

BAB 5. MULTIVIBRATOR

Materi :

1. Dasar rangkaian Clock / Multivibrator
2. Jenis-jenis multivibrator
3. Laju Pengisian dan Pengosongan Kapasitor
4. Multivibrator Astabil dari IC 555
5. Multivibrator Monostabil dari IC 555
6. IC Multivibrator Monostabil 74121
7. Crystal Oscillator

1. PRINSIP DASAR MULTIVIBRATOR

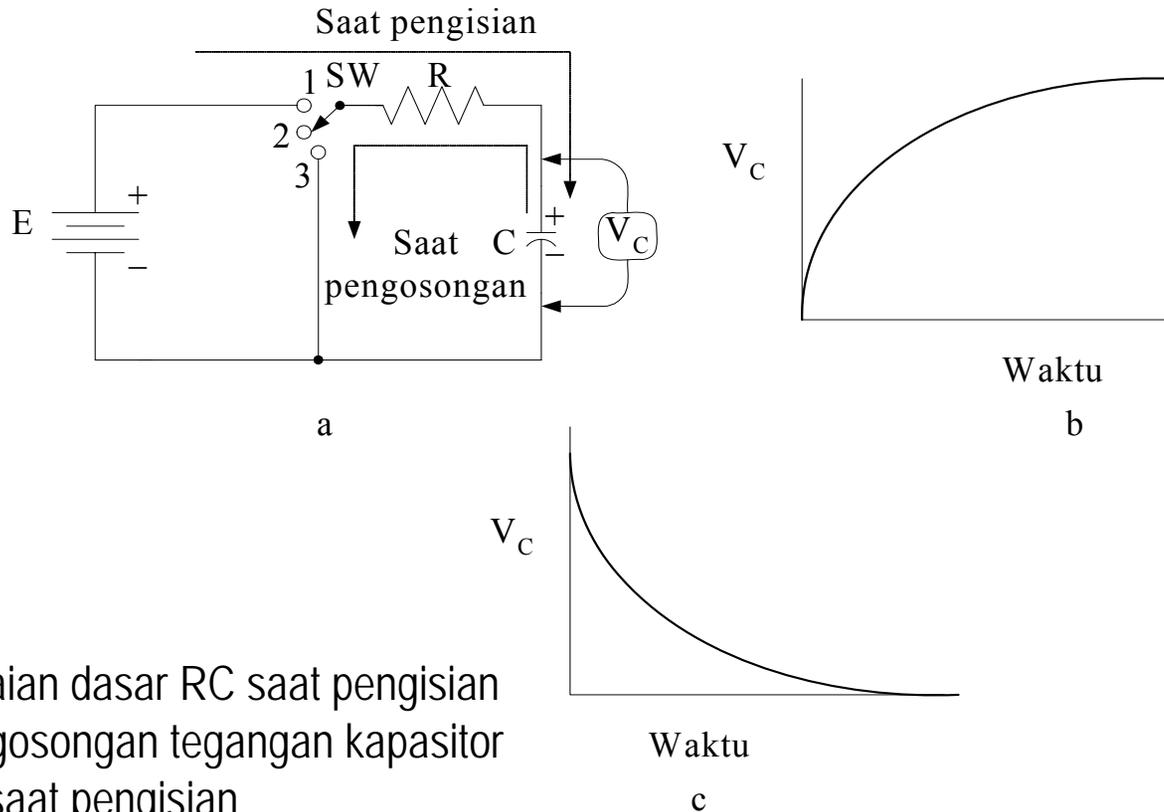
1. Multivibrator merupakan osilator.
2. Sedangkan osilator adalah rangkaian elektronika yang menghasilkan perubahan keadaan pada sinyal output.
3. Osilator dapat menghasilkan clock / sinyal pewaktuan untuk sistem digital seperti komputer.
4. Osilator juga bisa menghasilkan frekuensi dari pemancar dan penerima pada radio.

Pada dasarnya ada 3 tipe dari multivibrator, yaitu :

1. Multivibrator astabil
2. Multivibrator monostabil
3. Multivibrator bistabil

2. LAJU PENGISIAN DAN PENGOSONGAN KAPASITOR

Prinsip kerja dari sebuah rangkaian multivibrator dapat dijelaskan dengan model pengisian dan pengosongan kapasitor yang berulang-ulang



- Rangkaian dasar RC saat pengisian dan pengosongan tegangan kapasitor
- Kurva saat pengisian
- Kurva saat pengosongan

Diketahui :

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

dimana :

Δv = perubahan tegangan kapasitor.

E = perbedaan tegangan antara tegangan kapasitor yang pertama dan tegangan total.

e = ketetapan yang bernilai log (2,718)

t = waktu saat pengisian kapasitor

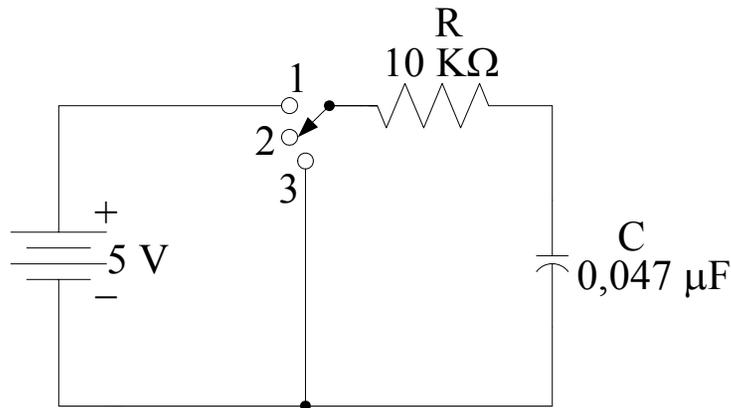
R = resistansi , ohm

C = kapasitansi , farad

Dari penurunan persamaan di atas, akan didapatkan nilai waktu pengisian kapasitor, t , yaitu :

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

Contoh soal :



1. Berdasarkan gambar di atas, anggap bahwa mulanya tegangan pada kapasitor berisi sebesar 1 V. Berapa lama waktu yang dibutuhkan setelah saklar dirubah dari posisi 2 ke posisi 1 dan tegangan kapasitor menuju 3 V.

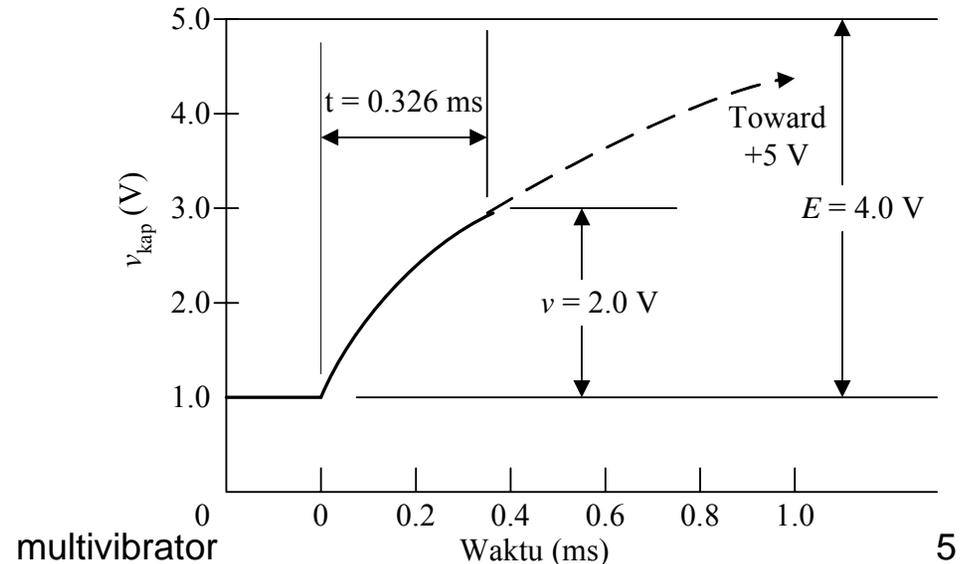
Jawab : $\Delta v = 3 \text{ V} - 1 \text{ V} = 2 \text{ V}$
 $E = 5 \text{ V} - 1 \text{ V} = 4 \text{ V}$,
kemudian gunakan persamaan t :

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

$$t = (10\text{K}\Omega) \cdot (0,047 \mu\text{F}) \ln \left(\frac{1}{1 - 2/4} \right)$$

$$t = \mathbf{0,326 \text{ ms}}$$

Bentuk grafik dari tegangan kapasitor tersebut adalah:



2. Berdasarkan gambar yang sama, anggap bahwa mulanya tegangan kapasitor berisi sebesar 4,2 V. Berapa lama waktu yang dibutuhkan jika saklar dirubah dari posisi 2 ke posisi 3 dan menyebabkan tegangan pada kapasitor drop menjadi 1,5 V.

Jawab : soal ini merupakan prinsip dari laju pengosongan tegangan pada kapasitor.

$$\Delta v = 4,2 \text{ V} - 1,5 \text{ V} = 2,7 \text{ V}$$

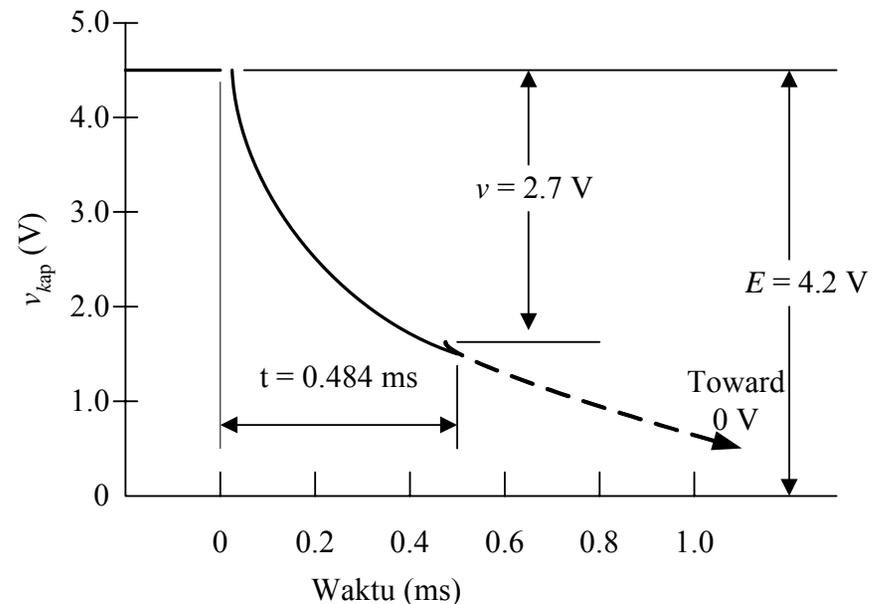
$$E = 4,2 \text{ V} - 0 \text{ V} = 4,2 \text{ V}, \text{ gunakan persamaan } t:$$

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

$$t = (10\text{K}\Omega) \cdot (0,047 \mu\text{F}) \ln \left(\frac{1}{1 - 2,7 / 4,2} \right)$$

$$t = \mathbf{0,484 \text{ ms}}$$

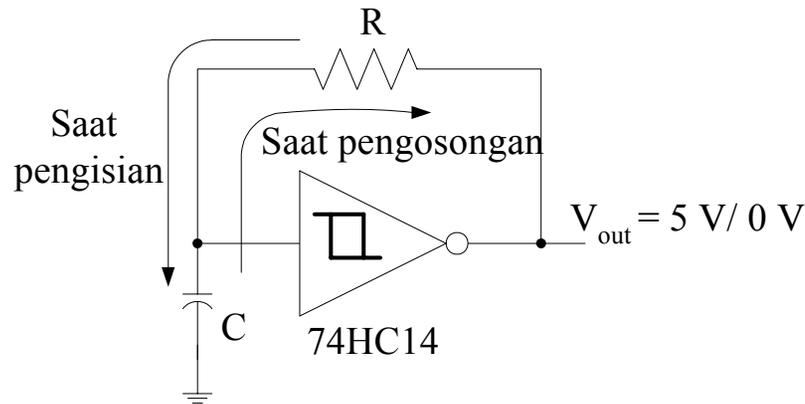
Bentuk grafik dari tegangan kapasitor tersebut adalah :



3. JENIS MULTIVIBRATOR

3a. MULTIVIBRATOR ASTABIL

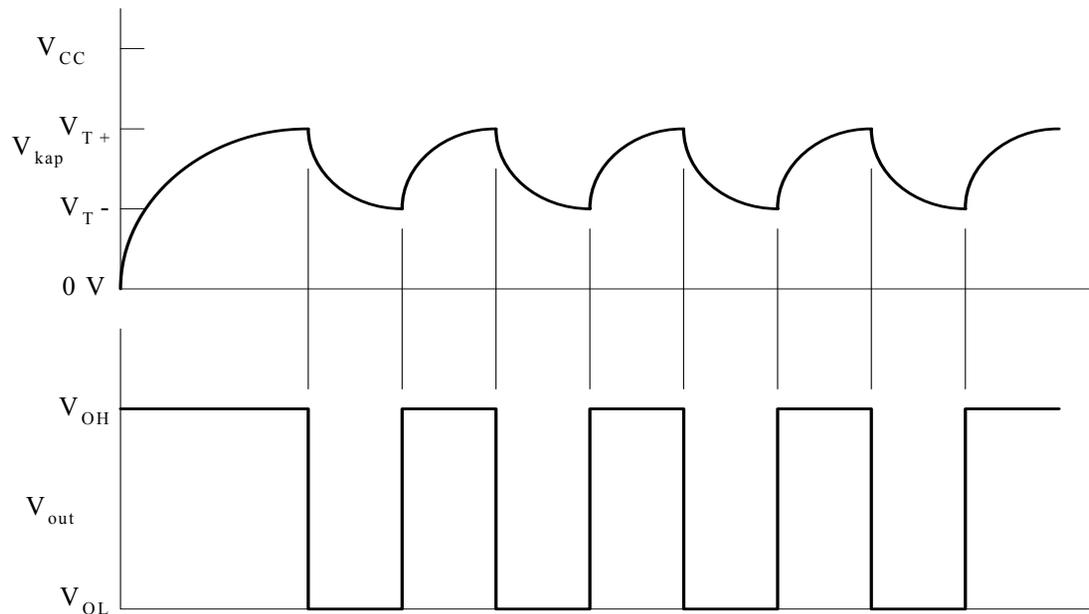
- ✓ *Multivibrator astabil* adalah suatu rangkaian yang mempunyai dua state dan yang berosilasi secara kontinu guna menghasilkan bentuk gelombang persegi atau pulsa di outputnya.
- ✓ Pada multivibrator astabil, outputnya tidak stabil pada setiap state, tapi akan berubah secara kontinu dari 0 ke 1 dan dari 1 ke 0.
- ✓ Prinsip ini sama dengan rangkaian osilator dan kondisi ini sering disebut dengan *free running*.



Rangkaian Multivibrator Astabil Schmitt Trigger

- Operasi dari osilator seperti pada gambar Rangkaian Multivibrator Astabil Schmitt Trigger adalah :
 1. Tegangan supply IC dalam keadaan hidup / ON, sehingga V_{kap} adalah 0 V dan V_{out} akan tinggi / sama dengan tegangan IC ≈ 5 V.
 2. Kapasitor akan mulai mengisi yang sama dengan tegangan V_{out} .
 3. Ketika V_{kap} menuju tegangan positif (V_{T+}) dari schmitt trigger yaitu sebesar 5 V, maka output dari Schmitt akan berubah menjadi rendah (≈ 0 V).
 4. Karena $V_{out} \approx 0$ V, maka akan terjadi pengosongan kapasitor terhadap 0 V.
 5. Ketika V_{kap} drop menuju tegangan negatif (V_{T-}), maka output Schmitt akan kembali menjadi tinggi.
 6. Kejadian seperti ini akan terus berulang, dimana saat pengisian tegangan kapasitor menjadi V_{T+} dan saat pengosongan tegangan kapasitor turun menjadi V_{T-} .

Bentuk gelombang dari V_{out} dan V_{kap} dapat dilihat pada gambar di bawah.



Contoh Soal :

- a. Buatlah bentuk gelombang dari rangkaian multivibrator astabil Schmitt trigger berdasarkan rangkaian Scmitt Trigger yang mempunyai spesifikasi CMOS 74HC14 ($V_{CC} = 5 \text{ V}$).

$$V_{OH} = 5 \text{ V},$$

$$V_{OL} = 0 \text{ V}$$

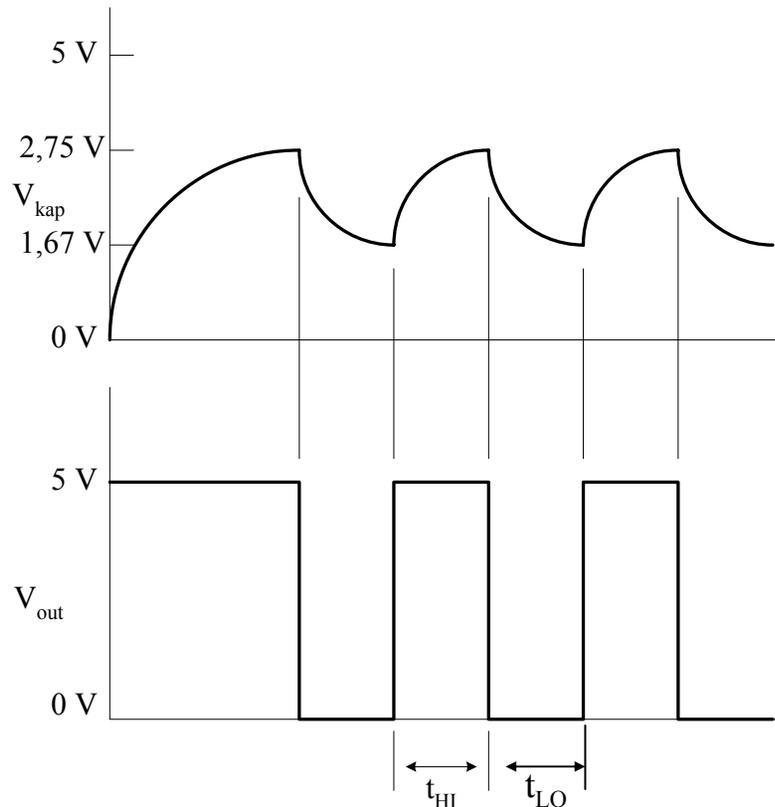
$$V_{T+} = 2,75 \text{ V},$$

$$V_{T-} = 1,67 \text{ V}$$

- b. Hitunglah waktu yang dibutuhkan saat pengisian tegangan kapasitor (t_{HI}), pengosongan tegangan kapasitor (t_{LO}), duty cycle dan rekuensi jika $R = 10 \text{ K}\Omega$ dan $C = 0,022 \mu\text{F}$.

Jawab:

- a. Bentuk gelombang dari rangkaian Schmitt Trigger Multivibrator Astabil adalah :



b. Untuk mencari t_{HI} adalah :

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

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

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

$$t_{HI} = RC \ln \left(\frac{1}{1 - \Delta v / E} \right) = (10 \text{ K}\Omega) \cdot (0,022 \text{ }\mu\text{F}) \ln \left(\frac{1}{1 - 1,08\text{V} / 3,33\text{V}} \right) = 86,2 \text{ }\mu\text{s}$$

Untuk mencari t_{LO} adalah :

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

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

$$t_{LO} = RC \ln \left(\frac{1}{1 - \Delta v / E} \right) = (10 \text{ K}\Omega) \cdot (0,022 \text{ }\mu\text{F}) \ln \left(\frac{1}{1 - 1,08\text{V} / 2,75\text{V}} \right) = 110 \text{ }\mu\text{s}$$

Untuk mencari *duty cycle* (perbandingan antara lebar waktu saat kondisi high/tinggi dengan total perioda suatu gelombang) adalah :

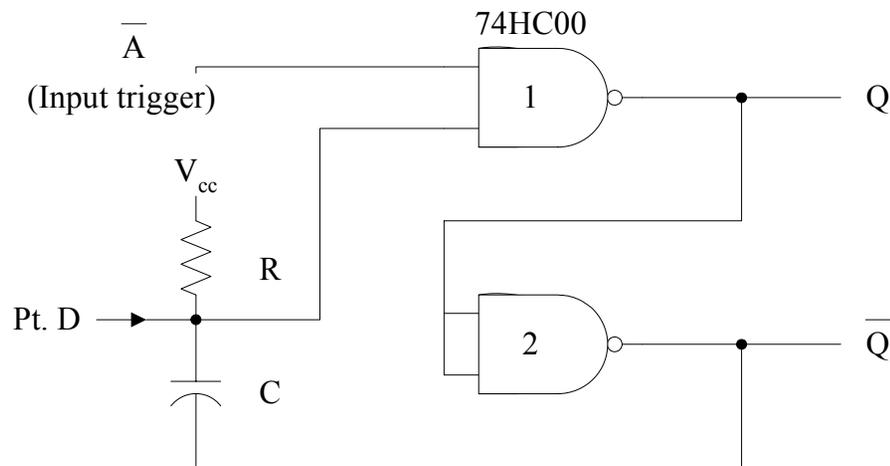
$$D = \frac{t_{HI}}{t_{HI} + t_{LO}} = \frac{86,2}{86,2 + 110} = 0,439 = 43,9 \%$$

Untuk mencari frekuensi adalah :

$$f = \frac{1}{t_{HI} + t_{LO}} = \frac{1}{86,2 + 110} = 5,10 \text{ KHz}$$

3b. MULTIVIBRATOR MONOSTABIL

- ✓ Multivibrator monostabil ini sering disebut dengan *one shot*.
- ✓ Multivibrator monostabil adalah suatu rangkaian yang banyak dipakai untuk membangkitkan pulsa output yang lebarnya dan amplitudonya tetap.
- ✓ Pulsa pada outputnya akan dihasilkan jika diberikan sebuah trigger pada inputnya.
- ✓ Multivibrator monostabil ini dapat dibuat dengan menggunakan komponen-komponen tersendiri atau dapat diperoleh dalam paket terintegrasi.



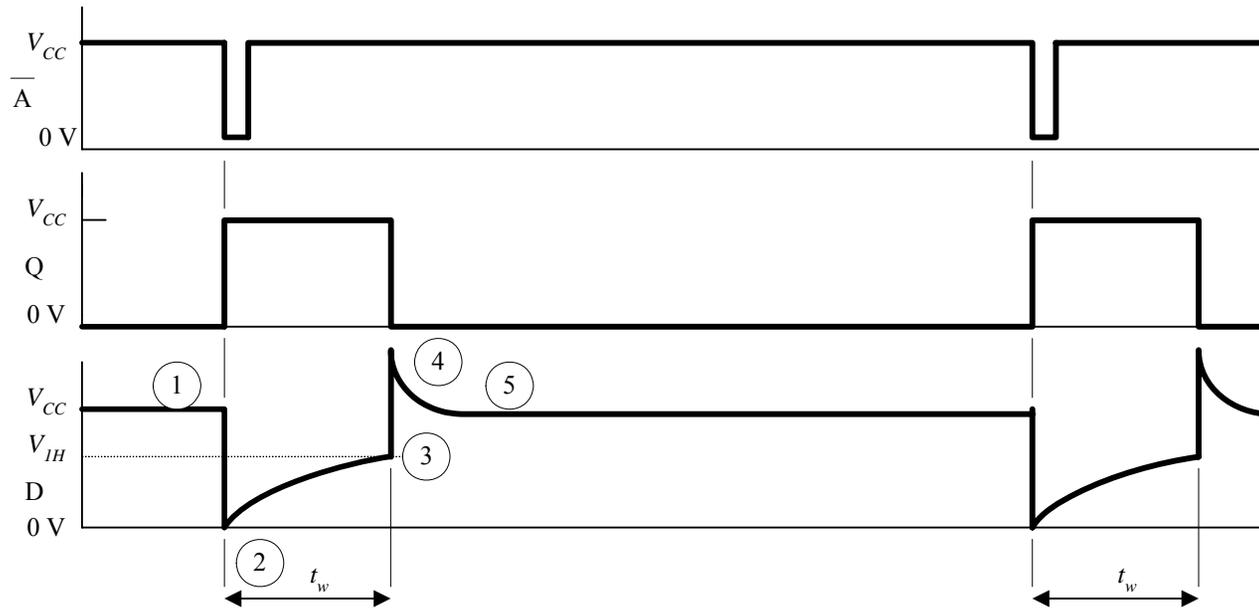
Multivibrator monostabil yang dibangun dari gerbang NAND

Cara kerja rangkaian tersebut adalah :

1. Ketika tegangan diberikan, anggaplah bahwa \overline{A} dalam keadaan tinggi, $Q =$ rendah, $\overline{Q} =$ tinggi dan pada C terjadi pengosongan tegangan, sehingga titik D = tinggi.
2. Jika diberikan pulsa negatif pada \overline{A} , maka Q menjadi tinggi dan $\overline{Q} =$ rendah.
3. Tegangan kapasitor akan berubah dengan segera dan titik D akan drop menjadi 0 V.
4. Karena pada titik d = 0 V, maka akan menyebabkan salah satu input pada gerbang 1 menjadi rendah, meskipun \overline{A} ditrigger menjadi tinggi. Oleh karena itu Q tetap dalam keadaan tinggi dan $\overline{Q} =$ rendah.
5. Beberapa lama kemudian akan terjadi pengisian kapasitor terhadap VCC. Ketika tegangan kapasitor pada titik D menuju level tegangan input (V_{IH}) dari gerbang 1 dalam keadaan tinggi, maka Q akan menjadi rendah dan \overline{Q} menjadi tinggi.
6. Rangkaian kembali pada state yang stabil, sampai munculnya sinyal trigger dari \overline{A} dan pada kapasitor terjadi lagi pengosongan tegangan ≈ 0 V.

Bentuk gelombang pada gambar dibawah menunjukkan karakteristik input/output dari rangkaian dan akan digunakan untuk membangun suatu persamaan untuk menentukan t_w .

Pada kondisi state stabil ($\overline{Q} =$ tinggi), tegangan pada titik D akan sama dengan VCC.



Bentuk gelombang input/output untuk rangkaian Multivibrator Monostabil dengan gerbang NAND

3c. MULTIVIBRATOR BISTABIL

- ✓ Multivibrator ini disebut juga dengan flip flop atau *latch* (penahan) yang mempunyai dua state.
- ✓ Flip flop merupakan elemen dasar dari rangkaian logika sekuensial.
- ✓ Output dari flip flop tergantung dari keadaan rangkaian sebelumnya.
- ✓ Output dari flip flop terdiri dari Q dan \overline{Q} . Dimana keadaan \overline{Q} berlawanan dengan Q.
- ✓ Salah satu contoh dari triggered flip flop adalah RS flip flop.

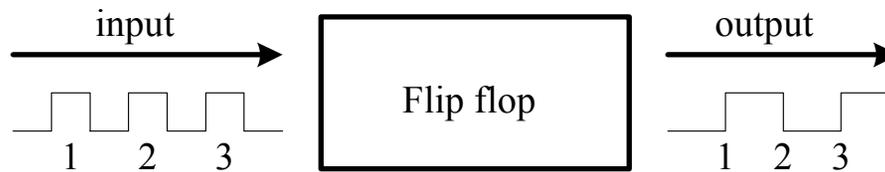
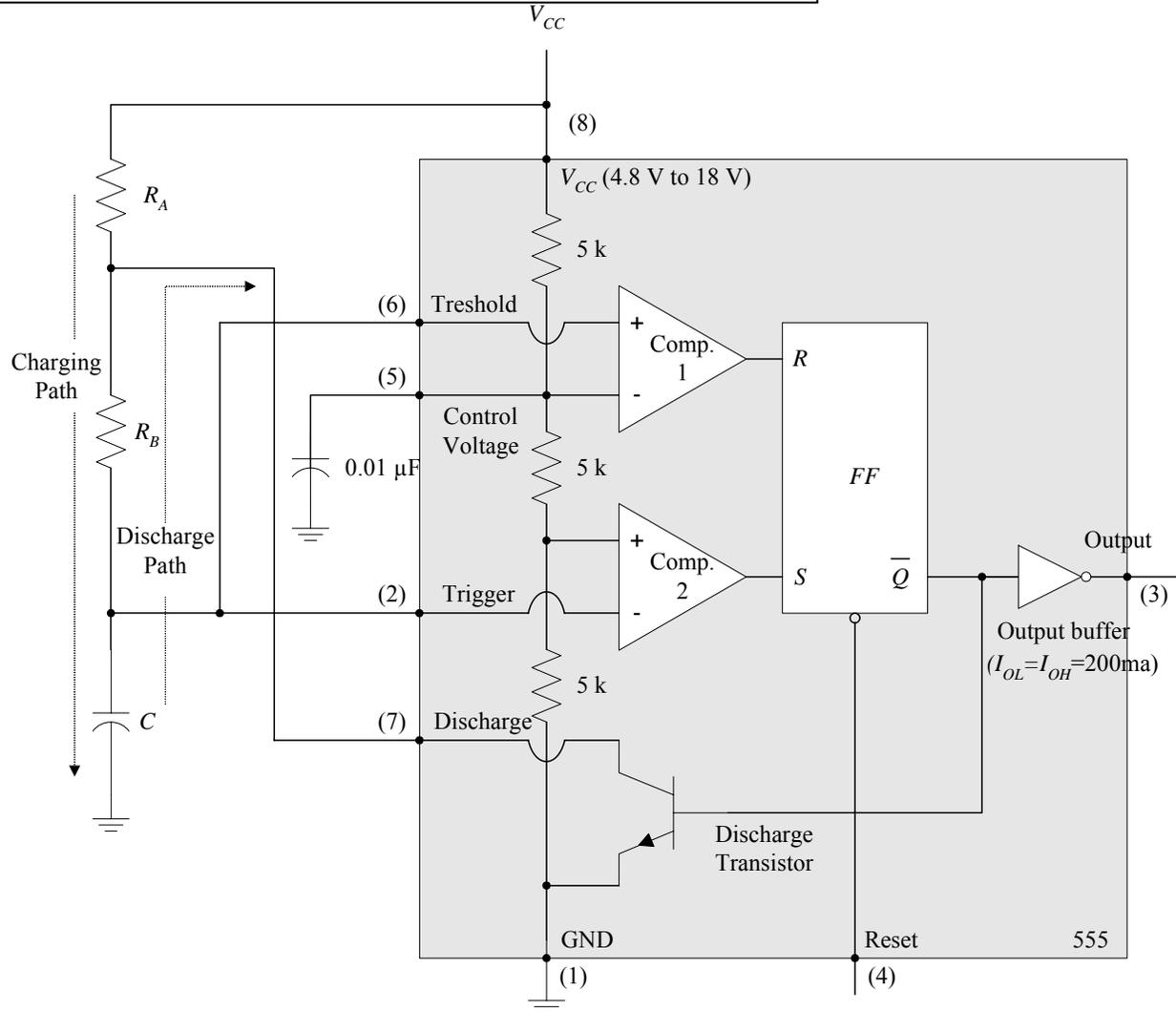


Diagram menunjukkan trigger pulsa 3 buah input. Sesudah pulsa ke tiga outputnya tetap tinggi

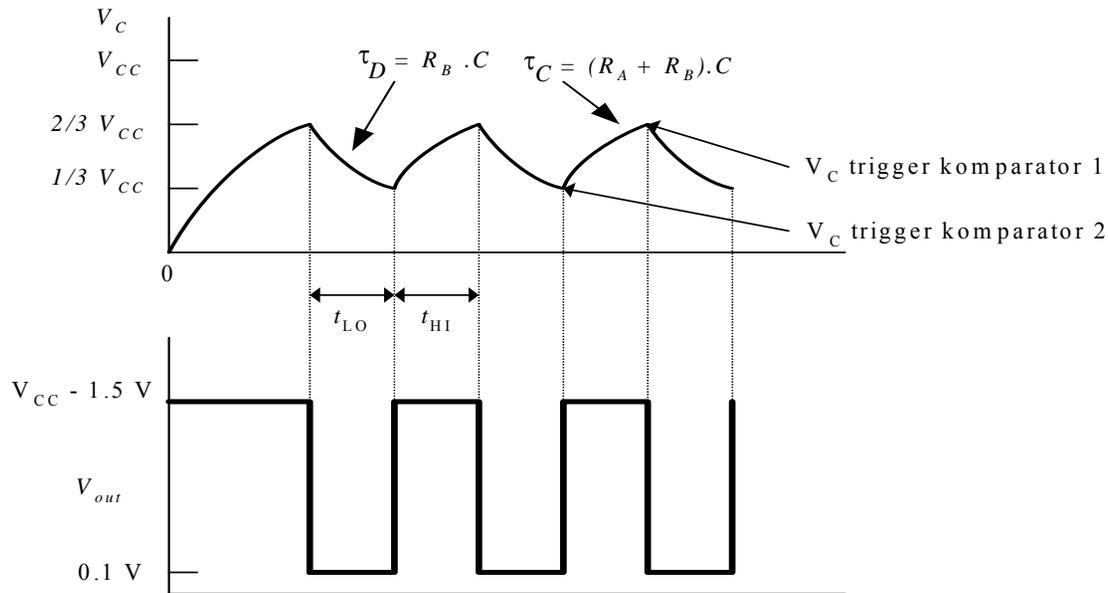
4. MULTIVIBRATOR ASTABIL DARI IC 555



Blok diagram dari IC pewaktu 555 dengan komponen eksternal

multivibrator

- IC pewaktu 555 sudah banyak dikenal sebagai suatu IC pewaktu yang *general purpose*.
- 555 berasal dari tiga buah resistor yang terdapat pada rangkaian tersebut yang masing-masing nilainya adalah 5 K Ω .
- Resistor ini akan membentuk rantai pembagi tegangan dari VCC ke ground.
- Ada tegangan sebesar 1/3 VCC pada komparator 1 yang melewati resistor 5 K Ω yang pertama. dan tegangan 2/3 VCC pada komparator 2 yang melewati resistor 5 K Ω yang kedua.
- Komparator disini berfungsi untuk menunjukkan tinggi atau rendahnya output berdasarkan perbandingan level tegangan analog pada input.
- Jika input positif lebih besar dari input negatif maka outputnya akan bernilai tinggi.
- Sebaliknya jika input positif lebih kecil dari input negatif maka outputnya akan bernilai rendah.



multivibrator

Untuk menentukan t_{LO} :

$$t_{LO} = 0,693 \cdot R_B \cdot C$$

Untuk menentukan t_{HI} :

$$t_{HI} = 0,693 \cdot (R_A + R_B)C$$

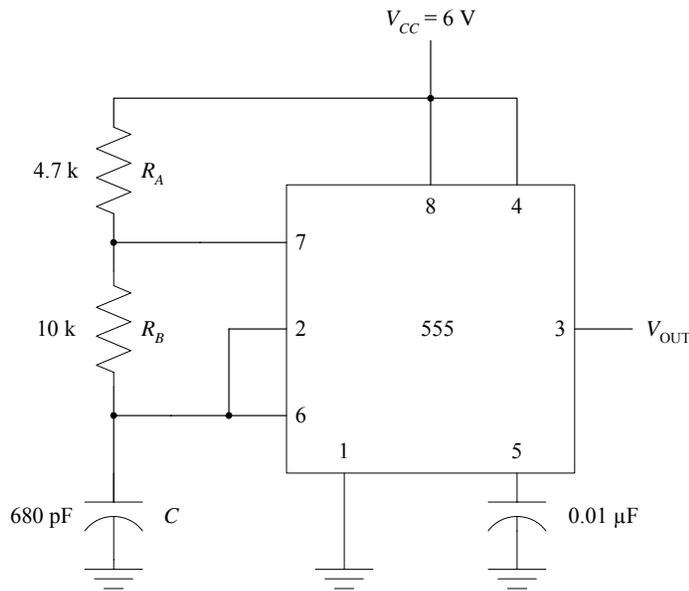
Untuk menentukan Duty Cycle (D) dan frekuensi :

$$D = \frac{t_{HI}}{t_{HI} + t_{LO}}$$

$$f = \frac{1}{t_{HI} + t_{LO}}$$

Contoh Soal :

Tentukan t_{HI} , t_{LO} , duty cycle dan frekuensi untuk rangkaian multivibrator 555 berdasarkan gambar di bawah ini :



Jawab :

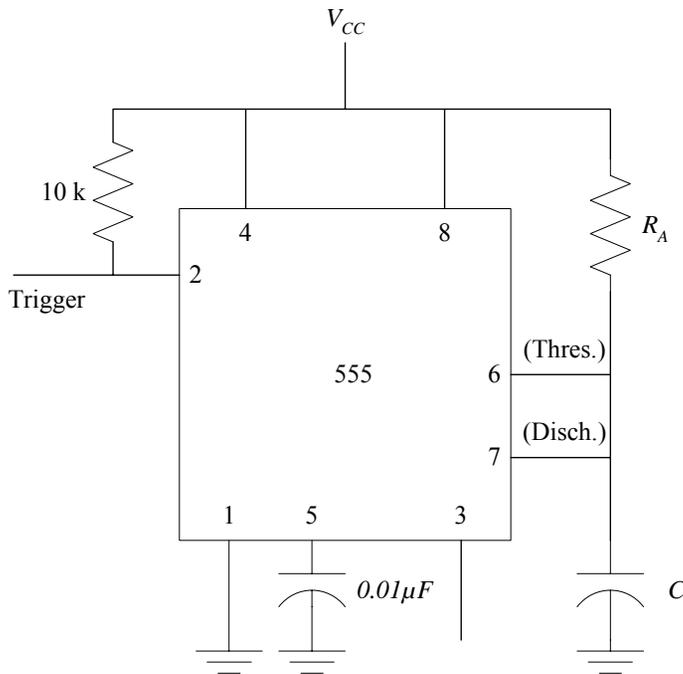
a. $t_{LO} = 0,693 \cdot R_B C$
 $= 0,693 \cdot (10 \text{ K}\Omega) \cdot 680 \text{ pF}$
 $= \mathbf{4,71 \mu s}$

b. $t_{HI} = 0,693 \cdot (R_A + R_B)C$
 $= 0,693 \cdot (4,7 \text{ K}\Omega + 10 \text{ K}\Omega) \cdot 680 \text{ pF}$
 $= \mathbf{6,93 \mu s}$

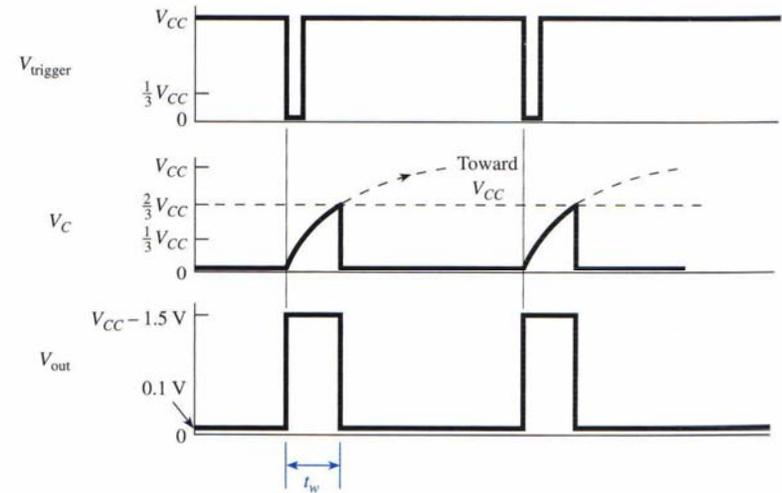
c. duty cycle $= \frac{t_{HI}}{t_{HI} + t_{LO}}$
 $= \frac{6,93 \mu s}{6,93 \mu s + 4,71 \mu s}$
 $= \mathbf{59,5 \%}$

d. frekuensi $= \frac{1}{t_{HI} + t_{LO}}$
 $= \frac{1}{6,93 + 4,71}$
 $= \mathbf{85,9 \text{ KHz}}$

5. MULTIVIBRATOR MONOSTABIL DARI IC 555

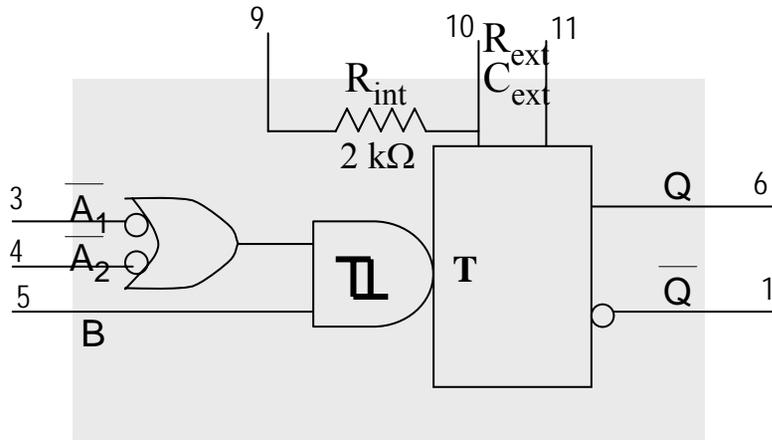


Hubungan pin IC pewaktu 555 dengan Multivibrator Monostabil



Bentuk Gelombang pada masing-masing output/input

6. IC MULTIVIBRATOR MONOSTABIL 74121



Blok Diagram IC 74121

$\overline{A1}$	$\overline{A2}$	B	Q	\overline{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	↑	⌋	⌋

Tabel Fungsi

Lebar pulsa output :

$$t_w = R_{ext} C_{ext} \ln 2$$

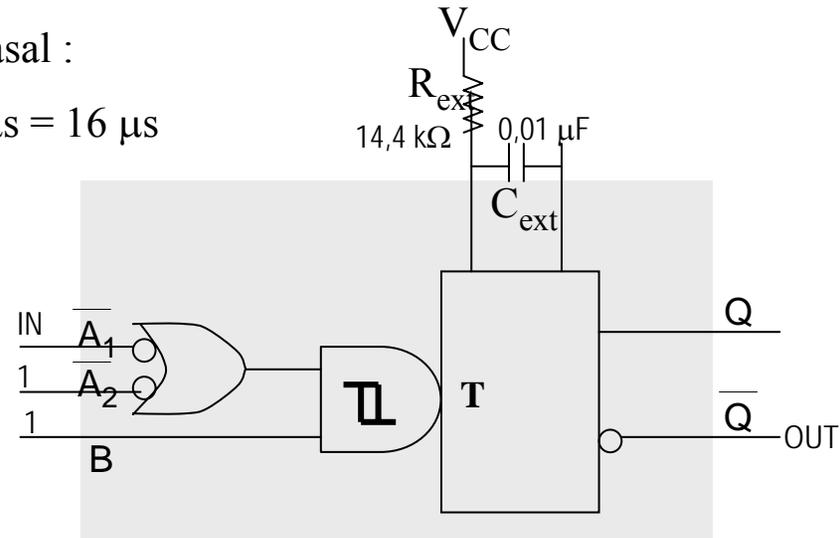
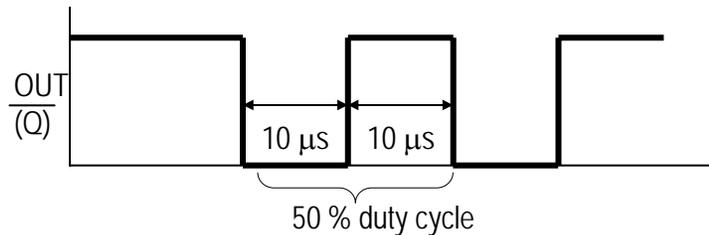
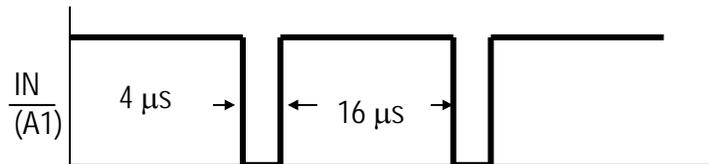
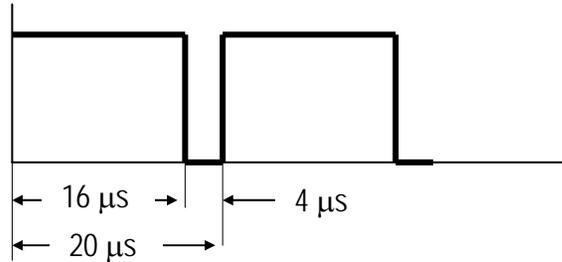
Contoh Soal :

Disain sebuah rangkaian menggunakan 74121 yang mengubah sebuah gelombang kotak 50 kHz, 80 % duty cycle, ke gelombang kotak 50 kHz, 50 % duty cycle.

Jawab :

Pertama kali, gambarkan gelombang kotak asal :

$$t = \frac{1}{50\text{kHz}} = 20 \mu\text{s}, t_{HI} = 80\% \times 20 \mu\text{s} = 16 \mu\text{s}$$



$$t_w = R_{ext} C_{ext} \ln(2)$$

$$10 \mu\text{s} = R_{ext} C_{ext} (0,693)$$

$$R_{ext} C_{ext} = 14,4 \mu\text{s}$$

Anggap $C_{ext} = 0,001 \mu\text{F}$, maka :

$$R_{ext} = \frac{14,4 \mu\text{s}}{0,001 \mu\text{F}} = 14,4 \text{ k}\Omega$$