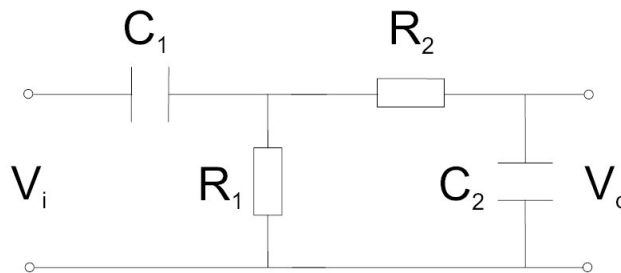
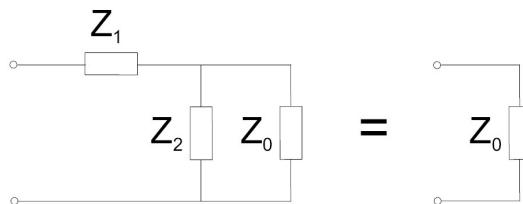
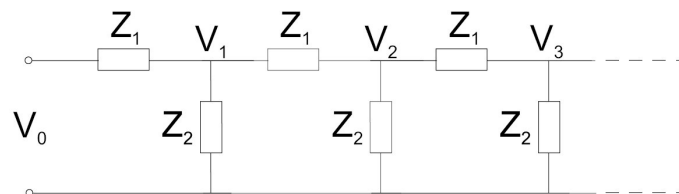


1. Een gekoppeld RC-filter.

- Bepaal de overdrachtsfunctie $H(\omega)$ van deze filtercombinatie.
- Waarom zouden we willen werken met de conditie $C_1 \gg C_2$?
- Vereenvoudig de overdrachtsfunctie onder deze conditie en schets $|H(\omega)|$.
- Hoe noemen we zo'n filter en voor welke ω is $|H(\omega)|$ maximaal?
- Beschrijf hoe de verhouding $R_1 C_1 / R_2 C_2$ de vorm van $|H(\omega)|$ bepaalt.

2. De elektrische transmissielijn

Bovenstaande vergelijking geeft een oneindig lange filterketen weer en wordt vaak gebruikt om uitspraken te doen over de eigenschappen van elektrische transmissielijnen

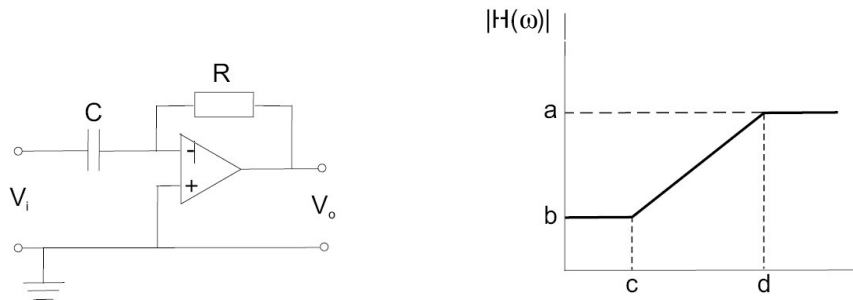


- Leid een uitdrukking af voor de vervangingsimpedantie Z_0 in termen van Z_1 en Z_2 .
- Hoe verloopt de spanning langs de keten? Bepaal hiervoor $\alpha(\omega) = V_{n+1}/V_n$ en V_n/V_0 .
Hint: Beschouw een punt V_n ergens in de keten. Realiseer dat de keten vanaf dit punt ook oneindig is en de spanning gedeeld wordt bij het punt V_{n+1} .

We beschouwen nu specifiek een LC-transmissielijn met $Z_1 = j\omega L$ en $Z_2 = 1/j\omega C$.

- Toon aan dat er een kritische frequentie ω_0 bestaat, waarvoor geldt:
 $|\alpha| = 1$ voor $\omega \leq \omega_0$ en $0 < |\alpha| < 1$ voor $\omega > \omega_0$
- Schets $|\alpha|$ en $|V_n/V_0|$ als functie van ω/ω_0 .

3. De differentiator



- a. Licht met een berekening toe waarom bovenstaand circuit een differentiator wordt genoemd. Bepaal $H(\omega)$ en schets $|H(\omega)|$.

Nu wordt er voor condensator C een extra weerstand R_1 in serie geschakeld.

- b. Bepaal opnieuw $H(\omega)$ en schets $|H(\omega)|$. Voor welke frequenties werkt de schakeling nu als een goede differentiator? Wat is het nut van de extra weerstand R_1 ?

We zijn nu geïnteresseerd in een typische overdrachtsfunctie zoals weergegeven in de rechterfiguur. Hiervoor moet de huidige schakeling (met R_1) uitgebreid worden met nog een extra weerstand R_2 .

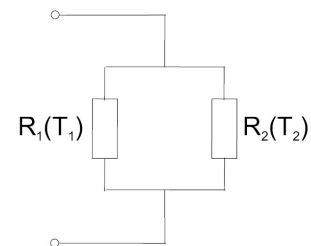
- c. Beredeneer waar deze extra weerstand R_2 geplaatst moet worden (denk aan de limieten van lage en hoge frequenties). Teken de nieuwe schakeling.
- d. Bereken de waarden voor a t/m d in de rechterfiguur.

4. Thermische ruis in samengestelde schakelingen

Het thermische (rms) ruisvoltage V_{rms} in een frequentie-bandbreedte $\Delta\nu$ wordt gegeven door

$$V_{rms} = (4kTR\Delta\nu)^{1/2}$$

voor een enkele weerstand R bij temperatuur T . We beschouwen nu nevenstaande schakeling waarin twee verschillende weerstanden R_1 en R_2 , elk met een eigen temperatuur T_1 en T_2 , parallel aan elkaar gekoppeld zijn.



- a) Bereken het ruisvoltage V_{rms} van de schakeling.
- b) Vereenvoudig de gevonden uitdrukkingen voor $T_1 = T_2 = T$.

De uitdrukkingen voor $T_1 \neq T_2$ kunnen in de vorm $V_{rms} = (4kT_{eff}R_{eff}\Delta\nu)^{1/2}$ geschreven worden, waarbij T_{eff} de effectieve ruistemperatuur is en R_{eff} de effectieve vervangingsweerstand.

- c) Geef voor beide schakelingen de uitdrukkingen voor T_{eff} en R_{eff} .

5. Een ruisspectrum

Een versterker met een versterkingsfactor van 100 en een bandbreedte van 1 MHz heeft een equivalente ingangsrui van $5 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ maar vertoont ook $1/f$ ruis met een knie bij 1 kHz.

- a. Schets een log-log plot van het ruisspectrum. Schrijf getallen aan zowel de x -as als aan de y -as.
- b. Bereken de rms waarde van de uitgangsrui tussen 10 kHz en 1 MHz.
- c. Bereken de equivalente ingangsrui van 1 Hz tot 10 kHz.