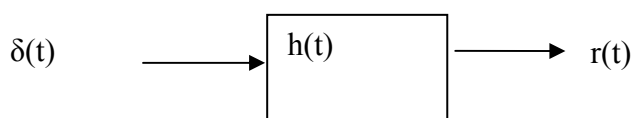


Innhold Oppgaver om AC analyse

301 a) Finn krets og bodeplot vedhjelp av målt impulsrespons.	1
301 b) Finn krets og bodeplot vedhjelp av målt respons.	2
302 Gitt Bodeplot, Del opp og finn systemfunksjon.	2
303 Bodeplot for enkelt RC-høypassfilter	3
304 Bodeplot for en 1-ordens krets	4
05 Bodeplot fra en systemfunksjon for en opamp.	4
06 Laplace model for $L + R C$	5
07 Pulsforsterker Doc, XLS	5
08 Max Wien oppfant Wienbroen $RC+R C$ krets	6
09 Bodeplot fra system funksjon.	7
10 Bodeplot for kompleks RLC + RC krets	7

301 a) Finn krets og bodeplot vedhjelp av målt impulsrespons.

Når vi sender inn en delta puls i en krets så vil denne reagere med å avsløre sin impulsrespons $h(t)$ ved at $h(t)=r(t)$.



Send inn en deltapuls og anta at det som kommer ut på utgangen vil være en eksponentialfunksjon.

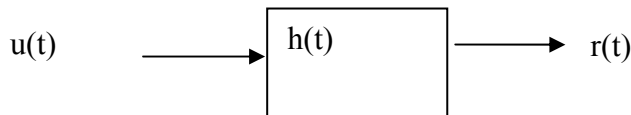
$$r(t) = ae^{-at}$$

Hvor $a=1000$

- Finn overføringsfunksjonen $H(s)$ til kretsen og diskuter hva vi kan si om kretsen, om eventuelle poler og 0-punkt i S-plan, antall reaktanser og lignende.
- Tegn Bodeplot for kretsens amplitude og fase forløp.
- Konstruer en elektronisk krets som har en slik $H(s)$ og verifiser at kretsen gir riktig $H(s)$ og $h(t)$

301 b) Finn krets og bodeplot ved hjelp av målt respons.

Anta en krets med impulserespons $h(t)$ som eksiteres med en enhetstrinnfunksjon.



Kobler vi et oscilloskop på utgangen og måler $r(t)$ ser vi en $r(t)$ som ser ut til å følge en eksponentialfunksjon.

$$r(t) = e^{-at}$$

Vi måler at spenningen bruker 1 ms på å falle med en tidskonstant (63.21%) og antar at vi kan sette opp en formel for responsen som følger.

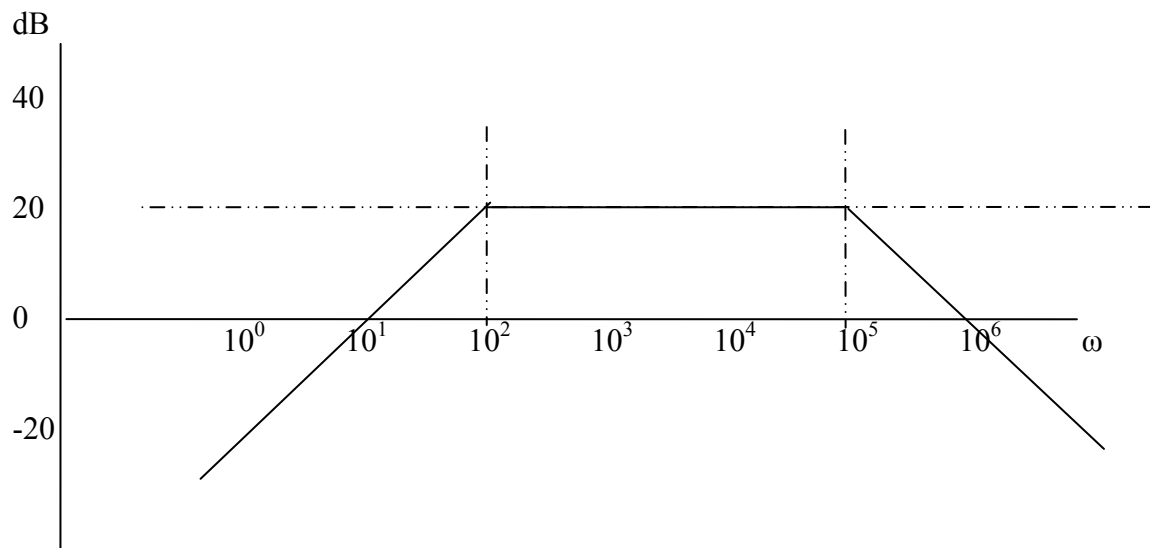
$$r(t) = e^{-\frac{1}{\tau}t}$$

- Finn kretsen overføringsfunksjon $H(s)$
- Finn tidskonstanten τ og tegn bodeplot
- Konstruer en krets som oppfører seg slik

302 Gitt Bodeplot, Del opp og finn systemfunksjon

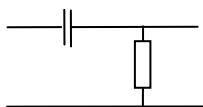
Bodeplottet er som vist i figuren under. Det passerer 0 dB linja stigende ved $\omega=10^1$, det flater ut ved 20 dB ved $\omega=10^2$, holder seg konstant fram til $\omega=10^5$ og faller deretter. Det passerer 0 dB linja ved $\omega=10^6$

- Del plottet opp i enkle bestanddeler.
- Finn en systemfunksjon $H(s)$ som vil gi dette bodeplottet.



303 Bodeplot for enkelt RC-høypassfilter

Gitt følgende høypassfilter



Figur 1. 1-ordens høypassfilter

- Finn overføringsfunksjonen $H(s)$
- Finn impulseresponsen $h(t)$
- Finn 0-punkt og poler og plot dem inn i et s-plan
- Tegn bodeplot for amplitud og fase på grunnlag av s-plan plottet.
- Vis ved regning hvordan fase og amplitude plottene fremkommer. Se på funksjonene før, ved og etter knekkpunkt.

304 Bodeplot for en 1-ordens krets

En krets har systemfunksjonen,

$$H(s) = \frac{1}{T_1 s + 1}$$

$$T_1 = 10^{-6} \text{ sek}$$

- Beregn polens plassering uttrykt ved T_1 .
- Tegn et s-plan og marker hvor polen ligger.
- Hva forteller denne polen om systemets tidsfunksjon.
- La $s \rightarrow j\omega$ slik at vi kan skrive $H(j\omega)$ istedenfor $H(s)$
- Finn ett uttrykk for lengden $M(\omega)$ fra $H(j\omega)$
- Beregn $MdB(\omega)$ og plot MdB med logaritmisk ω akse. (Bodeplot)
- Finn ett uttrykk for vinkelen $\theta(\omega)$ fra $H(j\omega)$ og plot $\theta(\omega)$ med logaritmisk ω akse. (Bodeplot)
- Studer plottet av MdB og finn ut hva slags krets vi har med å gjøre.
- Finn to ulike realisering av kretsen
- Gitt at vi har en motstand på 1k og ønsker knekkpunkt på $\omega = 10^6$ rad/sec Finn resten av komponentene for de to realiseringene
- For hvilke frekvens i Hz har kretsen knekkpunkt.
- Plot amplitude spekteret med logaritmisk Hz som x-akse
- Koble på et Batteri på 10 volt med bryter. Slå på bryteren og mål spenningen over kretsen. I det øyeblikket vi slår på vil hele spenningen ligge mellom inngang og utgang men dette endrer seg fort. Finn ut hvor lang tid det tar før spenningen over kretsen har sunket til 5% av batterispenningen.

05 Bodeplot fra en systemfunksjon for en opamp

(Oppgaven krever ingen kunnskap om opamper)

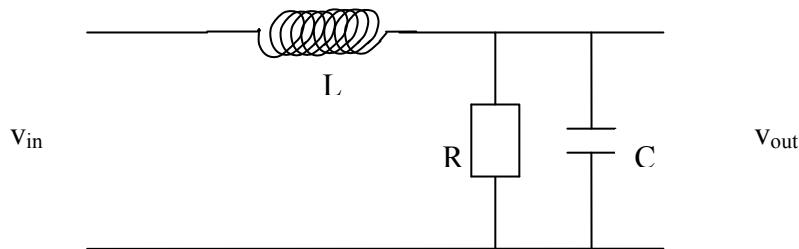
En operasjonsforsterker har systemfunksjonen,

$$A(s) = \frac{V_{ut}}{V_+ - V_-} = A \cdot \frac{T_1 s + 1}{(T_2 s + 1)^2}$$

,hvor $A_0 = 10^4$, $T_1 = 10^{-3}$ sek og $T_2 = 10^{-2}$ sek

Tegn Bodediagrammet over forsterkerens amplitude- og fase-karakteristikk.

06 Laplace model for L + R||C



- Skriv ned Laplacemodellen for komponentenes impedans og finn overføringsfunksjonen $H(s)$
- Koble på et batteri med bryter som eksitasjon og finn $V_{out}(s)$.
- Utfør en delbrøkkoppspalting og finn invers Laplacetransformen $v_{out}(t)$ med verdier som gir reel løsning.
- Plot $v_{out}(t)$ og diskuter om plottet virker fornuftig i forhold til hva du ville forventet ved å se på kretsen.
- Hvilken orden / power of H har kretsen og hvorfor har den det?
- Hvor mange poler har H ? Begrunn svaret. (Substantiate the answer)
- Kan H bli ustabil? Begrunn svaret.
- Kan H oscillere? Begrunn svaret.

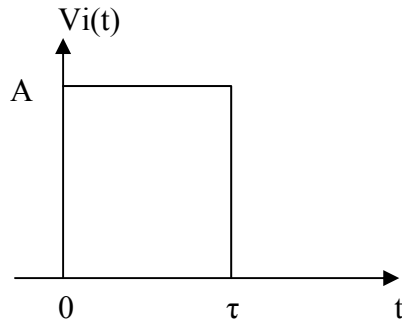
07 Pulsforsterker Doc, XLS

En pulsforsterker har systemfunksjonen

$$H(s) = K \cdot \frac{T_1 s}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$$

Der $K=100$, $T_1=100\mu\text{s}$ og $T_2=1\mu\text{s}$

- Lag et Bode-diagram over amplitude- og fase-karakteristikken til forsterkeren.



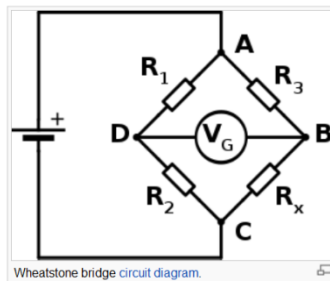
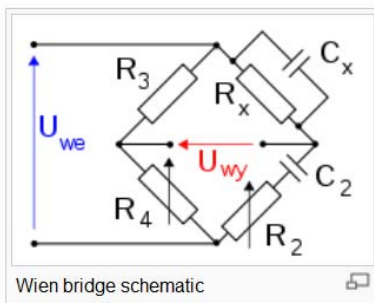
b) Finn et uttrykk for den Laplace-transformerte til utgangssignalet fra forsterkeren når inngangssignalet er den rektangulære pulsen vist på figuren over.

c) Beregn tidsforløpet av utgangssignalet. Skisser signalet når $A=0.1$ volt og $\tau=5\mu\text{s}$.

08 Max Wien oppfant Wienbroen RC+R/C krets

Max Wien 1866-1938 Tysk fysiker, Leder for Fysisk institutt på Universitetet i Jena. Født i Königsberg i Prøysen, Studerte under Helmholtz og Kundt.

Max Wien fant opp en måle bro som gjorde det mulig å måle kondensatorer og motstander ved å sende inn ett sinus signal og så balansere broen ved å justere R_4 og R_5 .



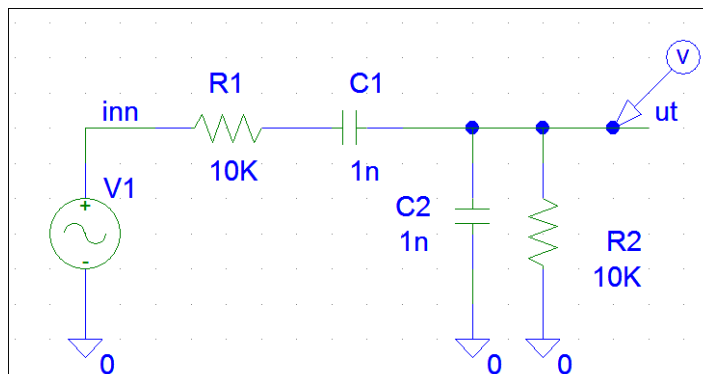
Senere I 1939 satte William Hewlett broen sammen med en forsterker og fikk da en oscillator. Dette var en del av hans Masteroppgave ved Stanford universitetet. Oscillatoren dannet grunnlaget for firmaet [Hewlett-Packard](http://en.wikipedia.org/wiki/Hewlett-Packard) og var den første kretsen de produserte. Den ble markedsført som [HP200A](http://en.wikipedia.org/wiki/HP200A), og hadde en oscillator frekvens gitt ved

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

Se http://en.wikipedia.org/wiki/Wien_bridge_oscillator

Oppgaven:

Vi skal her kun studere Max Wien sin bro og beregne AC responsen til broens høyre side. Den består av en RC seriekobling etterfulgt av en RC parallellkobling.



1. Finn overføringsfunksjonen $H(s)$
2. Tegn bodeplot for spenningen i punktet merket ut.
3. Kretsen danner et båndpassfilter. På grunnlag av likningene, hvordan kan vi endre filterets båndbredde og senterfrekvens.

09 Bodeplot fra system funksjon

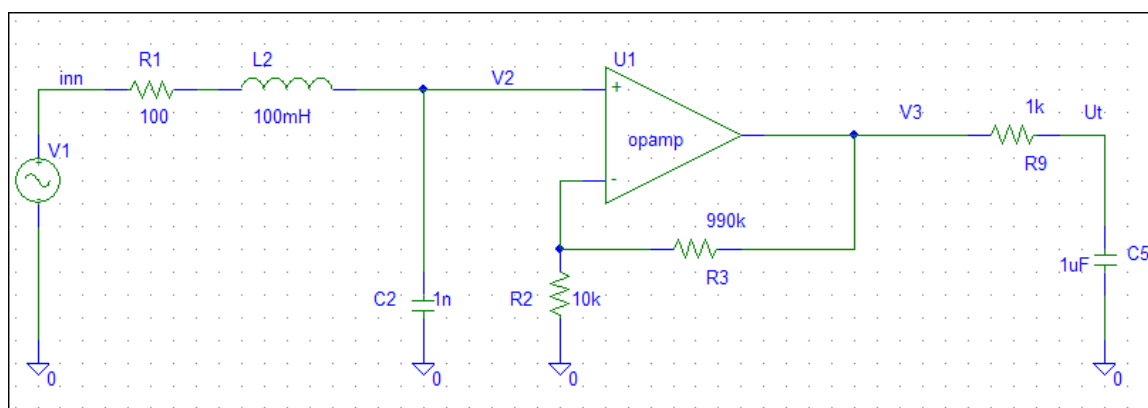
En forsterker har systemfunksjonen

$$A(s) = \frac{10^4}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)^2}, \text{ der } T_1 = 10\mu\text{s og } T_2 = 1\text{ms.}$$

Lag Bode-diagram over amplitude- og fase-karakteristikken til forsterkeren.

10 Bodeplot for kompleks RLC + RC krets

Finn bodeplot for krets med både reelle og komplekse poler



Figur 2. Kretsen vi skal studere.

Anta at operasjonsforsterkeren er ideell og kun fungerer som en ren forsterker med

forsterkning $G = \frac{R3}{R2} + 1$

Denne skiller også LRC kretsen fra det siste RC leddet slik at disse kan behandles som individuelle kretser.

a) Finn overføringsfunksjonen H_1 for leddet foran og H_3 for leddet etter operasjonsforsterkeren.

b) Finn så overføringsfunksjonen for hele kretsen og vis at den kan uttrykkes som

$$H(s) = \frac{1}{LC} \frac{G}{(s-p)(s-p^*)(\tau s+1)} = \frac{G}{\left(\frac{s^2}{\omega_0^2} + \frac{s}{Q\omega_0} + 1\right)(\tau s+1)}$$

Hvor ω_0 og Q kommer fra LRC leddet og τ kommer fra det siste RC leddet. G er forsterkningen i operasjonsforsterkerleddet.

c) Forklar hvorfor vi i dette tilfellet har mest glede av å bruke den siste formen.

d) Finn resonans frekvens, dempingsfaktor ξ og Q verdi for LRC leddet.

e) Finn tidskonstanten for det siste RC leddet og tegn amplitude og fase bodeplot for hele kretsen.