

Laboration 3_dell i Elektronik för E2/D2/Mek2

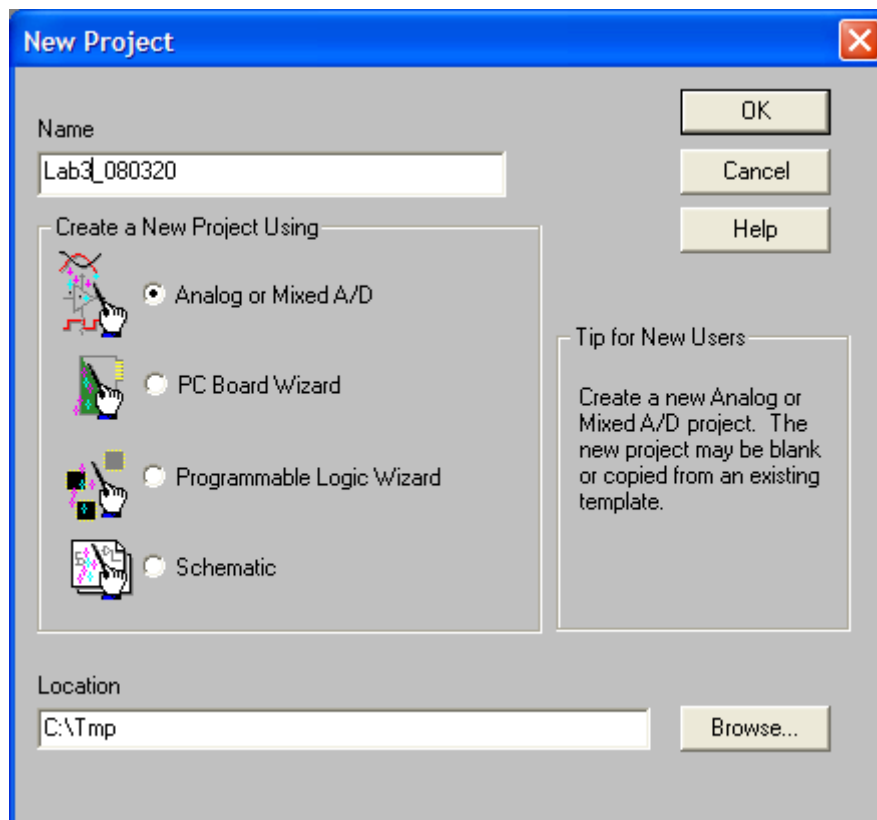
Starta programmet Capture CIS. Det är en programvara från CADENCE som ni har använt tidigare i Elläran. Vi skall nu använda densamma för att simulera Elektronik-kopplingar. I vårt fall speciellt OP-kopplingar.

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

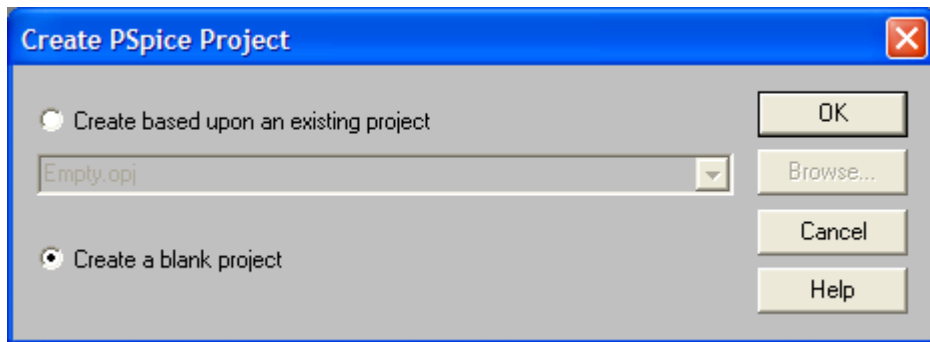
Ni bör då ha öppnat fönstret nedan om allt gått rätt. Döp ditt projekt t ex enligt figuren och spara projektet på en tillåten plats C:\temp .

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



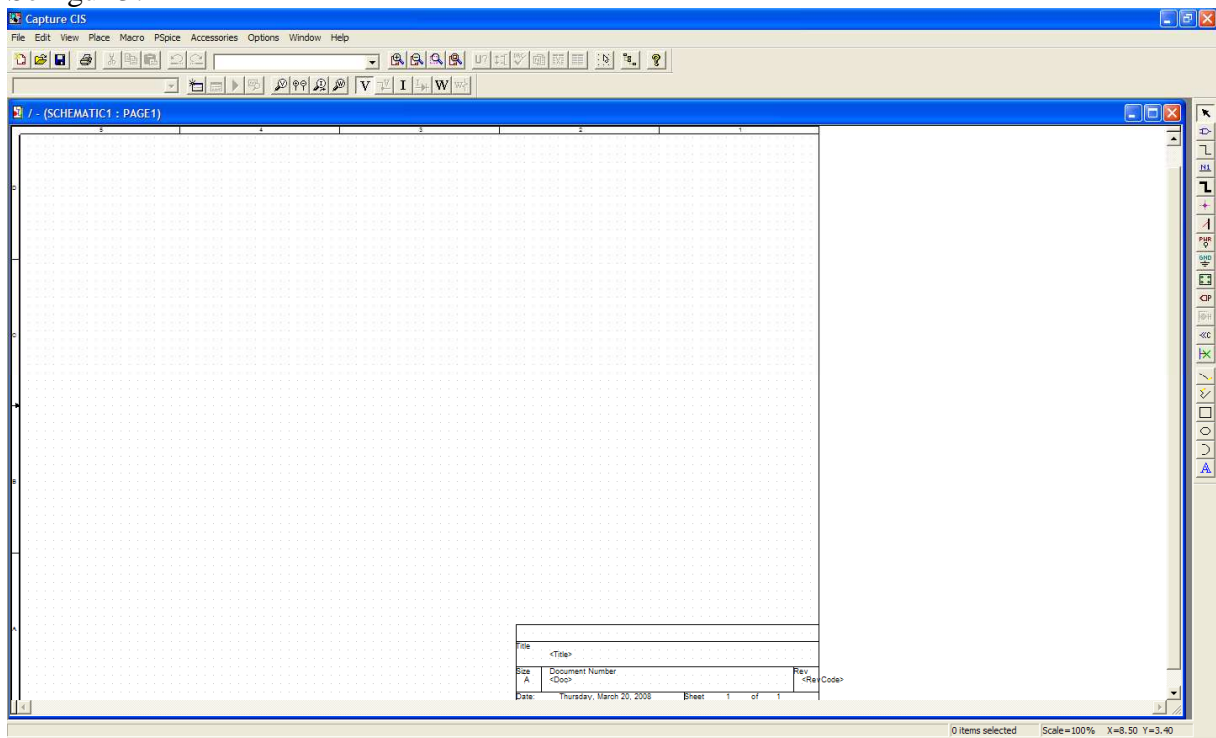
Figur 1

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



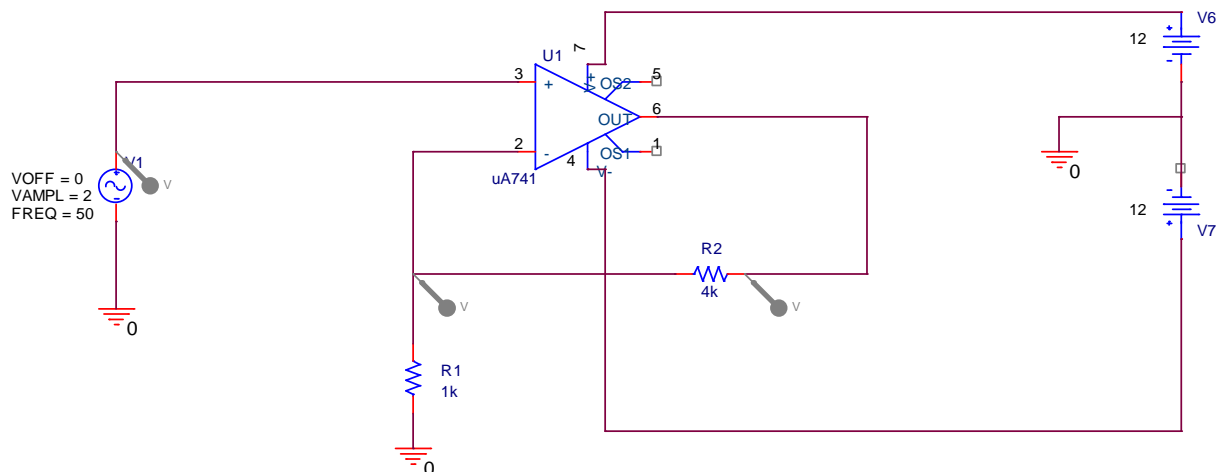
Figur 2

Nu äntligen är vi framme vid själva editorn där vi ska rita in våra komponenter.
Se figur 3!



Figur 3

1. Nedanstående är exempel på en icke-inverterande förstärkare. Hur ser man detta ?



Figur 4

För att åstadkomma ovanstående koppling hämtas OP:n som uA741.

Signalkällan som VSIN och likspänningskällor för spänningsmatning av OP som VDC.

Jordsymbolen heter 0 och hittas i verktygsmenyn längst till höger under symbolen GND.

Ställ in simuleringstid till 80 msek, dvs 4 perioder. Hur stor förstärkning har vi teoretiskt i denna koppling och hur stor får ni i er simulering ?

Vad händer om signalamplituden ökas till 3 Volt ?

Försök att uppskatta inresistansen i kopplingen m h a strömmätning i kopplingen ?

Verkar det rimligt jämför med kursboken !

2. Tag fram en inverterande förstärkare med samma förstärkning som ovan. Visa simuleringen ! Använd samma matningsspänningar och signalkälla.

3.

Tag fram en adderare (summator) där vi adderar 3 stycken likspänningar på 0.5, -2 och 3 Volt respektive. Var och en av dessa skall få en förstärkning på en faktor 3.

Simulera denna och visa resultatet !

Bestäm själv lämpliga resistorvärden !

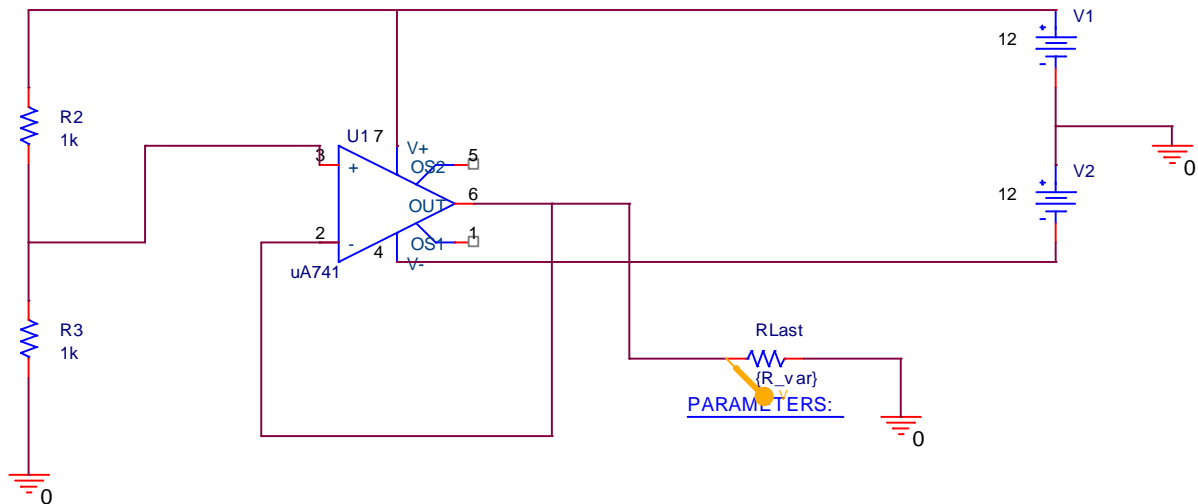
4.

Tag fram en OP-koppling som ger en skillnadsförstärkning (differential Amplifier) på 5 ggr. Välj lämpliga resistorvärden själv. Antag att matningen av OP:n är ± 15 Volt.

Dina insignaler är $v_1(t) = 2 \sin(2\pi 200t)$ och $v_2(t) = 3 \sin(2\pi 200t)$.

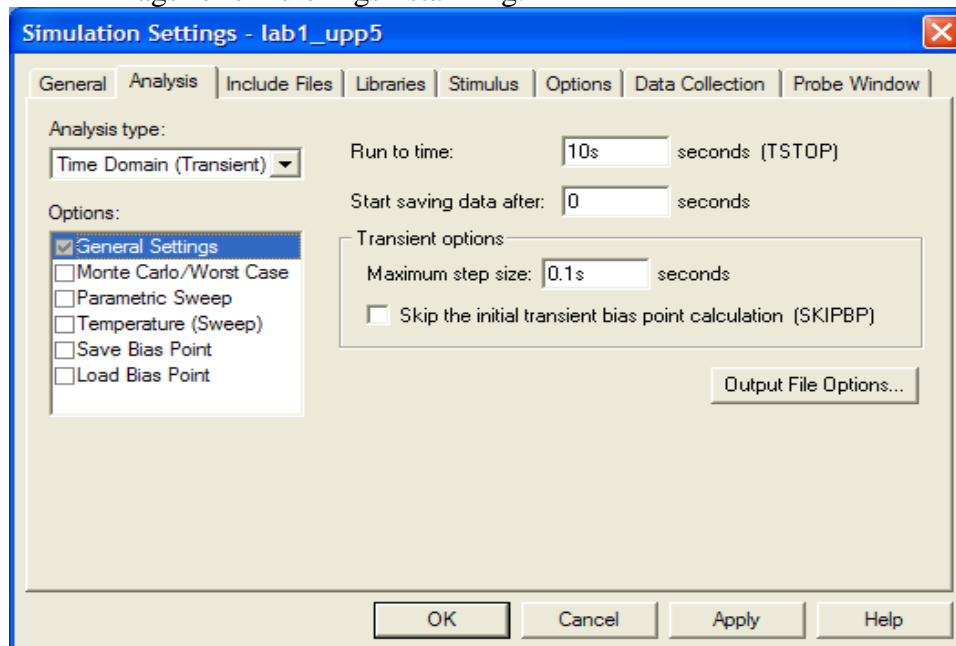
Visa att kopplingen beter sig lämpligt !

5. I kopplingen nedan har vi en spänningsdelare inkopplad på en spänningsföljare. På utgången av OP:n har vi en resistor som kan tänkas variera kraftigt, men den skall ändå försörjas med samma spänning. Det enda som skiljer från tidigare kopplingar är lastresistorn. Hämta komponenten Param och lägg ut denna. Dubbelklicka på resistansvärdet och ändra resistorns värde till {R_var}. Dubbelklicka på Param och välj New Column och skriv in variabelnamnet R_var och värdet 100. Därefter Apply!



Figur 5

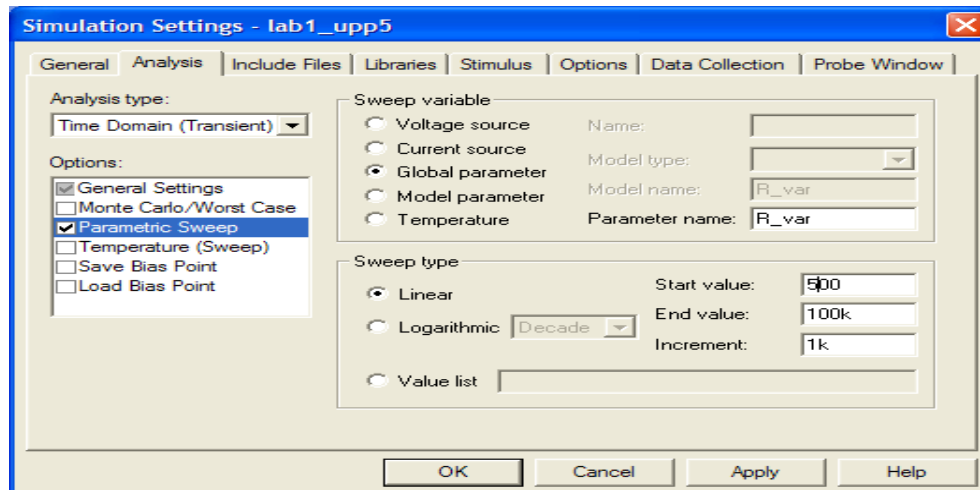
Dags för simuleringsinställning.



Figur 6

Men detta räcker inte vi behöver också göra inställning för parametern R_var. Vi skall låta denna variera från 500Ω upp till 100 kΩ.

Se nedan för hur vi skall ställa in denna!



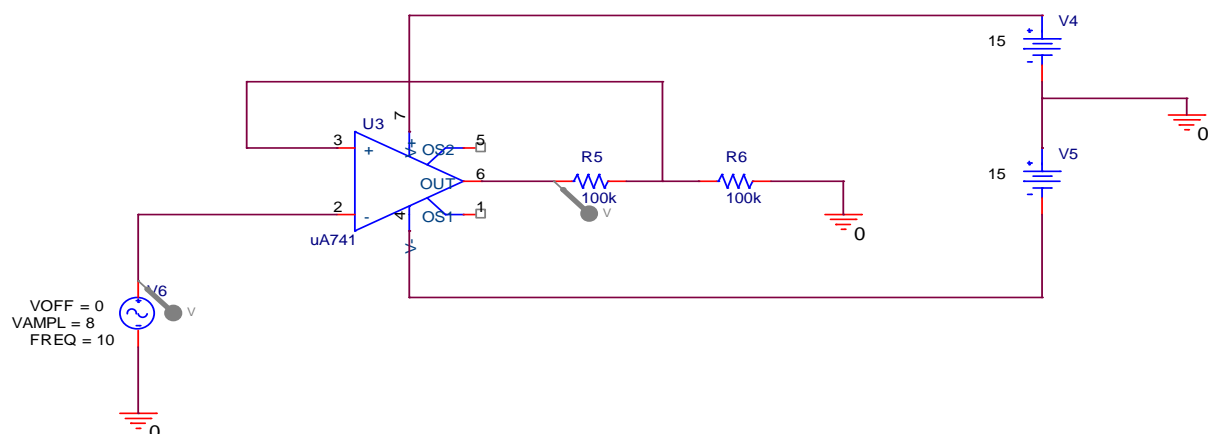
Figur 7

Hur påverkas spänningen över lasten för olika värden på belastningsresistansen ?
Om vi sänker resistansen till 100Ω. Vad händer nu ? Förklara !

Vi har i tidigare kopplingar sett exempel på förstärkarkopplingar med negativ återkoppling. Det är önskvärt i nästan alla praktiska fall att ha negativ återkoppling för att få stabilitet samt bli mer okänslig för variationer hos komponenter.

I några fall kan man tänka sig positiv återkoppling i bland annat två komparatorkopplingar. En komparator är en komponent där vi jämför insignaler på 2 ingångar med varandra och den som är störst förstärks med tecken och allt. Tänk en OP som har 2 stycken ingångar en inverterande och en icke-inverterande. M h a positiv återkoppling kan vi med spänningsdelning se till att omslag för komparator sker vid godtycklig spänning.

6. Bygg upp nedanstående koppling som är en inverterande komparator med hysteres (Schmitttrigger). Simulera 1 sek (transientanalys) och ha ett maximalt simuleringsteg på 1 msek.



Figur 8

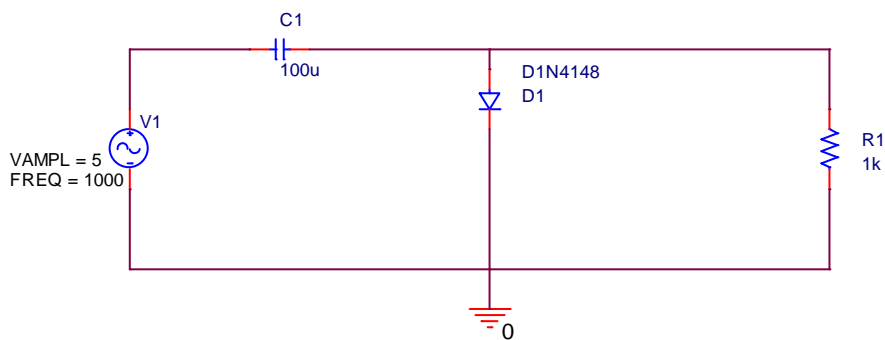
Förklara vad som händer ?

Vad menas med hysteresen i ovanstående koppling ? Vilket syfte har den ?

Om vi sänker insignalens amplitud till 7 Volt. Hur påverkar det utsignalen ?

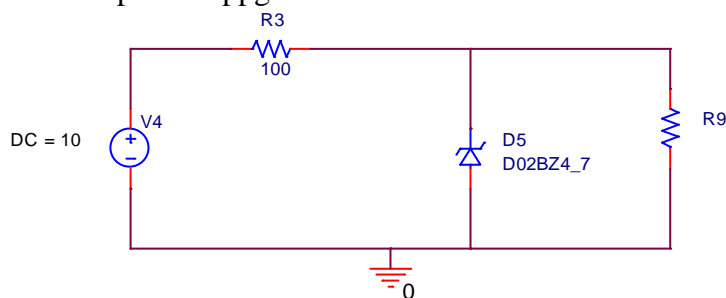
Ändra omslagspunkterna till $\pm 3V$ istället genom att välja andra värden på motstånden !

7. Visa att nedanstående låskrets fungerar som avsett !

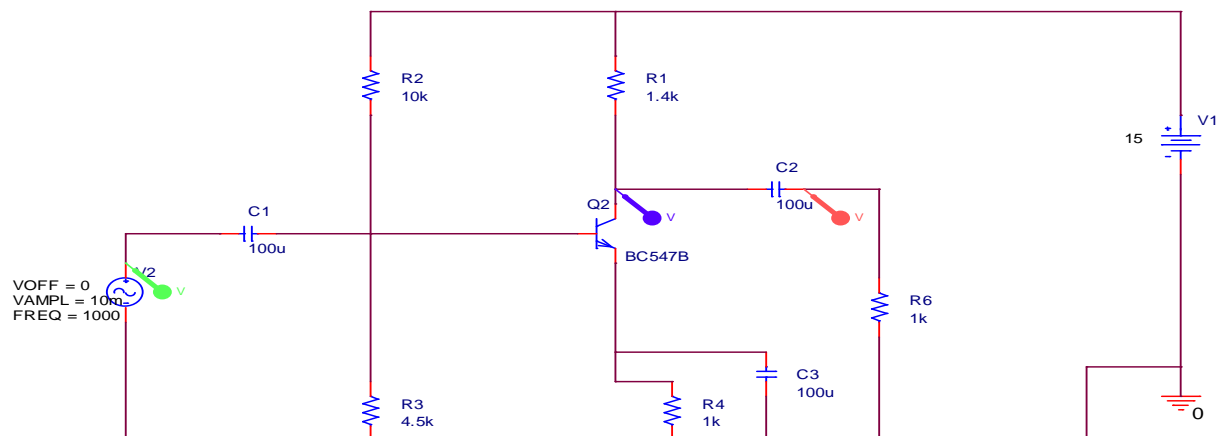


8. Designa en klippkrets som klipper bort spänning ovanför 4.75 V och under -4.75. Använd zenerdioder D02BZ3_9 (zenerspänning 3.9 V). Bestäm själv lämpligt resistorvärde. Visa att avsedd funktion fås. Insignal är en sinus med amplitud 7 Volt och frekvens 1000 Hz.

9. Bestäm R9 så att effektutvecklingen i zenerdioden inte överskrider 200mW ! Zenerdioden har en zenerspänning på 4.7 Volt. Effekten kan mätas med en wattmeter. Ni hittar mätproben bland övriga mätprobar för ström och spänning. Notera att wattmetern placeras på komponenten. Ni kan låta R9 få variera mellan olika resistansvärden. Se elläralab hur man simulerar ett parametriskt svep eller uppgift 5 ovan.



10. Nedan har vi en förstärkarkoppling med bipolartransistor BC547B.



Figur 4

Notera att signalkällan kallas för VSIN och likspänningskällan för VDC.

Kopplingen är ett GE-steg (Common-emitter Amplifier). Normalt sett så använder man inte ett förstärkarsteg själv utan dessa är ihopkopplade med varandra i flera steg, men för att förstå en flerstegsförstärkare underlättar det om man kan förstå ett enkelt förstärkarsteg först.

Simulera genom att köra transientanalys så att vi ser ca: 10 perioder.

Följande skall utföras på ovanstående koppling:

- Undersök vilken signalförstärkning vi har. Jämför med den teoretiska !
- Hur stor är U_{CE} respektive U_{BE} ?
I vilket område ligger vi med transistorn ?
- Hur stor är signalförstärkning vid 10 Hz respektive 100kHz ?
- Vilket syfte fyller C1 och C2 ?
- Vilket syfte fyller C3 ?

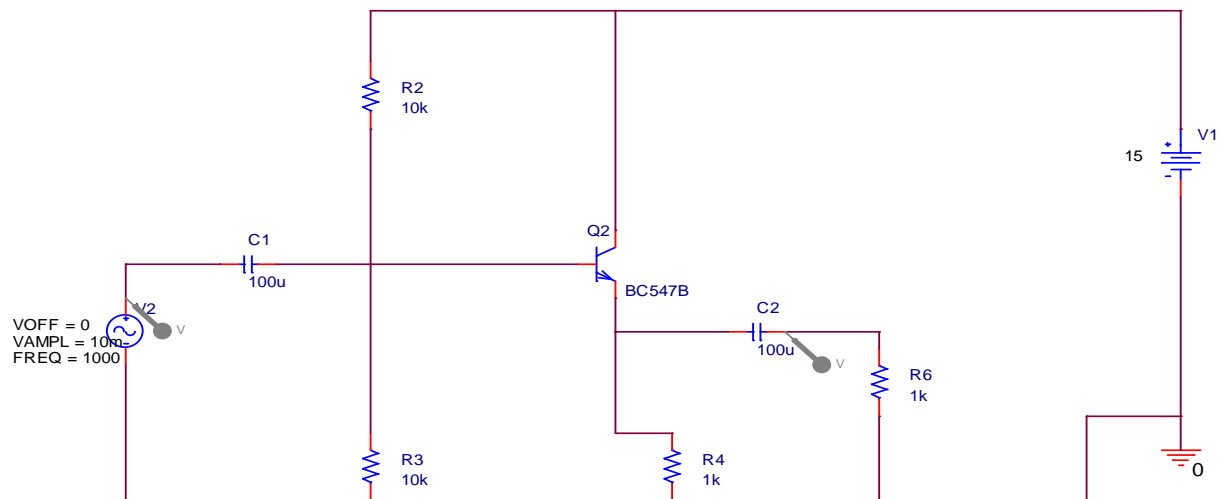
Egenskaper för GE-steg är: R_{in} = låg, R_{ut} = hög samt A_v = hög.

Här ser vi förklaringen till att den är svår att använda ensam. Dess låga inresistans gör att en icke-ideal signalkälla får svårt att lämna över hela sin signal till GE-steget. På samma sätt så får GE-steget svårt att lämna över en förstärkt signal på sin höga utresistans.

Det är motivet till att vi går vidare till uppgift 2 och undersöker GC-steget.

11. I nedanstående koppling har vi exempel på ett annat vanligt förstärkarsteg med bipolartransistor nämligen ett GC-steg eller emitterföljare. Skillnaden mot föregående förstärkarsteg är att vi saknar kollektormotstånd och utsignalen tas ut över emittermotstånd. Vi saknar även avkopplingskondensator här. Dessa skillnader gör att förstärkarsteget får andra egenskaper för R_{in} , R_{ut} och A_v .

GC-steg (Emitter Follower)



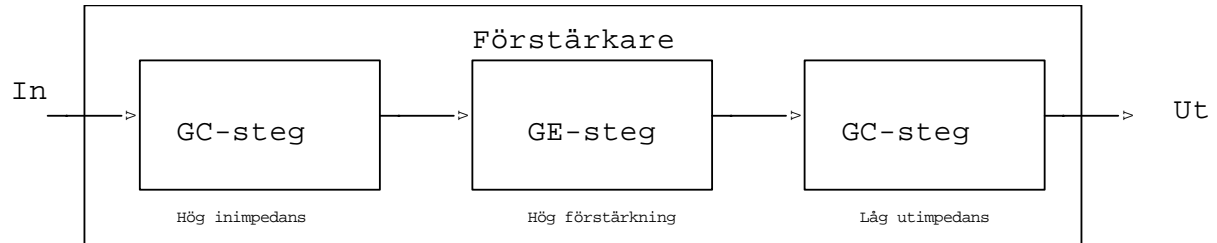
Figur 5

Simulera cirka 10 perioder och gör följande mätningar:

- Spänningsförstärkning

Egenskaper för GC-steg är: $R_{in} = \text{hög}$, $R_{ut} = \text{låg}$ samt $A_v = \text{låg}$.

Sammanfattningsvis för en signalförstärkare som vill förstärka spänning kan det vara lämpligt med nedanstående konstruktion. Då gör vi det bästa med de tre egenskaperna R_{in} , R_{ut} och A_v .



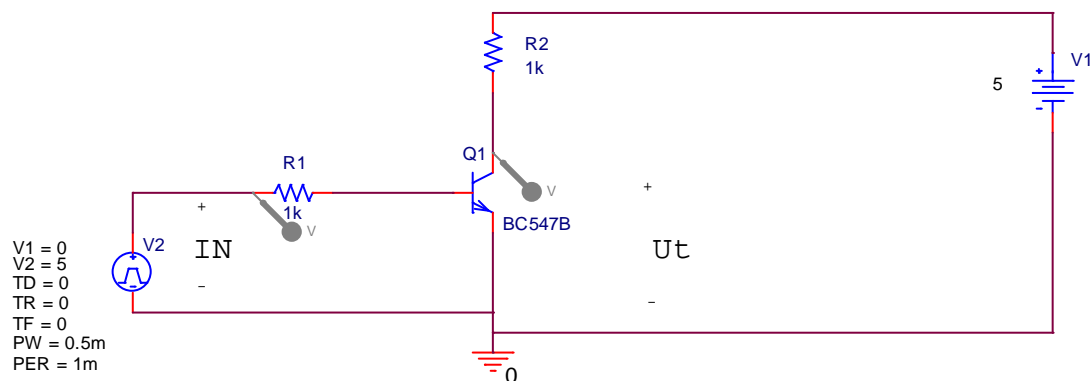
Figur 6

En transistors arbetsområde kan delas upp i 3 fall.

- I) Det linjära området, d v s där vi använder transistorn som förstärkare eller strömkälla. Se GE-steg och GC-steg.
- II) Transistorn är bottnad, d v s den leder maximalt.
- III) Transistorn är strypt, den leder inte alls.

Vi skall nu titta på en annan viktig tillämpning där transistorn används, nämligen som switch. Transistorn kommer att växla mellan läge bottnad och strypt.

12. I figur 7 visas principen med en transistorswitch. Om vi låter insignalen vara en fyrkantssignal som växlar mellan 0V och 5V, så ser vi hur kopplingen svarar. Insignalkällan heter VPULSE och skall ha inställning enligt nedan.



Figur 7

- Hur stor är U_{CEsat} ?
- Hur stor är U_{BEsat} ?
- Vad händer om vi ändrar fyrkantssignalen till $PW=0.5\mu$ och $PER=1\mu$?
Glöm inte att ändra tiden i simuleringsprofilen ! Iaktta In- och utsignal !

Antag nu att vi kopplar olika laster till vår switch. Lasten kopplas in mellan kollektor och jord. Vi skall testa 3 olika laster: resistiv, induktiv och kapacitiv.

Använd periodtiden 1 μ sek !

Lasterna som skall prövas är: $C_L = 1\text{nF}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ och $L_L = 1\text{mH}$.

I fallet med den induktiva lasten så ersätter denna kollektormotståndet.

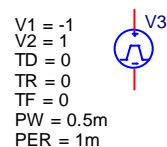
Kom fram med någon bra förklaring till beteendet i varje belastningsfall !

Slutligen det induktiva fallet kopplas en skyddsdiode (D1N4148) parallellt med induktorn.

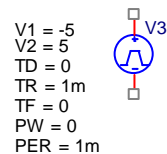
Anoden är kopplad mot kollektorn. Simulera och förklara eventuella skillnader.

OLIKA insignaler för att testa OP-kopplingarnas funktion.

Nedan har vi ett block som heter VPULSE. Inställningen kan användas för simulera en fyrkantssignal som växlar i amplitud från -1 till +1. periodtiden är 1 msek och pulsbredden 0.5 msek. Vi har valt att ha oändligt snabb stig- och falltid hos fyrkantssignalen samt ingen fördröjningstid.



Samma block kan användas för att åstadkomma en sågtandsvåg med inställningar t ex enligt:



eller varför inte en triangelvåg:

