



Ethercat control met Soem en Matlab2007b onder realtime Linux Beknopte handleiding v1.01

Ruud van den bogaert, 2011

Inhoud:

1. Inleiding.
2. Waarom Ubuntu-Linux?
2. Installatie Ubuntu 10.04LTS met Linux-rt
4. Installatie en configuratie Matlab20007b
5. Installatie van Libs, Soem en ectarget/s-functies .
6. Simulink model compileren / runnen
7. Maken van nieuwe S-functies
8. Appendices
9. Bronvermelding

1. Inleiding.

Deze handleiding is bedoeld om zonder specifieke voorkennis een rt (real time) control systeem te kunnen opzetten voor experimentele doeleinden in een laboratorium.

Het gebruik van ectarget, eclib en Soem (simple open ethercat master) in combinatie met Linux-rt en Beckhoff Ethercat hardware bied een goedkoop, flexibel en uitbreidbaar alternatief voor commerciële regel-systemen. Deze handleiding heb ik in eerste instantie geschreven voor mijzelf, wellicht kunnen anderen er ook hun voordeel mee doen.

2. Waarom Ubuntu-Linux?

Ubuntu is een besturingssysteem dat ontwikkeld is door de Ubuntu-community. Gebaseerd op Linux en GNU-software, is Ubuntu perfect voor de meeste pc's en laptops. Het bevat alle applicaties die men nodig heeft, van een moderne webbrowser en e-mailpakket tot programma's voor fotobewerking en voor ons belangrijk: alle hulpmiddelen voor programmeren.

Ubuntu is ontwikkeld met aandacht voor beveiliging. Voor de LTS (Long Term Support) versies worden drie jaar gratis security updates geleverd voor de desktop en zelfs tot 5 jaar lang op de server. Ook deze LTS versies zijn gratis, ons beste werk is voor iedereen beschikbaar. Upgrades naar nieuwe versies van Ubuntu zullen ook altijd gratis zijn.

De Linuxversie die wij gebruiken moet geschikt zijn om een RT kernel te installeren. Ubuntu 10.04LTS is geschikt

1.2 . Hardware

PC of Laptop met 64-bit AMD / INTEL processor met bij voorkeur een Realtec 8139 nic. Zie ook Appendix b

3. Installatie Ubuntu 10.04LTS met rt-kernel

Dit stuk beschrijft op welke manier je Ubuntu 10.04LTS moet installeren en configureren voor de onze toepassing. De laatste LTS (Long Term Support) versie met rt support tijdens het schrijven van dit document is Ubuntu versie 10.04 (Lucid Lynx). Het is ook mogelijk om Ubuntu Studio, de variant voor audio en video bewerking, te downloaden deze is standaard uitgerust met de Linux-rt kernel

-Download en installeerde 64bits **ubuntu 10.04.2-desktop-amd64.iso** van:

<http://www.ubuntu-nl.org/getubuntu/download/LTS>
of
<http://releases.ubuntu.com/>

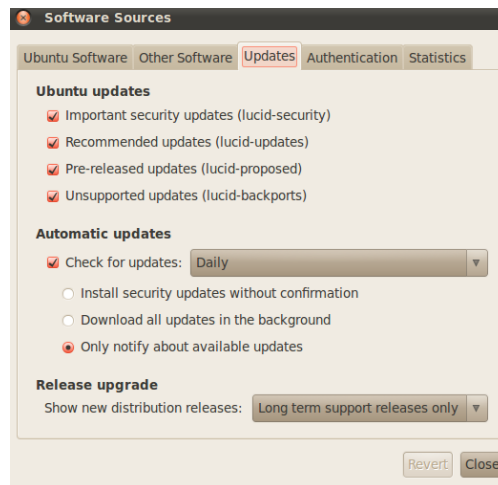
-Download de laatste updates via de *Synaptic Package Manager*. Losse pakket updates zijn toegestaan. Update Ubuntu niet naar een hogere versie b.v 10.10.

System, Administration, Synaptic Package Manager, search > Linux-rt

-Download en installeer de volgende pakketten via de Synaptic package manager:

-Linux-rt (real time performance)
-Nautilus file browser. (Deze is bruikbaar als superuser)
-gcc en g++ 4.1 (voor gebruik Matlab2007 mex)
-java-1.6.0-sun of sun-java6-bin (voor gebruik van smartSVN en Matlab grafish)

Instellingen updates Synaptic package manager:



Sommige pakketten zijn niet te vinden met de standaard instellingen.

Vink ook aan: -Pre released updates (lucid proposed)
-Unsupported updates, zoals hierboven aangegeven.

Open een terminal voor superuser linux comandline instructies en laat deze open staan. Dan hoef je maar een maal je password in te voeren.

```
sudo su  
Password:
```

Controllen of de juiste java versie geïnstalleerd is

```
java -version
```

-Herstart Ubuntu en druk herhaaldelijk de **Shift** knop in. Je komt nu in de bootmanager Grub. Selecteer nu de rt kernel versie. Controleer in een terminal de kernelversie met:

```
uname -r  
2.6.31-11-rt
```

-Op het systeem zijn twee versies van gcc en g++ geïnstalleerd. Dit zijn gcc en g++ 4.1 en 4.3. De versie die automatisch ingesteld staat is waarschijnlijk de hoogste 4.3. Matlab2007b MEX werkt alleen met gcc en g++ versie 4.0 tot 4.2.

```
gcc --version  
g++ --version
```

Forceer een symbolische link naar versie 4.1. Dit doen we door in de /usr/bin map een symbolische link naar gcc en g++ versie 4.1 te laten wijzen:

```
cd /usr/bin  
ln -sf gcc-4.1 gcc  
ln -sf g++-4.1 g++
```

4. Installatie en configuratie Matlab2007b

Copieer directory matlab 2007 naar je home directory vanaf:

<\\wtbfiler\Software\Unix-Software\matlab2007b>

Ga in de taakbalk naar places, connect to server, windows share (samba). Vul bij server alleen wtbfiler in en *connect*. De rest van de gegevens zoals domeinnaam, username en password op volgend blad, anders werkt het niet.

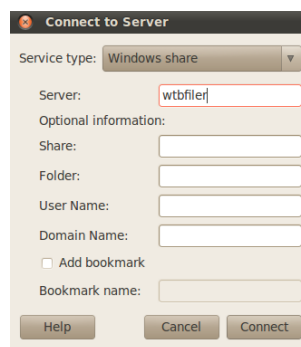


Fig 1

Ga naar de juiste map (<\\wtbfiler\Software\Unix-Software\matlab2007b>)

Copieer Matlab map naar de Desktop.

Controleer de rechten. De superuser moet voor deze map executable rechten hebben om Matlab te kunnen installeren:

Controleer rechten met:

```
ls -l
```

Pas de rechten aan van de installatiemap aan:

```
chmod 755 -R </home/username/Desktop/matlab2007b>
```

Maak een nieuwe directory aan en

```
mkdir /usr/local/matlab75
```

copieer de licence.dat file in deze directory.

Het copieren van files kun je uiteraard op de commandline doen. Gemakkelijker is de Nautilus file manager. Ingelogged als superuser is hij te gebruiken als root:

Open een nieuwe terminal start nautilus en copieer de file:

```
sudo nautilus  
Password:
```

Ga naar de superuser terminal en instaleer Matlab2007b:

```
./install
```

Maak een symbolic link zodat Matlab vanuit de terminal in elke directory opstart:

```
ln -s /usr/local/matlab75/bin/./matlab /bin/matlab
```

Start Matlab als superuser vanuit een terminal, als de text niet leesbaar is zet de visual effects dan op **none**:

```
System, Preferences, Appearance, Visual Effects
```

Zorg ervoor dat mex de gcc compiler gebruikt, dit is optie 2, met:

```
>>mex -setup
```



```
Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Demos, or read Getting Started.
Warning: MATLAB Toolbox Path Cache is out of date and is not being used.
Type 'help toolbox_path_cache' for more info
>> mex -setup

Options files control which compiler to use, the compiler and link command
options, and the runtime libraries to link against.

Using the 'mex -setup' command selects an options file that is
placed in ~/.matlab/R2007b and used by default for 'mex'. An options
file in the current working directory or specified on the command line
overrides the default options file in ~/.matlab/R2007b.

To override the default options file, use the 'mex -f' command
(see 'mex -help' for more information).

The options files available for mex are:

1: /usr/local/matlab75/bin/f90opts.sh :
   Template Options file for building Fortran 90 MEX-files via the system ANSI compiler

2: /usr/local/matlab75/bin/gccopts.sh :
   Template Options file for building gcc MEX-files

3: /usr/local/matlab75/bin/mexopts.sh :
   Template Options file for building MEX-files via the system ANSI compiler

0: Exit with no changes

Enter the number of the compiler (0-3):
2

Overwrite /root/.matlab/R2007b/mexopts.sh ([y]/n)?
```

Controleer of RTW (Real Time Workshop) geïnstalleerd is.

```
>>ver
```

5. Installatie van Libs, Soem en ectarget/s-functies

Alle software die benodigd is staat op een svn server. Dit is een versie beheerssysteem, waarop je de software kunt uitchecken. Dit gaat het gemakkelijkst met een grafische svn-client. Als het goed is, is in hoofdstuk 2 de svn client geïnstalleerd. Smartsvn is een goeie. TuT

Installeer smartsvn van:

```
http://www.syntevo.com/smartsvn/index.html
```

Om de goede software uit te checken Voeg onderstaande url toe in je svn client:

```
https://e-box.wtb.tue.nl/svn/e-box/trunk/src/E-box/
```

Copieer de files in de volgende map:

```
/home/ebox/svn/trunk/src/E-box/
```

Start matlab als superuser in een aparte terminal.

```
sudo matlab  
password:
```

open en run: *make_all_clean.m*

```
% make_all_clean  
% makefile which cleans all source directories from binary files  
  
cd /home/ebox/svn/trunk/src/E-box/  
  
% Find and delete *_et_rtw and slprj directories  
!find -name '*_et_rtw' | xargs rm -rf  
!find -name 'slprj' | xargs rm -rf  
  
eval( ['addpath ' matlabroot '/rtw/c/ectarget/']);  
eval( ['addpath ' matlabroot '/rtw/c/ectarget/sfunctions']);  
  
savepath
```

Deze .m file delete alle oude build files van eerdere compilaties, en de juiste paden worden toegevoegd aan Matlab.

Open en run: make_all_install.m

```
% make_all_install
% makefile which installs a complete package for the tech united robot
% players. run this file and all libraries are automatically installed
% in the correct directories.

cd /home/ebox/svn/trunk/src/E-box/

current_ebox_dir = cd;

% Install libraries:
disp('%%%%%%%%%% Building libraries %%%%%%%%%%%')

cd Libs/Timer_posix
!sudo chmod a+x buildlib
!sudo ./buildlib
disp('Timer_posix library built, alias Timer_posix');
cd(current_ebox_dir)

cd Libs          % ethercat master library
if ~isdir('/usr/src/soem')
    !sudo mkdir /usr/src/soem
end
!sudo cp -Rf soem/* /usr/src/soem/
cd /usr/src/soem
!sudo make -s clean
!sudo make -s all
disp('soem installed');
cd(current_ebox_dir)

cd Libs/soem
!sudo make -s clean
!sudo make -s all
disp('soem installed');
cd(current_ebox_dir)

cd Libs/ec
!./buildlib
cd(current_ebox_dir)

cd Libs/Coin/
!./buildlib
cd(current_ebox_dir)

% Install Targets
cd Targets
make;
cd(current_ebox_dir)

cd Targets/ectarget/
!ln -s /home/ebox/svn/trunk/src/E-box/Libs/ec/ec.h ec.h
cd(current_ebox_dir)
```

De Libs Timer_posix, ec, en Coin worden gebuild en de symbolic links worden gemaakt

Soem:

Soem ethercat master library c files worden gebuild met make wordt geïnstalleerd in:
/usr/src/soem

Tagets:

Mex c files worden gebuild via make.m
De target mexglx worden vervolgens geïnstalleerd in dir:
/usr/local/matlab75/rtw/c/ectarget/sfunctions/

De ectarget wordt geïnstalleerd in:
/usr/local/matlab75/rtw/c

Soem en communicatie met de modules is separaat te testen:

```
cd /usr/src/soem
./simpletest eth0
./slave info eth0
```

6. Simulink model compileren / runnen

Simulink eclib bestaat momenteel uit de volgende s-funtions.

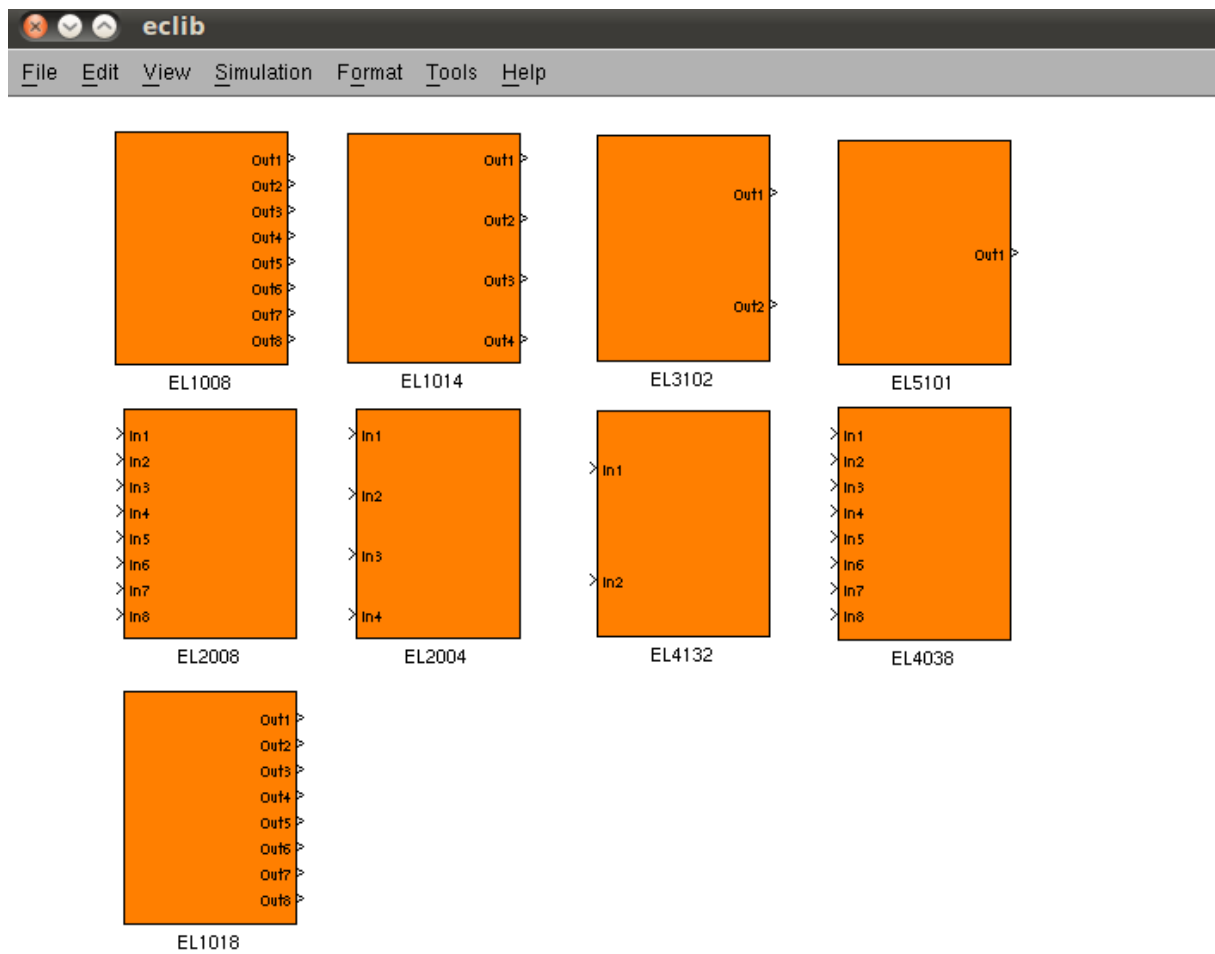
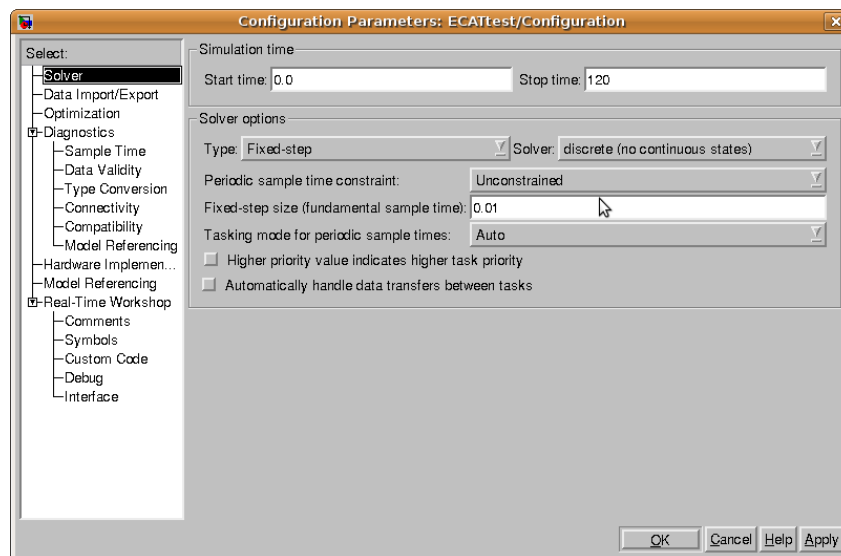


Fig 3

EL3102	2 channel analog input 10V ..10V differential, 16 bits
EL5101	1 channel incremental encoder interface TTL
EL2008	8 channel digital output 24V
EL2004	4 channel digital output 24V
EL4132	2 channel analog output -10 tot 10V 12-bit
EL4038	8 channel analog output -10 tot 10V 12-bit
EL1018	8 channel analog input terminal 24V
EL1008	8 channel digital input terminal 24V
EL1014	4 channel digital input terminal 24V

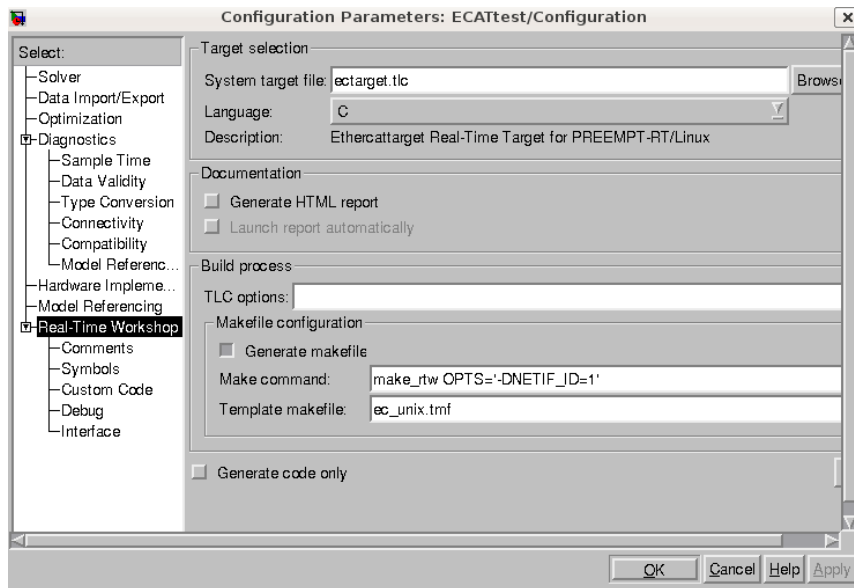
Laad of bouw een Simulink model.

Instelling configuration- parameters:



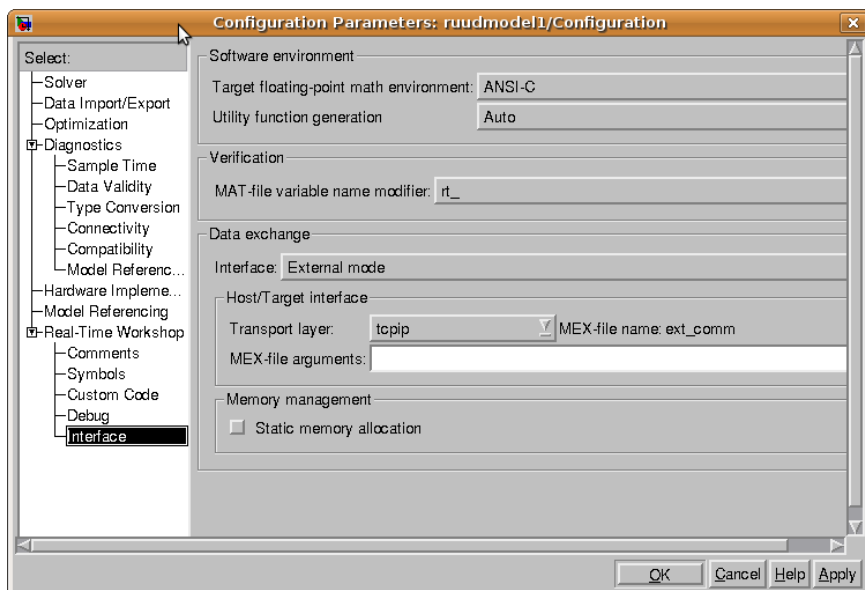
- Fixed step.
- Sample Time b.v. 0.01 sec (1kHz)
- Discrete(no continuous states)

Fig. 4



-Selecteer ectarget.tlc
 -ID = Ethernet adapter, default=0; eth0 1=eth1.

Fig 5.



-External mode
 -Transport layer tcpip. Mex file=ext_com

Fig 6.

-Click op de s-functies en controleer of de nummering begint bij 0 (Link_ID=0).

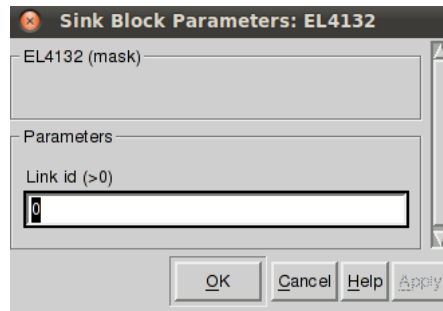


Fig 7

-Compileer het model (ctrl_B)

Er wordt een executable geplaatst in de current directory ./modelname

Run het programma vanuit de directory waar ./modelname staat met de optie -w

```
cd /home/ruud
./modelname -w
```

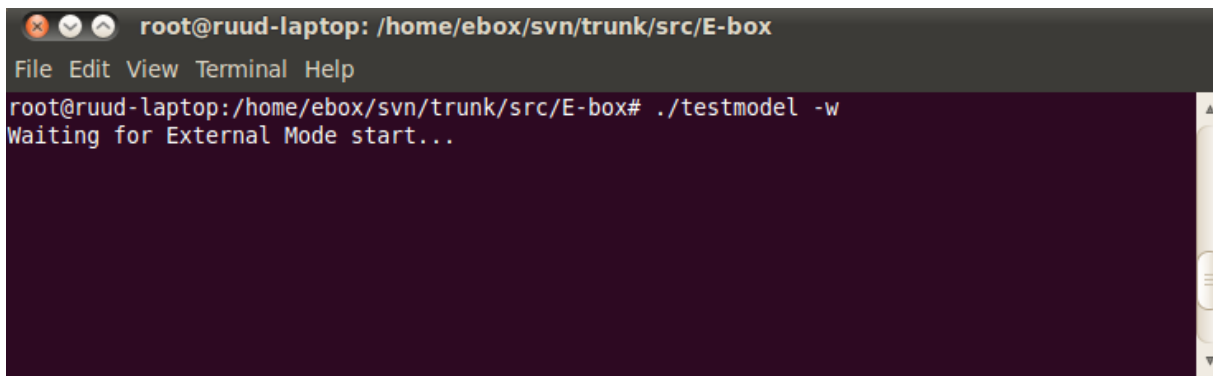


Fig. 8

Connect To Target:

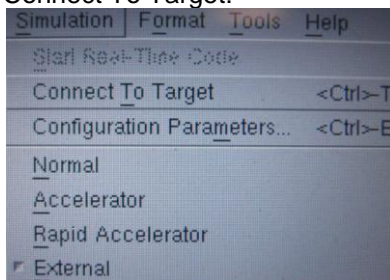


Fig. 9

Start Real-Time Code

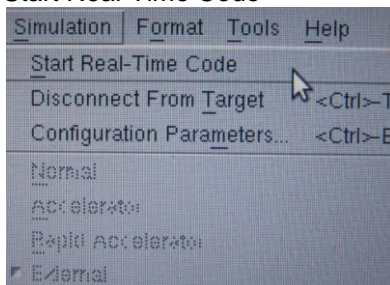


Fig 10

```
root@ruud-laptop: /home/ebox/svn/trunk/src/E-box
File Edit View Terminal Help

Etarget v1.3 SOEM, M.J.G. v.d. Molengraft & IME Technologies, 2009
Net interface = eth1.
ec_start reports: opening EtherCAT communication.
ec_start reports: master socket bind on eth1 succeeded.
ec_start reports: 6 slaves found and configured.
ec_count_ports reports: port types are
  adc: 8
  dac: 2
  slave: 1 name: EK1100 output size: 0 bits input size: 0 bits state: 4
  slave: 2 name: EL3102 output size: 0 bits input size: 48 bits state: 4
  slave: 3 name: EL3102 output size: 0 bits input size: 48 bits state: 4
  slave: 4 name: EL3102 output size: 0 bits input size: 48 bits state: 4
  slave: 5 name: EL3102 output size: 0 bits input size: 48 bits state: 4
  slave: 6 name: EL4132 output size: 32 bits input size: 0 bits state: 4
rtc_timer (posix) running at 1000.000000 Hz.
```

Fig 11.

7. Maken van nieuwe S-functies

Dit moet nog verder uitgewerkt worden

8. Appendices

Appendix a.
Instalatie vanaf een usb-memeory stick

Appendix b.
Netwerk interface card

Appendix c.
Problemen herkenning slaves soem 1.2.4

Appendix a: Installatie vanaf een memory stick op embedded pc:

Embedded en industriële pc's zijn niet uitgerust met een DVD speler. Een alternatieve manier is installatie vanaf een USB-stick.

-Download de 64bits **ubuntu 10.04.2-desktop-amd64.iso** van:

<http://www.ubuntu-nl.org/getubuntu/download/LTS>
of
<http://releases.ubuntu.com/>

Er zijn verschillende manieren om een Ubuntu vanaf een memory stick te installeren. Ervan uitgaande dat je nog geen Ubuntu systeem ter beschikking hebt kan de bootable stick vanuit een Windows systeem gemaakt moeten worden

Download en installeer de "Universal-USB-Installer" vanaf.

<http://www.pendrivelinux.com/create-a-ubuntu-9-10-live-usb-in-windows/>

Selecteer Ubuntu 10.04.x, de iso en de flash drive letter

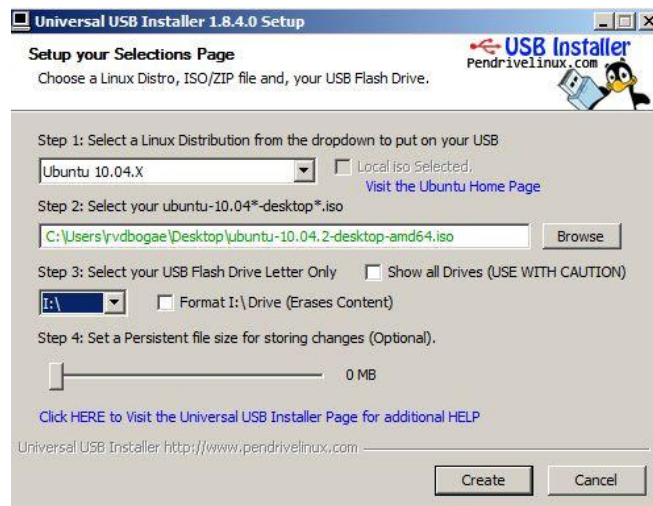


Fig 12.

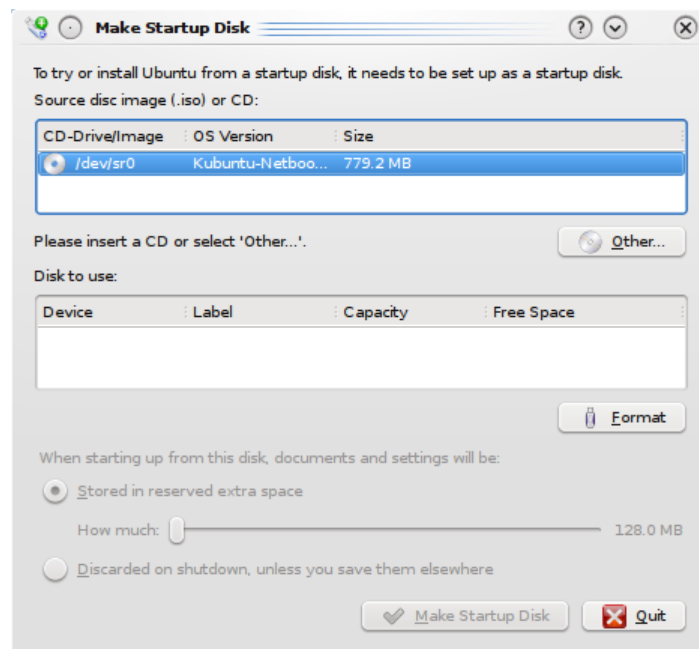
Als het een en ander geïnstalleerd is kun je Ubuntu draaien vanaf de USB-stick, maar ook installeren op een harde schijf.

Ubuntu

```
sudo apt-get install usb-creator-gtk or usb-creator-kde
```

In order to guarantee that usb-creator will function correctly, you should:

1. Mount the partition from which you would like to run liveCD
2. Run usb-creator using the **-i IMG** or **--iso=IMG** option to point usb-creator at the ISO you would like to boot from (note this can be an ISO for any "liveCD" or other bootable OS image). For certain selected operating systems (e.g. Ubuntu since 9.10) usb-creator will allow you to automatically define a persistence file for your bootable install.



Appendix b: opzoeken nic merk en chipset:

Type in terminal:

```
lspci
```

Appendix c: Problemen met herkenning van slaves in soem 1.2.4.

probleem in soem 1.2.4. in combinatie met nieuwe EL3102 slaves.

Foutmelding:

```
root@ruud-desktop:/usr/src/soem# ./slaveinfo eth0 -sdo SOEM (Simple Open
EtherCAT Master) Slaveinfo Starting slaveinfo ec_init on eth0 succeeded.
2 slaves found and configured.
Not all slaves reached safe operational state.
Slave 2 State=12 StatusCode= 1e : Invalid Input Configuration
```

Oplossing:

In slaveinfo.c moet hetvolgende aangepast worden:

```
In de code staat ergens
    ec_config(TRUE, &IOmap);
dit moet worden
    ec_config(FALSE, &IOmap
```

In ethercatconfig.c

op regel 705:

```
while ( (BitCount < ec_slave[slave].Obits) && (SMc < (EC_MAXSM - 1))
) /* more SM for input */
```

Moet worden

```
while ( (BitCount < ec_slave[slave].Ibits) && (SMc < (EC_MAXSM - 1))
) /* more SM for input */
```

Wijzigingen doorgevoerd in 1.2.4 op de SVN door Michel Ronde.
In versie 1.2.5 zal Arthur Ketels de wijzigingen doorvoeren.

8. bronvermeldingen

Moet nog ingevuld worden