

# Építsünk IP telefont!

**Moldován István**  
**Sonkoly Balázs**

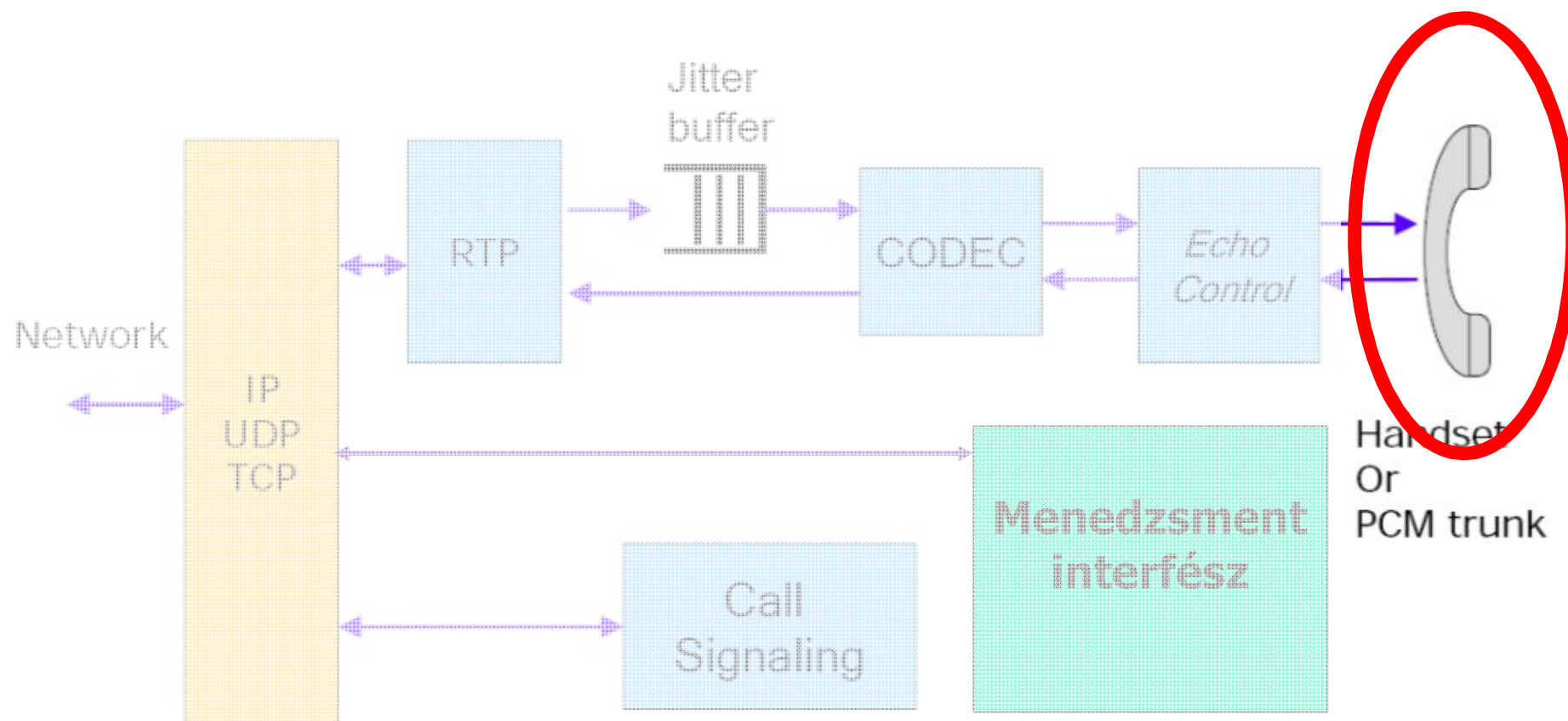


**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM**  
**TÁVKÖZLÉSI ÉS MÉDIAINFORMATIKAI TANSZÉK**

# Egy IP telefon felépítése



BME-TMIT



# Hang bevitel és lejátszás



BME-TMIT

- Nyers hang adat: 12bit, 8kHz
- Bevitel:
  - Erősítés
  - Szűrés
  - Mintavételezés
  - A/D konverzió
- Megvalósítás
  - Általában cél áramkörökkel
- Lejátszás:
  - D/A konverzió
  - Szűrés
  - Erősítés

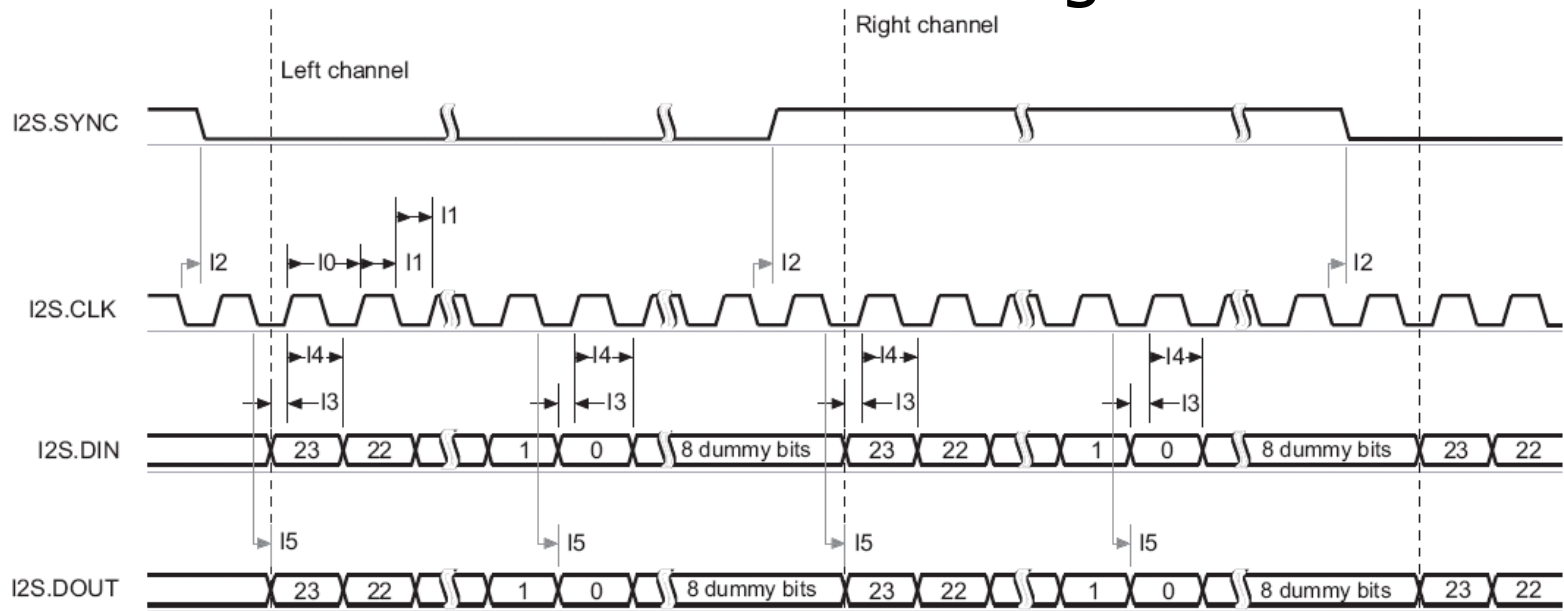
# Hang codec hardver



BME-TMIT

- Codec – általános fogalom
  - Codec(1) = compressor decompressor
  - Codec(2) = coder decoder
- Hardver codec chip
  - A/D és D/A konverzió
  - Speciális adatátvitel (I2S, SPI)
- Ne tévesszük össze a VoIP kódolóval!

- I<sup>2</sup>S - Inter-IC Sound, Integrated Interchip Sound, IIS
  - PCM soros átvitelt valósít meg



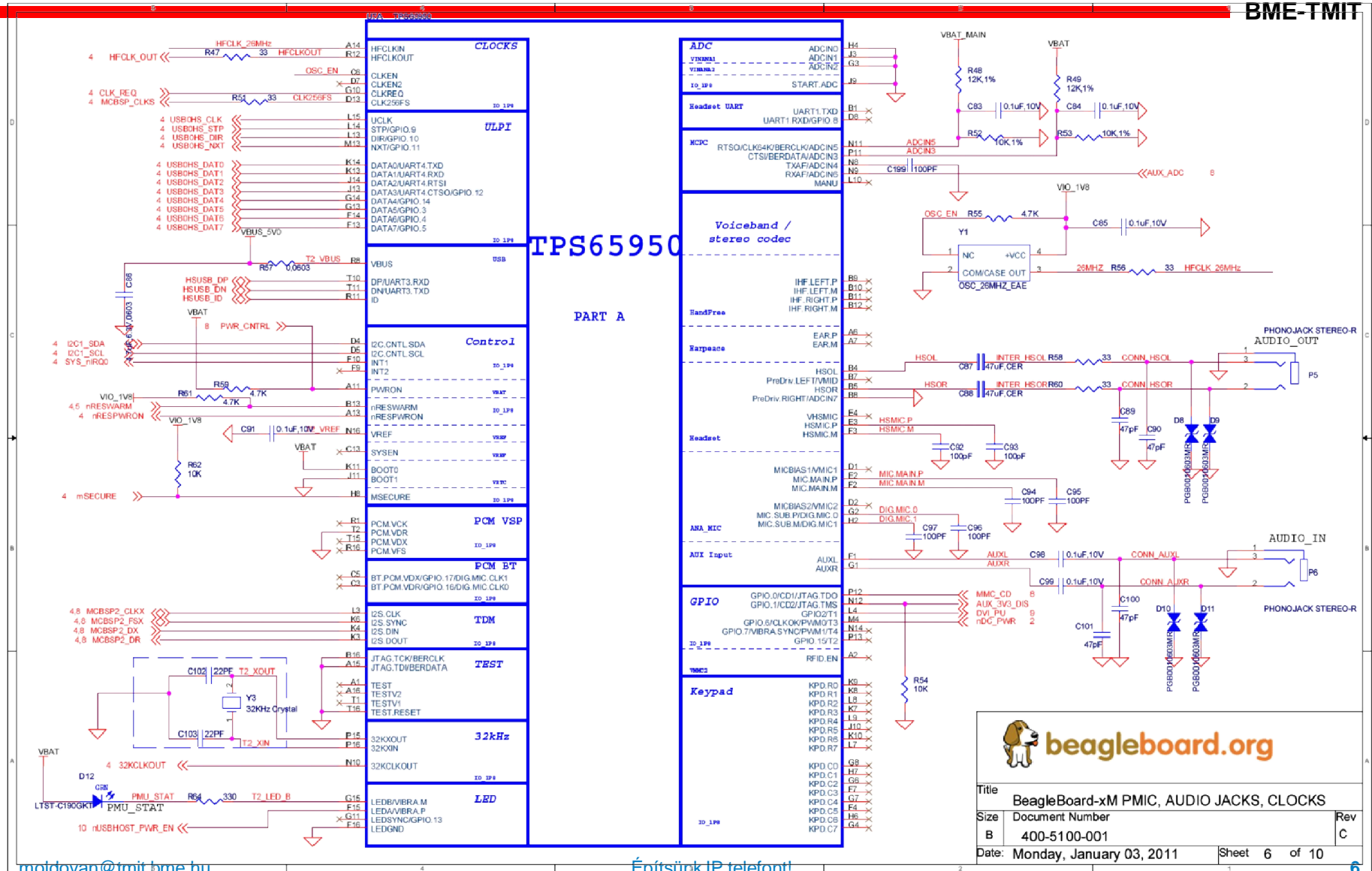
032-078

- Egyéb formátumok: I<sup>2</sup>C, SPI

# Beagleboard hang



BME-TMIT



# Beagleboard – Linux hang



BME-TMIT

- McBSP2 interfész és I<sup>2</sup>C interfész
  - I<sup>2</sup>S Alapú adatátvitel
- I<sup>2</sup>C busz: vezérlés
  - Hangerő, mixer
- Szoftver: kernel szintű meghajtó szükséges
  - Integrálva a Beagleboard kernelbe
  - A Linux felismeri és hangkártyaként kezeli

# Linux hang alrendszer



BME-TMIT

- Kezeli az összes hang funkciót
  - Felvétel/lejátszás
  - Mixer, hangerő stb
  - Hang szintetizátor funkciók (MIDI, stb)
- Különböző funkciók: kernel/sound
- Több részre bontva



# Sound Subsystem a Kernelben



BME-TMIT

- Linux hang könyvtárstruktúra

Directory	Description
aoa	Apple Onboard Audio driver
arm	Support for sound devices specific to ARM architectures
core	OSS API and ALSA API
i2c	some i2c driver for ALSA
driver	Some driver for sound card or chip
mips	MIPS sound driver
oss	oss architecture
pci	Sound subsystem for pci device
soc	ALSA for SoC audio support
usb	Sound subsystem for usb device

# Hang vezérlők



BME-TMIT

- Linux Sound Card szerint
  - OSS/4Front
    - 4Front Technologies, nagyon elterjedt, sok kártyát támogat
  - ALSA
    - Advanced Linux Sound Architecture (ALSA), full duplex hang vezérlés
  - Turtle Beach
    - Magas minőségű hangrögzítésre kifejlesztve
  - Roland MPU-401 – MIDI
  - SoundBlaster - Creative Labs saját Linux driverei
  - PC Speaker



# A fő Linux Audio Drivererek

---

- Open Sound System (OSS)
  - 2.4 kernel alatt
  - A régi hangkártya interfész
  - Még mindig támogatva van kompatibilitás céljából
- Advanced Linux Sound Architecture (ALSA)
  - 2.6 kernel felett
  - Az új rendszerű hang driver
  - API támogatás az APP szintű programozáshoz

# Open Sound System, OSS



BME-TMIT

- OSS jellemzők
  - Open Sound System (OSS) Linux audió interfész rendszer
  - Az OSS standard linux eszköz felületet ad (POSIX read , write , ioctl )
    - Linuxban minden egy file...
  - 4Front Technologies fejlesztette
    - <http://www.4fronttech.com/oss.html>
  - Régi hangkártya támogatás Linux 2.4 verzióig. Még mindig használatban néhány régi eszköz miatt 2.6 (portolás ALSA alá folyamatban).

# Open Sound System, OSS



- OSS Driver Device
  - Speciális interfész a /dev fájlrendszerben
  - **Documentation/devices.txt** megadja az eszköz számát.
  - **mknod** parancs létrehozza device file

```
Host$ sudo mknod /dev/dsp c 14 3
Host$ sudo mknod /dev/mixer c 14 0
```

## 14 Char Open Sound System (OSS)

<b>0 = /dev/mixer</b>	<b>Mixer control</b>	<b>16 = /dev/mixer1</b>	<b>Second soundcard</b>
<b>1 = /dev/sequencer</b>	<b>Audio</b>	<b>mixer control</b>	
<b>sequencer</b>		<b>17 = /dev/patmgr0</b>	<b>Sequencer patch</b>
<b>2 = /dev/midi00</b>	<b>First MIDI port</b>	<b>manager</b>	
<b>3 = /dev/dsp</b>	<b>Digital audio</b>	<b>18 = /dev/midi01</b>	<b>Second MIDI port</b>
<b>4 = /dev/audio</b>	<b>Sun-</b>	<b>19 = /dev/dsp1</b>	<b>Second soundcard</b>
<b>compatible digital audio</b>		<b>digital audio</b>	
<b>6 =</b>		<b>20 = /dev/audio1</b>	<b>Second soundcard</b>
<b>7 = /dev/audiocpl</b>	<b>SPARC audio</b>	<b>Sun digital audio</b>	
<b>control device</b>		<b>33 = /dev/patmgr1</b>	<b>Sequencer patch</b>
<b>8 = /dev/sequencer2</b>	<b>Sequencer --</b>	<b>manager</b>	
<b>alternate device</b>		<b>34 = /dev/midi02</b>	<b>Third MIDI port</b>
		<b>50 = /dev/midi03</b>	<b>Fourth MIDI port</b>

# Open Sound System, OSS



BME-TMIT

- OSS Driver Device

- /dev/dsp

- API a playback és capture vezérlésére
    - A fő **capture** és **playback** device az oss rendszerben
      - Capture: adat olvasás a /dev/dsp eszköztől (Mikrofon olvasás)
      - Playback: adat írás a /dev/dsp-re (Speaker írás)

```
Host$ cat /dev/dsp > mmn - recording  
Host$ cat /mmn > /dev/dsp - playback
```

- Korlát: csak egy app írhat/olvashat

- vezérlés **ioctl** segítségével: **mintaméret** és **mintavételezési frekvencia**, **csatornák száma** (1: mono, 2: sztereo).
    - Írás: **D/A converter** dolgozik, hangot hoz létre
    - Olvasás: **A/D converter** mintavételezi a bemenetet.

# Open Sound System, OSS



BME-TMIT

- OSS Driver Device
  - /dev/mixer
    - C API a mixer control-ok vezérlésére: főleg hangerő kezelésére (left, right és mono), valamint a bemeneti forrás kiválasztására használják.
    - Lehetővé teszi a felhasználónak a hangkártya konfigurálását speaker, mic és midi *ioctl* parancsokkal
    - Az appok nem kell megnyissák a */dev/mixer* fájlt ezen ioctl-ek számára. Használható a */dev/dsp* ha már nyitva van.
    - A változtatások megmaradnak.
  - /dev/audio
    - Ugyanaz mint a /dev/dsp, de Sun kompatibilis digital audio(.au formátumot vár)

# Open Sound System, OSS



BME-TMIT

- Minta az OSS programozására
  1. Include OSS API <soundcard.h>
  2. Megnyitjuk az audio vezérlő fájlokat és kapunk egy descriptorot
    - Open /dev/mixer
    - Open /dev/dsp
  3. ioctl függvényhívásokkal beállítjuk az eszközt
    - Set parameters
    - Set mixer
  4. Írás/olvasás az eszközről
  5. Close – az eszköz zárása



# Open Sound System, OSS



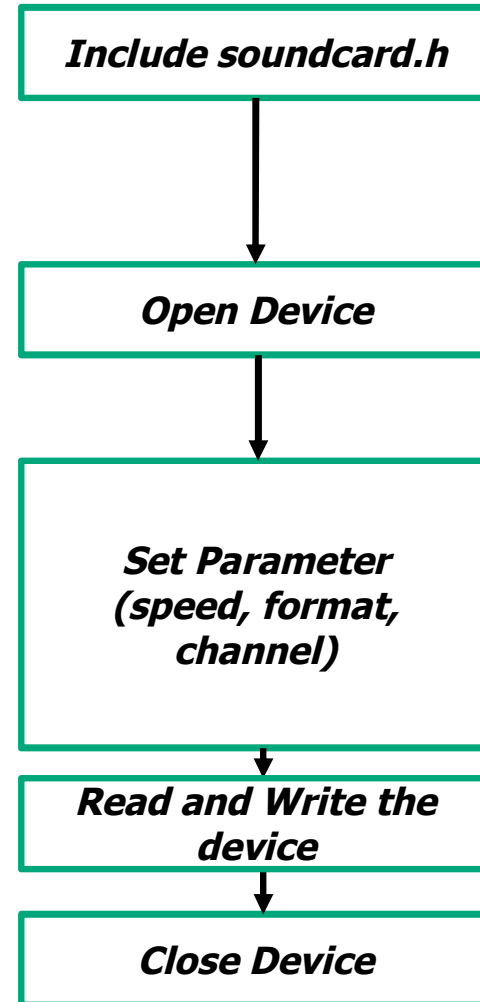
- Lejátszás

```
#include <sys/ioctl.h>
#include <sys/soundcard.h>

int main() {
    int audio_fd;
    int music_fd = open(argv[1],O_RDONLY, 0);
    if ((audio_fd = open("/dev/dsp",omode,0)) ==
-1) {
        perror("/dev/dsp");
        exit(1);
    }

    int format = AFMT_S16_NE;
    ioctl(audio_fd,SNDCTL_DSP_SETFMT, &format);
    int channels = 2;
    ioctl(audio_fd, SNDCTL_DSP_CHANNELS, &
channels);
    int speed = 44100;
    ioctl(audio_fd, SNDCTL_DSP_SPEED, &speed);
    while ((count = read(music_fd, applicbuf,
2048)) > 0) {
        write(audio_fd, applicbuf, count);
    }

    close(audio_fd)
}
```



# Open Sound System, OSS



- Ioctl parancsok

command	Description
SNDCTL_DSP_CHANNELS	Set the number of audio channels
SNDCTL_DSP_SETFMT	Select the sample format
SNDCTL_DSP_SPEED	Set the sampling rate
SNDCTL_DSP_GETPLAYVOL	Returns the current audio playback volume
SNDCTL_DSP_GETFMTS	Returns a list of natively supported sample formats
SNDCTL_DSP_SILENCE	Clears the playback buffer with silence
SNDCTL_DSP_GETOPEAKS	The peak levels for all playback channels
SNDCTL_DSP_GETERROR	Returns audio device error information

# Open Sound System, OSS



- Ioctl Mixer parancsok

command	Description
SOUND_MIXER_VOLUME	Master output level (headphone/line out volume)
SOUND_MIXER_TREBLE	Treble level of all of the output channels
SOUND_MIXER_BASS	Bass level of all of the output channels
SOUND_MIXER_SYNTH	Volume of the synthesizer input (FM, wavetable). In some cases may be connected to other inputs too.
SOUND_MIXER_PCM	Output level for the audio (Codec, PCM, ADC) device (/dev/dsp and /dev/audio)
SOUND_MIXER_SPEAKER	Output volume for the PC speaker signals. Works only if the speaker output is connected directly to the sound card

# Open Sound System, OSS



BME-TMIT

- ***OSS Előnyök (usererek)***
  - Per-app hangerő szabályozás.
  - Régi kártyák támogatása jobb.
  - Kicsit gyorsabban, kevesebb a szoftveres overhead.
  - Jobb támogatás a régi OSS API-ra épülő eszközöknél. Nem kell emulációs réteg mint ALSA esetén.
  - ***OSS előnyök (fejlesztők)***
  - Egyszerűbb és letisztultabb API, jó dokumentáció.
  - Támogatja az user space drivereket.
  - Cross-platform: \*BSD és Solaris is támogatja.

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ***Miért kellett lecserélni az OSS-t?***
  - USB audio támogatás hiányos az OSS-ben.
  - Bluetooth audio eszköz támogatás.
  - AC'97 és HDAudio támogatás
  - Jobb támogatás MIDI eszközök terén. Az OSS esetén külön szoftveres szintetizátor kell.
  - Az ALSA több audio forrást kezel (pl. USB webcam audio...)
  - Új hangkártyák komplex funkcióinak kihasználása
  - ALSA visszafele kompatibilitást nyújt az OSS-re
  - OSS Emuláció
  - Flexibilis ALSA user-space könyvtárak

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA jellemzők
  - Hatékony kezelés minden modern többcsatornás hangkártyára
  - Teljesen moduláris driver
  - SMP és thread-safe
  - User space library (alsa-lib) magas szintű programozási lehetőséget nyújt
  - Támogatja a régi Open Sound System (OSS) API-t, bináris kompatibilitást nyújt a régi programoknak.



*[http://www.alsa-project.org/main/index.php/Main\\_Page](http://www.alsa-project.org/main/index.php/Main_Page)*

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA proc interface – elérhető a /proc fájlrendszerben
  - ALSA device információ és néhány vezérlési adat
    - /proc/asound/oss/
    - /proc/asound/version
    - /proc/asound/devices

**1 control channel**  
**2 PCM playback devices (DAC's)**  
**2 PCM capture devices (ADC's)**  
**1 MIDI sequencer**  
**1 timer**

```
mad@mad-desktop:~/ $ cat  
/proc/asound/devices  
2:      : timer  
3:      : sequencer  
4: [ 0- 2]: digital audio capture  
5: [ 0- 1]: digital audio playback  
6: [ 0- 1]: digital audio capture  
7: [ 0- 0]: digital audio playback  
8: [ 0- 0]: digital audio capture  
9: [ 0]  : control
```

**Referencia :**

**[http://alsa.opensrc.org/Proc\\_asound\\_documentation#The\\_.2Fproc.2Fasound.2Foss.2F\\_directory](http://alsa.opensrc.org/Proc_asound_documentation#The_.2Fproc.2Fasound.2Foss.2F_directory)**

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

- ALSA Device
  - Device fájlok a `/dev/snd/` alatt. De inkább `alsalib`-et érdemes használni.
- ALSA eszközök lekérdezése, létrehozása
  - `cat /proc/asound/devices`

```
mad@mad-desktop:~/ $ cat /proc/asound/devices
```

```
2: [ 0 - 2 ] : timer
3: [ 0 - 1 ] : sequencer
4: [ 0 - 2 ] : digital audio capture
5: [ 0 - 1 ] : digital audio playback
6: [ 0 - 1 ] : digital audio capture
7: [ 0 - 0 ] : digital audio playback
8: [ 0 - 0 ] : digital audio capture
9: [ 0 ] : control
```

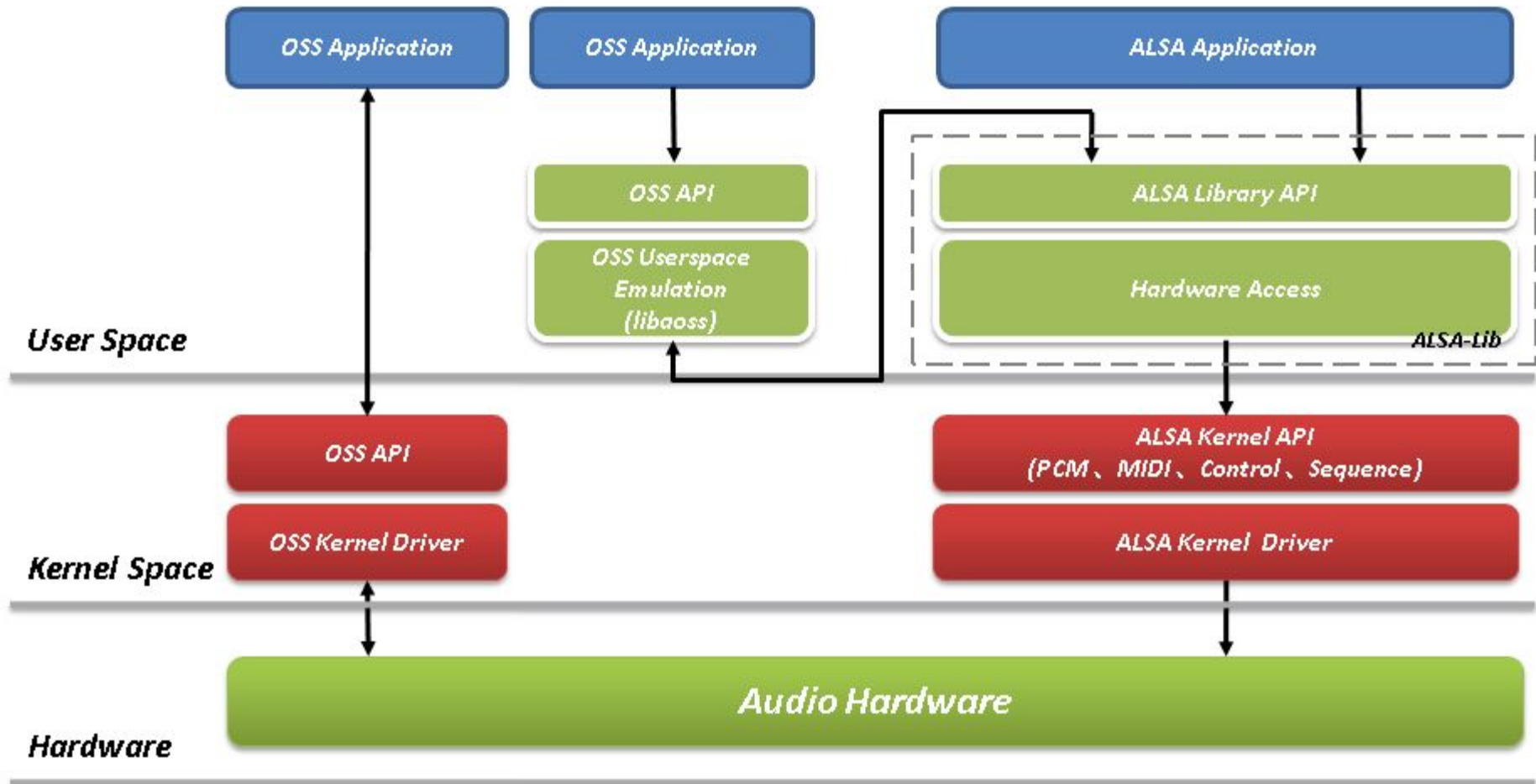
```
mknod /dev/snd/timer c 116 2
mknod /dev/snd/sequencer c 116 3
mknod /dev/snd/pcmC0D2c c 116 4
mknod /dev/snd/pcmC0D1p c 116 5
mknod /dev/snd/pcmC0D1c c 116 6
mknod /dev/snd/pcmC0D0p c 116 7
mknod /dev/snd/pcmC0D0c c 116 8
mknod /dev/snd/controlC0 c 116 9
```

Minor    Card    Device  
number   number   number

*C* : Card  
*0* : Card number  
*D* : Device  
*0/1* : Device number  
*P/C* : playback/control



# Fő Linux Audio Driver



# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA – kapcsolódó komponensek
  - ALSA Drivers - Kernel drivers
  - ALSA Lib - Userspace library
  - ALSA Utility - Utilities aplay,arecord,amixer etc
  - ALSA Tools - Tools
  - ALSA firmware - Firmware for cards that require it
  - ALSA Plugin - Additional library plugins Eg.jack, pulse, maemo ..
  - ALSA OSS - OSS compatibility library

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA Driver
  - Sequencer
    - Esemény sorok kezelése
  - Hardware függő API
    - Hardver specifikus támogatások
  - OSS/Free kernel emuláció
    - Mixer
    - PCM (/dev/dsp) kompatibilitás
- Hasznos linkek
  - ALSA driver
    - <http://www.alsa-project.org/~tiwai/writing-an-alsa-driver/>
  - ALSA Driver API
    - <http://www.alsa-project.org/~tiwai/alsa-driver-api/>

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA Library
  - Az ALSA library API egy interfész az ALSA driverek felé
  - A fejlesztők ezt az API-t kell használják a natív ALSA támogatáshoz
  - A jelenleg megvalósított interfészek
    1. Information Interface (/proc/asound)
    2. Control Interface (/dev/snd/controlCX)
    3. Mixer Interface (/dev/snd/mixerCXDX)
    4. PCM Interface (/dev/snd/pcmCXDX)
    5. Raw MIDI Interface (/dev/snd/midiCXDX)
    6. Sequencer Interface (/dev/snd/seq)
    7. Timer Interface (/dev/snd/timer)
  - Hasznos link:
    - <http://www.alsa-project.org/alsa-doc/alsa-lib/>

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA Library
  - Control interface
    - Általános vezérlés a hangkártya regisztereinek írására/olvasására
  - High level control interface
    - A magas szintű vezérlő API
  - Mixer interface
    - A keverő és hangerő szabályozó vezérlése
  - PCM (digital audio) interfész
    - A hang kezelő interfész. A leggyakrabban használt, nekünk is ez kell...

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA Library komponensek
  - PCM External Plugin SDK
    - Külső PCM plugin SDK
  - External Control Plugin SDK
    - Külső control plugin SDK
  - RawMidi interface
    - MIDI (Musical Instrument Digital Interface) támogatás, szabványos elektronikus hangszerek kezelésére
  - Timer interface
    - Időzítő hardver támogatás a hangkártyákon a hang események szinkronizálására
  - Sequencer interface
    - Felsőbb szintű támogatás MIDI programozásra és hang szintetizálásra

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA Utility
  - Alsaconf
    - Az ALSA driver konfiguráló script
  - Alsactl
    - Hangkártya menedzsment eszköz
  - Aplay/Arecord
    - playback / capture .wav,.voc,.au fájlok számára
  - Amixer
    - Parancssori mixer
  - Alsamixer
    - Ncurses mixer
  - Amidi
    - MIDI adat küldésére/fogadására

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA Utility
  - amixer – hangerő, mikrofon hangerő kezelés

```
Host$: amixer --help
```

```
Usage: amixer <options> [command]
```

```
Available options:
```

```
-c,--card N    select the card
```

```
-D,--device N  select the device, default 'default'
```

```
-v,--version   print version of this program
```

```
Sequentially
```

```
controls      show all controls for given card
```

```
contents      show contents of all controls for given card
```

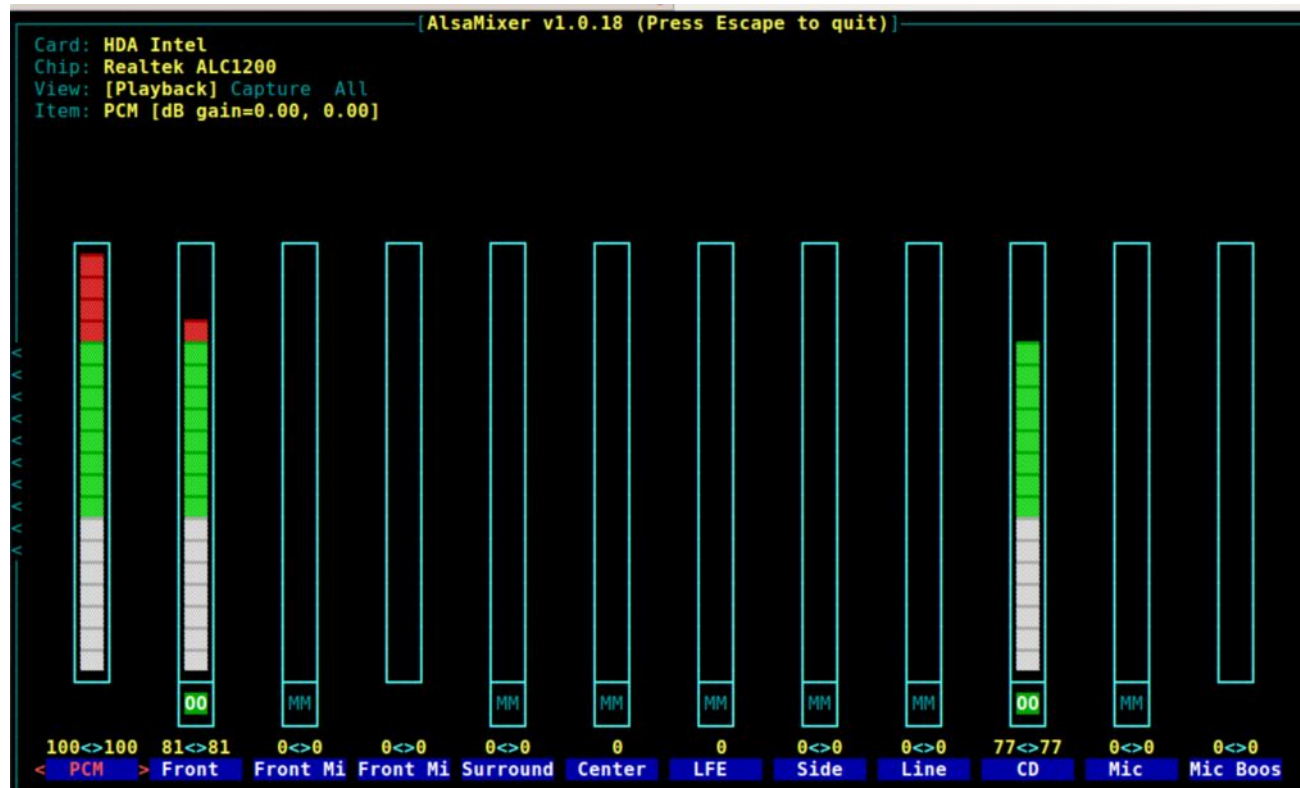
```
cset cID P    set control contents for one control
```

```
cget cID      get control contents for one control
```



# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

- ALSA Utility
  - alsamixer



# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ASoC (Alsa System on Chip)
  - ASoC alrendszer, a Wolfson gyártó által javasolt, a beágyazott rendszerek számára
  - Az ASoC előtt a linux kernel limitált támogatást nyújtott
  - A Codec driver CPU függő
  - Nincs audio esemény kezelés
  - Nem kiforrott power management

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ASoC követelmények
  - Codec függetlenség : különböző platformok ugyanazt az ASoC drivert használják
  - Egyszerű interfész (AC97 / I2S / PCM) a CPU és codec között
    - Nem PCIx vagy USB
  - DAPM (Dynamic Audio Power Management)
  - Driver rétegek
    - Codec Driver
    - Platform Driver
    - Machine Driver
  - DAI (digital/audio interface)

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- Machine Driver
  - az ASoC eszköz (vagy board) driver köti össze az eszköz drivereit és a codec vezérlést
  - Ez tartalmazza a platform és codec specifikus dolgokat
  - Regisztrálja az audio alrendszert a kernelbe mint egy platform eszközt
- Codec Driver
  - A codec driver egy általános kód, hardver független
  - Kezeli az audio codec-et a lejátszás-felvétel kezelésére
  - Nem tartalmaz platform vagy hardver specifikus kódot

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

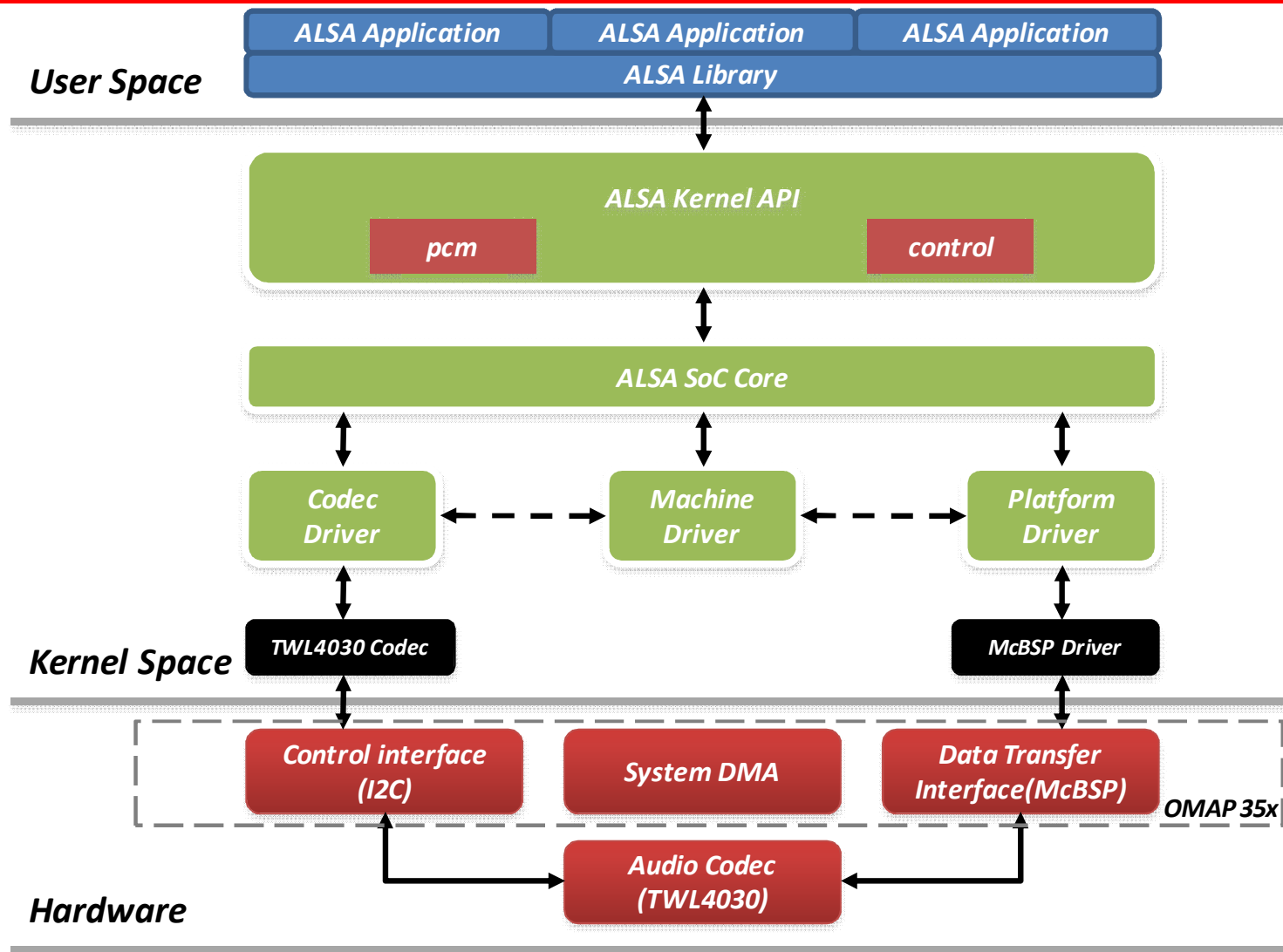
BME-TMIT 

- Platform Driver
  - Audio DMA kezelés és a SoC Digital Audio Interface (DAI) kezelését és vezérlését biztosítja
  - A platform driver csak a SoC CPU-ra specifikus és nem tartalmazhat board specifikus kódot

# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA



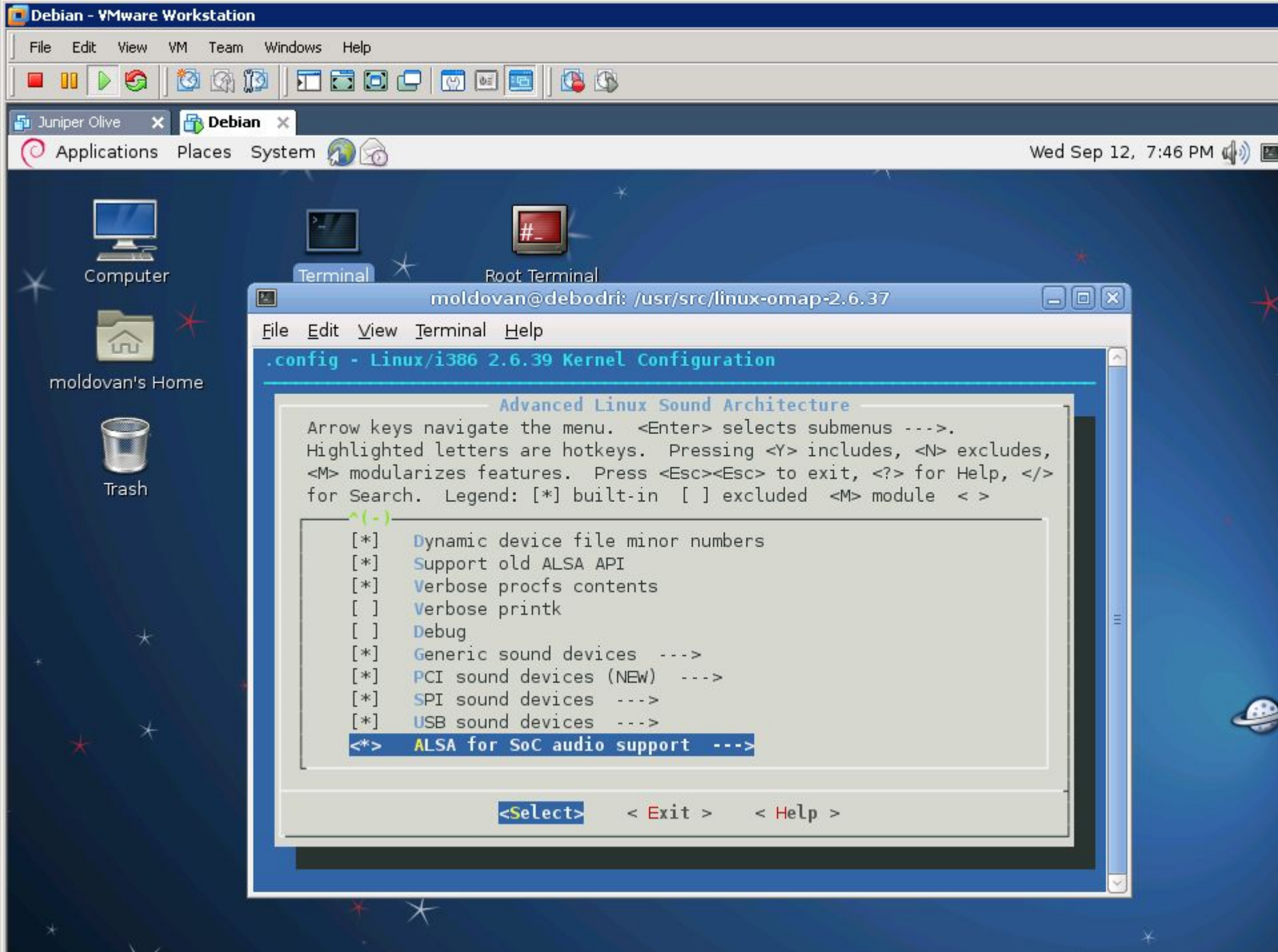
BME-TMIT



# Advanced Linux Sound Architecture, ALSA

BME-TMIT

- ALSA SoC Architektúra az OMAP3530 esetében
  - TWL4030 audio codec támogatás ALSA SoC keretben.
  - Több mintavételezési ráta (8 KHz, 11.025 KHz, 12 KHz, 16 KHz, 22.05 KHz, 24 KHz, 32 KHz, 44.1 KHz and 48 KHz) úgy lejátszás mint felvételre.
  - Úgy stereo mint mono támogatás.
  - Egyidejű playback és record (full-duplex mód).
  - Start, stop, pause és resume kezelés
  - Mixer interfész támogatás a TWL4030 audio codec számára







Kérdések?

**KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!**

- Felhasznált irodalom
  - <http://tidsp.es.ncku.edu.tw/cinfon/>
- OSS
  - <http://manuals.opensound.com/developer/>
- ALSA
  - <http://www.alsa-project.org/alsa-doc/alsa-lib/>