

BÀI TẬP

MẠCH XUNG

Lớp: Điện Tử 1- K33

Tiểu nhóm: 1

Ngày 19 tháng 05 năm 2010

Họ tên

MSSV

1. Phan Văn Thơ Anh

1070986

2. Nguyễn Ngân Đăng Hải

1071002

3. Trần Văn Chương

1070990

Số: 01

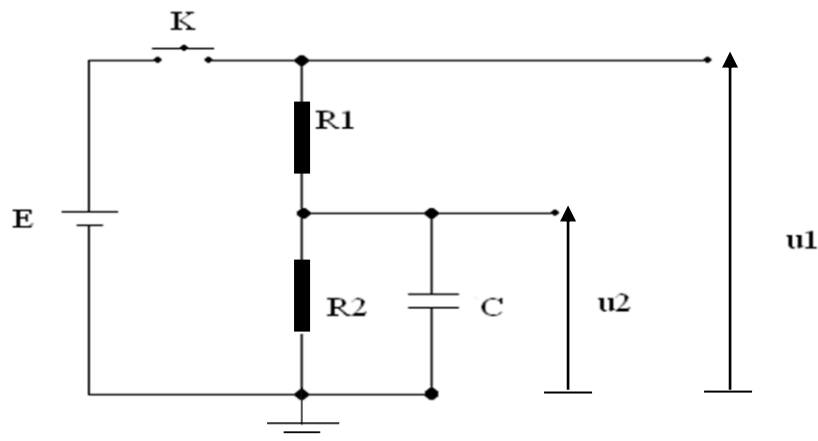
BÀI TẬP MẠCH XUNG

Điểm	Nhận xét

Bài 2.2. Cho mạch điện như hình (H.1). Tụ C chưa được nạp điện trước. Tại thời điểm $t = 0$, người ta đóng khóa K. Tại thời điểm $t = t_0$, khi tụ C chưa nạp điện đầy, người ta mở khóa K.

1. Hãy giải thích sự hoạt động của mạch để suy ra dạng các tín hiệu đáp ứng u_1, u_2 .

2. Ứng dụng các kết quả đã được suy ra trong giáo trình, hãy viết biểu thức của các tín hiệu đáp ứng u_1, u_2 . Hãy so sánh kết quả tìm được với dạng tín hiệu được suy đoán từ câu 1.



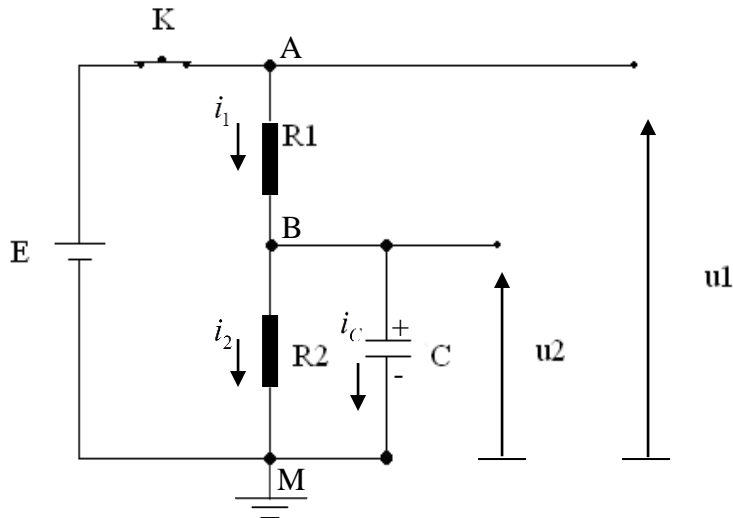
(H.1)

Bài làm

1. Giải thích sự hoạt động của mạch :

+ Lúc $t < 0$: Khóa K hở, trong mạch không có dòng điện.

$$u_1 = u_2 = 0 \quad (1.1)$$



(H.2)

+ Tại thời điểm $t = 0^+$, khi khóa K vừa đóng :

$$u_1(0^+) = E \quad (1.2) \quad (\text{do mạch được cấp nguồn})$$

$$u_2(0^+) = 0 \quad (1.3) \quad (\text{do hiệu thế giữa hai đầu tụ không thể thay đổi một cách đột ngột}).$$

Lúc này : (Xem hình (H.2))

- Giữa hai đầu điện trở R_1 có một hiệu thế bằng E nên xuất hiện dòng điện i_1 .

- Giữa hai đầu điện trở R_2 không có hiệu thế nên chưa có dòng điện i_2 .

$$i_1(0^+) = \frac{E}{R_1} \quad (1.4)$$

$$i_2(0^+) = 0 \quad (1.5)$$

- Dòng điện $i_1(0^+)$ chính là dòng điện nạp cho tụ C lúc khởi đầu.

$$i_c(0^+) = i_1(0^+) = \frac{E}{R_1} \quad (1.6)$$

+ Khi $0 < t < t_0$:

- u_1 giữ giá trị không đổi, luôn luôn bằng E.

- Tụ C nạp điện làm u_2 tăng theo dạng hàm mũ.

- Dòng điện i_c nạp cho tụ giảm dần theo dạng hàm mũ trong quá trình tụ nạp điện.

- Do u_2 tăng theo dạng hàm mũ nên dòng điện i_2 qua điện trở R_2 cũng tăng theo dạng hàm mũ và dòng điện i_1 qua R_1 giảm theo dạng hàm mũ.

+ Khi tụ C chưa nạp đầy.

- Dòng điện qua tụ vẫn còn.

$$i_c \neq 0 \quad (1.7)$$

- Dòng điện i_2 qua điện trở R_2 tăng theo dạng hàm mũ và dòng điện i_1 qua R_1 giảm theo dạng hàm mũ.

$$u_1 = E \quad (1.8)$$

$$u_2 < \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \quad (1.9) \text{ (do tụ chưa nạp đầy)}$$

+ Khi $t = t_0^-$: tụ C chưa nạp đầy, mạch chưa đạt đến trạng thái ổn định.

- Dòng điện qua tụ vẫn còn.

$$i_c \neq 0 \quad (1.7)$$

- Dòng điện i_2 qua điện trở R_2 tăng theo dạng hàm mũ và dòng điện i_1 qua R_1 giảm theo dạng hàm mũ.

\Rightarrow Điện thế u_2 sẽ tăng theo dạng hàm mũ. Ta có:

$$u_1(t_0^-) = E$$

$$u_2(t_0^-) = u_c(t_0^-) < \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

+ Khi $t = t_0^+$: Khi khóa K vừa ngắt (mở)

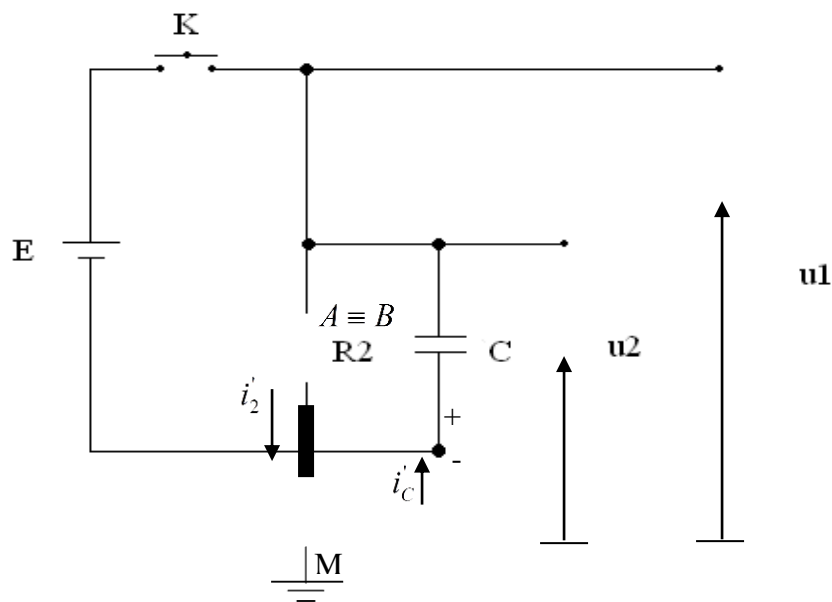
$$u_1(t_0^+) = E$$

Do hiệu điện thế giữa hai đầu tụ không thể thay đổi đột ngột.

$$u_1(t_0^+) = u_{R_1}(t_0^+) + u_c(t_0^+)$$

$$\Rightarrow u_2(t_0^+) = u_c(t_0^+) < \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

+ Khi $t > t_0$: khóa K bị ngắt: (H.3)

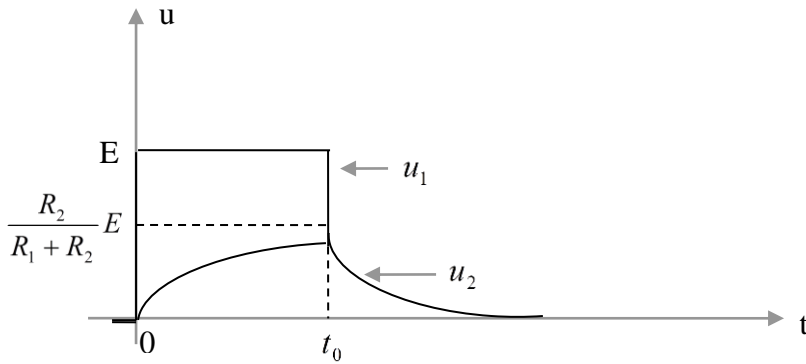


(H.3)

Do không còn nguồn cung cấp năng lượng, tụ C sẽ chuyển từ trạng thái nạp điện sang trạng thái phóng điện.

Lúc này điểm A trùng với B $\Rightarrow u_1 = u_2$. u_1 và u_2 sẽ giảm theo hàm mũ kể từ giá trị bé hơn $\frac{R_2}{R_1 + R_2} E$ (do tụ chưa nạp đầy)

Từ các lý luận trên ta có thể suy ra các tín hiệu u_1, u_2 có dạng như hình (H.4).



(H.4)

2. Viếtt biểu thức của các tín hiệu u_1, u_2 :

+ Lúc $t < 0$: Mạch chưa được cấp nguồn nên :

$$u_1 = u_2 = 0 \quad (2.1)$$

+ Khi $0 < t < t_0$: Khóa K được đóng.

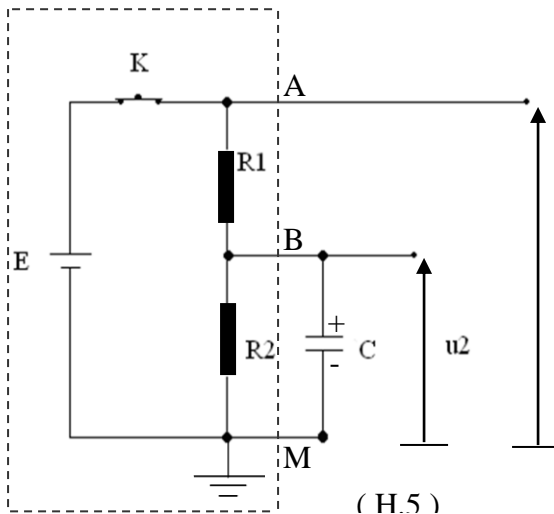
Mạch điện có dạng như hình (H.5). Ta có:

$$u_1(t) = E u_0(t) \quad (2.2)$$

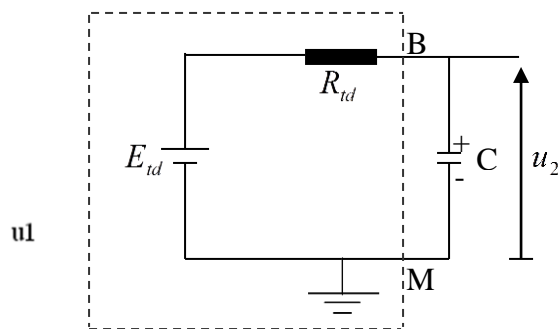
Ứng dụng định lý Thévenin, mạch tương đương có dạng như hình (H.6). Với :

$$E_{td} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \quad (2.3)$$

$$R_{td} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.4)$$



(H.5)



(H.6)

Mạch điện ở hình (H.6) là mạch cơ bản. Tụ C sẽ nạp điện qua điện trở R_{td} , nên:

$$u_2(t) = E_{td}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})u_0(t) \quad (2.5)$$

$$u_2(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})u_0(t) \quad (2.6)$$

Từ (2.2) và (2.6) ta có thể suy ra giá trị của u_1 và u_2 tại các thời điểm $t = 0^+$ và $t = t_0^-$.

- Tại $t = 0^+$: $u_1(0^+) = E$ (2.7)

$u_2(0^+) = 0$ (2.8)

- Tại $t = t_0^-$: $u_1(t_0^-) = E$

$$u_2(t_0^-) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (2.9)$$

+ Khi $t > t_0$: Khóa K bị ngắt (mở).

Mạch điện có dạng như hình (H.3). Điện trở R_1 bị nối tắt với điện trở R_2 . Tụ C phóng điện qua điện trở R_2 . Ta có :

$$u_1(t) = u_2(t) = u_2(t_0^-) e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} u_0(t-t_0) \quad (2.10)$$

Trong đó : $\tau = R_2 C$ (2.11)

Từ (2.10) ta có thể suy ra giá trị của u_1 và u_2 tại thời điểm $t = t_0^+$ và khi $t \rightarrow \infty$.

- Tại $t = t_0^+$:

$$u_1(t_0^+) = u_2(t_0^+) = u_2(t_0^-) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (2.12)$$

- Khi $t \rightarrow \infty$: $u_1(\infty) \rightarrow 0$ (2.13)

$u_2(\infty) \rightarrow 0$ (2.14)

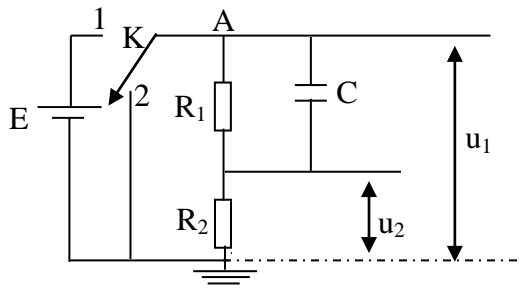
Mọi kết quả được suy ra đều phù hợp với dự đoán ở câu 1.

Bài 2.2. Cho mạch điện như hình (H.2.34). Tụ C chưa được nạp điện trước. Tại thời điểm $t = 0$, khóa K được bậc sang vị trí 1. Đến thời điểm $t = t_0$, lúc mạch đã đạt tới trạng thái ổn định, khóa K được bậc trở lại vị trí 2.

1) Hãy giải thích sự hoạt động của mạch để suy ra dạng của các tín hiệu đáp ứng u_1, u_2

2) Ứng dụng các kết quả đã được suy ra trong giáo trình, hãy viết biểu thức của các tín hiệu đáp ứng u_1, u_2 . Hãy so sánh kết quả tìm được với dạng tín hiệu được suy đoán từ câu 1

3) Nếu khóa K được bậc trở lại vị trí 2 vào thời điểm $t = t_1$, lúc mạch chưa đạt đến trạng thái ổn định thì câu trả lời cho câu hỏi 1 và 2 phải được điều chỉnh như thế nào ?



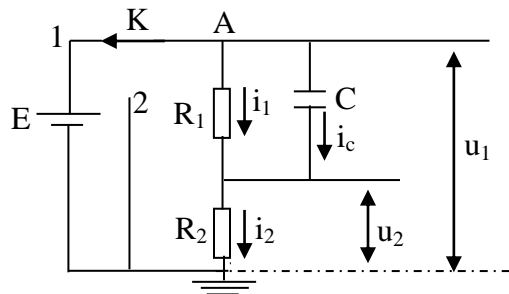
(H.2.34)

Bài làm

1. Giải thích sự hoạt động của mạch:

- Lúc $t < 0$: khóa K ở vị trí 2. Do tụ không nạp điện trước nên trong mạch không có dòng điện.

Ta có: $u_1 = u_2 = 0$



Hình 1

- Khi $t = 0^+$, khi khóa K bực sang vị trí 1:

$$u_1(0^+) = E \text{ (do mạch được cấp nguồn).}$$

Vì hiệu thế giữa hai đầu tụ không thể thay đổi một cách đột ngột nên:

$$u_2(0^+) = E$$

Giữa hai đầu điện trở R_2 có một hiệu điện thế bằng E nên xuất hiện dòng điện i_2

$$i_2(0^+) = \frac{E}{R_2}$$

Giữa hai đầu điện trở R_1 không có hiệu điện thế nên chưa có dòng điện i_1

$$i_1(0^+) = 0$$

Dòng điện $i_2(0^+)$ chính là dòng nạp cho tụ C lúc khởi đầu.

$$i_c(0^+) = i_2(0^+) = \frac{E}{R_2}$$

- Khi $0 < t < t_0$: khóa K tiếp tục ở vị trí 1

u_1 giữ giá trị không đổi, luôn luôn bằng E.

Tụ C nạp điện làm cho u_C tăng theo dạng hàm mũ.

Dòng điện i_C nạp cho tụ C giảm dần theo dạng hàm mũ trong suốt quá trình tụ nạp điện.

Do u_C tăng theo dạng hàm mũ nên dòng điện i_1 qua điện trở R_1 cũng tăng theo dạng hàm mũ.

Ta có: $u_1 = u_C + u_2$
 $\Rightarrow u_2 = u_1 - u_C$
 $= E - u_C$

Vì u_C tăng theo dạng hàm mũ nên u_2 giảm theo dạng hàm mũ và i_2 cũng giảm theo dạng hàm mũ ($u_2 = i_2 R_2$).

- Khi $t = t_0^-$ mạch đạt đến trạng thái ổn định.

Dòng điện qua tụ C bị triệt tiêu: $i_C = 0$

Dòng điện qua R_1 cũng là dòng điện qua R_2 . Mạch có dạng là mạch phân áp.

$$i_1 = i_2 = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

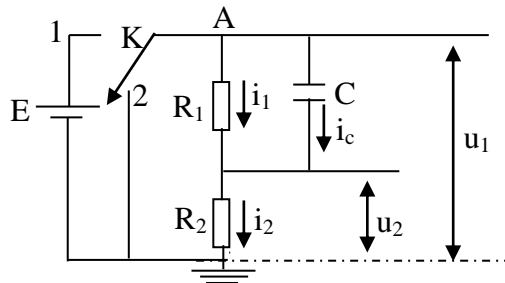
Điện thế u_2 sẽ đạt tới giá trị được cho bởi mạch phân áp R_1, R_2 . Ta có:

$$u_1(t_0^-) = E$$

$$u_2(t_0^-) = \frac{ER_2}{R_1 + R_2}$$

Điện thế giữa hai đầu tụ C: $u_C(t_0^-) = u_1(t_0^-) - u_2(t_0^-) = \frac{ER_1}{R_1 + R_2}$

- Khi $t = t_0^+$: Vừa bực khóa K sang vị trí 2



Hình 2:

Điểm A được nối xuống mass nên: $u_1(t_0^+) = 0$

Do hiệu thế giữa hai đầu tụ không thay đổi một cách đột ngột nên u_2 sẽ giảm đột ngột một lượng có giá trị bằng E và $u_2(t_0^+)$ có giá trị là:

$$u_1(t_0^+) = u_2(t_0^+) + u_C(t_0^+)$$

$$\Rightarrow u_2(t_0^+) = -u_C(t_0^+) = -\frac{ER_1}{R_1 + R_2}$$

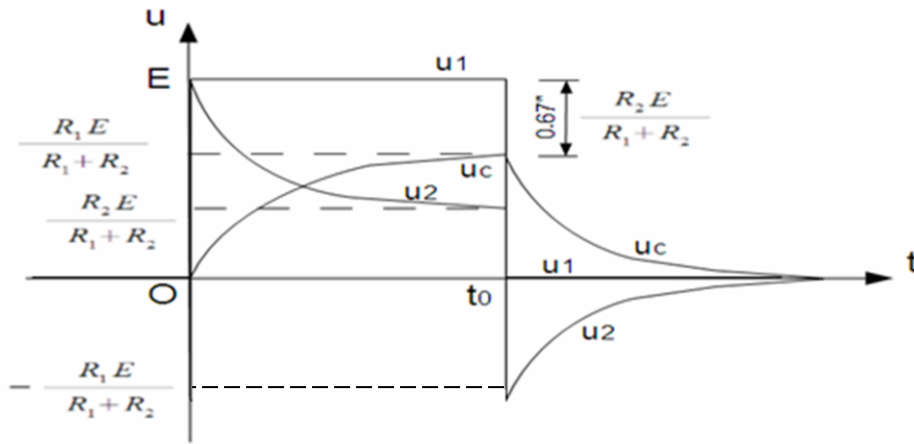
- Khi $t > t_0$: khóa K vẫn ở vị trí 2.

Điểm A vẫn còn nối với mass nên u_1 vẫn bằng 0.

R_1 được mắc song song với R_2 . Tụ C phóng điện qua R_1 và R_2 , u_C sẽ giảm theo hàm mũ kể từ giá trị $u_C(t_0^+) = \frac{ER_1}{R_1 + R_2}$ tiến về 0 và u_2 tăng theo dạng hàm mũ kể từ giá trị

$$u_2(t_0^+) = -\frac{ER_1}{R_1 + R_2} \text{ tiến về } 0.$$

Từ lý luận trên ta có thể suy ra các tín hiệu u_1, u_2 có dạng như hình sau:



Hình 3:

2. Biểu thức của các tín hiệu u_1, u_2

+ Lúc $t < 0$: Mạch chưa được cấp nguồn nên:

$$u_1 = u_2 = 0$$

+ Khi $0 < t < t_0$: Khóa K được bật sang vị trí 1

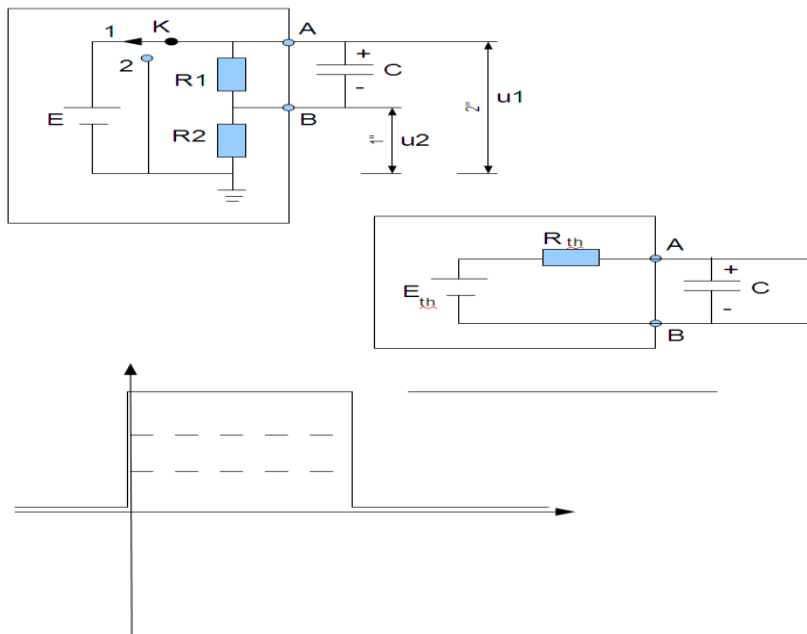
Mạch điện có dạng như hình dưới. Ta có :

$$u_1(t) = Eu_0(t)$$

Ứng dụng định lý Thevenin, mạch tương đương có dạng như hình sau. Với

$$R_{td} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$E_{td} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E$$



Tụ C nạp điện qua R_{th} với thời hằng $\tau = R_{th}C = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C$

Hiệu thế giữa hai đầu tụ C sẽ là:

$$u_C = E_{th} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) u_0(t) = \frac{R_1 E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})}{R_1 + R_2} u_0(t)$$

Theo hình ta có: $u_1 = E u_0(t)$

$$u_2 = u_1 - u_C = E u_0(t) - \frac{R_1 E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})}{R_1 + R_2} u_0(t)$$

+ Tại thời điểm $t = 0^+$, ta có: $u_1(0^+) = E$
 $u_2(0^+) = E$

+ Tại thời điểm $t = t_0^-$: do mạch đã đạt đến trạng thái ổn định. Từ các biểu thức u_1, u_2 suy ra:

$$u_1(t_0^-) = E$$

$$u_2(t_0^-) = \frac{R_2 E}{R_1 + R_2}$$

$$u_C(t_0^-) = \frac{R_1 E (1 - e^{-\frac{t_0}{\tau}})}{R_1 + R_2} \approx \frac{R_1 E}{R_1 + R_2}$$

(Vì tại thời điểm này tụ C đã nạp đầy, nghĩa là $t_0 \gg \tau, \frac{t_0}{\tau} \rightarrow \infty$)

- Khi $t > t_0$: khóa K ở vị trí 2

Điểm A được nối với mass nên không có hiệu thế giữa hai đầu $u_1 \Rightarrow u_1(t) = 0$.

$$\text{Ta có: } u_C(t) = u_C(t_0^-) (1 - e^{-\frac{t-t_0}{\tau}}) u_0(t) = \frac{R_1 E (1 - e^{-\frac{t-t_0}{\tau}})}{R_1 + R_2} u_0(t).$$

Tụ C được xem như phóng điện qua điện trở tương đương của hai điện trở R_1 và R_2 . Điện trở R_2 mắc song song với điện trở R_1 và tụ C nên ta có được:

$$u_2(t) = -u_C(t)$$

$$u_2(t) = -u_C(t_0^-) (1 - e^{-\frac{t-t_0}{\tau}}) u_0(t)$$

$$u_2(t) = -\frac{R_1 E (1 - e^{-\frac{t-t_0}{\tau}})}{R_1 + R_2} u_0(t)$$

$$\text{Trong đó: } \tau'' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C$$

Ta có giá trị u_1 và u_2 tại thời điểm $t = t_0^+$ và khi $t \rightarrow \infty$

$$+ t = t_0^+ : u_1(t_0^+) = 0$$

$$u_2(t_0^+) = -\frac{R_1 E}{R_1 + R_2} \quad ;$$

+ $t \rightarrow \infty$:

$$u_1(\infty) = 0$$

$$u_2(\infty) = 0$$

Mọi kết quả được suy ra đều phù hợp với dự đoán ở câu 1.

3. Nếu khóa K được bậc lại vị trí 2 vào thời điểm $t = t_1$ lúc mạch chưa đạt tới trạng thái ổn định thì câu trả lời cho câu 1 và câu 2 phải được sửa là:

Lúc này giá trị : $u_1(t_1^-) = E$

$$u_1(t_1^+) = 0$$

$$u_2(t_1^-) = E - \frac{R_1 E (1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}})}{R_1 + R_2} = \frac{E(R_2 + R_1 e^{-\frac{t_1}{\tau}})}{R_1 + R_2}$$

$$u_2(t_1^+) = -\frac{R_1 E (1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}})}{R_1 + R_2}$$

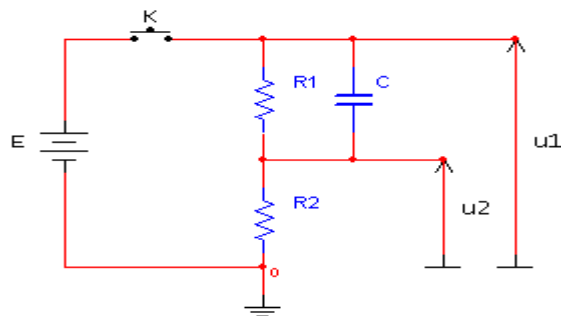
$$u_C(t_1^-) = \frac{R_1 E (1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}})}{R_1 + R_2}$$

Bài 2.6. Cho mạch điện như hình (H.2.35). Tụ C chưa được nạp điện trước. Tại thời điểm $t=0$, người ta đóng khóa K. Đến thời điểm $t= t_0$, lúc mạch đã đạt tới trạng thái ổn định, người ta mở khóa K.

1. Hãy giải thích sự hoạt động của mạch để suy ra dạng của các tín hiệu đáp ứng u_1, u_2 .

2. Ứng dụng các kết quả đã được suy ra trong giáo trình, hãy viết biểu thức của các tín hiệu đáp ứng u_1, u_2 . Hãy so sánh kết quả tìm được với dạng tín hiệu được suy đoán từ câu 1.

3. Nếu khóa K được mở ra vào thời điểm $t = t_1$, lúc mạch chưa đạt đến trạng thái ổn định thì câu trả lời cho các câu hỏi 1 và 2 phải được điều chỉnh như thế nào?



(H.2.35)

Bài làm

1. Giải thích sự hoạt động của mạch:

+ Lúc $t < 0$: khóa K hở, trong mạch không có dòng điện.

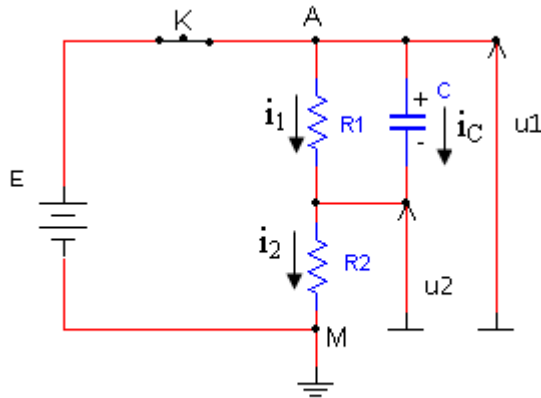
$$u_1 = u_2 = 0$$

+ Tại thời điểm $t = 0^+$, khóa K được đóng.

$$u_1(0^+) = E \quad (\text{do mạch được nối nguồn})$$

$$u_2(0^+) = E \quad (\text{do hiệu điện thế giữa 2 đầu tụ không thể thay đổi một cách đột ngột})$$

Lúc này: xem hình sau:



- Giữa 2 đầu điện trở R_1 không có hiệu điện thế nên chưa có dòng điện i_1 .

$$i_1(0^+) = 0$$

- Giữa 2 đầu điện trở R_2 xuất hiện dòng điện i_2 .

$$i_2(0^+) = \frac{E}{R_2}$$

- Dòng điện $i_2(0^+)$ chính là dòng điện nạp cho tụ C lúc khởi đầu.

$$i_c(0^+) = i_2(0^+) = \frac{E}{R_2}$$

+ Khi $0 < t < t_0$: Khóa K vẫn ở vị trí 1.

- u_1 giữ giá trị không đổi, luôn luôn bằng E.

- Tụ C nạp điện làm u_c tăng theo dạng hàm mũ.

- Dòng điện i_1 qua R_1 tăng dần theo dạng hàm mũ.

Ta có:

$$u_1 = u_c + u_2$$

$$\Rightarrow u_2 = u_1 - u_c$$

- Do u_c tăng theo dạng hàm mũ nên u_2 sẽ giảm theo dạng hàm mũ.

+ Khi $t = t_0^-$: Mạch đạt trạng thái ổn định

- Tụ C đã nạp điện đầy.
- Dòng điện qua tụ bị triệt tiêu.

$$i_c = 0$$

- Dòng điện qua R_1 cũng là dòng điện qua R_2 . Mạch có dạng là mạch phân áp.

$$i_1 = i_2 = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

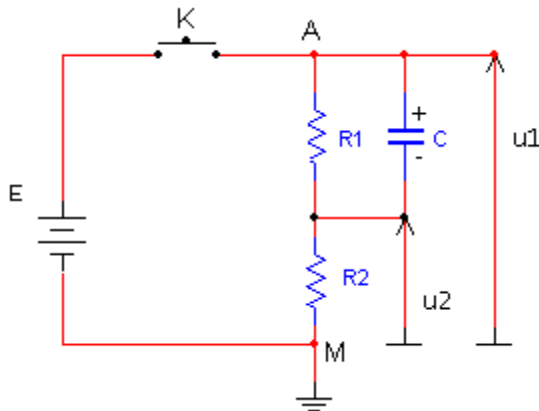
- Điện thế u_2 sẽ đạt giá trị cho bởi mạch phân áp R_1, R_2 .

$$u_1(t_0^-) = E$$

$$u_2(t_0^-) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

$$u_c(t_0^-) = u_1(t_0^-) - u_2(t_0^-) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E \quad (1)$$

+ Khi $t = t_0^+$: Khóa K hở.



$$u_1(t_0^+) = E$$

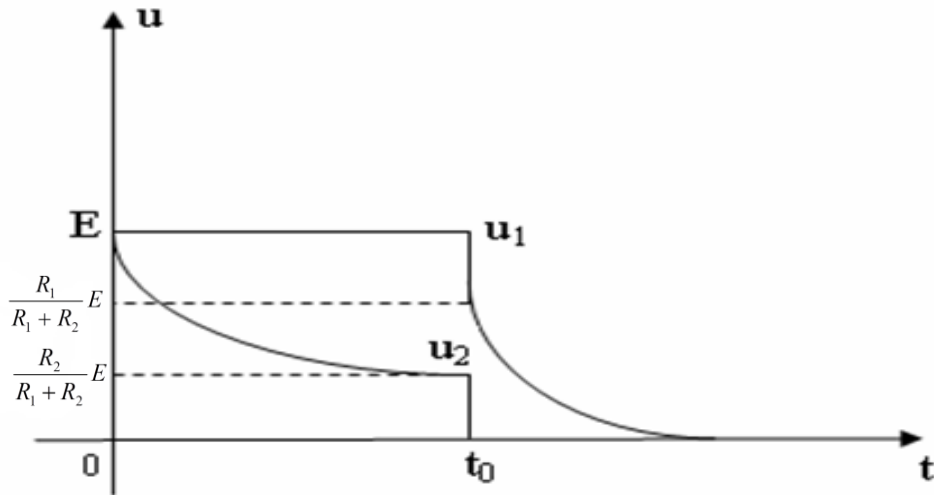
Do hiệu điện thế giữa hai đầu tụ không thể thay đổi đột ngột.

$$u_1(t_0^+) = u_2(t_0^+) + u_c(t_0^-)$$

$$\Rightarrow u_2(t_0^+) = u_1(t_0^+) - u_c(t_0^-) = E - \frac{R_1}{R_1 + R_2} E = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

+ Khi $t > t_0$: Khóa K hở.

- Không có dòng điện qua R_2 : $u_2(t) = 0$
- Tụ C phóng điện qua R_1 , $u_1(t) = u_c(t)$ giảm theo hàm mũ.
- Từ các lý luận trên ta có thể suy ra các tín hiệu u_1, u_2 có dạng như hình sau:



2. Viết biểu thức của các tín hiệu u_1, u_2 :

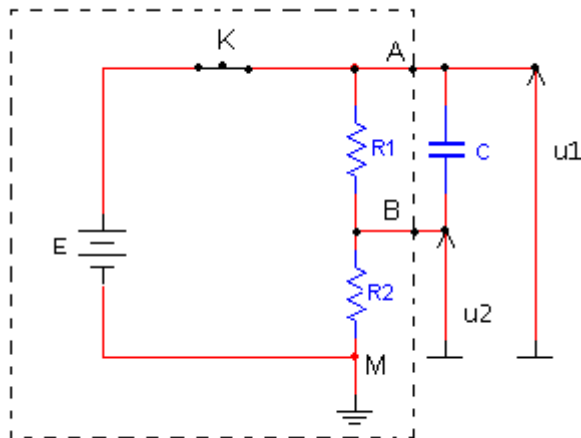
+ Lúc $t < 0$: Chưa đóng khóa K.

$$u_1(t) = u_2(t) = 0$$

+ Khi $0 < t < t_0$: Đóng khóa K.

Mạch điện có dạng như hình dưới. Ta có :

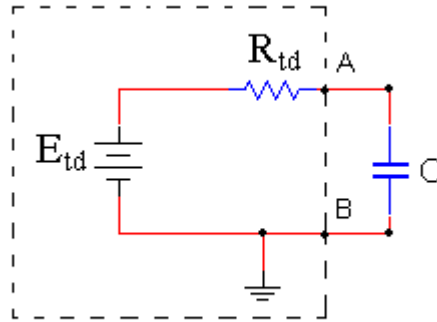
$$u_1(t) = Eu_0(t)$$



Ứng dụng định lý Thevenin, mạch tương đương có dạng như hình sau. Với

$$R_{td} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$E_{td} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E$$



Mạch điện ở hình trên là mạch cơ bản. Tụ C sẽ nạp qua điện trở R_{td} .
Hiệu điện thế giữa hai đầu tụ C:

$$u_C(t) = E_{td} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) u_0(t)$$

$$\text{với } \tau = \frac{1}{R_{td} \cdot C}$$

Ta có:

$$\begin{aligned} u_1(t) &= E u_0(t) \\ \Rightarrow u_2(t) &= u_1(t) - u_C(t) \\ &= E u_0(t) - E_{td} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) u_0(t) \\ &= E u_0(t) - \frac{R_1}{R_1 + R_2} E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) u_0(t) \end{aligned}$$

+ Tại $t = 0^+$:

$$\begin{aligned} u_C(0^+) &= 0 \\ u_1(0^+) &= E \\ u_2(0^+) &= u_1(0^+) - u_C(0^+) = E \end{aligned}$$

+ Tại $t = t_0^-$: Mạch đạt trạng thái ổn định, tụ nạp đầy.

$$\begin{aligned} u_C(t_0^-) &= E_{td} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E \\ u_1(t_0^-) &= E \\ u_2(t_0^-) &= u_1(t_0^-) - u_C(t_0^-) = E - \frac{R_1}{R_1 + R_2} E = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} \end{aligned}$$

+ Khi $t > t_0$: Khóa K hở.

Do không có dòng điện qua R_2 nên $u_2(t) = 0$.

$u_2(t)$ giảm đột ngột từ $\frac{R_2}{R_1 + R_2} E$ xuống 0 nên $u_1(t)$ cũng giảm đột ngột một lượng $\frac{R_2}{R_1 + R_2} E$ xuống 0 (để bảo toàn điện thế $u_C(t)$).

$$u_2(t_0^+) = 0$$

$$u_1(t_0^+) = u_1(t_0^-) - \frac{R_2}{R_1 + R_2} E = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E$$

$$u_C(t_0^+) = u_1(t_0^+) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E$$

Tụ C phóng điện với điện thế nạp trước

$$u_C(t_0^-) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E \text{ qua } R_1 \text{ nên}$$

$$u_1(t) = u_C(t) = u_C(t_0^+) e^{-\frac{(t-t_0)}{\tau}} u_0(t-t_0)$$

$$\text{Với } \tau = \frac{1}{RC}$$

$$u_2(t) = 0$$

Mọi kết quả được suy ra đều phù hợp với dự đoán ở câu 1.

3. Nếu khóa K được bậc lại vị trí 2 vào thời điểm $t = t_1$ lúc mạch chưa đạt tới trạng thái ổn định thì câu trả lời cho câu 1 và câu 2 phải được sửa là:

$$u_1(t_1^+) = E$$

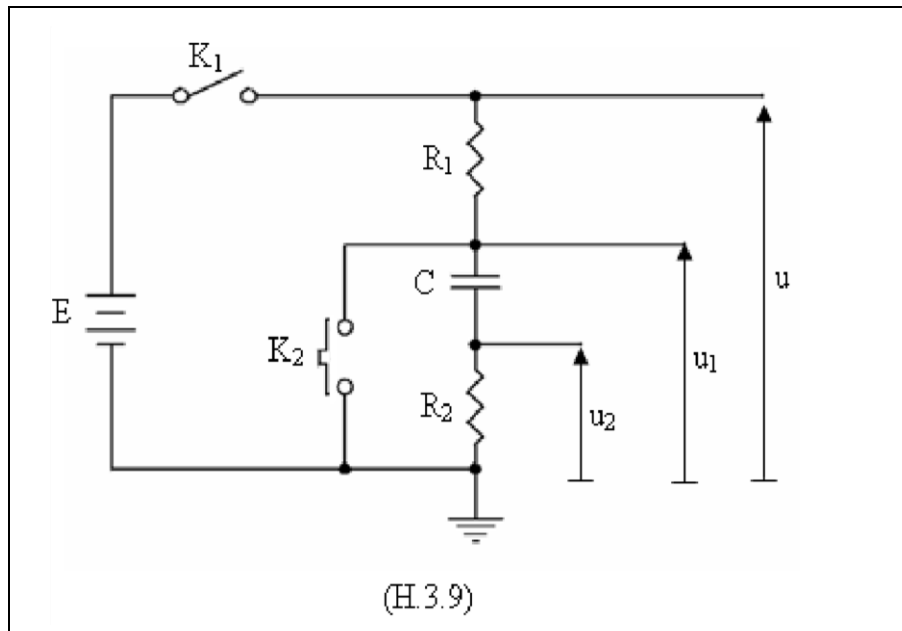
$$u_2(t_1^+) = E - \frac{R_1}{R_1 + R_2} E \left(1 - e^{-\frac{-t}{\tau}} \right)$$

$$u_C(t_1^+) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E \left(1 - e^{-\frac{-t}{\tau}} \right)$$

Bài 3.1. Cho mạch điện như hình (H.3.9). Tụ C chưa được nạp điện trước. Tại thời điểm $t = 0$, người ta đóng khóa K_1 . Tại thời điểm $t = t_0$, khi mạch đã đạt trạng thái ổn định, người ta đóng khóa K_2 . Tại thời điểm $t = t_1$, người ta mở khóa K_2 .

1. Hãy giải thích sự hoạt động của mạch để suy ra dạng của các tín hiệu u , u_1 , u_2 trong 2 trường hợp: trường hợp khóa K_2 được mở ra khi mạch đã đạt đến trạng thái ổn định và trường hợp khóa K_2 được mở ra khi mạch chưa đạt đến trạng thái ổn định.

2. Ứng dụng các kết quả đã được suy ra trong giáo trình, hãy viết biểu thức của các tín hiệu đáp ứng u , u_1 , u_2 ứng với 2 trường hợp trên.



Bài làm

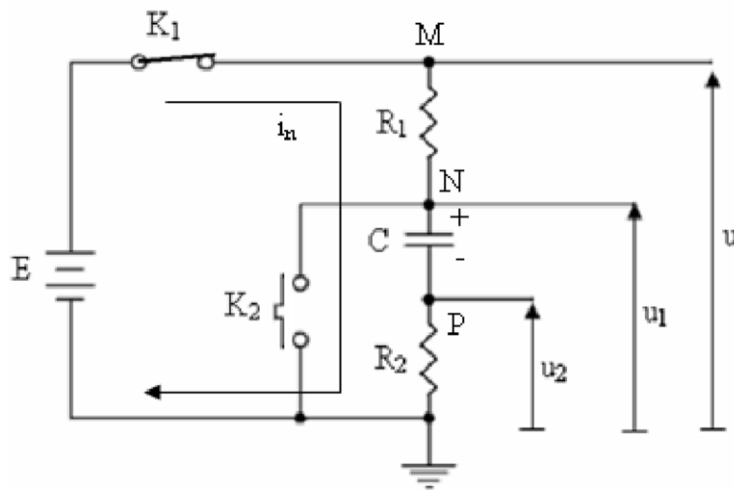
1. Giải thích sự hoạt động của mạch :

+ Lúc $t < 0$: Khóa K_1 và khóa K_2 đều hở.

Mạch hở nên trong mạch không có dòng điện. Tụ C chưa được nạp điện trước. Vậy ta có:

$$u = u_1 = u_2 = 0 \quad (3.80)$$

+ Tại $t = 0^+$: Khóa K_1 vừa được đóng. (H.3.13)



Điểm M được nối với nguồn.

Vì hiệu thế giữa 2 đầu tụ không thể thay đổi đột ngột nên 2 điểm N và P được xem như bị nối tắt. u_1 có giá trị bằng u_2 và được cho bởi mạch phân áp R_1, R_2 .

$$u(0^+) = E \quad (3.81)$$

$$u_1(0^+) = u_2(0^+) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \quad (3.82)$$

Dòng điện trong mạch lúc này và cực đại và tụ C bắt đầu nạp điện.

$$i_n(0^+) = \frac{E}{R_1 + R_2} \quad (3.83)$$

+ Khi $0 < t < t_0$: Đóng khóa K_1 , khóa K_2 hở. (Hình(H.3.13)).

Tụ nạp điện qua 2 điện trở R_1 và R_2 . Hiệu thế giữa 2 đầu tụ tăng theo hàm mũ. Dòng điện nạp cho tụ giảm dần. u không đổi. u_1 tăng dần theo hàm mũ và u_2 giảm dần theo hàm mũ.

+ Tại $t = t_0^-$:

Vì t_0 đủ lớn nên tụ đã nạp đầy, dòng điện trong mạch sẽ không còn. Ta có:

$$u_1(t_0^-) = u_C(t_0^-) = u(t_0^-) = E \quad (3.84)$$

$$u_2(t_0^-) = 0 \quad (3.85)$$

Ghi chú: Nếu t_0 không đủ lớn thì tụ nạp chưa đầy. Giữa 2 đầu tụ sẽ có một hiệu thế U_0 nào đó. u_1 và u_2 cũng có những giá trị nhất định.

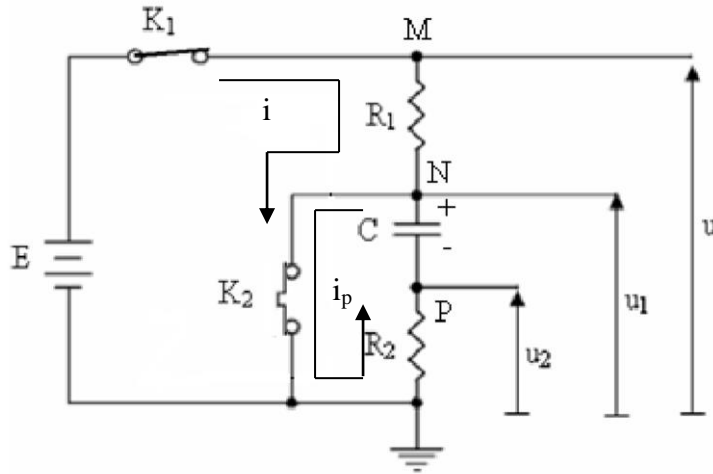
$$u(t_0^-) = E \quad (3.86)$$

$$u_C(t_0^-) = U_0 \quad (3.87)$$

$$u_1(t_0^-) = u_2(t_0^-) + u_C(t_0^-) \quad (3.88)$$

$$u_1(t_0^-) = u_2(t_0^-) + U_0 \quad (3.89)$$

+ Tại $t = t_0^+$: Vừa đóng khóa K_2 , khóa K_1 vẫn đóng. (Hình(H.3.14)).



(H.3.14)

Điểm M vẫn được nối với nguồn nên u vẫn bằng E . Điểm N được nối với mass nên u_1 sẽ bằng 0. Do hiệu thế giữa 2 đầu tụ không thể thay đổi đột ngột nên u_2 sẽ giảm đến $-E$.

$$u(t_0^+) = E \quad (3.90)$$

$$u_1(t_0^+) = 0 \quad (3.91)$$

$$u_2(t_0^+) = -E \quad (3.92)$$

$$u_C(t_0^+) = E \quad (3.93)$$

+ Khi $t_0 < t < t_1$: Cả 2 khóa đều được đóng. (H.3.14).
 u vẫn giữa bằng E , u_1 vẫn bằng 0. Tụ C phóng điện qua điện trở R_2 với dòng điện phóng i_p giảm dần theo hàm mũ làm u_C giảm dần và u_2 bớt âm dần.

+ Tại $t = t_1^-$: u_1 vẫn bằng 0.

- Nếu đến thời điểm này tụ C chưa phóng hết điện, giữa 2 đầu tụ C vẫn còn một hiệu thế U_1 thì u_2 vẫn còn âm và sẽ có giá trị là $-U_1$.

$$u_C(t_1^-) = U_1 \quad (3.94)$$

$$u_2(t_1^-) = -U_1 \quad (3.95)$$

- Nếu đến thời điểm này tụ C đã phóng hết điện thì :

$$u_C(t_1^-) = u_2(t_1^-) = 0 \quad (3.96)$$

+ Tại $t = t_1^+$: Vừa mở khóa K_2 , khóa K_1 vẫn đóng. Mạch có dạng như hình (H.3.13).

Tụ C bắt đầu nạp điện trở lại qua 2 điện trở R_1 và R_2 nối tiếp, với hiệu thế ban đầu giữa 2 đầu tụ là $u_C(t_1^-)$ được cho bởi (3.94) hoặc (3.96).

Dòng điện nạp cho tụ tại thời điểm này có giá trị bằng đúng với giá trị của dòng điện tại thời điểm t' , với $0 < t' < t_0$, lúc tụ nạp được một hiệu thế $u_C(t') = u_C(t_1^-)$.

Vậy với : $u_C(t_1) = u_C(t')$ (3.97)

thì $i_n(t_1^+) = i_n(t')$ (3.98)

Suy ra : $u_1(t_1^+) = u_1(t')$ (3.99)

$$u_2(t_1^+) = u_2(t') \quad (3.100)$$

- Nếu tại t_1 tụ chưa phóng hết điện, $u_C(t_1)$ được cho bởi (3.94), thì u_1 sẽ tăng đột ngột từ 0 đến giá trị cho bởi (3.99) và u_2 sẽ tăng đột ngột từ $-U_1$ đến giá trị cho bởi (3.100).

- Nếu tại t_1 tụ đã phóng hết điện, $u_C(t_1) = 0$, thì trạng thái của mạch sẽ giống y như trạng thái tại thời điểm $t = 0^+$, nghĩa là u_1 và u_2 cùng tăng từ 0 lên giá trị được cho bởi mạch phân áp R_1, R_2 .

$$u_1(t_1^+) = u_2(t_1^+) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \quad (3.101)$$

+ Khi $t > t_1$: Khóa K_1 vẫn đóng, khóa K_2 hở. (Hình (H.3.13)).

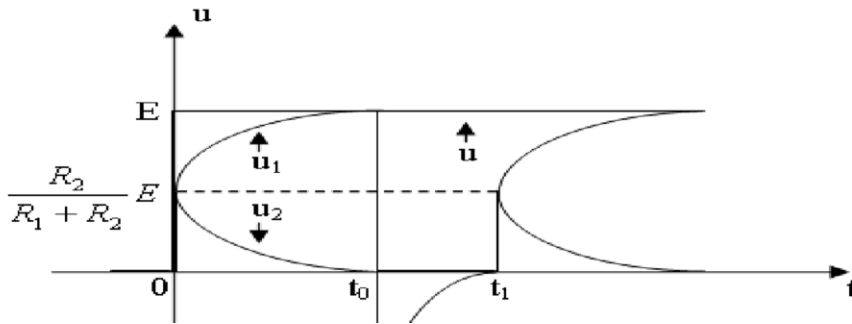
Tụ C tiếp tục nạp điện qua các điện trở R_1 và R_2 cho đến khi tụ nạp đầy giống như giai đoạn $0 < t < t_0$. Mạch sẽ đạt đến trạng thái ổn định khi :

$$u_1 = u_C = u = E \quad (3.102)$$

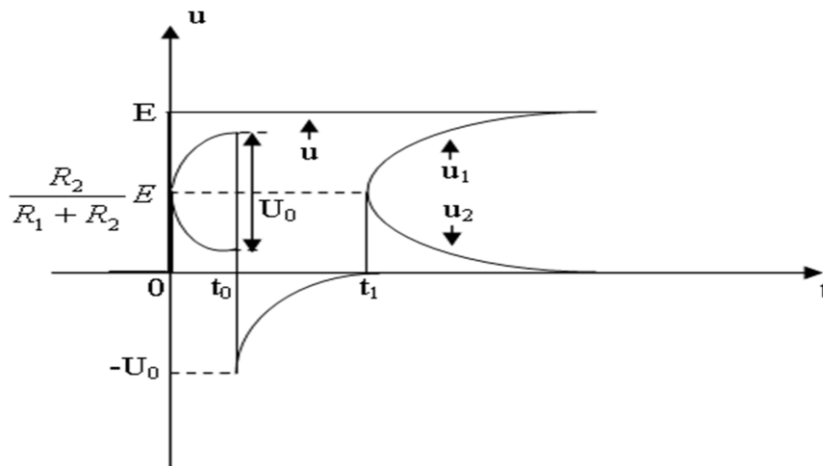
$$u_2 = 0 \quad (3.103)$$

Từ suy luận trên ta có thể suy ra dạng của các tín hiệu như sau :

t_0
và

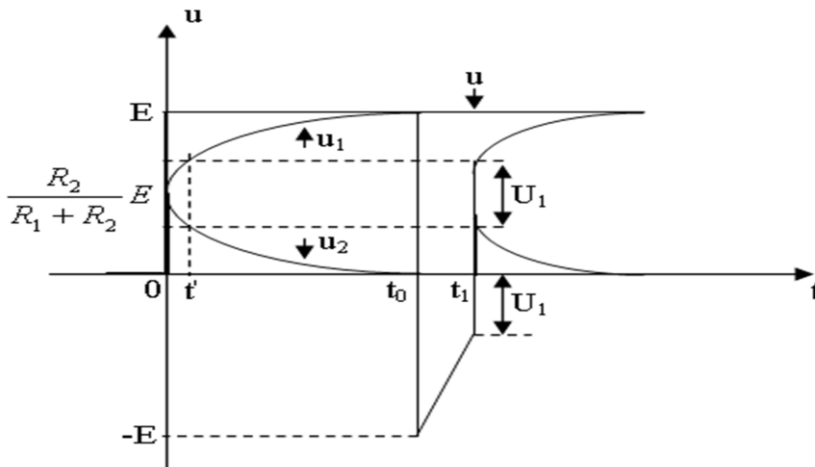


Trường hợp tại
t₁ tụ đã
phóng hết điện



Trường hợp tại
t₀ tụ chưa
 nạp đầy và
 tại t₁ tụ
 đã phóng
 hết điện

(H.3.16)



Trường hợp tại
t₀ tụ đã
 nạp đầy
 và tại t₁
 tụ chưa
 phóng hết
 điện

(H.3.17)

2. Viết biểu thức của các tín hiệu :

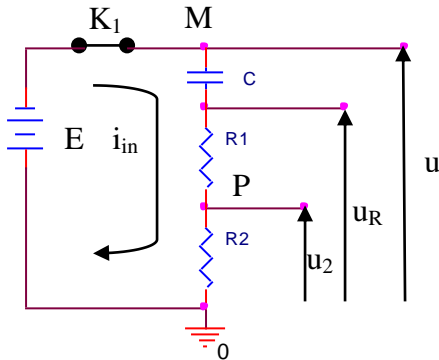
+ Lúc $t < 0$: Khóa K_1 và khóa K_2 đều hở.

Mạch hở nên trong mạch không có dòng điện. Tụ C chưa được nạp điện trước. Vậy ta có:

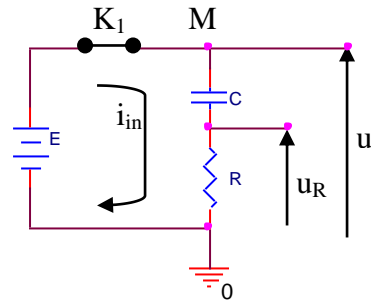
$$u_1 = u_2 = 0 \quad (3.104)$$

+ Khi $0 < t < t_0$: Khóa K được đóng. (Xem hình (H.3.13))

Do các thành phần trong mạch mắc nối tiếp nên ta có thể dời điện trở R_1 đến bên cạnh R_2 (H3.18), để đưa về dạng mạch RC cơ bản (H.3.19). Gọi R là điện trở tương đương của R_1, R_2 mắc nối tiếp và u_R là hiệu thế giữa hai đầu điện trở này. Theo lý thuyết ta có :



H.3.18



H.3.19

$$u = Eu_0(t) \quad (3.105)$$

$$u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})u_0(t) \quad (3.106)$$

$$u_R = E e^{-\frac{t}{\tau}}u_0(t) \quad (3.107)$$

$$\text{Với } \tau = RC = (R_1 + R_2)C \quad (3.108)$$

u_2 được xác định bởi mạch phân áp R_1, R_2 với hiệu thế giữa hai đầu mạch là u_R

$$u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_R \quad (3.109)$$

$$\boxed{u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E e^{-\frac{t}{\tau}} u_0(t)} \quad (3.110)$$

Từ hình (H.3.13) ta thấy :

$$u_1 = u_c + u_2 \quad (3.111)$$

$$\boxed{u_1 = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})u_0(t) + \frac{R_1}{R_1 + R_2} E e^{-\frac{t}{\tau}} u_0(t)} \quad (3.112)$$

- Tại $t = 0^+$: Khóa K_1 vừa được đóng.

Từ các hệ thức (3.105), (3.106), (3.112), và (3.110) ta suy ra :

$$u(0) = E \quad (3.113)$$

$$u_c(0^+) = 0 \quad (3.114)$$

$$u_1(0^+) = u_2(0^+) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \quad (3.115)$$

- Tại $t = t_0^-$:

Nếu $t_0^- \gg \tau$, tụ C đã nạp điện đầy, mạch đã đạt đến trạng thái ổn định, cũng từ các hệ thức (3.105), (3.106), (3.112), và (3.110) ta suy ra :

$$u(t_0^-) = u_C(t_0^-) = u_1(t_0^-) = E \quad (3.116)$$

$$u_2(t_0^-) = 0 \quad (3.117)$$

Nếu t_0^- không quá lớn so với τ , tụ C chưa được nạp điện trước, từ các hệ thức (3.105), (3.106), (3.112), và (3.110) ta có :

$$u(t_0^-) = E \quad (3.118)$$

$$u_C(t_0^-) = U_0 = E(1 - e^{-\frac{t_0^-}{\tau}}) \quad (3.119)$$

$$u_2(t_0^-) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E e^{-\frac{t_0^-}{\tau}} \quad (3.120)$$

$$u_1(t_0^-) = u_2(t_0^-) + U_0 \quad (3.121)$$

+ Khi $t_0 < t_1$ cả 2 khóa đều được đóng (H.3.14)

Trong khoảng thời gian này, M được nối với nguồn, N được nối với mass nên ta có :

$$u = E u_0(t - t_0) \quad (3.122)$$

$$u_1 = 0 \quad (3.123)$$

Tụ C phóng điện qua R_2 . Vậy :

$$u_C = u_C(t_0^-) e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} u_0(t - t_0) \quad (3.124)$$

$$u_2 = -u_C \quad (3.125)$$

$$\text{Với } \tau' = R_2 C \quad (3.126)$$

Trong trường hợp t_0 đủ lớn $u_C(t_0^-)$ được cho bởi (3.116), ta có :

$$\boxed{u_C = E e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} u_0(t - t_0)} \quad (3.127)$$

$$\boxed{u_C = -E e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} u_0(t - t_0)} \quad (3.128)$$

Trong trường hợp t_0 không đủ lớn, $u_C(t_0^-)$ được cho bởi (3.119), ta có :

$$\boxed{u_C = U_0 e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} u_0(t - t_0)} \quad (3.129)$$

$$\boxed{u_C = -U_0 e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} u_0(t - t_0)} \quad (3.130)$$

- Tại $t = t_0^+$: Lúc vừa đóng khóa K_2 .

Nếu t_0 đủ lớn, từ các biểu thức (3.122), (3.123), (3.127) và (3.128) ta có:

$$u(t_0^+) = E \quad (3.131)$$

$$u_1(t_0^+) = 0 \quad (3.132)$$

$$u_2(t_0^+) = -E \quad (3.133)$$

$$u_c(t_0^+) = E \quad (3.134)$$

(Ghi chú thêm) : Nếu t_0 không đủ lớn, từ các biểu thức (3.122), (3.123), (3.129) và (3.130), ta có:

$$u(t_0^+) = E \quad (3.135)$$

$$u_1(t_0^+) = 0 \quad (3.136)$$

$$u_2(t_0^+) = -U_0 \quad (3.137)$$

$$u_c(t_0^+) = U_0 \quad (3.138)$$

+ Tại $t = t_1^-$:

Nếu $t_1 - t_0 \gg \tau$, tụ C đã phóng hết điện (xem hình (H.3.15) và (H.3.16), từ các hệ thức (3.122), (3.123), (3.127), (3.128), (3.129) và (3.130), ta suy ra:

$$u(t_1^-) = E \quad (3.139)$$

$$u_1(t_1^-) = 0 \quad (3.140)$$

$$u_2(t_1^-) = 0 \quad (3.141)$$

$$u_c(t_1^-) = 0 \quad (3.142)$$

Nếu $t_1 - t_0$ không đủ lớn so với τ , tụ C chưa phóng hết điện (xem hình (H.3.15)), từ các hệ thức (3.122), (3.123), (3.127) và (3.128), ta suy ra:

$$u(t_1^-) = E \quad (3.143)$$

$$u_1(t_1^-) = 0 \quad (3.144)$$

$$u_2(t_1^-) = Ee^{-\frac{t_1-t_0}{\tau}} \quad (3.145)$$

$$u_c(t_1^-) = -Ee^{-\frac{t_1-t_0}{\tau}} \quad (3.146)$$

+ Khi $t > t_1^-$: Mở khóa K_2 , K_1 vẫn được đóng. (H.3.13).

Tụ C nạp điện trở lại qua các điện trở R_1 , R_2 mắc nối tiếp.

Trường hợp tụ C đã phóng điện xong: Tụ C nạp điện trở lại từ đầu giống như trong khoảng thời gian $0 < t < t_0$. Ta có kết quả tương tự như (3.105), (3.106), (3.110) và (3.112).

$$(3.147)$$

$$u_c = E(1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})u_0(t-t_1) \quad (3.148)$$

$$u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} Ee^{-\frac{t-t_1}{\tau}} u_0(t-t_1) \quad (3.149)$$

$$u_1 = E(1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})u_0(t-t_1) + \frac{R_2}{R_1 + R_2} Ee^{-\frac{t-t_1}{\tau}} u_0(t-t_1) \quad (3.149)$$

- Tại $t = t_1^+$ ta cũng có kết quả tương tự như (3.113), (3.114), (3.115).

$$u(t_1^+) = E \quad (3.151)$$

$$u_c(t_1^+) = 0 \quad (3.152)$$

$$u_1(t_1^+) = u_2(t_1^+) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E \quad (3.153)$$

Trường hợp tụ C chưa phóng điện xong: Tụ C nạp điện lại giá trị U_1 được cho bởi (3.145). Điều này tương đương với việc tụ C nạp điện thêm từ một nguồn có giá trị $E - U_1$ (Xem phần I – Chương 3 Giáo trình Kỹ Thuật Xung). Trong các hình vẽ (H.3.18) và (H.3.19) ta sẽ thay nguồn E bằng $E - U_1$. Ta thu được kết quả:

$$u = Eu_0(t-t_1) \quad (3.154)$$

$$u_c = (E - U_1)(1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})u_0(t-t_1) + U_1u_0(t-t_1) \quad (3.155)$$

Hoặc:

$$u_c = E(1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})u_0(t-t_1) - U_1e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}u_0(t-t_1) \quad (3.156)$$

$$u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2}(E - U_1)e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}u_0(t-t_1) \quad (3.157)$$

$$u_1 = E(1 - e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})u_0(t-t_1) + U_1e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}u_0(t-t_1) + \frac{R_2}{R_1 + R_2}(E - U_1)e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}u_0(t-t_1) \quad (3.158)$$

Hoặc:

$$u_1 = E(1 - \frac{R_2}{R_1 + R_2}e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})u_0(t-t_1) + U_1(1 - \frac{R_2}{R_1 + R_2}e^{-\frac{t-t_1}{\tau}})u_0(t-t_1) \quad (3.159)$$

- Tại $t = t_1^+$: Từ các hệ thức từ (3.154) đến (3.159) suy ra:

$$u(t_1^+) = E \quad (3.160)$$

$$u_c(t_1^+) = U_1 \quad (3.161)$$

$$u_1(t_1^+) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E + \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_1 \quad (3.162)$$

$$u_2(t_1^+) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E - \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_1 \quad (3.163)$$

Ghi chú: Các kết quả (3.162) và (3.163) cho thấy $u_1(t_1^+)$ và $u_2(t_1^+)$ nằm 2 bên giá trị được cho bởi mạch phân áp R_1, R_2 . Ngoài ra $u_1(t_1^+)$ và $u_2(t_1^+)$ còn bằng với giá trị của u_1 và u_2 tại thời điểm t' , nơi đó tụ C vừa nạp một hiệu điện thế U_1 .

Thật vậy, gọi t' là thời điểm khi tụ C nạp hiệu điện thế U_1 . Từ các hệ thức (3.106), (3.110), (3.112) ta suy ra:

$$u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})u_0(t) \Rightarrow u_c(t') = E(1 - e^{-\frac{t'}{\tau}}) = U_1 \quad (3.164)$$

$$u_1 = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})u_0(t) + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E e^{-\frac{t}{\tau}} u_0(t) \Rightarrow u_1(t') = E(1 - e^{-\frac{t'}{\tau}}) + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E e^{-\frac{t'}{\tau}} \quad (3.165)$$

$$u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E e^{-\frac{t}{\tau}} u_0(t) \Rightarrow u_2(t') = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E e^{-\frac{t'}{\tau}} \quad (3.166)$$

Biến đổi (3.165) và sử dụng (3.164), ta có:

$$u_1(t') = E(1 - e^{-\frac{t'}{\tau}}) + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E e^{-\frac{t'}{\tau}} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} E + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

$$u_1(t') = E(1 - e^{-\frac{t'}{\tau}}) - \frac{R_2}{R_1 + R_2} E(1 - e^{-\frac{t'}{\tau}}) + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

$$u_1(t') = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E (1 - e^{-\frac{t'}{\tau}}) + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

$$u_1(t') = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E + \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_1 \quad (3.167)$$

Tương tự, biến đổi (3.166) và sử dụng (3.163), ta có:

$$u_2(t') = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E e^{-\frac{t'}{\tau}} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} E + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

$$u_2(t') = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} E(1 - e^{-\frac{t'}{\tau}}) + \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

$$u_2(t') = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E - \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_1 \quad (3.168)$$

So sánh (3.167) và (3.162), (3.168) và (3.163), ta được:

$$u_1(t_1^+) = u_1(t') \quad (3.169)$$

$$u_2(t_1^+) = u_2(t') \quad (3.170)$$

- Khi $t \rightarrow \infty$: Từ các hệ thức (3.147) đến (3.150), ta suy ra:

$$u(\infty) = E \quad (3.171)$$

$$u_1(\infty) = E \quad (3.172)$$

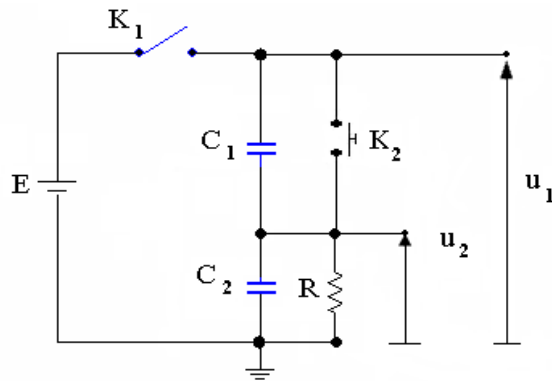
$$u_2(\infty) = E \quad (3.173)$$

$$u_c(\infty) = 0 \quad (3.174)$$

Bài 3.2. Cho mạch điện như hình (H.3.10). Tụ C chưa nạp điện trước. Tại thời điểm $t=0$, người ta đóng khóa K_1 . Tại thời điểm $t=t_0$, khi mạch đã đạt trạng thái ổn định, người ta đóng khóa K_2 . Tại thời điểm $t=t_1$, người ta mở khóa K_2 .

1. Hãy giải thích sự hoạt động của mạch để suy ra dạng của các tín hiệu u_1 , u_2 trong 2 trường hợp: trường hợp khóa K_2 được mở ra khi mạch đã đạt đến trạng thái ổn định và trường hợp khóa K_2 được mở khi mạch chưa đạt đến trạng thái ổn định.

2. Ứng dụng các kết quả đã suy ra trong giáo trình, hãy viết biểu thức của các tín hiệu đáp ứng u_1, u_2 ứng với 2 trường hợp trên.



(H.3.10)

Bài làm

1. Giải thích sự hoạt động của mạch :

+ Khi $t < 0$: Khóa K_1 và K_2 đều hở ,chưa có dòng điện qua mạch nên:

$$u_1 = u_2 = 0$$

+ Khi $t = 0^+$:đóng khóa K_1 .Ta có hình sau:

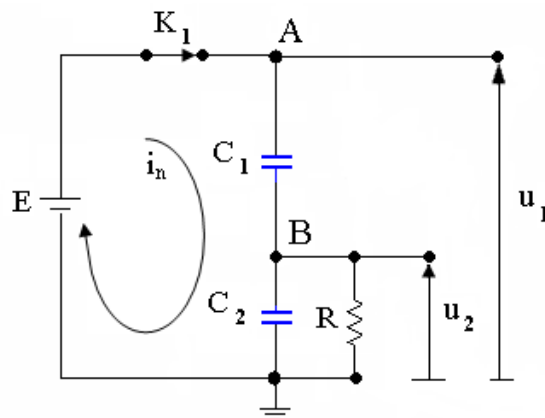
Điểm A được nối với nguồn.

Vì hiệu điện thế giữa 2 tụ C_1, C_2 không thể thay đổi một cách đột ngột nên xem như nối tắt:

$$u_1(0^+) = E \quad (\text{do mạch được cấp nguồn})$$

$$u_2(0^+) = E \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

+ Khi $0 < t < t_0$: Đóng khóa K_1 , khóa K_2 hở. Hình sau:



- Tụ C_1, C_2 nạp điện, hiệu điện thế giữa hai đầu tụ tăng theo hàm mũ. Dòng điện nạp cho tụ giảm dần. u_1 không đổi, luôn luôn bằng E . u_2 giảm dần theo hàm mũ.

+ Khi $t = t_0^-$:

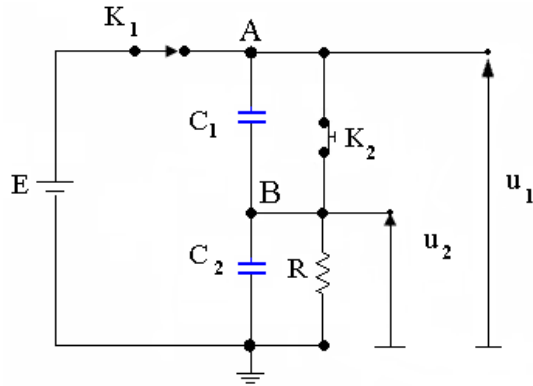
Vì t_0 đủ lớn nên tụ đã nạp đầy, dòng điện trong mạch sẽ không còn. Ta có:

$$u_1(t_0^-) = E$$

$$u_{C_1}(t_0^-) = E$$

$$u_{C_2}(t_0^-) = u_2(t_0^-) = 0 \text{ (giảm dần về 0)}$$

+ Khi $t = t_0^+$: Vừa đóng khóa K_2 , khóa K_1 vẫn đóng.



- Điểm A vẫn nối với nguồn nên u_1 vẫn bằng E .

$$u_1(t_0^+) = E$$

$$u_2(t_0^+) = 0$$

$$u_{C_1}(t_0^+) = E$$

+ Khi $t_0 < t < t_1$: Cả hai khóa đều được đóng.

$$u_1 = E$$

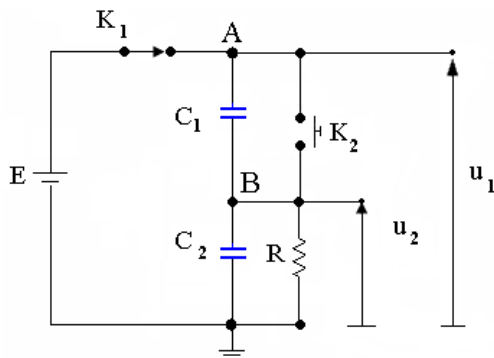
Tụ C_1 phóng điện qua tụ C_2 và điện trở $R \Rightarrow u_2$ tăng dần theo hàm mũ

+ Tại $t = t_1^-$:

- u_1 vẫn bằng E

- u_2 tăng dần theo hàm mũ với biên độ $E \frac{C_1}{C_1 + C_2}$

+ Tại $t = t_1^+$: Vừa mở khóa K_2 , K_1 vẫn đóng.



- Tụ C_1 bắt đầu nạp điện trở lại

- Ta có: $u_1 = u_{C_1} + u_2$, $u_1 = E$ không đổi

- u_{C1} tăng dần theo hàm mũ, u_2 sẽ giảm dần theo hàm mũ.

- Nếu tụ C_1 phóng hết điện qua C_2 và R , thì mạch đạt trạng thái ổn định. Lúc này tụ C_1 sẽ nạp điện bình thường như ban đầu theo hàm mũ tăng với biên độ $E \frac{C_1}{C_1 + C_2}$

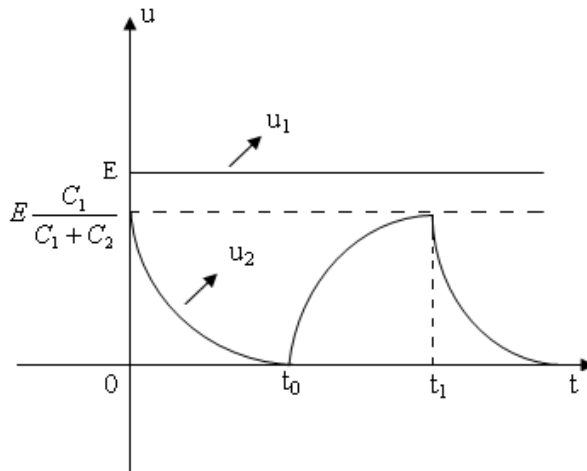
- Nếu tụ C_1 chưa phóng hết điện vẫn còn một hiệu điện thế u_0 nào đó, thì mạch chưa đạt trạng thái ổn định. u_{C1} sẽ tăng theo hàm mũ từ $u_0 \Rightarrow E \frac{C_1}{C_1 + C_2}$ và u_2 sẽ giảm theo hàm mũ

với biên độ $E \frac{C_1}{C_1 + C_2} - u_0$

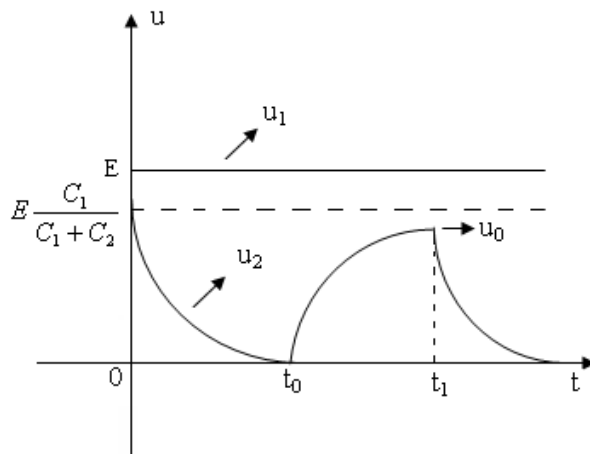
+ Khi $t > t_1$: Khóa K_1 vẫn đóng, khóa K_2 hở.

- Tụ C_1 tiếp tục nạp cho đến khi tụ đầy giống như giai đoạn $0 < t < t_0$.

Từ suy luận trên ta có dạng của hai tín hiệu u_1, u_2 .



Mạch đạt trạng thái ổn định



Mạch chưa đạt trạng thái ổn định

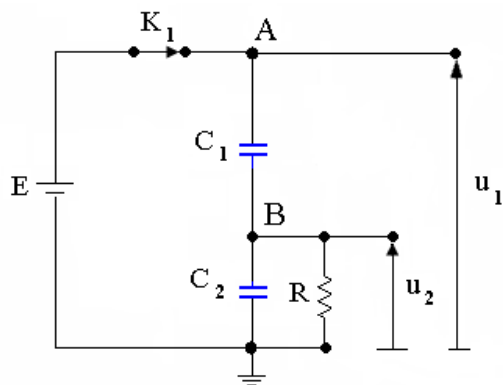
2. Viết biểu thức của các tín hiệu :

+ Tại $t < 0$: Khóa K_1 và K_2 đều hở.

- Tụ C_1, C_2 chưa nạp điện trước, trong mạch không có dòng điện nên:

$$u_1 = u_2 = 0$$

+ Khi $0 < t < t_0$: Khóa K_1 được đóng, K_2 hở.



$$u_1 = E$$

$$u_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} E (e^{-\frac{t}{\tau}}) u_0(t)$$

$$\text{Với } \tau = RC = R \left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \right)$$

+ Tại $t = t_0^+$: Khóa K_1 vừa được đóng, K_2 hở.

$$u_1(0^+) = E$$

$$u_2(0^+) = E \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

+ Tại $t = t_0^-$:

$$u_1(t_0^-) = E$$

$$u_2(t_0^-) \rightarrow 0$$

+ Tại $t_0 < t < t_1$: Khóa K_1 đóng, K_2 đóng.

$$u_1 = E$$

$$u_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} E (e^{-\frac{t}{\tau}}) u_0(t)$$

+ Tại $t = t_0^+$: Lúc vừa đóng khóa K_2 .

$$u_1 = E$$

$$u_2 = 0$$

+ Tại $t = t_1^-$:

$$u_1(t_1^-) = 0$$

$$u_2(t_1^-) = \frac{C_1}{C_1 + C_2} E(e^{-\frac{t}{\tau}})u_0(t)$$

+ Tại $t < t_1$: Khóa K_1 đóng, K_2 hở.

- Mạch đạt trạng thái ổn định

$$u_1 = E$$

$$u_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} E(e^{-\frac{t}{\tau}})u_0(t)$$

- Mạch chưa đạt trạng thái ổn định

$$u_1 = E$$

$$u_2 = U_0(e^{-\frac{t}{\tau}})u_0(t)$$

+ Tại $t = t_1^+$:

- Mạch đạt trạng thái ổn định

$$u_1(t_1^+) = E$$

$$u_2(t_1^+) = E \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

- Mạch chưa đạt trạng thái ổn định

$$u_1(t_1^+) = E$$

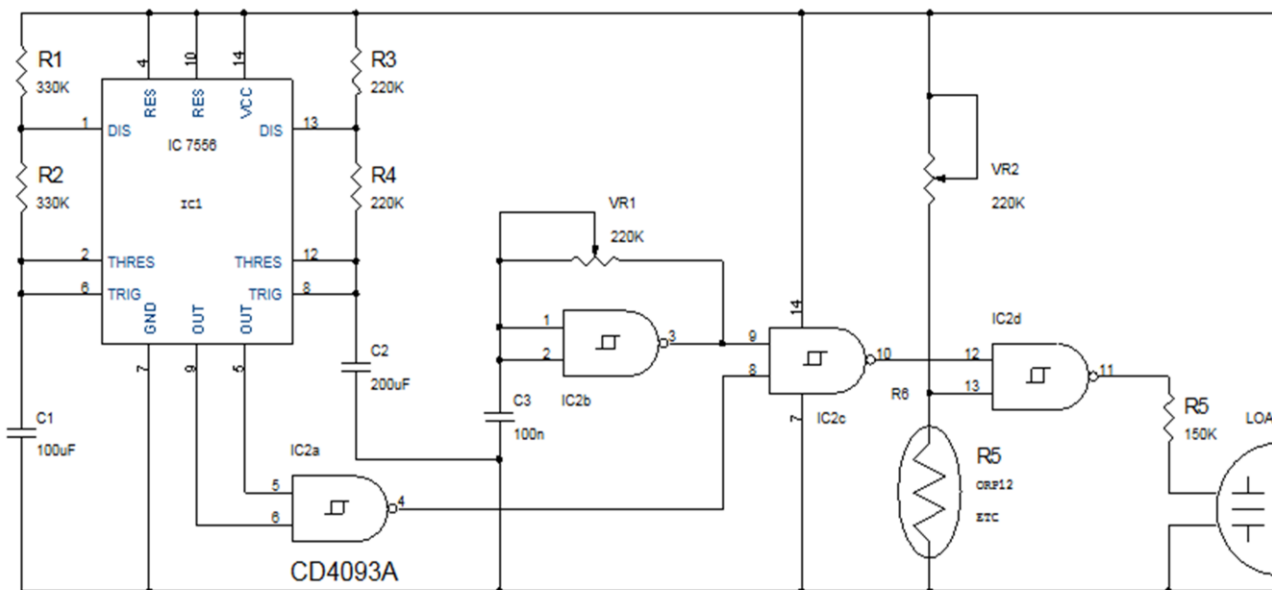
$$u_2(t_1^+) = U_0$$

+ Tại $t \rightarrow \infty$:

$$u_1(\infty) = E$$

$$u_2(\infty) \rightarrow 0$$

Bài 5.3. Hình (H.5.27) là sơ đồ nguyên lý của một mạch đuổi muỗi (Trích từ tạp chí ĐIỆN TỬ số tháng 5/2000-63).



(H.5.27)

IC 7556 được sử dụng trong mạch thuộc họ IC định thời, gồm 2 IC 555 đóng chung trong một vỏ.

a- Sinh viên hãy suy luận để suy ra chức năng của chân 3 và 11. Hãy cho nhận xét về cách bố trí các chân của IC 7556.

b- Sinh viên hãy xác định các mạch điện cơ bản được sử dụng trong sơ đồ và nêu nhiệm vụ của các linh kiện có trong sơ đồ.

c- Hãy vẽ dạng của các tín hiệu tại các ngõ ra của các IC1, IC2a, IC2b, IC2c, IC2d và suy ra nguyên lý hoạt động của mạch đuổi muỗi trên.

Bài làm

a. Chức năng của chân 3 và 11:

IC 7556 gồm 2 IC 555 đóng chung một vỏ \Rightarrow cho nên các chân chức năng của IC 7556 giống như các chân chức năng của IC 555 nhưng với số lượng mỗi chân gấp đôi. Ta sẽ dựa vào cấu tạo của IC 555 để suy ra chức năng chân 3 và 11 của IC 7556.

- IC 555 gồm các chân: Trigger, output, reset, control, threshold và discharge

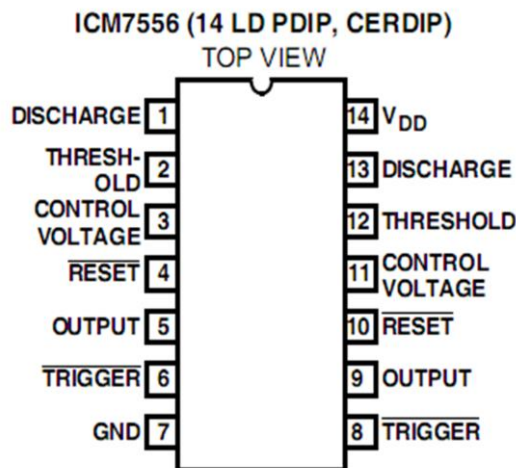
- Trong sơ đồ mạch IC 7556 đã có các chân: Trigger, output, reset, threshold và discharge

+ Như vậy các chân không được vẽ ra là các chân 'control'

\Rightarrow Chân 3 và 11 là 2 chân 'control' của 2 IC 555 bên trong IC 7556

Nhận xét về cách bố trí các chân của IC 7556:

Ta có sơ đồ chân của IC 7556 như sau:



Ta thấy các chân của mỗi IC 555 bên trong IC 7556 được thiết kế trên cùng một dãy chân. Với thiết kế này sẽ tạo thuận tiện cho người thiết kế khi vẽ mạch.

b. Các mạch điện cơ bản có trong sơ đồ:

- IC1 là IC 7556 kết hợp với (C_1, R_1, R_2) tạo thành một mạch dao động đa hài phi ổn và kết hợp với (C_2, R_3, R_4) tạo thêm mạch dao động đa hài phi ổn thứ 2 (kiểu dùng IC 555, vì bên trong IC 7556 là 2 IC 555).

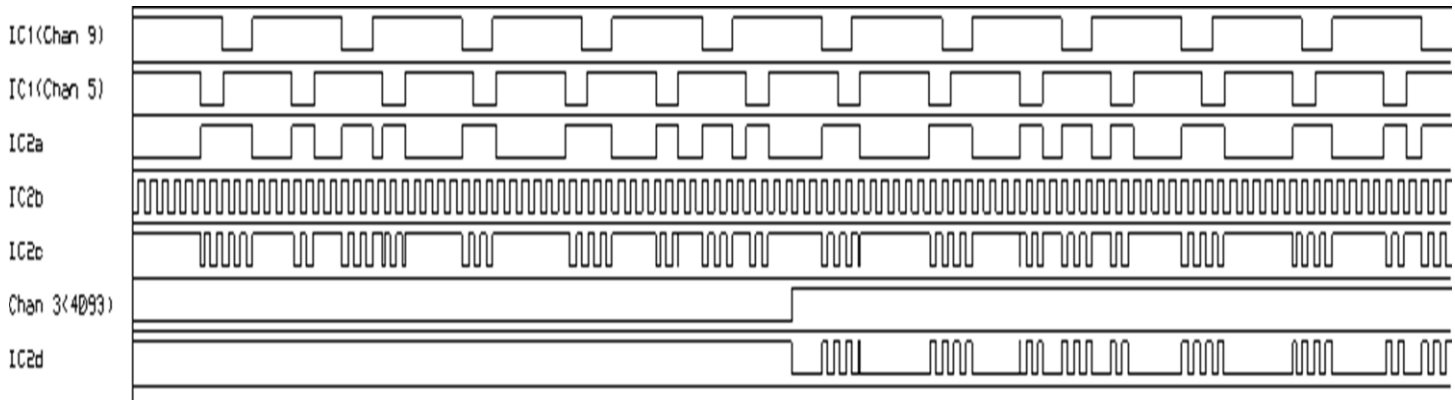
- IC2b kết hợp với ($C_3, VR1$) tạo thành một mạch dao động đa hài phi ổn (kiểu dùng 1 cổng logic) có tần số điều chỉnh được.

- IC2d kết hợp với (VR2, R₅) tạo thành mạch cho phép hoạt động theo nhiệt độ của môi trường.

Nhiệm vụ của các linh kiện:

- IC 7556 tạo ra 2 chuỗi xung tuần hoàn
- R₁, R₂ và C₁ đảm bảo cho mạch dao động đa hài phi ổn hoạt động
- R₃, R₄ và C₂ đảm bảo cho mạch dao động đa hài phi ổn hoạt động
- IC2a, IC2c, IC2d có vai trò là các mạch điều khiển
- IC2b tạo ra chuỗi xung vuông tuần hoàn
- VR1 và C₃ đảm bảo cho mạch dao động đa hài phi ổn hoạt động
- VR2 và R₅ đảm bảo cho mạch hoạt động tự động
- Loa tạo ra sóng siêu âm
- R₆ hạn dòng qua loa

c. Dạng của các tín hiệu tại các ngõ ra của các IC1, IC2a, IC2b, IC2c, IC2d:



Nguyên lý hoạt động của mạch:

- Mạch chuỗi muối hoạt động theo nguyên tắc, ngõ ra của loa tạo ra tần số khoảng 22kHz.

- Hai IC555 bên trong IC 7556 được mắc theo kiểu mạch dao động đa hài phi ổn. IC này sẽ tạo ra 2 chuỗi xung có tần số dao động khác nhau làm ngõ vào cho IC2a.

+ Chuỗi xung thứ nhất được tạo ra ở chân 5 có tần số khoảng 0.0145 Hz ($T = (R_1+2R_2)C_1 \ln 2 = 68.6 \text{ s} \Rightarrow f = 0.0145 \text{ Hz}$)

+ Chuỗi xung thứ hai được tạo ra ở chân 9 có tần số khoảng 0.011Hz ($T = (R_3+2R_4)C_2 \ln 2 = 91.5 \text{ s} \Rightarrow f = 0.011 \text{ Hz}$)

- IC2a là IC cổng NAND 2 ngõ vào, ngõ ra trả về mức 0 khi cả 2 ngõ vào đều bằng 1. IC2a nhận 2 tín hiệu là 2 chuỗi xung từ IC7556 để tạo ra chuỗi xung ngẫu nhiên, có độ rộng xung khác nhau. Chuỗi xung ngẫu nhiên này sẽ là một ngõ vào tín hiệu cho IC2c.

- IC2b là mạch dao động đa hài phi ổn thứ 2 trong mạch. Khối mạch này sẽ tạo ra một chuỗi xung vuông tuần hoàn có tần số điều chỉnh được. Tần số ngõ ra của IC2b phụ thuộc vào giá trị của biến trở VR1. Đây là khối mạch sẽ tạo ra chuỗi xung có tần số cao (khoảng 22kHz) để chuỗi muối. Và chuỗi xung này sẽ là ngõ vào tín hiệu thứ 2 cho IC2c.

- IC2c sẽ lấy tín hiệu được cung cấp từ IC2a dùng như là 1 tín hiệu điều khiển cho phép mở công hay đóng công. Khi tín hiệu từ IC2a ở mức cao thì sẽ

cho phép chuỗi xung có tần 22kHz từ IC2b đi qua và khi tín hiệu từ IC2a ở mức thấp thì ngõ ra của IC2c luôn bằng 1. IC2c có tác dụng tạo ra sẽ ngắt quãng của chuỗi xung 22kHz \Rightarrow khả năng đuổi muỗi sẽ tăng lên.

- Và một điều đặc ở mạch đuổi muỗi này là nó có khả năng tự động tắt mở theo nhiệt độ. Chức năng này được thực hiện bởi IC2d, cũng là cổng NAND có một ngõ vào điều khiển cho phép mở công hay đóng công.

+ Ban ngày nhiệt độ của môi trường cao, cho nên nhiệt trở R_5 sẽ có giá trị thấp. R_5 và VR2 tạo thành cầu phân thế \Rightarrow cho nên ngõ vào điều khiển sẽ có mức logic là 0 \Rightarrow kéo theo ngõ ra của IC2c luôn là mức 1 và loa sẽ không hoạt động

+ Về đêm nhiệt độ của môi trường thấp, cho nên nhiệt trở R_5 sẽ có giá trị cao \Rightarrow cho nên ngõ vào điều khiển sẽ có mức logic là 1 \Rightarrow công được mở cho phép chuỗi xung đuổi muỗi đi qua (được cung cấp từ IC2c), loa sẽ hoạt động và mạch đuổi muỗi sẽ phát huy tác dụng.

Điều tất nhiên là để mạch ngừng hoạt động vào ban ngày và hoạt động vào ban đêm được chính xác thì phải điều chỉnh VR2 có giá trị hợp lý.

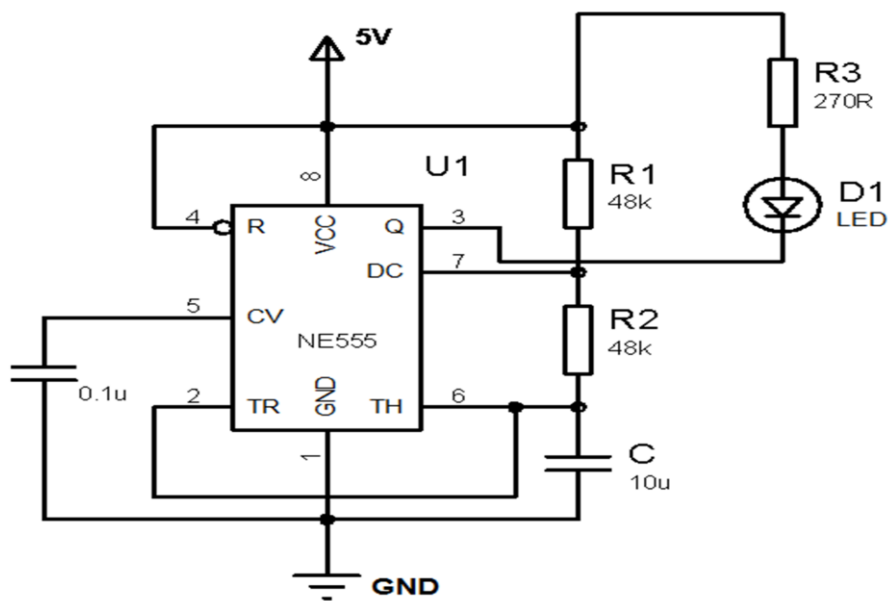
Vì tín hiệu tạo ra là chuỗi xung ngắt quãng cho nên nó sẽ có tác dụng cao hơn so với một chuỗi xung được tạo ra liên tục. Đây là điểm rất hay của mạch

Bài 5.4. Hãy thiết kế một mạch dao động đa hài phi ổn dùng IC 555 để cung cấp tín hiệu cho một đèn LED với các yêu cầu như sau:

Nguồn cung cấp: $V_{cc} = 5V$. Tần số nhấp nháy của đèn khoảng 1 Hz. Trong một chu kỳ, đèn cháy khoảng 1/3 thời gian và tắt khoảng 2/3 thời gian. Đèn LED khi cháy có độ sáng vừa phải.

Bài làm

Mạch được thiết kế có sơ đồ như hình (H.1):



(H.1)

IC 555 tạo thành mạch dao động đa hài phi ổn có tần số phụ thuộc vào thời hằng RC. LED được phân cực như sau:

- + Khi ngõ ra của mạch dao động đa hài phi ổn (chân 3) ở mức cao thì LED tắt
- + Khi ngõ ra của mạch dao động đa hài phi ổn ở mức thấp thì LED cháy

Chu kỳ của tín hiệu tạo ra phụ thuộc vào thời gian nạp và xả của tụ C: + Tụ C sẽ nạp điện qua 2 điện trở R_1 và R_2 , tương ứng với thời gian tụ C nạp thì chân 3 sẽ ở mức cao \Rightarrow LED tắt

+ Tụ C sẽ phóng điện qua điện trở R_2 , tương ứng với thời gian tụ C phóng thì chân 3 sẽ ở mức thấp \Rightarrow LED cháy

Như vậy thời gian LED cháy và tắt sẽ không bằng nhau và thời gian LED tắt sẽ lớn hơn thời gian LED cháy

Chọn linh kiện:

- Dùng IC NE555
 - Chọn R_1 , R_2 , và C sao cho tần số nhấp nháy của đèn khoảng 1Hz
- \Rightarrow Chu kỳ của tín hiệu: $T = 1/f = 1s$

Do trong một chu kỳ, đèn cháy khoảng 1/3 thời gian và tắt khoảng 2/3 thời gian. Gọi T_1 là khoảng thời gian đèn tắt, T_2 là khoảng thời gian đèn cháy

Ta có: $T = T_1 + T_2$

$$\text{Với } T_1 = (R_1 + R_2)C \cdot \ln 2 \quad (\text{thời gian tụ nạp})$$

$$T_2 = R_2 \cdot C \cdot \ln 2 \quad (\text{thời gian tụ xả})$$

Ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} (R_1 + R_2) \cdot C \cdot \ln 2 = 2/3 \\ R_2 \cdot C \cdot \ln 2 = 1/3 \end{cases}$$

Đây là hệ 2 phương trình 3 ẩn số, ta sẽ chọn trước giá trị của C, sau đó suy ra giá trị của R_1 và R_2 :

$$+ C = 0.1\mu\text{F} \Rightarrow R_1 = R_2 = 4,8\text{M}\Omega$$

$$+ C = 1\mu\text{F} \Rightarrow R_1 = R_2 = 480\text{K}\Omega$$

$$+ C = 10\mu\text{F} \Rightarrow R_1 = R_2 = 48\text{K}\Omega$$

$$+ C = 100\mu\text{F} \Rightarrow R_1 = R_2 = 4,8\text{K}\Omega$$

Để mạch chạy tương đối ổn định, R được chọn khoảng vài chục $\text{K}\Omega$ trở lên, vì vậy ta chọn $C = 10\mu\text{F}$ và $R_1 = R_2 = 48\text{K}\Omega$

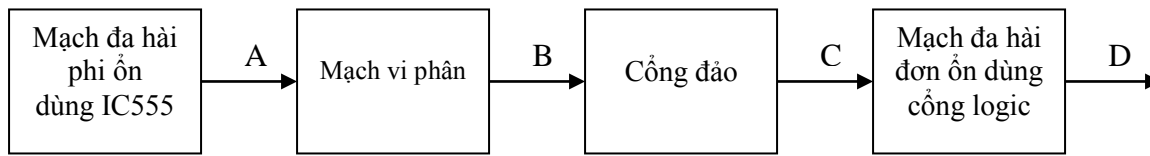
- Phân cực cho LED cháy vừa phải. Hiệu điện thế của nguồn là 5V. Ta chọn dòng điện qua LED khoảng 10 mA để LED đủ sáng nhưng không làm quá hao năng lượng. Hiệu điện thế giữ hai đầu Led khi phân cực thuận là $V_{LED} = 2\text{V}$, giả sử ngõ ra tại chân số 3 của IC555 khi ở mức cao là 5V và ở mức thấp là 0V. Khi đó ta có:

Khi LED cháy: $\frac{V_{cc} - V_{LED}}{R_3} = 10\text{mA} \Rightarrow R_3 = 300\Omega$. Ta chọn $R_3 = 270\Omega$ để Led sáng hơn một

chút.

- Ngoài ra để IC hoạt động tốt ta mắc thêm tụ $0.1\mu\text{F}$ vào chân số 5 của IC 555 để chống nhiễu.

Bài 6.5. Cho mạch điện có sơ đồ khối như hình (H.6.23)

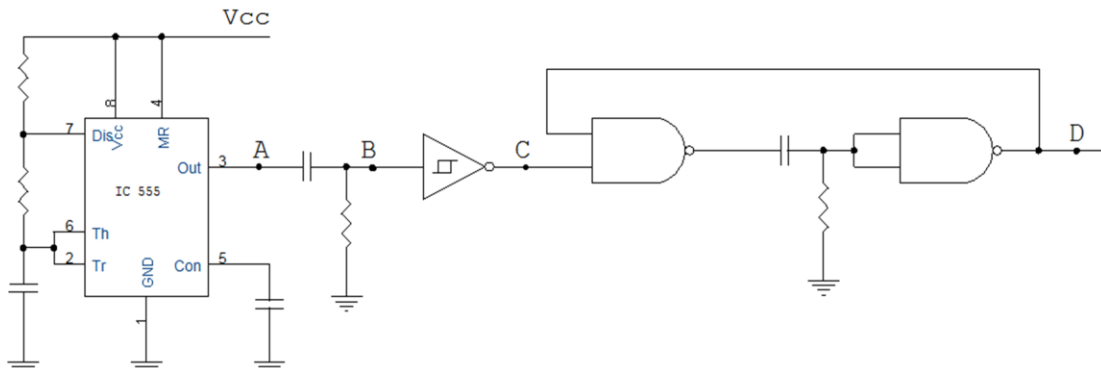


(H.6.23)

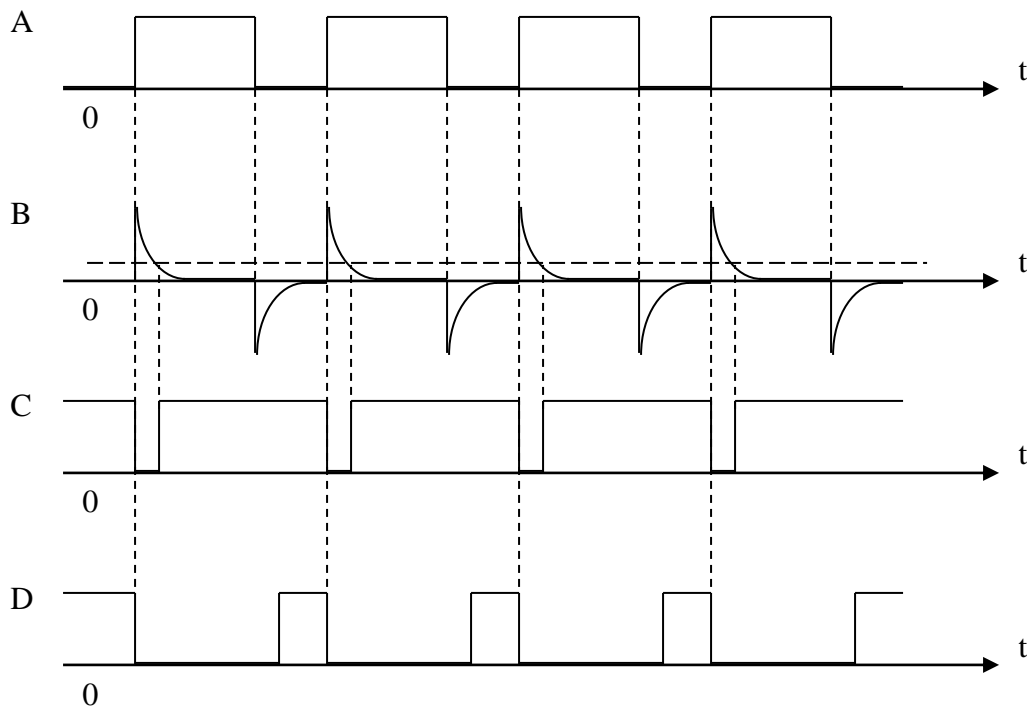
- a- Hãy vẽ sơ đồ chi tiết của mạch điện ở hình (H.6.23).**
b- Hãy vẽ dạng tín hiệu tại các điểm A, B, C, D.

Bài làm

a/ Vẽ sơ đồ chi tiết mạch điện: (H.6.1)

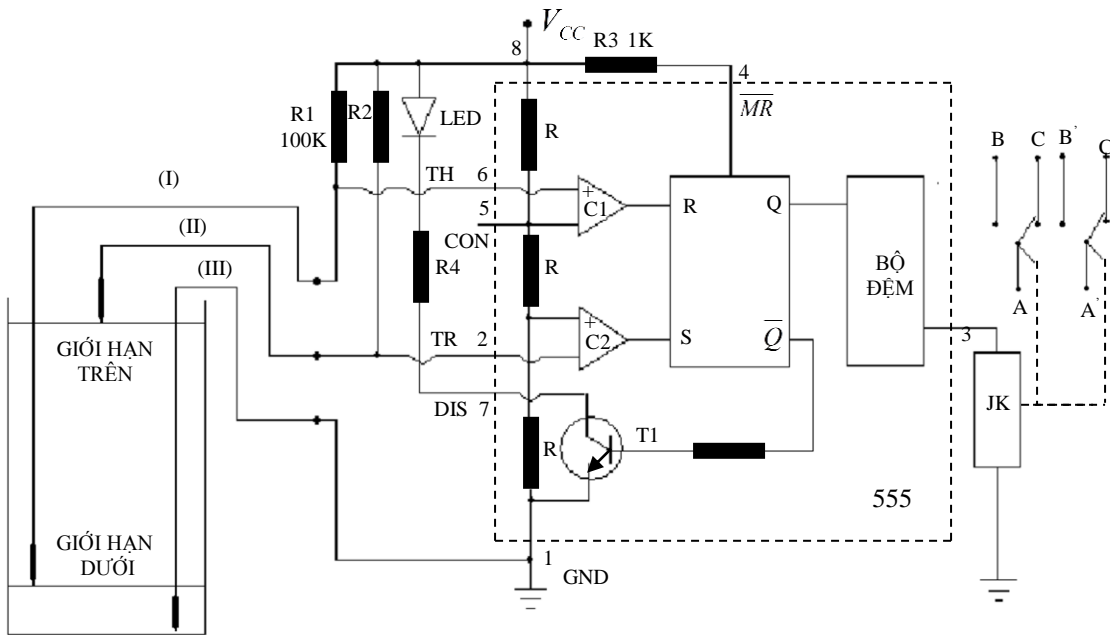


b/ Dạng tín hiệu tại các điểm A, B, C, D: (H.6.2)



(H.6.2)

Bài 7.1. Hình (H.7.15) là sơ đồ nguyên lý của mạch điều khiển máy bơm nước (Trích từ tạp chí Điện Tử số tháng 9/2001 - 40)



(H.7.15)

Sinh viên hãy giải thích nguyên lý hoạt động của mạch và cho biết IC 555 trong mạch này được ráp theo kiểu mạch gì?

Bài làm

- Giải thích nguyên lý hoạt động của mạch:

RESET (4)	TRIGGER (2)	THRESHOLD (6)	FLIP FLOP			TRANS (7)	OUTPUT (3)
			S	R	\bar{Q}		
0	x	x	0	1	1	Bảo hòa	0
1	0	x	1	0	0	Ngung	1
	1	0	0	0	Giữ nguyên trạng thái		
	1	1	0	1	1	Bảo hòa	0

(B.1.1)

(Bảng sự thật IC 555)

+ Giả sử khi cấp nguồn cho mạch bể chưa có nước.

+ Ta có giá trị mức logic của IC 555 như sau:

Chân 2 (TR) ở mức 1 do được treo lên nguồn qua điện trở R_2 .

Chân 6 (TH) ở mức 1 do được treo lên nguồn qua điện trở $R_1=100K$

Dựa vào bảng sự thật của IC 555 \Rightarrow Lúc này transistor T_1 dẫn bão hòa \rightarrow đèn LED sáng và ngõ ra 3 (OUTPUT) ở mức 0, ngõ ra này tác động lên bộ phận điều khiển JK làm cho máy bơm nước hoạt động và nước được bơm vào bể.

+ Khi mực nước trong bể dâng lên đến giới hạn dưới của bể nước, do nước được nối với mass thông qua dây dẫn (III), cho nên khi mực nước chạm vào đầu dây dẫn (I) (dây dẫn (I) nối với chân 6 của IC 555) sẽ làm thay đổi mức logic của chân 6 từ mức 1 xuống mức 0 do điện trở của nước rất bé so với điện trở R_1 . Lúc này chân 2 ở mức 1 và chân 6 ở mức 0 \Rightarrow IC 555 vẫn giữ nguyên trạng thái trước đó, tức là transistor T_1 vẫn chạy bão hòa \rightarrow LED vẫn sáng và ngõ ra 3 vẫn ở mức 0 \rightarrow máy bơm vẫn tiếp tục hoạt động.

+ Đến thời điểm mực nước trong bể dâng lên đến giới hạn trên và chạm vào đầu dây dẫn (II) (dây dẫn (II) được nối với chân 2 của IC 555). Chân 2 xem như được nối mass do nước có điện trở rất nhỏ so với điện trở R_2 . Dựa vào bảng (B.1.1) \Rightarrow transistor T_1 sẽ ngưng \rightarrow LED tắt và ngõ ra 3 sẽ lên mức 1, ngõ ra này sẽ tác động lên bộ phận điều khiển JK làm cho máy bơm ngừng hoạt động. Lúc này bể đã được bơm đầy nước đến giới hạn trên.

+ Khi sử dụng nước trong bể, mực nước trong bể sẽ hạ xuống thấp hơn giới hạn trên. Do nước không còn chạm vào đầu dây dẫn (II) nên chân 2 của IC 555 sẽ lên mức 1 (chân 2 nối lên nguồn qua điện trở R_2) và chân 6 vẫn ở mức 0. Khi chân 2 ở mức 1 và chân 6 ở mức 0 dựa vào bảng (B.1.1) \Rightarrow IC 555 vẫn giữ nguyên trạng thái trước đó: transistor T_1 vẫn ngưng, LED không cháy; ngõ ra 3 ở mức cao và máy bơm không hoạt động.

+ Sau một thời gian sử dụng nước trong bể sẽ vơi dần. Khi nước trong bể bị sử dụng đến thời điểm mực nước hạ thấp hơn giới hạn dưới. Lúc này nước không còn chạm vào đầu dây dẫn (I) \rightarrow chân 6 sẽ lên mức 1 và chân 2 vẫn ở mức 1. Khi chân 2 và chân 6 đều ở mức 1, dựa vào bảng sự thật của IC 555 \Rightarrow transistor T_1 dẫn bão hòa \rightarrow LED cháy sáng và ngõ ra 3 sẽ xuống mức 0. Ngõ ra 3 xuống mức 0 sẽ tác động lên bộ phận điều khiển JK làm máy bơm hoạt động. Nước sẽ được bơm vào bể và chu trình xảy ra tương tự như trên, tức là khi nước được bơm đầy vào bể đến giới hạn trên thì máy bơm sẽ ngừng hoạt động. Mạch điện có chức năng giữa cho mực nước luôn luôn nằm trong khoảng giữa giới hạn trên và giới hạn dưới. Có nghĩa là không để cho nước trong bể bị sử dụng đến cạn và khi bơm nước vào bể thì không để cho nước tràn \Rightarrow Đây là chức năng điều khiển máy bơm của mạch.

- Chức năng của các bộ phận:

- + Bể chứa nước: chứa nước để sử dụng
- + Dây dẫn (I): một đầu nối với chân 6 của IC 555, một đầu được treo ở vị trí giới hạn dưới của bể nước, chân 6 sẽ xuống mức 0 khi nước chạm vào đầu dây này.
- + Dây dẫn (II): một đầu nối vào chân 2 của IC 555, và một đầu được treo ở vị trí giới hạn trên của bể nước, chân 2 sẽ xuống mức 0 khi nước chạm vào đầu dây này.
- + Dây dẫn (III): một đầu nối mass và một đầu đưa xuống sát đáy của bể nước, đầu dây này luôn tiếp xúc với nước trong bể.
- + LED: báo hiệu hoạt động của máy bơm nước. Máy bơm nước hoạt động thì LED sáng và khi máy ngừng hoạt động thì LED tắt.
- + IC 555: được ráp theo kiểu mạch đa hài lưỡng ổn, IC kết hợp với các bộ phận khác để điều khiển hoạt động của máy bơm.
- + JK: bộ phận điều khiển máy bơm nước. Khi JK được tác động mức thấp thì máy bơm sẽ hoạt động và khi JK được tác động mức cao thì máy bơm ngừng hoạt động.
- + Các role ABC và A B C : kết hợp với JK để điều khiển máy bơm.

- Kiểu mạch của IC 555:

IC 555 trong mạch được ráp theo kiểu mạch đa hài lưỡng ổn vì có các đặc điểm sau:

+ Chân 6 được nối xuống mass thông qua sự dẫn điện của nước nên có mức logic 0.

+ Chân 2 được nối lên nguồn qua điện trở R_2 , nên điện thế của chân 2 là $V_{TR} = V_{CC}$,

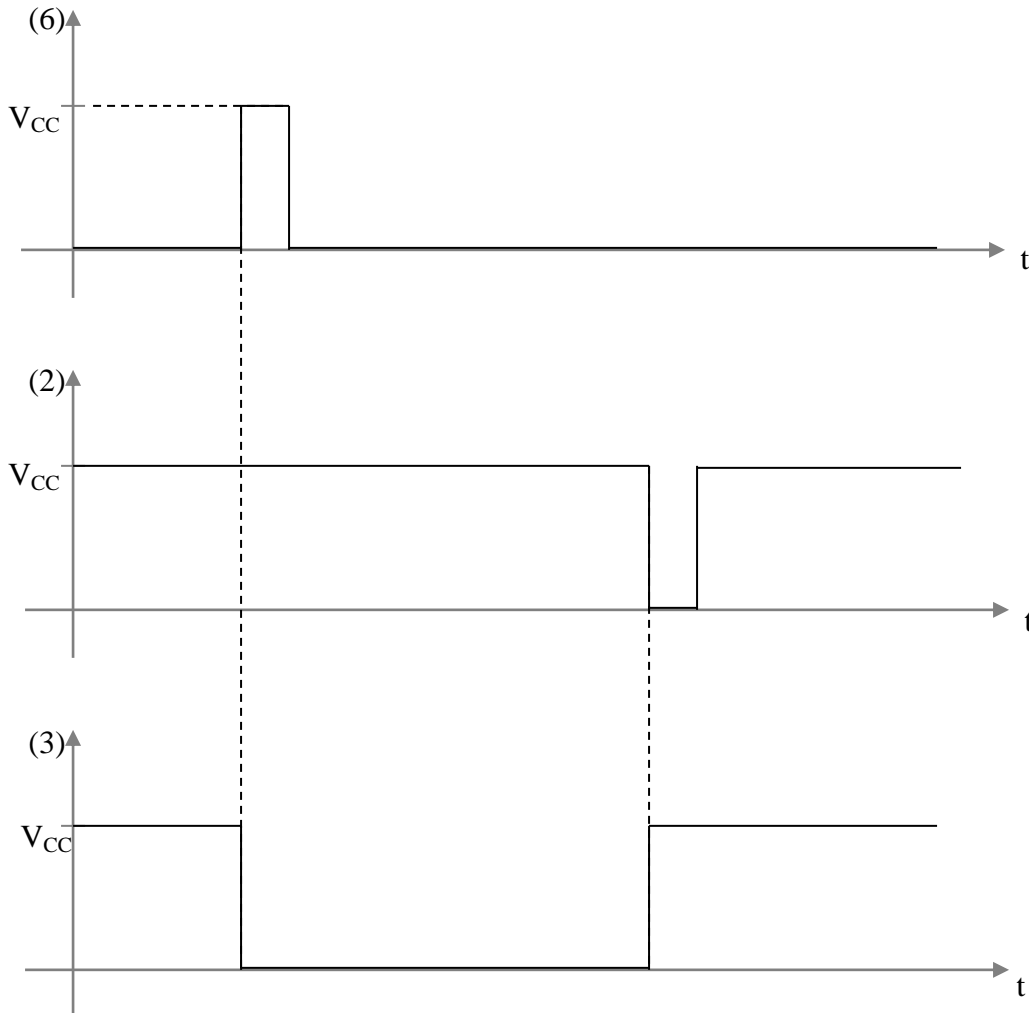
lớn hơn điện thế tham chiếu của chân này là $\frac{1}{3} V_{CC}$. Chân 2 có mức logic 1.

Hai điều kiện trên chính là đặc điểm của mạch đa hài lưỡng ổn.

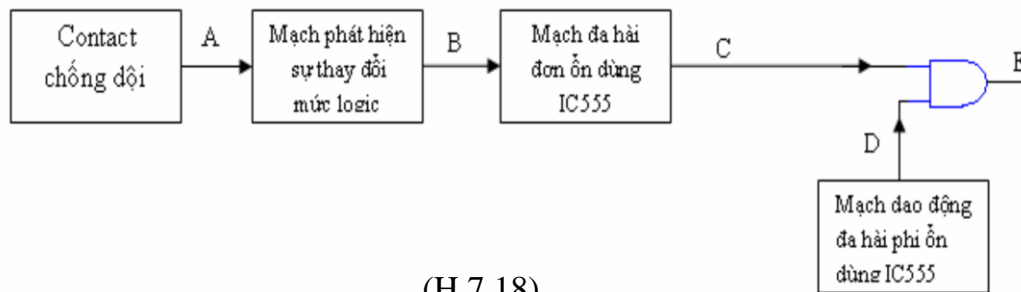
Bình thường khi nước trong bể nằm trong khoảng giới hạn dưới và giới hạn trên thì chân 6 ở mức 0 vì được nối xuống mass thông qua sự dẫn điện của nước. Chân này sẽ được kích bằng xung dương khi mực nước trong bể hạ thấp hơn giới hạn dưới.

Chân 2 có điện thế bằng V_{CC} vì nó được treo lên nguồn thông qua điện trở R_2 . do điện thế của chân 2 được so sánh với điện thế tham chiếu $\frac{1}{3} V_{CC}$ nên bình thường chân 2 ở mức 1 chân này sẽ được kích bằng xung âm khi mực nước trong bể dâng đến giới hạn trên.

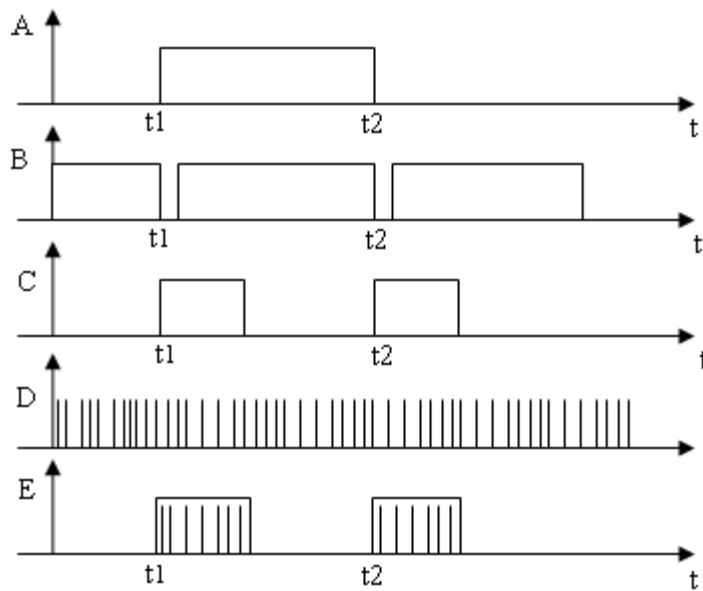
Suy ra dạng tín hiệu của mạch như sau:



Bài 7.4. Hãy vẽ sơ đồ chi tiết của một mạch điện có sơ đồ khối như hình (H.7.18) sao cho tín hiệu sinh ra có dạng như hình (H.7.19)



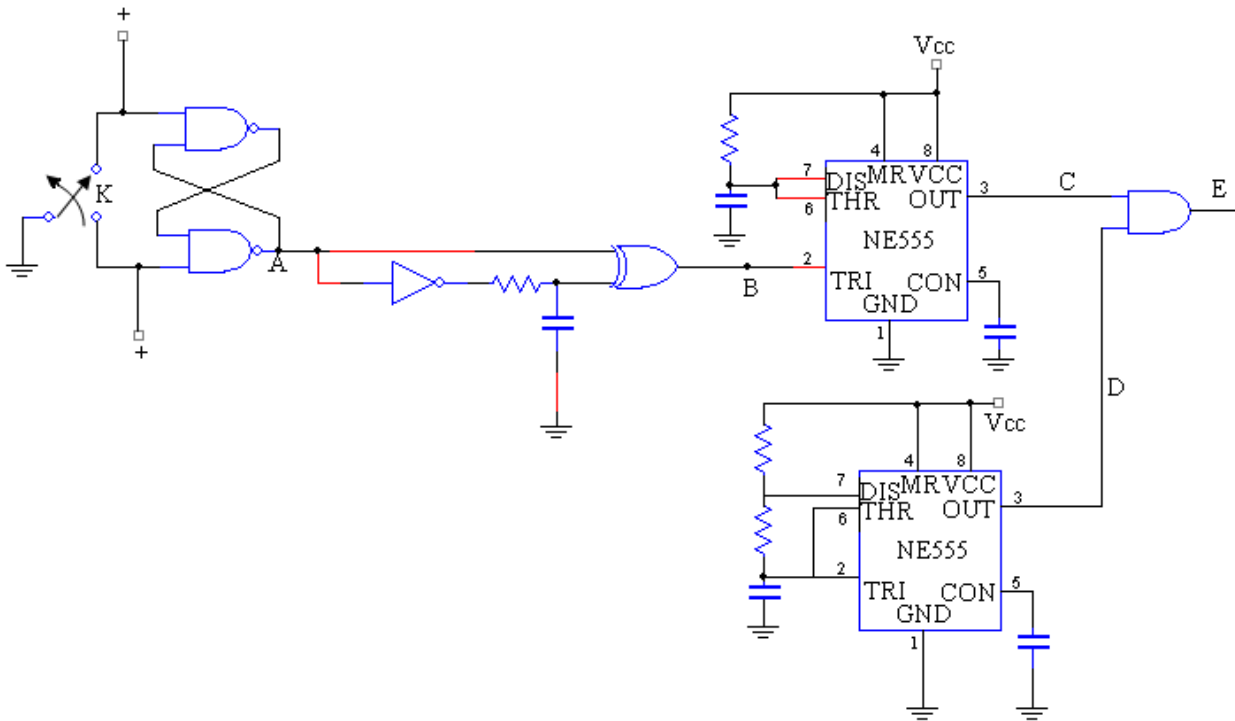
(H.7.18)



(H.7.19)

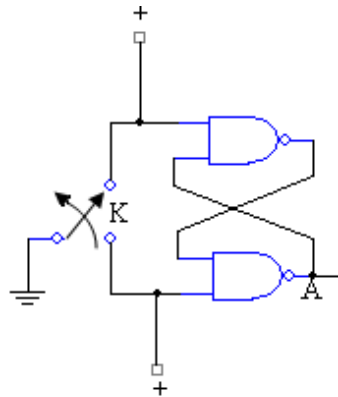
Bài làm

- Sơ đồ chi tiết của mạch điện:

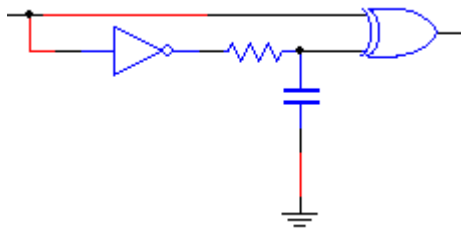


Trong đó:

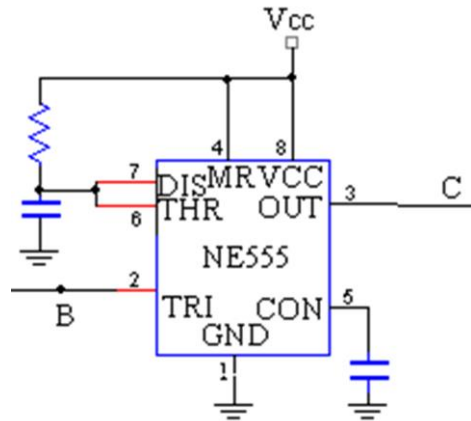
- Công tắc chống dội là mạch như hình sau:



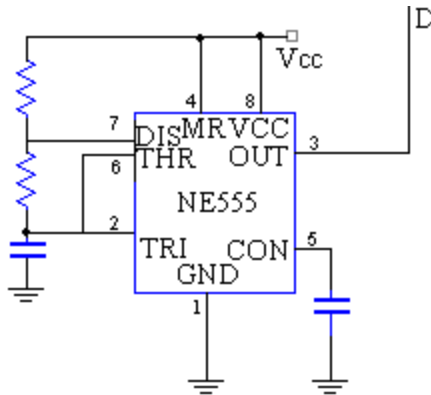
- Mạch phát hiện sự thay đổi mức logic là mạch như hình sau:



- Mạch đa hài đơn ổn dùng IC555 là mạch như hình sau:



- Mạch dao động đa hài phi ổn dùng IC555 là mạch như hình sau:



=====HẾT=====