

# DATA-Verwerking: Eindtoets

woensdag 28 januari 2015: 10.00 - 12.00 uur (tijdsduur 2 uur)

---

## Algemene informatie

Bij het maken van deze toets is het toegestaan om het DATA-V dictaat, het aangeboden cursusmateriaal op DATA Blackboard, en eigen uitwerkingen te gebruiken. Het raadplegen van andere bronnen op internet of andere personen (in welke vorm dan ook) is niet toegestaan! Overtreding van deze regels wordt bestraft met uitsluiting.

Indien je bij het uitwerken van onderstaande toetsopgaven gebruik maakt van pen en papier, zorg dan dat op elk blad duidelijk je eigen naam en de naam van je assistent vermeld staat. Wanneer je gebruik wilt maken van *Mathematica* gebruik dan het modelnotebook "DATAV\_Eindtoets\_Model.cdf" dat te vinden is op Blackboard onder "Announcements". Belangrijk is om eerst dit modelnotebook lokaal op te slaan met bestandsnaam in de vorm "Achternaam\_Voorletters\_DATAV.cdf".

De toets is dusdanig opgezet (d.w.z. met tussenantwoorden per onderdeel) dat latere onderdelen toch gemaakt kunnen worden, in het geval je bij een der onderdelen onverhoopt vastloopt.

NB. Elk antwoord moet voorzien zijn van een volledige toelichting die ook voor je assistent te begrijpen is!

NB2. Zorg dat het ingezonden notebook *evalueerbaar* is! De berekening moet kunnen worden gereproduceerd.

## Inleverinstructie

Omdat er bij het inleveren altijd wel iets mis gaat bij één of een paar studenten volgen hier, in een poging om de kans op fouten te minimaliseren, de regels voor het inleveren van je toets:

- 1. Bij gebruik van het modelnotebook, zorg dat je het bestand eerst opslaat op de computer alvorens met de uitwerking van de toets te beginnen. Dit om te voorkomen dat aan het eind van de toets jouw uitwerking verdwenen is!**
- 2. Tijdens de toets sla je je document regelmatig met een iets andere naam op. Dit voorkomt veel frustratie en tijdverlies!**
- 3. Na afronden van de toets sla je de definitieve versie op, en stuurt deze als attachment naar het mailadres van de surveillant in jouw zaal. Dit adres staat op het bord.**
- 4. Na het sturen van de mail loop je rustig naar voren en informeert bij de surveillant of jouw mail (met attachment) is ontvangen.**
- 5. Daarna ga je altijd terug naar je plaats, je opent zelf je mail (sent items) en checkt of de attachment correct opent en dat het ook het juiste bestand is. Is alles OK dan mag je de zaal verlaten. Anders wacht je in de zaal op hulp of advies van de surveillant!**

## Opgave DATA-V: Elektronische kring met serie-resonantie

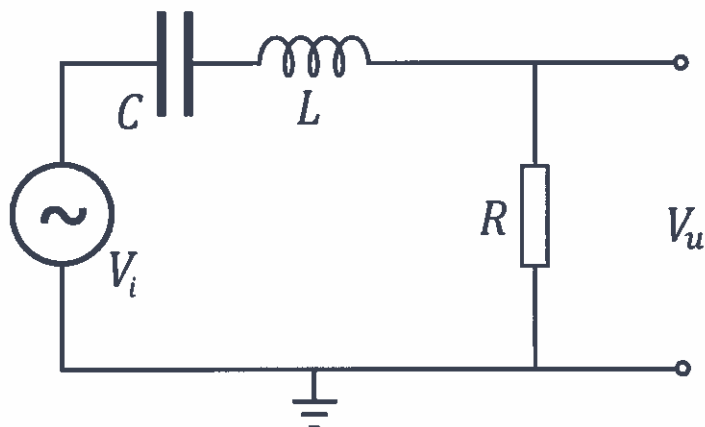
Fig. 1: RCL-serieschakeling, waarbij de uitgangsspanning wordt gemeten over de weerstand  $R$ .

Fig. 1 laat een zogenaamde RCL-serieschakeling zien, een tweede orde elektronisch netwerk met daarin een weerstand  $R$ , een condensator  $C$  en een spoel  $L$ . Wanneer een sinusvormige ingangsspanning met frequentie  $f$  en amplitude  $V_i$  wordt gebruikt, wordt op de uitgang een periodieke spanning gemeten met gelijke frequentie  $f$  maar nu met amplitude  $V_u$ .

De verhouding  $H(f) = \frac{V_u}{V_i}$  wordt wel de amplitudedoorlaat of amplituderespons genoemd. De configuratie in Fig. 1 resulteert in een banddoorlaatfilter. Men kan berekenen dat voor (ideale) componenten, de doorlaat wordt gegeven door

$$H(f) = \frac{2\pi f RC}{\sqrt{4\pi^2 f^2 R^2 C^2 + (4\pi^2 f^2 LC - 1)^2}} \quad (1)$$

De maximale doorlaat wordt gevonden bij de *resonantiefrequentie*

$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (2)$$

Een student meet met één enkele digitale multimeter zowel de waarden van  $V_i$  en  $V_u$ , als functie van de frequentie  $f$ . Gegeven is verder dat zowel  $V_i$  als  $V_u$  bepaald is met een absolute nauwkeurigheid van 0.005 V, op basis van de specificaties van de multimeter.

De data is elektronisch beschikbaar in het modelnotebook

De student bepaalt de waarden voor  $R$ ,  $C$  en  $L$  ook direct.

$$R = 1060 \, \Omega, \text{ exact bekend.}$$

$$C = 15.4 \times 10^{-9} \, \text{F} \pm 1\%$$

$$L = 0.149 \, \text{H} \pm 1\%$$

a) Bereken de doorlaat  $H(f)$  uit de waarden voor  $V_i$  en  $V_u$  en geef  $H(f)$  grafisch weer op een overzichtelijke manier.  
[20 punten]

b) Maak een aanpassing aan de data volgens de modelfunctie Vgl. (1) met de waarde voor  $R$  vastgezet op de gegeven waarde, en plot het gevonden beste resultaat in de figuur van onderdeel a). Zijn het model en de data in overeenstemming op significantieniveau 5%? Bespreek de overeenstemming ook (kort)

kwalitatief.  
[25 punten]

- c) Rapporteer de aanpassingsparameters in toepasselijke vorm en vergelijk kwantitatief met de onafhankelijk gemeten waarden. Hanteer significantieniveau  $\alpha = 5\%$ .  
[15 punten]
- d) Bereken de resonantiefrequentie  $f_{res}$  met behulp van Vgl. (2) en de resultaten van de aanpassing in onderdeel b).  
NB Is onderdeel b) niet gelukt, gebruik in je berekening dan de direct bepaalde waarden voor de componenten die in de opgave zijn gegeven.  
[20 punten]
- e) Het is natuurlijk mogelijk dat de spanningsmetingen systematische afwijkingen bevatten. Bespreek (waar mogelijk analytisch) de gevolgen van
- een nulpuntsfout, d.w.z. de door de multimeter getoonde spanningen verschillen van de werkelijke spanningen met een constante spanning.
  - een ijkfout, d.w.z. de door de multimeter getoonde spanningen verschillen van de werkelijke spanningen met een constante (vermenigvuldigings)factor.
- Welk van de twee is voor deze meting problematischer?  
[10 punten]

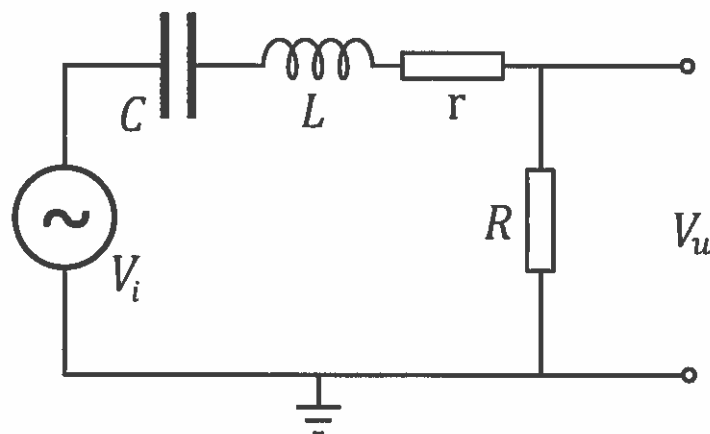


Fig. 2: Aangepaste RCL-serieschakeling, waarbij de weerstand  $r$  van de spoel ook is meegenomen.

De praktijk blijkt (zoals altijd) complexer te zijn dan de ideale situatie. Één van de verfijningen die je kunt maken, is het meenemen van de weerstand  $r$  van de spoel (typisch in de orde van een paar ohm), zie Fig. 2. De verwachte doorlaat wordt dan niet meer gegeven door Vgl. (1), maar door

$$H_r(f) = \frac{2\pi f RC}{\sqrt{4\pi^2 f^2 (R+r)^2 C^2 + (4\pi^2 f^2 LC - 1)^2}} \quad (3)$$

- f) Maak een aanpassing aan de data van de vorm Vgl. (3), en interpreteer de resultaten. Kan Vgl. (3) beschouwd worden als een “beter” model? Kun je  $R$  als aanpassingsparameter ook vrijlaten?

NB Dit is een vraagstuk waarbij meer gevraagd wordt dan uitsluitend het rapporteren van de uitkomsten van de aanpassing!  
[10 punten]