



LTSPICE

Linear Technology Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis

Gå til:

[Installation og setup](#), [Ændring af Modstandssymboler](#), [Hent 40xx bibliotek](#), [Nye modeller](#), [Konvergensproblemer](#),

[Shortcuts](#), [Shortcuts Stort skema](#), [Kopier til Word](#), [Skærm-ikoner](#),

[Nyt Projekt](#), [Komponentværdier](#), [Wiring](#), [Netnames](#), [Operatingpoint](#), [Cursor](#),

[Gentagne Simuleringer](#), [Step parameter](#), [DC-Sweep](#), [AC-Sweep](#), [Gentagne PWL-pulser](#),

[Måle spænding mellem nodes](#), [Effektafsætning](#), [Graffarver](#),

Eksempler:

[Opladning af kondensator](#), [Afladning](#), [Sinus](#), [Sinus på RC-led](#), [NANDgate oscillator](#),

[4017 Counter](#), [Oneshot](#), [Hazard](#), [Transistor Switch](#), [Voltage Controlled Switch](#),

[Operationsforstærker](#), [Komparator](#), [Matematiske funktioner](#), [Svingningskreds](#), [Transformer](#),

[Busser](#), [Potentiometer](#),

LT-Spice er et gratis program fra Linear Technology til at tegne og simulere elektroniske kredsløb.

Det kan bruges til at tegne og simulere elektroniske kredsløb. Diagrammerne er desværre bare ikke så pæne som tegnet med ORCAD.

Se videoer: http://cmosedu.com/videos/ltspice/ltspice_videos.htm

Links: http://www.simonbramble.co.uk/lt_spice/ltspice_lt_spice.htm

For LTSpice på MAC, se video: <https://www.youtube.com/watch?v=gdRqZwrrXwU>

Obs: Flere af de viste skærmbilder i dokumentet er fra en meget tidligere version af programmet.

/ Valle.





Installation og setup:

Download og installer software fra

<https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

Der er også en MAC-version.

Man bliver vist bedt om at registrere sig, men det er ikke nødvendigt.

Version XVII, v. 17

Indstilling af parametre:

Før man går i gang med at anvende programmet, er der et par ændringer, der kan være smarte at foretage.

Men her kan vi bare hoppe videre: [Her](#):

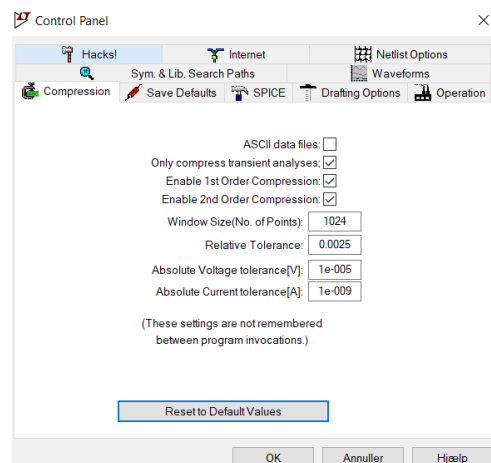
Vælg programmets kontrolpanel. Det er markeret

med hammersymbolet:



Vælg Drafting Options

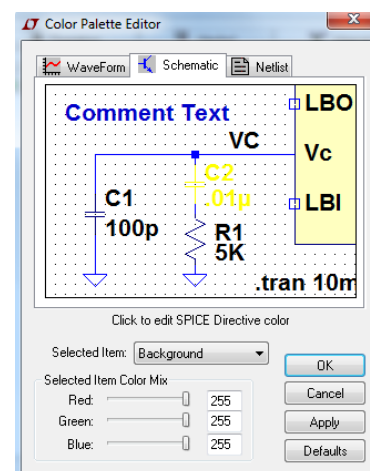
Vælg Color Scheme.



Her kan man ændre farver for forskellige dele i programmet. Fx kan man ændre baggrundsfarverne.

Color Scheme[*]

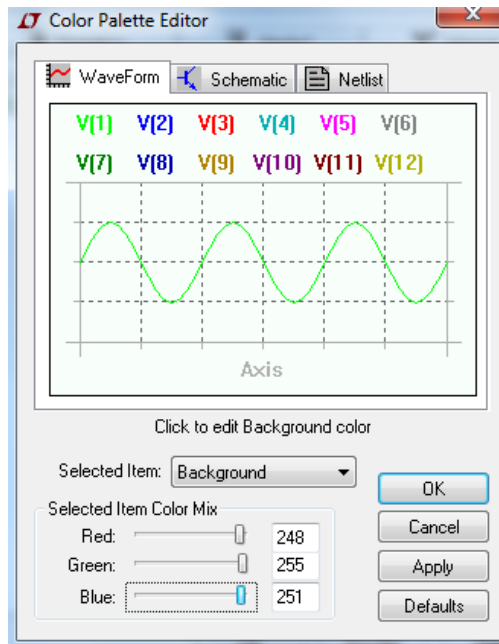
Baggrundfarve:





Og det er muligt at ændre grafernes farver og baggrund.

Trace baggrund



Reverse Scroll direction

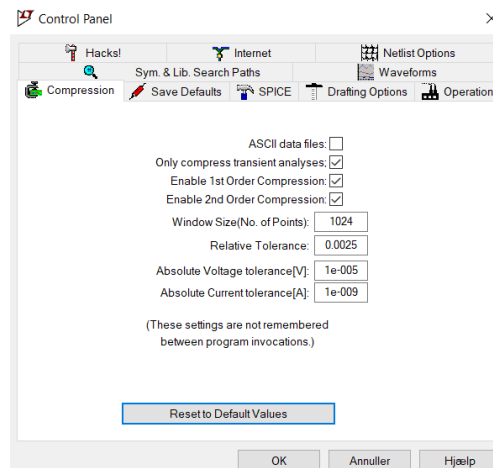
Scroll-musen virker lidt dumt.

Det kan ændres i opsætningen:

Vælg kontrolpanelet med:



Vælg Drafting Options, og sæt hak i Reverse Mouse Wheel Scroll



Ændring af modstandssymboler

Hvis man foretrækker de europæiske symboler for modstande, kan man enten hver gang bruge komponenten "EuropeanResistor", i biblioteket "misc".

Eller man kan kopiere "EuropeanResistor" til /sym- biblioteket, ændre navnet på de amerikanske modstande res.asy til fx res-US.asy, og endelig ændre navnet på EuropeanResistor.asy til res.asy.

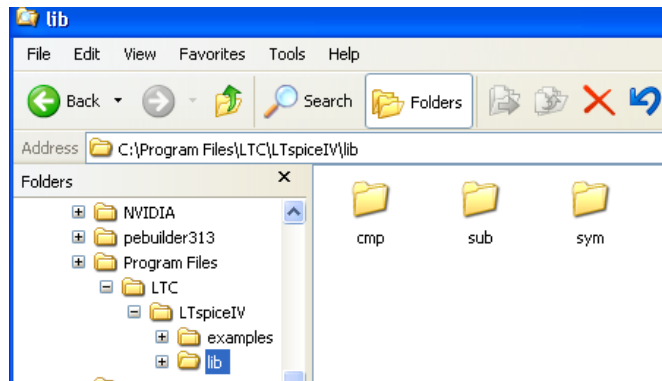
Vælg View Show Grid.



Hent nyt bibliotek: CD40xx.

Det er desværre ikke sådan, at de komponenter, vi arbejder med, fra 40xx-familien, default er med i programmet. De skal hentes fx fra min hjemmeside, (Elektronik \ LTSpice) og placeres i programmets bibliotek.

Programmer / LTC / LTSpiceXVII / lib



Hent .zip-filen, og pak den ud.

Flyt CD4000 mappen C: > Brugere > (navn) > Documents > LTSpiceXVII > lib > sym

Og flyt CD4000.lib til C: > Brugere > (navn) > Documents > LTSpiceXVII > lib > sub

(.lib-filen indeholder matematikken, og CD4000 – mappen alle diagramtegningerne !)

Der kan findes hjælp, fx Se: <http://www.zen22142.zen.co.uk/ltpspice/addnewparts.htm>

Ønskes også 74 serien adderet, se:

<http://www.spot.pcc.edu/~ghecht/LTspice.html>

Eller http://ltwiki.org/?title=Components_Library

Flere komponenter kan hentes i LTSpice User Group. Det kræver dog at man opretter sig som user!

Nye modeller

Der er flere måder at addere nye modeller for komponenter til LTSpice.

1: Nye modeller for ” Standard ” komponenter:

Kør Wordpad som administrator.

Åben LTSpiceIV\lib\CMP\standard.mos (for nye Cmos transistorer)

Kopier fx IRF540 og IRF9549 beskrivelse derind.



```
.model IRF540 NMOS(Level=3 Gamma=0 Delta=0 Eta=0 Theta=0 Kappa=0.2
Vmax=0 Xj=0 Tox=100n Uo=600 Phi=.6 Rs=21.34m Kp=20.71u W=.94 L=2u
Vto=3.136 Rd=22.52m Rds=444.4K Cbd=2.408n Pb=.8 Mj=.5 Fc=.5 Cgso=1.153n
Cgdo=445.7p Rg=5.557 Is=2.859p N=1 Tt=142n)

.model IRF9540 PMOS(Level=3 Gamma=0 Delta=0 Eta=0 Theta=0 Kappa=0.2
Vmax=0 Xj=0 Tox=100n Uo=300 Phi=.6 Rs=64.15m Kp=10.18u W=1.5 L=2u Vto=-
3.646 Rd=62.45m Rds=444.4K Cbd=2.029n Pb=.8 Mj=.5 Fc=.5 Cgso=1.033n
Cgdo=469.4p Rg=.3371 Is=54.08E-18 N=2 Tt=140n)
```

Gem og start LTSpice igen.

Kopier følgende til Standard.dio.

```
.model D1N4007 D(Is=14.11n N=1.984 Rs=33.89m Ikf=94.81 Xti=3 Eg=1.11
Cjo=25.89p M=.44 Vj=.3245 Fc=.5 Bv=1500 Ibv=10u Tt=5.7u)
```

2: Nye biblioteker

Jeg har fundet ekstra biblioteker. De kan hentes på min hjemmeside!

.lib filer places i \sub\myspice\ (opret mysapice mappen)

.asy filer places i \sym\myspice\ (opret mysapice mappen)

TL072.sub placeres i lib\sub\

TL072.asy placeres i sym\myspice\ (asy filen er komponentens tegning)

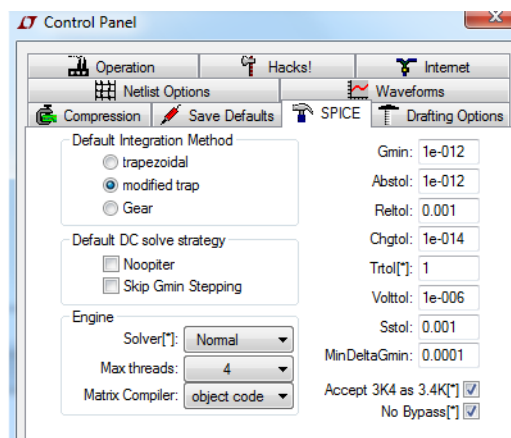
I LM317 ses en linje: SYMATTR ModelFile mysapice\LM317.lib

Denne beskriver hvor matematikken kan findes.

jeg har tilføjet "mysapice": SYMATTR SpiceModel mysapice\TL072.sub

Konvergens problemer:

Vælg Hammer, SPICE, og prøv at ændre Engine Solver til Alternate.





Se: http://ltwiki.org/?title=Convergence_problems%3F

Short Cuts:

Hot-Keys

Schematic Editor - *Object* Hot Keys (unshifted)

F1 Help	F2 Place part	F3 Wire mode	F4 Place netname	F5 Delete	F6 Copy	F7 Move	F8 Drag	F9 Undo
Q	W Wire	E nEt name	R Resistor	T plain Text	Y	U Uncon pin tog		
A Anchor toggle	S Spice text	D Diode	F part (Find)	G Gnd	H			L Inductor
Z	X Inductor	C Cap- acitor	V	B Bus tap				

Schematic Editor - *Action* Hot Keys (control key)

ctrl-F1	ctrl-F2	ctrl-F3	ctrl-F4 Close File	ctrl-F5	ctrl-F6	ctrl-F7	ctrl-F8	ctrl-F9
ctrl-Q	ctrl-W move	ctrl-E mirror	ctrl-R Rotate	ctrl-T pin Toggle	ctrl-Y redo		0) reset sim t=0	ctrl-P Print file
ctrl-A Anchor toggle	ctrl-S Save file	ctrl-D Drag	ctrl-F Find text	ctrl-G Grid toggle	ctrl-H Halt sim			
ctrl-Z undo	ctrl-X delete	ctrl-C Copy	ctrl-V paste	ctrl-B Begin sim				

Schematic Editor - *Drawing/Zoom* Hot Keys (shift key)

shft-F1	shft-F2	shft-F3	shft-F4	shft-F5	shft-F6	shft-F7	shft-F8	shft-F9 redo
shft-Q	shft-W draw line	shft-E	shft-R draw Rectngl	shft-T	shft-Y			
shft-A draw Arc	shft-S	shft-D	shft-F	shft-G	shft-H			
shft-Z Zoom area	shft-X	shft-C draw Circle	shft-V	shft-B zoom Back				
Space Bar zoom to fit								

Schematic Editor, Key Combination (udokumenterede)

- **Shift-Ctrl-Alt-R:** Permanently renumbers all reference designators within the schematic.
- **Shift-Ctrl-Alt-H:** Temporarily highlights all hidden text within the schematic.
- Hold down **Ctrl** when placing wires to route at any angle.



- Hold down **Ctrl** when drawing lines to draw off grid.
- Hold down **Ctrl** or **Shift** for more movement with **arrow keys**.
- Hold down **Ctrl** and **Shift** for *most* movement with **arrow keys**.
- Text preceded with an underscore ("_") character will be displayed as overbarred (for active LOW digital signals).
- Hitting the space bar auto-sizes the schematic window.

Se: (http://ltwiki.org/?title=Undocumented_LTspice)

Copy til Word:

Kopiering af et diagram foregår ved, når diagramvinduet er aktivt, at trykke CTRL-C.

Men først er det smart, at tilrette diagramvinduet til en passende størrelse, da hele vinduet kopieres.

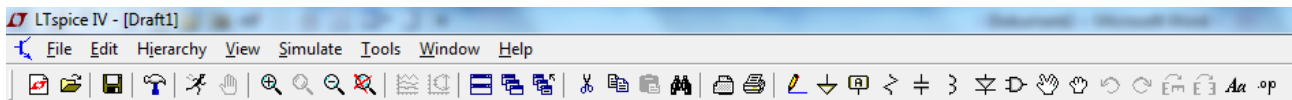
For at slukke gridpunkterne tages CTRL-G. (Toggle on / off).

For at lave baggrunden hvid, vælg Control Panel / Drafting Option / Color Scheme.

Eller man kan kopiere hele vinduet med ALT-PRTS

Eller endelig med en skærmgrapper:

Oversigt over skærmens ikoner:



Herover et billede af startskærmens ikoner.



Oversigt over ikonernes funktion.

Icon	Description
	New Schematic
	Display the Control Panel
	Zoom In
	Zoom Out
	Start Simulation
	Delete Component(s)
	Duplicate Component(s)
	Draw Wires
	Place Ground

Icon	Description
	Place Labeled Node
	Display Component Selection Dialog
	Move Component(s)
	Drag Component(s)
	Rotate Component
	Mirror Image Component
	Place Text (Comment) on Schematic
	Place Spice Directive on Schematic

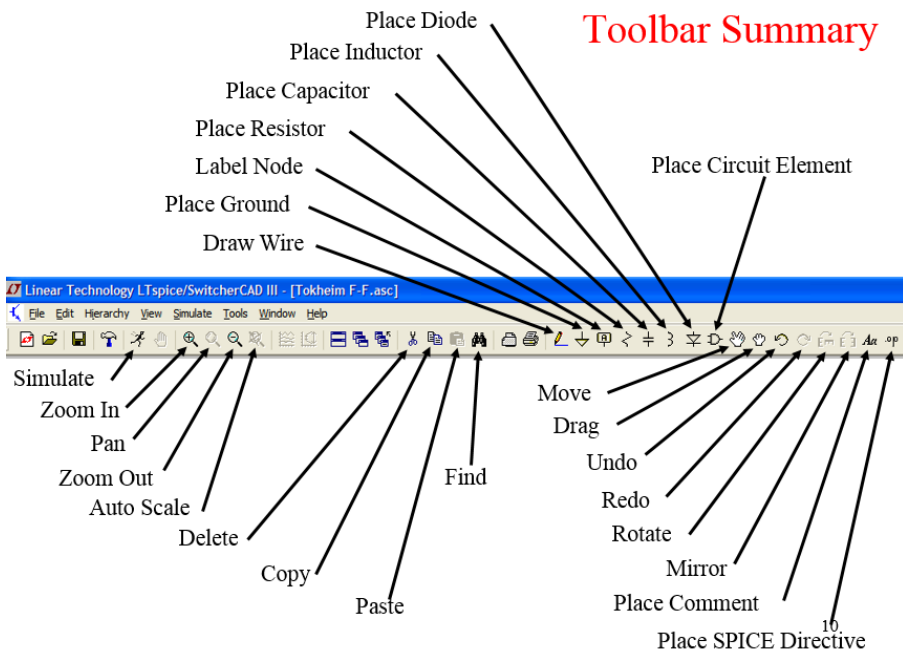
Og her en, med de manglende ovenfor.



- Add Wire.....
- Add Ground.....
- Add Label.....
- Add Resistor.....
- Add Capacitor.....
- Add Inductor.....
- Add Diode.....
- Add Component.....
- Move (<F7>).....
- Drag (<F8>).....
- Undo.....
- Redo.....
- Rotate.....
- Mirror.....
- Add Text.....
- Add SPICE directive.....



Toolbar Summary





[Top](#)

Start nyt simulerings-projekt:

Vælg File/new Schematic

Husk at navngive projekterne når de gemmes, så de nemt kan genfindes senere.

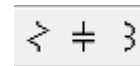
Når et nyt projekt er startet, skal der tegnes et kredsløb.

I den øverste menulinje kan man direkte vælge modstande, kondensatorer og spoler.

De skal placeres på tegnearealet, og forbindes til en generator, fx en spændingskilde.

Modstand,
kondensator
og spole

Vælg aktive
komponenter



Eller man kan ved de simple komponenter vælge dem blot med et "R" for Resistor, C for Capacitor, G for Ground. Se [Hotkeys](#).

Komponenterne placeres på tegnearealet.

R - Resistor	R - Rectangle
C - Capacitor	C - Circle
L - Inductor	L - Line
D - Diode	A - Arc
G - GND	
S - Spice Directive	
T - Text	T - Text
F2 - Component	
F4 - Label Net	
Ctrl+E - Mirror	Ctrl+E - Mirror
Ctrl+R - Rotate	Ctrl+R - Rotate

Redigering af
komponenter:

Fjern elementer med saks eller "box in" med saks-symbolet.

F9 = Undo

Ctrl + R = Roter

Med store hånd kan man frigøre og flytte en component



Med den lille hånd kan man trække en komponent med dens forbindelser:

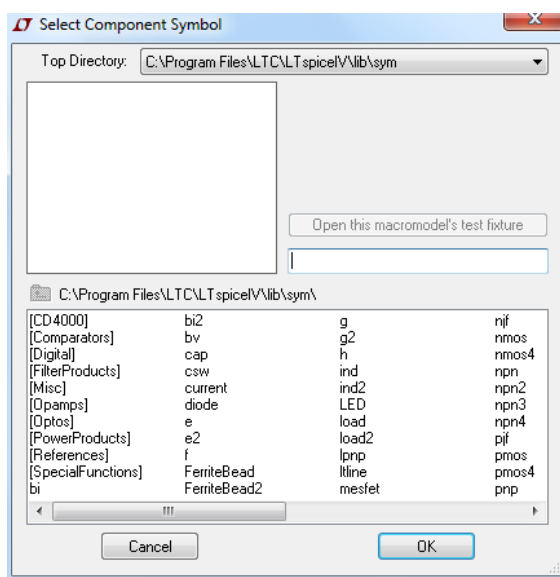
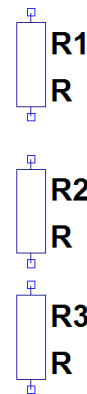
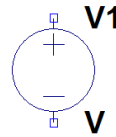




Vælg fx at opbygge dette kredsløb:

Placer først et par modstande.

Vælg  og Scrol hen til Voltage.



Gate symbolet fører til komponentbiblioteket.

Her er de mere komplicerede komponenter placeret.

Værdier på komponenter:

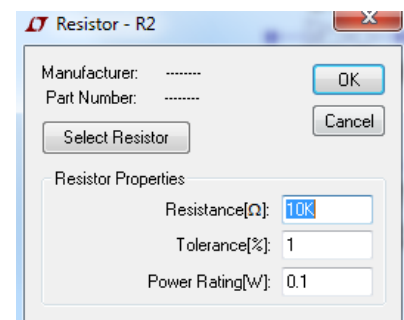
H. Klik på en komponent ad gangen. Herefter kan der direkte skrives modstandsværdi i feltet, fx 1.2K.

Skrivemåden 1K2 er OK.

M og m betyder milli. Skal modstanden have en værdi i Mega-størrelse, skal det angives som fx 1Meg.

Eller man kan klikke på knappen "Select Resistor" hvorefter man kan vælge modstandsstørrelse fra en liste.

Endelig kan Sh + H.Klik på komponenten åbne vinduet "Component attribute Editor"





Skal placerede modstande drejes, kan man bruge hånden til at "fange" modstanden, og derefter bruge Ctrl + R.

- M" og "m" tolkes ens af SPICE. Derfor er en modstand med værdien 10M det samme som 10m (ti milliohm eller 10^{-3}).
 - Der skal skrives 10MEG (10E6) for at angive ti MegaOhm.
- Tilsvarende opfattes en kondensator på "1F" eller "1f" for en kapacitans på én farad. Undlad enheden.
-

Prefix er ikke *case sensitive*: dvs. at T = t, G = g.

- T = terra = 10^{12}
- G = giga = 10^9
- MEG = meg = 10^6
- K = kilo = 10^3
- M = milli = 10^{-3}
- U = micro = 10^{-6}
- N = nano = 10^{-9}
- P = pico = 10^{-12}
- F = femto = 10^{-15}

Suffix	Suffix	Suffix	Suffix
		f	1e-15
T	1e12	p	1e-12
G	1e9	n	1e-9
Meg	1e6	u	1e-6
K	1e3	M	1e-3
		Mil	25.4e-6

For at angive komponentværdier, anvendes disse prefixer.

Wiring af kredsløb:



Man skal bare wire gennem komponenter, modstande osv. Man kan også droppe modstande på en wire.

Endelig skal der ubetinget placeres en GND,

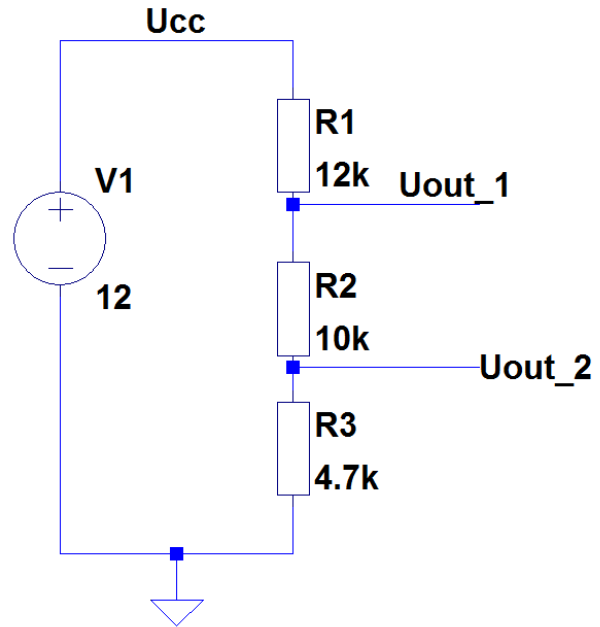


en Ground, dvs. der, hvor kredsløbet skal have spændingen 0 Volt.

Det er en fordel at give ledninger eller knudepunkter, såkaldte "Net" nogle sigende navne.

Her er der tildelt navnene Ucc, Uout_1 osv.

Gøres det ikke, vil Spice-programmet selv tildele Nets nogle numre som navn. Og det er tit besværligt at hitte rede i.

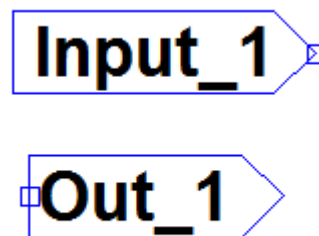
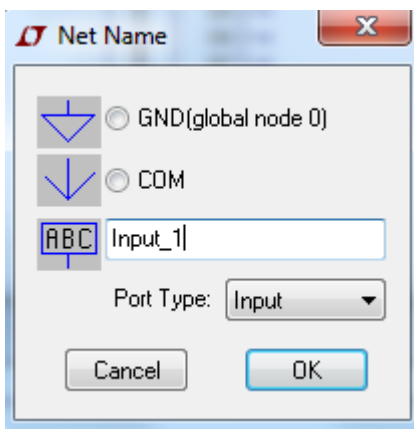


Netnames

Sæt Netnames på med:

Hvis man giver to eller flere nets eller nodes same label-navn, vil de opfattes som sammenhængende, selv uden en fysisk ledning, der forbinder dem.

På denne måde kan man få komplicerede diagrammer til at se pænere ud.



Man kan bestemme, hvordan Labels skal se ud. De kan ligne input-terminal eller et output. Det bestemmes ved at vælge det i Net Name boxen.



Her er nogle hotkeys

ESC - Exit Mode	ESC - Exit Mode
F3 - Draw Wire	
F5 - Delete	F5 - Delete
F6 - Duplicate	F6 - Duplicate
F7 - Move	F7 - Move
F8 - Drag	F8 - Drag
F9 - Undo	F9 - Undo
Shift+F9 - Redo	Shift+F9 - Redo

Pspice skal dernæst have at vide, hvad det er man er interesseret i at få beregnet. Evt. også over hvor lang tid, der skal beregnes.

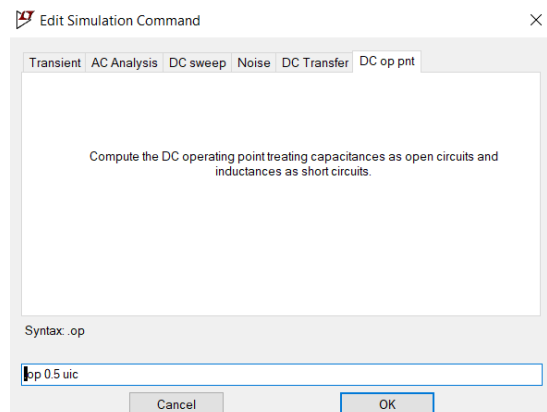
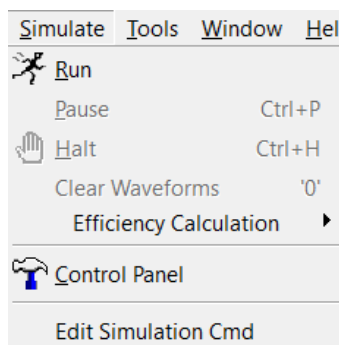
Den måde, beregningsmodulet forstår hvad den skal, er, at der ” på kredsløbet” placeres et direktiv. Dvs. en ordre til beregningsprogrammet.

.OP Operatingpoint:

Meningen med det første kredsløb med et par modstande er blot, at der skal beregnes spændinger, der ikke ændrer sig med tiden.

Derfor behøves der kun beregnet operation-points.

Vælg: Simulate, \ Edit Simulation Command.



Vælg DC op pnt, og klik OK

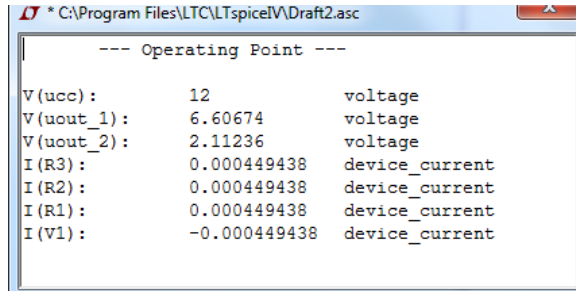
Herved placeres der en ordre, - et direktiv, - til beregningsdelen, så den ved, hvad der skal beregnes. På diagrammet ses nu en tekst, *et direktiv* ” .op ”.



Kør nu beregningen ved at klikke på 

Herefter dukker der et vindue op, der viser de beregnede værdier.

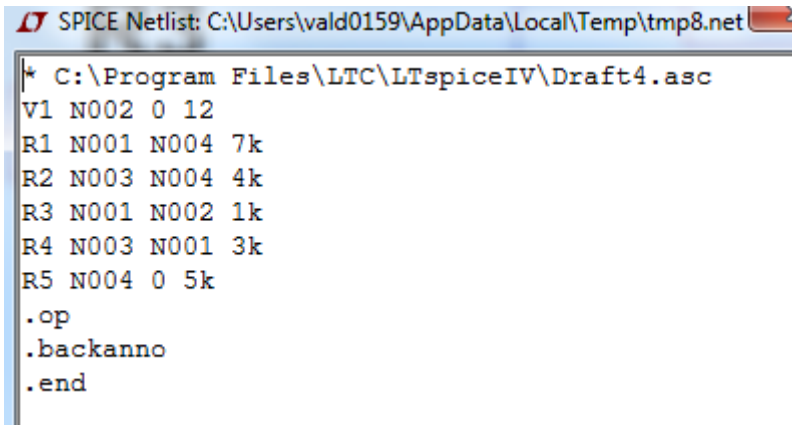
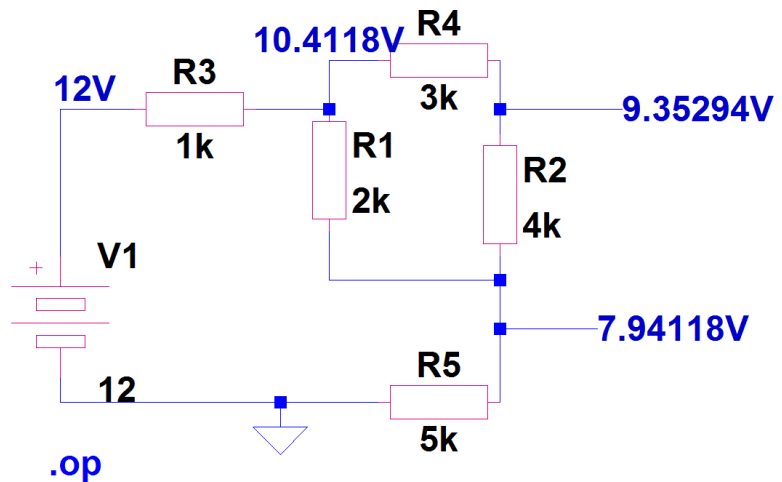
Bemærk de valgte net-names.



Et andet eksempel:

DC Operating Point.

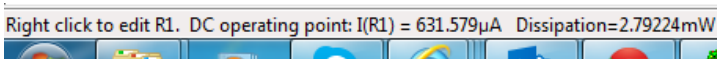
Skal der kun beregnes spændinger i forskellige knudepunkter i et kredsløb, kan der blot vælges en Operating Point beregning.



Efter simulering vises en netliste, med alle strømme og spændinger.

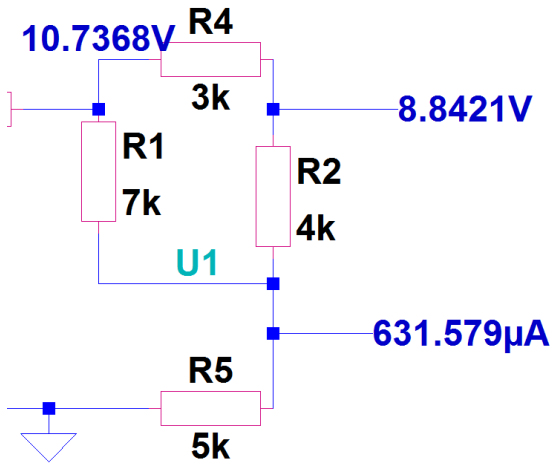
Luk for netlisten!

V-Klik på et net, og placer en spændingsvisning.

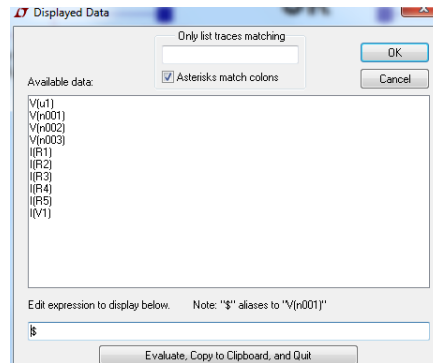


Nede i venstre hjørne ses data for komponenter under cursoren.

Ændres en komponents værdi, og der simuleres igen, - vil de nye spændinger komme frem på Nodes



Højreklikkes nu på en spændingslabel, fås et vindue, hvor der kan vælges i stedet at vise strømmen igennem en komponent.



Man er nødt til at fjerne \$ foran og så vælge fx I(R1)

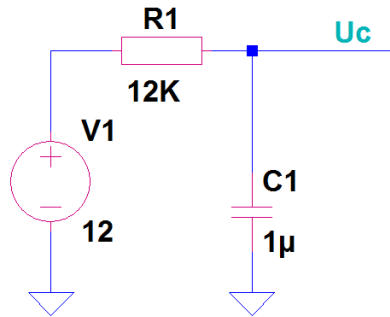
For at se ret god video (25 minutter) om Operating point simulation, se: 25:26 <http://www.youtube.com/watch?v=FEGT5dUpdrc>

Se hjemmeside: <http://www.zen22142.zen.co.uk/ltspace/dccircuits.htm>

For mere om operationpoint-beregning, se evt. hjemmeside : http://csserver.evansville.edu/~richardson/courses/Tutorials/LTspiceIV/01_IntroDCAnalysis/html/01_IntroDCAnalysis.html



Opladning af kondensator



`.tran 50m uic`

Opbyg nu dette kredsløb:

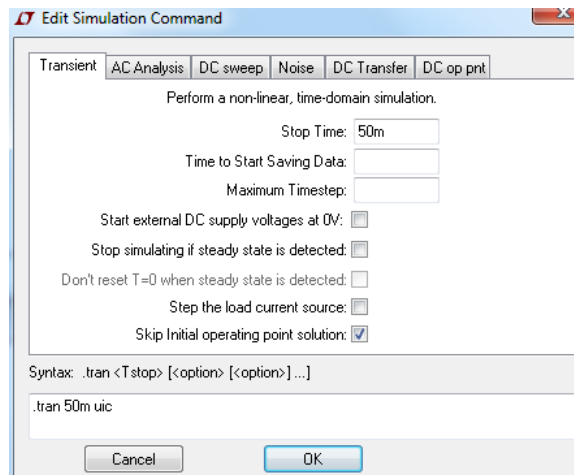
Denne gang skal der beregnes værdier over tid, altså med tiden ud af x-aksen. Det hedder på engelsk ” *Transient* ”

Første gang, der skal beregnes kan man blot klikke på RUN-ikonet, ellers vælg Simulate \ Edit Simulation cmd.

Vælg Transient, angiv hvor lang tid, der skal simuleres, og som noget specielt, sæt flueben i boxen ” Skip Initial operation point ”

Det får Spice til at undlade, at gå ud fra, at kondensatorer allerede er opladt ved simuleringsstart.

Der placeres et direktiv ” `.tran 50m uic` ” på diagrammet.



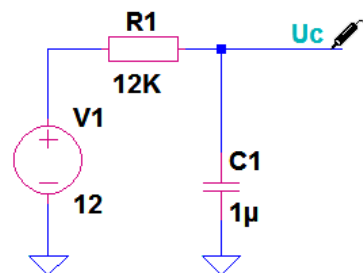
Default beregner Spice kredsløb som om alle kondensatorer er opladt og alle spoler er energiserede ved begyndelsen. Men dette kan de-aktiveres!

Efter at simuleringen er udført, får man nu opdelt vinduet i to.

Før cursoren over de punkter, node, = ledning, der skal tegnes graf for, (cursoren kommer til at ligne en målepind).



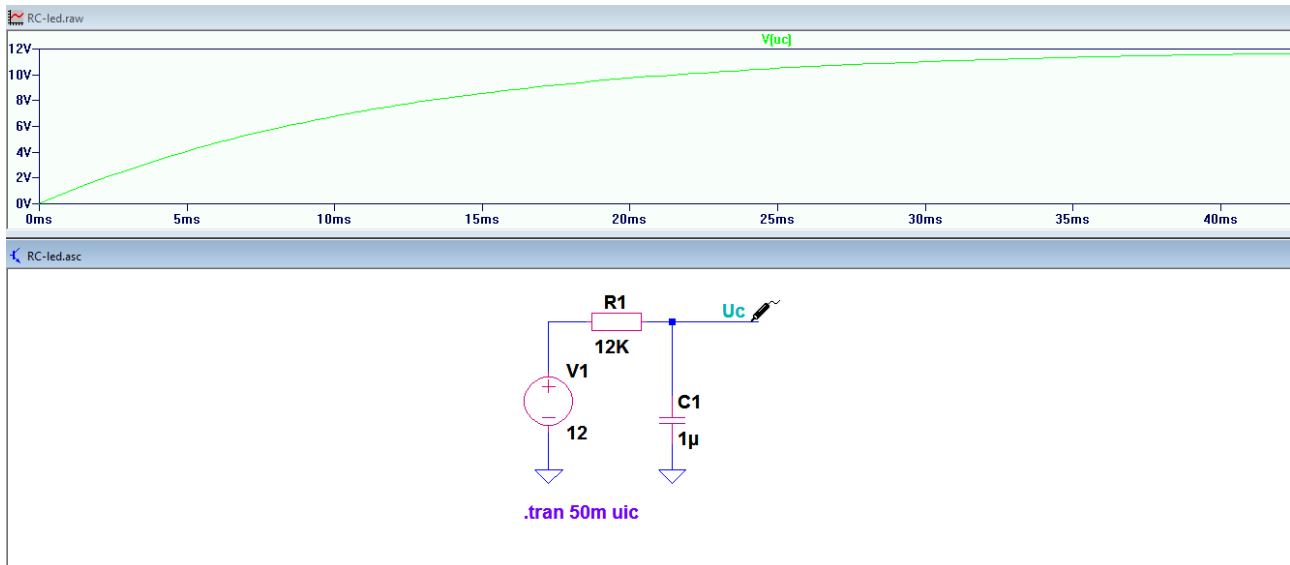
Voltage Probe



`.tran 50m uic`



Herefter tegnes et diagram for opladningen



Highlight ønsket vindue

Placeres cursoren på komponenten vises strømmen!

Strømmen vil måske vises i forkert retning. Det kan rettes ved at flytte komponenten, rotere den, og genplacere den !!

Ønskes Power dissipation vist: Alt + klik på komponenten.

Move:

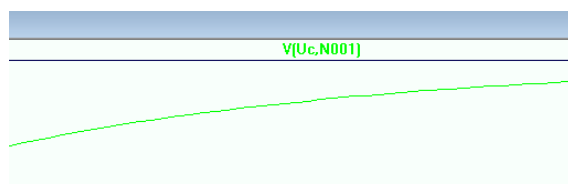
Lille hånd, - Flytter komponenter uden at slippe net.



Stor hånd: Løsriver komponent fra sit net.

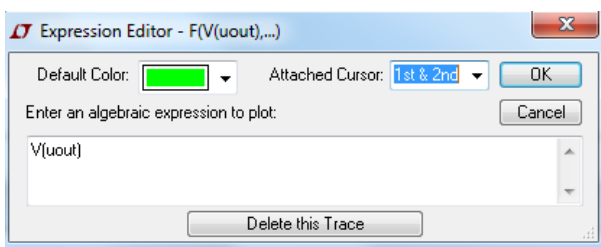
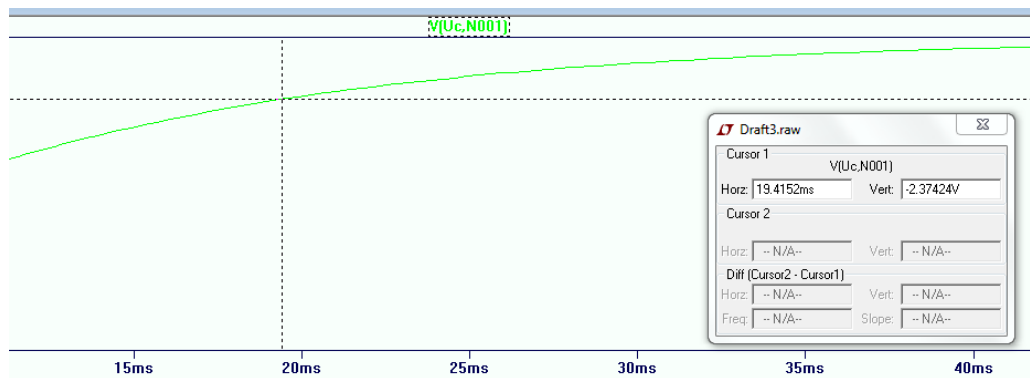
Cursorer.

Klik på tracenavnet over grafen i graf-vinduet.
Herved kommer et cursorvindue op.





Cursoren kan trækkes frem og tilbage. I vinduet ses grafens x- og y-værdier.



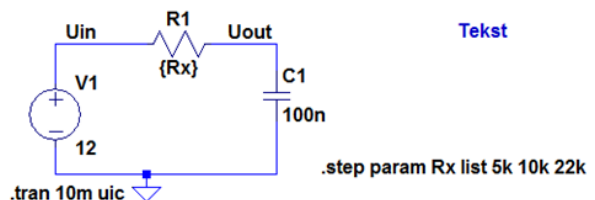
Evt. H. Klick trace navn i toppen. + Attach cursors. Max 2 cursorer.


Gentagne simuleringer med varierende modstandsværdier.

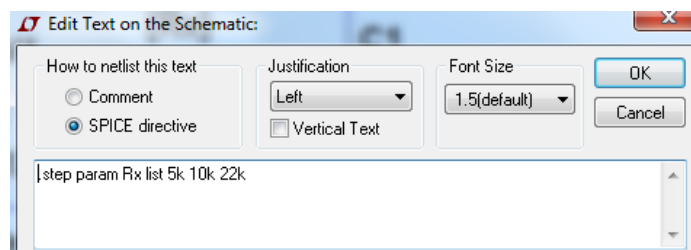
LT-Spice kan foretage gentagne simuleringer med forskellige værdier.

Det kan fx være med forskellige modstande, forskellige kondensatorer mm.

Modstandens værdi ændres til fx {Rx}



Herefter trykkes på  øverst til højre i menubjælken. .OP står for SPICE Directive. Indtast som vist, og placer teksten et sted på diagrammet.





For evt. at få hjælp, Tryk F1.

Søg frem til `.STEP`:

The screenshot shows the 'Parameter sweeps' window in LT-SPICE. On the left, a list of simulation commands is shown, with '.STEP' highlighted. On the right, a text box explains the command and provides several examples:

```
AC -- Perform an AC analysis
BACKANNO -- Annotate the subcircuit pin
DC -- Perform a DC source sweep analysis
END
ENDS
Ferret -- Download a File Given the URL
GLOBAL -- Declare global nodes
IC -- set initial conditions
INCLUDE -- include another file
LIB -- Include a library
LOADBIAS -- Load a previously solved DC
MEASURE -- Evaluate User-Defined Electr
MODEL
NET -- Compute Network Parameters in a
NODESET -- supply hints for initial DC solut
NOISE -- Perform a noise analysis
OP -- Find the DC operating point
OPTIONS -- Set simulator options
PARAM -- User-defined parameters
SAVE -- Limit the amount of saved data
SAVEBIAS -- Save operating point to disk
STEP -- Parameter sweeps
SUBCKT -- define a subcircuit
TEMP -- Temperature sweeps
TF -- Find the DC small signal transfer func
TRAN -- Do a non-linear transient analysis
TRAN Modifiers
WAVEF -- Write selected nodes to a wav file
```

This command causes an analysis to be repeatedly parameter, or an independent source. Steps may be

Example: `.step oct v1 1 20 5`

Step independent voltage source V1 from 1 to 2

Example: `.step I1 10u 100u 10u`

Step independent current source I1 from 10u tc

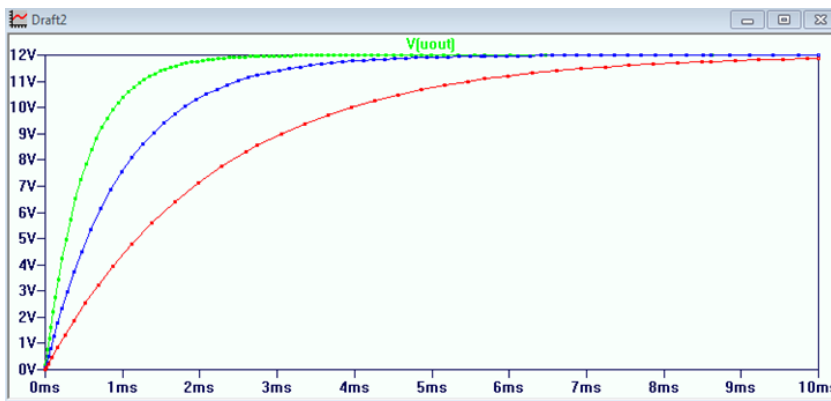
Example: `.step param RLOAD LIST 5 10 15`

Perform the simulation three times with global

Example: `.step NPN 2N2222(VAF) 50 100 25`

Step NPN model parameter VAF from 50 to 100 ir

Example: `.step temp -55 125 10`



Herefter vises graferne:

I ovenstående eksempel er modstandsværdierne angivet i en liste. Det kan også lade sig gøre at angive dem som en første beregningsværdi, en slutværdi, og det antal ohm, der skal springes for hver beregning.

Skriv så i stedet: `.step param Rx 1k 100k 2k`

Afladning af kondensator

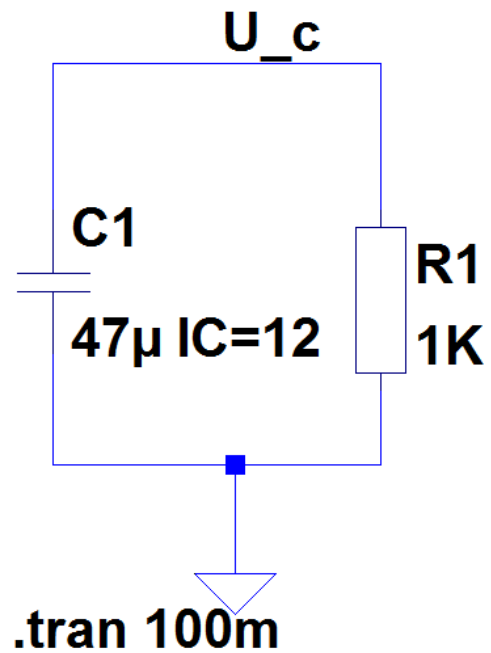
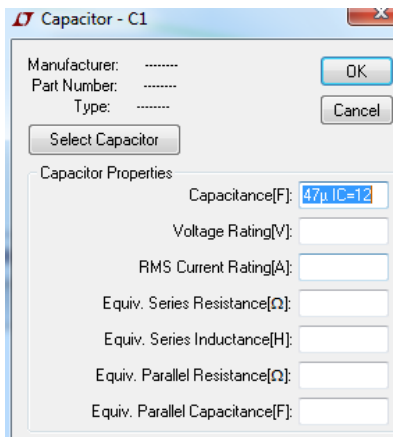


Ved afladning af kondensatorer er det nødvendigt at angive dens Startspænding.

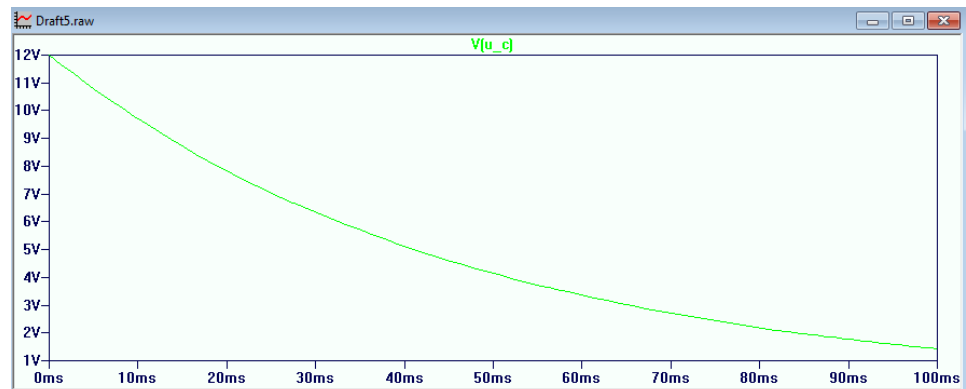
Det kan gøres på flere måder:

H-click på kondensatoren, og angiv størrelsen.

Men tilføj at dens Initial Condition = 12



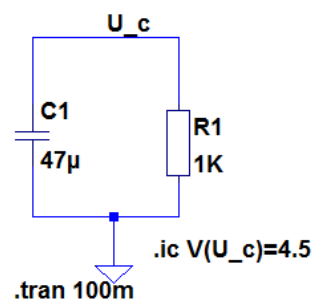
Det ses, at afladningen starter ved 12 Volt, og efter 100 ms der spændingen – med de givne komponenter, - faldet til ca. 0,5 Volt.



Alternativ kan der placeres et beregningsdirektiv på diagrammet som dette:
Klik øverst til højre på symbolet .op



Her er startværdien for node U_c sat til 4,5 Volt.





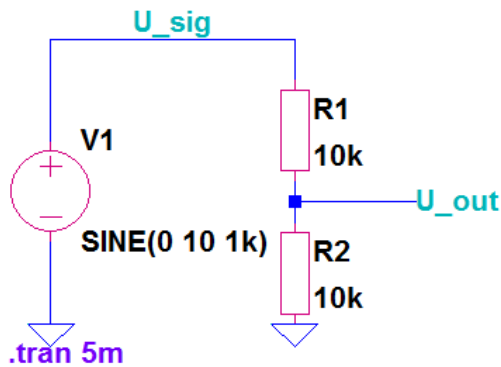
Eksempel på angivelse af flere startværdier.

Syntax: `.ic [V(<n1>)=<voltage>] [I(<inductor>)=<current>]`

Eksempel: `.ic V(in)=2 V(out)=5 V(vc)=1.8 I(L1)=300m`

Sinusspænding.

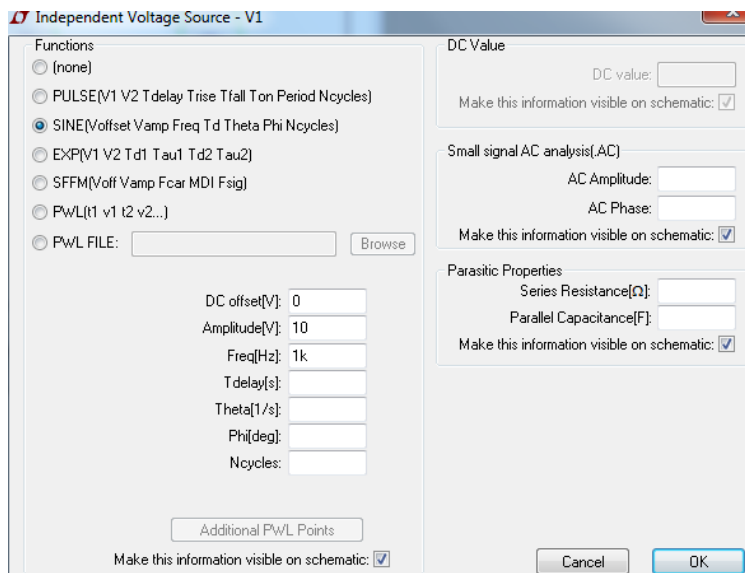
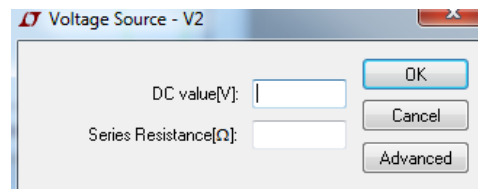
Nu opbygges et kredsløb med en sinusgenerator.



Højreklik på komponenterne og angiv værdier.

Generatoren skal indstilles til sinus.

Vælg Advanced:

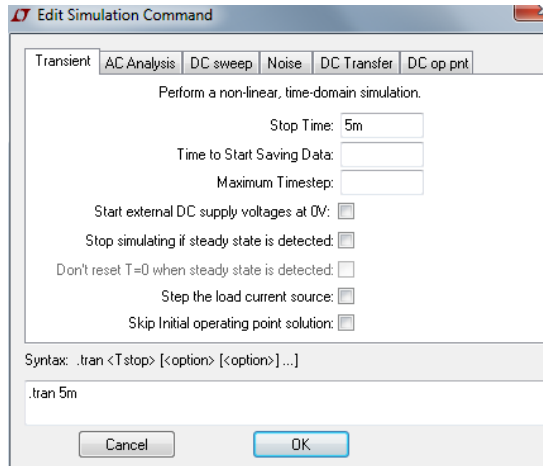


Indtast amplitude og frekvens.

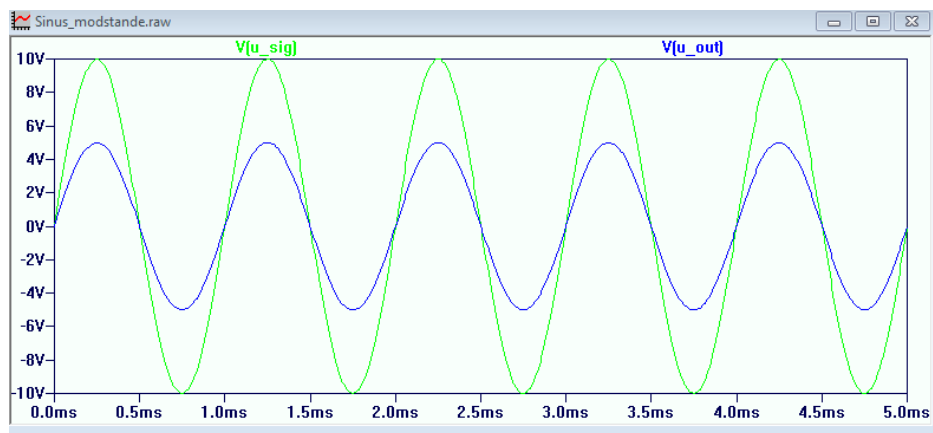


Kør simulering, og der dukker et vindue op og beder om simuleringstid.

Angiv fx 5m, da det ved 1 KHz giver 5 hele svingninger.

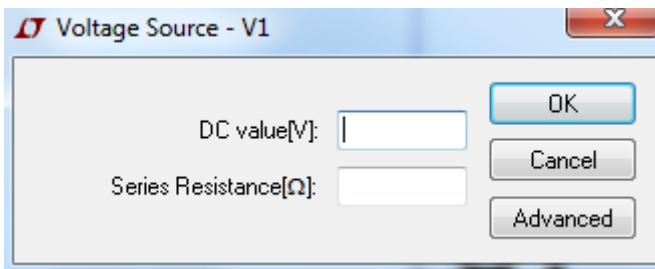
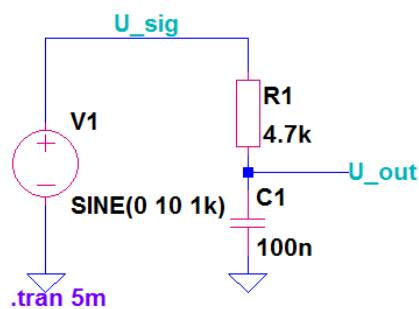


Graferne ser således ud:



Sinus på RC-led

Der anvendes en Voltage-generator, der indstilles til at give en sinusspænding.



Højreklik på spændingsgeneratoren.

Vælg Advanced.

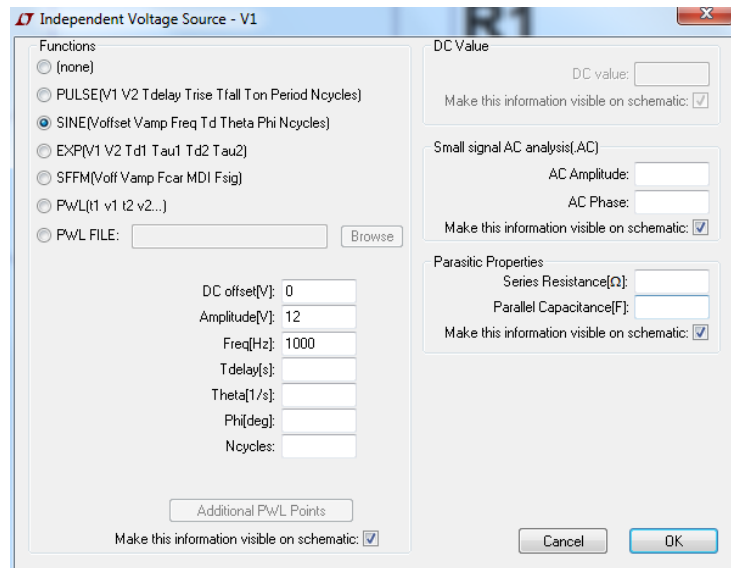


Vælg SINE, og angiv spændings størrelse som vist.

Klik på RUN.

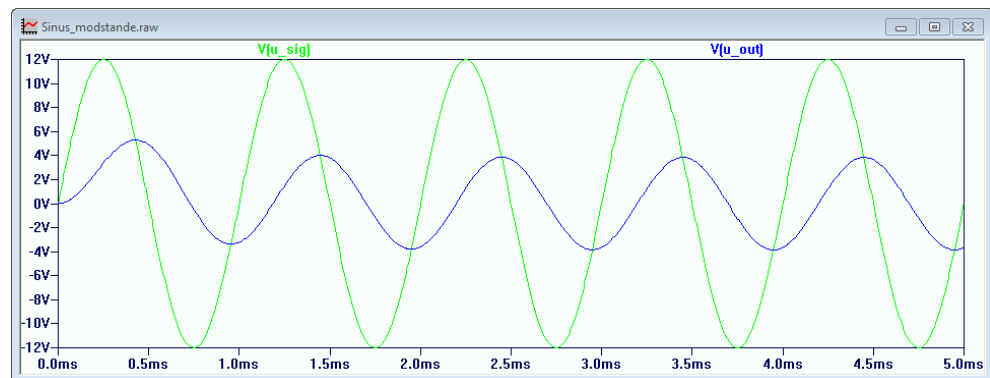
Angiv hvor lang tid, der ønskes simuleret.

Ved 1000 Hz kan det passende være 5 mS.



Klik på diagrammets Nodes

Herefter ses graferne.

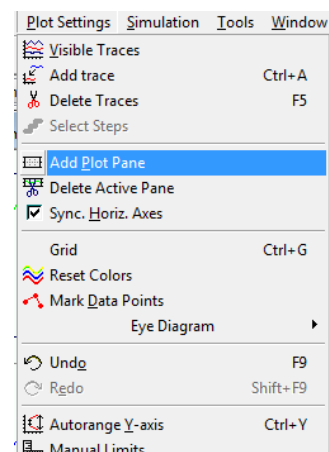


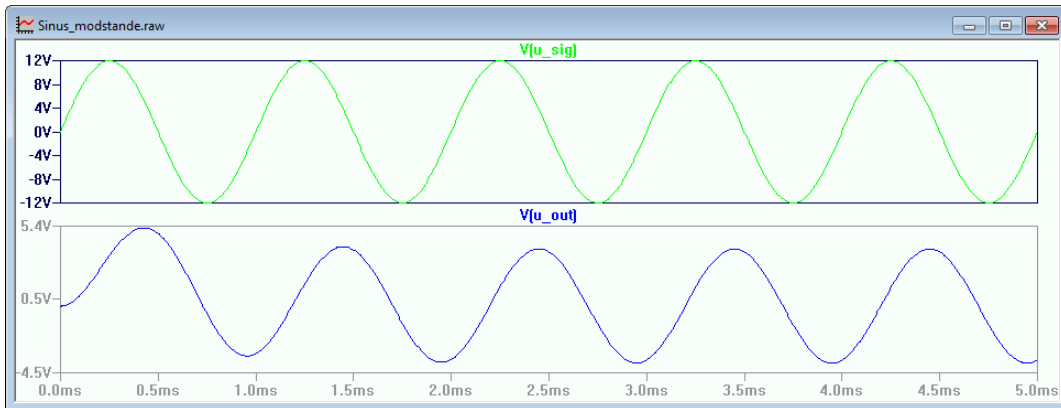
Obs: Brug cursorerne til at se frekvensen mm.

Adder evt. et ekstra grafvindue:

Vælg: Plot Settings / Add Plot Pane:

Træk den ene graf, angivet ved dens navn øverst til det nye vindue:





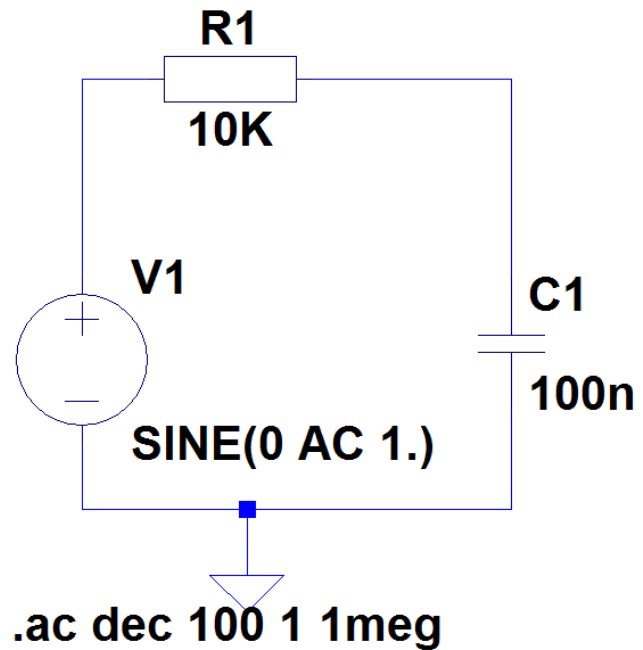
Nu haves to separate grafer.

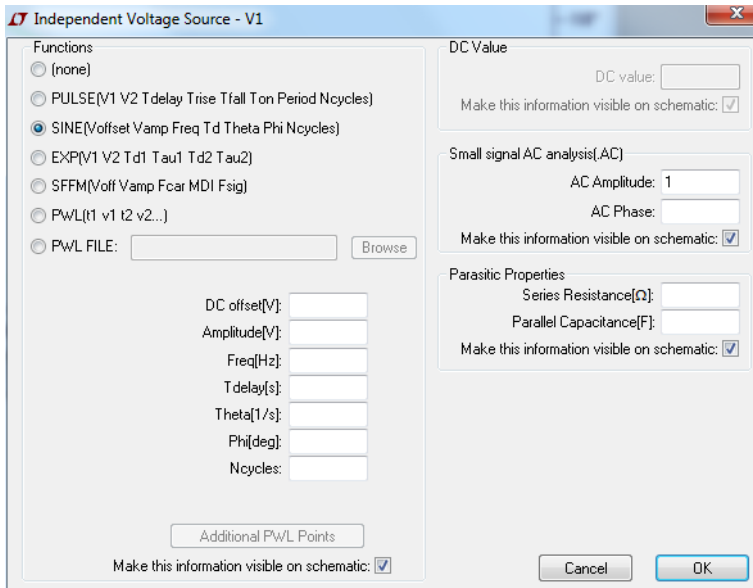
AC-SWEEP

Ved et AC-sweep, udføres gentagne beregninger for et kredsløb med stigende frekvens.

Brug en spændingsgenerator.

Højreklik på den og indstil:





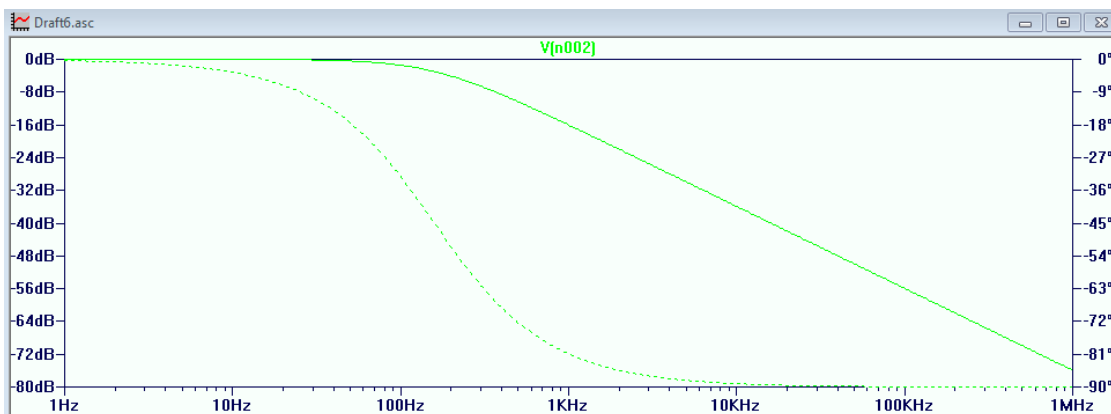
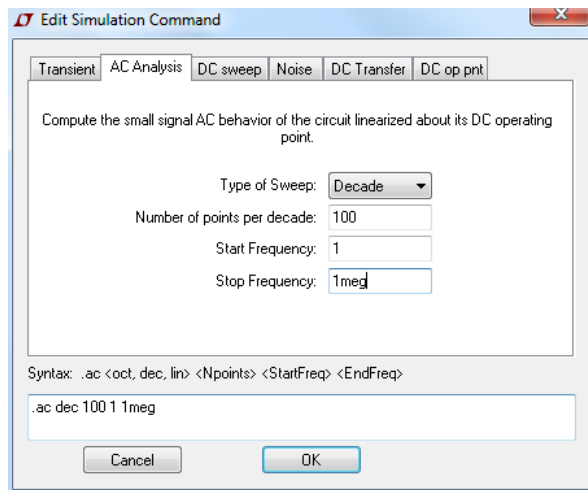
Vælg at generatoren er en Sinus, og indstil Small signal AC til 1 Volt.

Det er vigtigt, at det er 1 Volt, idet outputtet, dvs. grafen beregnes i decibel, dB, og Spice går ud fra, at det påtrykte signal er 1 Volt.

Og så skal der angives, hvilken startfrekvens og slutfrekvens, der ønskes beregnet.

Der skal angives antal beregninger pr Decade.

Vi bruger altid at indstille på Decade, - dvs. x-aksen bliver inddelt logaritmisk, fx som 10Hz, 100 Hz, 1KHz osv.



Og Bodeplottet ser således ud

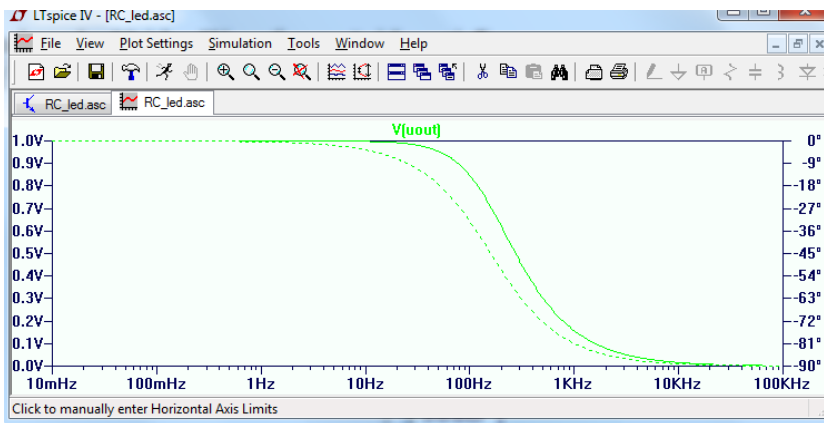
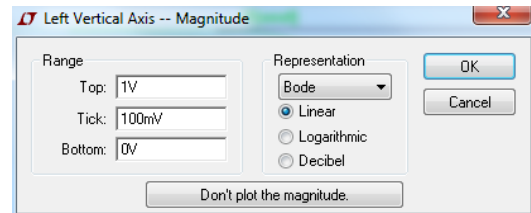
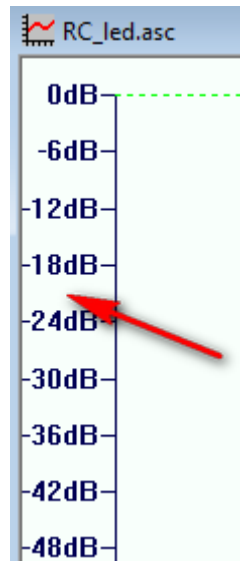
Grafen viser et "Bodeplot" for kredsløbet. Den fuldt optrukne graf er kredsløbets gain, angivet i venstre Y-akse. Den stiplede er udgangens fasedrejning.



Hvis der ikke ønskes vist et Bodeplot

Klik i grafens venstre Y-akse

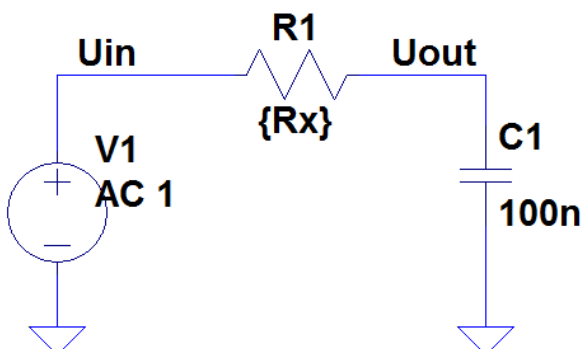
Lav om til visning med lineær Y-akse



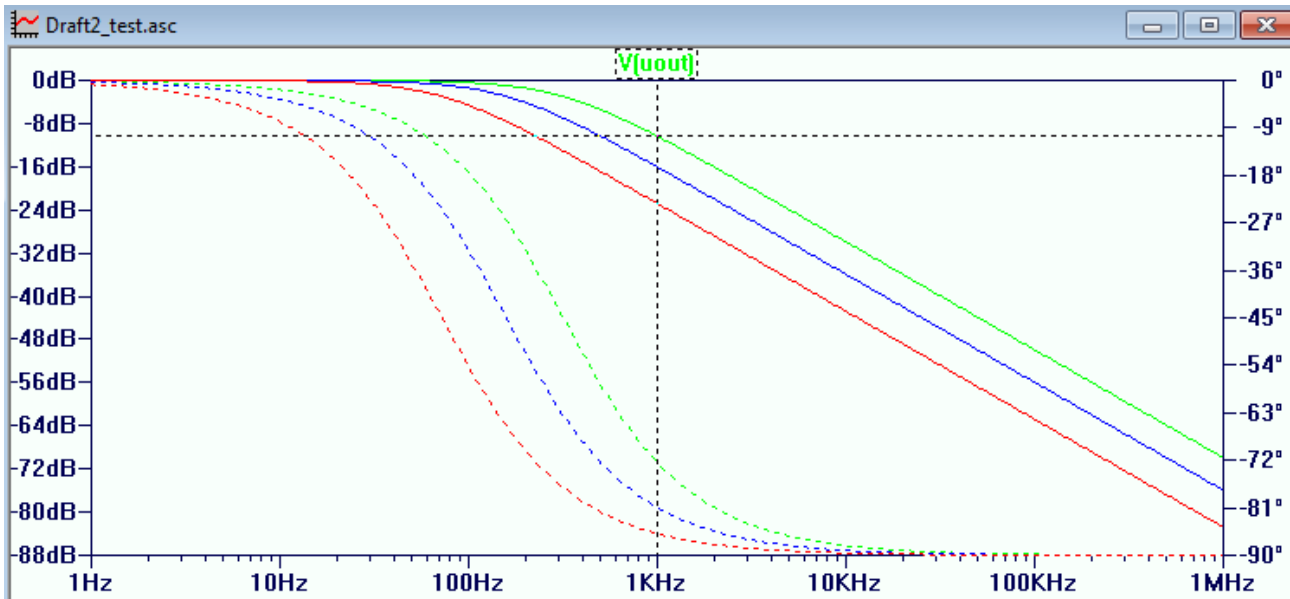
Klik igen på diagrammet for at få vist spændingsgraf.

Slet evt. tidligere tegnede grafer.

Parameter liste



```
.step param Rx list 5k 10k 22k  
.ac dec 100 1 1meg
```



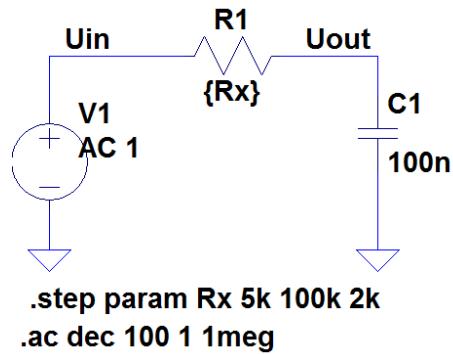
.STEP -- Parameter Sweeps

The ".STEP-command" causes an analysis to be repeatedly performed while stepping the temperature, a model parameter, a global parameter, or an independent source. Steps may be linear, logarithmic, or specified as a list of values.

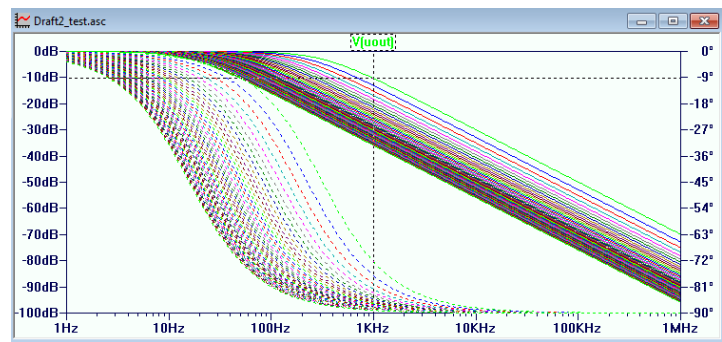
<code>.step oct v1 1 20 5</code>	Step independent voltage source V1 from 1 to 20 logarithmically with 5 points per octave.
<code>.step I1 10u 100u 10u</code>	Step independent current source I1 from 10u to 100u in step increments of 10u.
<code>.step param RLOAD LIST 5 10 15</code>	Perform the simulation three times with global parameter Rload being 5, 10 and 15.
<code>.step NPN 2N2222(VAF) 50 100 25</code>	Step NPN model parameter VAF from 50 to 100 in steps of 25.
<code>.step temp -55 125 10</code>	Step the temperature from -55°C to 125°C in 10-degree step. Step sweeps may be nested up to three levels deep.



Her er der ikke brugt en liste med modstande, men Direktivet “.step param Rx 5k 100k 2k” skal forstås som at der skal beregnes med værdier af Rx startende fra 5k, op til 100k med spring på 2kOhm.



Graferne ser således ud !!

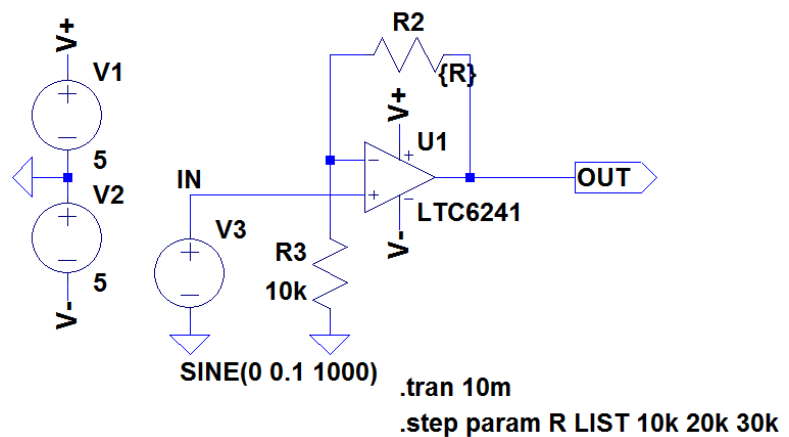


Se for mere om parametrisk sweep: ¹:

Stepping through parameters

It is possible to perform multiple simulations with different component values.

This shows a simple non inverting amplifier.



By relabeling the feedback resistor value to 'R' (instead of, say, 10k) and putting it in curly brackets tells LTspice to treat the value as a variable. The .step command is then used to step R through different values. The .step command in this case steps the parameter R through the values 10k, 20k and 30k. Any number of parameters can be made into variables, however LTspice will run simulations on all the different combinations of each value. The above circuit applies a 100mV sinewave to an amplifier with gain of 2, 3 and 4.

Fra: http://www.simonbramble.co.uk/lt_spice/ltspice_lt_spice_tutorial_5.htm

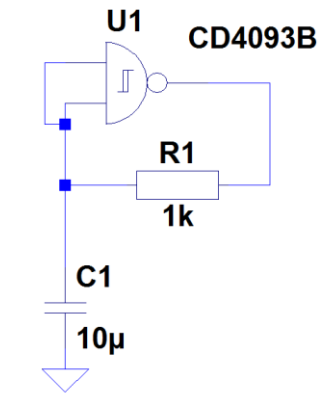
¹ <https://www.analog.com/en/technical-articles/ltspice-using-the-step-command-to-perform-repeated-analysis.html#>
<http://jeastham.blogspot.dk/2011/09/parameter-sweeps-in-ltspice-step.html>



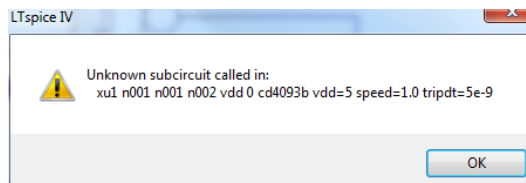
NAND-Gate Oscillator

Opbyg flg. Kredsløb

Der bruges en 4093-Nand-gate.



Hvis der klikkes på "run", fås en fejl.



Spice kan ikke lokalisere den matematik, der hører til NAND-gaten CD4093.

Der skal placeres et direktiv til diagrammet, som skal få Spice til at lede i det rigtige bibliotek.

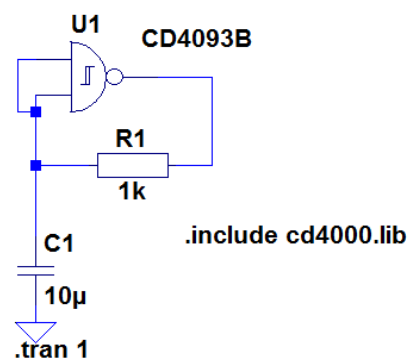
Klik på .op øverst til højre og adder: ".include cd4000.lib"

Eller .inc eller .lib i stedet for ".include"

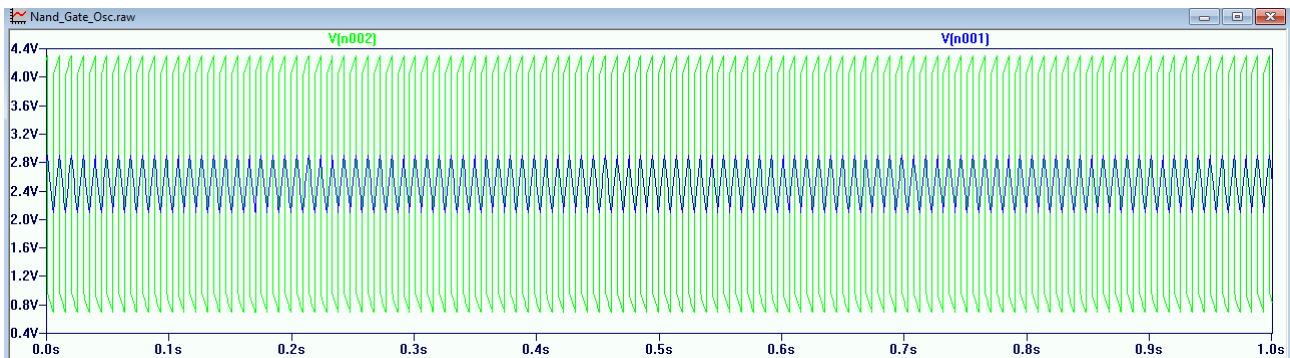
Placer direktivet på diagrammet.

Virker det ikke herefter, prøv at højreklik på direktivet på diagrammet. Vælg Browse, - og find så frem til biblioteket.

Det ser nu således ud:



Grafen kan nu beregnes og vises:



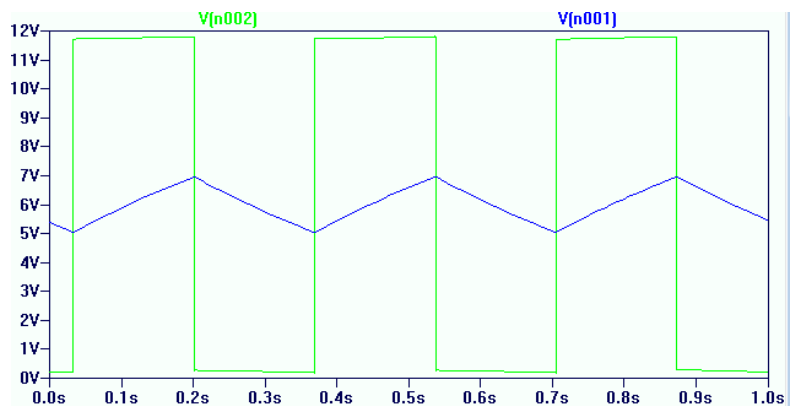
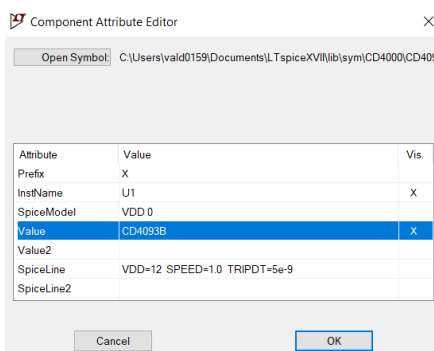
LTSpice regner default med, at der er påtrykt Nandgaten en spænding på 5 Volt.

Obs. Placer de to grafer på hver deres Graf-Plane

Obs. Det er muligt manuelt at indstille Y-aksen.

Default regner LTSpice med at forsyningsspændingen er 5 Volt.

Dette kan ændres, ved at H-klokke på Gaten, og ændre VDD, dvs. dens forsyningsspænding, - til 12 Volt.



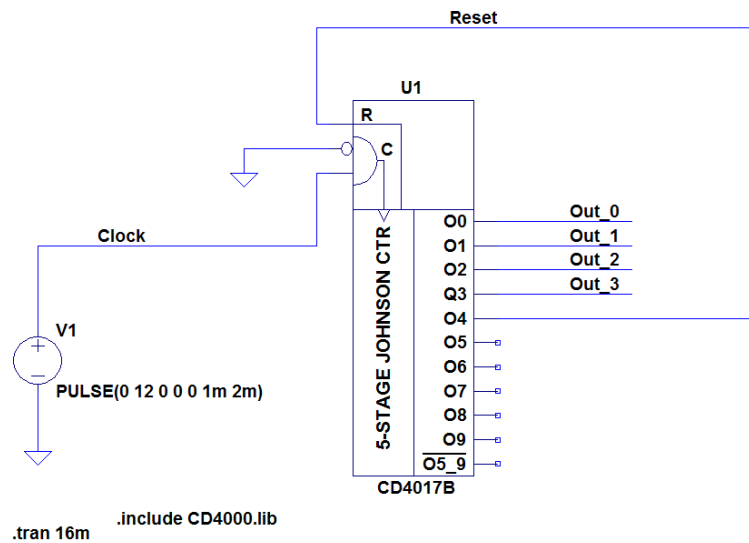
Counter 4017



Opbyg viste kredsløb:

Bemærk, at der skal sættes ledninger på udgangene for at man kan få vist spændingsgrafer.

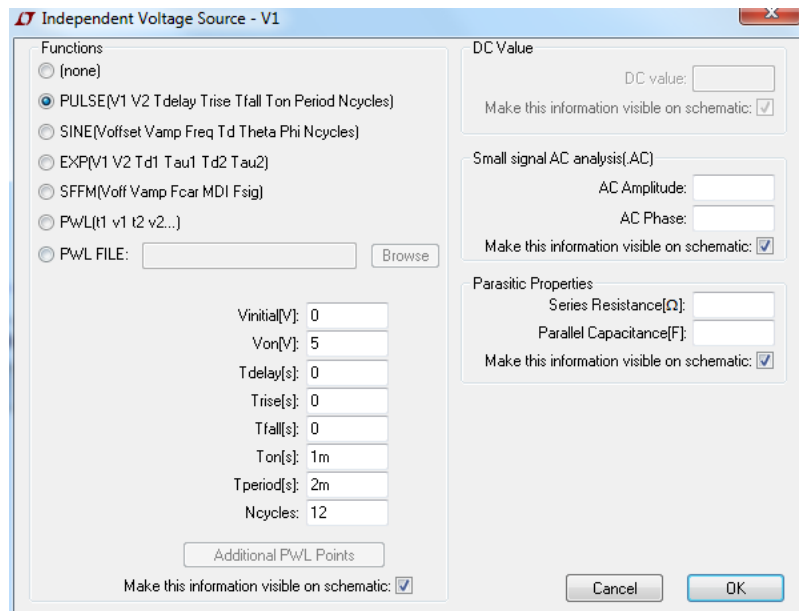
Det er smart at sætte labels på!!



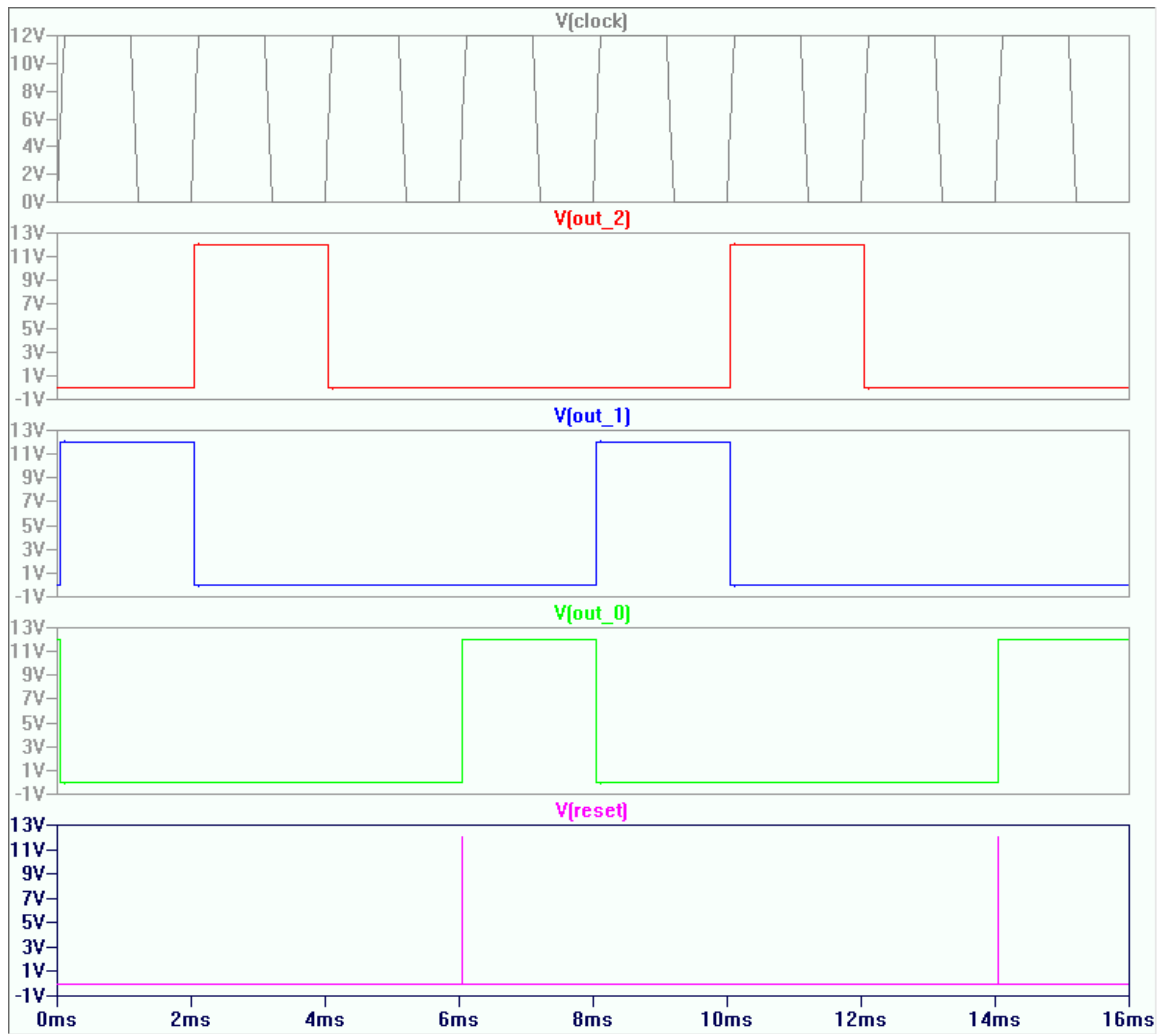
Tælleren skal påvirkes med en puls. Dvs. spændingsgeneratoren skal indstilles til at afgive pulser, og pulsernes varighed skal defineres.

Højreklik på V1

Indtast som vist:



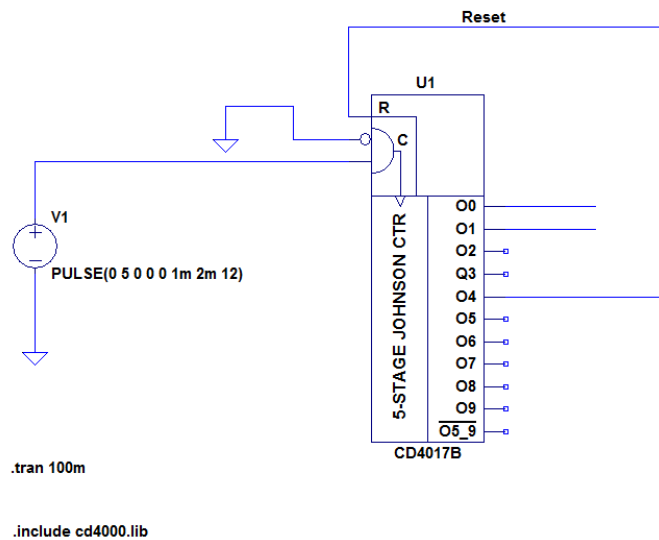
Her ses graferne for simuleringen.



Hvis Q4 forbindes retur til Reset-indgangen, vil tælleren kun bruge 4 udgange.

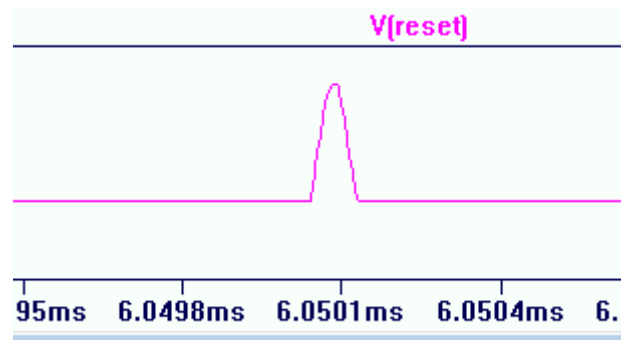
Så snart den 5. udgang, - mærket O4, - bliver høj, resettes tælleren.

Herunder er der en graf, hvor der er zoomet ind på grafen for resetpulsen.



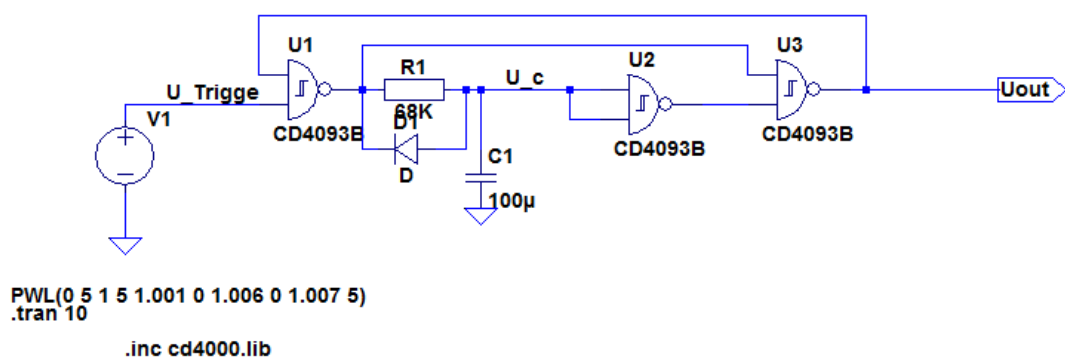


Resetpulsen varer ikke lang tid!



Oneshot

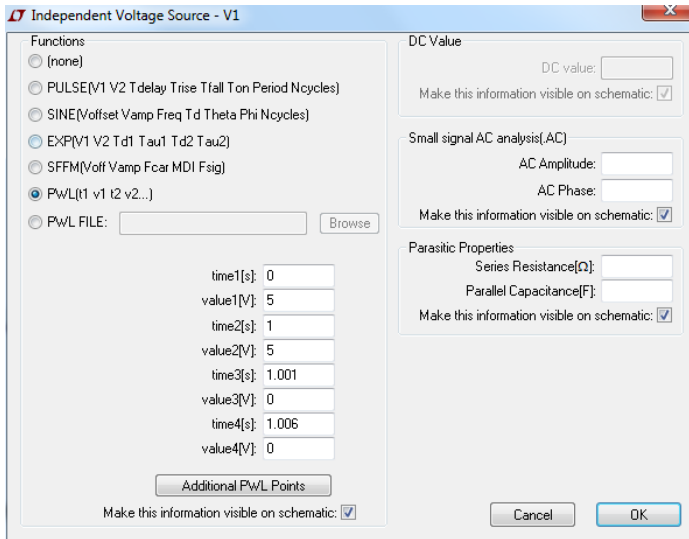
Opbyg følgende kredsløb :



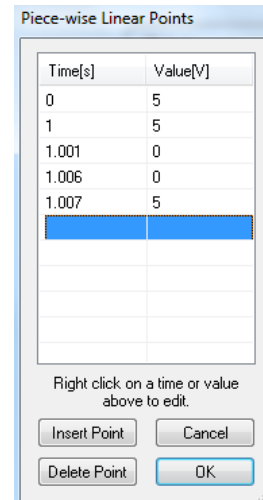
I stedet for en pullup modstand og en switch til nul, er der brugt en V_Peace_Wice_Linear, hvor der defineret en triggepuls.

- Kl. 0 er spændingen 5 Volt,
- Kl. 1 sek er spændingen 5 Volt.
- Kl. 1.001 er spændingen 0 Volt.

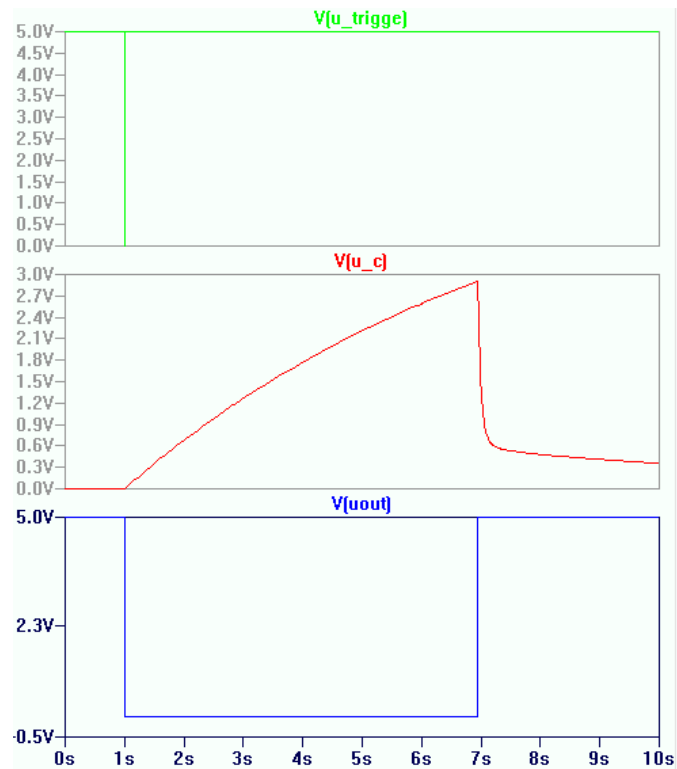
Osv.



Additional PWL-points



Resultatet:



Definer en puls: Se http://www.simonbramble.co.uk/lt_spice/ltspice_It_spice_tutorial_2.htm

Simulering af Diode: http://www.simonbramble.co.uk/lt_spice/ltspice_It_spice_tutorial_4.htm

Simulering af Hazard i digitale kredsløb.

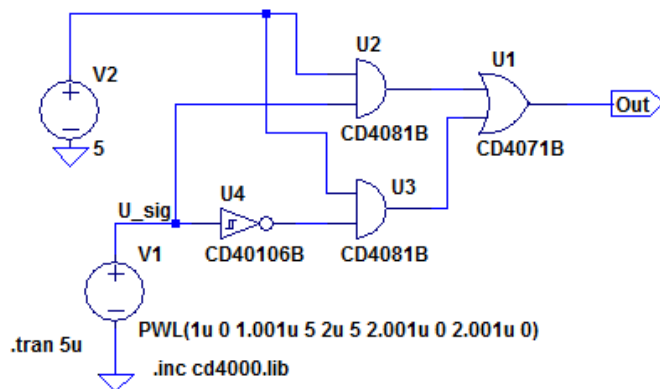


Vha dette kredsløb illustreres at det tager tid for et signal at komme gennem en gate.

Det kaldes "Propagationdelay".

Signalet U_sig er defineret af en PWL-generator.

Se grafen herunder.



Definering af et PWL-signal (Piecewise Linear).

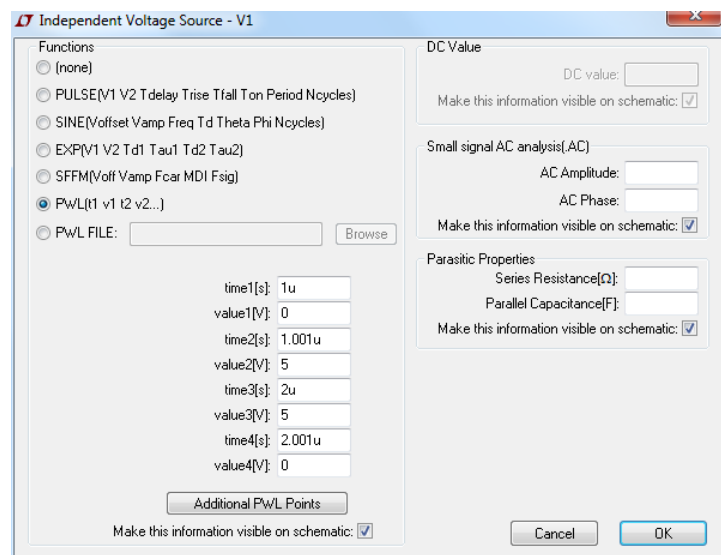
Alle af signalets "hjørner" skal defineres.

Default starter tiden på 0 Volt.

Her er defineret, at til tiden:

1uS	er signalet 0 V.
1.001uS	er det 5 Volt
2uS	er det 5 Volt og
2.001uS	er det 0 Volt

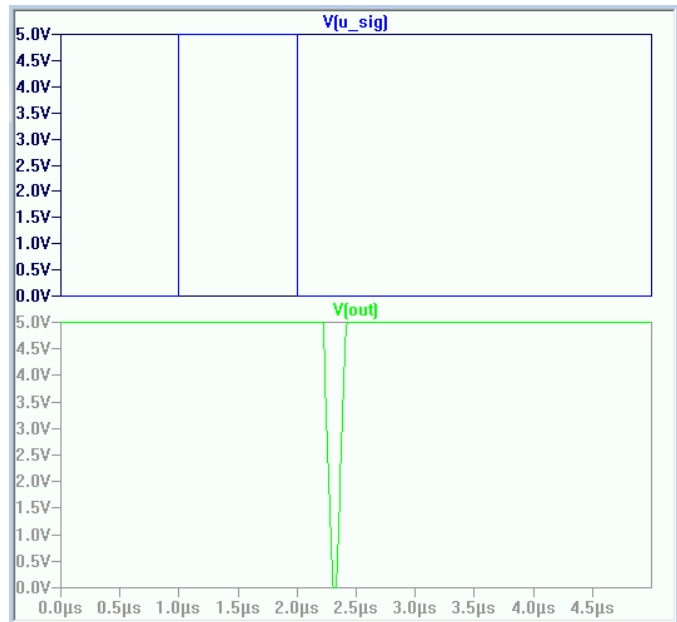
Signalet forbliver herefter 0 Volt.



Signalet bevæger sig fra 0 til 5 Volt på 0.001 uS.

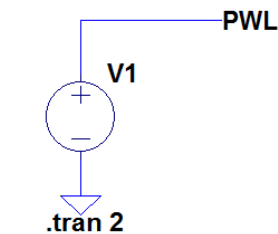


Det korte øjeblik, udgangen er lav ses tydeligt!



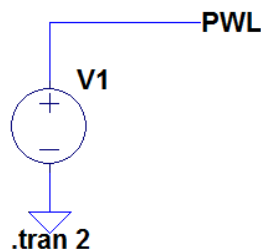
Gentagne PWL-pulser

If you want to repeat the above waveform, LTspice allows you to edit the PWL text. To repeat the above waveform 5 times, right click over the PWL text and alter as shown in FIG 6.



PWL repeat for 5((0 0) (+100m 10) (+100m 10) (+100m 0)) endrepeat

Likewise, if you want the waveform to repeat forever, edit the PWL text according to FIG 7



PWL repeat forever((0 0) (+100m 10) (+100m 10) (+100m 0)) endrepeat

Fra: http://www.simonbramble.co.uk/lt_spice/ltspice_lt_spice_tutorial_5.htm

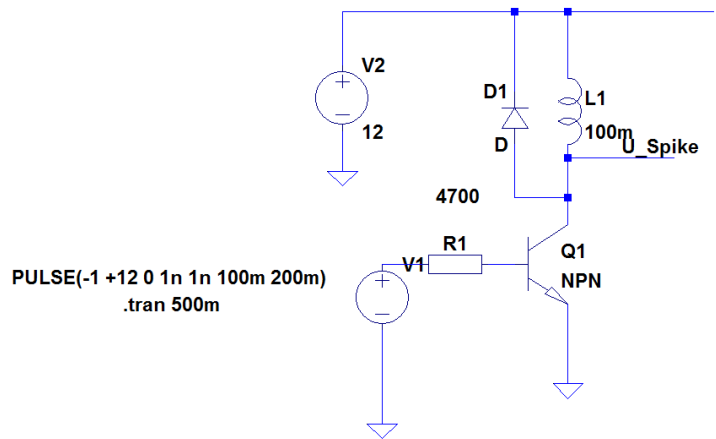
Transistor Switch



Opbyg kredsløbet. Først uden dioden!

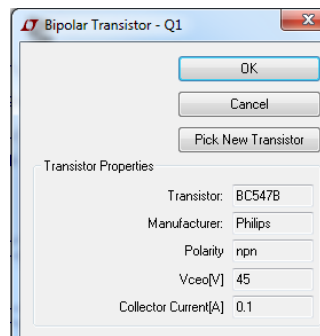
Se forskellen når dioden placeres.

Spolen har 60 Ohms spolemodstand, og en L på 100 mH



```
PULSE(-1 +12 0 1n 1n 100m 200m)
.tran 500m
```

Ps: Vælg blot en standard NPN-transistor og placer den. Efterfølgende kan der højreklikkes på den, og vælges en transistor fra en liste:



Voltage Controlled Switch

Dette kredsløb viser, hvordan man kan bruge en spændingskontrolleret switch i et LTSpice kredsløb.

Hvis spændingen er større end 0 Volt på + benet, er switchen on, er den under 0 Volt, er den åben.

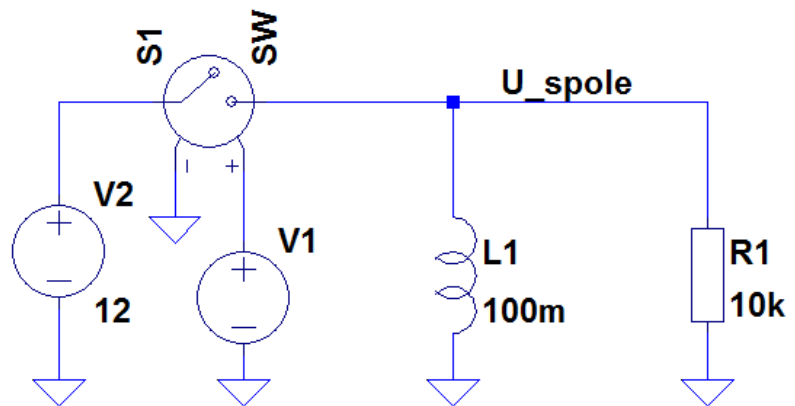
Her er der brugt en Pulsgenerator til at åbne og lukke.

Obs. Der skal placeres en Spice direktiv

`.Model SW SW()`

For at switchen virker.

Spolens modstand er sat til 60 Ohm, og dens selvinduktionskoeffetient er 100 mHenry.

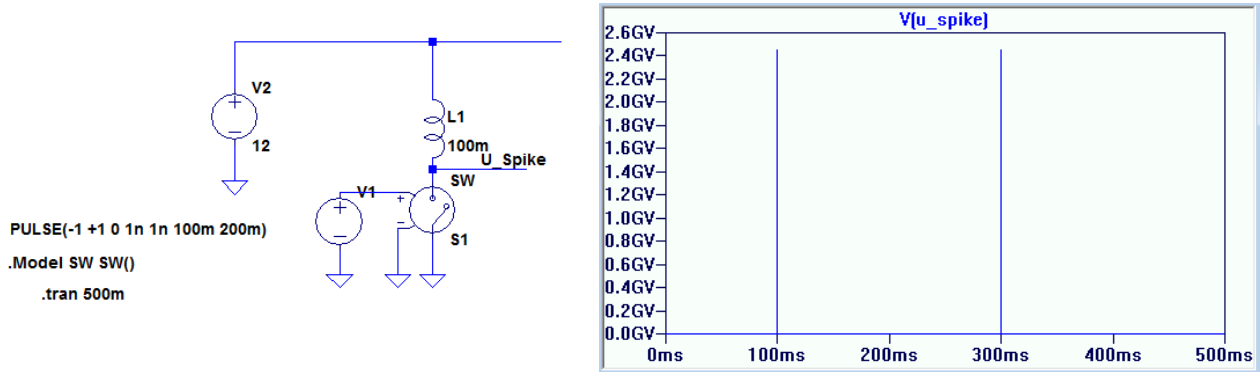


```
PULSE(-1 +1 0 1n 1n 100m 200m)
.Model SW SW()
.tran 500m
```

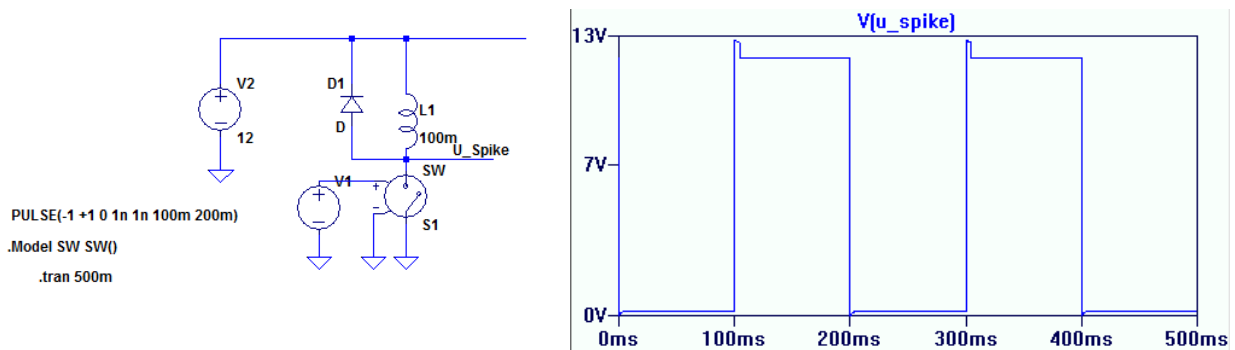


Se youtube: <http://www.youtube.com/watch?v=eEHWxvCydpw>

Her er switchen opbygget som en transistor-driver til en spole.



Placeres der en diode over spolen, bliver resultatet som flg.



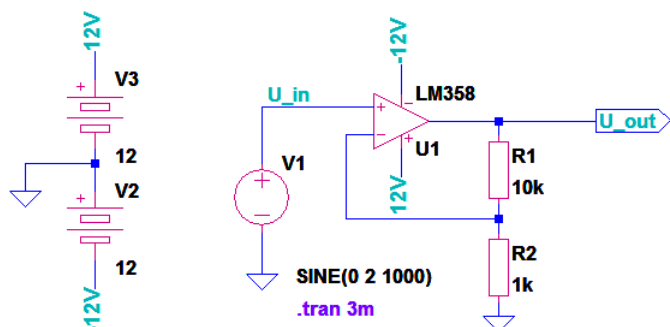
Operationsforstærker

Se: http://www.simonbramble.co.uk/techarticles/advanced_op_amps/advanced_op_amps.htm

Opbyg fx dette kredsløb.

Bemærk at der er brugt net-labels til at lave "luft-ledninger".

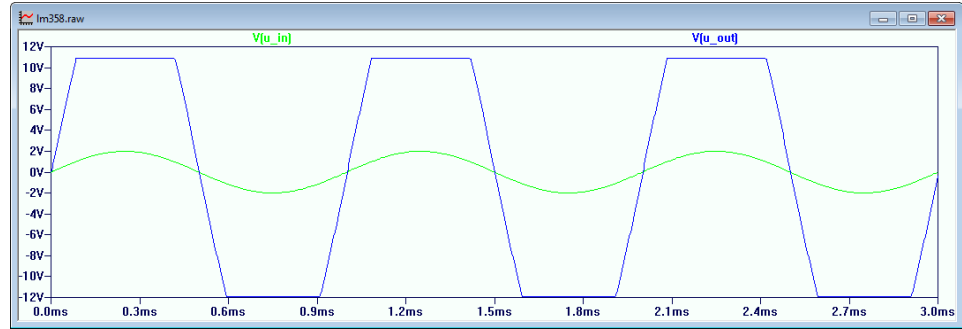
Operationsforstærkeren LT1013 og LT1014 svarer nogenlunde til LM358





Det ses, at grafen for U_{out} er klippet.

Bemærk også, at u_{out} kan gå længere ned end op til den positive rail.

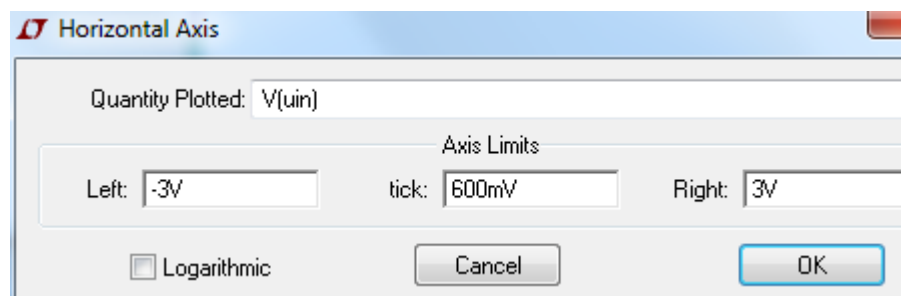


Komparator med hysteres

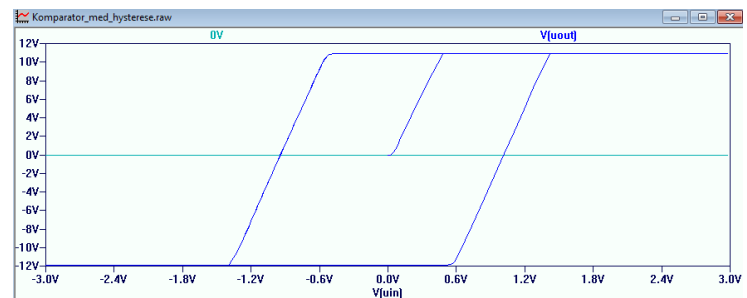
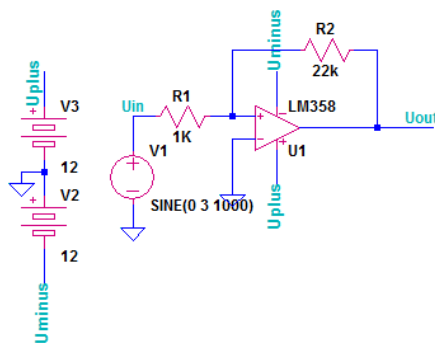
Simuleres komparatorer, kan det være interessant at se udgangen som funktion af indgangsspændingen.

Dvs, at det er nødvendigt, at Ændre X-akse-variabel!

Klik på X-aksen og indtast en anden variabel !



Her et eksempel på en komparator med hysteres, hvor U_{out} er afbildet som funktion af U_{in} .



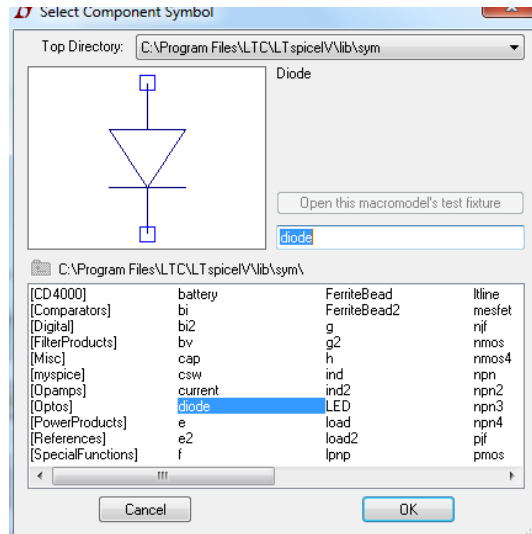
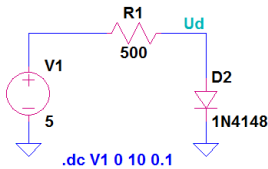
DC-sweep:



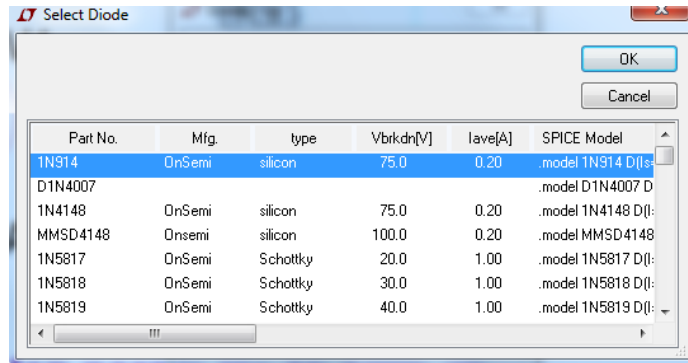
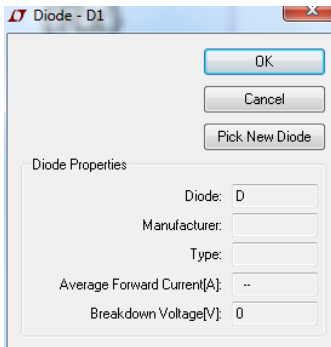
For nogle simuleringer bruges en varierende DC-spænding. Fx til at se på en diodekarakteristik.

Her er vist et eksempel.

Vælg først blot en diode, h. klik på den og vælg en alternativ diode !!

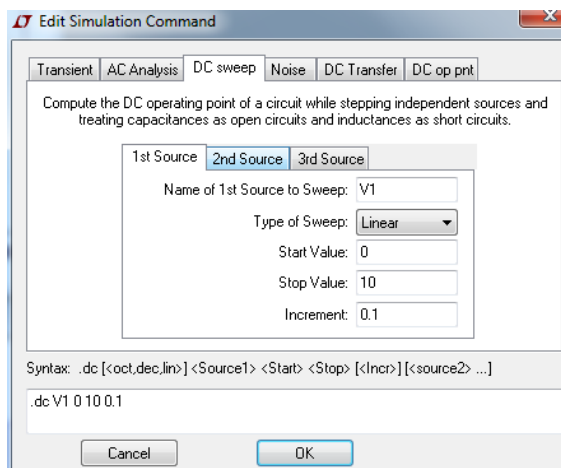


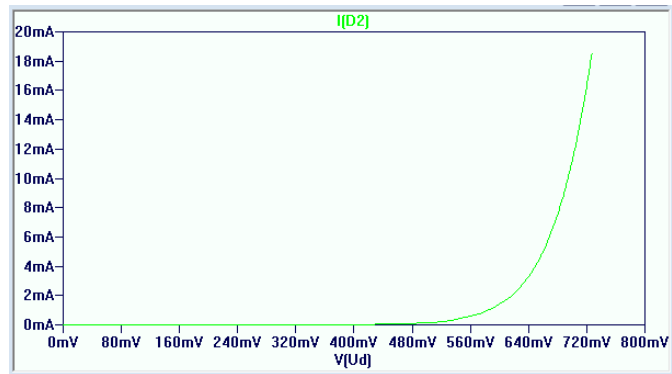
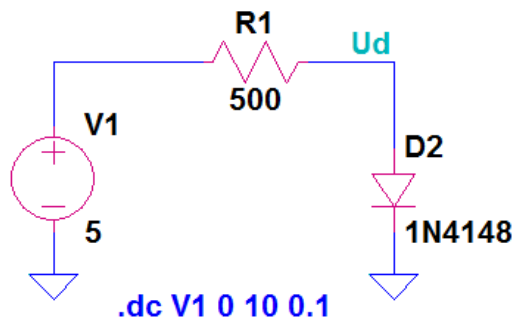
Vælg ”Pick New Diode” og vælg en anden model.



Vælg nu DC sweep som simuleringsmetode.

Kør simuleringen:



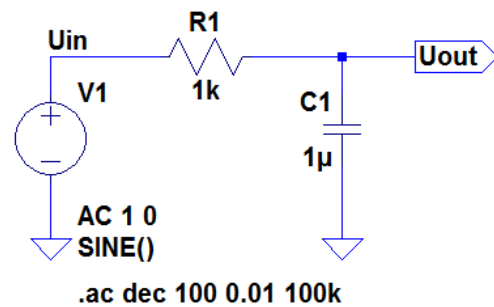


Matematiske funktioner:

Se: <http://www.youtube.com/watch?v=GmzfJa2GS7c>

I LT-Spice er det muligt at angive, hvordan man ønsker sine grafer tegnet. Fx kan man få vist en graf for $2 \cdot U_{in}$. Se senere !!

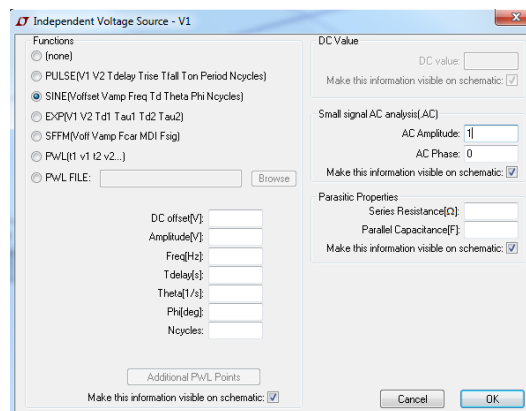
Her er det vist med et Bodeplot - eksempel

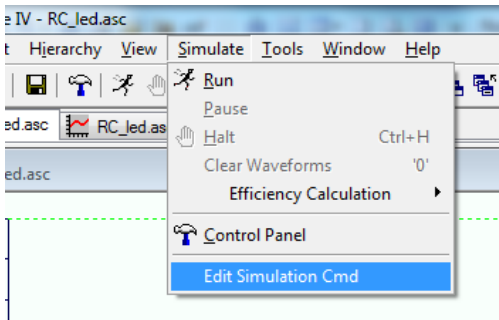


Når der skal laves frekvensanalyse, skal kredsløbet påtrykkes en sinus.

Det er vigtigt, at AC-amplituden er 1 Volt. Det regner matematikken med !!

(ellers skal man selv indtaste trace expression)





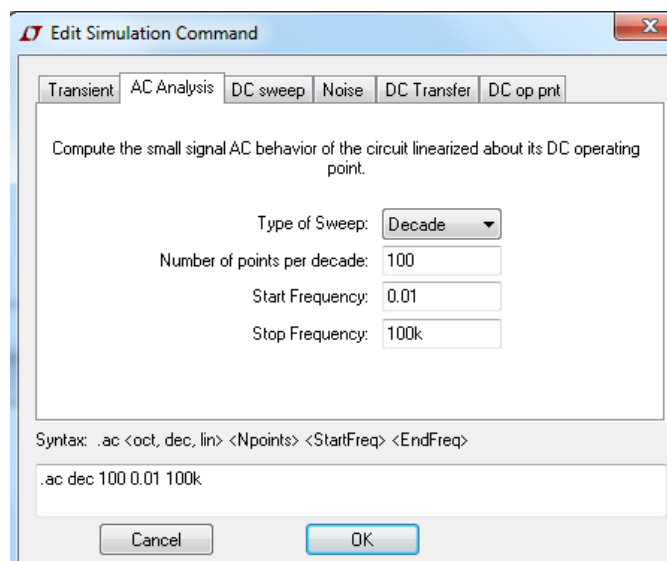
Der skal også indstilles at man ønsker et AC-sweep.

Vælg AC Analysis.

Der skal vælges Decade, dvs. inddeling for hver 10^x på x-aksen.

Der kan vælges fx 40 points per decade beregninger.

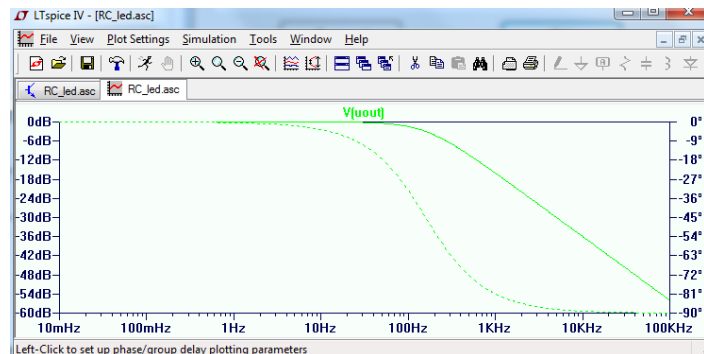
Og endelig skal startfrekvensen og stopfrekvensen for beregningerne vælges.



Kør en simulation og vis en graf for U_{out} .

Default starter Grafvinduet op med dB på Y-aksen. Og der vises et Bode Plot.

Den stiplede linje er fasedrejningen på U_{out} .



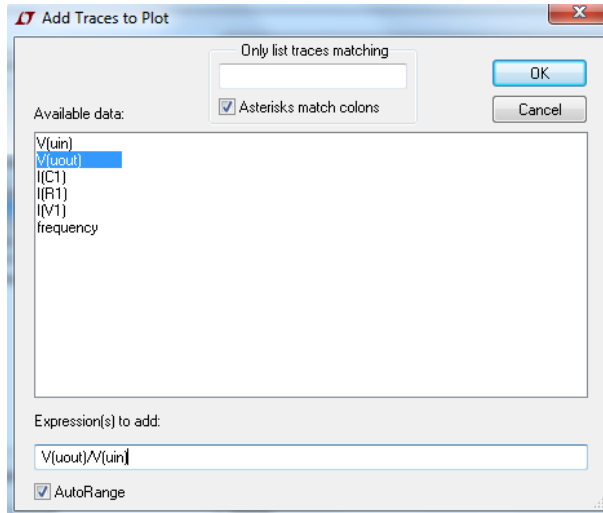
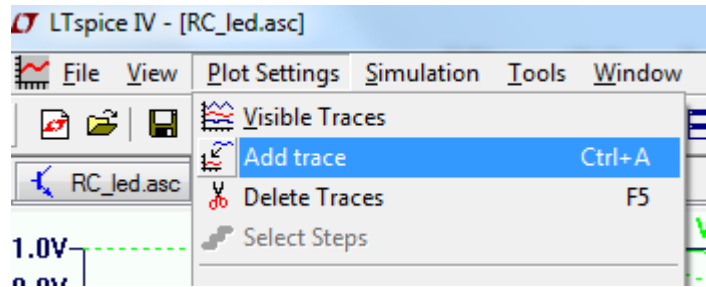
dB er et udtryk for kredsløbets forstærkning. dB findes som:

$$dB = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_{out}}{U_{in}} \right)$$



Indtaste Trace expression

Det er muligt selv at indtaste et matematisk udtryk.



Øverst vises de beregnede data for kredsløbet.

Nederst kan indtastes et udtryk.

Hvis Y-aksen er indstillet til dB, skal der ikke skrives $20 \cdot \log_{10}()$.

Det sker default.

Hvis ikke indgangssignalet er lig 1 Volt, er det nødvendigt at tegne Bodeplot på denne måde.

For syntaks og matematiske funktioner, se fx: http://ltwiki.org/index.php5?title=Waveform_Arithmetic

Ellers er her en oversigt:

The difference of two voltages; e.g., $V(a)-V(b)$; can equivalently written as $V(a,b)$. The following functions are available for real data:

Function Name	Description
abs(x)	Absolute value of x
acos(x)	Arc cosine of x
arccos(x)	Synonym for acos()
acosh(x)	Arc hyperbolic cosine
asin(x)	Arc sine
arcsin(x)	Synonym for sin()
asinh(x)	Arc hyperbolic sine
atan(x)	Arc tangent of x
arctan(x)	Synonym for atan()
atan2(y, x)	Four quadrant arc tangent of y/x
atanh(x)	Arc hyperbolic tangent



<code>buf(x)</code>	1 if $x > .5$, else 0
<code>ceil(x)</code>	Integer equal or greater than x
<code>cos(x)</code>	Cosine of x
<code>cosh(x)</code>	Hyperbolic cosine of x
<code>d()</code>	Finite difference-based derivative
<code>exp(x)</code>	e to the x
<code>floor(x)</code>	Integer equal to or less than x
<code>hypot(x,y)</code>	$\sqrt{x^2 + y^2}$
<code>if(x,y,z)</code>	If $x > .5$, then y else z
<code>int(x)</code>	Convert x to integer
<code>inv(x)</code>	0. if $x > .5$, else 1.
<code>limit(x,y,z)</code>	Intermediate value of x , y , and z
<code>ln(x)</code>	Natural logarithm of x
<code>log(x)</code>	Alternate syntax for <code>ln()</code>
<code>log10(x)</code>	Base 10 logarithm
<code>max(x,y)</code>	The greater of x or y
<code>min(x,y)</code>	The smaller of x or y
<code>pow(x,y)</code>	x^y
<code>pwr(x,y)</code>	$\text{abs}(x)^y$
<code>pwr(x,y)</code>	$\text{sgn}(x) \cdot \text{abs}(x)^y$
<code>rand(x)</code>	Random number between 0 and 1 depending on the integer value of x .
<code>random(x)</code>	Similar to <code>rand()</code> , but smoothly transitions between values.
<code>round(x)</code>	Nearest integer to x
<code>sgn(x)</code>	Sign of x
<code>sin(x)</code>	Sine of x
<code>sinh(x)</code>	Hyperbolic sine of x
<code>sqrt(x)</code>	Square root of x
<code>table(x,a,b,c,d,...)</code>	Interpolate a value for x based on a look up table given as a set of pairs of points.
<code>tan(x)</code>	Tangent of x .
<code>tanh(x)</code>	Hyperbolic tangent of x
<code>u(x)</code>	Unit step, i.e., 1 if $x > 0.$, else 0.
<code>uramp(x)</code>	x if $x > 0.$, else 0.
<code>white(x)</code>	Random number between -0.5 and 0.5 smoothly transitions between values even more smoothly than <code>random()</code> .



The following operations, grouped in reverse order of precedence of evaluation, are available for real data:

<u>Operand</u>	<u>Description</u>
&	Convert the expressions to either side to Boolean, then AND.
	Convert the expressions to either side to Boolean, then OR.
^	Convert the expressions to either side to Boolean, then XOR.
>	TRUE if expression on the left is greater than the expression on the right, otherwise FALSE.
<	TRUE if expression on the left is less than the expression on the right, otherwise FALSE.
>=	TRUE if expression on the left is less than or equal the expression on the right, otherwise FALSE.
<=	TRUE if expression on the left is greater than or equal the expression on the right, otherwise FALSE.
+	Addition
-	Subtraction
*	Multiplication
/	Division
**	Raise left hand side to power of right hand side.
!	Convert the following expression to Boolean and invert.
@	Step selection operator

Se evt. også: <http://jcatasc.com/media/ee348/CADandLabs/IntroToSpice.pdf>

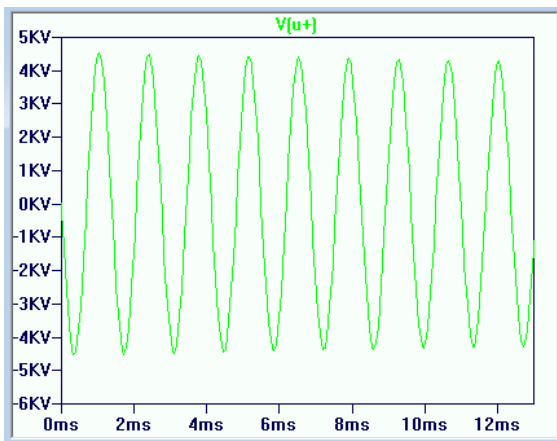
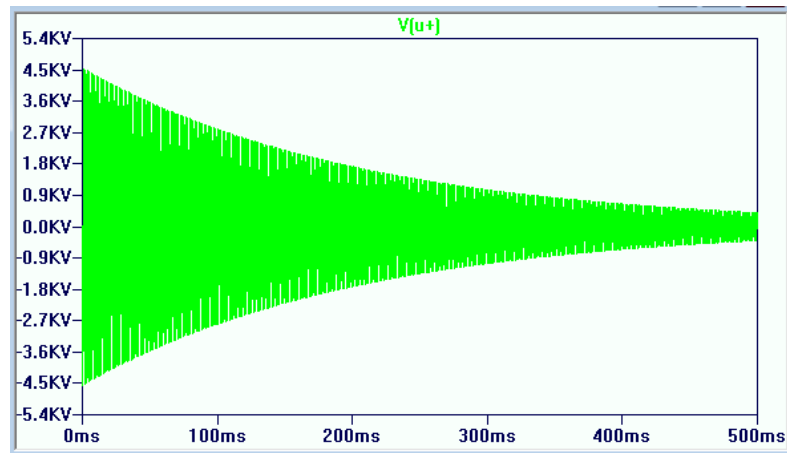
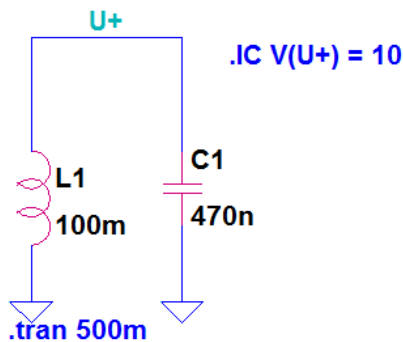
Svingningskreds med Initial Condition

Her er vist et eksempel på en svingningskreds.

Der er placeret en .IC-direktiv, der definerer, at spændingen starter med at være 10 Volt på Node U+.



Seriemodstanden i spolen er her angivet til 1 Ohm.

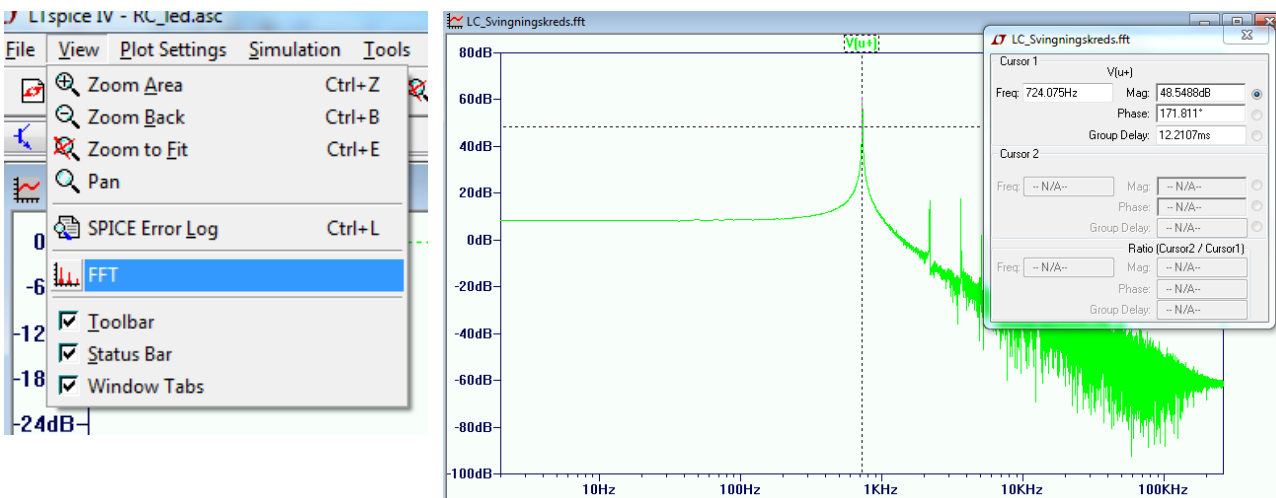


Det betyder jo også, at der løber en strøm i startøjeblikket. Strømmen løber nedad i L1, og tømmer C1 for ladninger. Når strømmen er uddød, er der en ret stor negativ spænding på U+. Derfor vender strømmen retning – osv.

Resonans-frekvensen er afhængig af L og C- og er lig den frekvens hvor $X_L = X_C$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{L \cdot C}}$$

LT-Spice kan vise en Fast Fourier transformations- graf over svingningen. Dvs. ”vise frekvensindholdet”.



<http://lpvo.fe.uni-lj.si/fileadmin/files/Izobrazevanje/RO/LTspice/Use%20of%20FFT%20in%20LTspice%20rev.%201.txt>

Se video, FFT: 6:29: <http://www.youtube.com/watch?v=zKKG30bHG0>



Her er der
specificeret flere
startværdier.

Syntax: `.ic [V(<n1>)=<voltage>] [I(<inductor>)=<current>]`

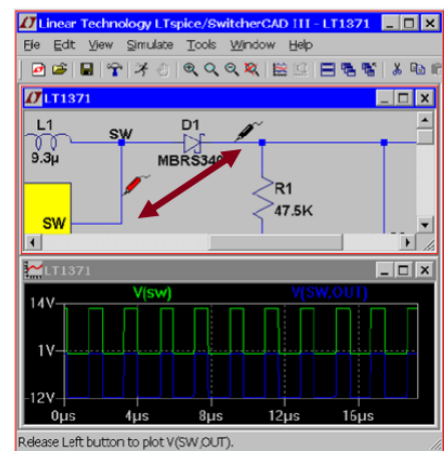
Eksempel: `.ic V(in)=2 V(out)=5 V(vc)=1.8 I(L1)=300m`

Spænding mellem nodes:

Voltage Differences Across Nodes

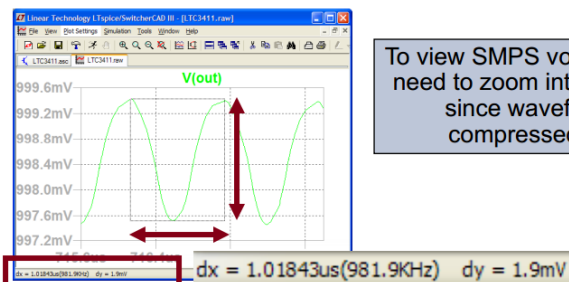
- ◆ Left click and hold on one node and drag the mouse to another node
 - ◆ Red voltage probe at the first node
 - ◆ Black probe on the second

Differential voltages are displayed in the waveform viewer



Måling af perioder mm på grafer

- ◆ Drag a box about the region you wish to measure (peak to peak over a period)
 - ◆ Left click and *hold* to drag a box over the portion of interest
- ◆ View the lower left hand side of the screen
 - ◆ To avoid resizing, shrink your box before you let go of the left mouse click or use the Undo command in the Edit menu



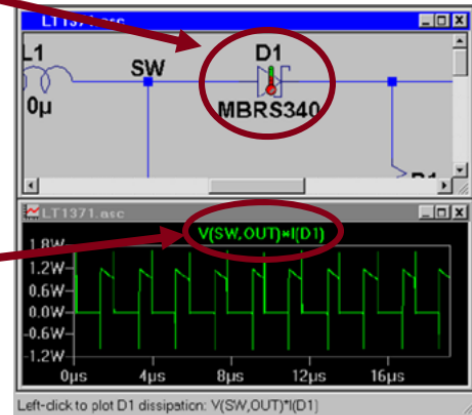
To view SMPS voltage ripple you will need to zoom into a narrow section since waveform is initially compressed to full range



Måling af Effektafsætning

Instantaneous & Average Power Dissipation

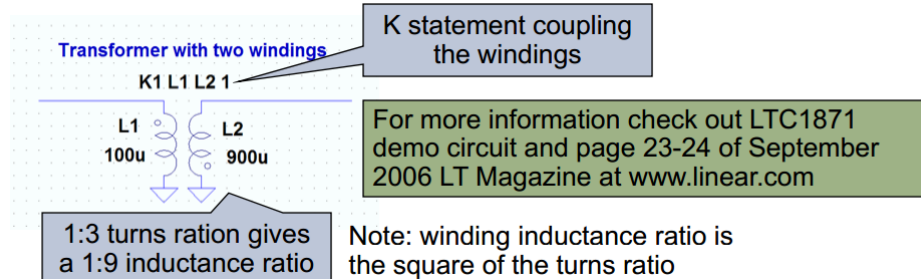
- ◆ Instantaneous Power Dissipation
 - ◆ Hold down the ALT key and left click on the symbol of the component
 - ◆ Pointer will change to a thermometer
 - ◆ Plotted in units of Watts
- ◆ Average Power Dissipation
 - ◆ Hold down the Ctrl key and left click on the **trace label** power dissipation waveform



Simulering af transformere

Simulating a Transformer

- ◆ Draw each winding of the transformer as an individual inductor
- ◆ Couple inductors with a mutual inductance statement
 - ◆ Add a SPICE directive of the form `K1 L1 L2 L3 ... 1` to the schematic
 - ◆ Left Click on **Edit** then **SPICE Directive**
 - ◆ Inductors in a mutual inductance will be drawn with a phasing dot
 - ◆ Start initially with a mutual coupling coefficient equal to 1

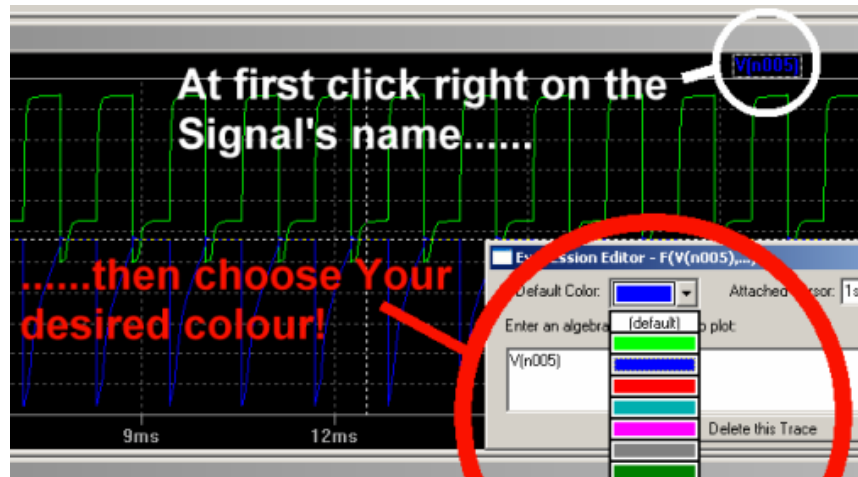


Se om spoler, fx: http://www.simonbramble.co.uk/lt_spice/ltspice_lt_spice_tutorial_3.htm



Farve på grafer:

Ændring af Trace-farve.

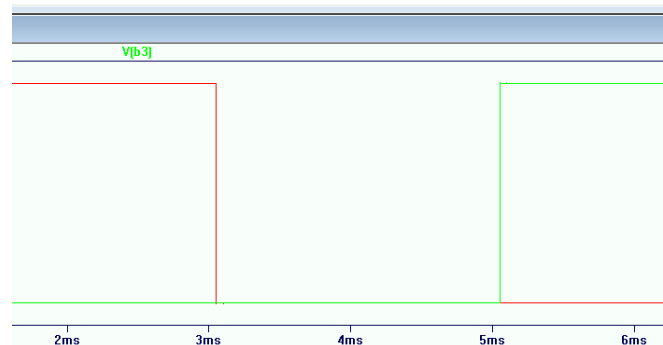
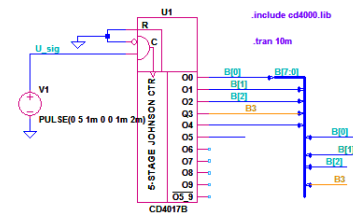


Se sammenhængen mellem Graf og node i diagram

Ved at **Alt-Left**-klikke på en label i plot pane highlightes den korresponderende node i diagrammet.

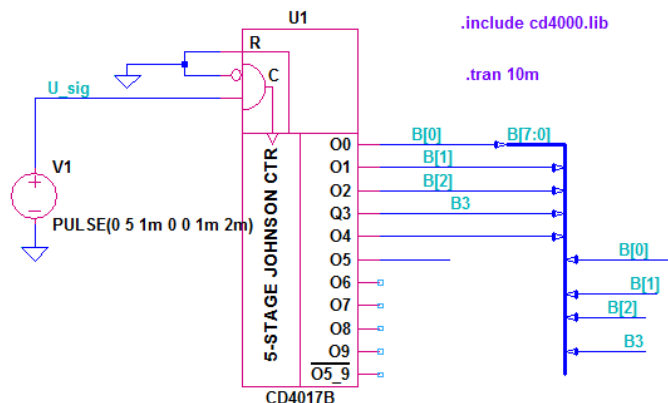
. E.g. clicking **Alt-Left** on a label like $V(n001)$ in the plot pane highlights the $n001$ node in the schematic.

Clicking **Alt-Left** on a label like $I(R1)$ highlights $R1$ in the schematic.



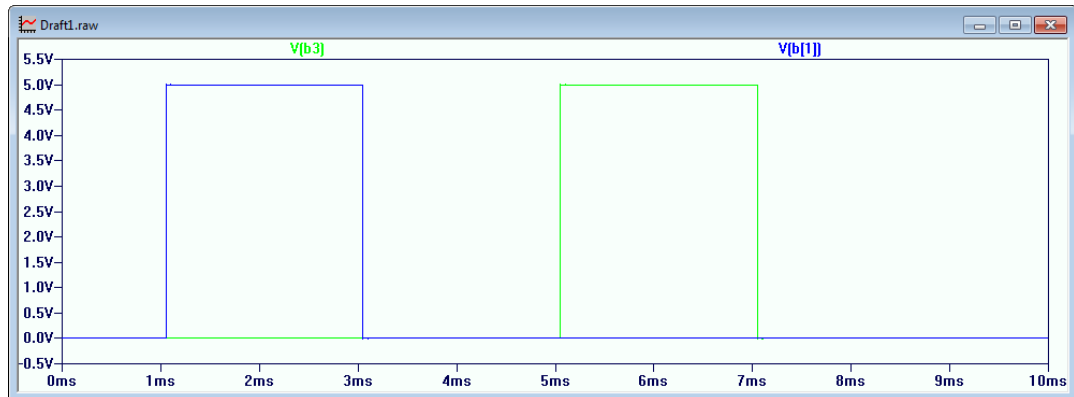
Busser:

Eksempel på brug af busser:





Grafen:



Et net (wire) bliver automatisk til en bus hvis en af følgende 3 betingelser er opfyldt:

1. Wiren navngives med en label med et array suffix. Et array suffix består af to tal adskilt af en kolon og omkranset af firkantede parenteser. Fx $Data[0:7]$ betyder at bussen består af 8 nets, eller 8 wirer, $Data[0]$, $Data[1]$, op til $Data[7]$.
2. Wiren er forbundet til den brede ende af en BUS tap (vælg main menu Edit->Place BUS tap). A net connected to the other end, the pointed end of a tap, is called a tap net, and is an individual net from the nets represented by the bus. Tap nets must be labeled with an individual array element suffix (a single number without colon enclosed in brackets). For example $Data[3]$ would be the label of a tap net out of the $Data[0:7]$ bus.
3. The net is connected to a bus pin of a component that has an array type name.

Once a wire is becoming a bus it is automatically drawn with extra thick lines.

A bus may be automatically connected (netlisted) to a corresponding array of components. An array of components is created by appending a bracketed array specifier to the instance name (reference designator) of a bus-connected single component. For example, instead of naming a transistor $Q1$ naming it $Q[1:4]$ would result in the single symbol representing four identical transistors. The base, collector and emitter pins of these component array all need to be connected to busses. For example to busses called $Base[1:4]$, $Collector[1:4]$, and $Emitter[1:4]$. The resulting netlist is arbitrary if the pins of a component array are not properly connected to busses, but e.g. accidentally to single nets only.

Note that recursive connections are possible around a single device or device group through the use of appropriate net labeling. For example, a single digital DFLOP device may be annotated to represent a 64 shift-register string by:

1. adding a 64 element array suffix to its instance name, e.g. $A1$ would become $A1[0:63]$,
2. placing on its D input a corresponding array net label, e.g., $Data[0:63]$ (the particular name is unimportant), and
3. placing on its Q output an appropriately displaced array net label, e.g., $Data[1:64]$.

The result would be that the D inputs of $A1[1]$ to $A1[63]$ are connected to the Q outputs of $A1[0]$ to $A1[62]$. The D input of $A1[0]$ ($Data[0]$) and Q output of $A1[63]$ ($Data[64]$) need to be tapped off individually from the bus, and would represent the input and output of the resulting 64 bit shift register.

Example Notes:



As usual for any flip-flop, a delay parameter must be specified in the Value field, e.g., $td=10ns$.

The D input to the first gate may be individually accessed by its appropriate array index,

e.g., `Data[0]`

http://www.ltwiki.org/?title=Undocumented_LTspice

Potentiometer:

For at kunne bruge et potentiometer, skal man først downloade en model.

Fx fra <http://www.electro-tech-online.com/threads/ltspice-potentiometer.117290/>

Alternativt kan man simulere med to modstande, og så bruge parametrisk sweep. Se fx flg:

Model for Potmeter, se:: <http://www.g-pb.de/LTspice/>

Use the parametric value definition for a pair of R with the curly braces, and a .param for the setting variable

R1 value = {10k*(1-a)}

R2 value = {10k*a}

with a spice directive like one of:

```
.step param a list .1 .3 .6 .9
```

```
.param a = .5
```

you can even draw a rectangle around the R pair if you like it pretty.



Bonus:

Ved Problemer, Try this:

Goto the folder 'C:\Program Files (x86)\LTC' (or the folder where LTSpice is installed).

Right-click on the folder 'LTC' and open properties.

On the tab Security press Edit

On permissions (the edit dialog) press Add.

Now add your name to the list.

When returned in the Permissions dialog select 'Full Control' (with your name high-lighted in the list of names)

I'm pretty sure this will fix your/the problem.

God tutorial: http://www.gunthard-kraus.de/LTSwitcherCAD/SwitcherCAD-Tutorial_English/pdf-File/LTspice_4_e2.pdf

http://csserver.evansville.edu/~richardson/courses/Tutorials/LTspiceIV/01_IntroDCAnalysis/html/01_IntroDCAnalysis.html

Fra: <http://www.mrc.uidaho.edu/~knoren/LTSpice%20Tutorial.pdf>

Se online tutorials:

http://www.simonbramble.co.uk/lt_spice/ltspice_lt_spice.htm

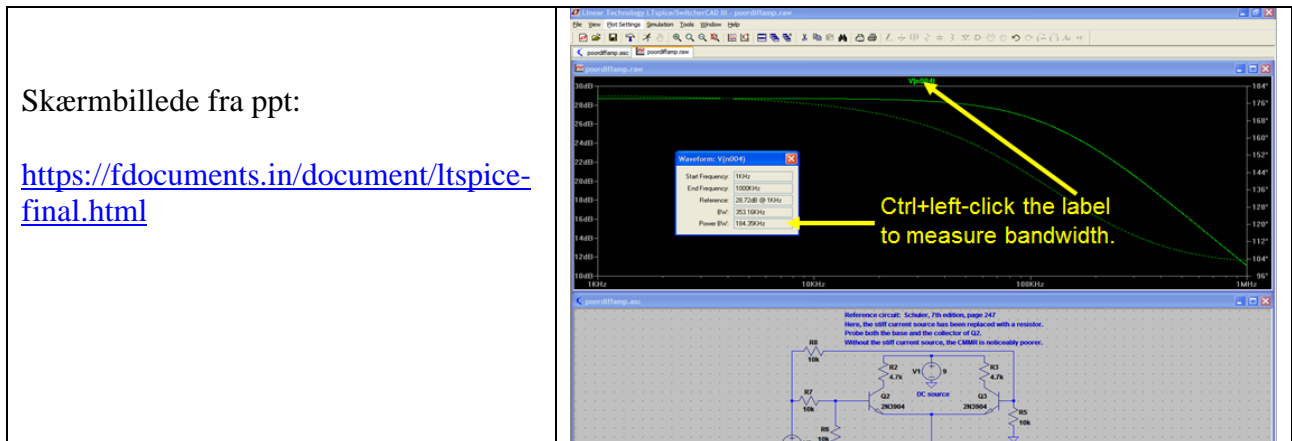
<http://denethor.wlu.ca/ltspice/>

http://www2.cose.isu.edu/~chiustev/courses/EE4429/LTspice_Basics.pdf

http://faculty.washington.edu/tcchen/EE215/LTSpice_tutorial.pdf

Model biblioteker: http://www.gunthard-kraus.de/Spice_Model_CD/

Kilder: Google "LTSpice_Final.ppt"



Evt. H-klikkes i Trace-vinduet, og vælg Ad Trace.

Der kan adderes et ekstra plot-vindue, H-Click o plot-vinduet, og vælg ” Add Plot Pane ”


Grafer kan simpelt trækkes mellem vinduerne.

Box in en del af grafen – og aflæs i bunden værdierne.

Modeller: http://www.simonbramble.co.uk/lt_spice/ltspice_lt_spice_models.htm

Keyboard shortcuts:



	Schematic	Symbol	Waveform	Netlist	Command	Short Description																																							
Modes	ESC - Exit Mode	ESC - Exit Mode			.AC	Perform a Small Signal AC Analysis																																							
	F3 - Draw Wire				.BACKANNO	Annotate the Subcircuit Pin Names on Port currents																																							
	F5 - Delete	F5 - Delete	F5 - Delete		.DC	Perform a DC Source Sweep Analysis																																							
	F6 - Duplicate	F6 - Duplicate			.END	End of Netlist																																							
	F7 - Move	F7 - Move			.ENDS	End of Subcircuit Definition																																							
	F8 - Drag	F8 - Drag			.FOUR	Compute a Fourier Component																																							
	F9 - Undo	F9 - Undo	F9 - Undo	F9 - Undo	.FUNC	User Defined Functions																																							
	Shift+F9 - Redo	Shift+F9 - Redo	Shift+F9 - Redo	Shift+F9 - Redo	.FERRET	Download a File Given the URL																																							
					.GLOBAL	Declare Global Nodes																																							
View	Ctrl+Z - Zoom Area	Ctrl+Z - Zoom Area	Ctrl+Z - Zoom Area		.IC	Set Initial Conditions																																							
	Ctrl+B - Zoom Back	Ctrl+B - Zoom Back	Ctrl+B - Zoom Back		.INCLUDE	Include another File																																							
	Space - Zoom Fit		Ctrl+E - Zoom Extents		.LIB	Include a Library																																							
	Ctrl+G - Toggle Grid		Ctrl+G - Toggle Grid	Ctrl+G - Goto Line #	.LOADBIAS	Load a Previously Solved DC Solution																																							
	U - Mark Uncon. Pins	Ctrl+W - Attribute Window	'0' - Clear		.MEASURE	Evaluate User-Defined Electrical Quantities																																							
	A - Mark Text Anchors	Ctrl+A - Attribute Editor	Ctrl+A - Add Trace		.MODEL	Define a SPICE Model																																							
	Alt+Click - Power		Ctrl+Y - Vertical Autorange	Ctrl+R - Run Simulation	.NET	Compute Network Parameters in a .AC Analysis																																							
	Ctrl+Click - Attr. Edit		Ctrl+Click - Average		.NODESET	Supply Hints for Initial DC Solution																																							
	Ctrl+H - Halt Simulation		Ctrl+H - Halt Simulation	Ctrl+H - Halt Simulation	.NOISE	Perform a Noise Analysis																																							
Place	R - Resistor	R - Rectangle	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Command Line Switches</th> </tr> <tr> <th>Flag</th> <th>Short Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-ascii</td> <td>Use ASCII .raw files. (Degrades performance!)</td> </tr> <tr> <td>-b</td> <td>Run in batch mode.</td> </tr> <tr> <td>-big or -max</td> <td>Start as a maximized window.</td> </tr> <tr> <td>-encrypt</td> <td>Encrypt a model library.</td> </tr> <tr> <td>-FastAccess</td> <td>Convert a binary .raw file to Fast Access Format.</td> </tr> <tr> <td>-netlist</td> <td>Convert a schematic to a netlist.</td> </tr> <tr> <td>-nowine</td> <td>Prevent use of WINE(Linux) workarounds.</td> </tr> <tr> <td>-PCBnetlist</td> <td>Convert a schematic to a PCB netlist.</td> </tr> <tr> <td>-registry</td> <td>Store user preferences in the registry.</td> </tr> <tr> <td>-Run</td> <td>Start simulating the schematic on open.</td> </tr> <tr> <td>-SOI</td> <td>Allow MOSFET's to have up to 7 nodes in subcircuit.</td> </tr> <tr> <td>-uninstall</td> <td>Executes one step of the uninstallation process.</td> </tr> <tr> <td>-wine</td> <td>Force use of WINE(Linux) workarounds.</td> </tr> </tbody> </table>		Command Line Switches		Flag	Short Description	-ascii	Use ASCII .raw files. (Degrades performance!)	-b	Run in batch mode.	-big or -max	Start as a maximized window.	-encrypt	Encrypt a model library.	-FastAccess	Convert a binary .raw file to Fast Access Format.	-netlist	Convert a schematic to a netlist.	-nowine	Prevent use of WINE(Linux) workarounds.	-PCBnetlist	Convert a schematic to a PCB netlist.	-registry	Store user preferences in the registry.	-Run	Start simulating the schematic on open.	-SOI	Allow MOSFET's to have up to 7 nodes in subcircuit.	-uninstall	Executes one step of the uninstallation process.	-wine	Force use of WINE(Linux) workarounds.											
	Command Line Switches																																												
	Flag	Short Description																																											
	-ascii	Use ASCII .raw files. (Degrades performance!)																																											
	-b	Run in batch mode.																																											
	-big or -max	Start as a maximized window.																																											
	-encrypt	Encrypt a model library.																																											
	-FastAccess	Convert a binary .raw file to Fast Access Format.																																											
	-netlist	Convert a schematic to a netlist.																																											
	-nowine	Prevent use of WINE(Linux) workarounds.																																											
	-PCBnetlist	Convert a schematic to a PCB netlist.																																											
	-registry	Store user preferences in the registry.																																											
	-Run	Start simulating the schematic on open.																																											
-SOI	Allow MOSFET's to have up to 7 nodes in subcircuit.																																												
-uninstall	Executes one step of the uninstallation process.																																												
-wine	Force use of WINE(Linux) workarounds.																																												
C - Capacitor	C - Circle																																												
L - Inductor	L - Line																																												
D - Diode	A - Arc																																												
G - GND																																													
S - Spice Directive																																													
T - Text	T - Text																																												
F2 - Component																																													
F4 - Label Net																																													
Ctrl+E - Mirror	Ctrl+E - Mirror																																												
Ctrl+R - Rotate	Ctrl+R - Rotate																																												
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Suffix</th> <th>Suffix</th> <th>Constants</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>f</td> <td>1e-15</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>1e12</td> <td>p</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>1e9</td> <td>n</td> </tr> <tr> <td>Meg</td> <td>1e6</td> <td>u</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>1e3</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mil</td> <td>25.4e-6</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>2.7182818284590452354</td> <td>Pi</td> </tr> <tr> <td>Pi</td> <td>3.14159265358979323846</td> <td>K</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>1.3806503e-23</td> <td>Q</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>1.602176462e-19</td> <td>TRUE</td> </tr> <tr> <td>TRUE</td> <td>1</td> <td>FALSE</td> </tr> <tr> <td>FALSE</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Suffix	Suffix	Constants		f	1e-15	T	1e12	p	G	1e9	n	Meg	1e6	u	K	1e3	M		Mil	25.4e-6	E	2.7182818284590452354	Pi	Pi	3.14159265358979323846	K	K	1.3806503e-23	Q	Q	1.602176462e-19	TRUE	TRUE	1	FALSE	FALSE	0	
					Suffix	Suffix	Constants																																						
						f	1e-15																																						
					T	1e12	p																																						
					G	1e9	n																																						
					Meg	1e6	u																																						
					K	1e3	M																																						
						Mil	25.4e-6																																						
					E	2.7182818284590452354	Pi																																						
					Pi	3.14159265358979323846	K																																						
					K	1.3806503e-23	Q																																						
					Q	1.602176462e-19	TRUE																																						
					TRUE	1	FALSE																																						
FALSE	0																																												