

Lab #3 Report and Reflections

ABDULLAH AJLAN

A69028719

WES 237A: Introduction to Embedded System Design (Winter 2024)

Lab 3: Serial and CPU

Due: 2/4/2024 11:59pm

Serial Connection

- Using a [micro USB](#) cable, connect your board to your laptop
- Connect to board using the serial connection

After connecting

- Restart the board (\$ [sudo reboot](#))
- Interrupt the boot (keyboard interrupt)
- List current settings ([printenv](#))
- Put a screenshot of your \$ [printenv](#) output

In []:

```
!sudo reboot
```

In [2]:

```
!printenv
```

```
SHELL=/bin/bash
XILINX_XRT=/usr
PWD=/home/xilinx/jupyter_notebooks
_=/usr/bin/printenv
LANG=en_US.UTF-8
LS_COLORS=ow=0:pi=0;38;2;0;0;48;2;27;125;196:ex=1;38;2;237;102;106:di=0;38;2;27;125;19
6:so=0;38;2;0;0;48;2;240;113;113:cd=0;38;2;0;0;48;2;134;179;0:tw=0:ln=0;38;2;240;11
3;113:mi=0;38;2;0;0;48;2;237;102;106:*~0;38;2;170;170;170:bd=0;38;2;0;0;48;2;237;10
2;106:fi=0:or=0;38;2;0;0;48;2;237;102;106:st=0:no=0:*o=0;38;2;170;170;170:*c=0;38;2;
49;136;102:*r=0;38;2;49;136;102:*t=0;38;2;49;136;102:*h=0;38;2;49;136;102:*z=4;38;2;
134;179;0:*m=0;38;2;49;136;102:*a=1;38;2;237;102;106:*p=0;38;2;49;136;102:*d=0;38;2;
49;136;102:*rm=0;38;2;240;113;113:*fs=0;38;2;49;136;102:*pp=0;38;2;49;136;102:*jl=0;
38;2;49;136;102:*hi=0;38;2;170;170;170:*py=0;38;2;49;136;102:*gv=0;38;2;49;136;102:*
gz=4;38;2;134;179;0:*el=0;38;2;49;136;102:*mn=0;38;2;49;136;102:*sh=0;38;2;49;136;10
2:*hs=0;38;2;49;136;102:*hh=0;38;2;49;136;102:*ps=0;38;2;237;102;106:*so=1;38;2;237;
102;106:*7z=4;38;2;134;179;0:*rb=0;38;2;49;136;102:*kt=0;38;2;49;136;102:*ko=1;38;2;
237;102;106:*js=0;38;2;49;136;102:*ui=0;38;2;237;147;102:*md=0;38;2;237;147;102:*ts=
0;38;2;49;136;102:*cs=0;38;2;49;136;102:*td=0;38;2;49;136;102:*nb=0;38;2;49;136;102:
*di=0;38;2;49;136;102:*bc=0;38;2;170;170;170:*rs=0;38;2;49;136;102:*ll=0;38;2;49;13
6;102:*cr=0;38;2;49;136;102:*ex=0;38;2;49;136;102:*cp=0;38;2;49;136;102:*css=0;38;2;4
9;136;102:*pm=0;38;2;49;136;102:*vb=0;38;2;49;136;102:*lo=0;38;2;170;170;170:*as=0;3
8;2;49;136;102:*xz=4;38;2;134;179;0:*cc=0;38;2;49;136;102:*bz=4;38;2;134;179;0:*go=
0;38;2;49;136;102:*ml=0;38;2;49;136;102:*pl=0;38;2;49;136;102:*la=0;38;2;170;170;170:
*xls=0;38;2;237;102;106:*flv=0;38;2;240;113;113:*vcd=4;38;2;134;179;0:*odt=0;38;2;23
7;102;106:*log=0;38;2;170;170;170:*blg=0;38;2;170;170;170:*aux=0;38;2;170;170;170:*t
oc=0;38;2;170;170;170:*txt=0;38;2;237;147;102:*otf=0;38;2;240;113;113:*mov=0;38;2;24
0;113;113:*kts=0;38;2;49;136;102:*bbl=0;38;2;170;170;170:*sql=0;38;2;49;136;102:*ppt
=0;38;2;237;102;106:*pod=0;38;2;49;136;102:*mp4=0;38;2;240;113;113:*rtf=0;38;2;237;10
2;106:*bak=0;38;2;170;170;170:*cpp=0;38;2;49;136;102:*bst=0;38;2;237;147;102:*TODD=1:
*tsx=0;38;2;49;136;102:*iso=4;38;2;134;179;0:*zsh=0;38;2;49;136;102:*tif=0;38;2;240;
113;113:*ics=0;38;2;237;102;106:*lua=0;38;2;49;136;102:*xlr=0;38;2;237;102;106:*tgz=
4;38;2;134;179;0:*rpm=4;38;2;134;179;0:*dll=1;38;2;237;102;106:*ilg=0;38;2;170;170;17
0:*cfg=0;38;2;237;147;102:*fsi=0;38;2;49;136;102:*fon=0;38;2;240;113;113:*elm=0;38;
2;49;136;102:*aif=0;38;2;240;113;113:*pas=0;38;2;49;136;102:*vim=0;38;2;49;136;102:*
avi=0;38;2;240;113;113:*jpg=0;38;2;240;113;113:*mli=0;38;2;49;136;102:*cgi=0;38;2;49;
136;102:*pid=0;38;2;170;170;170:*swf=0;38;2;240;113;113:*swp=0;38;2;170;170;170:*dmg
=4;38;2;134;179;0:*inl=0;38;2;49;136;102:*bin=4;38;2;134;179;0:*mpg=0;38;2;240;113;11
3:*ltx=0;38;2;49;136;102:*ttf=0;38;2;240;113;113:*psd=0;38;2;240;113;113:*tex=0;38;
2;49;136;102:*ods=0;38;2;237;102;106:*php=0;38;2;49;136;102:*ppm=0;38;2;240;113;113:
*hgrc=0;38;2;154;232;69:*pkg=0;38;2;134;179;0:*pro=0;38;2;154;232;69:*inc=0;38;2;49;13
6;102:*ini=0;38;2;237;147;102:*pdf=0;38;2;237;102;106:*bcf=0;38;2;170;170;170:*mp3=
0;38;2;240;113;113:*sxw=0;38;2;237;102;106:*exs=0;38;2;49;136;102:*zip=4;38;2;134;17
9;0:*pbm=0;38;2;240;113;113:*pgm=0;38;2;240;113;113:*com=1;38;2;237;102;106:*pps=0;3
8;2;237;102;106:*fsx=0;38;2;49;136;102:*vob=0;38;2;240;113;113:*clj=0;38;2;49;136;10
2:*fls=0;38;2;170;170;170:*jar=4;38;2;134;179;0:*eps=0;38;2;240;113;113:*m4v=0;38;2;
240;113;113:*bz2=4;38;2;134;179;0:*tar=4;38;2;134;179;0:*png=0;38;2;240;113;113:*dox
=0;38;2;154;232;69:*exe=1;38;2;237;102;106:*yml=0;38;2;237;147;102:*lmg=4;38;2;134;17
9;0:*ogg=0;38;2;240;113;113:*wmv=0;38;2;240;113;113:*arj=4;38;2;134;179;0:*ipp=0;38;
2;49;136;102:*deb=4;38;2;134;179;0:*ps1=0;38;2;49;136;102:*h++=0;38;2;49;136;102:*bi
b=0;38;2;237;147;102:*dot=0;38;2;49;136;102:*c++=0;38;2;49;136;102:*bat=1;38;2;237;10
2;106:*tmp=0;38;2;170;170;170:*gvy=0;38;2;49;136;102:*nix=0;38;2;237;147;102:*tml=0;
38;2;237;147;102:*htc=0;38;2;49;136;102:*doc=0;38;2;237;102;106:*out=0;38;2;170;170;1
70:*hxx=0;38;2;49;136;102:*gif=0;38;2;240;113;113:*tbz=4;38;2;134;179;0:*mid=0;38;2;
240;113;113:*epp=0;38;2;49;136;102:*mir=0;38;2;49;136;102:*ico=0;38;2;240;113;113:*o
dp=0;38;2;237;102;106:*xml=0;38;2;237;147;102:*m4a=0;38;2;240;113;113:*def=0;38;2;49;
136;102:*ind=0;38;2;170;170;170:*awk=0;38;2;49;136;102:*wav=0;38;2;240;113;113:*svg=
```

```

0;38;2;240;113;113:*.rar=4;38;2;134;179;0:*.wma=0;38;2;240;113;113:*.bag=4;38;2;134;179;
0:*.fnt=0;38;2;240;113;113:*.mkv=0;38;2;240;113;113:*.asa=0;38;2;49;136;102:*.dpr=0;38;
2;49;136;102:*.bsh=0;38;2;49;136;102:*.erl=0;38;2;49;136;102:*.sty=0;38;2;170;170;170:*.
xmp=0;38;2;237;147;102:*.csx=0;38;2;49;136;102:*.htm=0;38;2;237;147;102:*.cxx=0;38;2;49;
136;102:*.rst=0;38;2;237;147;102:*.idx=0;38;2;170;170;170:*.xcf=0;38;2;240;113;113:*.apk
=4;38;2;134;179;0:*.hpp=0;38;2;49;136;102:*.bmp=0;38;2;240;113;113:*.git=0;38;2;170;170;
170:*.sbt=0;38;2;49;136;102:*.kex=0;38;2;237;102;106:*.tcl=0;38;2;49;136;102:*.csv=0;38;
2;237;147;102:*.sxi=0;38;2;237;102;106:*.pyc=0;38;2;170;170;170:*.html=0;38;2;237;147;10
2:*.pptx=0;38;2;237;102;106:*.psd=0;38;2;49;136;102:*.h264=0;38;2;240;113;113:*.dart=0;
38;2;49;136;102:*.tiff=0;38;2;240;113;113:*.epub=0;38;2;237;102;106:*.yaml=0;38;2;237;14
7;102:*.fish=0;38;2;49;136;102:*.less=0;38;2;49;136;102:*.tbz2=4;38;2;134;179;0:*.docx=
0;38;2;237;102;106:*.make=0;38;2;154;232;69:*.purs=0;38;2;49;136;102:*.rlib=0;38;2;170;1
70;170:*.java=0;38;2;49;136;102:*.jpeg=0;38;2;240;113;113:*.flac=0;38;2;240;113;113:*.ba
sh=0;38;2;49;136;102:*.toml=0;38;2;237;147;102:*.xlsx=0;38;2;237;102;106:*.lock=0;38;2;1
70;170;170:*.orig=0;38;2;170;170;170:*.lisp=0;38;2;49;136;102:*.conf=0;38;2;237;147;102:
*.json=0;38;2;237;147;102:*.hgrc=0;38;2;154;232;69:*.psml=0;38;2;49;136;102:*.diff=0;38;
2;49;136;102:*.mpeg=0;38;2;240;113;113:*.cmake=0;38;2;154;232;69:*.passwd=0;38;2;237;147;
102:*.README=0;38;2;0;0;48;2;237;147;102:*.scala=0;38;2;49;136;102:*.dyn_o=0;38;2;170;1
70;170:*.mdown=0;38;2;237;147;102:*.swift=0;38;2;49;136;102:*.class=0;38;2;170;170;170:
*.patch=0;38;2;49;136;102:*.cabal=0;38;2;49;136;102:*.shadow=0;38;2;237;147;102:*.cache=
0;38;2;170;170;170:*.ipynb=0;38;2;49;136;102:*.xhtml=0;38;2;237;147;102:*.shtml=0;38;2;2
37;147;102:*.toast=4;38;2;134;179;0:*.groovy=0;38;2;49;136;102:*.INSTALL=0;38;2;0;0;48;
2;237;147;102:*.gradle=0;38;2;49;136;102:*.TODO.md=1:*.ignore=0;38;2;154;232;69:*.LICENSE=
0;38;2;102;102;102:*.config=0;38;2;237;147;102:*.flake8=0;38;2;154;232;69:*.dyn_hi=0;38;
2;170;170;170:*.matlab=0;38;2;49;136;102:*.COPYING=0;38;2;102;102;102:*.Makefile=0;38;2;15
4;232;69:*.TODO.txt=1:*.gemspec=0;38;2;154;232;69:*.setup.py=0;38;2;154;232;69:*.desktop=
0;38;2;237;147;102:*.Doxyfile=0;38;2;154;232;69:*.COPYRIGHT=0;38;2;102;102;102:*.configure=
0;38;2;154;232;69:*.fdignore=0;38;2;154;232;69:*.rgignore=0;38;2;154;232;69:*.DS_Store=
0;38;2;170;170;170:*.markdown=0;38;2;237;147;102:*.cmake.in=0;38;2;154;232;69:*.README.md
=0;38;2;0;0;48;2;237;147;102:*.kdevelop=0;38;2;154;232;69:*.CODEOWNERS=0;38;2;154;232;6
9:*.Dockerfile=0;38;2;237;147;102:*.INSTALL.md=0;38;2;0;0;48;2;237;147;102:*.SConstruct=
0;38;2;154;232;69:*.gitconfig=0;38;2;154;232;69:*.gitignore=0;38;2;154;232;69:*.SConscrip
t=0;38;2;154;232;69:*.README.txt=0;38;2;0;0;48;2;237;147;102:*.scons_opt=0;38;2;170;17
0;170:*.localized=0;38;2;170;170;170:*.Makefile.in=0;38;2;170;170;170:*.LICENSE-MIT=0;38;
2;102;102;102:*.Makefile.am=0;38;2;154;232;69:*.synctex.gz=0;38;2;170;170;170:*.travis.y
ml=0;38;2;49;136;102:*.INSTALL.txt=0;38;2;0;0;48;2;237;147;102:*.MANIFEST.in=0;38;2;154;2
32;69:*.gitmodules=0;38;2;154;232;69:*.applescript=0;38;2;49;136;102:*.appveyor.yml=0;38;
2;49;136;102:*.configure.ac=0;38;2;154;232;69:*.CONTRIBUTORS=0;38;2;0;0;48;2;237;147;10
2:*.fdb_latexmk=0;38;2;170;170;170:*.clang-format=0;38;2;154;232;69:*.LICENSE-APACHE=0;3
8;2;102;102;102:*.gitattributes=0;38;2;154;232;69:*.CMakelists.txt=0;38;2;154;232;69:*.Cma
keCache.txt=0;38;2;170;170;170:*.CONTRIBUTORS.md=0;38;2;0;0;48;2;237;147;102:*.CONTRIBUT
ORS.txt=0;38;2;0;0;48;2;237;147;102:*.sconsign.dblite=0;38;2;170;170;170:*.requirement
s.txt=0;38;2;154;232;69:*.package-lock.json=0;38;2;170;170;170:*.CFUserTextEncoding=0;38;
2;170;170;170
VIRTUAL_ENV=/usr/local/share/pynq-venv
CLICOLOR=1
INVOCATION_ID=d79f612e9b8840e69064a096fd78e774
JPY_PARENT_PID=410
TERM=xterm-color
GIT_PAGER=cat
SHLVL=0
PAGER=cat
PYNQ_PYTHON=python3.8
BOARD=Pynq-Z1
MPLBACKEND=module://ipykernel.pylab.backend_inline
RESIZED=1
PYNQ_JUPYTER_NOTEBOOKS=/home/xilinx/jupyter_notebooks
LC_ALL=en_US.UTF-8
JOURNAL_STREAM=8:6299
PATH=/opt/sigrok/bin:/usr/local/share/pynq-venv/bin:/opt/sigrok/bin:/opt/microblazeel-xi
linx-elf/bin:/opt/python3.8/bin:/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbi
n:/bin:/usr/games:/usr/local/games

```

In []:

Change Bootargs

```
cel/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin:/usr/games:/usr/local/games

In [4]: bootargs = 'console=ttyPS0,115200 root=/dev/mmcblk0p2 rw earlyprintk rootfstype=ext4 rootwait devtmpfs.mount=1 uio_pdrv_genirq.of'
< >
```

▫ What does `isolcpus=1` do?

The `isolcpus` parameter in the Linux kernel boot options is used to isolate specific CPUs (processor cores) from the general system scheduler. When you set `isolcpus=1`, you are instructing the Linux kernel to isolate CPU core 1 from the scheduler.

▫ What would `isolcpus=0` do?

Setting `isolcpus=0` in the Linux kernel boot options means isolating CPU core 0 from the general system scheduler. This configuration instructs the Linux kernel not to schedule any tasks or processes on CPU core 0.

Heavy CPU Utilization

- Download *fib.py* from [here](#). This is a recursive implementation for generating Fibonacci sequences. We just do not print the results.
- Make sure your board is booted with custom bootargs above including *isolcpus=1*

[Quit](#)[Logout](#)

Files Running Clusters

Select items to perform actions on them.

[Upload](#)[New](#)

<input type="checkbox"/>	0	/ Lab3	Name	Last Modified	File size
<input type="checkbox"/>		..		seconds ago	
<input type="checkbox"/>		clock_example-20240204T170037Z-001		a year ago	
<input type="checkbox"/>		kernel_module-20240204T165457Z-001		a year ago	
<input type="checkbox"/>		Lab3.ipynb		a year ago	10.8 kB
<input type="checkbox"/>		fib.py		a year ago	458 B

1) Open two terminals (Jupyter):

- Terminal 1: run *htop* to monitor CPU utilization
- Terminal 2: run *\$ python3 fib.py* and monitor CPU utilization and time spent for running the script (set terms to lower than 40)
- Describe the results of *htop*.

[Logout](#)

```
1 [|||||100.0%] Tasks: 44, 30 thr; 2 running
2 [||| 2.6%] Load average: 1.04 1.03 0.67
Mem[|||||163M/495M] Uptime: 01:01:24
Swp[|||||512K/512M]

PID USER PRI NI VIRT RES SHR S CPU% MEM% TIME+ Command
2360 root 20 0 7560 2452 1904 R 1.9 0.5 0:37.90 htop
414 root 20 0 98712 58020 16660 S 0.0 11.5 0:23.47 /usr/local/share/pynq-venv/bin/python3 /usr/local/share/pynq-venv/bin/python3
1 root 20 0 32768 7224 5428 S 0.0 1.4 0:28.43 /sbin/init earlyprintk
121 root 19 -1 53292 16476 15672 S 0.0 3.3 0:10.50 /lib/systemd/systemd-journald
209 messagebu 20 0 6484 3180 2424 S 0.0 0.6 0:09.31 /usr/bin/dbus-daemon --system --address=systemd: --nofork --no
265 root 20 0 31920 4004 3108 S 0.0 0.8 0:00.86 /sbin/dhclient -l -4 -v -i -pf /run/dhclient.eth0.pid -lf /var
156 systemd-t 20 0 21732 2912 2344 S 0.0 0.6 0:03.46 /lib/systemd/systemd-timesyncd
201 systemd-t 20 0 21732 2912 2344 S 0.0 0.6 0:01.74 /lib/systemd/systemd-timesyncd
274 root 20 0 31920 4004 3108 S 0.0 0.8 0:00.14 /sbin/dhclient -l -4 -v -i -pf /run/dhclient.eth0.pid -lf /var
241 root 20 0 39664 6996 5348 S 0.0 1.4 0:01.56 /usr/lib/policykit-1/polkitd --no-debug
269 root 20 0 12368 5228 4592 S 0.0 1.0 0:02.97 /lib/systemd/systemd-logind
261 syslog 20 0 25212 2680 2304 S 0.0 0.5 0:01.49 /usr/sbin/rsyslogd -n -iNONE
210 root 20 0 59664 12892 11196 S 0.0 2.5 0:01.31 /usr/sbin/NetworkManager --no-daemon
296 syslog 20 0 25212 2680 2304 S 0.0 0.5 0:00.70 /usr/sbin/rsyslogd -n -iNONE
272 root 20 0 31920 4004 3108 S 0.0 0.8 0:00.67 /sbin/dhclient -l -4 -v -i -pf /run/dhclient.eth0.pid -lf /var
572 root 20 0 43840 14668 12596 S 0.0 2.9 0:00.88 /usr/sbin/smbd --foreground --no-process-group
300 syslog 20 0 25212 2680 2304 S 0.0 0.5 0:00.73 /usr/sbin/rsyslogd -n -iNONE
206 avahi 20 0 5520 2112 1840 S 0.0 0.4 0:00.47 avahi-daemon: running [pynq.local]
341 root 20 0 39664 6996 5348 S 0.0 1.4 0:00.94 /usr/lib/policykit-1/polkitd --no-debug
2256 root 20 0 7948 3232 2264 S 0.0 0.6 0:00.32 /bin/bash -l
342 root 20 0 59664 12892 11196 S 0.0 2.5 0:00.52 /usr/sbin/NetworkManager --no-daemon
1765 root 20 0 106M 30124 8024 S 0.0 5.9 0:04.62 /usr/local/share/pynq-venv/bin/python3 -m ipykernel_launcher -
1776 root 20 0 106M 30124 8024 S 0.0 5.9 0:00.21 /usr/local/share/pynq-venv/bin/python3 -m ipykernel_launcher -
208 root 20 0 6612 1948 1784 S 0.0 0.4 0:00.03 /usr/sbin/cron -f
590 root 20 0 43840 9516 7444 S 0.0 1.9 0:00.03 /usr/sbin/smbd --foreground --no-process-group
F1 Help F2 Setup F3 Search F4 Filter F5 Free F6 Sort By F7 View F8 Nice F9 Kill F10 Quit
```

[Logout](#)

```
root@pynq:/# ls
bin dev home index.html.1 lib64 media opt root sbin sys usr
boot etc index.html lib lost+found mnt proc run srv var

root@pynq:/# home
bash: home: command not found
root@pynq:/# cd home
root@pynq:/home# ls
jenkins xilinx
root@pynq:/home# cd xilinx
root@pynq:/home/xilinx# ls
eigen-3.4.0 eigen-3.4.0.zip jupyter_notebooks lab1 pynq REVISION
root@pynq:/home/xilinx# ^C
root@pynq:/home/xilinx# cd jupyter_notebooks
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# ls
Assignment2 fib.py Lab1 Lab2 Lab3.ipynb
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# fib.py
bash: fib.py: command not found
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# cd fib.py
bash: cd: fib.py: Not a directory
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# python3 fib.py
How many terms? 20
time spent: 0.03082442283630371
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# # In Terminal 2
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# taskset -c 1 python3 fib.py
How many terms? 20
time spent: 0.029919147491455078
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# python3 fib.py
How many terms? 20
time spent: 0.0322270393371582
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# taskset -c 1 python3 fib.py
How many terms? 20
time spent: 0.06394457817077637
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks#
```

I've set a term size of 20 in htop. The term size affects how many rows and columns of information are displayed in the htop interface

2) Repeat the previous part, but this time use *taskset* to use CPU1:

- Terminal 2: run `$ taskset -c 1 python3 fib.py` and monitor CPU utilization and time spent for running the script
- Describe the results of *htop*. Specifically, what's different from running it in 1)?

jupyter

Logout

```
1 [|||||100.0%] Tasks: 44, 30 thr; 2 running
2 [|| 2.6%] Load average: 1.04 1.03 0.67
Mem[|||||163M/495M] Uptime: 01:01:24
Swap[| 512K/512K]

PID USER      PR  NI  VIRT  RES  SHR S %CPU  MEM%   TIME+  Command
3350 root        20   0 92712 58020 16660 S 11.5 0:23.47 /usr/local/share/pynq-venv/bin/python3 /usr/local/share/pynq-venv/bin/python3
414 root        20   0 32768 7224 5428 S  0.0  1.4 0:28.43 /sbin/init earlyprintk
121 root        19  -1 53292 16476 15672 S  0.0  3.3 0:10.50 /lib/systemd/systemd-journald
209 messagebu  20   0 6484 3180 2424 S  0.0  0.6 0:09.31 /usr/bin/dbus-daemon --system --address=systemd: --nofork --no
265 root        20   0 31920 4004 3108 S  0.0  0.8 0:00.86 /sbin/dhclient -1 -4 -v -i -pf /run/dhclient.eth0.pid -lf /var
156 systemd-t  20   0 21732 2912 2344 S  0.0  0.6 0:03.46 /lib/systemd/systemd-timesynod
201 systemd-t  20   0 21732 2912 2344 S  0.0  0.6 0:01.74 /lib/systemd/systemd-timesynod
274 root        20   0 31920 4004 3108 S  0.0  0.8 0:00.14 /sbin/dhclient -1 -4 -v -i -pf /run/dhclient.eth0.pid -lf /var
241 root        20   0 39664 6996 5348 S  0.0  1.4 0:01.56 /usr/lib/policykit-1/polkitd --no-debug
269 root        20   0 12368 5228 4592 S  0.0  1.0 0:02.97 /lib/systemd/systemd-logind
261 syslog     20   0 25212 2680 2304 S  0.0  0.5 0:01.49 /usr/sbin/rsyslogd -n -iNONE
210 root        20   0 59664 12892 11196 S  0.0  2.5 0:01.31 /usr/sbin/NetworkManager --no-daemon
296 syslog     20   0 25212 2680 2304 S  0.0  0.5 0:00.70 /usr/sbin/rsyslogd -n -iNONE
272 root        20   0 31920 4004 3108 S  0.0  0.8 0:00.67 /sbin/dhclient -1 -4 -v -i -pf /run/dhclient.eth0.pid -lf /var
572 root        20   0 43840 14668 12596 S  0.0  2.9 0:00.88 /usr/sbin/smbd --foreground --no-process-group
300 syslog     20   0 25212 2680 2304 S  0.0  0.5 0:00.73 /usr/sbin/rsyslogd -n -iNONE
206 avahi       20   0 5520 2112 1840 S  0.0  0.4 0:00.47 avahi-daemon: running [pynq.local]
341 root        20   0 39664 6996 5348 S  0.0  1.4 0:00.94 /usr/lib/policykit-1/polkitd --no-debug
2256 root        20   0 7948 3232 2264 S  0.0  0.6 0:00.32 /bin/bash -l
342 root        20   0 59664 12892 11196 S  0.0  2.5 0:00.52 /usr/sbin/NetworkManager --no-daemon
1765 root        20   0 106M 30124 9024 S  0.0  5.9 0:04.62 /usr/local/share/pynq-venv/bin/python3 -m ipykernel_launcher -
1776 root        20   0 106M 30124 9024 S  0.0  5.9 0:00.21 /usr/local/share/pynq-venv/bin/python3 -m ipykernel_launcher -
208 root        20   0 6612 1948 1784 S  0.0  0.4 0:00.03 /usr/sbin/cron -f
590 root        20   0 43840 9516 7444 S  0.0  1.9 0:00.03 /usr/sbin/smbd --foreground --no-process-group
```

jupyter

Logout

```
root@pynq:/# ls
bin  dev  home  index.html.1  lib64  media  opt  root  sbin  sys  usr
boot  etc  index.html  lib  lost+found  mnt  proc  run  srv  var

root@pynq:/# cd home
bash: home: command not found
root@pynq:/# cd home
root@pynq:/home# ls
jenkins  xilinx
root@pynq:/home# cd xilinx
root@pynq:/home/xilinx# ls
eigen-3.4.0  eigen-3.4.0.zip  lab1  pynq  REVISION
root@pynq:/home/xilinx# ^C
root@pynq:/home/xilinx# cd jupyter_notebooks
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# ls
Assignment2  fib.py  lab1  lab2  lab3.ipynb
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# cd fib.py
bash: fib.py: command not found
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# cd fib.py
bash: cd: fib.py: Not a directory
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# python3 fib.py
How many terms? 20
time spent: 0.03082442283630371
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# # In Terminal 2
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# taskset -c 1 python3 fib.py
How many terms? 20
time spent: 0.029919147491455078
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# python3 fib.py
How many terms? 20
time spent: 0.0322270393371582
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks# taskset -c 1 python3 fib.py
How many terms? 20
time spent: 0.06394457817077637
root@pynq:/home/xilinx/jupyter_notebooks#
```

1. Single CPU Utilization:

- The CPU utilization bars for CPU1 active, indicating that the script is utilizing this core.

2. Load Distribution:

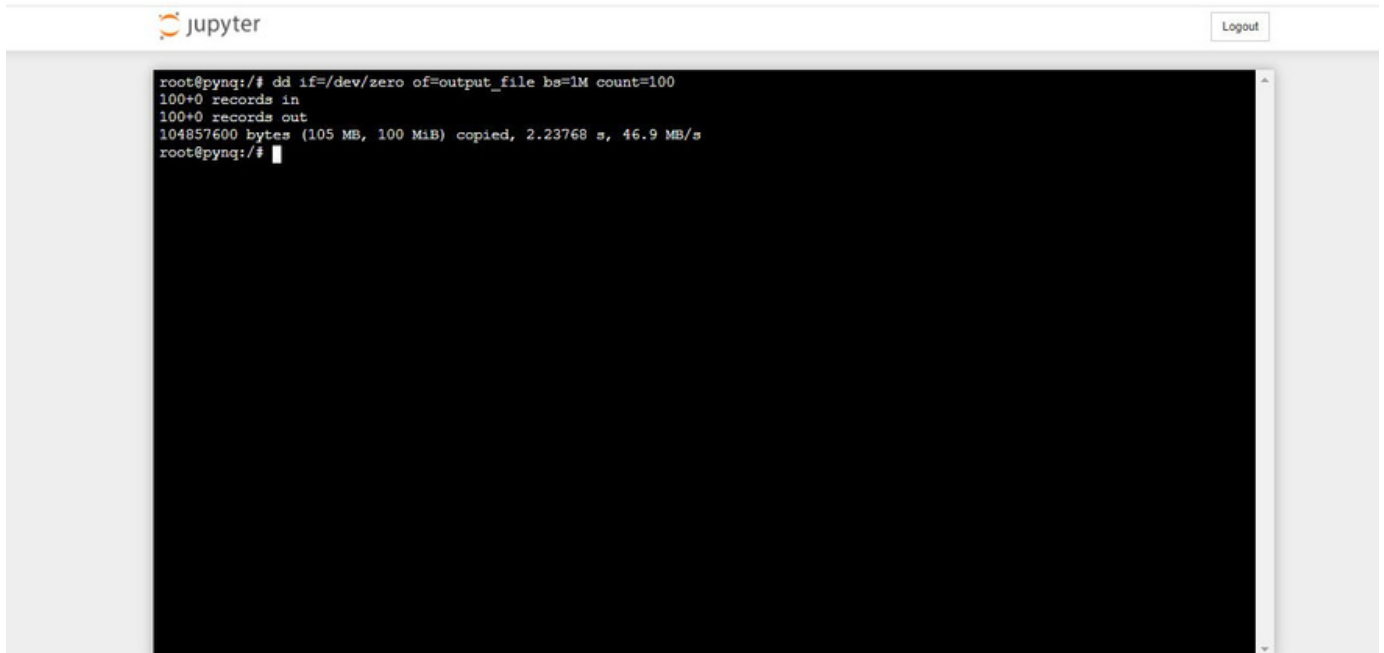
- The load on other CPUs (e.g., CPU0, CPU2, etc.) lower, as the script is specifically bound to CPU1.

3. Taskset Affinity Indicator:

htop show the CPU affinity as a binary representation on the right side of the screen. and you can see a binary number where the rightmost bit corresponds to CPU0, the next bit to CPU1, and so on.

3) Heavy Utilization on CPU0:

- Open another terminal and run `$ dd if=/dev/zero of=/dev/null`
- Repeat parts 1 and 2
- Describe the results of `htop`.

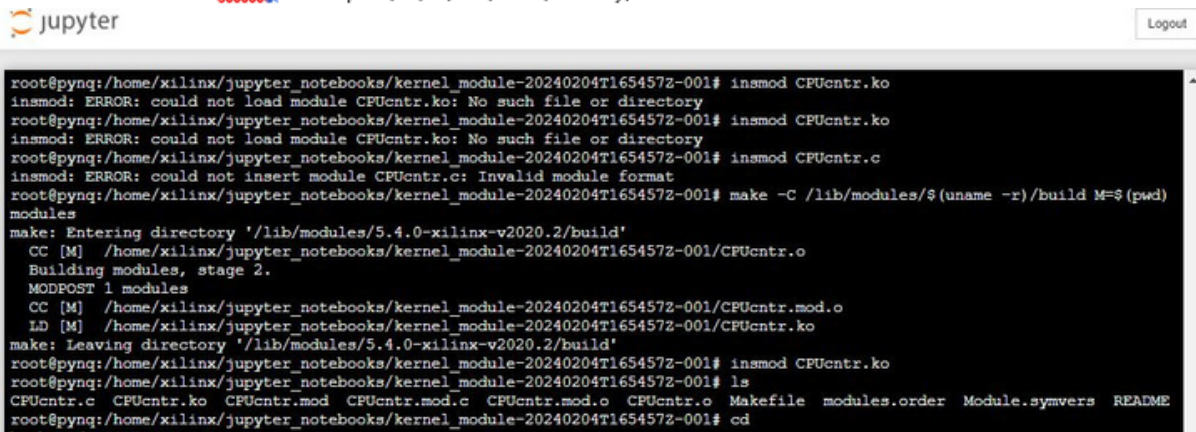


```
root@pyng:/# dd if=/dev/zero of=output_file bs=1M count=100
100+0 records in
100+0 records out
104857600 bytes (105 MB, 100 MiB) copied, 2.23768 s, 46.9 MB/s
root@pyng:/#
```

In `htop`, CPU0 show heavy utilization due to the `dd` command

ARM Performance Monitoring (C++)

- Download [kernel_modules folder](#)
- Read through `CPUcntr.c` and reference the ARM documentation for the PMU registers [here](#) to answer the following question.
 - According to the ARM docs, what does the following line do? Are they written in assembly code, python, C, or C++?
 - `asm("MCR p15, 0, 1, c9, c14, 0\n\t");`



```
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001# insmod CPUcntr.ko
insmod: ERROR: could not load module CPUcntr.ko: No such file or directory
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001# insmod CPUcntr.ko
insmod: ERROR: could not load module CPUcntr.ko: No such file or directory
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001# insmod CPUcntr.c
insmod: ERROR: could not insert module CPUcntr.c: Invalid module format
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001# make -C /lib/modules/$(uname -r)/build M=$(pwd)
modules
make: Entering directory '/lib/modules/5.4.0-xilinx-v2020.2/build'
CC [M] /home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001/CPUcntr.o
Building modules, stage 2.
MODPOST 1 modules
CC [M] /home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001/CPUcntr.mod.o
LD [M] /home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001/CPUcntr.ko
make: leaving directory '/lib/modules/5.4.0-xilinx-v2020.2/build'
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001# insmod CPUcntr.ko
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001# ls
CPUcntr.c CPUcntr.ko CPUcntr.mod CPUcntr.mod.o CPUcntr.o Makefile modules.order Module.symvers README
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/kernel_module-20240204T165457Z-001# cd
```

the given line of code is written in assembly language and is likely intended to be used in a C or C++ program that targets the ARM architecture.

- Compile and insert the kernel module following the instructions from the README file.
- Download [clock_example folder](#)
- Read through [include/cycletime.h](#) and take note of the functions to initialize the counters and get the cyclecount (what datatype do they return, what parameters do they take)
 - What does the following line do?
 - `asm volatile ("MRC p15, 0, %0, c9, c13, 0\n\t": "=r"(value));`

JupyterLab interface showing the file browser for the 'Lab3' directory. The file list includes:

Name	Last Modified	File size
..	seconds ago	
clock_example-20240204T170037Z-001	a year ago	
kernel_module-20240204T165457Z-001	a year ago	
Lab3.ipynb	a year ago	10.8 kB
fib.py	a year ago	458 B

JupyterLab interface showing the file browser for the 'clock_example-20240204T170037Z-001' directory. The file list includes:

Name	Last Modified	File size
..	seconds ago	
include	a year ago	
src	a year ago	
Makefile	a year ago	395 B

the line is reading a value from coprocessor 15, register 0, and storing it in the variable value.

- Complete the code in [src/main.cpp](#). These instructions are for those who have never coded in C++
 - Declare 2 variables ([cpu_before](#), [cpu_after](#)) of the correct datatype
 - Initialize the counter
 - Get the [cyclecount](#) 'before' sleeping
 - Get the [cyclecount](#) 'after' sleeping
 - Print the difference number of counts between starting and stopping the counter
- After completing the code, open a [jupyter terminal](#) and change directory to [clock_examples/](#)
- Run `$ make` to compile the code
- Run the code with `$./lab3 <delay-time-seconds>`
- Change the delay time and note down the different [cpu cycles](#) as well as the different timers.

JupyterLab interface showing the file browser for the 'src' directory. The file list includes:

Name	Last Modified	File size
..	seconds ago	
lab3.ipynb	a year ago	9.46 kB
main.cpp	a year ago	1.07 kB

```
root@pyng:/home/xilinx# ls
eigen-3.4.0  eigen-3.4.0.zip  Lab1  pyng  REVISION
root@pyng:/home/xilinx# cd jupyter_notebooks
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks# ls
Assignment2  Lab1  Lab2  Lab3
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks# cd Lab3
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/Lab3# ls
clock_example-20240204T170037Z-001  fib.py  kernel_module-20240204T165457Z-001  Lab3.ipynb
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/Lab3# cd clock_example-20240204T170037Z-001
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/Lab3/clock_example-20240204T170037Z-001# ls
include  Makefile  src
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/Lab3/clock_example-20240204T170037Z-001# make
g++ -O2 -Iinclude src/main.cpp -o lab3.ipynb -lc
src/main.cpp:4:10: fatal error: include/cycletime.h: No such file or directory
 4 | #include "include/cycletime.h"
    | ^~~~~~
compilation terminated.
make: *** [Makefile:19: lab3.ipynb] Error 1
root@pyng:/home/xilinx/jupyter_notebooks/Lab3/clock_example-20240204T170037Z-001# make
g++ -O2 -Iinclude src/main.cpp -o lab3 -lc
src/main.cpp:4:10: fatal error: include/cycletime.h: No such file or directory
 4 | #include "include/cycletime.h"
    | ^~~~~~
compilation terminated.
```