

Electronic
Design
Automation



Hey, open source community, are we EDA yet?^[1]

Open Source op de werkplek van een elektronica-ingenieur

Peter Scholtens, 8 februari 2022



Linux
User Group
Nijmegen

[1] See the state of the Rust programming language e.g. <https://areweyet.com/>



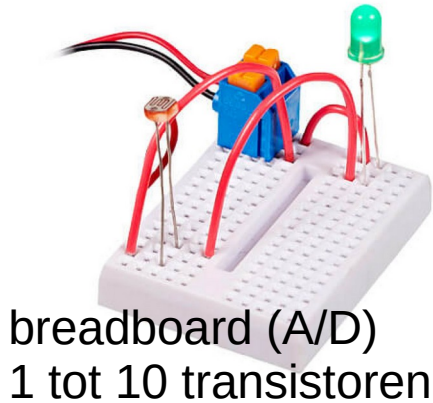
Linux
User Group
Nijmegen

scholtens Engineering



Het vakgebied

Het vakgebied is heel breed, om je een idee geven:



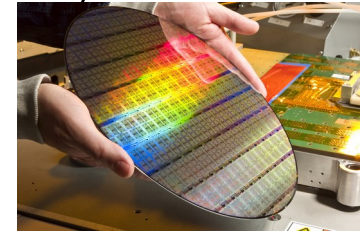
Printed Circuit Boards
A/D/RF



FPGA
A? / D



ASIC, A? / D / RF



Electronici praten niet over duizenden of miljoenen, maar over kilo, Mega, Giga etc. om grote hoeveelheden aan te duiden.
Een kiloflorijn is dus duizend euro :-)

kostprijs € 1..10

€ 10..100

€ 100..1000

€ 10k..10M



Nog wat afkortingen:

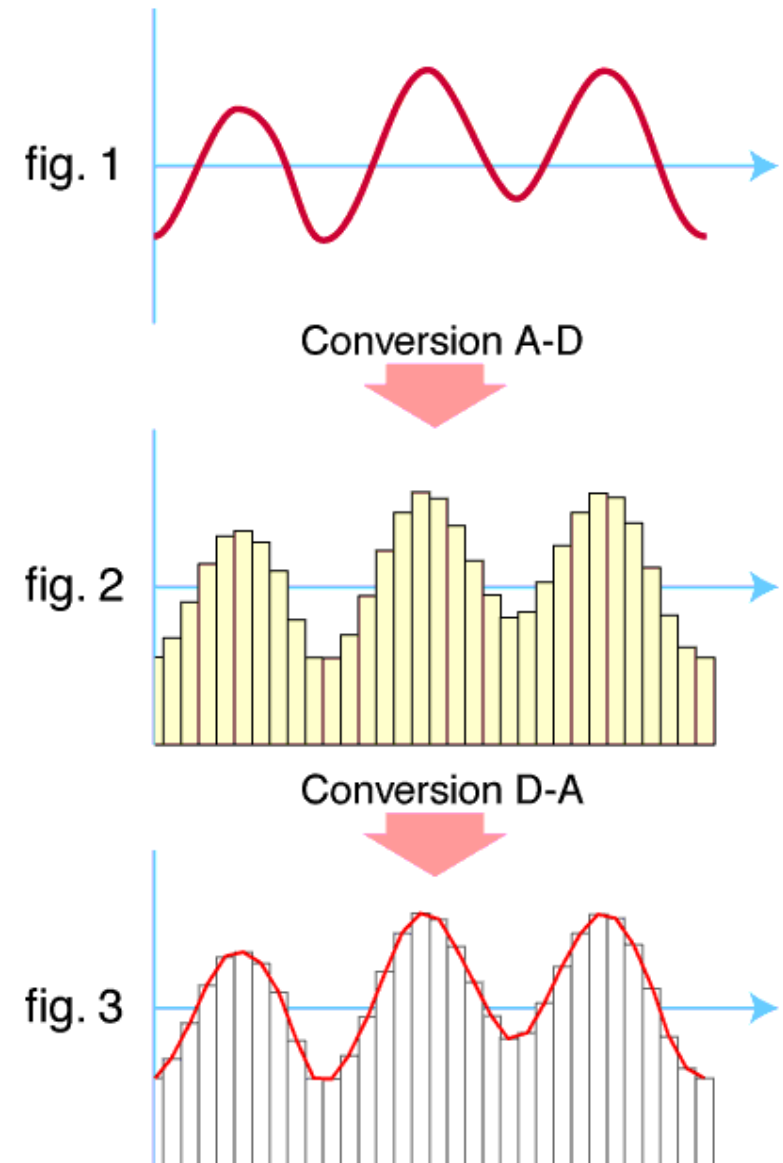
- CAD, Computer Aided Design *Van alles, grote metalen objecten tot kleine plastic onderdelen.*
- EDA, Electronic Design Automation *Geautomatiseerd ontwerpen van elektronica*
- TCAD, Technology CAD *slechts een transistor gemodelleerd als een 3D-model van miljoenen 'voxels' silicium materiaal*

Tip: elke *blauwe tekst* is een hyperlink, klik erop en je kunt meer details vinden.



Radio Frequency (RF) :: Analog (A) :: Digital (D)

- De natuurkundige werkelijkheid :
 - Modellerings met RF / elektromagnetische velden.
 - “Eerste” abstractie is analoge elektronica: alle circuit onderdelen zijn veel kleiner dan golflengte van je signalen, dus RLC
 - “Tweede” abstractie is de digitale elektronica. Er zijn slechts twee signalen nivo's, hoog en laag, dus “1” of “0”. Maar wel veel signalen parallel: bijv. 128-bit CPU
- Digitaal is beter?
 - De hele natuurkundige wereld is analog^[1]: geluid is trillingen van de lucht druk, radio ontvangst gaat via elektromagnetische velden.



[1] Op heel klein, atomair is dat niet meer het geval.



Waarom is Open Source nog niet zo aanwezig?

- Kapitaal intensief
- Hoe kleiner (van micrometer naar nanometer) hoe duurder
Een micrometer is een miljoenste meter, nanometer is een miljardste meter.
- Fouten maken is extreem duur
- Ter vergelijking het compileren van LibreOffice:
 - ongeveer 400 pakken 500 vel papier met java en C++ code
 - +/- 10 uur compileren met moderne PC
 - Afschrijving **€ 1... 2,-**
 - Electriciteitsrekening **€ 0.1**
- Fabriceren ASIC → **€ 10k ... 10M**
Met 350nm in Goedkoopste Fab.
Stel ARM CPU met complexe A/D/RF chip (Bluetooth, Wifi)

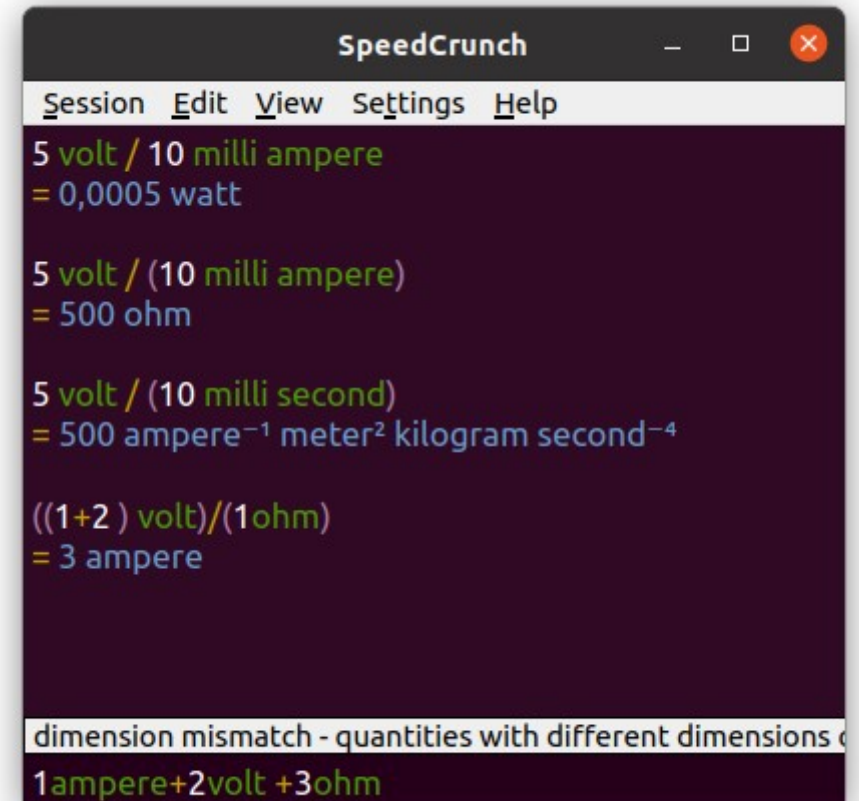
Soorten gereedschap

- Handcalculaties *Op de achterkant van een envelop, bierviltje, sigarendoosje,... :)*
- Modelling
- Schema editors (analog, RF)
- Digitale synthese
- Layout editors
- Mesh 3D TCAD
- Documentatie

Handberekeningen: SpeedCrunch

Wat is SpeedCrunch?

- Een rekenmachine die **Si-eenheden** (Volt, Ampere, Ohm) interpreteert en verwerkt, met preview calculatie
- *Let op:*
 - Het is noodzakelijk om spaties tussen **milli** en **volt** te typen...
 - Conversie naar **Si-basiseenheden**, dus 5 volt / 10 millisecond wordt helaas geen 500 Volt/second...



```
SpeedCrunch
Session Edit View Settings Help
5 volt / 10 milli ampere
= 0,0005 watt
5 volt / (10 milli ampere)
= 500 ohm
5 volt / (10 milli second)
= 500 ampere-1 meter2 kilogram second-4
((1+2) volt)/(1ohm)
= 3 ampere
dimension mismatch - quantities with different dimensions
1ampere+2volt +3ohm
```

Nog een paar tips:

- Met Ctrl-P zet je haakjes om de selectie
- Met Ctrl-A selecteer je de hele regel

View → Constant: laat
natuurkundige
constanten zien, maar
si-eenheden worden
niet mee geëvalueerd...

Constants

Category Electromagnetic

Search

Name	Value	Unit
Bohr-Procopiu Magneton	927,4009994e-26	J/T
Conductance Quantum	7,7480917310e-5	S
Conventional value of Josephson Constant	483597,9e9	Hz/V
Conventional value of von Klitzing Constant	25812,807	Ω
Coulomb's Constant	8,987742438e9	N·m ² /C ²
Elementary Charge	1,602 176 6208 e-19	C
Josephson Constant	483597,8525e9	Hz/V
Magnetic Flux Quantum	2,06783383e-15	Wb
Nuclear Magneton	5,050783699e-27	J/T
Resistance Quantum	12906,4037278	Ω
von Klitzing Constant	25812,8074555	Ω

Andere tabs ook
optioneel: workspace met
variabelen, formuleboek
geschiedenis etc.



Constants

Functions

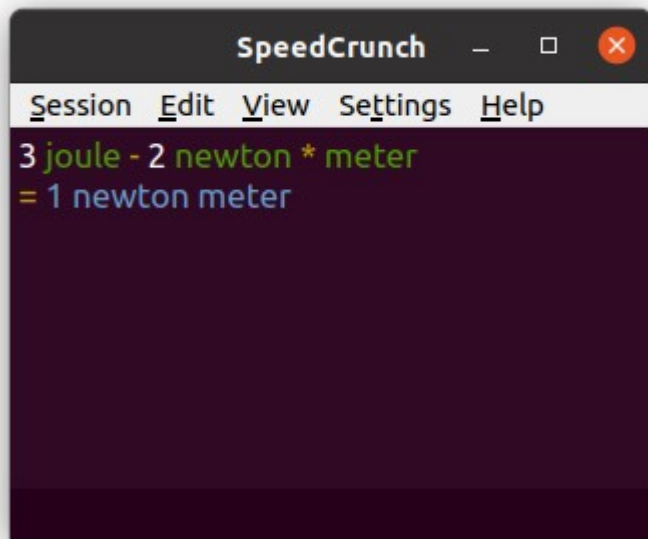
Variables

History

Current result: 8,987742438e9

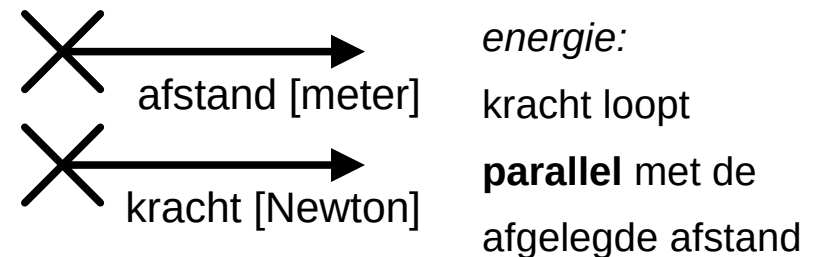
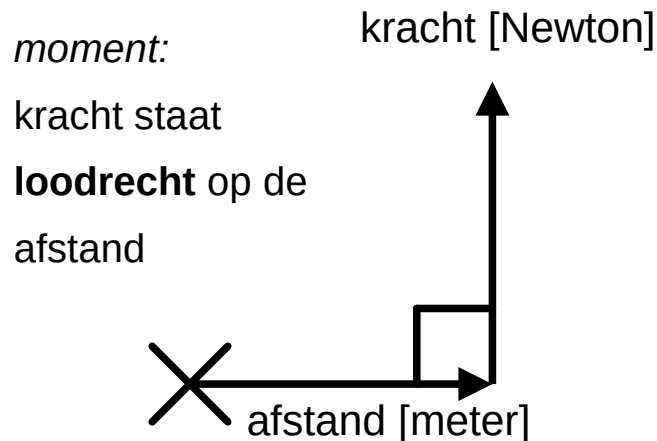
8,987742438e9

energie – moment $\neq$ error



Wat gaat hier fout?

- Energie wordt uitgedrukt in Joule
- Een (aandraai)moment wordt uitgedrukt in Newton maal meter...
- En je kunt ze bij elkaar optellen?



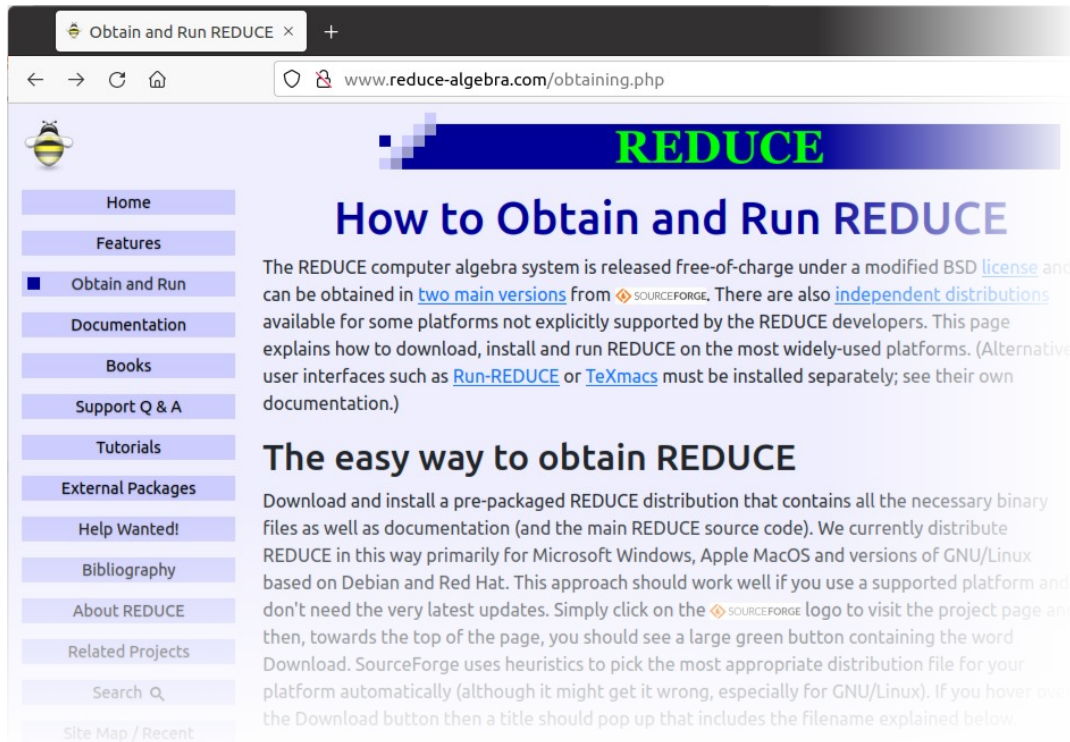
Helder Correia / Untitled project / speedcrunch / Issues

joule unit is always converted to newton meter

Issue #605 **WONTFIX**



Modelling: Reduce Algebra



Wat kun je er mee?

Allerlei formules bewerken:

- oplossen van vergelijkingen
- Afgeleide en integrale functies uitrekenen
- Numeriek berekening
- Plotten

reduce-algebra.com

En het bestaat al sinds 1963,
open source (BSD) sinds 2008,
"age is just a number" :)

Debian package reduce-complete versie 6110 beschikbaar,
Maar bevat nog vervelende X11 bug door resizing van het window? (Ubuntu 20.04LTS)



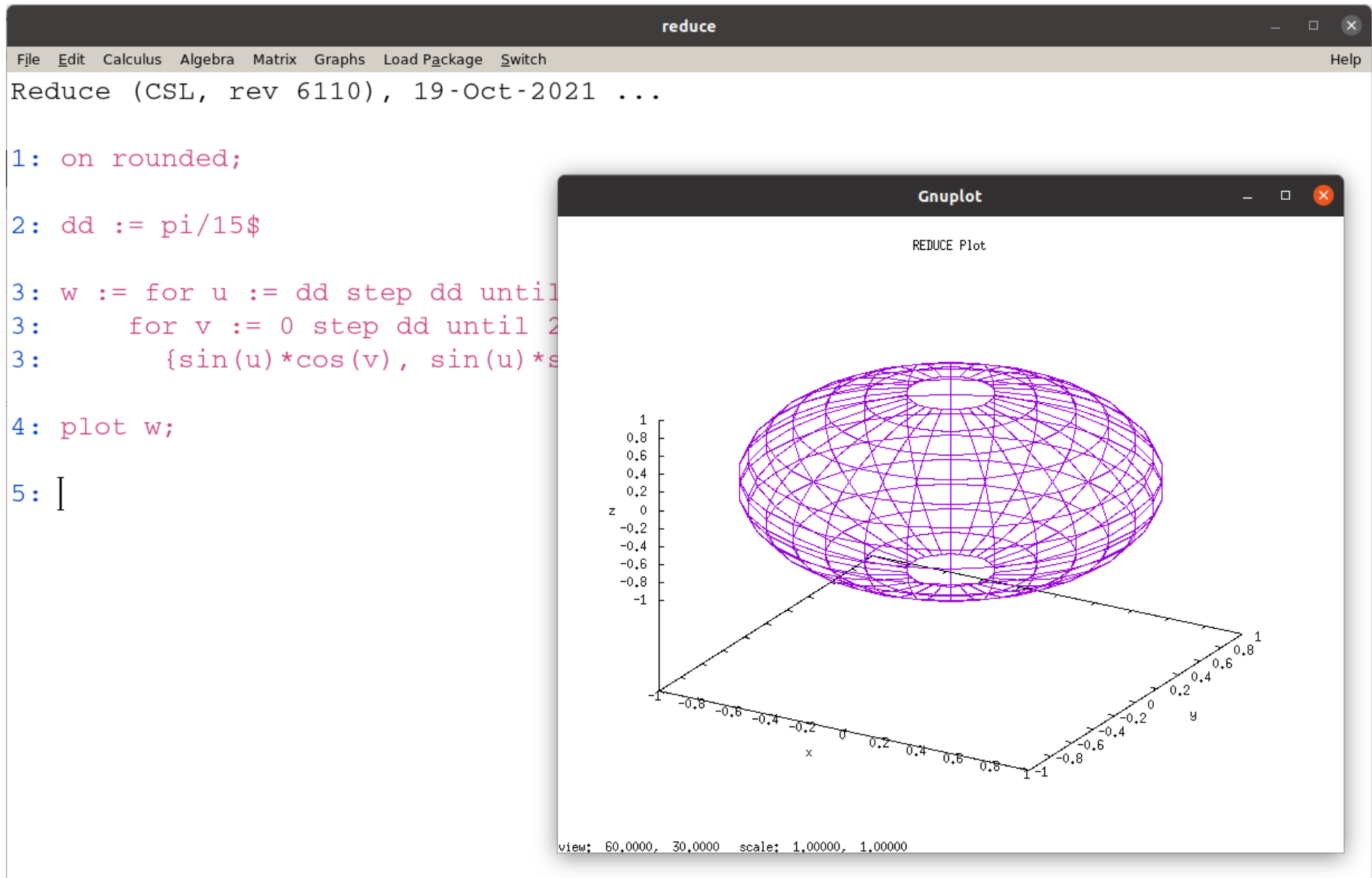
Een voorbeeldberekening...

```
T      := 300;
k      := 1.380648813e-23;
q      := 1.60217656535e-19;
IS     := 1e-6;
V      := 20e-3;
I_N    := IS * (exp(q*V/(k*T)) - 1);
```

```
reduce
File Edit Calculus Algebra Matrix Graphs Load Package Switch Help
1: T := 300;
t:= 300
2: k := 1.380648813e-23;
k:= \frac{1380648813}{1000000000000000000000000000}
3: q := 1.60217656535e-19;
q:= \frac{32043531307}{2000000000000000000000000000}
4: IS := 1e-6;
is:= \frac{1}{1000000}
5: V := 20e-3;
v:= \frac{1}{50}
6: I_N := IS * (exp(q*V/(k*T)) - 1);
i_n:= \frac{e^{32043531307/41419464390} - 1}{1000000}
7:
```



Reduce met Gnuplot



Meer up-to-date GUI: Run-REDUCE, gebruikt **katex**

Run-REDUCE-FX

File REDUCE View Templates Functions Help

Input/Output Display | CSL REDUCE

Hide Editor

Reduce (Free CSL version, revision 5368), 24-Jun-20 ...

1: mat((a, b), (c, d));
$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

2: ws^-1;
$$\begin{pmatrix} \frac{d}{ad-bc} & \frac{-b}{ad-bc} \\ \frac{-c}{ad-bc} & \frac{a}{ad-bc} \end{pmatrix}$$

3: ws 1^2;
$$\begin{pmatrix} a^2 + bc & b(a+d) \\ c(a+d) & bc + d^2 \end{pmatrix}$$

4: int(f x,x);
Declare f operator ? (Y or N)
?y
$$\int f(x) dx$$

5: sqrt(pi);
$$\sqrt{\pi}$$

Input Editor

Control+Click for the Pop-Up Keyboard

$\sqrt{\pi}$

Shift	Consts																English
	∞	α	β	γ	δ	ϵ	ζ	η	θ	ι	κ	λ	μ				
Close	Greek Lower-Case Letters																Radans
	π	ν	ξ	$\omicron$	π	ρ	σ	τ	υ	ϕ	χ	ψ	ω				
Elementary Functions																	
exp		ln		sin		cos		tan		csc		sec		cot			
$\sqrt{}$		!		sinh		cosh		tanh		csch		sech		coth			

▲ Earlier Input

Send Input

▼ Later Input

Input/Output Display | PSL REDUCE

Hide Editor

Loading image file: D:\Program Files\Reduce\lib\psl\red\reduce.img

Reduce (Free PSL version, revision 5368), 24-Jun-2020 ...

1: x^(x^x);
$$x^{x^x}$$

2: df(ws,x);
$$\frac{x^{x^x} + x (\log(x)^2 x + \log(x) x + 1)}{x}$$

3: int(ws,x);
$$x^{x^x}$$

4: symbolic;
nil

5* {'a','b','c'};

(a b c)

6*

Evaluate a Multiple Integral

Symbolic ☒ Numeric ☐

The integrand and at least one integration variable are required. Enter additional integration variables to create a double or triple integral and display additional f symbols. f and d symbol pairs nest and their colours show how they match.

Each pair of limits must be both empty, giving an indefinite integral, or both specified, giving a definite integral.

REDUCE Manual: [INT Operator](#)

$\int$

$\int$

WS

d

x

d

y

☐ algint

Control+Click for the Pop-Up Keyboard

Edit Evaluate Close

```

reduce
File Edit Calculus Algebra Matrix Graphs Load Package Switch

1: coulomb:=ampere*second;
    coulomb: = ampere second

2: volt:=kg*meter^2*second^(-3)*ampere^(-1);
    volt: =  $\frac{\text{kg meter}^2}{\text{ampere second}^3}$ 

3: farad:=kg^(-1)*meter^(-2)*second^4*ampere^2;
    farad: =  $\frac{\text{ampere}^2 \text{second}^4}{\text{kg meter}^2}$ 

4: ohm:=kg*meter^2*second^(-3)*ampere^(-2);
    ohm: =  $\frac{\text{kg meter}^2}{\text{ampere}^2 \text{second}^3}$ 

5:
    ampere

5: ohm*ampere/volt;
    1

6: ampere*second/coulomb;
    1

7: ohm*farad/second;
    1

8:

```

Recept^[*] om si-eenheden te gebruiken in ReduceAlgebra:

- 1) Definieer si-eenheden als onbekende variabelen
- 2) Een kleine controle bewijst dat de eenheden inderdaad gereduceerd worden
- 3) Een typisch elektronica voorbeeld :)

```

reduce
File Edit Calculus Algebra Matrix Graphs Load Package Switch

1

7: ohm*farad/second;
    1

8: myres:=22*ohm;
    myres: =  $\frac{22 \text{ kg meter}^2}{\text{ampere}^2 \text{second}^3}$ 

9: mycap:=1e-9*farad;
    mycap: =  $\frac{\text{ampere}^2 \text{second}^4}{1000000000 \text{ kg meter}^2}$ 

10: myrcptime:=myres*mycap;
    myrcptime: =  $\frac{11 \text{ second}}{500000000}$ 

11:

```

[*] Met dank aan Gert Renkema



Modelling: Octave

- Handig voor systeemmodelling: dus veel signaal bewerkingen bijv. Fourier analyses
- Uitgebreide set [packages](#)
- Functies mogelijk in Octave languages zelf
- Nog niet snel genoeg? Schrijf je eigen functies met:
 - [mkoctfile](#) voor zowel C, C++ of Fortran90
- En parallel (alleen beschikbaar op Linux, **niet** op Windows) 

Schema editors / Simulators

- [Kicad 6.0.1](#)
 - Zowel Mac, Windows als 6 Linux distributies
 - Updates krijg je gewoon via [PPA](#) binnen.
 - Er is een lijst met Made-with-Kicad projecten o.a. van [Purism / Librem5](#)
- [Spice](#) “*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*”
 - In 1973 begonnen, nog voordat GPL en BSD licenties bestonden!
 - Een open source afgeleide van het gesloten programma CANCER, “*Computer Analysis of Nonlinear Circuits, Excluding Radiation*”. Destijds gemaakt om radiation hardness te evalueren.
- [Qucs-S](#): [Qucs](#) schema editor met Spice simulator
- [Xyce](#): Nieuwere simulator die > 1Miljoen transistoren moet kunnen simuleren
 - Inclusief modellen voor radioactiviteitseffecten... daarom USA export voor sommige onderdelen.
- [xschem](#)
- <https://yosyshq.net/yosys/>



Digitale synthese

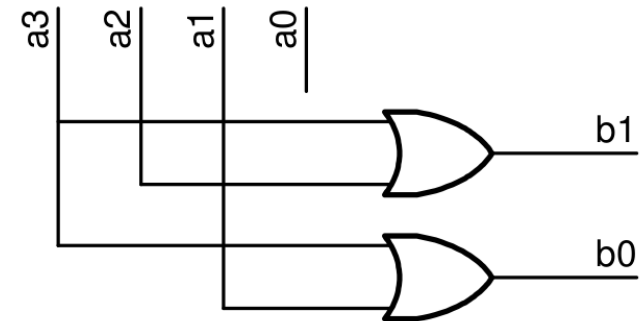
Van gewenst gedragspatroon naar uitvoerbare logische schakelingen

a3	a2	a1	a0	b1	b0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	1

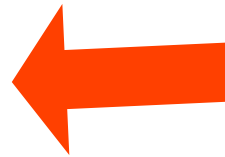
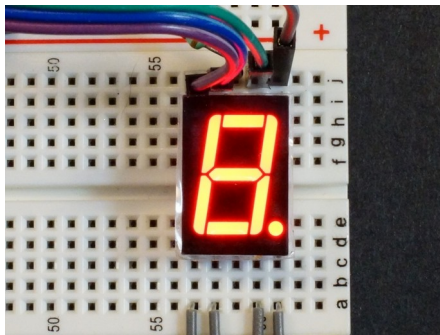


$$b0 = a3 \vee a1$$

$$b1 = a3 \vee a2$$



Wat is digitale synthese?



Digit	Code	Segments							
		A	B	C	D	E	F	G	
0	0000	1	1	1	1	1	1	0	-A-
1	0001	0	1	1	0	0	0	0	B
2	0010	1	1	0	1	1	0	1	
3	0011	1	1	1	1	0	0	1	-G-
4	0100	0	1	1	0	0	1	1	
5	0101	1	0	1	1	0	1	1	E C
6	0110	1	0	1	1	1	1	1	
7	0111	1	1	1	0	0	0	0	-D-
8	1000	1	1	1	1	1	1	1	
9	1001	1	1	1	1	0	1	1	

- De basis van alle digitale schakelingen zgn. combinatorische logica
- Geen geheugen functie: de uitgang is een combinatie van de ingangen
- Meestal veel meer ingangen, in dit voorbeeld a0 ... a3, dan uitgangen b1, hier en b0. Maar dat hoeft niet.
- Soms wil je perse een soort cellen gebruiken
 - bijv. NAND2 zodat je breadboard niet te veel verschillende gebruik, denk aan Iveringsproblemen.
 - Omdat je FPGA slechts een soort cellen bevat
- Met slechts 1 tot 4 ingangen kun je dit nog met de hand doen, via Karnaugh mapping
https://en.wikipedia.org/wiki/Karnaugh_map

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Espresso_heuristic_logic_minimizer



K(arnaugh)-map

- Zowel geschikt voor Windows als Linux (m.b.v. WxWidgets)
- Niet meer geüpdatet sinds 2005, dus C++ 2003 ?
- Code wel beschikbaar, maar niet correct of compleet...
- <http://k-map.sourceforge.net/>
- Geen open source, wel freeware: **Logic Friday**, maar alleen voor Windows en alleen nog via het **web.archive.org**
- Meer dan 4-inputs, hoe doen ze dat...?

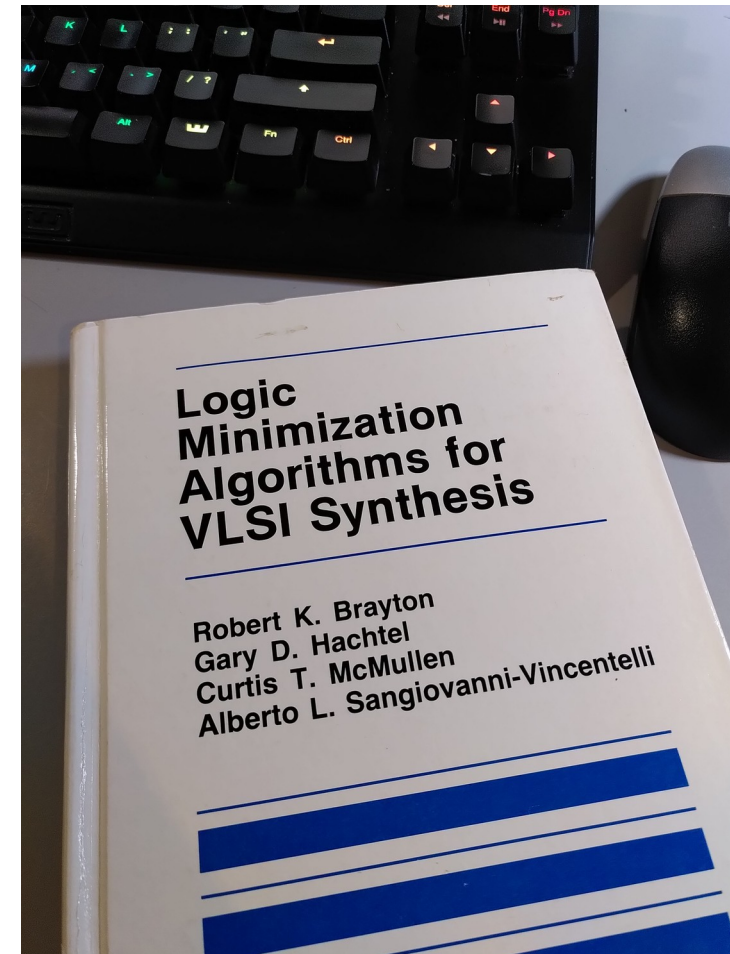
The screenshot shows the 'Karnaugh Map Minimizer' application window. It features a 'Truth table' section on the left with a table of 5 variables (A, B, C, D, E) and 1 output (f). The 'Karnaugh map' section on the right shows a 4x4 grid with a context menu open over it, offering options: 'Set to 1', 'Set to 0', 'Set to "don't care"', and 'Set randomly'. The 'Solution' section at the bottom displays the minimized Boolean expression: $X = A|BC|DE + |B|C|D|E + |BCD|E + |B|CDE + |AB|C|E + |AB|CD + AB|DE + A|BDE + A|BCD$. The status bar at the bottom indicates 'Karnaugh map solved!'.

	A	B	C	D	E	f
0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	
2	0	0	0	1	0	
3	0	0	0	1	1	1
4	0	0	1	0	0	1
5	0	0	1	0	1	1
6	0	0	1	1	0	
7	0	0	1	1	1	
8	0	1	0	0	0	1
9	0	1	0	0	1	1
10	0	1	0	1	0	1
11	0	1	0	1	1	1
12	0	1	1	0	0	
13	0	1	1	0	1	
14	0	1	1	1	0	1
15	0	1	1	1	1	1
16	1	0	0	0	0	
17	1	0	0	0	1	1
18	1	0	0	1	0	1
19	1	0	0	1	1	
20	1	0	1	0	0	
21	1	0	1	0	1	1
22	1	0	1	1	0	
23	1	0	1	1	1	
24	1	1	0	0	0	
25	1	1	0	0	1	1

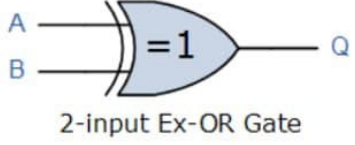
Het Espresso algoritme



- Bestaat al sinds 1982, en versie twee sinds 1984
- Dus nog *voor* BSD, in 1988 en GPL 1989 licenties waren geschreven.
- Oorspronkelijk geschreven door Univ. van California, Berkeley.
- Nog beschikbaar tot 2008 in Debian,...



Simpele XOR5

Symbol	Truth Table		
 2-input Ex-OR Gate	A	B	Q
	0	0	0
	0	1	1
	1	0	1
	1	1	0
Boolean Expression $Q = A \text{ XOR } B$			

- Een **xor5** maak je door 4 **xor2** achter elkaar te plaatsen.
- **Let op**, de beschrijving bevat slechts 16 toestanden, en die zijn allemaal **1**. De niet genoemde toestanden zijn dus **0**.

```
.i 5
.o 1
.ilb d c b a e
.ob xor5
.p 16
11111 1
01110 1
10110 1
00111 1
11010 1
01011 1
10011 1
00010 1
11100 1
01101 1
10101 1
00100 1
11001 1
01000 1
10000 1
00001 1
.e
```

```
$ time ../../../../src/espresso -o eqntott xor5.pla
xor5 = (d&!c&!b&!a&!e) | (!d&c&!b&!a&!e) | (!d&!c&b&!a&!e) | (d&c&b&!a&!e) | (
    !d&!c&!b&a&!e) | (d&c&!b&a&!e) | (d&!c&b&a&!e) | (!d&c&b&a&!e) | (!d
    &!c&!b&!a&e) | (d&c&!b&!a&e) | (d&!c&b&!a&e) | (!d&c&b&!a&e) | (d&!c
    &!b&a&e) | (!d&c&!b&a&e) | (!d&!c&b&a&e) | (d&c&b&a&e);
```

```
real    0m0.002s
```



Complexere APEX5

In totaal 117 ingangen en 88 uitgangen, en resultaat in iets meer dan een halve seconde!

Maar helaas allemaal command line, geen GUI, grafische output o.i.d.

```
v117.86 = (v3&v4&!v6&v29&v30&v31&v32&!v33&v101&v102&v103&v104&v105&v106
&v107&v108&v109&v110&v111&v112&v113&v114&!v115) | (v4&!v6&v101&v102
&v103&v104&v105&v106&v107&v108&v109&v110&v111&v112&v113&v114&v115
&v116) | (v4&v5&!v6&!v101&v115) | (v4&v5&!v6&!v102&v115) | (v4&v5&!v6
&!v103&v115) | (v4&v5&!v6&!v104&v115) | (v4&v5&!v6&!v105&v115) | (v4
&v5&!v6&!v106&v115) | (v3&v4&!v5&!v6&v29&v30&v31&v32&!v33&v113&v114
&!v115) | (v4&v5&!v6&!v107&v115) | (v4&v5&!v6&!v108&v115) | (v4&v5&!v6
&!v109&v115) | (v4&v5&!v6&!v110&v115) | (v4&v5&!v6&!v111&v115) | (v4
&v5&!v6&!v112&v115) | (v4&!v6&v33&v115) | (v4&!v6&!v32&v115) | (v4&!v6
&!v31&v115) | (v4&!v6&!v30&v115) | (v4&!v6&!v29&v115) | (!v3&v4&!v6
&v115) | (v4&!v6&!v114&v115) | (v4&!v6&!v113&v115);
```

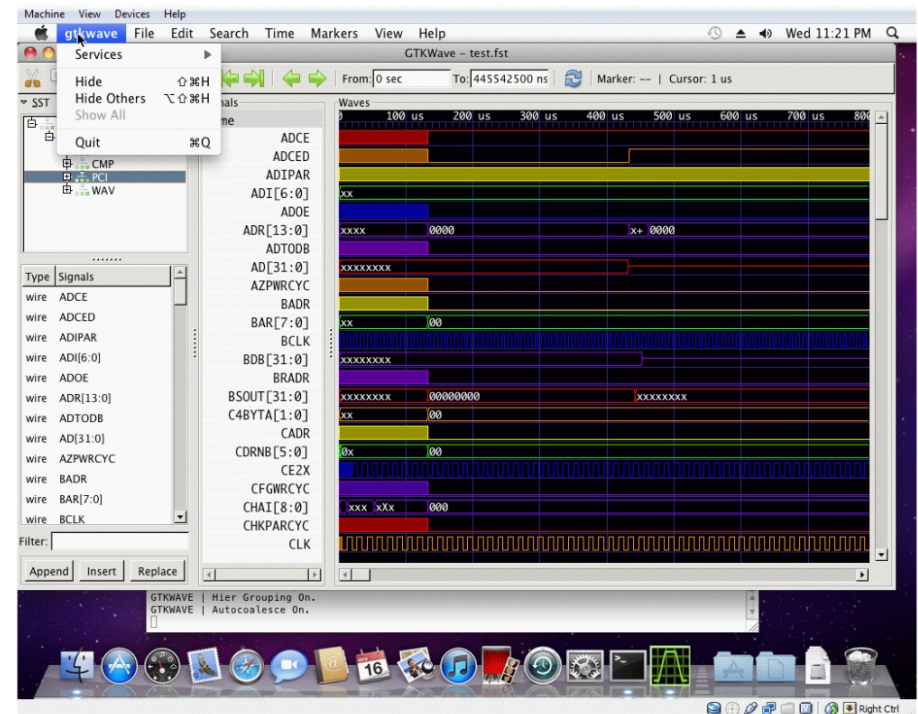
```
v117.87 = (v3&v4&!v6&v29&v30&v31&v32&!v33&v101&v102&v103&v104&v105&v106
&v107&v108&v109&v110&v111&v112&v113&v114&v115) | (v3&v4&!v5&!v6&v29
&v30&v31&v32&!v33&v113&v114&v115&!v116) | (v4&!v6&v33&v116) | (v4&!v6
&!v32&v116) | (v4&!v6&!v31&v116) | (v4&!v6&!v30&v116) | (v4&!v6&!v29
&v116) | (!v3&v4&!v6&v116) | (v4&v5&!v6&v116) | (v4&!v6&!v113&v116) | (
v4&!v6&!v115&v116) | (v4&!v6&!v114&v116);
```

real 0m0,562s



Digitale synthese

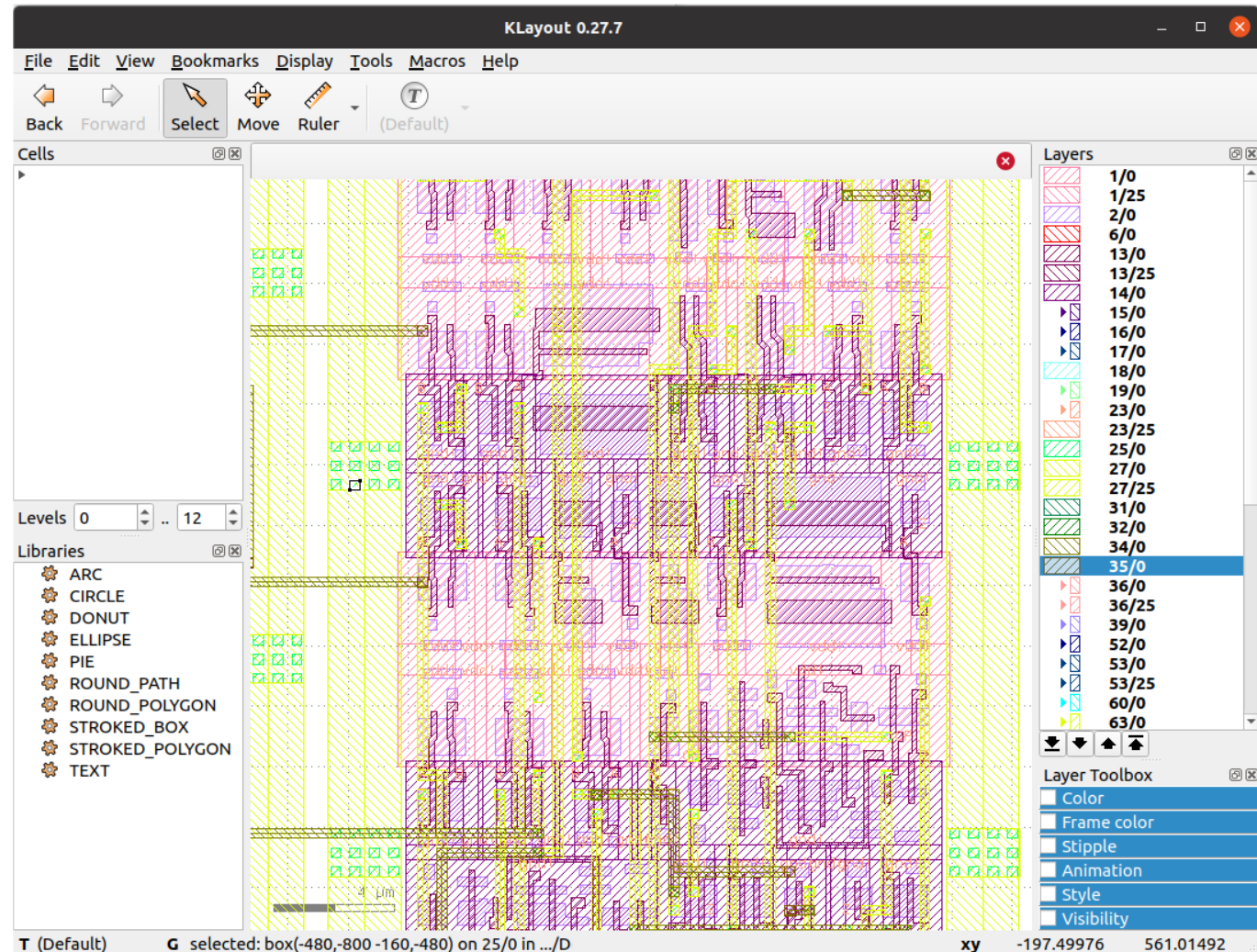
- VHDL, Verilog
- <http://iverilog.icarus.com>
 - digitale simulation en synthese tool
- <https://github.com/ghdl/ghdl> en <https://ghdl.github.io/ghdl/>
 - Geen synthese maar simulatie: direct omzetten van GHDL code naar een binary executable, dus heel snel?
- Koppeling met signaalviewer zoals GTKwave



Layout (Gerber en IC masks)

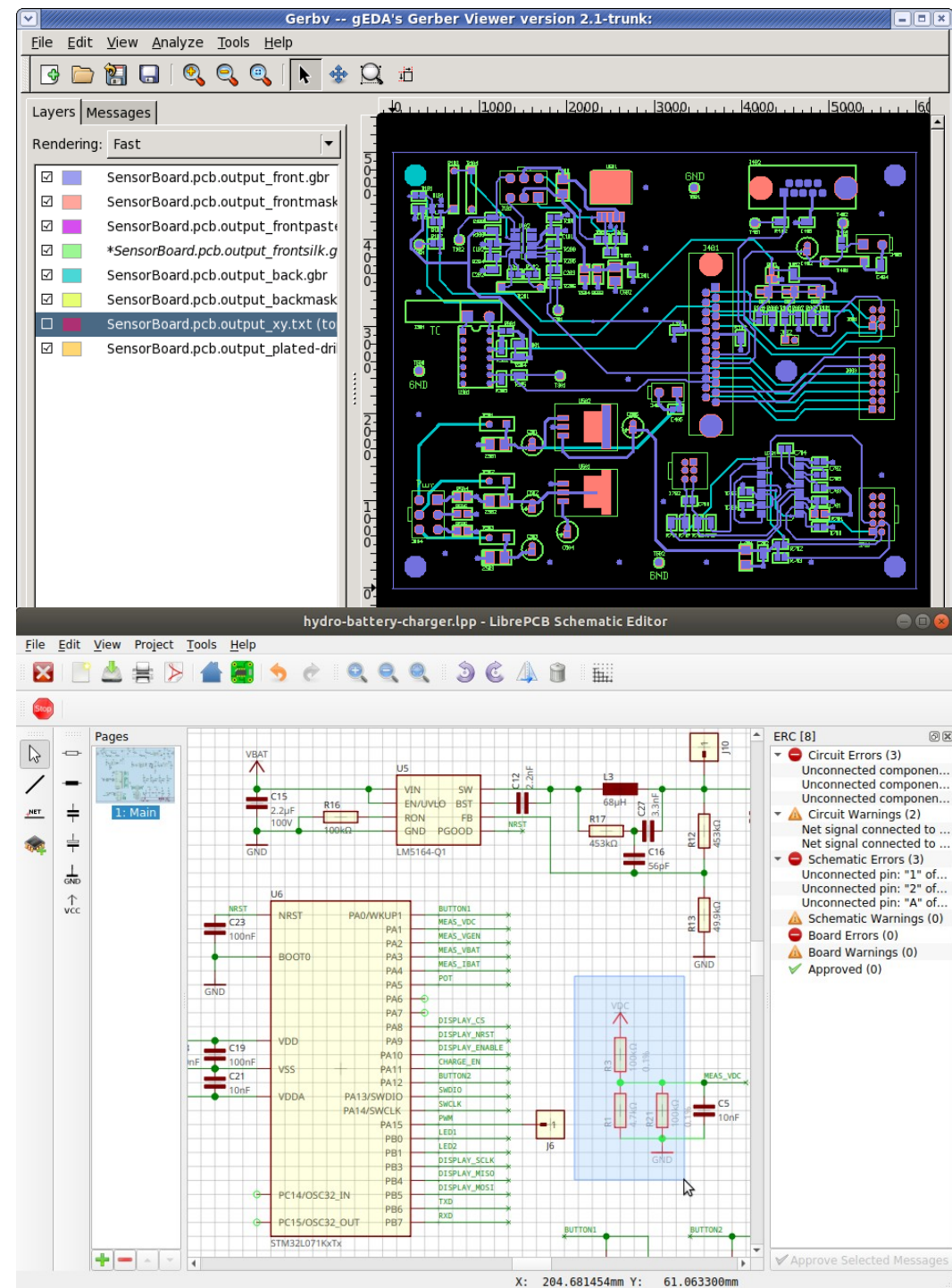
- Layout van PCB, Gerber files
- Layout van IC masks: GDS2

- **Klayout** wordt gebruikt voor beide doelen.
 - Actieve development, er is nog dit jaar een update gemaakt.
 - Laat je niet misleiden door de nul in de versienummering, het is redelijk stabiel.
- Zowel lezen van layout als editen.
- Diverse plug-in en script mogelijkheden:
 - Python
 - Ruby



Gerber Viewer (geen IC masks)

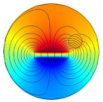
- <http://gerbv.geda-project.org>
 - Meest recente versie is 2019/1/22, ook nog een hoop andere [EDA projecten](#) op de aangrenzende sites.
- [LibrePCB](#), was afgelopen weekend nog te zien op [FOSDEM 2022](#).
 - Mogelijke DRC check bij producent, dus handige manier om hun [sponsor](#) te werven.
- [Kicad](#) heeft zelfs een interactive router :-)
- [GDS3D](#), hmm, laatst update vijf jaar geleden.



TCAD: Mesh 3D

Video! op FOSDEM

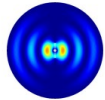
PERMANENT MAGNETS, MAGNETIC FORCE



The static magnetic field created by an array of permanent magnets is simulated using the scalar magnetic potential formulation. The Halbach configuration shows as expected a magnetic field strength increase. The potential and the magnetic field lines are illustrated.

[SEE EXAMPLE](#)

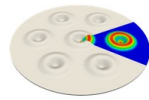
HALF-WAVE DIPOLE ANTENNA



The 1 GHz electromagnetic wave radiation of a half-wave dipole antenna is simulated. The electric field, magnetic field and Poynting vector are computed and can be visualized in time. The electric field can be visualized [here](#).

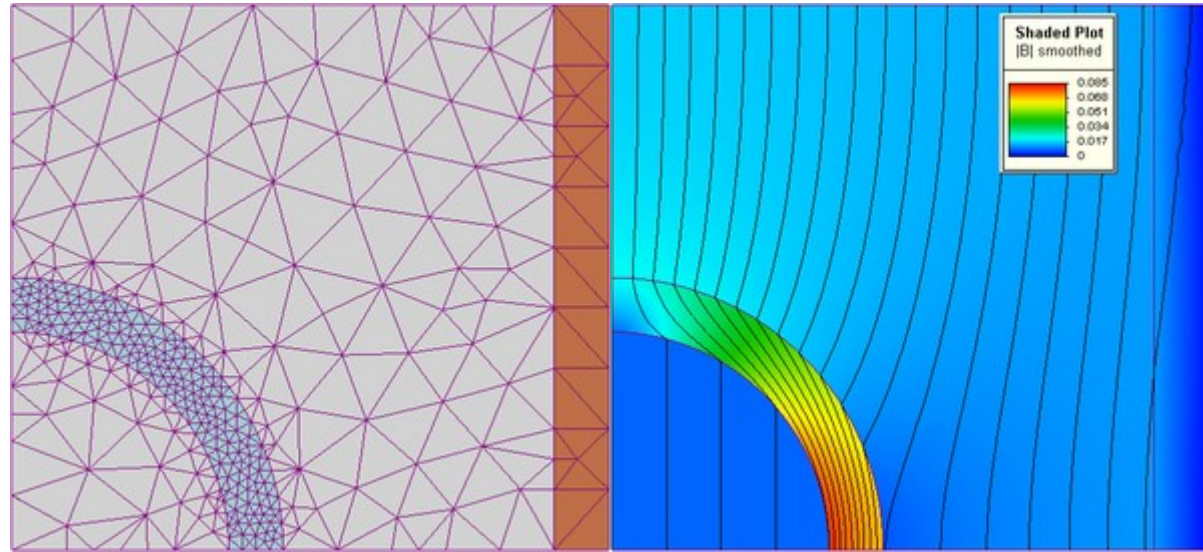
[SEE EXAMPLE](#)

GENERAL PERIODIC CONDITIONS



The crosstalk between a central micromembrane and 6 neighbours is analyzed on only 1/6 of the geometry using a periodic condition between two faces with non-matching meshes. The available mortar finite element method allows to implement general periodic conditions.

[SEE EXAMPLE](#)



- Finite Element Method (FEM) <https://www.sparselizard.org>
Sparse verwijst naar een 'sparse matrix', waar de meeste elementen nul zijn.
- Geen GUI, maar een programmeer interface via C++, met voorbeelden
Niet heel vreemd natuurlijk, dit soort programma's vereist vaak vele uren of dagen rekenwerk...
- Geschikt voor RLC extractie, en ook diffusie wordt genoemd, maar nog geen PN junctie voorbeeld, dus alleen extreem hoge doseringen?

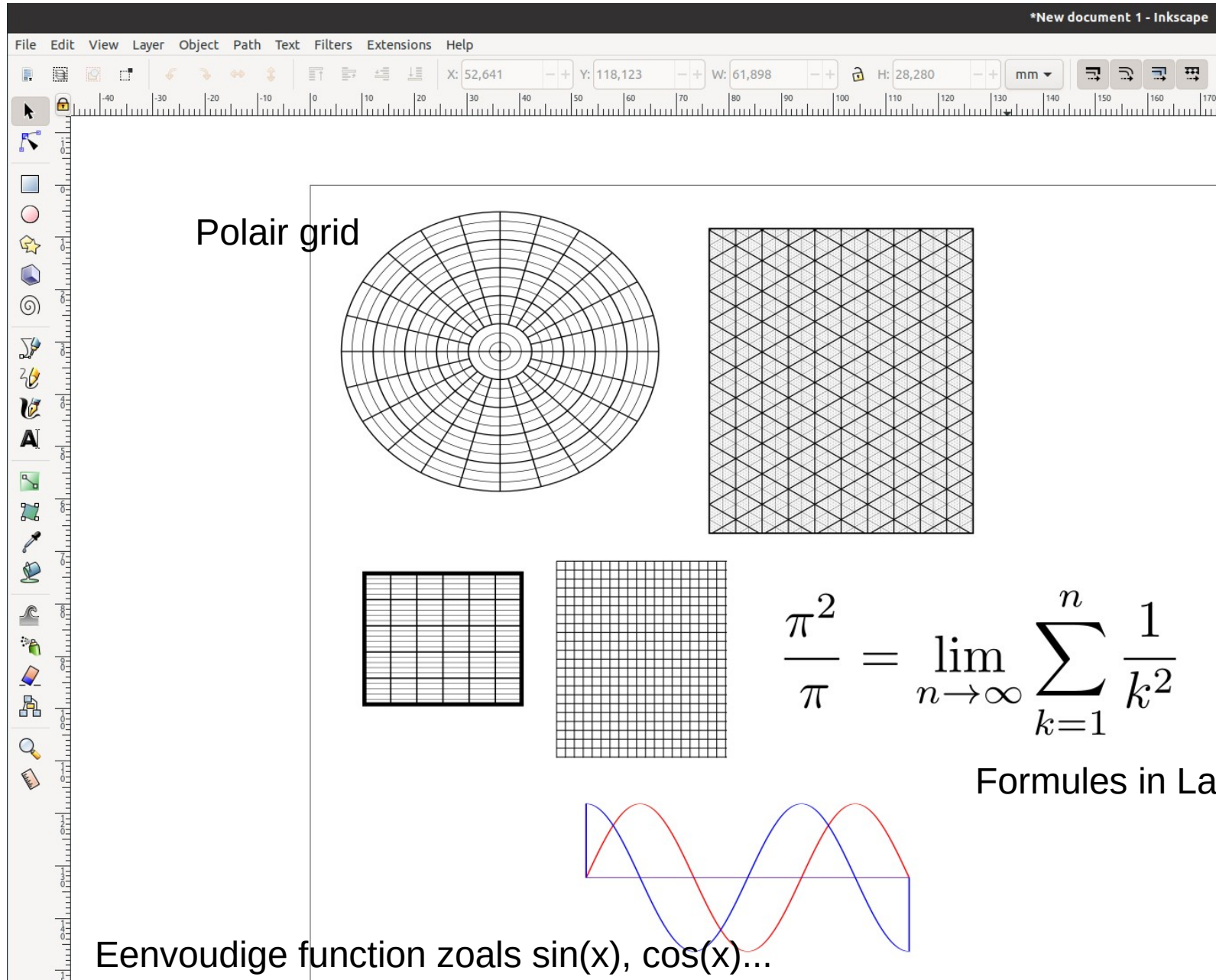


Documentatie: Inkscape

- Inkscape nieuwste versie 1.1.2
- Extensies: <https://inkscape.org/develop/extensions/>
- Vector based
- Open standard Scalable Vector Graphics
- Import van Microsoft Visio mogelijk?



Inkscape, ingebouwde extensies



The screenshot shows the Inkscape application window with the title bar "*New document 1 - Inkscape". The menu bar includes File, Edit, View, Layer, Object, Path, Text, Filters, Extensions, and Help. The toolbar contains various drawing tools. The main canvas displays several geometric shapes and patterns created using built-in extensions: a polar grid (labeled "Polair grid"), a rectangular grid, a square grid, and a sine wave (labeled "Eenvoudige function zoals sin(x), cos(x)...").

Polair grid

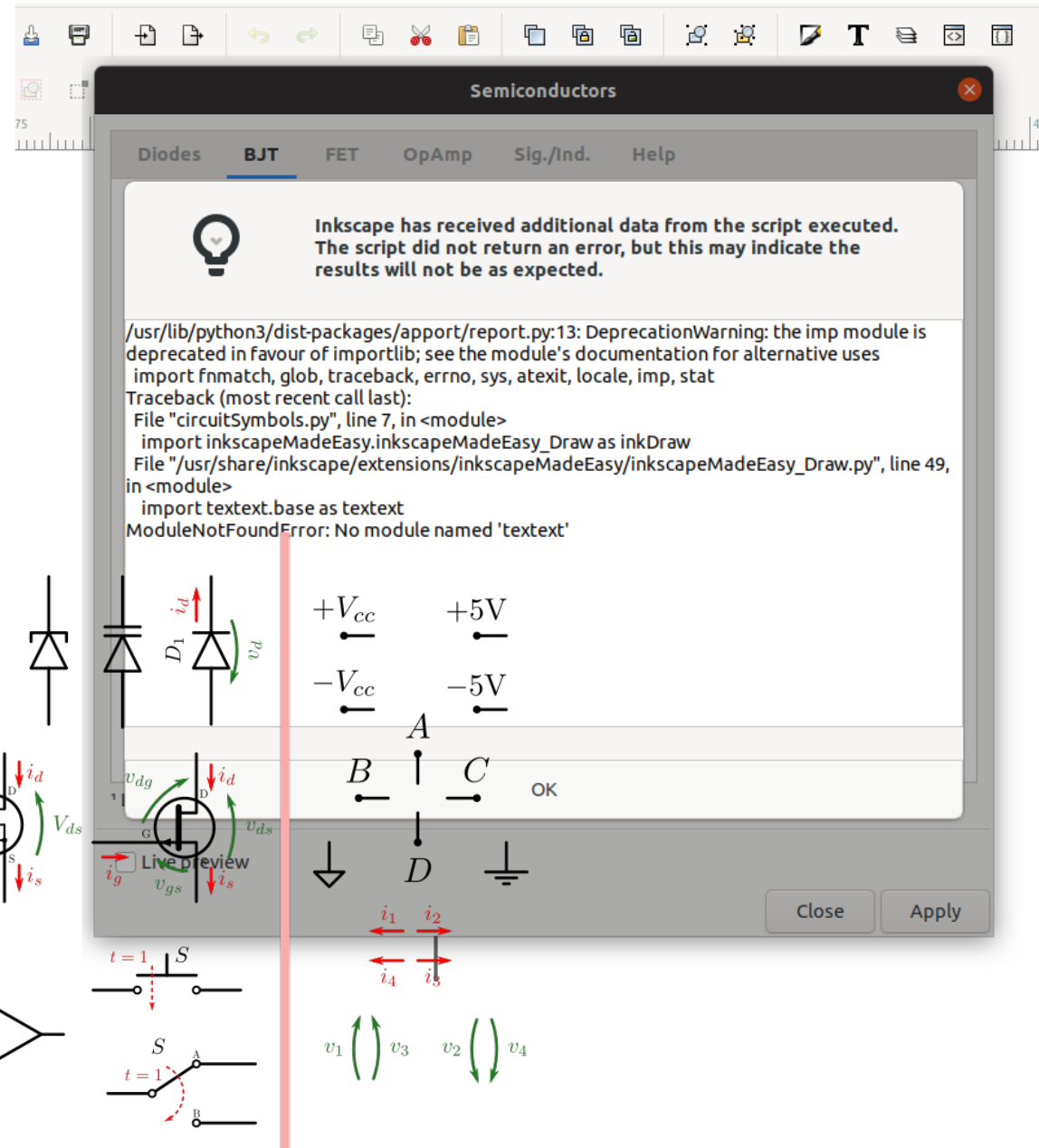
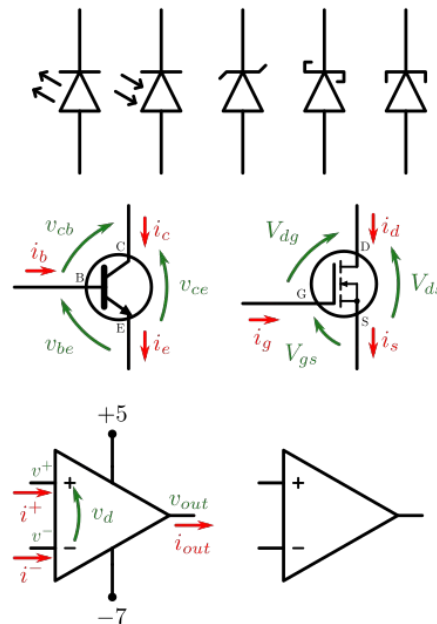
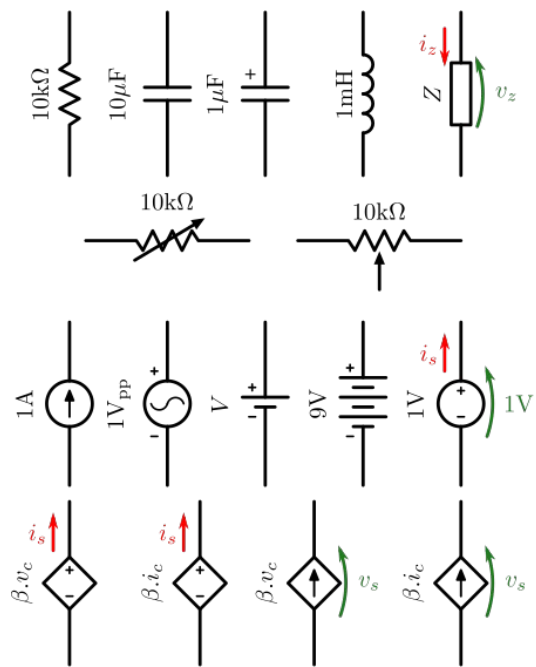
$$\frac{\pi^2}{\pi} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2}$$

Formules in LaTeX formaat

Eenvoudige function zoals sin(x), cos(x)...

Inkscape, elektronische symbolen

Zit nog niet in de standaard
uitgave van Inkscape
Zelf installeren dan maar?
Zie [github repository](#)



Documentatie

Vereisten:

- 1) Elke wijziging, ook losse karakters, is te volgen met een willekeurig revisie controle systeem: 10uVolt of 10mVolt is een wereled van verschil!
- 2) De tekst layout heeft geen [widows en orphans](#).
- 3) Plaatjes staan boven of onder de tekst, niet willekeurig met anker midden in de tekst, dat creëert weer meer kans op widows en orphans.

Opties:

- **LaTeX**, “A document preparation system”. Tijdens het schrijven van je tekst wordt je niet afgeleid door de opmaak, dus géén [WYSIWYG](#), maar [WYSIWYM](#):

*“The main advantage of this system is the **total separation of presentation and content**: users can structure and write the document once, rather than repeatedly alternating between the two modes of presentation—an approach which comes with **its own switch cost**.”*

Voldaan
aan eis?

- 1) Ja
- 2) Ja
- 3) Ja

- Wel steilere leer curve, maar wel te doen als je een groep medegebruikers kent, zie ook beroemde paragraph “How to Avoid Reading This Book” in [Leslie Lamports boek](#).

Voldaan aan
eis?

- **LibreOffice**, heeft Flat ODT, wat dus voor [revisiecontrole](#) geschikt zou moeten zijn?

- 1) Ongeveer
- 2) Ja
- 3) Nee



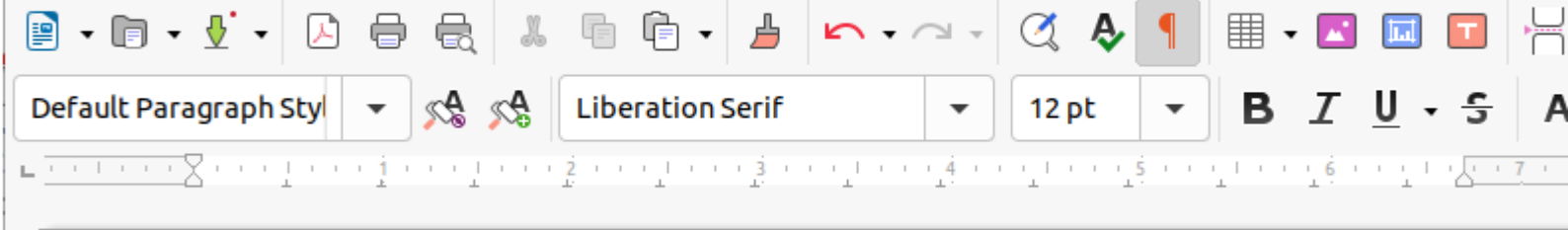
LibreOffice met revisie controle?

```
</style:style>
<style:style style:name="P38" style:family="paragraph">
  <style:paragraph-properties fo:margin-left="0cm" fo:margin-right="0cm" fo:margin-top="0.5cm" fo:margin-bottom="0cm" fo:line-height="100%" fo:text-align="start" fo:text-indent="0cm" style:text-autospace="ideograph-alpha" style:punctuation-wrap="simple" style:line-break="strict" style:writing-mode="lr-tb">
    <style:tab-stops/>
  </style:paragraph-properties>
  <style:text-properties fo:hyphenate="false"/>
</style:style>
<style:style style:name="P39" style:family="paragraph">
  <loext:graphic-properties draw:fill="solid" draw:fill-color="#ff4000"/>
  <style:paragraph-properties fo:text-align="center"/>
  <style:text-properties fo:language="nl" fo:country="NL"/>
</style:style>
<style:style style:name="P40" style:family="paragraph">
  <loext:graphic-properties draw:fill="none" draw:fill-color="#ffffff"/>
  <style:paragraph-properties style:writing-mode="lr-tb"/>
  <style:text-properties style:font-name="Courier New1" fo:language="nl" fo:country="NL" fo:font-weight="bold" style:font-weight-Asian="bold" style:font-weight-complex="bold"/>
</style:style>
<style:style style:name="P41" style:family="paragraph">
  <loext:graphic-properties draw:fill="none" draw:fill-color="#ffffff"/>
</style:style>
<style:style style:name="P42" style:family="paragraph">
  <loext:graphic-properties draw:fill-color="#729fcf"/>
  <style:paragraph-properties style:writing-mode="lr-tb"/>
</style:style>
<style:style style:name="P43" style:family="paragraph">
  <loext:graphic-properties draw:fill="none" draw:fill-color="#ffffff"/>
  <style:paragraph-properties fo:text-align="center"/>
</style:style>
<style:style style:name="P44" style:family="paragraph">
  <style:paragraph-properties fo:margin-left="0cm" fo:margin-right="0cm" fo:margin-top="0cm" fo:margin-bottom="0cm" fo:line-height="100%" fo:text-indent="0cm"/>
  <style:style style:name="P45" style:family="paragraph">
    <loext:graphic-properties draw:fill-color="#ffffff"/>
  </style:style>
  <style:style style:name="T1" style:family="text">
    <style:text-properties fo:font-size="14pt" style:font-size-Asian="14pt" style:font-size-complex="14pt"/>
  </style:style>
  <style:style style:name="T2" style:family="text">
    <style:text-properties fo:color="#ffffff" loext:opacity="100%" fo:font-si-
```

Links en rechts is **slechts een karakter veranderd** m.b.v. Impress.... Maar in de XML is er toch echt veel meer gewijzigd?

Maar goed, versie 7.3.0.3 doet dit al beter dan vorige versies...



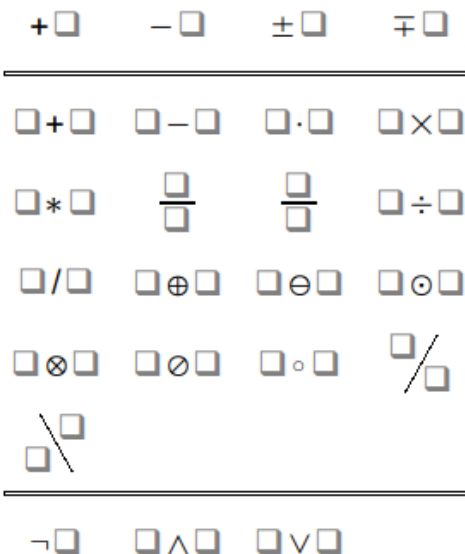


Tip: type "fn" aan het begin van een regel en druk op F3,...

$$E=mc^2$$

(1)

Unary/Binary Operators



Toch "LaTeX" style formule editor :)

$$\sqrt{\frac{E}{M}} \cdot \int x^3 \delta c$$

(1)

c = sqrt{E over M } cdot int{ x^3 %delta c}

Are we EDA yet ?

- Er is nog veel meer:
 - Open source logica [opencores](https://opencores.org), <https://f-si.org>
 - Stimulering via IEEE [Pico Program](#)
 - [Democratizing IC design](#)
- Voor digitaal ontwerp kan er al veel: simulatie en synthese
- Analog, vooral PCB nivo, niet geschikt voor grote ASIC, maar kleine / simpele variant?
- RF, TCAD is nog heel beperkt
- Meer op FOSDEM2022:
 - [Computer Aided Modeling and Design](#) track
 - [Open Hardware](#) room, vooral eFabless presentatie geeft goed overzicht.
 - *Let op: eerder- en bovenstaande links verschuiven waarschijnlijk naar: archive.fosdem.org/2022*