

UNIVERSITETET I OSLO.

Det matematisk - naturvitenskapelige fakultet.

| | |
|------------------------------------|---|
| Eksamen i : | FYS1210-Elektronikk med prosjektoppgaver |
| Eksamens dag : | 14. august 2015 (Utsatt prøve) |
| Tid for eksamen : | 14:30 – 17:30 (3 timer) |
| Oppgavesettet er på 6 sider | (+ vedlegg 3 sider logaritmepapir) |
| Vedlegg : | Logaritmepapir 3 stk |
| Tillatte hjelpemidler : | Lommekalkulator. Lærebok: Robert T. Paynter & B.J.Toby Boydell Engelsk/Norsk–Norsk/Engelsk ordbok |

Pass på at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene

Oppgave 1

Vi skal i denne oppgaven se på hvordan vi benytter sensorer for måling av fysiske fenomener og hvordan responsen fra disse kan digitaliseres for videre behandling på en datamaskin.

Oppgave 1A

En sensor er en komponent som mottar et signal eller stimulering, og som responderer med et elektrisk signal.

Oppgaven : Hvilke egenskaper må en god sensor ha? Begrunn kort svarene dine.

Oppgave 1B

I forelesning gjennomgikk vi flere ulike sensortyper, som målte forskjellige fenomener og responderte med et analogt elektrisk signal. En av disse var termistoren.

Oppgaven : Hva slags stimuli er en termistor følsom for? Forklar virkemåten og nevnt noen fordeler og ulemper med denne sensoren.

Oppgave 1 fortsetter på neste side.

Oppgave 1C

Ved hjelp av AD-konvertering¹ kan vi videre behandle det analoge signalet digitalt på en datamaskin. Nyquist-Shannon samplingteoremet forteller om et minstekrav for hvordan et signal må samples for at vi skal beholde all informasjon.

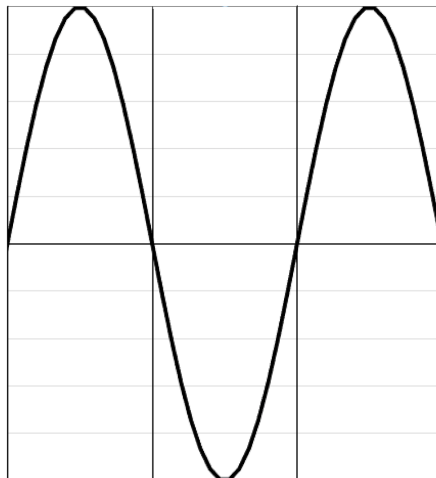


Figure 1: Analog signal med frekvens 20kHz

Oppgaven : Signalet som vi ønsker å digitalisere er vist i Figur 1 og har en frekvens på 20kHz. Med hvilken frekvens må vi sample dette signalet for å ikke miste noe informasjon? Hva skjer om vi sampler med henholdsvis lavere eller høyere frekvens?

Oppgave 1D

Når vi skal konvertere et analogt signal til en digital verdi finnes det flere metoder for dette, avhengig av ønskede egenskaper.

Oppgaven : Til vår digitaliseringskrets ønsker vi en rask AD-konverter. Hvilken type AD-konverter bør vi benytte og hvorfor? Finnes det noen ulemper med å velge denne konverteren?

¹Analog til digital konvertering

Oppgave 2

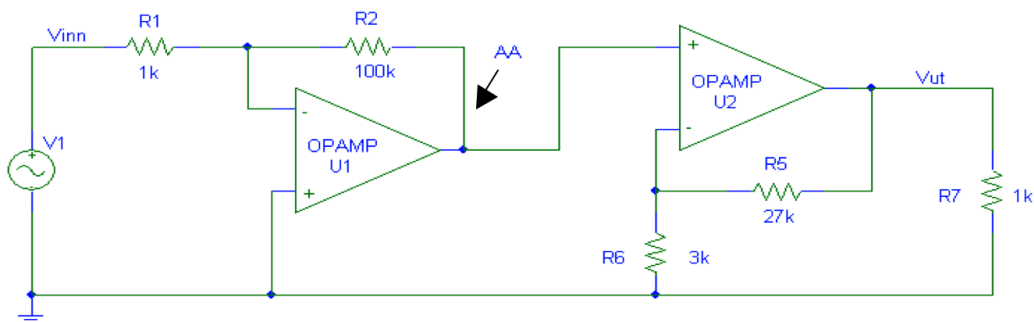


Figure 2: Oppgave 2

Oppgave 2A

Figur 2 viser 2 operasjonsforsterkere (OPAMP U1 og OPAMP U2) koplet i serie. $R1 = 1\text{k}\Omega$, $R2 = 100\text{k}\Omega$, $R5 = 27\text{k}\Omega$, $R6 = 3\text{k}\Omega$ og $R7 = 1\text{k}\Omega$

Hvor stor er den totale forsterkningen i kretsen ($A_v = \frac{V_{ut}}{V_{inn}}$) for lave frekvenser (1-10Hz)?

Oppgave 2B

Anta en operasjonsforsterker med forsterkning på 100 (40dB) for lave frekvenser og en GBW på 1MHz unity gain. Ved hvilken frekvens reduseres forsterkningen med 3dB?

Oppgave 2C

Anta en forsterkerkrets med 1 operasjonsforsterker. Denne kretsen har en *slew rate* på 1,0 volt/ μs . Hva blir den største signalamplituden denne kretsen klarer å gjengi ved 50kHz?

Oppgave 2D

Ved 10kHz er signalet ut fra OPAMP U1 (punktet markert AA) i Figur 2 0,5Vpp. Hvor stort er signalet på den inverterte (-) inngangen til OPAMP U1? - tilkoplede knutepunktet mellom R1 og R2.

Kom gjerne med en argumentasjon på beregningsmetoden du bruker.

Oppgave 2 fortsetter på neste side.

Oppgave 2E

Tegn et plot som viser spenningen ut fra OPAMP U2 i figur 2 når signalet V_{inn} har konstant amplitude 10mV, og frekvensen "sweeper" fra 1Hz til 1MHz. Bruk vedlagt logaritmeblad og marker **tydelig** knekkpunkter på denne kurven. Vis også utregning for beregningen av knekkpunkter. Du kan ta utgangspunkt i at operasjonsforsterkeren har $GBW = 1\text{MHz}$ unity gain.

Oppgave 3

For hele oppgave 3 gjelder figuren vist i Figur 3. Vi har her tegnet opp et frekvensfilter med følgende komponentverdier:

$$\begin{aligned} R1 &= R2 = 20\text{k}\Omega \\ C1 &= C2 = 50\text{nF} \end{aligned}$$

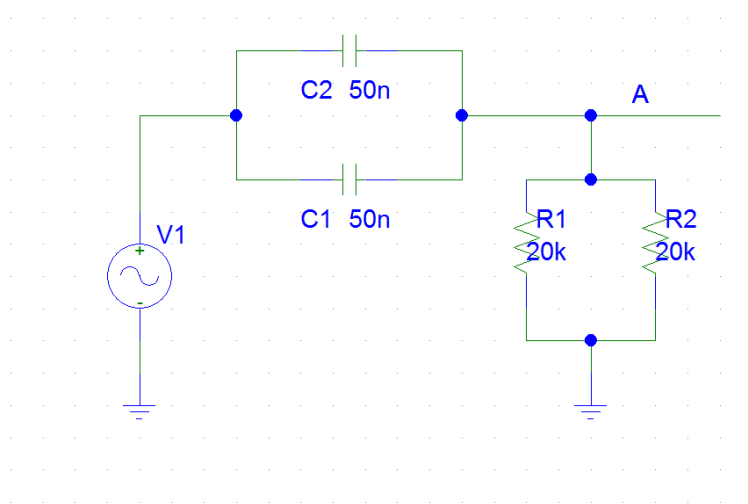


Figure 3: Oppgave 3

Oppgave 3A

Hva slags type filter er kretsen i Figur 3? Hvor mange poler har dette filteret?

Oppgave 3B

Hva er knekkfrekvensen² til filteret i Figur 3? - vis utregningen.
Hva er faseforskyvningen ved denne frekvensen og ved frekvens en dekode over knekkfrekvensen?

²cutoff-frekvensen

Oppgave 3C

Bruk logaritme papiret vedlagt og tegn frekvensresponsen til filteret vist i Figur 3. Markér tydelig knekkpunto/knekkpunkter og før på dB-verdier på y-aksen.

Oppgave 4

Kretsen i Figur 4 viser en enkel forsterker med en bipolar NPN transistor. Transistoren har en strømforsterkning $\beta = 150$. Batterispenningen $V_{CC} = 9,0$ volt. Kollektorstrømmen $I_C = 1\text{mA}$. Basemotstanden $R_1 = 1.1\text{M}\Omega$, kollektormotstanden $R_2 = 4\text{k}\Omega$, emittermotstanden $R_3 = 1\text{k}\Omega$ og lastmotstanden $R_4 = 4\text{k}\Omega$.

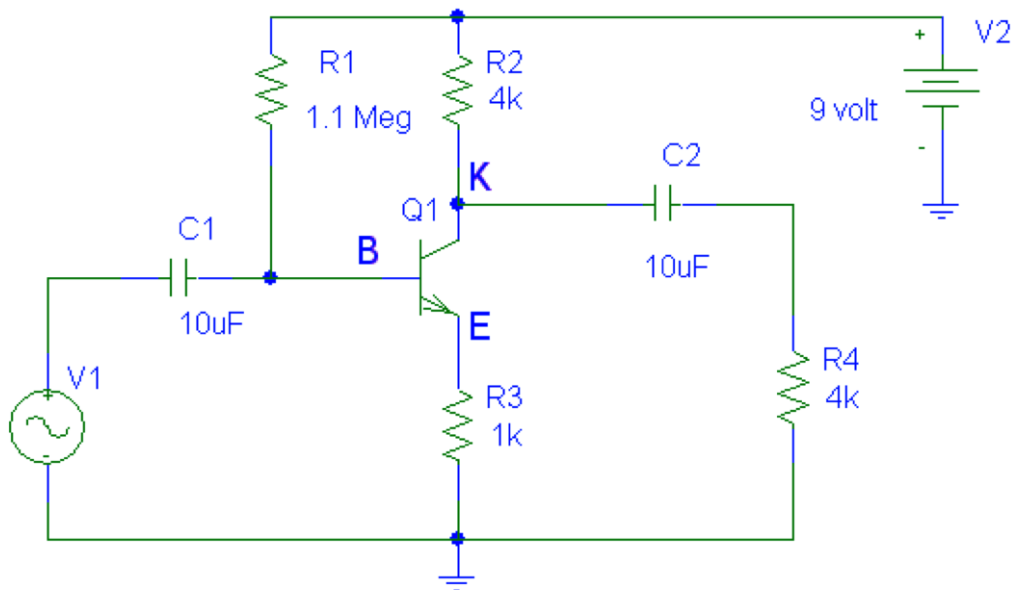


Figure 4: Oppgave 4

Oppgave 4A

Tegn opp Thevenin-ekvivalenten for forspenning av basen og regn ut Thevenin-spenningen (V_{Th}) og Thevenin-motstanden (R_{Th})

Oppgave 4B

Hvor stor er transistorens transkonduktans g_m ?

Oppgave 4C

Tegn opp småsignalekvivalenten for midlere frekvenser, til forsterkeren i Figur 4.

Oppgave 4D

Beskriv kort hva du forstår ved Miller-effekt. Hvordan påvirker denne frekvensresponsen til en forsterker?

Oppgave 4E

Hva blir spenningsforsterkningen til kretsen for midlere frekvenser?

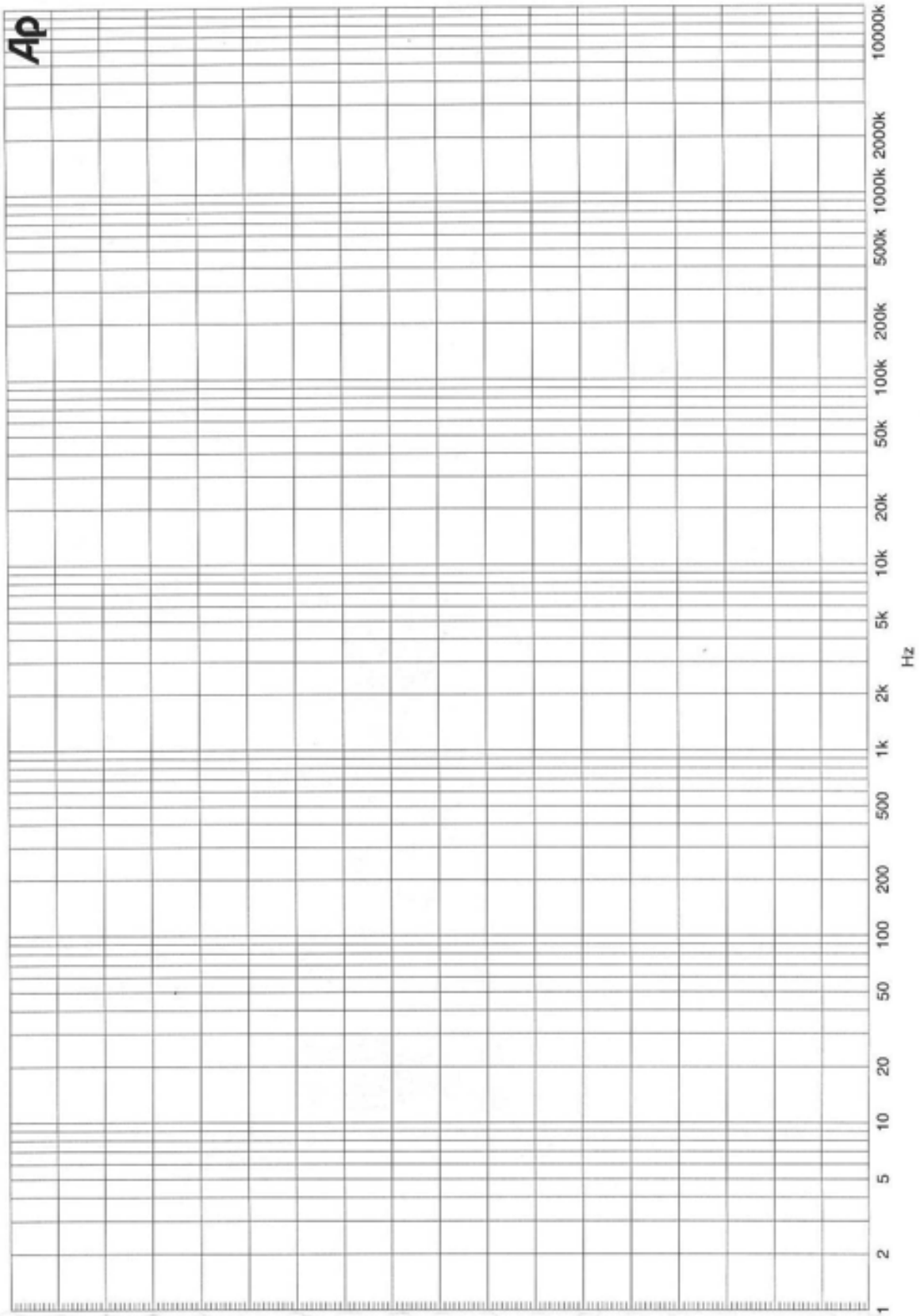
Oppgave 4F

Vi setter inn en stor kondensator i parallell med emittermotstanden R_3 . Hva blir spenningsforsterkningen ? (- for midlere frekvenser)

Oppgave 4G

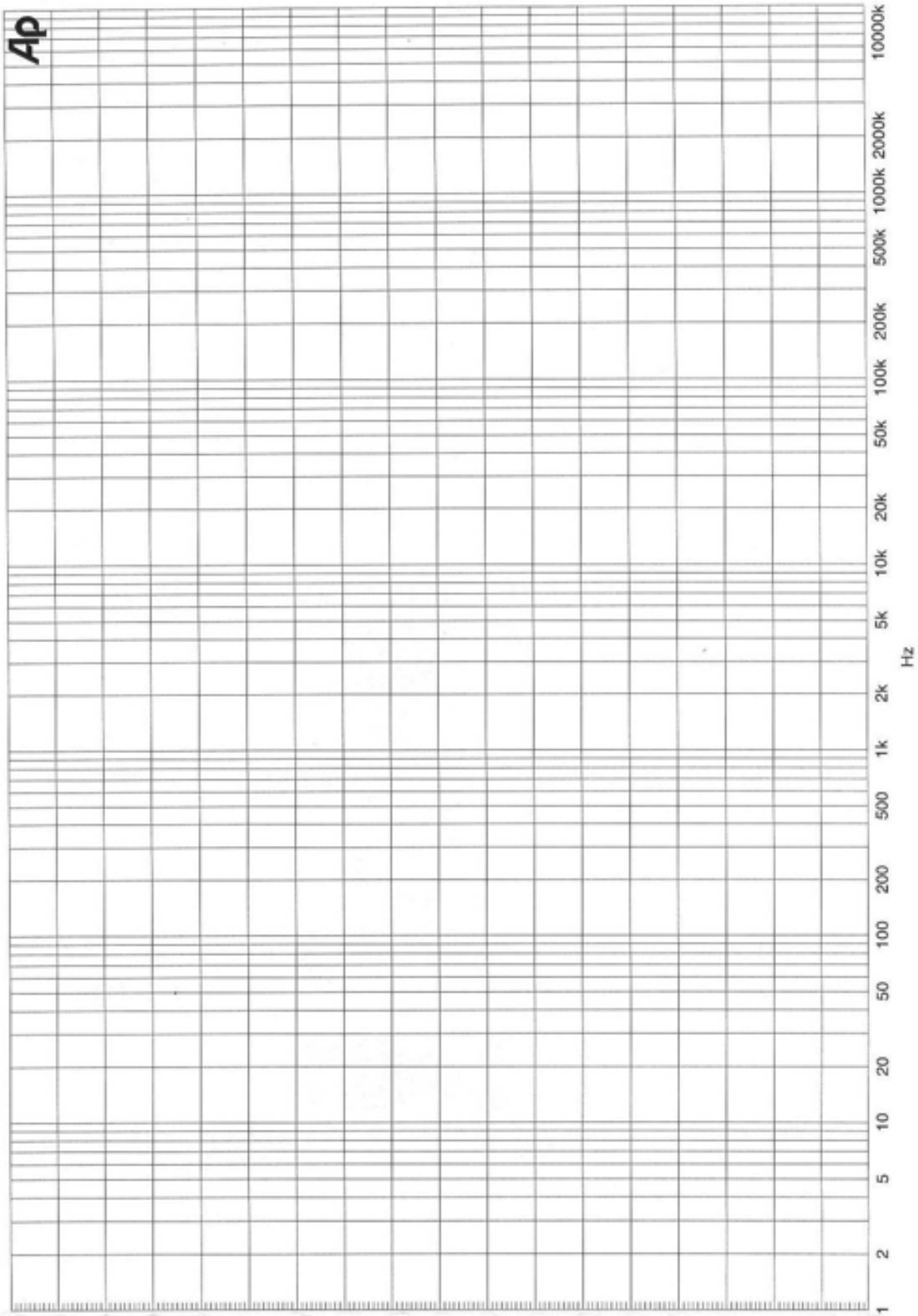
Vi beholder emitterkondensatoren - og øker lastmotstanden R_4 fra $4k\Omega$ til $12k\Omega$ – Hva blir nå forsterkningen for midlere frekvenser?

Lykke til med oppgavene!



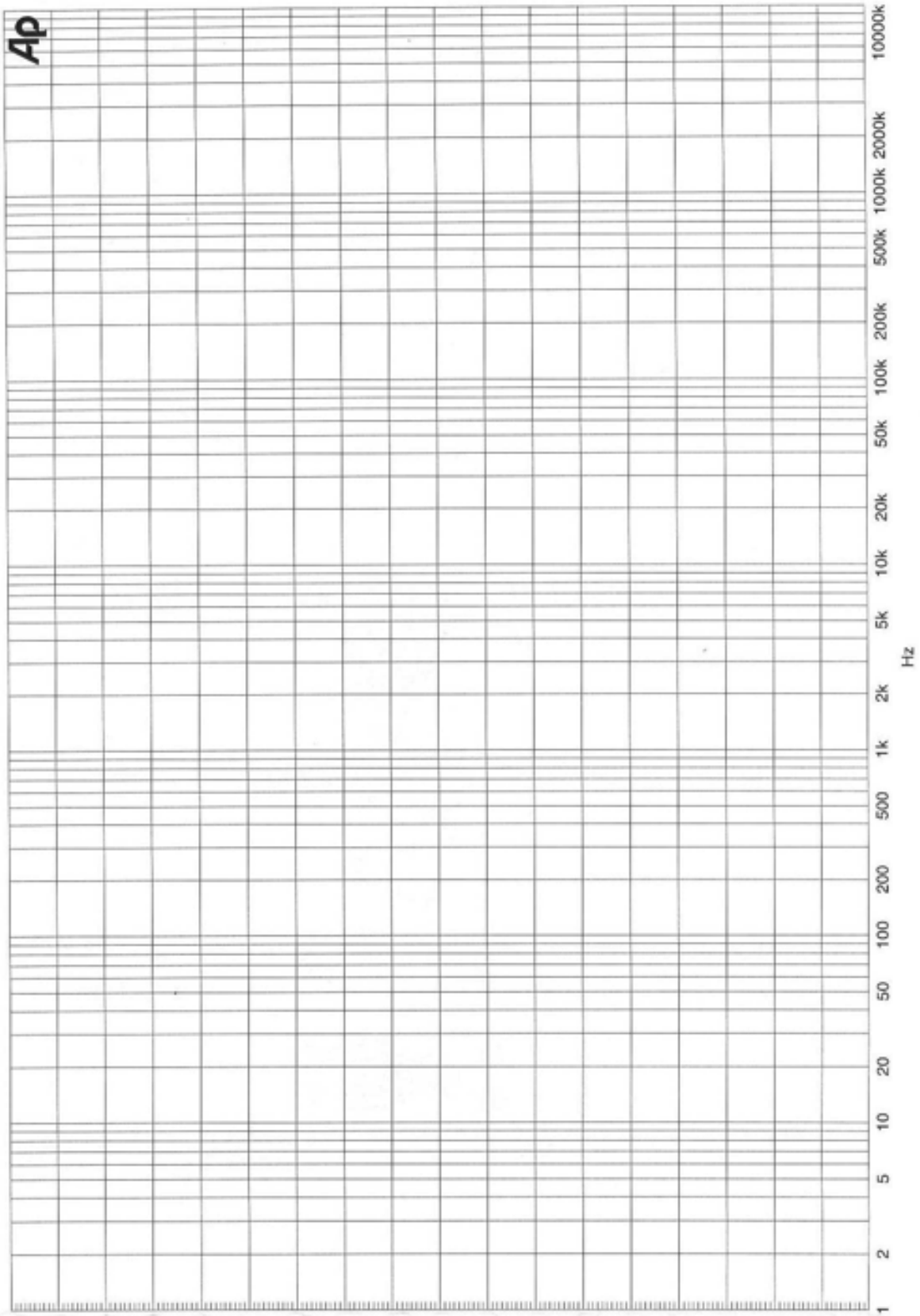
Side: 7

Kandidatnummer :



Side: 8

Kandidatnummer :



Side: 9

Kandidatnummer :