

Viedo sensoru sistēmas: pētniecības izaicinājumi

Leo Seļāvo

Projekta zinātniskais vadītājs

Viedo sensoru un tīklotu iegulto sistēmu seminārs

Projektu atbalsta ESF aktivitāte 1.1.1.2., projekta Nr.: 2009/0219/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/020

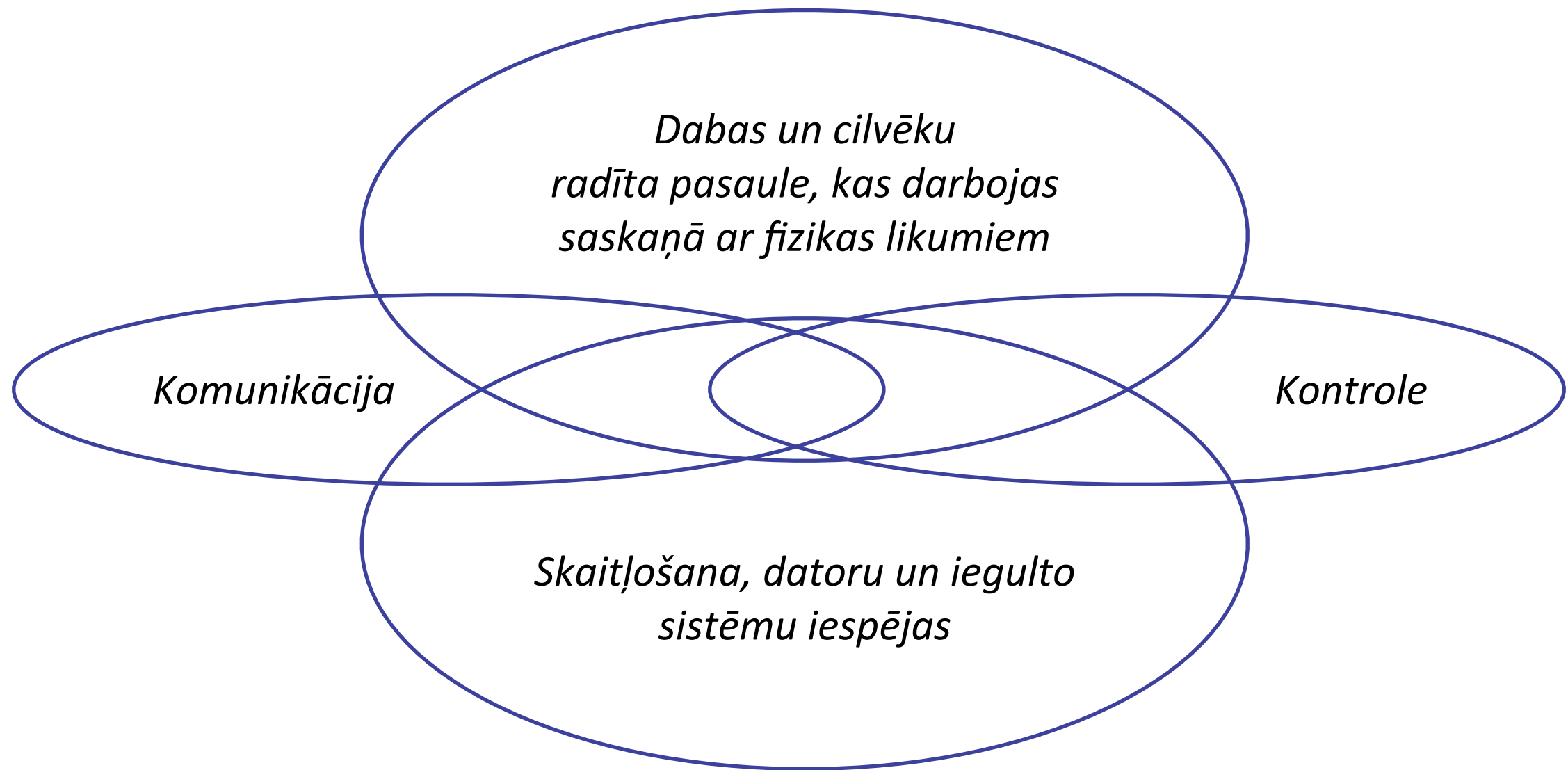


IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



Intuīcija

Kiber-fizikālas sistēmas (KFS)



Computing, Communication, Control in a Physical world

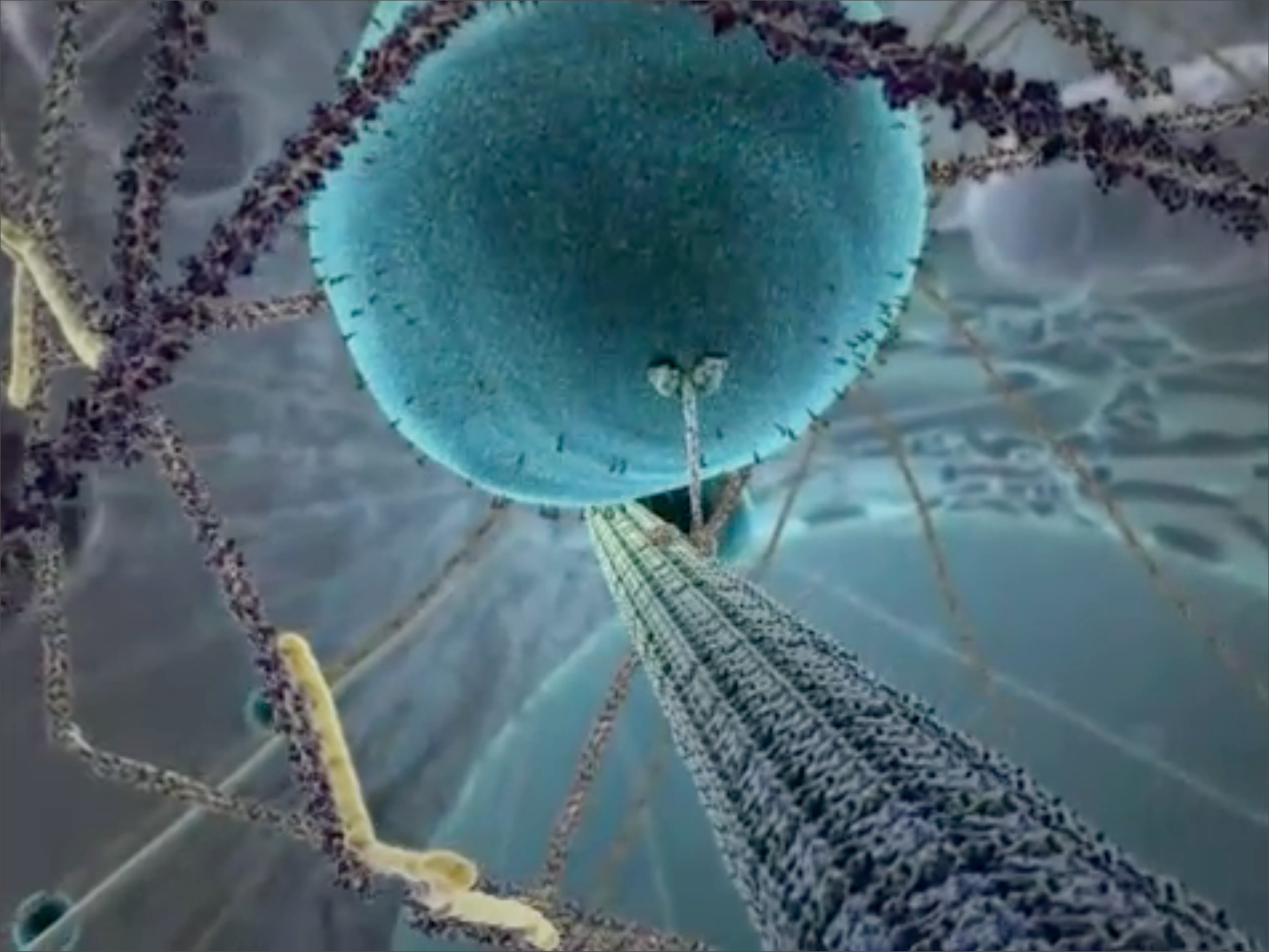
KFS definīcija(s)

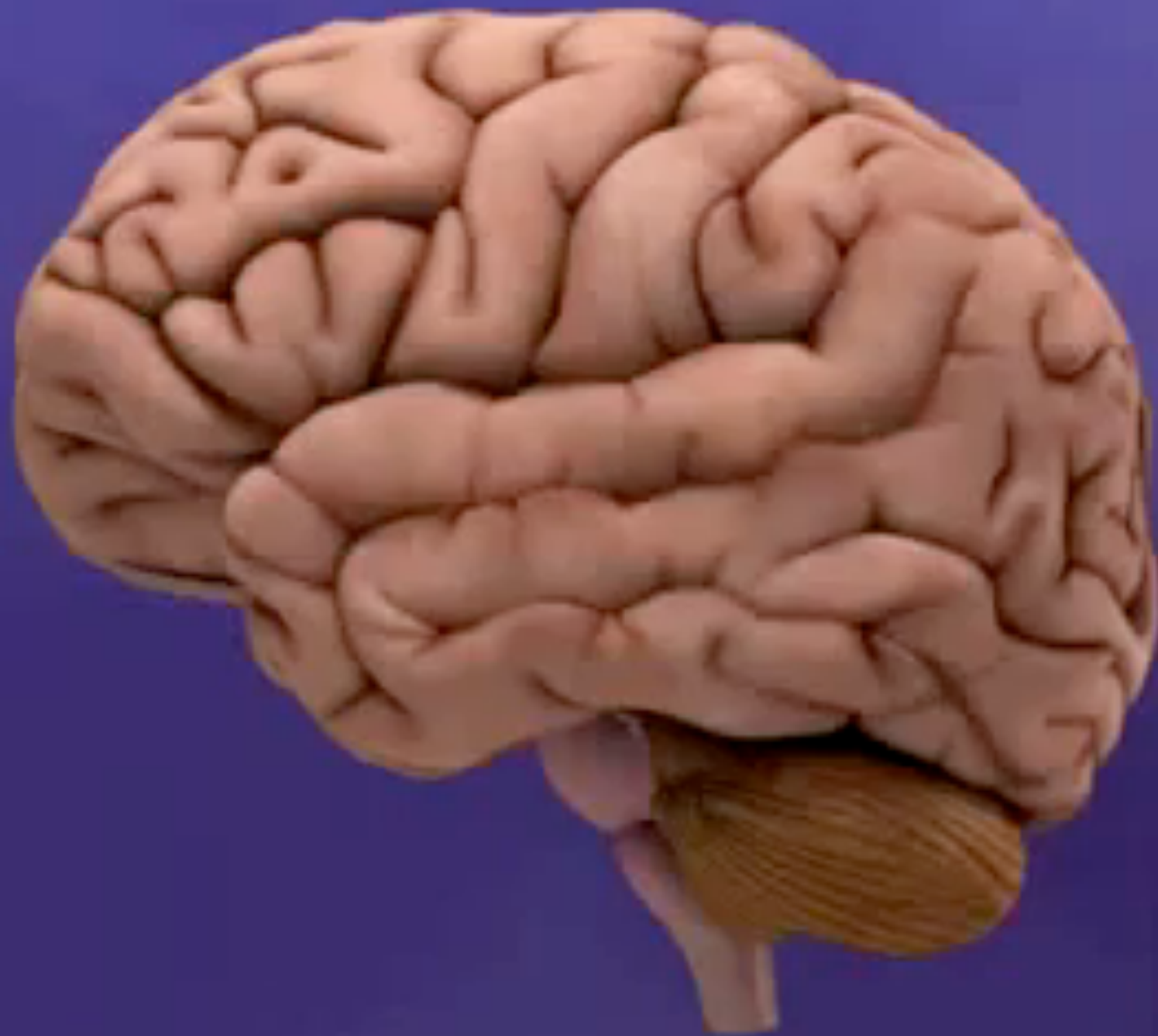
CPS (KFS):

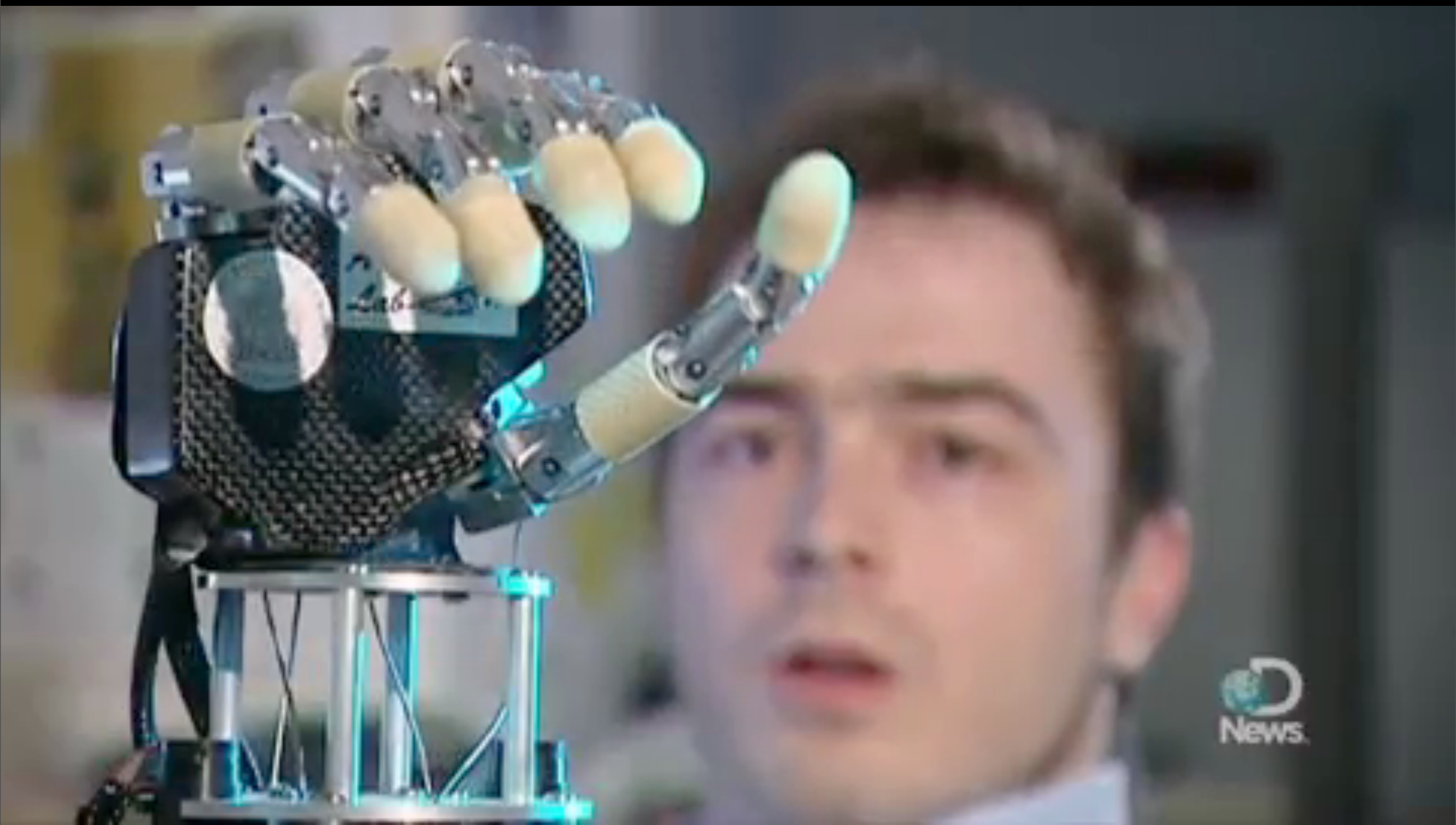
- Often has an element of **orchestration of systems** which can function stand-alone
- Complex at **multiple** temporal and and/or spatial **scales**
- Dynamically **reorganizing** and **reconfiguring**
- Unconventional computational and physical **substrates**
- High degrees of **automation, control loops** closed at all scales

KFS kopsavilkums

- Fokusā ir sadarbība (tilti) starp disciplīnām
- Izaicinājums ir kopējas valodas atrašana
- Rezultāts ir veiksmīgs vairāku disciplīnu sinerģija





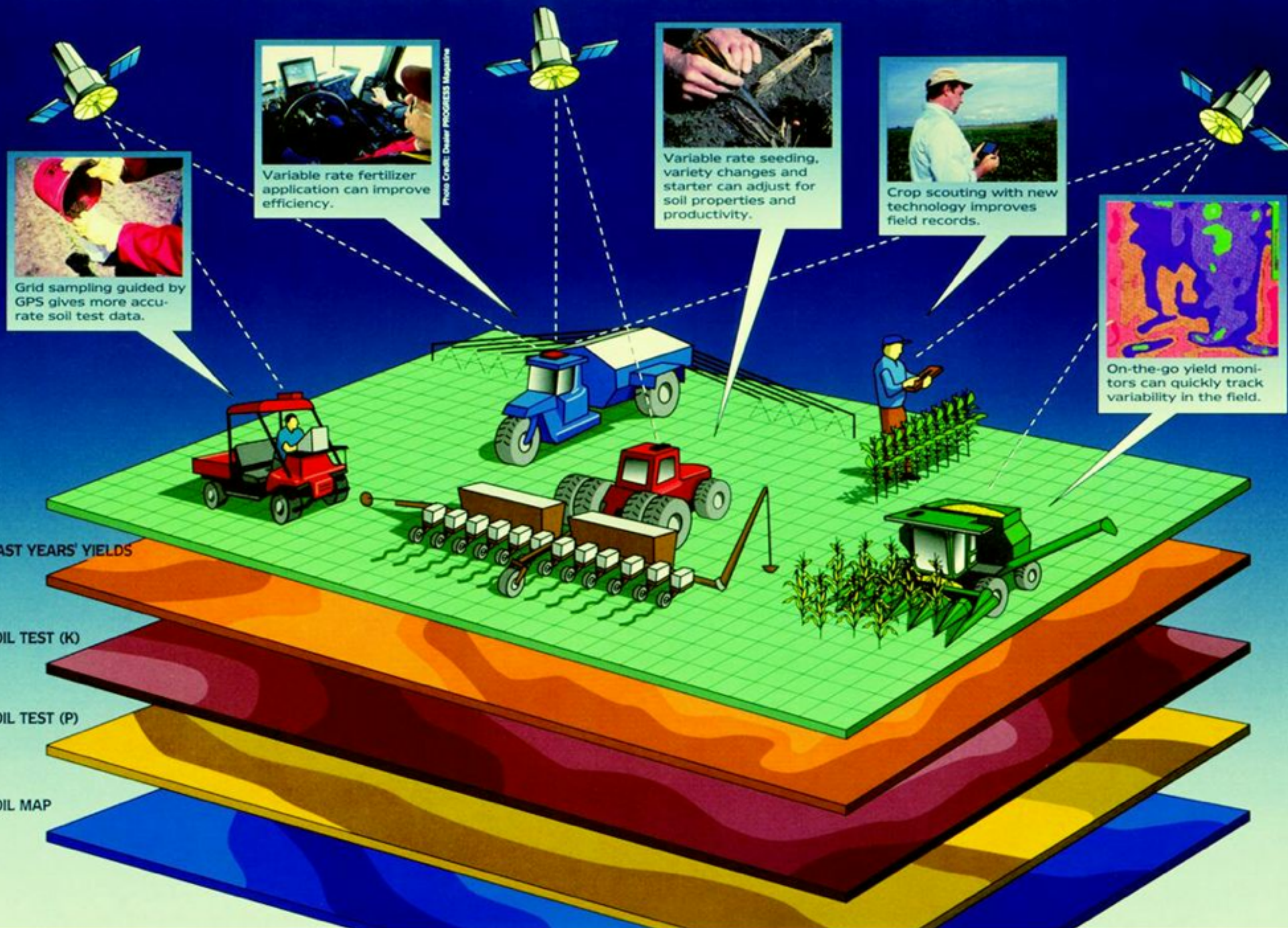


Harvard Microrobotics Lab Monolithic Bee



('Mabee')

HIGH-TECH TOOLS FOR SITE-SPECIFIC CROP NUTRIENT MANAGEMENT





“Vakar” zinājām rezultātu pēc nedēļas

Šodien gribam visu zināt uzreiz

“Rīt” zināsim rezultātu jau pirms starta?...



Bezvadu sensoru pielietojumi smadzeņu signālu ieguvei

SenSigA grupa:

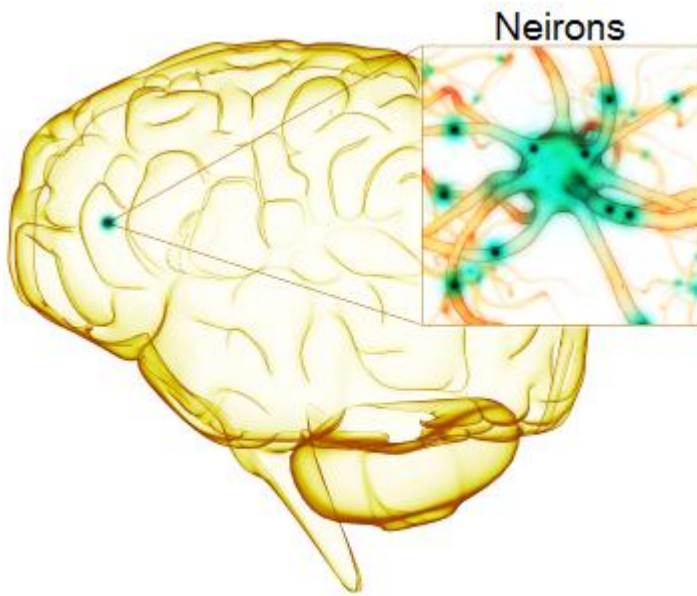
Kaspars Ozols

Modris Greitāns

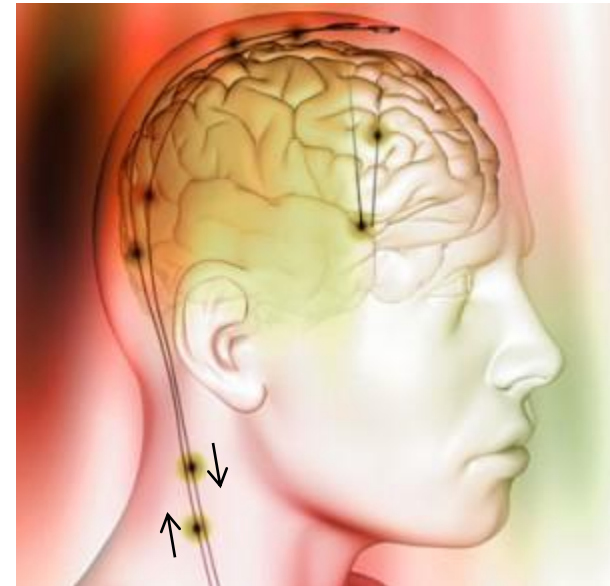
Uldis Grunde

Rolands Šāvelis

Smadzeņu signāli (EEG)



Cilvēka smadzenēs ir ~100 miljardi neironu,
Kas vada elektriskus impulsus



Informācija tiek nodota no perifērijas
uz smadzenēm un otrādi

Ar speciālu elektrodu palīdzību ir iespējams nomērīt un reģistrēt smadzeņu elektriskās aktivitātes un nomērītos signālus sauc par EEG signāliem

Smadzeņu signāli (EEG)

Channel Spacing
100 μV

Max Amplitude
0 μV

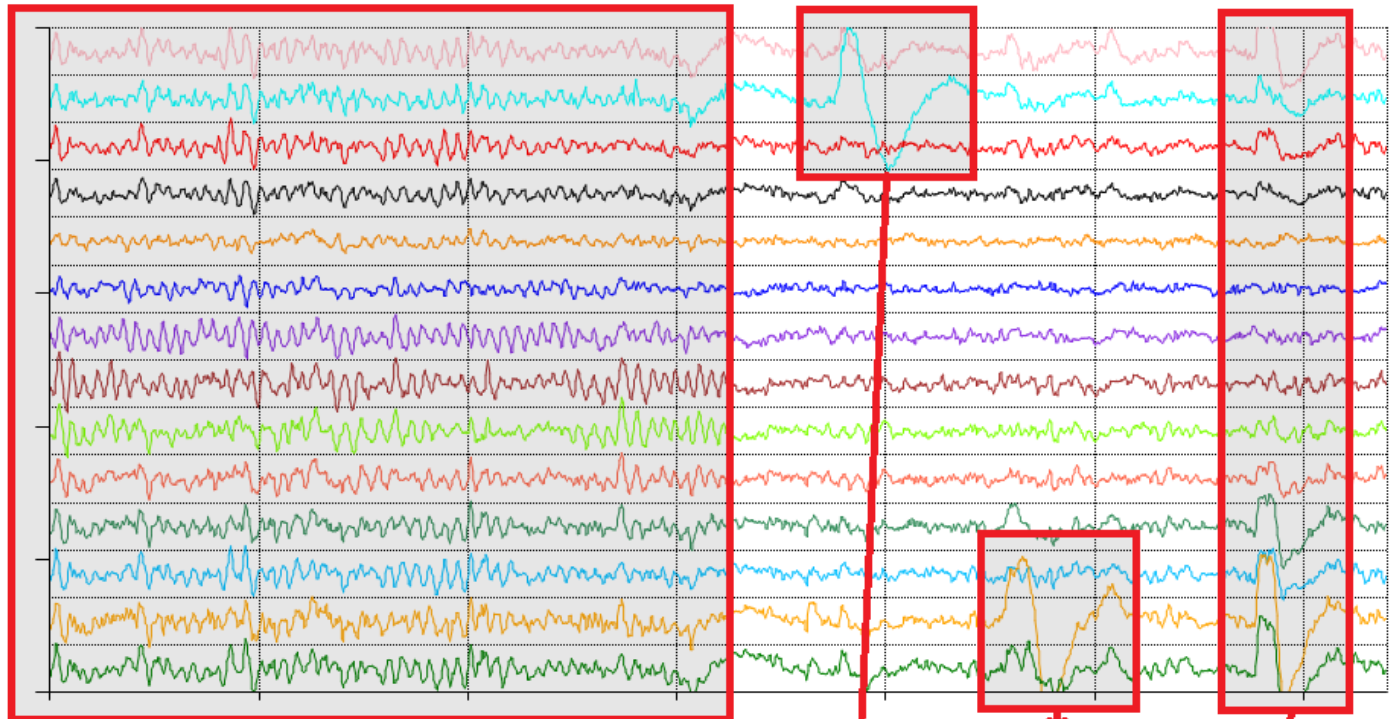
Min Amplitude
0 μV

Auto Scale

☒ High-Pass Filter

☒ All Channels

☒ AF3 ☒ O2
☒ F7 ☒ P8
☒ F3 ☒ T8
☒ FC5 ☒ FC6
☒ T7 ☒ F4
☒ P7 ☒ F8
☒ O1 ☒ AF4

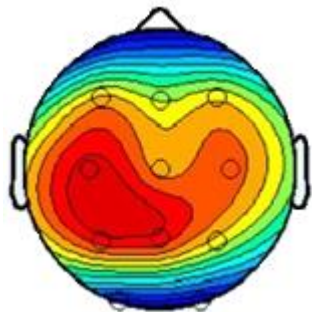


EEG signāli pie aizvērtām acīm (pieaug amplitūda)

Piever kreiso aci

Piever labo aci

Nomirkšķina abas acis



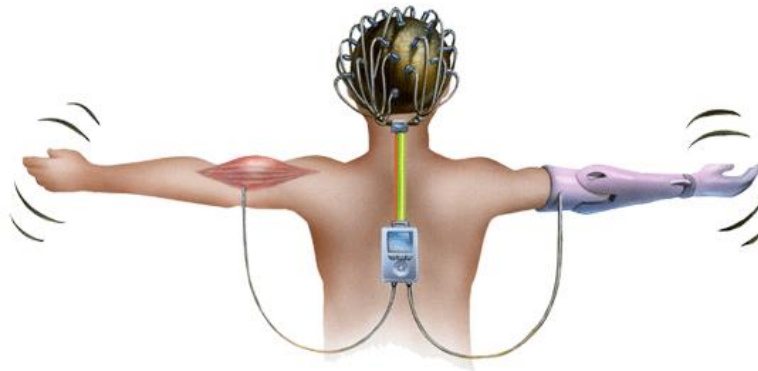
Smadzeņu signālu ritmi:

	Tipiskās frekvences, Hz	Tipiskās amplitūdas, μV
α	8 – 13	2 – 100
β	13 – 22	5 – 10
γ	30 – 100+	3 – 5
Δ	0.5 – 4	20 – 100
θ	4 – 8	~ 10

Domu Jūtīga Saskarne

Brain Computer Interface(BCI)

- Smadzeņu garozas potenciālu starpība satur visu informāciju par cilvēka kustībām, sajūtām un psihi
- Izmantojot šos signālus var izstrādāt ierīci, ar kuras palīdzību ar domu spēku būtu iespējams vadīt citas vadības ierīces



<http://www.biosignal.at>



<http://www.wired.com>



<http://neurogadget.com>

Motivācija

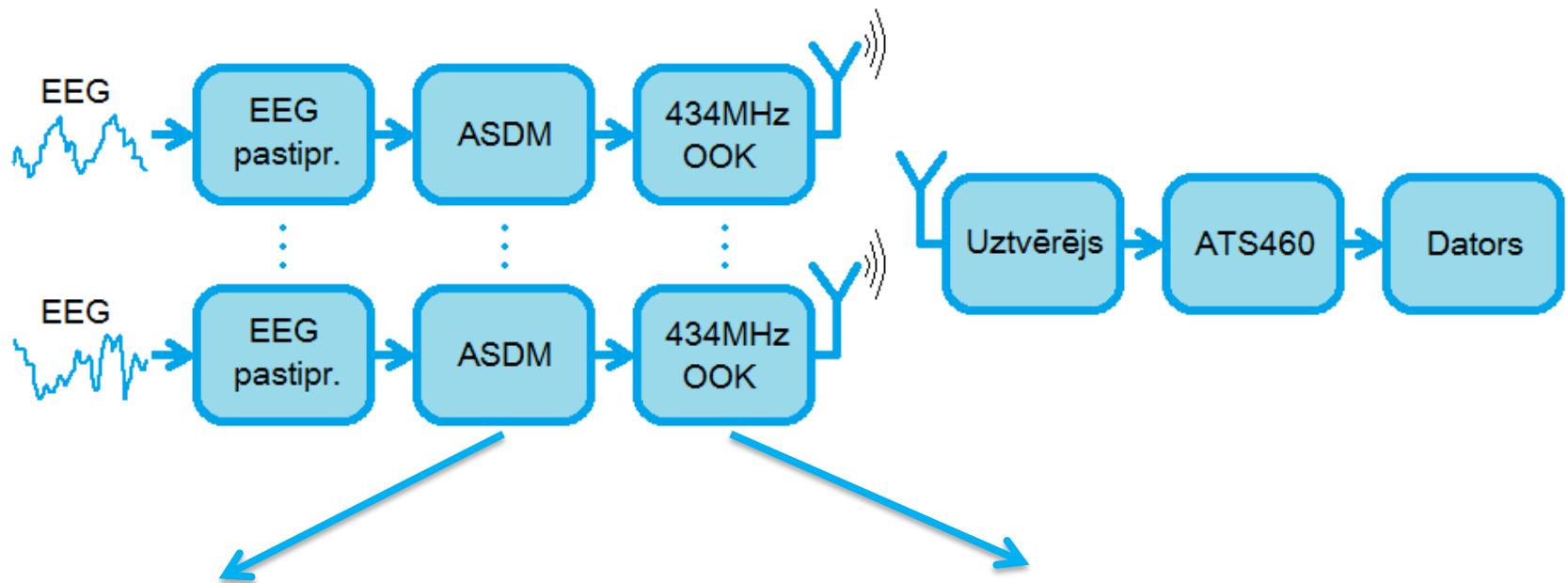
Esošajās BCI sistēmās pastāv vairāki ierobežojumi:

- Relatīvi liela datu iegūšanas sistēma, kas izvietota attālināti no cilvēka galvas
- Datu pārraidē tiek izmantoti vadi
- Vienmērīga signāla diskretizācija
- Enerģijas patēriņš
- Takts ģenerators (*clock*) radītā elektromagnētiskā interference (EMI)
- Kanālu skaits
- u.c.

Mērķis:

- Izveidot mazu, mobilu uz galvas izvietojamu (*on-head*) sensoru (viens sensors atbilst vienam kanālam), kas nodrošinātu EEG datu ieguvī, signāla pastiprināšanu, kodēšanu un bezvadu datu pārraidi

Mūsu pieeja



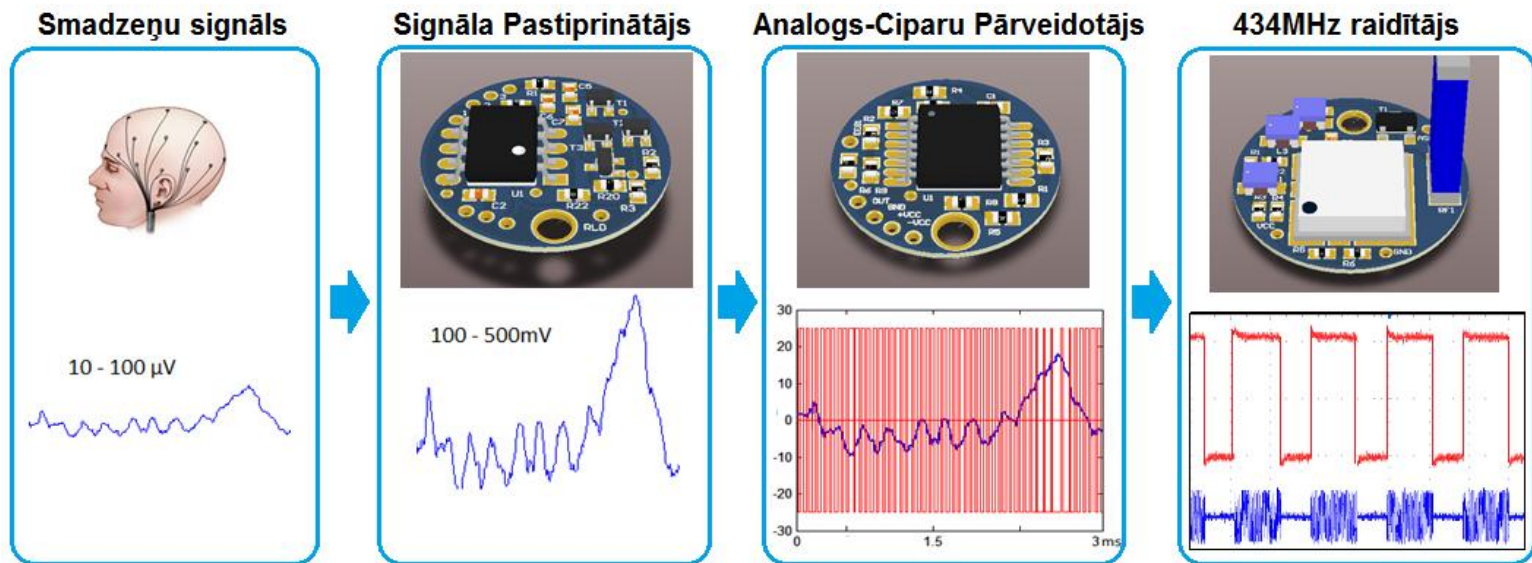
Asinhronais Sigma-Delta modulators:

- Zems enerģijas patēriņš
- Realizējams mazos izmēros
- Nav kvantēšanas kļūdas, kas pastāv klasiskajos analogs-ciparu pārveidotājos
- Izslēdz EMI iespaidu

On-Off keying (OOK) bezvadu datu pārraide:

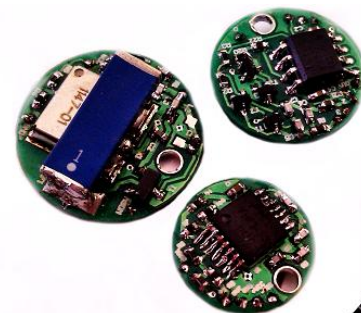
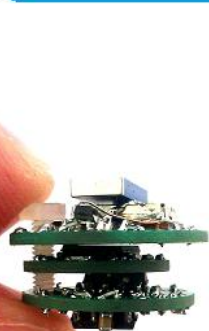
- Vienkārša arhitektūra
- Laba veiktspēja attiecībā un starpkanālu interferenci
- Noturīgs pret vibrāciju
- Mazi izmēri priekš *on-head* ierīces implementācijas

EEG signālu ieguve

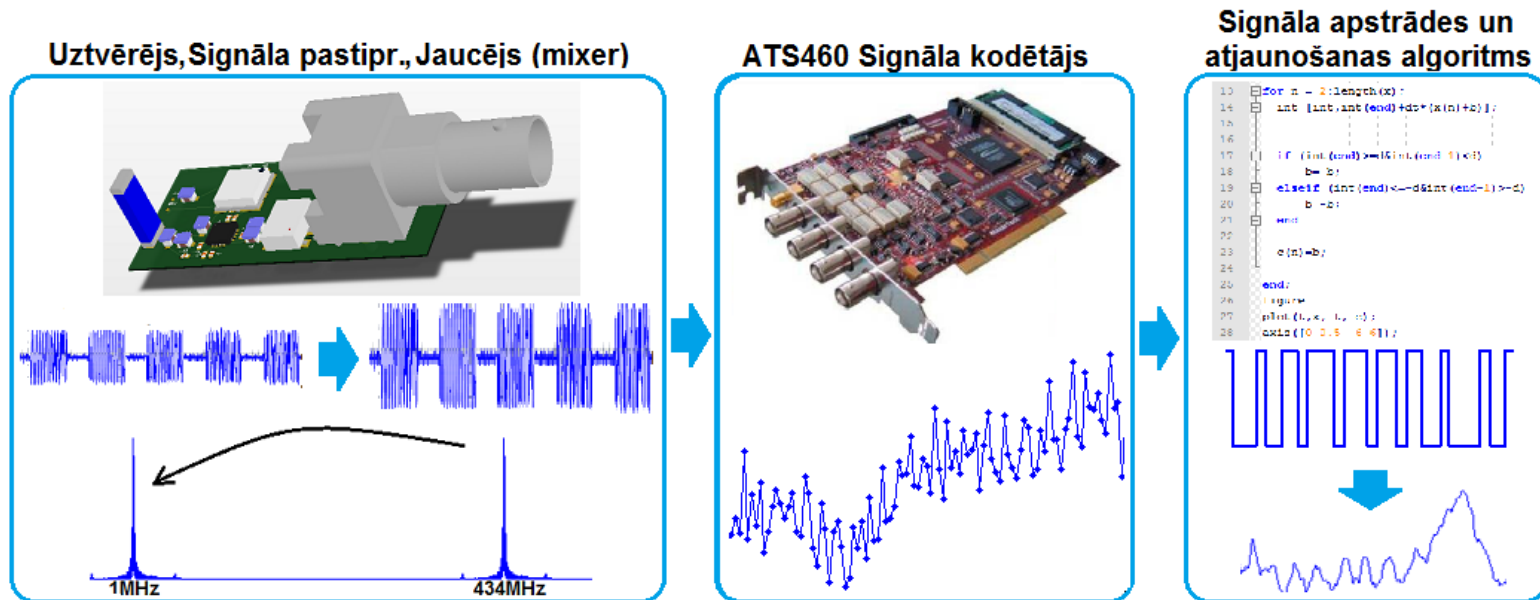


- AgCl tiltveida elektrodi
- EEG signālu pastiprinātājs (pastiprinājums $\sim 10\,000$, CMRR $\sim 120 dB$)
- Asinhronais Sigma-Delta modulators
- OOK 434MHz raidītājs (ISM joslā iespējams izvietot 85 kanālus)

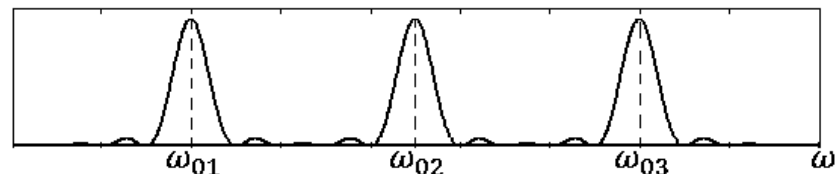
Sensora izmērs 16x11mm



OOK signāla uztveršana un apstrāde

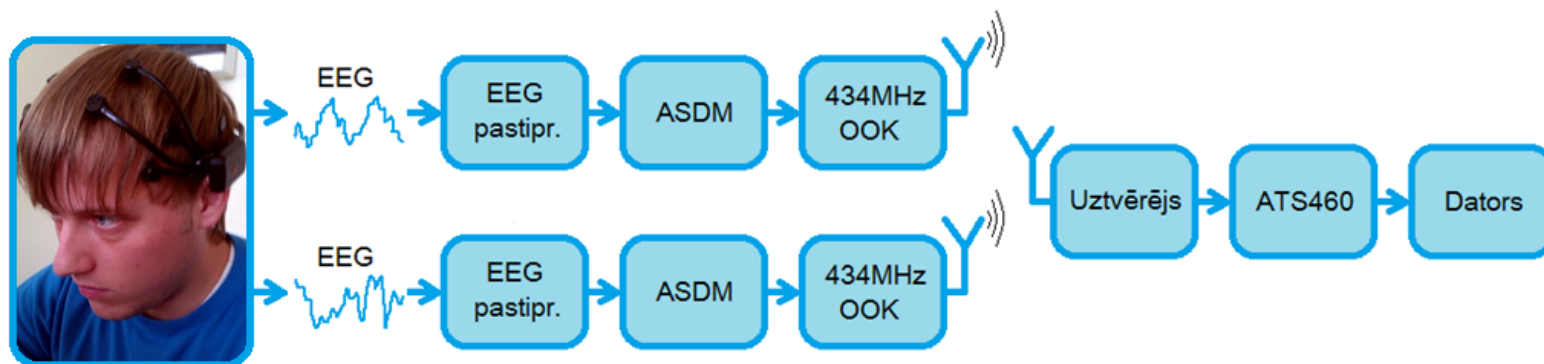


- Superheterodīna uztvērējs (tiek izmantots LT5526 jaucējs), signāla pastiprināšanai un augstfrekvences signāla konvertēšanai uz zemākām frekvencēm. Uztvērēja izmēri: 4x2cm
- ATS460 signāla kodētājs (14-biti, 125MS/s)
- *Matlab* datorprogrammas algoritmi, katra kanāla filtrēšanai, binārā signāla iegūšanai un EEG signāla atjaunošanai



Kaspars Ozols

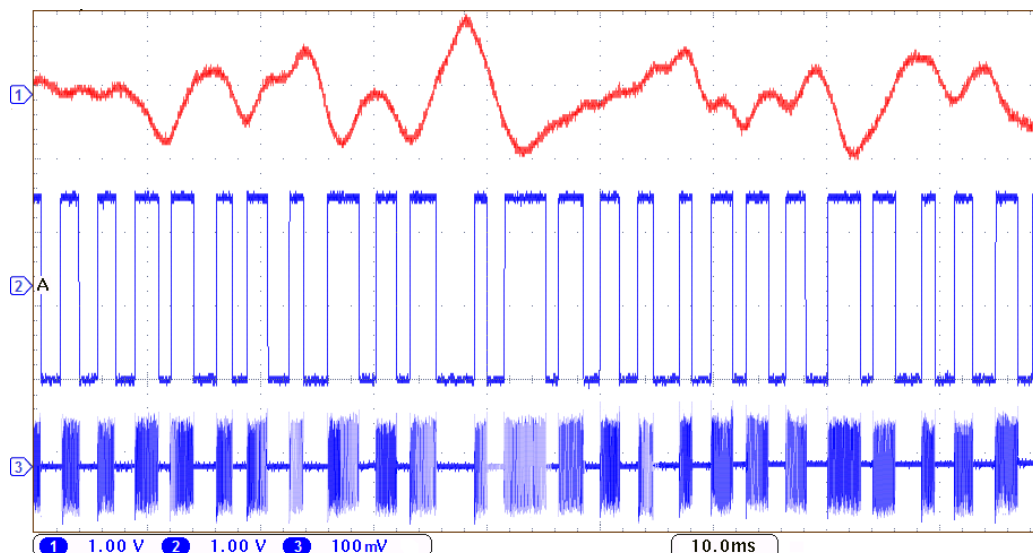
Eksperimentālā sistēma un pētījumi



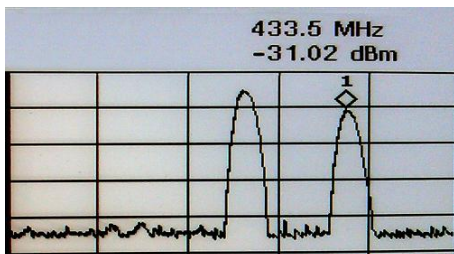
Smadzeņu signāls (EEG)

Asinhronā Sigma-Delta
Modulatora izejas signāls

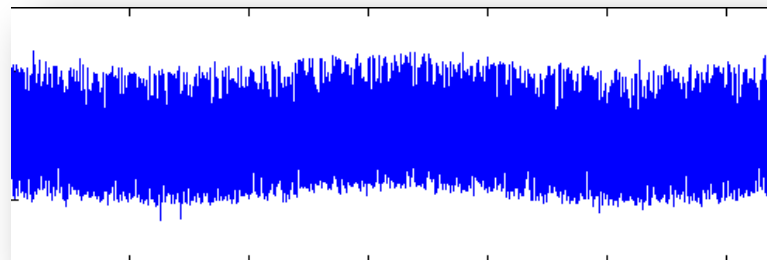
On-Off keying (OOK)



Eksperimentālā sistēma un pētījumi

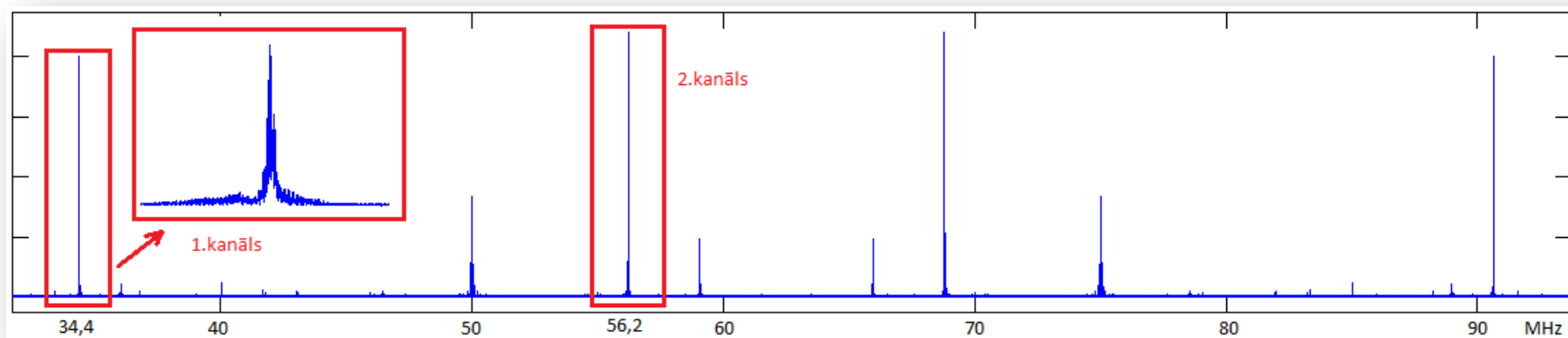


Uztverto 2.kanālu spektrs

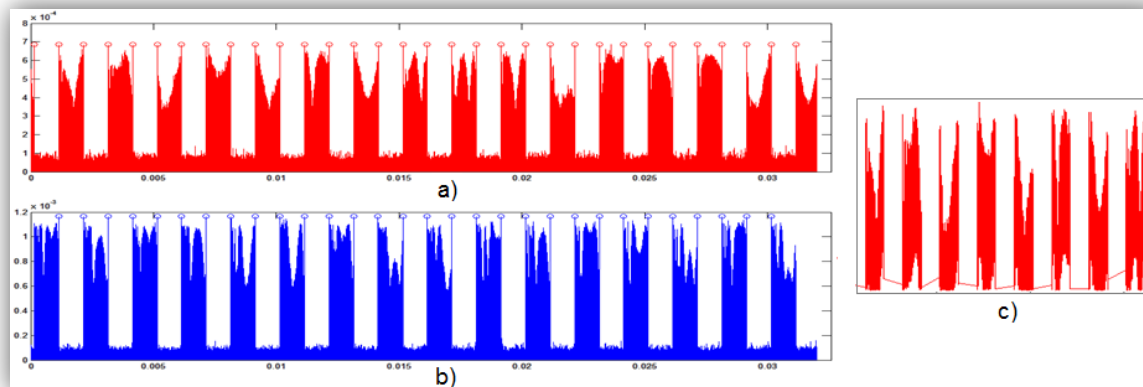


Uztvertais signāls

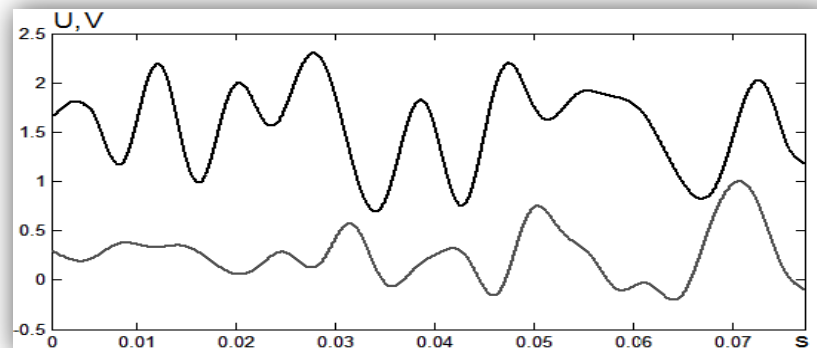
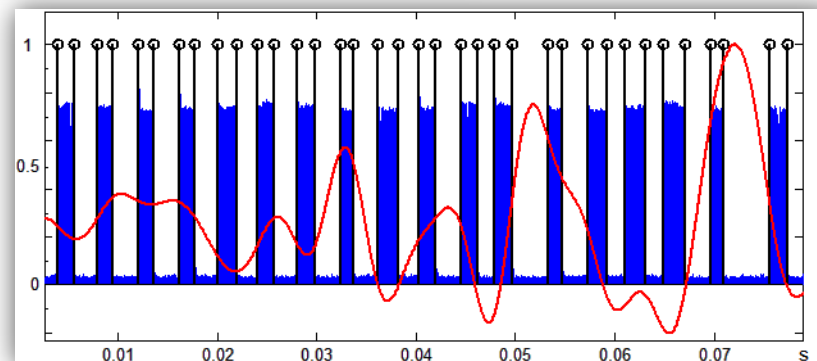
- Katra kanāla josla ~20kHz, kas nozīmē, ka 434MHz ISM joslā var izvietot līdz pat 85 kanāliem
- Uztvertais signāls tiek «nonests» no 434MHz uz ~56MHz
- Ar joslu filtru tiek izdalīts katrs no kanāliem, tālākai signāla ciparapstrādei



Eksperimentālā sistēma un pētījumi



- Iegūtajiem signāliem tiek atrastas signāla absolūto vērtību pīķu vērtības
- Visas vērtības kas ir zem uzliktā sliekšņa tiek nonullētas
- Tiek atrasti laika momenti kuros starpība starp nolašu vērtībām ir lielāka pa uzstādīto slieksni - tās tad arī ir pārslēgumu vietas jeb binārais ASDM izejas signāls
- Izmantojot iegūtās pārslēguma vietas ir iespējams atjaunot katrā kanāla EEG signālu



Rezultāti

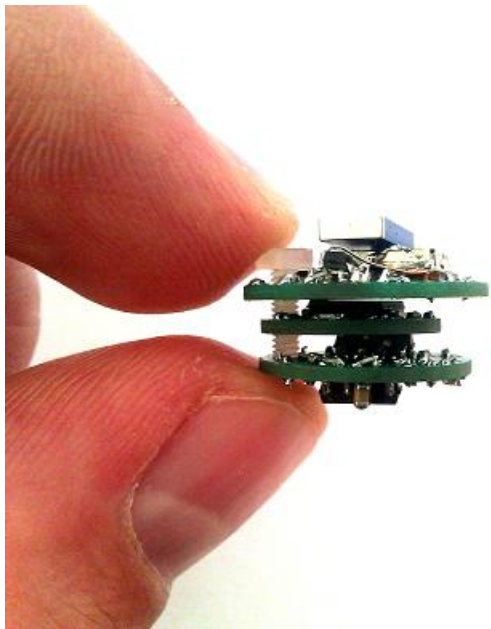
- Ir izveidota alternatīva, izmēros maza (11x16mm), mobila sistēma priekš EEG datu iegūšanas
- Šī ir pirmais tāda veida sensors pasaulē, kas balstīts uz ASDM datu kodēšanas principa
- Eksperimentālie pētījumi pierāda, ka ar izveidoto sensoru ir iespējams iegūt, pastiprināt, kodēt un pārraidīt daudzkanālu (līdz pat 85) EEG datus
- Galvenā priekšrocība – lai palielinātu kanālu skaitu, ir nepieciešams tikai pievienot vel vienu sensoru, jo neatkarīgi no sensoru skaita, ir tikai viens uztvērējs
- Ir iesniegta publikācija:
«EEG Data Acquisition System Based on Asynchronous Sigma-Delta modulator»
2012 13th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC2012)
Proceedings BEC2012 will be referred in IEEE Xplore database

Nākotnes vīzija

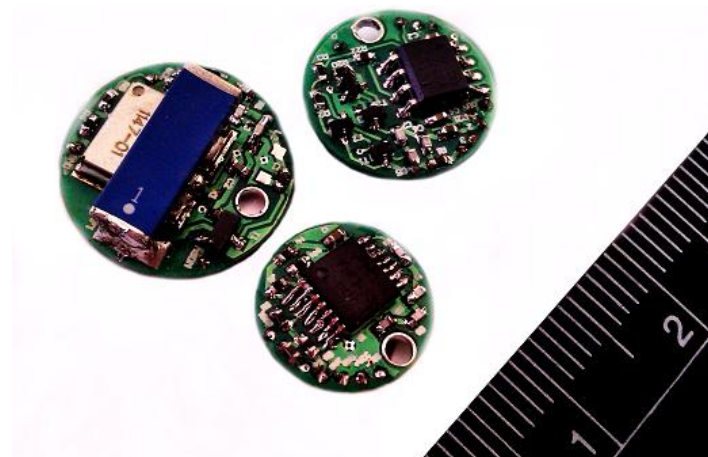
- Izveidot daudzkanālu EEG datu iegūšanas sistēmu
- Izveidot «*Real Time*» datu ieguvi un apstrādi
- Izstrādāt algoritmus notikumu detektēšanai, izmantojot EEG signālus, lai būtu iespējams kontrolēt citas vadības ierīces
- Izstrādāt ķiveri, kurā būtu iespējams ievietot vairākus sensorus
- U.c.



Bilde n: <http://www.emotiv.com>



Paldies par uzmanību!



"If our brain were so simple that we could understand it, we would be so simple that we couldn't" – Pugh, 1977



Algoritmi pēc ASDM principa pārveidotu signālu atjaunošanai

SenSigA grupa:

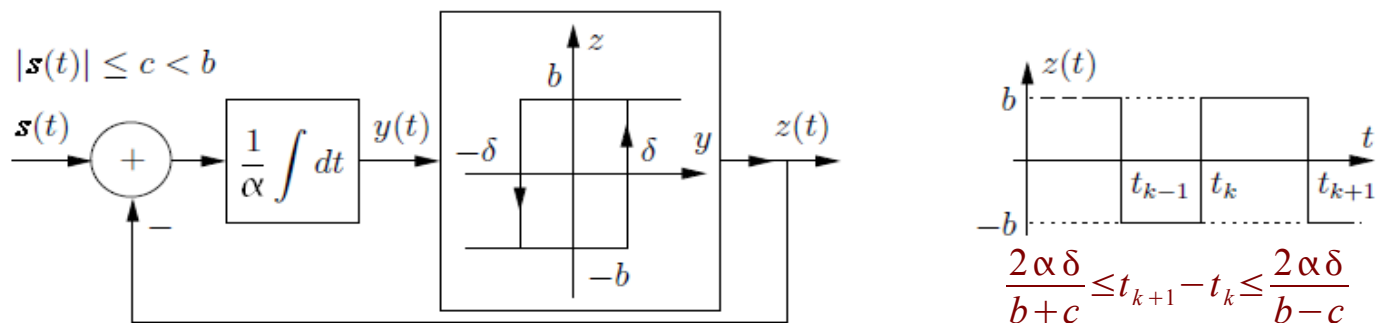
Modris Greitāns
Uldis Grunde
Kaspars Ozols
Rolands Šāvelis

Saturs

- Signālu pārveidošana ar asinhrono sigma-delta modulatoru (ASDM)
 - ♦ Pārveidojuma blokshēma
- Signālu atjaunošana no pārveidojumā iegūtajām laika secībām
 - ♦ Atjaunošanas algoritmi
 - ♦ Atjaunošana reālā laikā

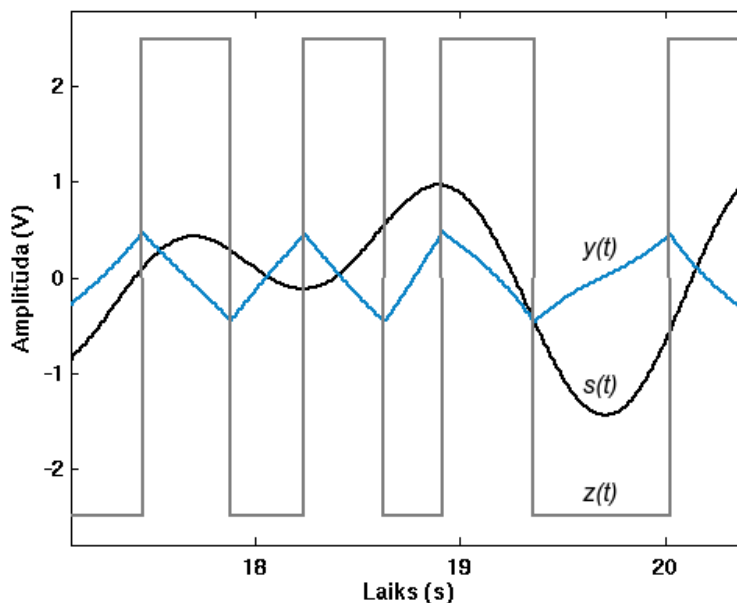
Asinhronais sigma-delta modulators

■ Blokshēma



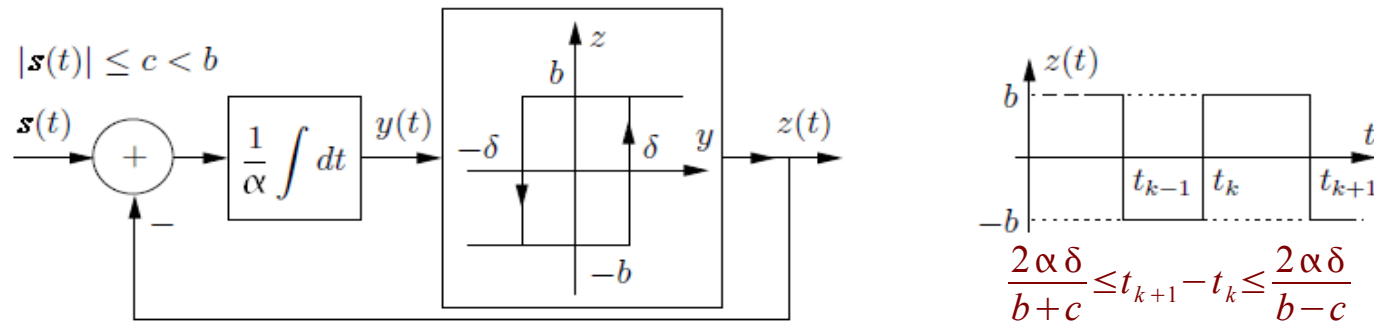
■ Laika intervālam $t \in [t_k, t_{k+1}]$ izpildās:

$$\int_{t_k}^{t_{k+1}} s(t) dt = (-1)^k (2\alpha\delta - b(t_{k+1} - t_k))$$



Signālu atjaunošana

- ASDM blokshēma



- Laika intervālam $t \in [t_k, t_{k+1}]$ izpildās: $\int_{t_k}^{t_{k+1}} s(t) dt = (-1)^k (2\alpha\delta - b(t_{k+1} - t_k))$
- Signālu reprezentējošā izteiksme:

$$s(t) = \sum_{n \in \mathbb{Z}} c_n g(t - t_n), \quad g(t) = 2F_{\max} \text{sinc}(2\pi F_{\max} t)$$

- Pie nosacījuma $t_{k+1} - t_k \leq \frac{2\alpha\delta}{b-c} \leq \frac{1}{2F_{\max}}$ koeficientus c_n atrod no vienādojuma

$$\mathbf{G} \mathbf{c} = \mathbf{q} \Rightarrow \mathbf{c} = \mathbf{G}^+ \mathbf{q}$$

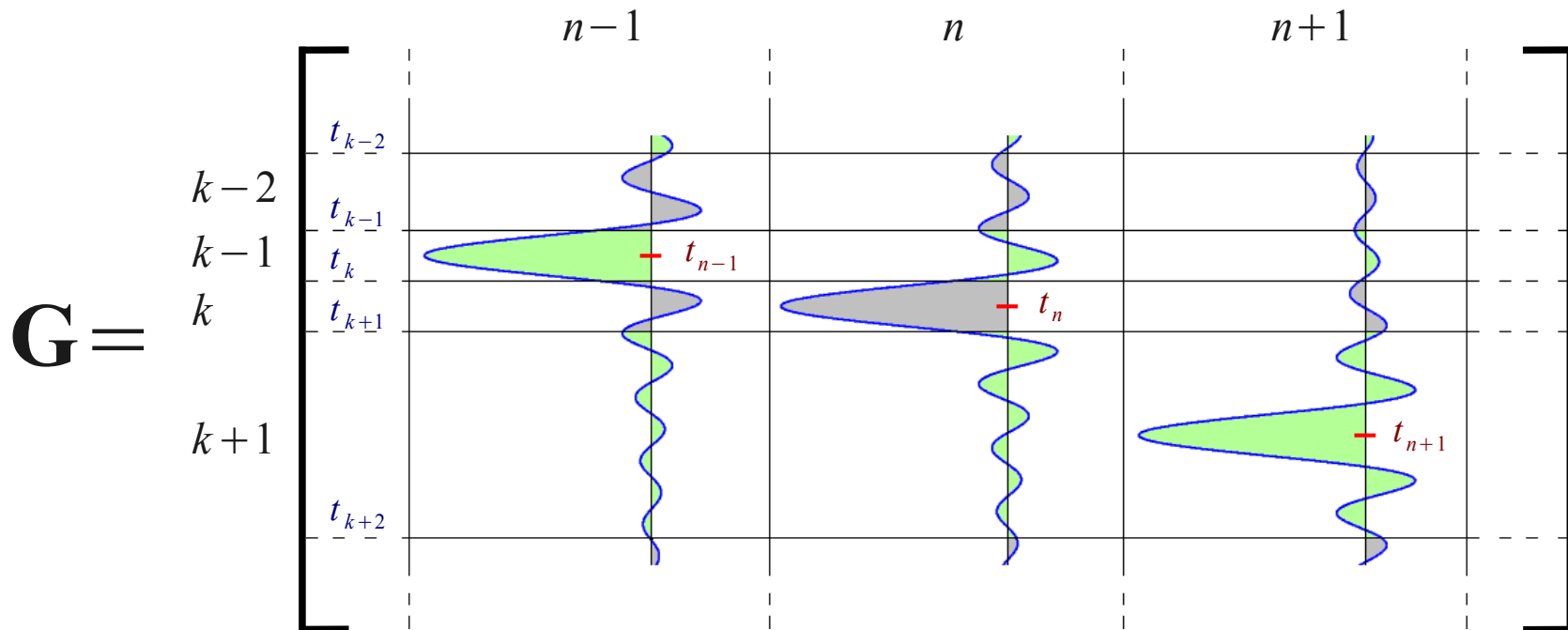
Signālu atjaunošana

- Vektora $\mathbf{q}$ elements $q_k = (-1)^k (2\alpha\delta - b(t_{k+1} - t_k))$

- Matricas $\mathbf{G}$ elements $G_{k,n} = \int_{t_k}^{t_{k+1}} g(t - t_n) dt$

$$\mathbf{c} = \mathbf{G}^+ \mathbf{q}$$

$$s(t) = \sum_{n \in \mathbb{Z}} c_n g(t - t_n)$$



Signālu atjaunošana

- Lai atjaunošanu paātrinātu:

- ♦ Koeficientus c_n meklē nevis signāla reprezentācijai $s(t) = \sum_{n \in \mathbb{Z}} c_n g(t - t_n)$, bet gan tā integrālajai reprezentācijai

$$\int_{-\infty}^t s(\tau) d\tau = \sum_{n \in \mathbb{Z}} d_n g(t - t_n)$$

Rezultātā nezināmo koeficientu d_n vektoru atrod no izteiksmes

$$\mathbf{d} = \mathbf{G}^+ \mathbf{P}^{-1} \mathbf{q},$$

kur vektora $\mathbf{q}$ elements: $q_k = (-1)^k (2\alpha\delta - b(t_{k+1} - t_k))$

matricas $\mathbf{G}$ elements: $G_{k,n} = g(t_k - t_n)$

un inversās matricas $\mathbf{P}^{-1}$ elements: $P_{k,n}^{-1} = \begin{cases} -1, & \text{ja } k \leq n \\ 0, & \text{ja } k > n \end{cases}$

Kad ir atrasti d_n , signālu $s(t)$ atrod no izteiksmes

$$s(t) = \frac{d}{dt} \sum_{n \in \mathbb{Z}} d_n g(t - t_n)$$

Signālu atjaunošana

- Lai atjaunošanu paātrinātu:
 - ♦ Funkcijas $g(t) = 2 F_{max} \text{sinc}(2 \pi F_{max} t)$ vietā lieto periodisku tās aproksimāciju

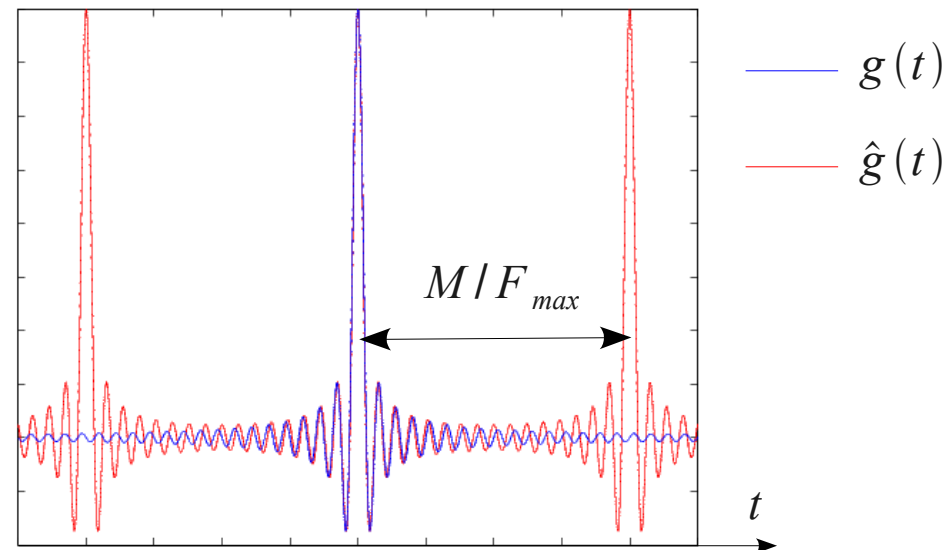
$$\hat{g}(t) = \alpha \sum_{n=-M}^M e^{jn \frac{2\pi F_{max}}{M} t}$$

$$\alpha = \frac{2 F_{max}}{2 M + 1}$$

Rezultātā atjaunotais signāls

$$\hat{s}(t) = \frac{j 2 \pi F_{max}}{M} \sum_{n=-M}^M n d_n e^{jn \frac{2\pi F_{max}}{M} t}$$

$$\mathbf{d} = \alpha \mathbf{T}^+ \mathbf{S} \mathbf{D} \mathbf{P}^{-1} \mathbf{q}$$

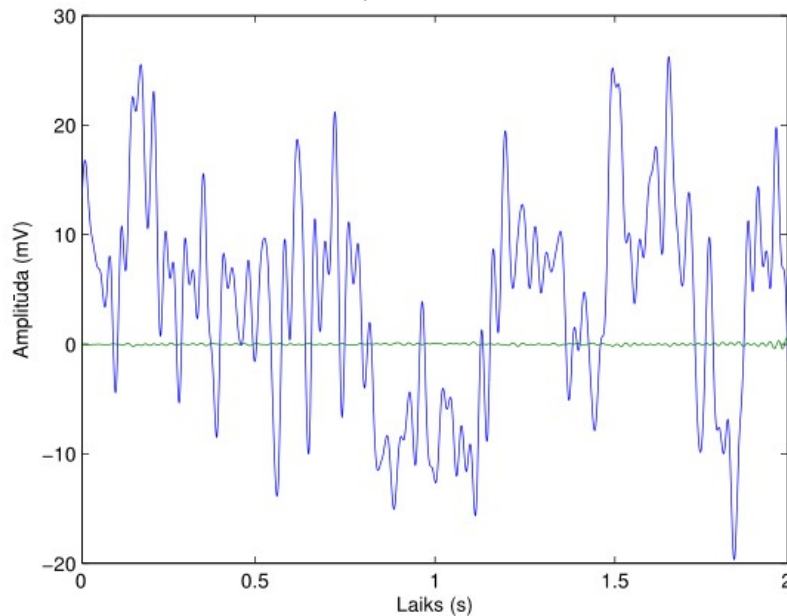


Matrica $\mathbf{T}$ ir gan Toeplisa, gan Ermita tipa ($\mathbf{T} = \mathbf{T}^*$), kas nodrošina tās ātru pseidoinvertēšanu

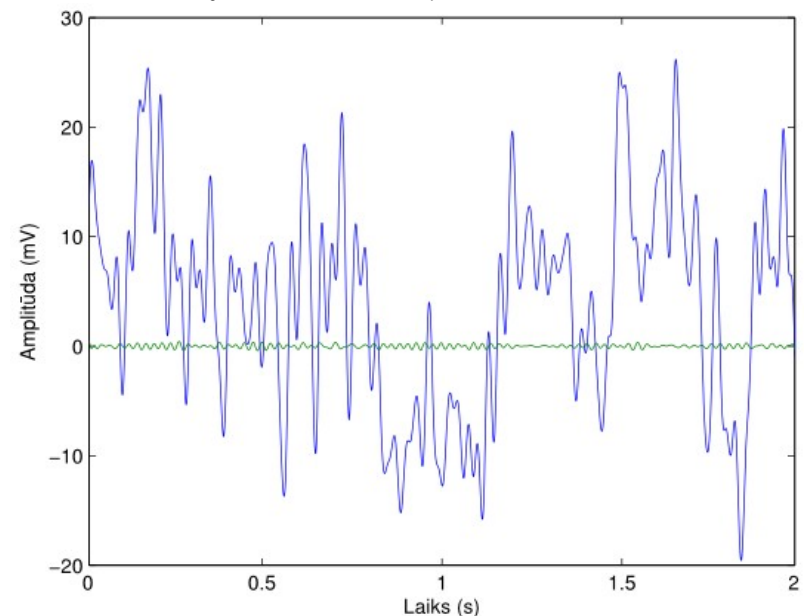
Signālu atjaunošana

- Atjaunošanas ātrdarbības salīdzinājums

$$s(t) = \sum_{n \in \mathbb{Z}} c_n g(t - t_n)$$



$$\int_{-\infty}^t s(\tau) d\tau = \sum_{n \in \mathbb{Z}} d_n g(t - t_n)$$



- Atjaunošanas laiki ir attiecīgi 110 un 0.9 sekundes

Signālu atjaunošana reālā laikā

- Atjaunošanu veic mazos laika intervālos $t \in [t_{mJ}, t_{mJ+L}]$, $J = L - 2M - K$
- Katrā intervālā atjaunotais signāls tiek reizināts ar loga funkciju

$$\tau_n = t_{nJ+M}, \quad \sigma_n = t_{nJ+M+K}$$

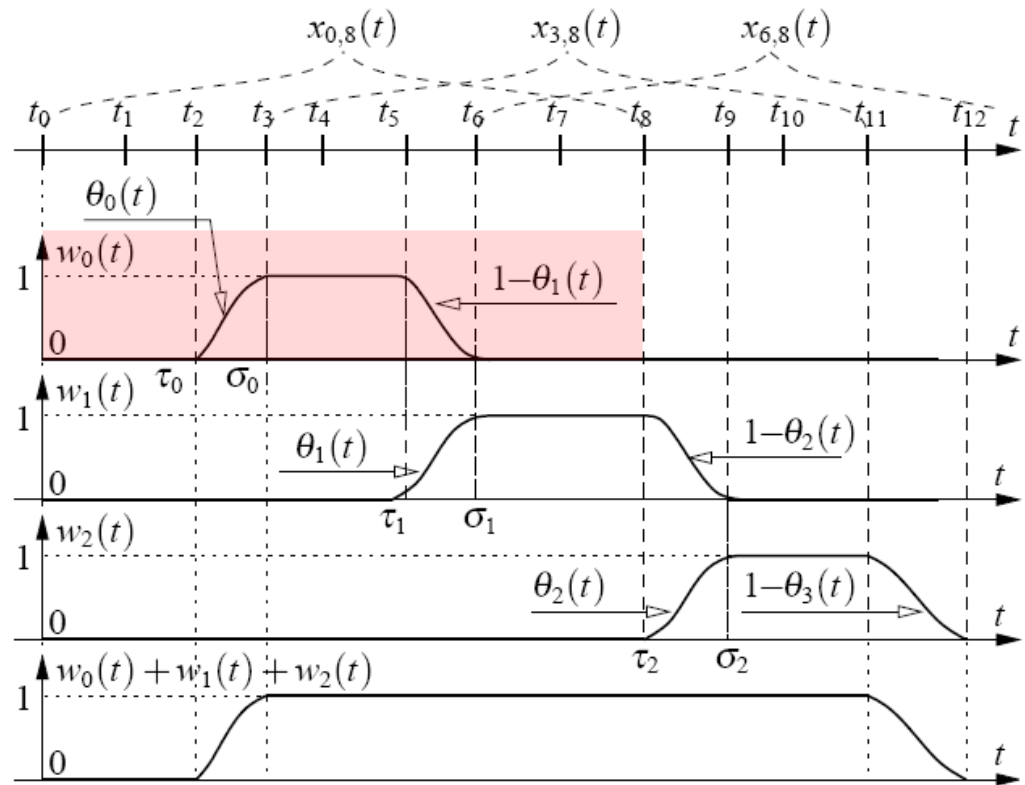
$$w_n(t, L, M, K) = \begin{cases} 0 & \text{ja } t \notin (\tau_n, \sigma_{n+1}] \\ \theta_n(t) & \text{ja } t \in (\tau_n, \sigma_n] \\ 1 & \text{ja } t \in (\sigma_n, \tau_{n+1}] \\ 1 - \theta_{n+1}(t) & \text{ja } t \in (\tau_{n+1}, \sigma_{n+1}] \end{cases}$$

$$\theta_n(t) = \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{t - \tau_n}{\sigma_n - \tau_n} \right)$$

- Rezultātā atjaunotais signāls visā tā garumā

$$x_{L,M,K}(t) = \sum_{n \in \mathbb{Z}} w_n(t, L, M, K) x_{nJ,L}(t)$$

- Tālāk signāls tiek filtrēts ar zemo frekvenču filtru, lai atjaunotu tā spektrālo joslu



$$t_0 = 0, L = 8, M = 2, K = 1 (J = 3)$$

Signālu atjaunošana reālā laikā

- Atjaunošanu veic mazos laika intervālos $t \in [t_{mJ}, t_{mJ+L}]$, $J = L - 2M - K$
- Katrā intervālā atjaunotais signāls tiek reizināts ar loga funkciju

$$\tau_n = t_{nJ+M}, \quad \sigma_n = t_{nJ+M+K}$$

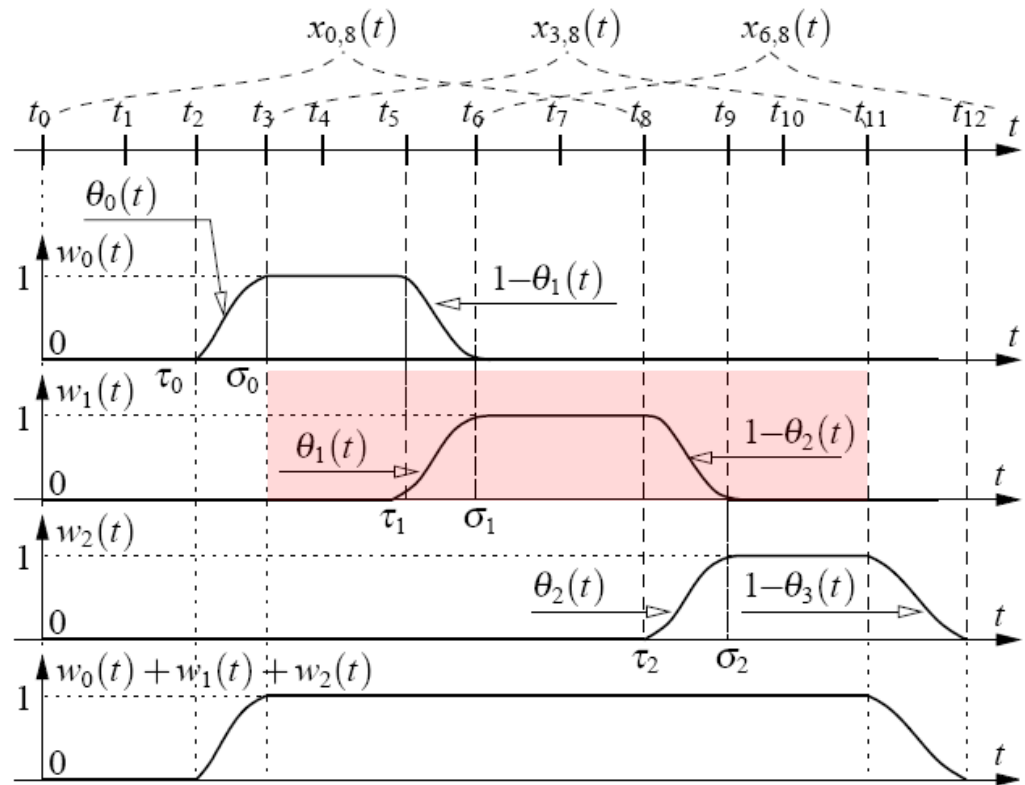
$$w_n(t, L, M, K) = \begin{cases} 0 & \text{ja } t \notin (\tau_n, \sigma_{n+1}] \\ \theta_n(t) & \text{ja } t \in (\tau_n, \sigma_n] \\ 1 & \text{ja } t \in (\sigma_n, \tau_{n+1}] \\ 1 - \theta_{n+1}(t) & \text{ja } t \in (\tau_{n+1}, \sigma_{n+1}] \end{cases}$$

$$\theta_n(t) = \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{t - \tau_n}{\sigma_n - \tau_n} \right)$$

- Rezultātā atjaunotais signāls visā tā garumā

$$x_{L,M,K}(t) = \sum_{n \in \mathbb{Z}} w_n(t, L, M, K) x_{nJ,L}(t)$$

- Tālāk signāls tiek filtrēts ar zemo frekvenču filtru, lai atjaunotu tā spektrālo joslu



$$t_0 = 0, L = 8, M = 2, K = 1 (J = 3)$$

Signālu atjaunošana reālā laikā

- Atjaunošanu veic mazos laika intervālos $t \in [t_{mJ}, t_{mJ+L}]$, $J = L - 2M - K$
- Katrā intervālā atjaunotais signāls tiek reizināts ar loga funkciju

$$\tau_n = t_{nJ+M}, \quad \sigma_n = t_{nJ+M+K}$$

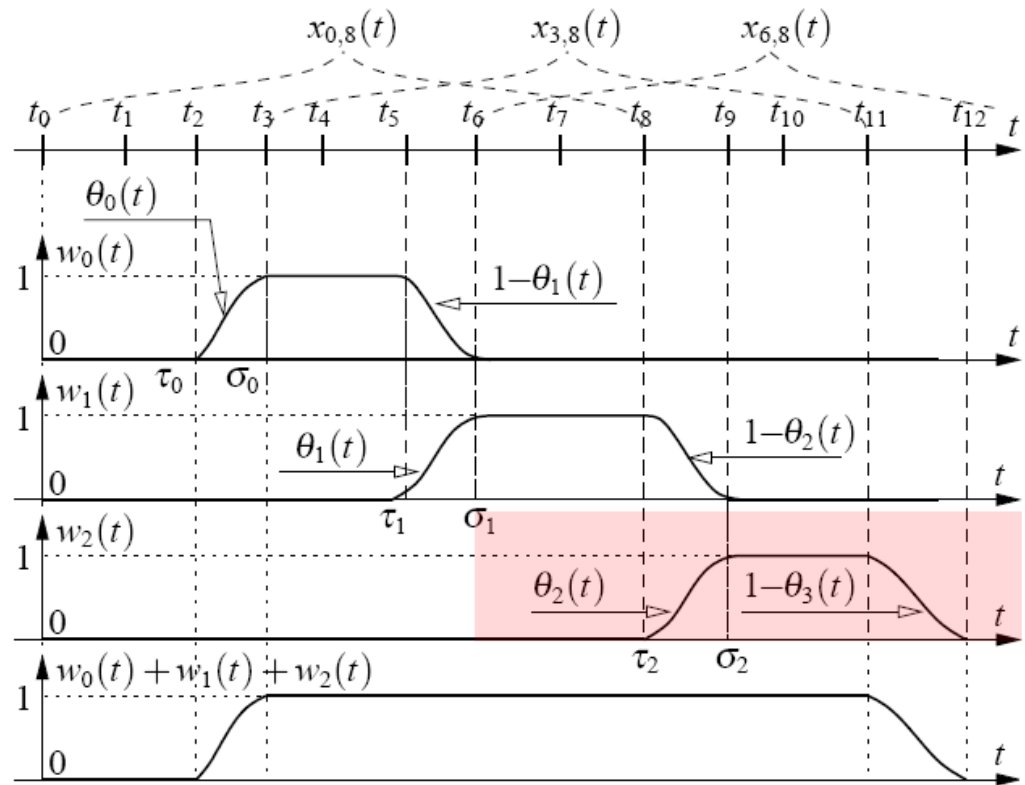
$$w_n(t, L, M, K) = \begin{cases} 0 & \text{ja } t \notin (\tau_n, \sigma_{n+1}] \\ \theta_n(t) & \text{ja } t \in (\tau_n, \sigma_n] \\ 1 & \text{ja } t \in (\sigma_n, \tau_{n+1}] \\ 1 - \theta_{n+1}(t) & \text{ja } t \in (\tau_{n+1}, \sigma_{n+1}] \end{cases}$$

$$\theta_n(t) = \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{t - \tau_n}{\sigma_n - \tau_n} \right)$$

- Rezultātā atjaunotais signāls visā tā garumā

$$x_{L,M,K}(t) = \sum_{n \in \mathbb{Z}} w_n(t, L, M, K) x_{nJ,L}(t)$$

- Tālāk signāls tiek filtrēts ar zemo frekvenču filtru, lai atjaunotu tā spektrālo joslu



$$t_0 = 0, L = 8, M = 2, K = 1 (J = 3)$$

Signālu atjaunošana reālā laikā

- Ātrdarbību nosaka tas, ka atjaunošanas vienādojumā $\mathbf{c}_{m+1} = \mathbf{G}_{m+1}^+ \mathbf{q}_{m+1}$ pseidoinverso matricu $\mathbf{G}_{m+1}^+$ atrod no iepriekšējās $\mathbf{G}_m^+$

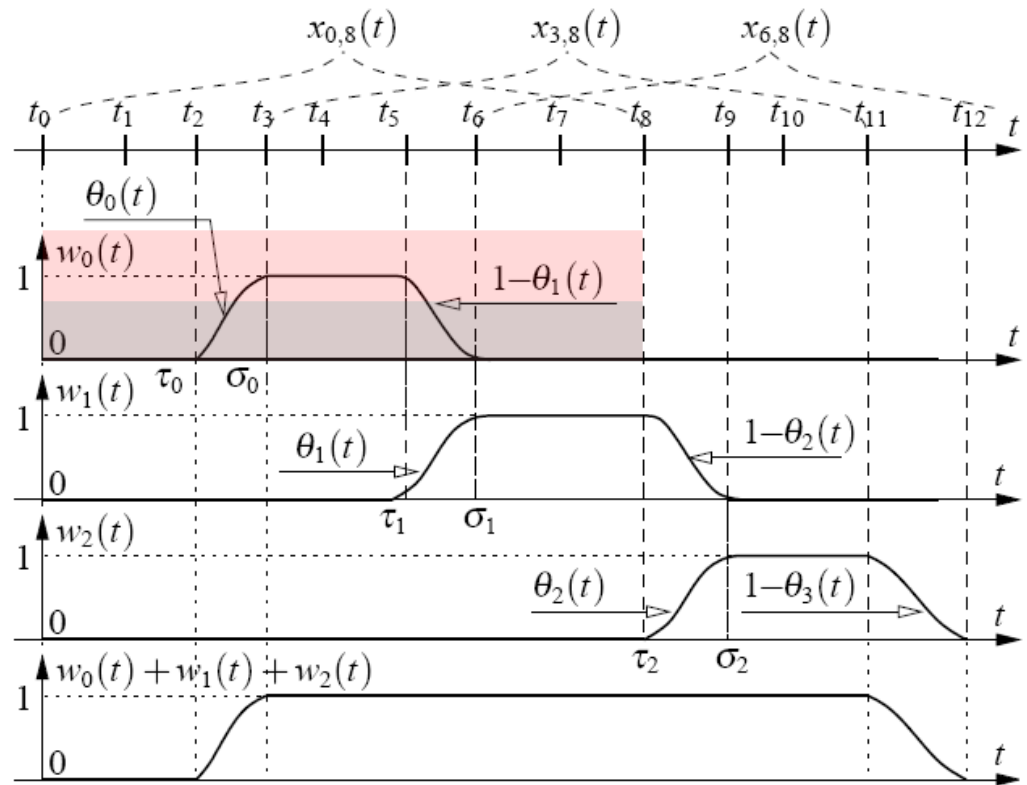
$$\mathbf{G}_m = \begin{bmatrix} a_m & \tilde{\mathbf{a}}_m^T \\ \hat{\mathbf{a}}_m & \mathbf{H}_m \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G}_{m+1} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_m & \hat{\mathbf{b}}_m \\ \tilde{\mathbf{b}}_m^T & b_m \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G}_{m+1} = \mathbf{P}^T \mathbf{G}_m \mathbf{P} + \mathbf{u}_m \mathbf{e}_L^T + \mathbf{e}_L \mathbf{v}_m^T,$$

$$\mathbf{P} = [\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \dots, \mathbf{e}_L, \mathbf{e}_1]$$

$$\mathbf{u}_m = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}}_m - \hat{\mathbf{a}}_m \\ b_m - a_m \end{bmatrix} \quad \mathbf{v}_m = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{b}}_m - \tilde{\mathbf{a}}_m \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{B}_m &= \mathbf{P}^T \mathbf{G}_m^+ \mathbf{P}, \\ \beta_m &= 1 + \mathbf{e}_L^T \mathbf{B}_m \mathbf{u}_m, \\ \mathbf{A}_m &= \mathbf{B}_m - \mathbf{B}_m \mathbf{u}_m \mathbf{e}_L^T \mathbf{B}_m / \beta_m, \\ \alpha_m &= 1 + \mathbf{v}_m^T \mathbf{A}_m \mathbf{e}_L, \\ \mathbf{G}_{m+1}^+ &= \mathbf{A}_m - \mathbf{A}_m \mathbf{e}_L \mathbf{v}_m^T \mathbf{A}_m / \alpha_m \end{aligned}$$



$$t_0 = 0, L = 8, M = 2, K = 1 (J = 3)$$

Signālu atjaunošana reālā laikā

- Ātrdarbību nosaka tas, ka atjaunošanas vienādojumā $\mathbf{c}_{m+1} = \mathbf{G}_{m+1}^+ \mathbf{q}_{m+1}$ pseidoinverso matricu $\mathbf{G}_{m+1}^+$ atrod no iepriekšējās $\mathbf{G}_m^+$

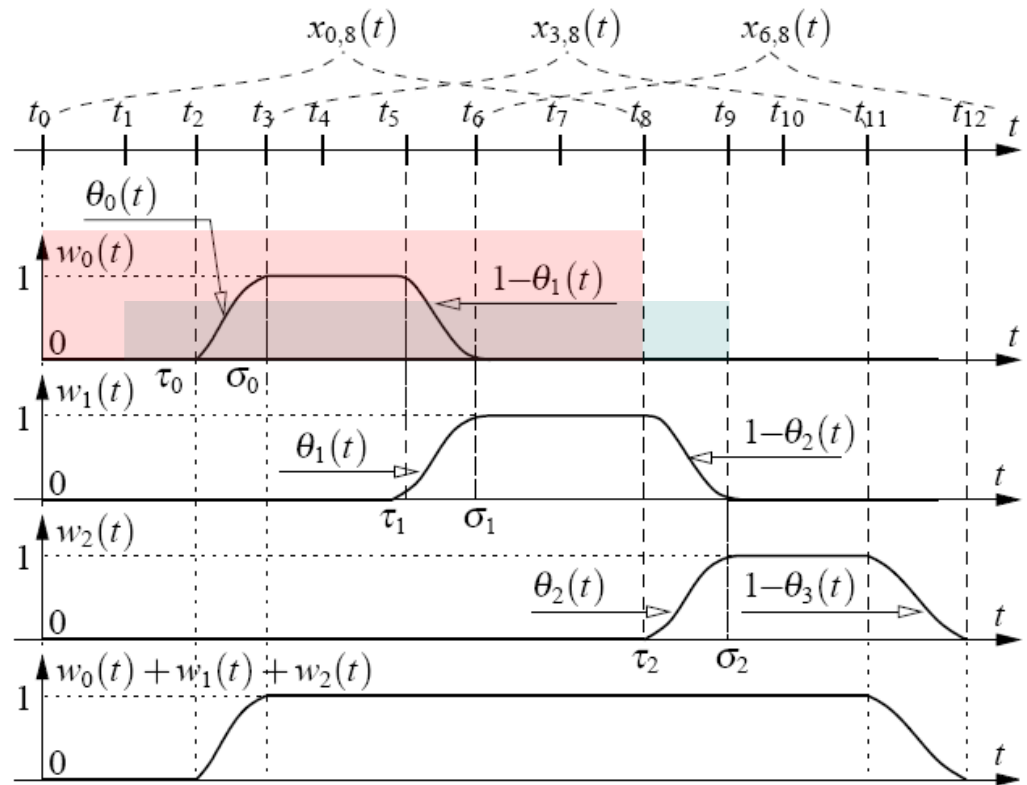
$$\mathbf{G}_m = \begin{bmatrix} a_m & \tilde{\mathbf{a}}_m^T \\ \hat{\mathbf{a}}_m & \mathbf{H}_m \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G}_{m+1} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_m & \hat{\mathbf{b}}_m \\ \tilde{\mathbf{b}}_m^T & b_m \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G}_{m+1} = \mathbf{P}^T \mathbf{G}_m \mathbf{P} + \mathbf{u}_m \mathbf{e}_L^T + \mathbf{e}_L \mathbf{v}_m^T,$$

$$\mathbf{P} = [\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \dots, \mathbf{e}_L, \mathbf{e}_1]$$

$$\mathbf{u}_m = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}}_m - \hat{\mathbf{a}}_m \\ b_m - a_m \end{bmatrix} \quad \mathbf{v}_m = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{b}}_m - \tilde{\mathbf{a}}_m \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{B}_m &= \mathbf{P}^T \mathbf{G}_m^+ \mathbf{P}, \\ \beta_m &= 1 + \mathbf{e}_L^T \mathbf{B}_m \mathbf{u}_m, \\ \mathbf{A}_m &= \mathbf{B}_m - \mathbf{B}_m \mathbf{u}_m \mathbf{e}_L^T \mathbf{B}_m / \beta_m, \\ \alpha_m &= 1 + \mathbf{v}_m^T \mathbf{A}_m \mathbf{e}_L, \\ \mathbf{G}_{m+1}^+ &= \mathbf{A}_m - \mathbf{A}_m \mathbf{e}_L \mathbf{v}_m^T \mathbf{A}_m / \alpha_m \end{aligned}$$



$$t_0 = 0, L = 8, M = 2, K = 1 (J = 3)$$

Signālu atjaunošana reālā laikā

- Ātrdarbību nosaka tas, ka atjaunošanas vienādojumā $\mathbf{c}_{m+1} = \mathbf{G}_{m+1}^+ \mathbf{q}_{m+1}$ pseidoinverso matricu $\mathbf{G}_{m+1}^+$ atrod no iepriekšējās $\mathbf{G}_m^+$

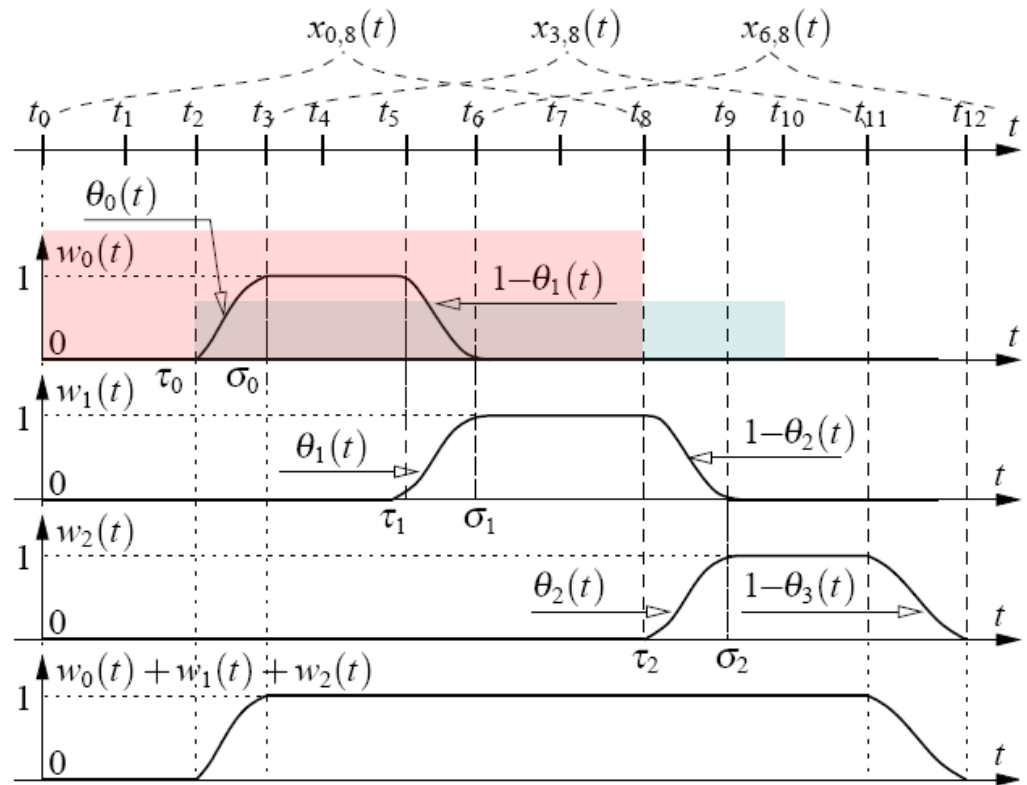
$$\mathbf{G}_m = \begin{bmatrix} a_m & \tilde{\mathbf{a}}_m^T \\ \hat{\mathbf{a}}_m & \mathbf{H}_m \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G}_{m+1} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_m & \hat{\mathbf{b}}_m \\ \tilde{\mathbf{b}}_m^T & b_m \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G}_{m+1} = \mathbf{P}^T \mathbf{G}_m \mathbf{P} + \mathbf{u}_m \mathbf{e}_L^T + \mathbf{e}_L \mathbf{v}_m^T,$$

$$\mathbf{P} = [\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \dots, \mathbf{e}_L, \mathbf{e}_1]$$

$$\mathbf{u}_m = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}}_m - \hat{\mathbf{a}}_m \\ b_m - a_m \end{bmatrix} \quad \mathbf{v}_m = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{b}}_m - \tilde{\mathbf{a}}_m \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{B}_m &= \mathbf{P}^T \mathbf{G}_m^+ \mathbf{P}, \\ \beta_m &= 1 + \mathbf{e}_L^T \mathbf{B}_m \mathbf{u}_m, \\ \mathbf{A}_m &= \mathbf{B}_m - \mathbf{B}_m \mathbf{u}_m \mathbf{e}_L^T \mathbf{B}_m / \beta_m, \\ \alpha_m &= 1 + \mathbf{v}_m^T \mathbf{A}_m \mathbf{e}_L, \\ \mathbf{G}_{m+1}^+ &= \mathbf{A}_m - \mathbf{A}_m \mathbf{e}_L \mathbf{v}_m^T \mathbf{A}_m / \alpha_m \end{aligned}$$



$$t_0 = 0, L = 8, M = 2, K = 1 (J = 3)$$

Signālu atjaunošana reālā laikā

- Ātrdarbību nosaka tas, ka atjaunošanas vienādojumā $\mathbf{c}_{m+1} = \mathbf{G}_{m+1}^+ \mathbf{q}_{m+1}$ pseidoinverso matricu $\mathbf{G}_{m+1}^+$ atrod no iepriekšējās $\mathbf{G}_m^+$

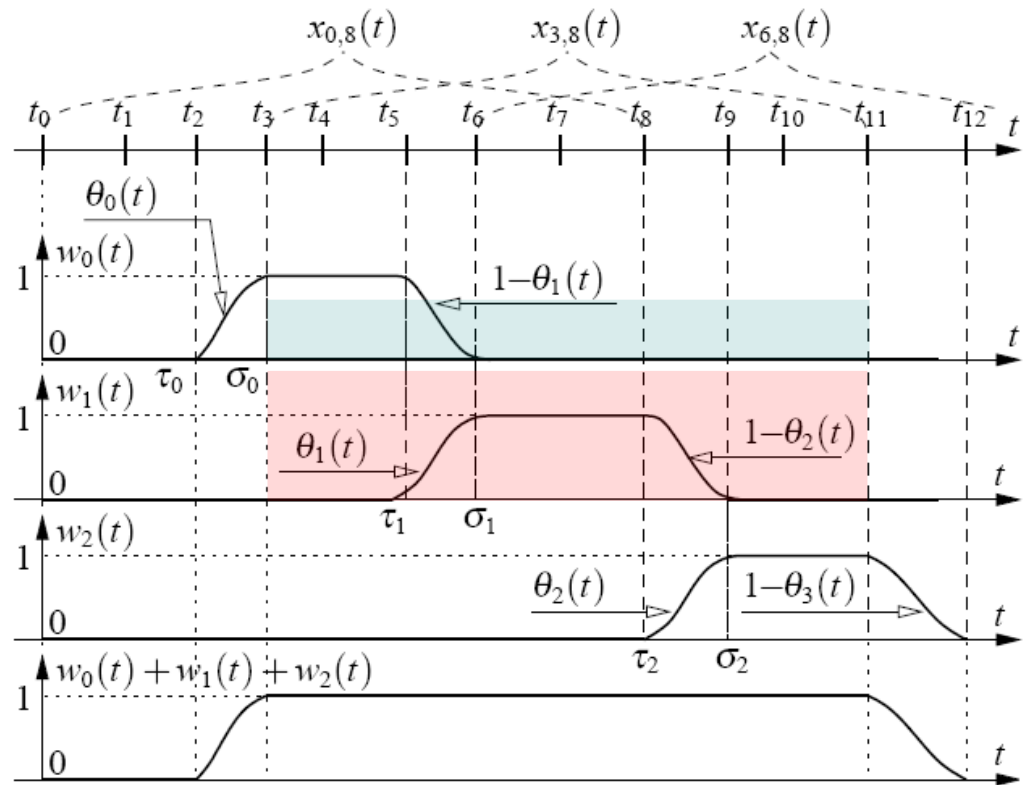
$$\mathbf{G}_m = \begin{bmatrix} a_m & \tilde{\mathbf{a}}_m^T \\ \hat{\mathbf{a}}_m & \mathbf{H}_m \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G}_{m+1} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_m & \hat{\mathbf{b}}_m \\ \tilde{\mathbf{b}}_m^T & b_m \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G}_{m+1} = \mathbf{P}^T \mathbf{G}_m \mathbf{P} + \mathbf{u}_m \mathbf{e}_L^T + \mathbf{e}_L \mathbf{v}_m^T,$$

$$\mathbf{P} = [\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \dots, \mathbf{e}_L, \mathbf{e}_1]$$

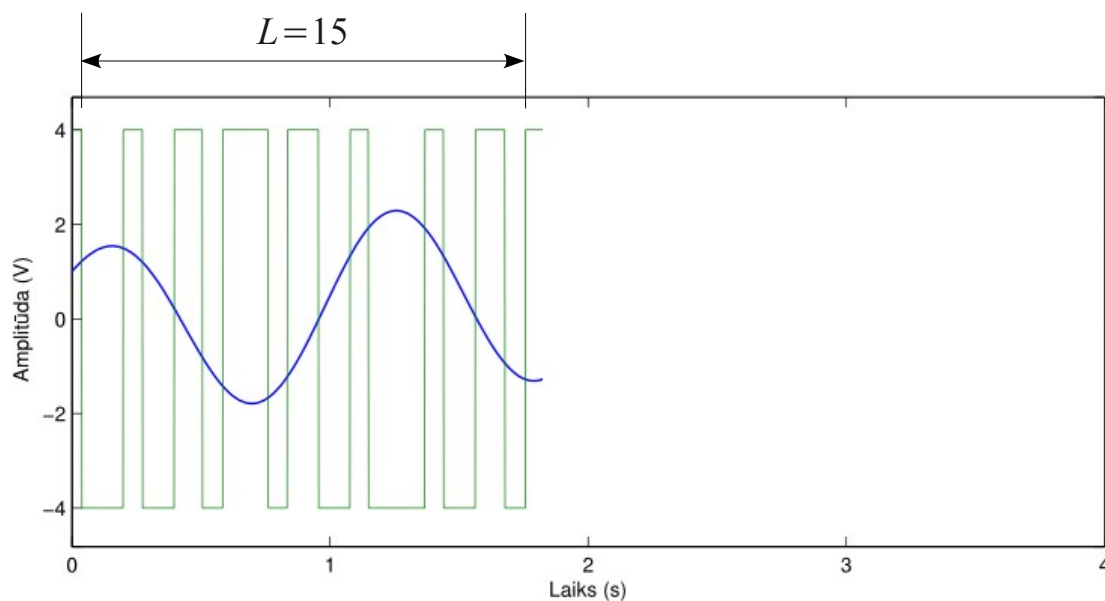
$$\mathbf{u}_m = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}}_m - \hat{\mathbf{a}}_m \\ b_m - a_m \end{bmatrix} \quad \mathbf{v}_m = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{b}}_m - \tilde{\mathbf{a}}_m \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{B}_m &= \mathbf{P}^T \mathbf{G}_m^+ \mathbf{P}, \\ \beta_m &= 1 + \mathbf{e}_L^T \mathbf{B}_m \mathbf{u}_m, \\ \mathbf{A}_m &= \mathbf{B}_m - \mathbf{B}_m \mathbf{u}_m \mathbf{e}_L^T \mathbf{B}_m / \beta_m, \\ \alpha_m &= 1 + \mathbf{v}_m^T \mathbf{A}_m \mathbf{e}_L, \\ \mathbf{G}_{m+1}^+ &= \mathbf{A}_m - \mathbf{A}_m \mathbf{e}_L \mathbf{v}_m^T \mathbf{A}_m / \alpha_m \end{aligned}$$

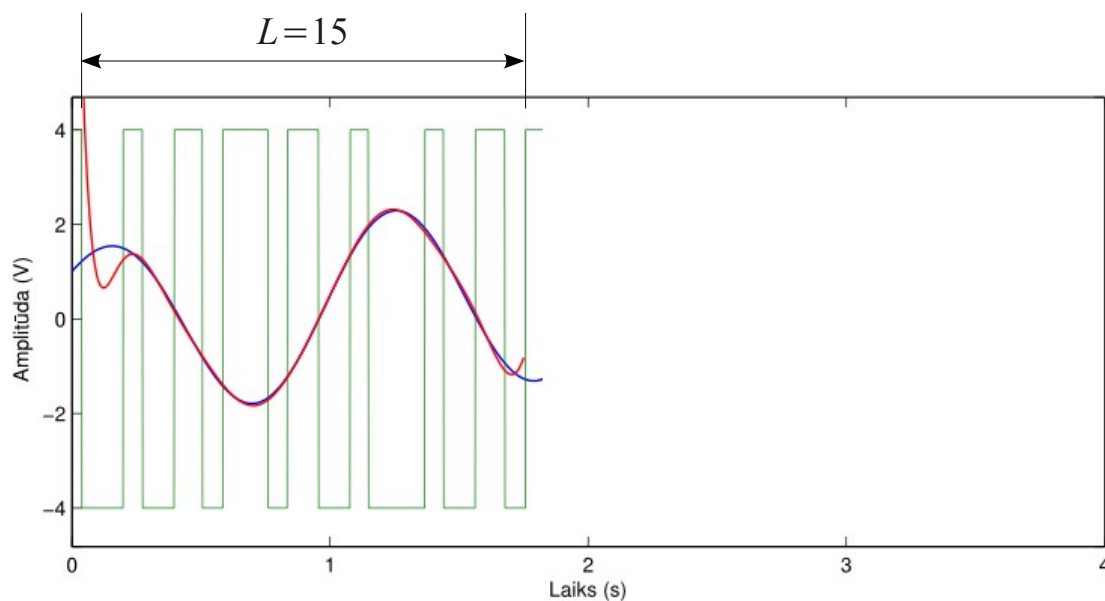


$$t_0 = 0, L = 8, M = 2, K = 1 (J = 3)$$

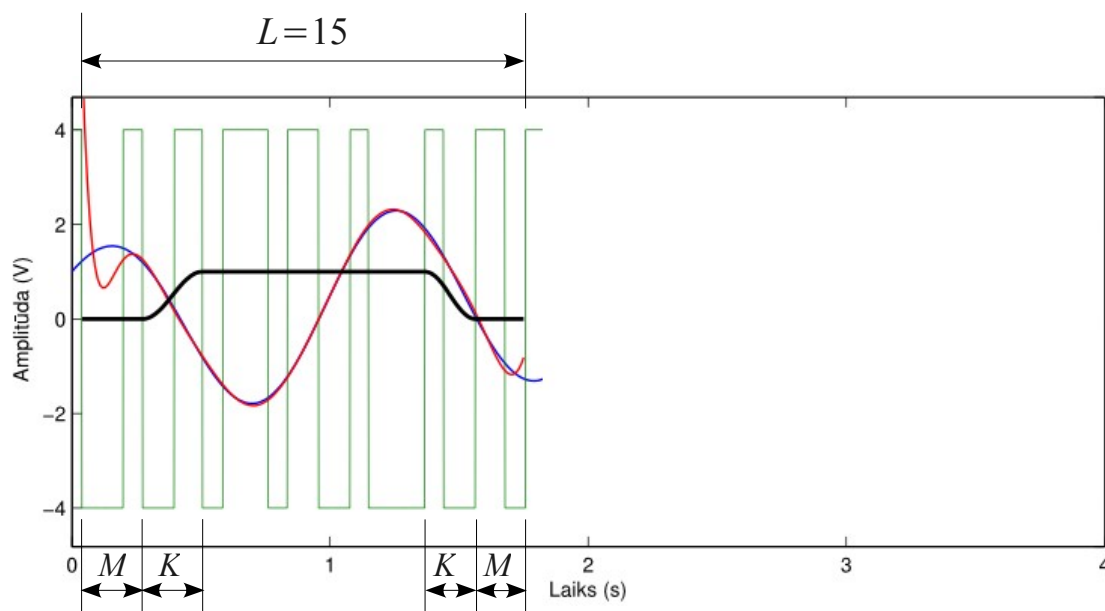
Signālu atjaunošana reālā laikā



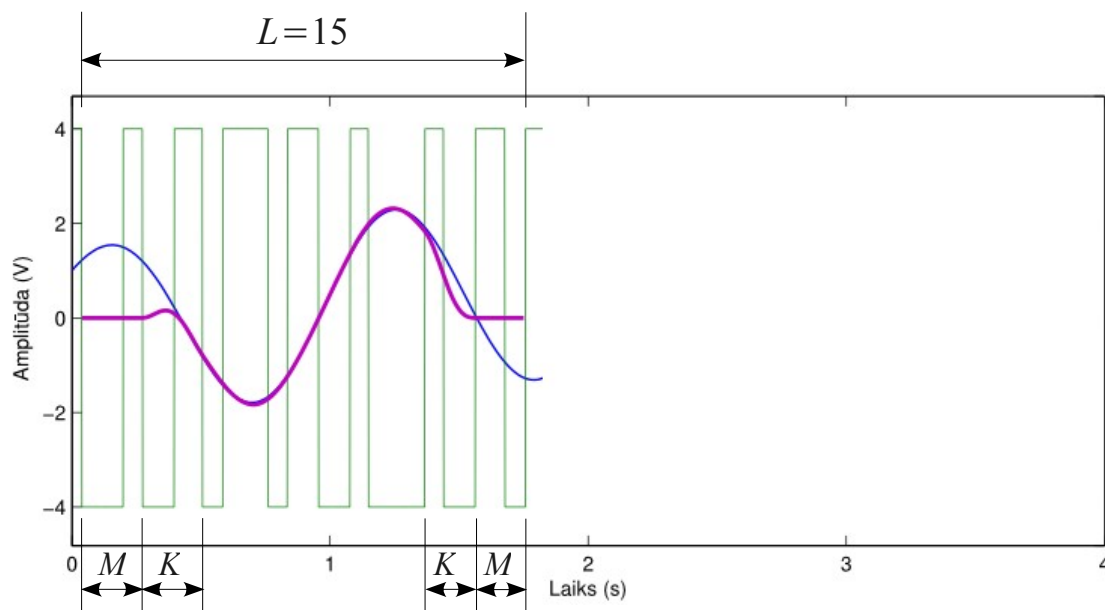
Signālu atjaunošana reālā laikā



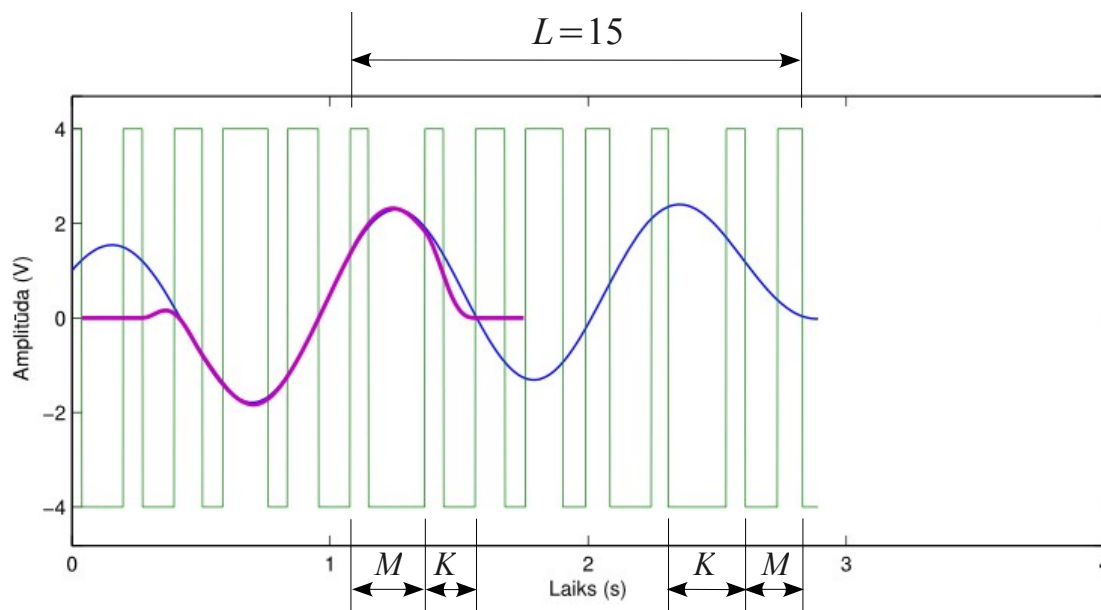
Signālu atjaunošana reālā laikā



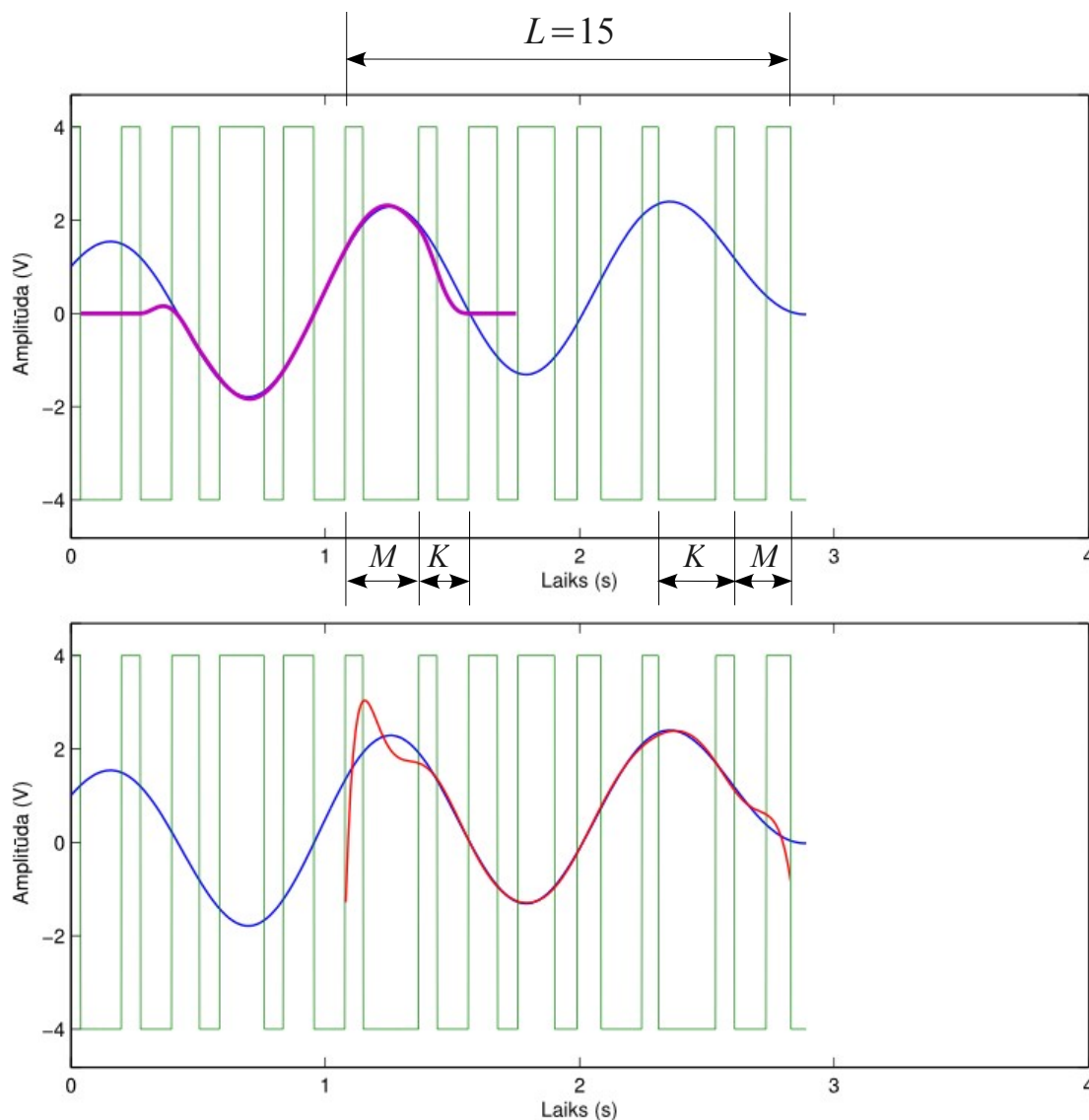
Signālu atjaunošana reālā laikā



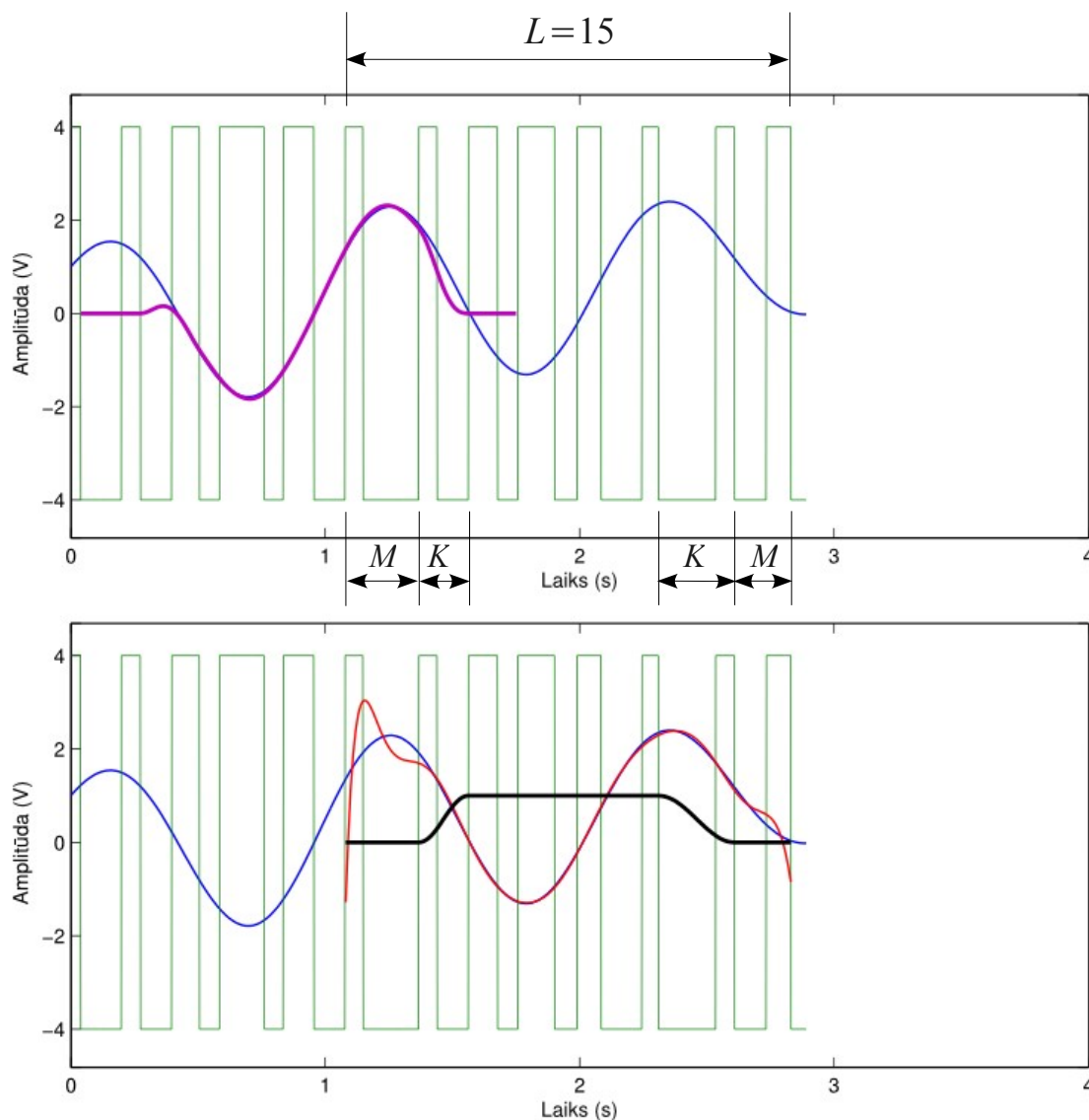
Signālu atjaunošana reālā laikā



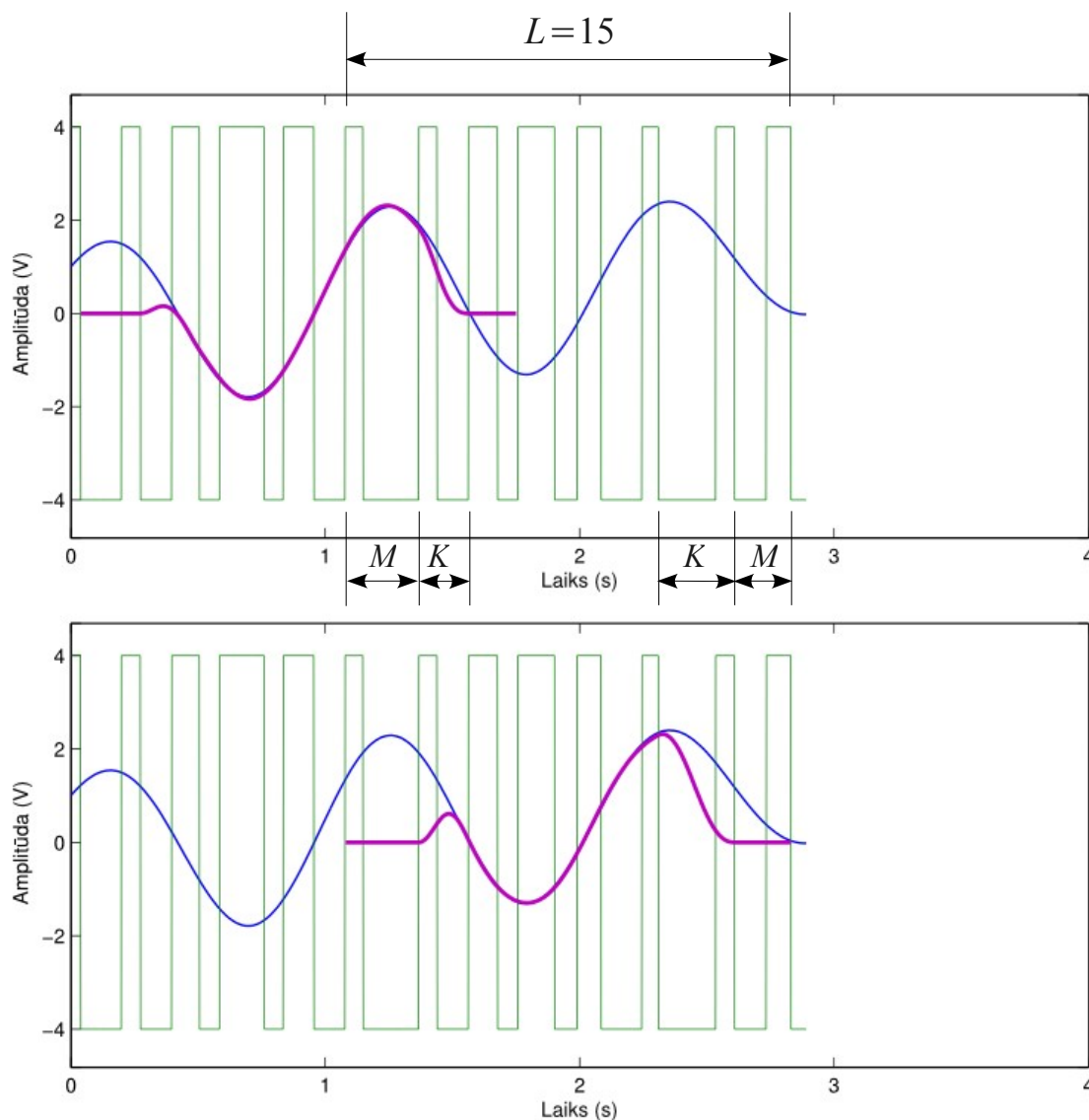
Signālu atjaunošana reālā laikā



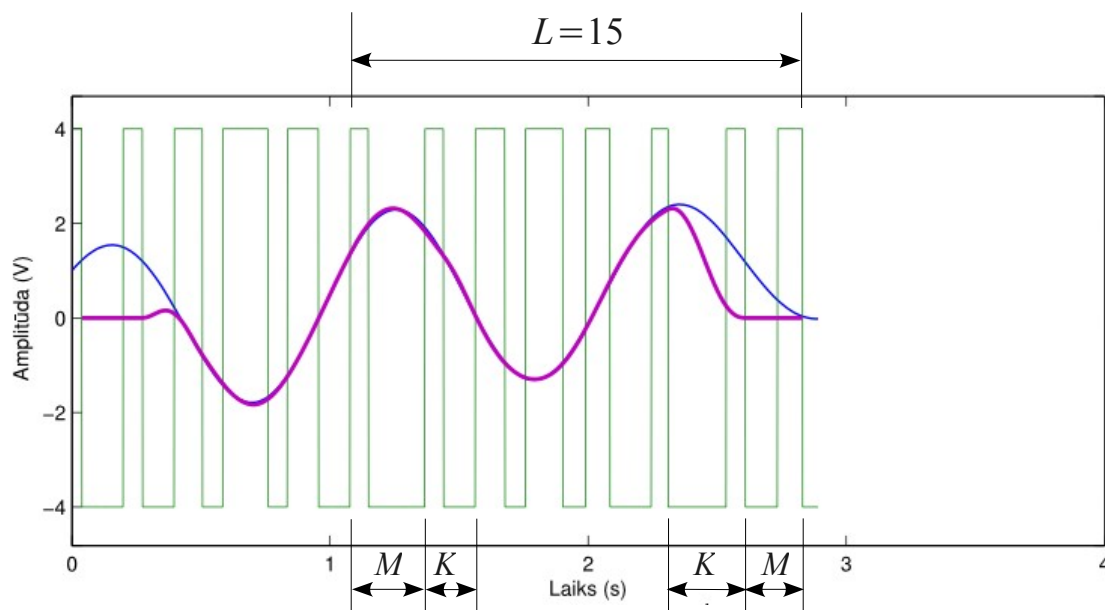
Signālu atjaunošana reālā laikā



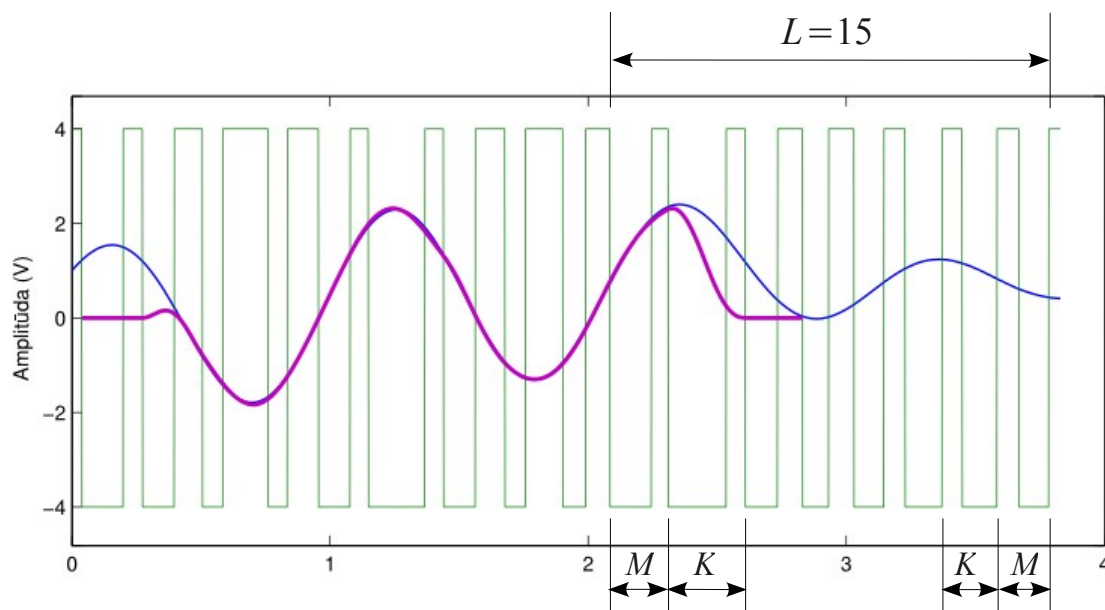
Signālu atjaunošana reālā laikā



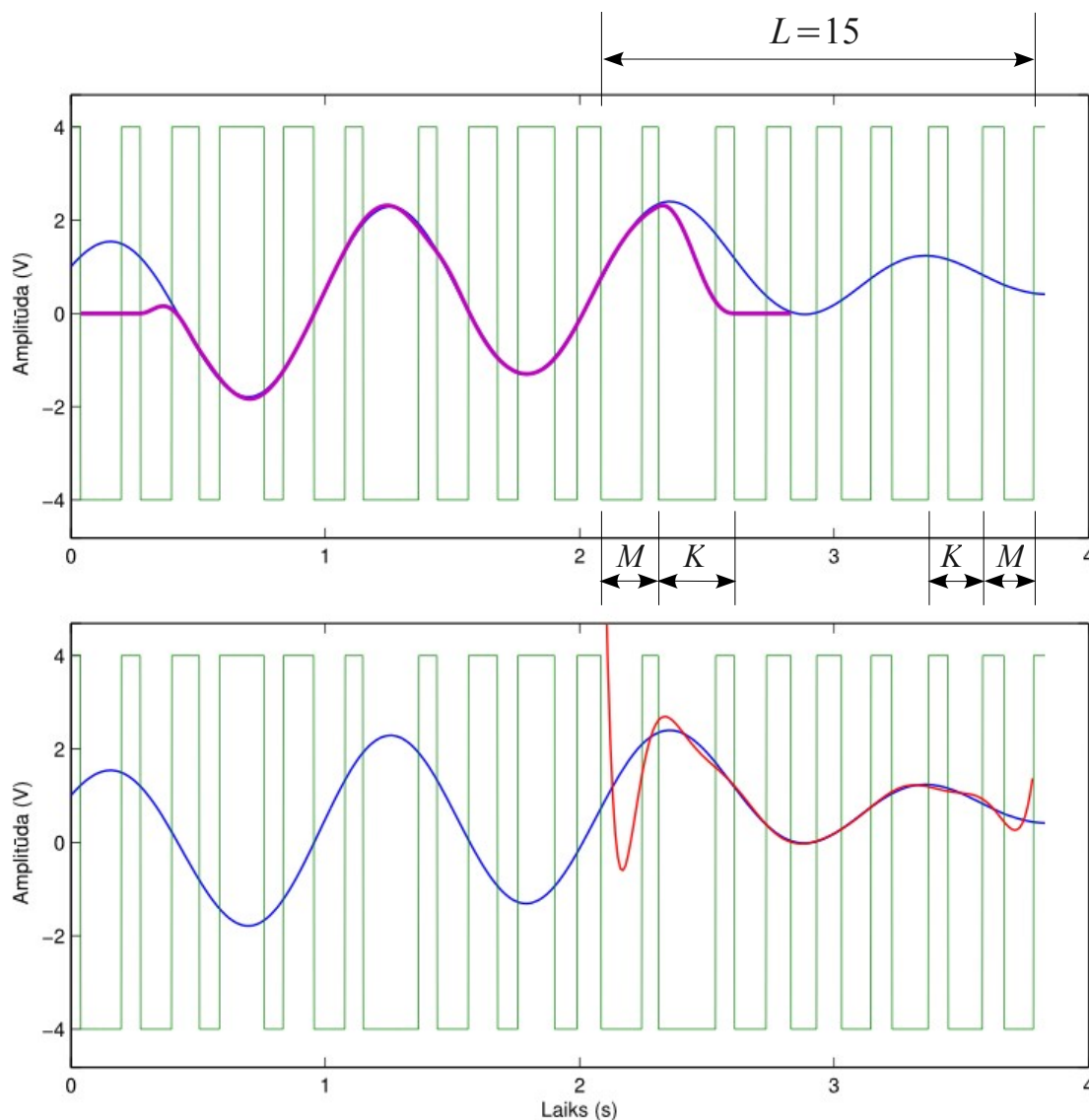
Signālu atjaunošana reālā laikā



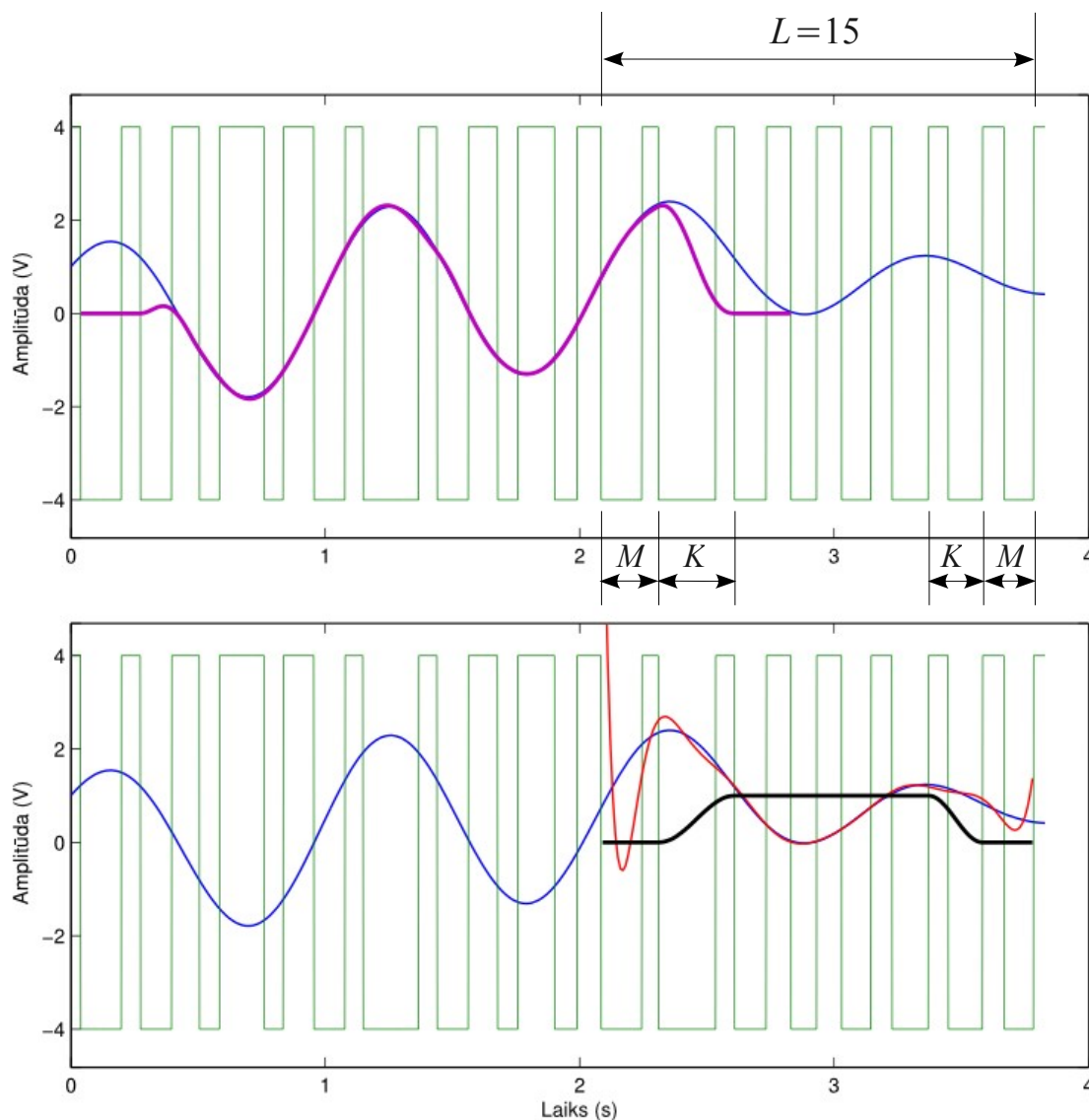
Signālu atjaunošana reālā laikā



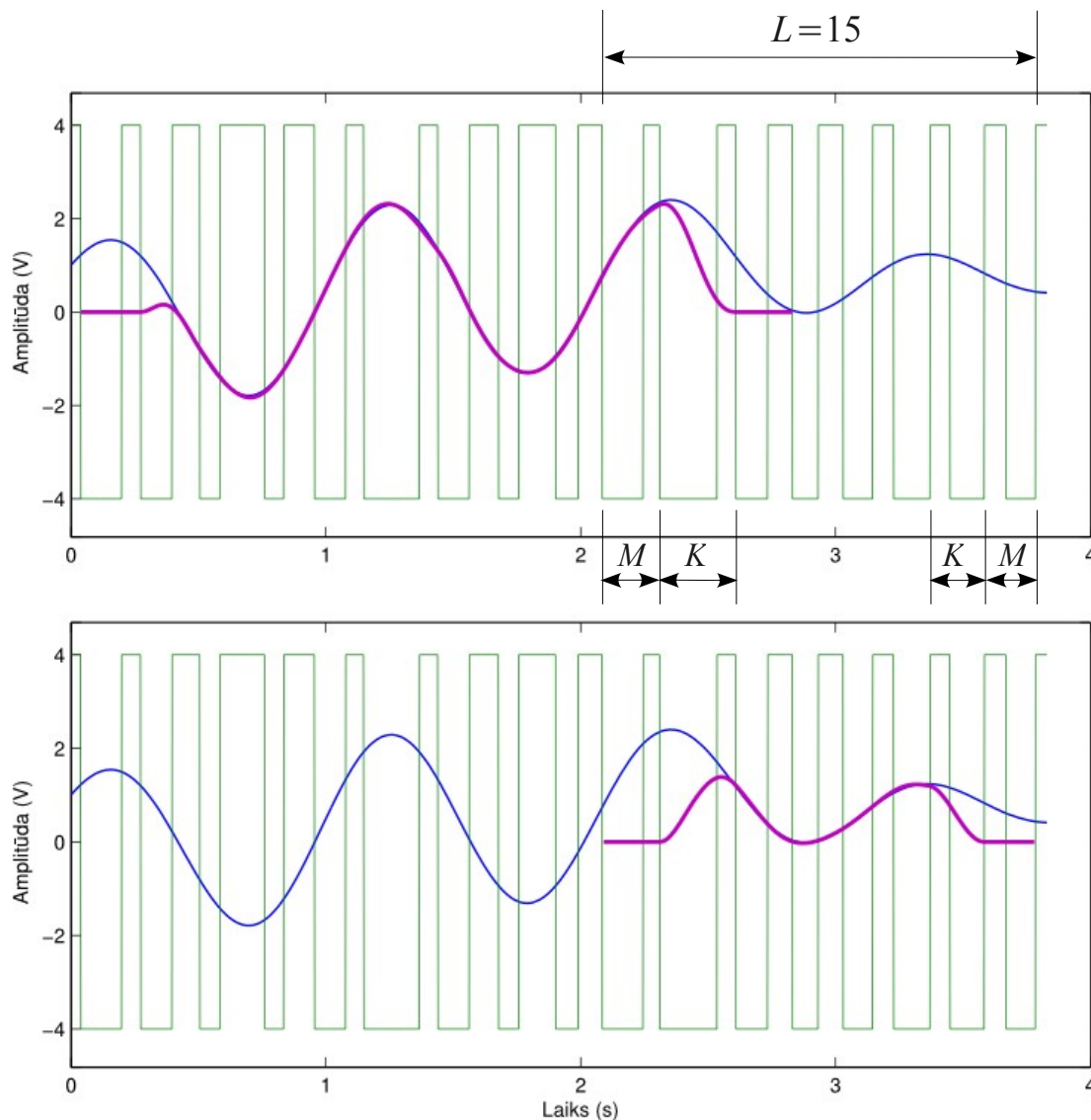
Signālu atjaunošana reālā laikā



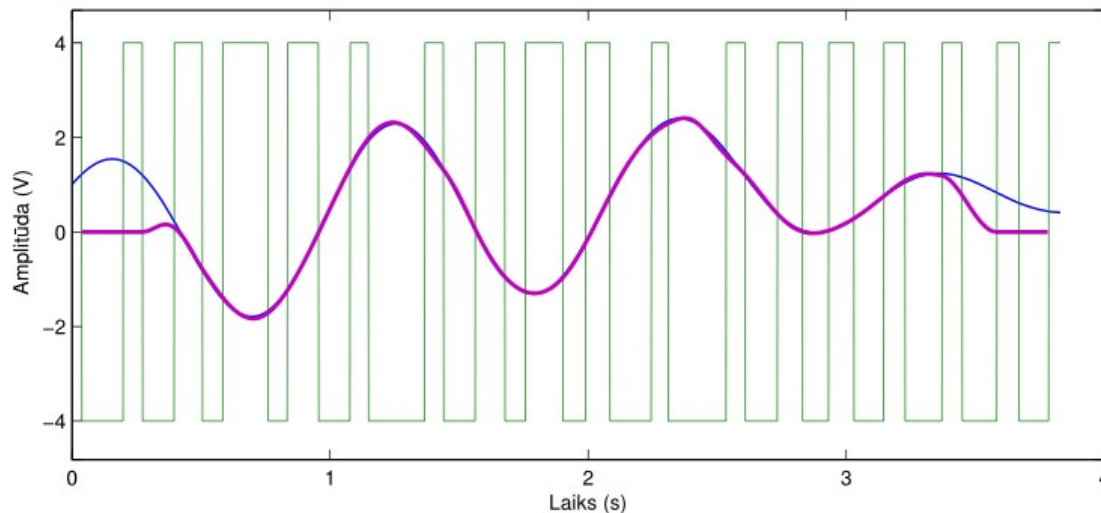
Signālu atjaunošana reālā laikā



Signālu atjaunošana reālā laikā



Signālu atjaunošana reālā laikā



Paldies par uzmanību !

Jautājumi ?



Ultra platjoslas (UWB) raidītāji un to pielietojumi.

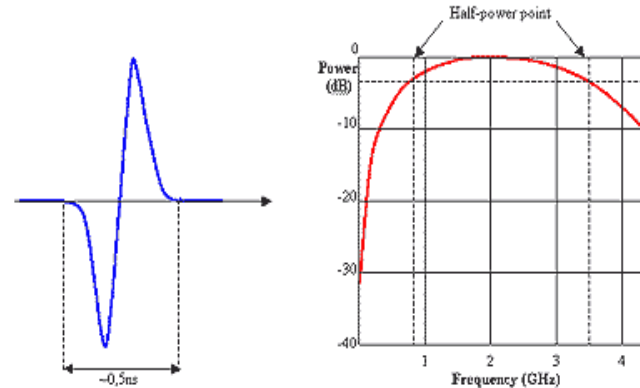


Gatis Šūpols

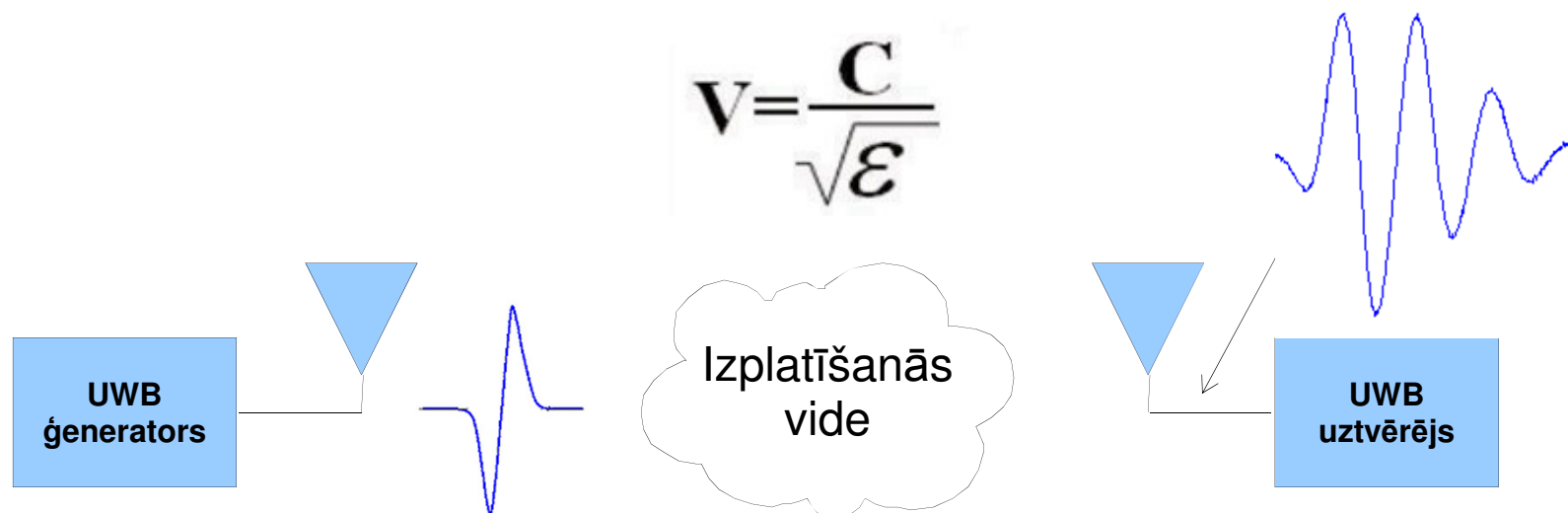
Artūrs Selivanovs

Ultraplatajostas signāli

- Laikā īsi impulsi
 - Beznesēja
 - Daži nesēja periodi
- Frekvenču josla lielāka par 500MHz vai joslas attiecība pret centra frekvenci lielāka par 0.2
- Parasti tiek iegūti kā antenas (filtru) reakcija uz ierosmes signāla lēcienu, impulsu



Radioimpulsu izplatīšanās

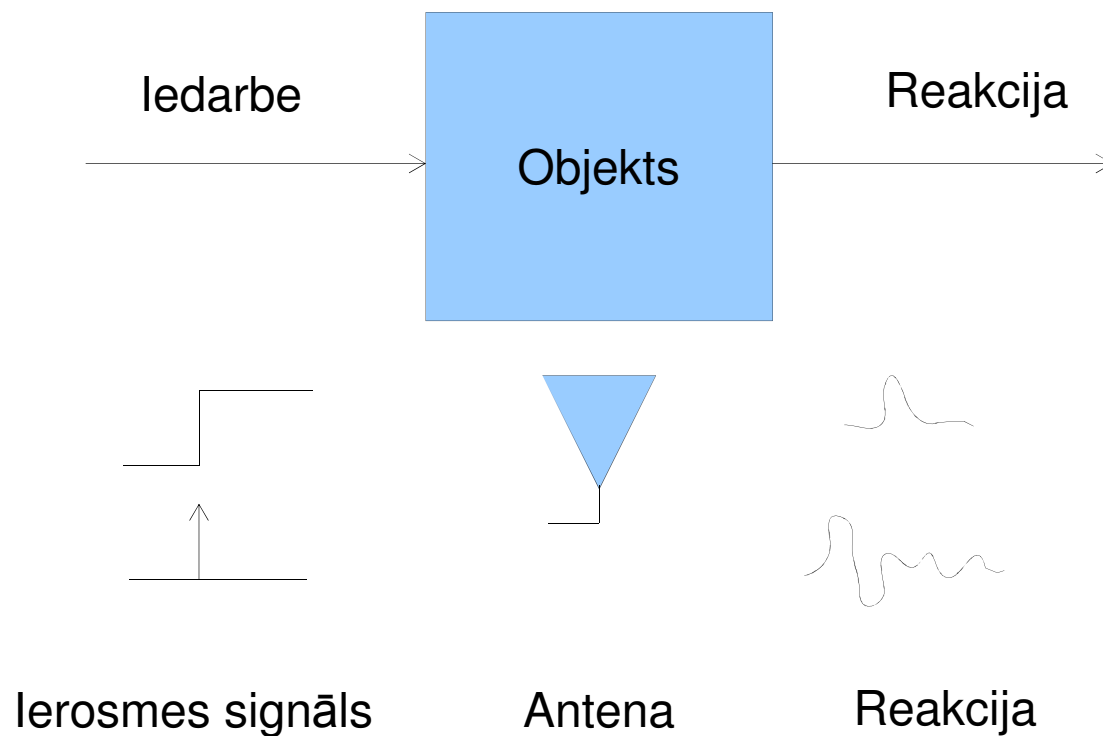


$$K_{atst} = \frac{\sqrt{\epsilon_2} - \sqrt{\epsilon_1}}{\sqrt{\epsilon_2} + \sqrt{\epsilon_1}}$$

vide	gaiss	ledus	smilts	māls	ūdens
ϵ	1	3	5	16	81
V, cm/ns	30	17	13	7.5	3.3

tabula (atkārība ϵ , V no vides)

UWB impulsu ieguve

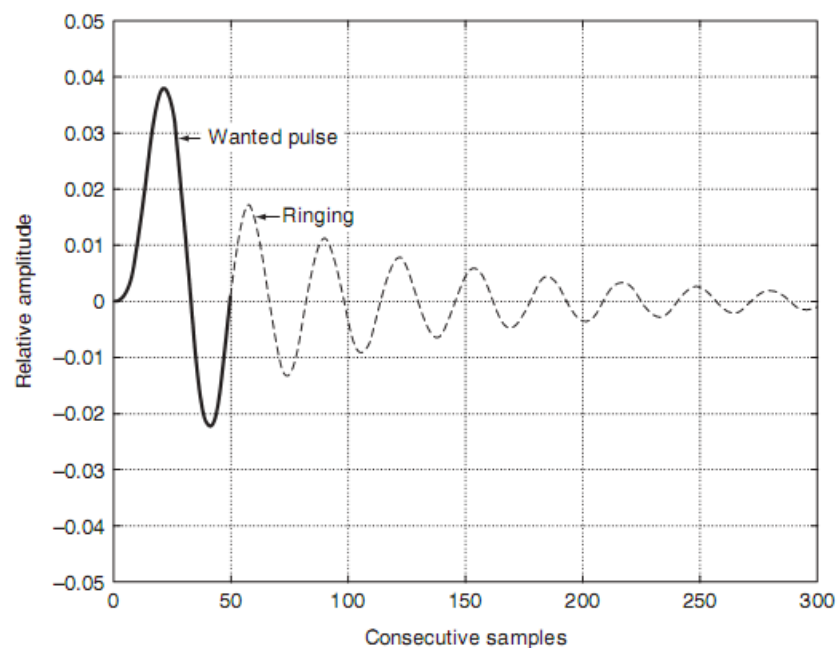


Ierosmes signālu ģeneratori

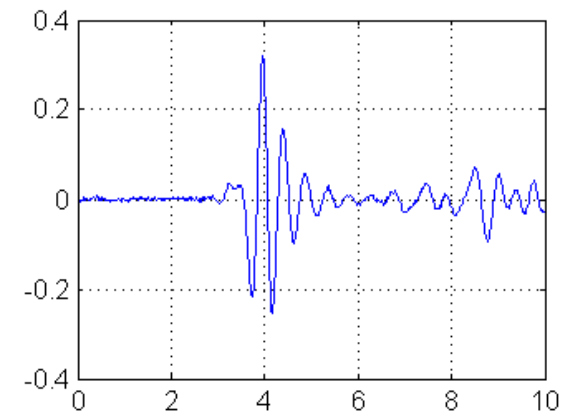
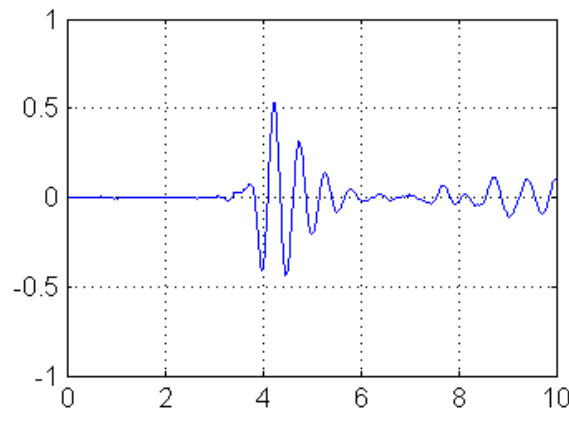
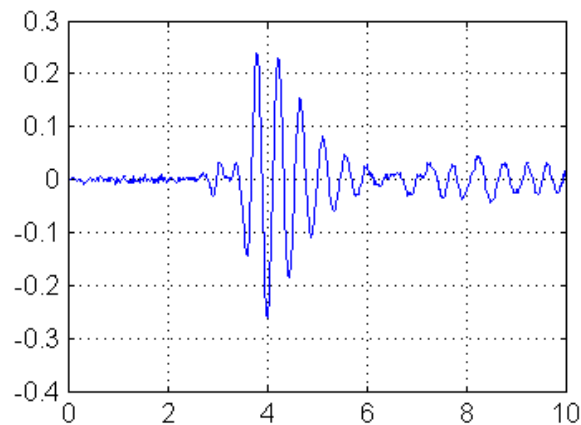
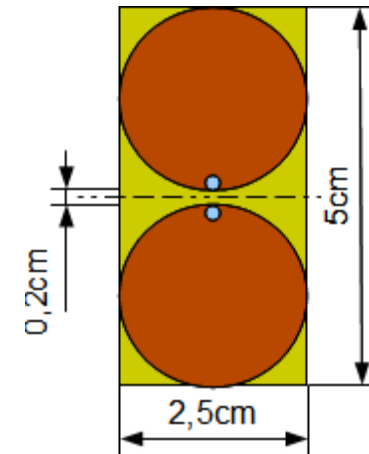
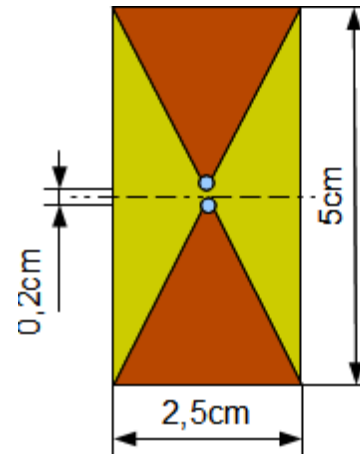
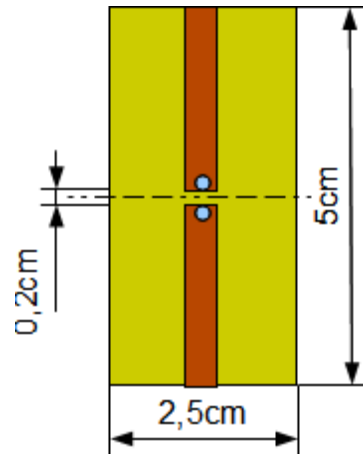
- Diskētu SiGe RF tranzistoru slēgumi:
 - Līdz 15V impulsu ieguvei
 - Subnanosekužu impulsu frontes ($>700\text{ps}$)
- Lavīntranzistoru slēgumi
 - Lielu spriegumu (50 – 100V) impulsu ieguvei
 - Subnanosekužu impulsu frontes ($\sim 250\text{ps}$)
- **Lādiņuzkrājošo diožu (Step recovery diodes - SRD)**
 - **Impulsu amplitūdas $\sim 10\text{V}$**
 - **Impulsu frontes no 35 ps – 250 ps**
- Nelineārās pārraides līnijas (integrālā izpildījumā)
 - $< 5\text{ps}$ frontes, $\sim 5\text{V}$ amplitūda (osciloskopu joslu noteikšanai)

Platjoslas (impulsu) antenas reakcija

- Bez izteiktas rezonanses
- Antenas izmēri nosaka impulsa platumu
- Antenas reflektors nosaka virziendiagrammas leņķa platumu
- Antenas salāgošana ar ierosmes ģeneratoru/reflektoru samazina impulsa platumu

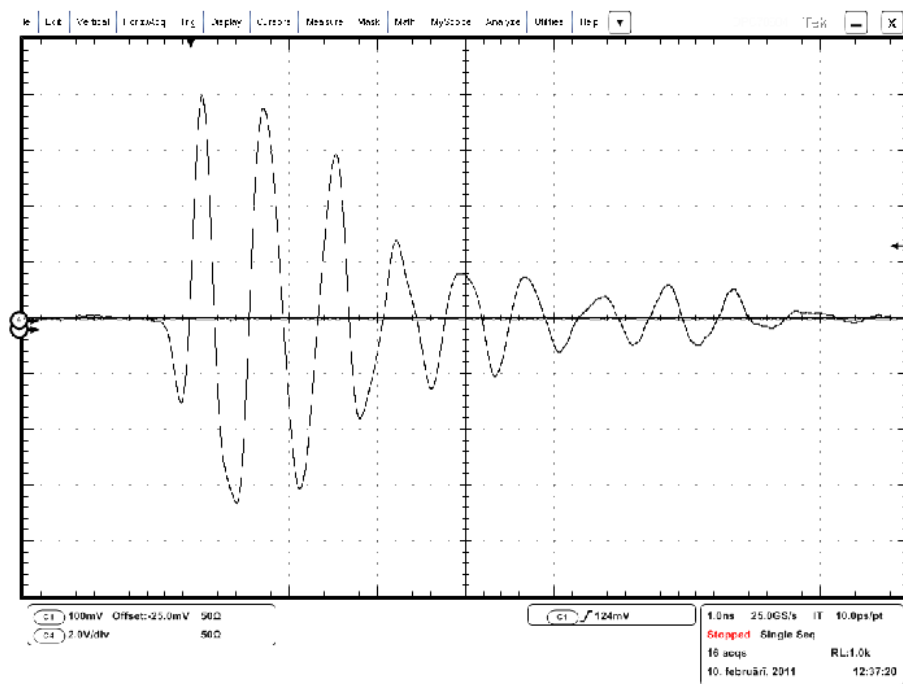


Platjoslas antenu piemēri

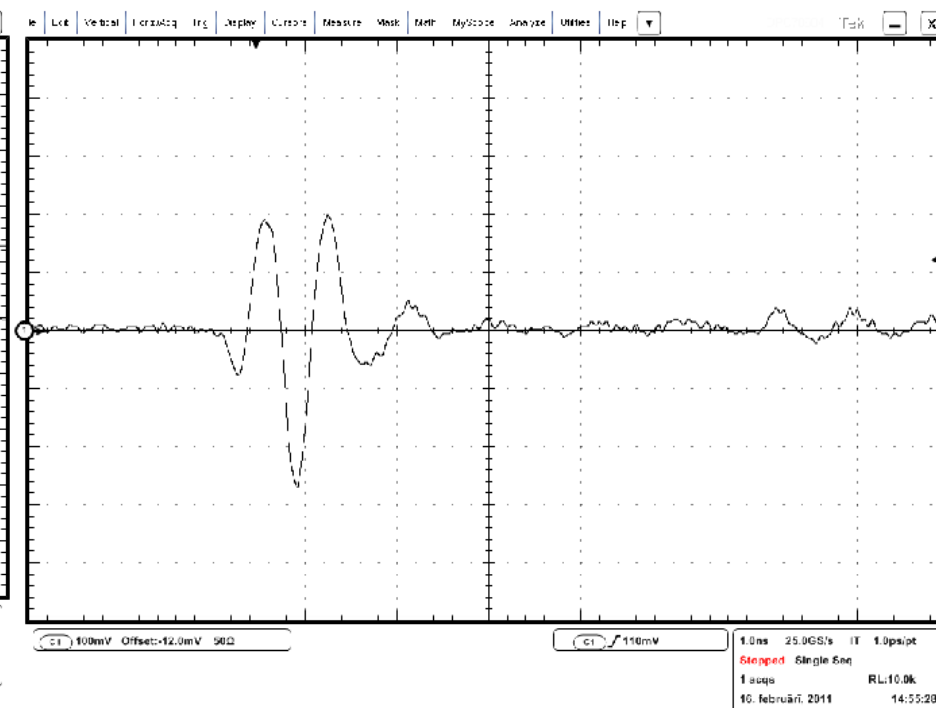


Antenu salāgošana

Pirms



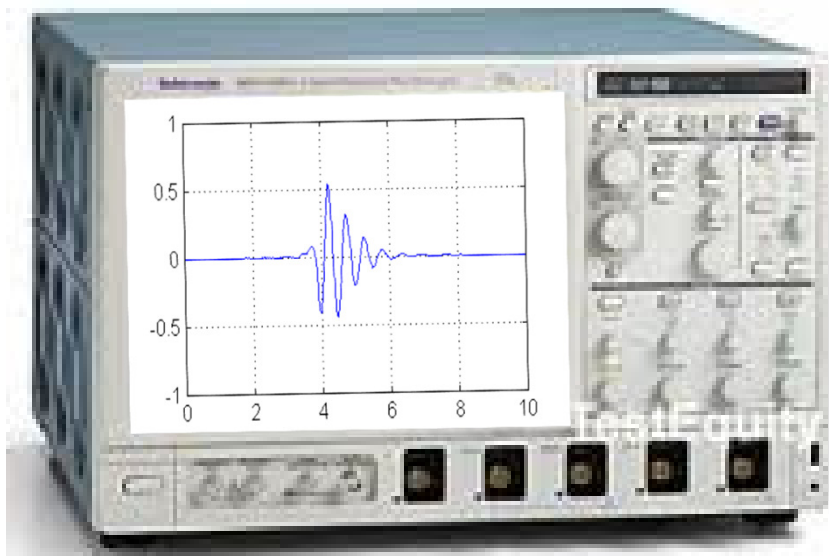
Pēc



Uztvērēju veidi

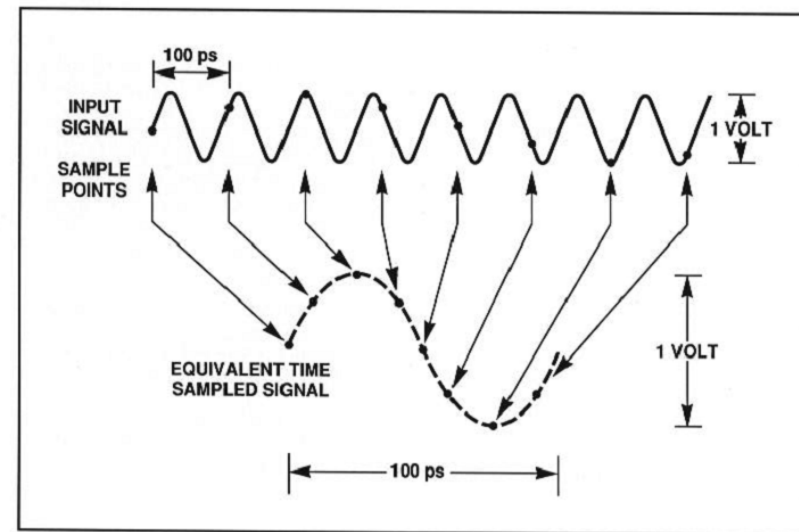
Reāla laika

Osciloskops (6GHz)



Ekvivalentā laika

Stroboskopiskais pārveidotājs

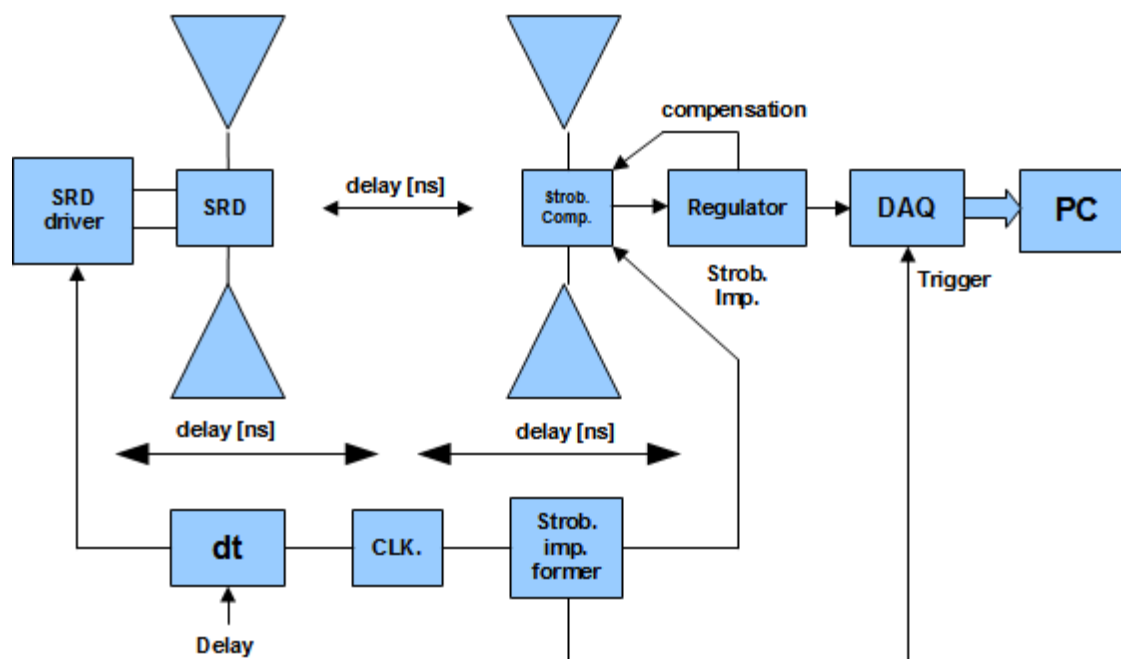


$$t = [\text{ns}] \rightarrow t_{\text{ekv}} = [\text{ms}]$$

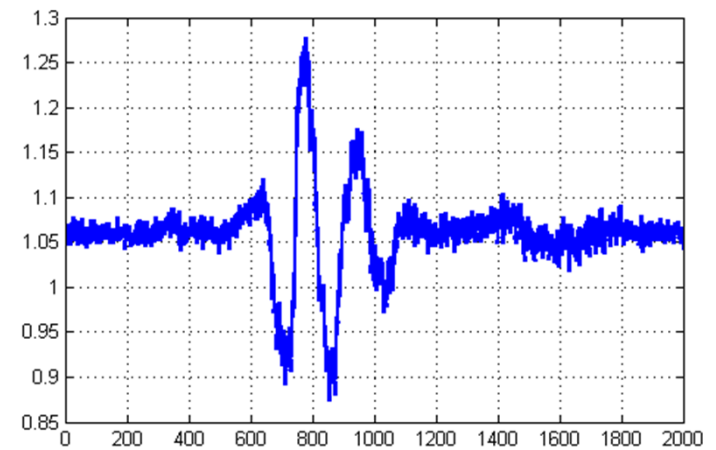
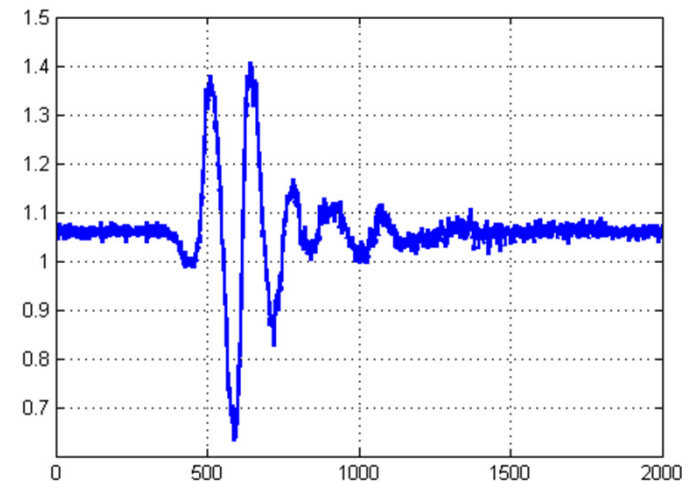
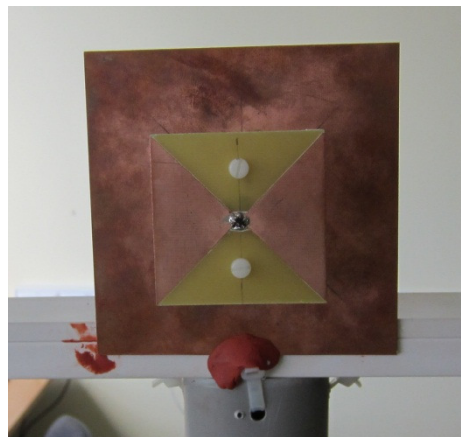
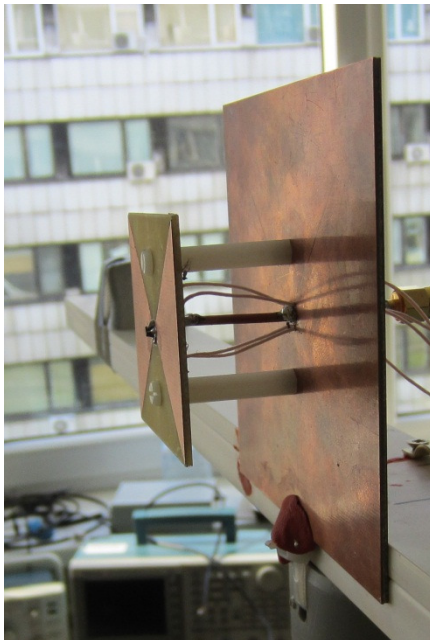
Pielietojumu iespējas

- Materiālu analīzes iekārtas
- Radiolokācija:
 - Caursienas (TWI) radiolokācija
 - Zemgarozas (GPR) radiolokācija
 - Cilvēku meklēšana zem gruvešiem
 - Biolokācija:
 - Elpošanas, sirdsdarbības attālināta kontrole.
- Drošības iekārtas
- Energoefektīvas zema datu pārraides ātruma iekārtas

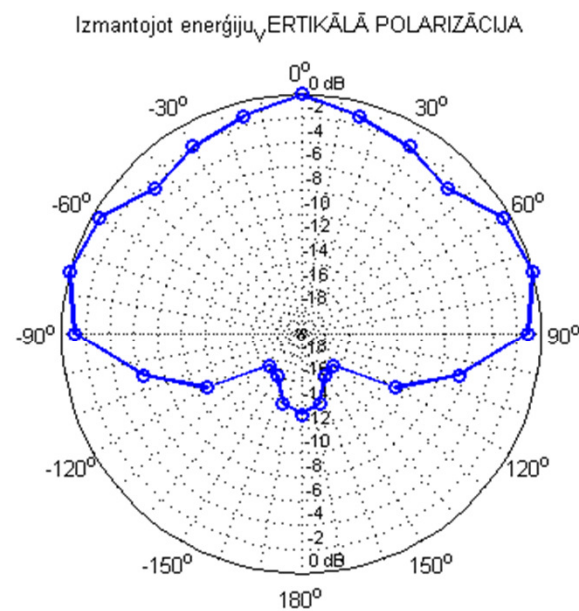
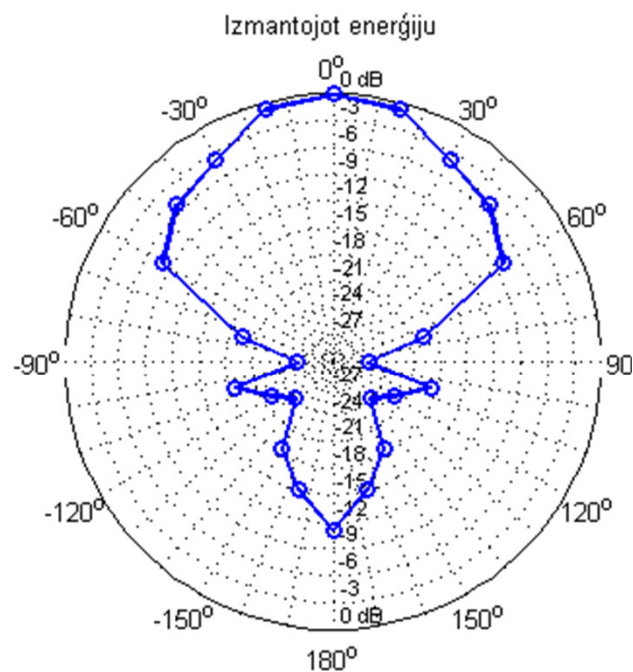
Antenu virziendiagrammas uzņemšana



Antena ar reflektoru



Nomērītās virziendiagrammas



Materiālu analīze

Betona konstrukciju apsekošana

Tiltu, tuneļu, betona sienu diagnostika



Betona pārbaude

Tuvdarbības radari, lokācija

Zemes garozas virskārtas radars



Caursienas lokācija

- Through-Wall Imaging (TWI)
 - Kustības novērošana aiz sienas
 - Slēptu telpu atrašana

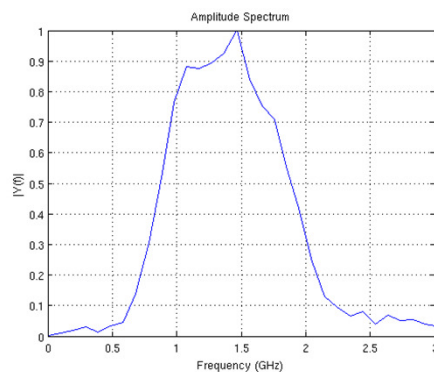
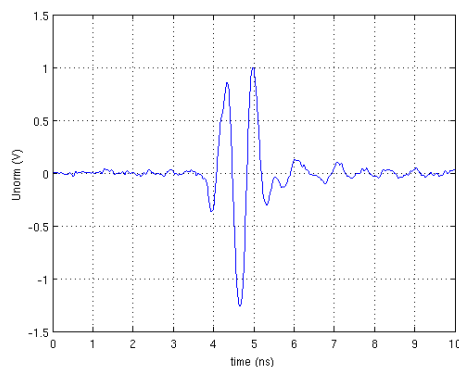


Apkopojs

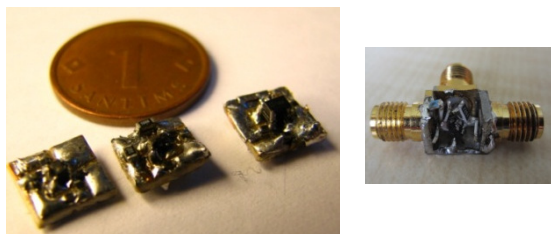
Platjoslas UWB impulsu ieguve
un pārraide

UWB impulsu reģistrācija

Pielietojumu pētījumi



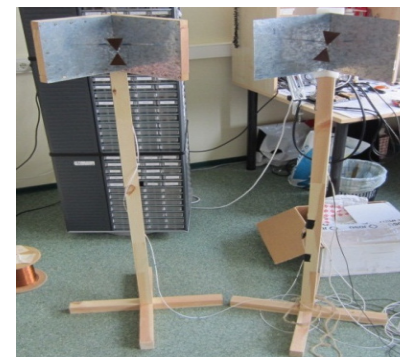
Balansa tipa stroboskopiskais
pārveidotājs



Antenu parametru noteikšana



Caursienas radiolokācija



Zemgarozas radiolokācija





IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



Paldies!

Jautājumi?

Viesentis seminārs, 21.05.2012.

Heterogēni rīki izglītībai un izklaidei reālā laikā

Reinholds Zviedris, Artis Mednis, Gatis Mednis



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



EIROPAS SAVIENĪBA

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

Galvenā doma

IZKLAIDE

neaizmirstot par

IZGLĪTĪBU

Auto orientēšanās



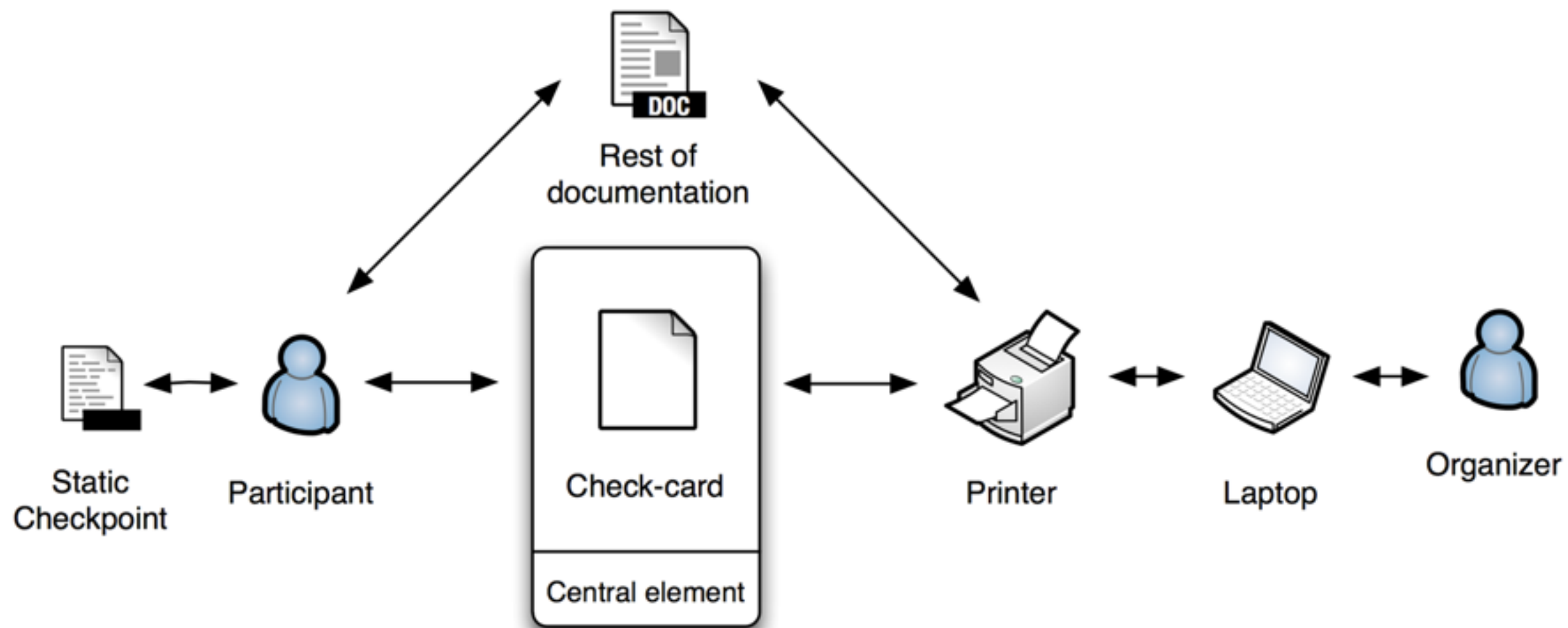
Pasākumus organizē



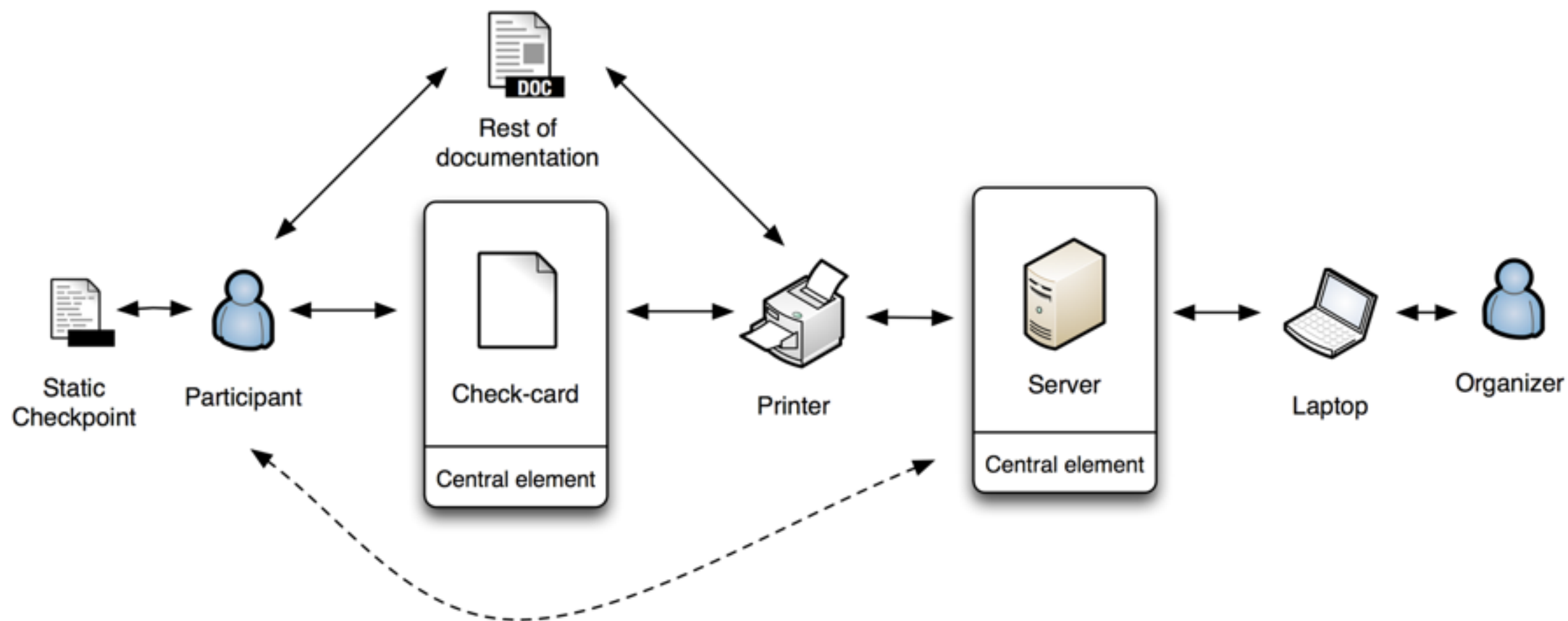
kā arī daudzas citas organizācijas un cilvēki...

Autolistes pasākumu organizācijas evolūcija

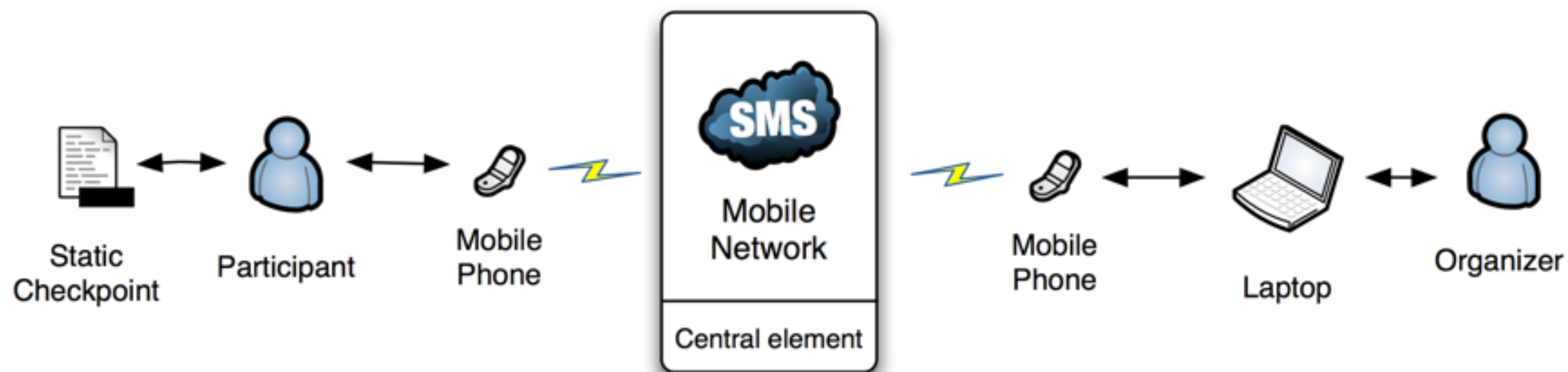




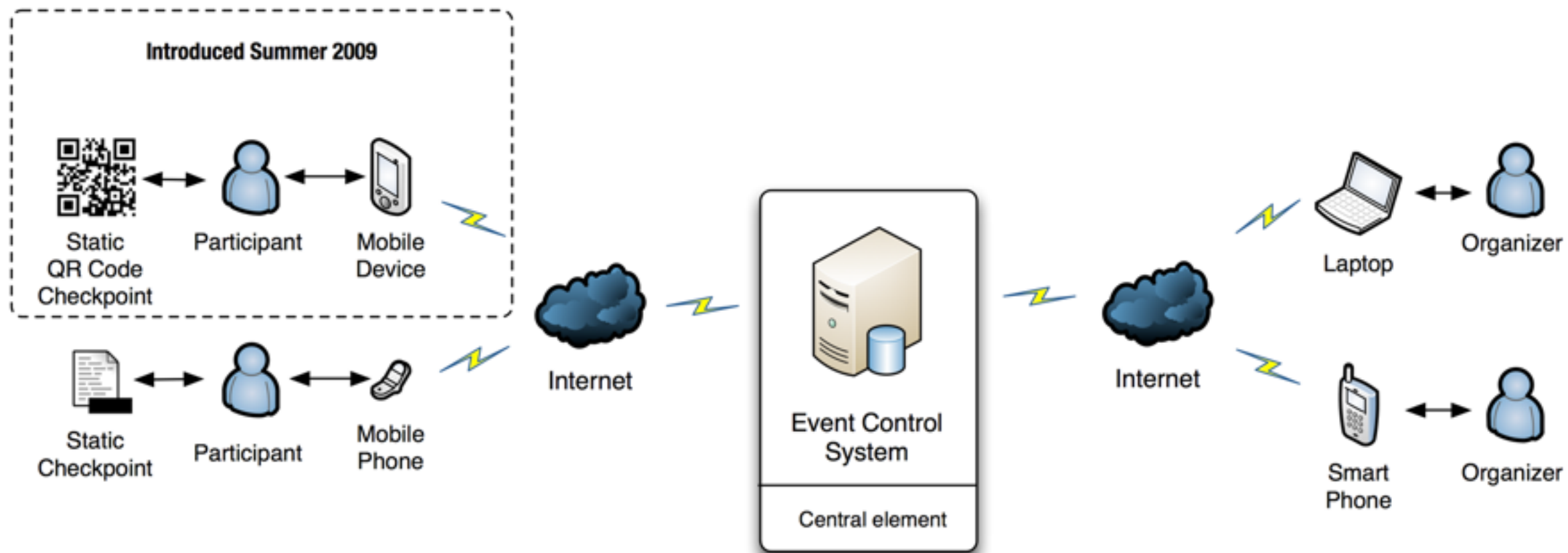
1. solis
2001. g. - 2005. g.



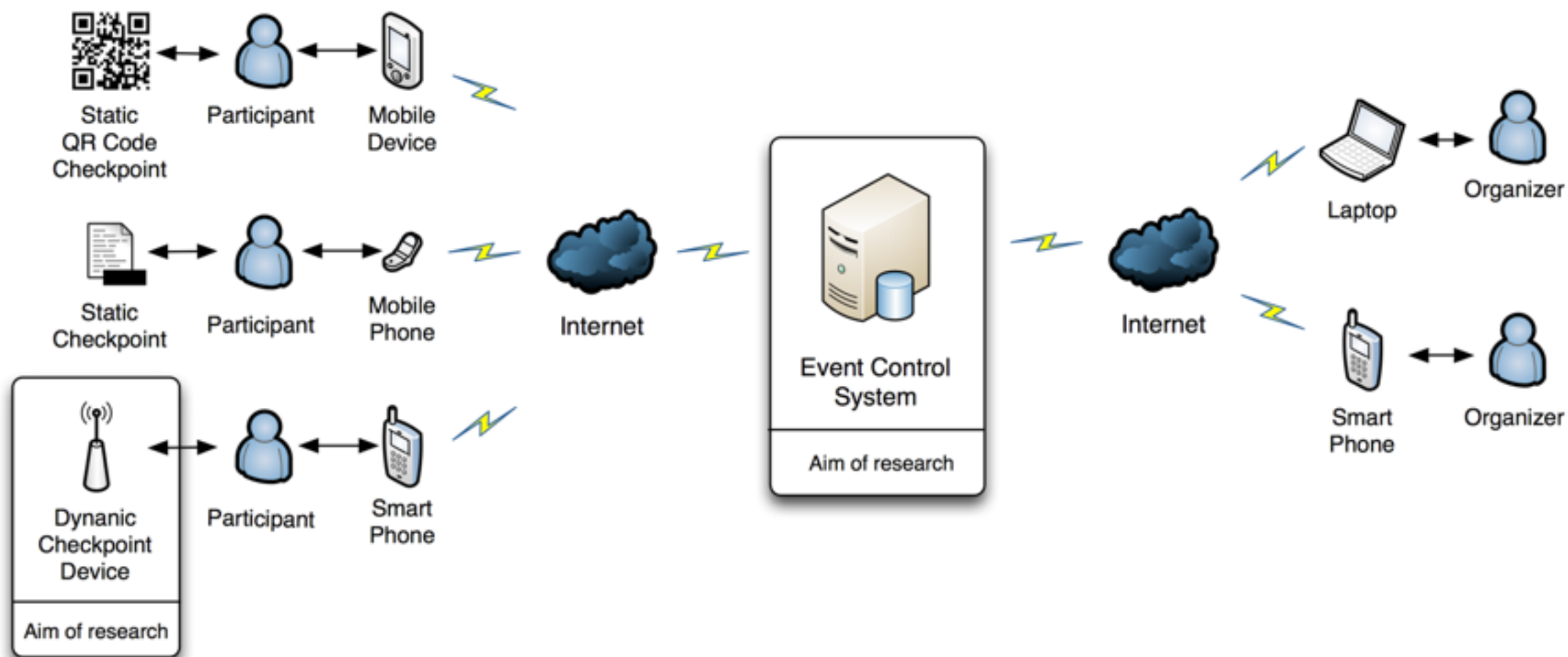
2. solis
2006. g. - 2007. g. pavasaris



3. solis
2007. g. rudens



4. solis
2008. g. - 2011. g. pavasaris

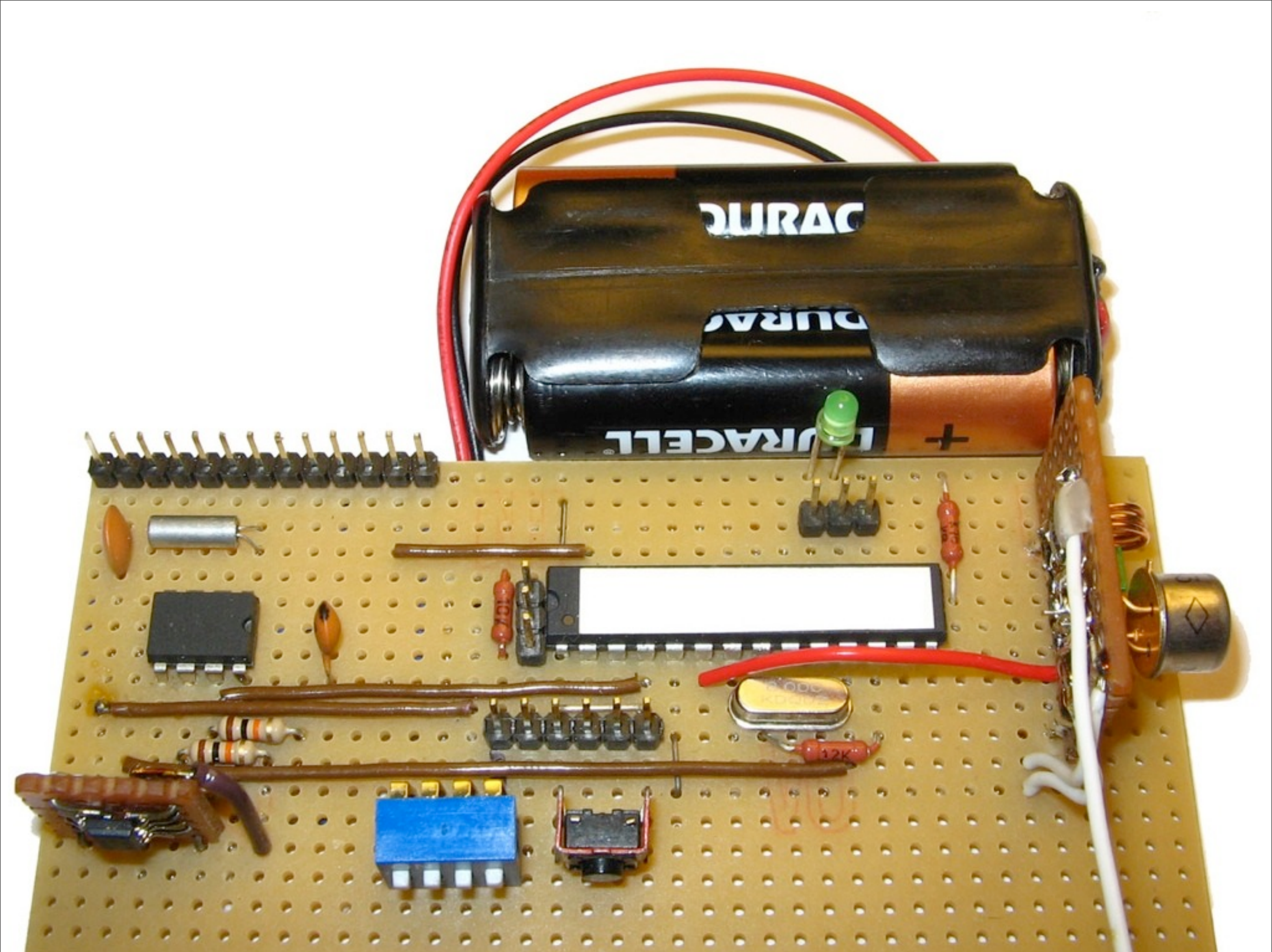


5. solis

2011. g. rudens - šobrīd

Dzelži

Dinamiskais kontrolpunkts



Iegultā iekārta sastāv no:

- **Atmel Atmega 328p MCU @ 8MHz**
- **NXP PCF8593P RTC mikroshēma notikumu laika kontrolei**
- **Atmel AT24C64C 64KB EEPROM mikroshēma datu uzglabāšanai**
- **Transistoru bāzēts, mikrokontroliera vadīts FM SRD transmitters**
- **Darbojas no 2 AA tipa baterijām**
- **MansOS kā programmatūra (sākotnēji Arduino)**

Programmatūra

Pasākumu vadības sistēma



- **“Viegla” tīmekļa bāzēta aplikācija**
- **Strādā parastā PC interneta pārlūkprogrammā vai jebkurā HTML-iespējotā viedtelefonā**
- **Pielāgojama un konfigurējama atkarībā no pasākuma vajadzībām**

Atļauj pilnu pasākuma vadību, ieskaitot:

- **dalībnieku reģistrāciju un aktivizāciju;**
- **uzdevumu definīciju;**
- **kontrolpunktu izvietošanas un aktivizācijas pārvaldību;**
- **uzdevumu piešķiršanu dalībniekiem;**
- **sekošanu uzdevumu izpildes gaitai;**
- **GPS pēdu analīzi;**
- **izsekojamu saziņu starp pasākuma organizatoriem un dalībniekiem.**

Uzdevumu veidi:

- **orientēšanās kontrolpunkts ar koda ievadi;**
- **tests uz laiku;**
- **distances starp diviem objektiem noteikšana.**

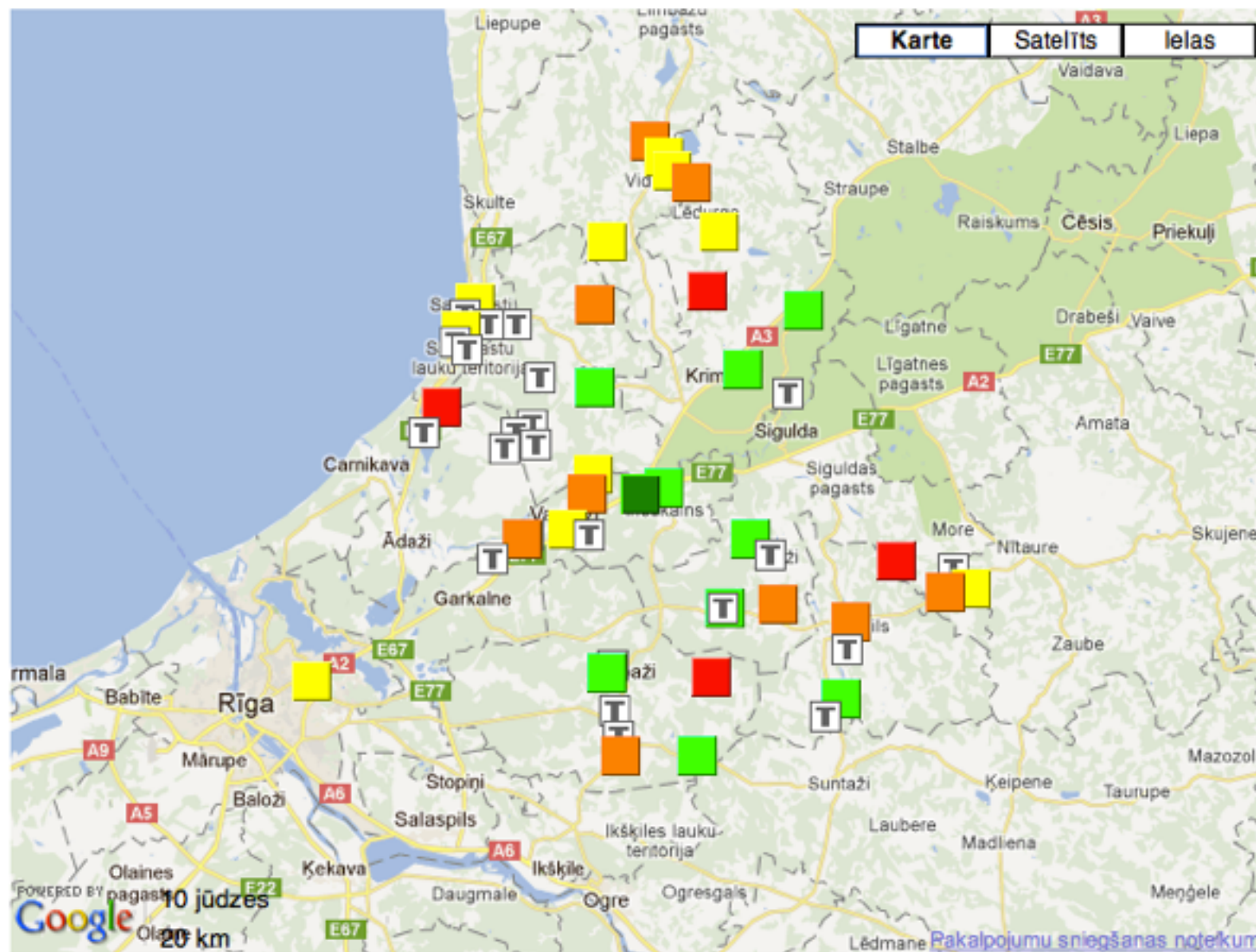
Uzdevumu piešķiršana dalībniekiem iespējama:

- **konkrētā laika momentā;**
- **balstīta uz dalībnieka sniegumu;**
- **balstīta uz kopējo pasākuma gaitu.**

GPS pēdu analīze ietver sevī:

- **maksimālā ātruma pārbaudi, ieskaitot kļūdu korekciju;**
- **kontrolpunktu autorizāciju.**

akero systems



Ekipāžas parole:

Ekipāžas maršruts [GPX](#) formātā (< 2 MB):

Choose File no file selected

Saglabāt

Dzēst

- ☒ (visi)
- ☒ Elite
- ☒ CDT 6038
- ☒ Enkura Pastnieks * 4957
- ☒ NPK * 4796
- ☒ Tačka pa tukšu, tačka pa pilnu * 5566
- ☒ Topogrāfisko idiotu klubiņš * 4968
- ☒ triade.lv * 3716
- ☒ Vatevaaa team * 5850
- ☒ VeePee Bora * 5004
- ☒ Tauta
- ☒ 3 sarkangalvītes un vilks * 1231
- ☒ BAGI * 2350
- ☒ Brunavieši * 1593
- ☒ calibra.lv 666 * 1704
- ☒ Das SS * 750
- ☒ GP Racing * 2682
- ☒ Ģirts & kompānija * 2460
- ☒ Kabans Enkurs * 1944
- ☒ Kas te jāraksta? * 923

Sākums

Atpakaļ

Atskaņot

Uz priekšu

Beigas

22.05.2010 13:37:40

Pasākuma "eXpotīcija" intelektuālais atbalsts - [SIA "Akero Systems"](#)

Nākotnes plāni

- **Esošās iekārtas uzlabošana**
- **Iespējami vienkāršotas klienta iekārtas izveide, ko varētu izmantot mobilā tālruņa vietā**
- **Dalībnieku atrašanās vietas reālā laikā**
- **Dalībnieku “pēdu” datu analīze**

Paldies!
Jautājumi?

Saziņa: <vards.uzvards> @ edi.lv

Attēli no: Google Image Search un personīgā arhīva



TestBed: bezvadu sensoru tīklu testēšanas vide

Atis Elsts

TestBed fakti

- TestBed: valsts nozīmes pētniecības centru (VNPC) projekts
- Projekts prototipēšanas stadijā
- Ap 150 heterogēnu sensoru mezglu
 - Ap 100 stacionāru
 - Ap 50 mobilu
- Infrastruktūra inteligēnto transporta sistēmu (ITS) testēšanai
- TestBed izvietots EDI (stacionārā daļa)
- Savienoti (komunikācija & barošanās) ar Ethernet kabeļiem (*PoE*)

TestBed izvietojums

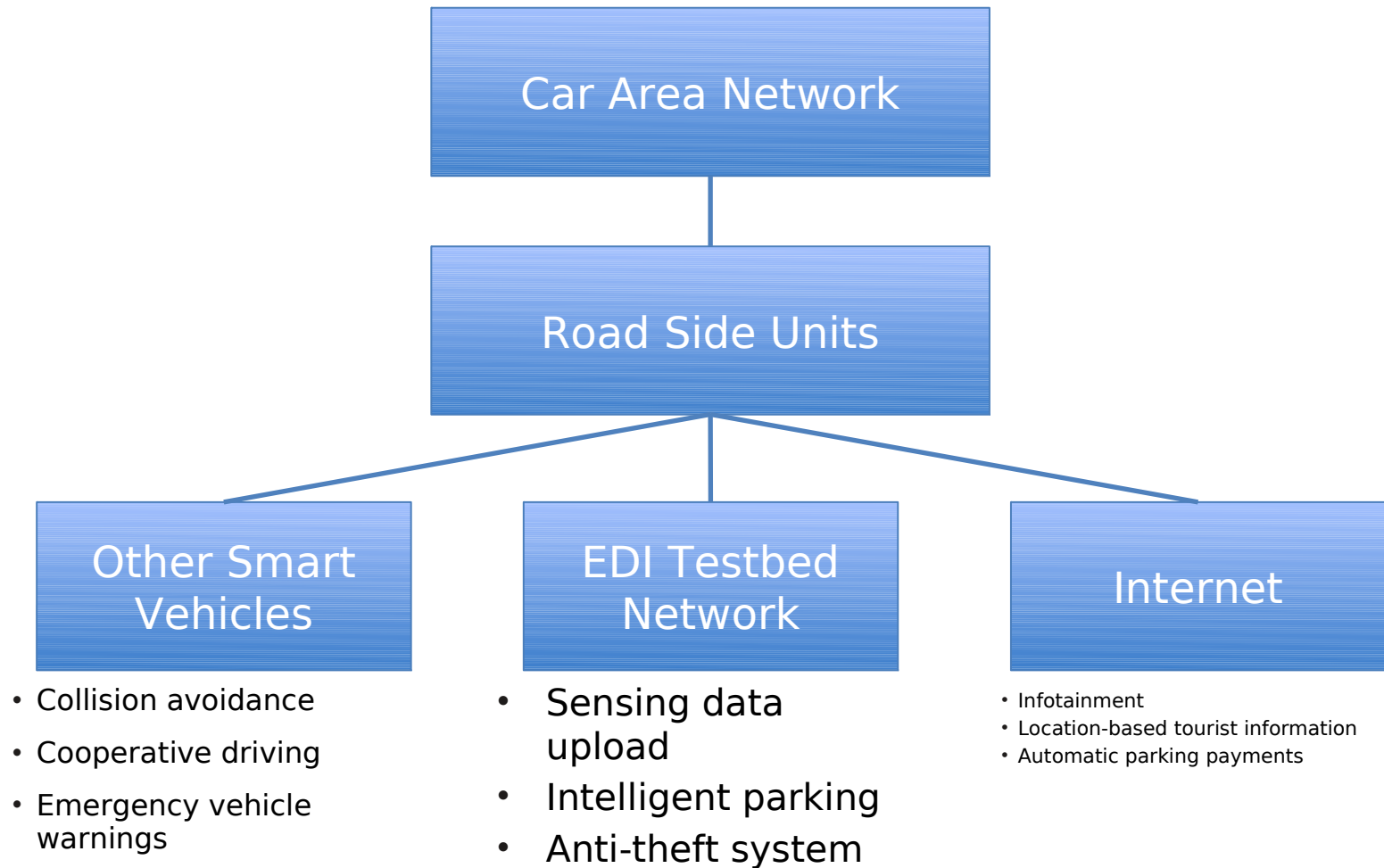
- EDI korpusos un teritorijā
- Vairākos stāvos
- Pieslēguma vietas tiks veidotas telpu remonta procesā



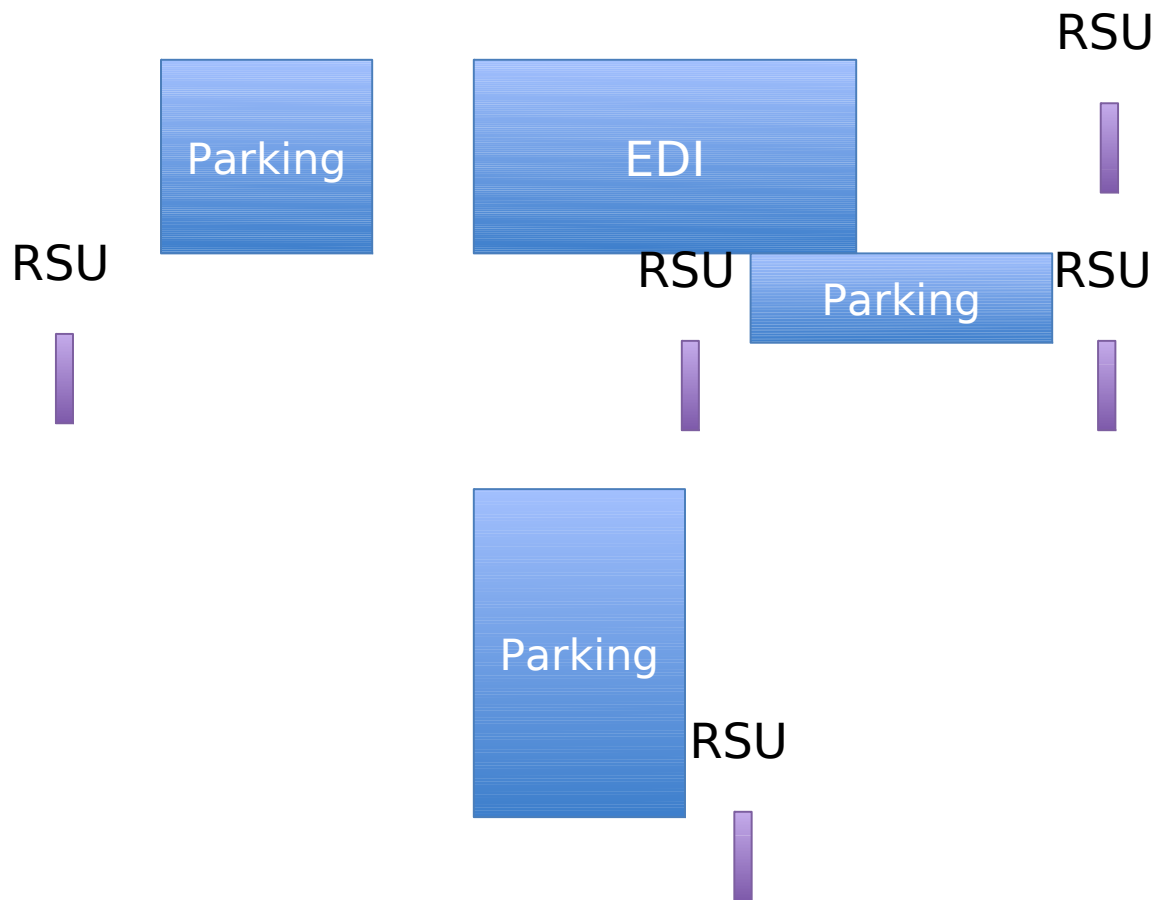
TestBed pielietojumi

- Brīvas pieejas pētījumi Latvijas (un ārzemju?) zinātniekiem
- Bezvadu sensoru tīklu komunikācijas protokolu testēšana & validācija
- Datu ievākšanas/glabāšanas mehānismu testēšana & validācija
- Interesantu pētījumu piemēri:
 - Enerģijas patērīga datu ievākšana (katrs mezgls aprīkots ar enerģijas uzskaiti)
 - 3D ģeogrāfiskā maršrutēšana (TestBed izvietots vairākos stāvos)
 - Radio signāla izplatīšanās iekštelpās, no daudziem vājiem signāla avotiem
 - Vēl? (jautājums diskusijai)

Viedās transporta sistēmas un *TestBed*



EDI autostāvvietu plāns



Jautājumi diskusijai

- TestBed ierīce:

- Kādus sensorus?
- Cik jaudīgu mikrokontrolieri?
- Komunikācija: radio (frekvences josla?), alternatīvas?

- TestBed programmatūra:

- MansOS; alternatīvas?

- TestBed izvietojums:

- Ko varētu mērīt ar mobilo TestBed?