

## Anleitung LTspice - Library unter Windows 7

UFO Doctor, 10. März 2010

LTspiceIV ist eine Freeware Software zur Schaltungssimulation, gratis erhältlich unter:  
<http://www.linear.com/designtools/software/ltspice.jsp>

Anleitungen dazu gibt es unter Google „LTspice Anleitungen“, z.B.  
[http://www.elektronikschule.de/~krausg/LTSwitcherCAD/CD\\_LTSwitcherCAD/pdf-file/](http://www.elektronikschule.de/~krausg/LTSwitcherCAD/CD_LTSwitcherCAD/pdf-file/)

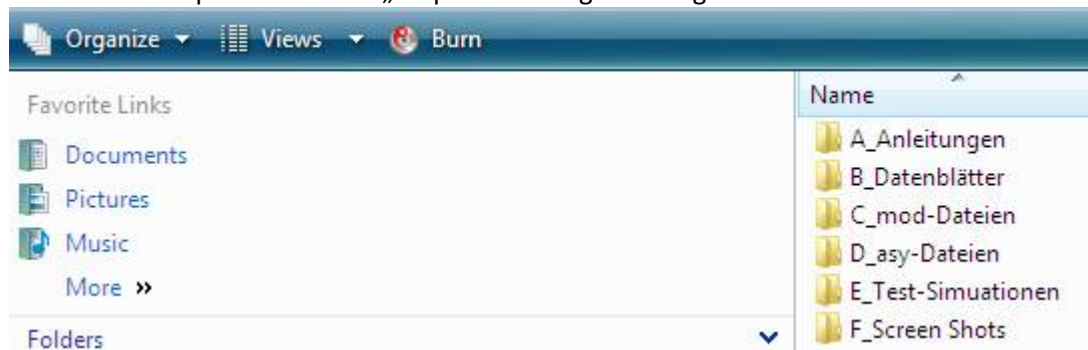
Weil es unmöglich ist, eine Bibliothek mit allen IC's ( z.B. Opamp LM358) zu bekommen, muss das betreffende neue IC als Macromodel aus dem Internet geholt und in die bestehende Library eingebunden werden. Dies scheint im ersten Moment schwierig, aber mit folgender Anleitung geht es ganz schnell. Die Anleitung stammt im Wesentlichen von Dieter:

<http://www.mikrocontroller.net/topic/103884> (Beitrag Nr 11)

Die vorliegenden, etwas umständliche Anleitung ermöglichte die sichere Einfügung eines Single Supply OPAMP und eines Comporators. PC-Experten mögen einen schnelleren Weg finden!

### Schritt 1

Auf dem Desktop einen Ordner „LTspice Unterlagen“ anlegen:



### Schritt 2

Mit „Start, Alle Programme, Zubehör, **WordPad**“ suchen und an Taskleiste anheften.  
Die folgenden asy- und mod-Dateien können nur über „WordPad, öffnen, letzte Dokumente“ sicher und schnell geöffnet werden.

### Schritt 3

Datenblatt zu Opamp LM358 herunterladen

Google suche: „LM358 datasheet“, gefunden wird das Datenblatt von National:

<http://www.google.ch/search?hl=de&source=hp&q=LM358+datasheet&meta=&aq=f&aqj=g1&aql=&oq=>

In B-Datenblätter abspeichern, dann die wichtigsten Merkmale dieses Opamps anschauen:

Angaben auf National-Datenblatt:

Wide bandwidth (unity gain): 1 MHz

Low input offset voltage: 2 mV

Input Common-Mode  $V_{+} = 30V$ , (Note 7) 0 V+-1.5, d.h. bei 5V Speisung 0 bis 3.5 V

Large output voltage swing (fast Rail to Rail, wenn Ausgangsstrom <5 mA)

(stimmt leider nicht, im Datenblatt von Fairchild steht  $V_{cc}-1.5V$ )

### Schritt 4

Spice Model zu Opamp LM358 herunterladen

Google suche: „LM358 spice model“, gefunden wird:

<http://www.madlabo.com/mad/edat/spice/model/opamp/LM358.mod>

(Hinweis: wenn man statt LM358 nur LM158 findet, geht das auch, denn LM158 ist nach Konsultation des Datenblattes der bessere IC für einen erweiterten Temperaturbereich)

Download mit WordPad öffnen, zeigt folgende spice model Daten des LM358 :

```
*////////////////////////////////////
* (C) National Semiconductor, Inc.
* Models developed and under copyright by:
* National Semiconductor, Inc.

*////////////////////////////////////
* Legal Notice: This material is intended for free software support.
* The file may be copied, and distributed; however, reselling the
* material is illegal

*////////////////////////////////////
* For ordering or technical information on these models, contact:
* National Semiconductor's Customer Response Center
*              7:00 A.M.--7:00 P.M. U.S. Central Time
*              (800) 272-9959
* For Applications support, contact the Internet address:
* amps-apps@galaxy.nsc.com

*////////////////////////////////////
*LM358 DUAL OPERATIONAL AMPLIFIER MACRO-MODEL
*////////////////////////////////////
*
* connections:          non-inverting input
*                       |  inverting input
*                       |  |  positive power supply
*                       |  |  |  negative power supply
*                       |  |  |  |  output
*                       |  |  |  |
*                       |  |  |  |
*                       |  |  |  |
* .SUBCKT LM358/NS      1  2  99  50  28
*
*Features:
*Eliminates need for dual supplies
*Large DC voltage gain =           100dB
*High bandwidth =                 1MHz
*Low input offset voltage =        2mV
*Wide supply range =               +-1.5V to +-16V
*
*NOTE: Model is for single device only and simulated
*       supply current is 1/2 of total device current.
*       Output crossover distortion with dual supplies
*       is not modeled.
*
*****INPUT STAGE*****
*
IOS 2 1 5N
*^Input offset current
R1 1 3 500K
R2 3 2 500K
I1 99 4 100U
R3 5 50 517
R4 6 50 517
Q1 5 2 4 QX
Q2 6 7 4 QX
*Fp2=1.2 MHz
C4 5 6 128.27P
*
*****COMMON MODE EFFECT*****
*
I2 99 50 75U
*^Quiescent supply current
EOS 7 1 POLY(1) 16 49 2E-3 1
*Input offset voltage.^
R8 99 49 60K
R9 49 50 60K
*
*****OUTPUT VOLTAGE LIMITING*****
V2 99 8 1.63
D1 9 8 DX
D2 10 9 DX
V3 10 50 .635
*
*****SECOND STAGE*****
*
EH 99 98 99 49 1
```

```

G1 98 9 POLY(1) 5 6 0 9.8772E-4 0 .3459
*Fp1=7.86 Hz
R5 98 9 101.2433MEG
C3 98 9 200P
*
*****POLE STAGE*****
*
*Fp=2 MHz
G3 98 15 9 49 1E-6
R12 98 15 1MEG
C5 98 15 7.9577E-14
*
*****COMMON-MODE ZERO STAGE*****
*
*Fpcm=10 KHz
G4 98 16 3 49 5.6234E-8
L2 98 17 15.9M
R13 17 16 1K
*
*****OUTPUT STAGE*****
*
F6 50 99 POLY(1) V6 300U 1
E1 99 23 99 15 1
R16 24 23 17.5
D5 26 24 DX
V6 26 22 .63V
R17 23 25 17.5
D6 25 27 DX
V7 22 27 .63V
V5 22 21 0.27V
D4 21 15 DX
V4 20 22 0.27V
D3 15 20 DX
L3 22 28 500P
RL3 22 28 100K
*
*****MODELS USED*****
*
.MODEL DX D(IS=1E-15)
.MODEL QX PNP(BF=1.111E3)
*
.ENDS
*$

```

### Schritt 5

Diese heruntergeladene Datei als „Original LM358“ in Ordner „C\_Mod-Dateien“ abspeichern.  
(Automatisch als Rich Text Format .rtf)

Über WordPad Original LM393 öffnen:

Zeile suchen:           .SUBCKT LM358/NS     1   2   99   50   28

ändern in:             .SUBCKT LM358       1   2   99   50   28

dann speichern unter „LM393.mod“ in Ordner „C\_mod-Dateien“

(Hinweis: das Zeichen /NS kann von LTspice nicht angenommen werden)

### Schritt 6

Im Ordner .\LTspiceIV\lib\sym\Opamps gibt es eine Symboldatei namens **Opamp2.asy** .

Diese Datei mit WordPad öffnen:

```

Version 4
SymbolType CELL
LINE Normal -32 32 32 64
LINE Normal -32 96 32 64
LINE Normal -32 32 -32 96
LINE Normal -28 48 -20 48
LINE Normal -28 80 -20 80
LINE Normal -24 84 -24 76
LINE Normal 0 32 0 48
LINE Normal 0 96 0 80
LINE Normal 4 44 12 44
LINE Normal 8 40 8 48
LINE Normal 4 84 12 84
WINDOW 0 16 32 Left 0

```

```

WINDOW 3 16 96 Left 0
SYMATTR Value opamp2
SYMATTR Prefix X
SYMATTR Description Basic Operational Amplifier symbol for use with subcircuits in the file ./lib/sub/LTC.lib.
You must give the value a name and include this file.
PIN -32 80 NONE 0
PINATTR PinName In+
PINATTR SpiceOrder 1
PIN -32 48 NONE 0
PINATTR PinName In-
PINATTR SpiceOrder 2
PIN 0 32 NONE 0
PINATTR PinName V+
PINATTR SpiceOrder 3
PIN 0 96 NONE 0
PINATTR PinName V-
PINATTR SpiceOrder 4
PIN 32 64 NONE 0
PINATTR PinName OUT
PINATTR SpiceOrder 5

```

und dann abspeichern unter „Opamp2\_Original“ in Ordner „D\_asy-Dateien“  
(Automatisch als Rich Text Format (.rtf))

### Schritt 7

Folgende 3 Zeilen müssen nun wie folgt in 5 neue Zeilen umgeändert werden:

Original:

```

SYMATTR Value opamp2
SYMATTR Prefix X
SYMATTR Description Basic Operational Amplifier symbol for use with subcircuits in the file ./lib/sub/LTC.lib. You must give the
value a name and include this file.

```

Neu für LM358:

```

SYMATTR Value LM358
SYMATTR Prefix X
SYMATTR SpiceModel C:\Program Files\LTC\LTspiceIV\lib\sym\Opamps\LM358.mod
SYMATTR Value2 LM358
SYMATTR LowPowerOpamp

```

In den Zeilen mit Value muss als Wert das stehen, was in der \*.mod Datei hinter "SUBCKT" steht .

Hinter Prefix muss ein X stehen, damit das Modell als "SUBCKT" vorliegt.

Hinter Spicemodel muss der **Pfad zu den .mod-Daten** definiert werden.

(am einfachsten: Mit Start, Explorer, Durchklicken über C:\Computer, Programme, LTC, LTspice IV, lib, sys, Opamps: dann über Eigenschaften: Pfad finden und kopieren, ergibt:

C:\Program Files\LTC\LTspiceIV\lib\sym\Opamps)

Hinter Description kann man eine Beschreibung zu dem OP einfügen.

**Abspeichern als LM358.asy in Ordner D\_asy\_Dateien**

Mit WordPad **LM358.asy** öffnen und kontrollieren, ob alle Aenderungen korrekt sind:

```

Version 4
SymbolType CELL
LINE Normal -32 32 32 64
LINE Normal -32 96 32 64
LINE Normal -32 32 -32 96
LINE Normal -28 48 -20 48
LINE Normal -28 80 -20 80
LINE Normal -24 84 -24 76
LINE Normal 0 32 0 48
LINE Normal 0 96 0 80
LINE Normal 4 44 12 44
LINE Normal 8 40 8 48
LINE Normal 4 84 12 84
WINDOW 0 16 32 Left 0
WINDOW 3 16 96 Left 0
SYMATTR Value LM358
SYMATTR Prefix X
SYMATTR SpiceModel C:\Program Files\LTC\LTspiceIV\lib\sym\Opamps\LM358.mod
SYMATTR Value2 LM358
SYMATTR LowPowerOpamp

```

PIN -32 80 NONE 0  
 PINATTR PinName In+  
 PINATTR SpiceOrder 1  
 PIN -32 48 NONE 0  
 PINATTR PinName In-  
 PINATTR SpiceOrder 2  
 PIN 0 32 NONE 0  
 PINATTR PinName V+  
 PINATTR SpiceOrder 3  
 PIN 0 96 NONE 0  
 PINATTR PinName V-  
 PINATTR SpiceOrder 4  
 PIN 32 64 NONE 0  
 PINATTR PinName OUT  
 PINATTR SpiceOrder 5

**Schritt 8:**

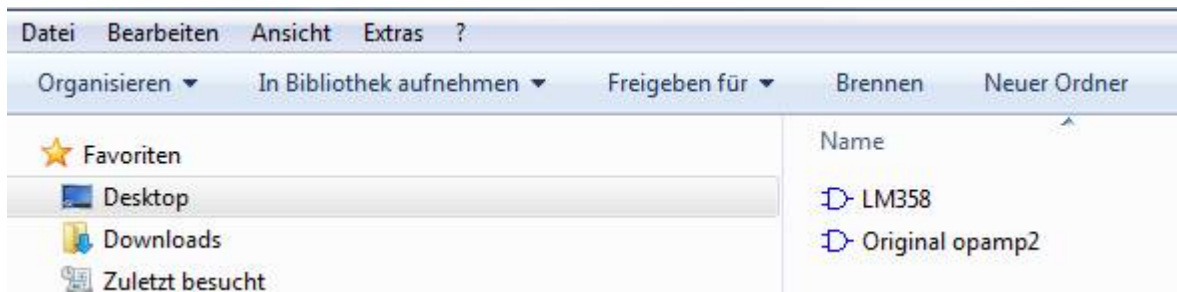
Kontrollieren ob die Dateien im Ordner „LTspice Unterlagen“ wie folgt aussehen:

Zuerst die C\_mod-Datei:



Bitte keine Aufregung, wenn die LM393.mod Datei als Video/Audio-Datei angezeigt wird!

Dann die D\_asy-Datei:



**Schritt 9:**

Kopieren der beiden Dateien LM358.asy und LM358.mod in die Library mit Start, Explorer, C:\Program Files\LTC\LTspiceIV\lib\sym\Opamps mit Ctrl+Klick+Schieben.  
 (Bitte Dokumente nicht aus LTspice Unterlagen entfernen, diese werden später noch gebraucht!)

Die OPAMPS Library sollte nun so aussehen:



### Schritt 10:

Mit dem gleichen Verfahren können nun weitere ICs in die Library eingebunden werden.

Übungsbeispiel: Komparator LM393

Google „LM393 spice model“, gefunden wird:

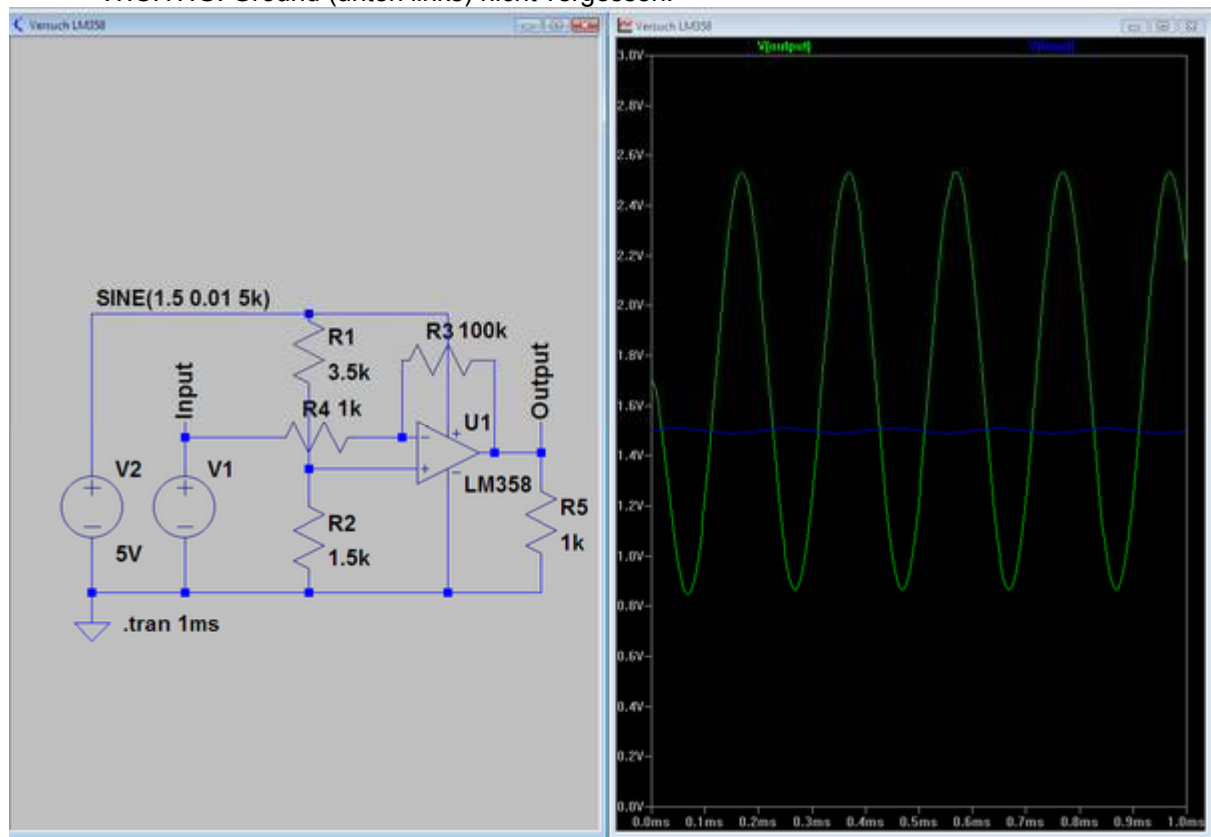
<http://focus.ti.com/adc/docs/midlevel.tsp?contentId=55102>

Nicht ganz logisch ist, dass dieser Komparator in die Library „Opamps“ und nicht in die Library „Comparators“ eingefügt werden kann, aber bei Windows darf man nie zuviel mitdenken!

### Schritt 11

Test des neuen ICs LM358 in einer **sehr einfachen** Schaltung mit **normalen** Bedingungen:

- Speisung 5 V
- Virtual Ground 1.5V an Non-Inverting Input
- Verstärkung 100
- Last 1 kOhm
- Input-Frequenz 5 kHz (ergibt 0.5 MHz Bandbreitenprodukt)
- Input-Amplitude 10mV (ergibt Ausgangsamplitude von 1 V)
- Input DC-Offset 1.5 V (entsprechend Virtual Ground)
- WICHTIG: Ground (unten links) nicht vergessen!



### Diskussion:

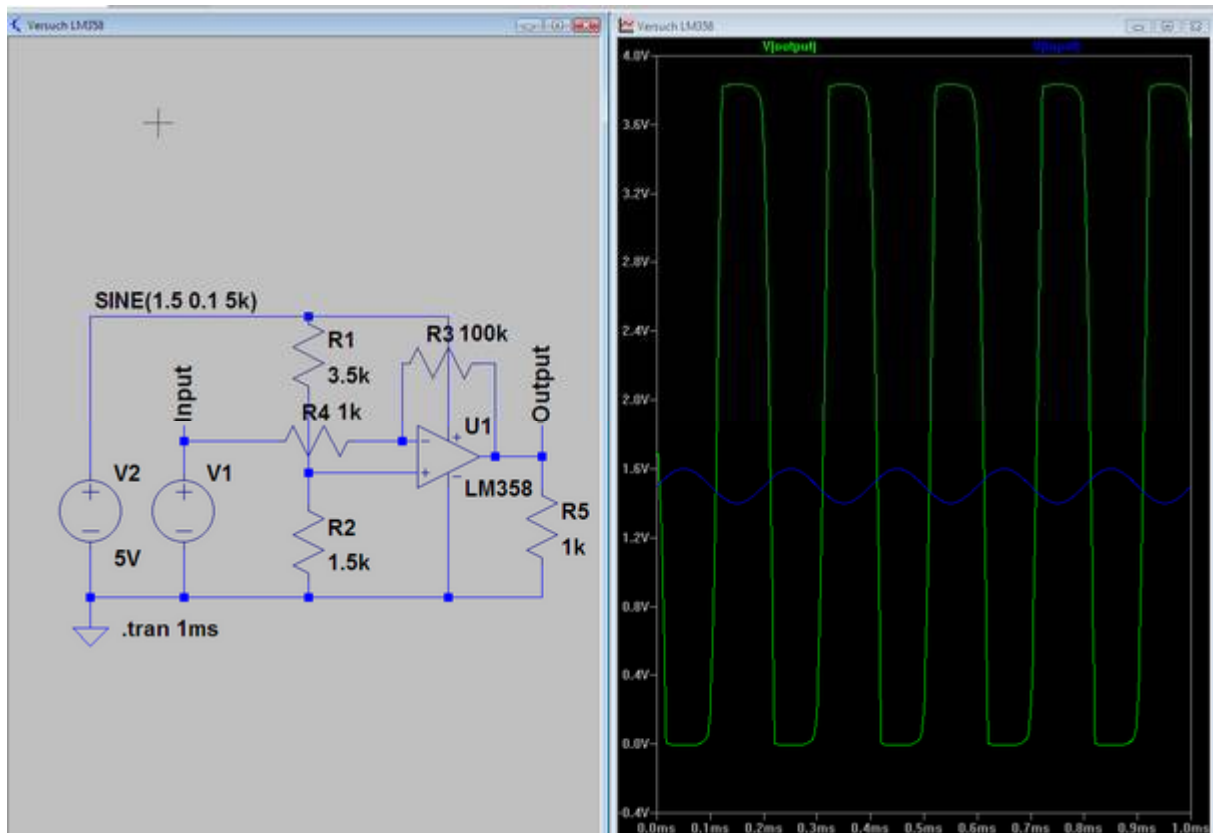
Der LM358 funktioniert genau nach Datenblatt:

1. Die Verstärkung ist korrekt. Es wird zwar nicht die volle Amplitude von 1 Volt erreicht, aber weil das Bandbreitenprodukt von hier 0.5 MHz nahe am spezifizierten Produkt von 1 MHz liegt, bei dem eine -3dB (30%) Reduktion eintritt, ist das Resultat in Ordnung.
2. Der Ausgangs-Offset ist mit Input Offset  $2mV \times 100 = 200mV$  korrekt.

## Schritt 12

Test des neuen ICs LM358 in einer **sehr einfachen** Schaltung mit **Grenz- Bedingungen**:

- Input-Amplitude 100mV (ergibt die unmögliche Ausgangsamplitude von 10 V)



## Diskussion:

Der LM358 funktioniert nicht genau nach National-Datenblatt:

Die Ausgangsspannung wird bei ca. 3.7 V begrenzt.

Auch wenn der Lastwiderstand von 1 auf 10 kOhm erhöht wird, liegt die Begrenzung bei ca. 4V

Dies deckt sich mit eigenen praktischen Erfahrungen, wahrscheinlich wurde das Datenblatt nicht richtig interpretiert.

Im Datenblatt von Fairchild ist diese Begrenzung bereits auf dem Deckblatt richtig spezifiziert:

“Large Output Voltage Swing: 0V DC to Vcc -1.5V DC”, d.h. 0-3.5 V bei 5V Speisung

Also muss die Ausgangsspannung im Bereich von 0 bis 3.5V liegen.