

Fizinių ir technologijos mokslų centras
Puslaidininkų fizikos institutas




SINCHRONIZACIJOS VALDYMAS GLOBALIAI SURIŠTŲJŲ OSCILIATORIŲ SISTEMOJE

Viktor Novičenko

Darbo vadovas: prof. habil dr. K. Pyragas

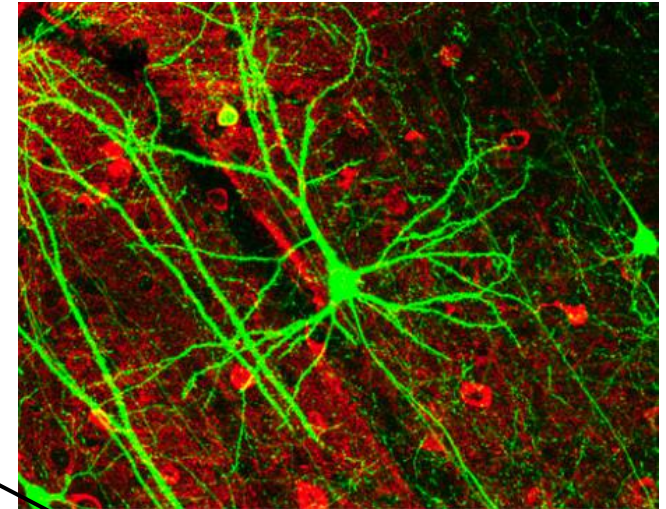
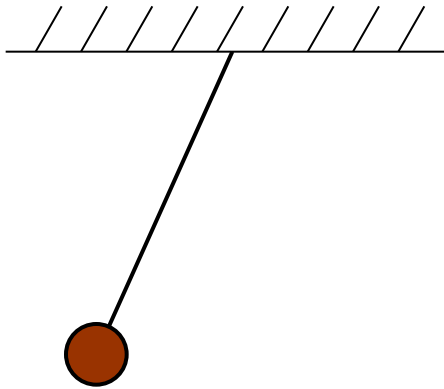
Idėjų kalvė 2010

Pranešimo turinys:

-  Apibrėžimai
-  Vieno neurono analizė
-  Optimizacijos uždavinys – osciliatoriaus sinchronizacija su išorinių signalu

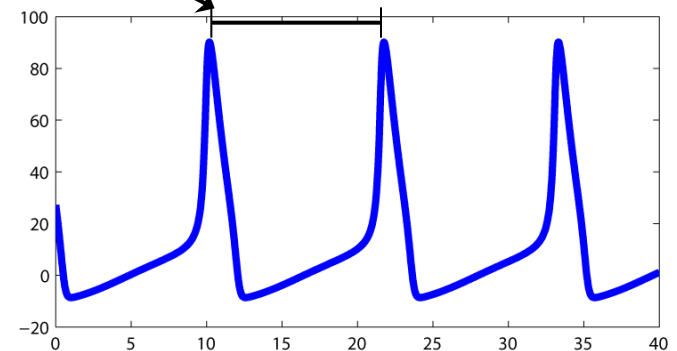
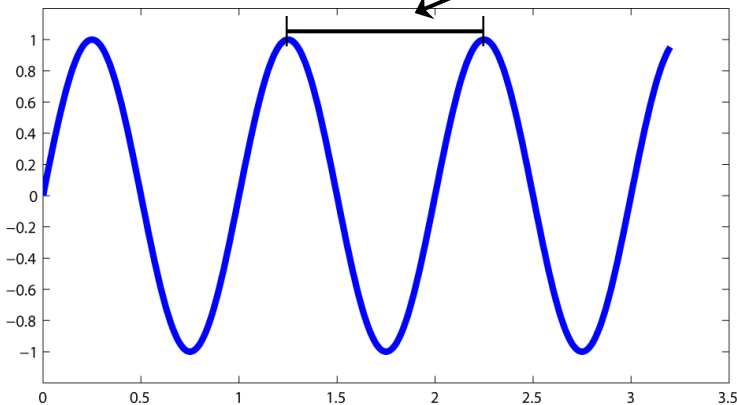
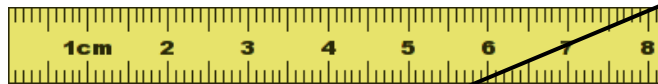
Kas yra oscilatorius

Bet kuri fizikinė sistema turinti periodinį sprendinį yra oscilatorius



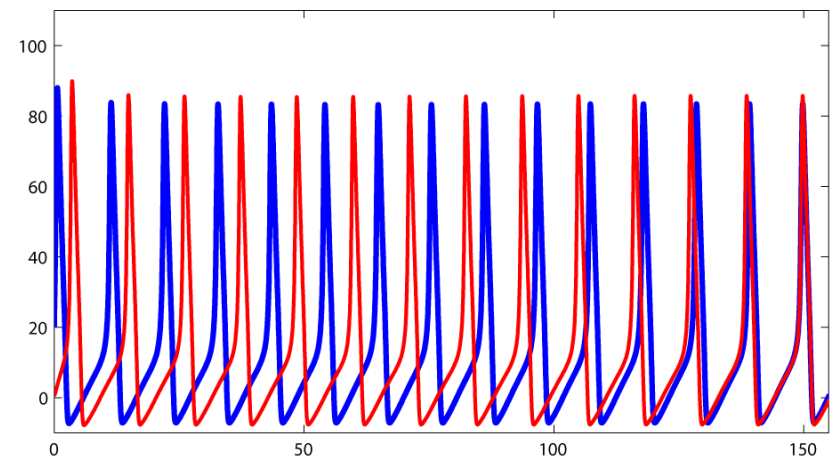
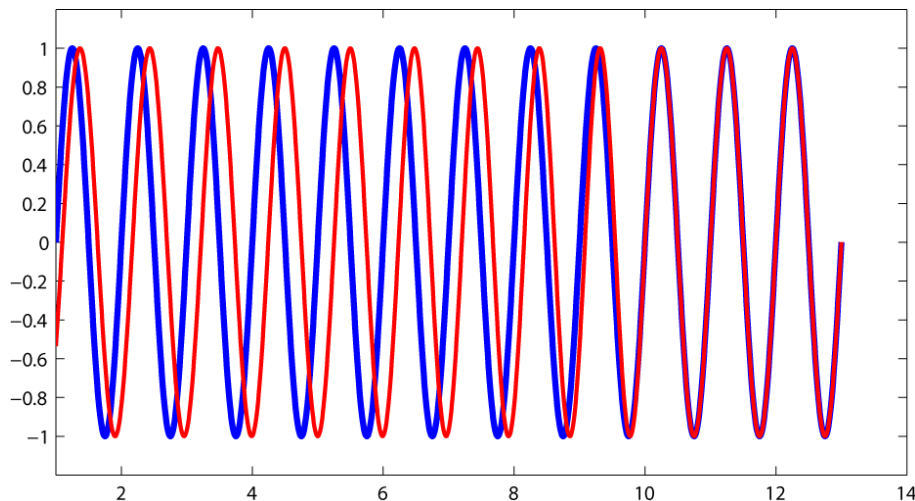
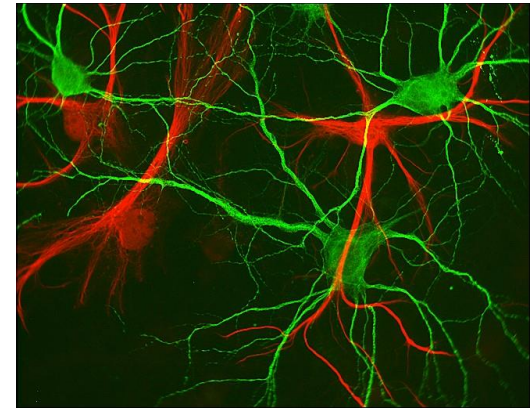
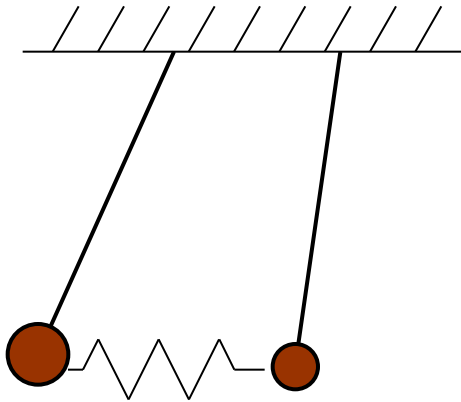
Periodas

Dažnis = $1/\text{Periodas}$



Kas yra sinchronizacija

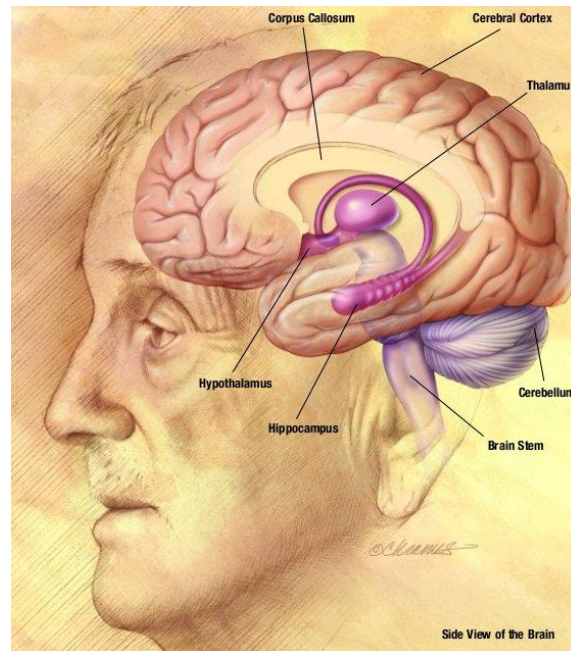
Sinchronizacija – reiškinys, kai du arba daugiau osciliatorių, veikdami vienas kita, sutapatina savo dažius



Žmogaus smegenis – osciliatorių sistema

Vidutinei neurono matmenys – 0,01 mm.
Žmogaus smegenyse apie 10^{11} neuronų,
sujungtu tarpusavyje.

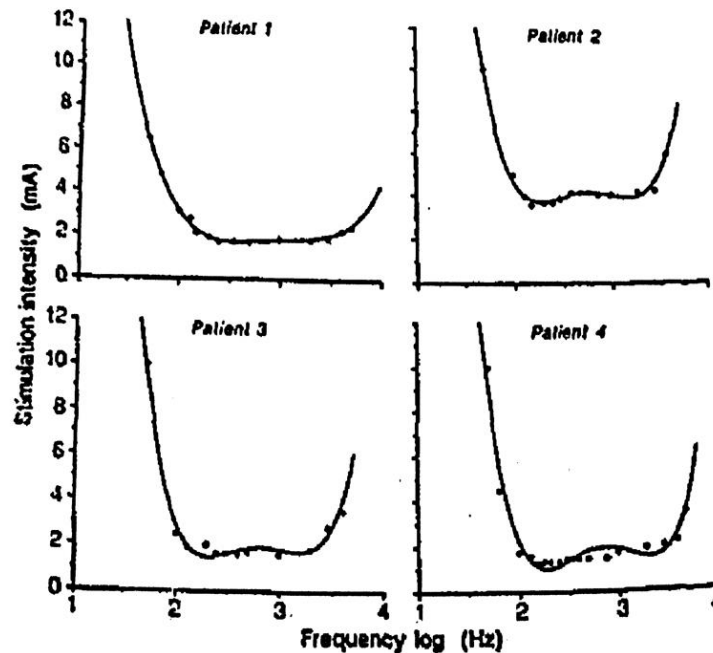
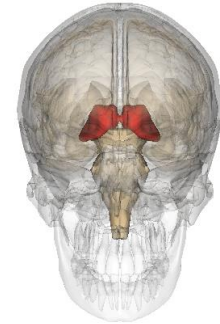
Atmintis formavimas vyksta keičiantis ryšiam tarp neuronų.



Parkinsono liga. Benabid'o eksperimentas

Parkinsono ligos priežastis –
sinchronizuoti neuronai

Benabid'tas 1991 m. pastebėjo, kad
stimuliuojant thalamus'a aukštu dažniu
pacientų savijauta pagerėja



Neurono modelis

1954 m. Hodgkin ir Huxley eksperimentiškai ištyrė iš kalmaro išpjautą neuroną. Jie sukonstravo diferencialines lygtis, kurios modeliuoja neurono elgesį.

1963 m. jie gavo Nobelio premiją medicinos srityje.

Galima teoriškai modeliuoti žmogaus smegenų elgesį, ir ieškoti optimalaus signalo, norint gauti desinchronizaciją.

$$C_m \dot{v} = -g_L(v - v_L) - g_K n^4 (v - v_K) - g_{Na} m^3 h (v - v_{Na}) + I_0 + I_1 \cos(2\pi f t)$$

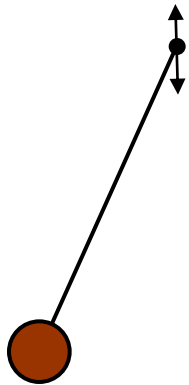
$$\dot{m} = \frac{2.5 - 0.1v}{\exp[2.5 - 0.1v]} (1 - m) - 4 \exp(-v/18) m$$

$$\dot{h} = 0.07 \exp(-v/20) (1 - h) - \frac{1}{\exp(3 - 0.1v) + 1} h$$

$$\dot{n} = \frac{0.1 - 0.01v}{\exp(1 - 0.1v) - 1} (1 - n) - 0.125 \exp(-v/80) n$$

Vibrotechnika

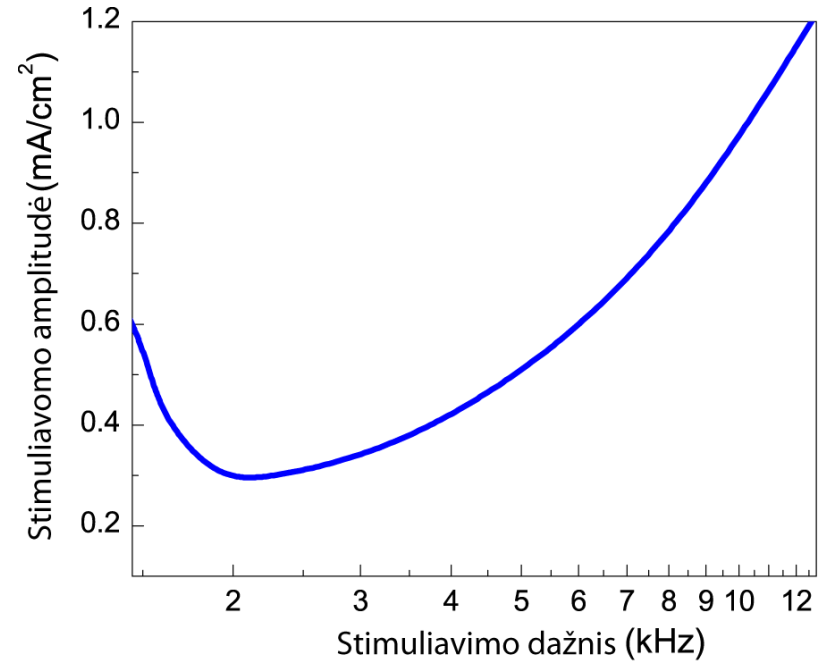
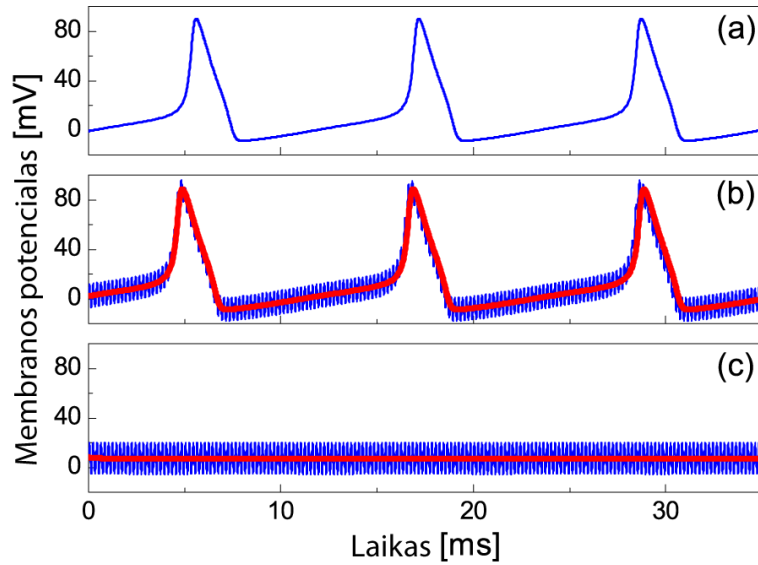
Vibrotechnika – mokslas nagrinėjantis kaip pakinta sistema, veikiamą aukšto dažnio bet mažos amplitudės išoriniu trikdžiu.



Prie tam kiro dažnio ir tam tikros amplitudės svyruoklės viršutinis rimties taškas tampa stabilus.

Mes pritaikėm vibrotechnikos idėjas neurono modeliui.

Neuronų numalšinimas stimuluojant aukštu dažnių



Optimizacijos uždavinys

Lygčių sistema su stabiliuoju ribiniu ciklu.

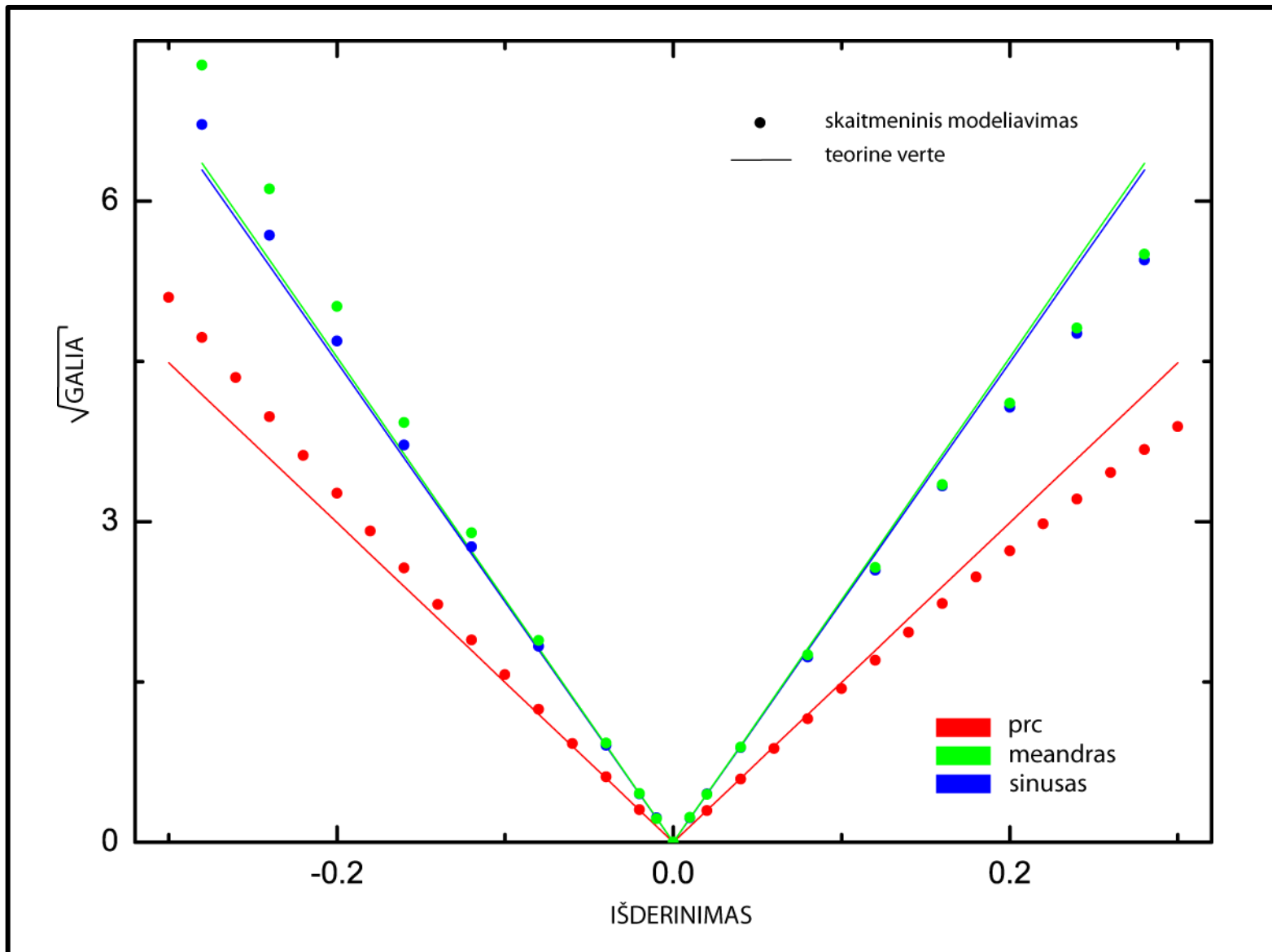
$$\begin{cases} \dot{X}_1 = f_1(X_1 \dots X_n) + \psi(t) \\ \dots \\ \dot{X}_n = f_n(X_1 \dots X_n) \end{cases}$$

Išorinis signalas



Išderinimas = sistemos dažnis – išorinio signalo dažnis

Arnoldo liežuviai Hodgkin Huxley neuronui



Pabaiga

Kas drebina mano rankas?

D. Parkinsonas