

ΘΕΩΡΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΕΡΓΑΣΙΑ 2
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ RLC, ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ

ΘΕΩΡΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΙΤΗΤΗ 1 :

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ : 19390005

ΕΞΑΜΗΝΟ ΦΟΙΤΗΤΗ : 6^ο

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΟΙΤΗΤΗ : ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ : ΠΑΔΑ

ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ : ΤΜΗΜΑ Β1 - ΘΚ 05 11:00-13:00

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ : ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΜΠΟΥΡΗΣ – ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΙΤΗΤΗ 2 :

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : ΚΑΤΣΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ : 21390084

ΕΞΑΜΗΝΟ ΦΟΙΤΗΤΗ : 2^ο

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΟΙΤΗΤΗ : ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ : ΠΑΔΑ

ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ : ΤΜΗΜΑ Β1 - ΘΚ 05 11:00-13:00

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ : ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΜΠΟΥΡΗΣ – ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΥ



ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ :

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ : 6/4/2022

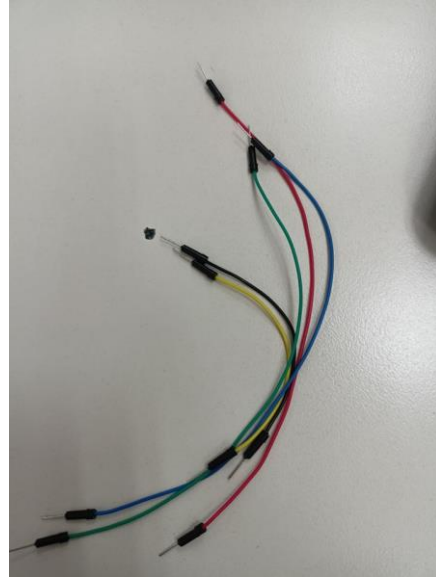
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ : 4/5/2022

ΘΕΩΡΙΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ



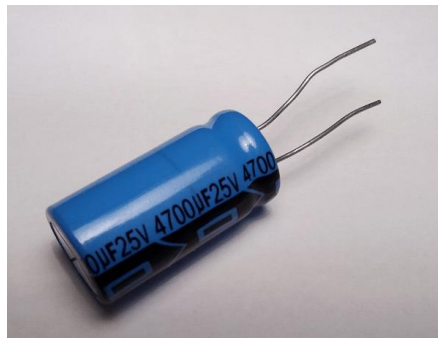
Breadboard



Καλώδια



Ψηφιακό Πολύμετρο



Πυκνωτής



Αντιστάτης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.2.1 : Εξάρτημα RC (ΣΕΛΙΔΕΣ 5 - 9)

Θεωρητική Επίλυση (ΣΕΛΙΔΕΣ 5 - 6)

Προσομοιωτική Επίλυση (ΣΕΛΙΔΕΣ 6 - 8)

Πειραματική Επίλυση (ΣΕΛΙΔΕΣ 8 - 9)

1.2.2 : Εξάρτημα RL (ΣΕΛΙΔΕΣ 9 - 12)

Θεωρητική Επίλυση (ΣΕΛΙΔΕΣ 9 - 10)

Προσομοιωτική Επίλυση (ΣΕΛΙΔΕΣ 10 - 12)

1.3 : Ερωτήσεις (ΣΕΛΙΔΕΣ 13 - 14)

Ερώτηση 1 (ΣΕΛΙΔΑ 13)

Ερώτηση 2 (ΣΕΛΙΔΕΣ 13 - 14)

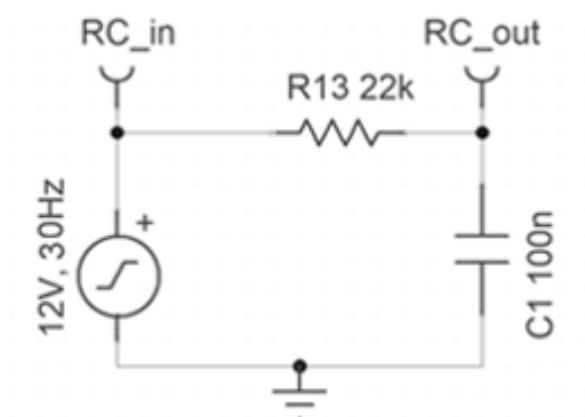
Ερώτηση 3 (ΣΕΛΙΔΑ 14)

1.2.1 : Εξάρτημα RC

Γενικά

Στα κεφάλαια «Προσομοιωτική Επίλυση» και «Πειραματική Επίλυση» παρουσιάζονται αναλυτικά τα εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν και οι παρατηρήσεις που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος με στιγμιότυπα από το λογισμικό «Multisim» και φωτογραφίες του πειράματος από το περιβάλλον του εργαστηρίου αντίστοιχα, ενώ, στο κεφάλαιο «Θεωρητική Επίλυση» αναλύεται γενικά, η συμπεριφορά του κυκλώματος.

Θεωρητική Επίλυση



Εικόνα 1

Το κύκλωμα της Εικόνας 1 επιτυγχάνει την μεταβατική απόκριση κυκλώματος RC. Αρχικά, προκειμένου να φορτιστεί ο πυκνωτής C1 στη μέγιστη χωρητικότητα του, η πηγή τετραγωνικού παλμού τάσης των 12 V τον τροφοδοτεί με τάση (εξαναγκασμένη απόκριση). Αφού, φορτιστεί πλήρως, ο πυκνωτής έχει αποθηκευμένη ενέργεια που τον καθιστά ανεξάρτητο πλέον να συμπεριφέρεται σαν ανοικτό κύκλωμα, δηλαδή, να μην διαρρέεται ρεύμα. Αυτό αποδεικνύεται από τον συνδυασμό του νόμου τάσεων του Kirchhoff (1) και της πτώσης τάσης στα άκρα του αντιστάτη R₁₃ (2) και του πυκνωτή C₁ (3).

$$(1) V_S - V_{R13} - V_{C1} = 0$$

$$(2) V_{R13} = R_{13} * I(t)$$

$$(3) V_{C1}(t) = (1 / C) * \int I(t)dt$$

$$(1), (2), (3) \Rightarrow V_S = R * I(t) + (1 / C) * \int I(t)dt \quad (4)$$

Διαφορίζοντας και τα δύο σκέλη ως προς τον χρόνο έχουμε :

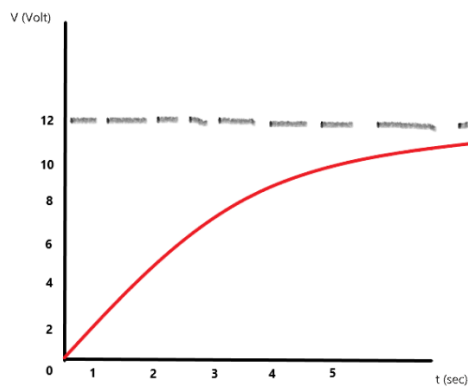
$$(4) \Rightarrow (dI(t) / dt) + (1 / R * C) * I(t) = 0 \quad (5)$$

Επιλύοντας την διαφορική εξίσωση θεωρώντας ότι ο πυκνωτής φορτίζει μέσω της πηγής

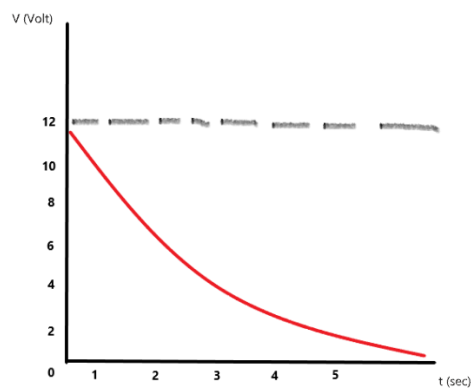
$$(5) \Rightarrow I(t) = (V_S - V_C / R) * e^{-(1 / R * C) * t} \quad (6)$$

Από την Εικόνα 2, παρατηρείται ότι ο πυκνωτής θα φορτιστεί πλήρως, αλλά δεν θα φτάσει ποτέ την τάση της πηγής παρά μόνο σε άπειρο χρόνο, καθώς, η τάση στα άκρα του αυξάνεται εκθετικά. Άρα, από την σχέση (6) δεδομένου ότι $V_C \sim V_S$ προκύπτει ότι $I(t) \sim 0$, γεγονός που δικαιολογεί ότι ο πυκνωτής όταν φορτιστεί πλήρως, συμπεριφέρεται σαν ανοικτό κύκλωμα.

Παρόμοια, το κύκλωμα αν βραχυκυκλωθεί, δηλαδή, αφαιρεθεί η πηγή, ο πυκνωτής θα αποφορτιστεί, αλλά δεν θα φτάσει ποτέ στην αρχική του τιμή (Εικόνα 3). Η τάση του πυκνωτή μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο και συνεπώς, καταναλώνει ισχύ, δεδομένου ότι είναι συνδεδεμένος με την γείωση. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται μεταβατική απόκριση του κυκλώματος RC.

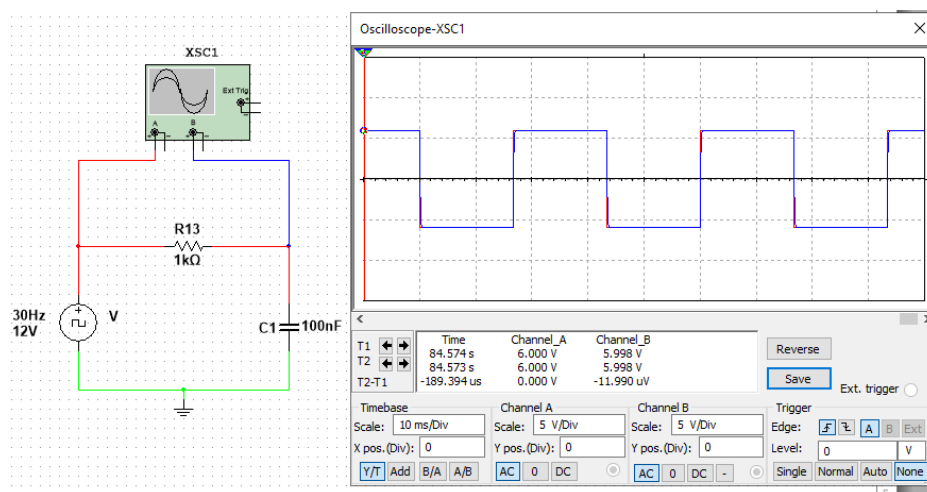


Εικόνα 2

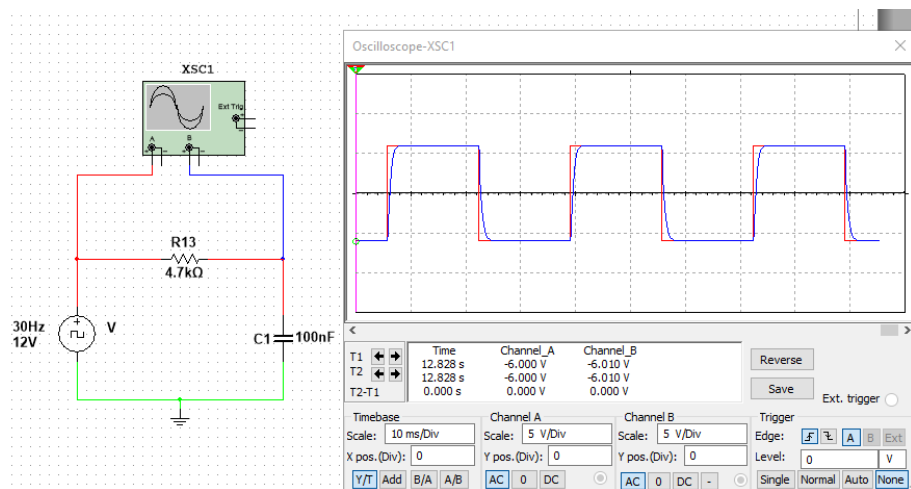


Εικόνα 3

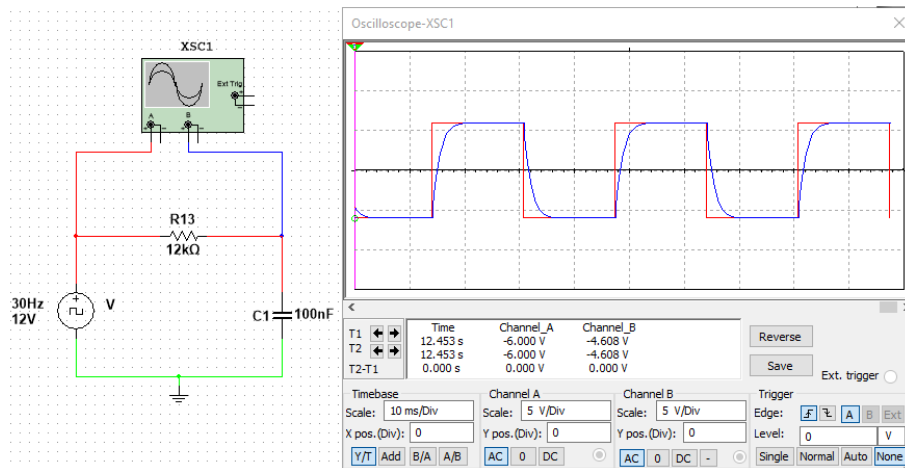
Προσομοιωτική Επίλυση



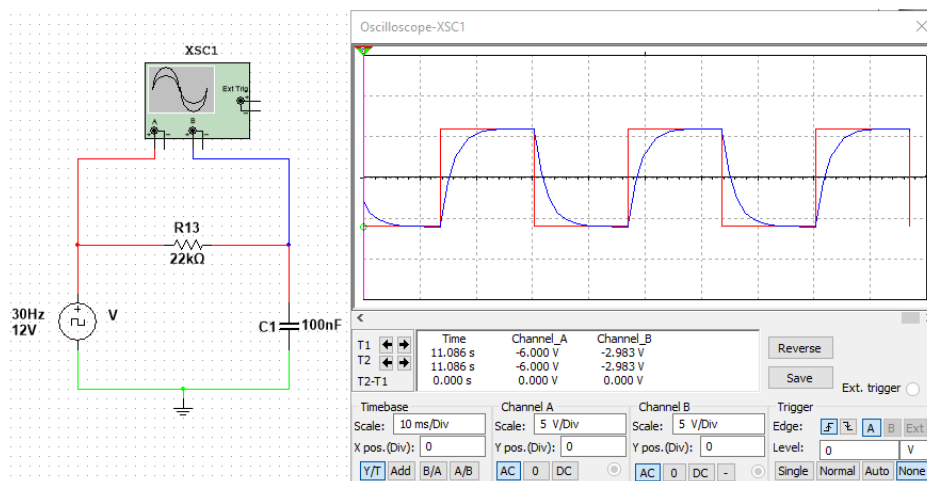
Εικόνα 4



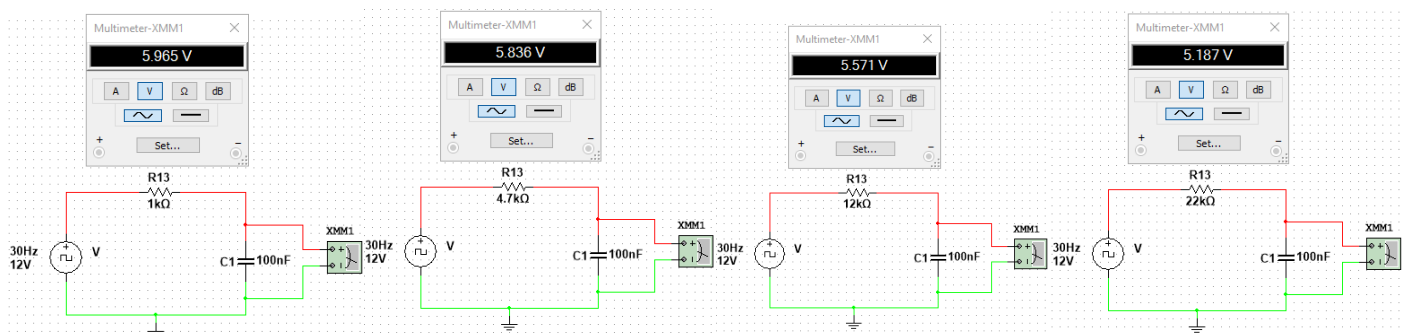
Εικόνα 5



Εικόνα 6



Εικόνα 7



Εικόνα 8

Εικόνα 9

Εικόνα 10

Εικόνα 11

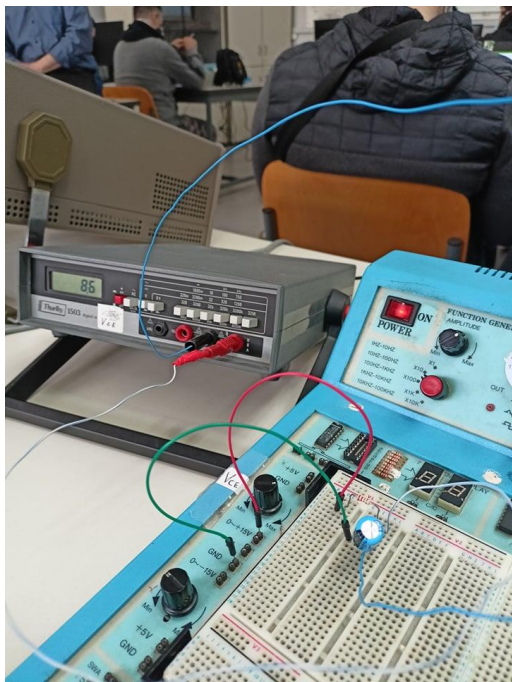
Από την προσομοιωτική επίλυση του κυκλώματος στο λογισμικό «Multisim» (Εικόνες 4, 5, 6, 7), απεικονίζεται με σαφήνεια η πτώση τάσης στα άκρα του πυκνωτή για διάφορες τιμές αντιστάσεων (1 kΩ, 4.7 kΩ, 12 kΩ, 22 kΩ). Ο χρόνος φόρτισης του πυκνωτή για διάφορες σταθερές χρόνου « $\tau = kRC$ », όπου k ανήκει στους θετικούς ακέραιους αριθμούς, παρουσιάζεται συνοπτικά στον «Πίνακα 1» στο κεφάλαιο «Πειραματική Επίλυση», όπου και πραγματοποιήθηκε το πείραμα στο περιβάλλον του εργαστηρίου και σημειώθηκαν οι αντίστοιχοι χρόνοι.

Με την βοήθεια του παλμογράφου, καταγράφεται η παρατήρηση ότι η πτώση τάσης στα άκρα του πυκνωτή (μπλε ίχνος) δεν συμπίπτει με την τάση στα άκρα της πηγής τετραγωνικού παλμού, γεγονός που

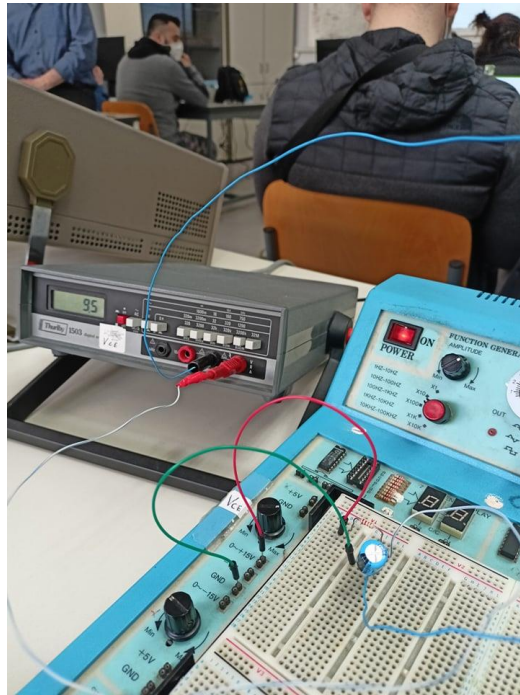
επαληθεύει τα διαγράμματα και την συμπεριφορά του κυκλώματος που αναλύεται στο κεφάλαιο «Θεωρητική Επίλυση» (Εικόνες 2, 3). Με άλλα λόγια, παρατηρείται μία διαφορά φάσης ανάμεσα στο σήμα της πηγής και του πυκνωτή.

Αξίζει να σημειωθεί ότι όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή της αντίστασης του αντιστάτη R_{13} , τόσο πιο μεγάλη είναι η απόκλιση της πτώσης τάσης στα άκρα του πυκνωτή με την τάση στα άκρα της πηγής. Το γεγονός αυτό αιτιολογείται από το νόμο του Ohm, δηλαδή, ότι η ένταση του ρεύματος είναι ανάλογη με την διαφορά δυναμικού ($I = V / R$), συνεπώς, όσο πιο μεγάλη είναι η αντίσταση, τόσο πιο μεγάλη θα είναι η διαφορά δυναμικού.

Πειραματική Επίλυση

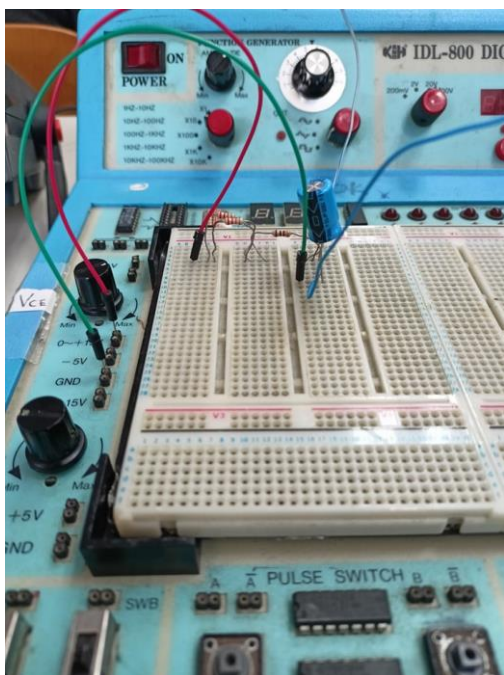


Εικόνα 12



Εικόνα 13

Πίνακας 1



Εικόνα 14

Vπηγής = 12V				Συχνότητα πηγής 30Hz		
RC				σταθερά χρόνου= ?		
R (Ω)	τ=RC sec	Vc(1τ) Volt	Vc(2τ) Volt	Vc(3τ) Volt	Vc(4τ) Volt	Vc(5τ) Volt
1k	7.10	3.75	5.18	5.66	5.84	5.92
4k7	30.00	3.68	5.08	5.55	5.72	5.80
12k	60.00	3.51	4.85	5.29	5.46	5.53
22k	120.0	3.27	4.51	4.93	5.09	5.15

Για την πειραματική επίλυση που πραγματοποιήθηκε στο περιβάλλον του εργαστηρίου, χρησιμοποιήθηκε η πλακέτα διασύνδεσης «breadboard», μία πηγή DC τάσης ρυθμισμένη στα 12 V, μία γείωση, τρεις αντιστάτες αντίστασης 22 kΩ, δύο αντιστάτες αντίστασης 1 kΩ, ένας αντιστάτης αντίστασης 4.7 kΩ, ένας πυκνωτής χωρητικότητας 100 nF, ένα ψηφιακό πολύμετρο πάγκου ρυθμισμένο να υπολογίζει DC τάσης (βολτόμετρο) και ένας χρονομετρητής (βλ. Φωτογραφίες εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριο, σελίδα 3).

Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό πολύμετρο πάγκου (βολτόμετρο) με το θετικό άκρο να συνδέεται στη πηγή DC τάσης και το αρνητικό στη γείωση, προκειμένου να ρυθμιστεί η πηγή στα 12 Volt. Στη συνέχεια, αποσυνδέεται το πολύμετρο και ξεκινάει η συναρμολόγηση του κυκλώματος.

Πρώτα απ' όλα, συνδέεται ένας αντιστάτης αντίστασης 1 kΩ σε σειρά με τον πυκνωτή και με δύο καλώδια το ένα αριστερά του αντιστάτη να συνδέεται με την πηγή και το άλλο αριστερά του πυκνωτή να συνδέεται με την γείωση (Εικόνες 12, 13). Έπειτα, μ' έναν χρονομετρητή ξεκινάει να καταγράφεται ο χρόνος φόρτισης του πυκνωτή με αντιστάτη αντίστασης 1 kΩ. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τους αντιστάτες αντίστασης 4.7 kΩ και 22 kΩ. Λόγω της απουσίας αντιστάτη αντίστασης 12 kΩ, χρησιμοποιήθηκαν δύο αντιστάτες αντίστασης 22 kΩ συνδεδεμένοι παράλληλα και ένας αντιστάτης αντίστασης 1 kΩ συνδεδεμένος σε σειρά με τους δύο παράλληλα συνδεδεμένους αντιστάτες (Εικόνα 14).

Τα αποτελέσματα καταγράφονται στον «Πίνακα 1» από τις χρονομετρήσεις που σημειώθηκαν κατά την εκτέλεση του πειράματος στο περιβάλλον του εργαστηρίου και από τα στιγμιότυπα στο κεφάλαιο «Προσομοιωτική Επίλυση» (Εικόνες 8, 9, 10, 11). Οι υπολογισμοί των διαφορών δυναμικού του πυκνωτή για κάθε χρονική σταθερά υπολογίστηκε από τον τύπο $V_C = V * (1 - e^{-t/RC})$.

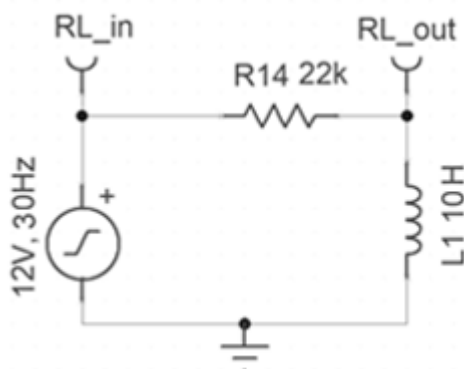
Αξίζει να σημειωθεί ότι όσο πιο μεγάλη είναι η αντίσταση, τόσο πιο μεγάλο είναι το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να φορτιστεί ο πυκνωτής και αυτό επαληθεύεται από τους τύπους που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο «Θεωρητική Επίλυση» για την σταθερά του κυκλώματος RC ($\tau = RC$). Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του πυκνωτή αγγίζει την τιμή της τάσης της πηγής σε χρόνο περισσότερο από «5τ» για μεγαλύτερες αντιστάσεις, όπου « $\tau = RC$ » η χρονική σταθερά του κυκλώματος.

1.2.2 : Εξάρτημα RL

Γενικά

Στα κεφάλαια «Προσομοιωτική Επίλυση» και «Πειραματική Επίλυση» παρουσιάζονται αναλυτικά οι παρατηρήσεις που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος με στιγμιότυπα από το λογισμικό «Multisim», ενώ, στο κεφάλαιο «Θεωρητική Επίλυση» αναλύεται γενικά, η συμπεριφορά του κυκλώματος.

Θεωρητική Επίλυση



Εικόνα 15

Το κύκλωμα της Εικόνας 15 επιτυγχάνει την μεταβατική απόκριση κυκλώματος RL. Αρχικά, προκειμένου να διαρρέει ρεύμα στο πηνίο L₁, η πηγή τετραγωνικού παλμού τάσης των 12 V το τροφοδοτεί με

DC τάση (εξαναγκασμένη απόκριση). Αφού, το ρεύμα διαρρέεται, το πηνίο έχει αποθηκευμένη ενέργεια που το καθιστά ανεξάρτητο πλέον να συμπεριφέρεται σαν βραχυκύκλωμα, δηλαδή, να διαρρέεται μεγάλη ένταση ρεύματος. Αυτό αποδεικνύεται από τον συνδυασμό του νόμου τάσεων του Kirchhoff (1) και της πτώσης τάσης στα άκρα του αντιστάτη R_{14} (2) και του πηνίου L_1 (3).

$$(1) V_S - V_{R14} - V_{L1} = 0$$

$$(2) V_{R14} = R_{14} * I(t)$$

$$(3) V_{L1}(t) = L * (I(t) / dt)$$

$$(1), (2), (3) \Rightarrow V_S = R * I(t) + L * (I(t) / dt) \quad (4)$$

Διαφορίζοντας και τα δύο σκέλη ως προς τον χρόνο έχουμε :

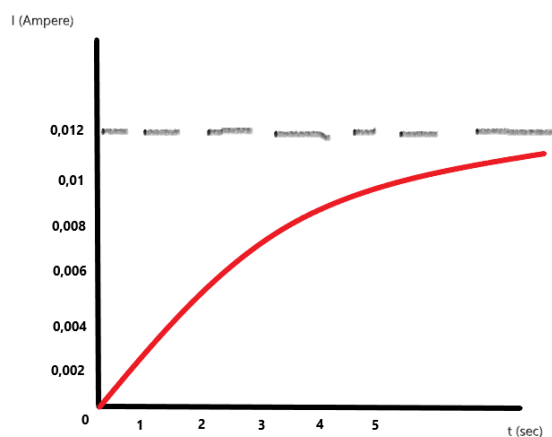
$$(4) \Rightarrow (dI(t) / dt) + (R / L) * I(t) = V / L \quad (5)$$

Επιλύοντας την διαφορική εξίσωση θεωρώντας ότι ο πυκνωτής φορτίζει μέσω της πηγής

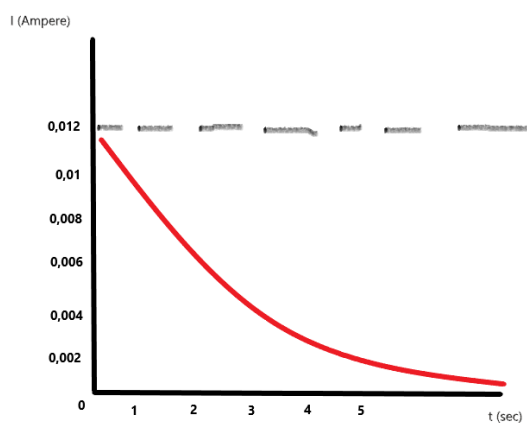
$$(5) \Rightarrow I(t) = (V / R) * (1 - e^{-(R / L) * t}) \quad (6)$$

Από την Εικόνα 16, παρατηρείται ότι το ρεύμα στο πηνίο αυξάνεται εκθετικά και θα φτάσει τη μέγιστη τιμή του. Άρα, από την σχέση (6) δεδομένου ότι ο μεταγωγέας μετάγεται προς την πηγή προκύπτει ότι $I(t) \gg 0$, γεγονός που δικαιολογεί ότι το πηνίο συμπεριφέρεται σαν βραχυκύκλωμα.

Παρόμοια, όταν ο μεταγωγέας μετάγεται προς την πηγή, το ρεύμα που διαρρέεται μειώνεται εκθετικά χωρίς να φτάσει στην αρχική του τιμή (Εικόνα 17). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται μεταβατική απόκριση του κυκλώματος RL.

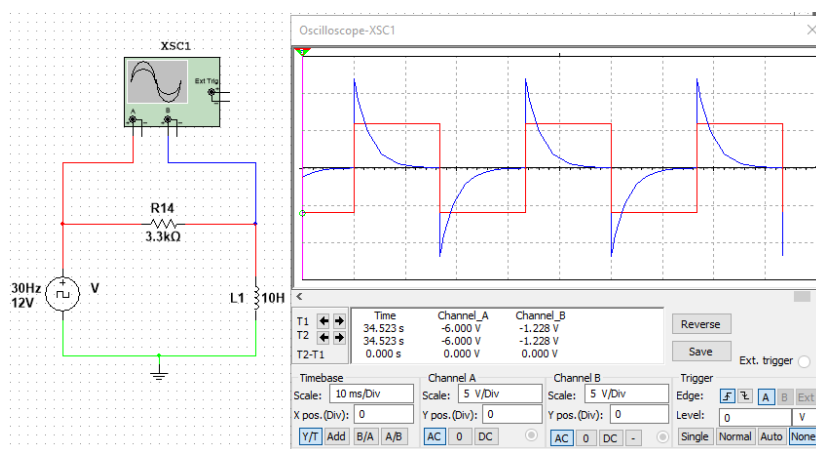


Εικόνα 16

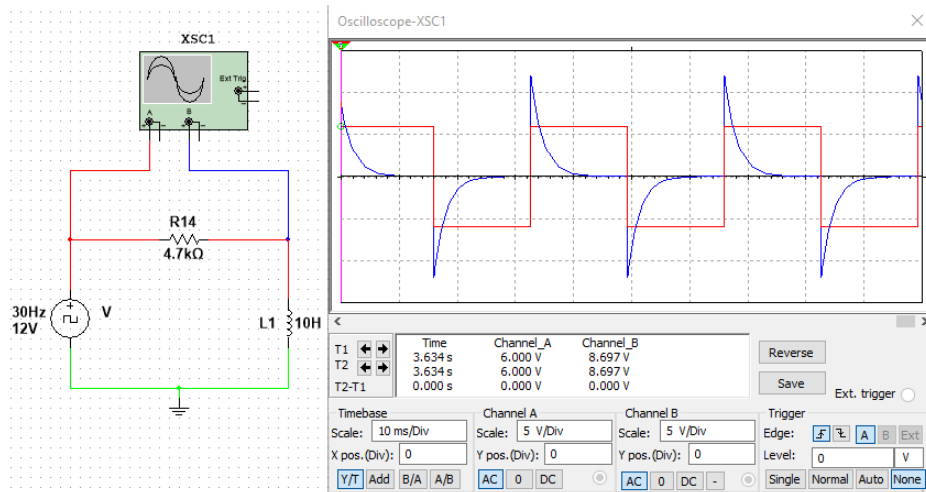


Εικόνα 17

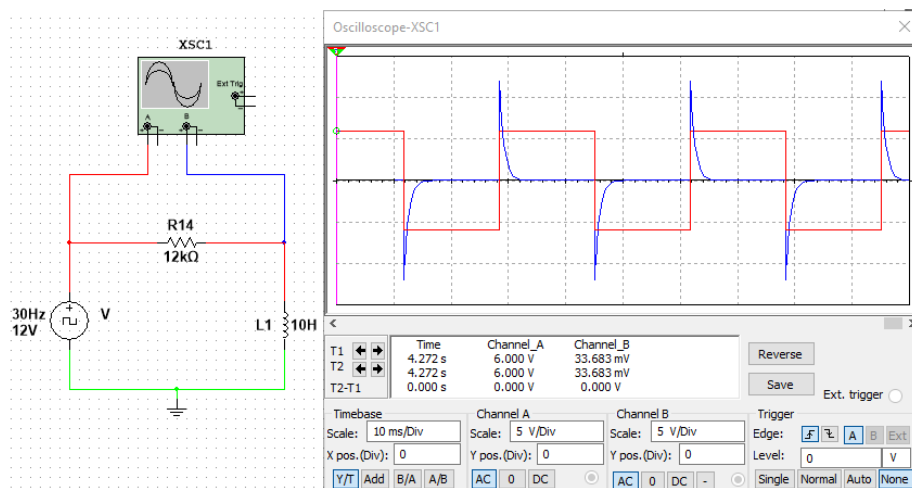
Προσομοιωτική Επίλυση



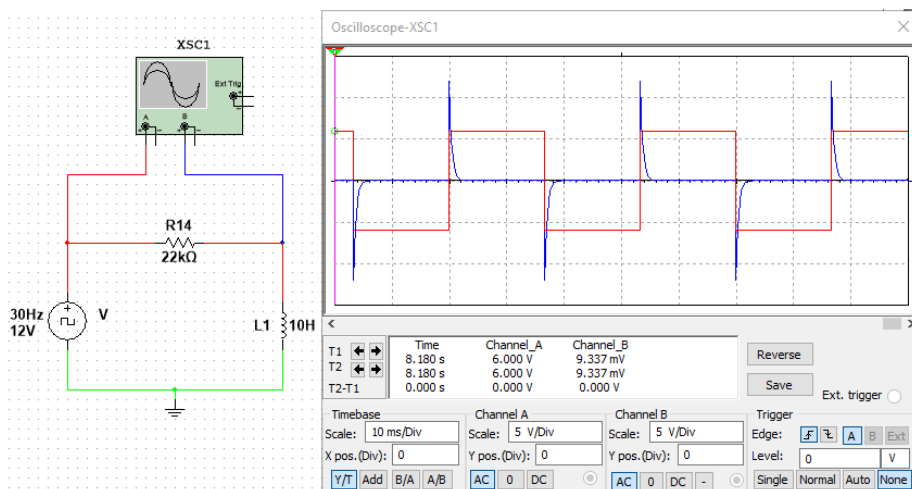
Εικόνα 18



Εικόνα 19



Εικόνα 20

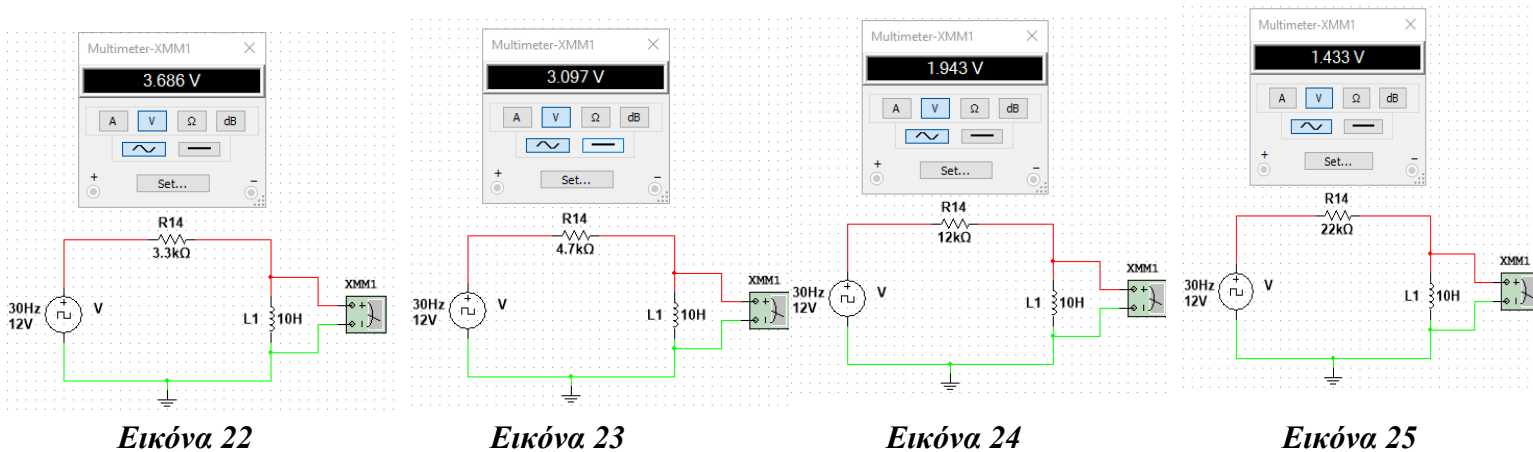


Εικόνα 21

Από την προσομοιωτική επίλυση του κυκλώματος στο λογισμικό «Multisim» (Εικόνες 18, 19, 20, 21), απεικονίζεται με σαφήνεια η μεταβολή του ρεύματος στο πηνίο για διάφορες τιμές αντιστάσεων (3.3 kΩ, 4.7 kΩ, 12 kΩ, 22 kΩ).

Με την βοήθεια του παλμογράφου, καταγράφεται η παρατήρηση ότι η μεταβολή του ρεύματος στο πηνίο (μπλε ίχνος) παρουσιάζει διαφορά φάσης με το ρεύμα που διαρρέεται στη πηγή, γεγονός που επαληθεύει τα διαγράμματα και την συμπεριφορά του κυκλώματος που αναλύεται στο κεφάλαιο «Θεωρητική Επίλυση» (Εικόνες 16, 17).

Αξίζει να σημειωθεί ότι όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή της αντίστασης του αντιστάτη R₁₄, τόσο πιο μικρή είναι η μεταβολή του ρεύματος στο πηνίο. Το γεγονός αυτό αιτιολογείται από το νόμο του Ohm, δηλαδή, ότι η ένταση του ρεύματος είναι αντιστρόφως ανάλογη με την αντίσταση ($I = V / R$).



Πίνακας 2

Vπηγής = 12V				Συχνότητα πηγής 30Hz		
RL				σταθερά χρόνου= ?		
R (Ω)	$\tau=L/R$	$V_L(1\tau)$	$V_L(2\tau)$	$V_L(3\tau)$	$V_L(4\tau)$	$V_L(5\tau)$
3k3	-	1.36	0.48	0.18	0.07	0.03
4k7	-	1.11	0.39	0.15	0.06	0.02
12k	-	0.72	0.25	0.10	0.04	0.01
22k	-	0.53	0.19	0.07	0.03	0.01

Ο χρόνος που χρειάζεται το πηνίο για να φτάσει στη μέγιστη ένταση του ρεύματος για διάφορες σταθερές χρόνου « $\tau = kRL$ », όπου k ανήκει στους θετικούς ακέραιους αριθμούς, δεν παρουσιάζεται συνοπτικά στον «Πίνακα 2», δηλαδή, δεν πραγματοποιήθηκε το πείραμα στο περιβάλλον του εργαστηρίου. Το κύκλωμα RL συμπεριφέρεται σαν βραχυκύκλωμα που αυτό σηματοδοτεί μεγάλες εντάσεις ρεύματος και συνεπώς, αυξημένο κίνδυνο για ατύχημα ηλεκτροπληξίας.

Για την προσομοίωση στο λογισμικό «Multisim», λοιπόν, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις αντιστάτες με αντίσταση 3.3 kΩ, 4.7 kΩ, 12 kΩ και 22 kΩ, πηγή τετραγωνικού παλμού τάσης 12 V, γείωση, παλμογράφος και πηνίο με αυτεπαγωγή 10 H. Τα αποτελέσματα καταγράφονται στον «Πίνακα 2» από τα στιγμιότυπα (Εικόνες 22, 23, 24, 25). Οι υπολογισμοί των διαφορών δυναμικού του πηνίου για κάθε χρονική σταθερά υπολογίστηκε από τον τύπο $V_L = V * (e^{-t * (R / L)})$.

1.3 : Ερωτήσεις

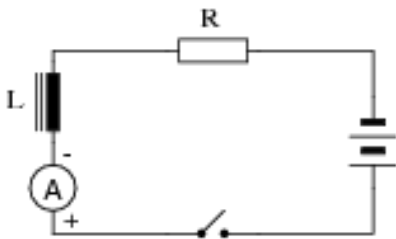
Ερώτηση 1

Όταν ένας μηχανικός χρειάζεται ένα κύκλωμα για να παρέχει χρονοκαθυστερήσεις, σχεδόν πάντα επιλέγει ένα κύκλωμα RC αντί για ένα κύκλωμα RL. Εξηγήστε γιατί.

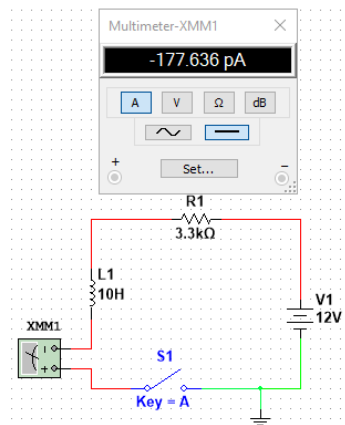
Για τις ανάγκες του μηχανικού να παρέχει χρονοκαθυστερήσεις, προτιμάται σχεδόν πάντα ένα κύκλωμα RC από ένα κύκλωμα RL για τους εξής λόγους. Πρώτον, το κύκλωμα RC προσφέρει υψηλή αντίσταση όταν ο πυκνωτής είναι φορτισμένος πλήρως με αποτέλεσμα να συμπεριφέρεται σαν ανοικτό κύκλωμα, δηλαδή, σαν να μην διαρρέεται ρεύμα. Αντίθετα, στο κύκλωμα RL η αντίσταση μειώνεται όσο αποθηκεύεται ενέργεια στο πηνίο με αποτέλεσμα να συμπεριφέρεται σαν βραχυκύκλωμα, δηλαδή, σαν να διαρρέεται υψηλή ένταση ρεύματος. Ο λόγος αυτός καθιστά το RC ασφαλέστερο κύκλωμα από το RL. Δεύτερον, οι πυκνωτές είναι ελαφρά και φθηνά εξαρτήματα σε αντίθεση με τα πηνία που είναι βαριά και ακριβά. Τρίτον, στο κύκλωμα RC, η αντίσταση είναι 0 όταν ο πυκνωτής δεν είναι φορτισμένος, ενώ όταν φορτιστεί και αποθηκευτεί ενέργεια σε μορφή ηλεκτρικού πεδίου, η αντίσταση φτάνει στο άπειρο. Αντίθετα, στο κύκλωμα RL, η αντίσταση είναι μεγάλη και μειώνεται όσο στο πηνίο αποθηκεύεται ενέργεια σε μορφή μαγνητικού πεδίου. Συνεπώς, στο κύκλωμα RC η τάση στα άκρα του πυκνωτή, λόγω της μηδενικής αντίστασης στην αρχή, θα αυξάνεται ομαλά σε αντίθεση με το κύκλωμα RL, όπου η ένταση του ρεύματος θα αυξάνεται ακαριαία, λόγω της μείωσης της αντίστασης.

Ερώτηση 2

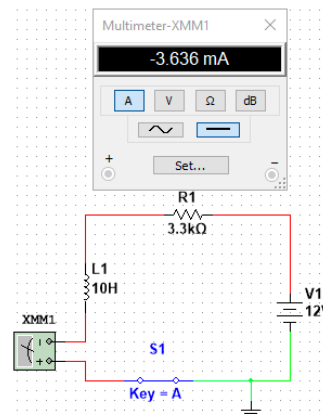
Περιγράψτε την μέγιστη τιμή του ρεύματος, καθώς επίσης τι θα παρατηρηθεί στο ρεύμα με το κλείσιμο του διακόπτη στο παρακάτω κύκλωμα.:



Εικόνα 26



Εικόνα 27



Εικόνα 28

Στις Εικόνες 27 και 28 παρουσιάζονται οι προσομοιωτικές επιλύσεις για την κάλυψη του ζητούμενου της ερώτησης 2. Στην πρώτη απεικονίζεται το κύκλωμα της Εικόνας 26 με ανοικτό διακόπτη, ενώ, στη δεύτερη απεικονίζεται το κύκλωμα της Εικόνας 26 με κλειστό διακόπτη.

Καταρχάς, πρόκειται για κύκλωμα RL που τροφοδοτείται με πηγή DC τάσης V_1 12 V, περιέχει αντιστάτη R_1 με αντίσταση 3.3 k Ω και πηνίο L_1 με αυτεπαγωγή 10 H. Ανάμεσα από το πηνίο και την γείωση υπάρχει διακόπτης S_1 και ένα αμπερόμετρο XMM1 που συνδέεται σε σειρά μετά το πηνίο και πριν τον διακόπτη. Ο διακόπτης για αρχή είναι ανοικτός (Εικόνα 27) και η ένδειξη του αμπερομέτρου για την ένταση του ρεύματος είναι -177.636 pA. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός (Εικόνα 28), η ένδειξη του αμπερομέτρου για την ένταση του ρεύματος είναι -3.636 mA. Οι αρνητικές τιμές των ενδείξεων δικαιολογούνται με το γεγονός ότι το θετικό άκρο του αμπερομέτρου είναι συνδεδεμένο προς την πλευρά που το ρεύμα εισέρχεται στο αρνητικό άκρο της

πηγής V_1 . Το κύκλωμα RL λειτουργεί σαν βραχυκύκλωμα σε DC τάση, λόγω της μείωσης της αντίστασης με την πάροδο του χρόνου ($\tau = R / L$), οπότε η μέγιστη τιμή ρεύματος θα είναι σύμφωνα με το νόμο του Ohm, $I = V / R$.

Ερώτηση 3

Τι τιμή αντίστασης απαιτείται σε ένα RC κύκλωμα με τιμή πυκνωτή 50μF, προκειμένου να υπάρχει χρονοκαθυστέρηση ενός δευτερολέπτου;

Η σταθερά χρόνου ενός κυκλώματος RC είναι $\tau = RC$. Επομένως, η τιμή αντίστασης που απαιτείται με τιμή πυκνωτή 50 μF, προκειμένου να υπάρχει χρονοκαθυστέρηση ενός δευτερολέπτου είναι :

$$\tau = RC \Rightarrow R = \tau / C \Rightarrow R = 1 \text{ sec} / 5 \cdot 10^{-5} \text{ F} \Rightarrow R = 20 \text{ k}\Omega$$