

# MẠCH DAO ĐỘNG TẠO XUNG SỬ DỤNG IC 555

## 1. Mạch dao động

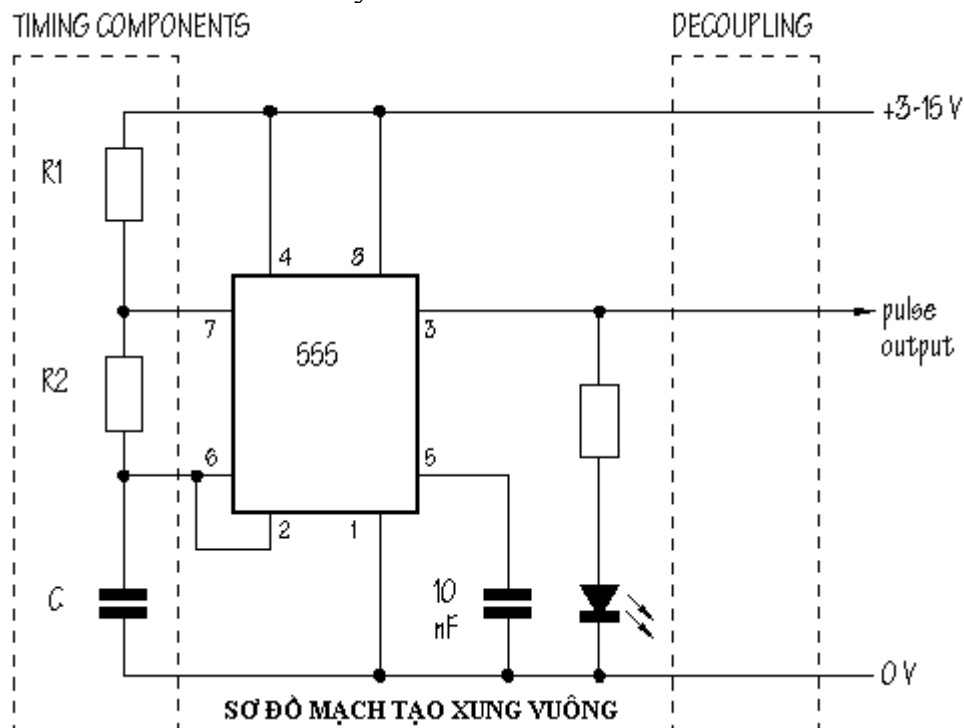
Mạch dao động là mạch mạch dao động sử dụng các linh kiện để phát ra tín hiệu xung dao động cụ thể để điều khiển thiết bị. Có nhiều dạng tín hiệu xung được phát ra từ mạch dao động, như xung sine , xung vuông , xung tam giác.....

## 2. Mạch dao động tạo xung vuông:

Có nhiều cách thiết kế mạch để tạo xung vuông như thiết kế mạch dùng Transistor , thiết kế mạch dùng Opam, ...

Ở đây, chọn thiết kế mạch dao động tạo xung vuông dùng IC NE555 N.

Theo như sơ đồ khối sau đây.

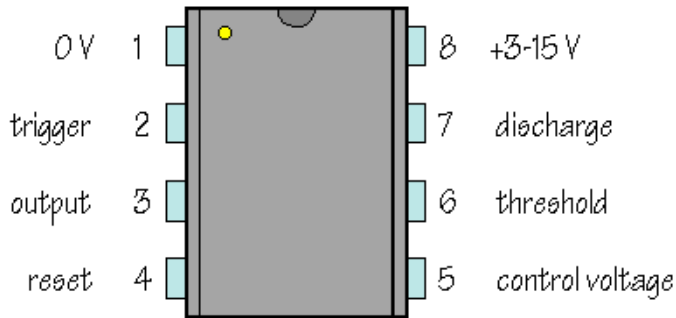


Dựa vào sơ đồ khối ta có thể nhận ra rằng để tạo được xung vuông ta chỉ cần IC 555 và 1 số linh kiện phổ biến như R,C.

## 3. lý do chọn mạch tạo xung vuông sử dụng IC NE555 N:

- IC NE555 N rất phổ biến ,dễ tìm
- Mạch tạo xung dùng IC này rất dễ làm, dễ giải thích ,dễ hiểu nguyên lý làm việc của nó.

#### 4. Giới thiệu IC NE555 N:



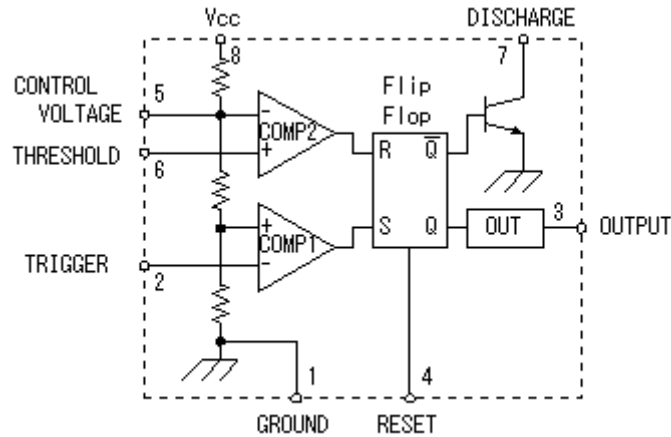
*You can use the 555 effectively without understanding the function of each pin in detail.*

IC NE555 N gồm có 8 chân.

- **chân số 1(GND):** cho nối mase để lấy dòng cấp cho IC
- **chân số 2(TRIGGER):** ngõ vào của 1 tầng so áp.mạch so áp dùng các transistor PNP. Mức áp chuẩn là  $2 \cdot V_{cc}/3$ .
- **Chân số 3(OUTPUT):** Ngõ ra .trạng thái ngõ ra chỉ xác định theo mức volt cao(gần bằng mức áp chân 8) và thấp (gần bằng mức áp chân 1)
- **Chân số 4(RESET):** dùng lập định mức trạng thái ra. Khi chân số 4 nối mase thì ngõ ra ở mức thấp. Còn khi chân 4 nối vào mức áp cao thì trạng thái ngõ ra tùy theo mức áp trên chân 2 và 6.
- **Chân số 5(CONTROL VOLTAGE):** dùng làm thay đổi mức áp chuẩn trong IC 555 theo các mức biến áp ngoài hay dùng các điện trở ngoài cho nối mase. Tuy nhiên trong hầu hết các mạch ứng dụng chân số 5 nối mase qua 1 tụ từ  $0.01\mu F \rightarrow 0.1\mu F$ , các tụ có tác dụng lọc bỏ nhiễu giữ cho mức áp chuẩn ổn định.
- **Chân số 6(THRESHOLD) :** là ngõ vào của 1 tầng so áp khác .mạch so sánh dùng các transistor NPN .mức chuẩn là  $V_{cc}/3$
- **Chân số 7(DISCHAGER) :** có thể xem như 1 khóa điện và chịu điều khiển bởi tầng logic .khi chân 3 ở mức áp thấp thì khóa này đóng lại.ngược lại thì nó mở ra. Chân 7 tự nạp xả điện cho 1 mạch R-C lúc IC 555 dùng như 1 tầng dao động .
- **Chân số 8 (Vcc):** cấp nguồn nuôi Vcc để cấp điện cho IC.Nguồn nuôi cấp cho IC 555 trong khoảng từ  $+5v \rightarrow +15v$  và mức tối đa là  $+18v$

## 5. cấu tạo bên trong và nguyên tắc hoạt động của IC 555

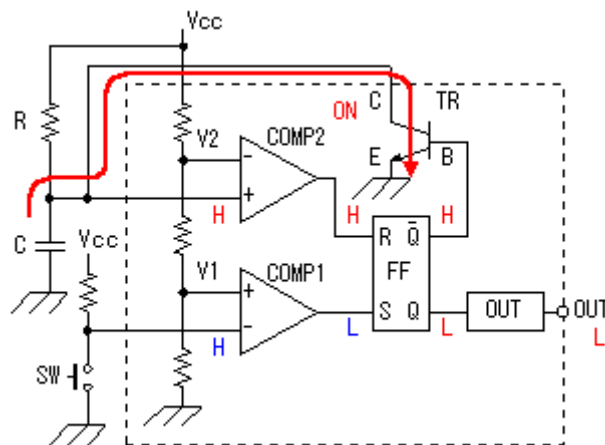
### a. cấu tạo:



Về bản chất thì IC 555 là 1 bộ mạch kết hợp giữa 2 con Opamp , 3 điện trở , 1 con transistor, và 1 bộ Fipflop(ở đây dùng FF RS )

- 2 OP-amp có tác dụng so sánh điện áp
- Transistor để xả điện.
- Bên trong gồm 3 điện trở mắc nối tiếp chia điện áp VCC thành 3 phần. Cấu tạo này tạo nên điện áp chuẩn. Điện áp  $1/3 VCC$  nối vào chân dương của Op-amp 1 và điện áp  $2/3 VCC$  nối vào chân âm của Op-amp 2. Khi điện áp ở chân 2 nhỏ hơn  $1/3 VCC$ , chân S = [1] và FF được kích. Khi điện áp ở chân 6 lớn hơn  $2/3 VCC$ , chân R của FF = [1] và FF được reset

### b. Giải thích sự dao động:



Ký hiệu 0 là mức thấp(L) bằng 0V, 1 là mức cao(H) gần bằng VCC. Mạch FF là loại RS Flip-flop,

Khi  $S = [1]$  thì  $Q = [1]$  và  $\bar{Q} = [0]$ .

Sau đó, khi  $S = [0]$  thì  $Q = [1]$  và  $\bar{Q} = [0]$ .

Khi  $R = [1]$  thì  $\bar{Q} = [1]$  và  $Q = [0]$ .

Tóm lại, khi  $S = [1]$  thì  $Q = [1]$  và khi  $R = [1]$  thì  $Q = [0]$  bởi vì  $\bar{Q} = [1]$ , transistor mở dẫn, cực C nối đất. Cho nên điện áp không nạp vào tụ C, điện áp ở chân 6 không vượt quá V2. Do lỗi ra của Op-amp 2 ở mức 0, FF không reset.

Khi mới đóng mạch, tụ C nạp qua Ra, Rb, với thời hằng  $(R_a + R_b)C$ .

\* Tụ C nạp từ điện Áp 0V  $\rightarrow V_{cc}/3$ :

- Lúc này  $V+1(V+ \text{ của Opamp1}) > V-1$ . Do đó O1 (ngõ ra của Opamp1) có mức logic 1(H).
- $V+2 < V-2$  ( $V-2 = 2V_{cc}/3$ ) . Do đó O2 = 0(L).
- $R = 0, S = 1 \rightarrow Q = 1, /Q$  ( $Q$  đảo) = 0.
- $Q = 1 \rightarrow$  Ngõ ra = 1.
- $/Q = 0 \rightarrow$  Transistor hồi tiếp không dẫn.

\* Tụ C tiếp tụ nạp từ điện áp  $V_{cc}/3 \rightarrow 2V_{cc}/3$ :

- Lúc này,  $V+1 < V-1$ . Do đó O1 = 0.
- $V+2 < V-2$ . Do đó O2 = 0.
- $R = 0, S = 0 \rightarrow Q, /Q$  sẽ giữ trạng thái trước đó ( $Q=1, /Q=0$ ).
- Transistor vẫn ko dẫn !

\* Tụ C nạp qua ngưỡng  $2V_{cc}/3$ :

- Lúc này,  $V+1 < V-1$ . Do đó O1 = 0.
- $V+2 > V-2$ . Do đó O2 = 1.
- $R = 1, S = 0 \rightarrow Q=0, /Q = 1$ .
- $Q = 0 \rightarrow$  Ngõ ra đảo trạng thái = 0.
- $/Q = 1 \rightarrow$  Transistor dẫn, điện áp trên chân 7 xuống 0V !
- Tụ C xả qua Rb. Với thời hằng  $R_b.C$
- Điện áp trên tụ C giảm xuống do tụ C xả, làm cho điện áp tụ C nhảy xuống dưới  $2V_{cc}/3$ .

- \* Tụ C tiếp tục "XẢ" từ điện áp  $2V_{cc}/3 \rightarrow V_{cc}/3$ :
  - Lúc này,  $V+1 < V-1$ . Do đó  $O1 = 0$ .
  - $V+2 < V-2$ . Do đó  $O2 = 0$ .
  - $R = 0, S = 0 \rightarrow Q, /Q$  sẽ giữ trạng thái trước đó ( $Q=0, /Q=1$ ).
  - Transistor vẫn dẫn !

- \* Tụ C xả qua ngưỡng  $V_{cc}/3$ :
  - Lúc này  $V+1 > V-1$ . Do đó  $O1 = 1$ .
  - $V+2 < V-2$  ( $V-2 = 2V_{cc}/3$ ). Do đó  $O2 = 0$ .
  - $R = 0, S = 1 \rightarrow Q = 1, /Q$  ( $Q$  đảo)  $= 0$ .
  - $Q = 1 \rightarrow$  Ngõ ra  $= 1$ .
  - $/Q = 0 \rightarrow$  Transistor không dẫn  $\rightarrow$  chân 7 không  $= 0V$  nữa và tụ C lại được nạp điện với điện áp ban đầu là  $V_{cc}/3$ .

\* Quá trình lại lặp lại.

**➔ Kết quả:** Ngõ ra OUT có tín hiệu dao động dạng sóng vuông, có chu kỳ ổn định

#### **Nhận xét:**

- Vậy, trong quá trình hoạt động bình thường của 555, điện áp trên tụ C chỉ dao động quanh điện áp  $V_{cc}/3 \rightarrow 2V_{cc}/3$ .
- Khi nạp điện, tụ C nạp điện với điện áp ban đầu là  $V_{cc}/3$ , và kết

thúc nạp ở thời điểm điện áp trên C bằng  $2V_{cc}/3$ . Nạp điện với thời hằng là  $(R_a + R_b)C$ .

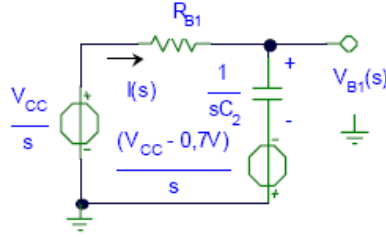
- Khi xả điện, tụ C xả điện với điện áp ban đầu là  $2V_{cc}/3$ , và kết thúc xả ở thời điểm điện áp trên C bằng  $V_{cc}/3$ . Xả điện với thời hằng là  $R_b.C$ .

- Thời gian mức 1 ở ngõ ra chính là thời gian nạp điện, mức 0 là xả điện.

### **6. cơ sở lý thuyết và phương pháp tính các giá trị trong mạch:**

Để tính chu kỳ dao động T của 1 mạch dao động tạo xung ta cần phải tính được thời gian ngưng dẫn của tụ khi nạp và xả.

Ta có sơ đồ mạch đơn giản để tính thời gian ngưng dẫn khi tụ nạp xả



Hình H.12.3.

Từ mạch tương đương suy ra:

$$I(s) = \frac{\frac{V_{CC}}{s} + \frac{V_{CC} - 0,7}{s}}{R_{B1} + \frac{1}{sC_2}} \Rightarrow I(s) = \frac{V_{CC} + V_{CC} - 0,7}{R_{B1} + \frac{1}{sC_2}} = \frac{2V_{CC} - 0,7}{R_{B1} \left( s + \frac{1}{R_{B1}C_2} \right)}$$

$$\Rightarrow V_B(s) = \frac{V_{CC}}{s} - I(s)R_{B1} = \frac{V_{CC}}{s} - \frac{2V_{CC} - 0,7}{s + \frac{1}{R_{B1}C_2}} \Rightarrow v_B(t) = V_{CC} - (2V_{CC} - 0,7)e^{-\frac{t}{R_{B1}C_2}}$$

Xác định t để  $v_B = 0,7$  V:  $0,7 = V_{CC} - (2V_{CC} - 0,7)e^{-\frac{t}{R_{B1}C_2}} \Rightarrow (2V_{CC} - 0,7)e^{-\frac{t}{R_{B1}C_2}} = V_{CC} - 0,7$

$$\Rightarrow e^{-\frac{t}{R_{B1}C_2}} = \frac{V_{CC} - 0,7}{2V_{CC} - 0,7} \Rightarrow \frac{-t}{R_{B1}C_2} = \ln\left(\frac{V_{CC} - 0,7}{2V_{CC} - 0,7}\right) \Rightarrow t = R_{B1}C_2 \ln\left(\frac{2V_{CC} - 0,7}{V_{CC} - 0,7}\right) \quad (12.1)$$

Thường  $V_{CC} \gg 0,7$  V nên:  $t \approx R_{B1}C_2 \ln 2 = 0,693R_{B1}C_2 \approx 0,7R_{B1}C_2 \quad (12.2)$

- Tính thời gian ngưng dẫn của  $T_2$ . Chính là thời gian  $T_1$  bắt đầu dẫn đến khi  $T_1$  ngưng dẫn. Tương tự, thời gian ngưng dẫn của  $T_2$  là:

$$t \approx R_{B2}C_1 \ln 2 = 0,693R_{B2}C_1 \approx 0,7R_{B2}C_1 \quad (12.3)$$

Vậy chu kỳ dao động của mạch được tính:

$$T \approx 0,7(R_{B2}C_1 + R_{B1}C_2) \quad (12.4)$$

Giả sử  $R_{B1} = R_{B2} = R$ ;  $C_1 = C_2 = C$  thì chu kỳ dao động của mạch trở thành:

$$T \approx 1,4RC \quad (12.5)$$

Và tần số dao động:  $f \approx \frac{0,7}{RC} \quad (12.6)$

Thông thường trong mạch dao động ta có công thức tính thời gian ngưng dẫn của transistor là :

$$\mathbf{T = RC \ln 2 = 0.693 RC}$$

➔ Thời gian ngưng dẫn ở mức áp cao cũng là lúc tụ  $C_2$  nạp dòng qua  $R_1 + R_2$

$$\mathbf{T_n = 0.693 * (R_1 + R_2) * C_2}$$

Thời gian ngưng dẫn ở mức áp thấp cũng là lúc tụ  $C_2$  xả dòng qua  $R_2$

$$\mathbf{T_x = 0.693 * R_2 * C_2}$$

Như vậy chu kỳ của tín hiệu sẽ là :  $T = T_n + T_x$   
 $T = 0.693 \cdot (R_1 + 2 \cdot R_2) \cdot C_2$

### 7. Trong bài toán thiết kế mạch thực tế:

Giả sử ta chọn tần số dao động của mạch là  $F = 1,5$  (KHz), chọn  $C_2 = 10\text{nF}$ ,  $R_1 = R_2$

Khi đó ,  $T_n = 2T_x \Rightarrow T = 3T_x$ , với  $T = 1/F$

$$T_x = T/3 = 1/3F = 1/(3 \cdot 1,5\text{Khz}) = 0.693 \cdot R_2 \cdot 10\text{nF}$$

$$\Rightarrow R_2 = 32.2 \text{ kohm}$$

$$\Rightarrow \text{Chọn } R_2 = 33 \text{ Kohm (sai số 5\%)} \text{ và } R_2 = 33 \text{ Kohm (sai số 5\%)}$$

$$\text{Ta có : } F = 1/T = 1/(0.693 \cdot (R_1 + 2 \cdot R_2) \cdot C_1)$$

$R_3$  chỉ là tải giả mắc vào chân 3 của NE555 để mô phỏng, chọn khoảng vài kilo Ohm là được...

-  $R_5$  cũng là điện trở điệm ngã ra của NE555 với ngã vào của C1815, ngăn ngừa trường hợp con C1815 có vấn đề... chọn khoảng vài trăm Ohm cũng được...

- C1815 là trans đệm (buffer) ngã ra, thường lắp theo kiểu cực thu chung (CC), đặc điểm của cách lắp này cho ta trở kháng ngã (ri) vào rất lớn,  $R_4$  (RE) chọn sao cho trở kháng ngã vào của nó đủ lớn để khi ta ghép các tầng phía sau C1815 sẽ không ảnh hưởng đến các tham số của mạch LM555, thường khoảng vài trăm kilo Ohm.

Công thức tính tải:

$$r_i = r_b + \beta \cdot r_e + \beta \cdot R_E \Rightarrow r_i = h_{ie} + \beta \cdot R_E$$

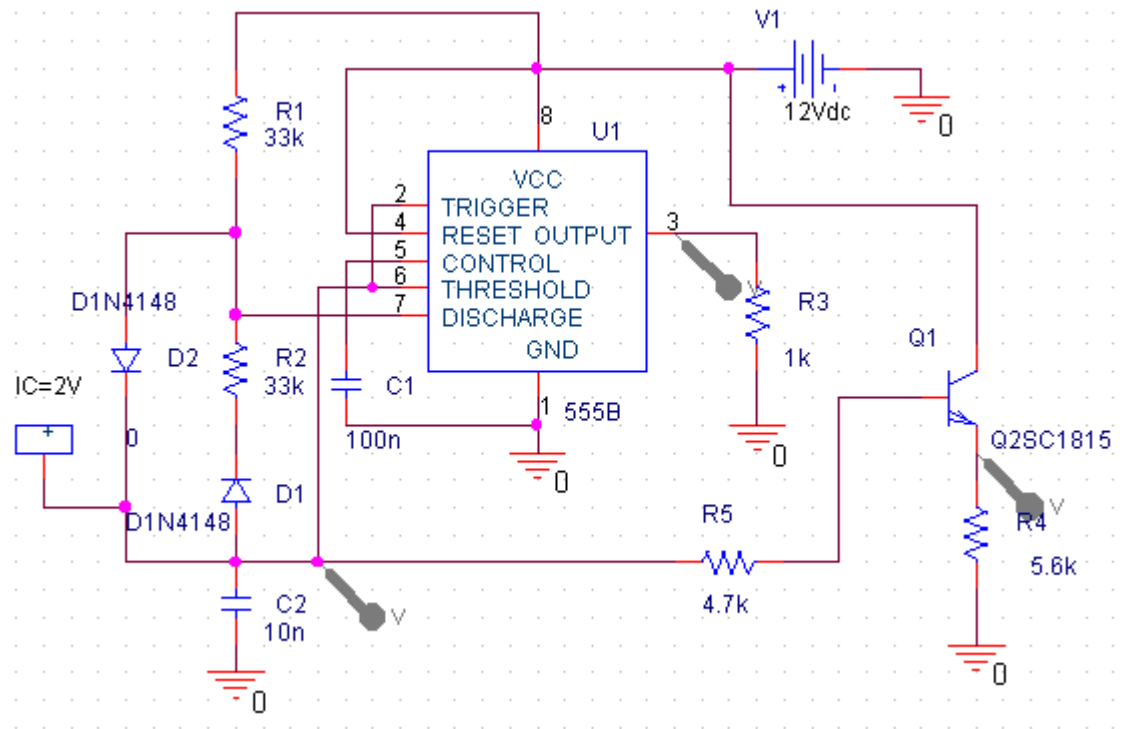
kết luận: nếu muốn thay đổi độ lớn tần số dao động của mạch thì chỉ cần thay đổi giá trị của  $R_a, R_b$  hoặc của  $C_1$ .

Tuy nhiên Nếu chỉ thay đổi giá trị  $R_1$  (hoặc  $R_2$ ) không thôi, thì tần số (F) cũng như độ rộng xung (Duty cycle) sẽ bị thay đổi cùng lúc.

+ Muốn thay đổi tần số (giữ nguyên độ rộng xung) thì  $R_1$  và  $R_2$  phải được thay đổi cùng lúc (cùng tăng hoặc cùng giảm một giá trị như nhau)

+ Muốn thay đổi độ rộng xung (giữ nguyên tần số) thì  $R_1$  và  $R_2$  phải được thay đổi cùng lúc nhưng có chiều ngược lại (khi  $R_1$  tăng thì  $R_2$  phải giảm cùng một giá trị như nhau)

**thiết kế như sau:**

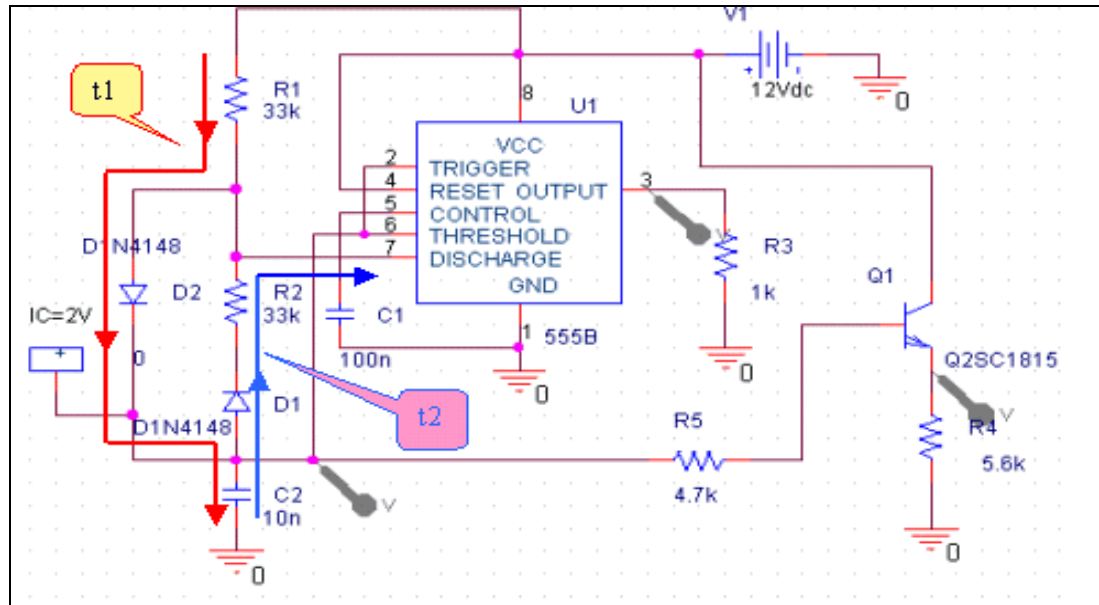


**Mạch dao động tạo xung vuông dùng IC555**

Trong thực tế giá trị của R1 và R2 có thể có sai số, vì thế nên giảm trị số của R1 (hoặc R2) để cho **duty cycle** đạt được 50%

Mạch trên dùng thêm 2 diode để  $T_n = T_x$ , để đảm bảo có được xung vuông tại chân OUT(3) là đối xứng. sở dĩ 2 con diode này có tác dụng như vậy là vì lúc tụ nạp thì dòng chỉ qua R1 nhờ có diode D2. khi đó thời gian nạp là  $T_n = t_1 = 0,693 \cdot R_1 \cdot C_2$  . và khi tụ xả cũng vậy, nhờ có D1 mà dòng xả chỉ qua R2 và thời gian xả là  $T_x = t_2 = 0,693 \cdot R_2 \cdot C_2$  .  
Mà  $R_1 = R_2$  (chọn lúc thiết kế)  $\Rightarrow T_n = T_x$  .



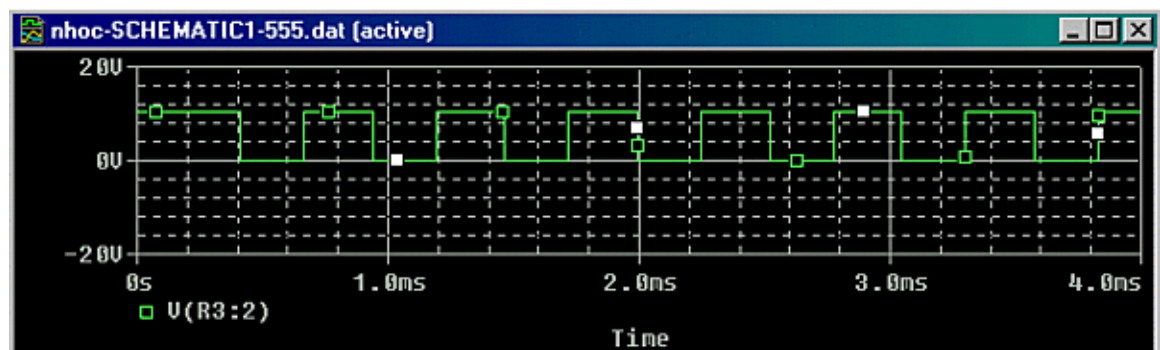


Hình minh họa quá trình nạp xả cho tụ C2

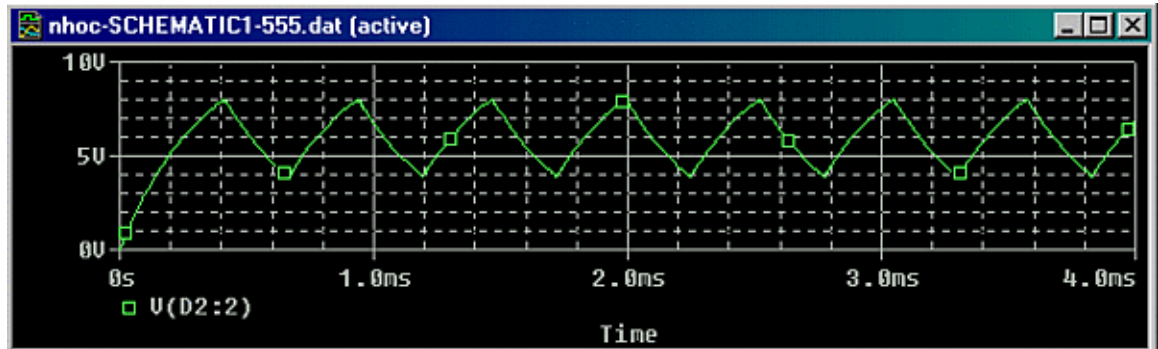
Ngõ out tại chân số 6 cho ra xung tam giác(hơi bị răng cưa chứ xường xung không thẳng)

Tương tự ngõ out tại TST cũng cho ra xung gần giống như tại chân số 6(cái này làm chưa đạt yêu cầu vì theo lý thuyết thì khi qua C1815 thì xung sẽ trơn hơn, cạnh xung sẽ thẳng hơn nhưng trong mạch thì cạnh xung ra tại C1815 không thẳng.....???? )

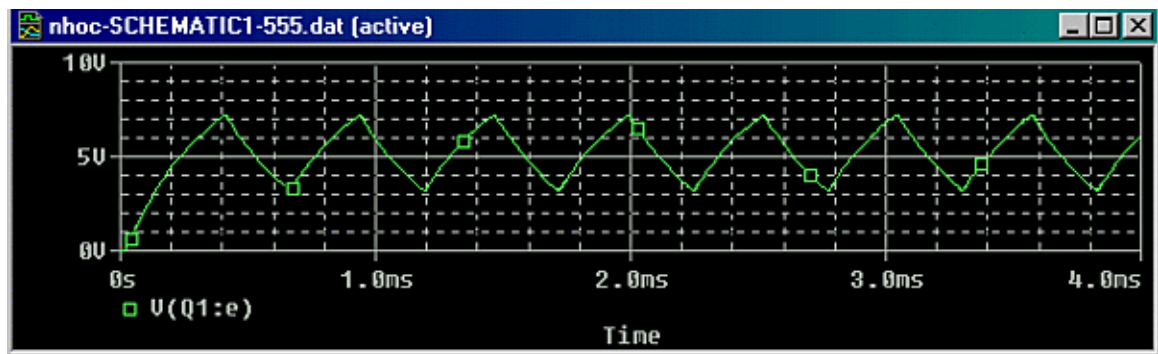
### Dạng xung tại ngõ out(3):



### Dạng xung tại chân số 6:



### Dạng xung tại chân E của C1815:



### 8. ứng dụng của IC 555:

Ứng dụng của 555 là rất lớn, ngoài ứng dụng hay dùng là mạch phát xung nó còn dùng để đo điện dung. Điện dung hoặc cảm biến dạng điện dung được nối vào mạch, khi thay đổi sẽ làm tần số đầu ra thay đổi. Việc đo tần số với vi điều khiển thì đơn giản rồi. Khi sử dụng cách này, cần phải có điện trở thật chính xác...để tránh sai số. ngoài ra IC 555 còn có nhiều ứng dụng trong thực tế như: dùng làm mạch cho khởi động trễ, mạch phát ra âm thanh, điều chế xung, dùng để đo tốc độ quay của máy hát đĩa, dùng trong thiết bị chống trộm và tia hồng ngoại.....