

## 7. Labopakket 7: Gedrag van R, L en C op AC

Datum : ..... Klasgroep..... Labogroep.....  
Naam : .....

### 7.1 Theoretische achtergrond

In laboproef wordt gewerkt met de componenten R, L, C als circuitelement op wisselspanning. In een eerste fase wordt per component apart de berekening van de impedantie in functie van de frequentie, het verband (grootte en faseverschuiving) tussen spanning en stroom aangeleerd.

### 7.2 voorbereiding

Geef de formule om de impedantie van een zuivere weerstand, spoel en condensator te bepalen als functie van de frequentie.

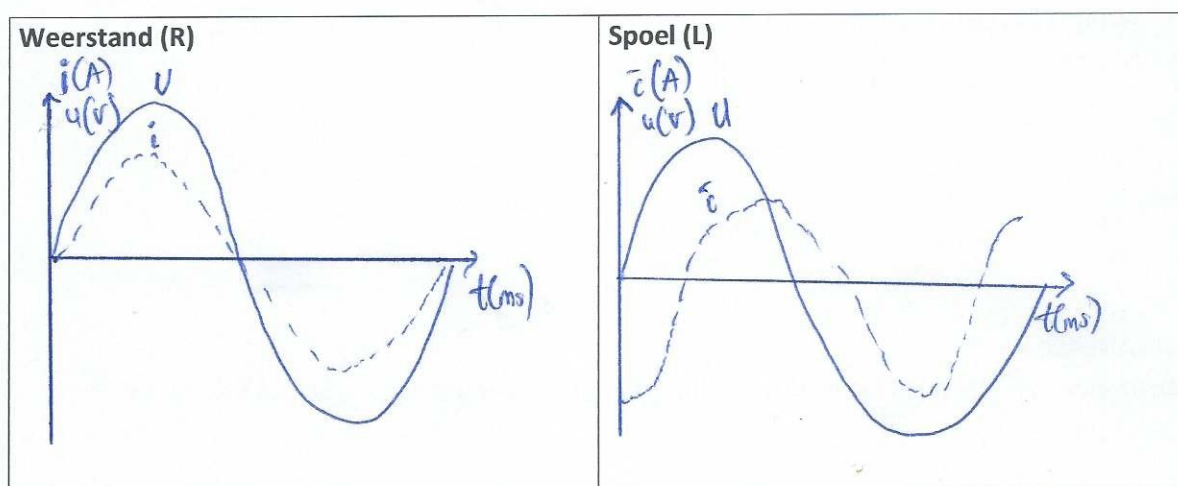
weerstand:  $\bar{R} = R + j0$

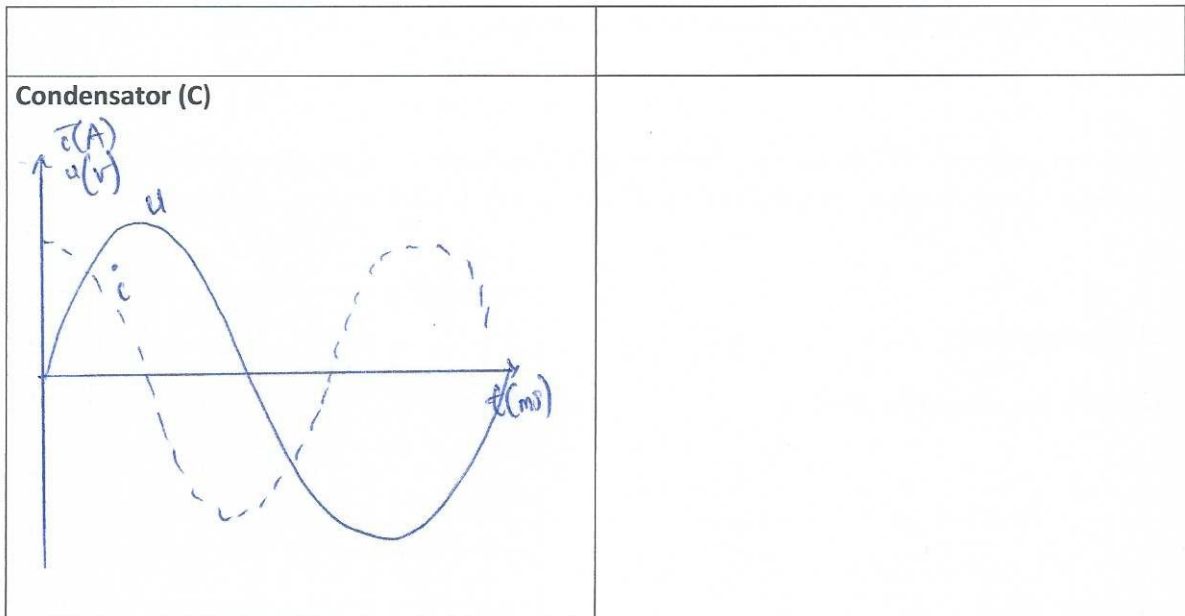
spoel:  $\bar{X}_L = j\omega L$

condensator:  $\bar{X}_C = -j/\omega C$

Geef bij R, L en C de formule die het verband geeft tussen spanning en stroom.

Zowel in formulevorm ("wet van Ohm") als het vectordiagram. (Qua ligging van de vectoren, grootte vrij te kiezen). Leg de spanningsvector steeds op  $0^\circ$ .





[!] Herinnering : vermelde getalwaarden →

Alle hieronder vermelde spanningen zijn zuivere symmetrische sinusvormige wisselspanningen en zijn vermeld in **effectieve** waarden.

[!] Herinnering : bij het overnemen van scoopbeelden →

- het beeld zo groot mogelijk weergeven (afleesfout beperken), maar zodanig dat je bij een periodiek signaal toch nog een volle periode ziet. (Tenzij gevraagd werd een bepaald detail van het beeld uit te vergroten.)
- de stand van de schakelaars V/div en time/div vermelden.
- de ingestelde nullijn aanduiden in een andere kleur en markeren als "GND".

### 7.3 Opgave

[!] Controleer voor je start eerst en vooral of de zekering en de spoelen op je proefbord niet doorgebrand zijn.

Indien je bij een van deze componenten een oneindige weerstand meet, verwittig dan ONMIDDELIJK de docent bij het begin van het labo.

Meet met de scoop en de digitale multimeter rechtstreeks op de functiegenerator.

De te testen componenten zijn:

A) Weerstand

$$R = 2,2 \text{ k}\Omega$$

B) Condensator

$$C = 0,47 \text{ }\mu\text{F}$$

C) Spoel

$L = 121 \text{ mH}$  (of de grootst mogelijke inductantie die je kan maken door de spoelen op het proefbord in serie te schakelen).

Voer metingen uit, zodat de volgende tabel kan vervolledigd worden :

A) ~~Weerstand~~ Spoel

	Ueff (gemeten)	Ieff (gemeten)	$Z = U/I$ (berekend uit metingen)	Impedantie berekend op basis van formule i.f.v. f
Metingen bij vaste frequentie 400 Hz				
2 V	2V	11,129mA	180 $\Omega$	304 $\Omega$
4 V	4,001V	22,25mA	179,82 $\Omega$	304 $\Omega$
6 V	5,994V	33,336mA	179,82 $\Omega$	304 $\Omega$
Metingen bij vaste spanning 5 Veff				
50 Hz	4,997V	226,15mA	22,09 $\Omega$	38 $\Omega$
100 Hz	4,992V	111,059mA	44,95 $\Omega$	76,02 $\Omega$
200 Hz	4,976V	55,56mA	89,92 $\Omega$	152,05 $\Omega$
400 Hz (*)	4,998V	<del>44,998mA</del> 27,791mA	179,84 $\Omega$	304 $\Omega$



B) Condensator

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

0,47  $\mu$ F

	U <sub>eff</sub> (gemeten)	I <sub>eff</sub> (gemeten)	Z = U/I (berekend uit metingen)	Impedantie berekend op basis van formule i.f.v. f
Metingen bij vaste frequentie 400 Hz				
2 V	2V	2,44 mA	819,67 $\Omega$	846,57 $\Omega$
4 V	4,001V	4,88 mA	819,67 $\Omega$	846,57 $\Omega$
6 V	6,001V	7,33 mA	818,55 $\Omega$	846,57 $\Omega$
Metingen bij vaste spanning 5 V <sub>eff</sub>				
50 Hz	4,997V	743,55 $\mu$ A	6720,46 $\Omega$	6772,6 $\Omega$
100 Hz	4,993V	1,525 mA	3274,1 $\Omega$	3386,28 $\Omega$
200 Hz	4,996V	3,052 mA	1636,96 $\Omega$	1693,14 $\Omega$
400 Hz (*)	4,998V	6,11 mA	818 $\Omega$	846,57 $\Omega$

c) ~~spoel~~ Weerstand

	U <sub>eff</sub> (gemeten)	I <sub>eff</sub> (gemeten)	Z = U/I (berekend uit metingen)	Impedantie berekend op basis van formule i.f.v. f
Metingen bij vaste frequentie 400 Hz				
2 V	2V	909,3 $\mu$ A	2199,5 $\Omega$	
4 V	4,01V	1,82 mA	2203,29 $\Omega$	
6 V	6,01V	2,73 mA	2201,47 $\Omega$	
Metingen bij vaste spanning 5 V <sub>eff</sub>				
50 Hz	4,997V	2,271 mA	2200,35 $\Omega$	
100 Hz	4,993V	2,269 mA	2200,53 $\Omega$	
200 Hz	4,996V	2,271 mA	2199,91 $\Omega$	
400 Hz (*)	4,998V	2,272 mA	2199,82 $\Omega$	

- c) Bereken de grootte van impedantie  $Z (=U/I)$  op basis van je metingen, en op basis van de theoretische formules in functie van de frequentie. Dit is reeds gebeurd in meettabel. Vergelijk nu in hoeverre deze waarden overeenstemmen, verklaar eventuele verschillen.

Bij de spoel is er wel een groot verschil tussen de  $Z$  op basis van metingen en theoretische formules.

- d) Trek je besluiten in verband met invloed van  $U$  en  $f$  bij elke component. (Is het verband tussen  $U$  en  $I$  steeds lineair, heeft de frequentie een invloed, ...)

Spoel → Bij de spoel als de frequentie stijgt, stijgt ook impedantie ( $Z$ )

Condensator → Bij de condensator als de frequentie stijgt, daalt de impedantie ( $Z$ )

- e) Welk verschil neem je waar bij meting van de grootte van de spanning met scoop en multimeter. Verklaar.

Met een scoop kunnen we de  $U_m$  meten en met een multimeter meten we alleen de effectieve waarde (RMS)

→ de inwendige weerstand van de generator heeft ook een invloed

**[TIP]** Mogelijk bruikbare info bij besluiten en / of berekeningen : de gebruikte zekering heeft een zekere weerstand (meetbaar) en ook de generator heeft een inwendige weerstand (aangeduid).

## 7.5 RC-seriekring

Na analyse van het gedrag van de componenten op AC kunnen we overgaan tot een serieschakeling van 2 componenten. We beschouwen een weerstand en een condensator die in serie geschakeld staan. We gebruiken een weerstand van  $1\text{ k}\Omega$  en een condensator van  $0,47\text{ }\mu\text{F}$ . Als bron gebruiken we een sinus van  $5\text{ V}_{\text{eff}}$  en een frequentie van  $400\text{ Hz}$ .

Controleer eerst de vorm, amplitude en frequentie van je voedingsspanning op de scope. Meet de grootte van de spanning zowel met de scope als met een multimeter. Tijdens het verloop van de proef kan je een eventueel dalende klemspanning bij de belaste generator gewoon controleren met de digitale multimeter en bijregelen.

**[!]** Controleer voor je start eerst en vooral of de zekering en de spoelen op je proefbord niet doorgebrand zijn.  
Indien je bij een van deze componenten een oneindige weerstand meet, verwittig dan **ONMIDDELIJK** de docent bij het begin van het labo.

Meet volgende zaken van de RC-seriekring:

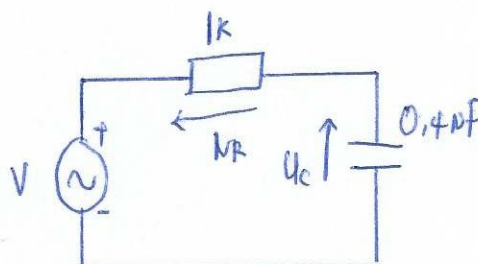
- de stroom door elke component,
- de spanning over elke component,
- de bronspanning.
- de faseverschuiving tussen bronspanning en bronstroom.

Noteer je resultaten op het de scooprasters en geef tot slot de resultaten weer in tabelvorm.

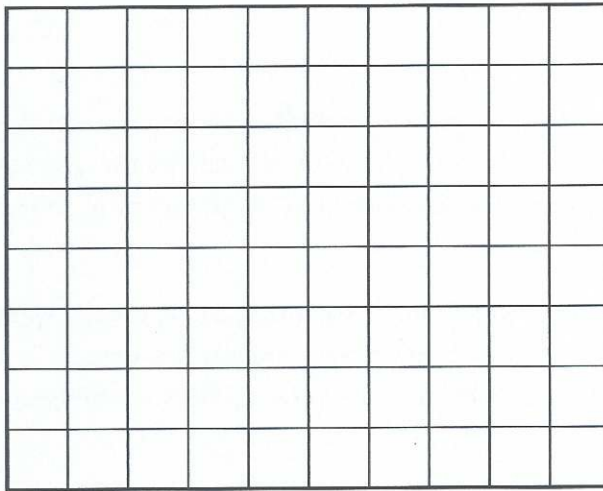
Maak eerst een principeschema hoe je de schakeling zou opbouwen. Vermeld duidelijk de positie van de scopemeetpunten (bronspanning op kanaal I, stroom op kanaal II, massa's) en zekering.

### Schema:

**[!]** Laat dit schema door de docent controleren alvorens uit te voeren.







Berekening faseverschil in ms:

Berekening faseverschil in graden:

$U_{\text{bron}}$ (gemeten)	$U_R$ (1 k $\Omega$ ) (gemeten)	$U_C$ (gemeten)	$I$ (gemeten)	Impedantie berekend op basis van meetwaarden U en I	fase- verschuiving tussen U en I
4,998V	3,846V	3,174V	3,846mA	1299,53 $\Omega$	+90°

- A) Controleer of de scalaire som of vectoriële som van de deelspanningen gelijk is aan de bronspanning. Verklaar en staaf door berekening.

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2}$$

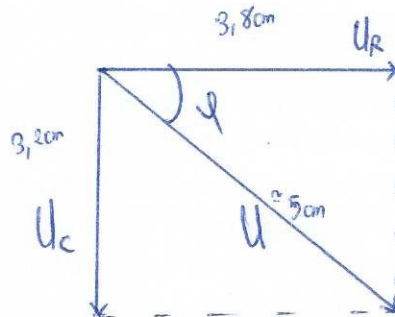
$$\Rightarrow \sqrt{3,85^2 + 3,174^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{4,986V}$$



- B) Teken het vectordiagram (voldoende groot, duidelijk en op schaal) van de schakeling, en controleer voor elke schakeling de som van de spanningen grafisch.

**Vectordiagramma:**



- E) Vergelijk de totale impedantie bekomen door je meetresultaten te gebruiken ( $Z=U/I$  uit tabel) en bereken daarna  $Z$  theoretisch (op basis van de combinatie van  $\bar{R}$ ,  $\bar{X}_C$ ). Vergelijk en verklaar eventuele afwijkingen.

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot 0,4 \cdot 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow \boxed{994,71 \Omega}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{1410,48 \Omega}$$