις έτσι ώστε να μετρούν τα φασικά ρεύματα, το ρεύμα του ουδετέρου και τις φασικές και πολικές τάσεις.

γ). Κάντε βελτίωση του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$), συνδέοντας πυκνωτές τιμής (5,6 μF) σε αστέρα. Μετρήστε τα φασικά ρεύματα και τα ρεύματα μέσα από τα πηνία. Με τη σύνδεση των πυκνωτών, αυξάνουν, μειώνονται ή παραμένουν τα ίδια, τα φασικά ρεύματα και τα ρεύματα μέσα από τα πηνία, σε σχέση με εκείνα του ερωτήματος (β);

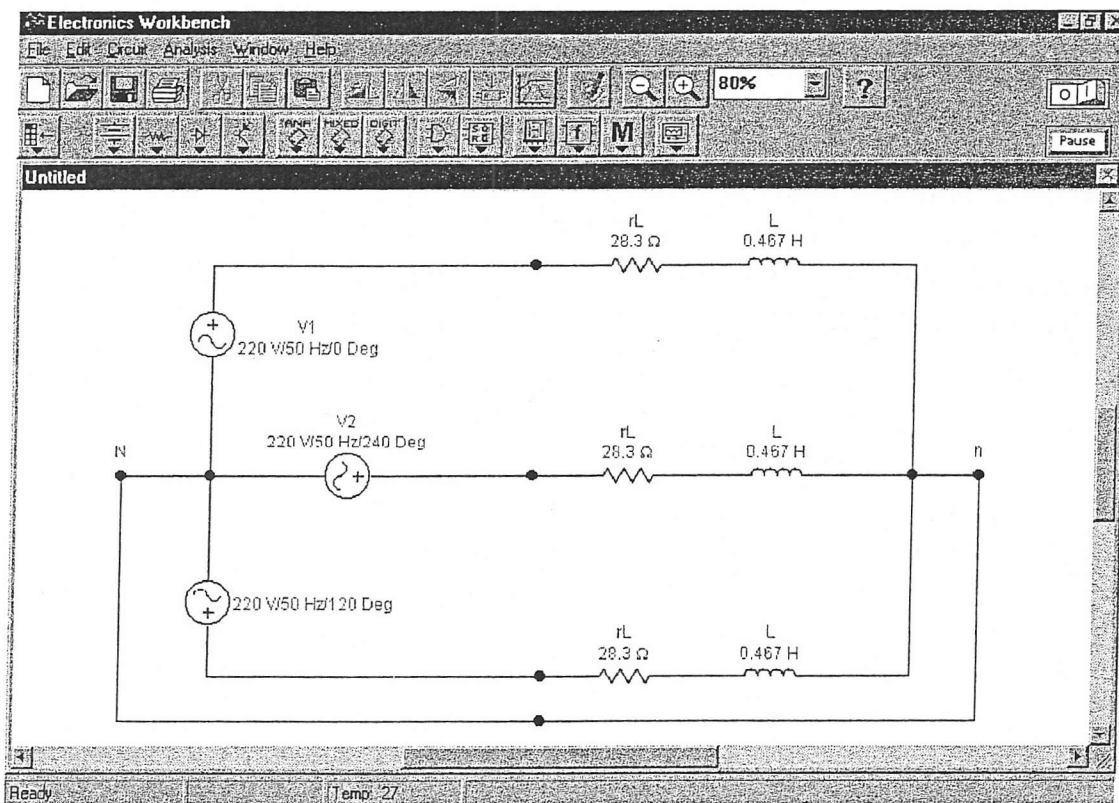
δ). Κάντε βελτίωση του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$), συνδέοντας πυκνωτές τιμής (1,85 μF) σε τρίγωνο. Μετρήστε τα φασικά ρεύματα και τα ρεύματα μέσα από τα πηνία. Με τη σύνδεση των πυκνωτών σε τρίγωνο, αυξάνουν, μειώνονται ή παραμένουν τα ίδια, τα φασικά ρεύματα και τα ρεύματα μέσα από τα πηνία, σε σχέση με εκείνα του ερωτήματος (γ);

ε). Ποιος ο νέος συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$) μετά τη βελτίωση;

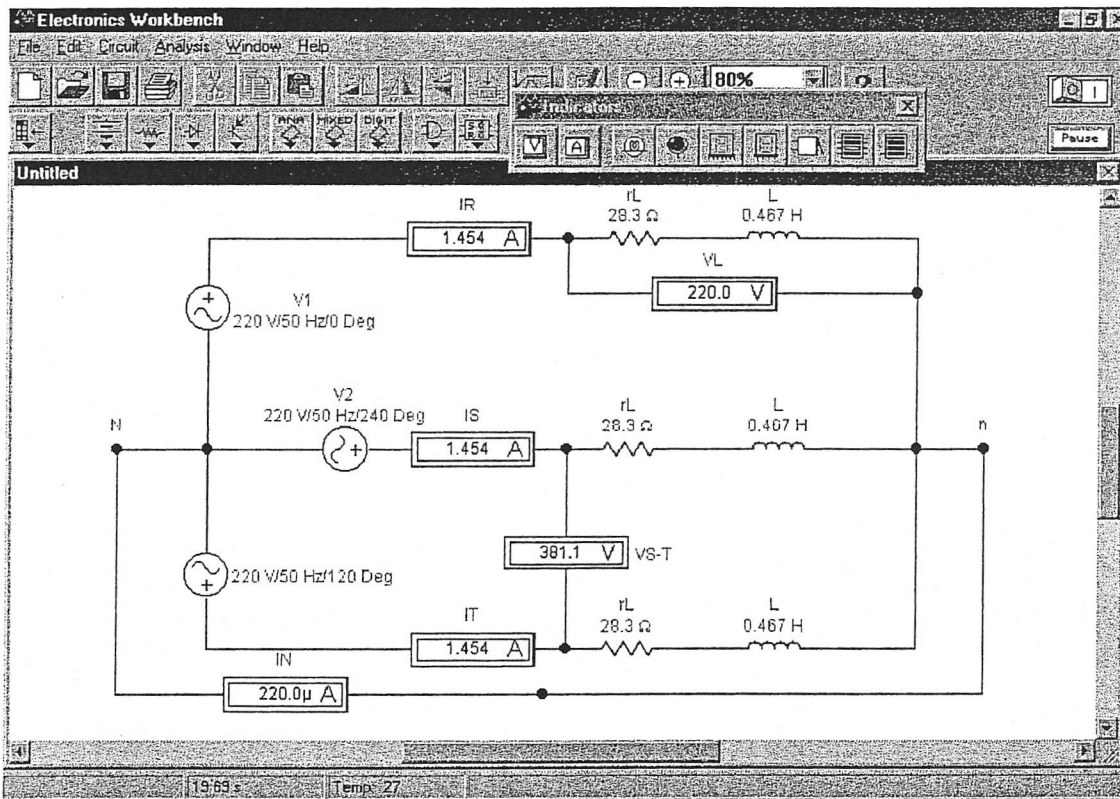


Σχήμα 3.

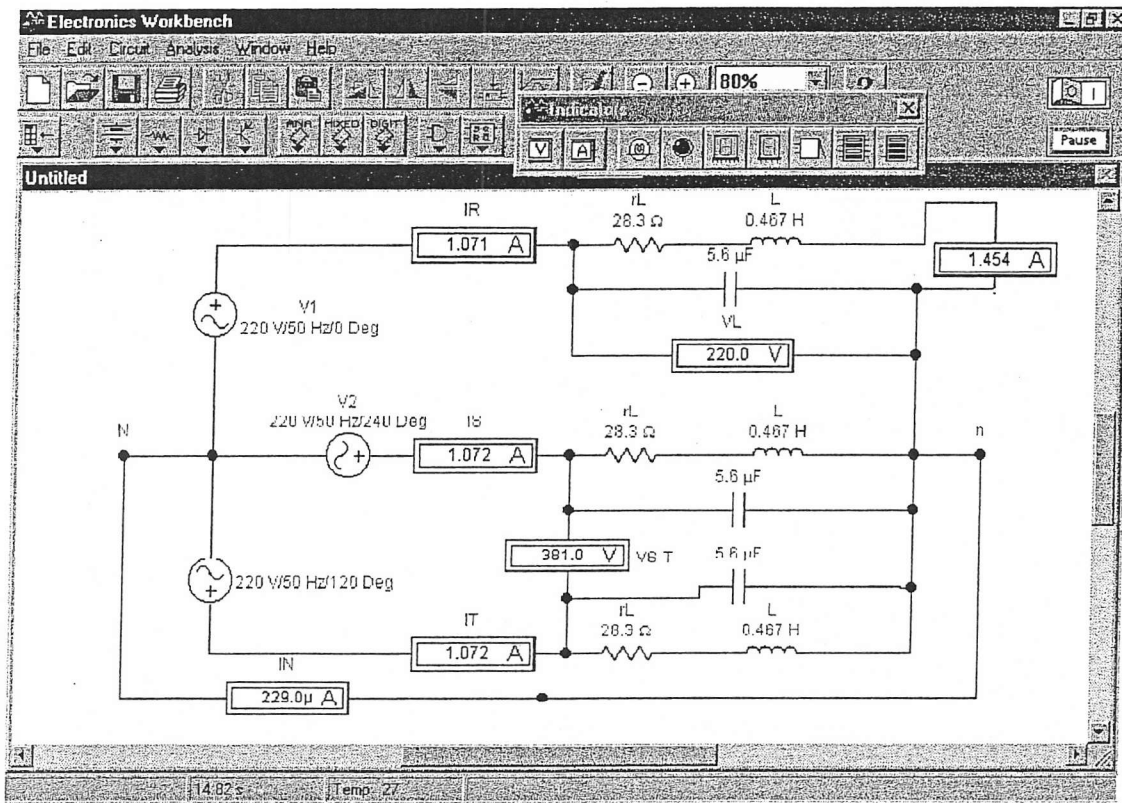
ΑΠΑΝΤΗΣΗ: α.) Η σχεδίαση του κυκλώματος φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί. Επειδή το πρόγραμμα δεν δέχεται αρνητικές τιμές, οι διαφορές φάσης των πηγών γράφονται με τις συμπληρωματικές τους γωνίες.



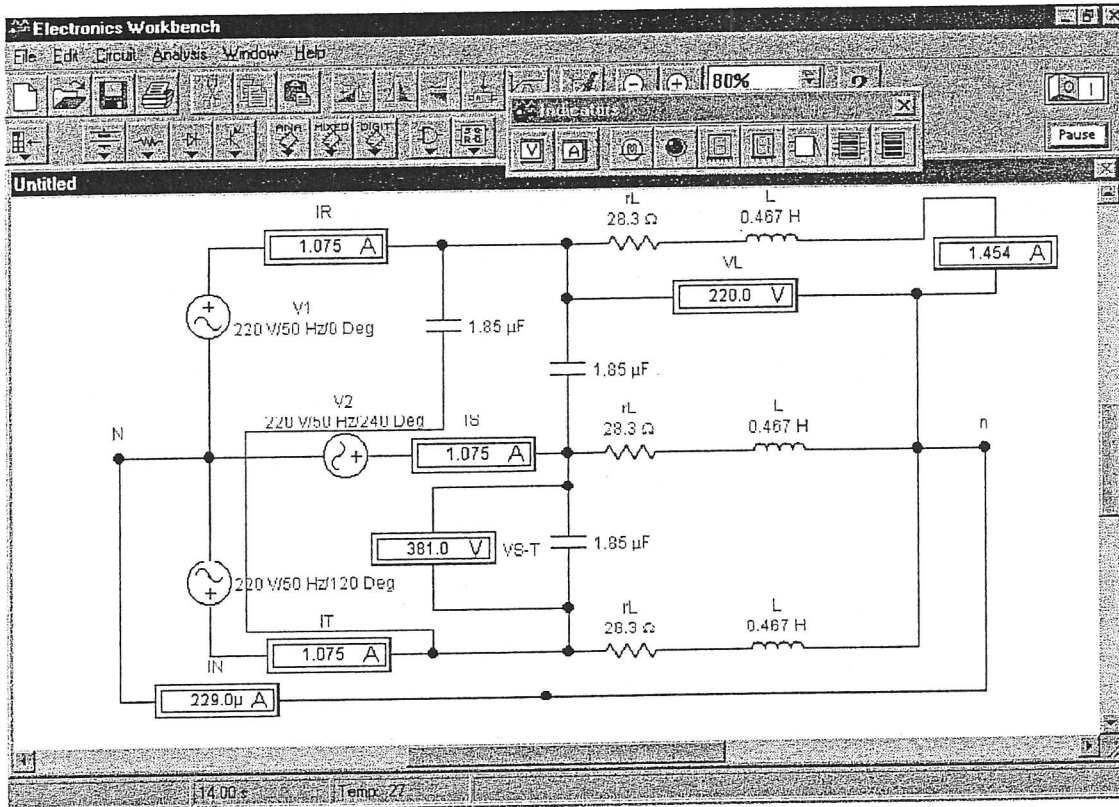
β). Στην εικόνα που ακολουθεί έχουμε τις θέσεις και τις ενδείξεις των αμπερομέτρων και βολτομέτρων.



γ). Στην εικόνα που ακολουθεί, έχουμε τις θέσεις και τις ενδείξεις των αμπερομέτρων και βολτομέτρων, με τη σύνδεση των πυκνωτών σε αστέρα. Τα φασικά ρεύματα είναι μικρότερης τιμής από εκείνα του ερωτήματος (β), ενώ τα ρεύματα μέσα από τα πηνία έχουν την ίδια τιμή με εκείνα του ερωτήματος (β).



δ). Στην εικόνα που ακολουθεί, έχουμε τις θέσεις και τις ενδείξεις των αμπερομέτρων και βολτομέτρων, με τη σύνδεση των πυκνωτών σε τρίγωνο. Τα φασικά ρεύματα είναι μικρότερης τιμής από εκείνα του ερωτήματος (β) και ίσα με εκείνα του ερωτήματος (γ), καθώς και τα ρεύματα μέσα από τα πηνία έχουν την ίδια τιμή με εκείνα του ερωτήματος (β) και (γ).



δ). Ο αρχικός συντελεστής ισχύος του κυκλώματος του Σχ.3

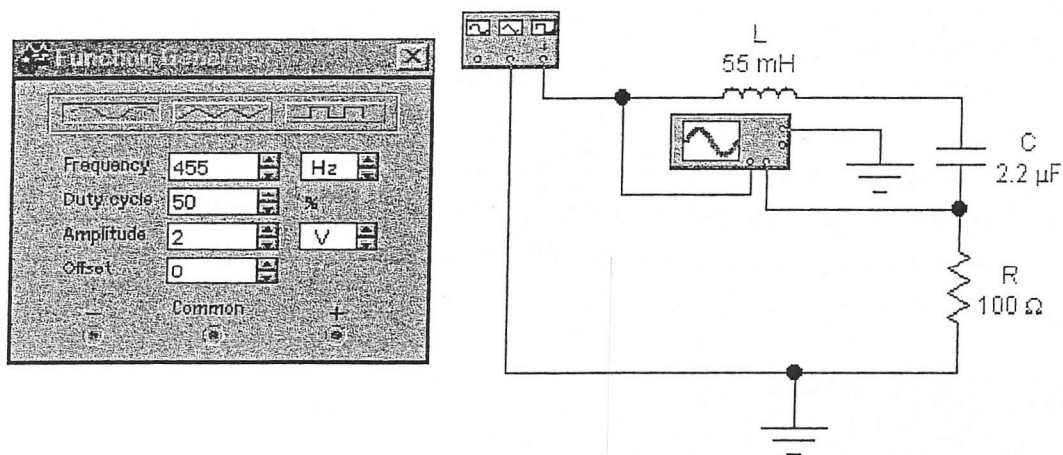
είναι: $\text{συν}\phi = \frac{P_\phi}{V_\phi I_\phi} = \frac{(I_L = I_\phi)^2 r_L}{V_\phi I_\phi} = 0,189$ και ο τελικός συντελεστής ισχύος

είναι: $(\text{συν}\phi)' = \frac{P_\phi}{V_\phi I_\phi} = \frac{(I_L = I_\phi)^2 r_L}{V_\phi I_\phi} = 0,252$

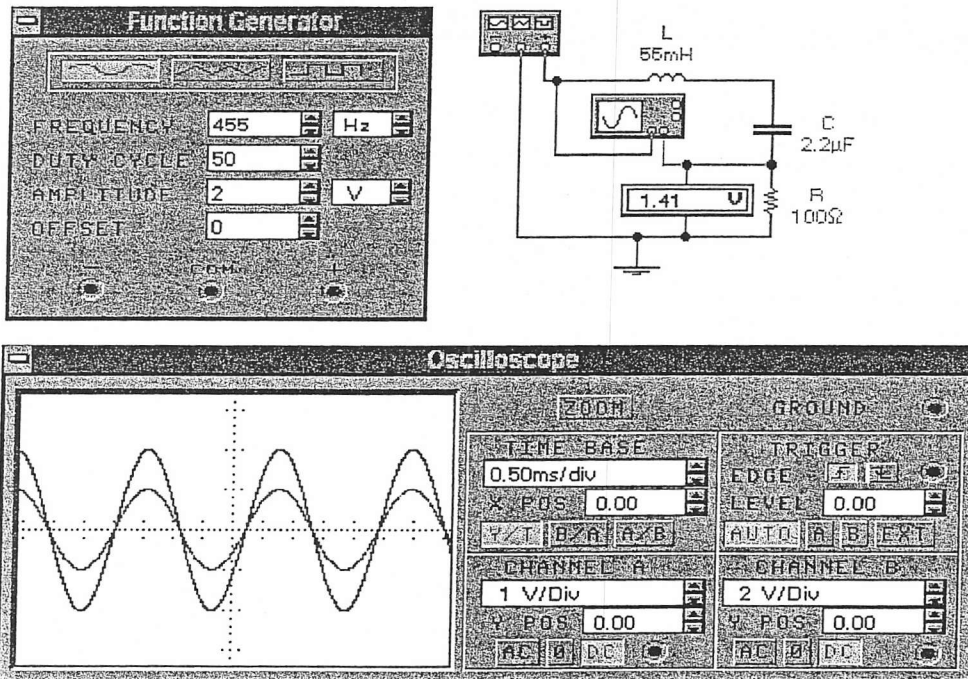
4. α). Με τη βοήθεια του προγράμματος Electronics Workbench (4.0 έκδοση), να σχεδιασθεί το κύκλωμα του Σχ.4. Στο σχήμα, έχουμε την πρόσοψη της γεννήτριας με επιλεγμένο το πλάτος του ημιτονικού σήματος, που είναι δύο (2) Volt.

β). Να γίνουν οι κατάλληλοι χειρισμοί, για να προσδιορισθούν η συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος (F_0) και οι συχνότητες αποκοπής (F_1) και (F_2). Ποια η διαφορά φάσης μεταξύ του ρεύματος του κυκλώματος και της τάσης της πηγής στις συχνότητες αποκοπής;

γ). Με το όργανο (BODE PLOTTER), να ληφθεί η καμπύλη συντονισμού του κυκλώματος. Από την καμπύλη συντονισμού, να βρεθεί με τη βοήθεια του (BODE PLOTTER), η συχνότητα συντονισμού και οι συχνότητες αποκοπής.

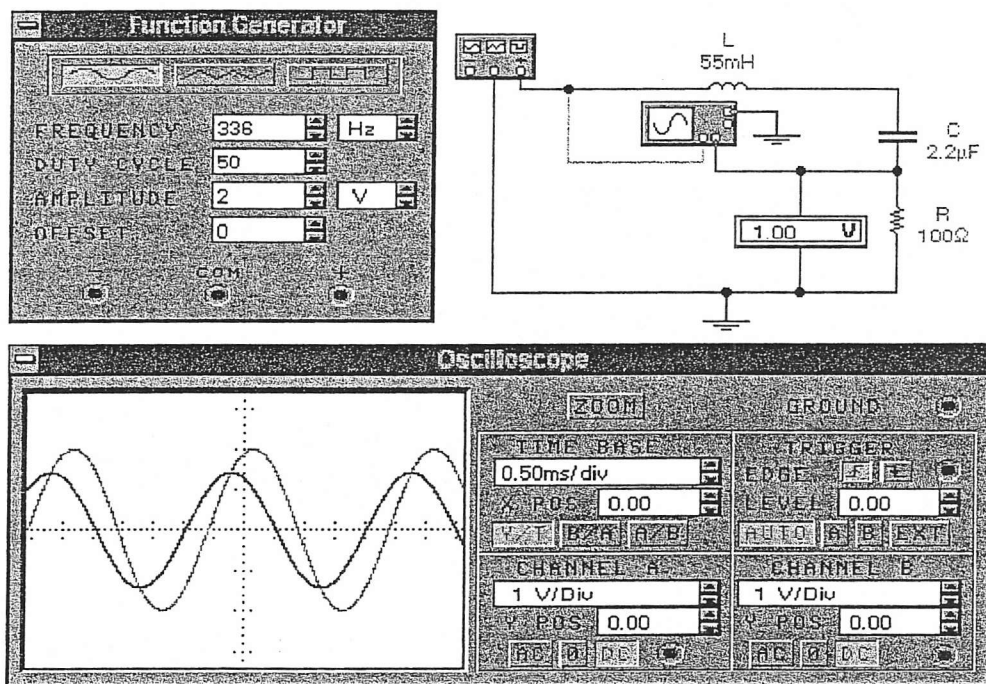


ΑΠΑΝΤΗΣΗ: β). Στο αρχικό κύκλωμα του Σχ.4, συνδέουμε τα δύο κανάλια του παλμογράφου. Το ένα μετρά την τάση της πηγής (γεννήτρια) και το άλλο την τάση στον αντιστάτη. Επιπλέον στα άκρα του αντιστάτη συνδέουμε και βολτόμετρο που μετρά (AC) τάση (ενεργό). Αλλάζουμε συχνότητα (αύξηση ή μείωση) στην πηγή, με το αριστερό πλήκτρο του δρομέα του ποντικιού πατημένο πάνω στα βελάκια δεξιά της λέξης (FREQUENCY). Όταν οι δύο κοματομορφές γίνουν συμφασικές και αυτό συμβαίνει στην περίπτωση μας για συχνότητα (455 Hz), η συχνότητα των (455 Hz) είναι η συχνότητα συντονισμού (F_0) του κυκλώματος.

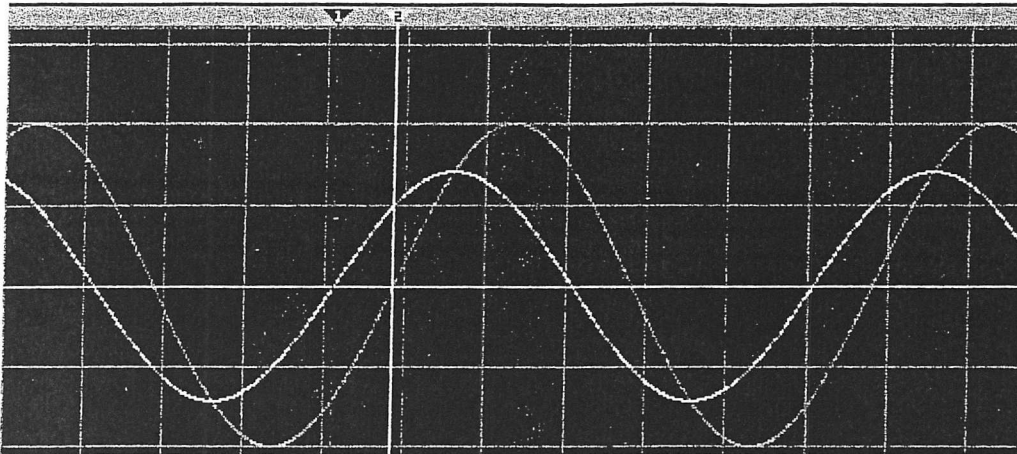


Στη συχνότητα συντονισμού (F_0), η τάση στον αντιστάτη είναι μέγιστη και ίση με την τάση της πηγής (2 Volt πλάτος) ή (1,41 Volt ενεργό). Μειώνουμε τη συχνότητα της τάσης της πηγής μέχρις ότου το

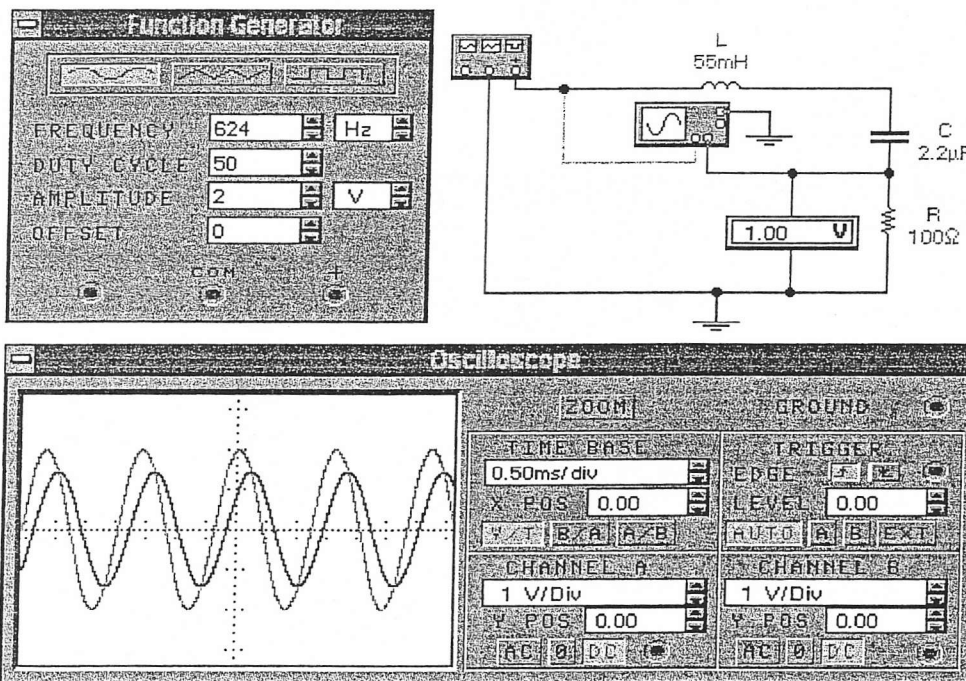
πλάτος της τάσης στον αντιστάτη γίνει (1,41 Volt πλάτος) ή (1 Volt ενεργό). Η συχνότητα για την οποία έχουμε αυτή την τάση στον αντιστάτη είναι η ($F_1=336$ Hz), που ονομάζεται κάτω συχνότητα αποκοπής. Στην εικόνα που ακολουθεί, έχουμε τις δύο κυματομορφές για τη συχνότητα αποκοπής (F_1). Παρατηρούμε ότι, η τάση του αντιστάτη δηλ. το ρεύμα του κυκλώματος προηγείται της τάσης της πηγής στη συχνότητα αποκοπής και για ($F < F_0$). Άρα, το κύκλωμα έχει χωρητική συμπεριφορά για ($F < F_0$).



Η διαφορά φάσης μεταξύ του ρεύματος του κυκλώματος και της τάσης της πηγής φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί. Η περίοδος του σήματος στη συχνότητα ($F_1=336$ Hz) είναι ($T_1=2,98611$ msec) και η μετατόπιση μεταξύ των δύο κυματομορφών είναι ($T_2-T_1=0,375744$ msec). Με την απλή μέθοδο των τριών και γνωρίζοντας ότι μία περίοδος αντιστοιχεί σε (360°), η μετατόπιση ($T_2-T_1=0,375744$ msec) αντιστοιχεί σε ($\phi_1=45,2^\circ$).

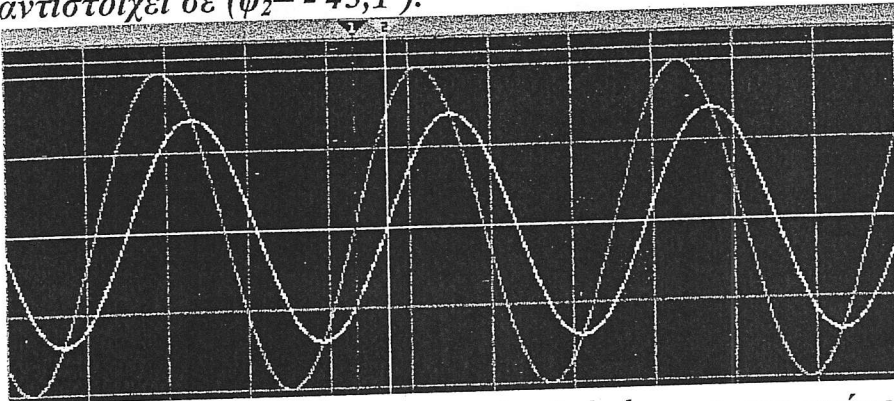


Αυξάνουμε τη συχνότητα της τάσης της πηγής μέχρις ότου το πλάτος της τάσης στον αντιστάτη γίνει (1,41 Volt πλάτος) ή (1 Volt ενεργό). Η συχνότητα για την οποία έχουμε αυτή την τάση στον αντιστάτη είναι η ($F_1=624$ Hz), που ονομάζεται άνω συχνότητα αποκοπής. Στην εικόνα που ακολουθεί, έχουμε τις δύο κυματομορφές για τη συχνότητα αποκοπής (F_2). Παρατηρούμε ότι, η τάση του αντιστάτη δηλ. το ρεύμα του κυκλώματος καθυστερεί έναντι της τάσης της πηγής στη συχνότητα αποκοπής και για ($F > F_0$). Άρα, το κύκλωμα έχει επαγωγική συμπεριφορά για ($F > F_0$).

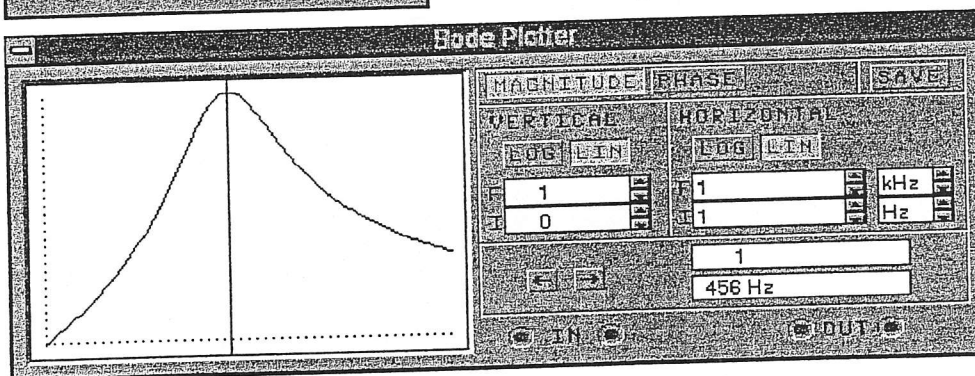
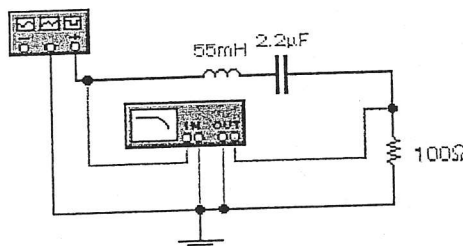
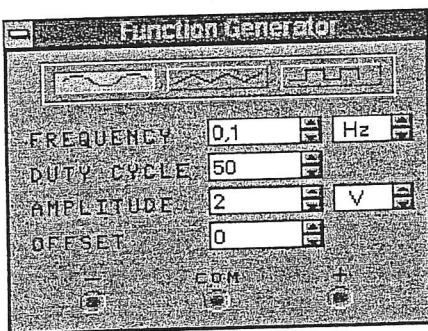


Η διαφορά φάσης μεταξύ του ρεύματος του κυκλώματος και της τάσης της πηγής φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί. Η περίοδος του σήματος στη συχνότητα ($F_2=624$ Hz) είναι ($T_2=1,59856$ msec) και η μετατόπιση μεταξύ των δύο κυματομορφών είναι ($T_2-T_1=0,200321$ msec). Με την απλή μέθοδο των τριών και γνωρίζοντας ότι μία

περίοδος αντιστοιχεί σε (360°) , η μετατόπιση ($T_2-T_1=0,200321 \text{ msec}$) αντιστοιχεί σε $(\varphi_2=-45,1^\circ)$.



γ). Στην εικόνα που ακολουθεί, έχουμε τον τρόπο σύνδεσης του (BODE PLOTTER), καθώς και την πρόσοψη του, με πατημένα τα απαραίτητα κουμπιά σε θέσεις και τιμές, έτσι ώστε να πάρουμε τη λεγόμενη καμπύλη πλάτους (MAGNITUDE) ή την καμπύλη συντονισμού.



Ο κάθετος άξονας στην οθόνη του (BODE PLOTTER), όταν είναι πατημένο το κουμπί (LIN) κάτω από τη λέξη (VERTICAL), είναι βαθμονομημένος γραμμικά και εκφράζει το λόγο των τάσεων (V_R/V_π), που είναι φυσικά καθαρός αριθμός ο λόγος αυτός και ποτέ μεγαλύτερος της μονάδας. Για το λόγο αυτό έχουμε επιλέξει και την περιοχή (0-1) με τα κουμπιά (I) και (F) αντίστοιχα.

Ο οριζόντιος άξονας στην οθόνη του (BODE PLOTTER), όταν είναι πατημένο το κουμπί (LIN) κάτω από τη λέξη (HORIZONTAL), είναι βαθμονομημένος γραμμικά και είναι ο άξονας των συχνοτήτων.

Στην περίπτωση μας, η περιοχή μέσα στην οποία ψάχνουμε να βρούμε τη συχνότητα συντονισμού είναι (1-1000Hz), την οποία περιοχή επιλέγουμε με τα αντίστοιχα κουμπιά (I) και (F), που υπάρχουν δύο θέσεις κάτω από τη λέξη (HORIZONTAL).

Πατώντας το δεξί βελάκι, που βρίσκεται πάνω από τη λέξη (IN), εμφανίζεται από το αριστερό άκρο της οθόνης μία κάθετη γραμμή, που βάζοντας την στην κορυφή της καμπύλης έχουμε πάνω από τη λέξη (OUT) την τιμή του λόγου $(V_R/V_\pi)=1$ και τη συχνότητα συντονισμού. Επειδή ο λόγος (V_R/V_π) έχει τιμή μονάδα για μία περιοχή συχνοτήτων (446-466 Hz) παίρνουμε για συχνότητα συντονισμού την μέση τους τιμή δηλ ($F_0=456$ Hz).

Αν πατήσουμε τα κουμπιά (LOG), τότε ο κάθετος άξονας οθόνης θα είναι βαθμονομημένος σε $[db=20 \log(V_R/V_\pi)]$ και ο οριζόντιος άξονας λογαριθμικά βαθμονομημένος. Αν πατήσουμε το κουμπί (PHASE) στην οθόνη θα έχουμε τη λεγόμενη καμπύλη φάσης.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στο κύκλωμα η τιμή του πλάτους της πηγής δεν παίζει κανένα ρόλο, όπως και η συχνότητά της. Φυσικά η τιμή της τάσης δεν θα πρέπει να έχει μηδενική τιμή.

Για να βρούμε τις συχνότητες αποκοπής, φέρουμε την κάθετη γραμμή αριστερά και δεξιά από τη συχνότητα συντονισμού σε μία τιμή τέτοια, που ο λόγος (V_R/V_π) να έχει τιμή (1.0,707=0,707). Οι συχνότητες για τις οποίες έχουμε την παραπάνω τιμή είναι ($F_1=337$ Hz) (κάτω συχνότητα αποκοπής) και ($F_2=624$ Hz) (πάνω συχνότητα αποκοπής). Έτσι το εύρος ζώνης θα είναι ($W=F_2-F_1=287$ Hz). Στις εικόνες που ακολουθούν έχουμε τις παραπάνω περιπτώσεις.

