

VIRTUĀLO MŪZIKAS INSTRUMENTU UN SIGNĀLU APSTRĀDES EFEKTU ARHITEKTŪRA IEROBEŽOTU RESURSU APARATŪRĀM

Autors: Gusts Kaksis
Stud. apl. Nr.: gk17025
Darba vadītājs: profesors dr.comp.sc. Leo Seļāvo

AR KĀDĀM PROBLĒMĀM SASKARAS DZĪVĀS MŪZIKAS IZPILDĪTĀJI?

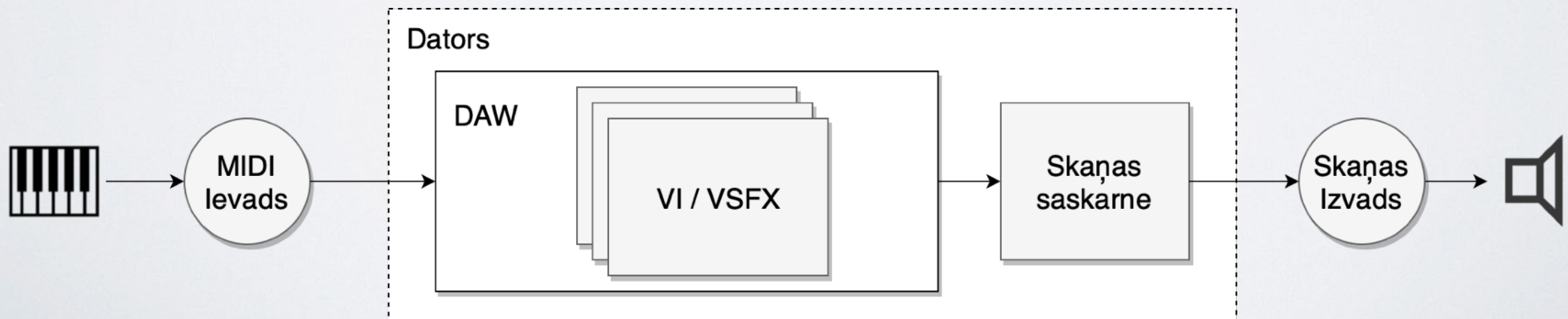
- Paaugstināts stresa līmenis un īss reakcijai atvēlētais laiks
- Uzmanība jāvelta publikai nevis tehnikai uz skatuves
- Dators uz skatuves netiek uzskatīts par pārāk estētisku
- Nevar pieļaut pēkšņu (nekontrolētu) skaņas pārtraukšanu



Uzstājoties grupas "Rīga Metro" sastāvā, 2012. gadā

VIRTUĀLIE INSTRUMENTI

- Virtuālie instrumenti un skaņu efekti - programmas, kas darbojas digitālajās audio darba stacijās un imitē reālos mūzikas instrumentus un skaņu efektus.
- Digitālās audio darba stacijas (DAW) - sākotnēji datori ar speciālām audio saskarnēm un programmatūru. Mūsdienās vairāk attiecas tikai uz programmatūru kopu.



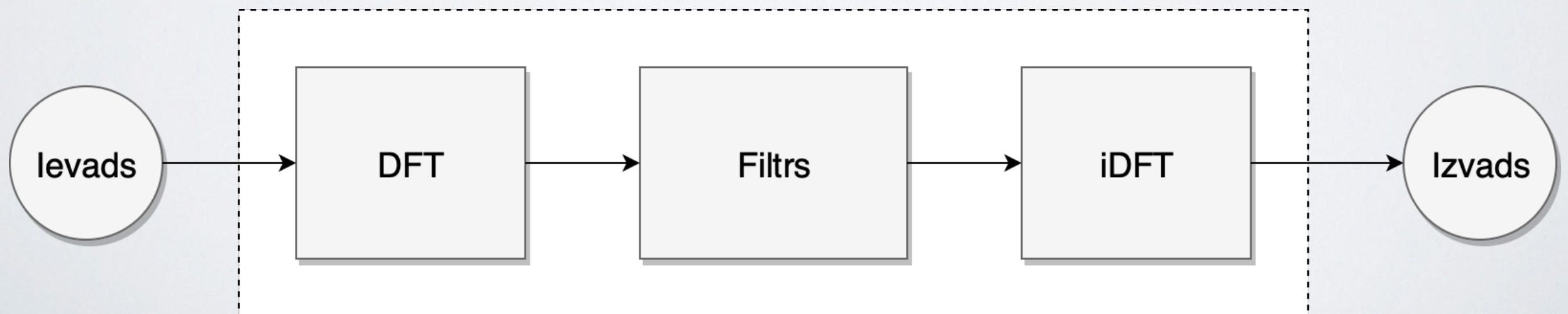
ESOŠIE RISINĀJUMI

- VST u.c. spraudņu arhitektūru saimniekdatori: Muse Research Receptor, Audio Station x64, SMPro V-Machinem, Mod Duo
- Ārējās skaņas saskarnes ar speciālizētiem DSP procesoriem, piemēram, UAD Apollo
- VST tehnoloģija bija paredzēta tikai Microsoft Windows un Apple MacOS (un tā pēcteču) grafiskajai videi un spraudņu atbalsts ir ierobežots.
- Studijas tipa iekārtās strādājošās operētājsistēmas startējas lēni.
- Microsoft Windows gadījumā jāmaksā arī atsevišķi licences maksa.



SKAŅAS EFEKTI

- Bieži skaņas signāla apstrādē tiek izmantoti filtri
- Skaņas filtru veidi - LPF (zemās caurlaides), BPF (joslas caurlaides), HPF (augstās caurlaides)
- Filtrs izmanto konvolūciju un Furjē transformācijas, lai pārvērstu ienākošo signālu frekvenču apgabalā un atpakaļ



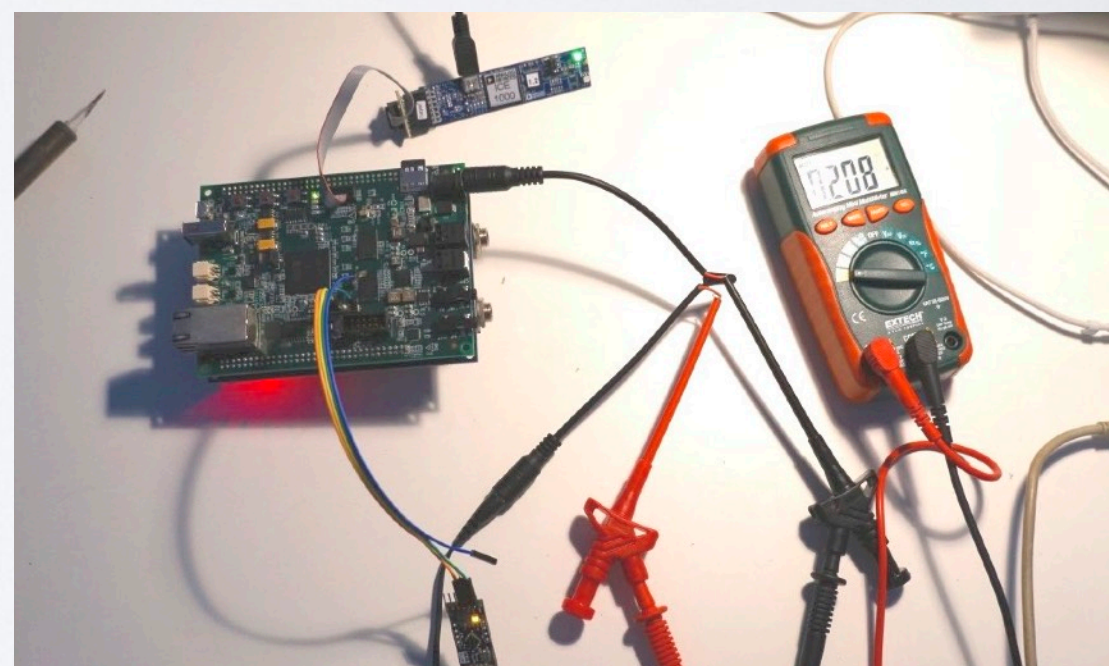
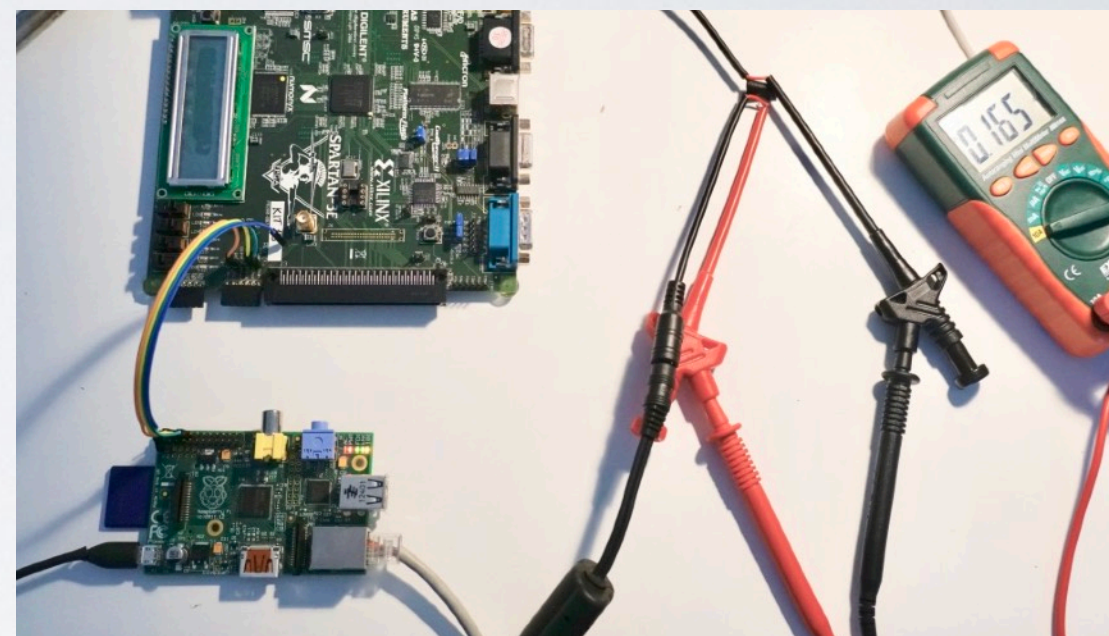
PĒTĪJUMA UZSTĀDĪJUMS

- Atrast iekārtas un programmatūras arhitektūru, kas būtu piemērota jauna un iespējams standartizēta risinājuma izstrādei
- Peldošā punkta aprēķinu veiktspējas novērtējums:
 - Diskrētā Furjē transformācija
 - Ātrā Furjē transformācija
- Enerģijas patēriņa mērījumi
- Subjektīvs izstrādes rīku ērtuma novērtējums
- Izcenojuma novērtējums

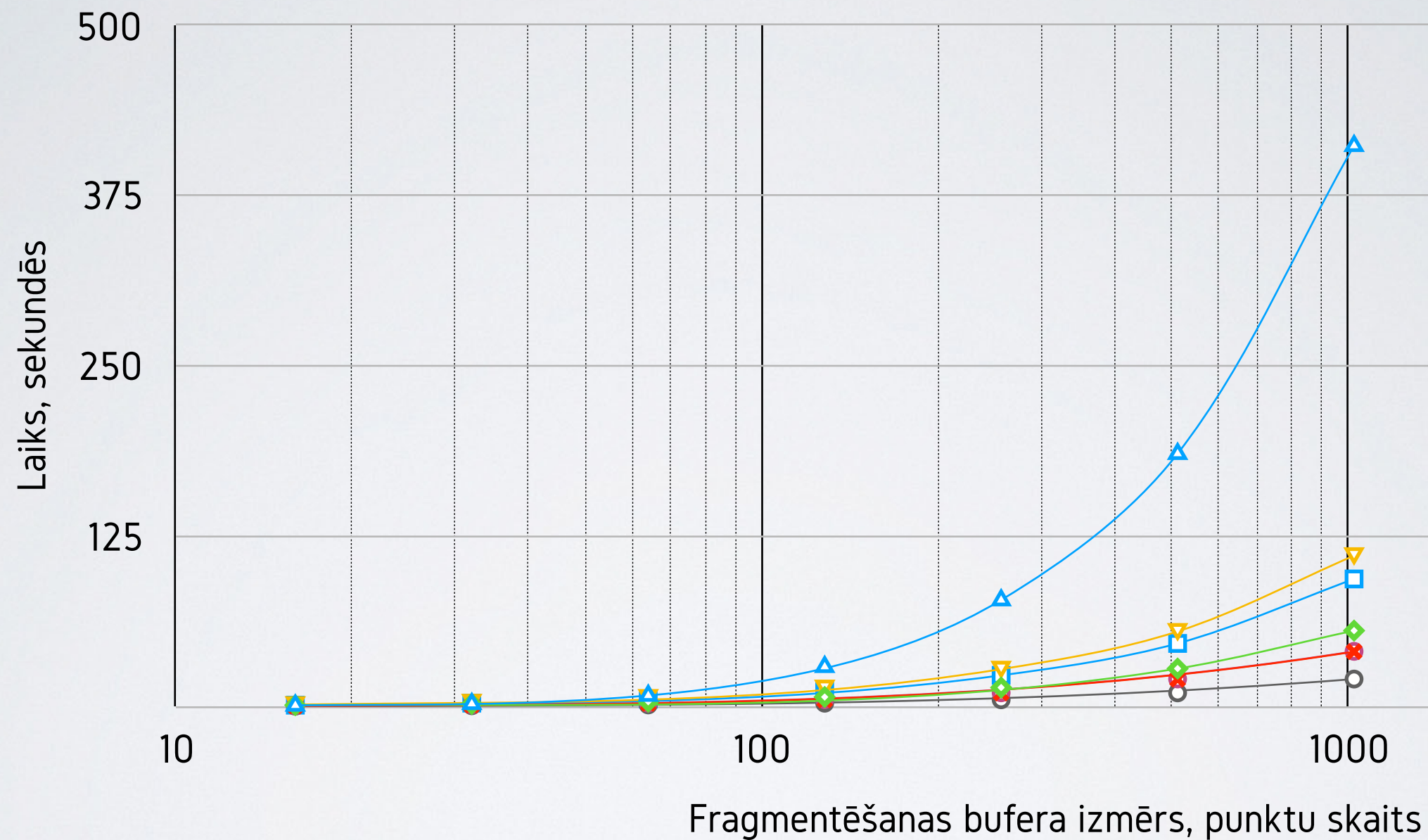
REZULTĀTI

Pētījumā izmantotās iekārtas:

- Raspberry Pi 1 B+ kopā ar Xilinx Spartan 3E Starter Kit
 - ARMv6 procesors, 700MHz
 - FPGA, 50MHz
- SHARC Audio Module
 - 1 ARMv7 un 2 kodolu SHARC procesors, 450MHz



DFT IZPILDES LAIKS



△ ARMv7 uz Buildroot Linux

▽ ARMv7 bez OS

○ SHARC no ARMv7 bez OS caur MCAPI

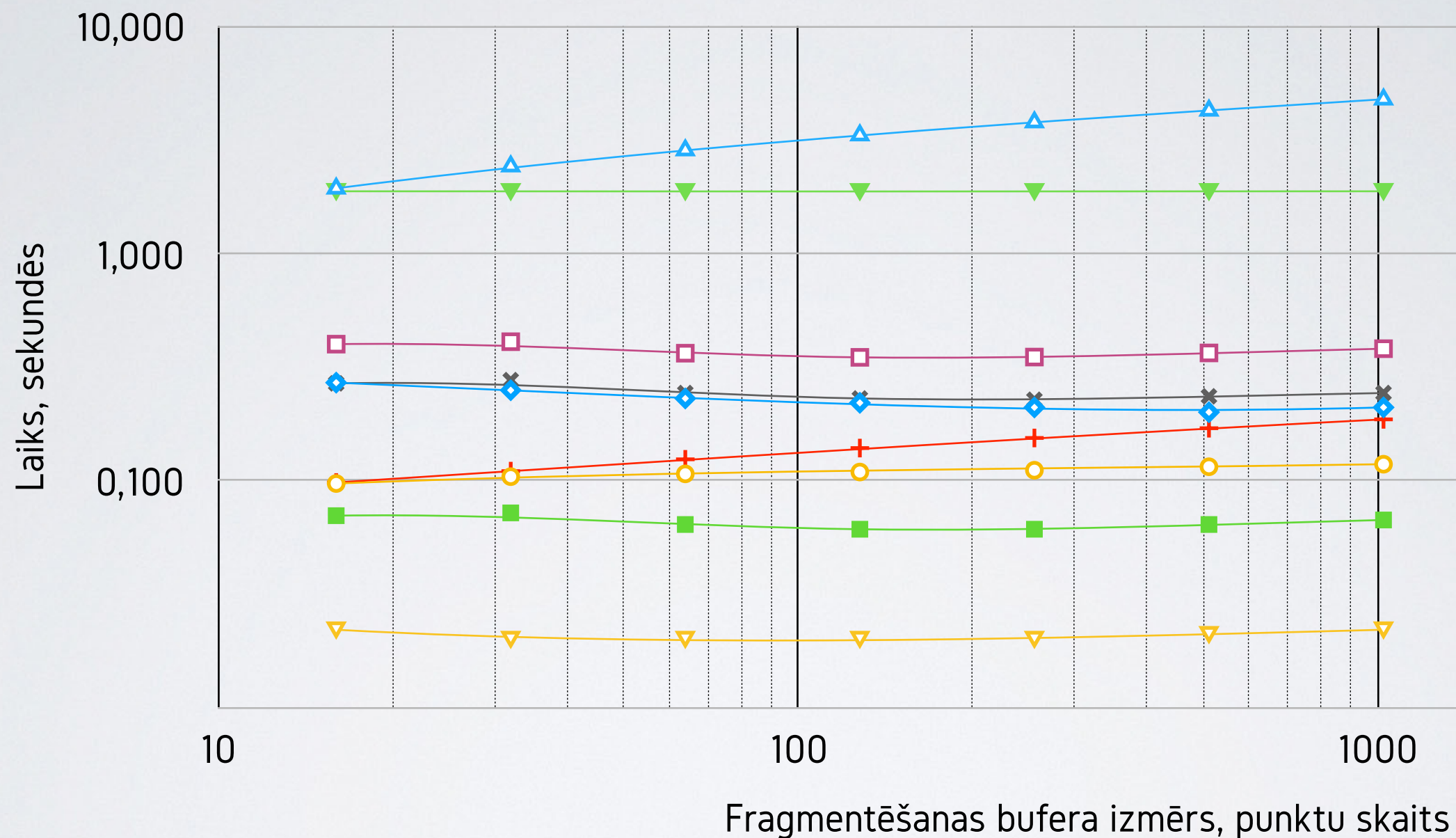
□ ARMv6 uz Raspbian Linux

◇ SHARC no Buildroot Linux caur MCAPI

× SHARC bez OS

○ 2x SHARC no ARMv7 bez OS caur MCAPI

RADIX-2 FFT IZPILDES LAIKS



◇ ARMv7 uz Buildroot Linux

○ ARMv7 bez OS

□ SHARC no ARMv7 bez OS caur MCAPI

△ ARMv6 uz Raspbian Linux

▽ Spartan 3E caur UART (bez UART apkārtceļa laika)

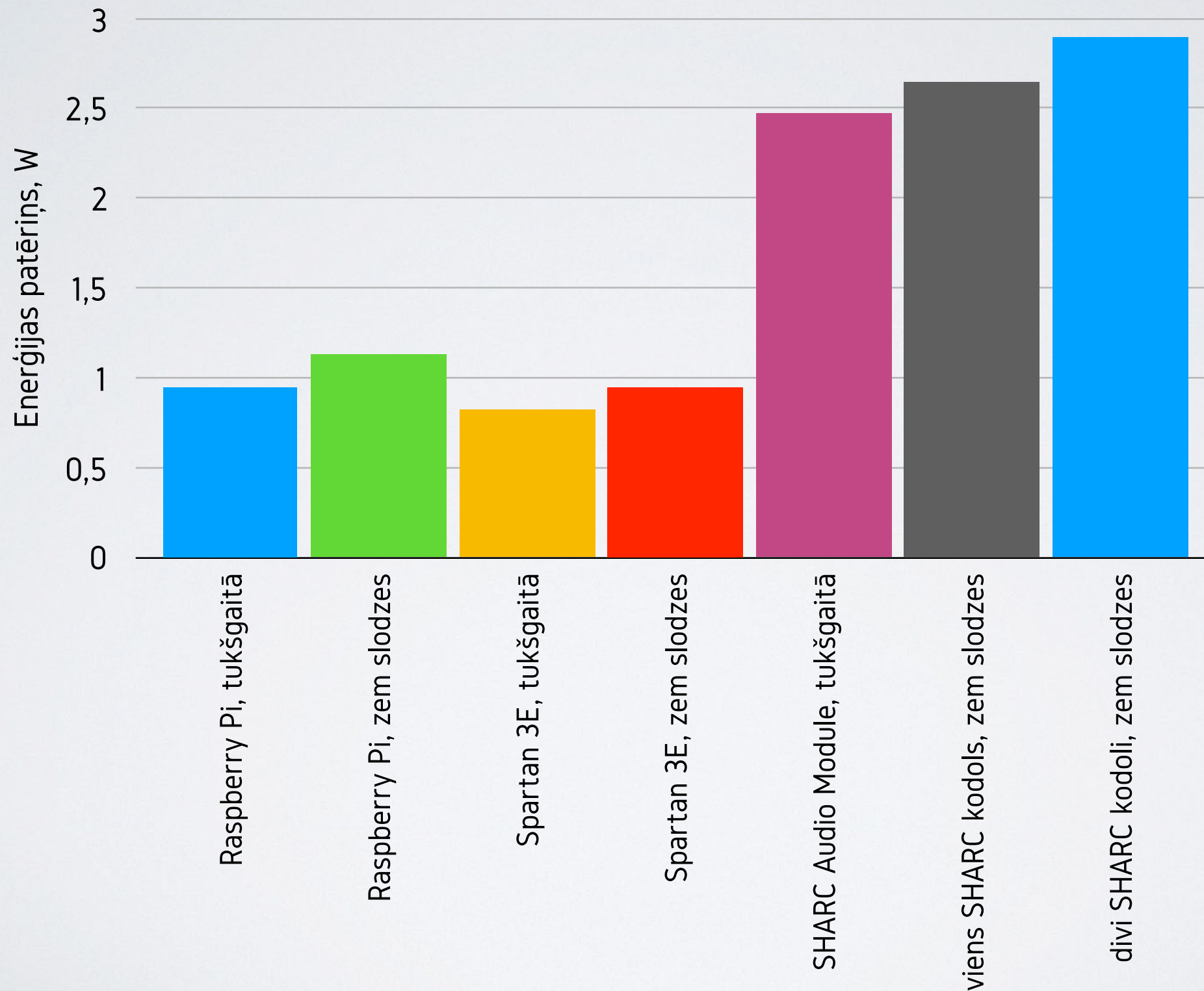
■ SHARC no Buildroot Linux caur MCAPI

✚ SHARC bez OS

✕ 2x SHARC no ARMv7 bez OS caur MCAPI

▼ Spartan 3E caur UART

ENERĢIJAS PATĒRIŅA MĒRĪJUMI



SECINĀJUMI (1/2)

- Risinājumi kā Raspberry Pi un SHARC Audio Module ir pietiekami piemēroti šādu arhitektūru izstrādei.
- Linux startēšanās ātrums ir 14-50 sekundes, bet bez OS režīmā sāknēšanās laiks ir 0-2 sekundes
- Lētāks ir Raspberry Pi, bet komplektā ar FPGA tas ir vienā cenu līmenī ar SHARC Audio Module komplektā ar Audio Project Fin
- Vislabākais risinājums ir SHARC Audio Module, jo tas ir specifiski šim mērķim radīts produkts
- Xilinx Spartan 3E ir vislielākā veiktspeja
- Enerģijas patēriņa ziņā uzvarētāji ir abi risinājumi, jo spētu no 1800 mAh baterijas darboties 5-6h

SECINĀJUMI (2/2)

- Interesanti novērojumi:
 - Programmas izpildījās ātrāk Buildroot Linux nekā tiešajā realizācijā uz procesora
 - DFT izpildījās ātrāk uz ARMv6 nekā uz ARMv7, bet FFT gluži pretēji bija 10x lēnāks
- Pārsteidzoša bija UART stabilitāte pie 4Mbit/s caur samērā gariem un neekranētiem vadiem
- Bet labāk tomēr būtu lietot PCIe, kas nodrošina līdz pat 1Gbit/s caurlaidību

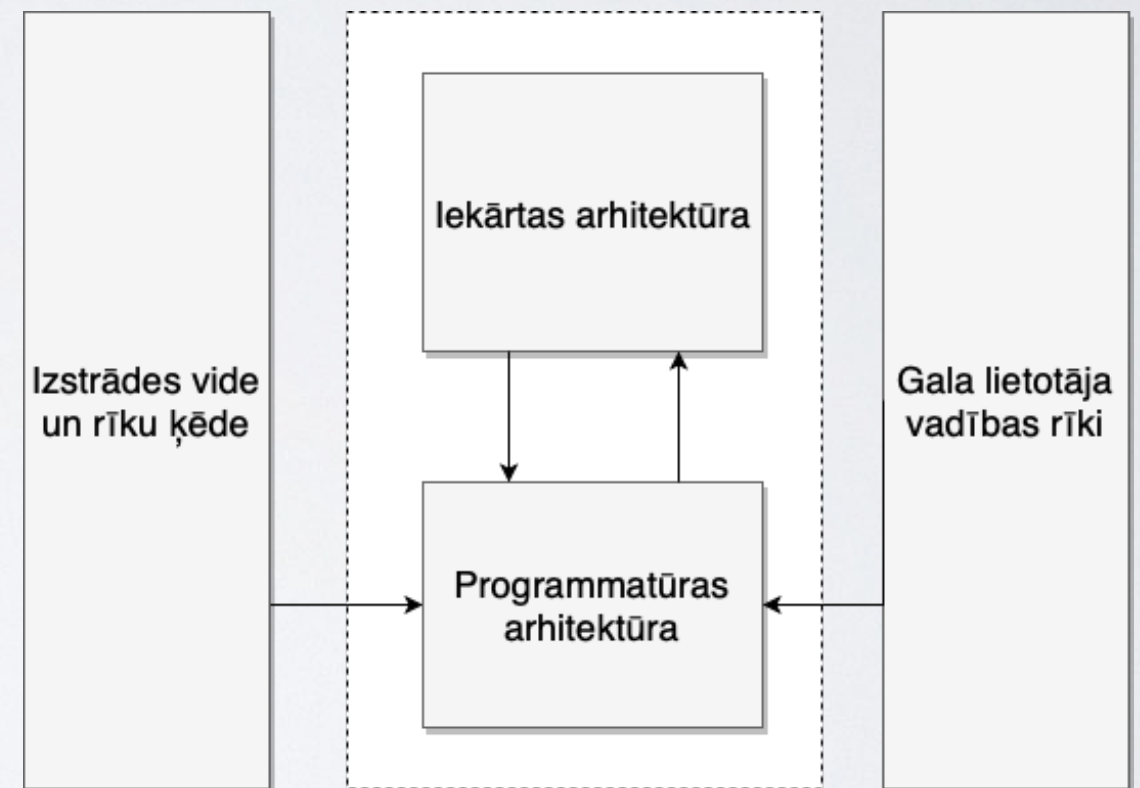
PALDIES PAR UZMANĪBU!

Jautājumi?

DEMO

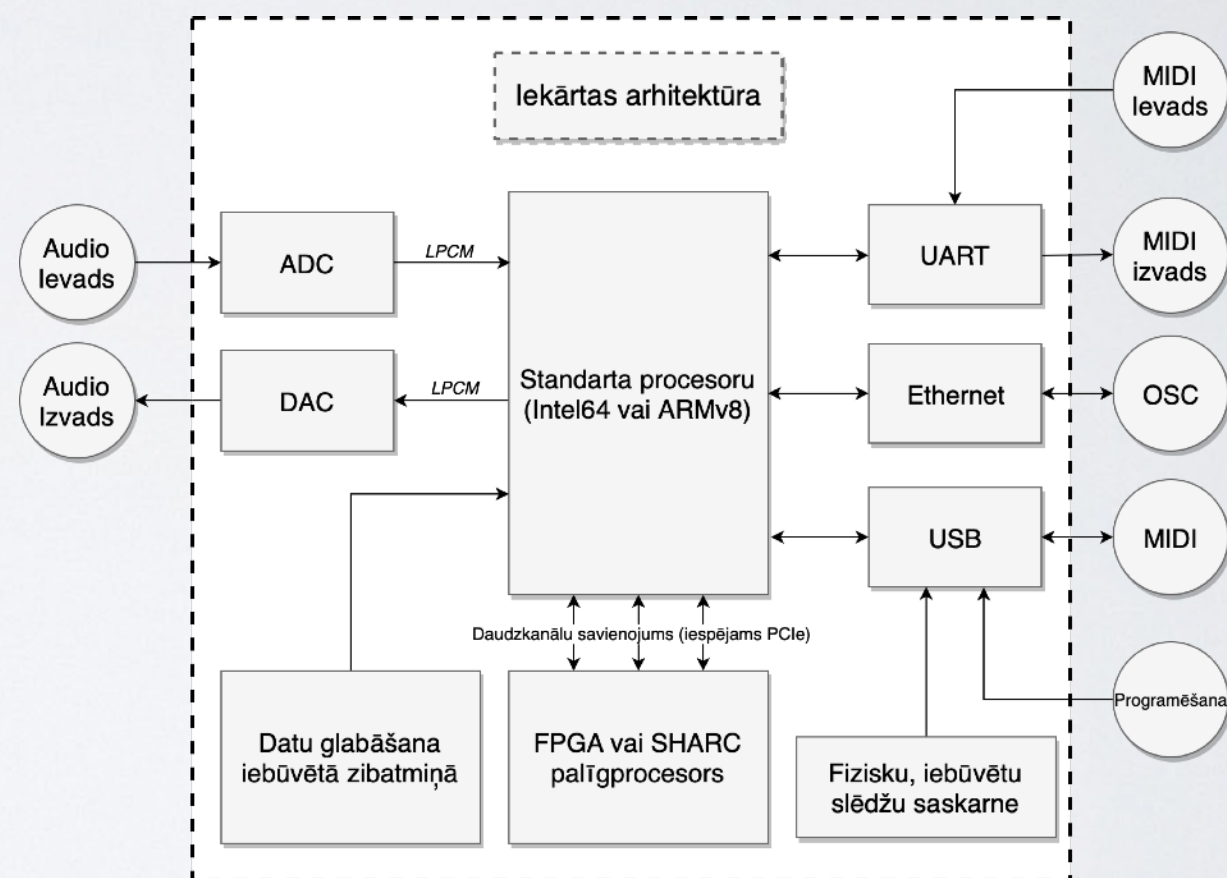
EKOSISTĒMA

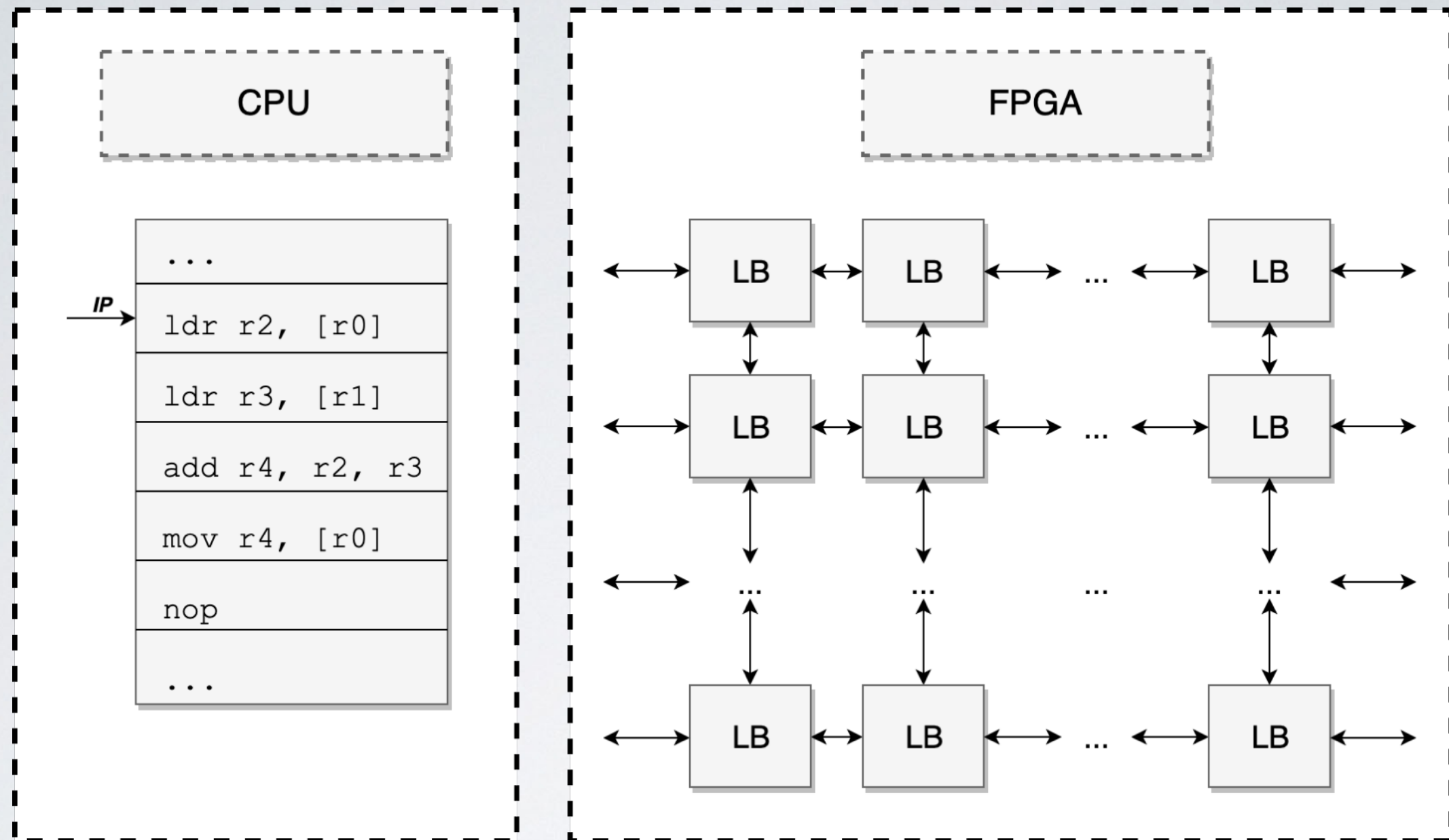
- Visaptverošu ekosistēmai jānodrošina:
 - Izstrādes rīkus
 - Programmatūras un iekārtu arhitektūra
 - Klienta rīki
- Papildus jābūt skaidri definētām izstrādes vadlīnijām



IEKĀRTAS ARHITEKTŪRA

- Jābūt balstītai uz standarta procesora arhitektūras (ARM vai x86)
- Vēlams palīgprocesors (SHARC vai FPGA)
- Jānodrošina sekojošas saskarnes:
 - skaņas ievada/izvada ar augstas kvalitātes konvertoriem, kas spēj nodrošināt vismaz 96kHz 24-bit izšķirtspēju
 - MIDI
 - Ethernet
 - USB
- Jānodrošina iekšēja datu glabāšanas atmiņa





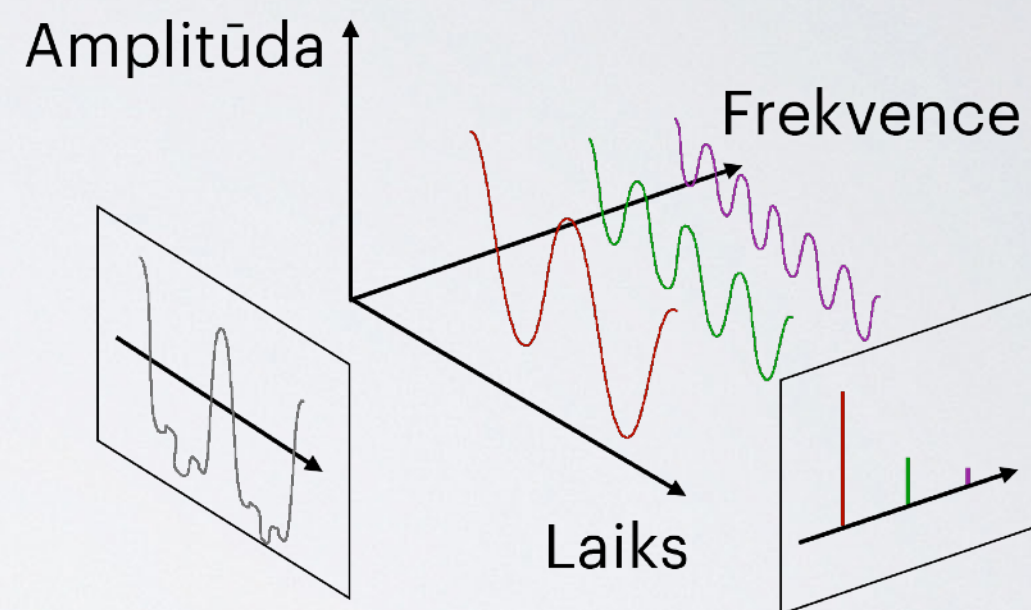
CPU VS. FPGA

Secīgu instrukciju izpilde pret paralēlu signālu virknēm

DFT SKAIDROJUMS

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot [\cos(2\pi kn/N) - i \cdot \sin(2\pi kn/N)]$$

$$x_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k \cdot [\cos(2\pi kn/N) + i \cdot \sin(2\pi kn/N)]$$



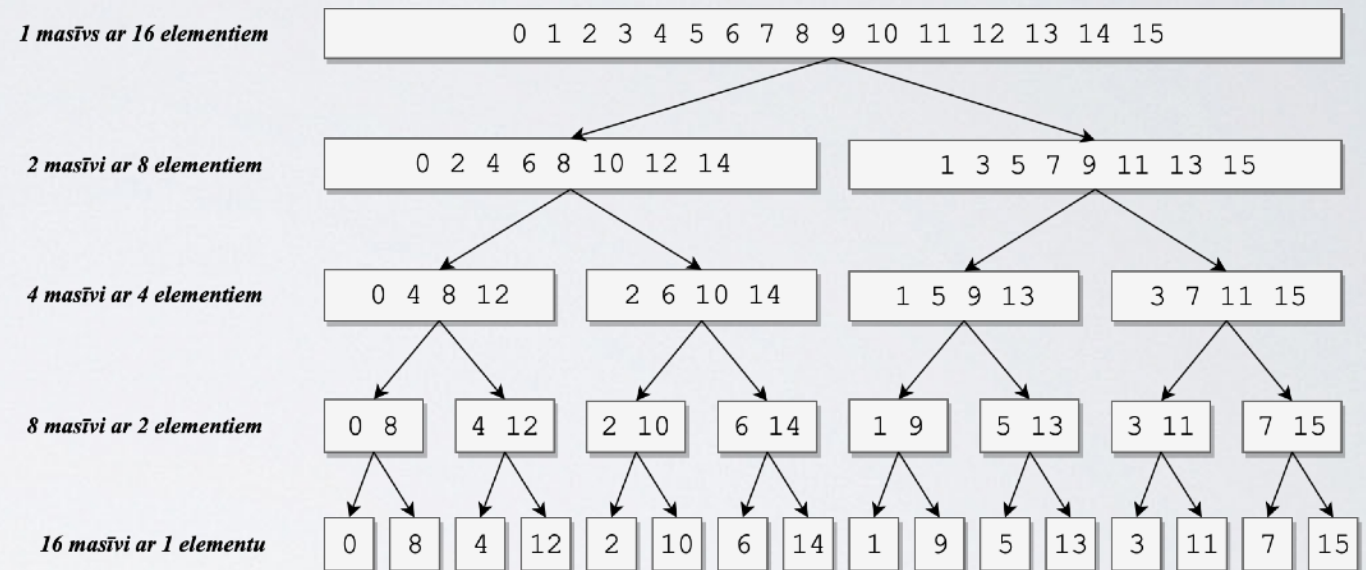
- Pārvērš signālu laika telpā uz atsevišķu frekvenču amplitūdu spektru frekvenču telpā un atpaka!

RADIX-2 FFT SKAIDROJUMS

- Sadala signāla masīvu sīkākos signālos, vairākās iterācijās, līdz iegūst 1 punkta signālus
- Veic tauriņa formas aprēķinu tik pat soļos cik bija veikta decimācija

$$X_s[p] = X_{s-1}[p] + X_{s-1}[q] \cdot W_N^R$$

$$X_s[q] = X_{s-1}[p] - X_{s-1}[q] \cdot W_N^R$$



*Iepriekšējā posma
vērtības*

Rezultāti

