

Alteração do kernel do Linux para prover suporte a sistemas de tempo real

João Pedro Oliveira Silva
Willian Juan da Silva Melo

Funcionamento do kernel do Linux



Módulos do kernel do Linux



Real Time Application Interface

É uma aplicação de código aberto que tem por objetivo transformar o kernel de algumas distribuições linux para tempo real.

Conta atualmente com 10 contribuidores.

Conta com algumas ferramentas que fazem parte do pacote RTAI-LAB, focadas no uso de diagramas em tempo real.

PORÉM...

Carece de documentação

Tutoriais antigos e que não funcionam.

Última versão 5.2 -> sem tutorial até o momento

Real Time Application Interface

Para o RTAI ser instalado é necessário:

1 - Uma versão específica do RTAI

2 - Uma versão do kernel linux específica e que seja aceita pela versão específica do RTAI

3 - Uma distribuição linux com o mesmo kernel que o mesmo kernel do item 2.

obs: se o kernel for modificado pelo time de desenvolvimento da distribuição,

Tutorial para instalação do RTAI

- `sudo -i`
- `apt install libncurses5-dev libssl-dev libelf-dev dpkg-dev bc`
- `cd /usr/src`
- `wget`
`https://www.rtai.org/userfiles/downloads/RTAI/rtai-5.1.tar.bz2`
- `tar -xf rtai-5.1.tar.bz2`
- `ln -s /usr/src/rtai-5.1 /usr/src/rtai`
- `ls /usr/src/rtai/base/arch/x86/patches/ | grep "4.4"`
- `wget`
`https://mirrors.edge.kernel.org/pub/linux/kernel/v4.x/linux-4.4.115.tar.gz`
- `tar zxvf linux-4.4.115.tar.gz`
- `ln -s /usr/src/linux-4.4.115 /usr/src/linux`

Tutorial para instalação do RTAI

- `wget`
`https://kernel.ubuntu.com/~kernel-ppa/mainline/v4.4.115/linux-image-4.4.115-0404115-generic_4.4.115-0404115.201802031230_amd64.deb`
- `dpkg-deb -x`
`linux-image-4.4.115-0404115-generic_4.4.115-0404115.201802031230_amd64.deb`
`linux-image-4.4.115`
- `cd /usr/src/linux`
- `cp`
`/usr/src/linux-image-4.4.115/boot/config-4.4.115-0404115-generic /usr/src/linux/.config`
- `patch -p1 <`
`/usr/src/rtai/base/arch/x86/patches/hal-linux-4.4.115-x86-10.patch`
- `make menuconfig`

Tutorial para instalação do RTAI

1. General setup

A. Stack Protector buffer overflow detection

Set to none.

2. Processor type and features

A. Symmetric multi-processing support

include.

B. Processor family

Select processor family. If you are not sure, select "Pentium Pro" for 32bit or "Generic x86_64" for 64bit.

C. Enable maximum number of SMP processors and NUMA nodes

exclude.

D. Maximum number of CPU's

Select the number of CPU cores. You can check the details in the system settings.

E. SMT (Hyperthreading) scheduler support

exclude.

3. Power management and ACPI options

Exclude what can be done except "ACPI".

A. ACPI

Exclude except Power Management Timer Support and button.

B. CPU Frequency scaling

exclude.

C. CPU idle Exclude

"CPU idle PM support".

Tutorial para instalação do RTAI

- `make -j `getconf _NPROCESSORS_ONLN`
deb-pkg LOCALVERSION=-rtai`
- `cd ../`
- `dpkg -i
linux-image-4.4.115-rtai_4.4.115-rtai-2_amd64.d
eb`
- `dpkg -i
linux-headers-4.4.115-rtai_4.4.115-rtai-2_amd64
.deb`
- `uname -r`
- `vim /etc/default/grub`
- `GRUB_DEFAULT="Advanced options for
Ubuntu>Ubuntu, with Linux 4.4.115-rtai"`
- `#GURB_HIDDEN_TIMEOUT=0`

Tutorial para instalação do RTAI

- `#GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="quiet splash lapic=notscdeadline"`
- `GRUB_TIMEOUT="2"`
- `update-grub`
- `sudo -i`
- `cd /usr/src/rtai`
- `make menuconfig`
- `make -j `getconf _NPROCESSORS_ONLN``
- `make install`
- `vim /etc/profile.d/rtai.sh`
- `export PATH=/usr/realtime/bin:$PATH`
- `export`
`LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:/usr/r`
`ealtime/lib`

Tutorial para instalação do RTAI

- `vim /etc/ld.so.conf.d/rtai.conf`
- `/usr/realtime/lib`
- `ldconfig`
- `cd /usr/realtime/testsuite/kern/latency`
- `./run`

Resultados apresentados pelo RTAI

Teste de latência no modo kernel. O overrun deve ser sempre zero.

```
# cd /usr/realtime/testsuite/kern/latency
```

```
# ./run
```

```
## RTAI latency calibration tool ##
```

```
# period = 100000 (ns)
```

```
# avrgtime = 1 (s)
```

```
# do not use the FPU
```

```
# start the timer
```

```
# timer_mode is oneshot
```

RTAI Testsuite - KERNEL latency (all data in nanoseconds)

RTHI	lat min	ovl min	lat avg	lat max	ovl max	overruns
RTDI	-1148	-1148	-713	7395	7395	0
RTDI	-1065	-1148	-703	4598	7395	0
RTDI	-930	-1148	-741	7350	7395	0
RTDI	-1028	-1148	-722	10582	10582	0
RTDI	-1043	-1148	-702	8557	10582	0
RTDI	-1088	-1148	-730	6795	10582	0
RTDI	-1148	-1148	-754	8340	10582	0
RTDI	-1178	-1178	-755	6600	10582	0
RTDI	-1088	-1178	-780	5003	10582	0