

TP1 : Etude d'un conditionneur de capteur capacitif

1. Objectif

On se propose au cours de ce TP d'étudier un conditionneur de capteur capacitif à variation de fréquence basé sur un montage oscillant qui permet de convertir la variation de la capacité du capteur en une variation Δf de la fréquence d'oscillation du circuit.

2. Les conditionneurs des capteurs passifs

Un capteur passif convertit la variation du mesurande en une variation d'impédance. On associe donc toujours une source externe de tension ou de courant au capteur. Deux grands principes de conditionneurs peuvent être employés :

- Montage en pont : On récupère alors une tension proportionnelle au mesurande.
- Montage oscillant : La fréquence du signal de sortie est modulée par le mesurande.

Cas d'un conditionneur des capteurs capacitifs en montage oscillant

Si on insère un capteur capacitif dans un circuit en montage oscillant : Oscillateur astable NE555, la variation d'impédance du capteur entraîne une variation Δf de la fréquence d'oscillation du circuit. La période des oscillations est directement reliée à la valeur de la capacité du capteur.

✓ Oscillateur NE555 :

Le NE555 est un circuit intégré à 8 bornes, spécialement conçu pour générer un signal rectangulaire.

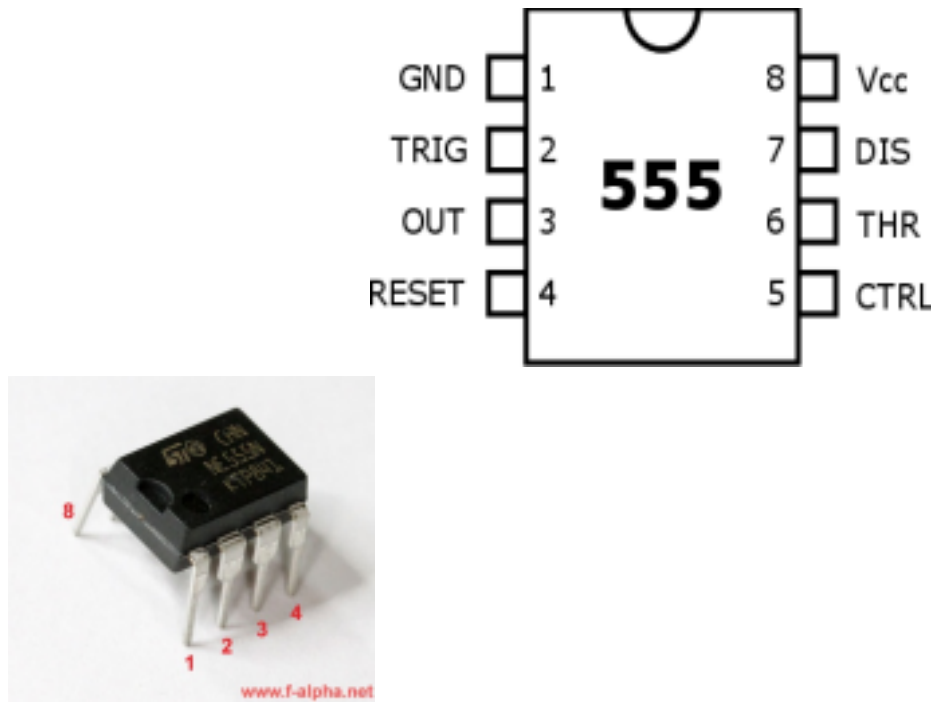


Figure 1 : Oscillateur NE555

La configuration astable permet d'utiliser le NE555 comme oscillateur. Deux résistances et un condensateur permettent de modifier la fréquence d'oscillations ainsi que le rapport cyclique. Dans cette configuration, présentée par la figure 2, la bascule est réinitialisée automatiquement à chaque cycle générant un train d'impulsion perpétuelle.

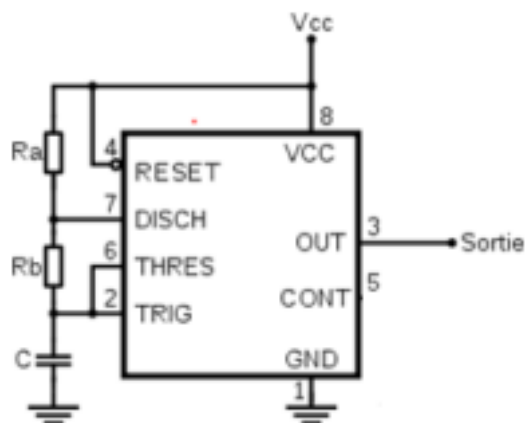


Figure2 : Générateur de fréquence à base de NE555

Une oscillation complète est effectuée lorsque le condensateur se charge jusqu'à $\frac{2}{3}$ de V_{cc} et se

décharge à 1/3 de Vcc. Lors de la charge, les résistances Ra et Rb sont en série avec le condensateur, mais la décharge s'effectue à travers la résistance Rb seulement. C'est de cette façon que le rapport cyclique peut être modifié. La fréquence d'oscillations f ainsi que le rapport cyclique α suivent les relations suivantes :

3. Manipulation

Matériels utilisés :

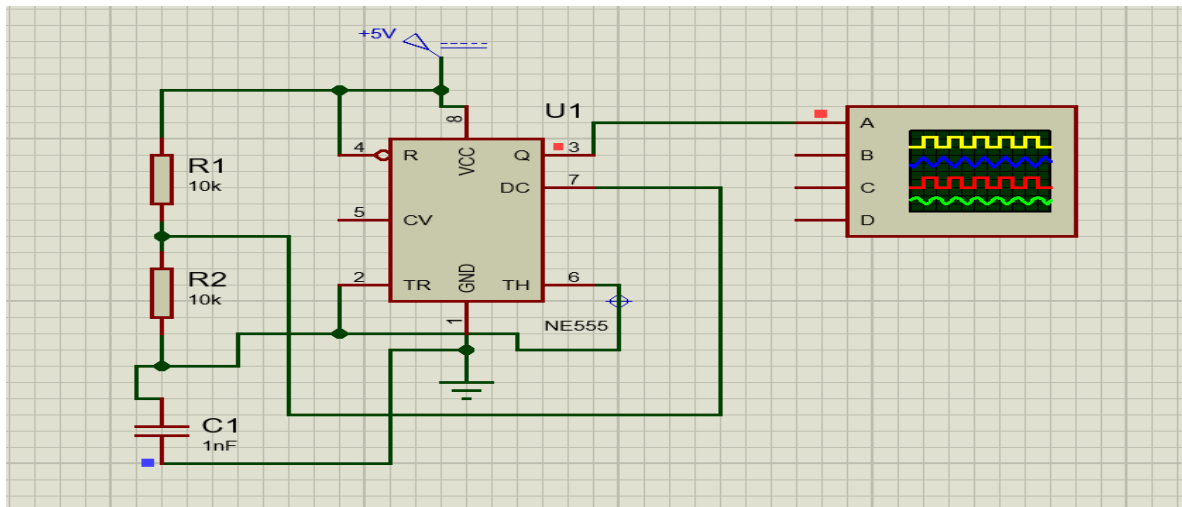
- Paquet de cigarette vide
- Papier aluminium
- Colle
- Deux résistances : $R_a = R_b = 10\text{K}\Omega$
- Un condensateur de capacité 100nF
- Le circuit intégré NE555
- Alimentation stabilisée
- oscilloscope

Travail demandé

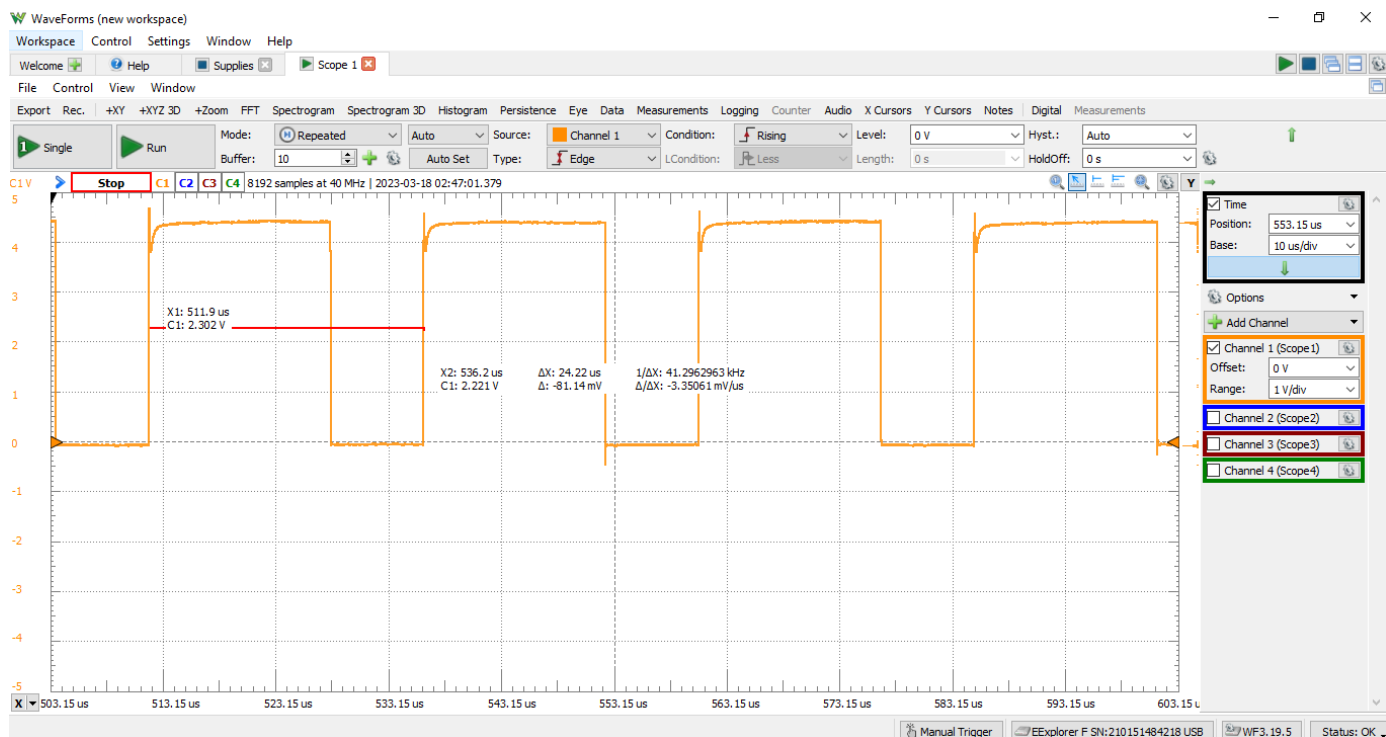
a. Etude de l'oscillateur astable NE555

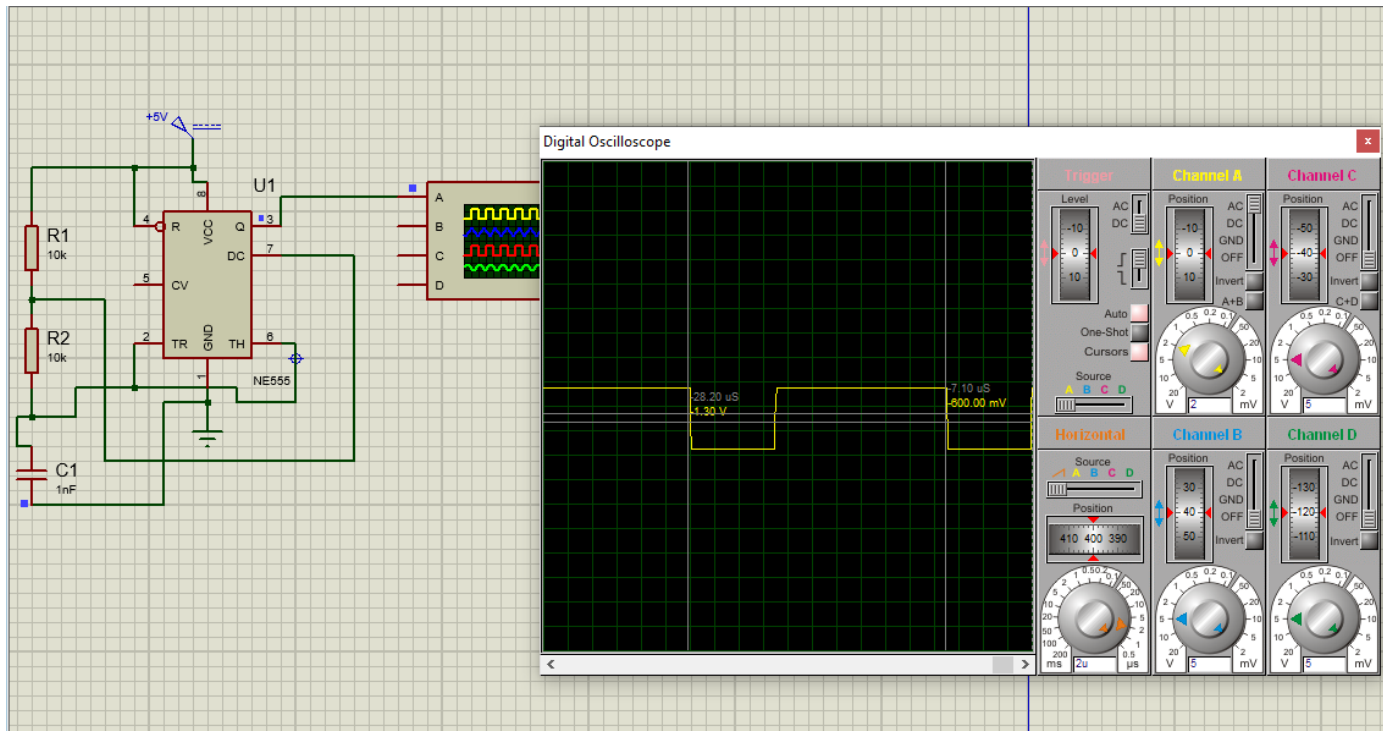
$$f_0 = 1.44 / (R_0 + 2 R_B) * C = 1.44 / (10000 + 20000) * 10^{-9} = 48 \text{ Khz}$$

1. Réaliser le montage de la figure2.



2. A l'aide d'un oscilloscope, visualiser la sortie et déterminer la fréquence générée par l'oscillateur.





3. Calculer la fréquence générée par l'oscillateur en fonction des éléments du montage, La comparer avec la valeur mesurée.

- $F_{\text{pratique}} = 40.9 \text{ KHz}$
- $F_{\text{théorique}} = 48 \text{ KHz}$

on sait que les valeurs du Ra et Rb et C sont pas bien eu le premier propriete (on prend les valeurs en theorique sur le calcul ..) .. donc ces valeurs changes (on doit prend des mesures pratique maintenant) et du coup ces différences dans les valeurs imposent une changement sur la fréquence du signal de sortie

b. Fabrication d'un capteur capacitif de pression artisanale

Pour la fabrication d'un capteur capacitif en utilisant des matériaux de base, On suit les étapes suivantes:

- Couper deux plaques de papier aluminium de parts égales.
- Coller les deux parts d'aluminium sur chaque face de la part d'un paquet de cigarette vide.
- Scotcher des fils électriques (préalablement dénudés) sur chacune des plaques d'aluminium afin d'avoir deux électrodes de connexion des deux armatures.

1. Calculer la valeur de la capacité du capteur à vide (sans déformation).

c. Etude du conditionneur de capteur capacitif en montage oscillant

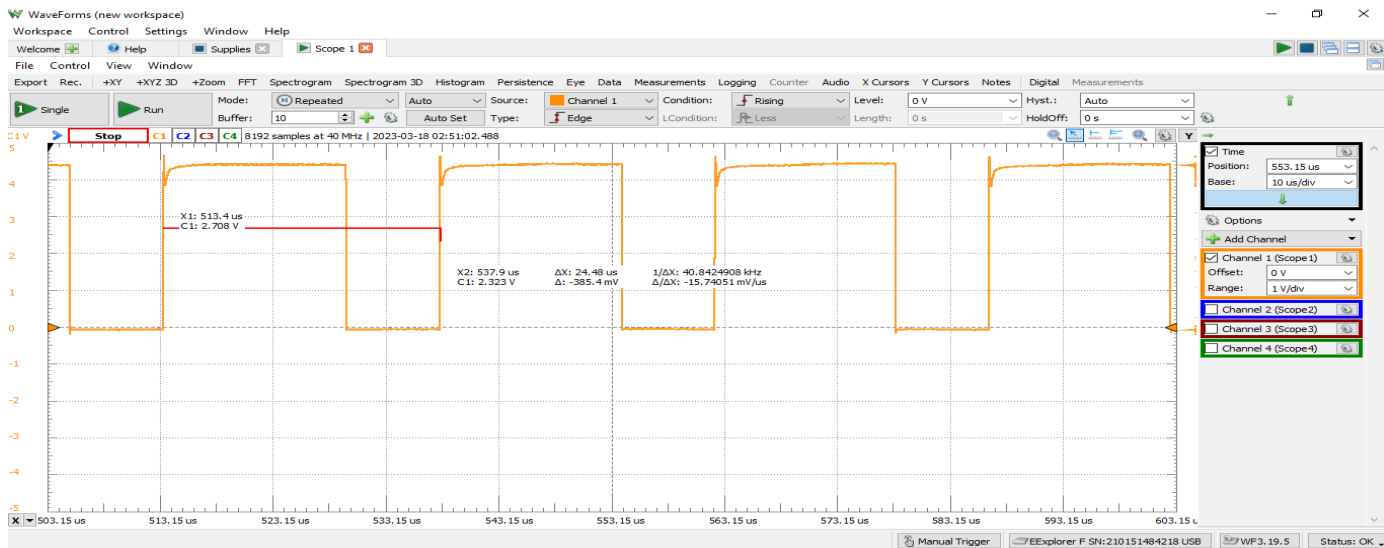
On insère le capteur capacitif dans le montage : oscillateur astable NE555 en parallèle avec la capacité $C=100\text{ nF}$.

1. Mesurer la fréquence à la sortie du circuit, en déduire la valeur de la capacité du capteur. La comparer avec la valeur théorique.

$$c = E_0 \epsilon_r \cdot S / D = 8.86 \cdot 10^{-12} \cdot (107 \cdot 10^3 + 46 \cdot 10^3) / 13 \cdot 10^{-3} = 3.335 \cdot 10^{-5}$$

$$F \text{ en Theorique} = 1.44 / (30000) \cdot (1.00000335 \cdot 10^{-9}) = 47.83 \text{ KHz}$$

⇒ vu qu'on ajoute une petite valeur de capacité on voit pas une grande variation sur la fréquence

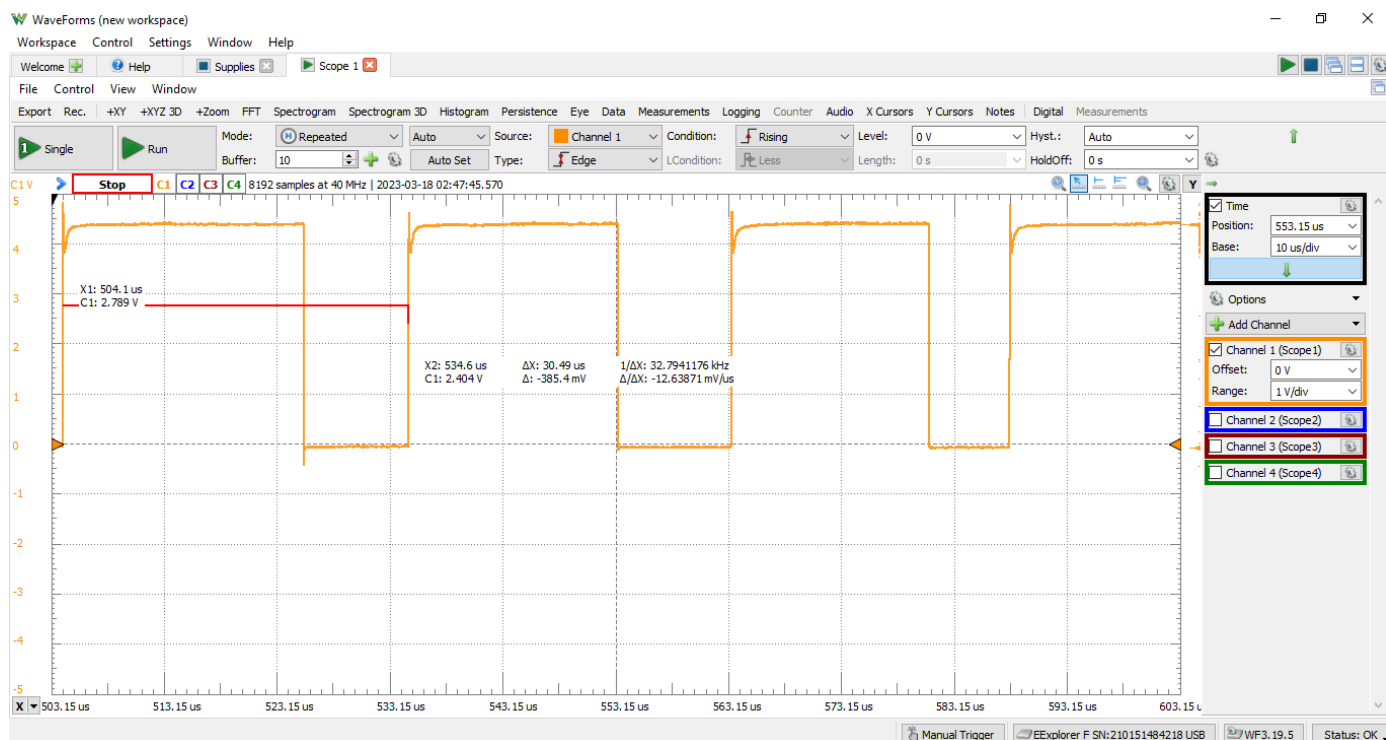


2. Appliquer une contrainte sur les deux facettes, visualiser le signal à la sortie du circuit et interpréter le résultat.

on vu que lorsqu' on applique une force sur notre “ capture “ la fréquence est diminuée

3. Pour une contrainte donnée x_1 , mesurer la fréquence à la sortie du circuit et déterminer la valeur de la capacité du capteur.

$$F = 1.44 / (r_a + 2 r_b) (c + c_c) \Rightarrow c + c_c = 1.44 / (r_a + 2 r_b) F$$
$$\Rightarrow c_c = (1.44 / r_a + 2 r_b) F) - c = 3.32 * 10^{-15} \text{ f} \Rightarrow \text{ressemble à notre valeur théorique}$$



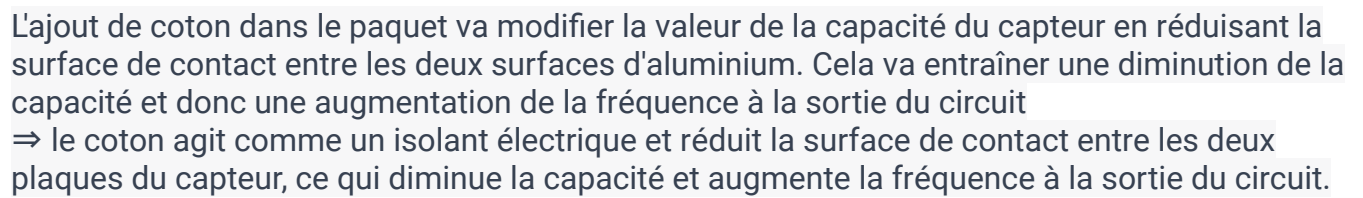
On introduit du coton dans le paquet de cigarette vide.

1. Mesurer la fréquence à la sortie du circuit.

$$F = 50 \text{ Khz}$$

2. Déterminer la valeur de la capacité du capteur. Interpréter le résultat.

$$c = 1.001 * 10^{-15} \text{ F}$$



L'ajout de coton dans le paquet va modifier la valeur de la capacité du capteur en réduisant la surface de contact entre les deux surfaces d'aluminium. Cela va entraîner une diminution de la capacité et donc une augmentation de la fréquence à la sortie du circuit
 ⇒ le coton agit comme un isolant électrique et réduit la surface de contact entre les deux plaques du capteur, ce qui diminue la capacité et augmente la fréquence à la sortie du circuit.