

Circuitos Multivibradores Astáveis, Monoastáveis....

Circuitos Digitais II
Prof. Fernando Passold

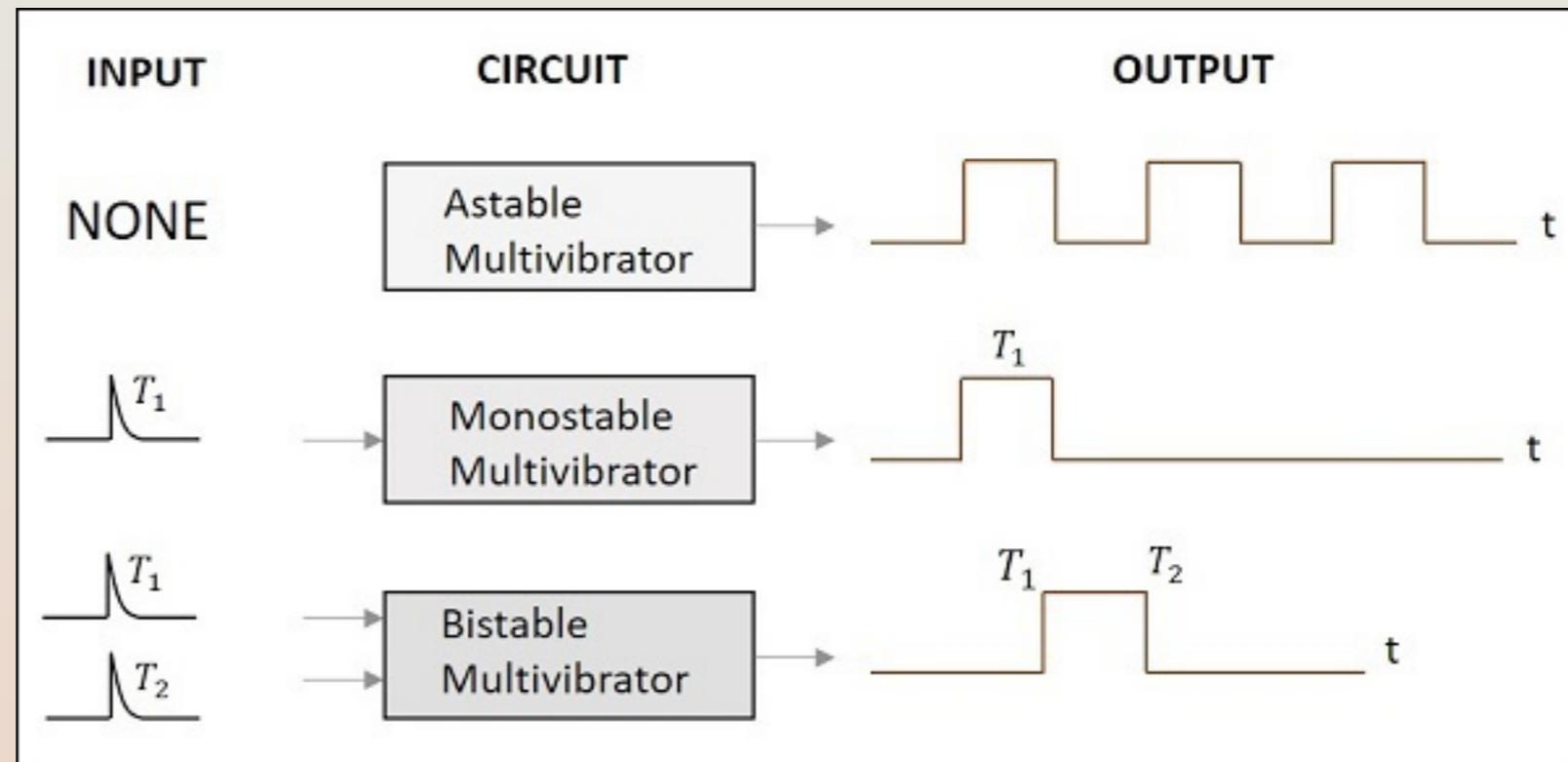


Multi.vibradores

Circuito que comuta entre 2 níveis lógicos de forma contínua, de forma livre ou dependendo de alguma fonte de disparo externa.

3 tipos:

- 1) Biestáveis;
- 2) Astáveis;
- 3) Monoastáveis.



Multivibradores

Circuito que comuta entre 2 níveis lógicos de forma contínua, de forma livre ou dependendo de alguma fonte de disparo externa.

3 tipos:

- 1) **Biestáveis** \Rightarrow é gatilhado entre um de 2 estados possíveis por uma fonte externa e permanece neste estado até que seja gatilhado de forma oposta. O FF-JK é um multivibrador biestável; está ou “Setado” ou “Resetado”.
- 2) Astáveis;
- 3) Monoastáveis.

Multivibradores

Circuito que comuta entre 2 níveis lógicos de forma contínua, de forma livre ou dependendo de alguma fonte de disparo externa.

3 tipos:

- 1) Biestáveis;
- 2) **Astáveis**  trata-se de um oscilador que alterna entre os 2 níveis lógicos numa frequência e duty-cycle específicos.
- 3) Monoastáveis.

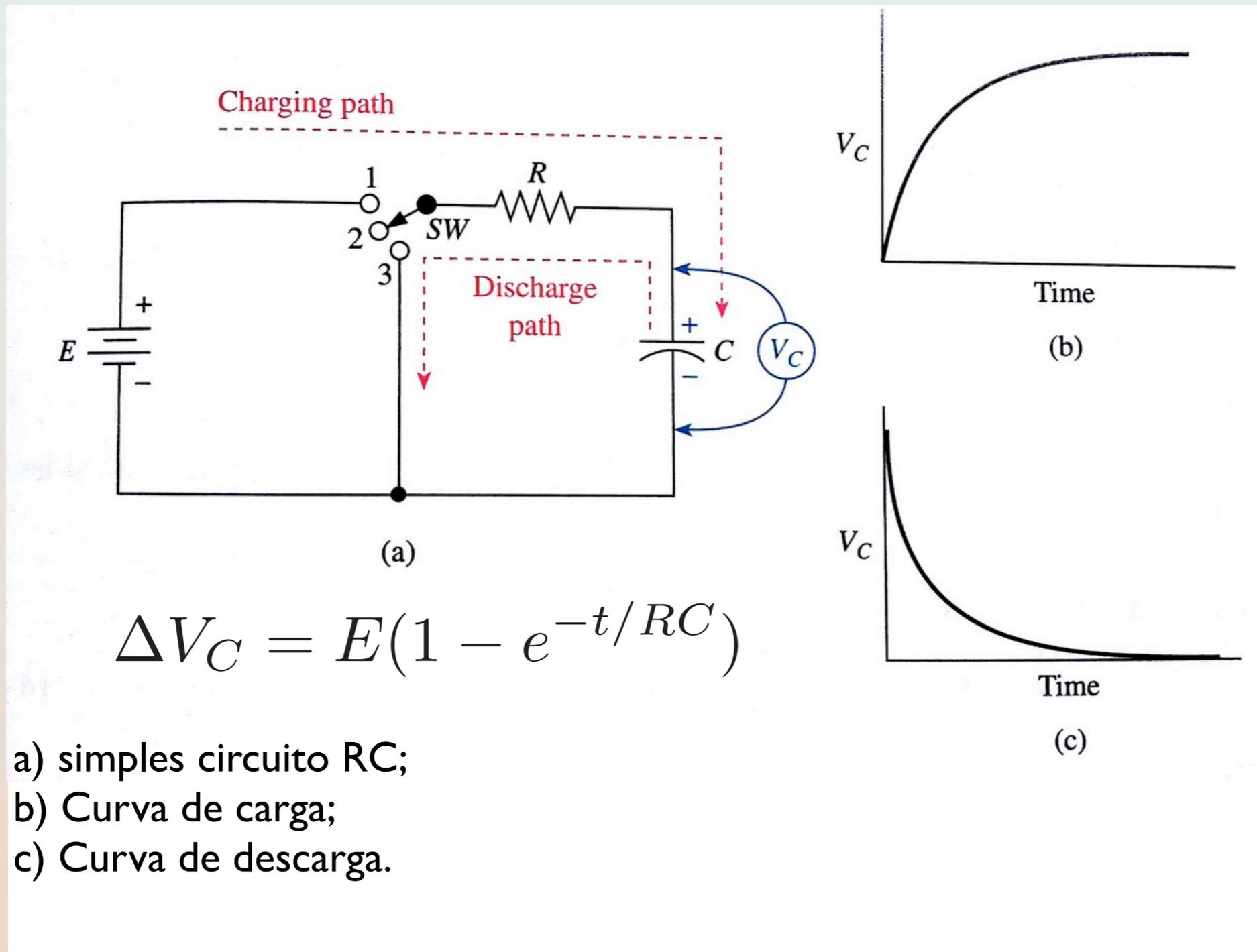
Multivibradores

Circuito que comuta entre 2 níveis lógicos de forma contínua, de forma livre ou dependendo de alguma fonte de disparo externa.

3 tipos:

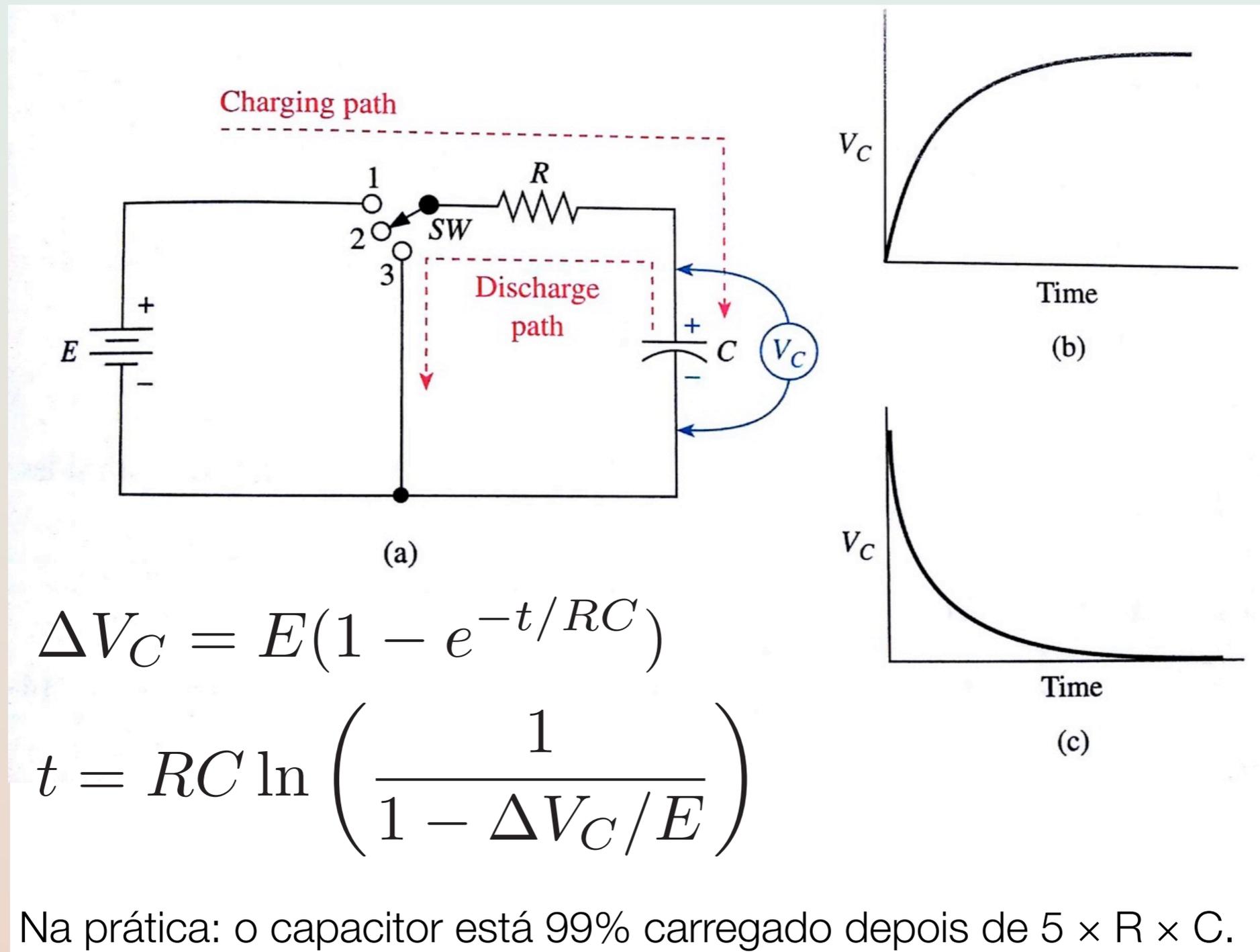
- 1) Biestáveis;
- 2) Astáveis;
- 3) **Monoastáveis**  também conhecido como “one shot”, disponibiliza um simples (único) pulso de saída com duração de tempo específica quando disparado por uma fonte externa (temporizador).

Descarga de Capacitores e Taxas de carga/descarga

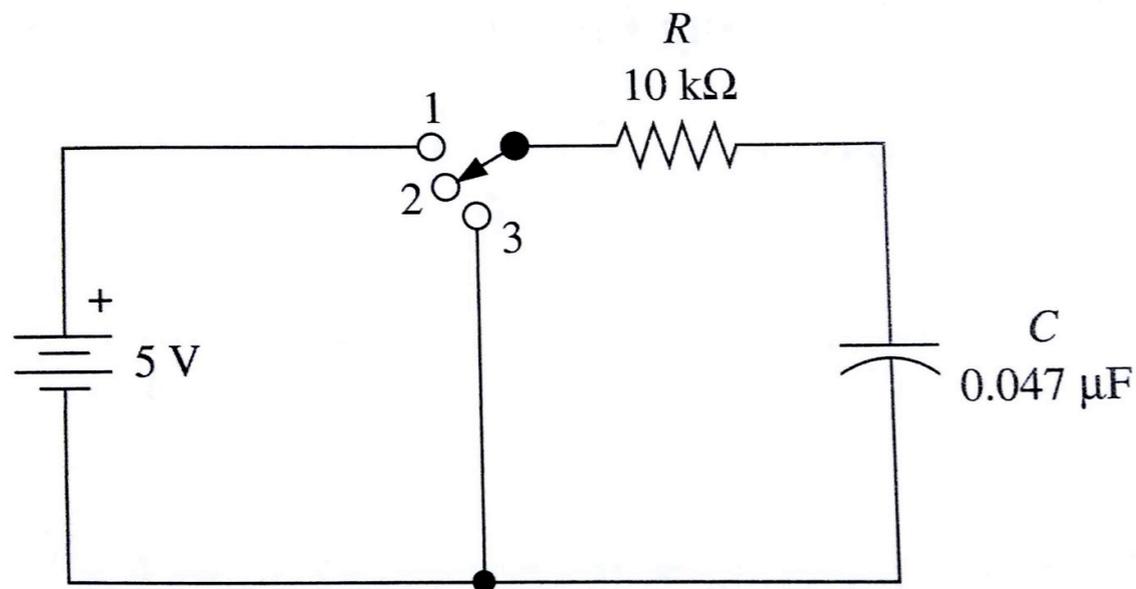


- a) simples circuito RC;
- b) Curva de carga;
- c) Curva de descarga.

Descarga de Capacitores e Taxas de carga/descarga



Descarga de Capacitores e Taxas de carga/descarga

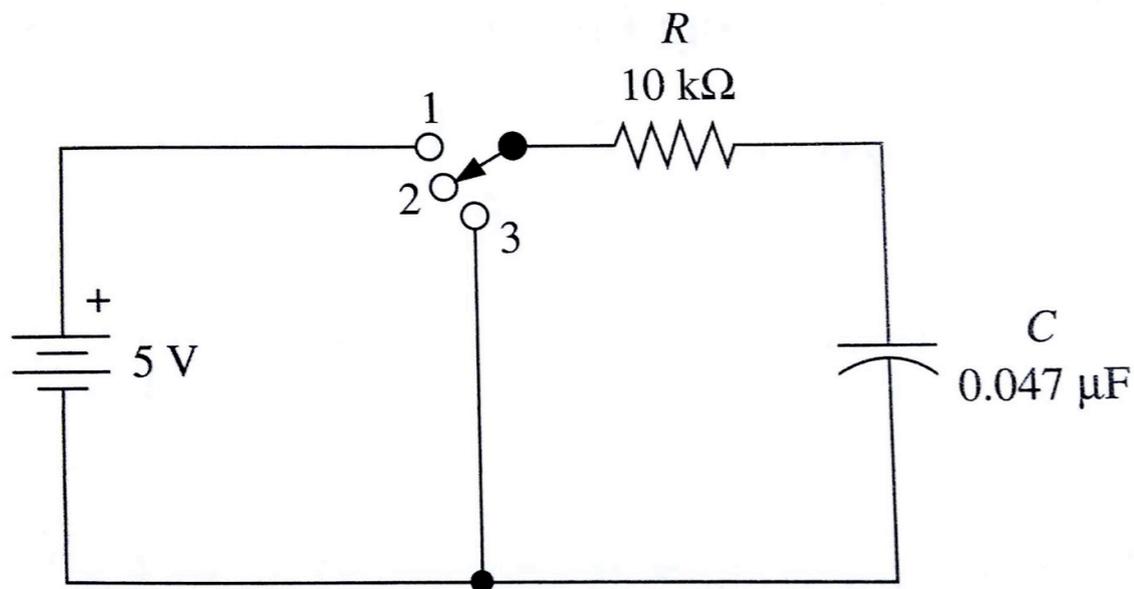


$$\Delta V_C = E(1 - e^{-t/RC})$$

1. Suponha o capacitor inicialmente descarregado. Depois de 0,5 ms que a chave é movida da posição 2 para a posição 1, a tensão no capacitor será:

$$\begin{aligned}\Delta V_C &= E(1 - e^{-t/RC}) \\ &= 5 \left(1 - e^{-0.5\text{ms}/(10\text{K}\Omega \times 0.047\mu\text{F})}\right) \\ &= 5 \left(1 - e^{-1.06}\right) \\ &= 5 (1 - 0.345) \\ &= 5 (0.655) \\ &= 3.27 \text{ (Volts)}\end{aligned}$$

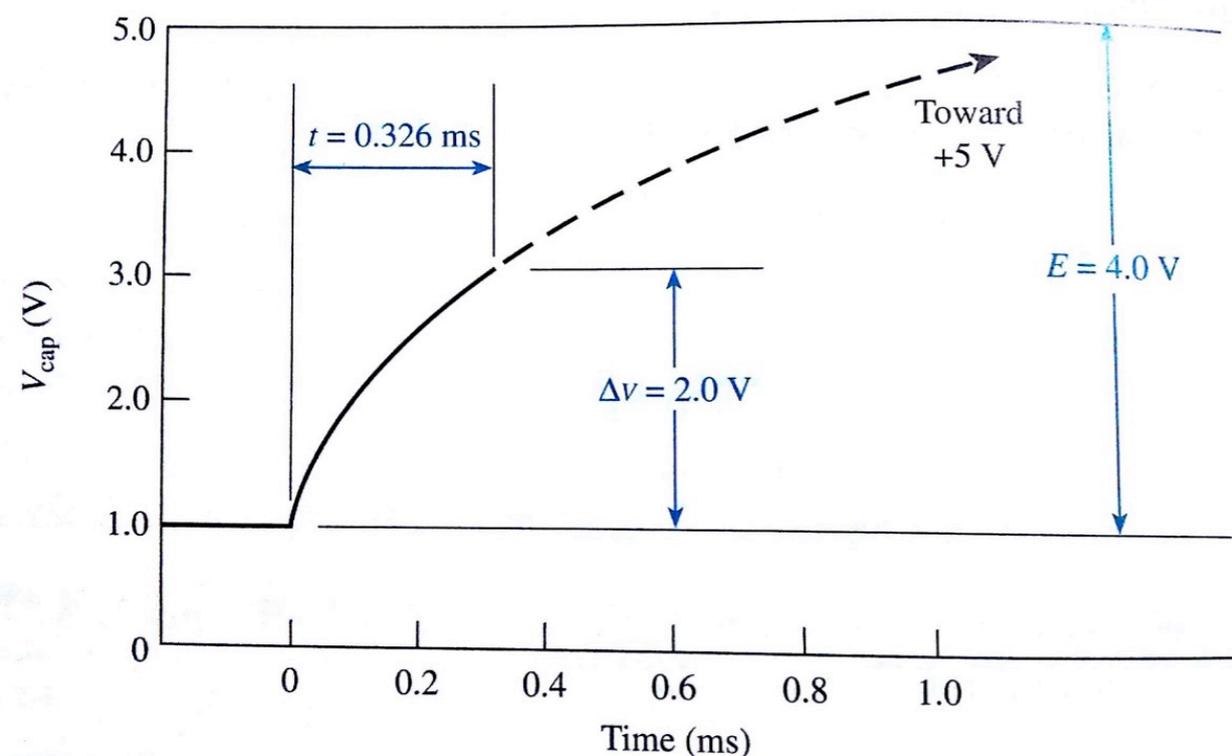
Descarga de Capacitores e Taxas de carga/descarga



$$\Delta V_C = E(1 - e^{-t/RC})$$

2. Agora assumo que o capacitor esteja inicialmente carregado com 1,0 Volt. Quanto tempo vai levar para o capacitor atingir 3,0 Volts depois que chave passar da posição 2 para a posição 1 ?

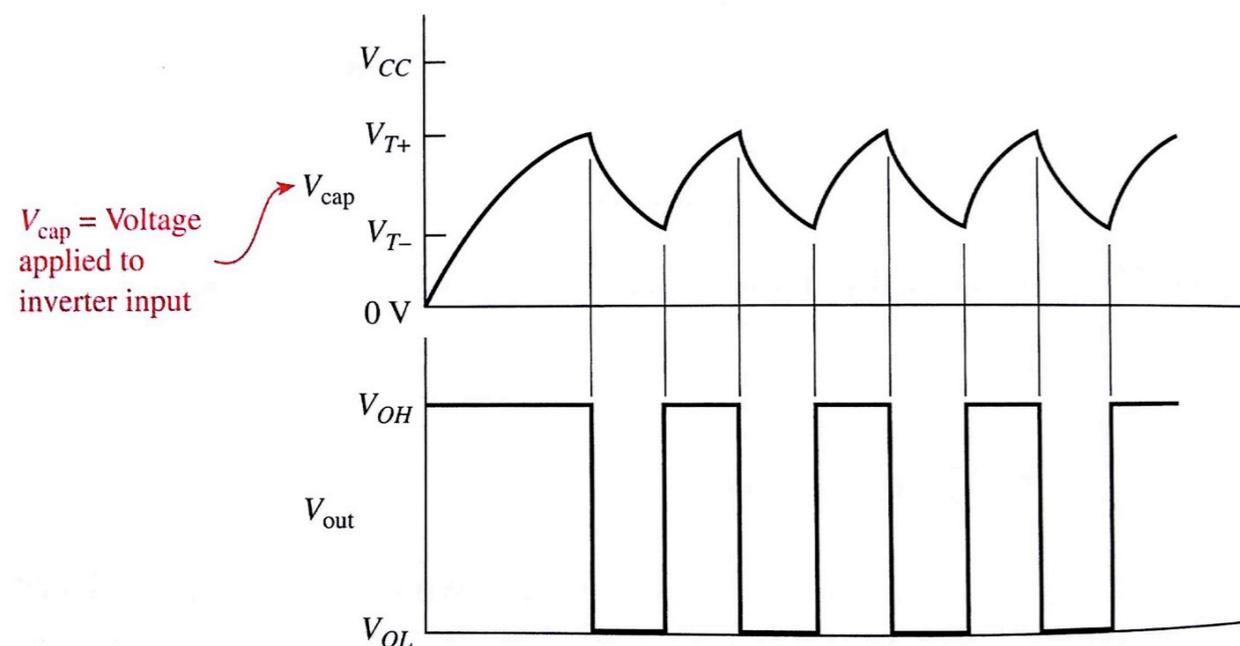
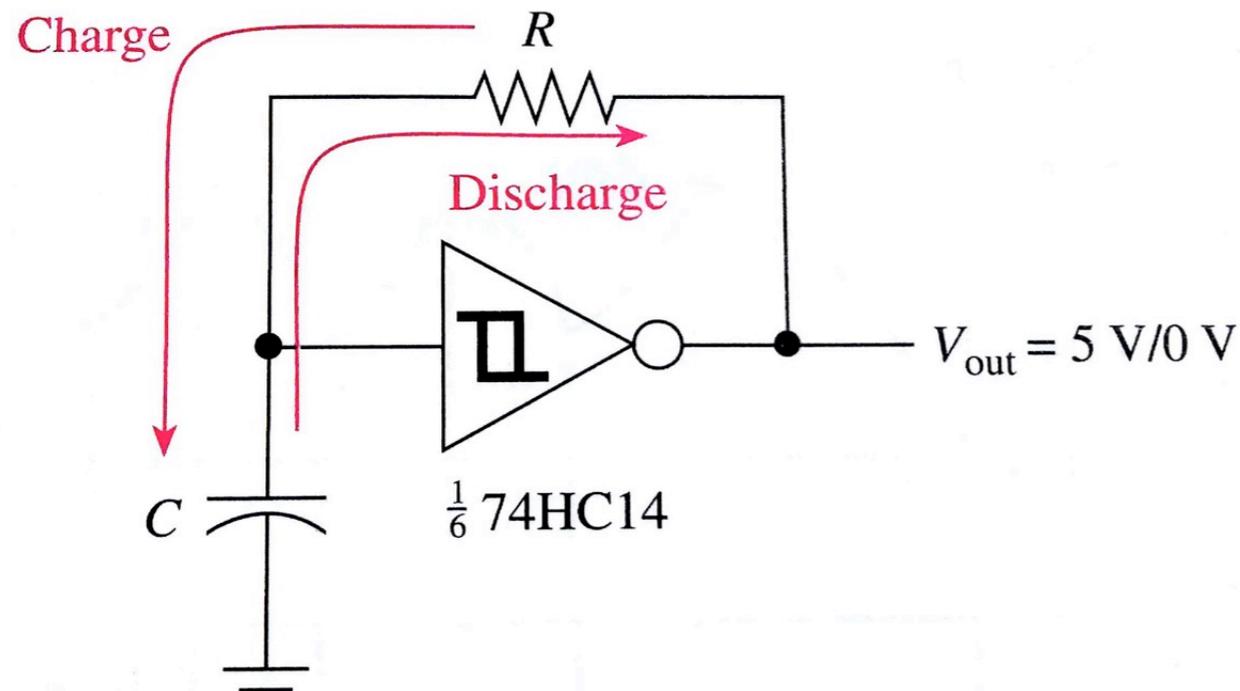
Solução: Como ΔV representa a diferença de tensão que o capacitor "executa", então: $\Delta V = 2,0$ Volts - neste caso: $3 - 1 = 2$. O E na eq. ao lado representa o total de diferença de tensão que o capacitor vai "percorrer", neste caso: $E = 4$ Volts ($5 - 1 = 4$). Então podemos calcular t fazendo:



$$\begin{aligned} t &= RC \ln \left(\frac{1}{1 - \Delta V/E} \right) \\ &= (10K\Omega)(0.047\mu F) \ln \left(\frac{1}{1 - 2/4} \right) \\ &= 0,326 \text{ (ms)} \end{aligned}$$

Multivibrador Astável

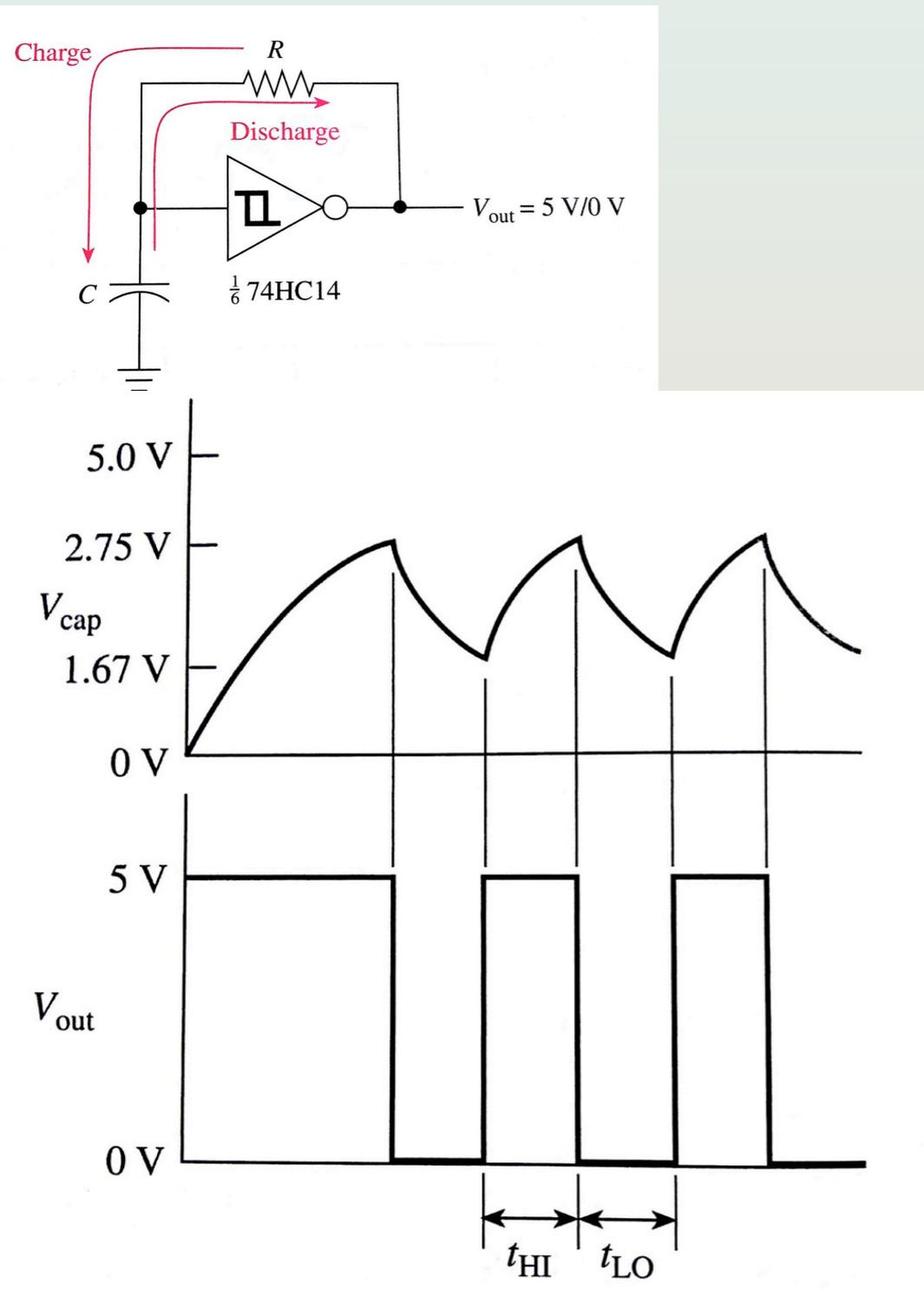
- Schmitt trigger como multivibrador astável



1. Quando a alimentação é acionada, $V_{cap} = 0$ Volts, assim, $V_{out} = '1'$ ($\approx 5,0$ Volts para CIs CMOS hi-speed).
2. O capacitor então começa seu carregamento na direção dos 5,0 Volts (presente em V_{out}).
3. Quando V_{cap} alcança o limiar V_{T+} do Schmitt-trigger, a saída do mesmo comuta para $V_{out} = '0'$ (≈ 0 Volts).
4. Agora, como $V_{out} \approx 0$, o capacitor inicia sua descarga na direção dos 0 Volts.
5. Quando V_{cap} cai abaixo do limiar V_{T-} do Schmitt-trigger, a saída do Schmitt-trigger volta à '1'.
6. O ciclo de recarga do capacitor se repete novamente e assim teremos na saída V_{out} um onda quadrada oscilando entre V_{OH} e V_{OL} .

Multivibrador Astável

- Schmitt trigger como multivibrador astável



Simulando um caso real:

Seja $V_{CC} = 5,0\text{ Volts}$; e:

$$V_{OH} = 5,0\text{ V}, \quad V_{OL} = 0,0\text{ V}.$$

$$V_{T+} = 2,75\text{ V}, \quad V_{T-} = 1,67\text{ V}.$$

Determine a frequência e duty-cycle deste circuito quando:

$$R = 10\text{ K}\Omega, \quad C = 0,022\mu\text{F}.$$

1. Resolvendo para t_{HI} :

$$\Delta V = V_{T+} - V_{T-}$$

$$\Delta V = 2,75 - 1,67 = 1,08\text{ Volts}$$

$$E = 5,0 - 1,67 = 3,33\text{ Volts}$$

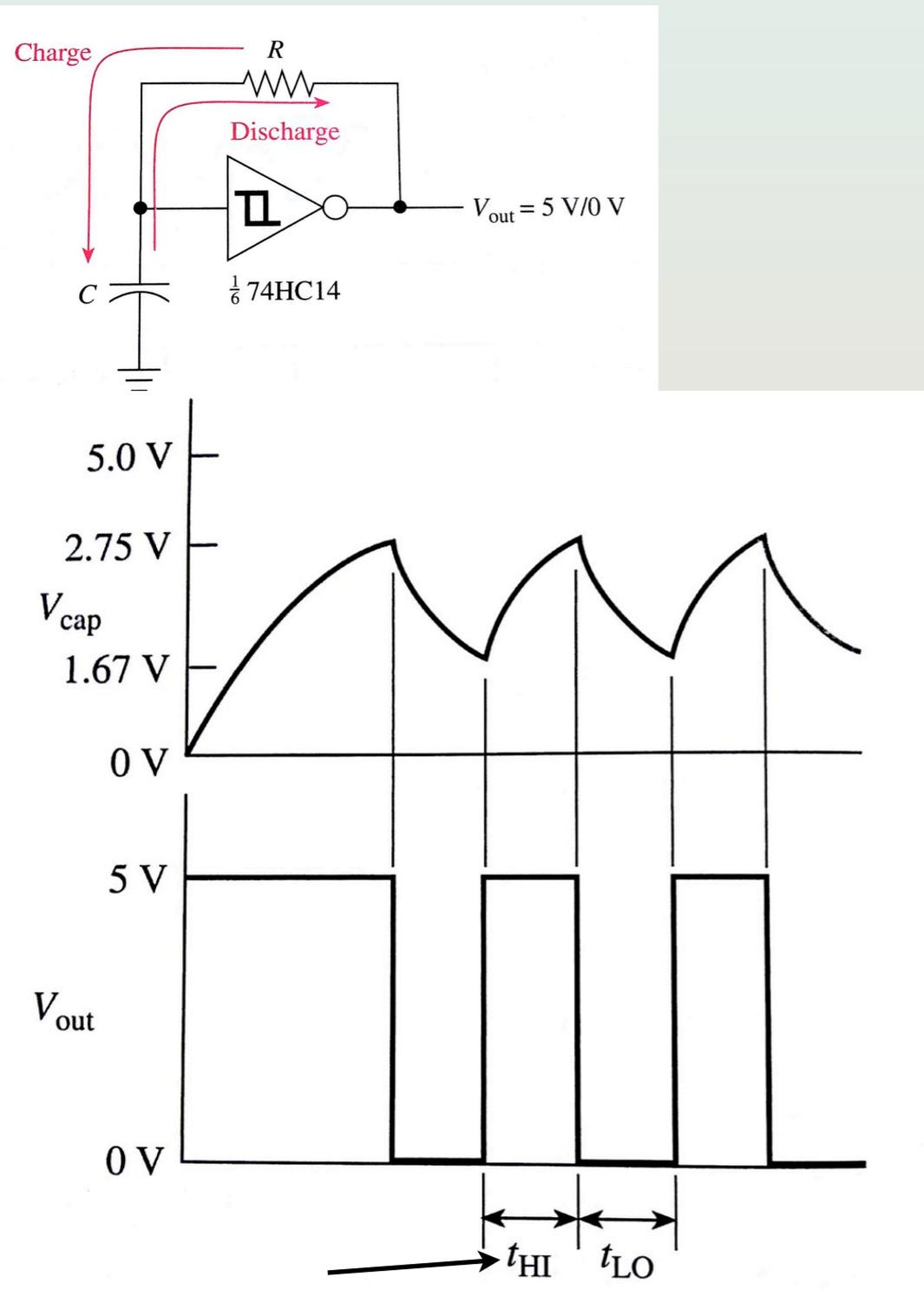
$$t_{HI} = RC \ln \left(\frac{1}{1 - \Delta V/E} \right)$$

$$= (10\text{ K}\Omega)(0.022\mu\text{F}) \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{1,08}{3,33}} \right)$$

$$= 86,2\mu\text{s}$$

Multivibrador Astável

- Schmitt trigger como multivibrador astável



Simulando um caso real:

Seja $V_{CC}=5,0$ Volts; e:

$$V_{OH} = 5,0 \text{ V}, \quad V_{OL} = 0,0 \text{ V.}$$

$$V_{T+} = 2,75 \text{ V}, \quad V_{T-} = 1,67 \text{ V.}$$

Determine a frequência e duty-cycle deste circuito quando:

$$R = 10 \text{ K}\Omega, \quad C = 0,022 \mu\text{F.}$$

1. Resolvendo para $t_{HI} = 86,2 \mu\text{s}$

2. Resolvendo para t_{LO} :

$$\Delta V = V_{T+} - V_{T-}$$

$$\Delta V = 2,75 - 1,67 = 1,08 \text{ Volts}$$

$$E = 2,75 - 0 = 2,75 \text{ Volts}$$

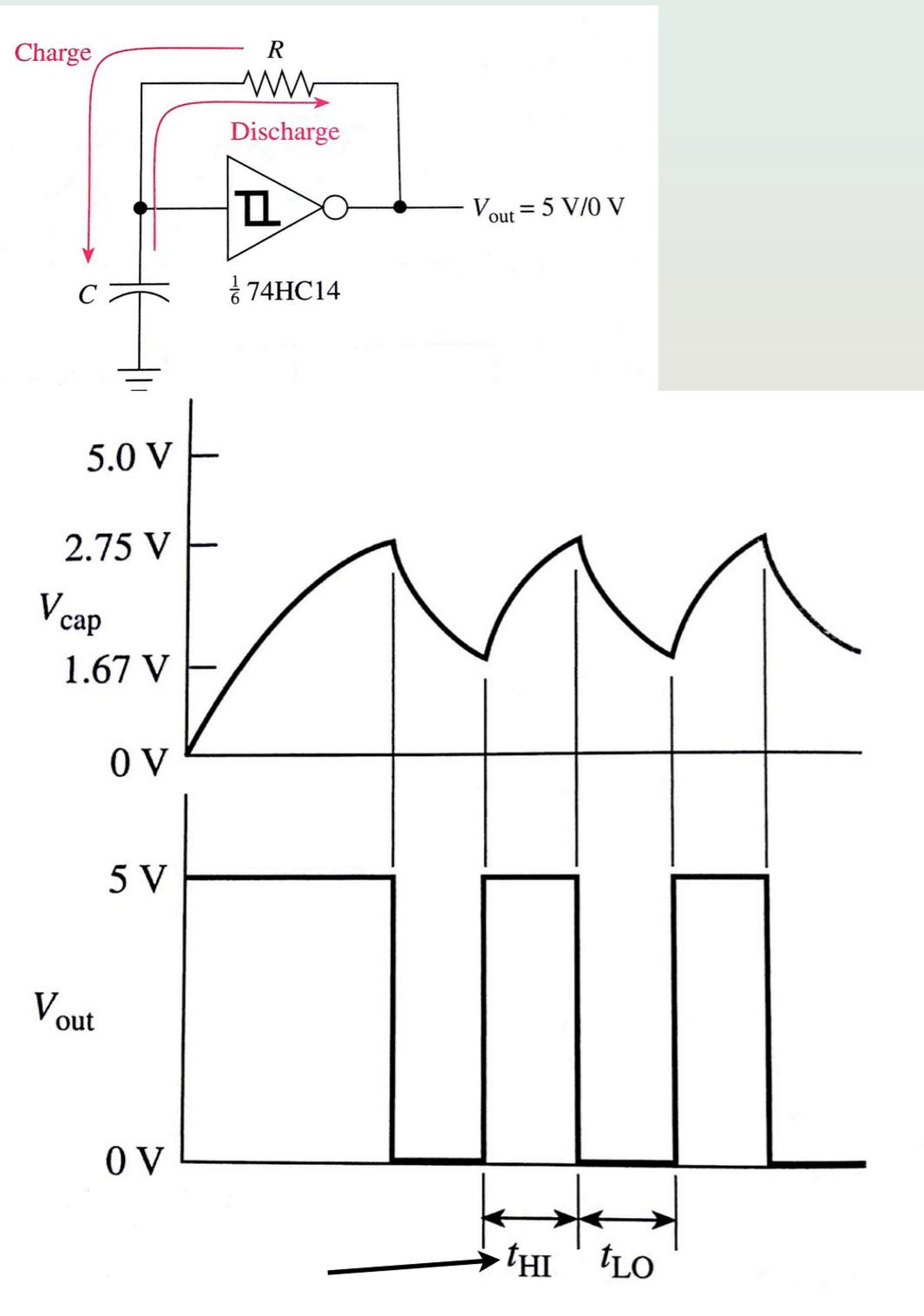
$$t_{LO} = RC \ln \left(\frac{1}{1 - \Delta V/E} \right)$$

$$= (10 \text{ K}\Omega)(0.022 \mu\text{F}) \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{1,08}{2,75}} \right)$$

$$= 110 \mu\text{s}$$

Multivibrador Astável

- Schmitt trigger como multivibrador astável



Simulando um caso real:

Seja $V_{CC} = 5,0$ Volts; e:

$$V_{OH} = 5,0\text{ V}, \quad V_{OL} = 0,0\text{ V}.$$

$$V_{T+} = 2,75\text{ V}, \quad V_{T-} = 1,67\text{ V}.$$

Determine a frequência e duty-cycle deste circuito quando:

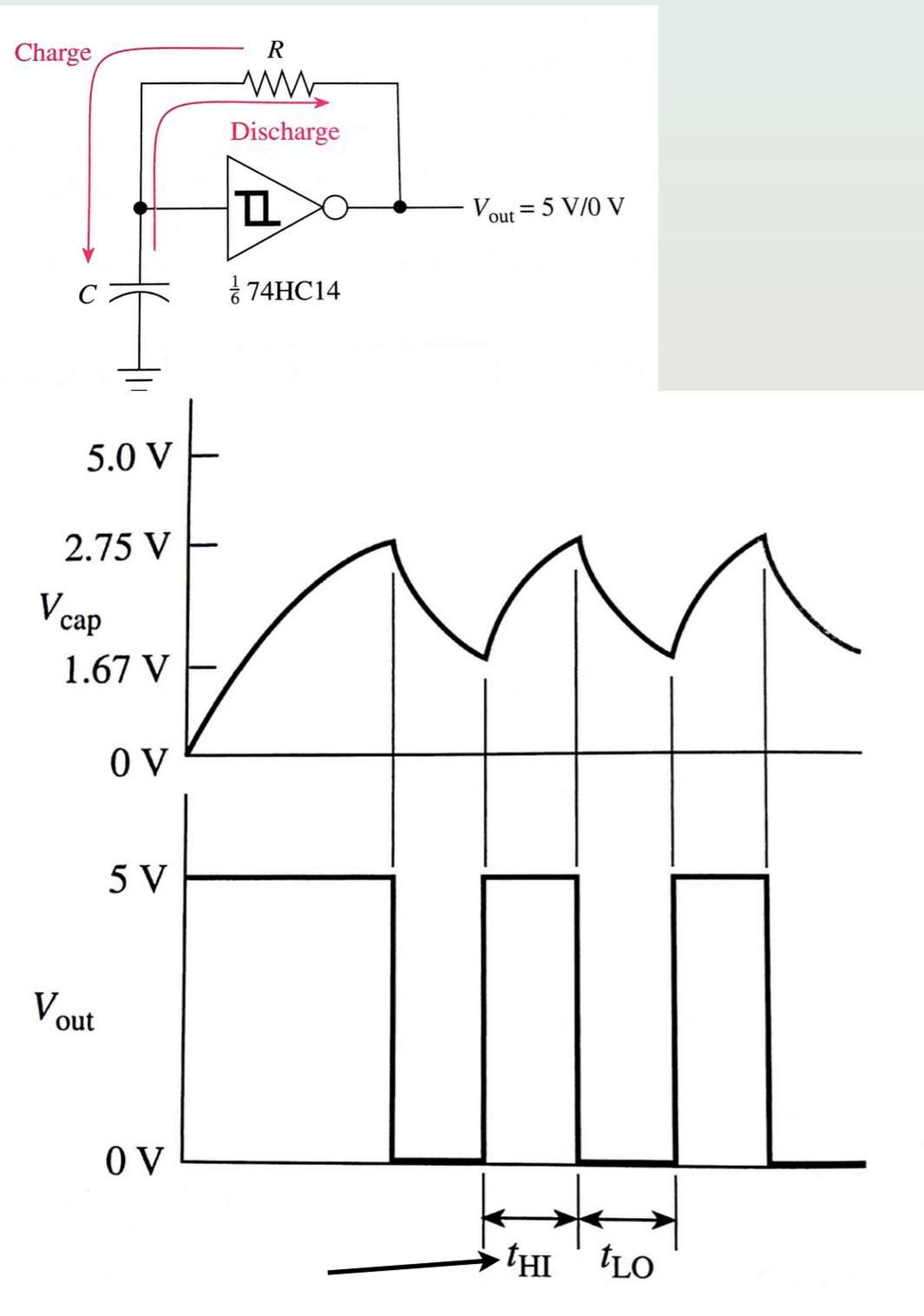
$$R = 10\text{ K}\Omega, \quad C = 0,022\mu\text{F}.$$

1. Resolvendo para $t_{HI} = 86,2\ \mu\text{s}$
2. Resolvendo para $t_{LO} = 110\ \mu\text{s}$
3. Determinando o duty-cycle:

$$\begin{aligned} D &= \frac{t_{HI}}{t_{HI} + t_{LO}} \\ &= \frac{86,2}{86,2 + 110} \\ &= 0,439 = 43,9\% \end{aligned}$$

Multivibrador Astável

- Schmitt trigger como multivibrador astável



Simulando um caso real:

Seja $V_{CC} = 5,0$ Volts; e:

$$V_{OH} = 5,0\text{ V}, \quad V_{OL} = 0,0\text{ V}.$$

$$V_{T+} = 2,75\text{ V}, \quad V_{T-} = 1,67\text{ V}.$$

Determine a frequência e duty-cycle deste circuito quando:

$$R = 10\text{ K}\Omega, \quad C = 0,022\mu\text{F}.$$

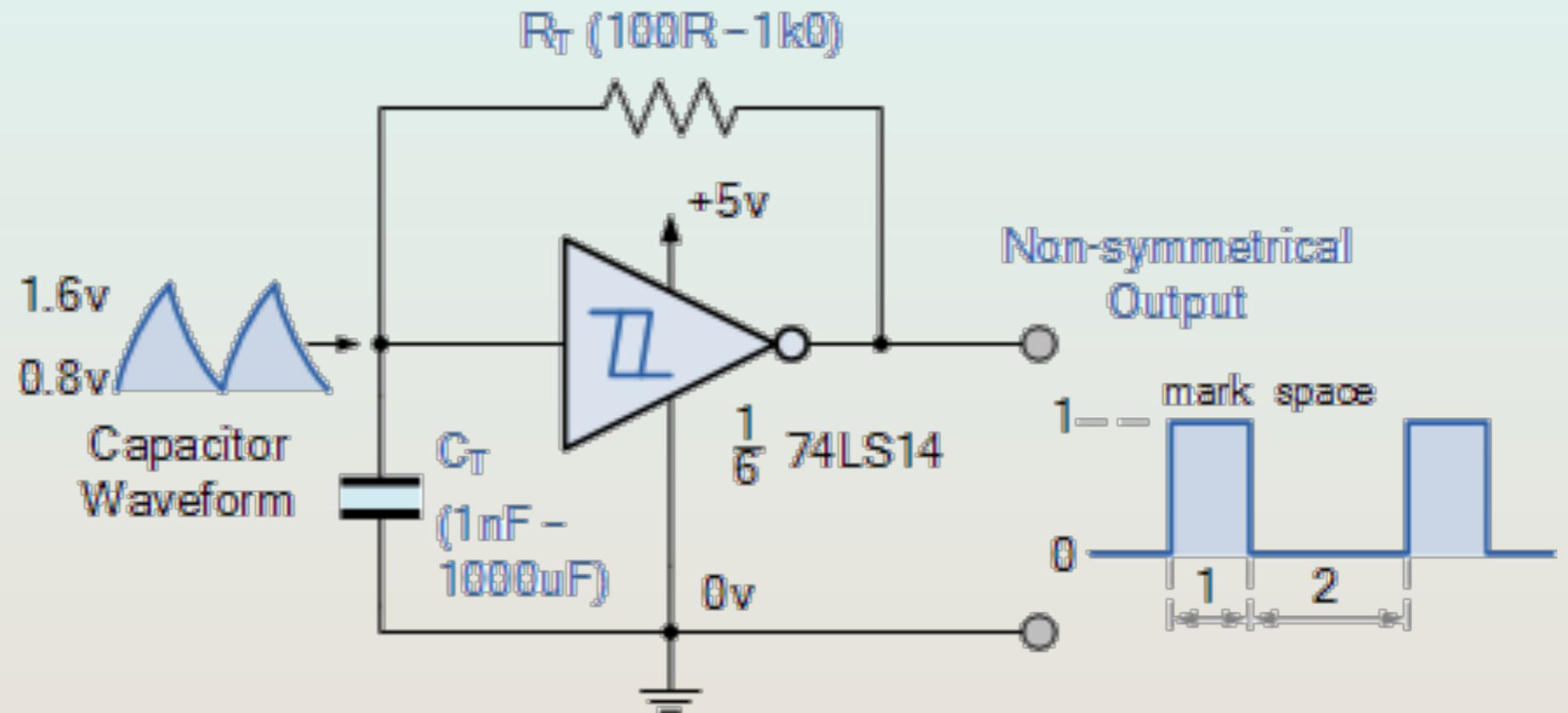
1. Resolvendo para $t_{HI} = 86,2\ \mu\text{s}$
2. Resolvendo para $t_{LO} = 110\ \mu\text{s}$
3. Determinando o duty-cycle, $D = 43,9\%$
4. Determinando a frequência:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{t_{HI} + t_{LO}} \\ &= \frac{1}{(86,2 + 110)\mu} \\ &= 5,10\text{ KHz} \end{aligned}$$

Multivibrador Astável

- Versão TTL...

$$f = \frac{1}{1.2 RC}$$



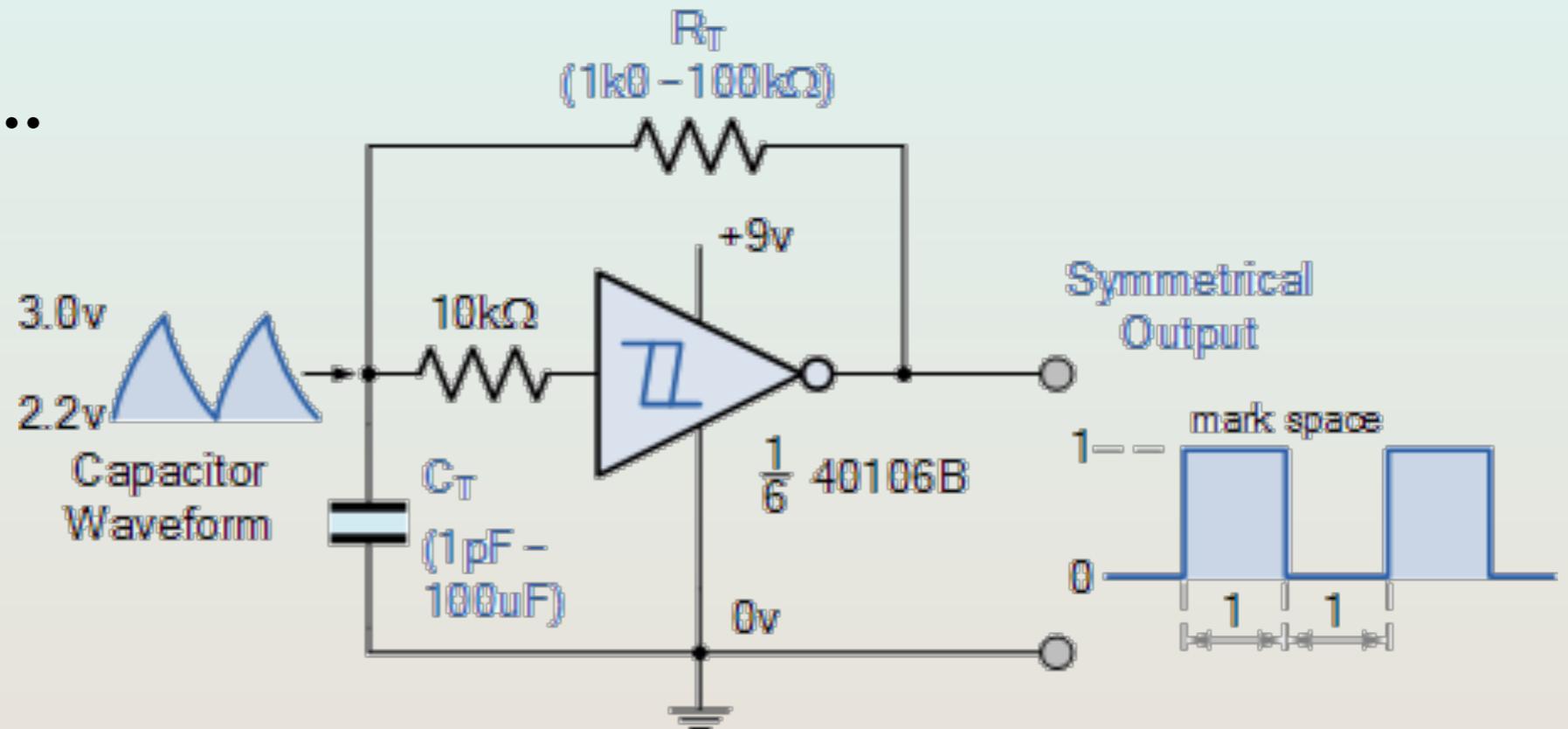
Duty cycle \cong 33%;

Valor de $R_T < 1 \text{ K}\Omega$ para circuito oscilar corretamente ($220\Omega < R_T < 470\Omega$);

Multivibrador Astável

- Versão CMOS...

$$f = \frac{1}{1.2 RC}$$



Similar ao circuito com TTL, diferença: resistor de 10 KΩ (fixo) necessário prevenir que o capacitor danifique os sensíveis transistores MOSFET de entrada.

Duty cycle \cong 50%;

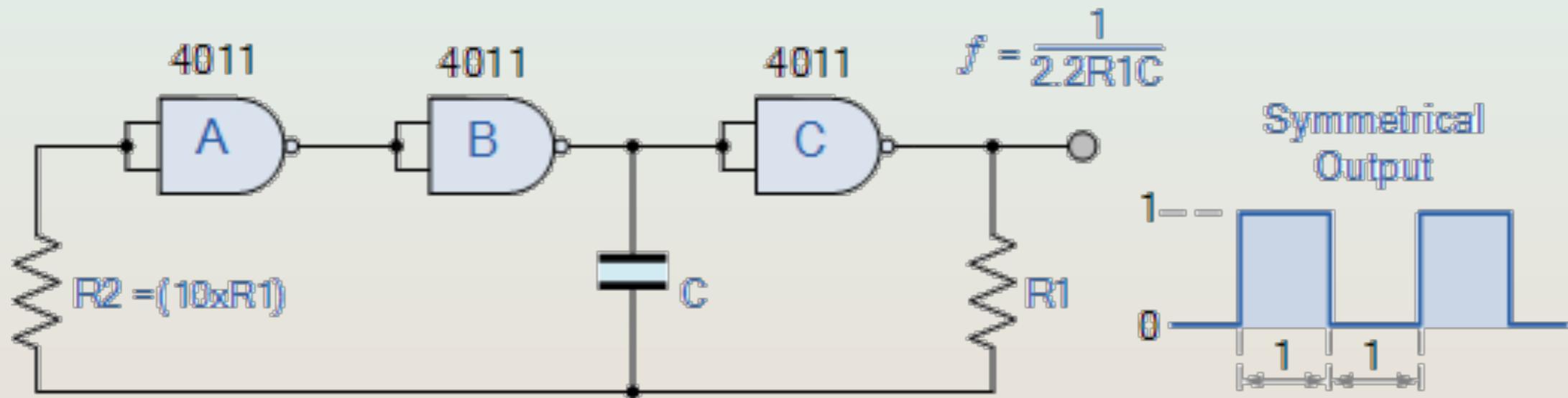
Valor de $R_T < 100$ KΩ para circuito oscilar corretamente ($1\text{K}\Omega < R_T < 100\text{K}\Omega$);

Capacitor: 1 pF $< C_T < 100$ μF.

Frequencia: $0,1$ Hz $< f < 100\text{KHz}$.

Multivibrador Astável

- Portas NAND:



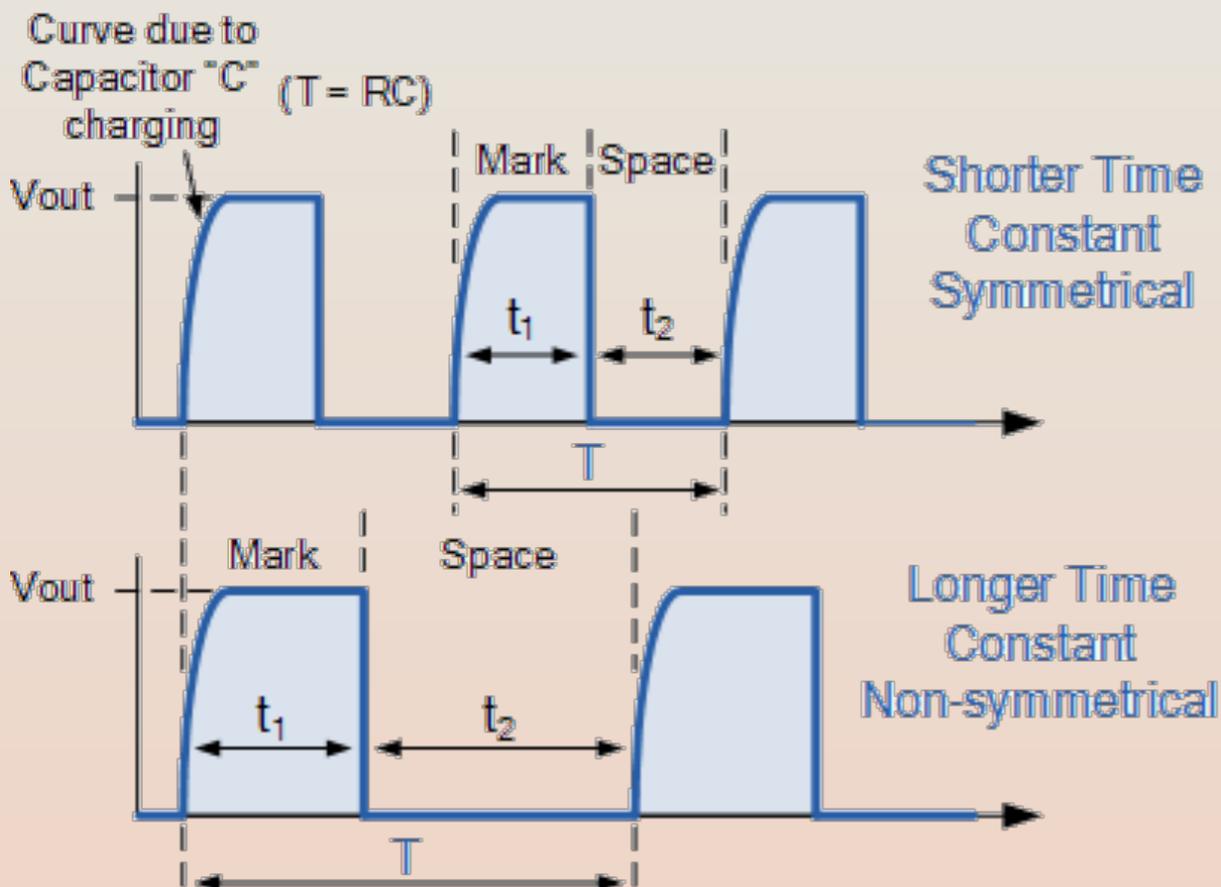
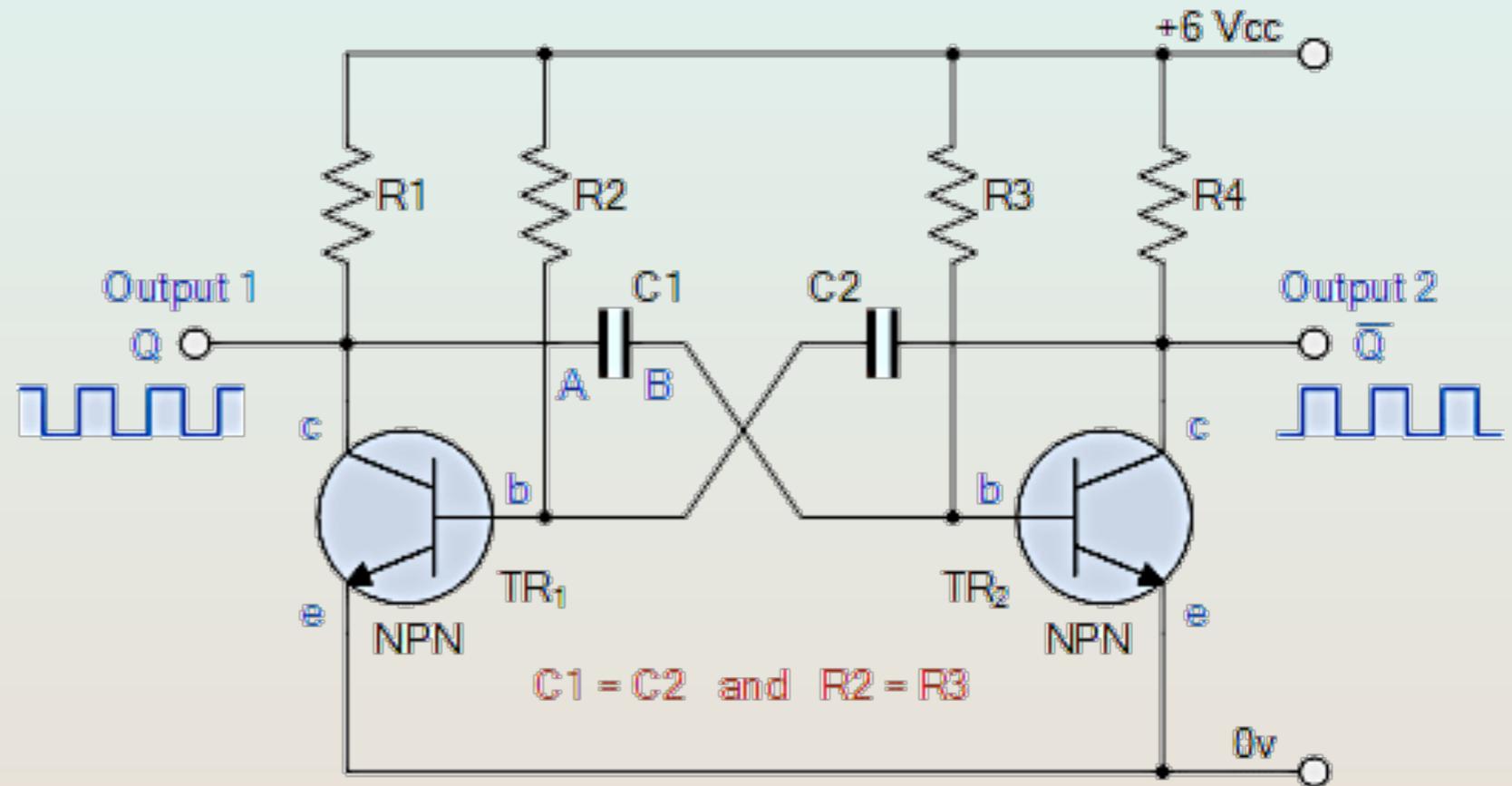
Multivibrador Astável

- Usando transistor:

$$T = t_1 + t_2$$

$$t_1 = 0,69 C_1 R_3$$

$$t_2 = 0,69 C_2 R_2$$



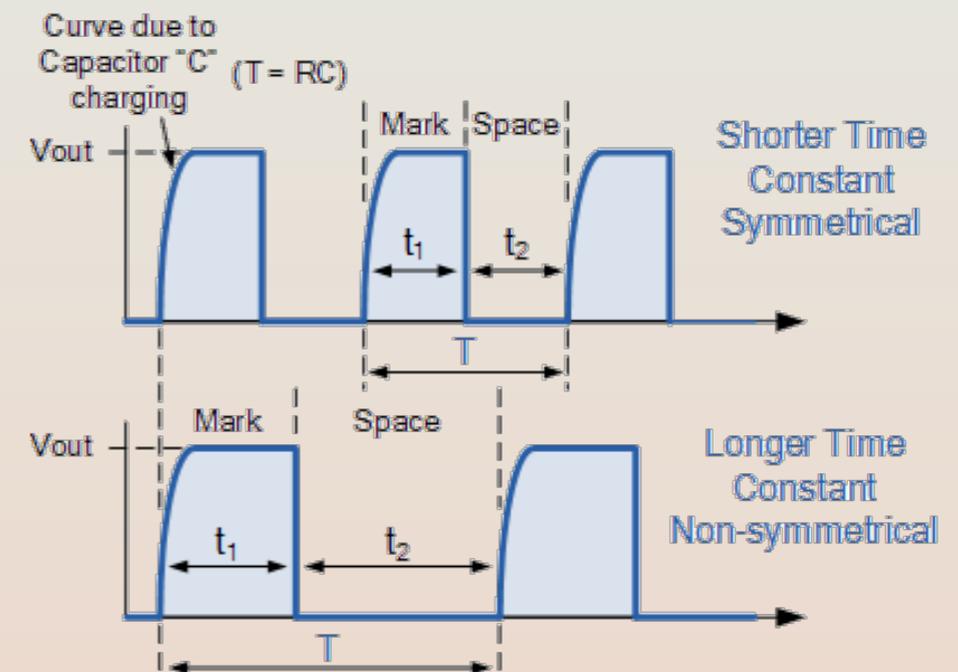
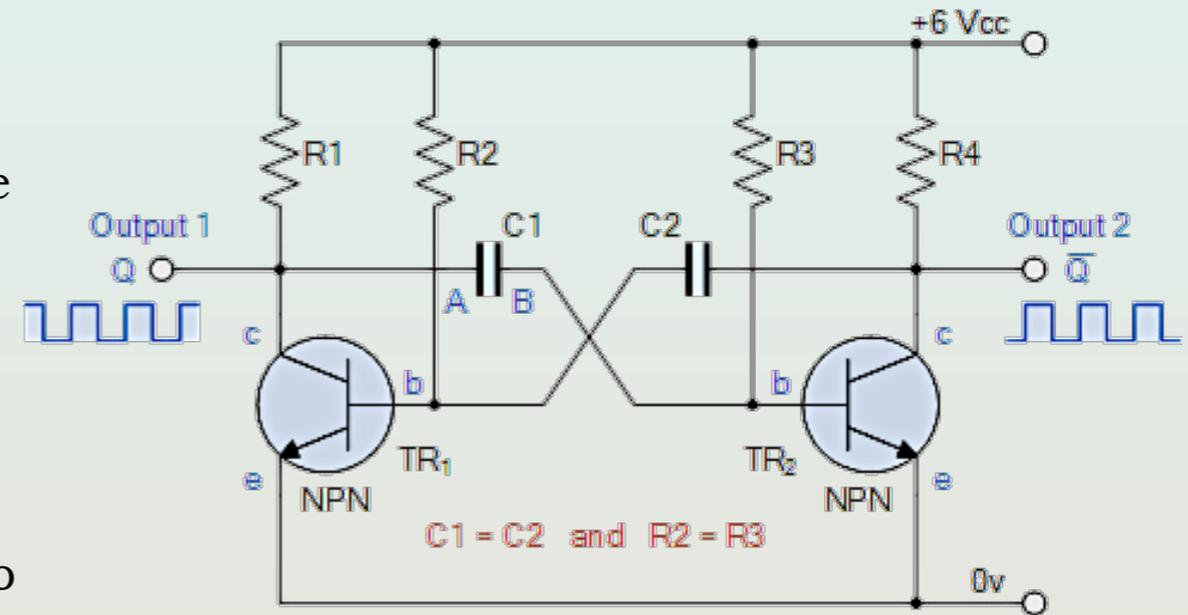
Multivibrador Astável

Suponha que transistor, TR1 acabou de entrar em corte "OFF" (cut-off) e sua tensão de coletor está subindo em direção à V_{cc} , enquanto isto o transistor TR2 acaba de saturar (conduzir). A placa "A" do capacitor C1 também está subindo de tensão em direção à V_{cc} de +6 volt, uma vez que está ligada ao coletor do TR1 que agora está em corte ("OFF"). Como TR1 está em corte, ele não conduz nenhuma corrente e assim não existe queda de tensão através do resistor de carga R1.

O outro lado do capacitor C1, sua placa "B", esta conectada ao terminal de base do transistor TR2 e está à 0,6V, porque o transistor TR2 está conduzindo (em saturação). Portanto, sobre o capacitor C1 existe uma diferença de potencial de +5,4 volts através dos suas placas, (6,0 - 0,6 V) a partir do ponto A ao ponto B.

TR2 está conduzindo totalmente, o capacitor C2 começa a carregar-se através da resistência R2 em direção à V_{cc} . Quando a tensão através do condensador C2 se eleva a mais de 0,6V, ele passar o transistor TR1 para condução (em saturação).

No instante em que o transistor, TR1 comuta para "ON", a placa "A" do condensador, que estava inicialmente no potencial V_{cc} , imediatamente cai para 0,6 volts. Esta rápida queda de tensão na placa "A" provoca uma queda igual e instantânea da tensão na placa "B", portanto, a placa "B" de C1 é forçada para baixo de -5.4v (uma carga reversa) e este balanço negativo de voltagem é aplicada a base do TR2 forçando-o para "OFF" (corte). Um estado instável.



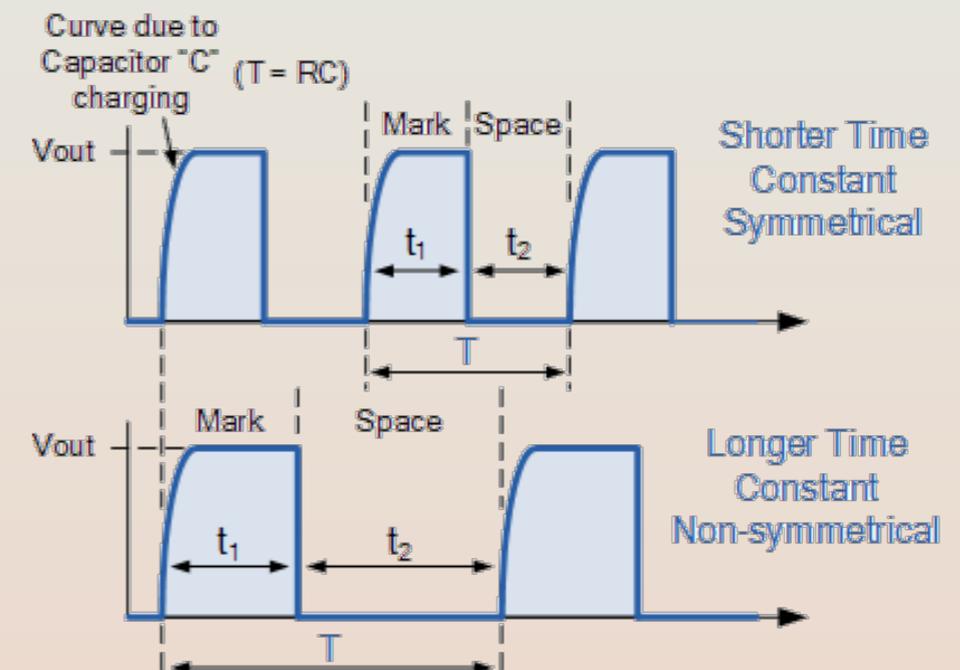
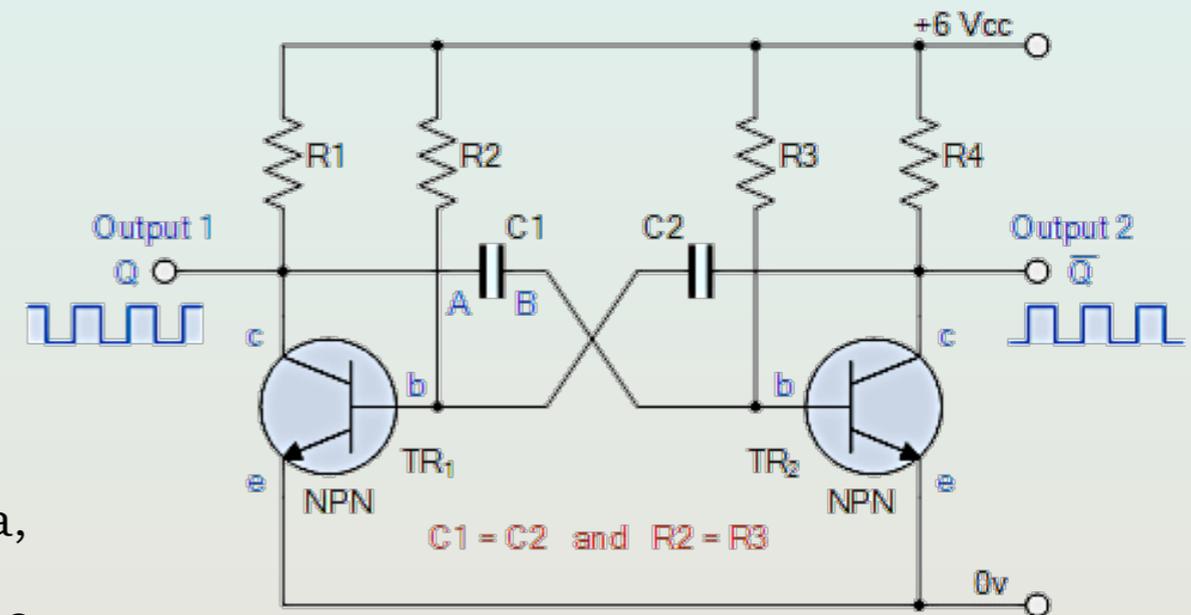
Multivibrador Astável

No instante em que o transistor, TR1 comuta para "ON", a placa "A" do condensador, que estava inicialmente no potencial V_{cc} , imediatamente cai para 0,6 volts. Esta rápida queda de tensão na placa "A" provoca uma queda igual e instantânea da tensão na placa "B", portanto, a placa "B" de C1 é forçada para baixo de -5.4v (uma carga reversa) e este balanço negativo de voltagem é aplicada a base do TR2 forçando-o para "OFF" (corte). Um estado instável.

O transistor TR2 é forçado para o modo de corte e assim o condensador C1 agora começa a carregar em direção oposta, através da resistência R3, a qual também está ligada à alimentação de +6 volt (V_{CC}). Assim, a base do transistor TR2 agora está se movendo para "cima" em uma direção positiva no sentido de V_{cc} com uma constante de tempo igual à combinação: $C1 \times R3$.

No entanto, ele nunca alcança o valor de V_{cc} porque assim que se chega à 0,6 volts positivos, o transistor TR2 conduz 100% (entra em saturação). Esta ação inicia todo o processo outra vez, mas agora com o capacitor C2 forçando a base do transistor TR1 para -5.4v enquanto carrega-se através da resistência R2 e entrar no segundo estado instável.

Então, podemos perceber que o circuito alterna entre um estado instável na qual transistor TR1 está cortado e transistor TR2 está saturado, e um segundo estado instável em que TR1 está saturado e TR2 fica cortado, a uma taxa determinada pelos valores RC. Este processo se repete indefinidamente, enquanto a tensão de alimentação estiver presente.

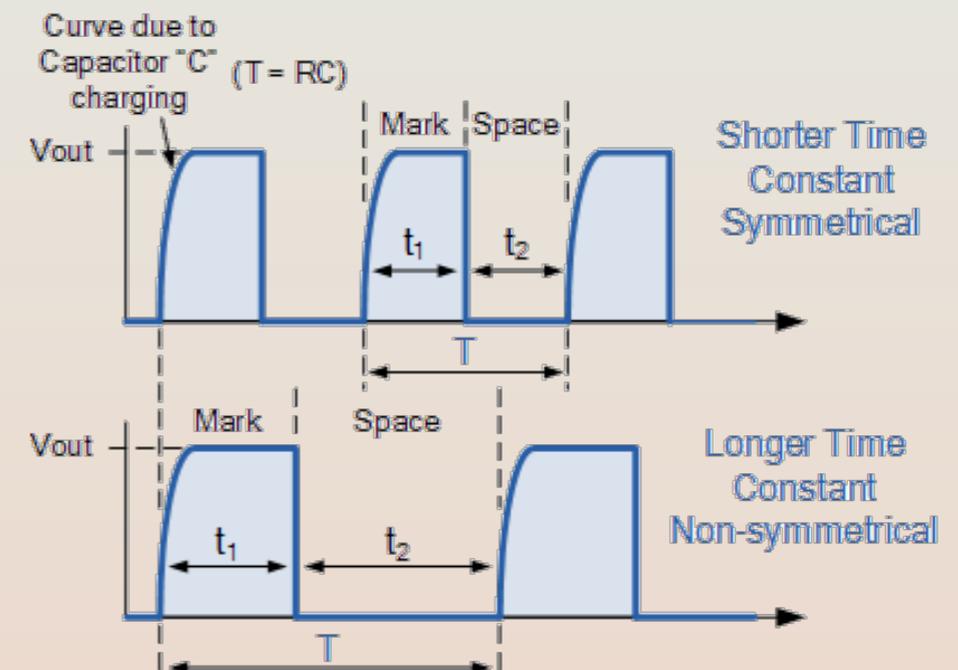
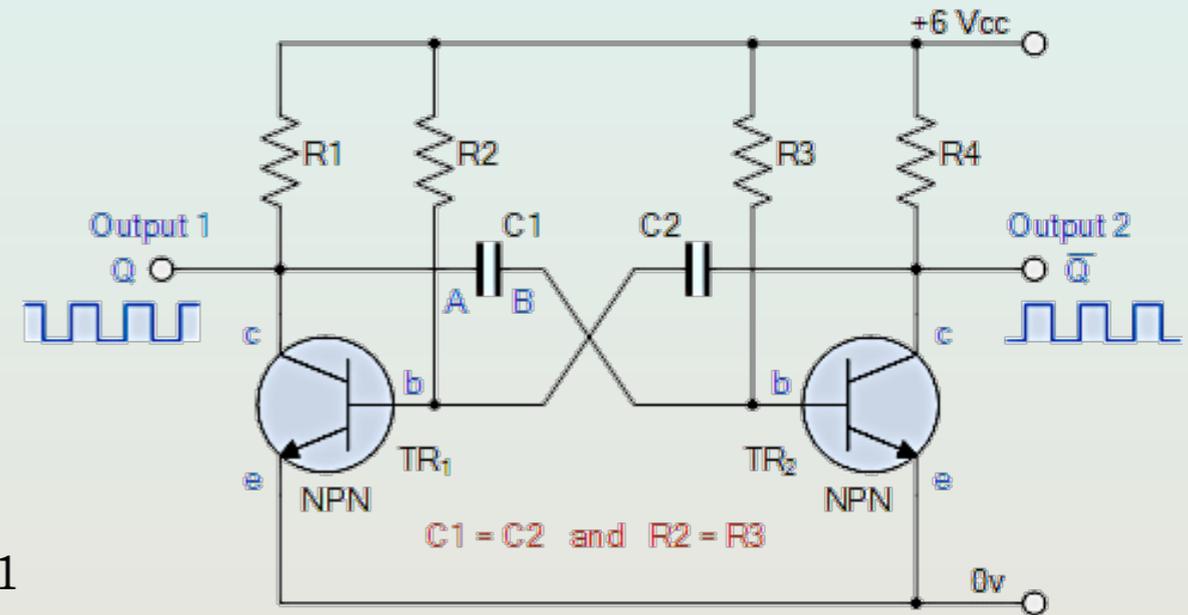


Multivibrador Astável

A amplitude da forma de onda de saída é aproximadamente a mesma da tensão de alimentação, V_{cc} , com o período de tempo relacionado com cada estado determinado pela constante de tempo das redes RC conectadas entre os terminais de base dos transistores. Como ambos os transistores estão comutando entre "saturação" e "corte", a saída em cada coletor será uma onda quadrada com cantos ligeiramente arredondados, devido à corrente que carrega os capacitores. Isso pode ser corrigido usando mais componentes.

Se as duas constantes de tempo produzidas por $C_2 \times R_2$ e $C_1 \times R_3$ na base de circuitos são as mesmas, a taxa (t_1/t_2) será igual a um, tornando a forma da onda de saída simétrica. Variando os condensadores, C_1 , C_2 ou as resistências R_2 , R_3 a relação t_1/t_2 muda e, portanto, a frequência pode ser alterada.

Na parte de taxas de "Carga/Descarga RC" notamos que o tempo necessário para que a tensão através de um condensador caia para metade da tensão de alimentação ($0,5V_{cc}$), é igual à $0,69$ constantes de tempo da combinação de condensador e resistência. Então tomando um lado do multivibrador astável, o período de tempo que o transistor TR_2 está em corte será igual a $0,69T$ ou $0,69$ vezes a constante de tempo de $C_1 \times R_3$. Da mesma forma, o período de tempo que o transistor TR_1 está cortado será igual a $0,69T$ ou $0,69$ vezes a constante de tempo de $C_2 \times R_2$.

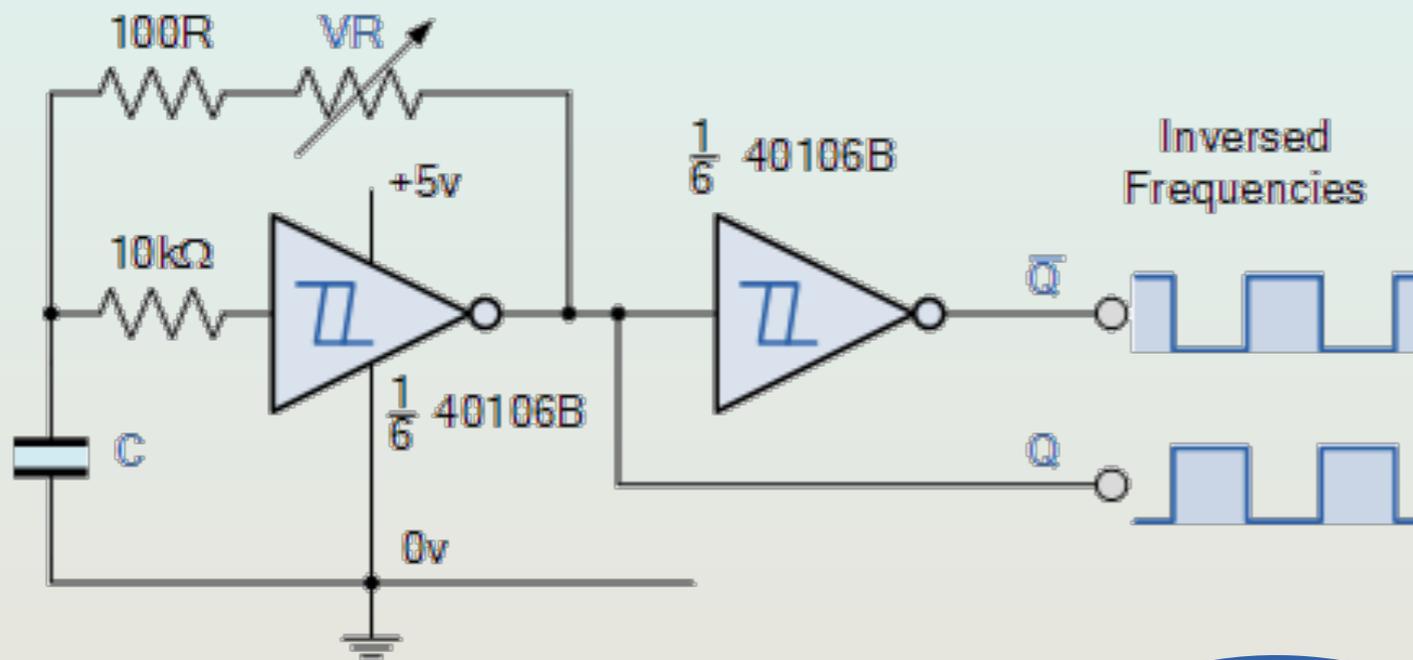


$$T = t_1 + t_2$$

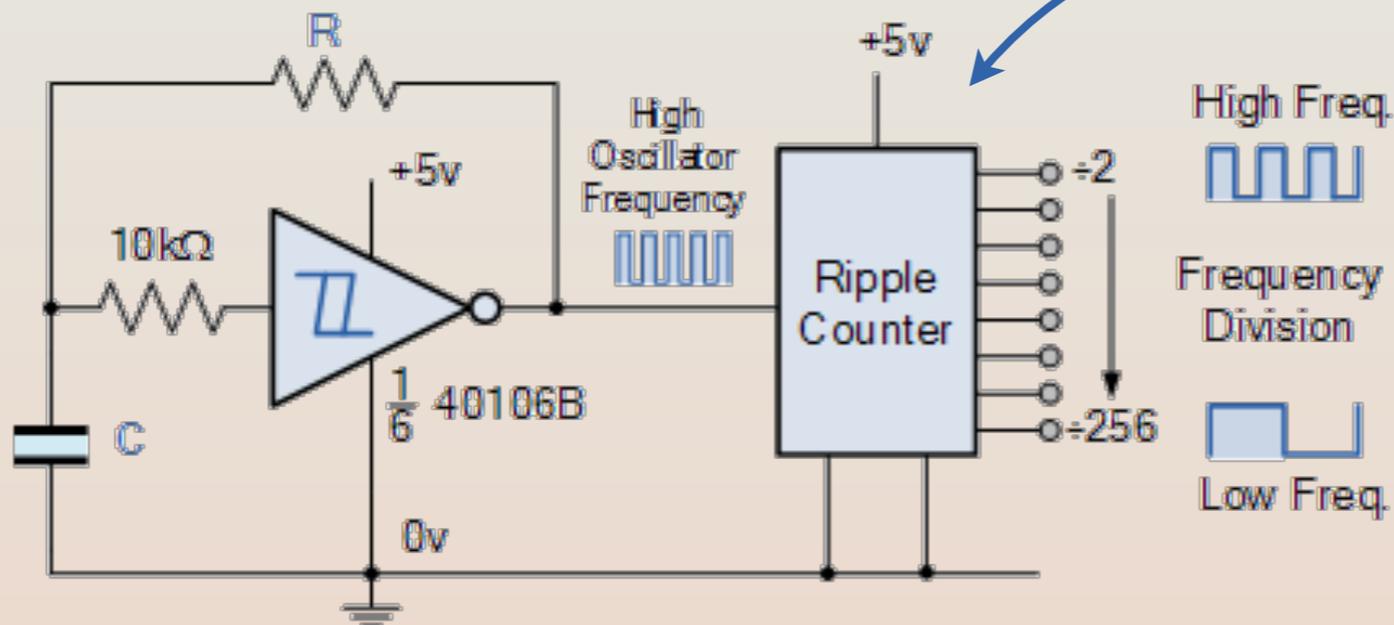
$$t_1 = 0,69 C_1 R_3$$

$$t_2 = 0,69 C_2 R_2$$

Gerador de Clock



Ex1: CMOS 4027: 7-bit Ripple Counter;
Ex2: CMOS 4040: 12-bit Ripple Counter.

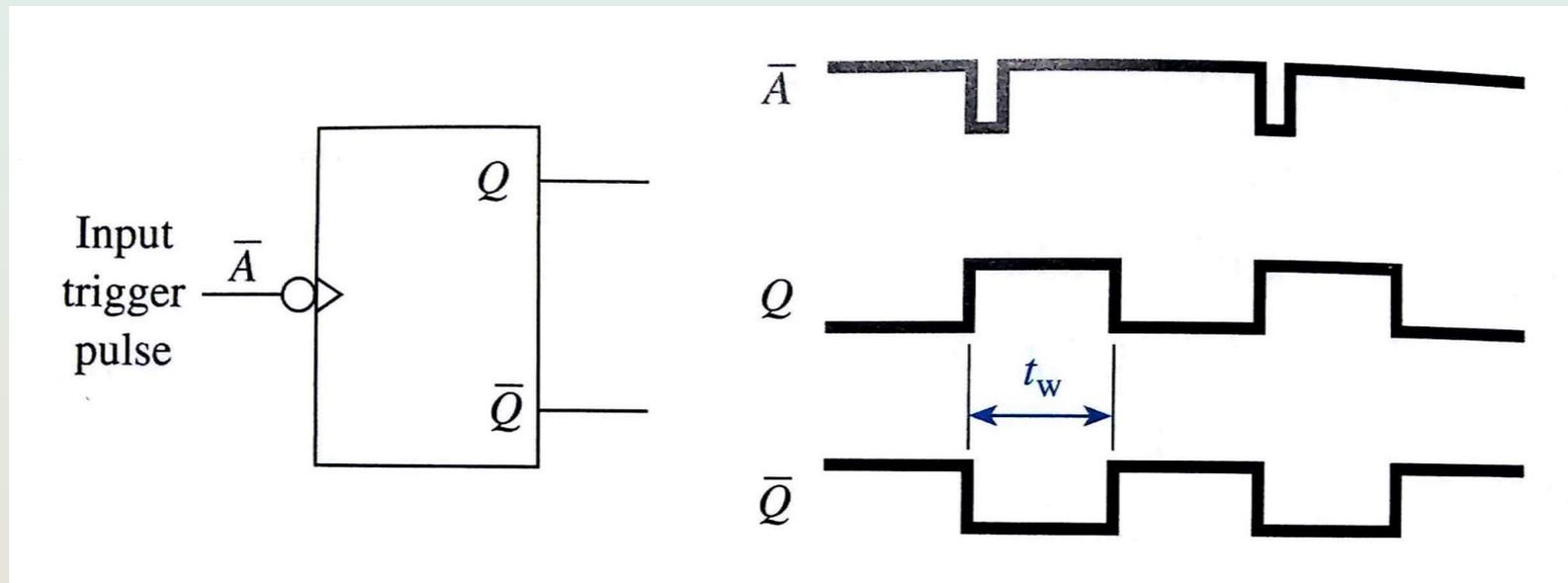


$f \div 2, f \div 4, f \div 8, f \div 256$

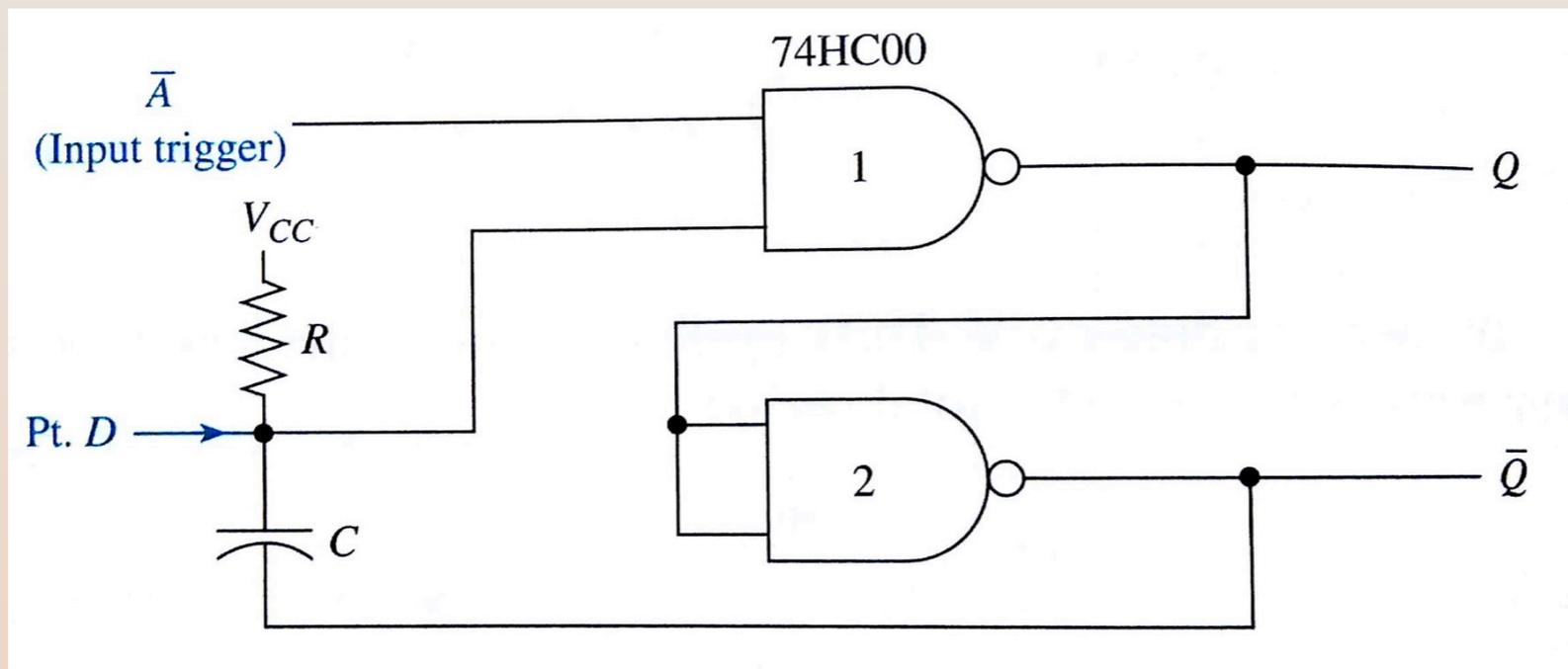
Notar que o resistor R pode ser trocado por um potenciômetro, o que resulta numa frequência que pode ser variada. Entretanto, este valor não pode cair a 0Ω para não curto-circuitar o inversor (um pequeno valor de resistor de realimentação é necessário).

Multivibrador Monoastável

- Diagrama de blocos e formas de onda:

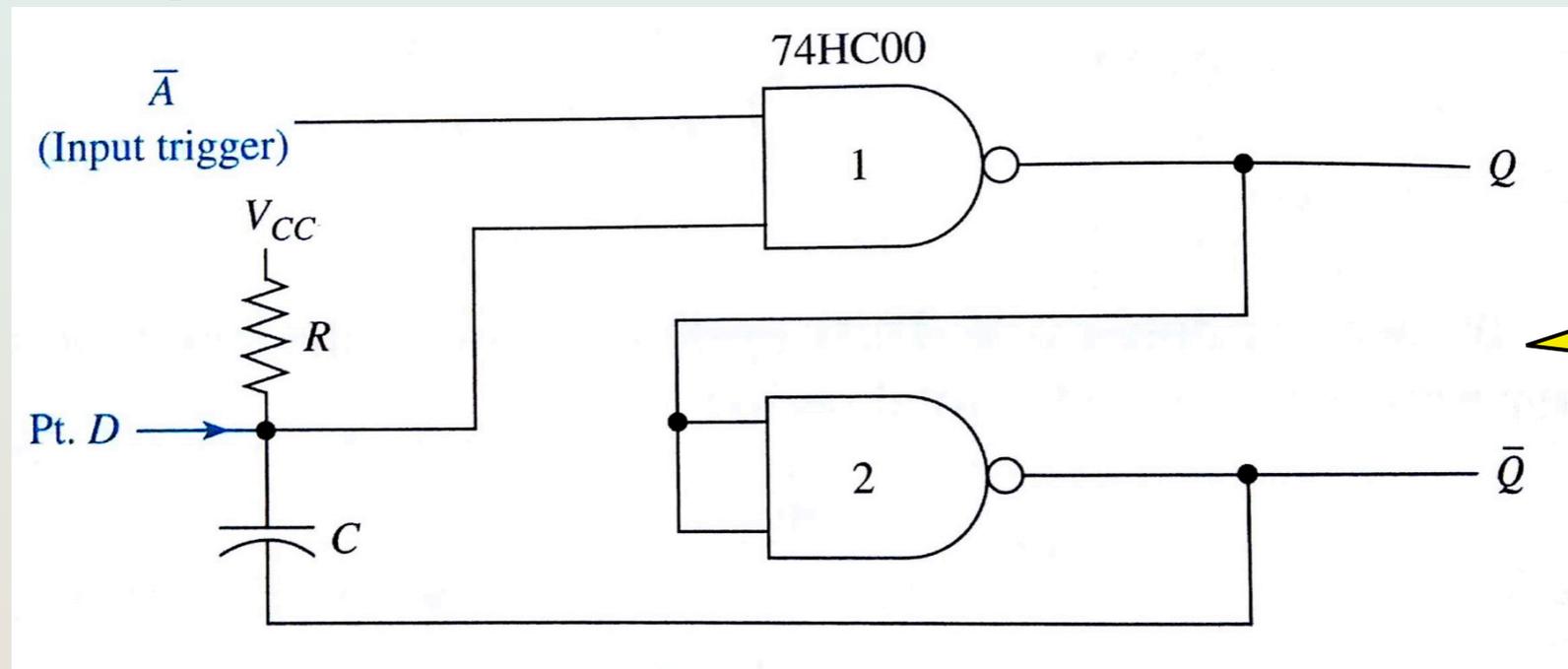


- Circuito simples de monoastável:



Multivibrador Monoastável

- Circuito simples de monoastável:



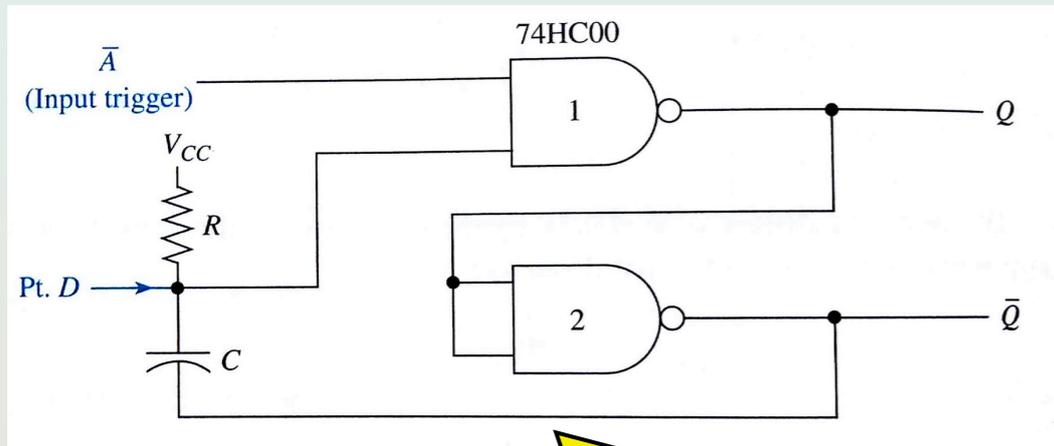
	AND	NAND
00	0	1
01	0	1
10	0	1
11	1	0

Funcionamento:

1. Quando a alimentação for acionada, vamos assumir que: $/A='1'$, $Q='0'$, $/Q='1'$ e que C esteja descarregado. Desta forma, $D = '1'$. Este seria o estado estável.
2. Quando um pulso "negativo" (de HIGH \rightarrow LOW) é aplicado em $/A$; Q é forçado para $Q='1'$, e $/Q='0'$.
3. Como o capacitor leva um tempo para se carregar, a tensão no ponto D vai cair para 0 Volts.
4. Os 0 Volts no ponto D fazem com que uma das entradas da porta 1 permaneça em '0', mesmo que $/A$ volte para '1'. Desta forma, Q permanece em '1' e $/Q$ em '0'.
5. Enquanto isto, o capacitor se carrega na direção de V_{cc} . Assim que a tensão no ponto D alcançar o nível lógico HIGH (V_{IH}) na porta 1, Q muda para '0' e assim $/Q='1'$.
6. O circuito volta então para seu estado estável, esperando que ocorra outro sinal de gatilho no ponto $/A$. E o capacitor volta a se descarregar até ≈ 0 Volts (a d.d.p. sobre o capacitor será $\approx V_{cc}$).

Multivibrador Monoastável

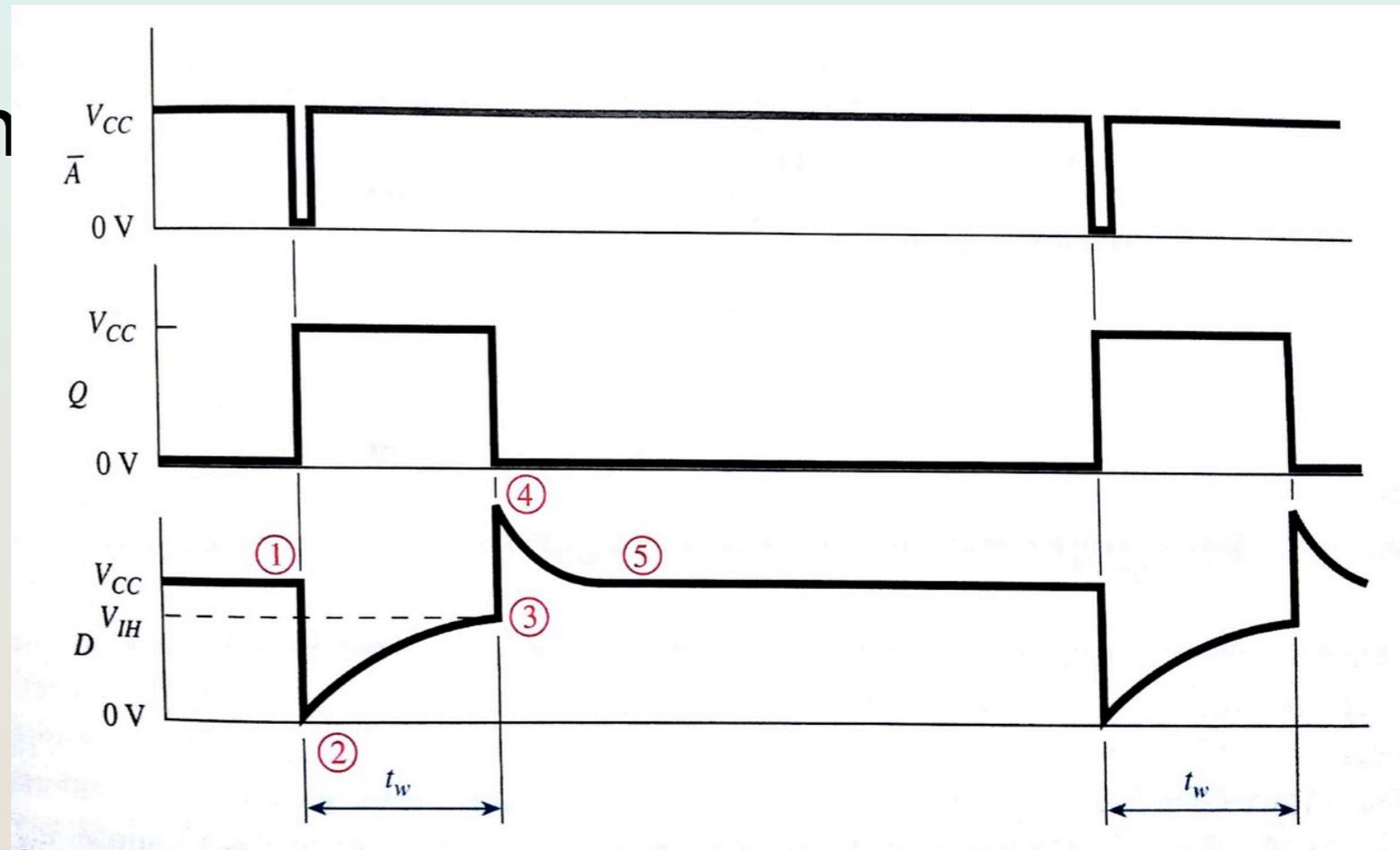
● Circuito simples de m



	AND	NAND
00	0	1
01	0	1
10	0	1
11	1	0

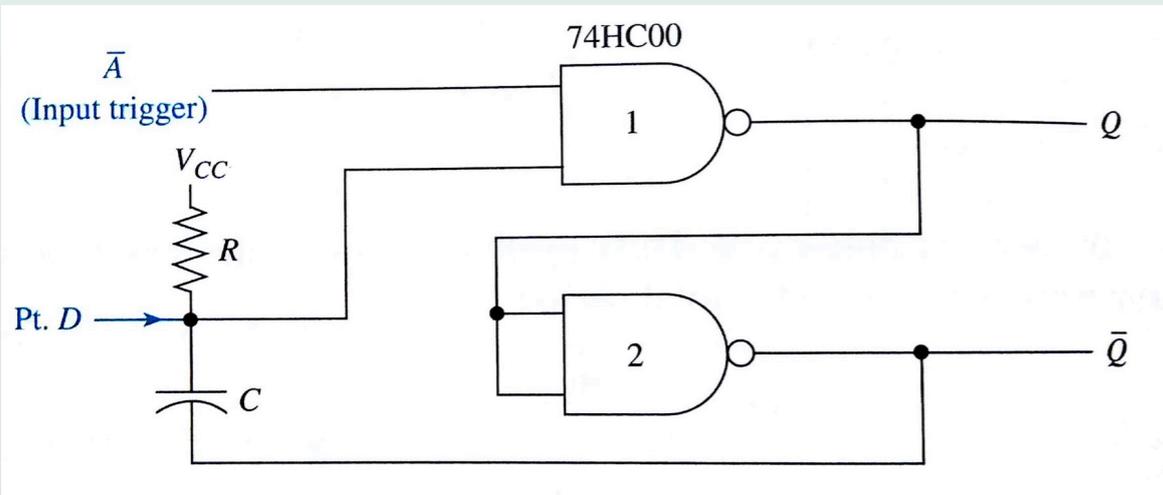
Funcionamento:

1. Quando a alimentação for acionada, vamos assumir que: $/A='1'$, $Q='0'$, $/Q='1'$ e que C esteja descarregado. Desta forma, $D = '1'$. Este seria o estado estável.
2. Quando um pulso "negativo" (de HIGH \rightarrow LOW) é aplicado em $/A$; Q é forçado para $Q='1'$, e $/Q='0'$.
3. Como o capacitor leva um tempo para se carregar, a tensão no ponto D vai cair para 0 Volts.
4. Os 0 Volts no ponto D fazem com que uma das entradas da porta 1 permaneça em '0', mesmo que $/A$ volte para '1'. Desta forma, Q permanece em '1' e $/Q$ em '0'.
5. Enquanto isto, o capacitor se carrega na direção de V_{CC} . Assim que a tensão no ponto D alcançar o nível lógico HIGH (V_{IH}) na porta 1, Q muda para '0' e assim $/Q='1'$.
6. O circuito volta então para seu estado estável, esperando que ocorra outro sinal de gatilho no ponto $/A$. E o capacitor volta a se descarregar até ≈ 0 Volts (a d.d.p. sobre o capacitor será $\approx V_{CC}$).



Multivibrador Monoastável

- Circuito simples de monoastável:



Seja:

$$V_{CC} = 5,0 \text{ Volts};$$

$$V_{OH} = 5,0 \text{ Volts},$$

$$V_{IH} = 3,5 \text{ Volts},$$

$$R = 4,7 \text{ K}\Omega,$$

$$V_{OL} = 0,0 \text{ Volts},$$

$$V_{IL} = 1,0 \text{ Volts},$$

$$C = 0,0047 \mu\text{F}.$$

Calcule a largura de pulso t_w ?

$$t = RC \ln \left(\frac{1}{1 - \Delta V_C / E} \right)$$

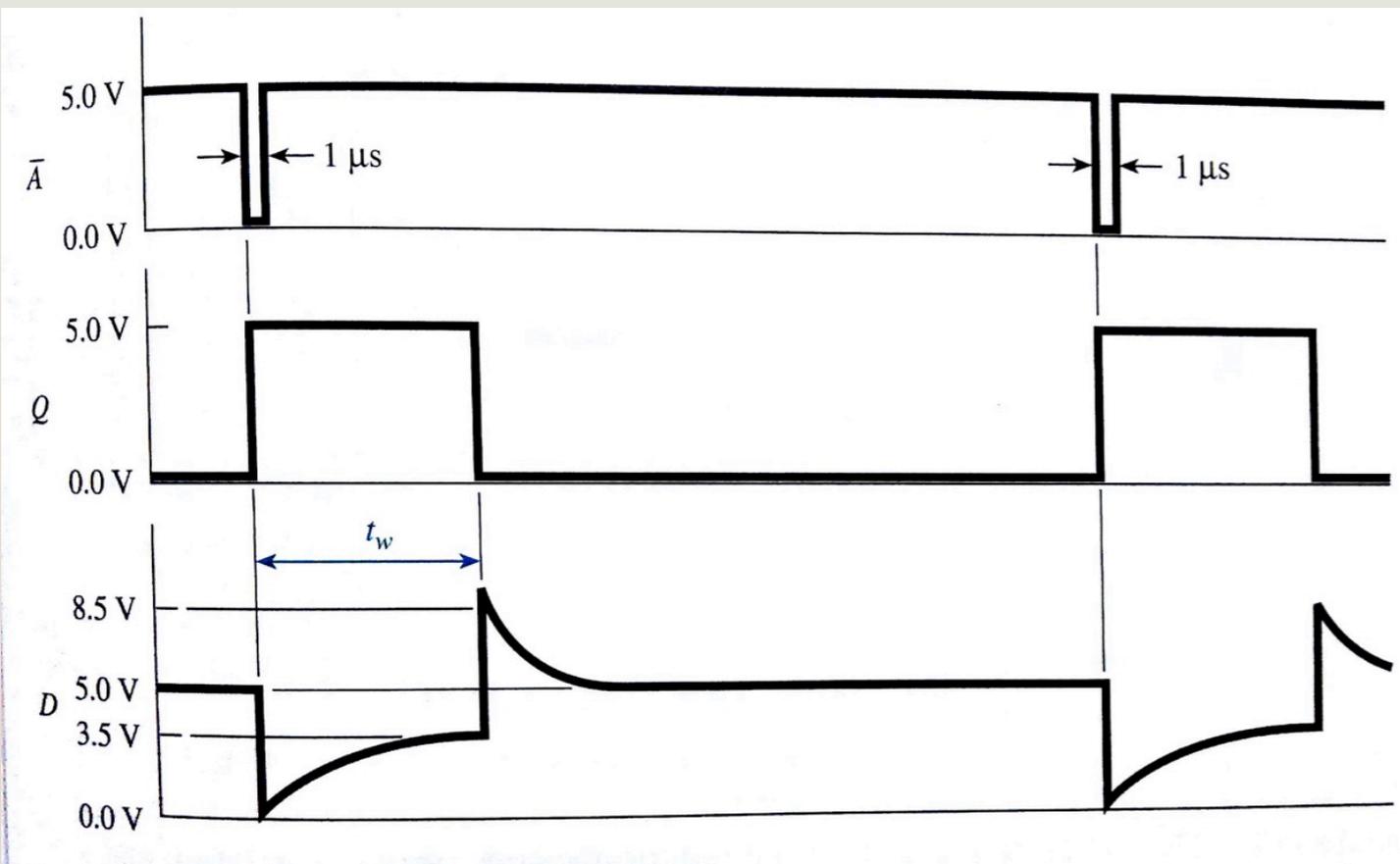
$$\Delta v = 3,5 - 0 = 3,5 \text{ Volts}$$

$$E = 5,0 - 0 = 5,0 \text{ Volts}$$

$$t_w = RC \ln \left(\frac{1}{1 - \Delta v / E} \right)$$

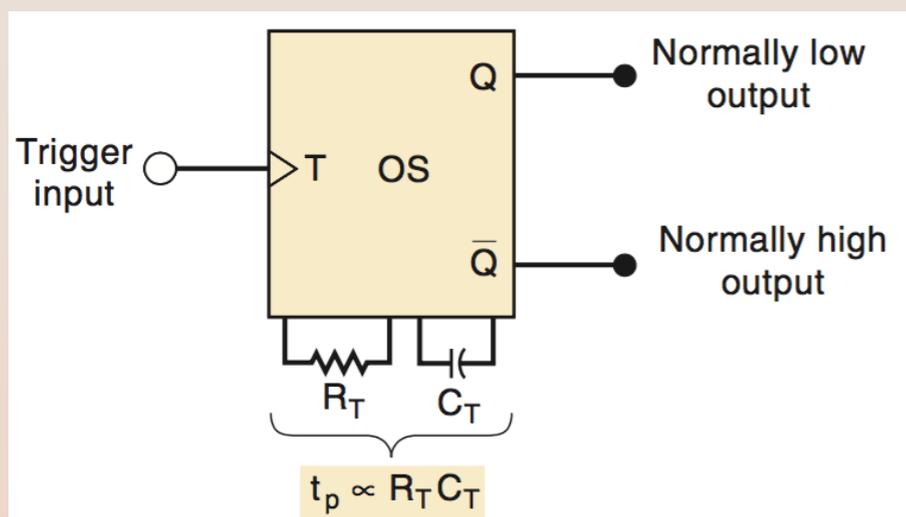
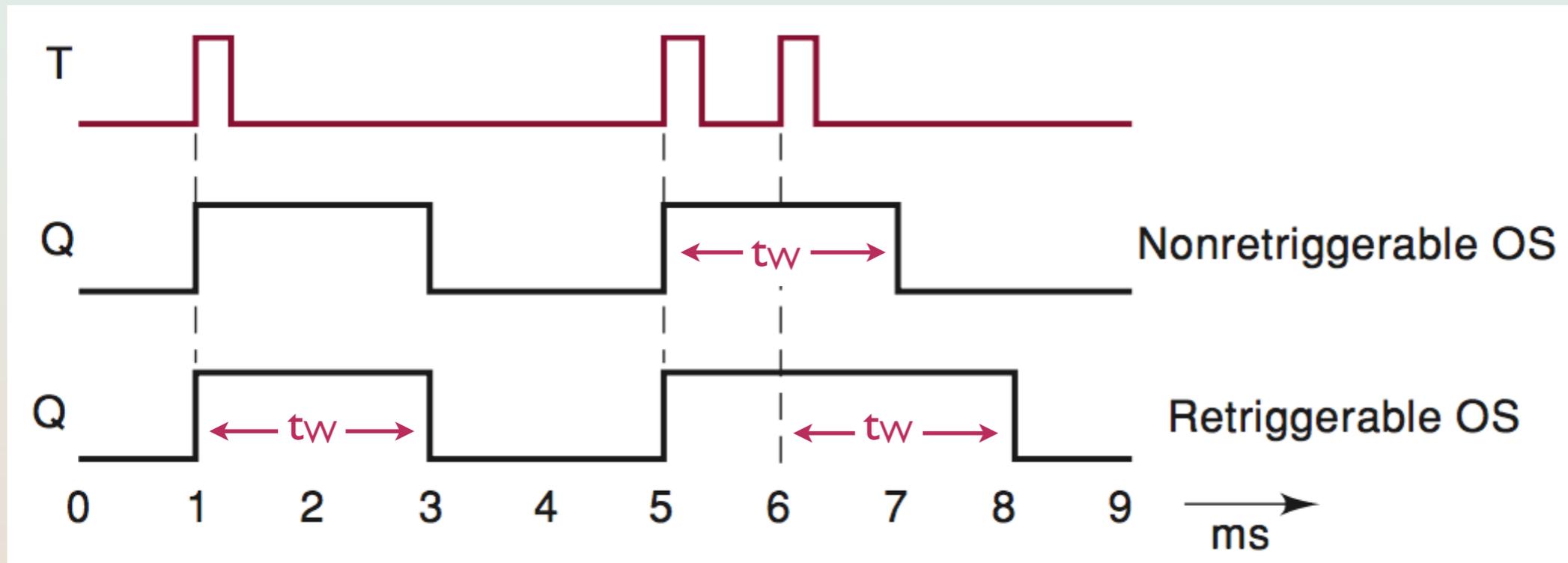
$$= (4,7 \text{ K}\Omega)(0,0047 \mu\text{F}) \ln \left(\frac{1}{1 - 3,5 / 5,0} \right)$$

$$= 26,6 \mu\text{s}$$



Multivibrador Monoastável

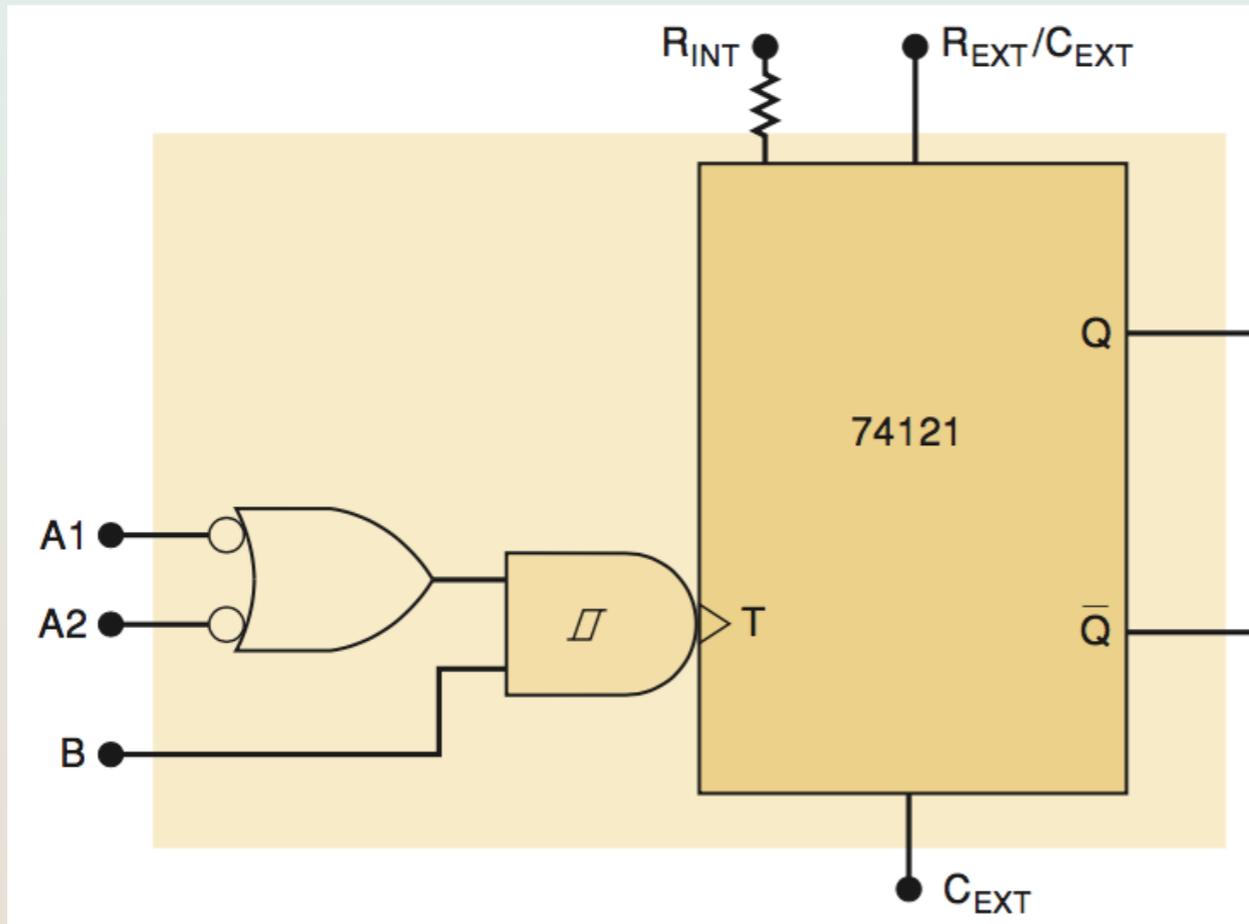
- Tipos:
 - Não-regatilhável (**non**retriggerable);
 - Regatilhável (retriggerable);



Obs.: o monoastável regatilhável inicia um novo intervalo t_w cada vez que recebe um novo pulso de gatilho (trigger).

CIs Multivibradores Monoastáveis

→ **74121**: Monostable multivibrator with Clear



Capaz de produzir pulsos com valores:

$$40 \text{ ns} < t_w < 28 \text{ s};$$

$$\text{Só com } R_{INT} \cong 35 \text{ ns};$$

$$R_x < 40 \text{ K}\Omega;$$

$$C_x < 1000 \text{ }\mu\text{F}.$$

Function Table

Inputs			Outputs	
A1	A2	B	Q	\bar{Q}
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	⌊	⌋
↓	H	H	⌊	⌋
↓	↓	H	⌊	⌋
L	X	↑	⌊	⌋
X	L	↑	⌊	⌋

H = HIGH Logic Level

L = LOW Logic Level

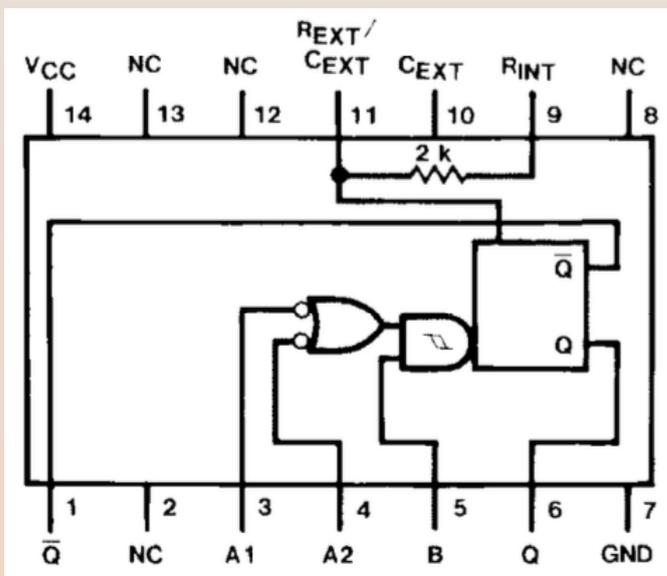
X = Can Be Either LOW or HIGH

⌊ = A Positive Pulse

⌋ = A Negative Pulse

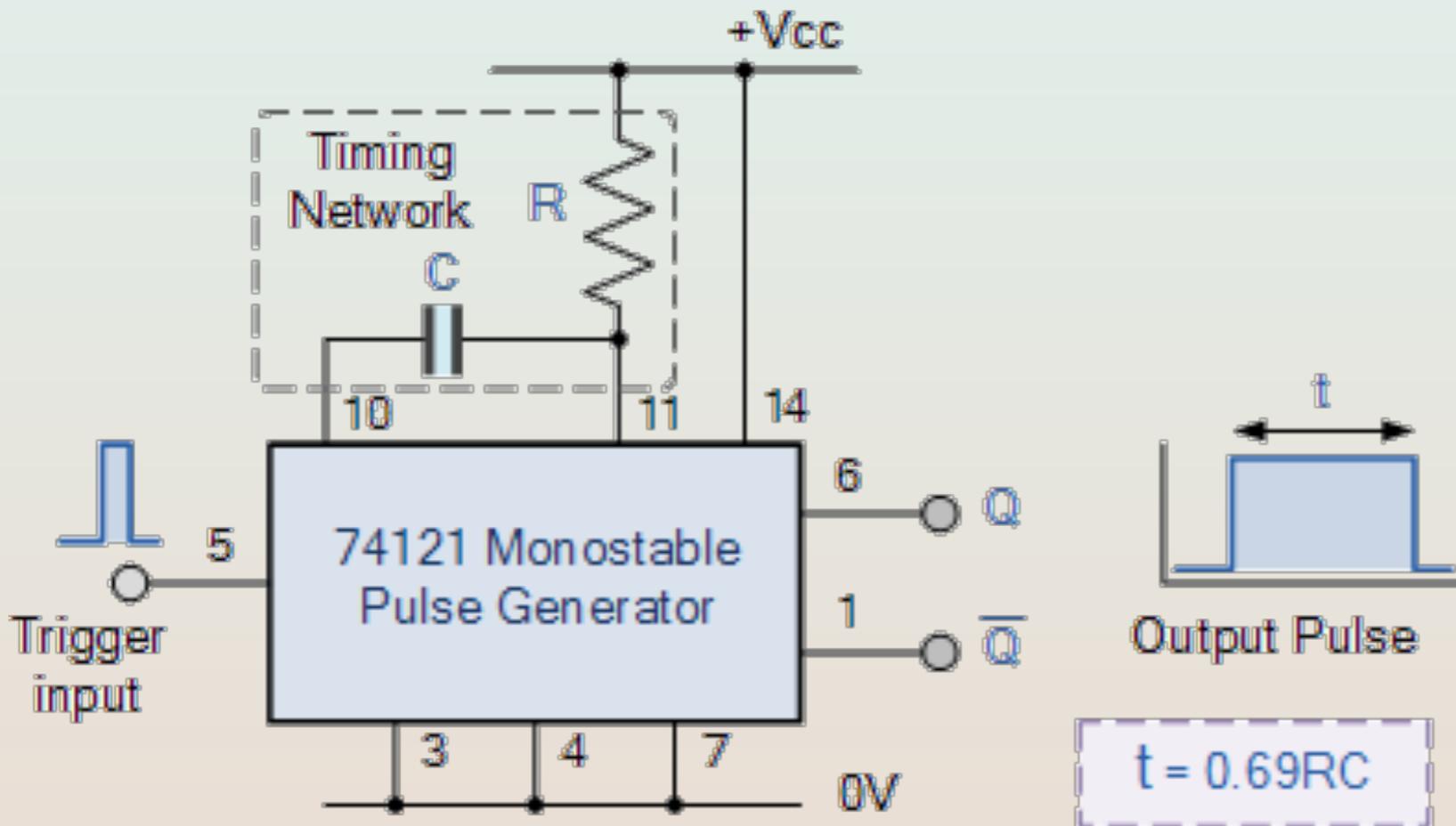
↑ = Positive Going Transition

↓ = Negative Going Transition



CIs Multivibradores Monoastáveis

→ **74121**: Monostable multivibrator with Clear



Capaz de produzir pulsos com valores:

$$40 \text{ ns} < t_w < 28 \text{ s};$$

$$\text{Só com } R_{INT} \approx 35 \text{ ns};$$

$$R_x < 40 \text{ K}\Omega;$$

$$C_x < 1000 \text{ }\mu\text{F}.$$

Function Table

Inputs			Outputs	
A1	A2	B	Q	\bar{Q}
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	⌊	⌋
↓	H	H	⌊	⌋
↓	↓	H	⌊	⌋
L	X	↑	⌊	⌋
X	L	↑	⌊	⌋

H = HIGH Logic Level

L = LOW Logic Level

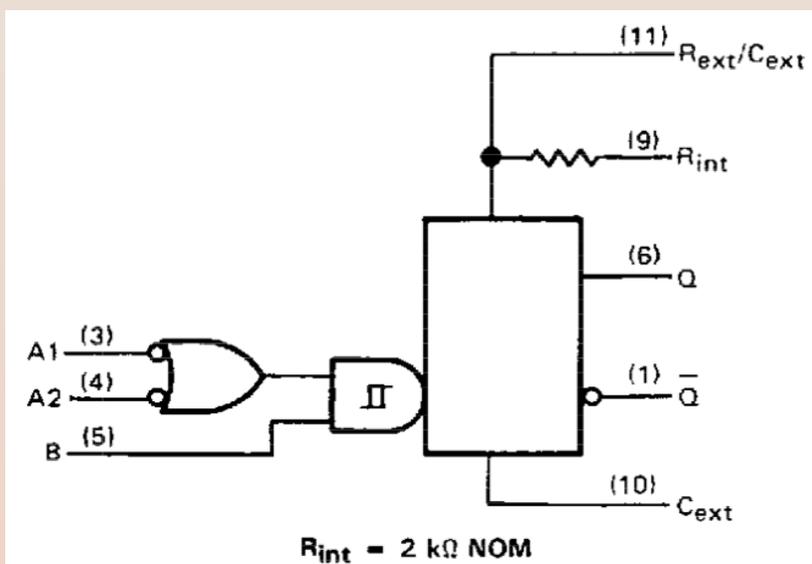
X = Can Be Either LOW or HIGH

⌊ = A Positive Pulse

⌋ = A Negative Pulse

↑ = Positive Going Transition

↓ = Negative Going Transition



CIs Multivibradores Monoastáveis

→ Outros CIs:

74121 : single (1x) nonretriggerable one-shot;

74221, 74LS221, 74HC221 : dual (2x) nonretriggerable one-shot;

74122, 74LS122 : single (1x) retriggerable one-shot

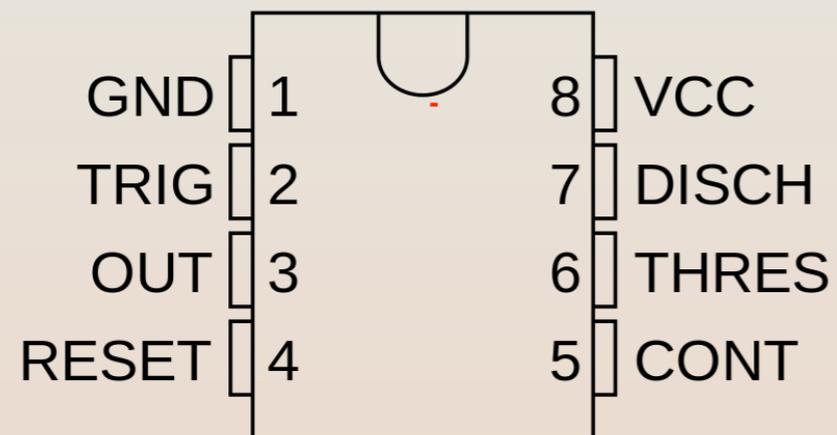
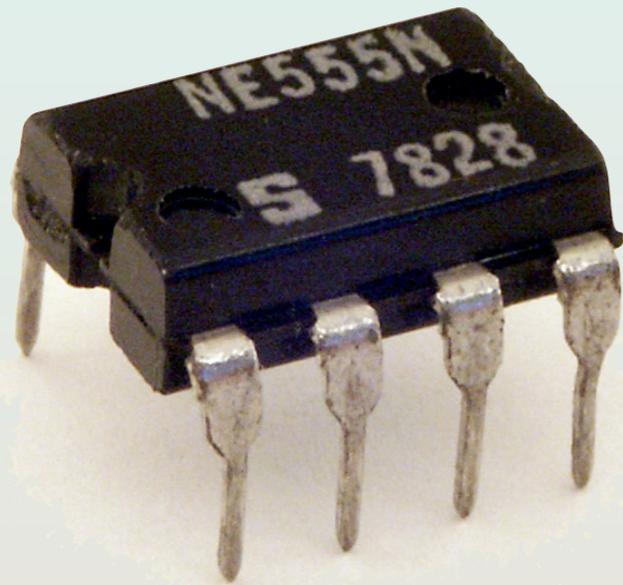
74123, 74LS123, 74HC123 : dual (2x) retriggerable one-shot.

Ref.:

<http://www.electronics-tutorials.ws/waveforms/monostable.html>

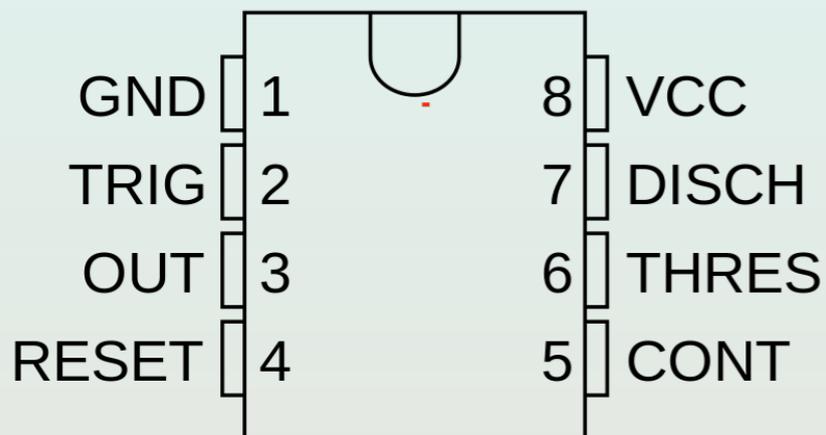
Tocci.

O temporizador 555

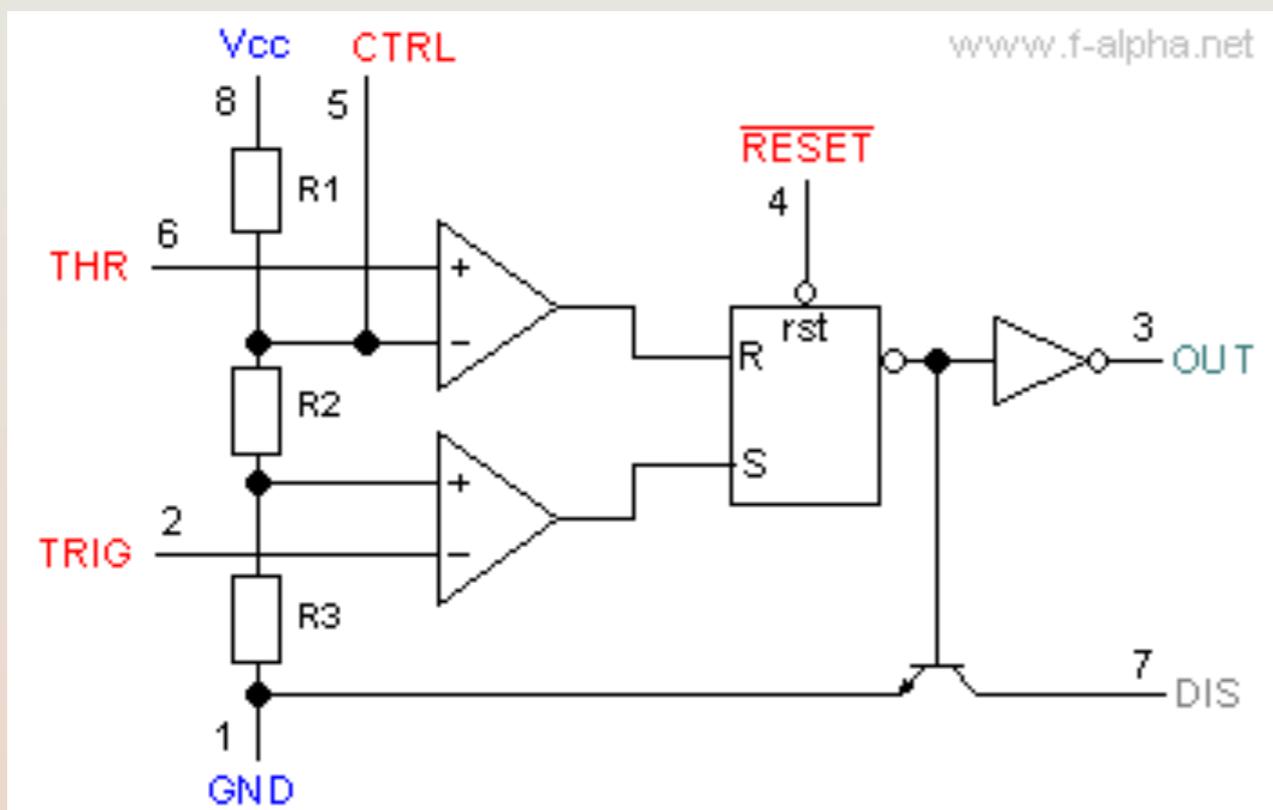


- CI dedicado
- projetado para gerar onda quadrada com alguma precisão (ciclo de trabalho entre 50 à 100%), mas também temporizar sinais, produzir delays longos um simples pulsos.
- barato, confiável, popular 
- “padrão industrial”;
- “robusto”, 8 pinos.
- Pode operar como: monoastável, biestável e astável.

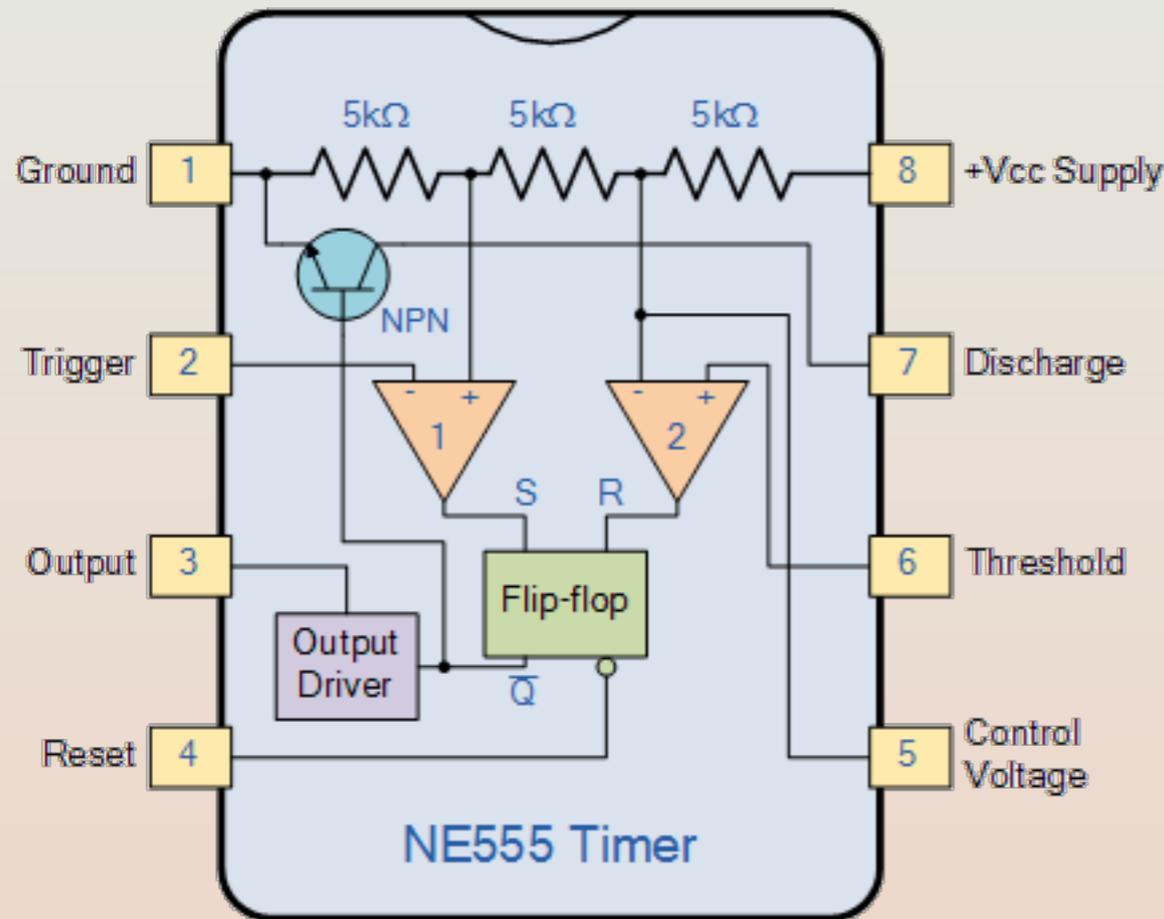
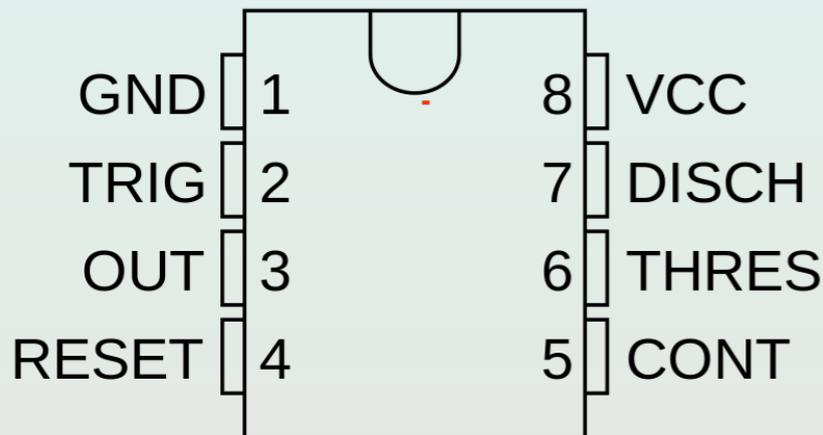
O temporizador 555



- Internamente é composto por 3 resistores de $5\text{ K}\Omega$ usados para gerar referência de tensões para seus 2 comparadores internos.
- Pode operar como: monoastável, biestável e astável.
- Funciona como simples temporizador para gerar simples pulsos ou longos períodos de delays ou atuar como oscilador de relaxação produzindo ondas quadradas estáveis com ciclo de trabalho oscilando de 50% à 100%.
- Aplicações como temporizador de “one-shot”, atrasos de tempo específicos, geradores de pulso, flashers para Leds, em alarmes, geração de tons audíveis, gerador de clock para circuitos digitais, divisor de frequência, em suma, qualquer circuito que exige algum controle de sinais temporizados.

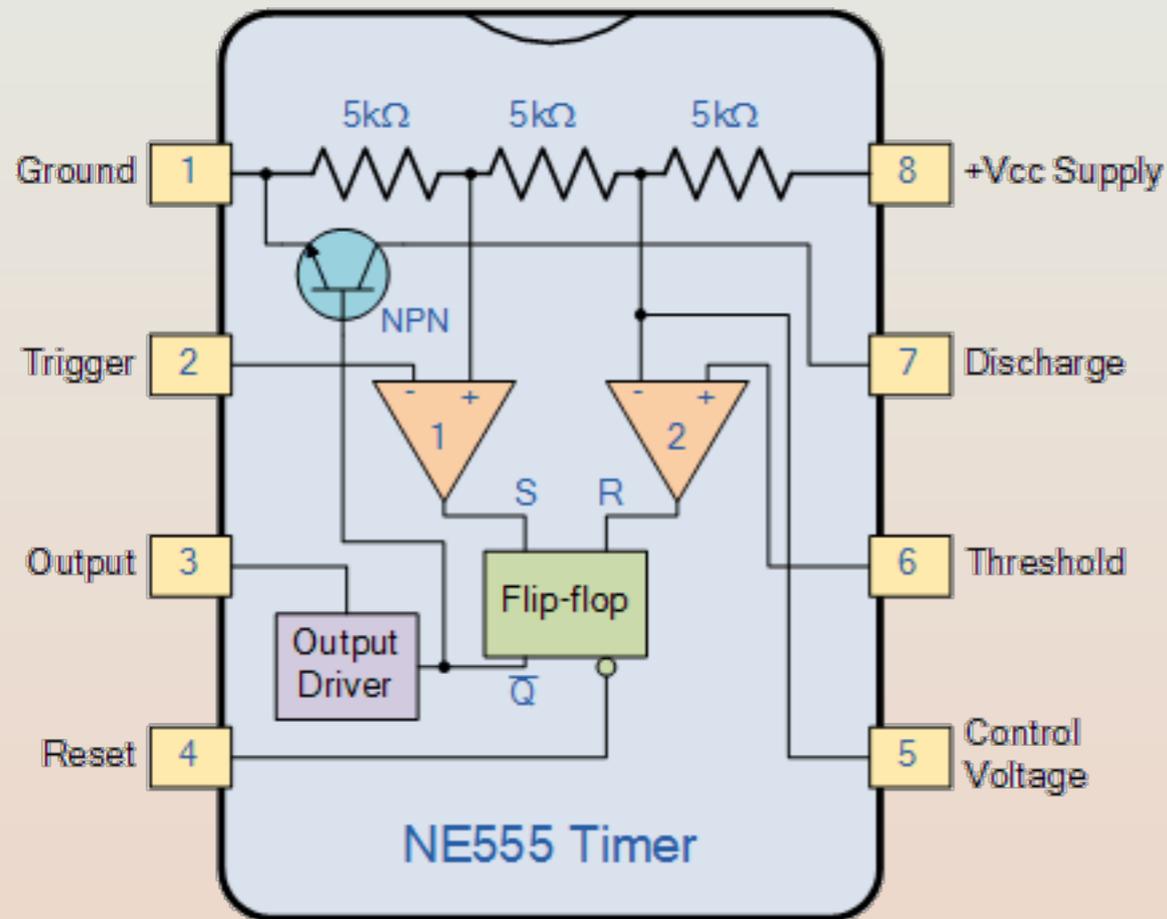
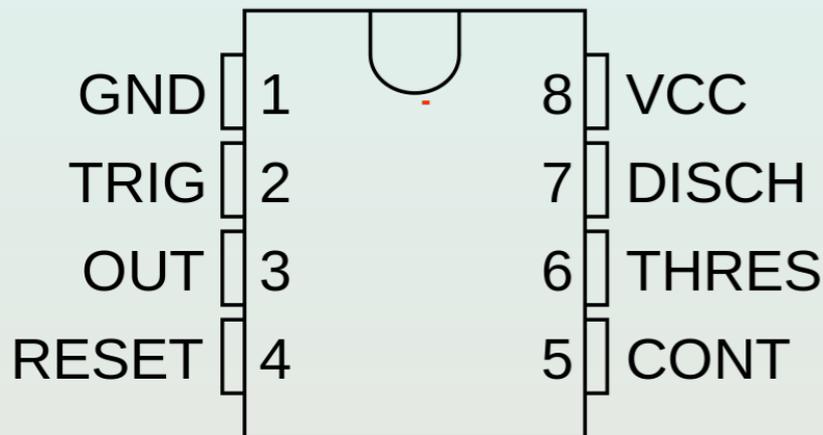


O temporizador 555



- CI e encapsulamento DIP 8 pinos contendo 25 transistores, 2 diodos, 16 resistores, 1 Flip-Flop e um estágio de corrente de saída.
- Existe a versão duplicada do mesmo: o NE 556 (2 x NE555: 16 pinos).
- Existem versões CMOS: 7555 ou LMC555.

O temporizador 555



1. Pino 1: GND (alimentação);
2. Pino 2: “trigger” (gatilho), entrada negativa do comparador 1. Um pulso negativo neste pino “seta” o FF interno quando a tensão cai abaixo de $1/3 V_{cc}$ fazendo a saída comutar de ‘0’ → ‘1’.
3. Pino 3: Saída, pode acionar qualquer CI TTL, capaz de drenar até 200 mA @ tensão de saída $\approx (V_{cc} - 1,5V)$, útil para alto-falantes, leds, motores.
4. Pino 4: