

Tentamen Fysische Meettechniek I

Datum: 21 november 2000, tijd: 13:00 – 16:30, Plaats: 5118-152

1. (Ruis in meetsystemen Hfdst.6)
Een 4-elementen brug van rekstrookjes is verbonden met een differentie versterker gevolgd door een ruisvrije, ideale *band-pass* filter met een breedte van B Hz (zie fig. 1).
 $f_0 = 1$ kHz, $B=600$ Hz, $e_{na}=1nV/\sqrt{\text{Hz}}$ (witte ruis), $R= 300$ Ohm, $T=300$ K, $V_s=5$ Voltpiek, en met de differentie versterking $K_D=10^3$.
 - a. Vindt een algebraïsche uitdrukking voor $v_o(t)$ als functie van ΔR , R , V_s , etc. met f_0 de frequentie van V_s en waar **de ruis niet** is meegenomen.
 - b. Bepaal het uitgangssignaal $\overline{v_{os}^2}$, waarin de ruiscomponent niet aanwezig is
 - c. Leidt een uitdrukking af voor de ruiscomponent van het uitgangssignaal: $\overline{v_{on}^2}$ (N.B.: voor weerstanden: $e_{nR}^2=4kTR\Delta f$ met $4k T = 1.68 \cdot 10^{-20}$ bij 300 K)
 - d. Bepaal de ΔR waarde waarbij de Signaal – Ruis – verhouding 1 is.

2. (Verstorings in het transport van signalen, Hfdst 6)
Figuur 2 geeft het schema van een meetsysteem met een differentieversterker (DA), via kabels gekoppeld aan een signaalbron met een uitgangsimpedantie R_s . De afwijking van het ideale bestaat uit de aanwezigheid van de spanningsbron V_{GL} in de *groundloop*. Er is een poging gedaan om het effect van instraling te minimaliseren door een afgeschermd kabel te nemen, waarvan de buitenmantel aan de bron-aarde is gelegd.
Verder is gegeven: van de DA: versterking $=10^3$, $Z_i =$ oneindig, $C_1 = 220$ pF, en
van de kabel: inductie en serie weerstand bij de beschouwde frequenties verwaarloosbaar, en alleen een capaciteit C_c tussen de twee afgeschermd geleiders.
 - a. Bepaal de overdracht V_o/V_{GL} voor sinusvormige signalen met frequentie f in termen van R_s , C_c en C_1 .
 - b. Stel $R_s=1000$ Ohm, $C_c = 180$ pF en $C_1= 20$ pF. Bepaal de afsnijfrequentie van de overdracht onder a bepaald en schets de Bodediagrammen (Amplitude- en Fasekarakteristieken).
 - c. Bepaal $20 \log_{10}(V_o/V_{GL})$ voor 60 Hz en 1 MHz signaal frequentie van V_{GL} .

3. (Operationele vaardigheden)
Een luchtspoel met 3000 windingen en een oppervlak van 15 cm^2 wordt gebruikt voor het meten van AC-magnetische velden. Beschrijf de relatie tussen de klemspanning (V_u) over de spoel als functie van een sinusvormige inductie B_i (in Tesla) met een frequentie f . De spoel heeft een zelfinductie $L=1.1$ Henry, een ohmse weerstand $R=300$ Ohm en een capaciteit van 220 pF. Voor het model zie fig. 3.
 - a. Beschrijf de overdracht V_u/B_i met nu nog R_p oneindig (dus afwezig) genomen. Te zien is dat er sprake is van een resonantie, waarvan de **frequentie** en de **damping** bepaald dient te worden. Dit resonantie-effect is ongewenst en met het aanbrengen van R_p kan er een damping worden aangebracht.
 - b. Bepaal nu de waarde van R_p waarbij de damping is verdwenen (Hint: Wanneer heeft een tweede orde systeem een vlakke frequentiekarakteristiek?)
 - c. **Bonusvraag:** Hoe zou een opamp-schakeling in grote lijnen er uit moeten zien opdat de $V_{uitopamp}/B_i$ een vlakke amplitude karakteristiek heeft?

4. (Resultaat leren)
Fig. 4 geeft het blokschema van een puls echo meetsysteem met een piezo-elektrisch element. Beschrijf de functie van elk onderdeel in het schema. Geef voorbeelden van het gebruik van deze methode.

5. (Resultaat leren)
Fig. 5 geeft het principiële schema van een gesloten-lus-kracht-sensor.
 - a. Beschrijf de werking van dit systeem en geef een formule voor de overdracht V_{OUT}/F_{IN} bij afwezigheid van de modulerende input I_M . Onder welke condities wordt de overdracht bepaald door het *feedback element*.
 - b. Nu wordt wel rekening gehouden met de aanwezigheid van de modulerende input I_M . Leidt weer een formule af voor de overdracht V_{OUT}/F_{IN} . Op welke wijze kan de invloed van de I_M worden geminimaliseerd?

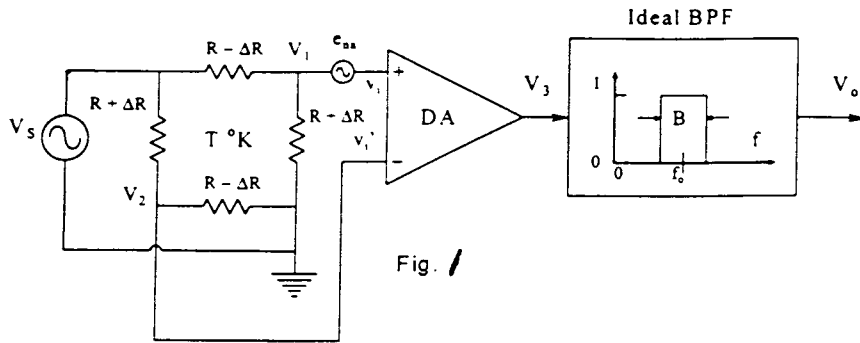


Fig. 1

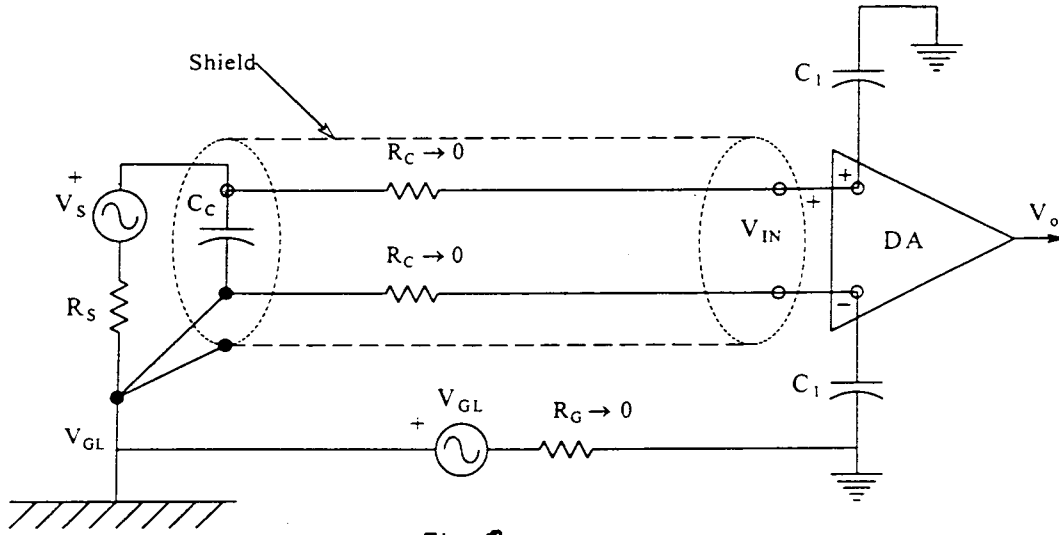


Fig. 2

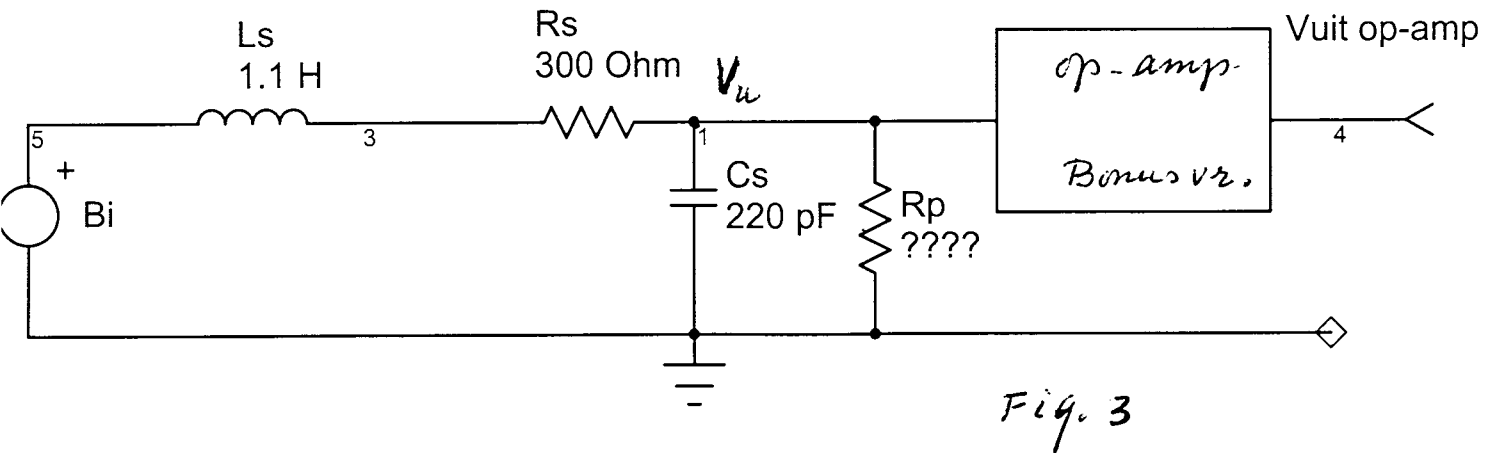


Fig. 3

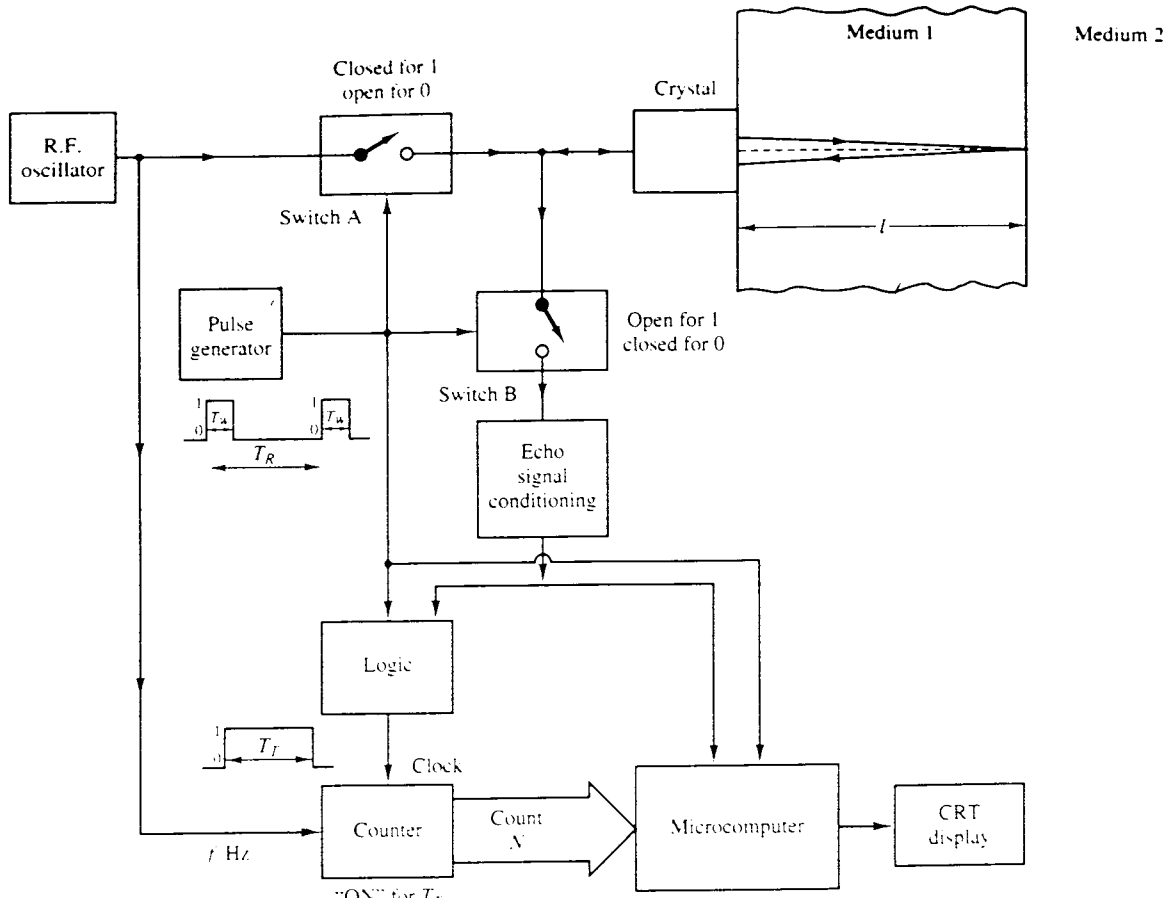


Fig. 4 Pulse reflection techniques
(a) Typical system

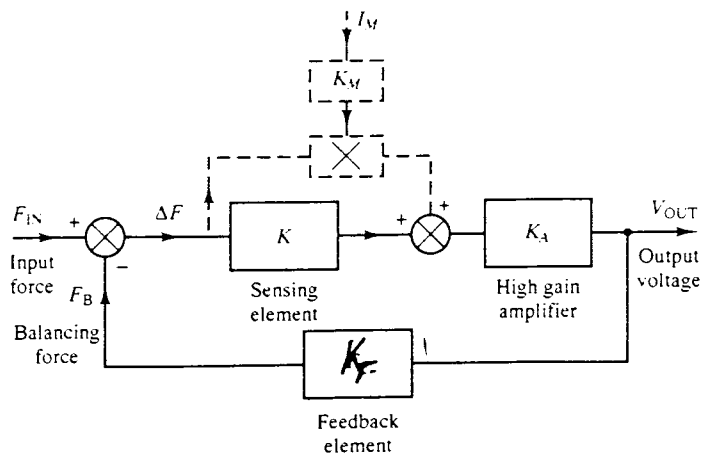


Fig. 5.