

090423/TM
IDE-sektionen

Laboration 3

Simulering och mätning på elektriska kretsar

Förberedelseuppgifter inför Laboration 3:

1. Tag reda för figur 4. Vilket värde på V_1 som krävs för att potentialen i punkten A skall bli noll !
2. Bestäm vilken spänning V_{out} vi har i figur 10 efter lång tid om V_{in} är en likspänning på 5 Volt! Bestäm även vilken spänning V_{out} vi har precis vid tillslag av likspänning 5 Volt.
Kondensatorn är oladdad från början. Motivera ditt svar.
3. Skissa på spänningen $V_{out}(t)$ i figur 10 om vi antar att kondensatorn är oladdad från början ! Antag att likspänningen slås till vid tiden $t=0$.
4. Skissa hur spänningen ser ut över kondensatorn som funktion av tiden i figur 10. Antag att likspänningen slås till vid tiden $t=0$.
5. Hur ser tidskonstanten ut för uppladdningen av kondensatorn i figur 10 ?
Tänk att ni har en spänningstvåpol i kretsen. Genomför omvandlingar för att förenkla kretsen !
6. a) Vad är det för slags resonanskrets i figur 12 ?
b) Vad händer med strömuttaget från strömkällan vid resonans ?
7. Vad innebär godhetstal ?
8. Vad betyder bandbredd ?

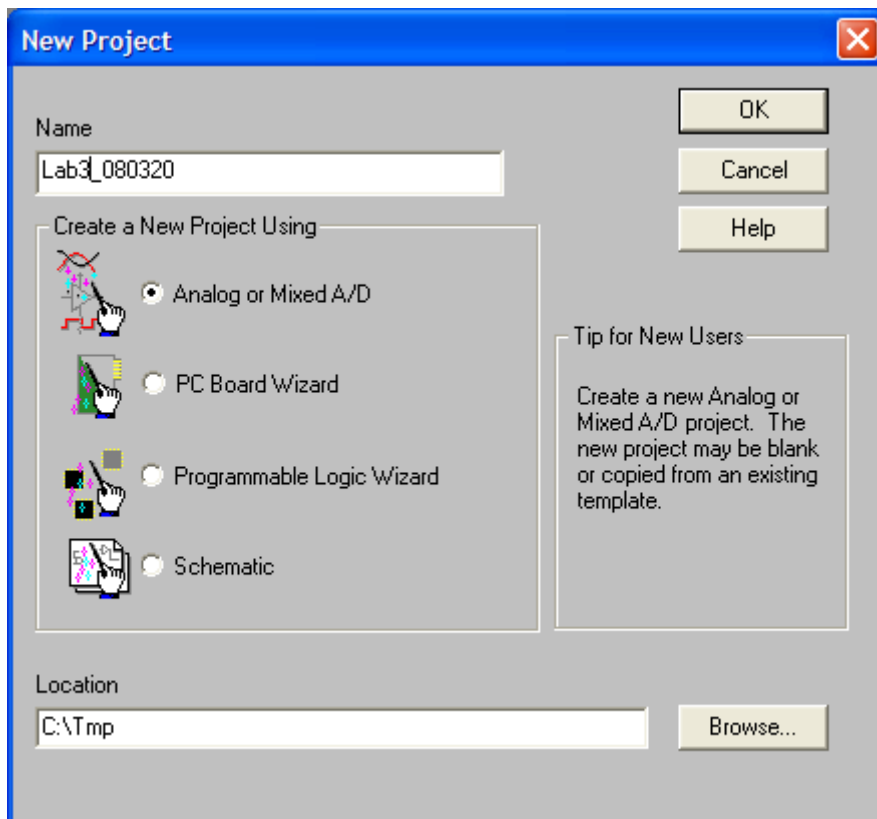
Starta programmet genom att välja under
ALL PROGRAMS -> Cadence PSD 14.2-> Capture CIS

Vi skall i denna laborationen endast rita och simulera.

Välj nu File-> New -> Project

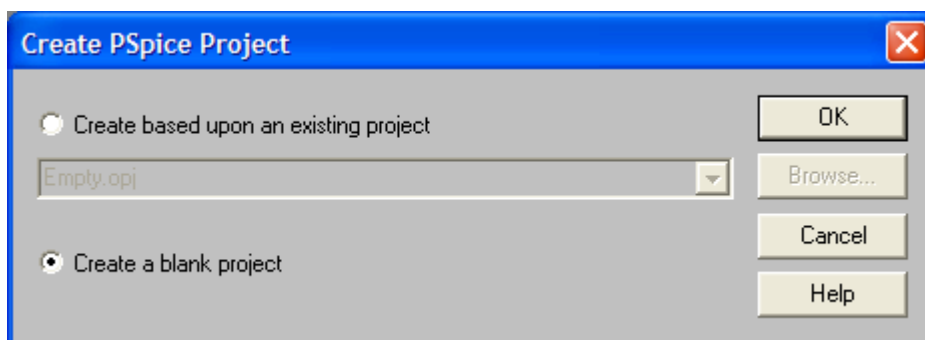
Ni bör då ha öppnat fönstret nedan om allt gått rätt. Döp ditt projekt t ex enligt figuren och spara projektet på en tillåten plats C:\temp .

Valet Analog or Mixed A/D gör att vi kan simulera kretslösningar både analoga och digitala samt skapa kretskortslayout.



Figur 1

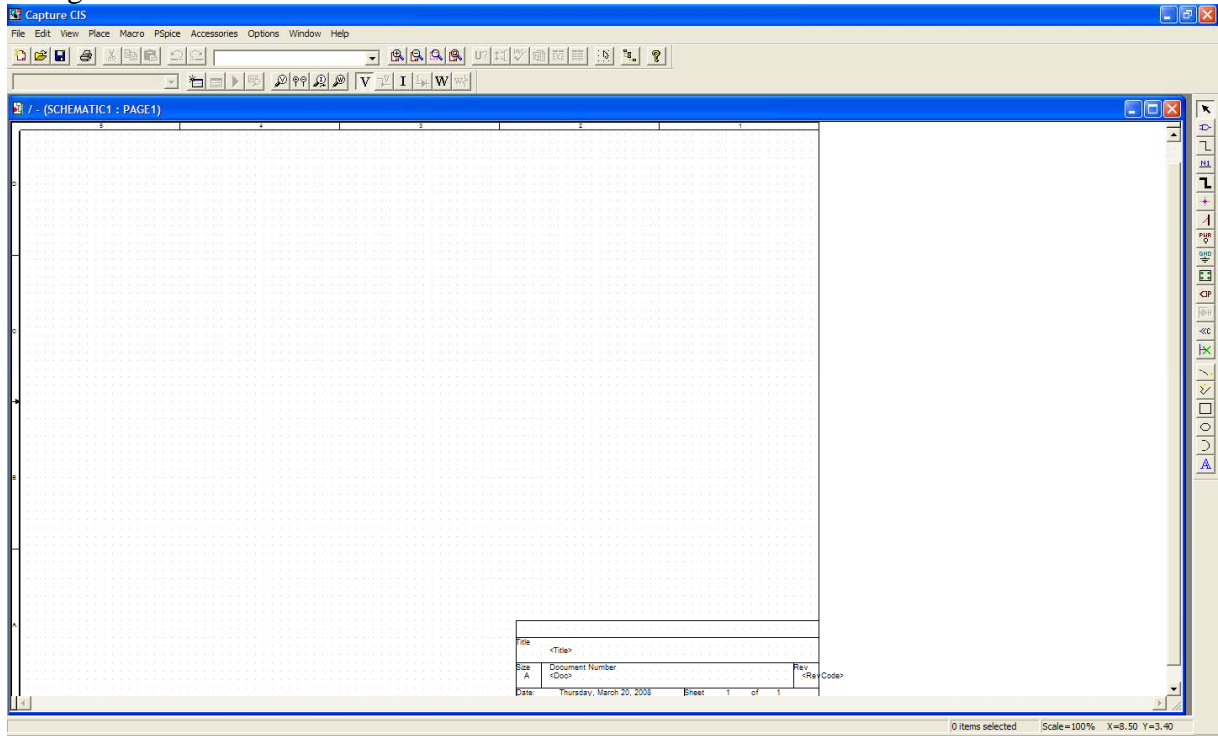
Därefter väljer du om ni skall använda ett befintligt projekt eller skapa ett helt tomt.
Välj helt tomt !



Figur 2

Nu äntligen är vi framme vid själva editorn där vi ska rita in våra komponenter.

Se figur 3!



Figur 3

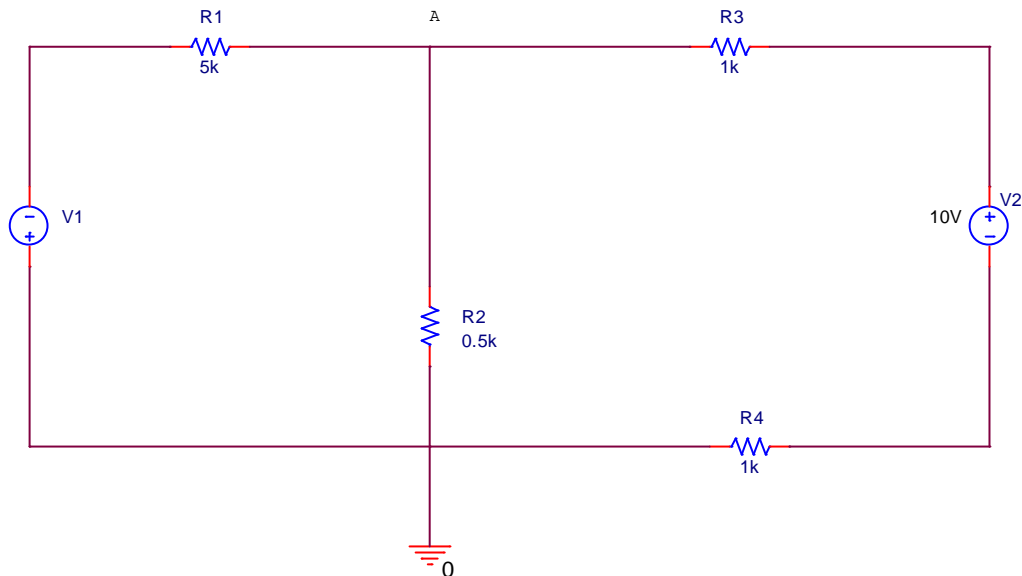
UPPGIFT: Tag reda på för vilket värde hos spänningskällan V1 som ger potentialen 0 i punkten A.

1. Likspänningssvep (DC-sweep)

Nedanstående krets skall skapas. Se figur 4 ! Det görs genom att hämta under Place- > Part Skriv in R (resistans). Välj från R/Analog ! Lägg ut 4 stycken.

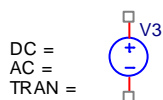
Det räcker egentligen att hämta en resten kan kopieras från den som är utlagd. För att vrida komponenten räcker det att markera komponenten och välja högerknapp, "Rotate".

Spänningskällan hämtas som VSRC/SOURCE . Välj rätt !



Figur 4

Spänningskällan som vi använder i figur 4 ser egentligen ut enligt nedan.
I den vänstra spänningskällan har jag raderat DC, AC och TRAN.
I den högra har jag raderat AC och TRAN samt skrivit in en likspänning (DC) 10 Volt.



Som ni ser har vi även en verktygsrad längs ut till höger. Där kan vi också hämta komponenter. Låt oss hämta själva jordningssymbolen där.



Välj knappen !

Jordningssymbolen som vi använder här är 0/SOURCE.



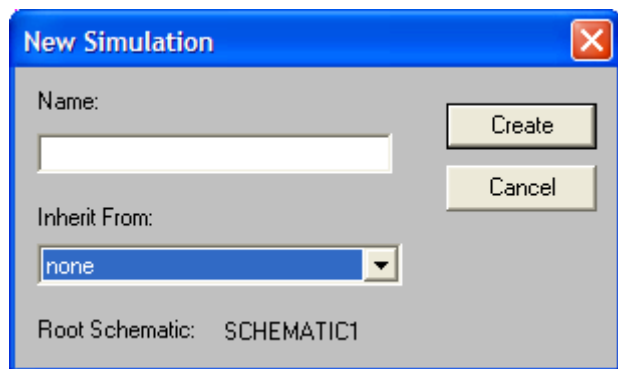
Lägg in den i figur 4!

För att koppla ihop alla komponenter i ert fönster så väljs den 3:e knappen uppifrån i verktygsmenyn. Knappen har en symbol enligt :



Se till att ni har lagt in rätt resistansvärden och rätt spänningsvärde på spänningskälla V2.
Notera att prefix kan användas och de betyder: k – kilo, m – milli, meg- Mega, u-mikro, n- nano o s v. Stora eller små bokstäver spelar ingen roll.

Nu skall vi förbereda en simulering det gör vi genom att gå in under PSpice -> New Simulation Profile



Figur 5

Välj ett lämpligt namn t ex Lab3_upp1. Tryck Create !

Vi har väsentligen 3 olika sorters simuleringar som vi kan göra och det är:

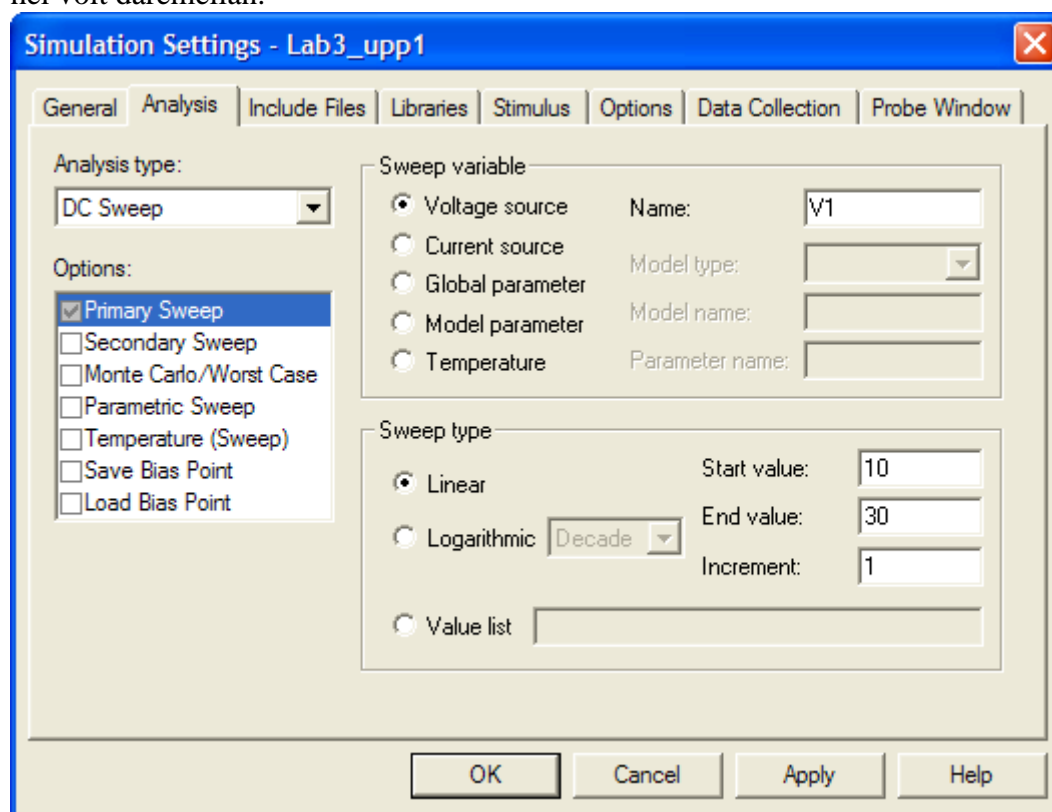
Time Domain (Transientanalys) – här kan vi se momentanvärden på spänningar och strömmar.

DC Sweep (Likspänningsvep)- Här kan vi låta en likspänningskällas spänning få variera inom ett visst intervall för att se hur spänningar och strömmar förändras.

AC Sweep (Frekvensanalys) – Här undersöker man hur spänningar och strömmar varierar i en krets för olika frekvensintervall. Intressant om vi har frekvensberoende komponenter som kondensatorer och induktanser.

Du väljer analystyp DC Sweep. Skriv in din spänningskälla, d v s V1 enligt figuren.

Vi har valt att starta svepet på 10 V och öka upp mot 30 V. Vi gör en ny beräkning för varje hel volt däremellan.

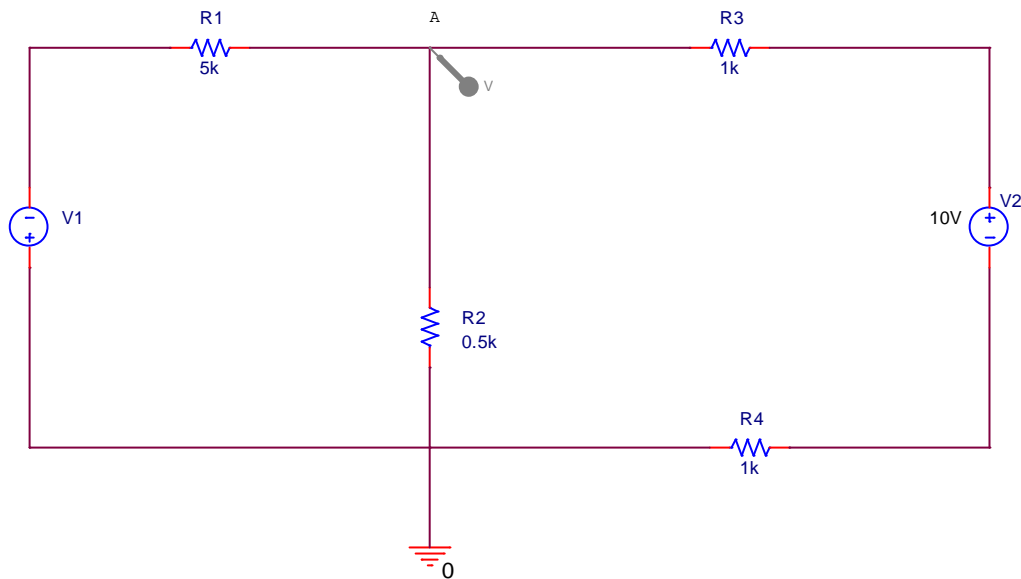


Figur 6

Nu är det bara att starta simuleringen genom att trycka på den blå pilspetsen i verktygsmenyn eller PSpice->Run (Funktionsknapp F11).

Om vi gör det så beräknas varenda ström och spänning som finns i vår koppling.

Vi kanske bara är intresserade av en sak nämligen att hitta när spänningen i punkten A blir noll. Välj en knapp som heter Voltage/ Level Marker och lägg in denna med spetsen på punkten A. Se figur 7 !



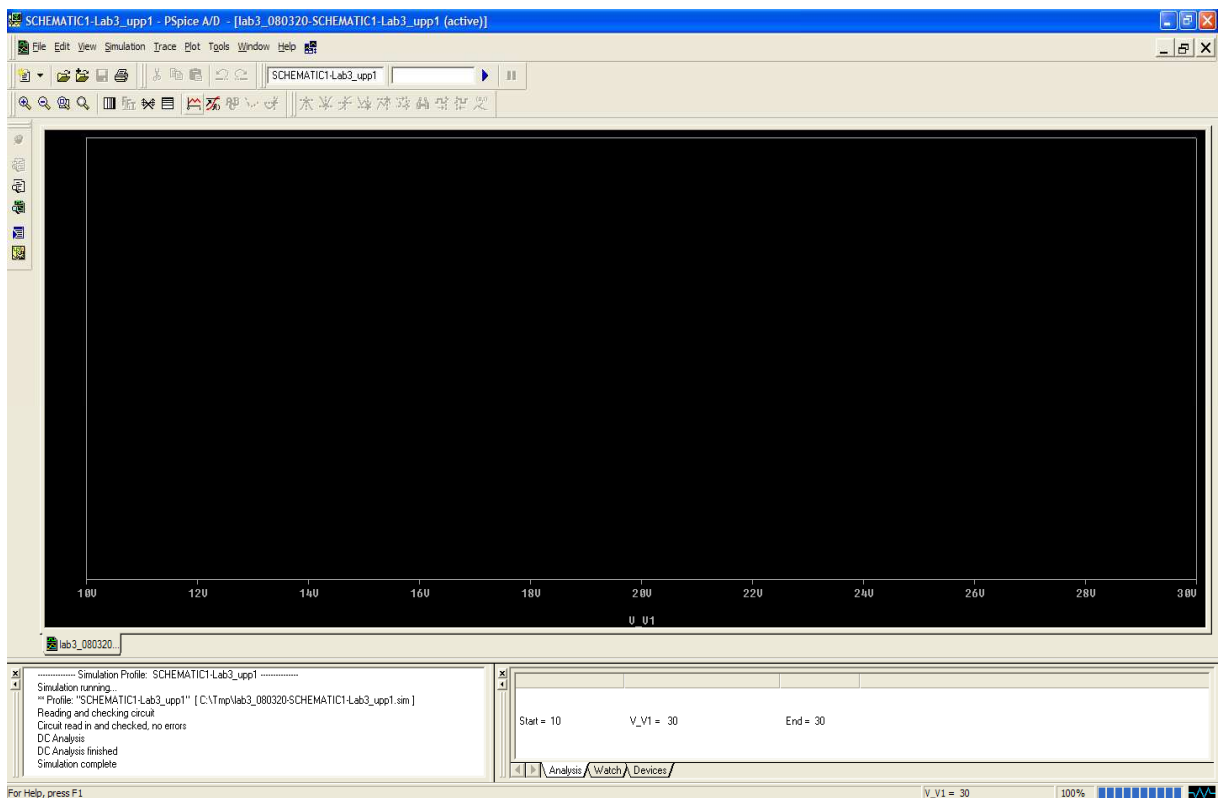
Figur 7

Starta nu simuleringen !

Nu öppnar sig ett nytt programfönster som visar simulerade resultat den heter SCHEMATIC och den visar den simulerade spänningen i punkten A.

Bestäm nu när spänningen i punkten antar värdet 0 !

Nedan visas hur fönstret ser ut utan någon inlagd mätpunkt.



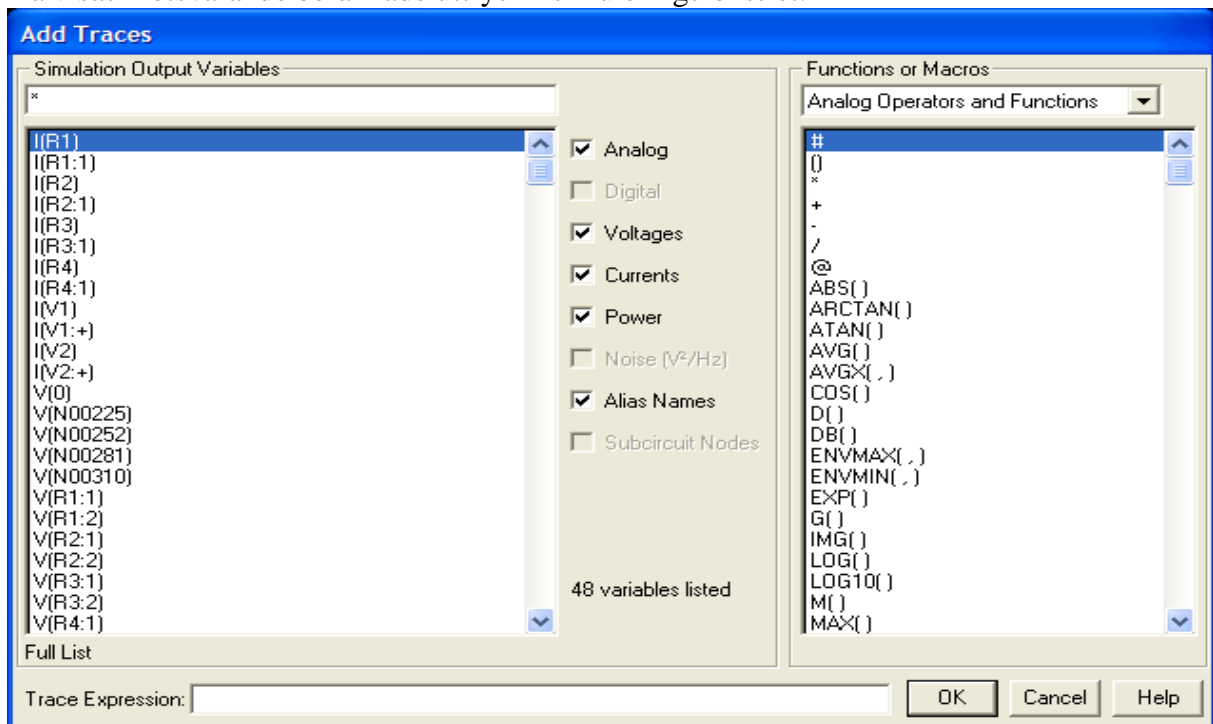
Figur 8

Leta upp Add Trace i verktygsmenyn eller Trace-> Add Trace.

Nu dyker det upp en lång lista med strömmar och spänningar som finns definierade i er uppritade krets (figur 9). Ni ser att figurfönstret består av två delar. Den vänstra innehåller alla variabelnamn och den högra matematiska funktioner som man kan använda på

variabelnamn för att beräkna andra saker ur simuleringen. Då skriver man bara uttrycket längre ner i figurfönster 9 och trycker på OK!

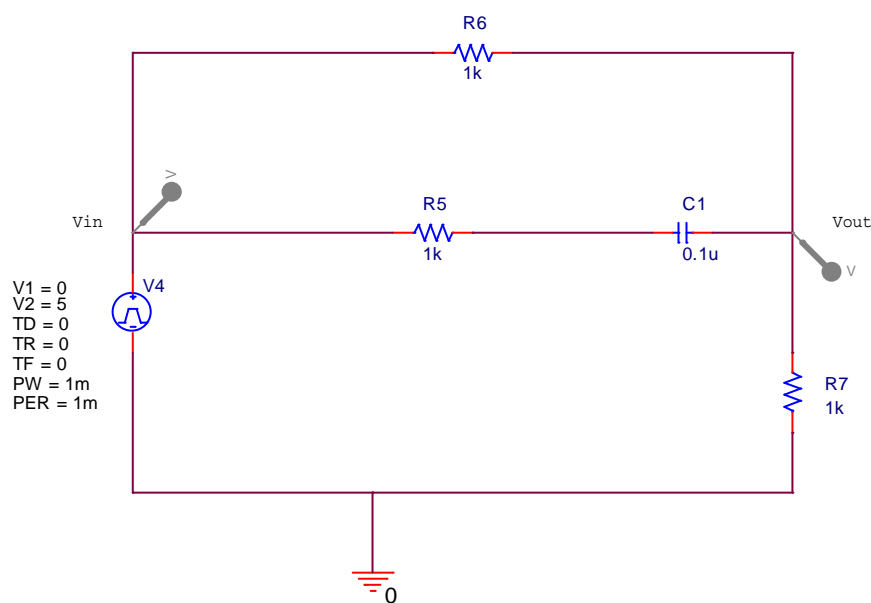
Då visas motsvarande beräknade uttryck i simuleringsfönstret.



Figur 9

UPPGIFT: Hur stor blir spänningen V_{out} direkt vid inkoppling och efter kondensatorns uppladdning ?

2. Transientanalys (Time Domain). Visar ungefär samma saker som man ser med ett oscilloskop. Skapa nedanstående koppling. Kondensatorn hämtas som C från Place-> Part.

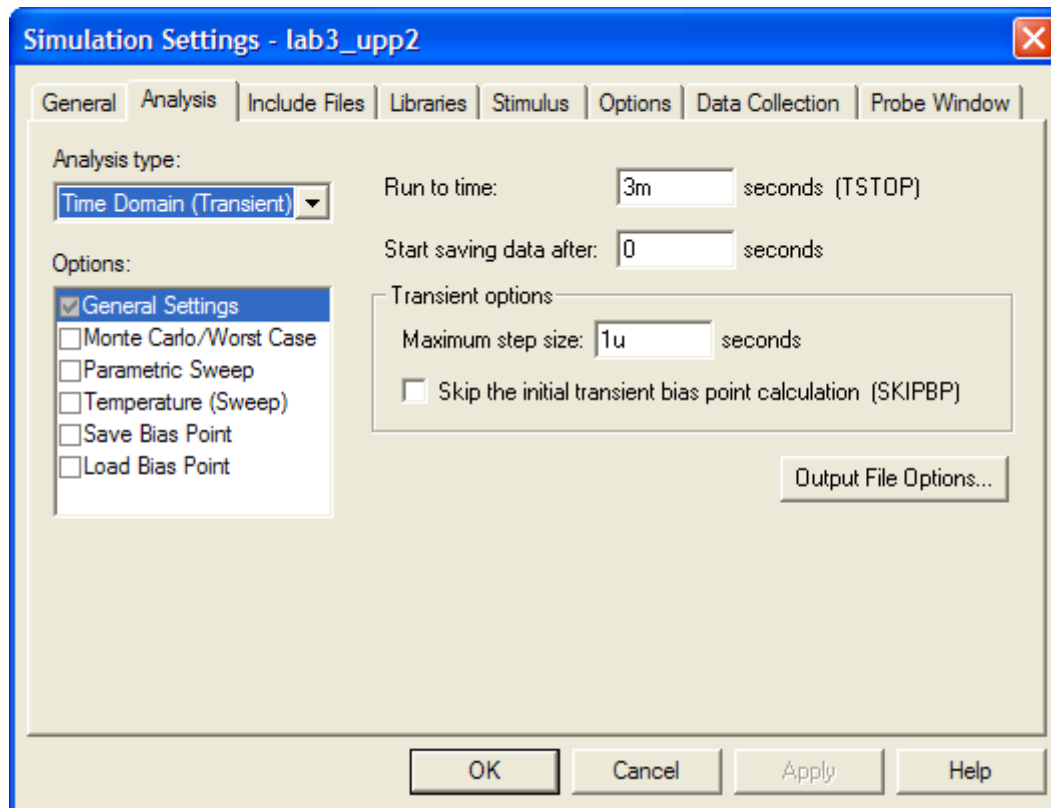


Figur 10

Pulskällan hämtas från Place-> Part som VPULSE. Betydelsen av varje argument hos denna. Se appendix !

Skapa nu en simuleringsprofil. Gå in under PSpice-> New Simulation Profile !

Därefter görs nedanstående val. Simuleringstid = 3msek. Beräkningsintervall = 1µsek.



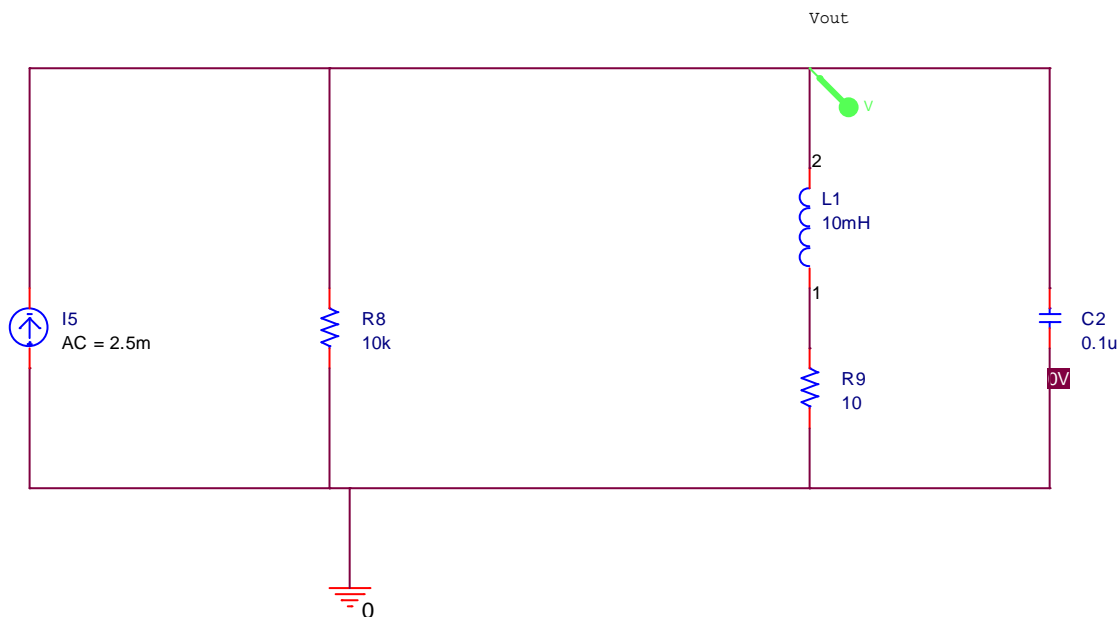
Figur 11

- a)
 - Bestäm V_{out} :s max- och minvärden !
 - Hur stor spänning ligger över kondensatorn ?
- b)
 - Ändra pulsbredden (PW) till 0.1m och simulera på nytt. Vad händer ?
 - Hur stor spänning ligger över kondensatorn ?
- c) Koppla upp enligt figur 10 på kopplingsplatta och mät V_{in} och V_{out} med oscilloskop. Kontrollera dina resultat från uppgift a) och b) ! Mät speciellt V_{out} :s max- och minvärden !

För att få en fyrkantsvågig signal med amplitud 2.5 V och där denna ligger mellan 0V och 5V. Tryck in knappen FYRKANT och INV under ratten FUNCTION. Ställ in så att vi får en pulsbredd på ca: 10%. Justera med offsetknappen så att fyrkantsvågen ligger med sin låga nivå på 0V.

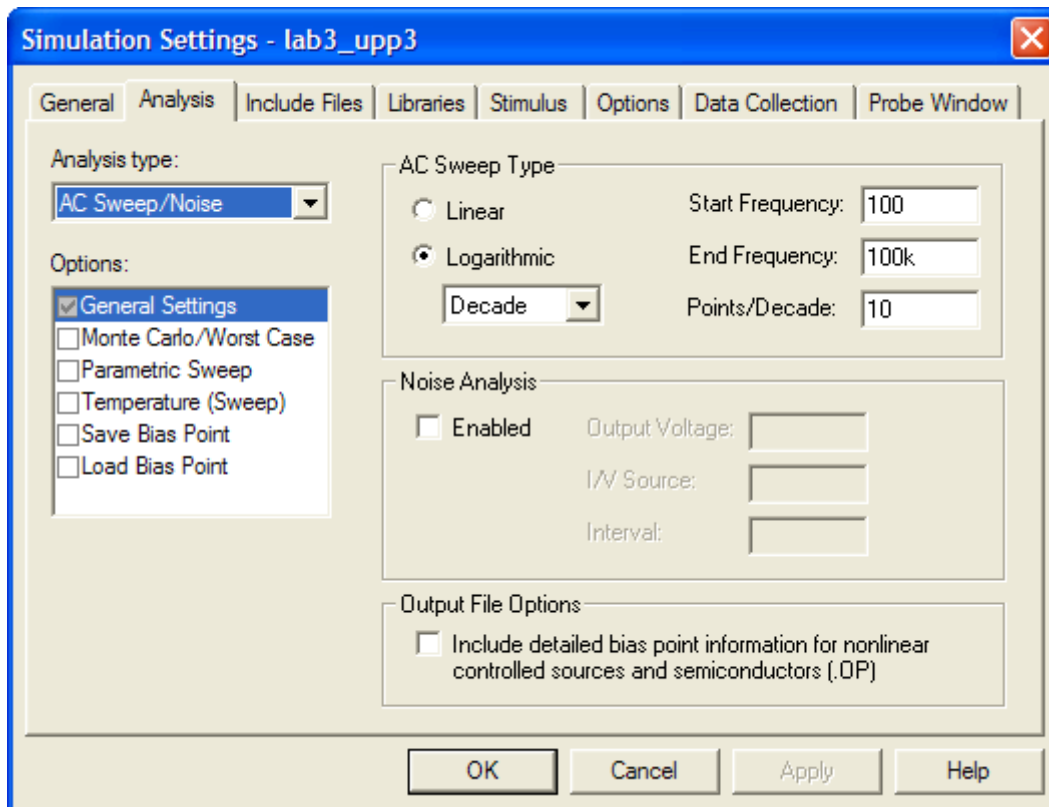
UPPGIFT: Beräkna resonansfrekvensen för kretsen nedan!

3. Frekvensanalys (AC Sweep). Här studeras hur kopplingen svarar mot olika frekvenser, dvs om vi har frekvensberoende komponenter som L och C, så kommer dessa att ha olika impedanser vid olika frekvenser. Till exempel en kondensator svarar mot en kortslutning vid höga frekvenser och ett avbrott vid låga. Medan däremot en induktans är i princip en kortslutning för likström (frekvens = 0) och ett avbrott för mycket hög frekvenser. Rita upp kopplingen nedan. Induktansen hämtas som L under Place-> Part. Strömkällan heter ISRC. Nedan har jag plockat bort DC och TRAN.



Figur 12

Simuleringen ställs in enligt figur 13. Jag kommer låta strömkällans frekvens variera från 100 Hz till 100 kHz. Beräkning genomförs för 10 stycken frekvenser på en dekad. Vad är en dekad? Jo det är en förändring med en faktor 10 i frekvens!
20-200Hz = 1 dekad, 10-1000 Hz = 2 dekader



Figur 13

Kör simuleringen !

Om allt har gått bra så visas nu utspänningen V_{out} som funktion av frekvensen.

Mät upp resonansfrekvensen och försök att bestämma bandbredden !

Leta upp verktygsknappen, Toggle Cursor. Med denna blir det lätt att bestämma resonansfrekvensen. Bandbredden kan vi formulera som ett matematiskt uttryck $\text{MAX}(\text{"Utvariabel"})/\text{SQRT}(2)$, Utvariabelnamnet står längst ner till vänster i SCHEMATIC-fönster .

Försök att formulera detta uttryck under Traces -> Add Traces

Se figur 9 !

- Mät upp resonansfrekvens !
- Mät upp bandbredd

UPPGIFT: Beräkna bandbredd och godhetstal.

4. Parametriskt svep, om vi vill studera vad som händer när en parameter varierar i kretsen.

Låt oss använda ungefär samma krets som i föregående uppgift.

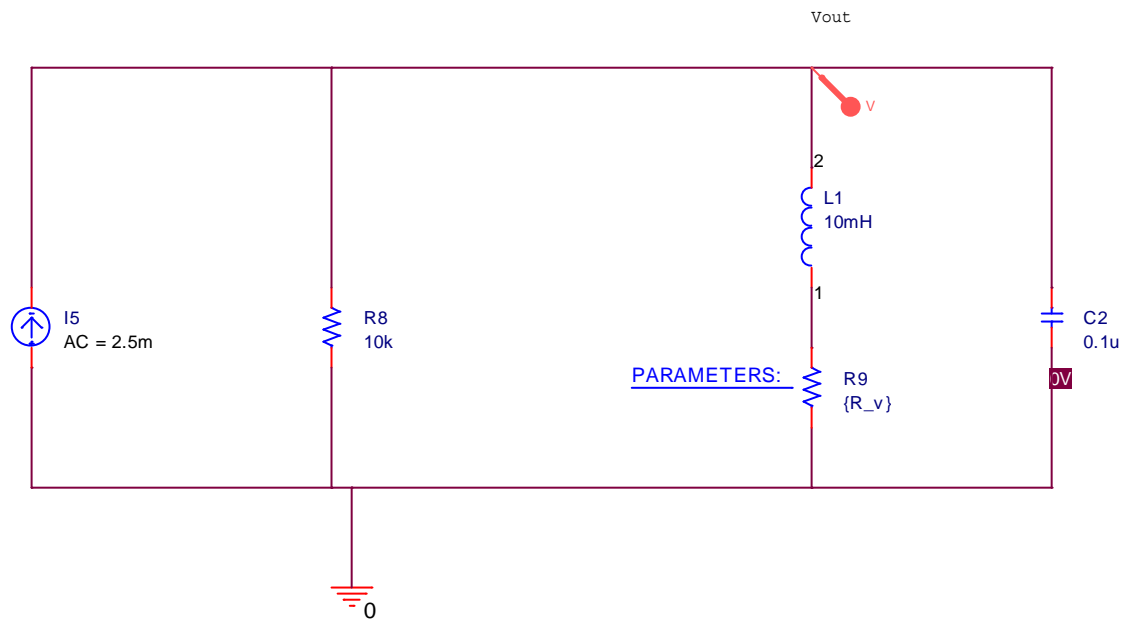
Grenen som innehåller en induktans och resistans skulle kunna tolkas som en fysikalisk spole. Resistansen blir den inre resistansen i spolen. I uppgift 3 så gjorde vi ett AC Sweep för nedanstående krets, men här tänker vi oss att undersöka kretsen både för olika frekvenser samt låta resistansvärdet ändra sig från 10Ω till 70Ω .

Vad är ändrat i kopplingen ?

Jag har tagit värdet 10Ω hos resistansen R9 och bytt den mot $\{R_v\}$.

Det indikerar att den kan anta en mängd olika värden.

Jag har också hämtat symbol som heter PARAM.

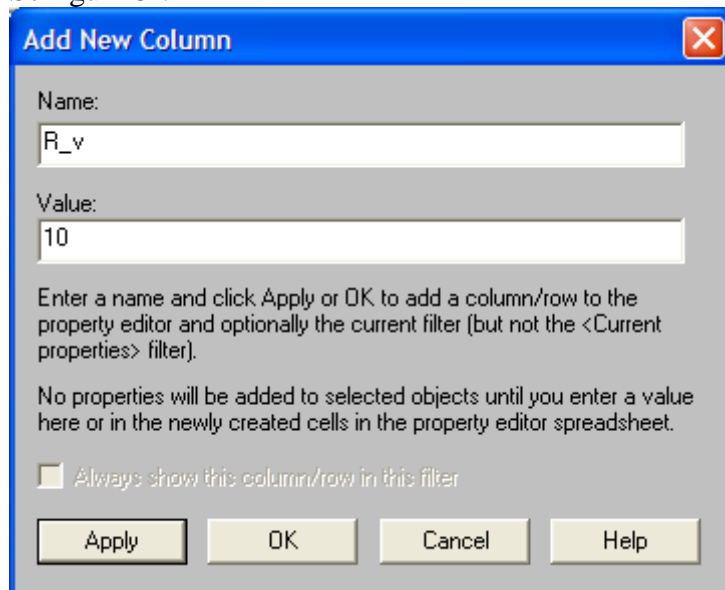


Figur 14

Dubbelklicka på denna symbol. Välj New Column och skriv in variabelnamnet R_v och värdet 10. Därefter Apply !

Värdet 10 används om vi inte gör ett parametriskt svep.

Se figur 15 !



Figur 15

Nu är det dags att ändra simuleringsinställningarna. PSpice-> New Simulation Profile

Antingen skapar vi en ny eller så ändrar vi i en gammal.

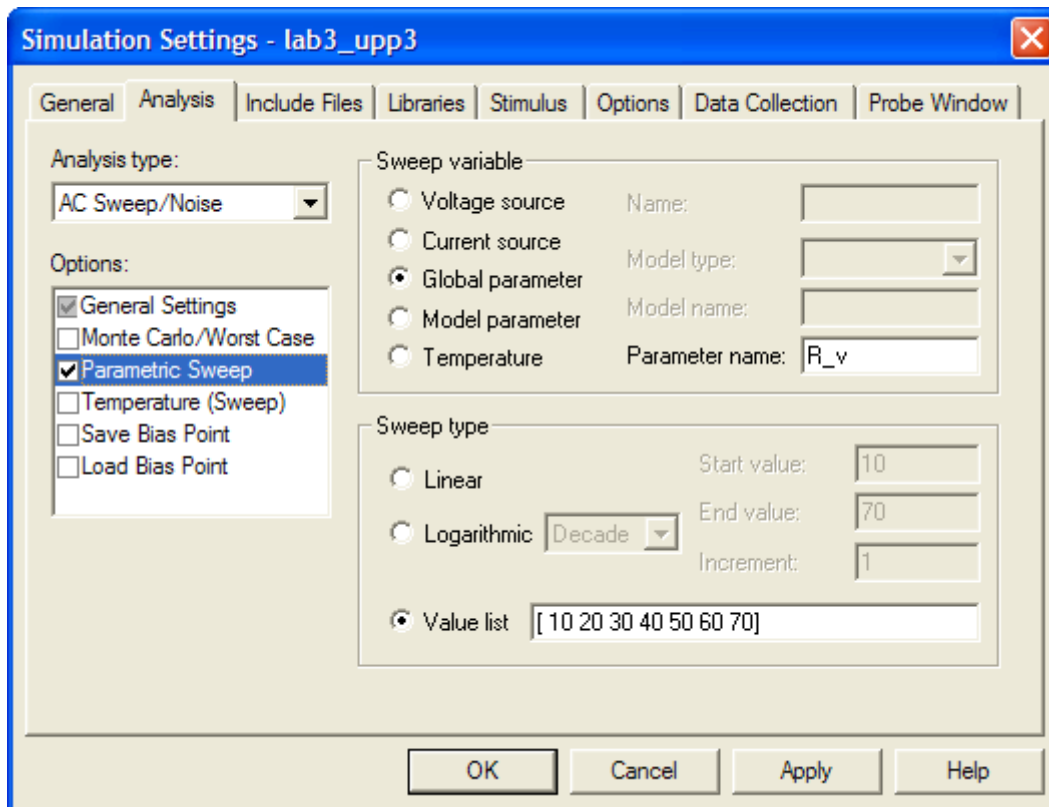
AC Sweep ska väljas precis likadant som i uppgift 3 med samma frekvensintervall.

Se figur 13 !

Utöver detta skall vi också välja ett parametriskt svep. Se nedan i figur 16 !

Kryssa för Parametric Sweep. Markera Global Parameter och skriv in din parameter som vi ska svepa. Nämligen R_v, samt tala om vilka värden vi vill sätta in.

Vi har gjort en lista med värden som vi har lagt in.



Figur 16

Slutligen starta simuleringen!

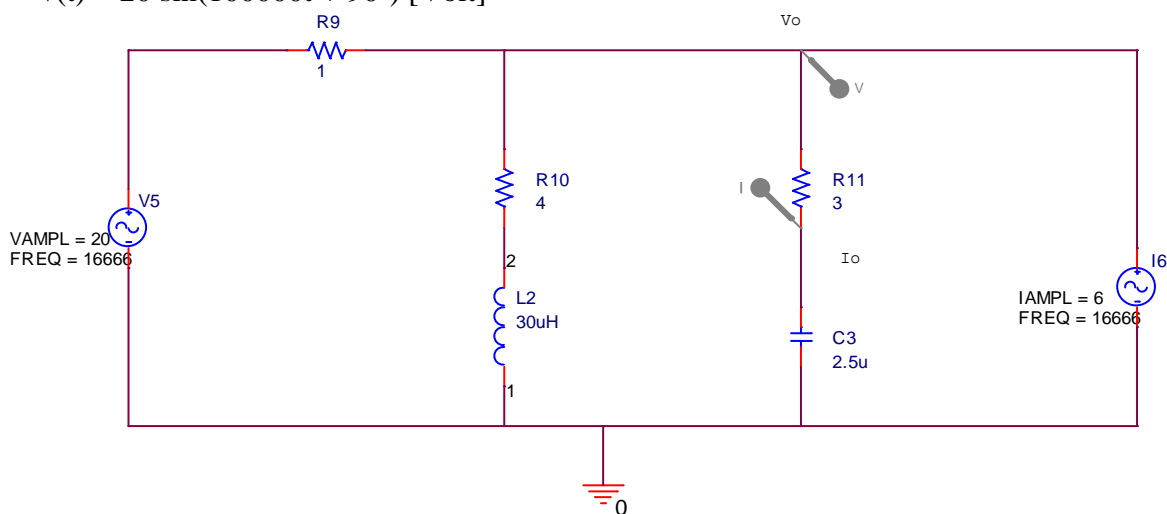
- Vilken betydelse har den inre resistansen i spolen ?
- Är godheten bättre eller sämre med ett stort R ?
- Hur hänger detta ihop med vilka förluster vi har i spolen ?
- Hur påverkas bandbredden av ett stort R ?

UPPGIFT: Beräkna strömmen I_o och spänningen V_o i kretsen nedan !

5. Transientanalys. Vi använder ISIN och VSIN som signalkällor.

Strömkällan är $i(t) = 6 \sin(100000t)$ [A] och spänningskällan

$v(t) = 20 \sin(100000t + 90^\circ)$ [Volt]



Figur 17

Notera att jag har lagt in 2 stycken markörer för att dels mäta spänning men också för att mäta ström. På den runda delen av markören ser man vilken storhet som mäts.

- * Verifiera att vi har en induktiv ström genom R10 !
- * Verifiera att Io är en kapacitiv ström !

För att lägga in värden på frekvens, amplitud och fas måste ni dubbelklicka på symbolen. Då öppnas ett fönster som heter Property Editor.

Leta upp följande variabler: `FREQ`, `PHASE`, `VAMPL` och `VOFF (=0)`. Fyll i dessa och tryck på `APPLY`-knappen uppe till vänster. Därefter väljer ni simuleringsprofil och startar er simulering. Tänk på hur stor periodtid ni har vid val av simuleringstidens längd !

För strömkällan gäller det variablerna: `FREQ`, `PHASE(=0)`, `IAMPL` och `IOFF (=0)`

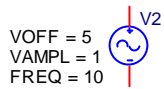
OBS!

Det spelar roll var ni sätter strömmarkören, d v s ni skall sätta den på den pinne som ger var strömmen går ut från komponenten. Annars får ni se att i resultatet efter simuleringen denna markeras med minustecken. Ett minustecken ger ett fasskift på 180 grader.

APPENDIX

Nedanstående symbol är en spänningskälla som heter VSIN/SOURCE.

Den innehåller 3 argument, offsetspänning (DC = likspänning) och därefter en amplitud A för en växelspanning $v(t) = A \sin(\omega t)$ och som tredje argument har vi frekvensen för växelspanningen (AC= växelspanning).

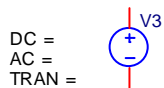


Symbolen nedan heter VSRC/SOURCE, innehåller 3 argument för egentligen att användas vid 3 olika analyser: DC-svep, AC-svep och transientanalys.

Med detta menas att vi skriver in amplituderna som hos spänningskällan som kan användas vid respektive analys. DC-svep då ändras spännings amplitud från t ex något värde 0 och ökas till ett slutvärde för att se hur kretsens spänningar och strömmar påverkas av detta.

Vid AC-svep ändras signalkällans frekvens från något startvärde mot något slutvärde. Då ser man hur vissa komponenter (L och C) som är frekvensberoende kommer att få ändrade impedanser. Detta resulterar i ändrade strömmar och spänningar i kretsen som funktion av frekvens.

Vid Transientanalys så skickar man in väldefinierade spänning och ser momentanvärdet hos olika spänningar och strömmar i en befintlig krets.



Symbolen heter VPULSE/SOURCE. Den innehåller sju stycken argument.

Parametrarna står för följande:

V1 – från vilken nivå startar pulsen 0V.

V2 – pulsens slutnivå, 5V.

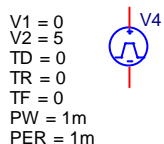
TD(delay time -fördröjningstid) – vid vilken tid kommer pulsen.

TF (fall time) – tiden det tar att gå från hög nivå till låg nivå.

TR (rise time) - tiden det tar att gå från låg nivå till hög nivå.

PW (pulse width)-pulsbredd, hur lång är pulsen i tid.

PER (periodtid)



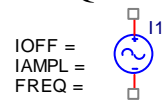
Symbolen är en strömkälla och heter ISIN/SOURCE.

Den består av tre argument.

Ioff= Offsetström (DC-ström)

IAMPL= Amplituden för växelströmmen.

FREQ = frekvensen



Nedan visas en strömkälla ISRC/SOURCE. Symbolen består av tre argument: AC, DC och TRAN.

Det som skrivs in i var och en av dem är amplituden, men vi behöver bara en av dessa eftersom vi kanske bara är intresserade av att göra en analys åt gången.

AC- amplituden för strömkälla vid AC Sweep

DC – amplituden för strömkällan vid DC Sweep

TRAN – amplituden för strömkällan vid transientanalys.

