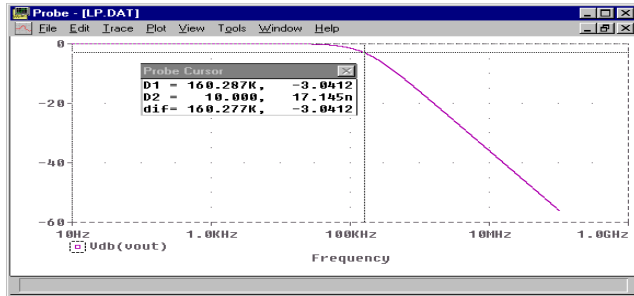
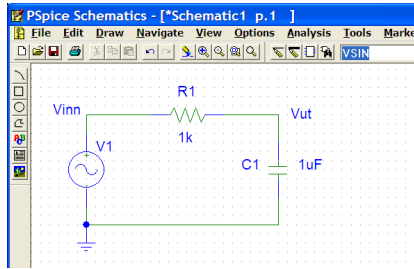


Kurs: FYS1210 Elektronikk med prosjektoppgaver	Gruppe:	Gruppe-dag:
Oppgave: <p style="text-align: center;">LABORATORIEØVELSE NR 1</p>		
Omhandler: <p style="text-align: center;">Innføring i simuleringsprogrammet PSpice</p> <p style="text-align: center;">Revidert utgave, desember 2014 (T. Lindem, M.Elvegård, K.Ø. Spildrejorde)</p>		
Utført dato:	Utført av: Navn: email: Navn: email:	
Godkjent: dato:	Godkjent av:	
Kommentar fra veileder:		



Eksempel på skjemattegning fra Pspice - med plot av simulert resultat

1. Mål

Denne oppgaven gir en innføring i simuleringsprogrammet PSpice. PSpice er utviklet av MicroSim Corporation og baserer seg på SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) – et kraftig simuleringsprogram for elektroniske kretser utviklet på 1970-tallet. Alle produsenter av elektroniske komponenter leverer nå Spice-modeller til sine produkter. Det betyr at vi kan teste om en kretsløsning virker som forutsatt - før vi bygger kretsen.

All kommunikasjon med kretssimulatoren skjer via tekstfiler (ASCII-files). Programmet for skjemattegning vil konvertere kretstegningen til en tekstfil som sendes til simulatoren – og simulatoren sender svarene tilbake som en tekstfil til 'plot' – programmet. 'Plot' vil på grunnlag av output-fila tegne responsfunksjonen i et eget vindu. Begge disse filene kan du finne under **Analysis** – ”Examine Net” list og ”Examine Output”. (Vi bruker normalt ikke disse tekstfilene – men du kan se hvor enkelt et kretsskjema kan beskrives)

PSpice kan arbeide med digitale og analoge komponenter - og en blanding av disse. Målet med denne oppgaven er å gi en enkel innføring i skjemattegning og bruk av simulatoren. Vi ser på kretser satt sammen av enkle elektroniske komponenter. Det skal utføres både frekvens- og tidssimulering (transientanalyse). Selv om dere arbeider sammen i små grupper er det viktig at hver enkelt får prøvd seg på skjemattegning og simulering. Programmet ligger klar for nedlasting på kursets hjemmeside.. Det anbefales å laste det ned til egen PC.

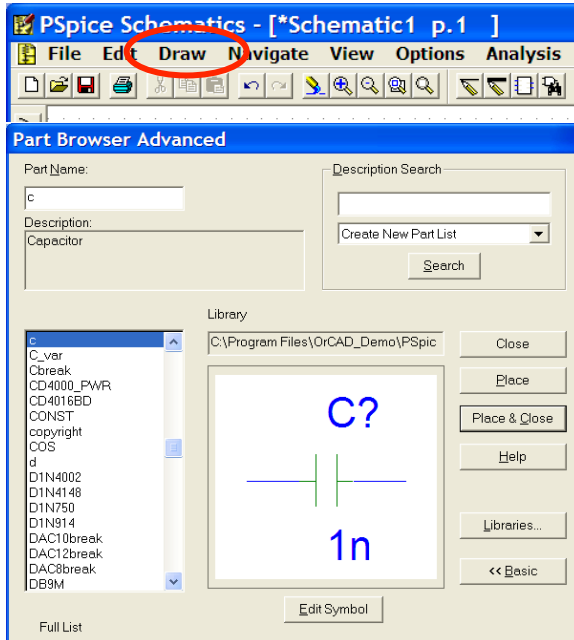
Etter å ha gjennomført denne øvelsen skal du være i stand til å simulere de fleste kretsoppgavene som blir gitt på kurset FYS1210.

Det finnes mange simuleringsprogrammer for elektronikk – men alle baserer seg på Spice-modeller. Et alternativt program kan være LTSpice fra Linear Technology.

2. Skjemategning

Skjemategning innebærer å hente komponenter fra bibliotekene, - flytte disse inn i skjemaet - endre deres verdi og navn - knytte ledninger mellom dem slik at det hele fremkommer som en komplett elektronisk krets. Husk - simulatoren tillater ingen "loose ends" – ingen løse tråder eller komponenter – alle komponentene på skjemaet må være elektrisk koplet sammen.

2.1 Hente komponenter fra biblioteket



Under selve tegningen av kretsskjemaet er menyene **Draw** og **Edit** de viktigste. Menyene **Draw** gir mulighet for å hente komponenter fra bibliotekene, tegne ledninger osv, mens Menyene **Edit** gir muligheter som rotering, klipp og lim osv. Når man klikker på menyen **Draw / GetNewPart** får man tilgang til et aktivt bibliotek samt muligheten til å "Browse" andre biblioteker. Hvis du nederst på "Part Browseren" trykker "Advanced" får du opp et ekstra vindu som viser komponentens utseende. (Se bilde). For å hente en kondensator fra biblioteket kan følgende operasjon utføres:

1. Sett bokstaven C inn i boksen for "Part Name:"
2. Trykk **Place** - du plasserer komponenten på arket vha. musa. Hver gang du klikker med **vmk.** (venstre **musknapp**) venstre musknapp avsettes en ny komponent. Dvs. du kan i en enkelt operasjon legge inn det antall komponenter du trenger. Når du skal avslutte - klikker du med **høyre musknapp.** (hmk) Flytt muspilen vekk fra komponenten – Trykk **vmk** - Komponentene endrer farge fra rød til grønn og du kan gå inn å velge ny komponent – for eksempel R. (Komponenten er aktiv så lenge den har rød farge.)

2.2 Flytte komponenter

Hvis vi ønsker å flytte på komponenter etter at de er plassert i skjemaet gjøres dette ved å ta tak i komponenten med musen og flytte den dit det måtte være ønskelig.

1. Marker komponent ved å peke på den og klikke med **vmk**. Komponenten skifter farge fra grønt til rødt - og den kan nå beveges rundt i tegningen.
2. Ta tak i komponenten ved å peke på den og trykk ned **vmk**.
3. Flytt komponenten mens **vmk** holdes nede.
4. Slipp komponenten etter flytting ved å slippe **vmk**.
5. Du kan legge en ramme omkring grupper av komponenter slik at alle markeres (skifter farge) Disse kan nå flyttes samlet som et element..

2.3 Tegne ledninger

1. Menyvalget **Draw/Wire** endrer cursoren til en blyant.
2. Pek på komponentpinnen som ledningen skal starte fra og klikk med **vmk**.
3. Flytt mus til den komponentpinnen som ledningen skal gå til og dbl. klikk **vmk**.
4. Ledninger som er tegnet kan fjerne ved å peke på ledningen trykk **vmk** slik at den skifter farge fra grønt til rødt. Trykk og ledningen fjernes.

2.4 Endre en komponents verdi

Komponentenes verdi og navn er beskrevet av attributtene **VALUE** og **PKGREF**.
Attributtene kan endres på to måter:

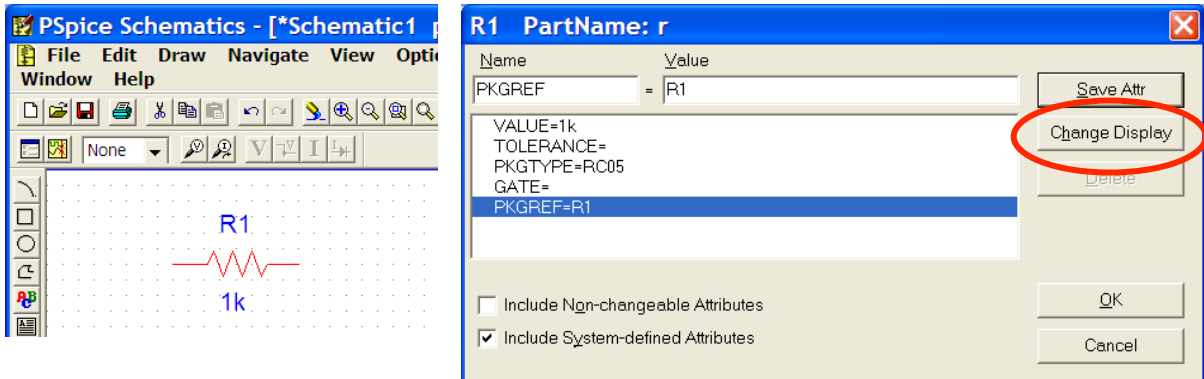
1. Dbl.klikk på attributteksen 1k eller R1.
2. Dbl.klikk på selve motstandssymbolet

Metode 1 viser en enkel dialog hvor man kan endre verdien til det attributtet man har klikket på.

Metode 2 gir en dialog hvor man får se alle symbolets attributter. Her må man velge hvilket attributt som skal endres.

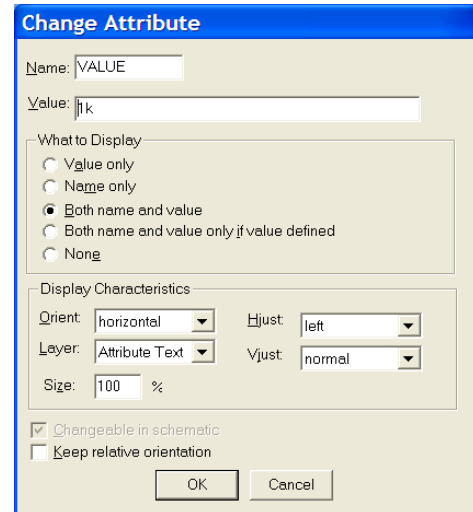
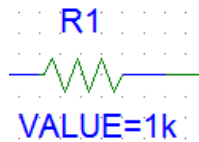
2.4 Endre en komponents verdi – forts.

Dbl.klikk på selve motstandssymbolet. Symbolet endrer farge til **rødt**
For motstanden i Figur 1 har disse verdiene: PKGREF=R1 og VALUE=1k.



Figur 1. Vindu som viser attributtene til 'PartName: r' (motstanden)

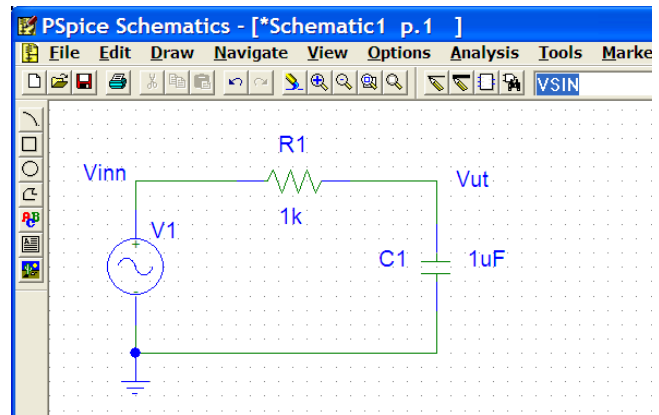
Når en komponent er valgt kan man trykke på 'Change Display' for å velge hvilke attributter som skal vises sammen med komponenten i skjema.



2.5 Sette navn på ledninger (lable, wire)

For lettere å kunne gjenkjenne de signallinjene man ønsker å studere i simulatoren er det fornuftig å gi disse navn som V_{inn} , V_{ut} osv.

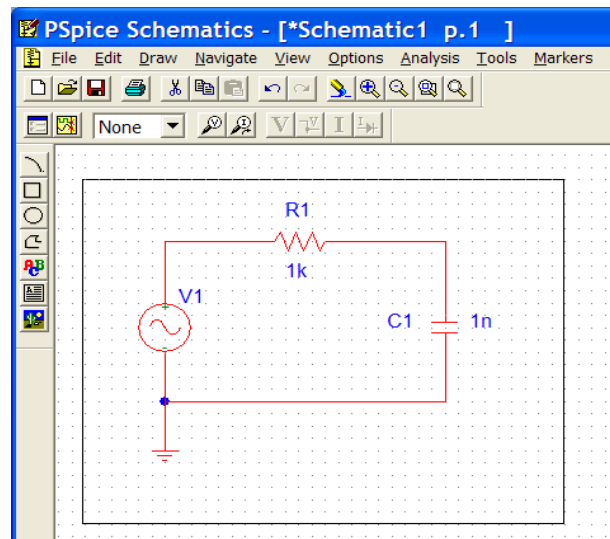
Dette gjøres enkelt ved å dbl.klikke på den signallinjen eller ledningen som skal navnes. Navn på ledninger og komponenter kalles "labler" – .



2.6 Kopier skjema til tekstbehandler

Når skjema er ferdig tegnet, - markerer du området som skal "klippes" over til tekstbehandleren.

Under EDIT på menyen finner du kommandoen "Copy to clipboard". Deretter kan du bruke "Paste" for å legge skjemaet inn i "Word" - eller en annen tekstbehandler.



3. Om simulering

De vanligste måtene å analysere hvordan en analog krets fungerer er ved å plote amplitude/frekvens, fase/frekvens og amplitude/tid. Simuleringer som viser kretsens oppførsel for ulike frekvenser kalles *AC-analyse* mens simuleringer basert på tid kalles *transientanalyse*.

3.1 AC-Analyse i praksis

Vi skal foreløpig bare utføre AC-analyser hvor vi betrakter amplitude/frekvens respons. Dette gjøres i praksis ved å koble en sinusgenerator til kretsens inngang og et oscilloskop til utgangen. Når vi sender inn et signal med fast amplitude og så øker frekvensen - vil vi på oscilloskopet kunne måle hvordan de ulike frekvensene blir forsterket ev. forvrengt. Hvis vi plotter målingene med frekvens som x-akse og amplitude som y-akse, får vi fram kretsens amplitude/frekvens - respons. Det er vanlig å benytte logaritmiske akser i AC - analyser.

3.2 Generelt om transientanalyse

En transientanalyse er vanligvis mer komplisert å utføre enn en AC-analyse. Når en elektronisk krets blir utsatt for en hurtig forandring av inngangssignalet - som f.eks en kort spenningspuls - vil kretsen reagere med et spennings/tids forløp som er karakteristisk for kretsen. Målinger av transienter i elektriske kretser kan være vanskelige å fange opp på vanlige oscilloskop fordi transientene er av kort varighet.

I denne oppgaven benytter vi en sinusgenerator som kilde - ikke korte firkantpulser. Det betyr at vi ikke ser kretsens respons på ekstremt raske signalvariasjoner – men vi ser lett om signalet på utgangen er slik vi hadde forventet.

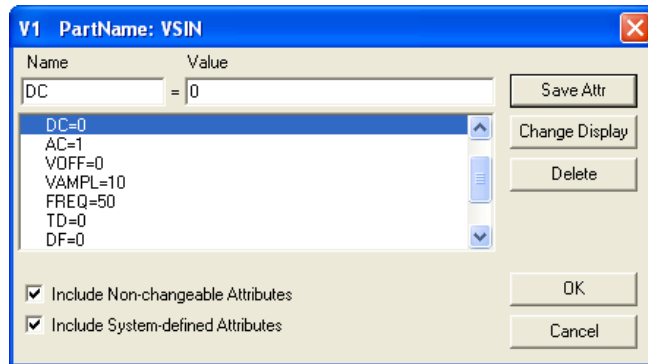
(På siste side i denne oppgaveteksten er det vist et eksempel: Første signalsvinget som tilføres likeretteren gir en betydelig større strøm til kondensatoren enn de påfølgende svingene. Dette var forventet - men det ville vært vanskelig i se dette på et oscilloskop.)

3.3 AC og Transientanalyse i PSpice

Når en krets skal simuleres, gjøres dette på liknende måte som ved praktiske målinger. Først tegnes/konstrueres kretsen. Deretter kobles en sinusgenerator til inngangen og et måleinstrument settes på utgangen. Som sinusgenerator benyttes komponenten **VSIN** fra biblioteket Se på figur 2 og merk deg at AC=1 betyr at signalspenningen har en amplitude på 1 volt under AC-analysen.

VAMPL=1 betyr at signalspenningen har en amplitude på 1 volt under transientanalysen. FREQ=50 betyr at frekvensen skal være 50Hz under Transientanalysen. (Denne verdien har ingen betydning når vi kjører AC-analyse - da bestemmes frekvensområdet under "Analysis Setup".)

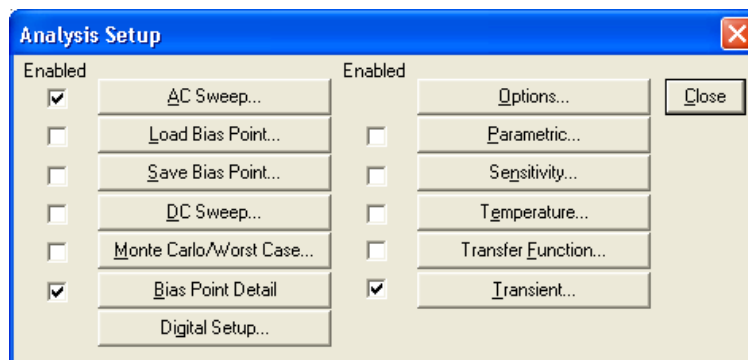
Husk ! Sett et lett gjenkjennelig navn (label) på det punktet der du ønsker å betrakte signalet.



Figur 2 Meny for å stille inn verdiene til sinusgeneratoren VSIN

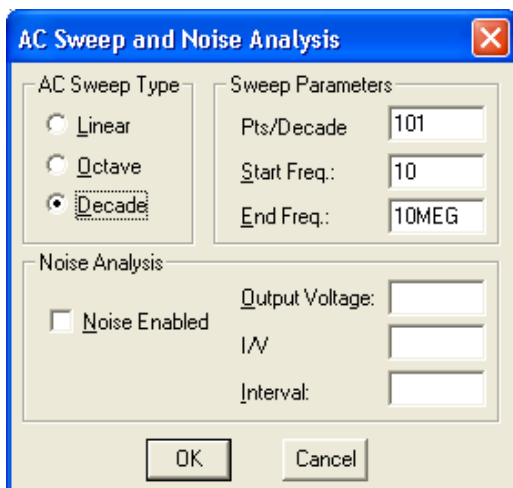
4. Forberedelse til simulering

Før vi kan starte selve simuleringen må vi sette opp simulatoren til å utføre den simuleringen vi ønsker. Dette gjøres i menyen `Analysis/Setup` som vist i Figur 3. I denne menyen krysser vi først av de analysene vi ønsker å utføre.

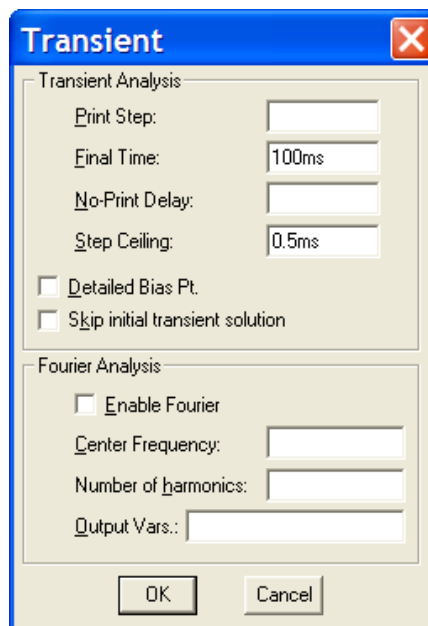


Figur 3 Meny Analyse setup

Når vi har valgt analysetyper må vi også kontrollere at de valgte analysene er satt opp riktig. Dette gjøres ved å klikke på analysenavnet. I denne laboppgaven bør analysene "AC Sweep" og "Transient" settes opp som vist i Figur 4 og Figur 5.



Figur 4 AC



Figur 5 Transient

Under "AC Sweep Type" merker vi av "Decade". Frekvensområdet på x-aksen gjør nå dekadiske hopp – 10Hz -100Hz – 1kHz – 10 kHz – 100kHz – 1MEG – 10MEG. På denne måten får vi presentert et stort frekvensområde (log – skala).

Under Transient velger vi en slutt-tid på 100ms. Med en frekvens på 50Hz vil dette vise hva som skjer med de 5 første periodene av signalet. (se siste side)

5 Start av simulering i PSpice

Når kretsen er tegnet og simulatoren er satt opp, startes simuleringen ved menyvalget Analysis/simulate (eller bare trykk F11).

Først startes et program som genererer en simuleringsfil i tekstformat med filnavn lik kretsnavnet og med endelse .cir. Deretter utføres selve simuleringen, - og til sist startes kurvetegneprogrammet. Hvis du har gjort feil vil det komme opp et eget vindu – "PSpice Message Viewer" som fortelle hvor problemet ligger.

5.1 Kurvetegneprogrammet

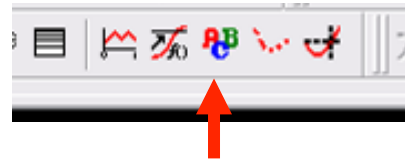
Når simuleringen er ferdig kommer dette programmet opp med et tomt vindu. Her er det spesielt to menyer som er viktige. Disse er Trace og Plot. I menyen Plot setter man blant annet opp hvordan aksene skal være. Ved transientanalyse bør aksene være lineære, mens y-aksen kan være lineær eller logaritmisk ved frekvensanalyse - avhengig av hvordan plottet settes opp.

"Normal-setting" i Plot er lineær skala og Auto range på Y-aksen – Hvis du gjør frekvensanalyse du kan gå direkte til Trace.

I menyen `Trace/Add` velges de nodene eller kretspunktene du ønsker å studere. For denne laboppgaven vil det være noden `Out` som er av størst interesse. I denne menyen kan man i tillegg til å be om spenningen eller strømmen i en bestemt node, også be om en funksjon av flere signaler. Man kan f.eks. be om å få se sum, produkt eller differans mellom signaler. For frekvensanalyse kan man be om å få beregnet resultatet direkte i dB ved å sette inn uttrykket `VdB(out)`.

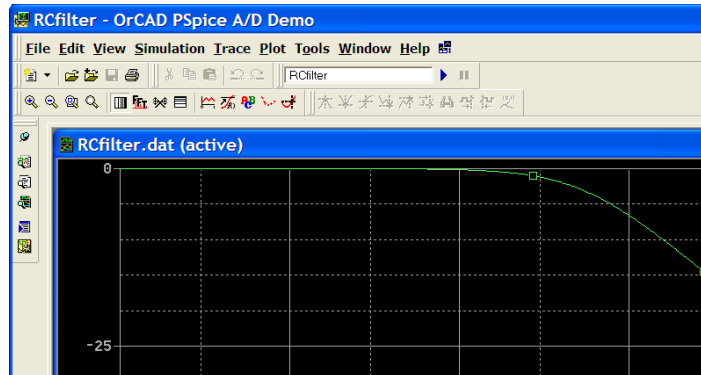
Hvis man ønsker å finne nøyaktige verdier på den plottede kurven kan man sette opptil to markeringskors på kurven. En egen dialog-boks viser da differansen mellom punktene og punktenes `xy`-verdi. Markering av det første punktet gjøres ved å velge cursor under menyen `tools`. Deretter peker man med musen på det første kurvepunktet og trykker venstre mustast. For å sette inn det andre punktet benyttes høyre musknapp.

Ved hjelp av menyknappen `[ABC]` kan man legge på forskjellige former for tekstkommentarer, piler,

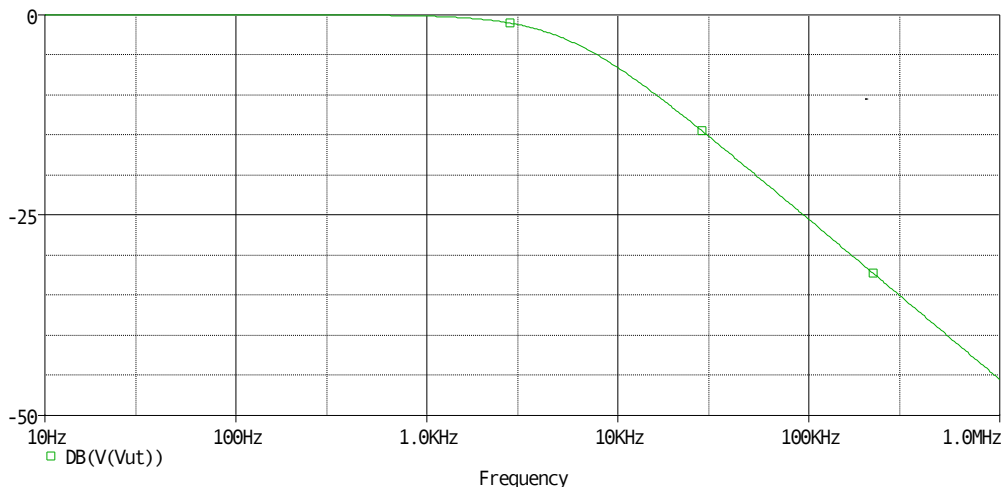


understrekninger ol.

Når kurven er riktig - kan du klippe/limte denne inn i tekstbehandleren. Under *Window* finner du valget "Copy to clipboard. Velg 'change white to black'

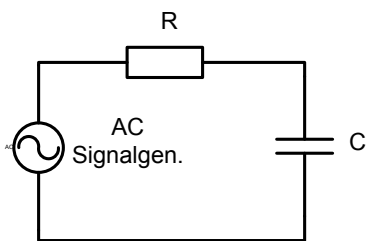


"Paste" skjema inn i besvarelsen.



6 Oppgavene - Lavpassfilter (teori)

Et lavpassfilter er en krets som slipper igjennom lave frekvenser - mens høye frekvenser dempes. Det enkleste lavpassfilter vi kan lage, består av en motstand og en kondensator koblet som vist i Figur 7



Figur 7

Kondensatoren har en kapasitiv reaktans

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \text{ ohm} . \text{ Som vi ser av uttrykket for}$$

reaktansen vil motstanden avta med økende frekvensen.

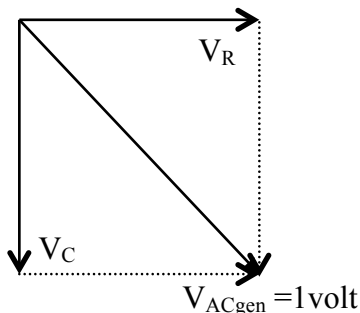
Fra Kirchhof vet vi at summen av spenningsfallene i sløyfa må være lik null. Dvs. at summen av spenningsfallene over R og C vil være lik

spenningen ut fra signalgeneratoren. Som eksempel kan vi tenke oss at generatoren leverer et AC-signal med amplitude 1 volt. Hvis motstanden $R = 1\text{k}\Omega$ og reaktansen $X_C = 1\text{k}\Omega$ vil signalspenningen fordele seg likt over de to komponentene. (.. men ikke med 0,5 volt over hver ..).

Frekvensen som gjør $R = X_C$ kalles knekkfrekvensen (f_h) til filteret. Hvor h står for høyfrekvens knekkpunkt. Vi finner lett et uttrykk for denne frekvensen:

$$R = X_C \Rightarrow R = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \text{ løser mhp frekvensen } f_h = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

Da spenningen over kondensatoren ligger 90° etter spenningen over motstanden R kan vi sette opp et vektordiagram som viser spenningen over kondensatoren når $R = X_C$



(Husk at når $R = X_C$ vil $V_R = V_C$)

Når vi bruker Pytagoras ($V_R^2 + V_C^2 = V_{ACgen}^2$) på dette vektordiagrammet ser vi fort at

$$V_C = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot V_{AC} = 0,707 \cdot V_{AC}$$

Vi ser også at fasevinkelen ved knekkfrekvensen er 45° .

Decibell - dB

Når vi sammenlikner signalspenninger brukes ofte logaritmiske enheter. Dette skyldes at variasjonsområdet kan være meget stort – det kan ofte strekke seg oven mange dekadere. Det logaritmiske forholdstallet mellom signalspennningene oppgis i decibell (dB).

Denne enheten er definert slik:

Vi tar logaritmen til forholdet mellom de to spenningene - og multipliserer med 20.

$$\text{Forholdet mellom A og B i dB} = 20 \cdot \log\left(\frac{\text{signal A}}{\text{signal B}}\right)$$

Eksempler på forholdstall og dB-verdier: $2 = 6\text{dB}$ $10 = 20\text{dB}$ $100 = 40\text{dB}$ $1000 = 60\text{dB}$
osv

Vi ser på lavpassfilteret :

Hvor stor dempningen har signalspenningen V_C fått over kondensatoren - i forhold til
generatorspenningen V_{AC} - (angitt i dB) ved knekkfrekvensen hvor $R = X_C$

$$20 \cdot \log \frac{V_C}{V_{AC}} = 20 \cdot \log \frac{0,707}{1} = 20 \cdot \log 0,707 = -3 \text{ dB}$$

Knekkfrekvensen til et filter er definert som den frekvensen hvor signalamplituden er
dempet 3dB i forhold til signalamplituden som påtrykkes filteret

Vi ser også at fasevinkelen ved knekkfrekvensen er 45° .

Du skal gjøre 4 simuleringer:

1. Lavpassfilter 2. Høypassfilter 3. Enkel diode likeretter

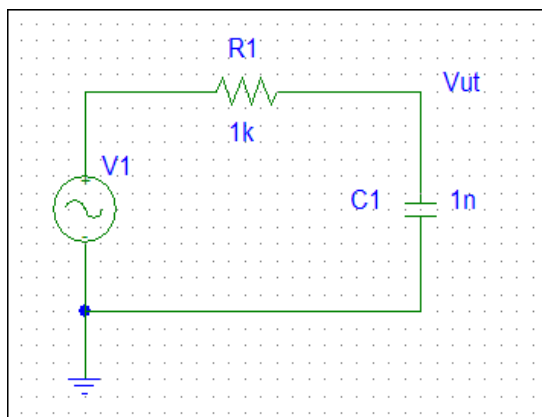
og 4. Diodelikeretter med liten og middels filterkondensator

Til hver oppgave leveres en utskrift av skjemaet hvor alle komponentverdier vises
sammen med en utskrift av plotene. For første oppgaven (lavpassfilter) skal det også
leveres en utskrift av ascii-simuleringsfilen som finnes under Analysis /Examine output.

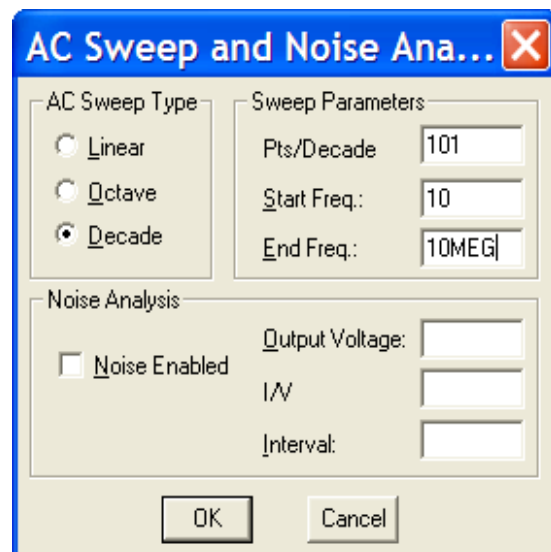
Det er totalt 6 oppgaver som skal besvares i rapporten.

Lavpassfilter (LP)

Oppgave 1: Tegn et lavpassfiltret som vist i Figur 8 med $C=1 \text{ nf}$ og $R1=1 \text{ k}\Omega$. Utfør en
AC-analyse. Bruk kurvetegnprogrammet og be om å få se spenningen V_{ut} i dB. Bruk
menyen `tools/cursor` til å sette inn en markør ved -3dB punktet. Merk simuleringen
med "Oppgave 1 LP-filter" ved hjelp av knappen [ABC]. Ta også en utskrift av den
genererte ascii-simuleringsfilen `<filnavn>.OUT`. Finnes under Analysis – Examine
output.

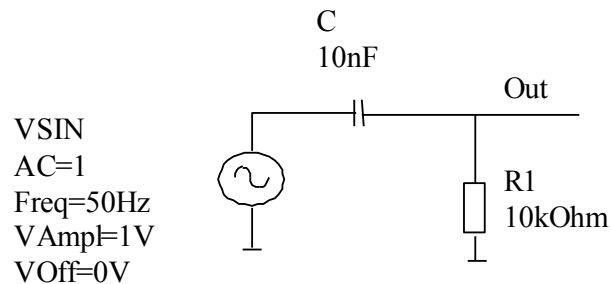


Figur 8. Lavpassfilter tegnet inn i
PSpice



Høypassfilter (HP)

Oppgave 2: Gjenta oppgave 1 men nå med høypassfilteret vist i figur 9, med $C=10\text{nF}$ $R1=10\text{k}$. Utfør en AC-analyse og vis signalet Out som dB (relativt til 1 volt). Finn filterets knekkpunkt. Merk simuleringen med “Oppgave 2 HP-filter”.

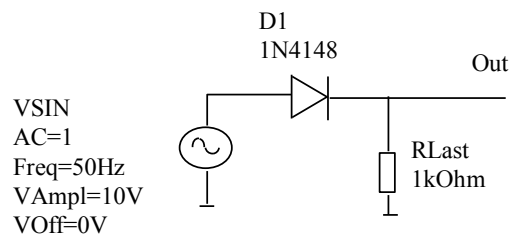


Figur 9. Høypassfilter

Enkel diodelikeretter uten filterkondensator. Transientanalyse

Vi ser på 5 perioder av 50Hz. ($t = 100\text{ms}$) Oppsett av PSpice er beskrevet på side 14.

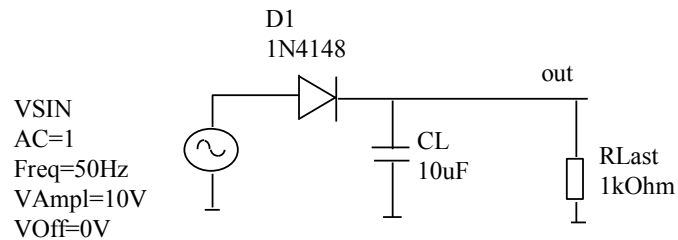
Oppgave 3: Tegn diodelikeretteren i Figur 10 og utfør en transientanalyse. Studer kurveformen og sett inn et markeringpunkt som viser amplituden. Merk simuleringen med “Oppgave 3 Enkel diodelikeretter” ved hjelp av knappen [ABC].



Figur 10 Enkel diodelikeretter

Enkel diodelikeretter med liten filterkondensator.

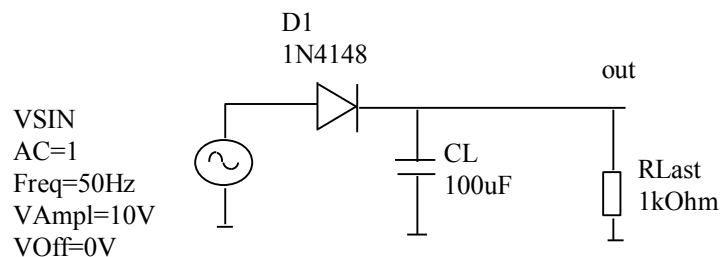
Oppgave 4: Gjenta oppgave 3 men med en filterkondensator på 10uF i parallell med lastmotstanden. Sammenlikn kurveformen med kurveformen for enkel likeretter uten filterkondensator. Finn *amplituden* på rippelspenningen ved å sette inn to aksekors, ett på peakverdien og et på kurvens minimumspunktet. Merk simuleringen med “Oppgave 4 enkel diodelikeretter CL=10uF” ved hjelp av knappen [ABC].



Figur 11: Enkel diodelikeretter med liten filterkondensator.

Enkel diodelikeretter med middels filterkondensator

Oppgave 5: Gjenta oppgave 4, men med en filterkondensator på 100uF i parallell med lastmotstanden. Finn rippelspenningen. Kommenter hva som skjer med rippelspenningen når filterkondensatoren økes. Merk simuleringen med “Oppgave 5 Enkel diodelikeretter CL=100uF” ved hjelp av [ABC] -knappen .

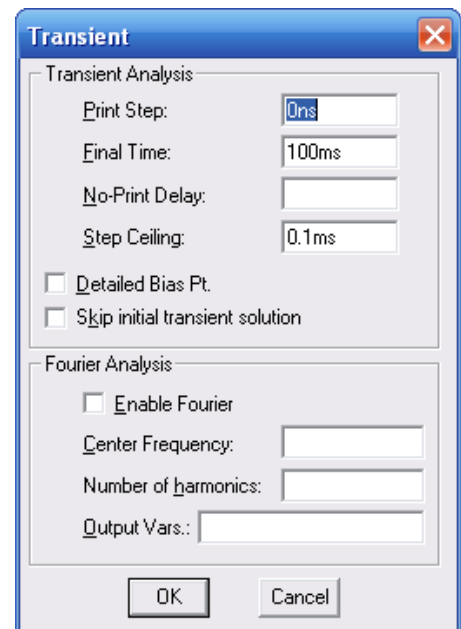
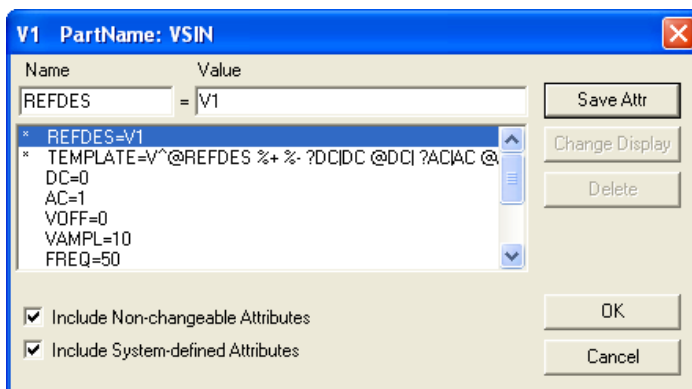
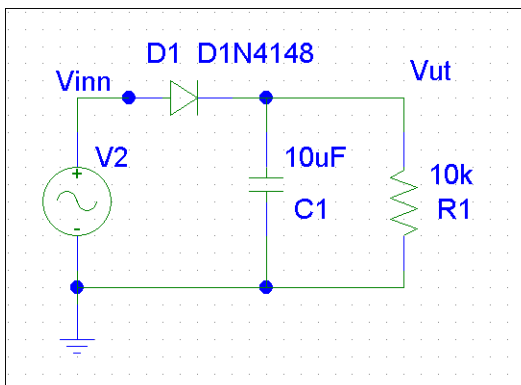


Figur 12: Diodelikeretter med middels stor filterkondensator.

Teori

Oppgave 6: Et LP-filter kan konstrueres ved at man kobler en kondensator til jord, mens et HP-filter kan konstrueres ved at man kobler en kondensator i serie som vist i figur 9. Hva sier dette deg om frekvensegenskapene til en kondensator? Hvordan fungerer denne sammenliknet med en spole?

Transient-analyse - Diodelikeretter med filterkondensator Oppsett i PSpice :



Skal du få med diodestrømmen $I(D)$ og inn / ut - spenningene på samme figur bør du følge denne oppskriften: Legg først inn Add trace for Vinn, - deretter Vut, --- så Plot – Add –Y-Axis så Add trace $I(D1)$
Komponentverdier $R=10K$ $C=10\mu F$ gir følgende resultat:

