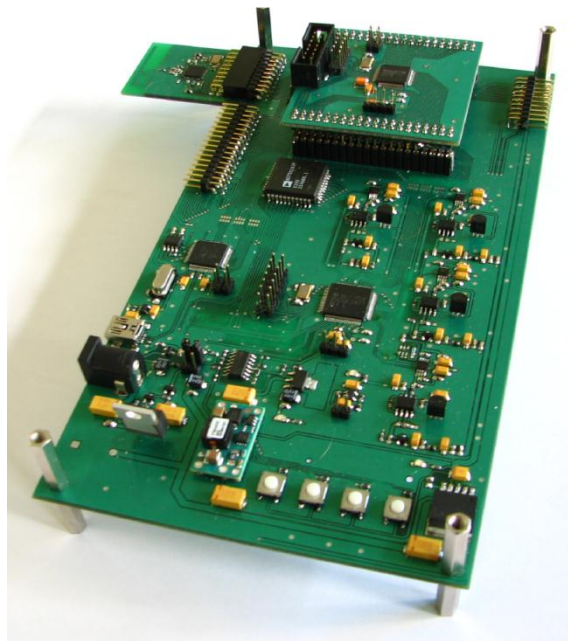




EdiMote: Programmatūras atklūdošana ar re-konfigurējamu aparatūru



Artūrs Selivanovs

Rinalds Ruskuls

Gatis Šūpols

Leo Selāvo

Bezvadu sensoru tīkli (BST) mūsu dzīvē

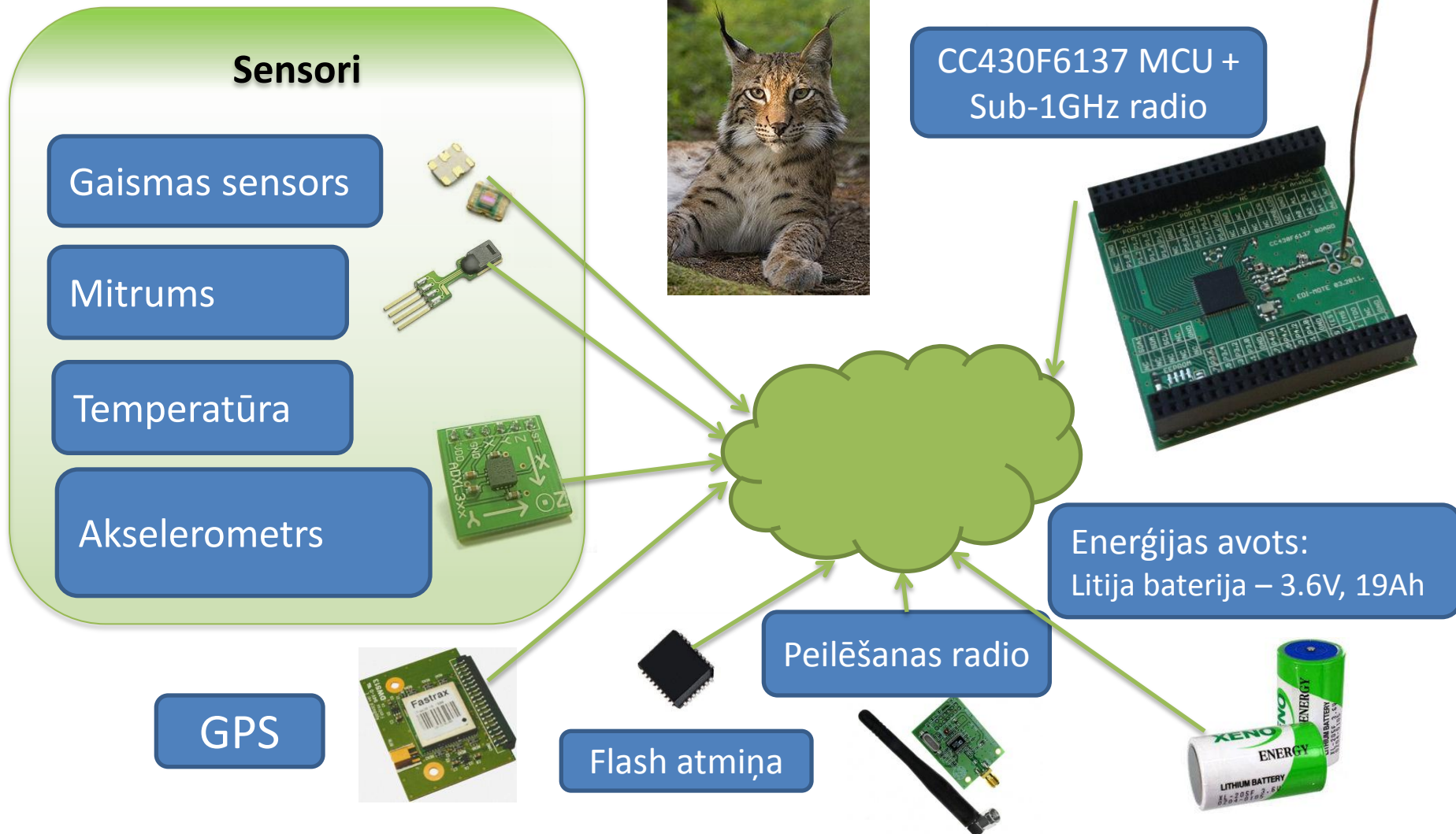


ElMote

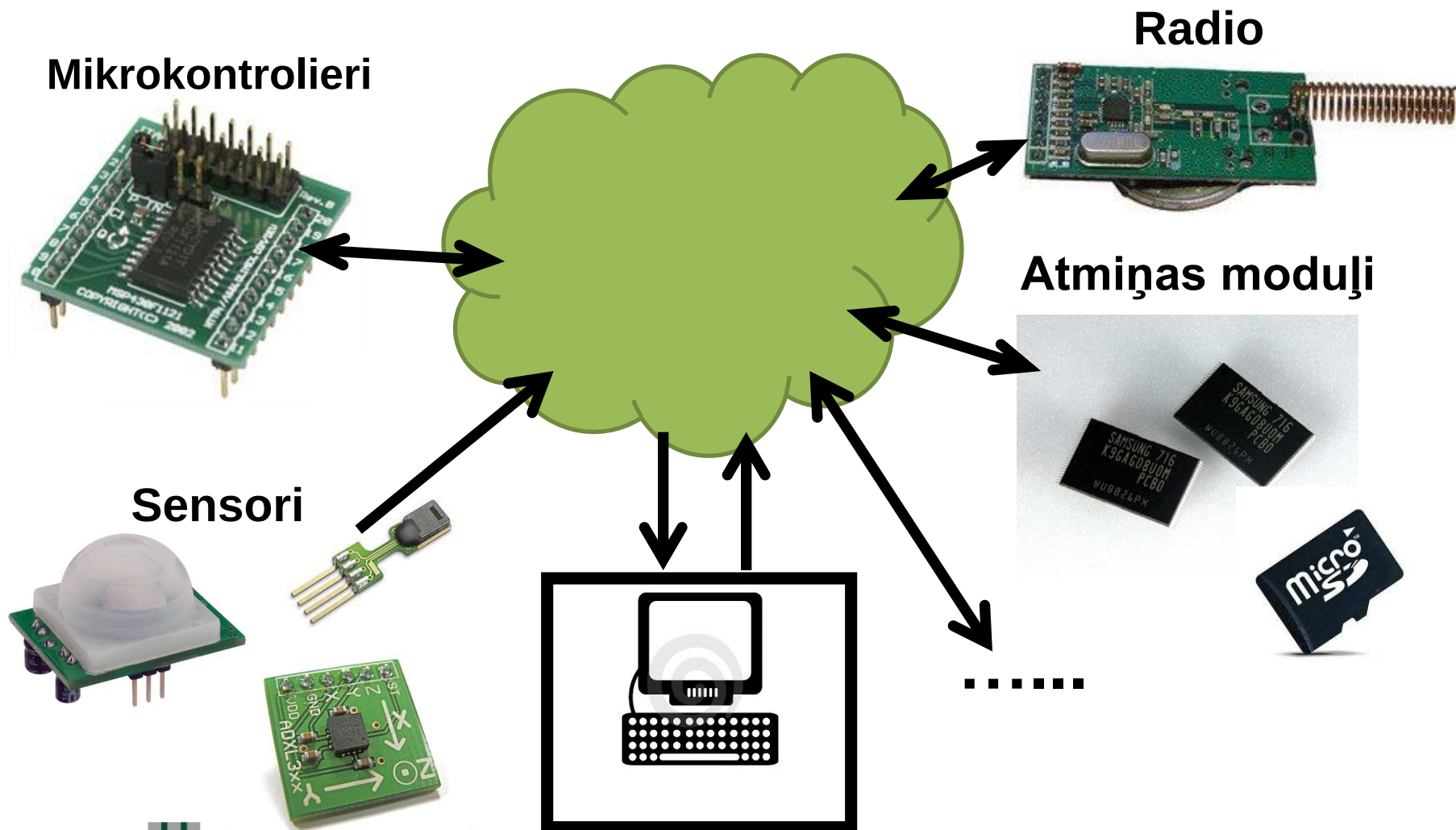


TelosB

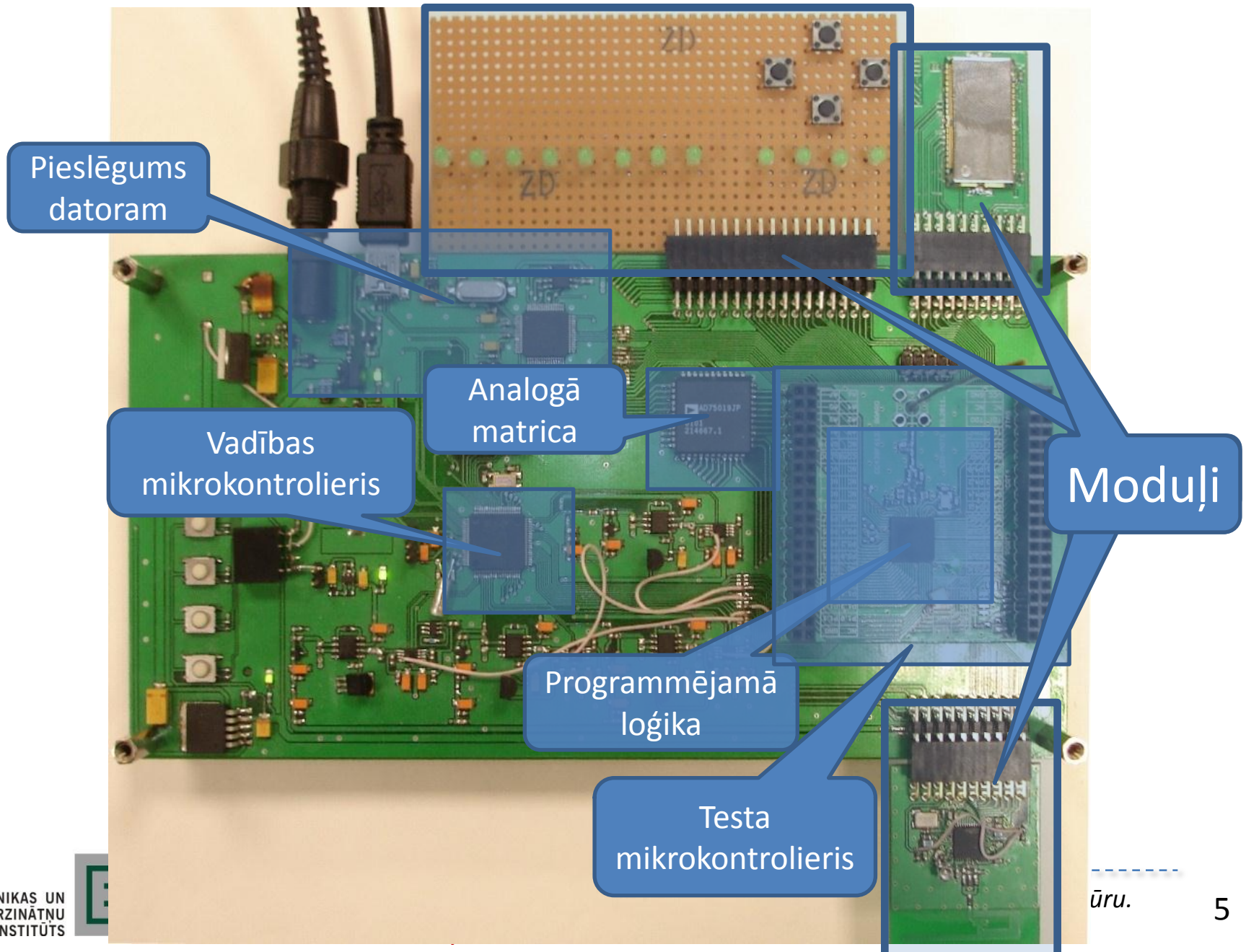
Piemērs - LynxNet



Bezvadu sensoru mezglu (BSM) uzbūve



EdiMote pirmā revīzija



Tipiskās BSM izstrādes problēmas

Aparatūras (**HW**):

- ✓ Moduļu savstarpējā savienošana
- ✓ Signālu komutēšana
- ✓ **Enerģijas patēriņa mērīšana**

Programmatūras (**SW**):

- ✓ Dažādu mikrokontrolieru programmēšanas atbalsts
- ✓ Ciparu un analogo signālu atklūdošana
- ✓ **Programmatūras ietekme uz enerģijas patēriņu**

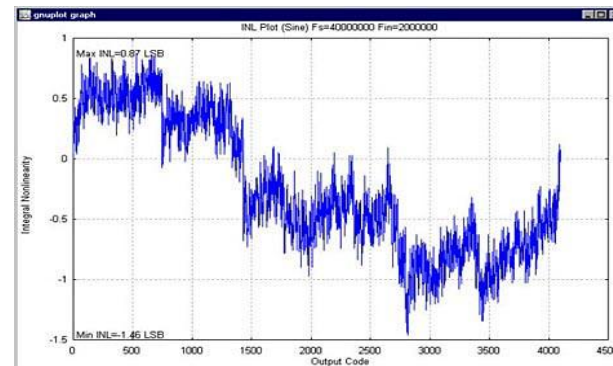
Enerģijas patēriņa novērtēšana

- ✓ Projektējot bezvadu sensoru mezglu, ir svarīgi samazināt enerģijas patēriņu:
 - testējot aparatūru
 - optimizējot programmas kodu
- ✓ Enerģijas patēriņa kvantitatīvais un kvalitatīvais novērtējums
 - Sensoru mezgla enerģijas patēriņš ilgā laika posmā
 - Moduļu enerģijas patēriņš (piemēram, radio)
 - Programmas procesu enerģijas patēriņš

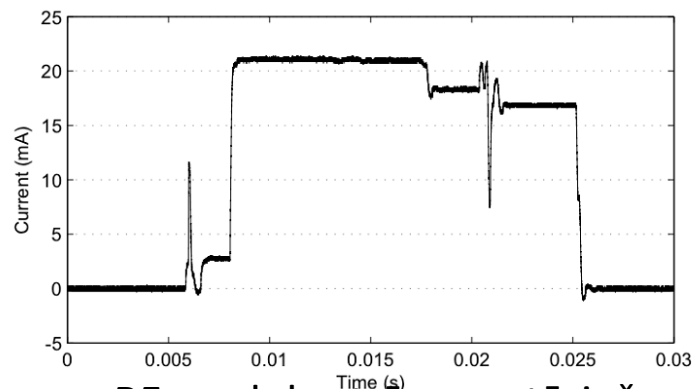
Analogais – ciparu pārveidotājs

Paredzēts precīzai strāvas patēriņa līknes uzņemšanai

- ✓ Augsta izšķirtspēja un diskretizācijas frekvence ($>1\text{MHz}$)
- ✓ Datu apstrāde dod iespēju izdalīt noteiktus fizikālus procesus
- ✓ Lielāks apstrādājamo datu apjoms salīdzinājumā ar SPOT mērītājiem

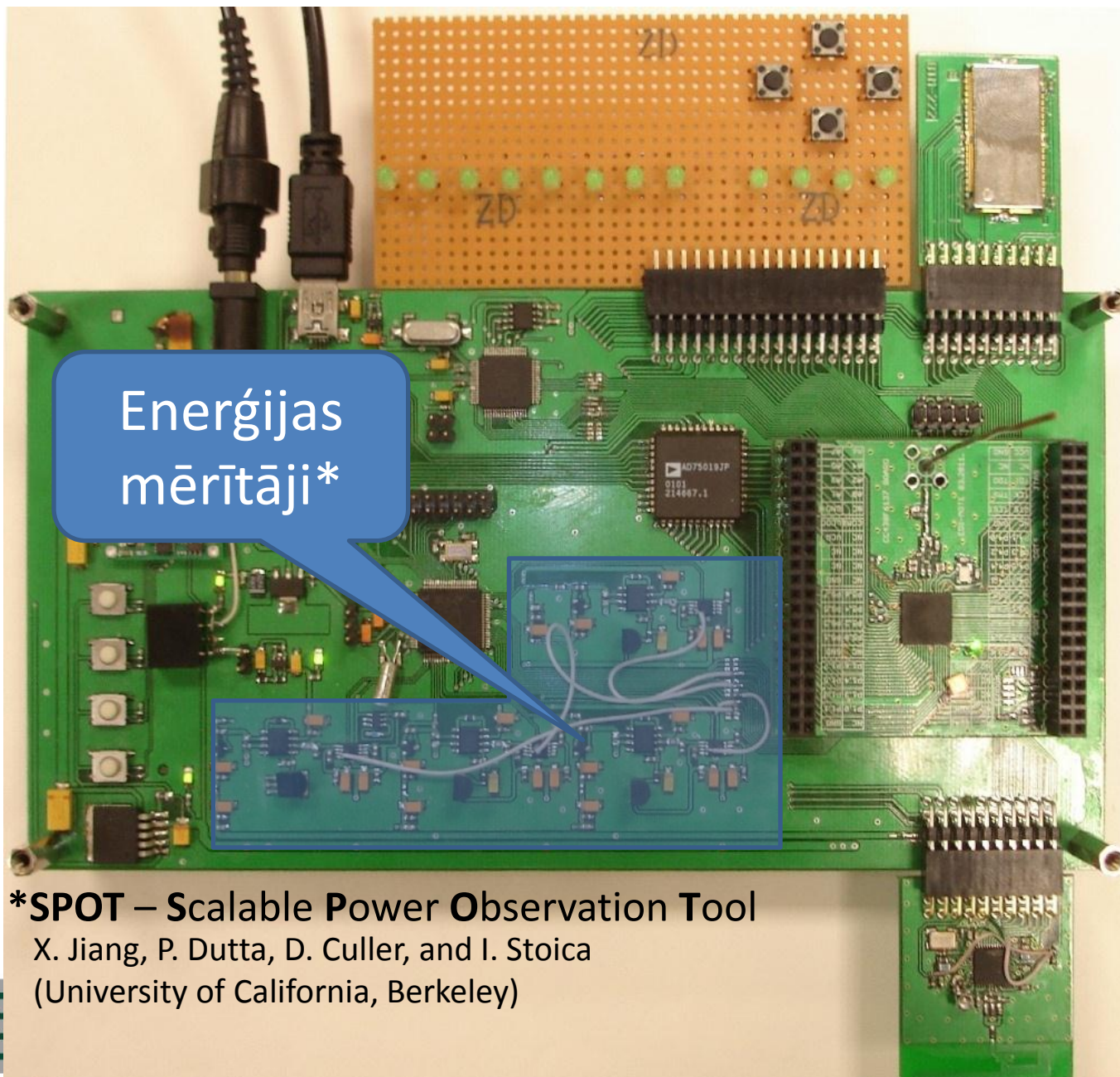


Mikrokontroliera strāvas patēriņš, veicot datu ciparošanu un nosūtīšanu



RF moduļa strāvas patēriņš komunikācijas brīdī

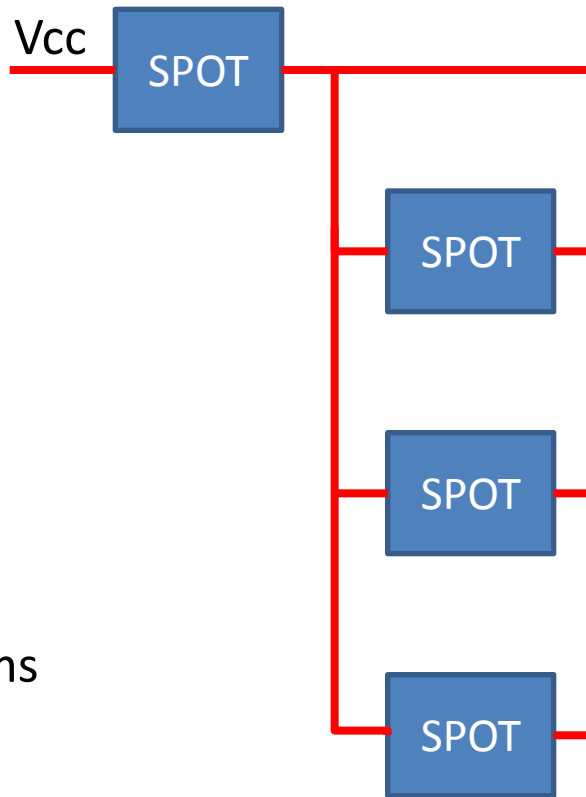
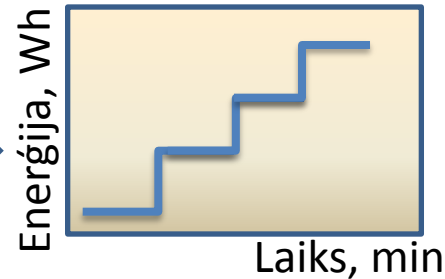
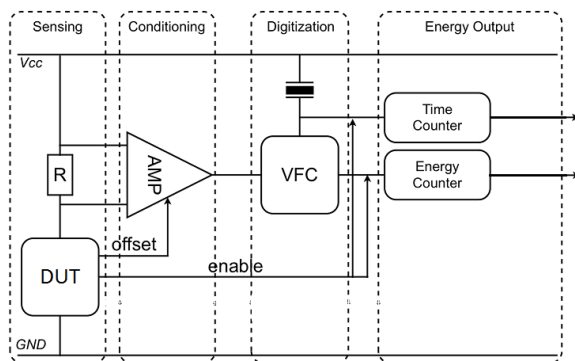
Enerģijas patēriņa mērīšana



***SPOT – Scalable Power Observation Tool**

X. Jiang, P. Dutta, D. Culler, and I. Stoica
(University of California, Berkeley)

Enerģijas patēriņa mērīšana



Izveidotā arhitektūra nodrošina:

- ✓ enerģijas mērīšanu izvēlētā laikposmā (no 4ms - 71,6min)
- ✓ 4 atsevišķu moduļu enerģijas mērīšanu

Izvēlētās arhitektūras trūkumi:

- ✓ Ierobežota laika izšķirtspēja ~ 4ms

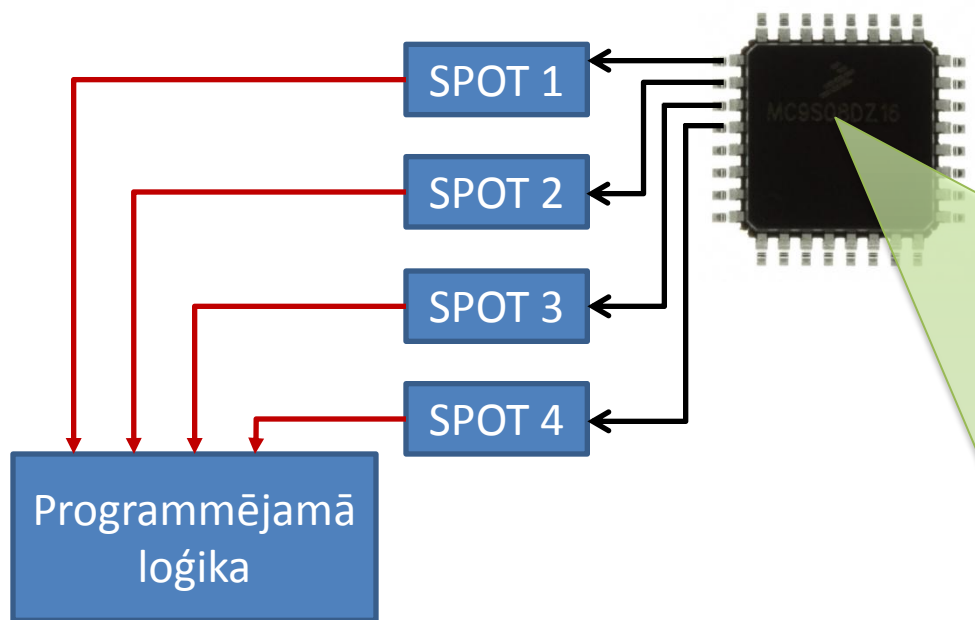
Programmas procesu enerģijas patēriņš

Testa mikrokontrolera programmas kods

Pielietojums testa mikrokontrolera programmas optimizēšanā **atsevišķu procesu enerģijas mērīšanai**

Papildus jānodrošina:

- ✓ aparātūras atbalsts
- ✓ testa kontrolera programmatūras atbalsts



```
if (DMA0CTL&DMAIFG)
{
    START_SPOT_1(); // Start 1-st SPOT
    DMA0CTL &= ~DMAIFG;
    DISABLE_ADC();
    DISABLE_TIMER_B();
    RUN_DMA();

    while(!(DMA1CTL&DMAIFG));
    DMA1CTL &= ~DMAIFG;
    pinClearIntFlag(TRIG_PORT, TRIG_PIN);
    triggerStatus = receivedCommand();

    START_SPOT_2(); // Start 2-nd SPOT
    for (i = 0; i < sizeof(results[]); ++i)
    {
        UCA0TX = results[i];
    }
    STOP_SPOT_2(); // Stop 2-nd SPOT
    STOP_SPOT_1(); // Stop 1-st SPOT
}
```

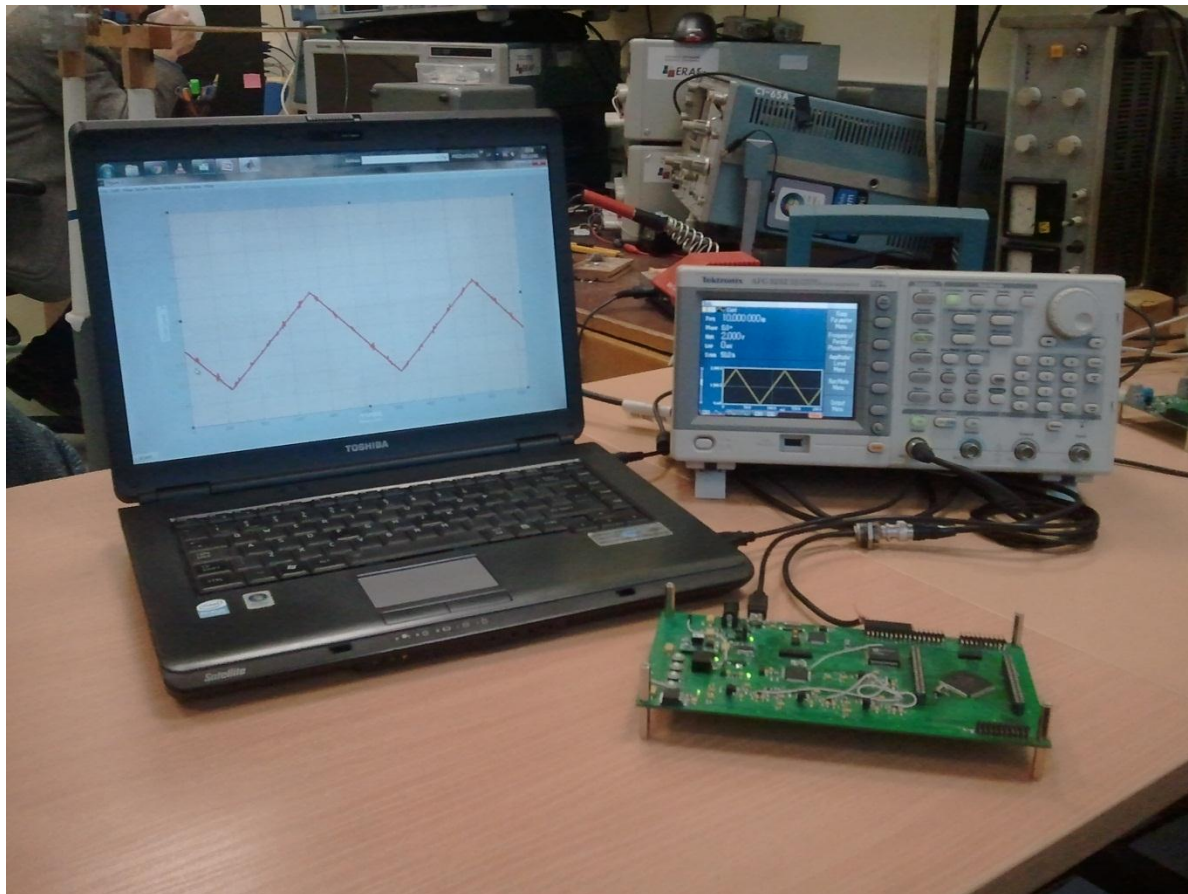
Signālu komutēšana un atklūdošana

- ✓ Laikietilpīgs process veidojot jaunu BST platformu
- ✓ Izstrādājot iegultas sistēmas, tehniski sarežģīti izdalīt kļūdas, kas radušās:
 - aparātūras izstrādes gaitā
 - programmatūras izstrādes gaitā
- ✓ Tehniski sarežģīti notestēt izstrādāto aparāturu uz dažādiem apkārtējās vides parametriem
- ✓ Tehniski sarežģīti notestēt sensoru darbību pie mainīgiem apkārtējās vides parametriem
 - Nepieciešams atklūdot sistēmu, emulējot sarežģītus sensoru datus

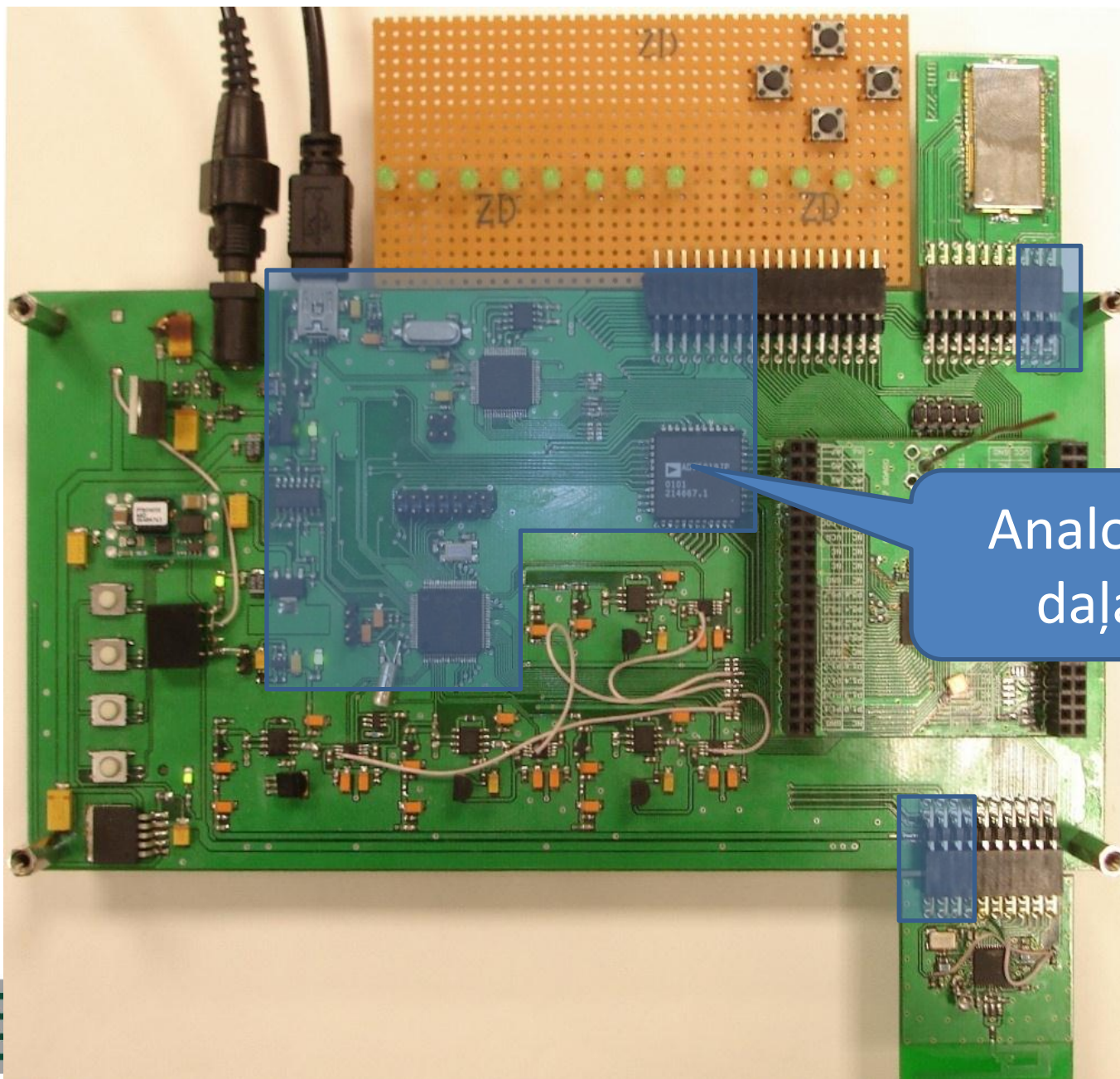
Signālu atklūdošanas eksperiments

Eksperimenta sastāvdaļas

- ✓ Testa signāla ģenerators
- ✓ EdiMote
- ✓ Matlab programmatūra
- ✓ Vadības kontroliera programma:
 - analogās matricas konfigurēšanai
 - analogo signālu iztveršanai un datu nosūtīšanai
- ✓ Datorprogramma datu vizualizācijai, glabāšanai un apstrādei



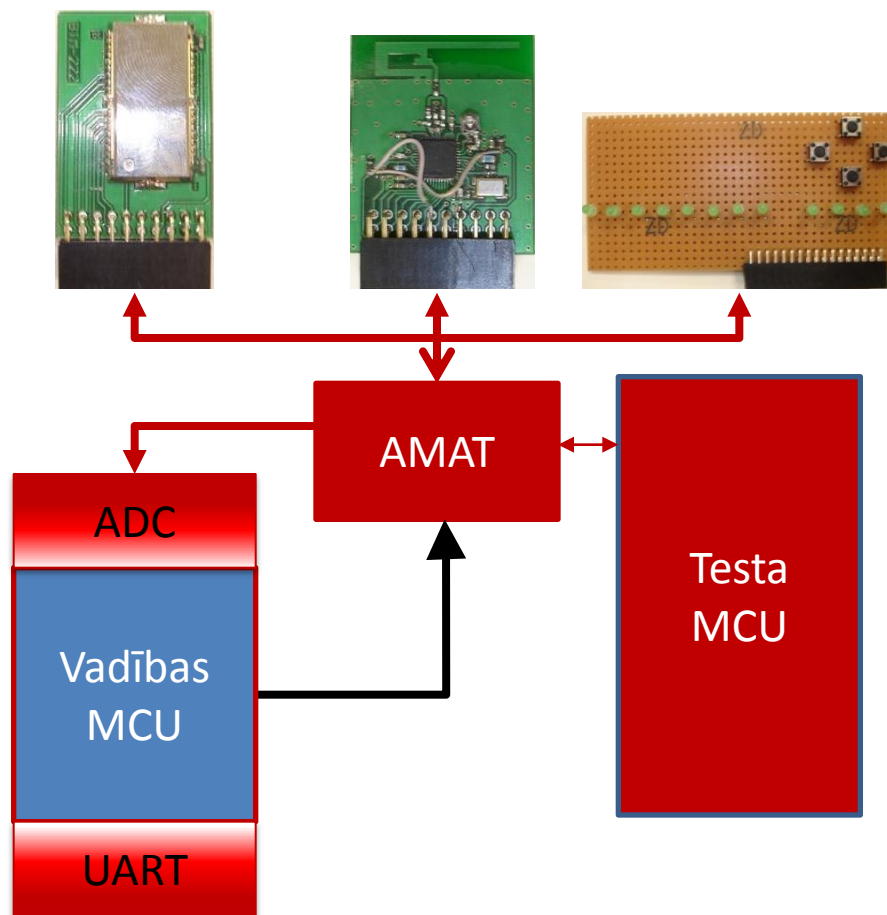
Analogo signālu komutēšana un atklūdošana



Analogā
daļa

Analogo signālu komutēšana un atklūdošana

- Analoģo signālu komutēšana:
 - konfigurācija no vadības mikrokontroliera MSP430F5437
 - konfigurēšanas laiks 52 μ s
 - komutējamo signālu maksimālā frekvence – 20 MHz
- Analoģo signālu atklūdošana:
 - iebūvēts 12-bit ADC modulis
 - UART modulis datu nosūtīšanai
 - maksimālā frekvence 40 kHz

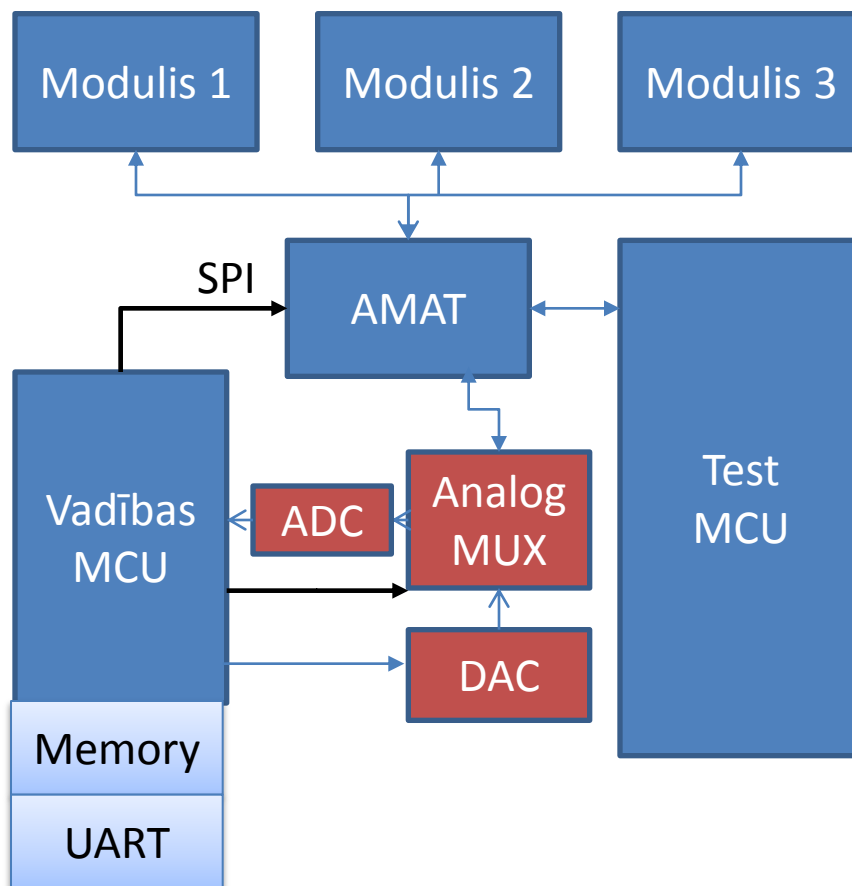


Analogo sensoru emulēšana

Papildināt ar analogo sensoru datu simulēšanas iespēju

Funkcionalitātes nodrošināšanai nepieciešams:

- Analogais slēdzis virzienu maiņai, vadāms no mikrokontroliera
- Ārējs analogais-ciparu pārveidotājs analogo signālu atklūdošanai ar lielāku diskretizācijas frekvenci
- Ciparu-analogais pārveidotājs analogo signālu atspēlēšanai un ģenerēšanai
- Papildus atmiņa ģenerēto signālu glabāšanai



Analogo signālu atspēlēšana un ģenerēšana
analogo sensoru datu emulēšanai

Veiktspējas uzlabošana

Vadības kontroliera aizvietošana:

- Lielāka veiktspēja
 - Takts frekvence – līdz 150MHz
 - 32 bitu arhitektūra
- Lielāka atmiņa (SRAM atmiņa adresējama līdz 4 GB)
- Izstrādātāja funkciju bibliotēkas
- Lielāks perifēriju atbalsts

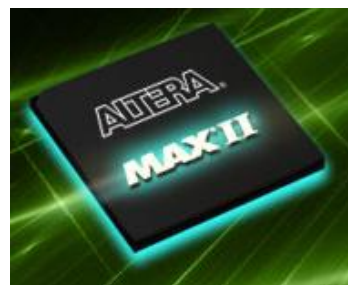
MSP430 -> Cortex M3



Programmējamās loģikas aizvietošana

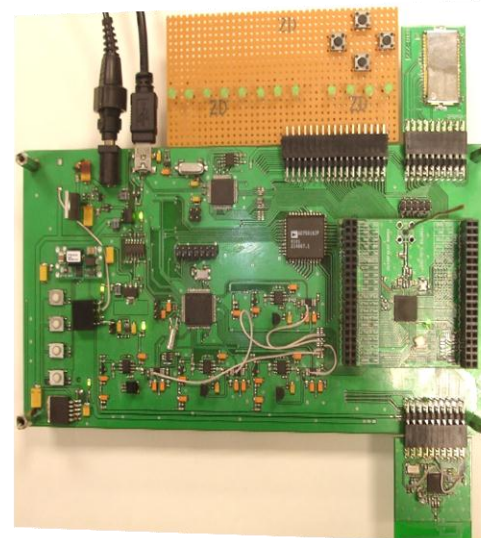
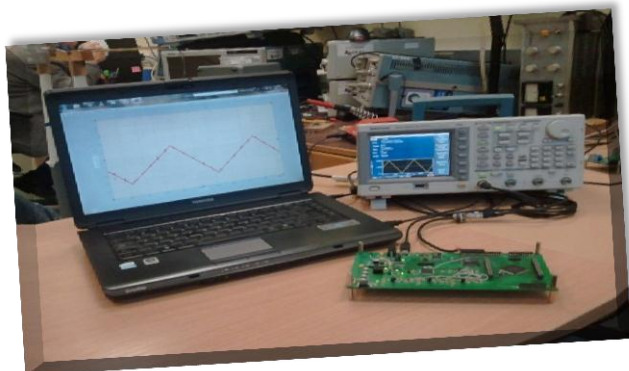
- Universāla arhitektūra – iekšējā atmiņa, vairāk loģisko elementu
- Neierobežots pārprogrammēšanas reižu skaits
- Signālu atklūdošanas iespējas (On-Chip debug)

CPLD -> FPGA

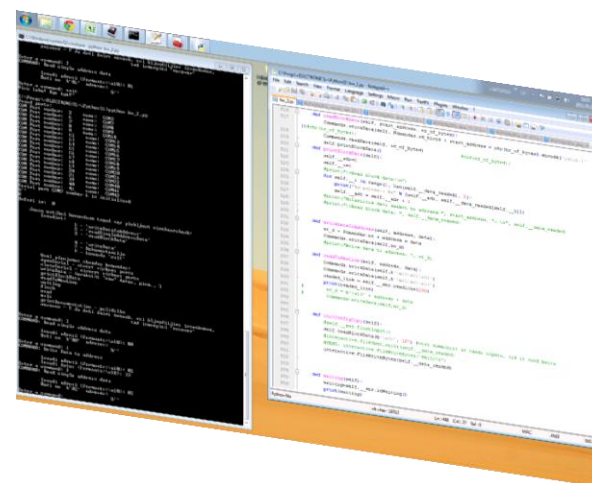


Secinājumi

- ✓ Izvēlēto funkciju veikšanai ar CPLD un MSP resursiem nepietiek
- ✓ Enerģijas patēriņa mērīšana jāveic gan ilgā laika posmā, gan īsā laika posmā
- ✓ Jāveic analogu un ciparu signālu komutācija, atklūdošana modulāritātes nodrošināšanai un problēmu detektēšanai
- ✓ Jāveic signālu ierakstīšana un ģenerēšana sensoru datu emulēšanai



**Jautājumi?
Ieteikumi?**





SEAL: Deklaratīvā sensoru ierīču programmēšana nespeciālistiem

Atis Elsts
Jānis Judvaitis
Leo Selavo

What is SEAL?

- SEAL = **S**ensor **A**pplication Development **L**anguage
- A language & programming environment for WSN application development

NesC code:

```
#include "Timer.h"
#include "RadioSenseToLeds.h"

module RadioSenseToLedsC @safe(){
  uses {
    interface Leds;
    interface Boot;
    interface Receive;
    interface AMSend;
    interface Timer<TMilli> as MilliTTimer0;
    interface Timer<TMilli> as MilliTTimer1;
    interface Packet;
    interface Read<uint16_t>;
    interface SplitControl as RadioControl;
  }
}

implementation {
  message_t packet;
  bool locked = FALSE;

  event void Boot.booted() {
    call RadioControl.start();
  }

  event void RadioControl.startDone(error_t err) {
    if (err == SUCCESS) {
      call MilliTTimer0.startPeriodic(2000);
      call MilliTTimer1.startPeriodic(6000);
    }
  }

  event void RadioControl.stopDone(error_t err) {}

  event void MilliTTimer0.fired() {}

  event void MilliTTimer1.fired() {}

  event void Read.readDone(error_t result, uint16_t data) {
    if (locked) {
      return;
    }
    else {
      radio_send_msg_t* rsm;

```

C code:

```
#include "stdmansos.h"
#include <hil/alarm.h>
#include <string.h>

#define SENSOR_READ_INTERVAL 3000 // milliseconds

// our timer
Alarm_t timer;

//-----
//      Timer callback
//-----
void onTimer(void *param)
{
  // read light sensor value
  uint16_t light = readLight();
  PRINTF("light = %u\n", light);

  // send the value read to radio
  radioSend(&light, sizeof(light));

  // blink LED
  toggleRedLed();
}

//-----
//      Entry point for the application
//-----
void appMain(void)
{
  // initialize and schedule the alarm
  alarmInitAndRegister(&timer, onTimer, SENSOR_READ_INTERVAL, true);
  // set radio packet receive callback
  radioSetReceiveHandle(onRadioInterrupt);
  // turn radio listening on
  radioOn();
  // our job here is complete
  return;
}

```

SEAL code:

```
File Edit Options Buffers Tools C++ Help
read Light, period 2s;
read Humidity, period 2s;
output Radio;
```

WSN programming specifics

- Programming WSN is hard, because:

WSN programming = embedded programming + network programming =>

WSN complexity = embedded complexity + networked device complexity

- Still, majority of WSN applications are conceptually simple:

- Sense-and-send

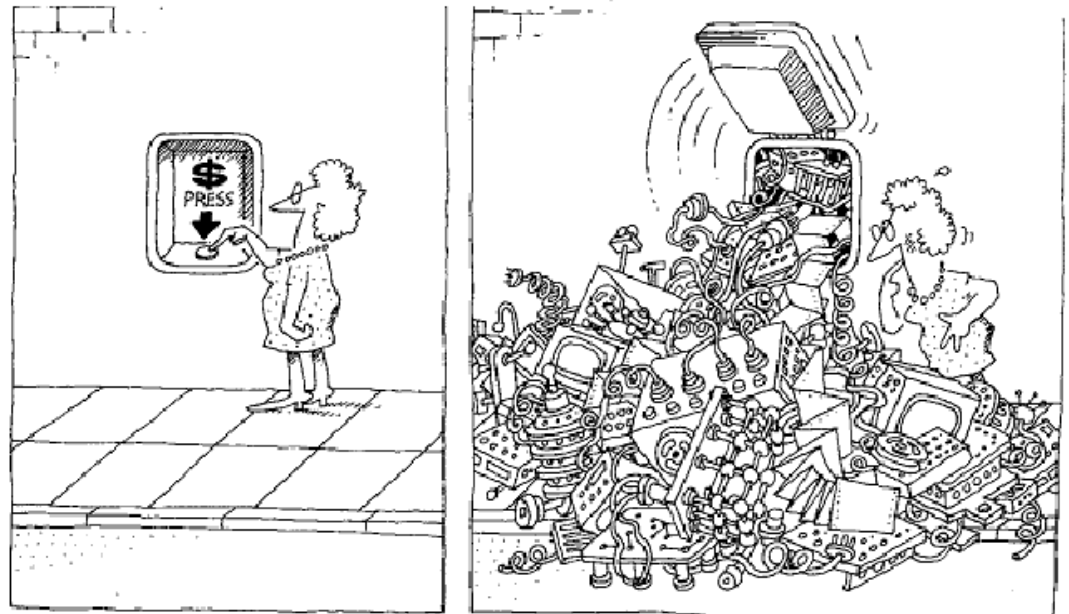
- Event detection

- The majority of potencial WSN users have little or no experience in computer programming



Our idea

- Target the language towards novice programmers
- Decouple between behaviour and implementation
 - Behaviour: **what** the program should accomplish
 - Implementation: **how** to go about accomplishing it
- Use declarative instead of imperative approach
- Abstract away from:
 - Hardware details
 - Networking details



Motivation, part I: WSN for domain scientists

- Who?

- Biologists, agriculture scientists, civil engineers etc.

- Why?

- Control & maintenance of a WSN deployed by computer scientists

- How?

- Using simple portable GUI
 - Specifying which sensors to use, read interval, when to read them (e.g. only measure solar radiation levels during daytime) etc.



Motivation, part II: WSN for student teaching

■ Who?

- Undergraduate CS students in their first WSN course
- Non-CS majors (studying electronics, engineering, physics, environmental science, biology etc.)

■ Why?

- The focus of the course could be on *WSN*, not on advanced *programming*

■ How?

- Writing simple declarative scripts
- Specifying *what* to do, instead of specifying *how*



Motivation, part III: theory

■ *Ten Usability Heuristics, Jakob Nielsen, Ph.D**:

- Visibility of system status
- Match between system and the real world
- User control and freedom
- Consistency and standards
- Error prevention
- Recognition rather than recall
- Flexibility and efficiency of use
- Aesthetic and minimalist design
- Help users recognize, diagnose, and recover from errors
- Help and documentation



* – Jakob Nielsen, “a leading web usability consultant” (New York Times)

Motivation, part III: theory

■ *Ten Usability Heuristics, Jakob Nielsen, Ph.D**:

- Visibility of system status
- **Match between system and the real world**
- User control and freedom
- Consistency and standards
- Error prevention
- **Recognition rather than recall**
- Flexibility and efficiency of use
- **Aesthetic and minimalist design**
- Help users recognize, diagnose, and recover from errors
- Help and documentation



* – Jakob Nielsen, “a leading web usability consultant” (New York Times)

Motivation, part IV: optimizations

- Smaller source code size
 - For a simple sense & send program:
 - 30 lines C code (MansOS)
 - 90 lines NesC code (TinyOS)
 - 3 lines SEAL code!
- Natural ties with duty-cycling & network reprogramming
- Automatic generation of supporting tools



Sample code

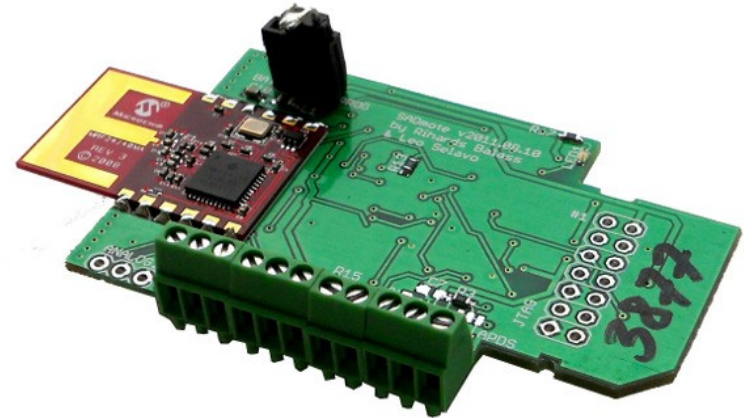
- Blink red LED:

```
use RedLed, period 1s;
```

- Read light and humidity sensors & send to serial port:

```
read Light, period 2s;  
read Humidity, period 2s;
```

```
output Serial, baudrate 38400, aggregate;
```



Sample code

- Conditions:

```
// blink blue led; faster at the start
when System.time < 2s:
    use BlueLed, period 100ms;
else when System.time < 6s:
    use BlueLed, period 500ms;
else:
    use BlueLed, period 2000ms;
end
```

Sample code

■ Output options:

```
// by default, output all data read to serial port;  
// the baudrate is 38400 by default, but specify it explicitly  
output Serial, baudrate 38400;  
  
// also output to radio (aggregate=yes means put all data in  
// one packet; by default on for radio, off for serial port)  
output Radio, aggregate yes;  
  
// also output to MAC protocol, but only when a base station  
// is detected nearby  
output Network, protocol CSMA_MAC, when MAC.baseStationIsReachable;  
  
// also output to higher level network-stack  
output Network, protocol Socket, port 100;  
  
// save light sensor values (but not humidity sensor!)  
// to flash in case battery voltage is above 2.7V  
output Flash {Light, APDS9300}, when System.voltage > 2.7V;
```

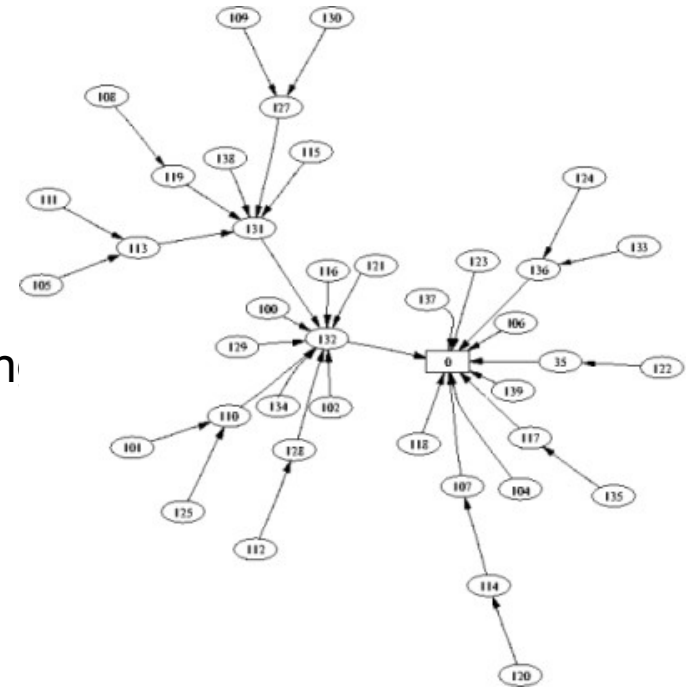
SEAL GUI

- Cross-platform GUI written in Python + wxWidgets



Related work

- WSN query languages (*TinyDB*, *SenQ* etc.)
 - Hard to learn
 - Hard to implement
 - Focuses on issues (inter-network processing are not (yet?) critical for real world WSN
- Declarative programming for WSN (*Chu et al*)
 - Not for novice users
- Network macroprogramming (*Regiment* etc.)
 - SEAL is a *complementary* solution, not a *conflicting* solution
 - SEAL is network agnostic (almost!)



Experimental evaluation

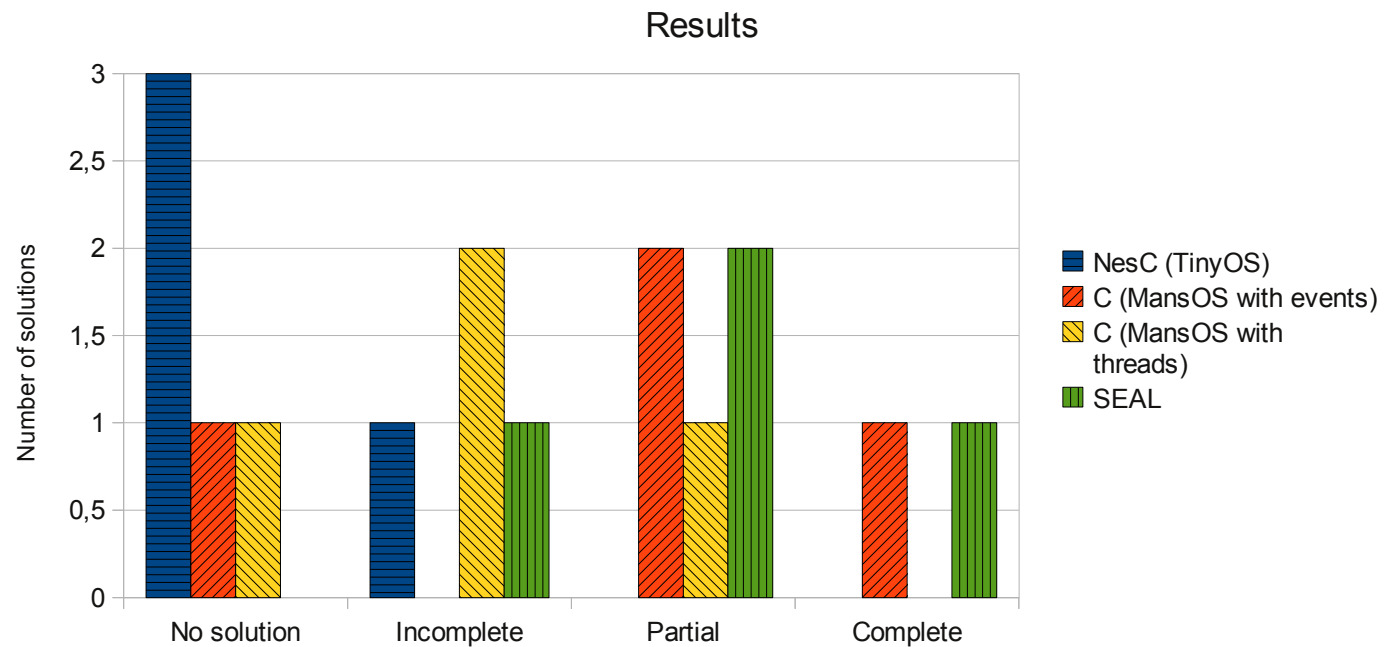
- In September 2011, Girts Strazdins performed experiment with University of Latvia students
- Measured student success in a simple WSN programming task
- The students had no previous WSN programming experience
- Compared programming in NesC (TinyOS) and C (MansOS)
- Conclusions:
 - Only a few of the students were able to complete the assignment
 - Students consider MansOS and especially TinyOS relatively hard to learn

Experimental evaluation

- In November 2011, SEAL was tested on the target audiences
 - Third and fourth year LU students
 - Four students with no WSN experience
 - Domain scientists (from Latvijas Valsts Augļkopības institūts)
 - Four scientists with no programming experience
- The task: program advanced sense-and-send application

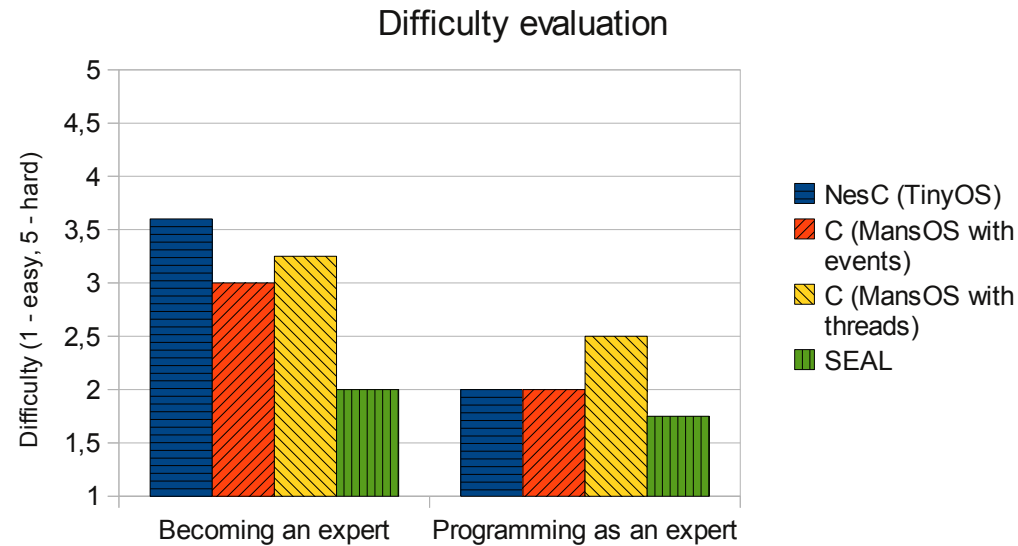
Results and conclusions

- Student solutions (four students on each option):



Results and conclusions

- Student answers to “difficulty evaluation” questions:



Questions?

Navigācija bez GPS: Kalmana filtru izmantošana transporta līdzekļa pozīcijas noteikšanā

Viedo sensoru un tīklotu iegulto sistēmu
pētījumu un attīstības centrs

ESF līdzfinansētā projekta vienošanās
Nr.2009/0219/1DP/1.1.1.2.0/APIA/VIAA/020

Georgijs Kanonirs

Mērķis

- Izveidot efektīvu kooperatīvu transportlīdzekļu-infrastruktūras sistēmu, kas varētu būtiski mazināt satiksmes problēmas visā pasaulē;
- Piedalīties "Grand Cooperative Driving Challenge" sacensībās (unikāls starptautisks izaicinājums kooperatīvas braukšanas jomā, <http://www.gcdc.net/>).



Problēma

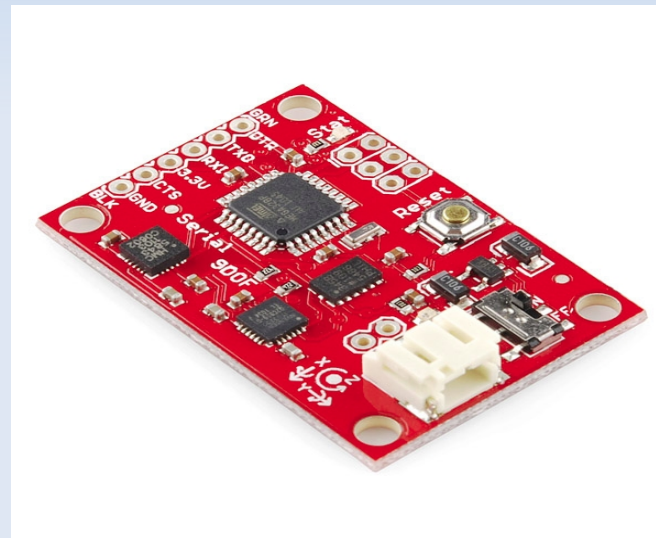
- Reālā laikā ir jānosaka transportlīdzekļa
 - pozīciju ar precizitāti līdz 1 m;
 - ātrumu ar precizitāti līdz 0.5 m/s;
 - paātrinājumu ar precizitāti līdz 0.2 m/s²;
- Dati ir jāatjauno 10 reizes sekundē.

Risinājums

- Integrētā GPS¹, IMU² un digitālā kompasa navigācijas sistēma



Magellan Explorist XL³
GPS uztvērējs



9DOF Razor IMU⁴ modulis:
- 3-ass akselerometrs;
- 3-ass žiroskops;
- 3-ass magnetometrs.

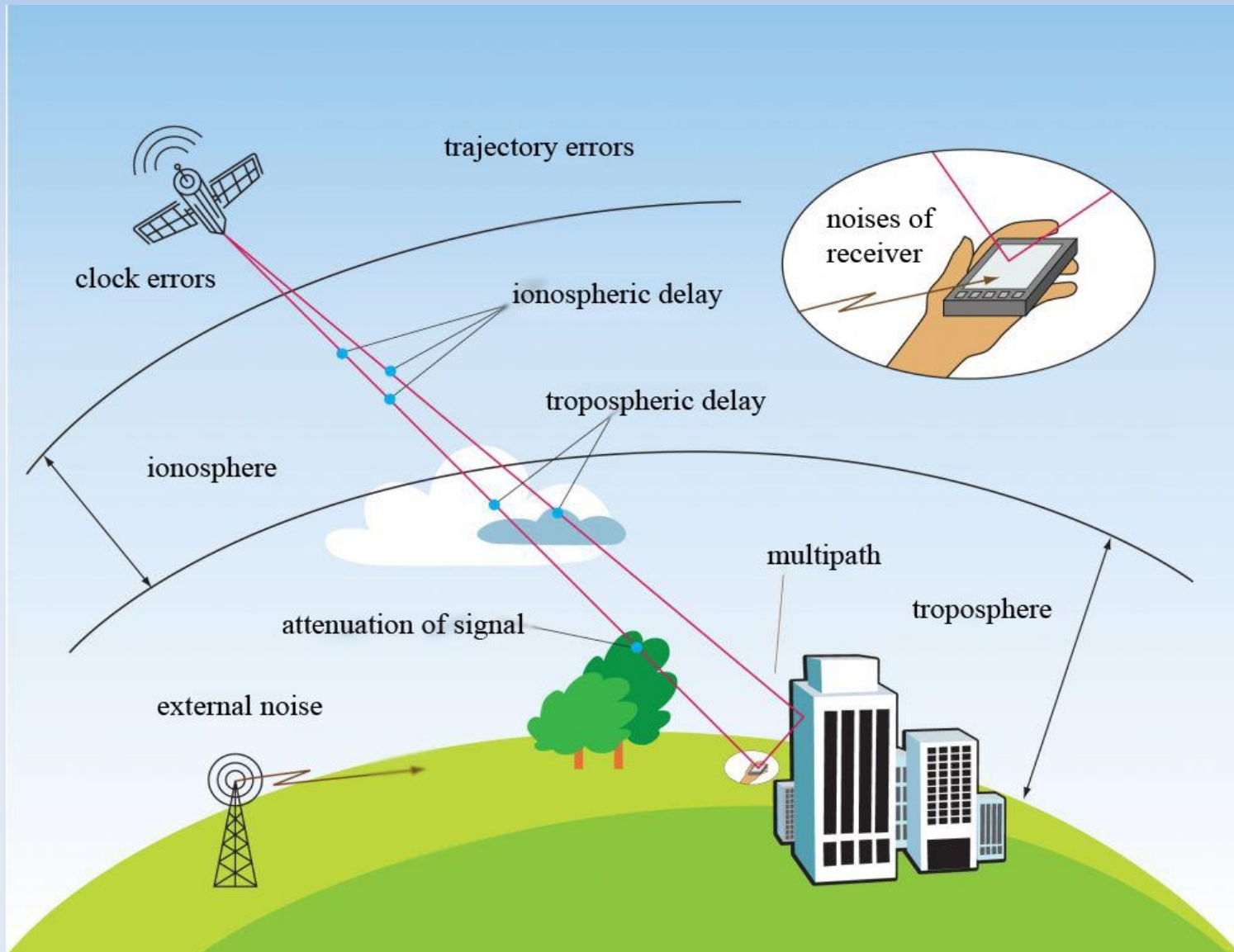
(1) GPS – Global Positioning System

(2) IMU – Inertial Measurement Unit

(3) Summit Hut @ <http://www.summithut.com/products/explorist-xl-north-america/>

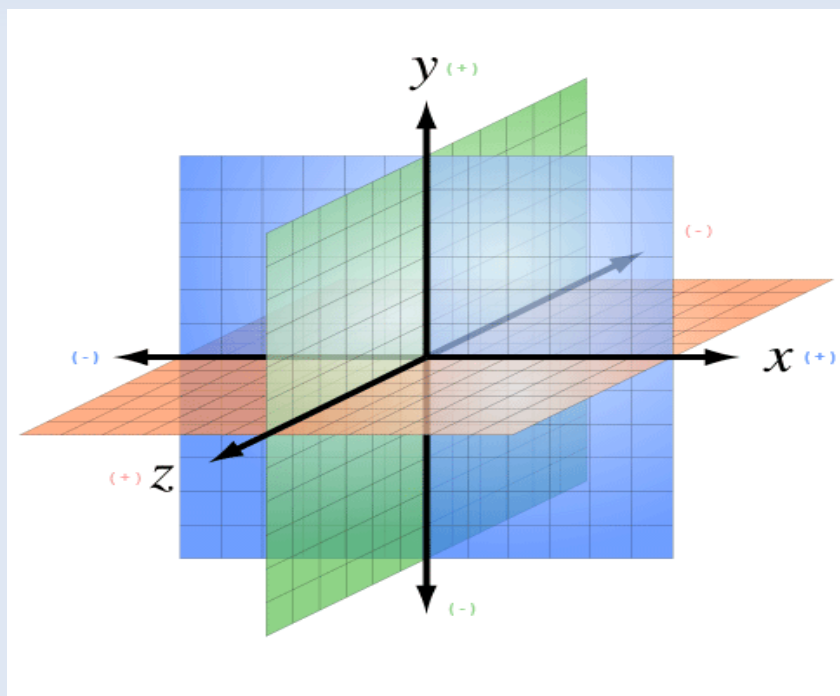
(4) SparkFun @ <http://www.sparkfun.com/products/9623>

GPS kļūdas



IMU kļūdas

- Sensoru novietošanas kļūda (alignment error);
- Nobīdes un mērogošanas koeficientu kļūdas (bias, scaling factor errors).



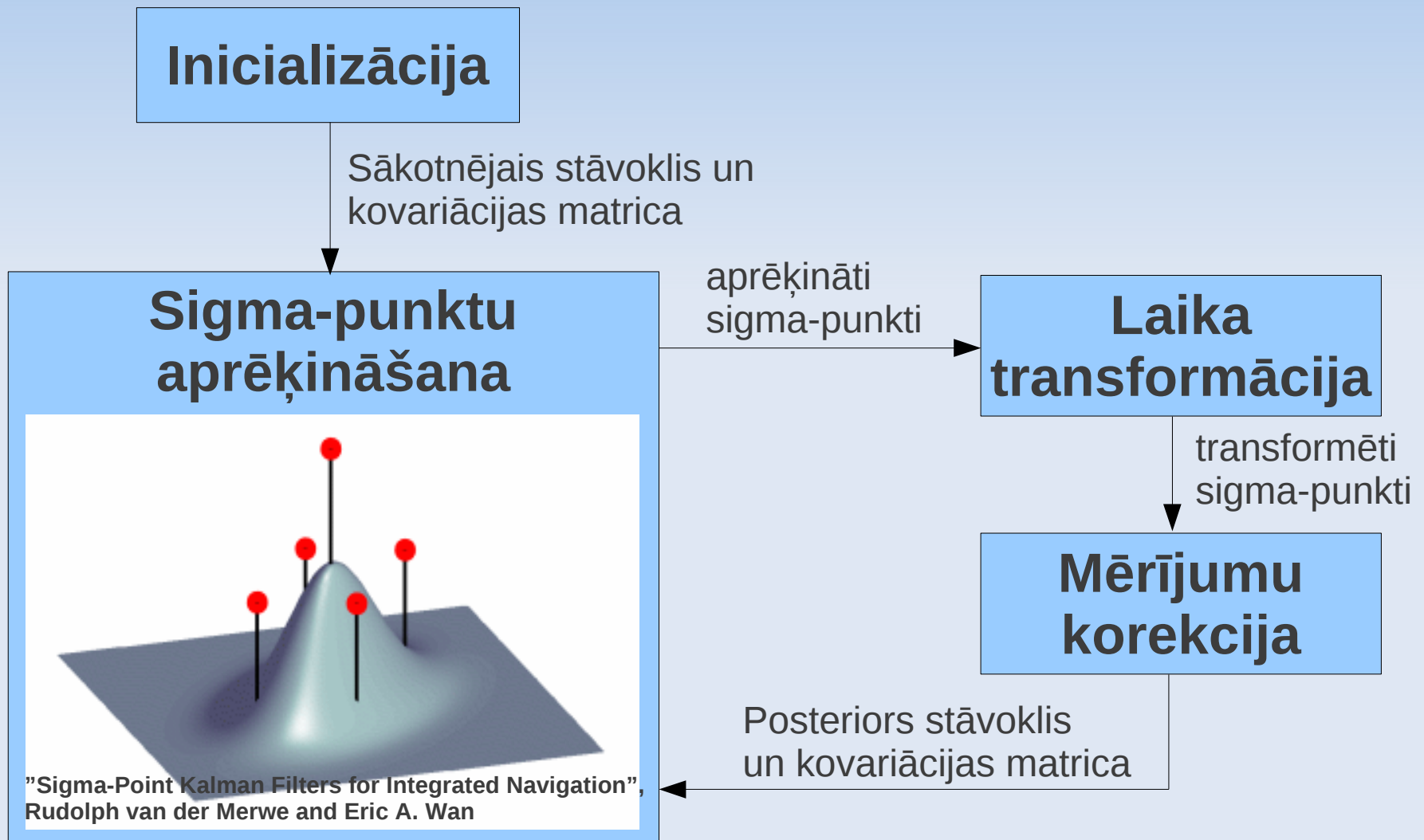
Integrēta navigācija

- **GPS īstermiņa pozīcijas kļūda** ir atkarīga no vairākiem faktoriem, tomēr rezultējošā vidējā kvadrātiskā pozīcijas kļūda ir ierobežota;
- **IMU īstermiņa pozīcijas kļūda** ir salīdzinoši neliela, tomēr vidējā kvadrātiskā pozīcijas kļūda ar laiku uzkrājas;
- **Integrēts navigācijas risinājums** apvieno labāko no abām pieejām.

Datu sapludināšana

- Paplašināto Kalmana Filtru (EKF) ir sarežģīti pielāgot, Jakobianu ieguve var būt netriviāla, filtrs darbojas labi ar ierobežotu nelinearitāti;
- Secīgā Monte-Karlo metode jeb "Particle Filter" (PF) darbojas labi ar patvaļīgu sadalījumu un nelinearitāti, bet ir komplicēts skaitļošanas ziņā;
- **Sigma-punktu Kalmana filtrs (SPKF)** ir labs kompromiss, salīdzinot ar EKF un PF.

SPKF: Izpildes soļi

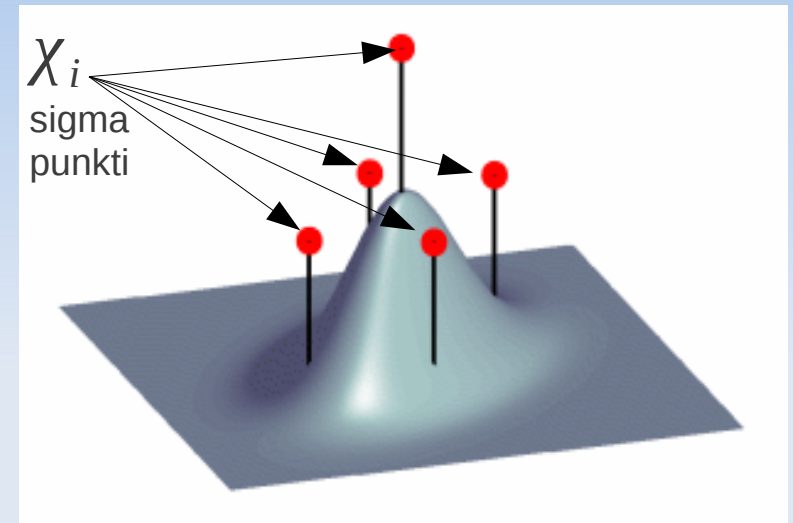


SPKF: Implementācijas

- "Unscented Kalman filter"
- "Square-Root Unscented Kalman filter"
- "Central Difference Kalman Filter"
- "Square-Root Central Difference Kalman filter"
- "Square-Root Spherical Simplex Unscented Kalman Filter "
- "Divided Difference Kalman Filter"
- U.C.

Unscented Transformation (1)

- $\chi_0 = \bar{x}$
- $\chi_i = \bar{x} + \zeta (\sqrt{P_x})_i \quad i=1, \dots, L$
- $\chi_i = \bar{x} - \zeta (\sqrt{P_x})_i \quad i=L+1, \dots, 2L$
- $\bar{y} = \sum_{i=0}^{2L} w_i^m f(\chi_i)$
- $P_y = \sum_{i=0}^{2L} w_i^c (f(\chi_i) - \bar{y})(f(\chi_i) - \bar{y})^T$

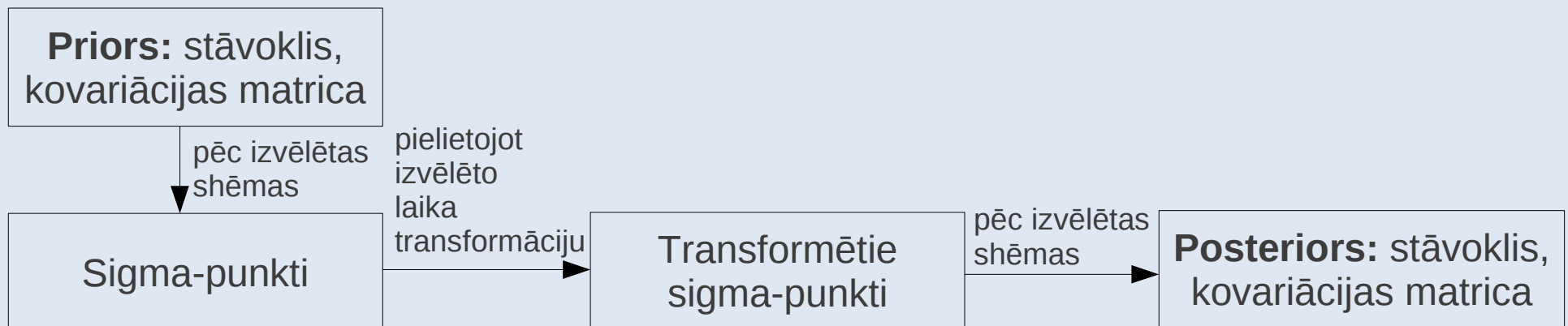


- $\bar{x}$ - priors stāvoklis
- $\bar{y}$ - posteriors stāvoklis
- ζ - skalārs mērogošanas koeficients, kas nosaka sigma-punktu izplatību ap $\bar{x}$
- P - priora/posteriora kovariācijas matrica
- L - stāvokļa vektora izmērs
- w_i - i-ais stāvokļa/kovariācijas svars
- f - vispārējā (nelineārā) funkcija

Unscented Transformation (2)

SPKF implementācijas specifika

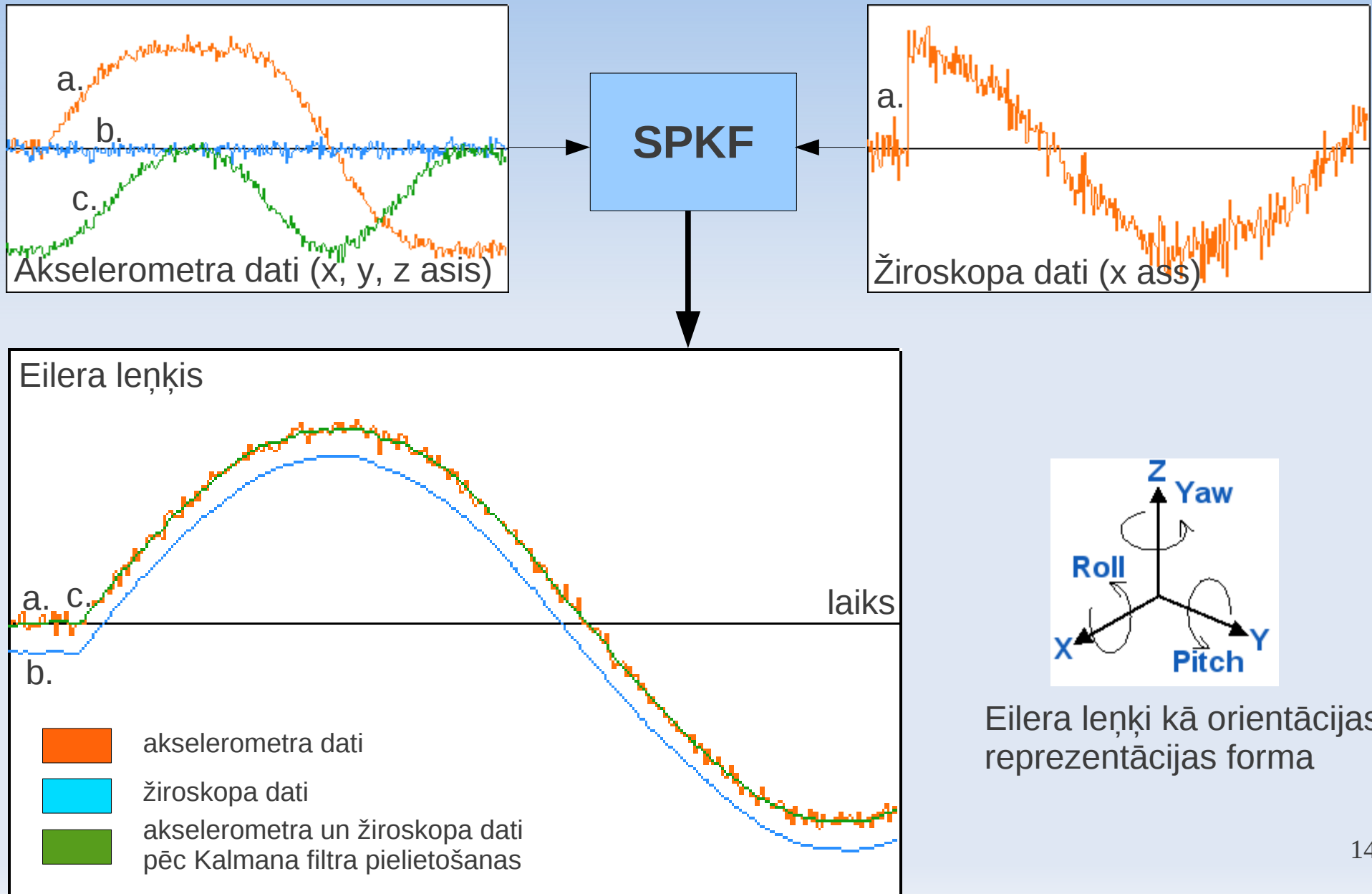
- Sigma-punktu izvēles shēma (svari un skalārs mērogošanas koeficients);
- Metode, ar kuru transformētie sigma-punkti tiek kombinēti, lai aprēķinātu posterioro kovariācijas matricu.



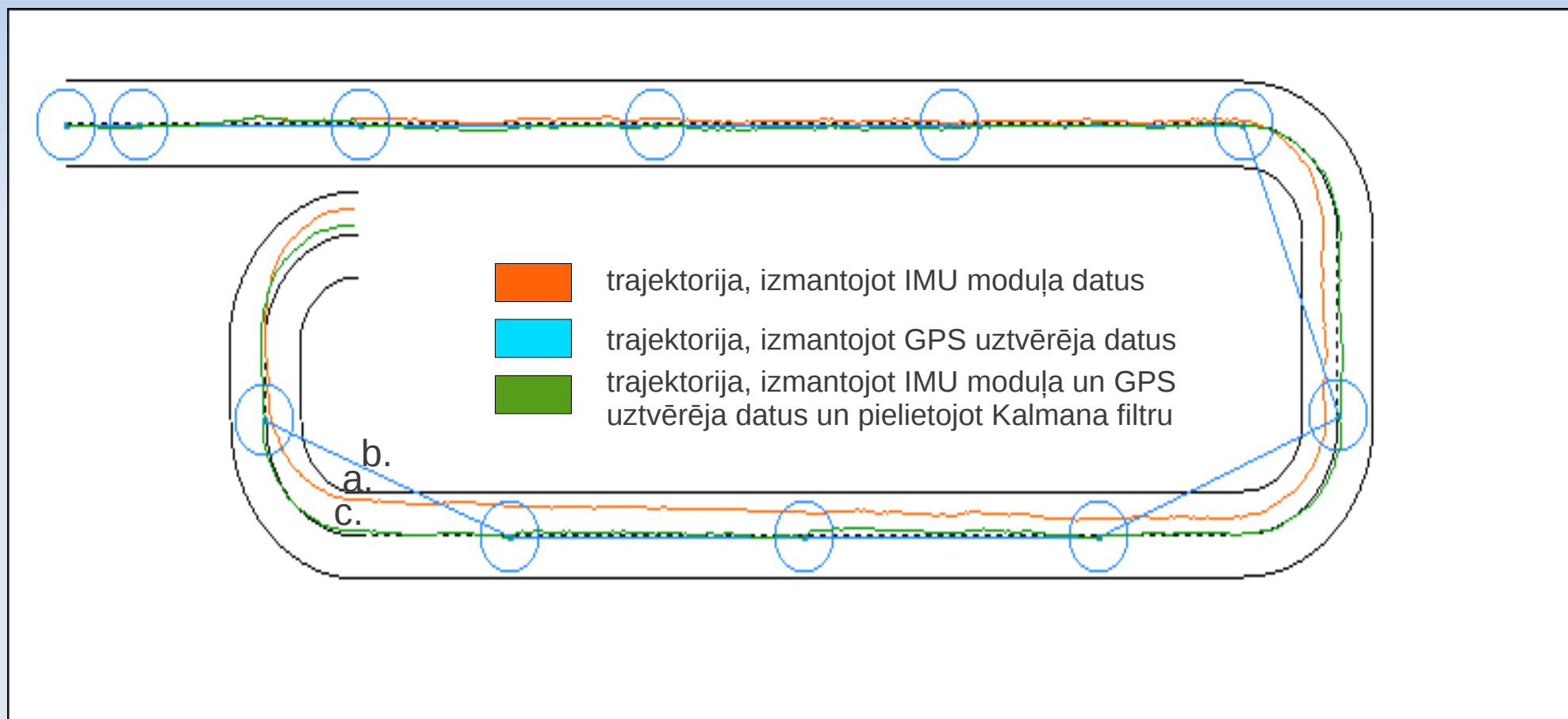
Realizācija

- C++ lietojumprogrammatūra, ar simulācijas iespējām un atdalītām "release" un "sandbox" sadaļām;
- Kopīgie moduļi:
 - matemātiskās struktūras un funkcijas (KF saistītās lietas un kustību analīzes funkcijas);
 - UART komunikācijas modulis;
 - lietotāja saskarnes komponentes;
 - datu konvertācijas un analīzes funkcijas.
- Datu simulācija ir "sandbox" specifiska lieta.

IMU orientācijas novērtēšana



IMU/GPS pozīcijas novērtēšana



Nākotnes plāni

- Kustības modeļa pilnveidošana (piem., ņemot vērā arī Koriolisa efektu);
- Testēšana reālā vidē ar reāliem datiem;
- Secīgu Monte-Karlo metožu ("Particle Filters") pielietošana navigācijā;
- Navigācijas programmatūra kā patstāvīga bibliotēka.

Paldies par uzmanību!

Jautājumi?



GCDC 2011, Team Latvia



Saprast pašsaprotamo: smadzeņu signālu apstrāde

SenSigA grupa:

Modris Greitāns

Uldis Grunde

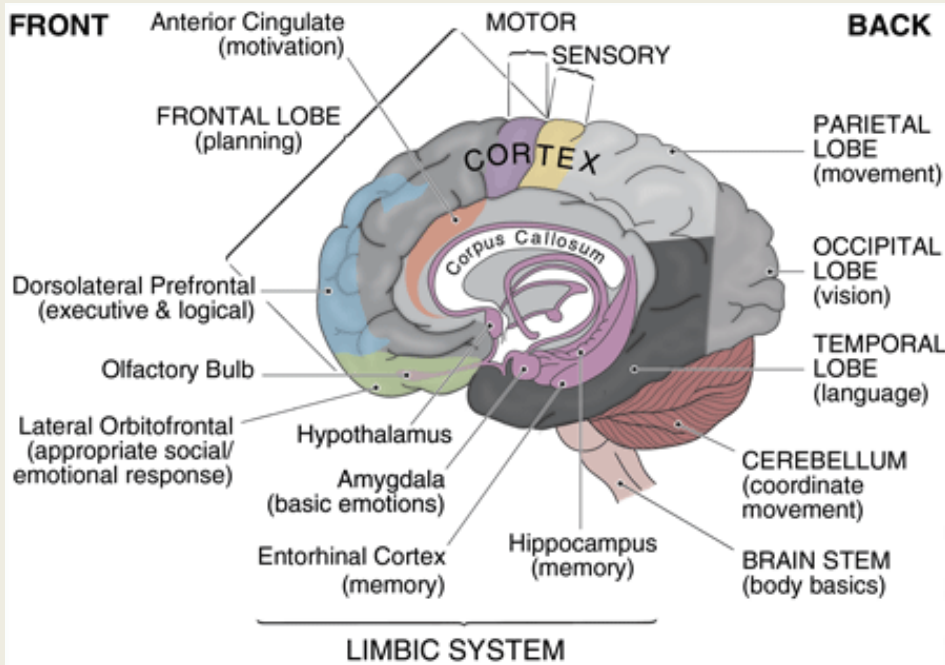
Kaspars Ozols

Rolands Šāvelis

Ievads

- Izmantojam divas atšķirīgas smadzeņu signālu pārveides metodes.
- Abām metodēm kopīga ir notikumvadīta signāla nolašu iegūšana.
- Atšķirīgais:
 - pirmā metode - visas iegūtās signālu nolases tiek pārraidītas;
 - otrā metode - iegūtās signālu nolases tiek apstrādātas lokāli un pārraidīti tiek apstrādes rezultāti.
- OTRAS metodes pielietojuma piemēri:
 - smadzeņu signālu informācijas saspiešana;
 - epilepsijas slimnieku lēkmju paredzēšana, izmantojot iegūtos un apstrādātos smadzeņu signālus.

Signālu avots - smadzeņu garoza



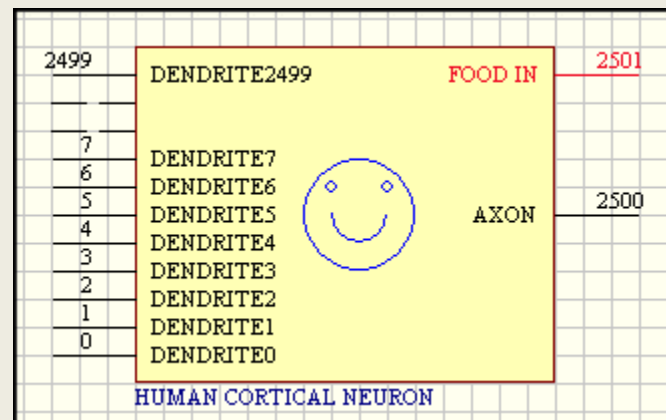
➤ Smadzenes ↔ Dators

iPad 3



Smadzenes ↔ Dators

- Salīdzinājums veikts 1998. gadā MIT studenta V.Gerasimova pētījumā ***“Information Processing in Human Body”***
 - Smadzenes 2% ķermeņa svara, 20-40% enerģijas, 20% skābekļa
 - Līdzvērtīgs 500 Pentium 4 datoriem (1 tranzistors – 1 neirons)
- Smadzeņu garozas šūnai – neironam ekvivalents elektroniskais elements būtu ar 2,500+ izvadiem



Neirona funkcijas un uzbūve

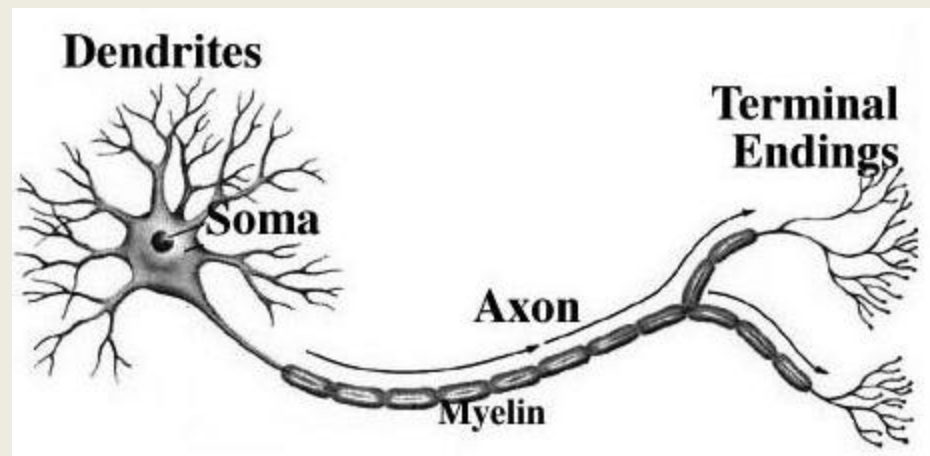
➤ NEIRONA FUNKCIJAS:

RECEPTORĀ FUNKCIJA informatīvā signāla uztvere, primārā analīze;

INTEGRATĪVĀ FUNKCIJA regulatoru vadības programmu un komandu izstrāde un nosūtīšana;

SEKRETORĀ FUNKCIJA bioloģiski aktīvu vielu izstrāde un sekrēcija;

NEIRĀLĀ ATMIŅA seku parādības neironā, paildzināta aktivitāte, ko izraisījis ārējs kairinātājs.



Garozas neironu tipi, to signālu frekvences un amplitūdas

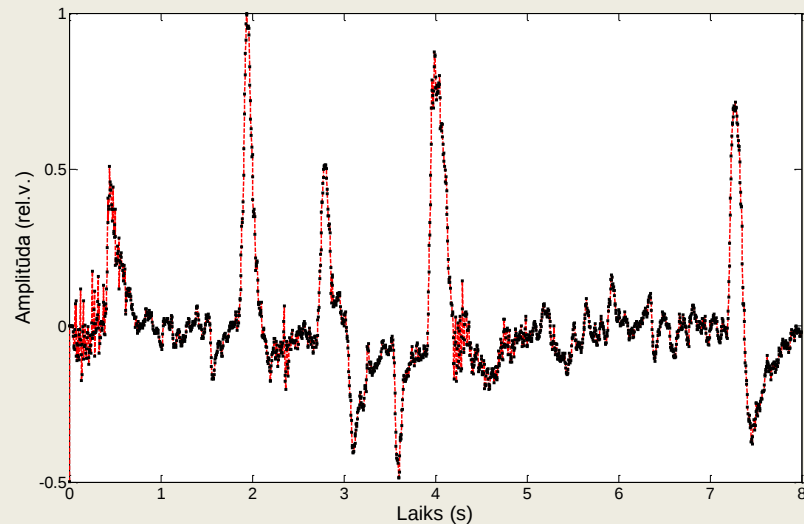
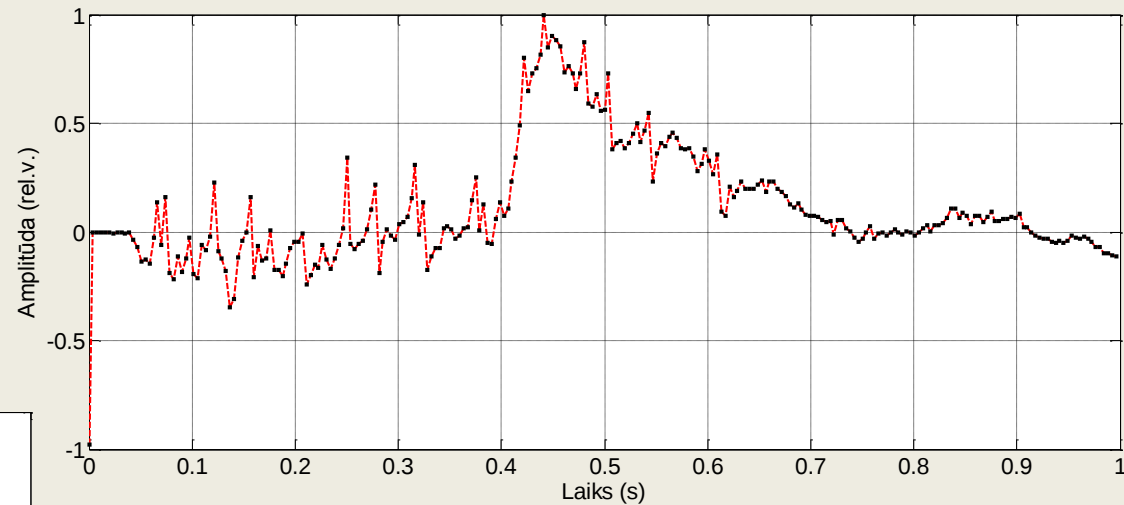
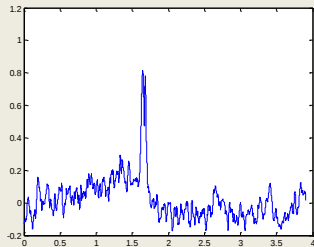
- sensorie jeb jušanas neironi;
- motorie jeb kustību neironi;
- starpneironi jeb asociatīvie neironi;
- veģetatīvie neironi;



	Reģ. apgabals	Tipiskās frekvences, Hz	Tipiskās amplitūdas, μV
α	Pakauša daiva	8 – 13	2 – 100
β	Paura, pieres daiva	13 – 22	5 – 10
γ	Postcentral gyrus	30 – 100+	3 – 5
Δ	miegaaktivitāte	0.5 – 4	20 – 100
θ	Paura daiva, deniņi	4 – 8	~ 10

Smadzeņu garozas aktivitātes signāls- elektroencefalogramma

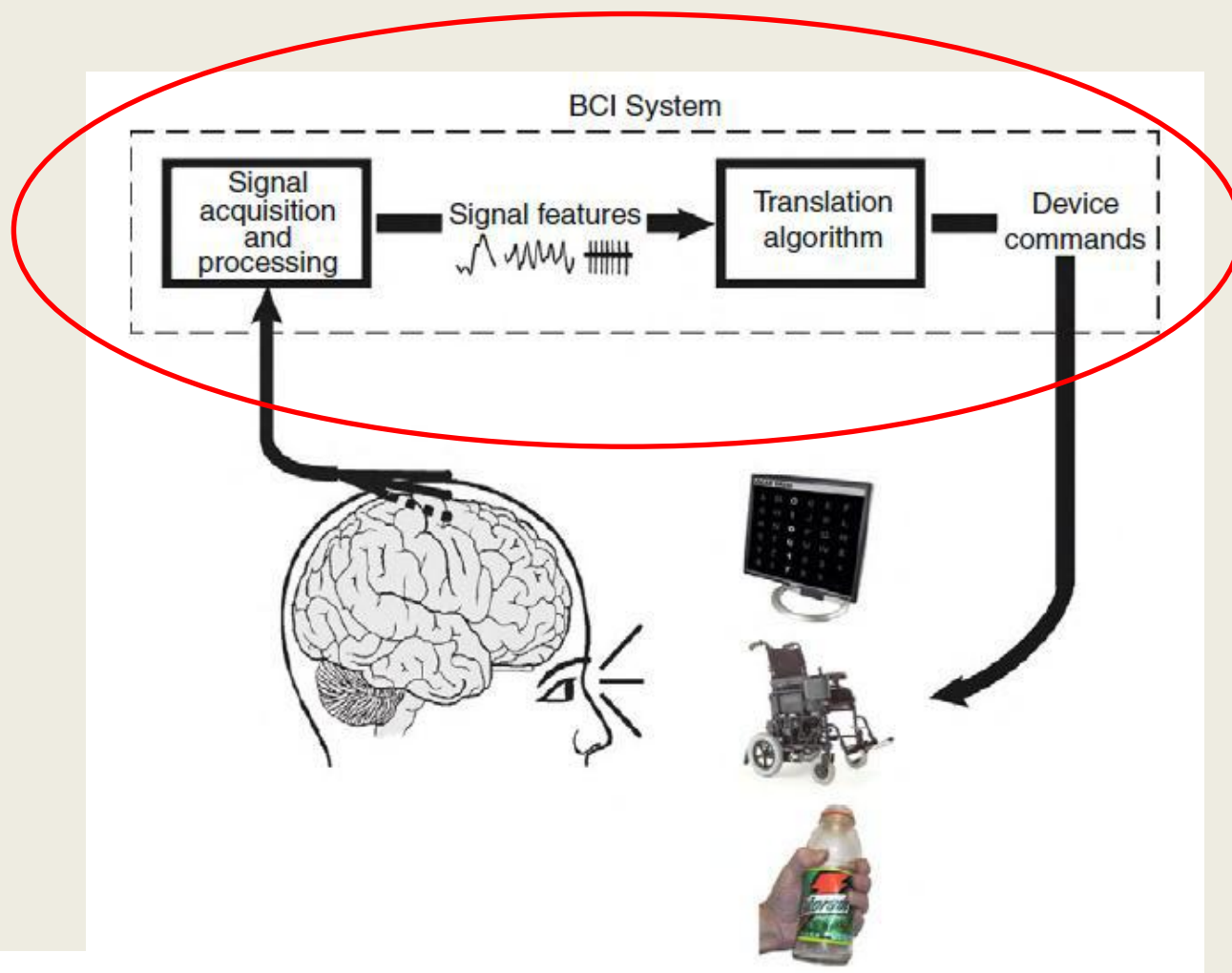
Elektroencefalogramma - EEG



Daudzu neironu signālu pārklāšanās +
trokšņi

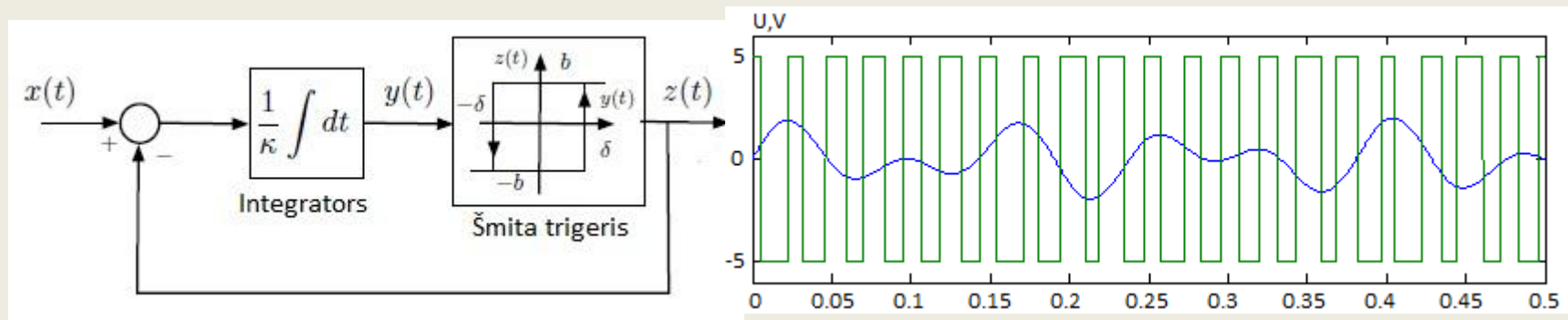
EEG signāls mainās atkarībā no aktivitātes

Smadzeņu signālu apstrādes piemērs: domjutīga saskarne (Brain-Computer Interface)



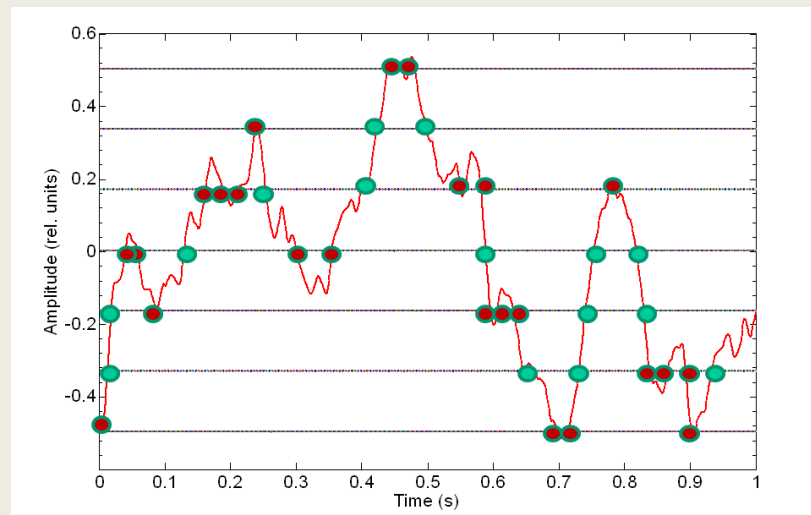
Izmantotās signālu pārveides metodes un ar tām saistītās problēmas

- ✓ Pirmā metode izmanto asinhronu sigma-delta modulatoru, kura binārās izejas pārslēguma vietu laika momenti reprezentē ieejas analogo signālu
- ✓ Pirmās metodes gadījumā pamatproblēma ir kā precīzi pārraidīt un noteikt binārā signāla pārslēgumu vietu laika momentus



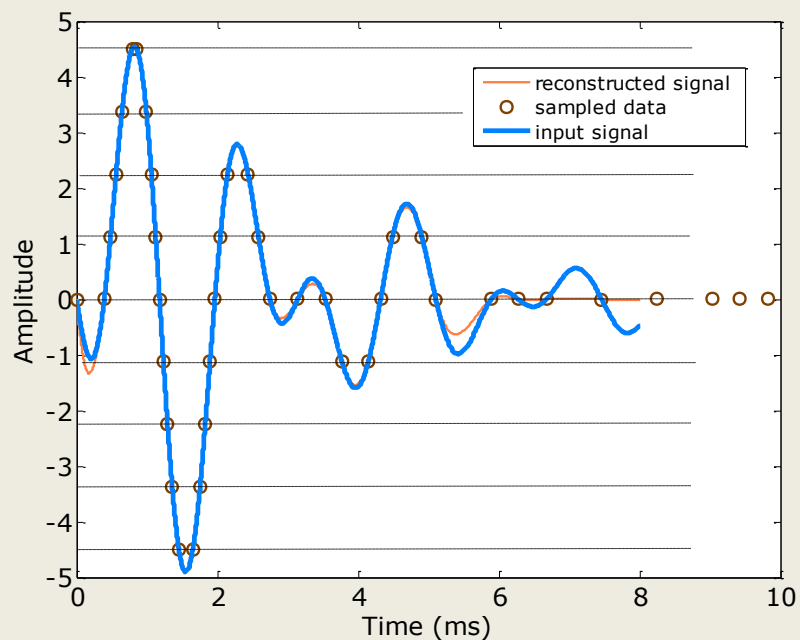
Izmantotās signālu pārveides metodes un ar tām saistītās problēmas II

- ✓ Otrā metode ir modificēta līmeņu šķērsojuma metode, kas izmanto nevienmērīgu šķērsojamo līmeņu vērtību sadalījumu un diskretizētus laika intervālus
- ✓ Otrās metodes gadījumā pamatproblēma ir kā samazināt signāla nolašu kopskaitu, nezaudējot atjaunojamā (no nolasēm rekonstruējamā) signāla līdzību ar oriģinālo signālu;

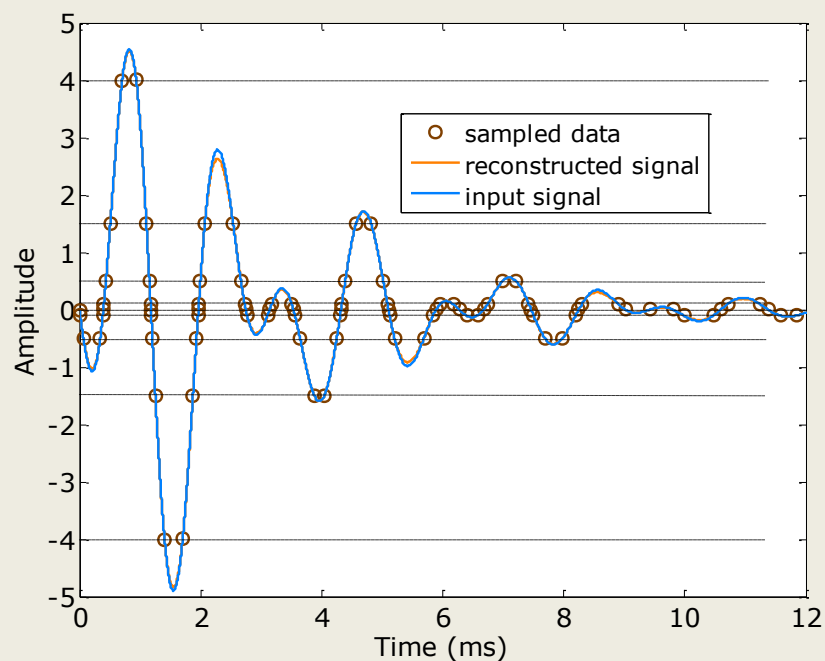


Šķērsojuma līmeņu izvietojums

Vienmērīgs – 9 līmeņi



Nevienmērīgs – 9 līmeņi



Signālu avoti

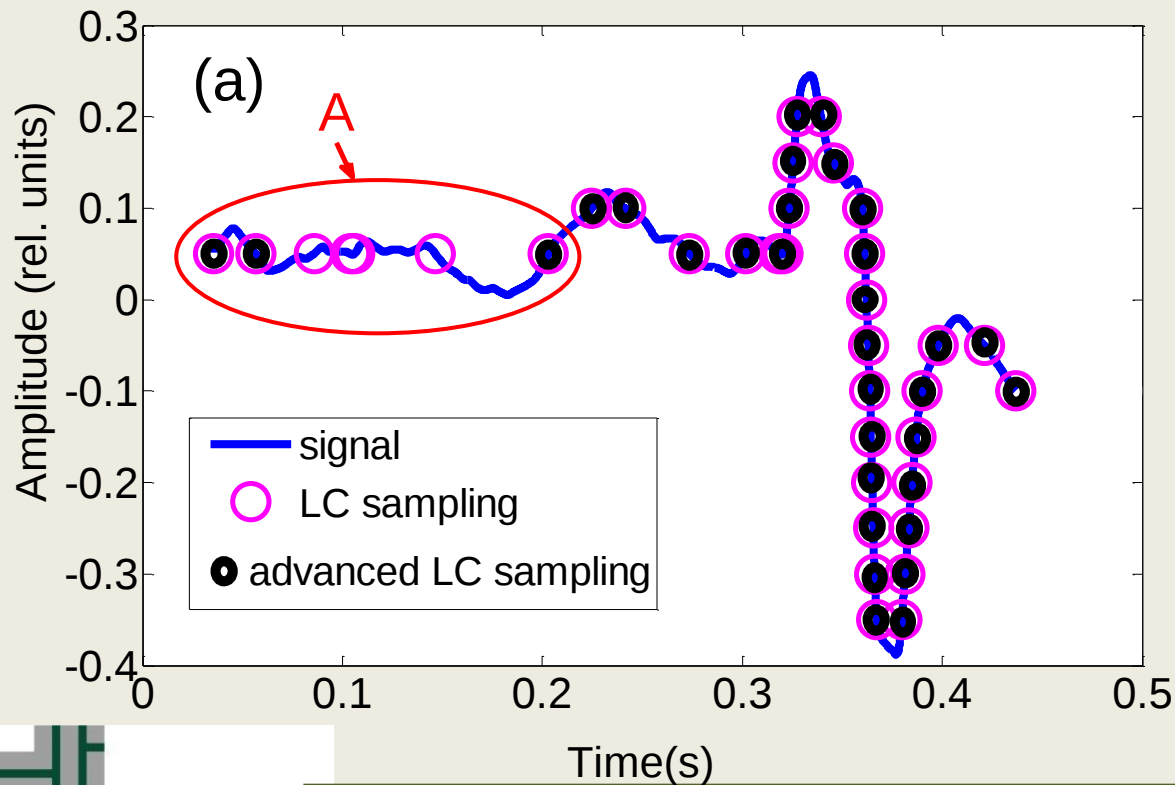
- Izmantotās metodes pārbaudei izmantotie EEG signāli tika ņemti :
- EEG time series Database <https://epilepsy.uni-freiburg.de/freiburg-seizure-prediction-project/eeg-database>.
- Nolašu frekvence 256 Hz
- Vārdu garums – 12 bits
- 24 stundu signāli, 6 kanāli

Darba posmi

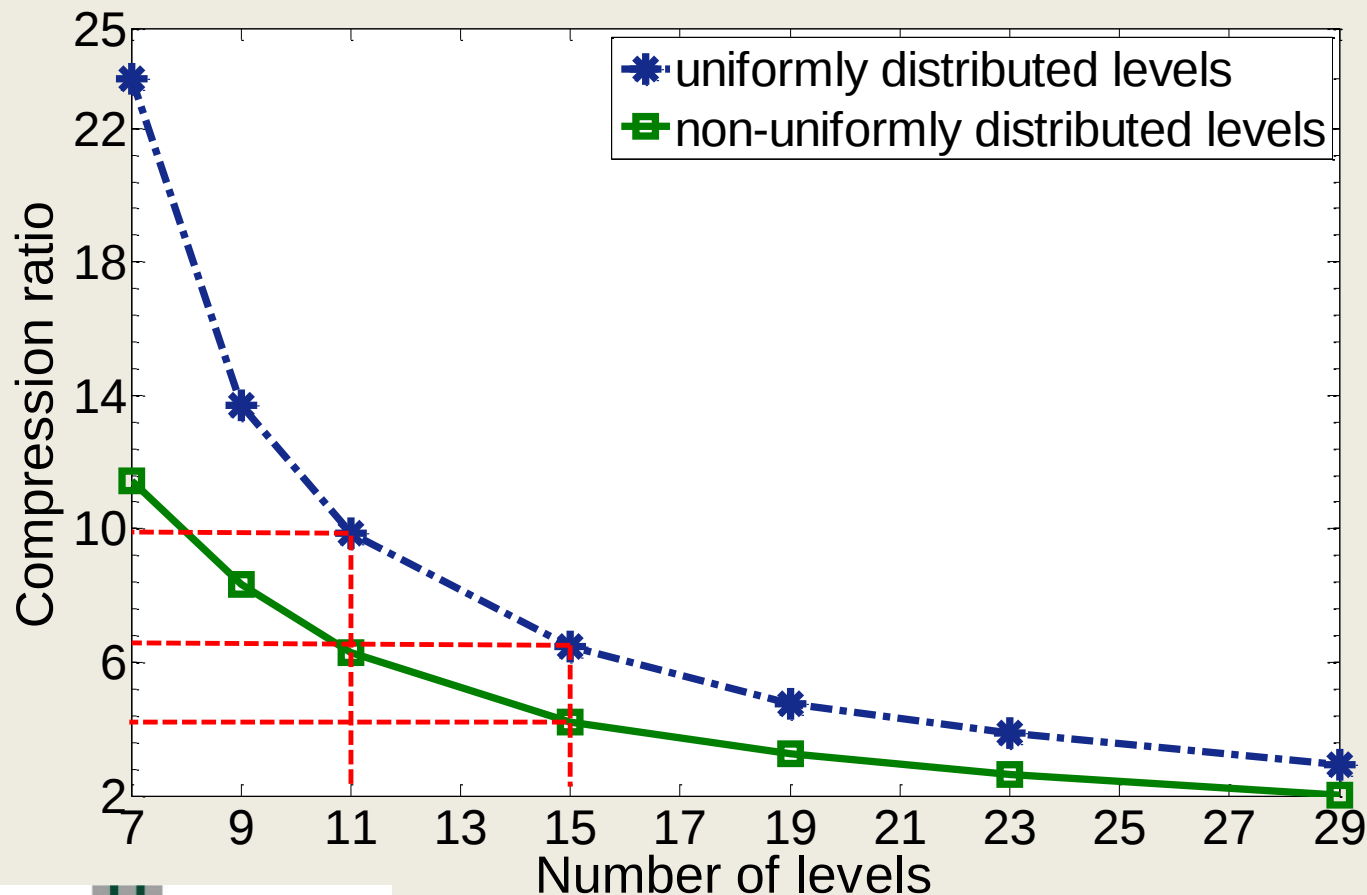
- Izmantojot pieejamo EEG signālu datu bāzi tika simulēti dažādi EEG nolašu saspiešanas algoritmi
- Pārbaudīta pieeja EEG epilepsijas slimnieku lēkmju detektēšanai un prognozēšanai, izmantojot līmeņa šķērsojuma metodi

Izveidotie risinājumi

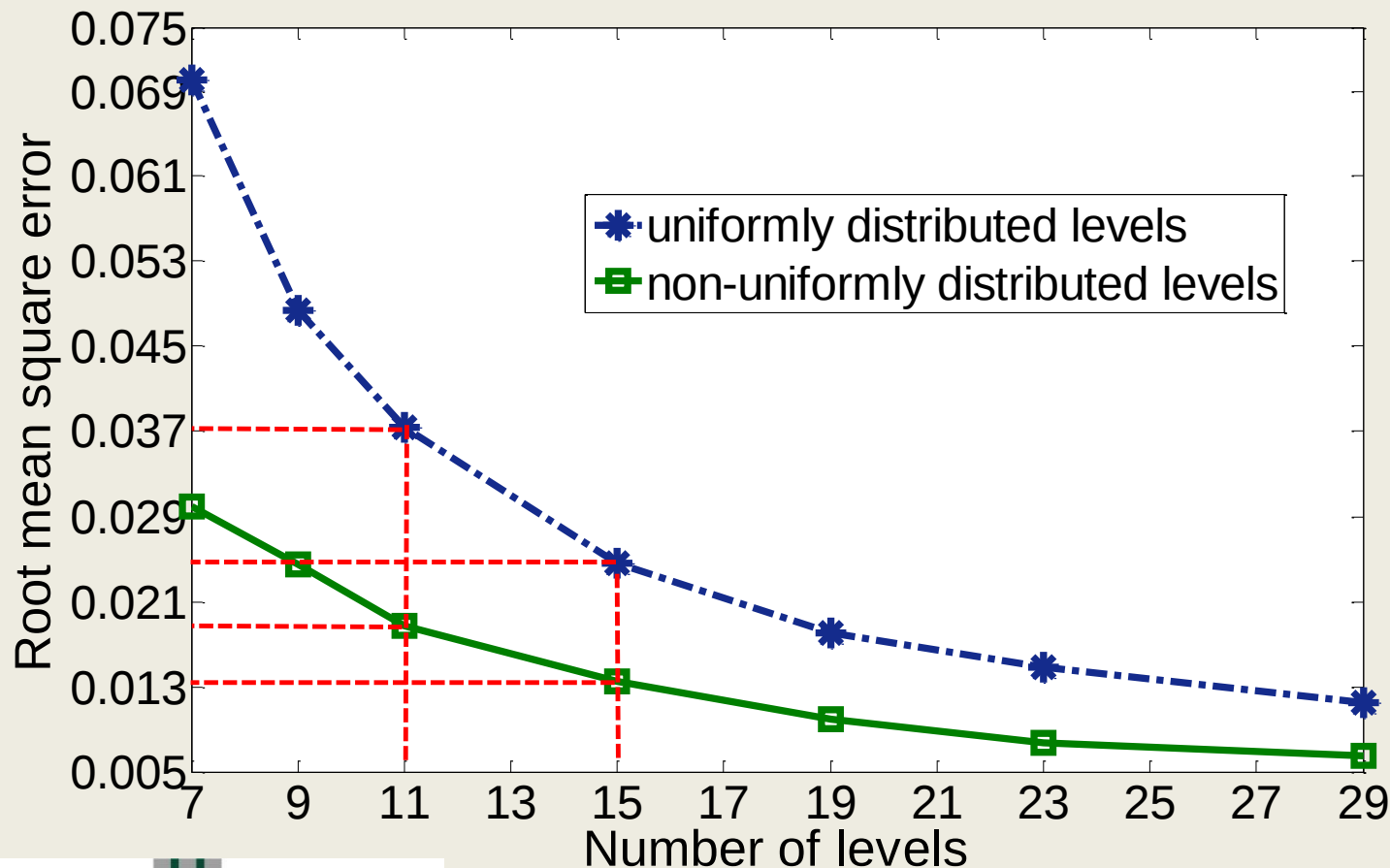
- ✓ Signāla nolašu kopskaitu samazināšanai izmanto pilnveidotu līmeņu šķērsojuma metodes algoritmu, kas veic nebūtisko nolašu atmešanu



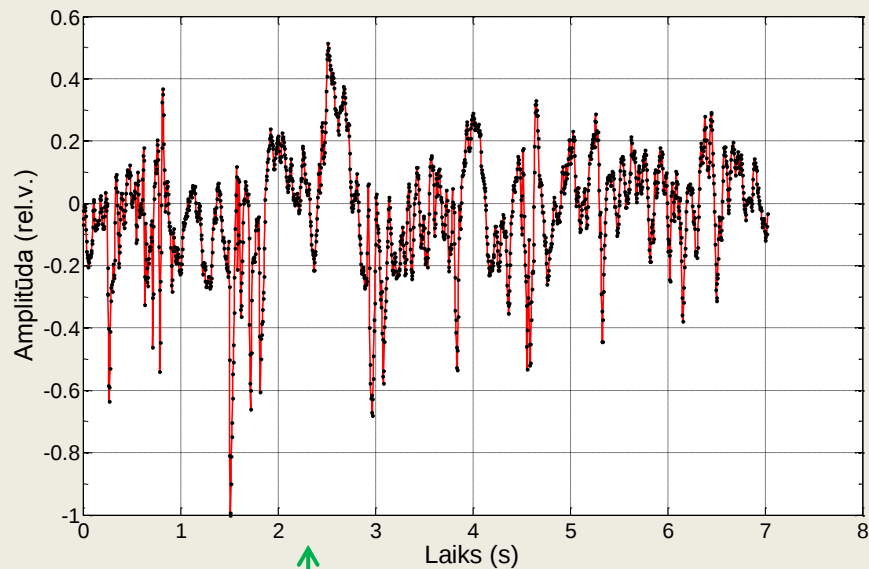
Signāla saspiešanas salīdzinājums atkarībā no izmantotā līmeņu skaita



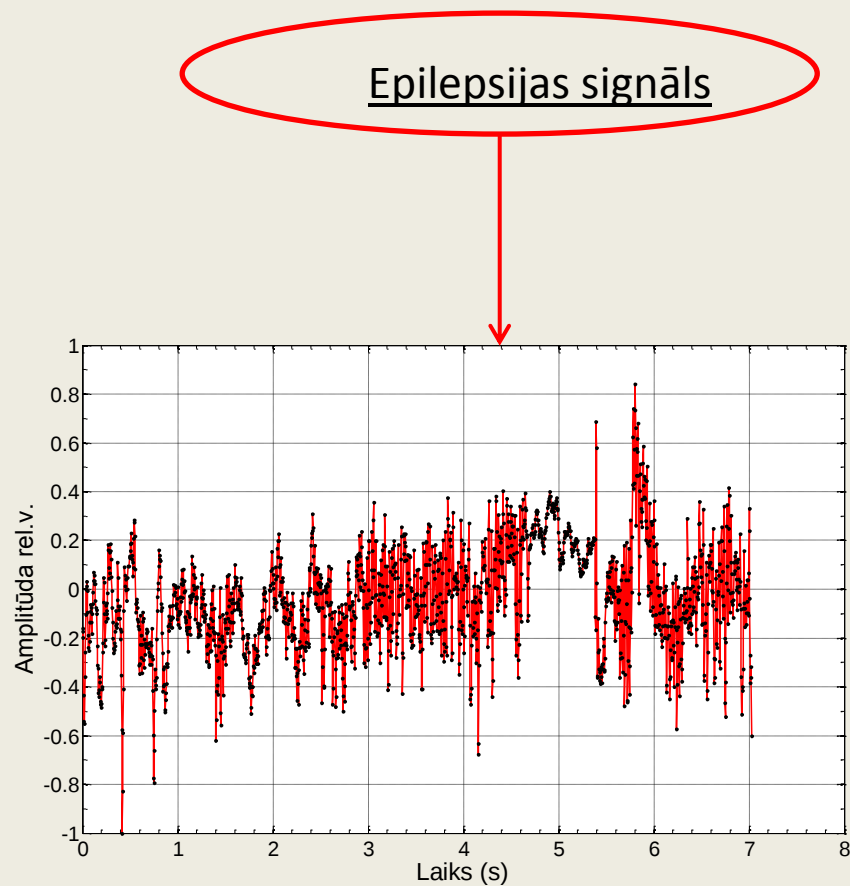
RMS salīdzinājums vienmērīgam un nevienmērīgam līmeņu sadalījumam



Normāla un epilepsijas EEG

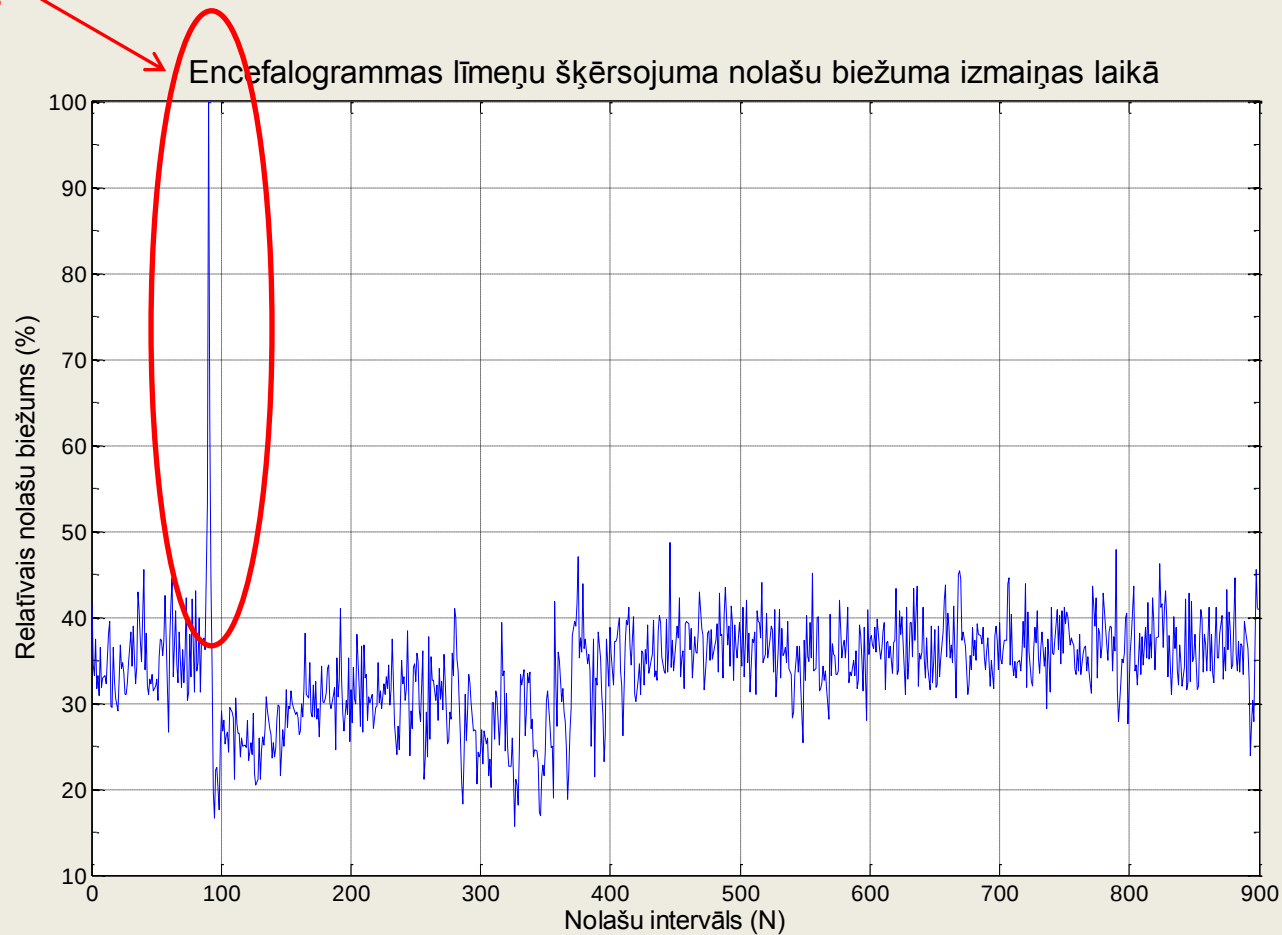


Normāls signāls



Epilepsijas detektēšanas piemērs

LĒKME



Rezultāti un secinājumi

- Iegūtas sakarības starp atjaunotā EEG signāla metrikas rādītājiem atkarībā no izmantotā līmeņa šķērsojuma kvantēšanas līmeņu skaita
- Noteikts integrāls rādītājs epilepsijas slimnieku lēkmju prognozēšanai, kurš balstās uz līmeņa šķērsojuma metodi (izmantoti EEG signāli no Freiburgas datu bāzes)

Radio pārraide bez izšķērdības: Iegremdējamas antenas virziena darbībai

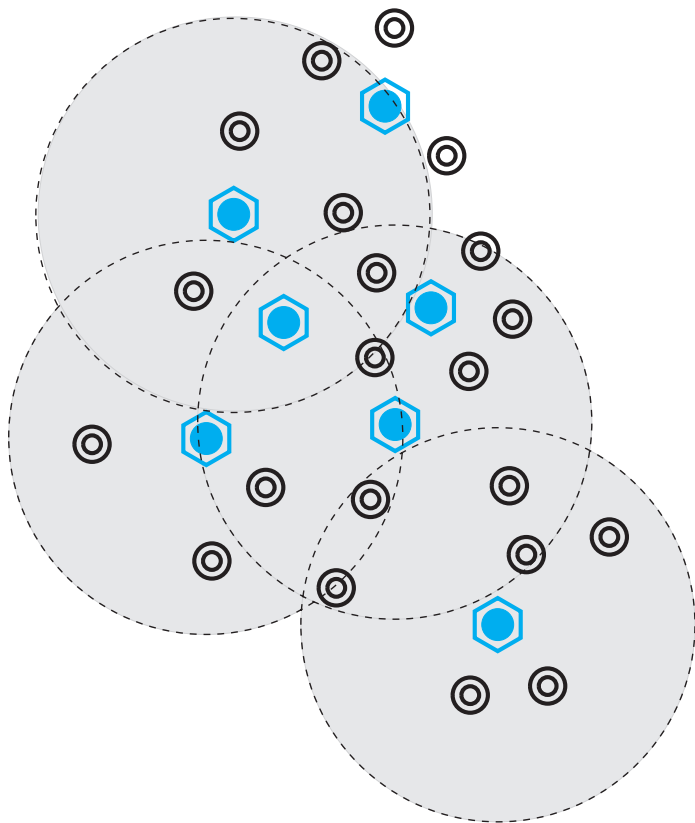
Ivars Driķis, Kārlis Priedītis, Leo Seļāvo

Elektronikas un datorzinātņu institūts



Vienošānās Nr. 2009/0219/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/020

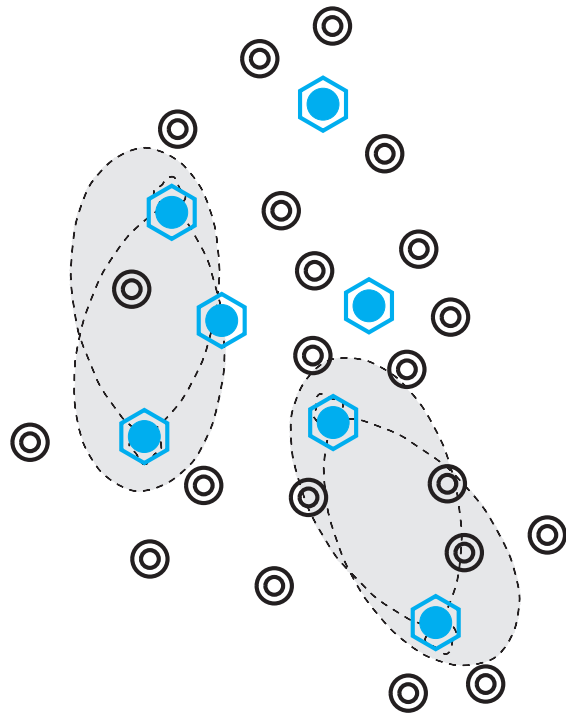
Parastās antenas sensoru tīklos



Parasti sensoru mezgliem lieto antenas, kuras visos virzienos izstaro vienādu jaudu. Attiecīgi arī ir vienādi jūtīgas visos virzienos

Vienkārša gan izgatavošanā gan ekspluatācijā

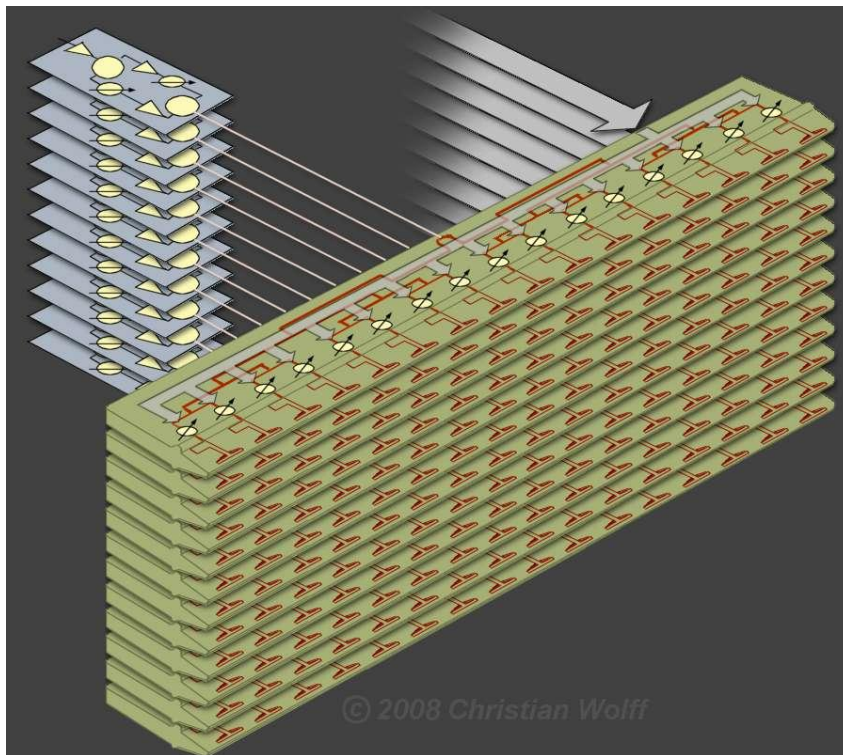
Virziendarbības antenu priekšrocības



- Informācijas pārraidei starp diviem sensoru mezgliem būtu nepieciešams mazāks enerģijas patēriņš
- Sensoru mezgls varētu raidīt, tikai tajos laika momentos, kad pret viņu “vērsta” uztverošā antena
- Iespējams, ka vairaki sensoru mezglu pāri *vienlaikus* varētu lietot vienu un to pašu sakaru kanālu

Virziendarbības antenu tipi

Aktīvo elementu masīvi



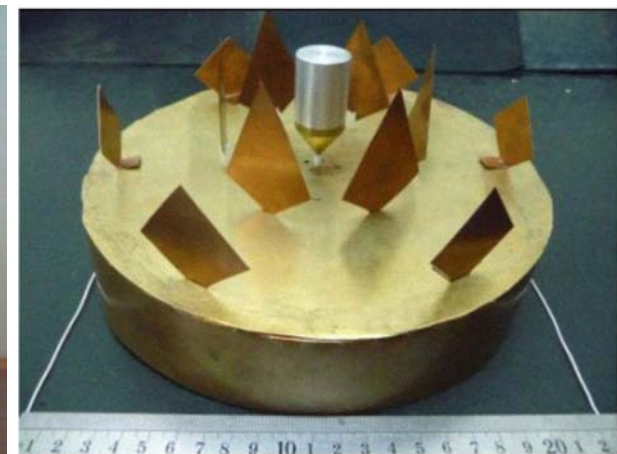
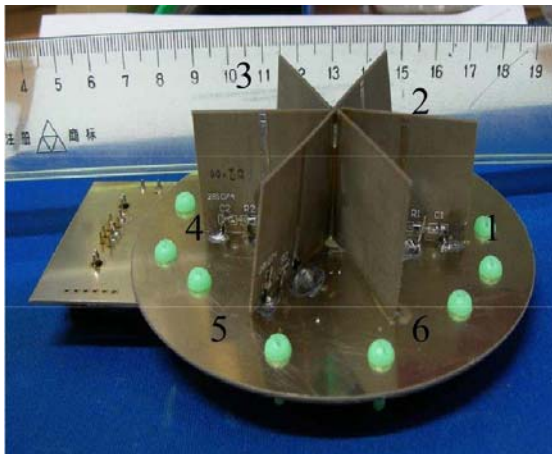
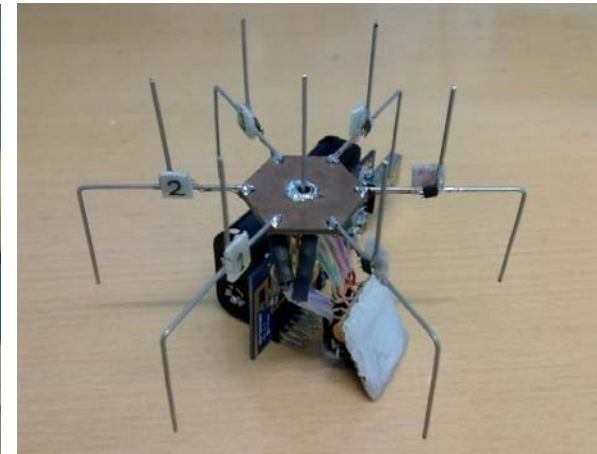
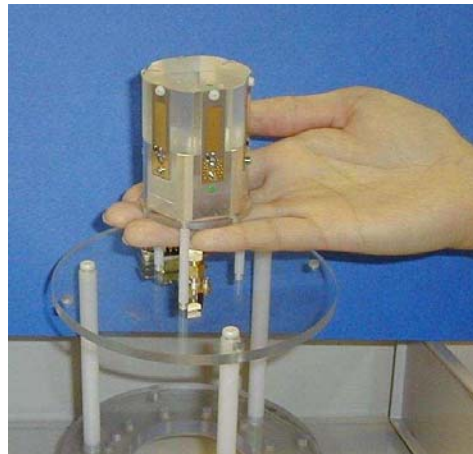
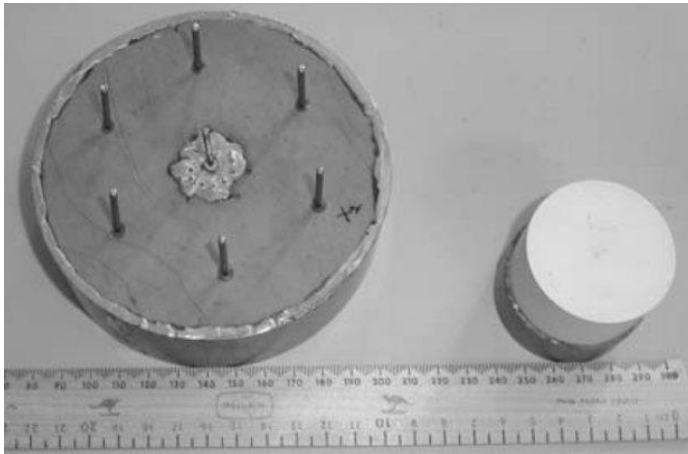
Ilustrācija no www.radartutorial.eu/06.antennas/an14.en.html

Parazītisko elementu antenas

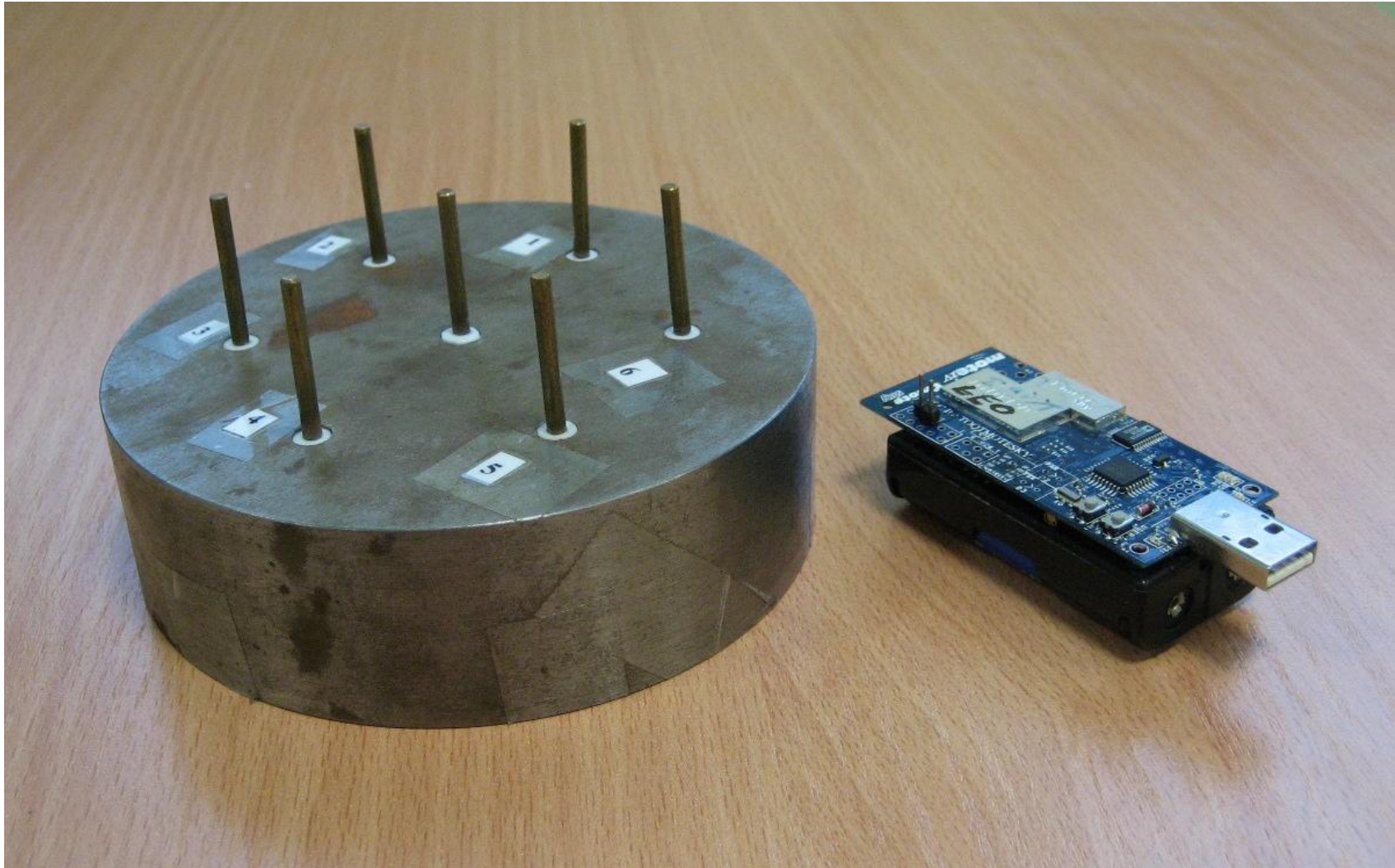


Ilustrācija no
www.jpo.go.jp/seido_e/rekishi_e/hidetsugu_yagi.htm

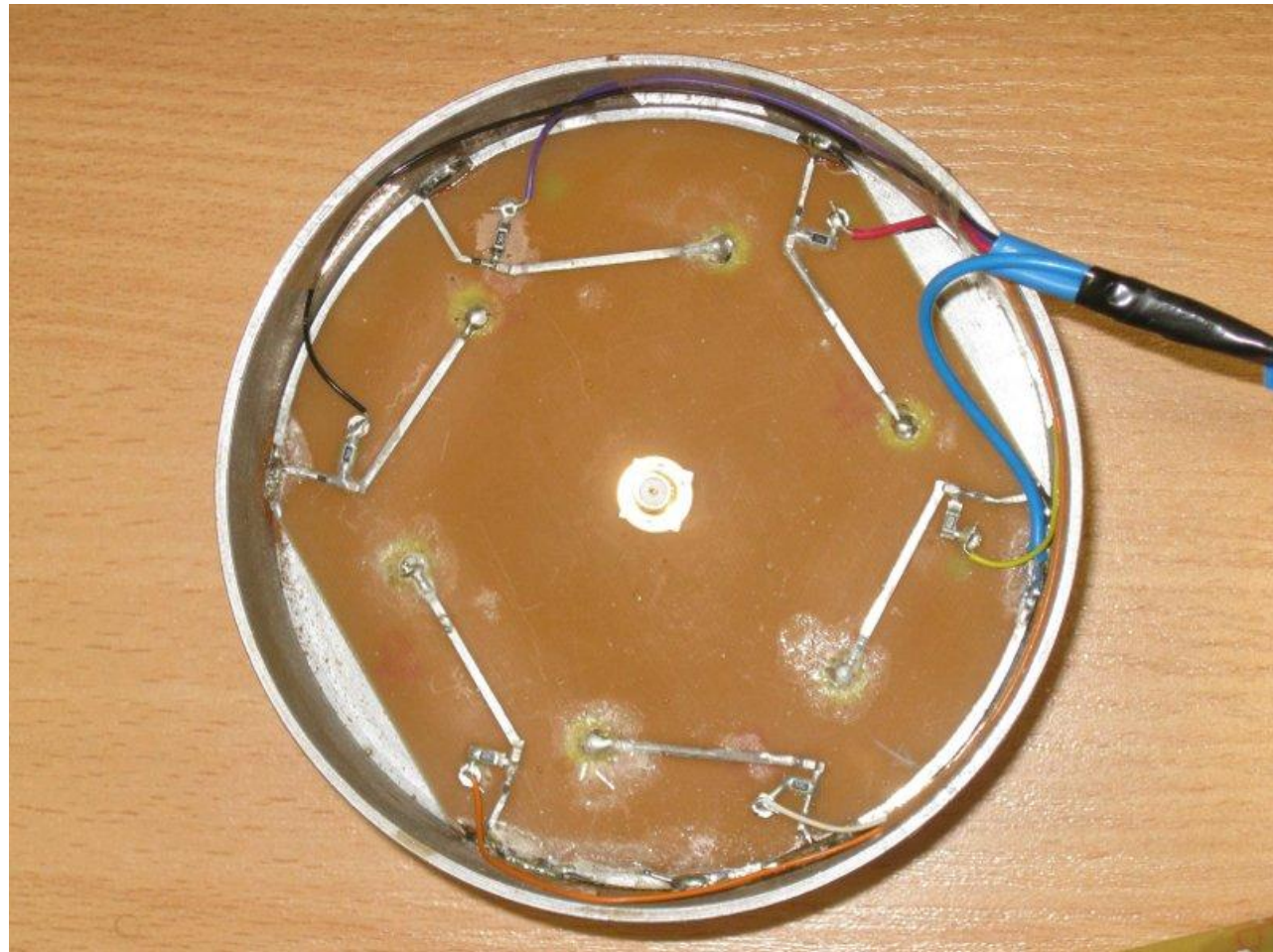
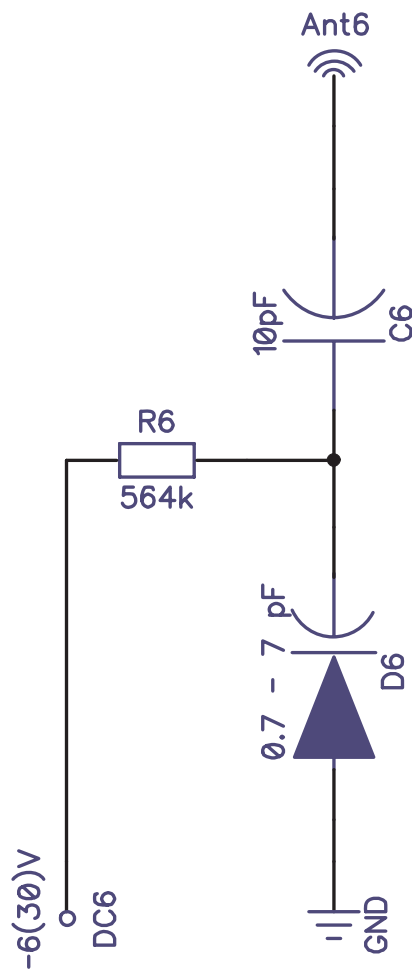
Parazītisko maināmas virziendarbības antenu risinājumi



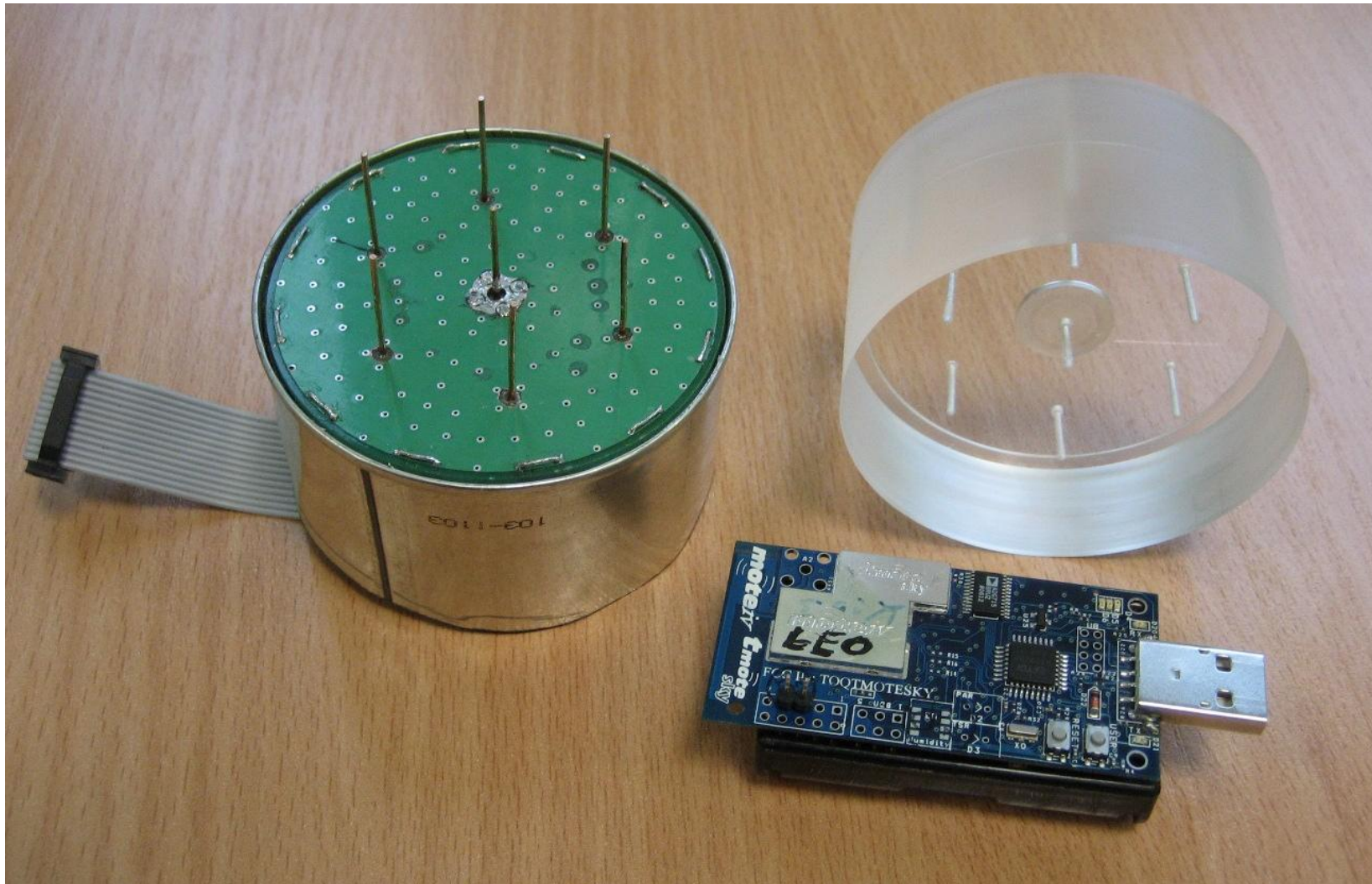
Klasiskā ESPAR antena un klasiskā mote



Regulējošais elements



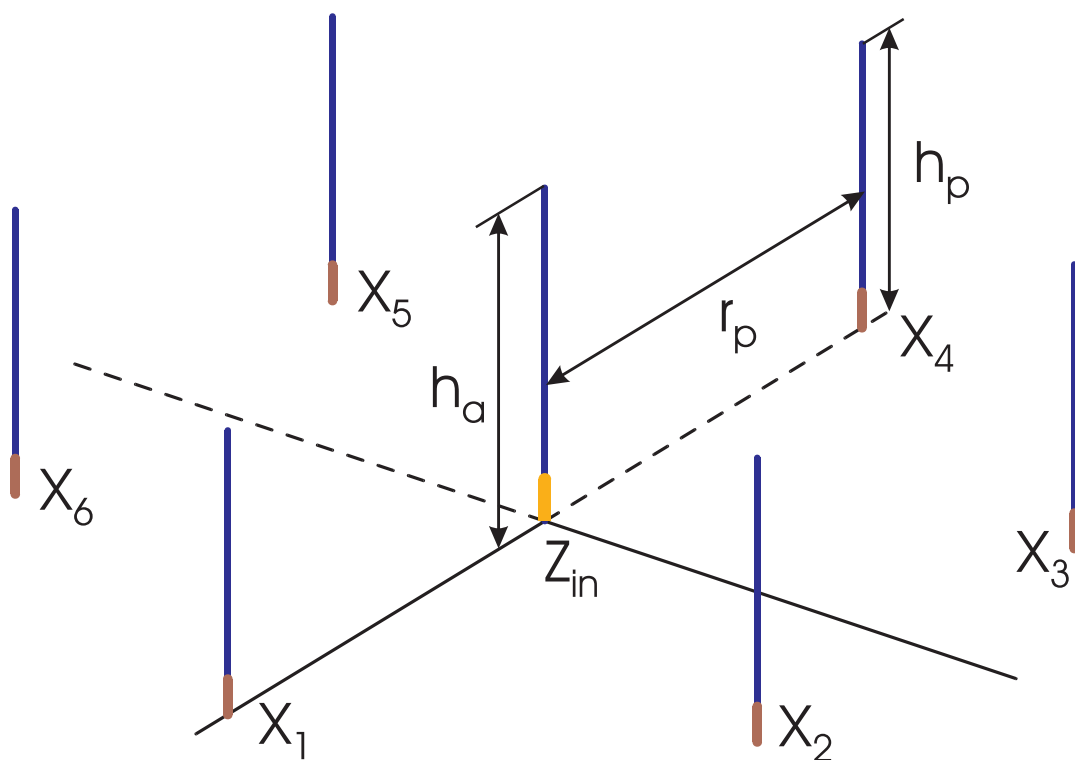
Dielektriskā iegremdēta ESPAR antena



Vadāmas virziendarbības antenas vēlamie izmeri



Kāpēc antenas izmērus var samazināt?



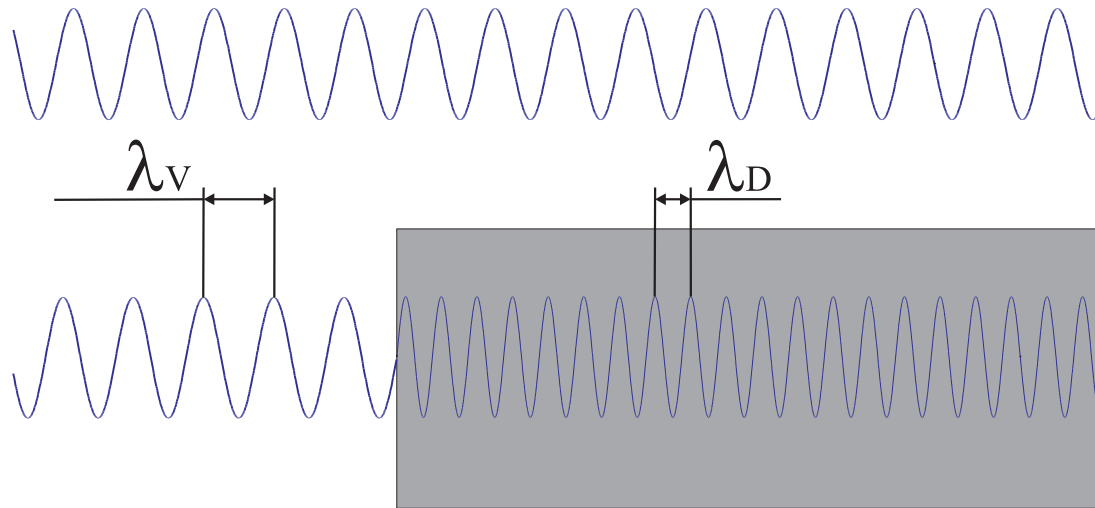
**Antenām izmēri ir
viļņa garumos**

$$r_p \approx 0.25 \dots 0.5 \lambda$$

$$h_a \approx 0.25 \lambda$$

$$h_p \approx 0.25 \lambda$$

Viļņa garums dielektrikā samazinās



$$\lambda = \frac{v}{f}$$
$$v = \frac{c}{n}$$

v – elektromagnētiskā viļņa izplatīšanās ātrums *vidē*

f – elektromagnētiskā viļņa frekvence

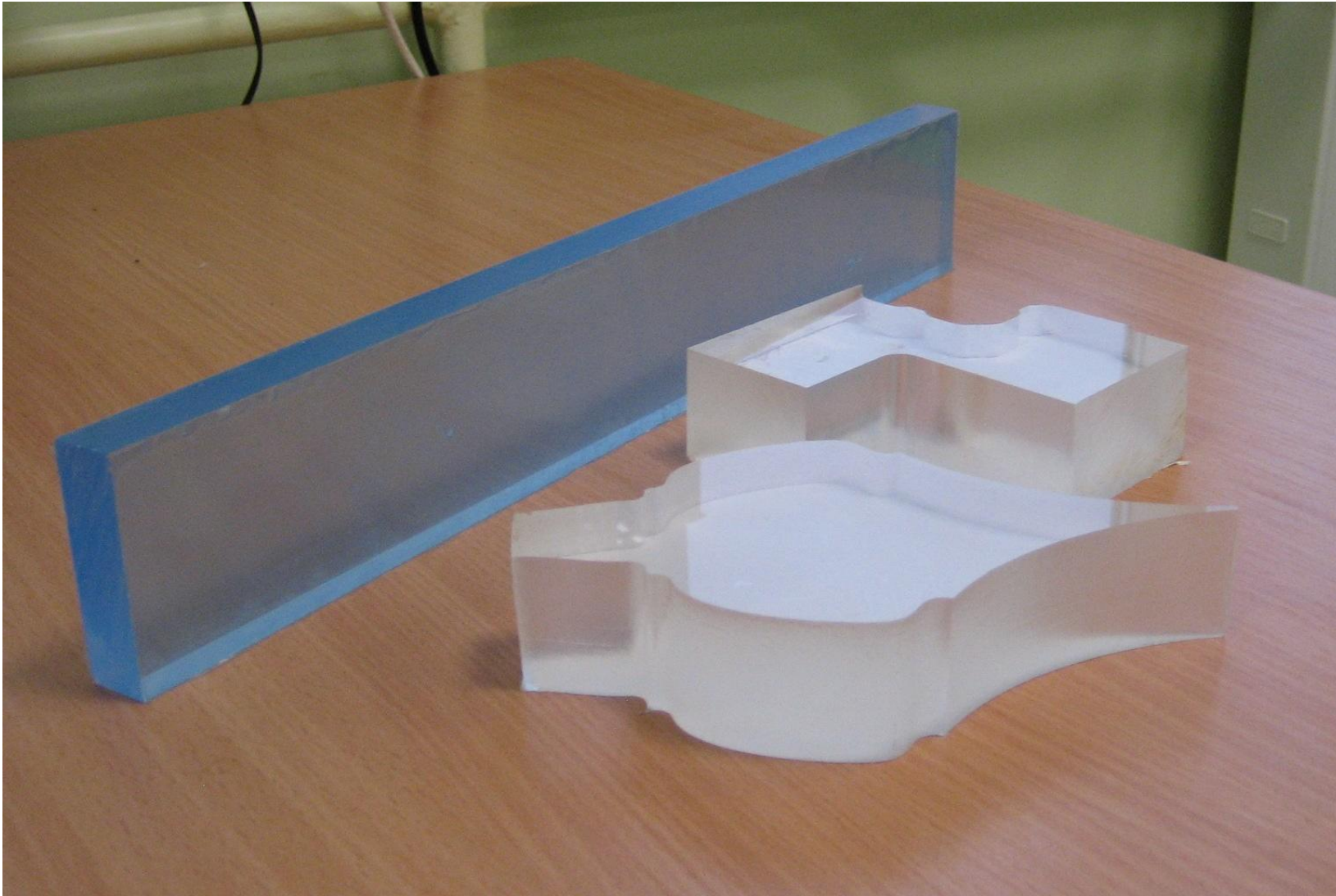
c – gaismas ātrums vakuumā

n – vides laušanas koeficients

Materiālu īpašības

Materiāls	ϵ_r	$\lambda/4$ ($f = 2.44 \text{ GHz}$)	Foto
Gaiss	1	3.07 cm	
Organiskais stikls	3.4	1.67 cm	
Si pulveris	?	?	
Si	11.9	0.89 cm	

Organiskais stikls: $1/n = 0.55$

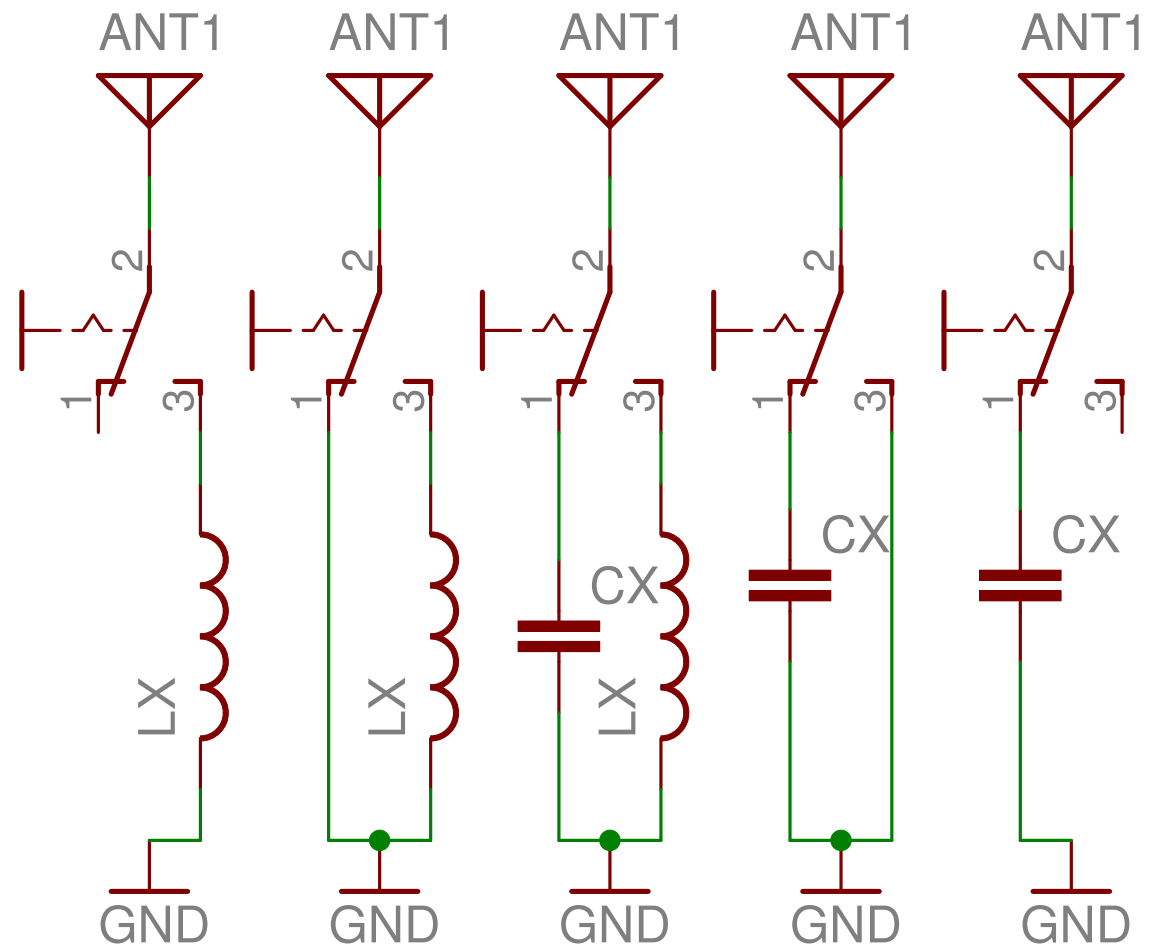


Antenas pamatne



EDI tipa ESPAR antena

- Antenas elementi ievietoti organiskā stikla cilindrā un novietoti uz monolītas pamatnes.
- Pasīvos elementus vada izmantojot elektroniski vadāmu slēdzi
- Nepadarot antenas vadību būtiski komplicētāku, pasīvajiem elementiem iespējams lietot dažādas reaktīvās slodzes





NEC's ½W LOW VOLTAGE L, S-BAND SPDT SWITCH

UPG2214TB

FEATURES

- **SWITCH CONTROL VOLTAGE:**
 $V_{\text{cont}}(\text{H}) = 1.8 \text{ to } 5.3 \text{ V}$ (3.0 V TYP.)
 $V_{\text{cont}}(\text{L}) = -0.2 \text{ to } +0.2 \text{ V}$ (0 V TYP.)
- **LOW INSERTION LOSS:**
 $0.25 \text{ dB TYP. @ } 0.05 \text{ to } 0.5 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
 $0.25 \text{ dB TYP. @ } 0.5 \text{ to } 1.0 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
 $0.30 \text{ dB TYP. @ } 1.0 \text{ to } 2.0 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
 $0.35 \text{ dB TYP. @ } 2.0 \text{ to } 2.5 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
 $0.35 \text{ dB TYP. @ } 2.5 \text{ to } 3.0 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
- **HIGH ISOLATION:**
 $32 \text{ dB TYP. @ } 0.05 \text{ to } 0.5 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
 $28 \text{ dB TYP. @ } 0.5 \text{ to } 1.0 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
 $27 \text{ dB TYP. @ } 1.0 \text{ to } 2.0 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
 $26 \text{ dB TYP. @ } 2.0 \text{ to } 2.5 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
 $24 \text{ dB TYP. @ } 2.5 \text{ to } 3.0 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
- **POWER HANDLING:**
 $P_{\text{in}}(1 \text{ dB}) = +27.0 \text{ dBm TYP. @ } 0.5 \text{ to } 3.0 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 3.0 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
 $P_{\text{in}}(1 \text{ dB}) = +20.0 \text{ dBm TYP. @ } 0.5 \text{ to } 3.0 \text{ GHz, } V_{\text{cont}}(\text{H}) = 1.8 \text{ V, } V_{\text{cont}}(\text{L}) = 0 \text{ V}$
- **HIGH-DENSITY SURFACE MOUNTING:**
 6-pin super minimold package (2.0 × 1.25 × 0.9 mm)

DESCRIPTION

NEC's UPG2214TB is a GaAs MMIC L, S-band SPDT (Single Pole Double Throw) switch for mobile phones and other L, S-band applications from 0.05 to 3.0 GHz.

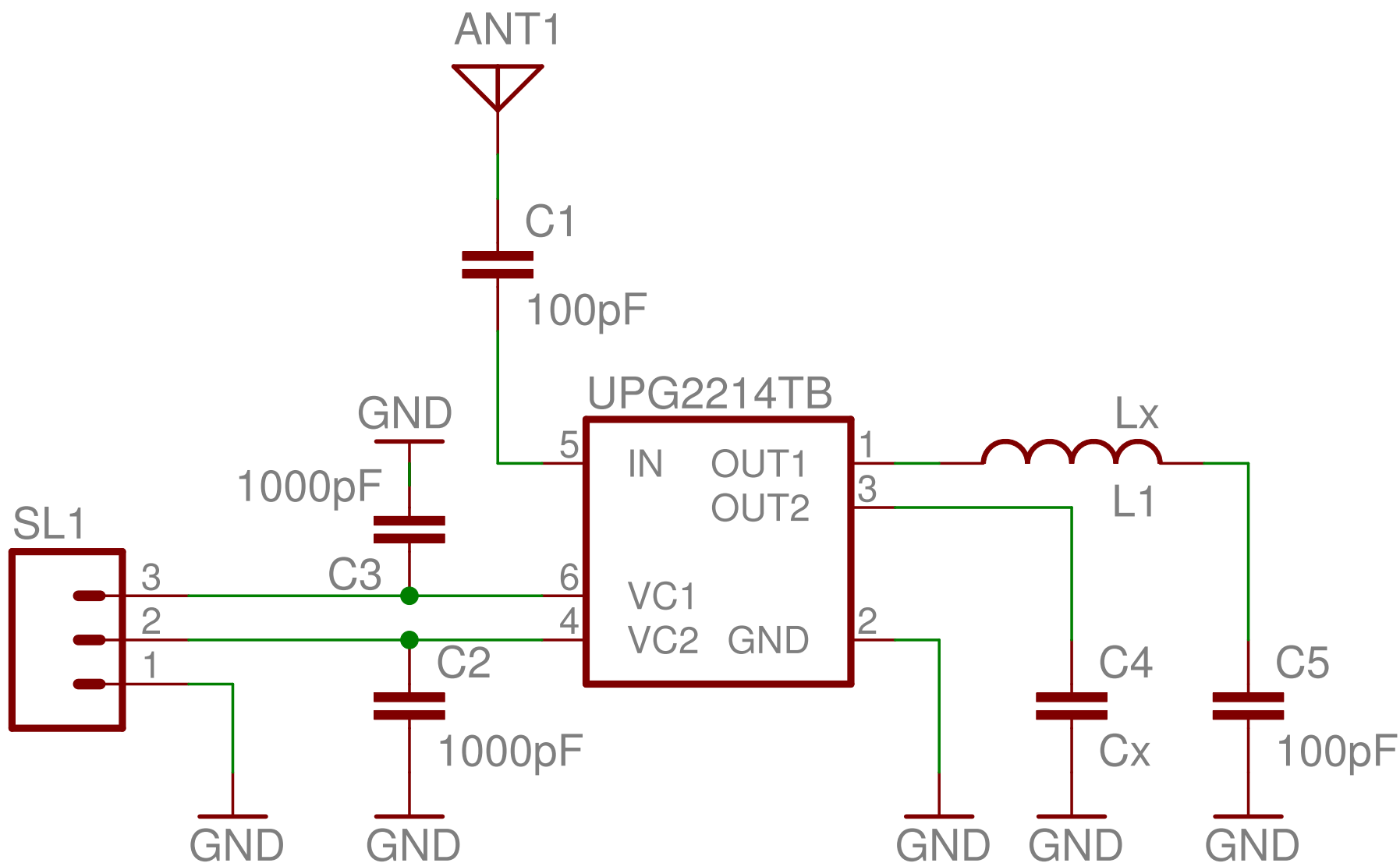
This device can operate from 1.8 to 5.3 V with low insertion loss and high isolation. Performance is specified at both 1.8 V and 3.0 V.

The UPG2214TB is housed in a 6-pin super minimold package suitable for high-density surface mounting.

APPLICATIONS

- L, S-band digital cellular and cordless telephones
- Bluetooth™, W-LAN, and WLL
- Short Range Wireless

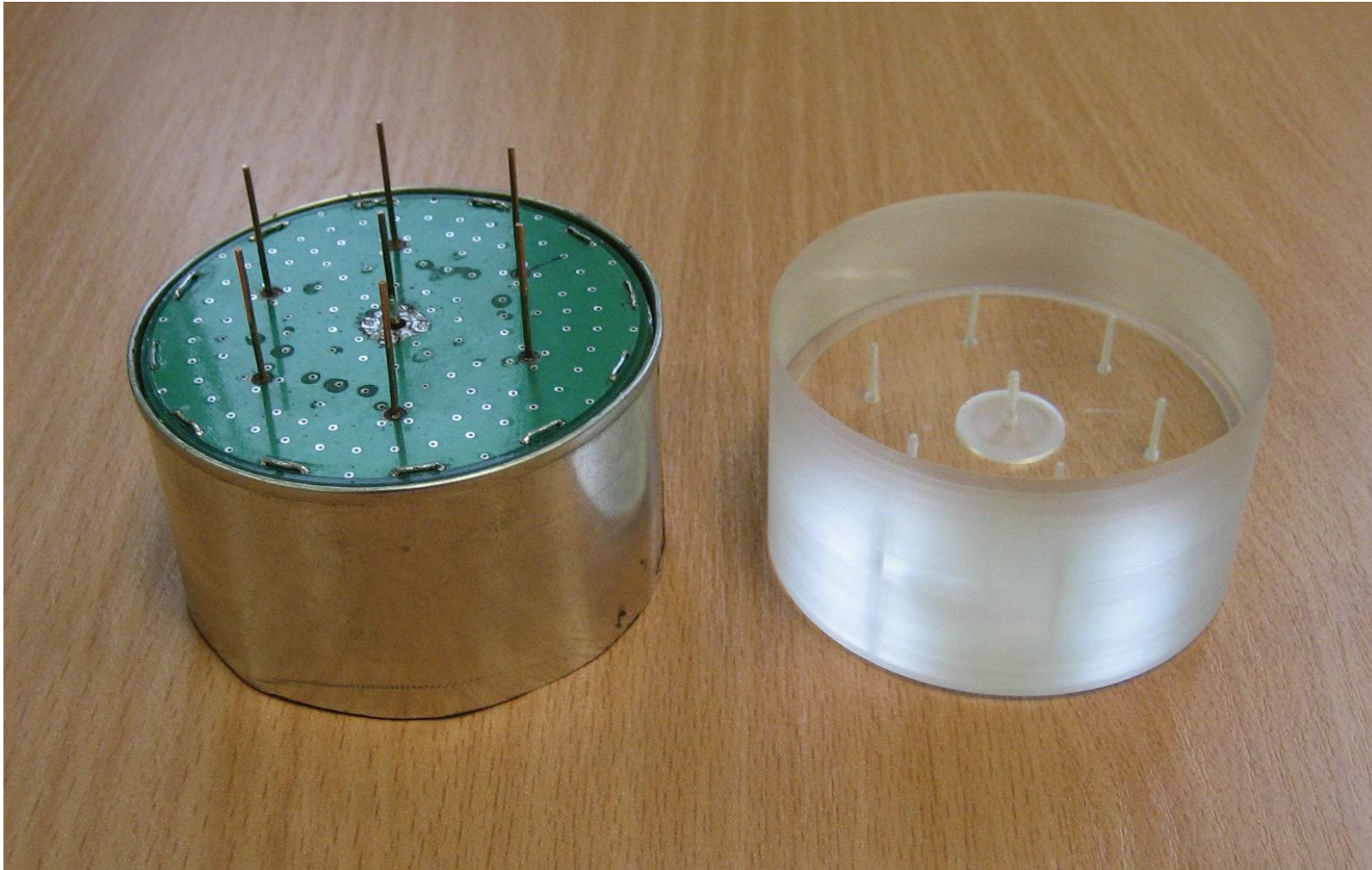
Elektriskā shēma



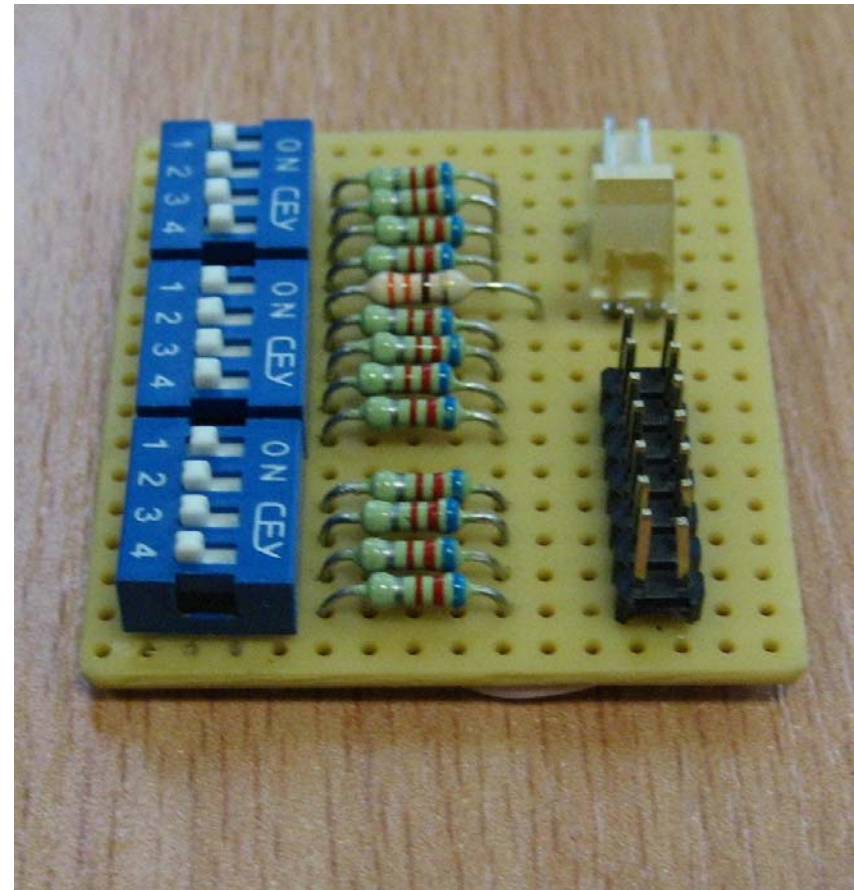
Spiestā plate



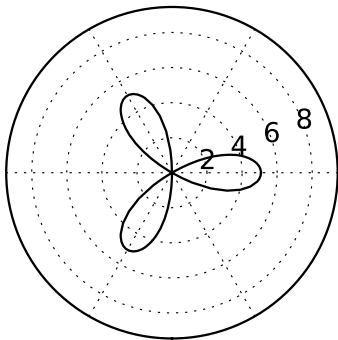
Dielektriskā iegremdētā antena



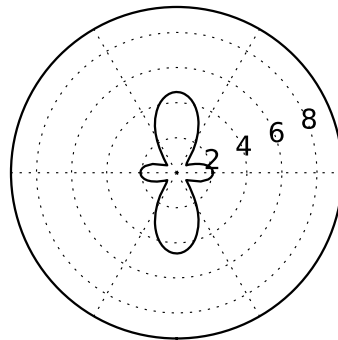
Dielektriskā iegremdētā antena



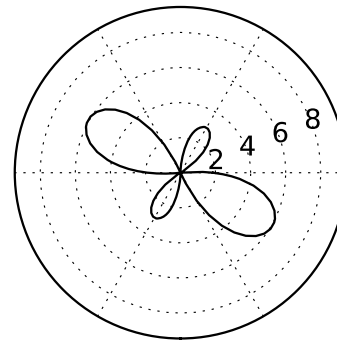
[1 0 1 0 1 0]



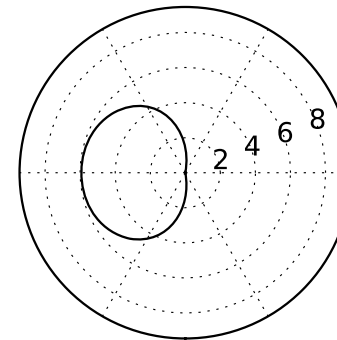
[1 0 0 1 0 0]



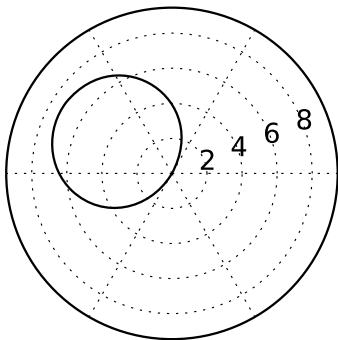
[1 0 1 1 0 1]



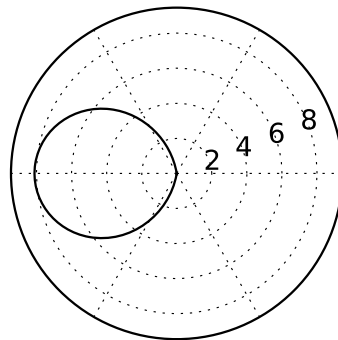
[1 0 0 0 0 0]



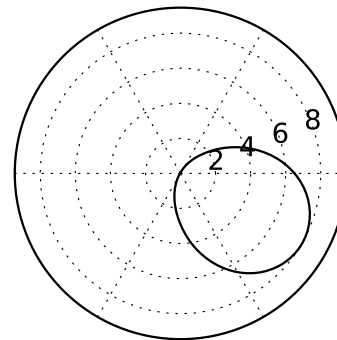
[1 0 0 0 0 1]



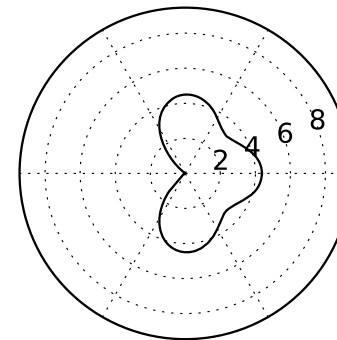
[1 1 0 0 0 1]



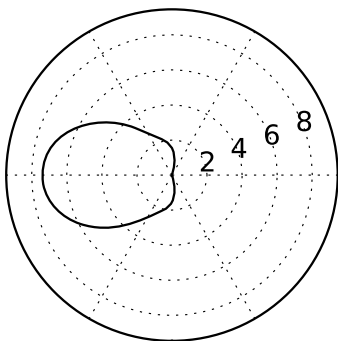
[0 1 1 1 1 0]



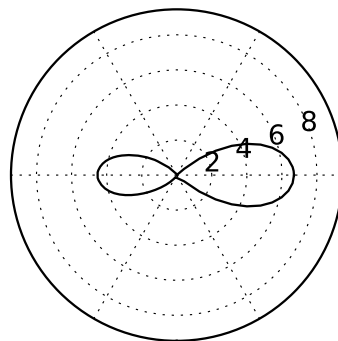
[0 1 1 1 1 1]



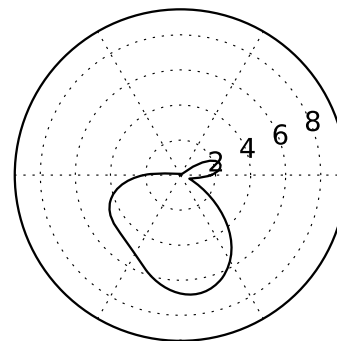
[0 1 0 0 0 1]



[1 0 1 1 1 0]



[1 1 0 1 0 0]



$$h_a = 0.238 \lambda$$

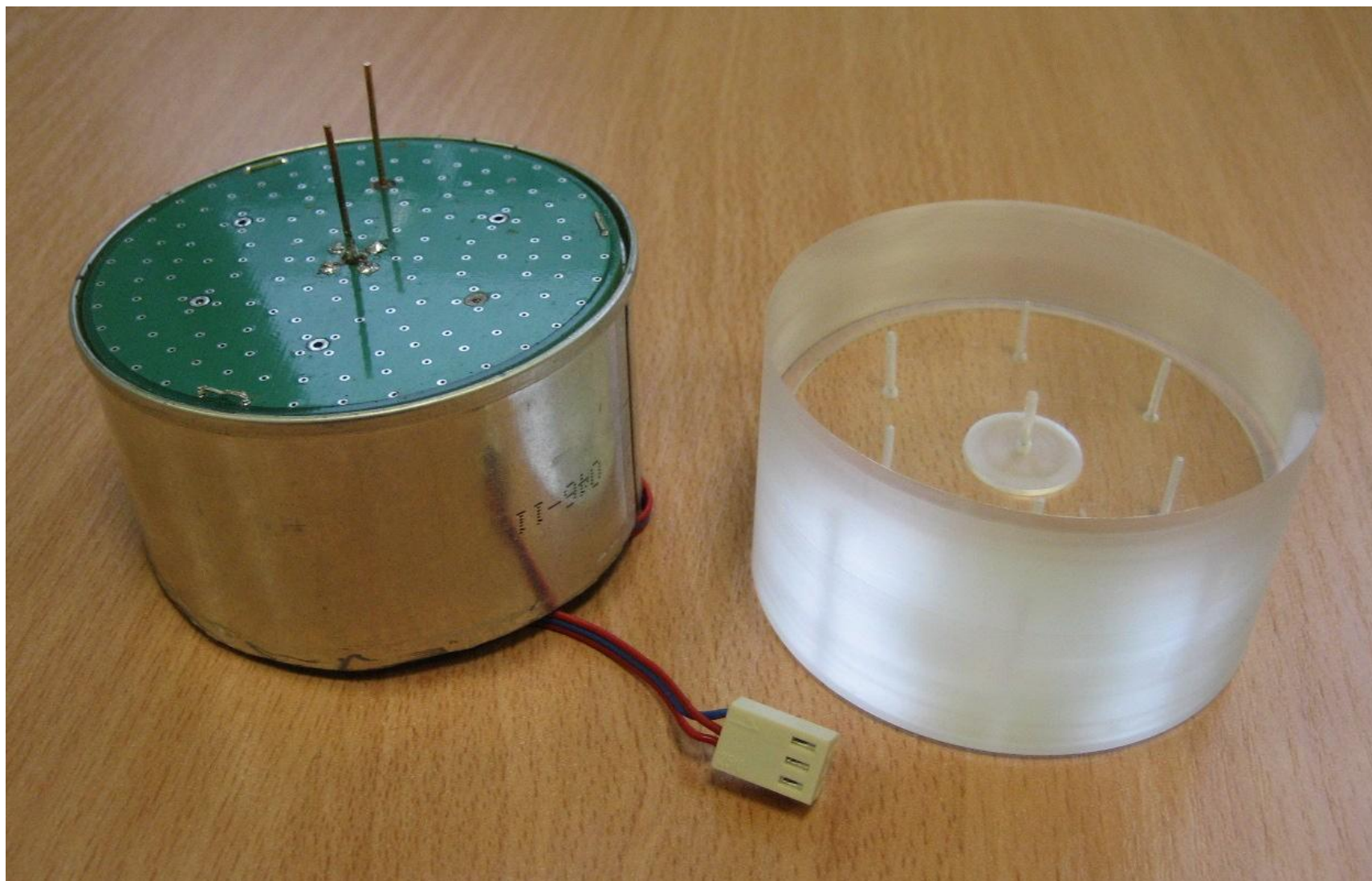
$$h_p = 0.250 \lambda$$

$$r_p = 0.25 \lambda$$

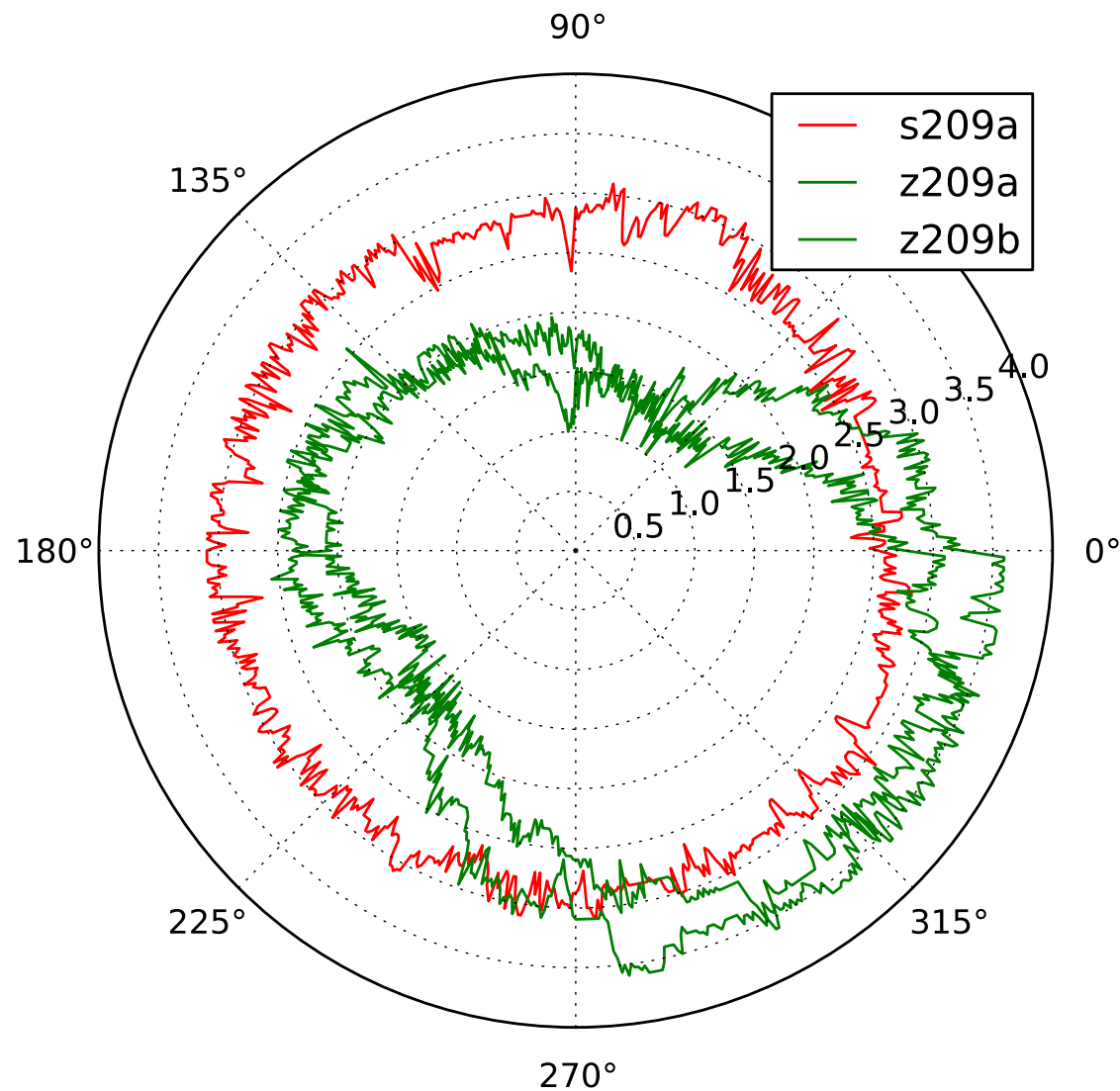
$$X_0 = \text{open}$$

$$X_1 = \text{short}$$

Divelementu testantena

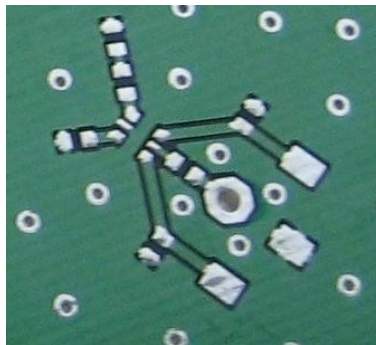


Mērījumi stendā



Secinājumi

- 1 Eksperimenti ar divelementu testantenu rāda, ka antenas apskatajā virziendarbību var vadīt
- 2 Plātes parazitiskajām kapacitātēm lielāka ietekme nekā tika prognozēts



Nākošais uzdevums: antenas salāgošana