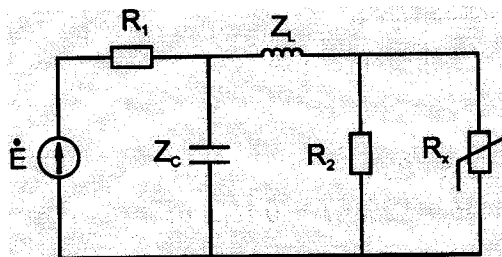
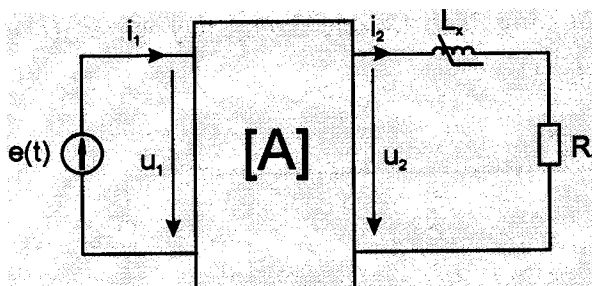


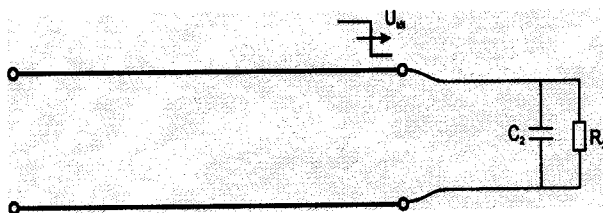
**Bài 1:** Tính công suất phát của nguồn E và công suất tiêu thụ của 3 điện trở. Biết ( $N$  – số thứ tự của sinh viên)  $\vec{E} = 220 \angle 0^\circ$ ;  $R_1 = 20\Omega$ ;  $R_2 = 40\Omega$ ;  $Z_c = -j15$ ;  $Z_L = j \cdot (15 + 0,1N)$ ; điện trở phi tuyến  $R_x$  có đặc tính cho theo trị hiệu dụng  $|\dot{U}_x| = (20 + N) \cdot |\dot{I}_x| + 0,5 \cdot |\dot{I}_x|^3$



**Bài 2:** Tính dòng  $i_2(t)$  qua điện trở tải  $R_t$  biết  $e(t) = 220 + (10 + 0,1N)\sin(t)$  (với  $N$  – số thứ tự của sinh viên),  $R_t = 10\Omega$ , mạng hai cửa thuần trở có  $A = \begin{bmatrix} 2 & 100 \\ 0,5 & 3 \end{bmatrix}$ , cuộn dây phi tuyến có đặc tính tức thời  $\psi = 5i + 0,7i^3$ .

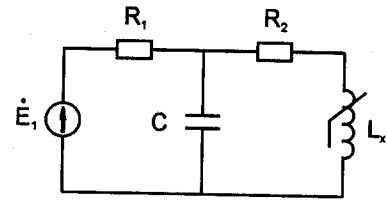


**Bài 3:** Một đường dây dài không tiêu tán có  $L_0 = 48 \text{ mH/km}$  và  $C_0 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ F/km}$ . Cuối đường dây có lắp một tải  $R_t = 1000\Omega$  được bảo vệ bởi tụ  $C_2 = (4 + N) \text{ mH}$ . Xác định điện áp khúc xạ vào tải và điện áp phản xạ khi có một sóng  $u(t) = 1000 \cdot 1(t) \text{ kV}$  đánh tới cuối đường dây. Biết ảnh Laplace  $L(u(t)) = \frac{1000}{p}$

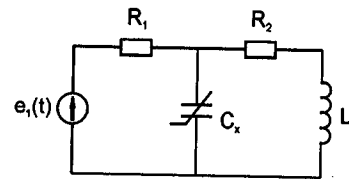


Bài 4: Cho mạch điện như hình vẽ. Tính công suất phát của nguồn  $\dot{E}_1$  và công suất tiêu thụ của điện trở  $R_1$  và  $R_2$ . Biết  $\dot{E}_1 = 20 \angle 0^\circ V$ ;  $R_1 = 20\Omega$ ;  $R_2 = 10\Omega$ ;  $Z_C = -j10$ ; cuộn dây phi tuyến có đặc tính của giá trị hiệu dụng cho theo bảng sau

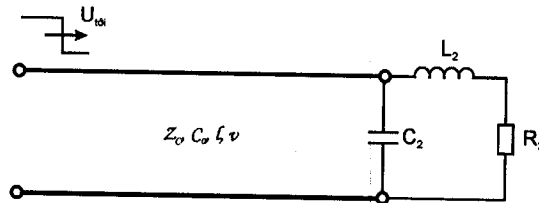
$ \dot{U} $	0	3,2	5	8	12
$ \dot{I} $	0	0,25	0,5	0,75	1



Bài 5: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết  $e_1 = 40 + \sin(3t)V$ ;  $R_1 = 10\Omega$ ;  $R_2 = 12\Omega$ ;  $L = 0,1H$ ; tụ điện phi tuyến  $C_x$  có đặc tính  $q = 10^{-3}u + 10^{-5}u^3$ . Tính dòng qua tụ  $C_x$ .



Bài 6: Cho đường dây truyền tải không tiêu tán như hình vẽ. Biết đường dây có  $Z_c = 250\Omega$ , vận tốc truyền sóng  $v = 250.000 km/s$ , chiều dài  $l = 200 km$ . Cuối đường dây có lắp tải  $R_2 = 250\Omega$  cùng với hai phần tử bảo vệ  $L_2 = 0,8H$  và  $C_2 = 0,1mF$ . Biết tại thời điểm  $t = 0$  có một sóng đánh tới đầu đường dây với  $u_{toi}(t) = 750e^{-250t} \mathbf{1}(t) kV$ . Hãy tính điện áp trên tải  $u_{R_2}(t)$



**Bài 7:**

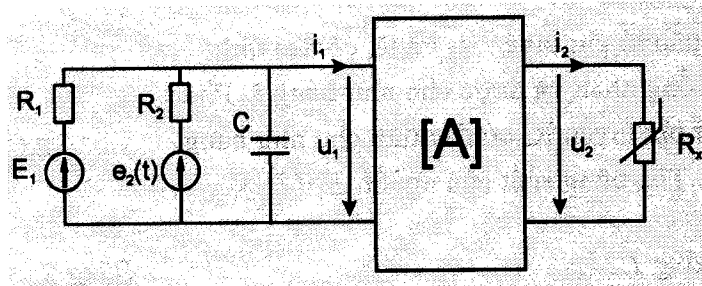
Cho mạch điện như hình vẽ.

Biết  $E_1 = 15V$ ;

$e_2(t) = 0,1\sin(5t)$ ;

$R_1 = 12\Omega$ ;  $R_2 = 18\Omega$ ;

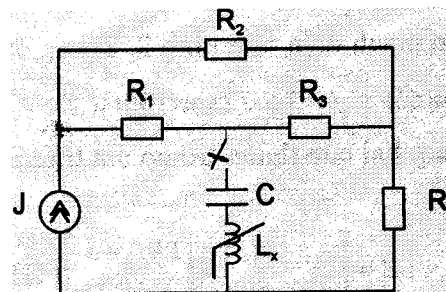
$C = 10mF$ ;  $A = \begin{bmatrix} 1,6 & 100 \\ 0,01 & 1,25 \end{bmatrix}$ ;



điện trở phi tuyến  $R_x$  có đặc tính Vôn-Ampe:  $u = 15i + 0,6i^3$ . Tính điện áp  $u_{R_x}(t)$  trên điện trở phi tuyến.

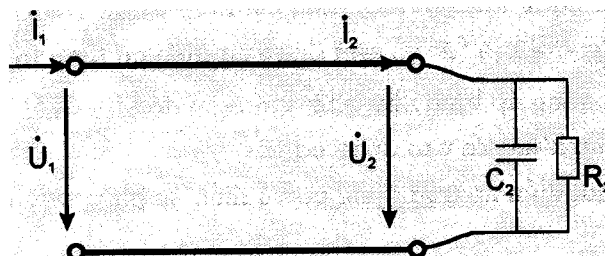
**Bài 8:**

Cho mạch điện như hình vẽ. Biết nguồn dòng một chiều  $J = 2A$ ;  $R_1 = 10\Omega$ ;  $R_2 = 15\Omega$ ;  $R_3 = 25\Omega$ ;  $R_4 = 30\Omega$ ;  $C = 0,1mF$ ; cuộn dây phi tuyến có đặc tính Webe-Ampe:  $\Psi = ai + bi^3 = 2i + 0,75i^3$ . Sử dụng phương pháp các bước sai phân liên tiếp, tính dòng điện  $i_L(t)$  cho  $t = 0, h, 2h, \dots, 4h$  biết tại  $t = 0$  ta đóng khóa  $K$ . Bước sai phân  $h = 10ms$ .

**Bài 9:**

Cho đường dây truyền tải có các thông số đặc trưng sau:  $R_0 = 0,12\Omega/km$ ;  $L_0 = 1,5 \cdot 10^{-3}H/km$ ;  $G_0 = 0,45 \cdot 10^{-6}S/km$ ;  $C_0 = 10^{-8}F/km$ ; chiều dài  $l = 200km$ , tần số trong mạch  $f = 50Hz$ . Ở cuối đường dây ta có tải bao gồm một tụ điện  $C_2 = 5 \cdot 10^{-6}F$  và một điện trở  $R_2 = 500\Omega$ .

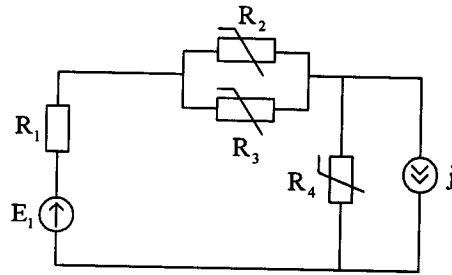
- Tính điện áp  $\dot{U}_1$  cần cấp ở đầu đường dây để có điện áp trên tải là  $\dot{U}_2 = 220\angle 0^\circ kV$ . Tính công suất tiêu tán trên đường dây khi đó.
- Với nguồn điện áp đầu đường dây  $\dot{U}_1$  ở câu (a), tính công suất tiêu tán trên đường dây khi ta có sự cố đứt tải khỏi mạch và khi có sự cố ngắn mạch (chập mạch) cuối đường dây.



**Câu 10.** Cho mạch điện như hình 1.

Trong đó:  $R_1 = 8\Omega$ ;  $j = 2A$ ;  $E_1 = 97V$

Phần tử phi tuyến  $R_2$  và  $R_3$  có đặc tính giống nhau và được cho như bảng 1. Phần tử phi tuyến  $R_4$  có đặc tính cho như bảng 2. Tìm công suất của nguồn  $E_1$  ( $P_{E_1}$ )?



Hình 1

Bảng 1

i(A)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
u(V)	0	7	20	30	35	40	42

Bảng 2

i(A)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
u(V)	0	5	15	25	30	35	37

**Câu 11:**

Cho mạch điện như hình 2. Trong đó:  $R_1 = 35\Omega$ ;

$E_1 = 65V$ ;  $j = 3 + \sqrt{2} \sin(100t)(A)$

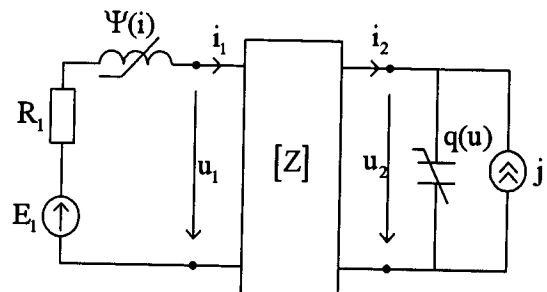
Mạng hai cửa thuần trở có ma trận bộ số  $Z$  như sau:

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15 & -5 \\ 5 & -10 \end{bmatrix} (\Omega)$$

Đặc tính của cuộn dây phi tuyến và tụ điện phi tuyến lần lượt như sau:

$$\Psi(i) = ai + bi^3 = 0,1i + 0,05i^3; \quad q(u) = \alpha u + \beta u^3 = 10^{-4}u + 1,09 \cdot 10^{-7}u^3$$

Tìm dòng điện qua nguồn  $E_1$ .



Hình 2

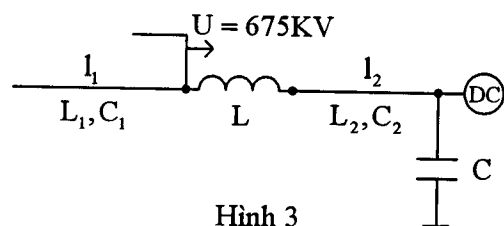
**Câu 12:**

Cho hệ thống đường dây dài không tiêu tán như hình 3. với các thông số của các đường dây cho như sau:

Đường 1:  $L_1 = 10^{-3} H/m$ ;  $C_1 = 6,25 \cdot 10^{-9} F/m$ ;

$l_1 = 100km$ . Đường 2:  $L_2 = 0,15 \cdot 10^{-3} H/m$ ;

$C_2 = 6 \cdot 10^{-10} F/m$ ;  $l_2 = 500km$ .



Hình 3

Giữa đường dây 1 và 2 được nối với một điện cảm tập trung  $L = 0.45H$ , cuối đường dây 2 nối với tụ điện tập trung  $C = 3 \cdot 10^{-6} F$  và một động cơ điện có tổng trở  $Z_{dc} = 1000\Omega$ .

- Tại  $t = 0$ , có một sóng áp hình chữ nhật với biên độ  $U = 675KV$  đập tới cuối đường dây 1. Tính điện áp khúc xạ vào động cơ.
- Tại  $t = 2 \cdot 10^{-4} s$ , tính điện áp trên động cơ và điện áp phản xạ trên đường dây thứ nhất?

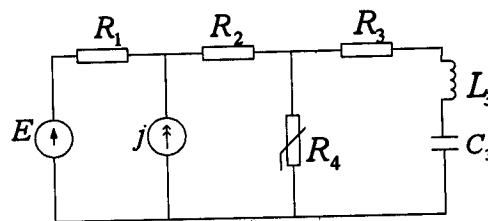
**Câu 13.** Cho mạch điện như hình vẽ số 1.

Các thông số của mạch:  $E = 50V$  (một chiều);  
 $j = 0,1\sqrt{2} \sin(100t)$  (A);  $R_1 = 20\Omega$ ;  $R_2 = 5\Omega$ ;  
 $R_3 = 25\Omega$ ;  $L_3 = 0,5H$ ;  $C_3 = 4.10^{-4}F$ ;  $R_4$  phi  
 tuyến có đặc tính cho dưới dạng bảng số liệu  
 sau:

$I(A)$	0	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5
$U(V)$	0	14	25	33	40	43	50

Yêu cầu:

- Tìm biểu thức tức thời của dòng điện qua  $R_4$ ?
- Tìm tổng trở  $Z_3$  của nhánh 3 để công suất phát lên nó lớn nhất?



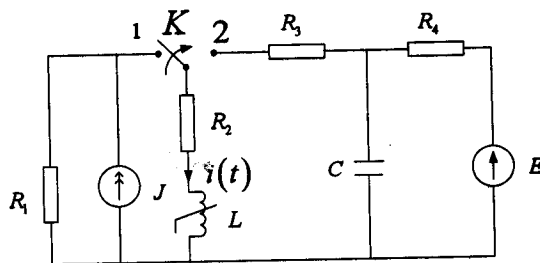
Hình 1

**Câu 14.** Cho mạch điện như hình vẽ số 2.

Các thông số của mạch:

$J = 1A$  (một chiều);  $E = 50V$  (một chiều);  $R_1 = 10\Omega$ ;  $R_2 = 30\Omega$ ;  $R_3 = 10\Omega$ ;  
 $R_4 = 20\Omega$ ;  $C = 2.10^{-4}F$ ; cuộn dây phi tuyến có đặc tính  
 $\Psi(i) = ai + bi^3 = 2i + 3,25i^3$ ;

Tính dòng điện quá độ qua cuộn dây phi tuyến L khi chuyển khóa K từ 1 sang 2 bằng phương pháp các bước sai phân liên tiếp? (Biết khi K ở 1 mạch đã xác lập; chọn bước sai phân  $h = 1ms$ ; tính 5 bước sai phân đầu tiên)



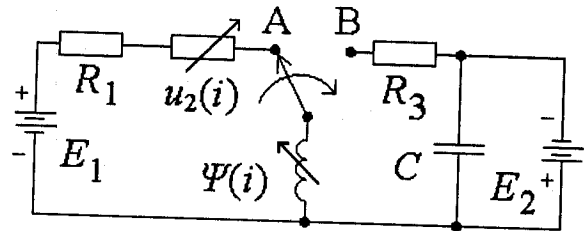
Hình 2

**Câu 15.** Cho đường dây dài có các thông số cơ bản như sau:  $R_0 = 0(\Omega/km)$ ;  
 $G_0 = 0(S/km)$ ;  $L_0 = 4.10^{-3}(H/km)$ ;  $C_0 = 4.10^{-7}(F/km)$ ; chiều dài đường dây  
 $l = 500km$ , cuối dây nối với tải  $Z_2 = 200 + j20\Omega$ . Tín hiệu điện truyền trên đường dây có  
 tần số dao động  $f = 50Hz$ .

1. Tính hệ số truyền sóng, tổng trở sóng, vận tốc truyền sóng và hệ số phản xạ cuối đường dây của đường dây dài nêu trên?
2. Tính phân bố dòng và áp tại điểm giữa dây và đầu đường dây khi tại cuối đường dây có điện áp  $\dot{U}_2 = 120 \angle 0^\circ kV$ ?

**Câu 16**

Xét mạch điện ở hình 1,  $E_1 = E_2 = 12\text{ V}$ ; đặc tính của điện trở phi tuyến cho ở bảng 1; đặc tính tức thời của cuộn dây thuần cảm cho ở bảng 2;  $R_1 = 4\ \Omega$ ;  $R_3 = 60\ \Omega$ ;  $C = 0,39\ \mu\text{F}$ .



Hình 1

Bảng 1:

$U(\text{V})$	0	6	9	10,2	12
$I(\text{A})$	0	0,5	0,9	1,4	3

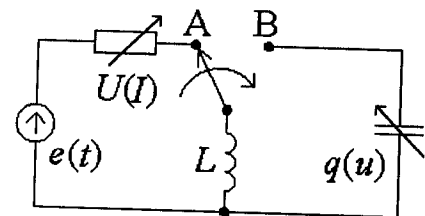
Bảng 2:

$\Psi(\text{Wb})$	-1,5	-1	1	1,5
$I(\text{A})$	-2	-1	1	2

- a) Tính dòng xác lập của  $R_1$  khi khoá K ở vị trí A.  
b) Tại thời điểm  $t = 0$ , khoá chuyển sang vị trí B. Tính dòng ban đầu  $i_L(0)$ . Biết điểm làm việc của cuộn dây phi tuyến chỉ dao động trong một đoạn tuyến tính. Xác định điện cảm tuyến tính tương đương của cuộn dây trong quá trình quá độ này.

**Câu 17**

Xét mạch điện ở hình 2,  $e(t) = 100\sqrt{2}\sin(314t)\text{ V}$ ; quan hệ giữa dòng điện hiệu dụng & điện áp hiệu dụng của điện trở phi tuyến cho ở hình 5;  $L = 0,05\text{ H}$ ;  $q(u) = au - bu^3$ ;  $u_C(-0) = 0$ ;  $a = 10^{-5}$ ;  $b = 0,5 \cdot 10^{-9}$ .



Hình 2

Bảng 1:

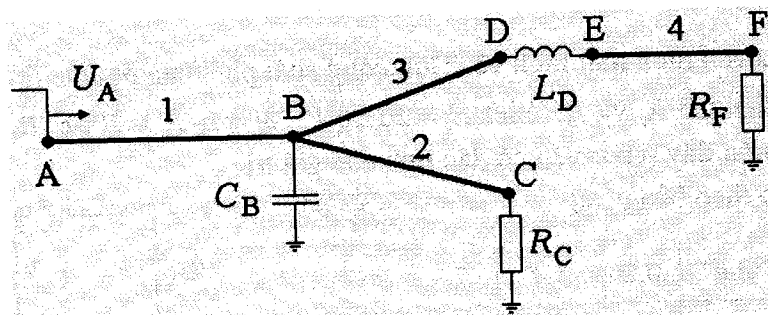
$U(\text{V})$	0	50	65	80	100
$I(\text{A})$	0	0,5	1	3	4

- a) Tính dòng xác lập của  $L$  khi khoá ở vị trí A.  
b) Tại thời điểm  $t = 0$ , khoá chuyển sang vị trí B. Tính 3 giá trị đầu tiên của điện áp quá độ của tụ bằng phương pháp sai phân, chọn  $h = 0,002\text{ s}$ .

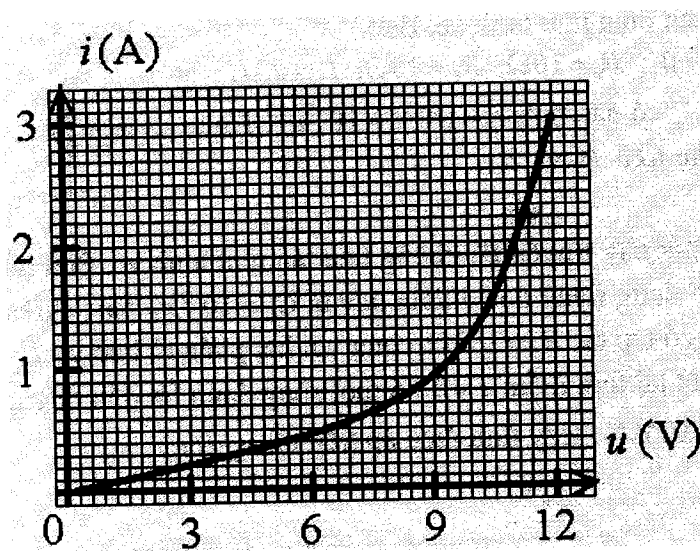
**Câu 18**

Trong hình 3, các đường dây dài đều không tiêu tán. Chúng có các thông số sau:  $L_1 = 10^{-6}\text{ H/m}$ ;  $C_1 = 2,7 \cdot 10^{-11}\text{ F/m}$ ;  $l_1 = 100\text{ km}$ ;  $L_2 = 2 \cdot 10^{-6}\text{ H/m}$ ;  $C_2 = 1,6 \cdot 10^{-11}\text{ F/m}$ ;  $l_2 = 60\text{ km}$ ;  $L_3 = 1,2 \cdot 10^{-6}\text{ H/m}$ ;  $C_3 = 2,2 \cdot 10^{-11}\text{ F/m}$ ;  $l_3 = 110\text{ km}$ ;  $L_4 = 0,9 \cdot 10^{-6}\text{ H/m}$ ;  $C_4 = 3 \cdot 10^{-11}\text{ F/m}$ ;  $l_4 = 75\text{ km}$ ;  $R_B = 150\ \Omega$ ;  $C_B = 10^{-11}\text{ F}$ ;  $R_C = 200\ \Omega$ ;  $L_D = 0,02\text{ H}$ ;  $R_F = 440\ \Omega$ .

- a) Tính tổng trở sóng của các đường dây.  
b) Tại thời điểm  $t_0 = 0$  có một sóng chữ nhật dài vô hạn  $U_A = 500\text{ kV}$  bắt đầu xuất phát từ A & chạy dọc đường dây 1,  
b1 – Tính dòng điện khúc xạ & điện áp khúc xạ tại điểm B.  
b2 – Tính điện áp khúc xạ ở điểm F tại thời điểm  $t_1 = 0,3\text{ ms}$ .



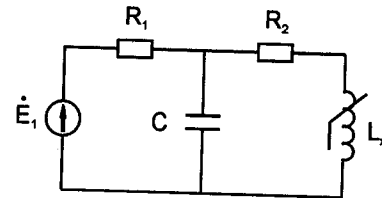
Hình 3



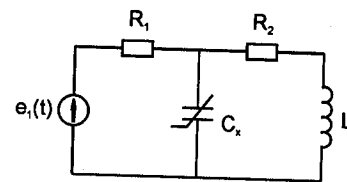
Hình 2

**Bài 19:** Cho mạch điện như hình vẽ. Tính công suất phát của nguồn  $\dot{E}_1$  và công suất tiêu thụ của điện trở  $R_1$  và  $R_2$ . Biết  $\dot{E}_1 = 20 \angle 0^\circ V$ ;  $\omega = 5$ ;  $R_1 = 20 \Omega$ ;  $R_2 = 10 \Omega$ ;  $Z_C = -j10$ ; cuộn dây phi tuyến có đặc tính của giá trị hiệu dụng cho theo bảng sau

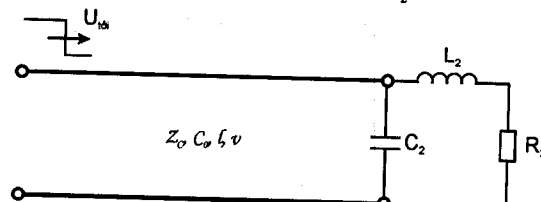
$ \dot{\Psi} $	0	0,6	0,9	1,4	2
$ \dot{I} $	0	0,25	0,5	0,75	1



**Bài 20:** Cho mạch điện như hình vẽ. Biết  $e_1 = 50 + 2\sin(5t)V$ ;  $R_1 = 10 \Omega$ ;  $R_2 = 15 \Omega$ ;  $L = 0,1H$ ; tụ điện phi tuyến  $C_x$  có đặc tính  $q = 10^{-3}u + 10^{-5}u^3$ . Tính công suất tiêu thụ trên  $R_1$  và  $R_2$ .



**Bài 21:** Cho đường dây truyền tải không tiêu tán như hình vẽ. Biết đường dây có  $Z_c = 400 \Omega$ , điện dung riêng dọc đường dây là  $C_0 = 10^{-8} F/km$ , chiều dài  $l = 250km$ . Cuối đường dây có lắp tải  $R_2 = 150 \Omega$  cùng với hai phần tử bảo vệ  $L_2 = 0,6H$  và  $C_2 = 0,1mF$ . Biết tại thời điểm  $t = 0$  có một sóng đánh tới đầu đường dây với  $u_{toi}(t) = 500e^{-200t}1(t)kV$ . Hãy tính điện áp trên tải  $u_{R_2}(t)$

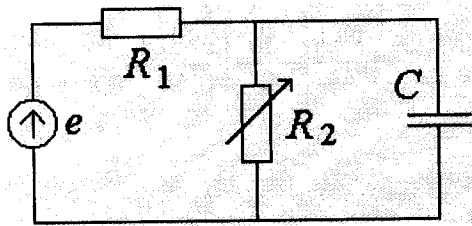




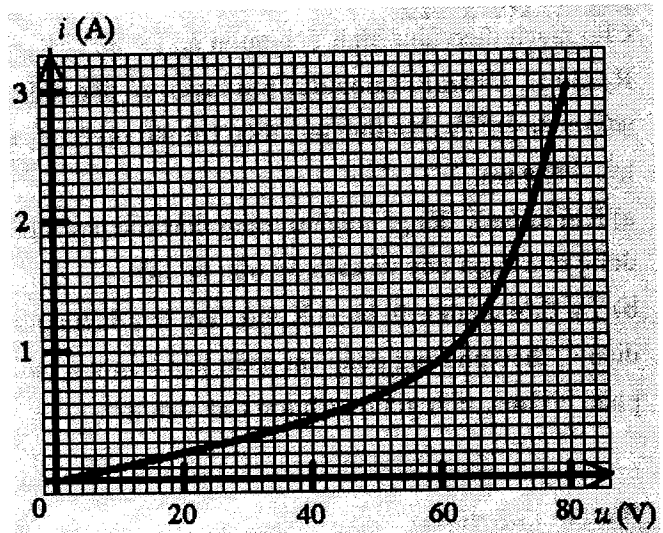
**Bài 22: (4 điểm)**

Cho mạch điện như hình 1. Biết  $R_1 = 25 \Omega$ ; điện trở phi tuyến  $R_2$  có đặc tính phi tuyến như hình 2;  $C = 80 \mu\text{F}$ . Tính dòng điện qua  $R_2$  trong 2 trường hợp sau:

- $e = 75 \text{ V}$  (một chiều).
- $e = 75 + 5\sqrt{2} \sin(314t) \text{ V}$ .



Hình 1



Hình 2

**Bài 23: (2 điểm)**

Một đường dây truyền tải điện có các thông số sau:  $R_0 = 0,1 \Omega / \text{km}$ ;  $L_0 = 9 \cdot 10^{-4} \text{ H / km}$ ;

$C_0 = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ F / km}$ ;  $G_0 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ S / km}$ ;  $l = 250 \text{ km}$ .

- Tính hệ số truyền sóng và tổng trở sóng của đường dây.
- Tìm bộ số A của mạng hai cửa tương đương của đường dây.

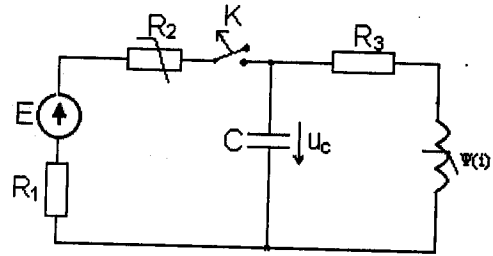
**Bài 24: (3 điểm)**

Một đường dây dài không tiêu tán có tổng trở sóng  $Z_c = 1200 \Omega$ . Cuối đường dây này có tải tập trung gồm điện trở  $R = 400 \Omega$  nối tiếp với một cuộn dây phi tuyến có đặc tính (trong đoạn làm việc)  $\Psi(i) = 95,61e^{0,002i} - 105,00e^{-0,260i}$ . Tại thời điểm  $t=0$  có một sóng chữ nhật  $U_i = 100.1(t) \text{ (kV)}$  truyền từ đầu đường dây đến tới cuối đường dây. Từ mô hình Petersen và bằng phương pháp các bước sai phân liên tiếp tính 3 điểm rời rạc đầu tiên của dòng điện quá độ trên cuộn dây. Chọn bước tính  $h = 0,5 \text{ ms}$ .

**Bài 25: (3,5 điểm)**

Cho mạch điện như hình 1. Nguồn áp  $E = 80V$ ,  $R_1 = 10\ \Omega$ ,  $R_3 = 30\ \Omega$ ,  $C = 5mF$ . Cuộn dây phi tuyến có đặc tính:  $\psi(i) = 3i - 0,5i^3$ . Đặc tính của điện trở phi tuyến  $R_2$  cho trên bảng sau.

- a) Khi khóa K đóng, mạch ở trạng thái xác lập. Tính dòng qua cuộn dây và điện áp trên tụ điện.  
b) Tại thời điểm  $t=0$ , khóa K mở, hãy tìm điện áp trên tụ điện  $u_c$  theo phương pháp sai phân liên tiếp với bước sai phân  $h=2ms$ , tính giá trị 3 bước tính đầu tiên.



Hình 1

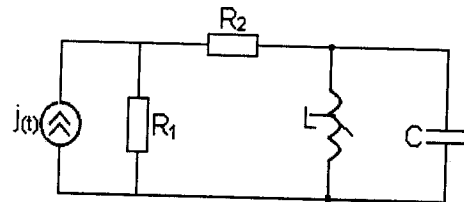
Đặc tính điện trở  $R_2$ :

U(V)	0	40	60	80
I(A)	0	0,55	0,8	1,7

**Bài 26: (3,5 điểm)**

Cho mạch điện như hình 2. Biết:  $j(t) = 3 + 0,2\sqrt{2}\sin 100t\ A$ ,  $R_1 = 100\Omega$ ,  $R_2 = 50\Omega$ ,  $C = 2 \cdot 10^{-5}F$ . Cuộn dây phi tuyến có đặc tính  $\Psi(i) = 4i - 0,25i^3$ .

Tính dòng qua  $R_1$  và công suất phát của nguồn.

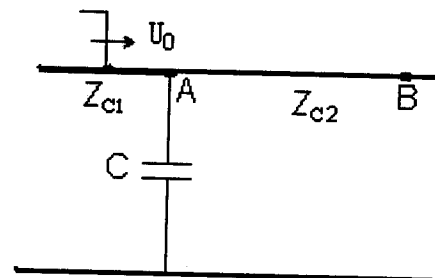


Hình 2

**Bài 27: (2 điểm)**

Cho mô hình hai đường dây dài ghép nối tiếp như trên hình 3. Đường dây 1 có  $Z_{c1} = 300\Omega$ , đường dây 2 có  $Z_{c2} = 60\Omega$ . Khoảng cách đoạn AB  $l_{AB} = 100km$ , tụ  $C = 10^{-3}F$ . Tại  $t = 0$  có một sóng áp hình chữ nhật  $U_i = 1500 \cdot 1(t) (kV)$  truyền từ đường dây 1 tới.

- a) Tính điện áp khúc xạ tại điểm A?  
b) Tính điện áp tại B biết sóng truyền từ A đến B với vận tốc  $2 \cdot 10^5\ km/s$ .



Hình 3

**Bài 28: (3 điểm)**

Cho mạch điện như hình 1. Nguồn dòng một chiều

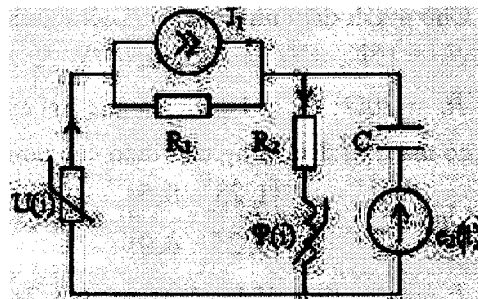
$J_1 = 1A$ , nguồn áp  $e_2(t) = 10\sqrt{2} \sin 100t V$ ;  $R_1 = 100\Omega$ ;

$R_2 = 50\Omega$ ;  $C = 10^{-4}F$ . Điện trở phi tuyến có đặc tính phi tuyến cho bởi bảng sau:

U(V)	0	7	20	30	35	40
I(A)	0	0,5	1	1,5	2	2,5

Cuộn dây phi tuyến có đặc tính  $\Psi(i) = 2i + 3,25i^3$ . Tìm

biểu thức tức thời của các dòng điện qua các phần tử phi tuyến ?



Hình 1

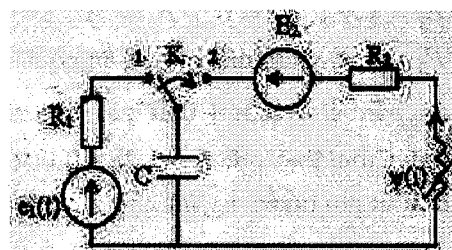
**Bài 29: (2,5 điểm)**

Cho mạch điện như hình 2. Biết:  $e_1(t) = 100\sqrt{2} \sin 1000t V$ ;

$E_2 = 50V$  (một chiều);  $R_1 = 100\Omega$ ;  $R_2 = 30\Omega$ ;  $C = 2 \cdot 10^{-5}F$ .

Cuộn cảm phi tuyến có đặc tính  $\Psi(i) = 2i + 3,15i^3$ .

Tìm bằng phương pháp sai phân liên tiếp 3 giá trị đầu tiên của dòng điện quá độ trên cuộn cảm phi tuyến khi khóa K chuyển từ 1 sang 2. (Biết khi K ở 1 mạch đã xác lập; chọn bước sai phân  $h = 1ms$ )



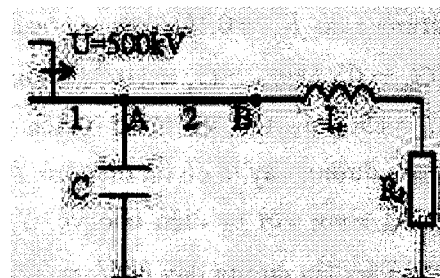
Hình 2

**Bài 30: (3,5 điểm)**

Trong hình 3, 2 đường dây dài đều không tiêu tán. Đường dây 1:  $L_1 = 0,8H/km$ ;  $C_1 = 5 \cdot 10^{-6}F/km$ . Đường dây 2 (đoạn AB):  $L_2 = 0,05H/km$ ;  $C_2 = 0,05 \cdot 10^{-6}F/km$ ;  $l_{AB} = 800km$ . Các phần tử tập trung  $C = 0,5 \cdot 10^{-6}F$ ;  $L = 0,5H$ ;  $R_t = 500\Omega$ . Tại  $t = 0$ , có một sóng áp hình chữ nhật  $U_t = 500.1(t)(kV)$  truyền từ đường dây 1 tới.

a) Tính điện áp khúc xạ tại điểm A?

b) Tính dòng và áp khúc xạ trên tải  $R_t$ ?



Hình 3

**Bài 31:**

Cho mạch điện như hình 1. Biết nguồn 1 chiều

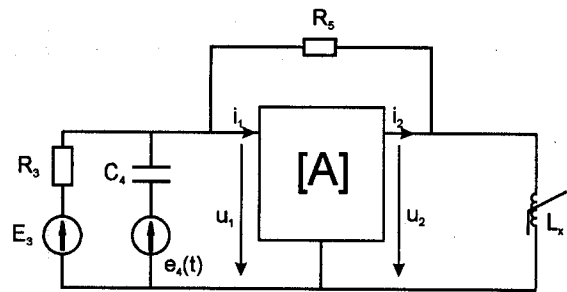
$$E_3 = 15V; e_4(t) = 0,5 \sin(10t); R_3 = 10\Omega;$$

$$R_5 = 20\Omega; C_4 = 10mF; \text{ mạng hai cửa thuận trở}$$

có ma trận đặc trưng cho theo các dòng - áp như hình vẽ là  $A = \begin{bmatrix} 1,25 & 0,5 \\ 0,25 & 0,9 \end{bmatrix}$ ; cuộn dây phi tuyến

$L_x$  có đặc tính Webe-Amper:  $\psi = 2i + 0,4i^3$ .

Tính điện áp  $u_{R_5}(t)$  trên điện trở  $R_5$ .



Hình 1

**Bài 32:**

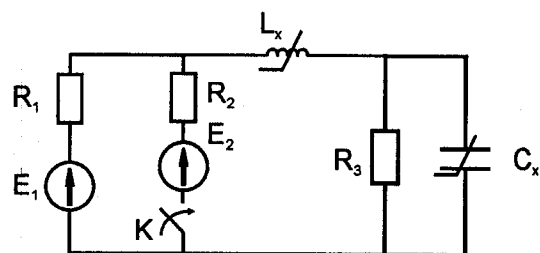
Cho mạch điện như hình 2. Biết nguồn áp một chiều

$$E_1 = 15V; E_2 = 1V; R_1 = 5\Omega; R_2 = 20\Omega;$$

$$R_3 = 5\Omega; \text{ cuộn dây phi tuyến có đặc tính Webe-}$$

Amper:  $\Psi = 0,5i + 0,1i^3$ ; tụ điện phi tuyến có đặc

tính Culomb-Volt:  $q = 0,2u + 0,001u^3$ . Tính điện áp trên tụ phi tuyến  $u_{C_x}(t)$  cho  $t \geq 0$  biết



Hình 2

tại  $t = 0$  ta đóng khóa  $K$ . Trước khi đóng khóa mạch đã ở trạng thái xác lập.

**Bài 33:**

Cho đường dây truyền tải có các thông số đặc

$$\text{trung sau: } R_0 = 0,1\Omega/km; L_0 = 1,5 \cdot 10^{-3} H/km;$$

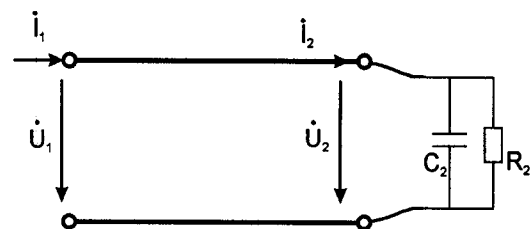
$$G_0 = 0S/km; C_0 = 10^{-8} F/km; \text{ chiều dài}$$

$$l = 150km, \text{ tần số trong mạch } f = 50Hz. \text{ Ở}$$

cuối đường dây ta có tải điện trở  $R_2 = 200\Omega$  mắc

song song với tụ điện bảo vệ  $C_2 = 0,1mF$ . Biết

điện áp đầu đường dây là  $\dot{U}_1 = 220 \angle 0^\circ kV$ .



Hình 3

a) Tính điện áp cuối đường dây  $\dot{U}_2$  và công suất tiêu tán trên đường dây khi đó.

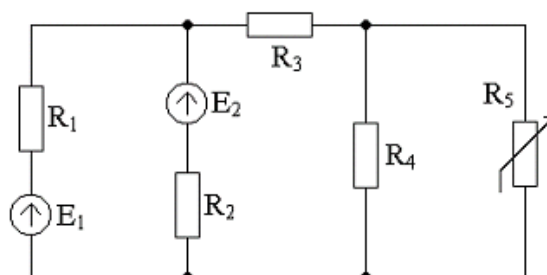
b) Khi bỏ tải  $R_2$  và  $C_2$  cuối đường dây (hở mạch cuối đường dây) thì với  $\dot{U}_1 = 220 \angle 0^\circ kV$  dòng đầu vào  $\dot{I}_1$  sẽ là bao nhiêu?

**Câu 1**

Cho mạch điện như hình 1 với các thông số như sau:

$$R_1 = R_2 = 50 \, \Omega; R_3 = 60 \, \Omega; R_4 = 80 \, \Omega; \\ E_1 = E_2 = 400 \, \text{V};$$

Điện trở phi tuyến  $R_5$  có quan hệ dòng – áp được biểu diễn như bảng 1. Tính dòng điện chạy qua  $R_4$ .

**Hình 1****Bảng 1**

$U_5 \text{ (V)}$	0	20	50	100	150	200	220
$I_5 \text{ (A)}$	0	1	2	2,4	2,5	2,6	2,7

**Câu 2**

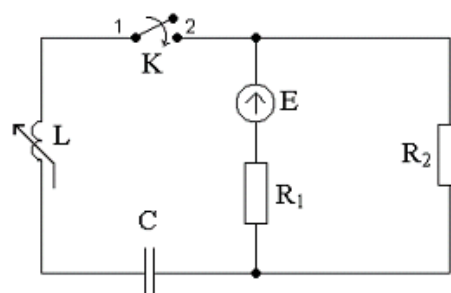
Cho mạch điện như hình 2 với các thông số như sau:

$$R_1 = 30 \, \Omega; R_2 = 40 \, \Omega; C = 100 \, \mu\text{F}; E = 40 \, \text{V};$$

Cuộn cảm phi tuyến  $L$  có quan hệ giữa dòng điện và từ thông được biểu diễn dưới dạng hàm số:

$$\Psi(i) = 1,75i - 2,8i^3$$

Tính 10 giá trị đầu tiên của dòng điện quá độ trên tụ  $C$  sau khi đóng khoá  $K$  bước sai phân  $h = 1 \, \text{ms}$ .

**Hình 2****Câu 3**

Cho một đường dây dài đều không tiêu tán có tổng trở sóng  $Z_{c1}$ . Điểm cuối của đường dây này được nối với hai đường dây dài đều không tiêu tán khác có thông số lần lượt là  $Z_{c2}, l_2$  và  $Z_{c3}, l_3$ . Hai điểm cuối của hai đường dây này được nối với các tải lần lượt là  $L_2, R_2$  và  $Z_3$  (như hình 3).

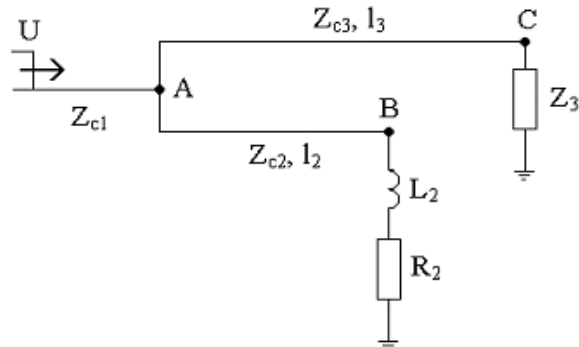
Các thông số của các đường dây như sau:

$$Z_{c1} = 120 \, \Omega; Z_{c2} = 100 \, \Omega; l_2 = 1000 \, \text{km};$$

$$Z_{c3} = 400 \, \Omega; l_3 = 1500 \, \text{km}; R_2 = 50 \, \Omega;$$

$$L_2 = 0,1 \, \text{H}; \text{ vận tốc truyền sóng } v = 3 \cdot 10^8 \, \text{m/s}$$

Một sóng chữ nhật  $U = 500 \, \text{kV}$  chạy dọc đường dây thứ nhất tới điểm A.

**Hình 3**

a) Tính điện áp khúc xạ tại A.

b) Khi sóng khúc xạ xuất phát từ A chạy tới điểm C thì điện áp tại B bằng bao nhiêu?

$$l(t) \leftrightarrow \frac{1}{p}; \quad l(t)e^{-at} \leftrightarrow \frac{1}{p+a}; \quad l(t)\sin(a+b) \leftrightarrow \frac{p \sin a + a \cos b}{p^2 + a^2}$$

**Câu 1.**

Cho mạch như hình 1.

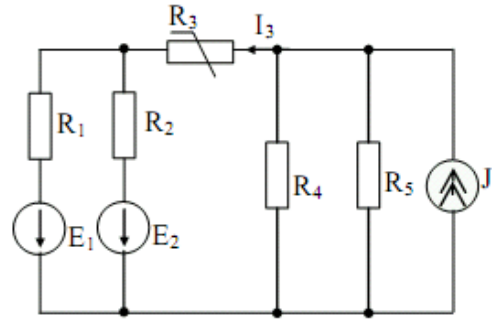
Biết:  $E_1=100V$ ;  $E_2=200V$ ;  $J=0,5A$ .

$R_1 = R_2 = 100\Omega$ ;

$R_4 = 25\Omega$ ;  $R_5 = 100\Omega$

Đặc tính  $R_3$  cho như trong bảng 1.

Tính dòng điện  $I_3$ .



**Hình 1**

**Bảng 1**

$I_3(A)$	0,2	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	3,5
$U_{R3}(V)$	20	70	90	100	128	150	167	178	185

**Câu 2.**

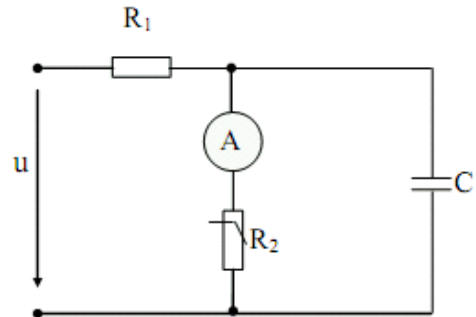
Mạch hình 2 ở chế độ xác lập.

Cho  $R_1 = 10\Omega$ ;  $C = 100\mu F$ ;

Điện áp đặt vào có trị hiệu dụng  $U=60V$ , tần số  $\omega=314 \text{ rad/s}$ .

Đặc tính  $R_2$  cho theo trị hiệu dụng như trong bảng 2.

Tìm chỉ số của ampe-mét (lý tưởng tác động theo trị hiệu dụng).



**Hình 2**

**Bảng 2**

$I_2(A)$	1	2	2,6	3	3,3	3,5	3,7
$U_{R2}(V)$	4	10	20	30	40	50	60

**Câu 3.**

Xét đường dây cao áp có các thông số sau:

$R = 10^{-4} \Omega/m$ ;  $G = 0,3 \cdot 10^{-9} S/m$ ;  $L = 10^{-6} H/m$ ;  $C = 6 \cdot 10^{-10} F/m$ ;  $f = 50Hz$ .

a) Tính vận tốc truyền sóng trên đường dây.

b) Ở cuối đường dây, mắc một tải  $Z_2=1000\Omega$ .

- Tính hệ số phản xạ sóng ở cuối đường dây.

- Biết điện áp cuối dây  $\dot{U}_2 = 110 \angle 0^\circ \text{ kV}$ . Tính điện áp tới và điện áp phản xạ ở cuối dây.

- Viết phương trình phân bố dòng và áp dưới dạng hyperbolic theo điều kiện ở cuối dây.

**Câu 1.** Cho mạch điện như hình vẽ số 1.

Các thông số của mạch:  $E = 60V$  (một chiều);  
 $e_1(t) = 2\sqrt{2} \sin 100t$  (V);  $R_3 = 10\Omega$ ;  $L = 0,1H$ ;  
 $C = 2.10^{-3}F$ ;  $R_1$  phi tuyến cho qua bảng số sau:

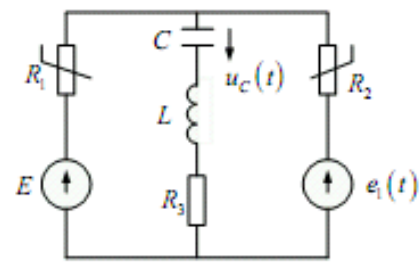
$I(A)$	0	0,25	0,5	0,75	1
$U(V)$	0	30	40	47	62

$R_2$  phi tuyến cho qua bảng số sau:

$I(A)$	0	0,25	0,5	0,75	1
$U(V)$	0	15	20	26	30

Yêu cầu:

- Tìm biểu thức tức thời của điện áp trên tụ  $C$ ?
- Tính công suất nguồn xoay chiều?



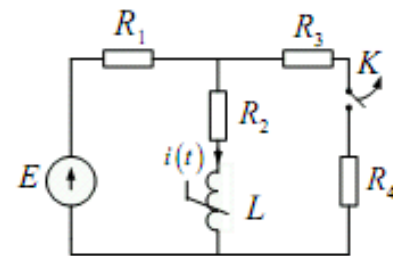
Hình 1

**Câu 2.** Cho mạch điện như hình vẽ số 2.

Các thông số của mạch:

$R_1 = 30\Omega$ ;  $R_2 = 40\Omega$ ;  $R_3 = 10\Omega$ ;  $R_4 = 30\Omega$ ;  
 $C = 2.10^{-4}F$ ;  $E = 50V$  (một chiều); cuộn dây  $L$  phi tuyến có đặc tính  $\psi(i) = 2i + 3,15i^3$ .

Tính dòng điện quá độ qua cuộn dây phi tuyến  $L$  khi mở khóa  $K$  bằng phương pháp các bước sai phân liên tiếp? (Biết khi  $K$  đóng mạch đã xác lập; chọn bước sai phân  $h = 0,1ms$ ; tính 10 bước sai phân đầu tiên)



Hình 2

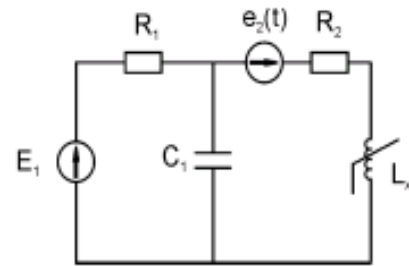
**Câu 3.** Cho đường dây dài có các thông số cơ bản như sau:  $R = 0(\Omega/km)$ ;  $G = 0(S/km)$ ;  
 $L = 4.10^{-3}(H/km)$ ;  $C = 4.10^{-7}(F/km)$ ; chiều dài đường dây  $l = 500km$ , cuối dây có tải nối tiếp  $R-L$  với  $R = 200\Omega$ ,  $L = 0,5H$ .

1. Tính điện áp khúc xạ và phản xạ tại cuối đường dây khi có điện áp chữ nhật  $U = 10kV$  truyền tới.

2. Khi sóng phản xạ đi được  $250km$  thì điện áp khúc xạ vào tải có giá trị bằng bao nhiêu?

**Câu 1:**

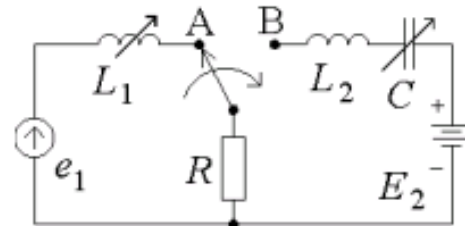
Cho mạch điện như hình 1. Biết nguồn một chiều  $E_1 = 24V$ ; nguồn xoay chiều  $e_2(t) = 0,1 \sin(5t + 15^\circ)$ ;  $R_1 = 10\Omega$ ;  $R_2 = 15\Omega$ ;  $C_1 = 0,05F$ ; cuộn dây phi tuyến có đặc tính Webe-Ampe:  $\Psi = ai + bi^3 = 2i + 1,25i^3$ .  
 Tính công suất phát của hai nguồn.



Hình 1

**Câu 2:**

Xét mạch điện như hình 2. Nguồn xoay chiều  $e_1 = 100 \sin(314t)V$ ; cuộn cảm phi tuyến  $L_1$  có đặc tính cho theo **biên độ**:  $\Psi_m = 2I_m - 3,75I_m^3$ ;  $R = 100\Omega$ ;  $E_2 = 50V$ ;  $L_2 = 0,1H$ ; tụ điện phi tuyến có đặc tính  $q(u) = 10^{-5}u - 5 \cdot 10^{-10}u^3$ .



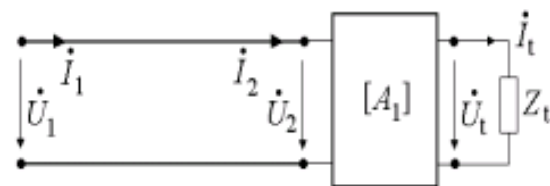
Hình 2

a) Khi khoá ở vị trí A, từ hệ phương trình mạch hãy đưa về phương trình theo  $I_m$ , với  $I_m$  là biên độ cực đại của dòng xác lập của cuộn cảm  $L_1$ .

b) Tại thời điểm  $t = 0$ , khoá chuyển sang vị trí B. Tính 4 giá trị đầu tiên của điện áp quá độ trên tụ điện bằng phương pháp sai phân, chọn  $h = 0,002s$ .

**Câu 3**

Xét một đường dây dài đều không tiêu tán có các thông số sau:  $L = 1,2 \cdot 10^{-6} (H/m)$ ;  $C = 2,2 \cdot 10^{-11} (F/m)$ ;  $l = 150 km$ ;  $f = 50 Hz$ .



Hình 3

a) Tính tổng trở sóng và hệ số truyền sóng của đường dây.

b) Tính bộ số A của mạng hai cửa tương đương với đường dây dài này.

c) Cuối đường dây có tải như minh hoạ ở Hình 3,  $A_1 = \begin{bmatrix} -1 & j15 \\ j0,1 & 0,5 \end{bmatrix}$ ,  $Z_t = 20\Omega$ . Tính điện áp

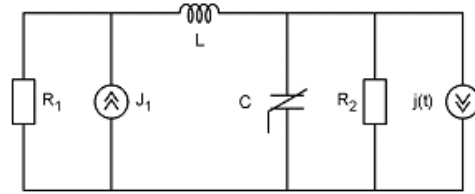
$\dot{U}_1$  ở đầu đường dây nếu  $\dot{U}_t = 220 \angle 0^\circ V$ .



**Bài 1: (3 điểm)**

Cho mạch điện như hình 1. Biết ,  $j(t) = 0,1\sqrt{2} \sin(314t)$  A;

$J_1 = 4A$ ;  $R_1 = 50\Omega$ ;  $R_2 = 50\Omega$ ;  $L = 0,5H$ ; tụ điện phi tuyến có đặc tính:  $q = 10^{-5}u + 0,5 \cdot 10^{-7}u^3$ . Tìm biểu thức tức thời của điện áp trên tụ C?



Hình 1

**Bài 2: (3 điểm)**

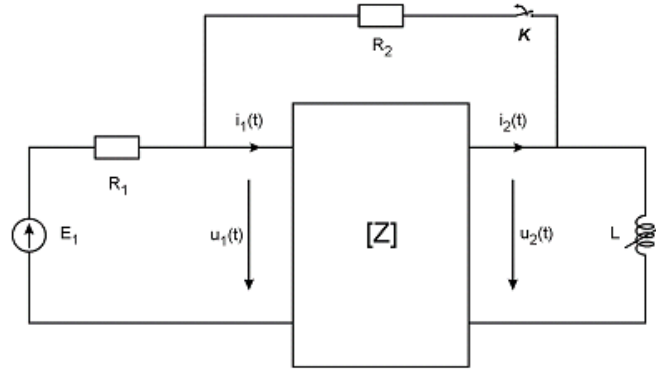
Cho mạch điện như hình 2. Biết:

$E_1 = 220V$ ;  $R_1 = 100\Omega$ ; mạng hai cửa có

ma trận  $Z = \begin{bmatrix} 15 & -5 \\ 5 & -10 \end{bmatrix} \Omega$ ;  $R_2 = 30\Omega$ ;

cuộn dây L có đặc tính  $\Psi_i = 2i + 3,15i^3$ .

Tại  $t = 0$ , khóa K **mở ra**. Bằng phương pháp sai phân liên tiếp, tính dòng điện quá độ trên cuộn khi khóa K mở ra. (Biết khi K đóng, mạch đã xác lập).



Hình 2

Tính 3 bước đầu tiên, chọn bước sai phân  $h = 1ms$ .

**Bài 3: (3 điểm)**

Cho hệ 3 đường dây dài không tiêu tán như hình 3.

Đường dây 1 có  $Z_{c1} = 500\Omega$ . Đường dây 2 (đoạn AB) có

các thông số:  $L_2 = 0,05H/km$ ;  $C_2 = 0,05 \cdot 10^{-6}F/km$ ;

$l_{AB} = 800km$ ; Đường dây 3 (đoạn AC) có các thông số:

$L_3 = 0,8H/km$ ;  $C_3 = 5 \cdot 10^{-6}F/km$ ,  $l_{AC} = 800km$ . Các

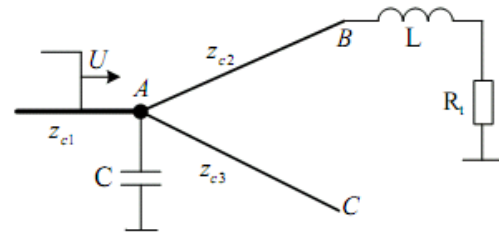
thông số tập trung:

$C = 0,5 \cdot 10^{-6}F$ ;  $L = 0,5H$ ;  $R_t = 500\Omega$

Tại thời điểm  $t = 0$ , tại A có một sóng áp hình chữ nhật  $U = 500.1 t \text{ kV}$  truyền từ đường dây 1 tới.

a) Tính điện áp khúc xạ tại điểm A?

b) Tính điện áp khúc xạ trên tải  $R_t$ ?



Hình 3

Một số ảnh Laplace:  $\delta(t) \leftrightarrow 1$ ;  $1 \leftrightarrow \frac{1}{p}$ ;  $t \leftrightarrow \frac{1}{p^2}$ ;  $e^{-at} \leftrightarrow \frac{1}{p+a}$

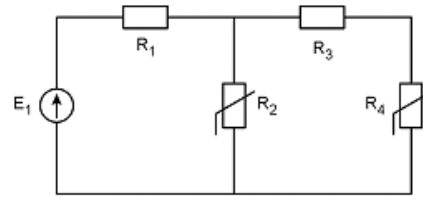
**Bài 1: (3 điểm)**

Cho mạch điện như hình 1. Biết  $E_1 = 30V$ ;  $R_1 = 5\Omega$ ;

$R_3 = 5\Omega$ ; hai điện trở phi tuyến  $R_2$  và  $R_4$  có cùng đặc tính cho theo bảng sau:

U(V)	0	4	8	12	16	20
I(A)	0	0,6	0,8	1,6	2,2	3,6

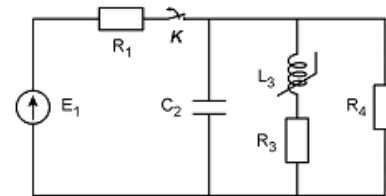
Tính công suất phát của nguồn và công suất tiêu thụ trên hai điện trở phi tuyến.



Hình 1

**Bài 2: (3 điểm)**

Cho mạch điện như hình 2. Tại thời điểm  $t = 0$  khóa K mở ra. Sử dụng phương pháp các bước sai phân liên tiếp tính dòng qua cuộn dây  $L_3$ . Biết  $E_1 = 25V$ ;  $R_1 = 15\Omega$ ;  $C_2 = 0,1F$ ;  $R_3 = 10\Omega$ ;  $R_4 = 5\Omega$ ; cuộn dây phi tuyến  $L_3$  có đặc tính  $\psi = 2i + 0,1i^3$ . Tính 3 bước với  $h = 1ms$ .



Hình 2

**Bài 3: (3 điểm)**

Cho một đường dây truyền tải điện xoay chiều 50Hz với các thông số đặc trưng sau:  $\gamma = 0,48 \cdot 10^{-3} + j1,18 \cdot 10^{-3}$ ;  $Z_C = 240 - j70$ ; chiều dài đường dây  $l = 300km$ . Biết tải cuối đường dây  $Z_2 = 40 + j5$ .

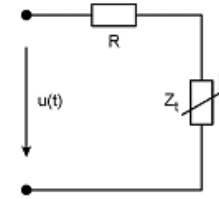
- Xác định điện áp đầu đường dây để công suất tiêu thụ trên tải đạt  $P_{Z_2} = 1000kW$
- Tính công suất tiêu tán trên đường dây khi đó.



Hình 3

**Bài 1: (3 điểm)**

Cho mạch như Hình 1, tải  $Z_t$  phi tuyến có quán tính biết đặc tính hiệu dụng và góc pha (xem bảng). Tính công suất tiêu tán trên điện trở  $R$  biết  $R = 165\Omega$ ; điện áp xoay chiều hình sin đặt vào mạch có hiệu dụng  $|\dot{U}| = 220$ .

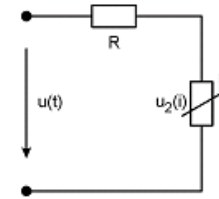


Hình 1

$ \dot{I} $ (A)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6
$ \dot{U} $ (V)	0	50	62	76	83	90	93	97	100
$\Delta\varphi = \angle\dot{U} - \angle\dot{I}$	$77^\circ$	$75^\circ$	$73^\circ$	$71^\circ$	$68^\circ$	$63^\circ$	$54^\circ$	$48^\circ$	$40^\circ$

**Bài 2: (3 điểm)**

Cho mạch điện hình 2. Biết điện áp  $u(t) = 100\sqrt{2} \cdot \sin(10^3 \cdot t)$ ,  $R = 100\Omega$ ; điện trở phi tuyến có đặc tính theo giá trị tức thời  $u_2(i) = 50 \cdot i + 100 \cdot i^3$ . Lập phương trình mạch đối với dòng điện  $i(t)$  và dùng phương pháp cân bằng điều hòa tìm điều hòa bậc nhất của dòng  $i(t)$ .

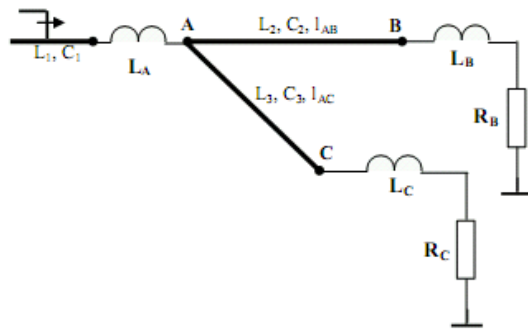


Hình 2

**Bài 3: (3 điểm)**

Cho hệ 3 đường dây dài không tiêu tán như hình 3 với các thông số: Đường dây 1:  $L_1 = 0,08H/km$ ;  $C_1 = 8 \cdot 10^{-6}F/km$ ; Đường dây 2:  $L_2 = 0,004H/km$ ;  $C_2 = 4 \cdot 10^{-9}F/km$ ;  $l_{AB} = 500km$ , Giữa hai đường dây 1 và 2 có cuộn dây  $L_A = 20H$ . Cuối đường dây thứ 2 có các phần tử  $L_B = 10H$ ;  $R_B = 500\Omega$ . Đường dây 3 có các thông số  $L_3 = 0,06H/km$ ;  $C_3 = 6 \cdot 10^{-8}F/km$ ;  $l_{AC} = 100km$ . Cuối đường dây thứ 3 có các phần tử  $L_C = 8H$ ;  $R_C = 800\Omega$ . Tại  $t = 0$ , có một sóng áp hình chữ nhật có biên độ  $U = 1000kV$ , truyền từ đường dây 1 tới điểm nối A.

- Tính điện áp khúc xạ tại điểm A
- Tính dòng điện, điện áp khúc xạ trên tải  $R_B$  và  $R_C$  ở thời điểm  $t = 3ms$  (coi gốc thời gian  $t = 0$  là thời điểm sóng áp hình chữ nhật truyền tới A)



Hình 3