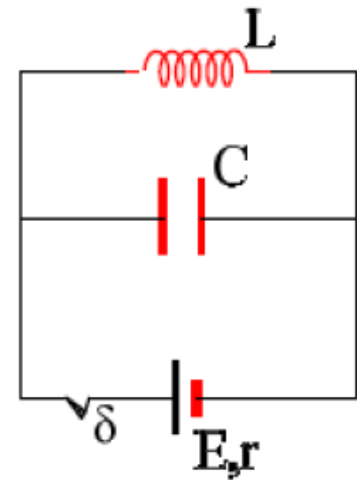


## 1.2. Ηλεκτρικές Ταλαντώσεις.

### 1.2.1. Αυτεπαγωγή και ηλεκτρική ταλάντωση.

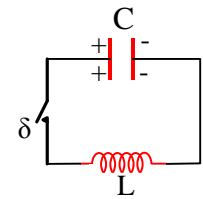
Στο κύκλωμα η ηλεκτρική πηγή έχει στοιχεία  $E = 20 \text{ V}$ ,  $r = 2\Omega$ , το ιδανικό πηνίο έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L = 0,2\text{mH}$  και ο πυκνωτής χωρητικότητα  $C = 2\mu\text{F}$ . Κλείνουμε το διακόπτη  $\delta$ .



- 1) Πόση ενέργεια αποθηκεύεται τελικά στο πηνίο και πόση στον πυκνωτή;
- 2) Τη στιγμή που η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή ήταν η μισή της τελικής τιμής, ανοίγουμε τον διακόπτη.
  - i) Πόσο είναι τη στιγμή αυτή το φορτίο του πυκνωτή;
  - ii) Αμέσως μετά η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο:
    - α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί,
  - iii) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος την παραπάνω στιγμή;
- 3) Ποια η περίοδος της ταλάντωσης;

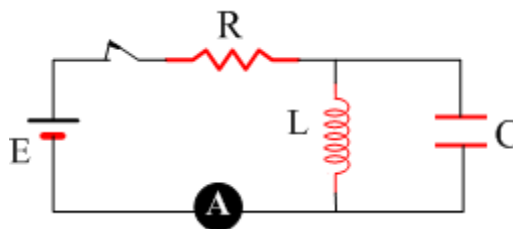
### 1.2.2. Ηλεκτρική Ταλάντωση και μια γραφική παράσταση.

Ο πυκνωτής στο διπλανό κύκλωμα είναι φορτισμένος με φορτίο  $Q=10\mu\text{C}$ , ενώ το ιδανικό πηνίο έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L=1\text{H}$ . Για  $t=0$  κλείνουμε το διακόπτη  $\delta$ , οπότε το κύκλωμα εκτελεί αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση με  $\omega=1000\text{rad/s}$ .



- i) Πόση είναι η ενέργεια ταλάντωσης;
- ii) Με ποιο ρυθμό αυξάνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη;
- iii) Να κάνετε τη γραφική παράσταση  $i^2=f(q^2)$  όπου  $i$  η ένταση του ρεύματος και  $q$  το φορτίο του πυκνωτή.

### 1.2.3. Ηλεκτρική Ταλάντωση. Ρυθμοί μεταβολής.



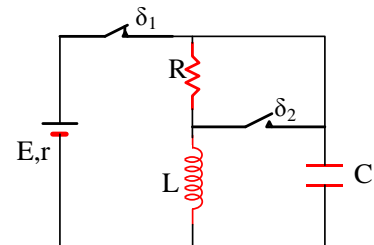
Ο διακόπτης  $\delta$  του κυκλώματος του διπλανού σχήματος είναι κλειστός και το αμπερόμετρο δείχνει σταθερή ένδειξη  $5\text{A}$ . Αν η πηγή δεν έχει εσωτερική αντίσταση, ενώ  $R=2\Omega$ ,  $C=1\mu\text{F}$  και το ιδανικό πηνίο έχει αυτεπαγωγή  $L=10\text{mH}$ :

- i) Ποια η ΗΕΔ της πηγής, ποια η τάση στα άκρα του πηνίου και ποιο το φορτίο του πυκνωτή;
- ii) Για  $t=0$  ανοίγουμε το διακόπτη  $\delta$ . Να βρεθούν:

- α) Η ενέργεια ταλάντωσης.  
 β) Ο ρυθμός με τον οποίο μεταφέρεται φορτίο στον πυκνωτή και ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο για  $t=0$ .  
 γ) Πόση είναι η ενέργεια του πυκνωτή και ποια η ισχύς του πυκνωτή, τη στιγμή που το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $i=3\text{A}$ , για πρώτη φορά;

#### 1.2.4. Ηλεκτρική ταλάντωση με αρχική φάση.

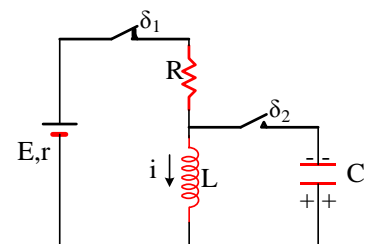
Για το κύκλωμα του σχήματος, δίνονται  $E=6\text{V}$ ,  $r=2\Omega$ ,  $R=10\Omega$ , το ιδανικό πηνίο έχει αυτεπαγωγή  $L=3\text{mH}$  και ο πυκνωτής χωρητικότητα  $C=10\mu\text{F}$ . Ο διακόπτης  $\delta_1$  είναι κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα και ο διακόπτης  $\delta_2$  ανοικτός.



- i) Πόση ενέργεια έχει το μαγνητικό πεδίο του πηνίου και πόση το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή;  
 ii) Σε μια στιγμή την οποία θεωρούμε  $t=0$ , ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta_1$  και ταυτόχρονα κλείνουμε τον  $\delta_2$ . Να βρείτε την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο και να κάνετε την γραφική της παράσταση.

#### 1.2.5. Άλλη μια ηλεκτρική ταλάντωση με αρχική φάση.

Για το κύκλωμα του σχήματος, δίνονται  $E=6\text{V}$ ,  $r=2\Omega$ ,  $R=10\Omega$ , το ιδανικό πηνίο έχει αυτεπαγωγή  $L=3\text{mH}$  και ο πυκνωτής έχει χωρητικότητα  $C=10\mu\text{F}$  και είναι φορτισμένος με φορτίο  $50\mu\text{C}$  με τον κάτω οπλισμό θετικά φορτισμένο. Ο διακόπτης  $\delta_1$  είναι κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα και ο διακόπτης  $\delta_2$  ανοικτός.



Σε μια στιγμή την οποία θεωρούμε  $t=0$ , ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta_1$  και ταυτόχρονα κλείνουμε τον  $\delta_2$ . Να βρείτε την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο και να κάνετε την γραφική της παράσταση.

#### 1.2.6. Μέγιστη ισχύς και Ηλεκτρική ταλάντωση

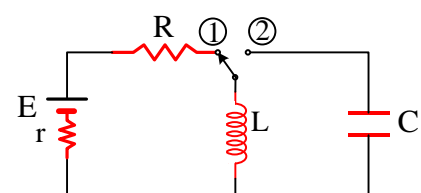
Στο παρακάτω σχήμα ο μεταγωγός βρίσκεται στη θέση 1 μέχρι τη στιγμή που ο ρυθμός αποθήκευσης ενέργειας στο πηνίο να γίνει μέγιστος.

Εκείνη τη στιγμή γυρίζω τον μεταγωγό στη θέση 2 και για χρόνο  $3T/2$  όπου  $T$  η περίοδος ηλεκτρικών ταλαντώσεων του κυκλώματος L-C.

Τη στιγμή αυτή ξαναγυρίζω τον διακόπτη στη θέση 1 για αρκετό χρόνο

μέχρι να σταθεροποιηθεί το ρεύμα. Τότε ο μεταγωγός επιστρέφει ξανά στην θέση 2. Να βρεθεί η τελική ολική ενέργεια του τελικού κυκλώματος L-C.

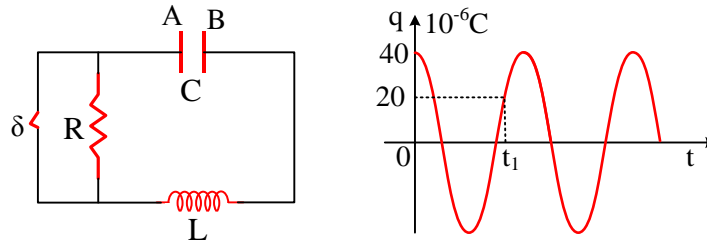
Δίνονται  $E=120\text{V}$ ,  $r=2\Omega$ ,  $R=4\Omega$  και  $L=1\text{mH}$ .



#### 1.2.7. Αμείωτη και φθίνουσα Ηλεκτρική ταλάντωση.

Το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος, εκτελεί ηλεκτρική ταλάντωση με το διακόπτη κλειστό και στο διπλανό σχήμα δίνεται το φορτίο του πυκνωτή (το φορτίο του οπλισμού A του πυκνωτή) σε συνάρτηση με το

χρόνο. Δίνονται ακόμη η χωρητικότητα του πυκνωτή  $C=0,4\mu\text{F}$ , ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου  $L=0,3\text{H}$  και η αντίσταση του αντιστάτη  $R=100\Omega$ .

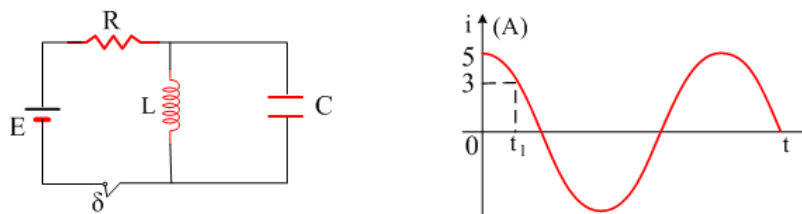


- i) Να υπολογίσετε την ενέργεια ταλάντωσης και το πλάτος του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
- ii) Βρείτε την ένταση του ρεύματος τη χρονική στιγμή  $t_1$  (που δίνεται στο διάγραμμα) και σχεδιάστε πάνω στο κύκλωμα τη φορά του ρεύματος.
- iii) Τη στιγμή  $t_1$  ανοίγουμε το διακόπτη. Για αμέσως μετά (στιγμή  $t_1+0^+$ ) να βρεθούν:
  - α) Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του πυκνωτή.
  - β) Ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα στον αντιστάτη.
  - γ) Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του πηνίου.

Πόση συνολικά θερμότητα θα παραχθεί πάνω στον αντιστάτη με το διακόπτη ανοικτό;

### 1.2.8. Άνοιγμα διακόπτη και Ρυθμοί μεταβολής στην Ηλεκτρική ταλάντωση.

Ο διακόπτης του παρακάτω κυκλώματος είναι κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σε μια στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη, οπότε το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα το οποίο μεταβάλλεται όπως στο διπλανό διάγραμμα.



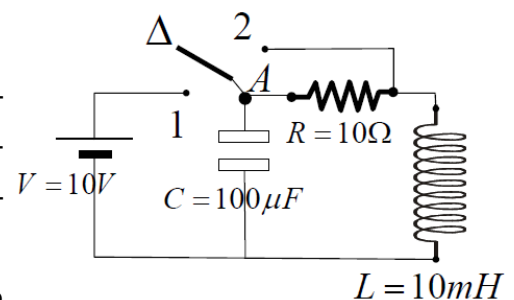
Αν  $L=0,01\text{ H}$  και  $C=4\mu\text{F}$ , ζητούνται για τη χρονική στιγμή  $t_1$  όπου  $i=3\text{ A}$ :

- i) Το φορτίο του πυκνωτή.
- ii) Ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνεται το φορτίο του πυκνωτή.
- iii) Ο ρυθμός με τον οποίο μεταφέρεται ενέργεια στον πυκνωτή.
- iv) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος.

### 1.2.9. Ένα περίεργο κύκλωμα

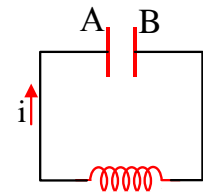
Αρχικά βάζουμε τον διακόπτη στη θέση 1 μέχρις ότου σταθεροποιηθούν η διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή και το ρεύμα στο ιδανικό πηνίο. Κατόπιν τον βάζουμε στη θέση 2. Την στιγμή αυτήν ονομάζουμε μηδέν.

Να γραφούν οι εξισώσεις του φορτίου του οπλισμού A και του ρεύματος συναρτήσει του χρόνου. Το ρεύμα χαρακτηρίζεται θετικό αν έχει φορά προς τον A.



### 1.2.10. Ρυθμός μεταβολής της έντασης.

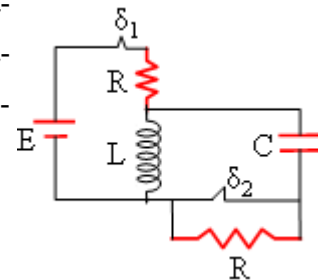
Φορτίζουμε έναν πυκνωτή χωρητικότητας  $10\mu\text{F}$  από μια τάση  $20\text{V}$  και αφού απομακρύνουμε την πηγή, συνδέουμε τους οπλισμούς του με ένα ιδανικό πηνίο, οπότε πραγματοποιείται μια αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση. Θεωρούμε  $t=0$  κάποια στιγμή που ο οπλισμός αναφοράς A του πυκνωτή έχει φορτίο  $q=10^{-4}\text{C}$ , ενώ το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $i=\frac{\sqrt{3}}{2}\text{A}$ , με φορά όπως στο σχήμα.



- i) Να βρεθούν οι ρυθμοί μεταβολής:
  - α) του φορτίου του οπλισμού αναφοράς A
  - β) της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
- ii) Να βρεθούν οι εξισώσεις του φορτίου του οπλισμού A και της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, σε συνάρτηση με το χρόνο.
- iii) Πόση ενέργεια έχει για  $t=0$  το πηνίο και ποιος ο ρυθμός μεταβολής της;

### 1.2.11. Ηλεκτρική Ταλάντωση.

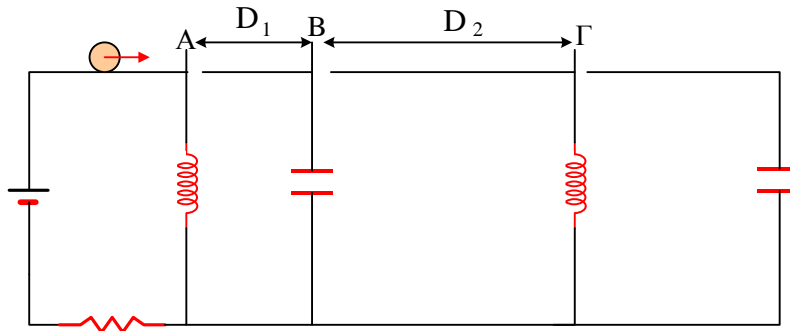
Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται ότι  $E=100\text{V}$ ,  $C=80\mu\text{F}$ , το ιδανικό πηνίο έχει  $L=0,2\text{H}$ , ενώ  $R=5\Omega$ , και οι διακόπτες  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  είναι κλειστοί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Υπενθυμίζεται ότι κλειστός διακόπτης  $\delta_2$  σημαίνει βραχυκυκλωμένη αντίσταση, άρα σαν να μην υπάρχει στο κύκλωμα.



- i) Πόση ενέργεια είναι αποθηκευμένη στο πηνίο και πόση στον πυκνωτή;
- ii) Σε μια στιγμή που θεωρούμε  $t_0=0$ , ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta_1$ .
  - α) Εξηγήστε γιατί θα φορτιστεί ο πυκνωτής. Ο πάνω ή ο κάτω οπλισμός του πυκνωτή θα αποκτήσει πρώτος θετικό φορτίο;
  - β) Βρείτε την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο, θεωρώντας θετική την αρχική ένταση.
- iii) Τη χρονική στιγμή  $t_1=6\pi \cdot 10^{-3}\text{s}$  ανοίγουμε και το διακόπτη  $\delta_2$ . Πόσο είναι το φορτίο του πυκνωτή τη στιγμή  $t_1$ ; Να γίνει το διάγραμμα του φορτίου του πυκνωτή σε συνάρτηση με το χρόνο (ποιοτικό διάγραμμα) για  $t>t_1$ .

### 1.2.12. Δύο πυκνωτές και δύο πηνία

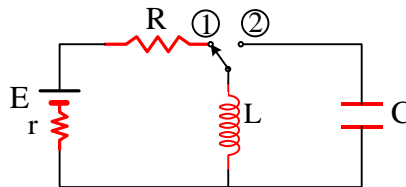
Στο παρακάτω κύκλωμα δίνονται  $E=20\text{V}$ ,  $R=10\Omega$ ,  $L_1=L_2=100\text{mH}$  και  $C_1=C_2=10\mu\text{F}$ . Ένα βλήμα κινούμενο οριζόντια με σταθερή ταχύτητα  $v=80\text{m/sec}$  μπορεί να συμπαρασύρει στο περασμά του όλους τους αβαρείς μεταγωγούς χωρίς απώλεια ενέργειας. Ο μεταγωγέας A βρίσκεται σε μόνιμη θέση έτσι ώστε το ρεύμα στο πρώτο πηνίο να είναι σταθεροποιημένο ενώ οι πυκνωτές είναι αφόρτιστοι. Την χρονική στιγμή  $t=0$  το βλήμα χτυπά το μεταγωγέα A. Η απόσταση μεταξύ των μεταγωγέων AB είναι σταθερή και ίση με  $D_1=4\pi\text{cm}$  και των μεταγωγέων ΒΓ είναι  $D_2=12\pi\text{cm}$ .



Να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις των φορτίων των κάτω οπλισμών του κάθε πυκνωτή σε συνάρτηση με το χρόνο.

### 1.2.13. Μέγιστη ισχύς και Ηλεκτρική ταλάντωση

Στο παρακάτω σχήμα ο μεταγωγός βρίσκεται στη θέση 1 μέχρι τη στιγμή που ο ρυθμός αποθήκευσης ενέργειας στο πηνίο να γίνει μέγιστος.

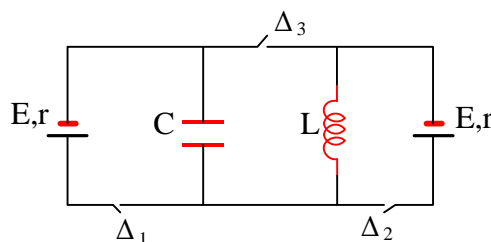


Εκείνη τη στιγμή γυρίζω τον μεταγωγό στη θέση 2 και για χρόνο  $\frac{3T}{2}$  όπου  $T$  η περίοδος ηλεκτρικών ταλαντώσεων του κυκλώματος  $L$ - $C$ . Τη στιγμή αυτή ξαναγυρίζω τον διακόπτη στη θέση 1 για αρκετό χρόνο μέχρι να σταθεροποιηθεί το ρεύμα. Τότε ο μεταγωγός επιστρέφει ξανά στην θέση 2. Να βρεθεί η τελική ολική ενέργεια του τελικού κυκλώματος  $L$ - $C$ .

Δίνονται  $E=120\text{V}$ ,  $r=2\Omega$ ,  $R=4\Omega$  και  $L=1\text{mH}$ .

### 1.2.14. Ηλεκτρική ταλάντωση με μέγιστους ρυθμούς.

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα



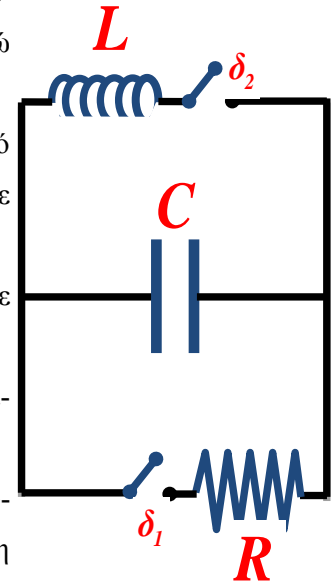
Οι πηγές είναι όμοιες και έχουν ΗΕΔ  $E=120\text{V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r=12\Omega$ , ο πυκνωτής έχει χωρητικότητα  $C=1\mu\text{F}$ , το πηνίο είναι ιδανικό και έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L=144\mu\text{H}$ . Οι διακόπτες  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  κλείνουν ταυτόχρονα ενώ ο διακόπτης  $\Delta_3$  μένει ανοιχτός. Την χρονική στιγμή που οι ρυθμοί αποταμίευσης της ενέργειας στο πηνίο και στον πυκνωτή γίνουν ταυτόχρονα μέγιστοι ανοίγουμε τους διακόπτες  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  και κλείνουμε τον διακόπτη  $\Delta_3$ . Να βρεθούν:

- i) Η εξίσωση του φορτίου του πυκνωτή σε συνάρτηση με τον χρόνο θεωρώντας  $t=0$  την χρονική στιγμή που κλείνουμε τον διακόπτη  $\Delta_3$ .
- ii) Ο μέγιστος ρυθμός αποθήκευσης της ενέργειας στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή μετά το κλείσιμο του  $\Delta_3$ .

### 1.2.15. Πόσο είναι το φορτίο του πυκνωτή;

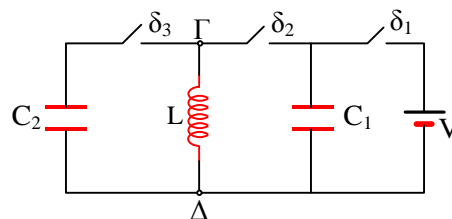
Στο κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $C=3 \mu\text{F}$ ,  $L=0,03 \text{ H}$ . Αρχικά ο πυκνωτής είναι φορτισμένος με τάση  $V=100 \text{ V}$ . Κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη  $\delta_1$  ενώ ο  $\delta_2$  εξακολουθεί να μένει ανοικτός.

- i) Να υπολογίσετε το φορτίο του πυκνωτή τη χρονική στιγμή που το ποσοστό της αρχικής ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή που μετατράπηκε σε θερμότητα λόγω φαινομένου Joule στην αντίσταση  $R$ , είναι 75%.  
Εκείνη τη στιγμή ανοίγουμε το διακόπτη  $\delta_1$  και κλείνουμε το  $\delta_2$  (Θεωρούμε αυτή τη στιγμή ως  $t=0$  για το κύκλωμα LC).
- ii) Να γράψετε τους τύπους του φορτίου του πυκνωτή και της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε σχέση με το χρόνο.
- iii) Μετά από πόσο χρόνο το φορτίο του πυκνωτή θα γίνει ίσο με το  $1/4$  του αρχικού φορτίου με το οποίο φορτίστηκε ο πυκνωτής για πρώτη φορά; Πόση είναι τότε η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου;



### 1.2.16. Δοο διαδοχικές ηλεκτρικές Ταλαντώσεις.

Για το ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος, δίνονται  $C_1=4\mu\text{F}$ ,  $C_2=1\mu\text{F}$ , ενώ το ιδανικό πηνίο έχει αυτεπαγωγή  $L=0,09\text{H}$ . Φορτίζουμε τον πρώτο πυκνωτή, κλείνοντας το διακόπτη  $\delta_1$  από πηγή τάσης  $V=30\text{V}$  και κατόπιν ανοίγουμε το διακόπτη.



Τη χρονική στιγμή  $t_0=0$  κλείνουμε τον διακόπτη  $\delta_2$ .

A) Για την χρονική στιγμή  $t_1=5\pi \cdot 10^{-4}\text{s}$ , να βρεθούν:

- i) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα και η τάση  $V_{\Gamma\Delta}$ .
- ii) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος.
- iii) Οι ρυθμοί μεταβολής της ενέργειας του πυκνωτή και του πηνίου.

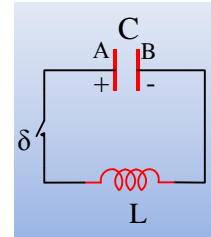
B) Την χρονική στιγμή  $t_1$ , μέσω ενός αυτόματου ηλεκτρονικού συστήματος, ανοίγει ο διακόπτης  $\delta_2$  και ταυτόχρονα κλείνει ο διακόπτης  $\delta_3$ .

- iv) Αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη  $\delta_3$ , να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο.

- v) Να γίνει το διάγραμμα  $i=f(t)$  της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο σε συνάρτηση με το χρόνο από  $t_0$ , μέχρι τη στιγμή  $t_2=11\pi \cdot 10^{-4}s$ .

### 1.2.17. Ερωτήματα σε ένα κύκλωμα LC.

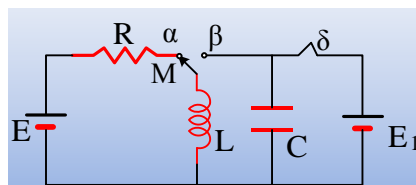
Ένας πυκνωτής χωρητικότητας  $20\mu F$  φορτίζεται από πηγή τάσης  $50V$  και αφού απομακρύνουμε την πηγή, τον συνδέουμε στα άκρα ιδανικού πηνίου με συντελεστή αυτεπαγωγής  $L=2mH$ , μέσω διακόπτη, όπως στο σχήμα. Τη στιγμή  $t=0$  κλείνουμε το διακόπτη  $\delta$ .



- i) Να βρεθούν οι εξισώσεις του φορτίου του πυκνωτή (του φορτίου του οπλισμού αναφοράς μας A, ο οποίος φέρει αρχικά θετικό φορτίο) και της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο και να κάνετε τις γραφικές παραστάσεις τους.
- ii) Για τις χρονικές στιγμές  $t_1 = \frac{\pi}{30} ms$  και  $t_2 = \frac{\pi}{6} ms$  να υπολογιστούν:
- Το φορτίο του πυκνωτή και ο ρυθμός μεταβολής του φορτίου του.
  - Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
  - Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του πυκνωτή (η ισχύς του πυκνωτή) και ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου (η ισχύς του πηνίου).
- iii) Κάποια στιγμή  $t_3$  το φορτίο του πυκνωτή έχει τιμή  $q_3 = -\frac{\sqrt{3}}{2} mC$ , ενώ η ένταση του ρεύματος είναι  $i=2,5 A$ . Για τη στιγμή αυτή να βρεθούν:
- Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
  - Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του πυκνωτή (η ισχύς του πυκνωτή) και ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου (η ισχύς του πηνίου).
- iv) Ποιες οι αντίστοιχες απαντήσεις για τη στιγμή  $t_4$  που  $q_4 = \frac{\sqrt{3}}{2} mC$ , ενώ η ένταση του ρεύματος είναι  $i=2,5 A$ .

### 1.2.18. Μια ηλεκτρική ταλάντωση με αρχική φάση.

Στο παρακάτω κύκλωμα ο διακόπτης  $\delta$  είναι κλειστός, ενώ ο μεταγωγός  $M$  στη θέση  $\alpha$ , για μεγάλο χρονικό διάστημα, ενώ δίνονται  $E=10V$  και  $C=20\mu F$ .



Ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta$  και στη συνέχεια τη στιγμή  $t_0=0$ , μεταφέρουμε ακαριαία τον μεταγωγό  $M$  στη θέση  $\beta$ , χωρίς να ξεσπάσει σπινθήρας, οπότε το κύκλωμα LC πραγματοποιεί αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα δίνεται από την εξίσωση:

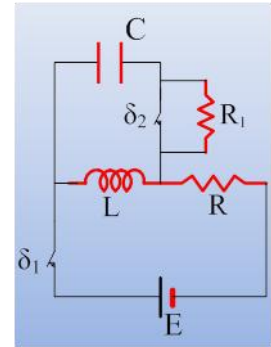
$$i=2 \cdot \eta\mu\left(5.000t + \frac{7\pi}{6}\right) \text{ (S.I.)}$$

Ζητούνται:

- i) Η τιμή της αντίστασης του αντιστάτη R και η αυτεπαγωγή του πηνίου.
- ii) Η ΗΕΔ της πηγής  $E_1$ .
- iii) Να γίνει η γραφική παράσταση του φορτίου του πυκνωτή σε συνάρτηση με το χρόνο.
- iv) Ποια από τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις περιγράφει την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή σε συνάρτηση με το  $\chi$

### 1.2.19. Αμείωτη και φθίνουσα ηλεκτρική ταλάντωση.

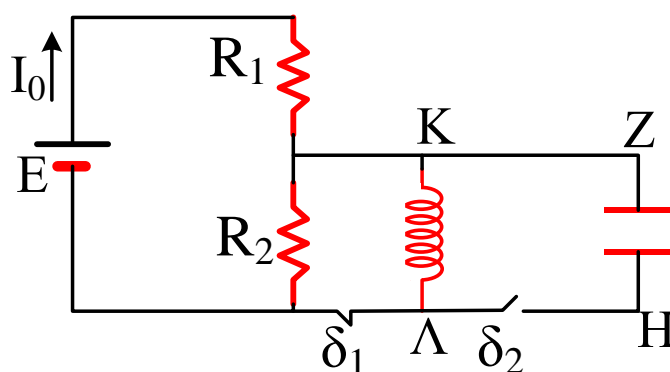
Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται ότι  $E=100\text{V}$ ,  $C=80\mu\text{F}$ , το ιδανικό πηνίο έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L=0,2\text{H}$ , ενώ  $R=5\Omega$ , και οι διακόπτες  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  είναι κλειστοί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Υπενθυμίζεται ότι κλειστός διακόπτης  $\delta_2$  σημαίνει βραχυκυκλωμένη αντίσταση, άρα σαν να μην υπάρχει στο κύκλωμα.



- i) Πόση ενέργεια είναι αποθηκευμένη στο πηνίο και πόση στον πυκνωτή;
- ii) Σε μια στιγμή που θεωρούμε  $t_0=0$ , ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta_1$ .
  - α) Εξηγήστε γιατί θα φορτιστεί ο πυκνωτής. Ποιος από τους σπλισμούς του πυκνωτή θα αποκτήσει πρώτος θετικό φορτίο;
  - β) Βρείτε την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο, θεωρώντας θετική την αρχική ένταση.
- iii) Τη χρονική στιγμή  $t_1=134\pi/3 \text{ ms}$  ανοίγουμε και το διακόπτη  $\delta_2$ . Για αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη, να βρεθούν:
  - α) Το φορτίο του πυκνωτή και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη.
  - β) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη με αντίσταση  $R_1=10\sqrt{3}\Omega$ .
  - γ) Οι ρυθμοί μεταβολής των ενεργειών του πηνίου και του πυκνωτή.

### 1.2.20. Το μηδέν και το τετράγωνο.

Στο κύκλωμα του σχήματος, ο διακόπτης ( $\delta_1$ ) είναι κλειστός ενώ ο ( $\delta_2$ ) ανοικτός.





Θεωρούμε γνωστές τις τιμές της ΗΕΔ της πηγής  $E$ , των αντιστάσεων  $R_1, R_2$ , του συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου  $L$  και της χωρητικότητας του πυκνωτή  $C$ .

A) Το ρεύμα στο κύκλωμα έχει σταθεροποιηθεί στην τιμή:

$$\text{i) } I_o = \frac{E}{R_1 + R_2} \quad \text{ii) } I_o = \frac{E}{R_1} \quad \text{iii) } I_o = \frac{E}{R_2} \quad \text{iv) } I_o = \frac{E - E_{\text{αυτ}}}{R_1 + R_2}$$

B) Κάποια χρονική στιγμή που θεωρούμε ως αρχή μέτρησης του χρόνου ( $t=0$ ) ανοίγει ο ( $\delta_1$ ) και ταυτόχρονα κλείνει ο ( $\delta_2$ ). Θεωρώντας ότι δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας, επιλέξτε το σωστό:

i) Η πηγή θα συνεχίσει να διαρρέεται από ρεύμα ίδιας έντασης με την προηγούμενη κατάσταση, ενώ στο τμήμα LC θα ξεκινήσει ηλεκτρική ταλάντωση, στην οποία το ρεύμα θα περιγράφεται από τη

$$\text{σχέση } i = -\frac{E}{R_1 + R_2} \eta\mu\omega t \text{ και το φορτίο του οπλισμού Η από τη σχέση } q = \frac{E\sqrt{LC}}{(R_1 + R_2)} \sigma\upsilon\nu\omega t$$

ii) Η πηγή θα συνεχίσει να διαρρέεται από ρεύμα ίδιας έντασης με την προηγούμενη κατάσταση, ενώ στο τμήμα LC θα ξεκινήσει ηλεκτρική ταλάντωση, στην οποία το ρεύμα θα περιγράφεται από τη

$$\text{σχέση } i = \frac{E}{R_1 + R_2} \sigma\upsilon\nu\omega t \text{ και το φορτίο του οπλισμού Η από τη σχέση } q = \frac{E\sqrt{LC}}{(R_1 + R_2)} \eta\mu\omega t$$

iii) Η πηγή θα διαρρέεται από ρεύμα μικρότερης έντασης της αρχικής, ενώ στο τμήμα LC θα ξεκινήσει ηλεκτρική ταλάντωση, στην οποία το ρεύμα θα περιγράφεται από τη σχέση  $i = -\frac{E}{R_1} \eta\mu\omega t$  και το

$$\text{φορτίο του οπλισμού Η από τη σχέση } q = \frac{E\sqrt{LC}}{R_1} \sigma\upsilon\nu\omega t$$

iv) Η πηγή θα διαρρέεται από ρεύμα μικρότερης έντασης της αρχικής, ενώ στο τμήμα LC θα ξεκινήσει ηλεκτρική ταλάντωση, στην οποία το ρεύμα θα περιγράφεται από τη σχέση  $i = \frac{E}{R_1} \sigma\upsilon\nu\omega t$  και το

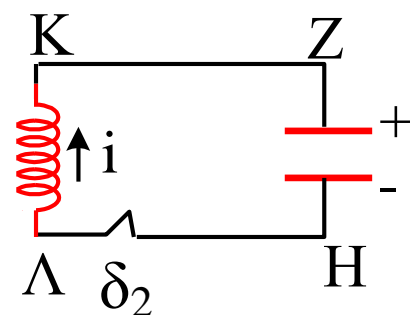
$$\text{φορτίο του οπλισμού Η από τη σχέση } q = \frac{E\sqrt{LC}}{R_1} \eta\mu\omega t$$

Γ) Στη διάρκεια της ηλεκτρικής ταλάντωσης κάποια στιγμή στο χρονικό διάστημα  $\frac{T}{2} < t < \frac{3T}{4}$  υπάρχει η ακόλουθη κατάσταση:

Τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή ισχύει:

i) Η ενέργεια στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή αυξάνεται, η ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου μειώνεται ενώ ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος είναι αρνητι-

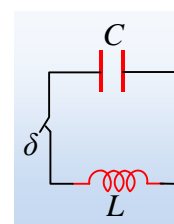
$$\text{κός } \frac{di}{dt} < 0$$



- ii) Η ενέργεια στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή αυξάνεται, η ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου μειώνεται ενώ ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος είναι θετικός  $\frac{di}{dt} > 0$
- iii) Η ενέργεια στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή μειώνεται, η ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου αυξάνεται ενώ ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος είναι αρνητικός  $\frac{di}{dt} < 0$
- iv) Η ενέργεια στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή μειώνεται, η ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου αυξάνεται ενώ ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος είναι θετικός  $\frac{di}{dt} > 0$

### 1.2.21. Οπλισμός πυκνωτή με αρνητικό φορτίο.

Στο ιδανικό κύκλωμα LC του σχήματος, δίνονται ότι  $C=10\mu\text{F}$  και  $L=4\text{mH}$ . Ο πυκνωτής είχε φορτιστεί με φορτίο  $Q=40\mu\text{C}$  και εκτελεί αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση. Δεχόμαστε  $t=0$  τη στιγμή που  $q=-20\mu\text{C}$  και  $i>0$ . Να βρεθούν:



- i) Οι εξισώσεις του φορτίου του πυκνωτή και της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο.
- ii) Η τάση του πυκνωτή  $V_c$  και η τάση του πηνίου  $V_L$ , όπως και η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο τη στιγμή  $t=0$ .
- iii) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος την παραπάνω χρονική στιγμή.
- iv) Η ισχύς του πυκνωτή και η ισχύς του πηνίου.

## Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...