Aula 555

Temporizador 555
Circuitos de primeira ordem

Circuitos Elétricos II

Prof. Henrique Amorim - UNIFESP - ICT

Estudo de caso 1 – LM555

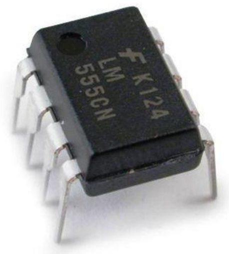
TEXAS INSTRUMENTS

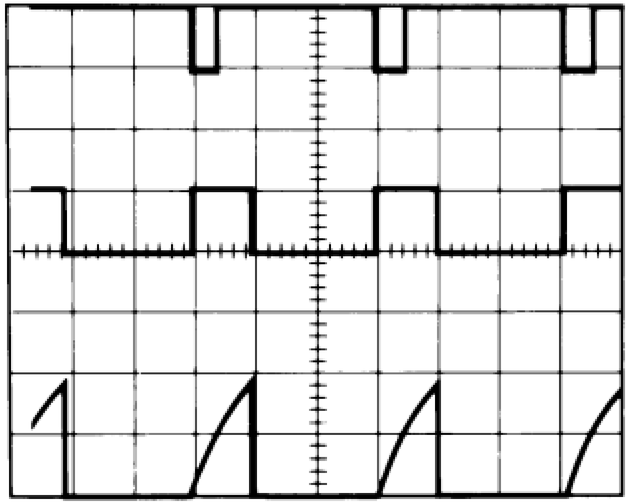
LM555

SNAS548D – FEBRUARY 2000 – REVISED JANUARY 2015

LM555 Timer

De forma geral o circuito integrado LM555 é um *timer* e oscilador





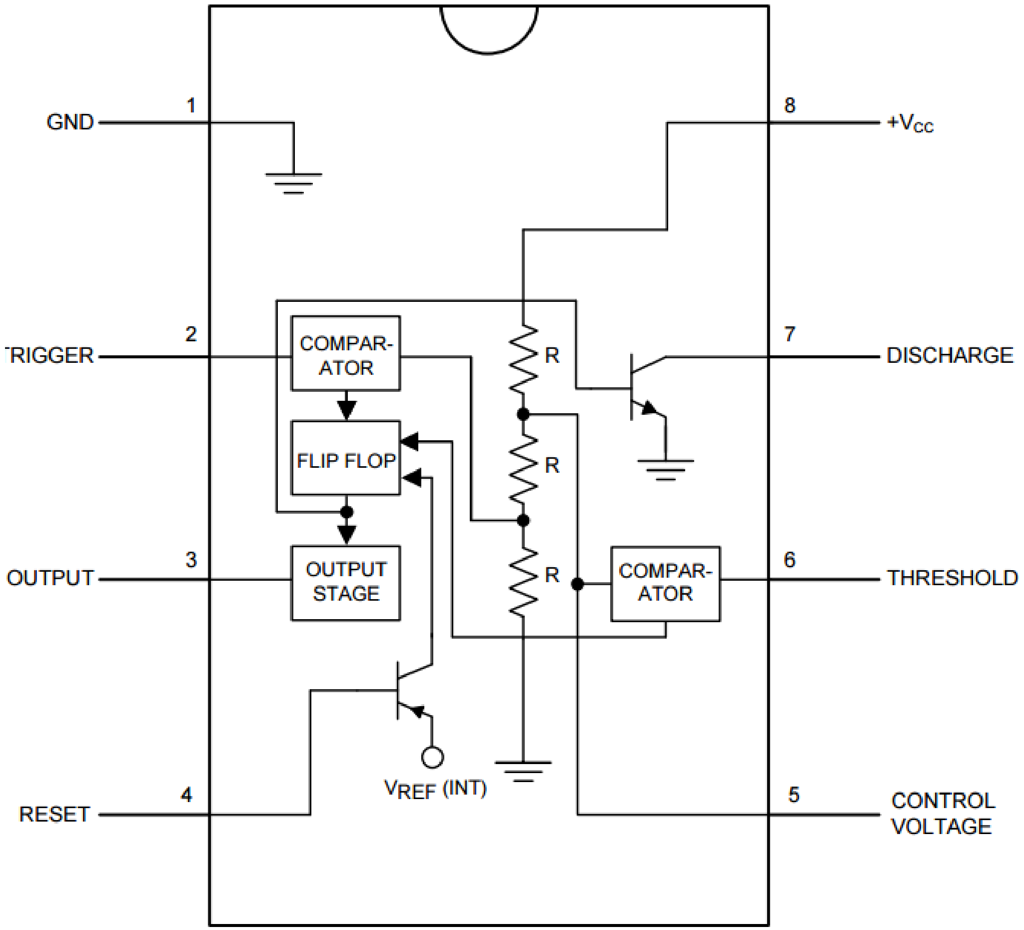
The frequency of oscillation is:

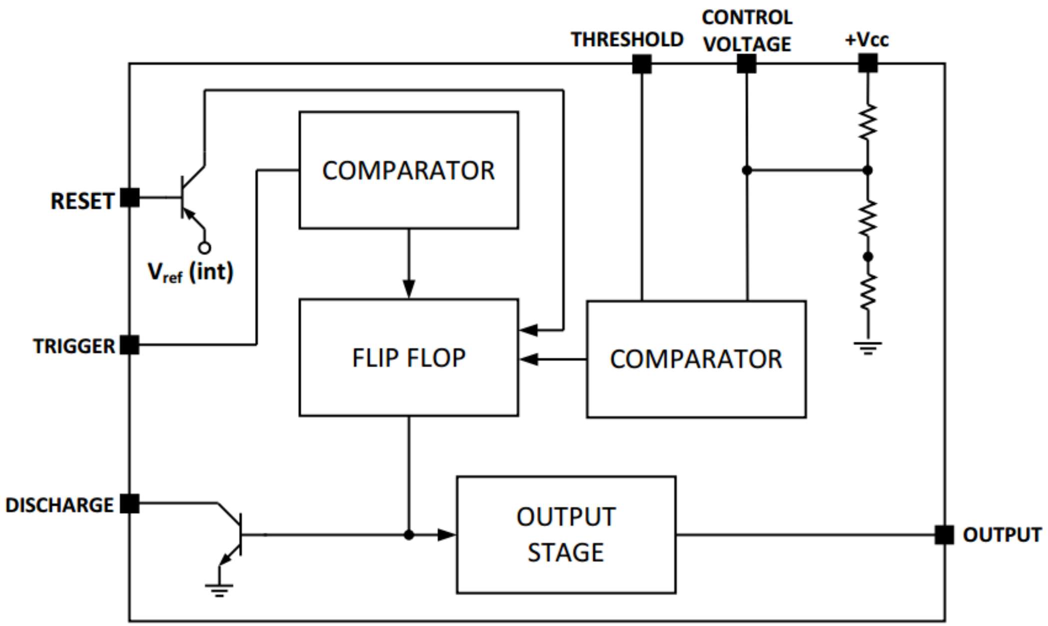
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C}$$

** Dado obtido do datasheet, a esta relação que devemos chegar

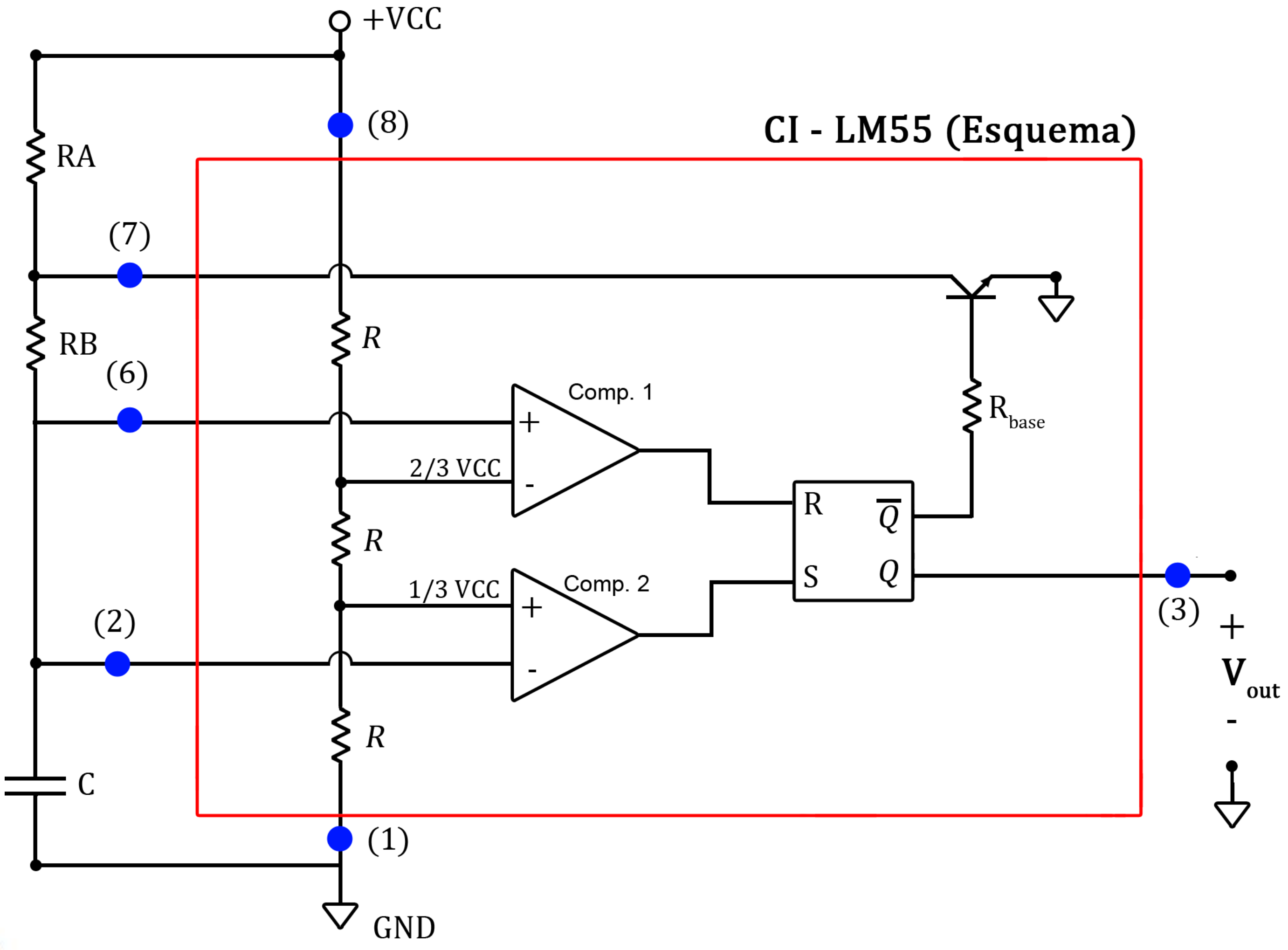
Estudo de caso 1 – LM555

D, P, and DGK Packages
8-Pin PDIP, SOIC, and VSSOP
Top View





Estudo de caso 1 – LM555



FLIP-FLOP RS

S	***R***	***Q***	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	(*)	(*)
1	1	X	X

(*) Mantém o bit da anterior

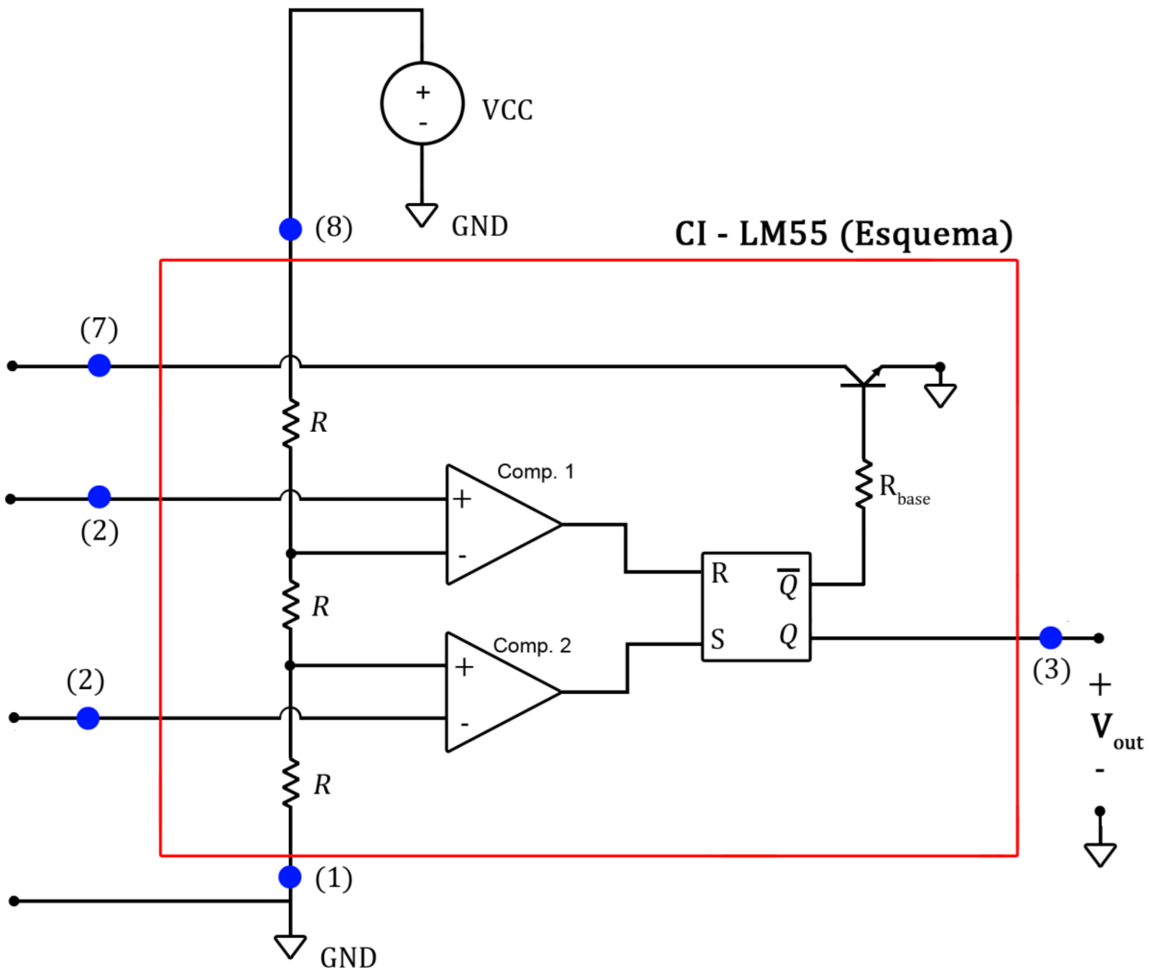
(X) Não Permitido

$$bit\ 1 = VCC$$

$$bit\ 0 = 0$$

Estudo de caso 1 – LM555

CI apenas alimentado

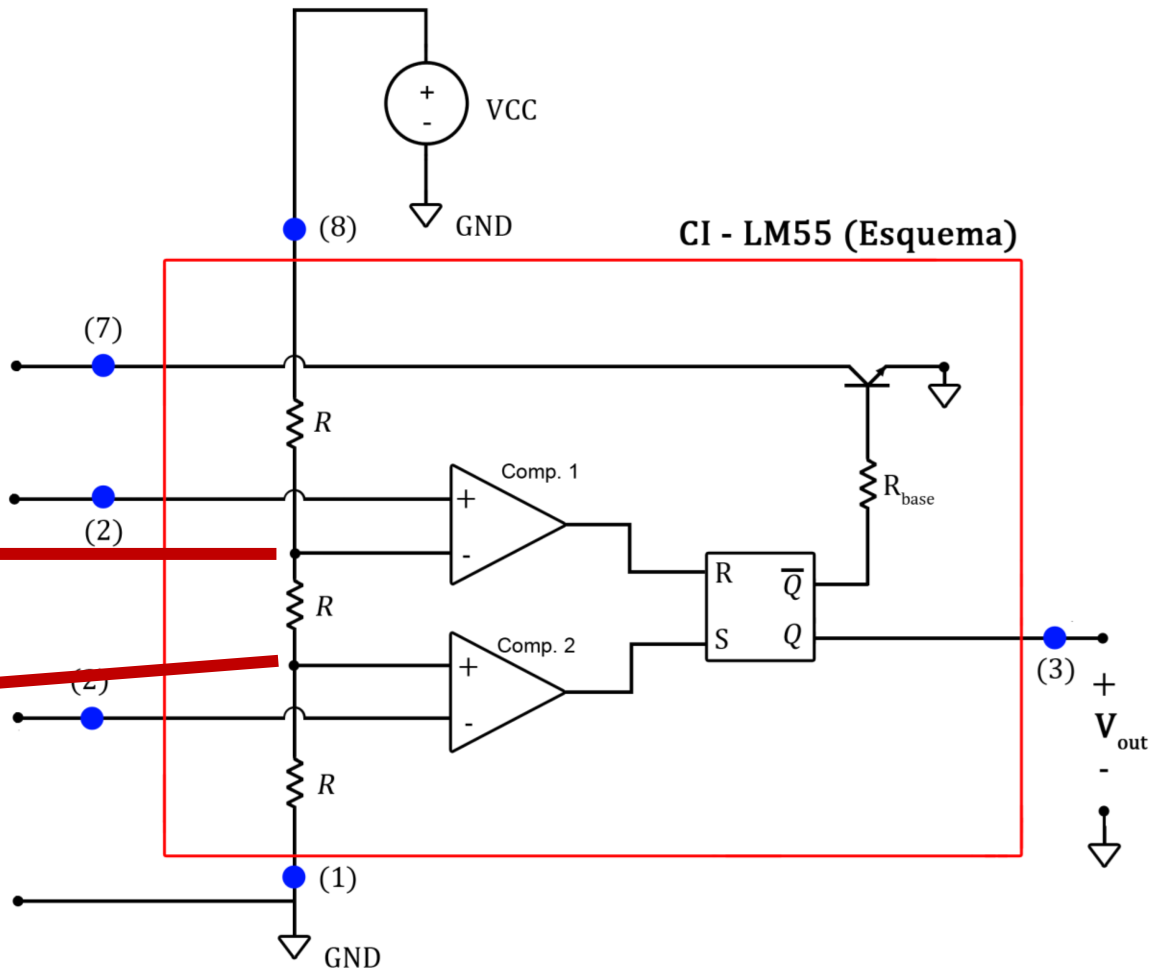


Estudo de caso 1 – LM555

CI apenas alimentado

$comp.1 \quad V_n = \frac{2}{3}V_{cc}$

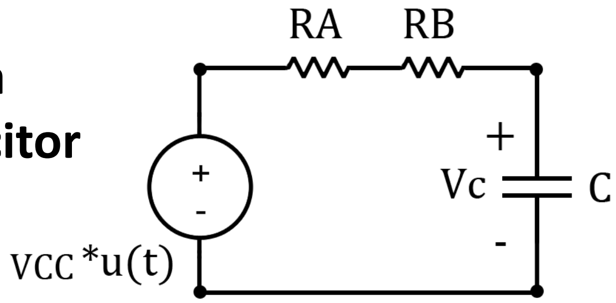
$comp.2 \quad V_p = \frac{1}{3}V_{cc}$



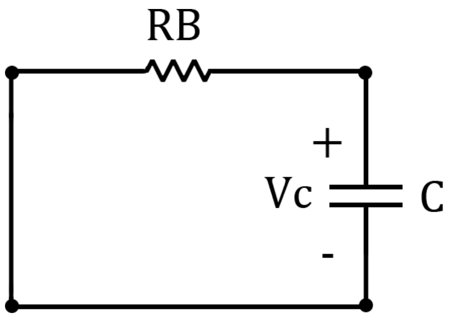
Estudo de caso 1 – LM555

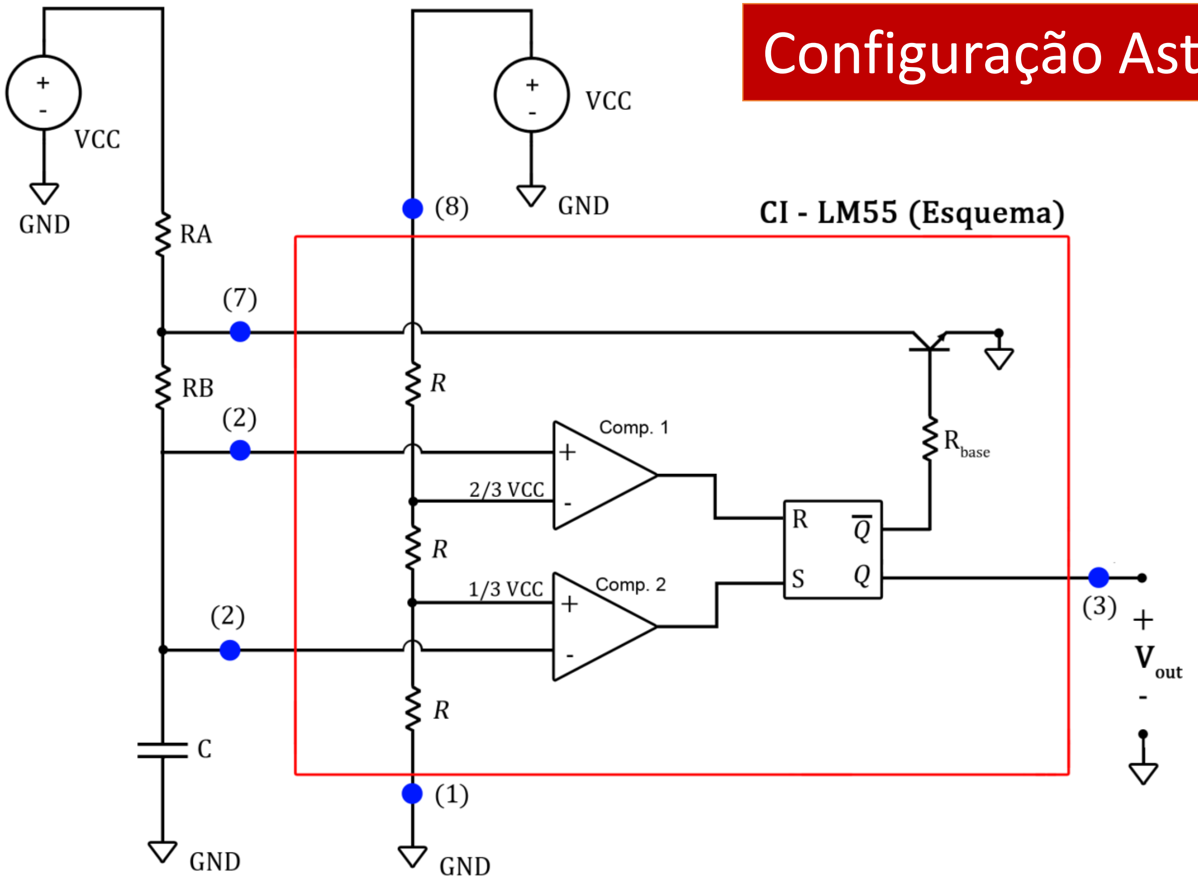
Configuração Astável

Carga do capacitor

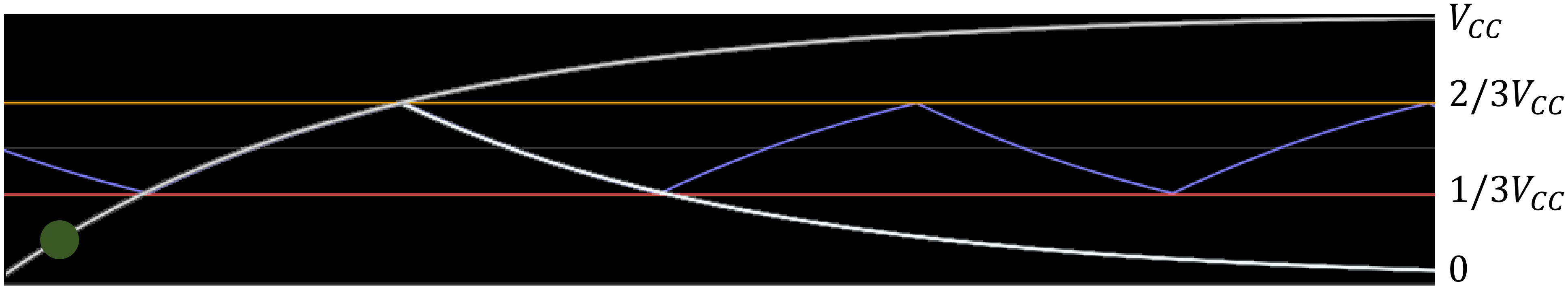


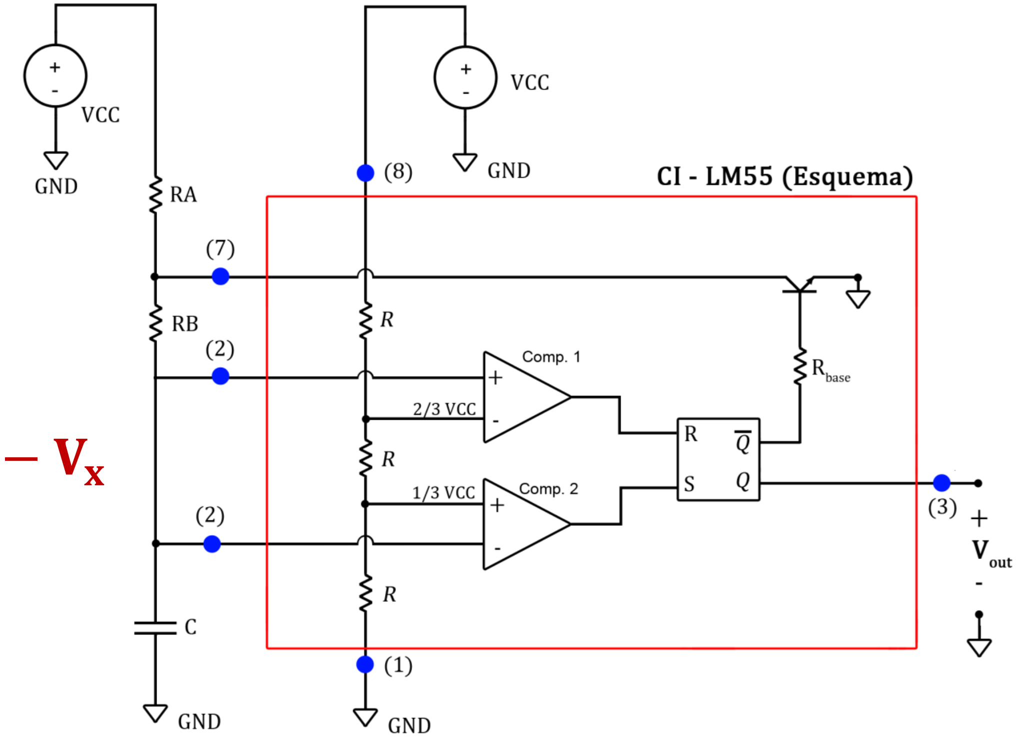
Descarga do capacitor





Estudo de caso 1 – LM555



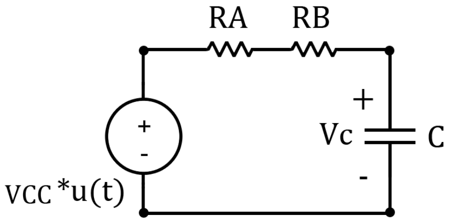


$$\frac{1}{3}V_{cc} - V_x$$

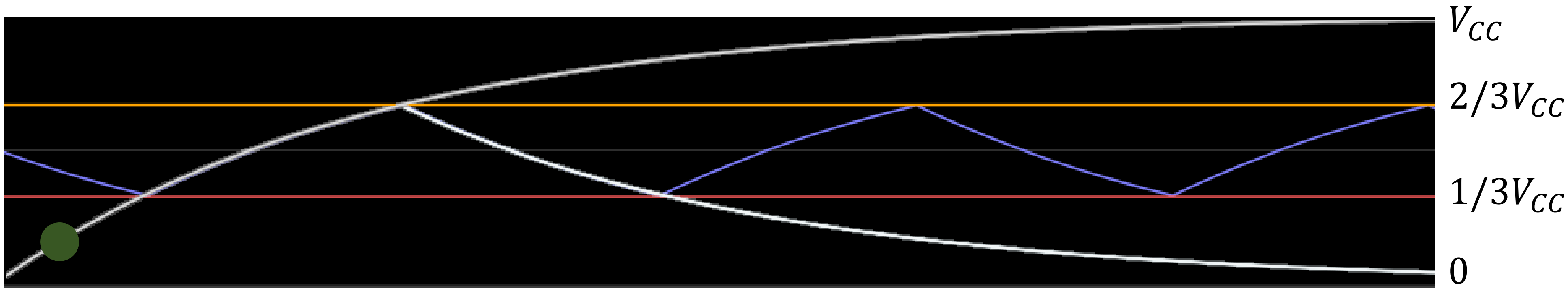
Latch R-S

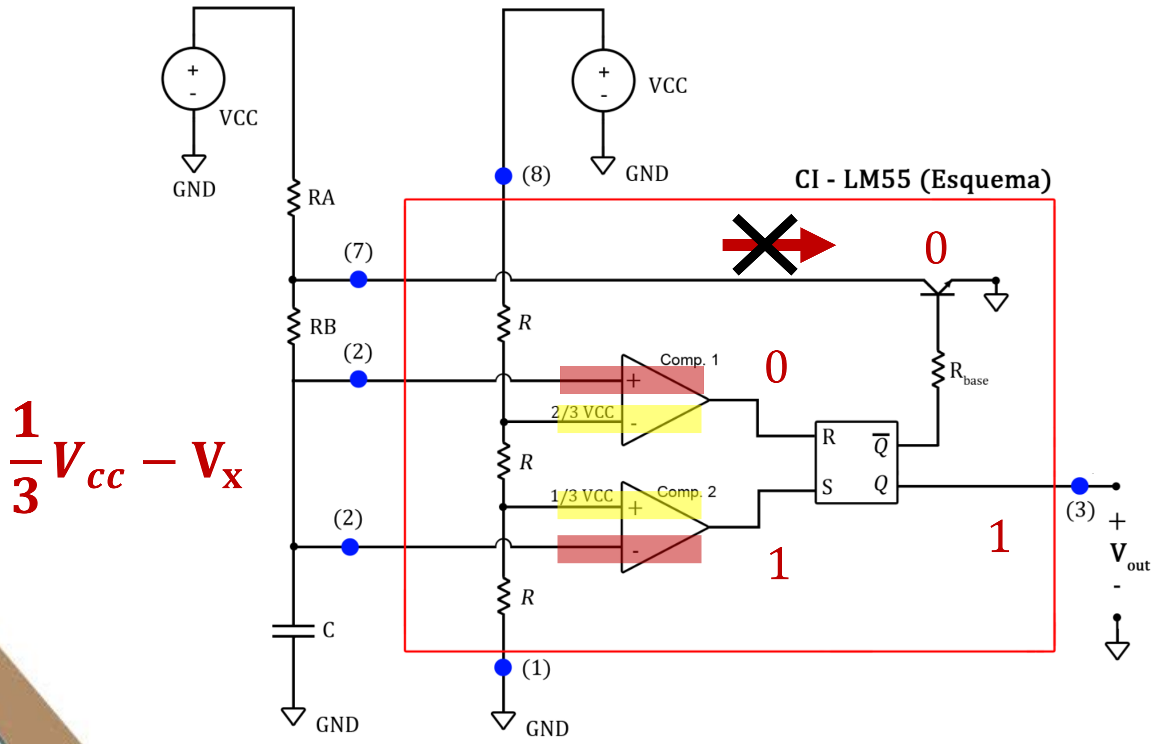
S	R	Q	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	(*)	(*)
1	1	X	X

(*) Mantém o bit da anterior
(X) Não Permitido



Estudo de caso 1 – LM555



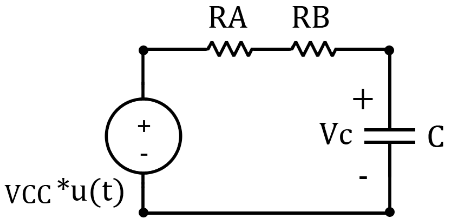


Latch R-S

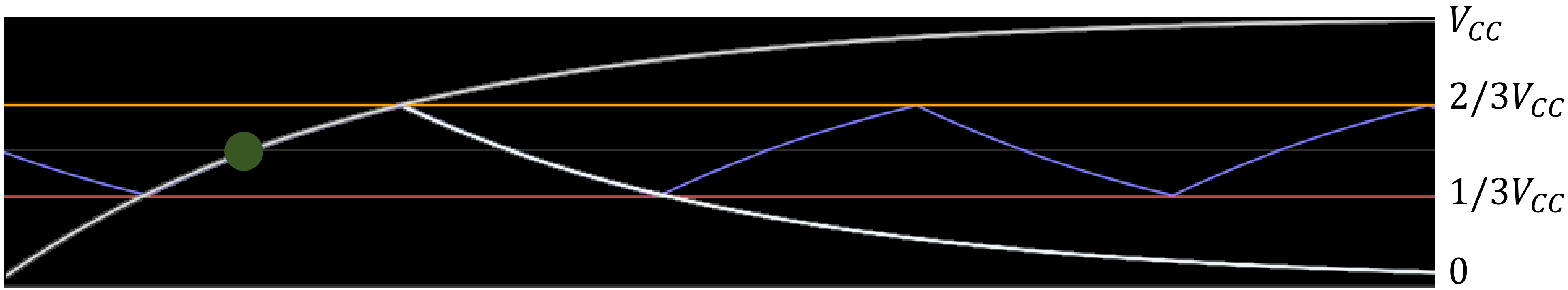
S	R	Q	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	(*)	(*)
1	1	X	X

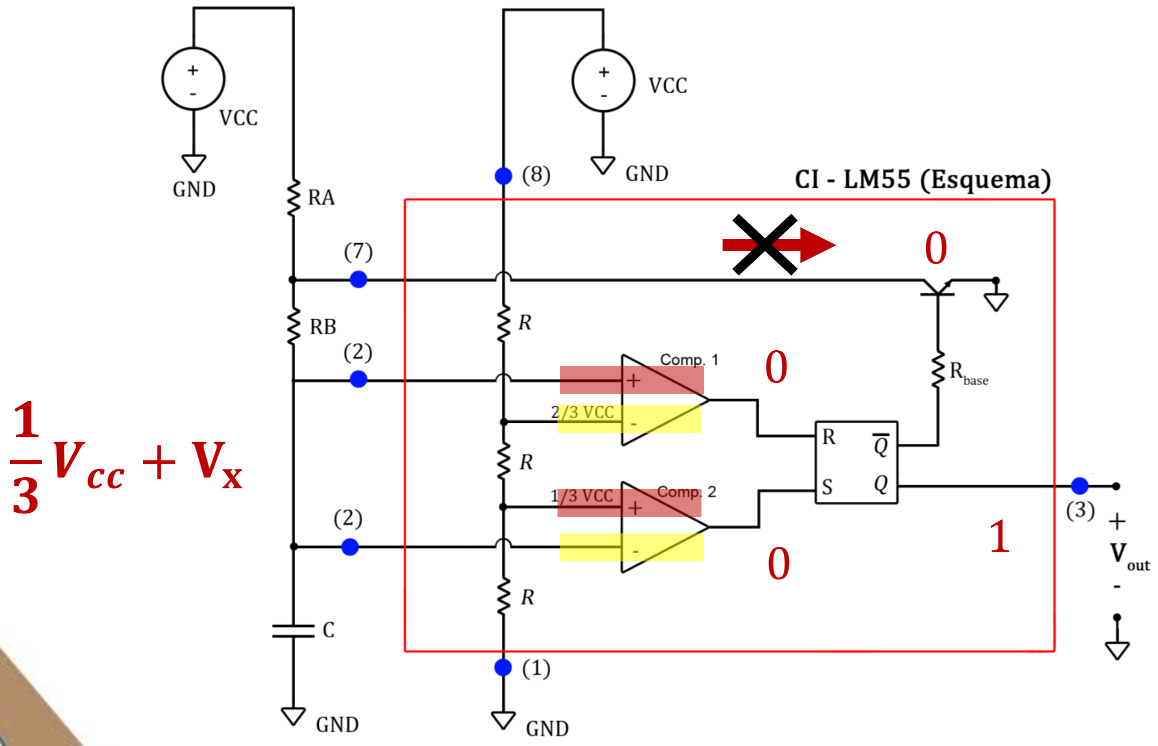
(*) Mantém o bit da anterior

(X) Não Permitido



Estudo de caso 1 – LM555



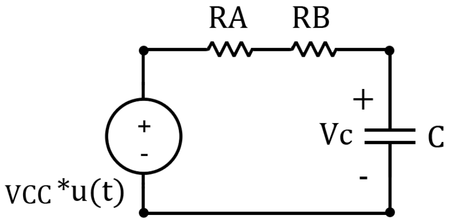


Latch R-S

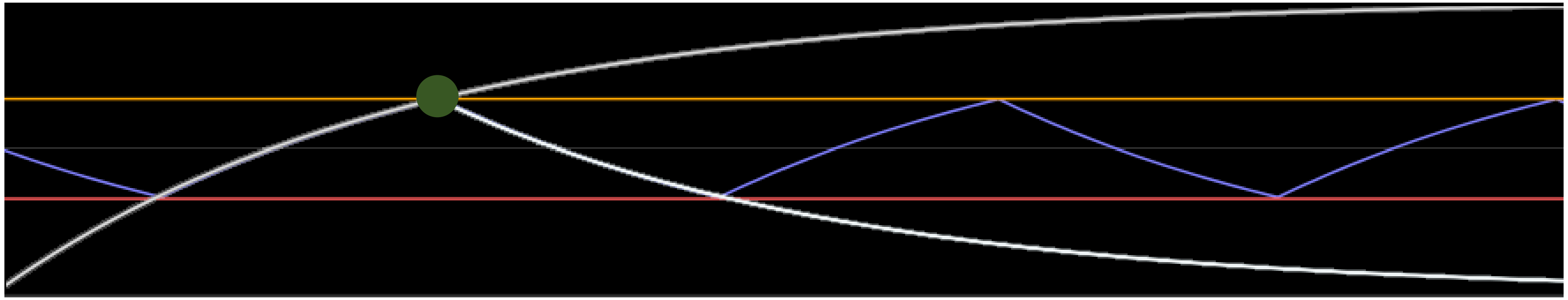
S	R	Q	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	(*)	(*)
1	1	X	X

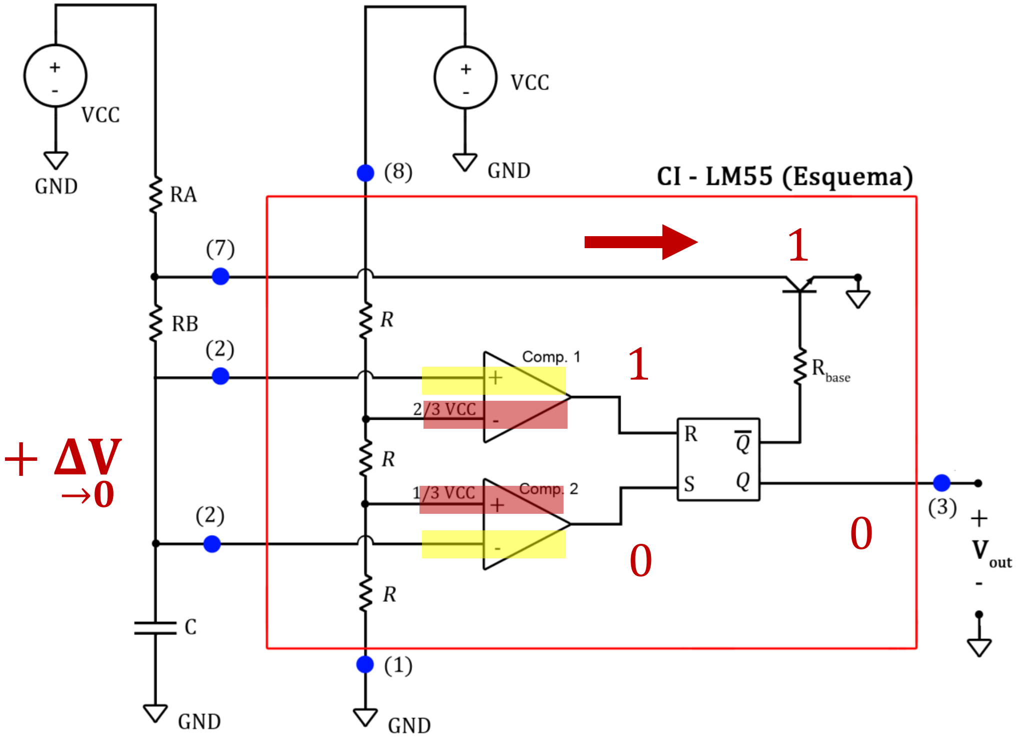
(*) Mantém o bit da anterior

(X) Não Permitido



Estudo de caso 1 – LM555





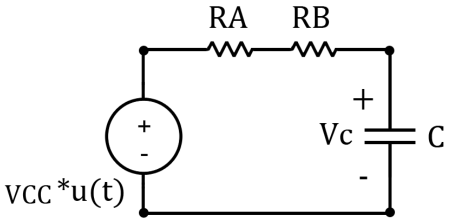
$$\frac{2}{3}V_{cc} + \underset{\to 0}{\Delta V}$$

Latch R-S

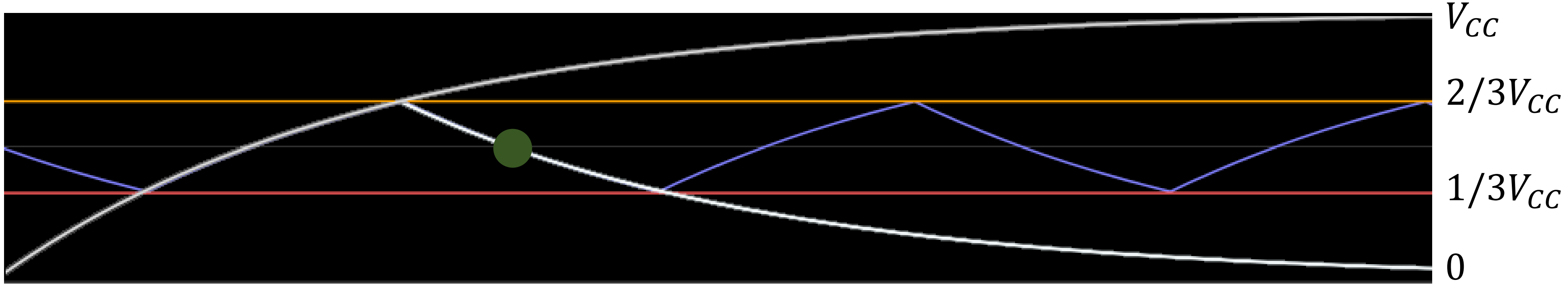
S	R	Q	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	(*)	(*)
1	1	X	X

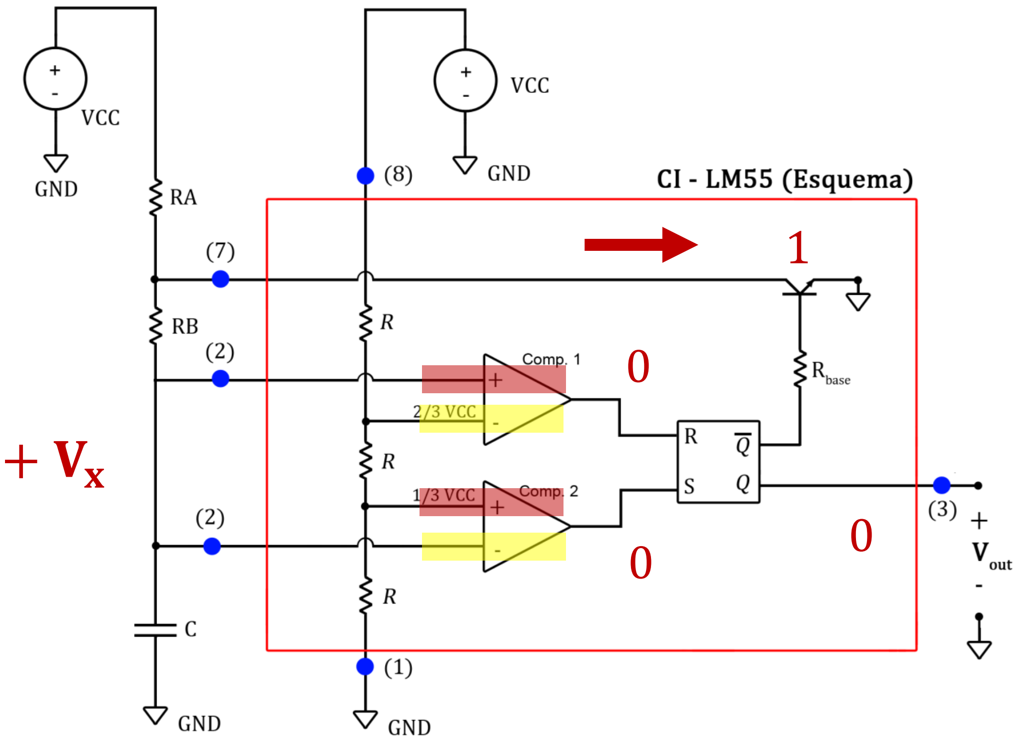
(*) Mantém o bit da anterior

(X) Não Permitido



Estudo de caso 1 – LM555



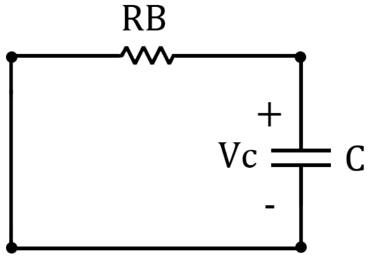


$$\frac{1}{3}V_{cc} + V_x$$

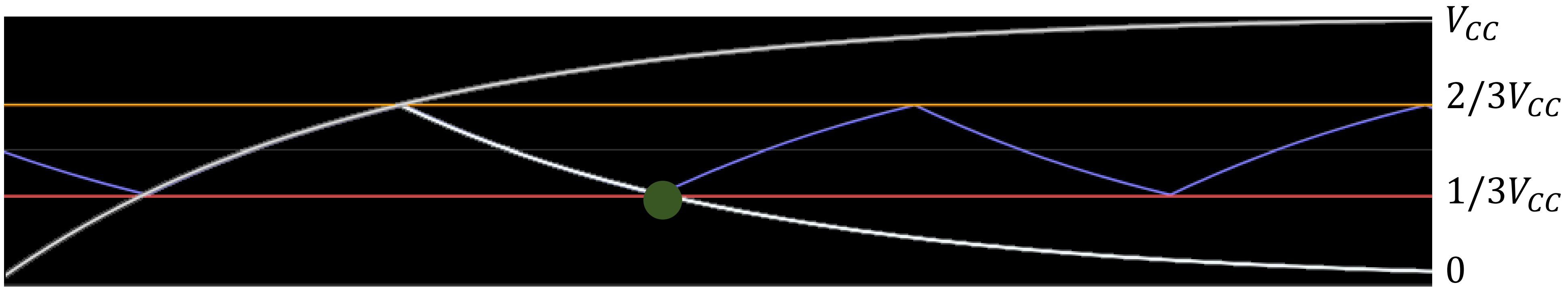
Latch R-S

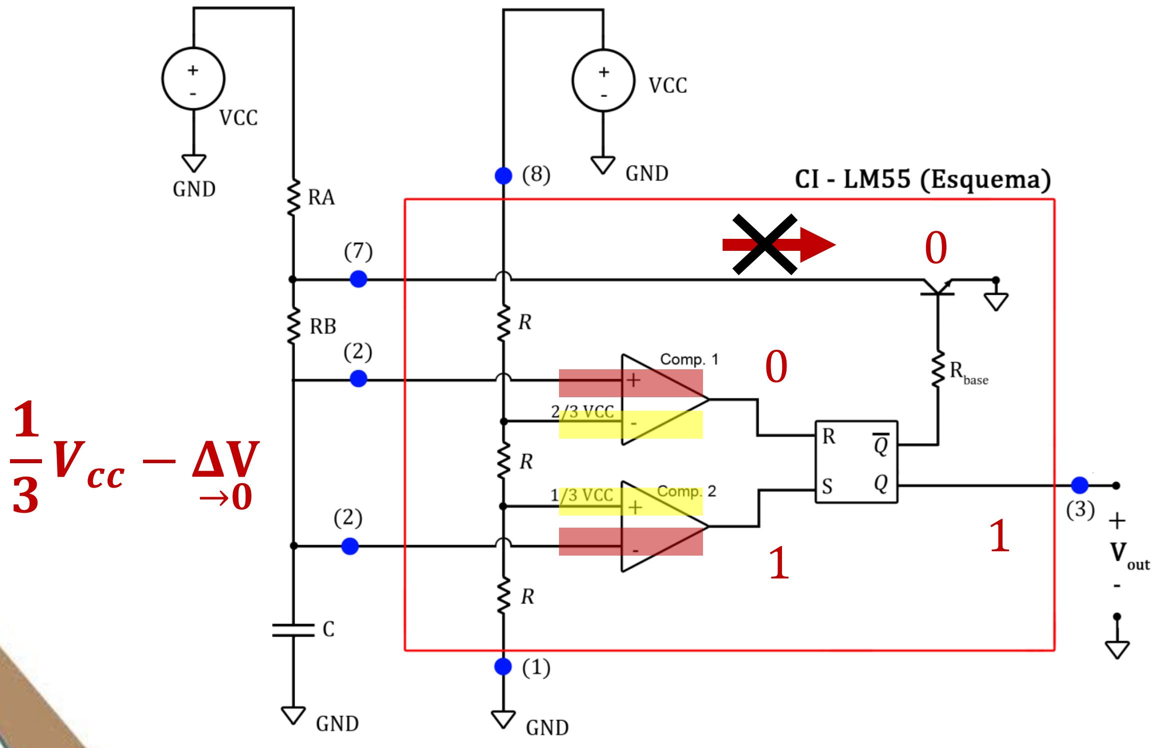
S	*R*	*Q*	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	(*)	(*)
1	1	X	X

(*) Mantém o bit da anterior
(X) Não Permitido



Estudo de caso 1 – LM555

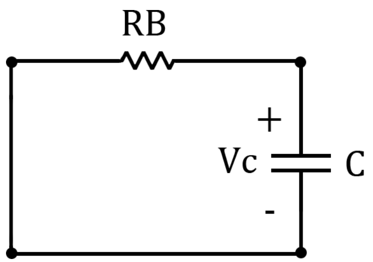




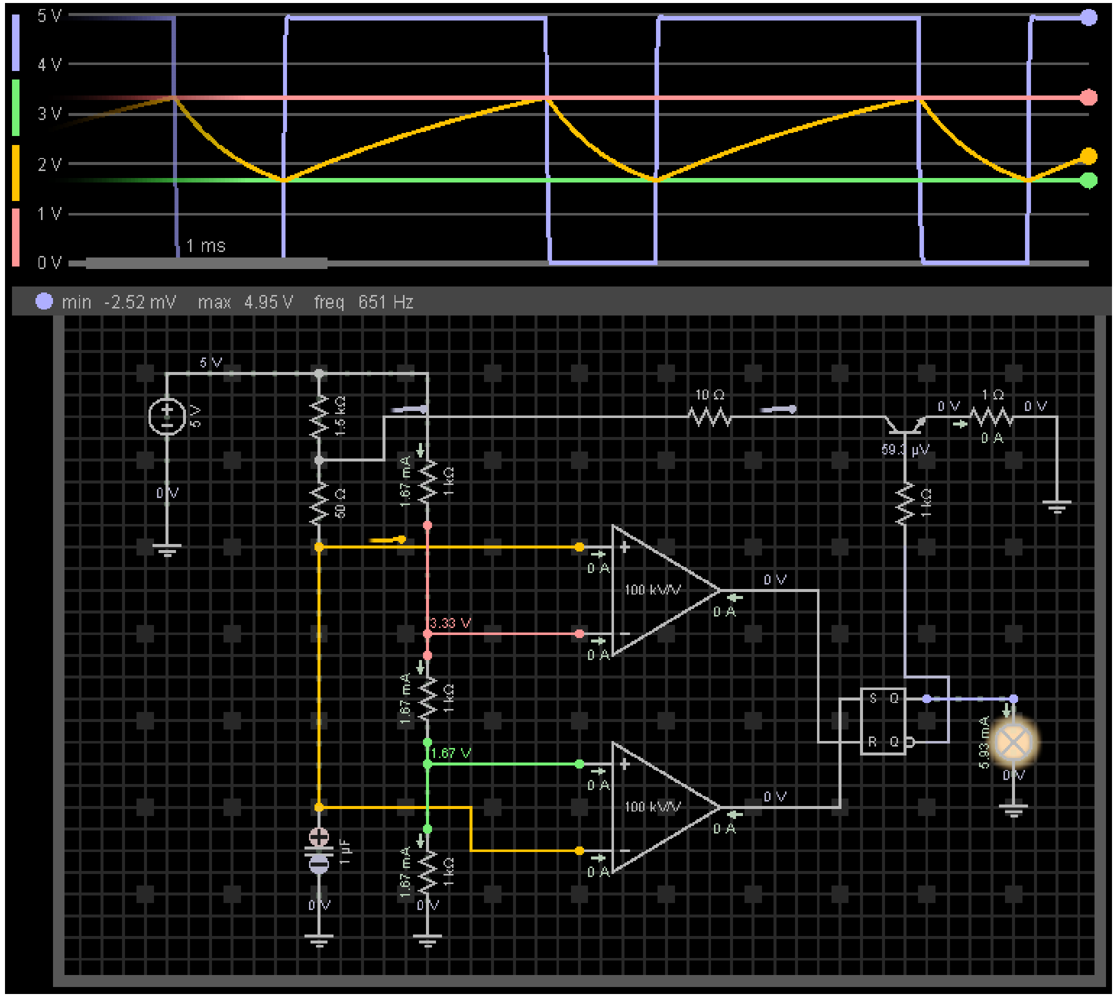
Latch R-S

S	*R*	*Q*	$\bar{Q}$
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	(*)	(*)
1	1	X	X

(*) Mantém o bit da anterior
(X) Não Permitido

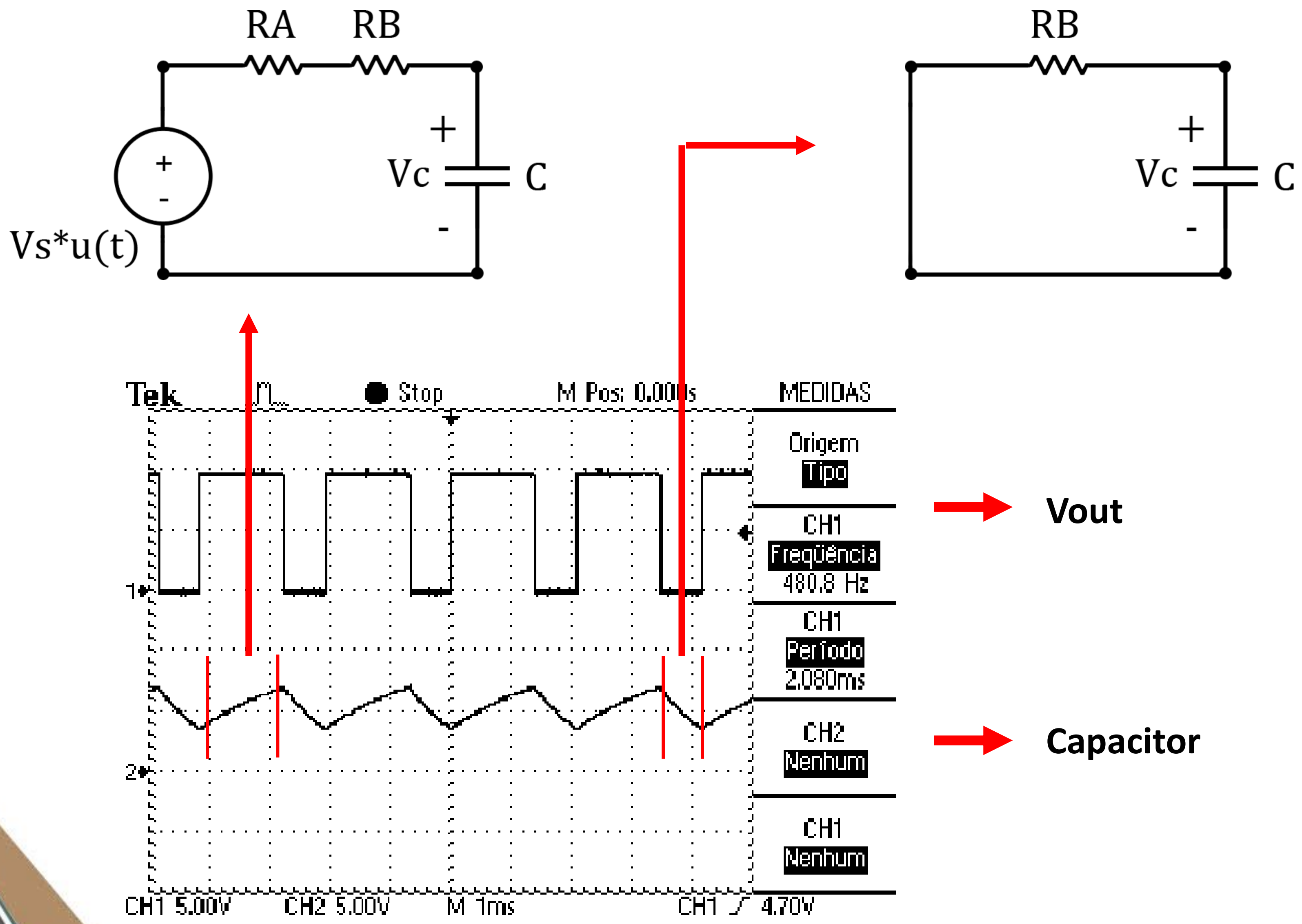


Estudo de caso 1 – LM555



https://everycircuit.com/circuit/5347163218903040

Estudo de caso 1 – LM555



Durante a carga:

$$V_0 = \frac{1}{3} V_{cc}$$

E queremos saber quanto tempo demora para chegarmos em:

$$v_c(t) = \frac{2}{3} V_{cc}$$

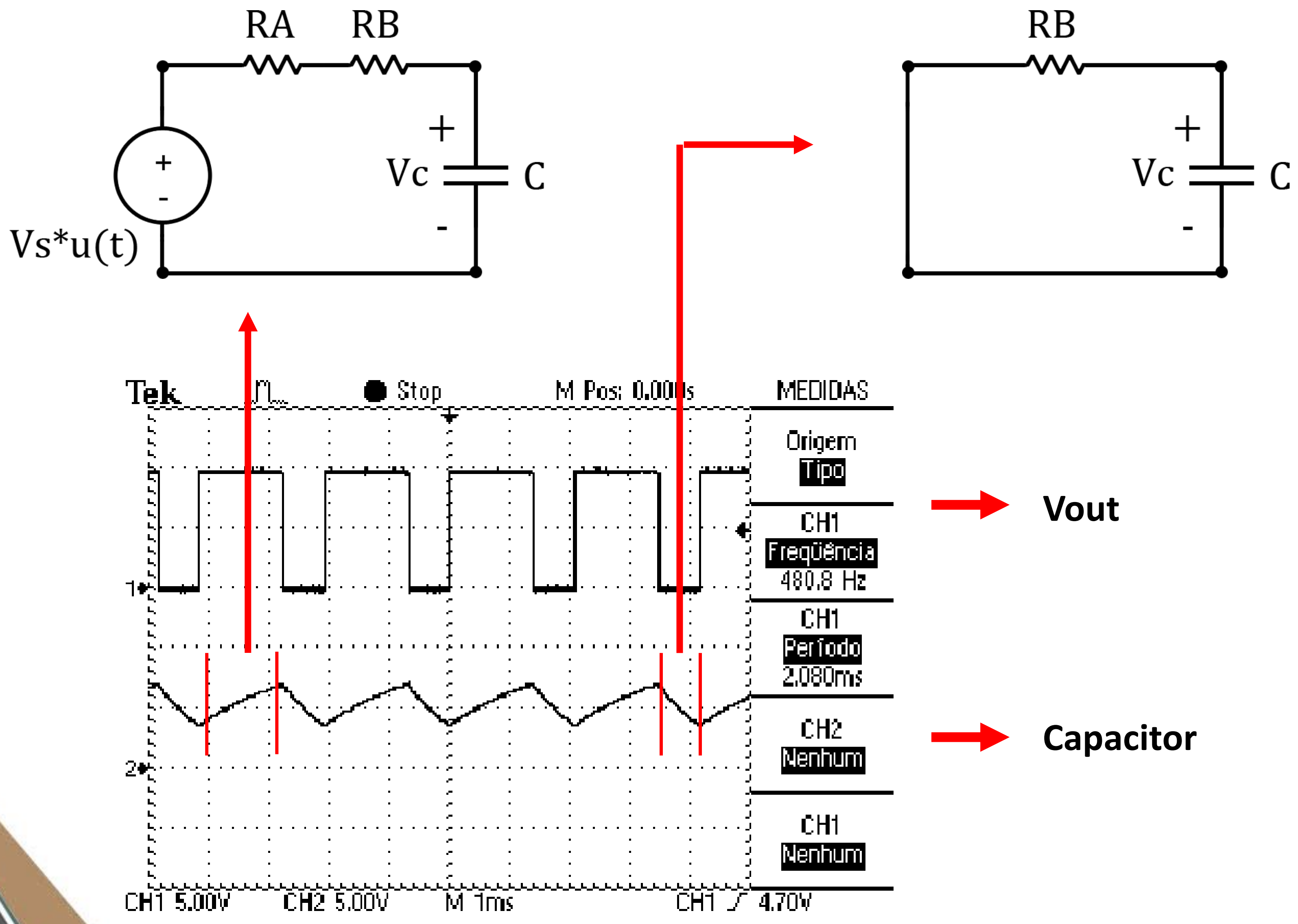
Durante a descarga:

$$V_0 = \frac{2}{3} V_{cc}$$

E queremos saber quanto tempo demora para descarregar até:

$$v_c(t) = \frac{1}{3} V_{cc}$$

Estudo de caso 1 – LM555



Durante a carga:

$$V_0 = \frac{1}{3}V_{cc}$$

E queremos saber quanto tempo demora para chegarmos em:

$$v_c(t) = \frac{2}{3}V_{cc}$$

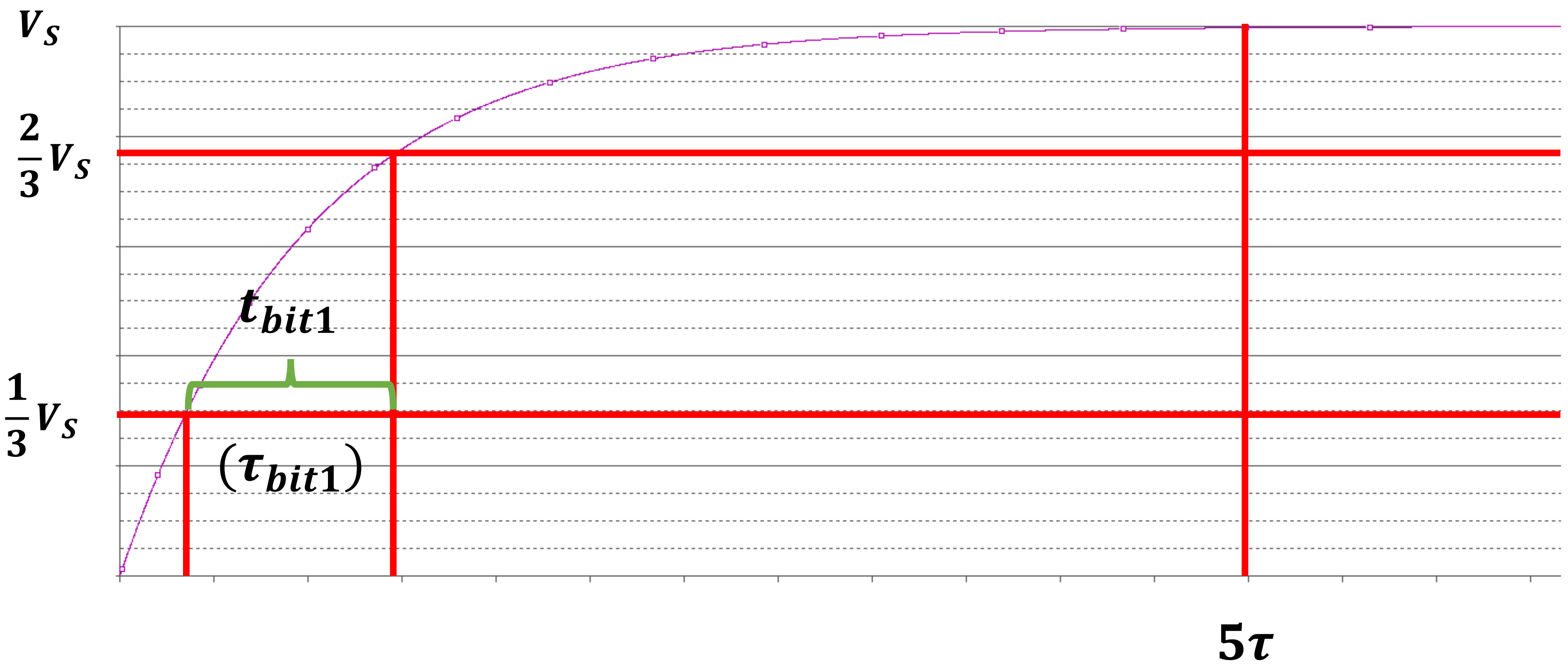
Durante a descarga:

$$V_0 = \frac{2}{3}V_{cc}$$

E queremos saber quanto tempo demora para descarregar até:

$$v_c(t) = \frac{1}{3}V_{cc}$$

Estudo de caso 1 – LM555



Para carga temos: $\tau_{bit1} = (R_a + R_b)C$ $\quad V_0 = \frac{1}{3}V_{cc} \quad v_C(t) = \frac{2}{3}V_{cc}$

Estudo de caso 1 – LM555

Sabemos que:

$$v_{c(t)} = V_s + (V_0 - V_s)e^{-\frac{t}{\tau_{bit1}}}$$

Onde: $v_{c(t)} = \frac{2}{3} \cdot V_{cc}$ e $V_0 = \frac{1}{3} \cdot V_{cc}$

Queremos saber qual é o tempo para a **carga** do capacitor considerando uma tensão inicial e uma tensão final. O tempo é dependente da constante de tempo.

$$\frac{2}{3} \cdot V_{cc} = V_{cc} + \left(\frac{1}{3} \cdot V_{cc} - V_{cc}\right) e^{-\frac{t}{\tau_{bit1}}}$$

$$\frac{2}{3} \cdot V_{cc} = V_{cc} + \left(-\frac{2}{3} \cdot V_{cc}\right) e^{-\frac{t}{\tau_{bit1}}}$$

$$-\frac{1}{3} \cdot V_{cc} = \left(-\frac{2}{3}\right) e^{-\frac{t}{\tau_{bit1}}}$$

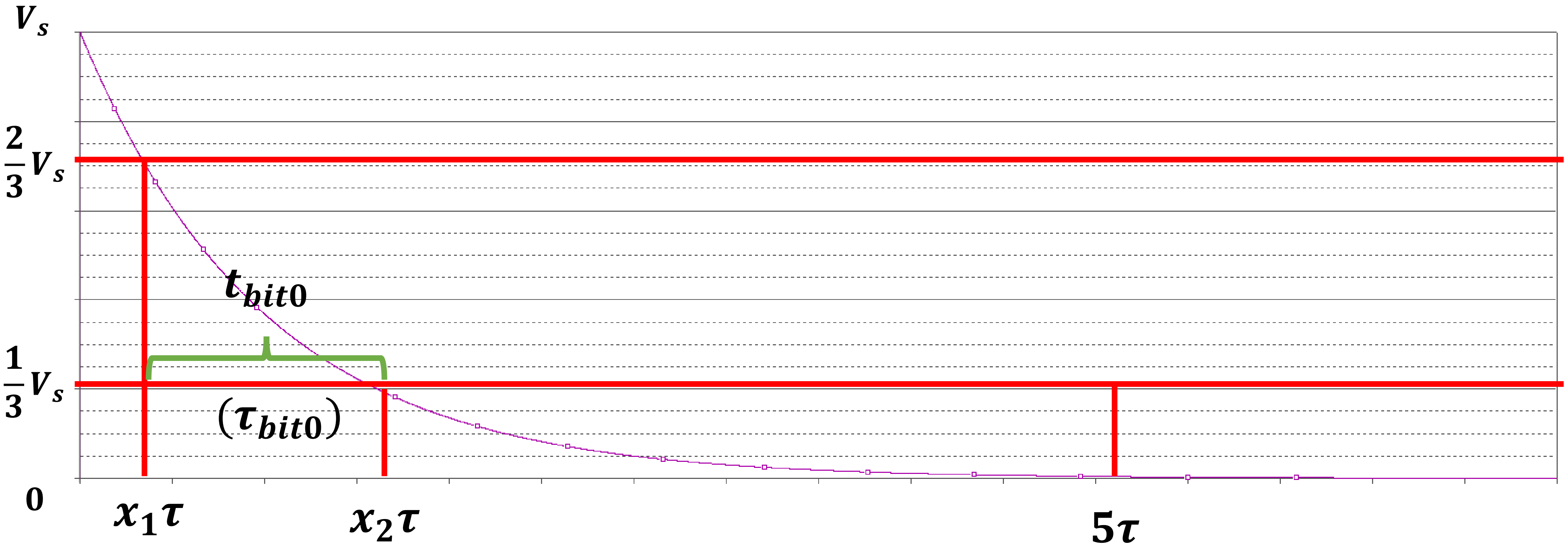
$$e^{-\frac{t}{\tau_{bit1}}} = \frac{1}{2}$$

$$-\frac{t}{\tau_{bit1}} = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$t = -\ln\left(\frac{1}{2}\right) \cdot \tau_{bit1} \quad \therefore \quad t = 0{,}693 \cdot \tau_{bit1}$$

$$\tau_{bit1} = (R_a + R_b)C$$

Estudo de caso 1 – LM555



Para carga temos: $\tau_{bit0} = R_b \cdot C$ $\quad V_0 = \frac{2}{3}V_{cc} \quad v_C(t) = \frac{1}{3}V_{cc}$

Estudo de caso 1 – LM555

Sabemos que:

$$v_{c(t)} = V_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{bit0}}}$$

Onde: $v_{c(t)} = \frac{1}{3} \cdot V_{cc}$ e $V_0 = \frac{2}{3} \cdot V_{cc}$

Queremos saber qual é o tempo para a **descarga** do capacitor considerando uma tensão inicial e uma tensão final. O tempo é dependente da constante de tempo.

$$v_{c(t)} = V_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{bit0}}}$$

$$\frac{1}{3} \cdot V_{cc} = \frac{2}{3} \cdot V_{cc} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{bit0}}}$$

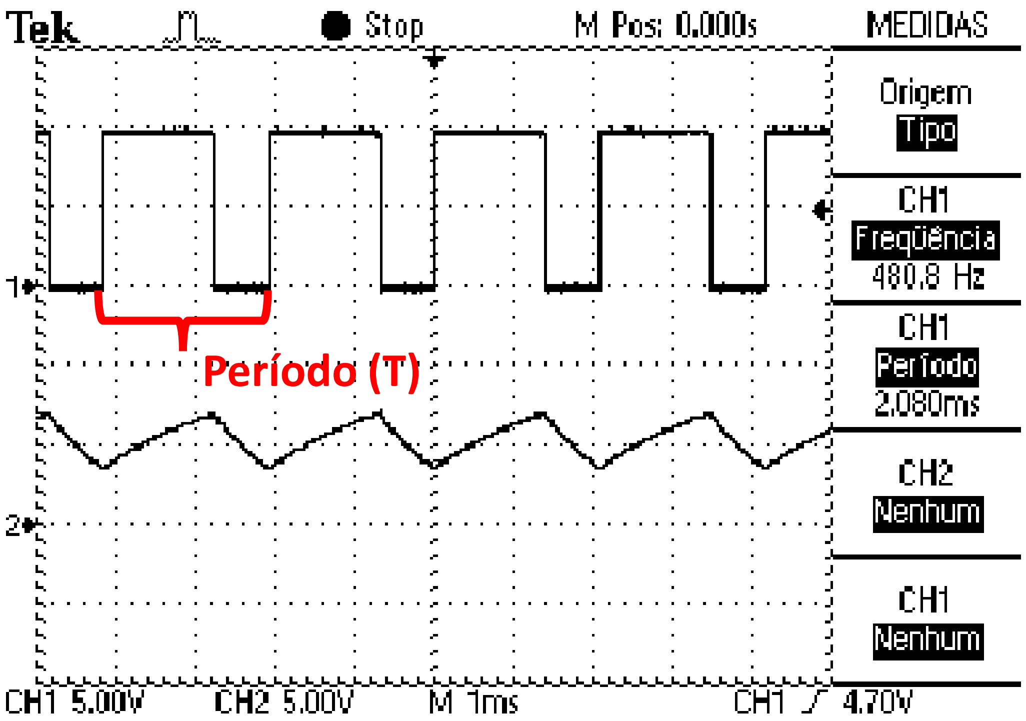
$$e^{-\frac{t}{\tau_{bit0}}} = \frac{1}{2}$$

$$-\frac{t}{\tau_{bit0}} = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\boxed{t = -\ln\left(\frac{1}{2}\right) \cdot \tau_{bit0} \quad \therefore \quad t = 0{,}693 \cdot \tau_{bit0}}$$

$$\tau_{bit0} = R_b C$$

Estudo de caso 1 – LM555



O período representa a soma dos tempos no nível alto e baixo

$$\tau_{bit1} = 0,6935 \cdot (R_a + R_b) \cdot C$$

$$\tau_{bit0} = 0,6935 \cdot R_b \cdot C$$

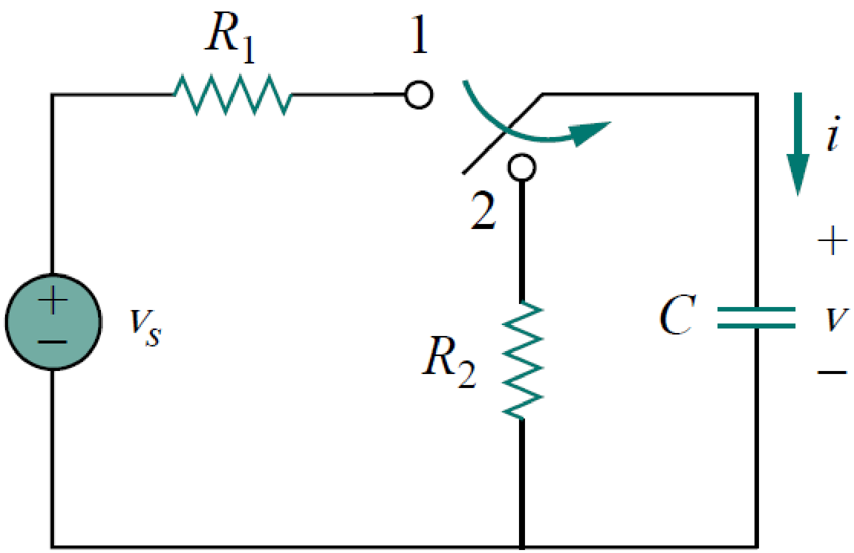
$$T = 0,693 \cdot (R_a + R_b) \cdot C + 0,693 \cdot R_b \cdot C$$

$$T = 0,693 \cdot (R_a + 2 \cdot R_b) \cdot C$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_a + 2 \cdot R_b) \cdot C}$$

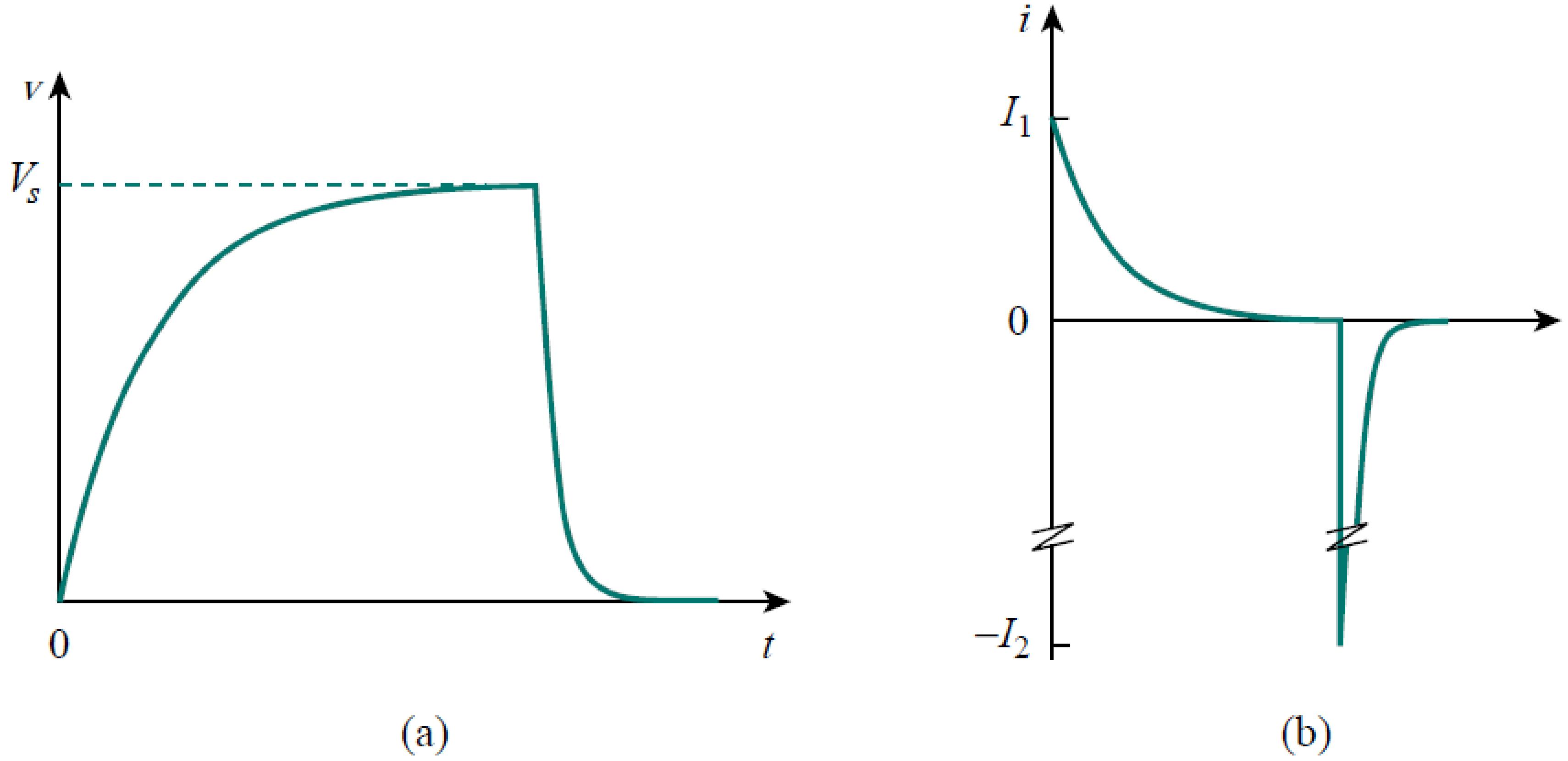
Estudo de caso 2 – flash para câmeras fotográficas

A figura abaixo traz um exemplo de um flash fotográfico. Basicamente trata-se de uma fonte de alta tensão (Ainda estudaremos como alcançar altas tensões), um resistor R1 de carga (alto valor de resistência), um resistor R2 (baixa resistência – representando a lâmpada) e um capacitor C, encarregado de transferir energia para o flash de forma muito acelerada.



Estudo de caso 2 – flash para câmeras fotográficas

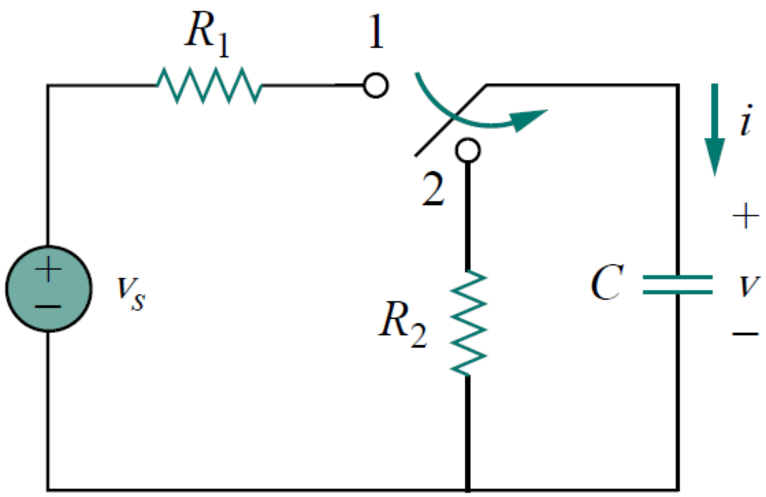
A corrente de pico na descarga do flash é extremamente maior que a corrente de pico.
Porque?



Estudo de caso 2 – flash para câmeras fotográficas

Exercício: Considere que: $V_s = 240V$ $R_1 = 6K\Omega$ $R_2 = 12\Omega$ $C = 2000\mu F$

Tempo para carga e descarga: $\boldsymbol{5\tau}$



Questão 1: A corrente de pico da carga? **($40mA$)**

Questão 2: O tempo de carga? **($1\ minuto$)**

Questão 3: O pico de corrente da descarga? **($20A$)**

Questão 4: A energia total armazenada no capacitor? **(57,6J)**

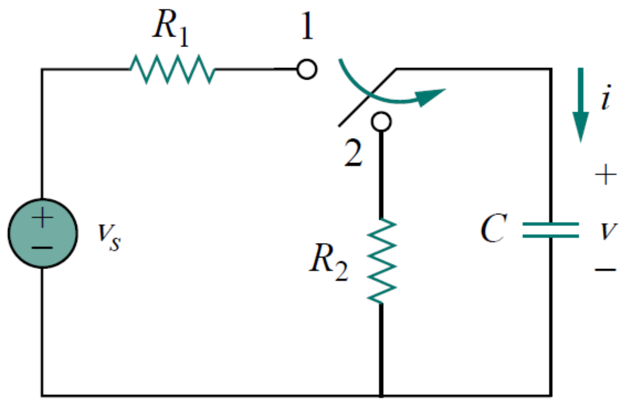
Questão 5: Tempo para descarregar? **($0,12s$)**

Questão 6: Potência média dissipada pela lâmpada? **($480W$)**

Estudo de caso 2 – flash para câmeras fotográficas

Exercício: Considere que: $V_s = 240V$ $R_1 = 6K\Omega$ $R_2 = 12\Omega$

Tempo para carga e descarga: $\mathbf{5\tau}$ $C = 2000\mu F$



Questão 1: A corrente de pico da carga?

$$I_1 = \frac{V_s}{R_1} = \frac{240}{6K} = 40mA$$

Questão 2: O tempo de carga?

$$t_{carga} = 5 \cdot R_1 C = 5 \cdot 6K \cdot 2000\mu = 60s$$

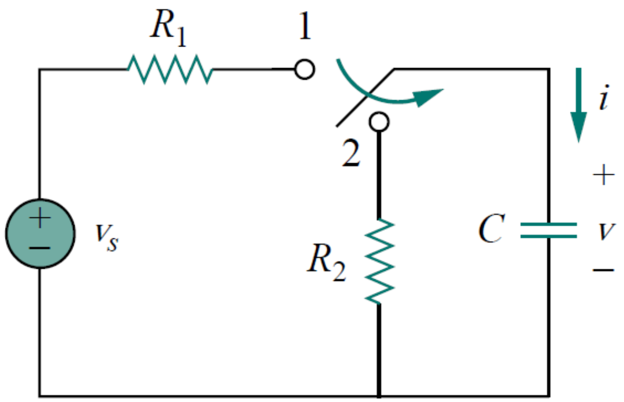
Questão 3: O pico de corrente da descarga?

$$I_2 = \frac{V_s}{R_2} = \frac{240}{12} = 20A$$

Estudo de caso 2 – flash para câmeras fotográficas

Exercício: Considere que: $V_s = 240V$ $R_1 = 6K\Omega$ $R_2 = 12\Omega$

Tempo para carga e descarga: $\boldsymbol{5\tau}$ $C = 2000\mu F$



Questão 4: A energia total armazenada no capacitor?

$$\boldsymbol{w = \frac{1}{2}Cv^2 = \frac{1}{2} \cdot 2000\mu \cdot 240^2 = 57,6J}$$

Questão 5: Tempo para descarregar?

$$\boldsymbol{t_{descarga} = 5 \cdot R_2 C = 5 \cdot 12 \cdot 2000\mu = 0,12s}$$

Questão 6: Potência média dissipada pela lâmpada?

$$\boldsymbol{P_{med} = \frac{w}{t_{descarga}} = \frac{57,6}{0,12} = 480W}$$

Estudo de caso 2– Flash de câmera