

PRÀCTICA 6. ESTUDI PREVI

Sessió 1

EPI.1. Quin és el TOF corresponent a un obstacle situat a 50 cm de les càpsules? I el d'un obstacle situat a 1 m i 2 m? S'ha de tenir en compte que el pols d'ultrasons ha de recórrer dos cops la distància (anada i tornada) que separa l'obstacle de les càpsules.

$$TOF = \frac{2 \cdot d}{v_{prop}} \quad , \quad v_{prop} = 340 \text{ m/s}$$

- 50 cm:

$$TOF_{0,5} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 10^{-2}}{340} = 2,94 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 2,94 \text{ ms}$$

- 1 m:

$$TOF_1 = \frac{2 \cdot 1}{340} = 5,88 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 5,88 \text{ ms}$$

- 2 m:

$$TOF_2 = \frac{2 \cdot 2}{340} = 11,76 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 11,76 \text{ ms}$$

EPI.2. Simuleu amb PSPICE aquest circuit i captureu el senyal de sortida quan a la seva entrada es connecta un senyal que conté una salva de 10 cicles a la freqüència de 40 kHz i una amplitud de 2 V.

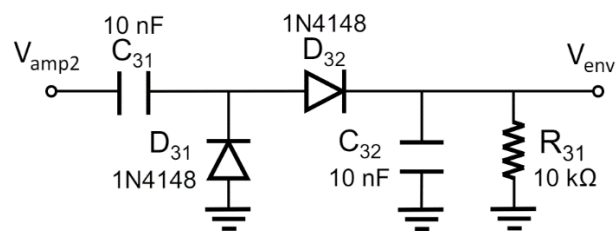
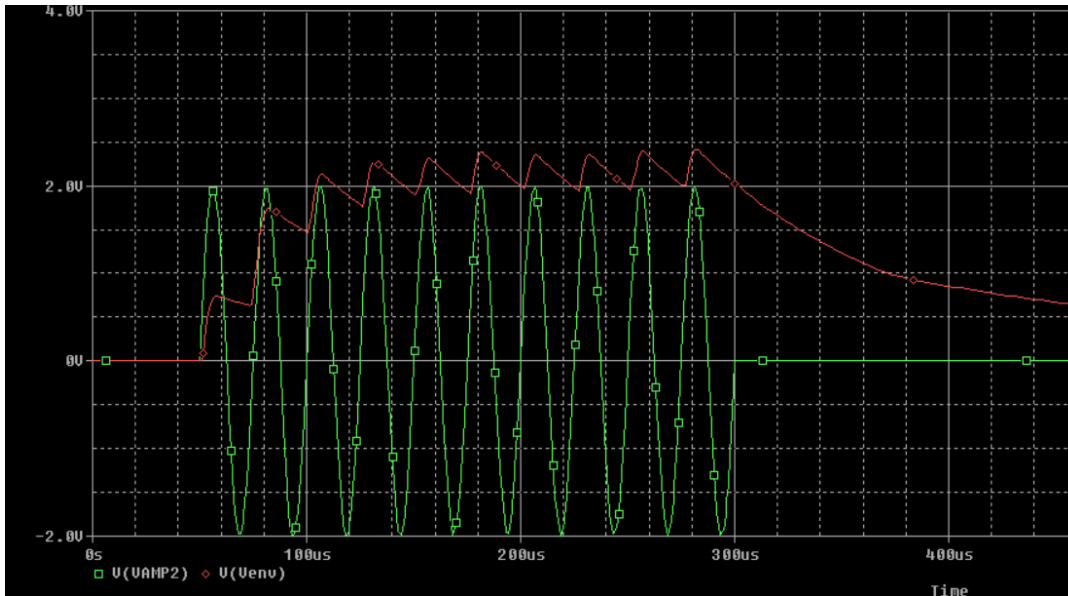


Figura 3. Detector d'envolupant.


$$P_{41} = 10 \text{ k}\Omega$$
$$\frac{V_p - V_{env}}{R_{41}} + \frac{V_p - V_{comp}}{R_{42}} = 0 \quad \rightarrow \quad V_p = \frac{V_{env} \cdot R_{42} + V_{comp} \cdot R_{41}}{R_{41} + R_{42}}$$

$$\frac{V_n - V_{cc}}{\frac{P_{41}}{2}} + \frac{V_n}{\frac{P_{41}}{2}} = 0 \quad \rightarrow \quad V_n = \frac{V_{cc}}{2}$$

– si $V_p > V_n$ (saturació positiva) $\rightarrow V_{comp} = V_{sat+} \cong V_{cc}$

$$\frac{V_{env} \cdot R_{42} + V_{cc} \cdot R_{41}}{R_{41} + R_{42}} > \frac{V_{cc}}{2}$$

$$V_{env} > \frac{V_{cc} \cdot (R_{41} + R_{42})}{2 \cdot R_{42}} - \frac{V_{cc} \cdot R_{41}}{R_{42}} = \frac{V_{cc} \cdot (R_{42} - R_{41})}{2 \cdot R_{42}} = \frac{12 \cdot (10^6 - 33 \cdot 10^3)}{2 \cdot 10^6}$$

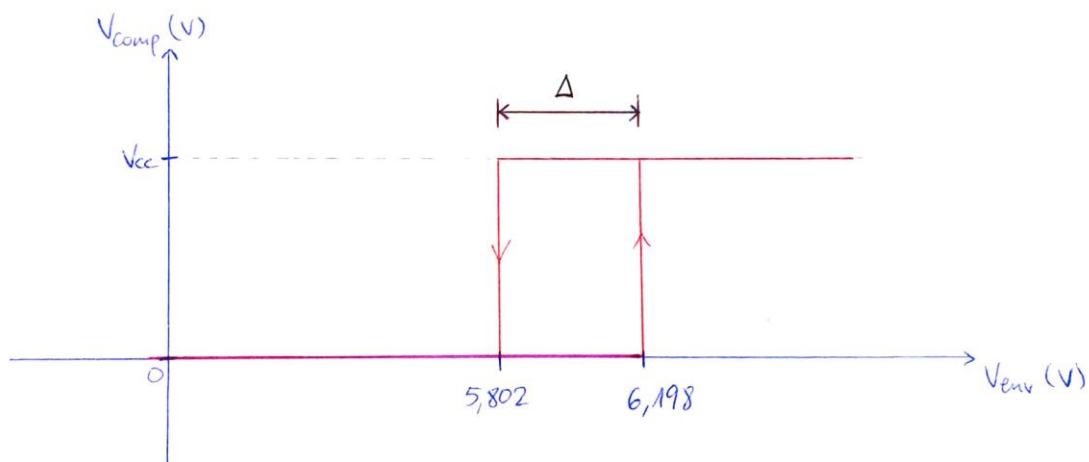
$$V_{env} > 5,802 \text{ V}$$

– si $V_p < V_n$ (saturació negativa) $\rightarrow V_{comp} = V_{sat-} \cong 0$

$$\frac{V_{env} \cdot R_{42} + 0 \cdot R_{41}}{R_{41} + R_{42}} < \frac{V_{cc}}{2}$$

$$V_{env} < \frac{V_{cc} \cdot (R_{41} + R_{42})}{2 \cdot R_{42}} = \frac{12 \cdot (33 \cdot 10^3 + 10^6)}{2 \cdot 10^6}$$

$$V_{env} < 6,198 \text{ V}$$



Amplada:

$$\Delta = 6,198 - 5,802 = 0,396 \approx 0,4$$

Sessió 2

EP2.1. Analitzeu el circuit i calculeu el valor de R_{52} per aconseguir una freqüència d'oscil·lació de 40 kHz. Quin és el cicle de treball de l'astable?

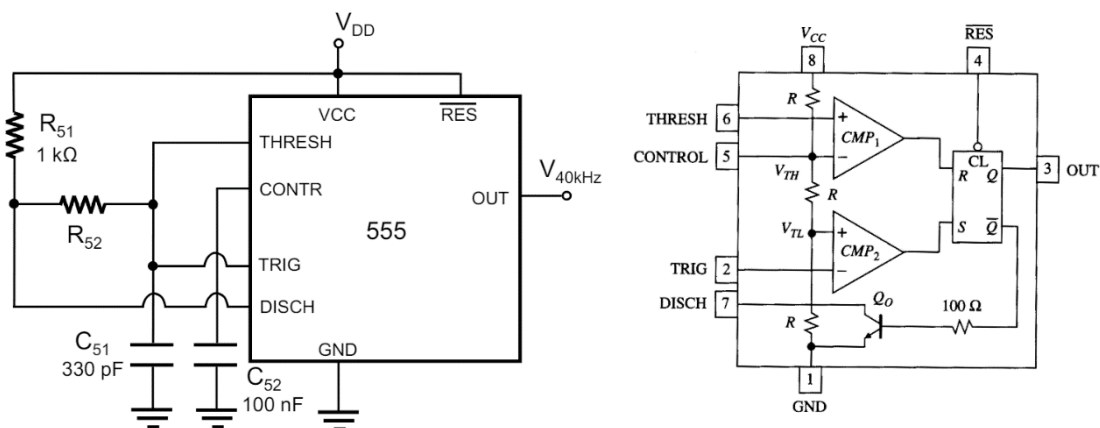


Figura 6. Circuit astable per generar el senyal de 40 kHz (esquerra) i esquema intern del 555 (dreta).

$$\frac{1}{f_{osc}} = (R_{51} + 2R_{52}) \cdot C_{51} \cdot \ln(2) \quad \Leftrightarrow \quad R_{52} = \frac{1}{2 \cdot f_{osc} \cdot C_{51} \cdot \ln(2)} - \frac{R_{51}}{2} \quad \Leftrightarrow$$

$$R_{52} = \frac{1}{2 \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 330 \cdot 10^{-12} \cdot \ln(2)} - \frac{10^3}{2} = 54147,54 \, \Omega$$

$$R_{52} = 54,15 \, k\Omega$$

Cicle de treball:

$$CT(\%) = \frac{R_{51} + R_{52}}{R_{51} + 2R_{52}} \cdot 100 = \frac{1 + 54,15}{1 + 2 \cdot 54,15} \cdot 100 = 0,50457 \cdot 100$$

$$CT(\%) = 50,46\%$$

EP2.2. Quina finalitat creus que pot tenir el condensador C_{52} ?

Per mantenir l'estabilitat a la sortida.

EP2.3. Quina hauria de ser la freqüència de repetició de polsos PRF màxima permesa si volguéssim un abast de 6 m?

$$TOF = \frac{2 \cdot d}{v_{prop}} = \frac{2 \cdot 6}{340} = 0,03529$$

$$f_{repetició} = \frac{1}{TOF} = \frac{1}{0,03529} = 28,33 \text{ Hz}$$

EP2.4. Quina és la durada que ha de tenir un pols per a que la salva sigui de 10 cicles?

Durada d'un pols:

$$\frac{N_{cicles}}{f_{osc}} = \frac{10}{40 \text{ kHz}} = 250 \mu s$$

EP2.5. Analitzeu el circuit i calculeu el valor de R_{61} per aconseguir una salva de 10 cicles.

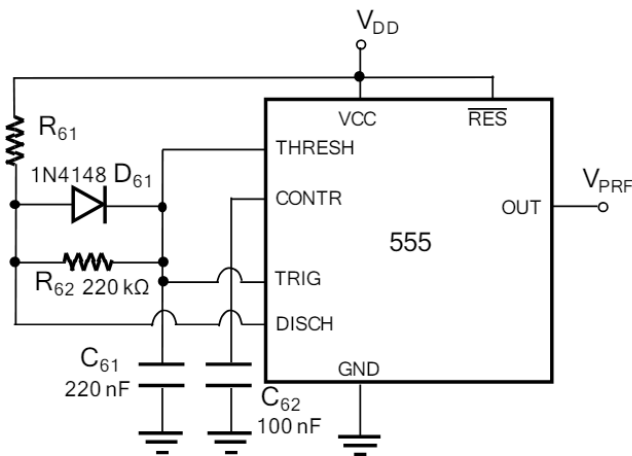


Figura 7. Circuit astable per generar el senyal de control.

$$T = 250 \cdot 10^{-6} = \ln\left(\frac{2V_{cc} - 2,1}{V_{cc} - 2,1}\right) \cdot R_{61} \cdot C_{61}$$

$$R_{61} = \frac{250 \cdot 10^{-6}}{\ln\left(\frac{2V_{cc} - 2,1}{V_{cc} - 2,1}\right) \cdot C_{61}} = 1431,28 \Omega = 1,43 \text{ k}\Omega$$

EP2.6. Quina és la freqüència de repetició de polsos PRF?

$$\frac{1}{f_{rep}} = (R_{61} + R_{62}) \cdot C_{61} \cdot \ln(2)$$

$$f_{rep} = \frac{1}{(R_{61} + R_{62}) \cdot C_{61} \cdot \ln(2)} = \frac{1}{(1,43k + 220k) \cdot 220n \cdot \ln(2)} = 29,62 \text{ Hz}$$

Sessió 3

EP3.1. Calculeu quina ha de ser la freqüència del senyal de rellotge per a que cada compte equivalgui a 1 cm de distància a l'obstacle. Tingueu en compte que el camí recorregut per la salva d'ultrasons és dos cops la distància a l'obstacle.

$$TOF = \frac{2 \cdot d}{v_{prop}} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 10^{-2}}{340}$$

$$f_{clk} = \frac{1}{TOF} = \frac{340}{2 \cdot 10^{-2}} = 17000 \text{ Hz} = 17 \text{ kHz}$$

EP3.2. Doneu l'expressió del període i la freqüència del senyal de sortida.

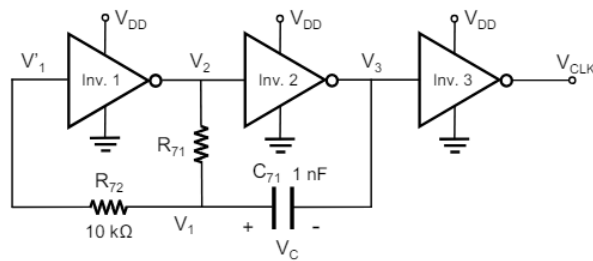


Figura 9. Oscil·lador d'ona quadrada basat en inversors CMOS.

Estat 1:

$$V_2 = V_{DD} \quad i \quad V_3 = 0$$

$$V_C(t) = V_{DD} + [V_C(t_i) - V_{DD}] \cdot e^{-\frac{t-t_i}{R_{72}C_{71}}}$$

$$V_C(t_i) = -\frac{V_{DD}}{2} \quad i \quad V_C(t_f) = \frac{V_{DD}}{2}$$

$$\frac{V_{DD}}{2} = V_{DD} + \left[-\frac{V_{DD}}{2} - V_{DD} \right] \cdot e^{-\frac{T_1}{R_{72}C_{71}}} \quad \leftrightarrow \quad \frac{1}{3} = e^{-\frac{T_1}{R_{72}C_{71}}} \quad \leftrightarrow$$

$$T_1 = -\ln\left(\frac{1}{3}\right) \cdot R_{72} \cdot C_{71} \quad \leftrightarrow \quad T_1 = \ln(3) \cdot R_{72} \cdot C_{71}$$

Estat 2:

$$V_2 = 0 \quad i \quad V_3 = V_{DD}$$

$$V_C(t) = -V_{DD} + [V_C(t_i) + V_{DD}] \cdot e^{-\frac{t-t_i}{R_{72}C_{71}}}$$

$$V_c(t_i) = \frac{V_{DD}}{2} \quad i \quad V_c(t_f) = -\frac{V_{DD}}{2}$$

$$-\frac{V_{DD}}{2} = -V_{DD} + \left[\frac{V_{DD}}{2} + V_{DD} \right] \cdot e^{-\frac{T_2}{R_{72}C_{71}}} \quad \leftrightarrow \quad \frac{1}{3} = e^{-\frac{T_2}{R_{72}C_{71}}} \quad \leftrightarrow$$

$$T_2 = -\ln\left(\frac{1}{3}\right) \cdot R_{72} \cdot C_{71} \quad \leftrightarrow \quad T_2 = \ln(3) \cdot R_{72} \cdot C_{71}$$

Expressions del període i la freqüència:

$$T = T_1 + T_2 = 2 \cdot \ln(3) \cdot R_{72} \cdot C_{71}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \cdot \ln(3) \cdot R_{72} \cdot C_{71}}$$

EP3.3. Tenint en compte que C_{71} és de 1 nF, calculeu quin és el marge de valors de R_{71} per poder ajustar la freqüència de l'oscil·lador entre 15 i 20 kHz.

$$f = \frac{1}{2 \cdot \ln(3) \cdot R_{72} \cdot 10^{-9}} \quad \leftrightarrow \quad R_{71} = \frac{1}{f \cdot \ln(3) \cdot 2 \cdot 10^{-9}}$$

Per $f = 15$ kHz:

$$R_{71} = \frac{1}{15 \cdot 10^3 \cdot \ln(3) \cdot 2 \cdot 10^{-9}} = 30341,31 \, \Omega = 30,34 \, k\Omega$$

Per $f = 20$ kHz:

$$R_{71} = \frac{1}{20 \cdot 10^3 \cdot \ln(3) \cdot 2 \cdot 10^{-9}} = 22755,98 \, \Omega = 22,76 \, k\Omega$$

El marge de valors de R_{71} està entre 22,76 kΩ i 30,34 kΩ.