

# Линукс курс 2020/2021

## Модел уређаја – LED уређај

### ЦИЉ

Савладати декларисање модела уређаја и основних функција руковаоца које се позивају када је уређај детектован.

### ИСХОД

Кроз наредне вежбе имплементираћемо руковалац једног LED уређаја, који омогућава функционалност управљања LED.

Након ове вежбе моћете да:

- Додајете LED уређаје (и сличне) у стабло уређаја (device tree).
- Имплементирате основне функције руковаоца `probe()` и `remove()`, те да се уверите да су поменуте функције позване када постоји поклапање доступног уређаја и руковаоца.
- Пронађете ваш руковалац и уређај на путањи `/sys`.

### ПОСТАВКА

Позиционирајте се у директоријум `~/linux-kernel-labs/src` и затим од полазне гране `master` направите нову грану `led` и позиционирајте се у исту:

```
git checkout master  
git checkout -b led
```

Позиционирајте се у директоријум `~/linux-kernel-labs/src/linux` који садржи кернел за RPI са `github` репозиторијума <https://github.com/raspberrypi/linux> и затим од полазне гране `rpi-4.4.y` направите нову грану `led` и позиционирајте се у исту:

```
git checkout rpi-4.4.y
```

# Линукс курс 2020/2021

```
git checkout -b led
```

## КОНФИГУРАЦИЈА И ПОКРЕТАЊЕ ЛИНУКС КЕРНЕЛА

За конфигурацију је потребно искористити подразумевану конфигурацију за bcm2709 (bcm2709\_defconfig). Пре постављања конфигурације и покретања превођења кернела потребно је подесити одговарајуће окружење за унакрсно превођење (ARCH и CROSS\_COMPILE). Након примене подразумеване конфигурације додатно подесити сопствени суфикс за верзију кернела. Преведен кернел покренути из U-boot-a. За rfs користити директоријум nfsroot преко мреже.

## УПОЗНАВАЊЕ СА ПОСТОЈЕЋОМ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈОМ LED УРЕЂАЈА

Приложени LED уређај прекопирати у nfsroot/root/led директоријум. Анализирати садржај Makefile датотеке и детаљно се упознати са функцијама у ledmain.c модулу. На којем GPIO пролазу се налази диода коју контролишемо? Која је физичка а која виртуелна адреса GPIO пролаза? Могу ли се адресе мењати?

Превести LED драјвер и покренути га на плочи. Уверити се да драјвер исправно ради. Почетно стање LED драјвера је LED\_STATE\_BLINK.

*Напомена:* Обавезно је поставити окружење за унакрсно превођење и приликом превођења модула.

## ТЕСТИРАЊЕ LED УРЕЂАЈА

Направити приступни чвор карактерног уређаја /dev/act\_led и упознати се основим функцијама уређаја – minor број је 0. Искористити приложени тестни програм ioctl.c. Тестни програм превести истим преводиоцем као и кернел модул и обавезно укључити **статичко увезивање** (опција -static).

Команде LED уређаја су:

- 0 – OFF,

# Линукс курс 2020/2021

- 1 – ON,
- 3 – BLINK.

## ПРАВЉЕЊЕ ПОСЕБНОГ СТАБЛА УРЕЂАЈА (DEVICE TREE)

Да бисмо Линукс језгру омогућили да рукује новим уређајем, морамо додати опис овог уређаја у стабло уређаја плоче (board device tree).

Како је стабло уређаја за Raspberry Pi 2 већ укључено у кернел и наставља да се развија за себе, ми нећемо правити измене директно на датотеци која се користи за ову плочу. Најбоље решење је да направимо посебно стабло уређаја за нашу плочу са нашим уређајем. На крају крајева, плочу са додатим било којим уређајем можемо посматрати као посебну плочу.

Дакле, наслеђивањем кода од Raspberry Pi 2 DTS, направите `bcm2709-rpi-2-b-custom.dts` датотеку. За сада из постојеће датотеке можете све задржати.

Сада модификујте одговарајући Makefile да бисте били сигурни да ће се нова DTS датотека компајлирати аутоматски.

## МОДИФИКОВАЊЕ СТАБЛА УРЕЂАЈА

Нову `bcm2709-rpi-2-b-custom.dts` датотеку изменити тако да ни један уређај не који користи "act led" диоду.

Која је базна адреса регистра "act led" диоде? Пронађите адресу у документу BCM2835 ARM Peripherals.

Командом `make dtbs` превести измењену `dts` датотеку и користити је у наставку.

Ископирајте новодобијену DTB датотеку на `home` директоријум `tftp server-a (/var/lib/tftpboot/)` и промените име DTB датотеке у U-Boot конфигурацији и покрените поново Raspberry Pi плочу.

Након покретања система зелена LED диода треба да буде искључена.

# Линукс курс 2020/2021

## ДОДАВАЊЕ НОВОГ УРЕЂАЈА У СТАБЛО УРЕЂАЈА

Декларишите нови уређај за зелену LED диоду под називом `my_green_led`. Поред обавезних поља `compatible` и `status` опис уређаја треба да садржи и поља `reg`, `blink_period` и `gpio_pin_no`.

Поље `compatible` поставити на вредност `"LinuxKurs, led"`.

Поље `reg` треба да садржи физичку адресу диоде (GPIO пролаза).

Поље `blink_period` поставити на 1s (користити гранулацију у ms).

Поље `gpio_pin_no` представља број GPIO пролаза на циљној плочи.

Превести измењено стабло уређаја и искористити нову добијену DTB датотеку на плочи. Проверити да ли се нови уређај `my_green_led` са дефинисаним карактеристикама налази у `proc` виртуелном систему датотека.

## ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ОСНОВНОГ LED РУКОВАОЦА

Најпре је потребно инсталирати модуле преведеног кернела у `nfsroot` командама:

```
sudo chown -R rtrk.rtrk <putanja do nfsroot
direktorijuma>/lib/
```

```
make modules_install INSTALL_MOD_PATH=<putanja do nfsroot
direktorijuma>
```

```
sudo chown -R root.root <putanja do nfsroot
direktorijuma>/lib/
```

Ослањајући се на објашњења добијена у току предавања, измените `ledmain.c` датотеку да уместо функција `module_init()` и `module_exit()` користи функције `probe()` и `remove()`, респективно.

# Линукс курс 2020/2021

## ТЕСТИРАЊЕ РУКОВАОЦА

Сада можете учитати `/root/led/led.ko` датотеку. Проверите да ли је тада позвана функција `probe()`, и да ли је функција `remove()` позвана када уклоните модул.

## ПРЕТРАГА /SYS

Уложите мало времена у претраживање `/sys`:

- Пронађите репрезентацију вашег руковаоца. То је и начин проналажења одговарајућих уређаја.
- Пронађите репрезентацију вашег уређаја која садржи његово име. Пронаћи ћете и везу (link) до руковаоца

## САЧУВАЈТЕ СВЕ ИЗМЕНЕ

Да бисте потврдили и сачували све измене, најбоље је да их додате, а потом и локално комитујете на GIT, док сте позиционирани у неки од директоријума репозиторијума који је мењан, нпр. `~/linux-kernel-labs` и исто за `~/linux-kernel-labs/src/linux`:

```
git add -A
```

```
git commit -as -m "led završen"
```

Да би измене постале видљиве и у репозиторијуму на серверу, потребно би још било урадити нпр. `git push`, али то у овом случају није неопходно нити имамо неопходна права за то.