



**Amsterdam University  
of Applied Sciences**

Versterkers en Sensoren

---

# Capacitieve sensor uitlezen

---

*Auteur(s):* Tycho Jöbsis, Jochem Leijenhurst, Tristan Bechara, Matthijs Wolters en Fadi Rasho

Datum: 29 maart 2022



## Inhoudsopgave

# 1 Opdrachten

## 1.1 2

### • Vraag 1:

$$C = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 A}{d} \Rightarrow C_{TA} = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 A + \varepsilon_r \varepsilon_0}{d} \Rightarrow C = C + \frac{C}{A} \delta A \Rightarrow C = C(1 + \frac{\delta A}{A}) \Rightarrow \delta C = \frac{\delta A}{A} \Rightarrow \delta C = C \frac{\delta A}{A} \Rightarrow \frac{\delta C}{C} = \frac{\delta A}{A} \quad (1)$$

### • Vraag 2:

$$C = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 A}{d} \Rightarrow C_{TA} = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 A + \varepsilon_0 A}{d} \Rightarrow C = C + \frac{C}{\varepsilon_r} \delta \varepsilon_r \Rightarrow C = C(1 + \frac{\delta \varepsilon_r}{\varepsilon_r}) \Rightarrow \delta C = \frac{\delta \varepsilon_r}{\varepsilon_r} \Rightarrow \delta C = C \frac{\delta \varepsilon_r}{\varepsilon_r} \Rightarrow \frac{\delta C}{C} = \frac{\delta \varepsilon_r}{\varepsilon_r} \quad (2)$$

### • Vraag 3:

$\frac{\delta C}{C} = \frac{\delta A}{A}$  is een linear verband, dit is te zien omdat er variabelen zijn met een macht of een constante tot een macht en er geen variabelen in de noemer van een van de breuken staat

$\frac{\delta C}{C} = \frac{\delta \varepsilon_r}{\varepsilon_r}$  is een linear verband, dit is te zien omdat er variabelen zijn met een macht of een constante tot een macht en er geen variabelen in de noemer van een van de breuken staat

### • Vraag 4:

$\frac{\delta C}{C} = -\frac{\delta d}{d} + \frac{\delta d^2}{d^2}$  is een niet linear verband dit is te zien aan de  $\frac{\delta d^2}{d^2}$  term

### • Vraag 5:

Van  $\frac{\delta C}{C} = -\frac{\delta d}{d} + \frac{\delta d^2}{d^2}$  is  $\frac{\delta d^2}{d^2}$  het niet lineaire gedeelte en mag dus maximaal 5% afwijken, dit komt neer op  $\frac{5}{100} = \frac{\delta d^2}{d^2} \Rightarrow \frac{\sqrt{5}}{10} = \frac{\delta d}{d} \Rightarrow \frac{\sqrt{5}d}{10} = \delta d$ . De maximale  $\delta d$  om binnen 5% afwijking te zitten is dus te berekenen met  $\delta d = \frac{\sqrt{5}d}{10}$

### • Vraag 6:

De simpelste vorm van diëlektricum dat gebruikt kan worden om (lucht)vochtigheid te meten is, naja, lucht. Maar om een groot genoeg capaciteit te krijgen moeten de elektrode heel dicht op elkaar zitten. En een heel groot oppervlakte hebben. Dit maakt implementatie lastig. Daarom wordt vaak voor een poreuze solide diëlektricum gekozen. Water heeft bij kamertemperatuur een hoge primitiviteit  $\epsilon_w = 80$ . Hierdoor kan in een poreus materiaal met een lage primitiviteit een grote capaciteit verandering weergegeven worden. Des te lager de  $\epsilon_w$  en des te meer poreus, des te groter de capaciteit. Een voorbeeld van een solide diëlektricum is het polymeer polytetrafluorethyleen (Teflon). Teflon heeft een relatief lage primitiviteit  $\epsilon_w = 2.1$ .

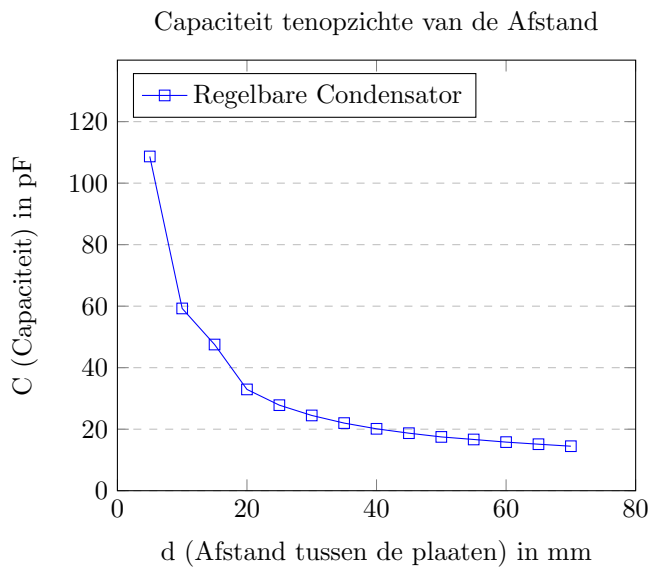
### • Vraag 7:

Haal uit binas gegevens gebruik binas als bron.

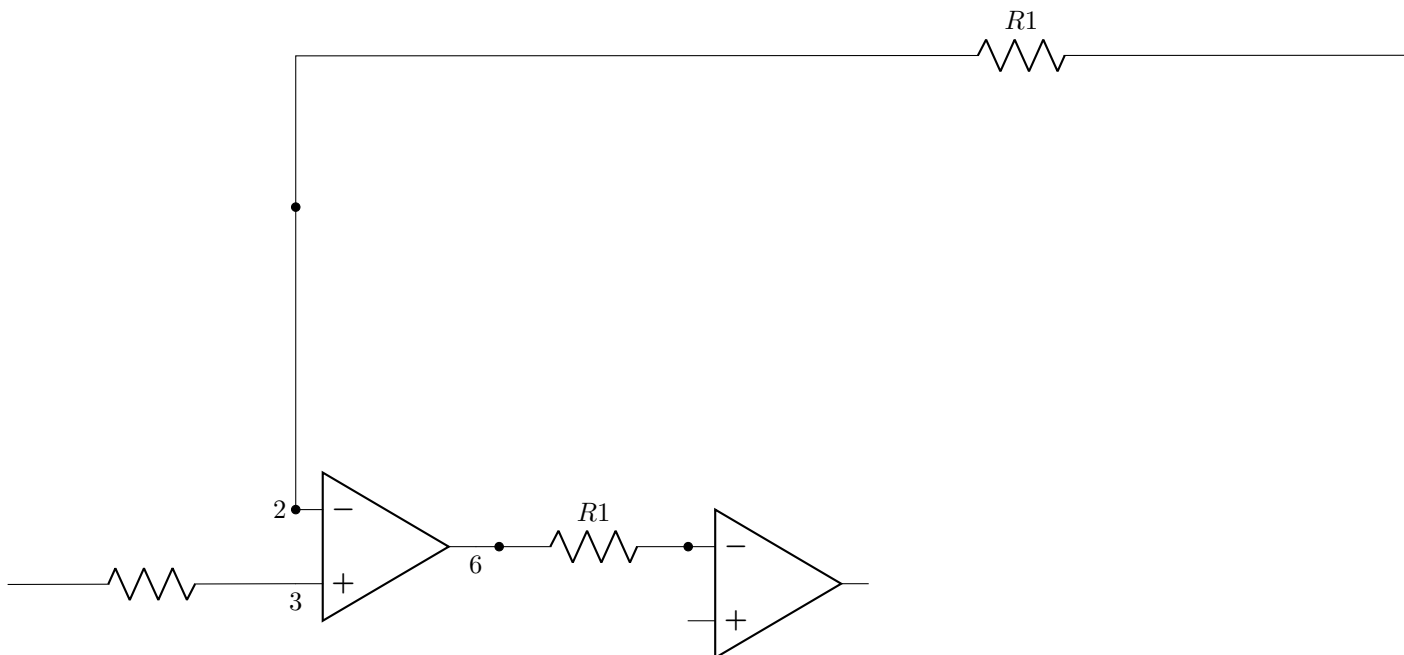
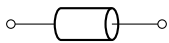
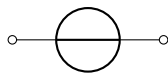
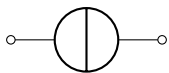
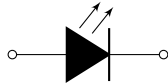
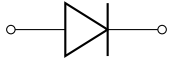
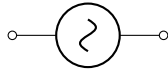
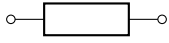
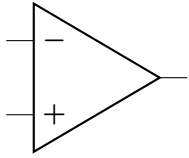
## 1.2 3

De oppervlakte van de 1 van de platen van de schuifcondensator is  $\pi r^2$  waarbij  $r = \dots$

## 2 Grafiek 1



### 3 Schakeling practicum V&S

 $V_{-}$ 


## 4 Berekening

Bij het omslagpunt  $U_{1o}$  is  $U_2 = 0$ .

$$U_2 = (U_{1o} - U_{in}) \cdot \frac{R_1}{R_2 + R_1} + U_{in} = 0 \quad (3)$$

Dan is  $U_{1o}$  dus:

$$U_{1o} = U_{in} - \frac{U_{in}(R_2 + R_1)}{R_1} \rightarrow U_{1o} = -U_{in} \frac{R_2}{R_1} \quad (4)$$

De formule van de integrator is:

$$\frac{dU_{1o}}{dt} = \frac{-U_{in}}{RC} \quad (5)$$

Door dan te berekenen hoe ver  $U_{1o}$  verandert bij elke  $dt$  kunnen we uitrekenen wat  $dt$  is.  $dt$  is de halve periode tijd. De verandering van  $U_{1o}$  noemen we  $dU_{1o}$ .  $dU_{1o}$  is de  $U_{pp}$  van de driehoeksgolf die uit de integrator komt. Dat is dus 2 keer  $U_{1o}$ .

$$dU_{1o} = -2U_{in} \frac{R_2}{R_1} \quad (6)$$

Door dan Formule ?? in Formule ?? in te vullen krijgen we:

$$dt = \frac{2U_{in}CR_2R}{U_{in}R_1} \quad (7)$$

Dus is  $C$ :

$$C = \frac{R_1dt}{2R_2R} \quad (8)$$

 ${}^0d9e$