

Simuleringsprogrammet LTspice

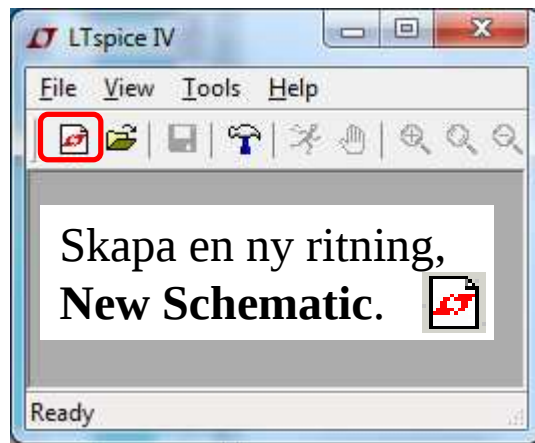
Som simuleringsprogramvara använder vi i skolan **Orcad PSpice**, *samma* program kommer sedan att användas i elektronikkurserna.

En annan populär variant av simuleringsprogrammet Spice är **LTSpice** från Linear Technologies – och ni är fria att använda valfritt simuleringsprogram. LTSpice finns installerat i datorsal 309 och i labsalen 305.

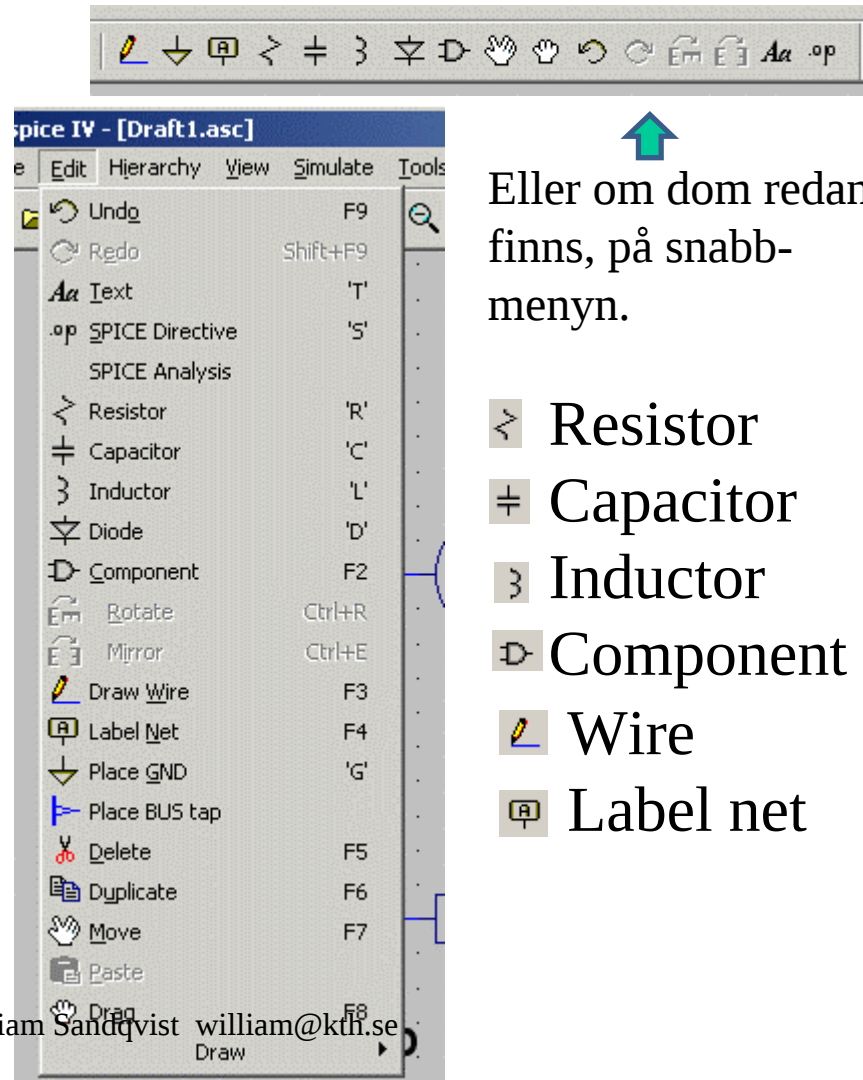


Besök: <http://www.linear.com/>
för att hämta och installera programmet **LTspice** på din egen dator. Du behöver inte registrera dig om Du inte vill.

En elektronikritning



Man hämtar komponenter under **Edit** menyn.

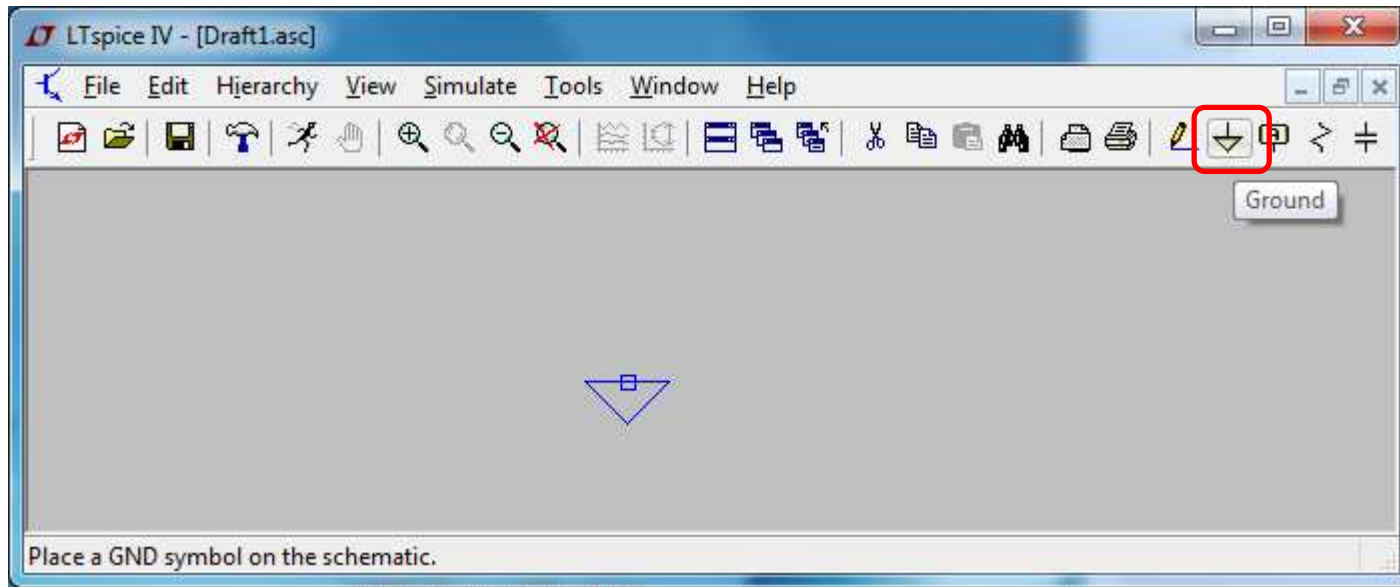


Eller om dom redan finns, på snabbmenyn.

- Resistor
- Capacitor
- Inductor
- Component
- Wire
- Label net

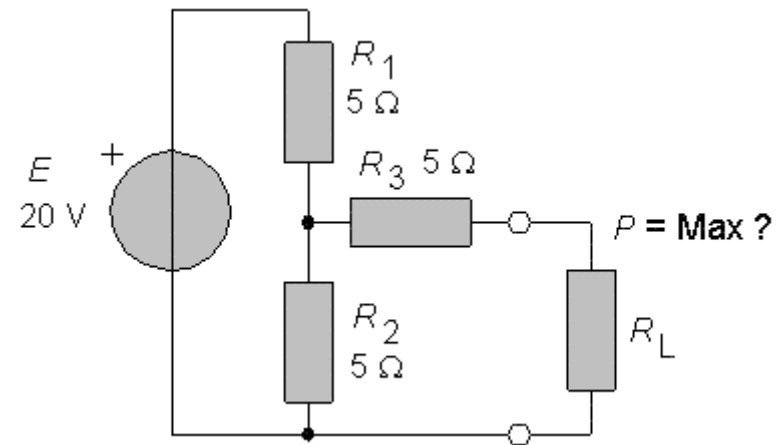
Viktigt! Jordsymbolen

Alla ritningar måste ha en jordsymbol **GND**. Placera den först så att Du inte glömmer den. **Detta är helt nödvändigt – inga simuleringar fungerar annars!**



Välj komponent, placera, klicka, tryck på **<esc>** när Du inte längre vill fortsätta att placera ut samma komponenttyp.

Ett exempel (ex. 9.5)



Vilket värde ska R_L ha så att effekten i resistorn blir maximal?

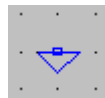


New Schematic GND

 Starta LTspice.

File – New Schematic

 Placera ut jord symbolen **GND**.
Klicka på **Esc** när Du vill använda
något annat verktyg i stället.



Olika verktyg (de finns
även under **edit** menyn):

 Resistor

 Capacitor

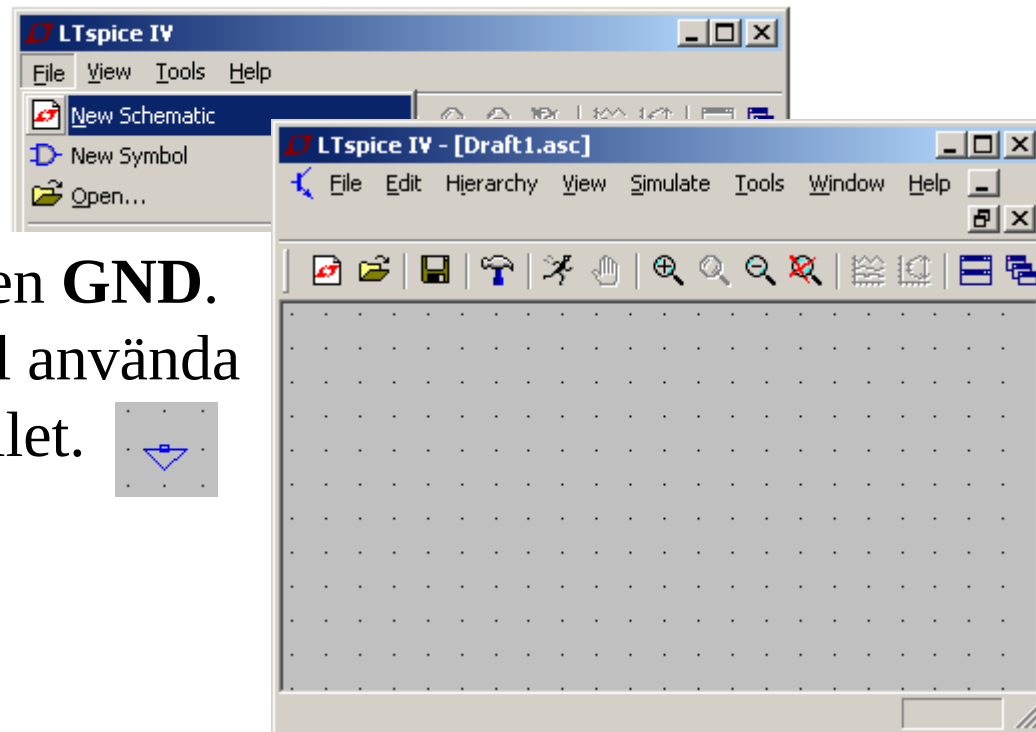
 Inductor

 Component

 Wire

 Label net

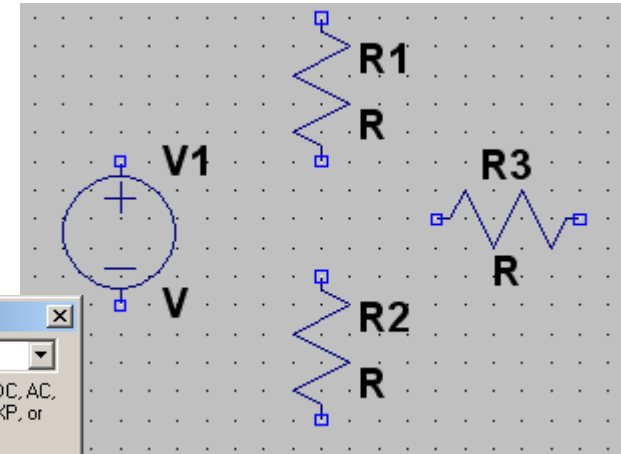
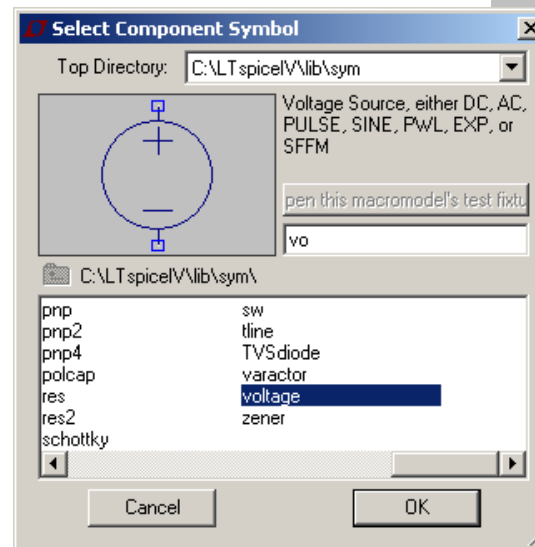
• För att vrida på
komponenterna **Ctrl-R**



Placera komponenter, R och V

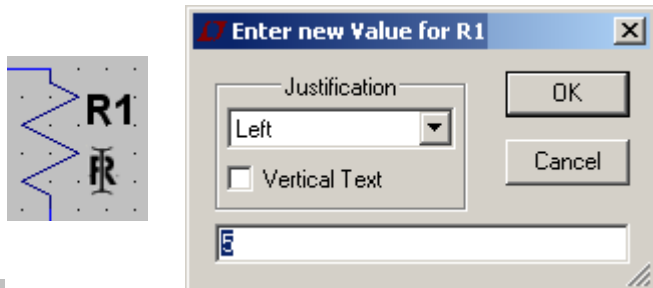
- Placera ut resistorerna
- och en spänningskälla

➤ Spänningskällan finns i komponentbiblioteket. Sök efter **vo...** (voltage)

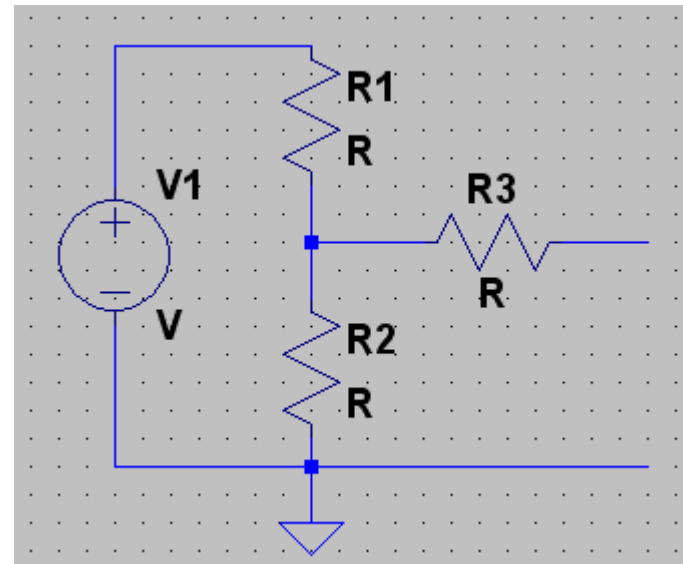


Wires, Values

 Klicka på **Wire**. Dra ledningar genom att klicka vid *start*, vid varje *böj* och vid *slutpunkten*. Avsluta med **Esc**.



 För muspekaren över **R** vid **R1** så att den antar I-form – högerklicka och fyll i fönstret **Enter new Value for R1** till **5**



Ändra på samma sätt **R** för **R2** och **R3** till **5** och **5**

Spice prefix

- Observera att Du måste använda dessa prefix i Spice!

K

 = k = kilo = 10^3

MEG

 = meg = 10^6

G

 = g = giga = 10^9

m

 = M = milli = 10^{-3}

u

 = U = micro = 10^{-6}

n

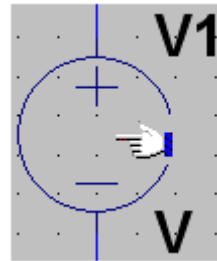
 = N = nano = 10^{-9}

p

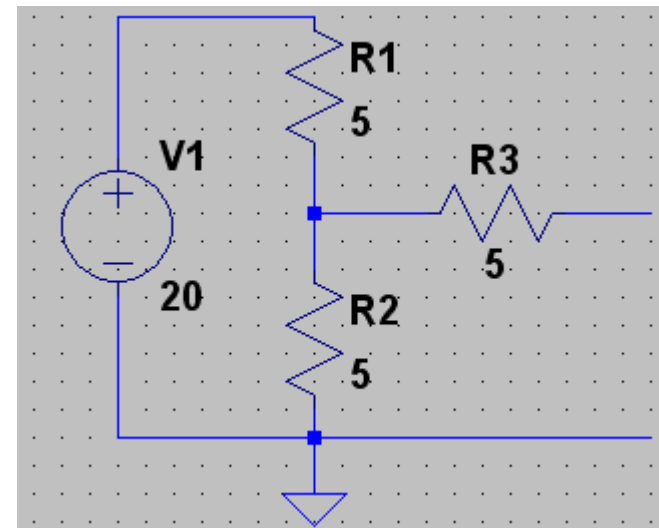
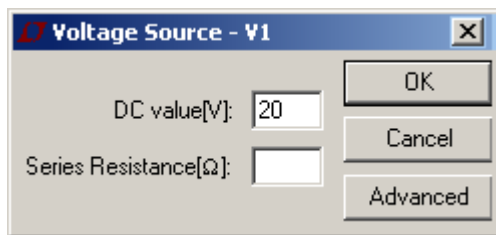
 = P = pico = 10^{-12}

Spänningskällan

☞ För muspekaren över symbolen för **V1** så att den antar formen av en hand – högerklicka och fyll i komponentens parameter:

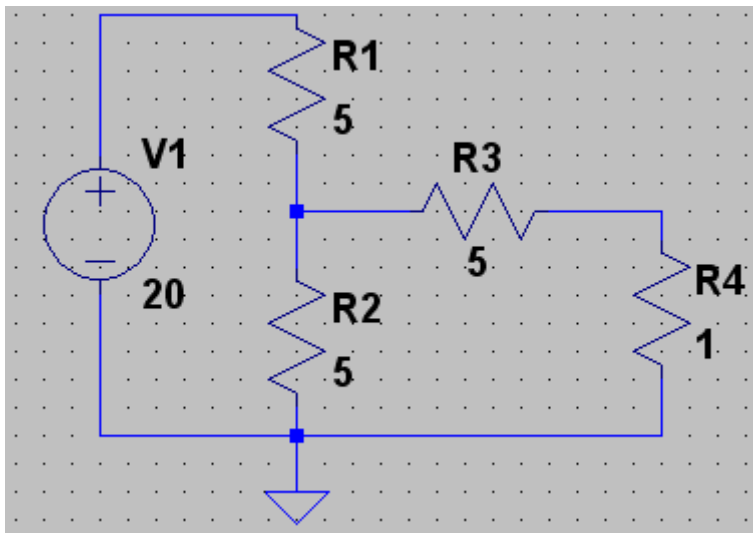


DC value **20**



☞ Texten kan sedan flyttas till lämpligt ställe på ritningen.

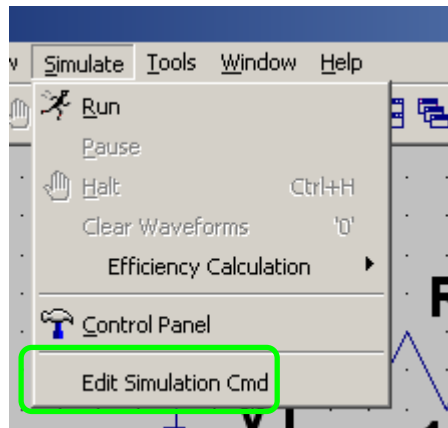
Lastresistorn



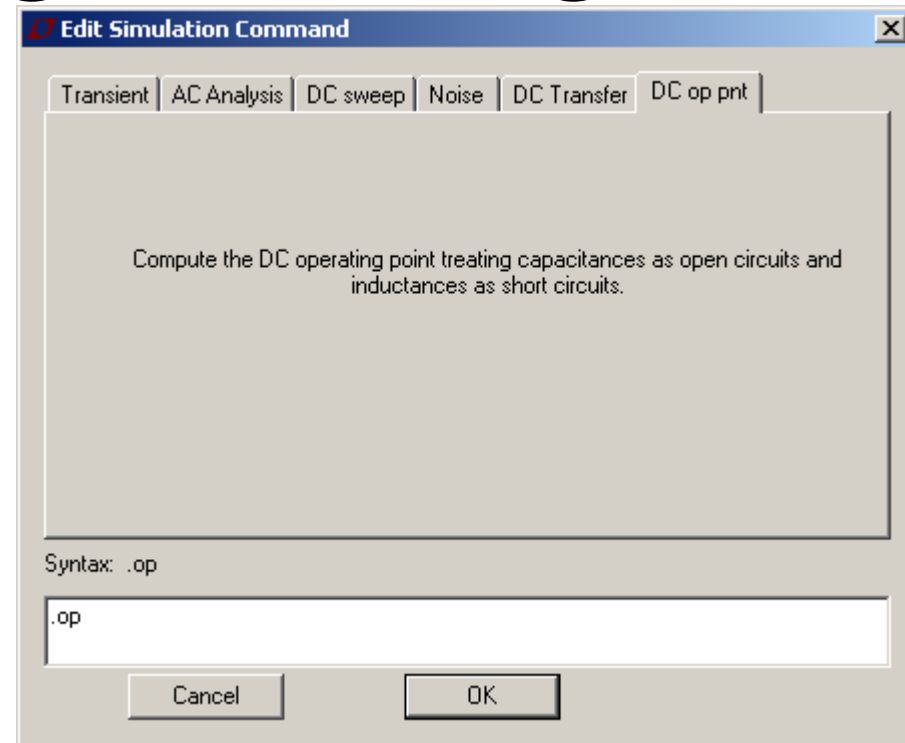
Vi lägger till en lastresistor **R4** för att prova effektutvecklingen för några olika värden.

Vi börjar med 1Ω .

Simuleringsinställningar



Den enklaste simuleringen är operationspunktsbestämningen.



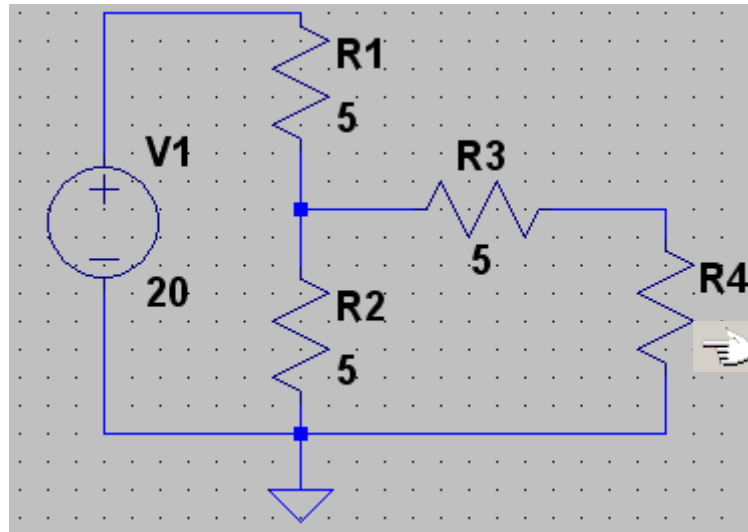
Simulate – Edit Simulation Cmd
DC op pnt

Text på ritningen blir
.op



Simulera

 Starta simuleringen genom att klicka på simuleringsikonen. Resultatet blir en textrapport:



Vid $R_4 = 1\Omega$
blir
 $P_{R4} = 1,34W$

--- Operating Point ---

V(n001):	20	voltage
V(n002):	7.05882	voltage
V(n003):	1.17647	voltage
I(R4):	1.17647	device_current
I(R3):	1.17647	device_current
I(R2):	1.41176	device_current
I(R1):	2.58824	device_current
I(V1):	-2.58824	device_current



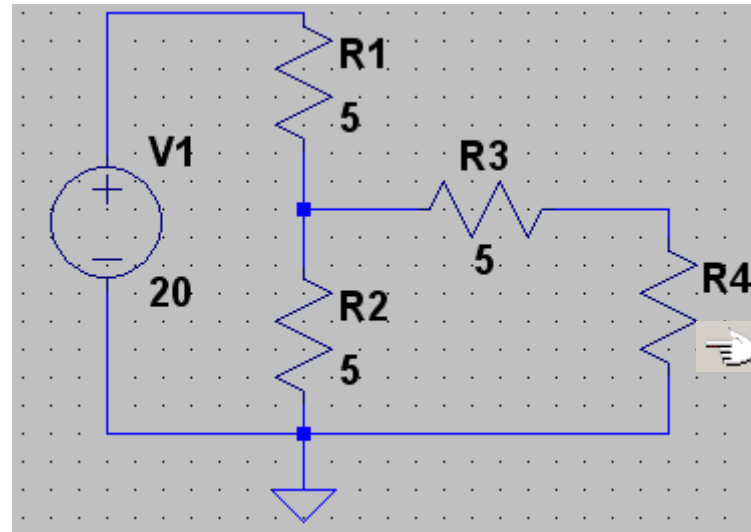
För muspekaren mot R4 så att den antar formen av en hand – på statusraden visas då:

Dissipation=1.38408W



Simulera

Byt till **R4 = 10**
och simulera på
nytt.



Vid $R_4 = 10\Omega$
blir
 $P_{R4} = 3,27W$



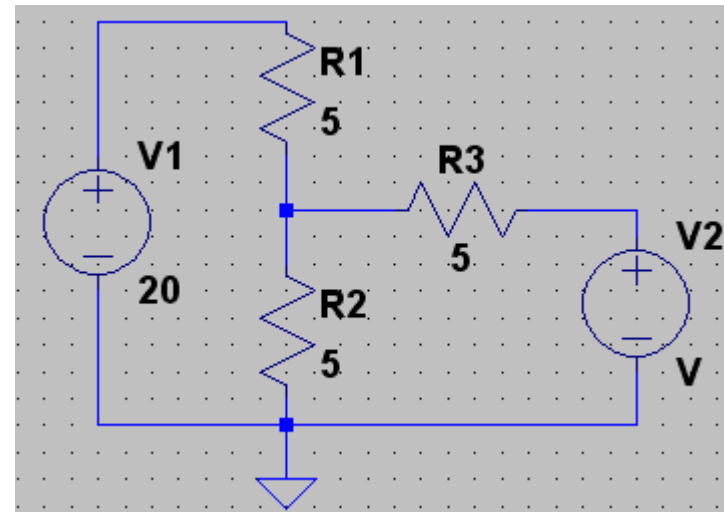
För muspekaren mot R4 så att den antar formen av en hand – på statusraden visas då: **Dissipation=3.26531W**

Automatisera mätningen

Spice kan ”svepa” spänningskällor och strömkällor.

Om man ansluter en spänningskälla $V2$ på platsen för R_4 så motsvarar kvoten $V2/I$ olika R -värden.

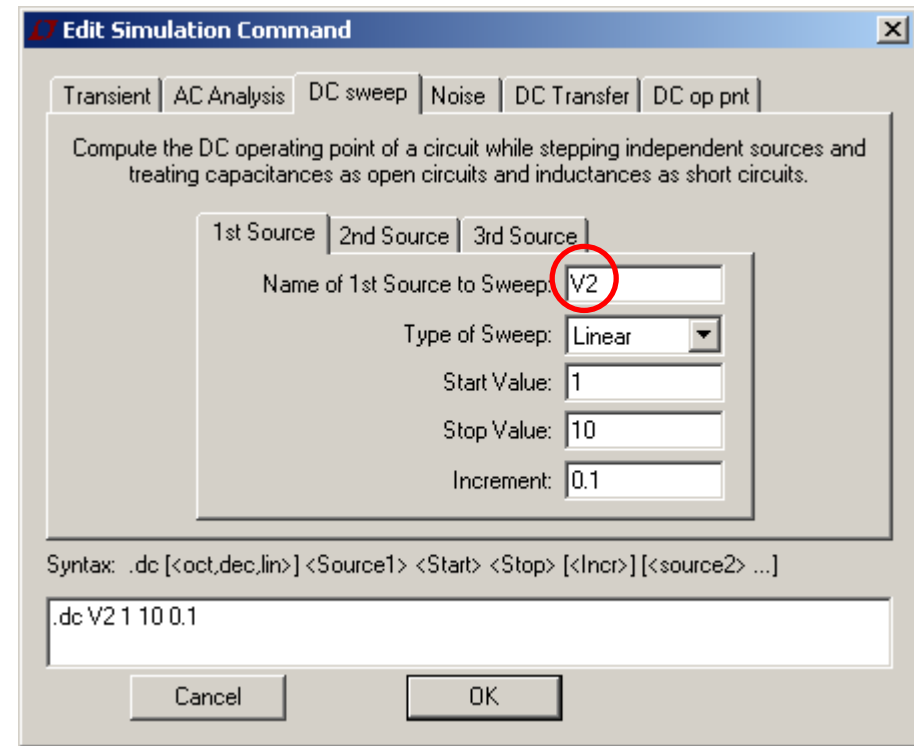
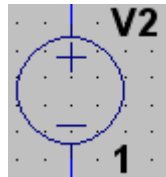
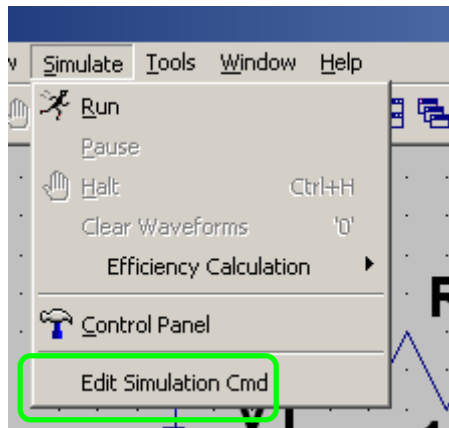
På så sätt kan man *indirekt* ”svepa” en resistor R_4 .



(Om man råkar svepa $V2$ med värden som överstiger tvåpolens tomgångsspänning, så vänder strömmen riktning från $V2$ och in till tvåpolen. Det skulle *inte* en verklig resistor R_L ha kunnat göra!)

Simuleringsinställningar

Byt **R4** mot en spänningskälla **V2**. Ge spänningskällan värdet **1V** (vilovärde).



Simulate – Edit Simulation Cmd
DC sweep

Text på ritningen blir
.dc V2 1 10 0.1



Simulera

 Simulera genom att klicka på simuleringsikonen.  Waveform Viewer visas.



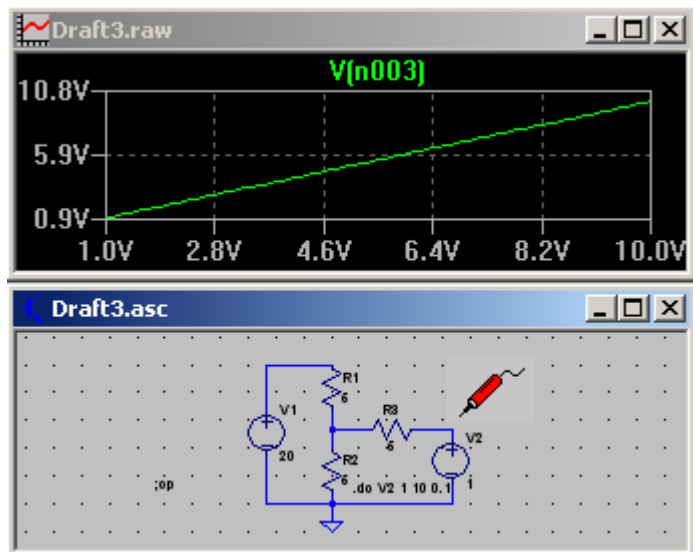
För muspekaren mot någon **ledning** så antar den formen av en **spännings probe** – klicka för att visa den valda spänningen med waveform viewer.



För muspekaren mot någon **komponent** så antar den formen av en **ström probe** – klicka för att visa den valda strömmen med waveform viewer.



Simulera



 Simulera genom att klicka på simuleringsikonen.

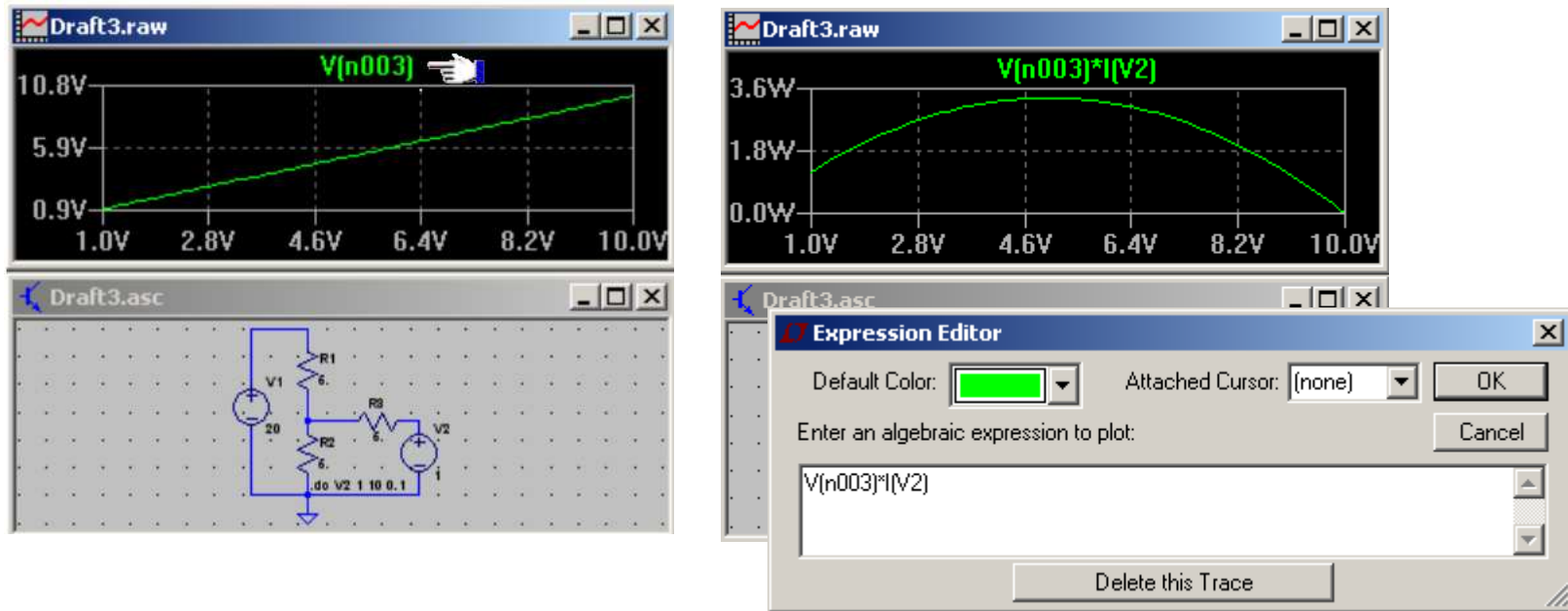
 Waveform Viewer visas.

 För muspekaren mot **V2** pluspol så att den antar formen av en **spännings probe** – välj att visa spänningen genom att klicka.

Kurvan visar nu noden **V(n003)**, V2:s pluspol, som funktion av den svepta spänningen **V2** (dvs. av sig självt).

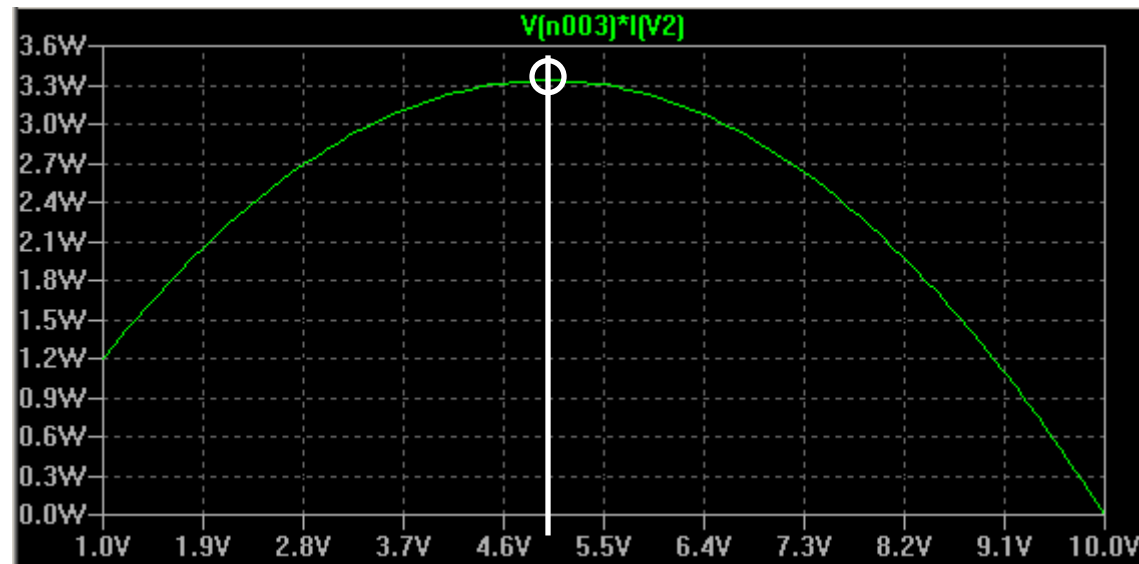
Vi vill i stället visa effekten i **V2** och behöver därför ändra inställningarna.

Visa effekt U·I



➡ För muspekaren mot rubriken **$V(n003)$** i Waveform Viewer så att den antar formen av en hand, och högerklicka för att visa **Expression Editor**. Där skriver man **$V(n003)*I(V2)$** eftersom detta är effekten.

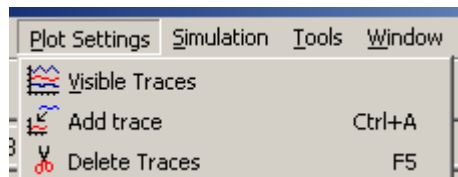
Maximal effekt



Vi kan avläsa ur kurvan att maximal effekt inträffar vid $U = 5V$.
Vilket värde på R motsvarar det?

R för max effekt?

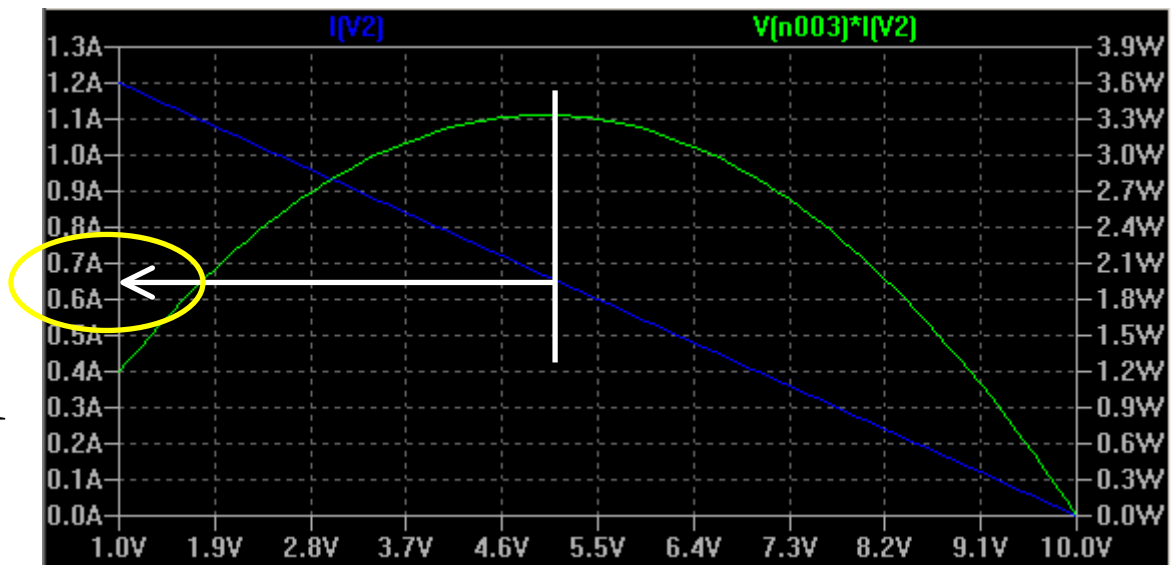
Lägg till kurvan **I(V2)** med **Plot Settings – Add trace**



Läs av strömmen I
vid 5 V.

$$U = 5 \text{ V} \quad I \approx 0,66 \text{ A}$$

$$R = U/I = 5/0,66 = 7,5 \, \Omega$$



*Du kan kontrollera svaret med exempelsamlingens
uppgift 9.5 !*

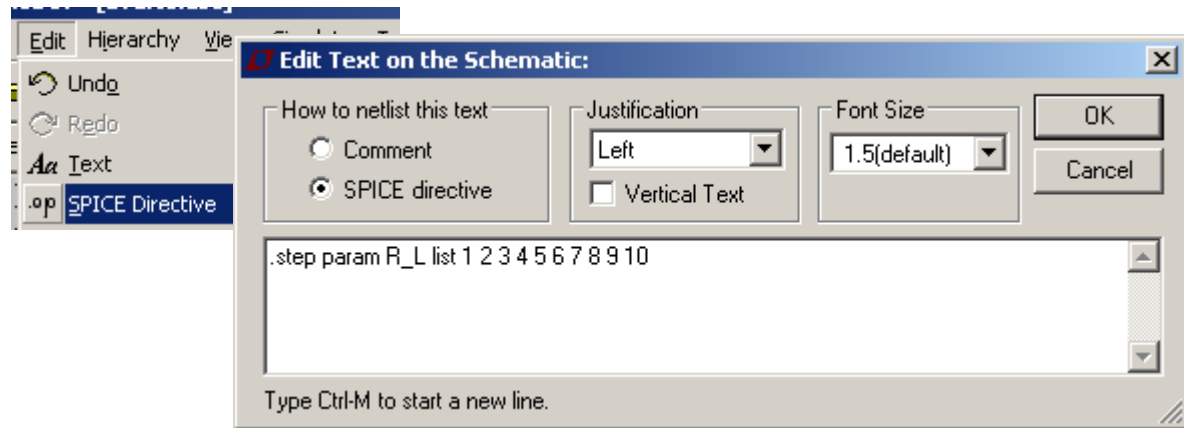
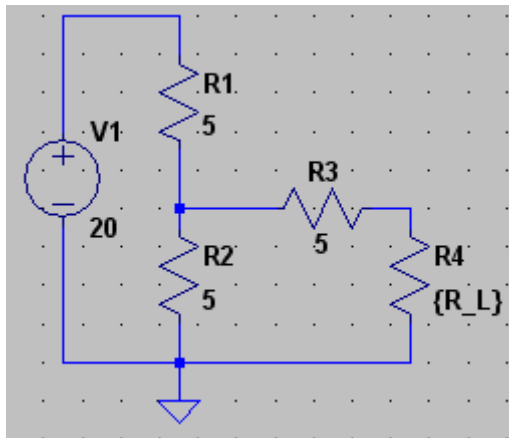
Parametriskt svep

Med ett sk. parametriskt svep kan man direkt simulera en varierbar resistor.

Man placerar ut en vanlig resistor och ändrar värdet till $\{R_L\}$.

”Måsvingarna” är nödvändiga, de talar om att vi ska använda ett *variabelt* värde.

Därefter, **Edit – SPICE Directive**



.step param R_L list 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

R4 ändras nu i steg från 1 till 10 Ω .



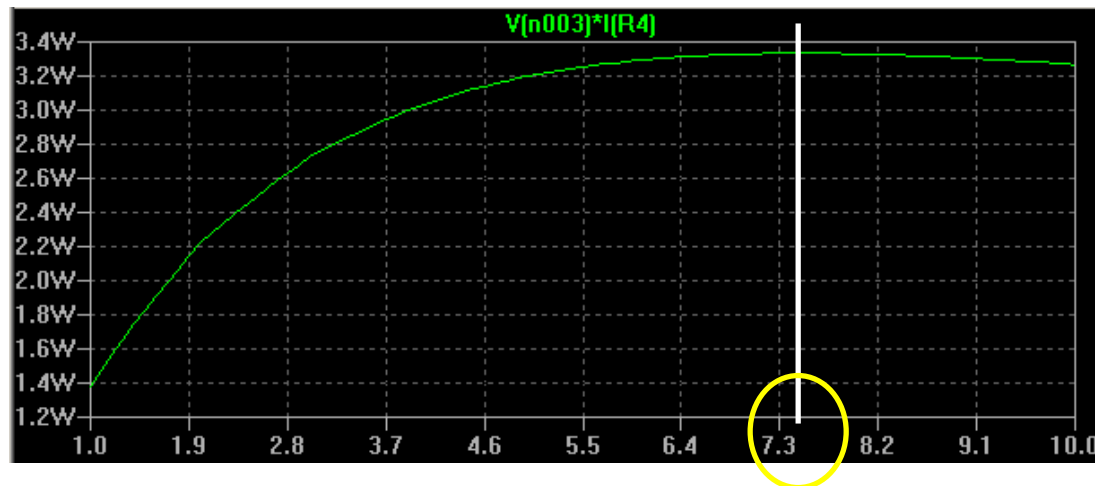
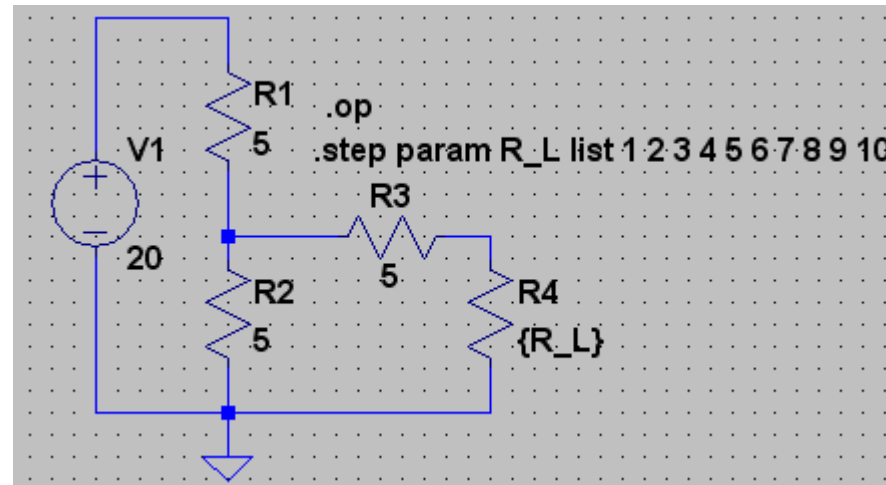
Simulera

Simulera nu
operationspunkt.

Effekten i **R4** kan
man få fram som
uttrycket

$$V(n003) * I(R4)$$

Effektkurvan
verkar ha max för
R4 = 7,5 Ω



William Sandqvist william@kth.se