



IEGULRĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

DE-SPIDA antena sensoru tīkliem

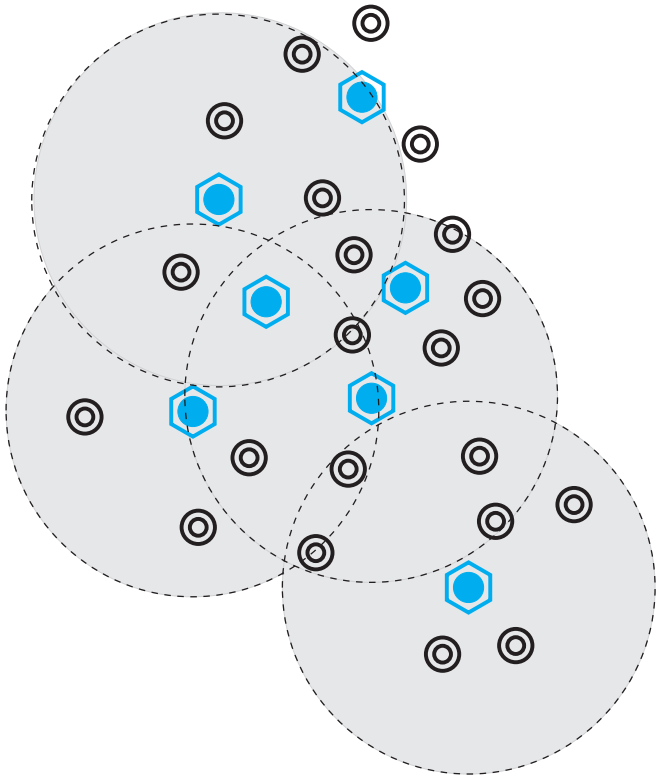
Ivars Driķis, Leo Seļāvo

SAntArray grupa



Projekta nosaukums: Viedo sensoru un tīklotu iegulto sistēmu pētījumu un attīstības centrs (VieSenTIS)
Projekta Nr. 2009/0219/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/020

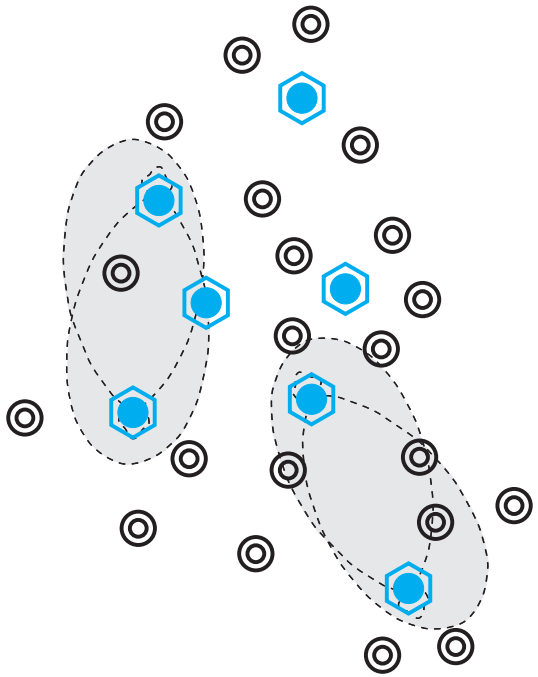
Parastās antenas sensoru tīklos



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

Vienkārša gan izgatavošanā gan ekspluatācijā

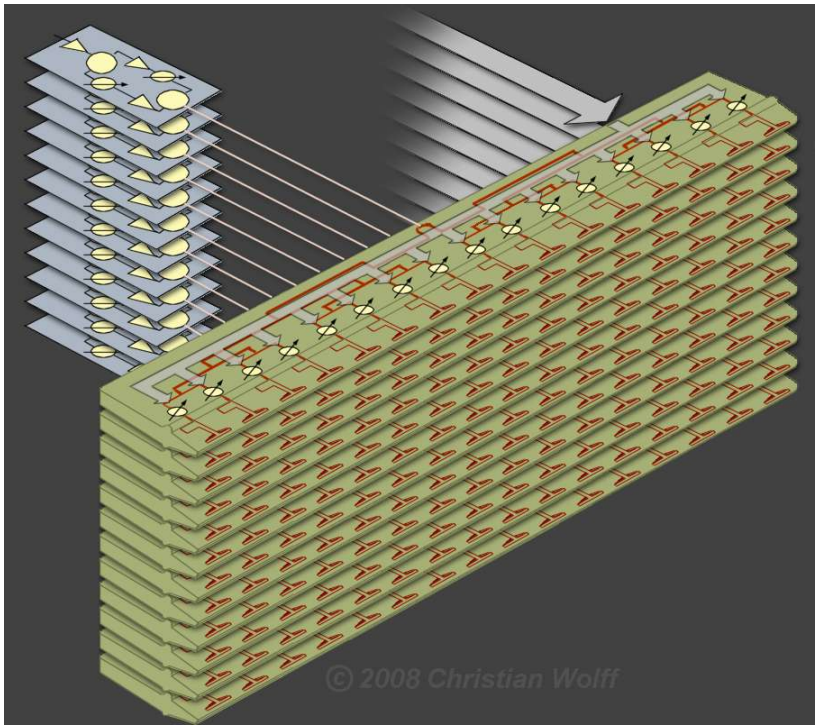
Virziendarbības antenu priekšrocības



- 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

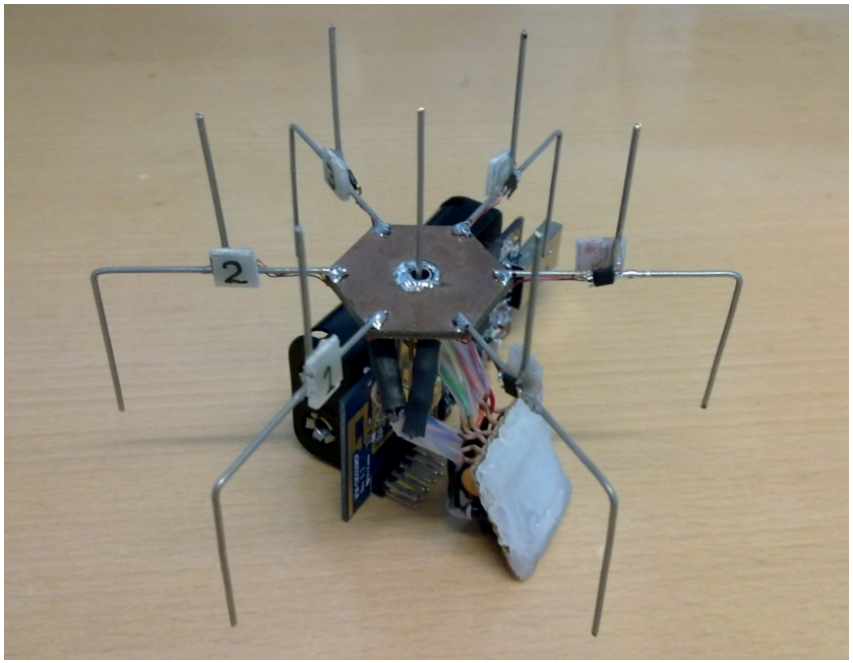
Parazītisko elementu antenas



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

Elektroniski vadāmās parazītiskās antenas

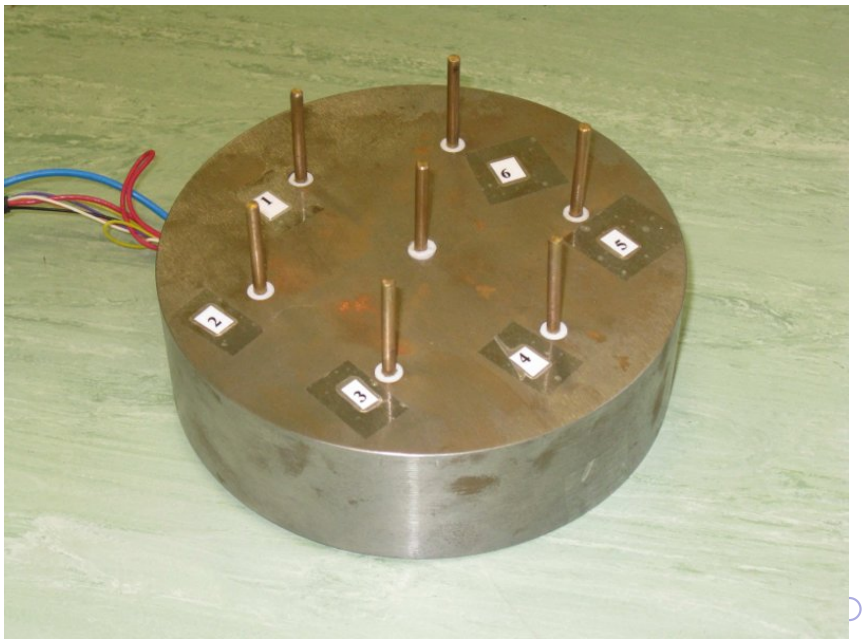
SPIDA, [1]



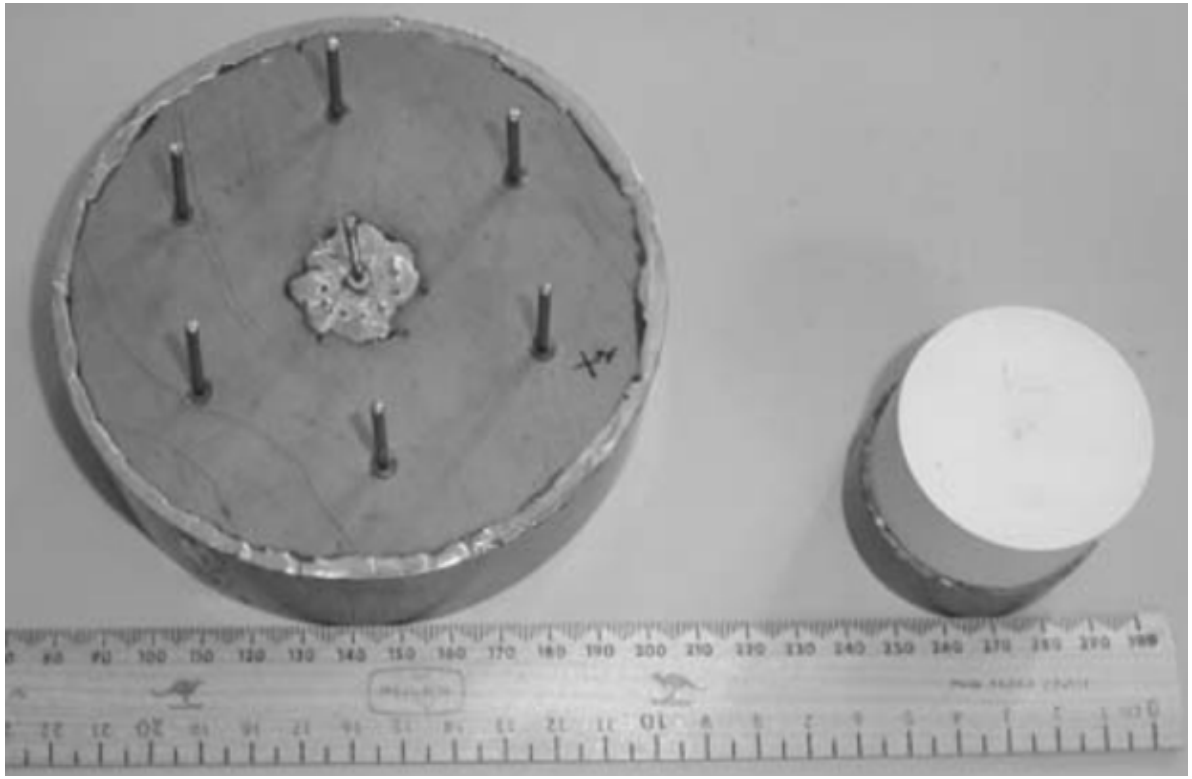
+ vienkārša vadība
- viegli deformējama
- ierobežots virziendarbības variantu skaits

ESPAR, [2]

+ neierobežots virziendarbības variantu skaits
- sarežģīta vadība
- masīva, lieli izmēri



Dielektriķī ieslēgta antena, [3]



+ ievērojami samazinās antenas izmēri
+ antenas elementi mehaniski aizsargāti
? dielektriskais materiāls ar lielu ϵ un maziem zudumiem

Uzdevums

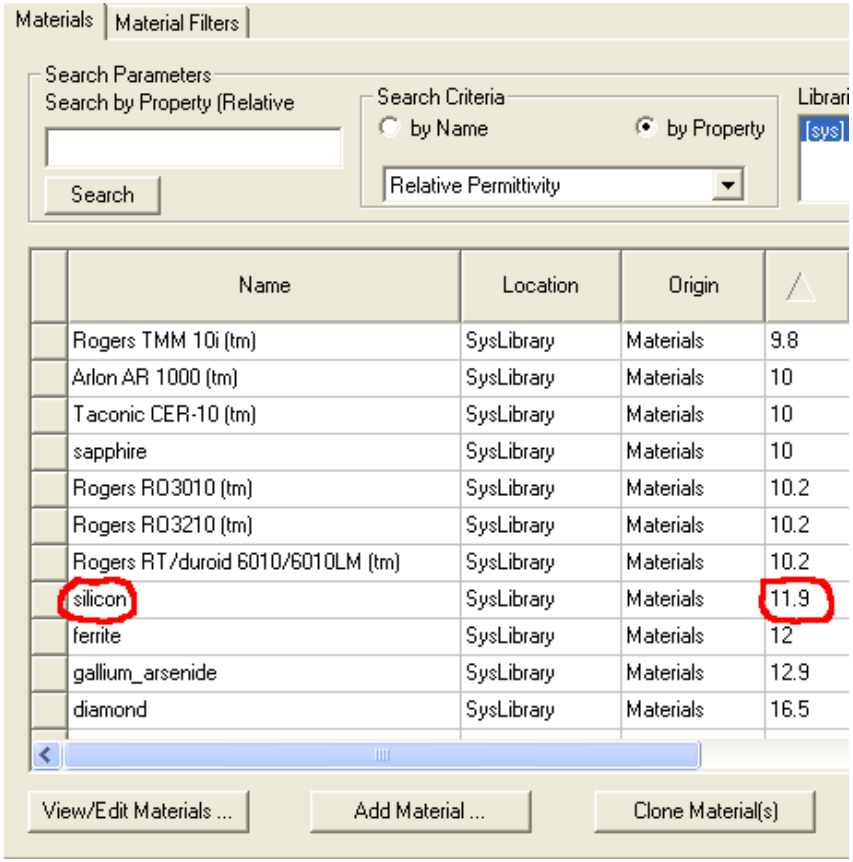
Apvienot ESPAR un SPIDA antenu labākās īpašības un izveidot savu antenu:

- ESAPR antenas konstrukcija: monolīta pamatne
- SPIDA vadība - pasīvos elementus vada izmantojot elektroniski vadāmu slēdzi
- Antenas elementi ievietoti dielektriskajā materiālā ar lielu ϵ. Tas gan samazina antenas izmērus par $\sim \sqrt{\epsilon}$ gan arī aizsargā antenas elementus no nevēlamām deformācijām.

Materiāli



Orgstikls, $\epsilon = 3.4$

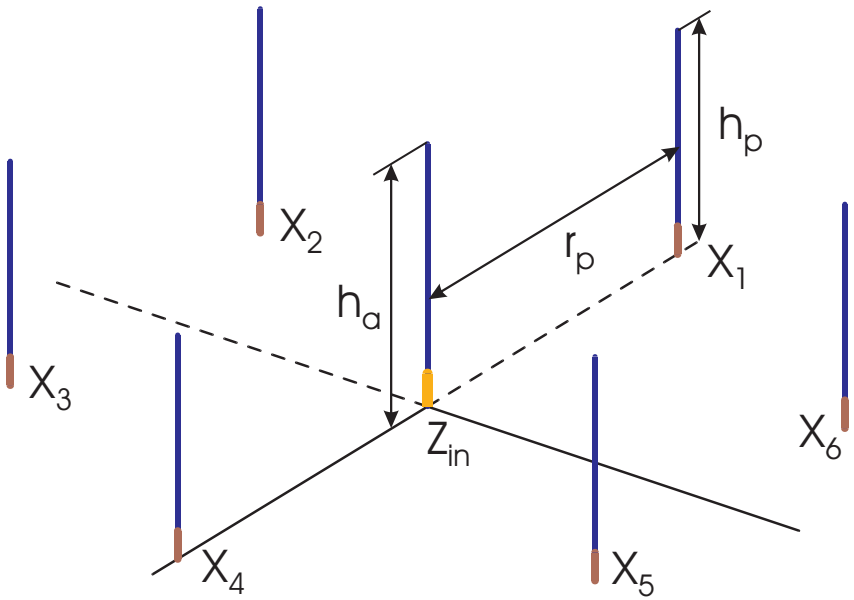


Metālisks silīcijs $\epsilon = 11.9$

DE-SPIDA antenas modelis



Antenas darbības principi



- signālu pievada centrālajam elementam
- parazītiskie elementi signālu uztver un novada uz ķēdi, ko veido vadības rezistori X_i
- signāls atstarojas no noslēgtās vadības ķēdes un atgriežās atpakaļ parazītiskajā elementā
- parazītiskie elementi izstaro signālu ar fāzes nobīdi
- izstarotie lauki summējas

Antenas darbības matematiskais apraksts

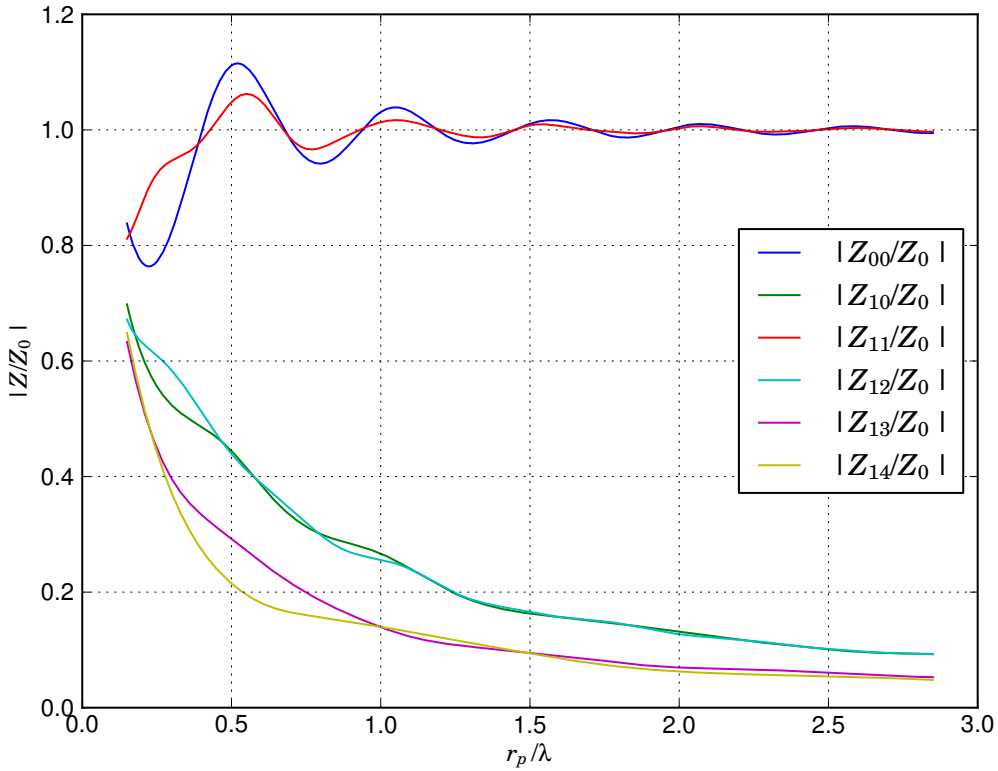
- Strāvu parazītisko elementu ieejā atrod izmantot antenas impedances matricu Z

$$\begin{pmatrix} i_0 \\ i_1 \\ \dots \\ i_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{00} & Z_{01} & \dots & Z_{06} \\ Z_{10} & Z_{11} + jX_1 & \dots & Z_{16} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{60} & Z_{61} & \dots & Z_{66} + jX_6 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} u_0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}$$

- Antenas virziendarbības diagrammu elektiskajam laukam veido tās aktīvā elementa starojuma $\boldsymbol{E}_0(\theta, \varphi)$ un parazītisko elementu starojumu $\boldsymbol{E}_n(\theta, \varphi)$ summa, ņemot vērā strāvu katrā no elementiem i_m un viļņu gājiena starpību d_m attiecībā pret antenas centrālo elementu:

$$\boldsymbol{E}(\theta, \varphi) = c_0 \boldsymbol{E}_0(\theta, \varphi) + \sum_{n=1}^{6} c_n e^{-jkd_n} \boldsymbol{E}_n(\theta, \varphi)$$

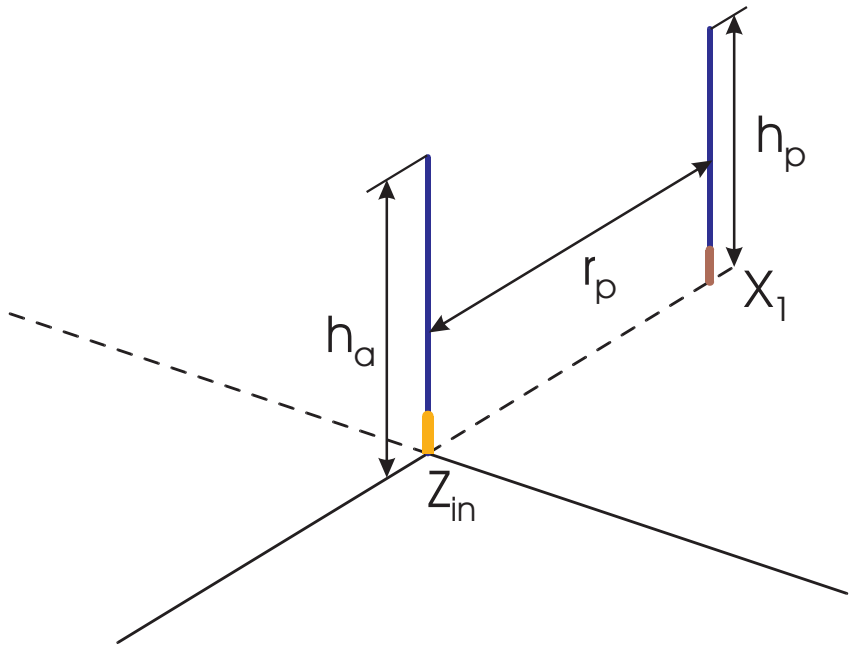
Antenas impedances matrica Z



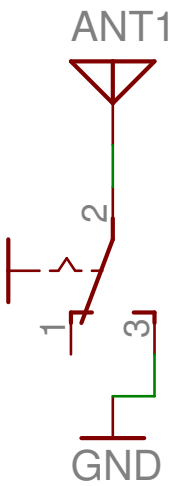
Antenas impedances matricas Z elementu skaitliskās vērtības atkarībā no attāluma starp aktīvo un pasīvajiem elementiem r_p. Šeit $h_a = h_p = h_0$, kur h_0 ir izolēta ceturtdaļviļņa monopola rezonanses garums un attiecīgi Z_0 ir tā ieejas pretestība. Aprēķini veikti ar NEC2 programmatūru [4]

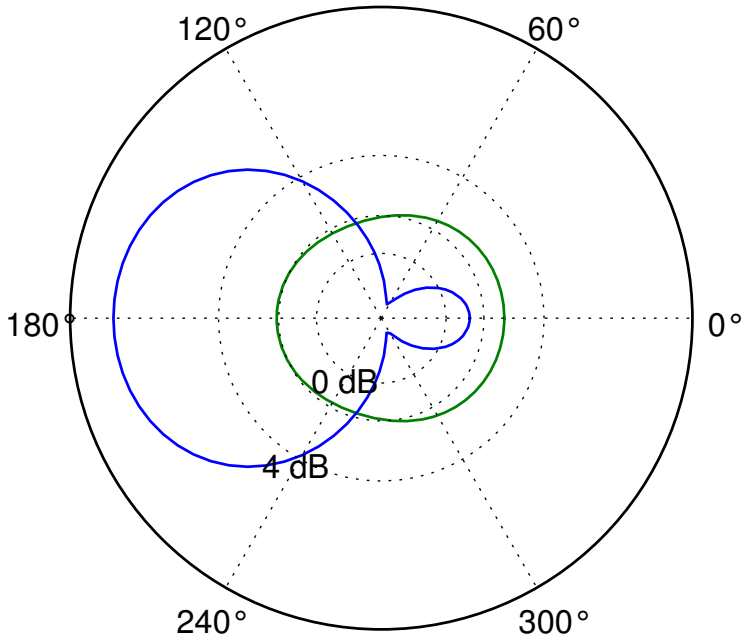
Vienkāršas divu elementu antenas modelis

- X_i maina virziendarbības diagrammu
- Mainot h_a var noskaņot antenu rezonansē
- Mainot h_p var noskaņot X_i maiņas robežas
- Mainot r_p mainās viss



Divu elementu antena, SPIDA ģeometrija





h_p/h_a =0.924

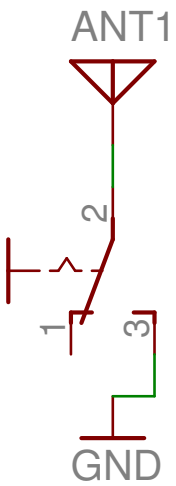
h_a =0.238 λ

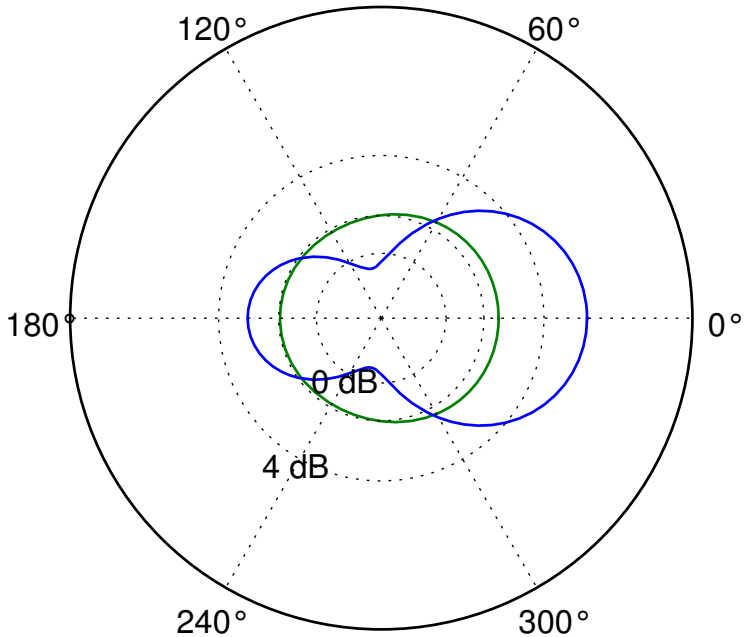
r_p =0.28 λ

X_0 =open

X_1 =short

Divu elementu antena, v1





h_p/h_a =0.850

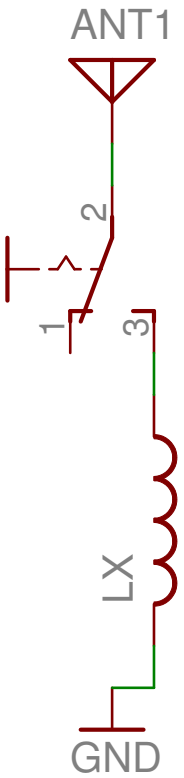
h_a =0.225 λ

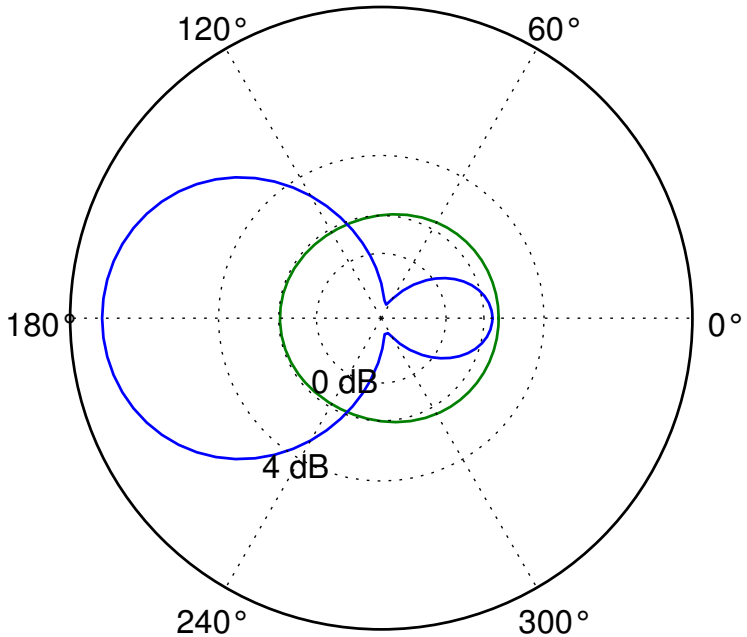
r_p =0.25 λ

X_0 =open

X_1 =short

Divu elementu antena, v2





h_p/h_a =0.850

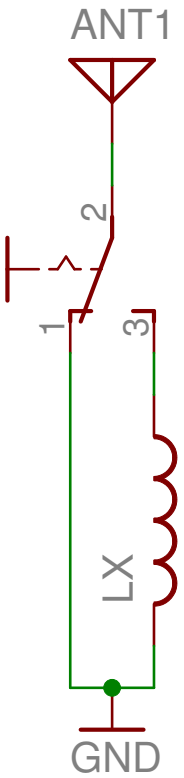
h_a =0.225 λ

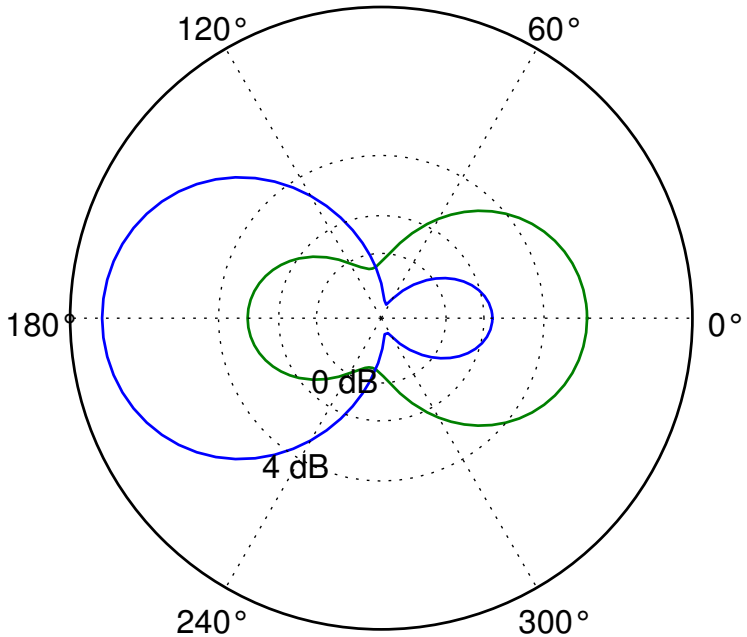
r_p =0.25 λ

X_0 =open

X_1 =(0.0+30.0j) Ω

Divu elementu antena, v3





h_p/h_a =0.850

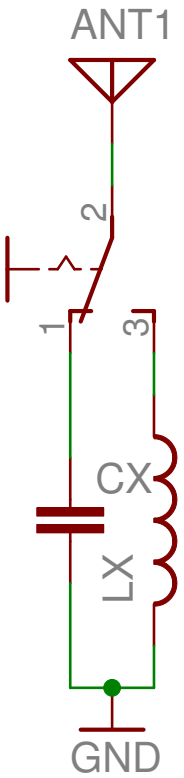
h_a =0.225 λ

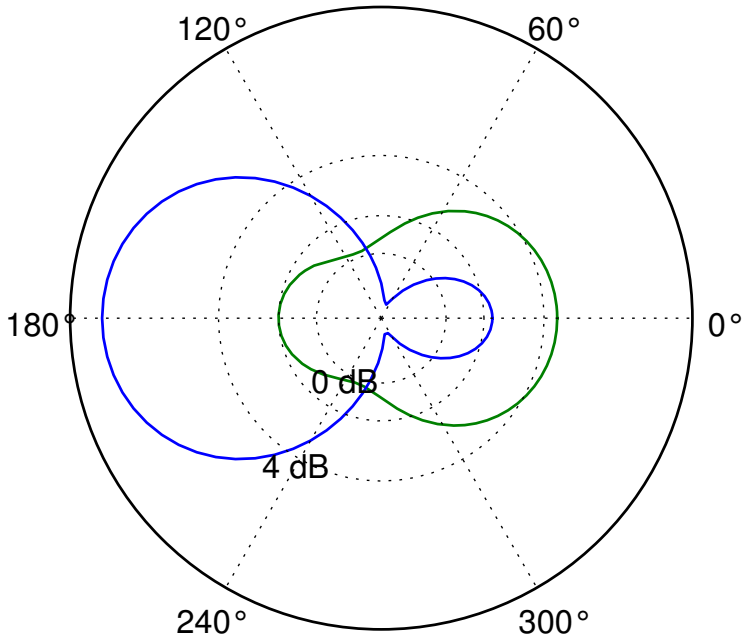
r_p =0.25 λ

X_0 =short

X_1 =(0.0+30.0j) Ω

Divu elementu antena, v4





h_p/h_a =0.850

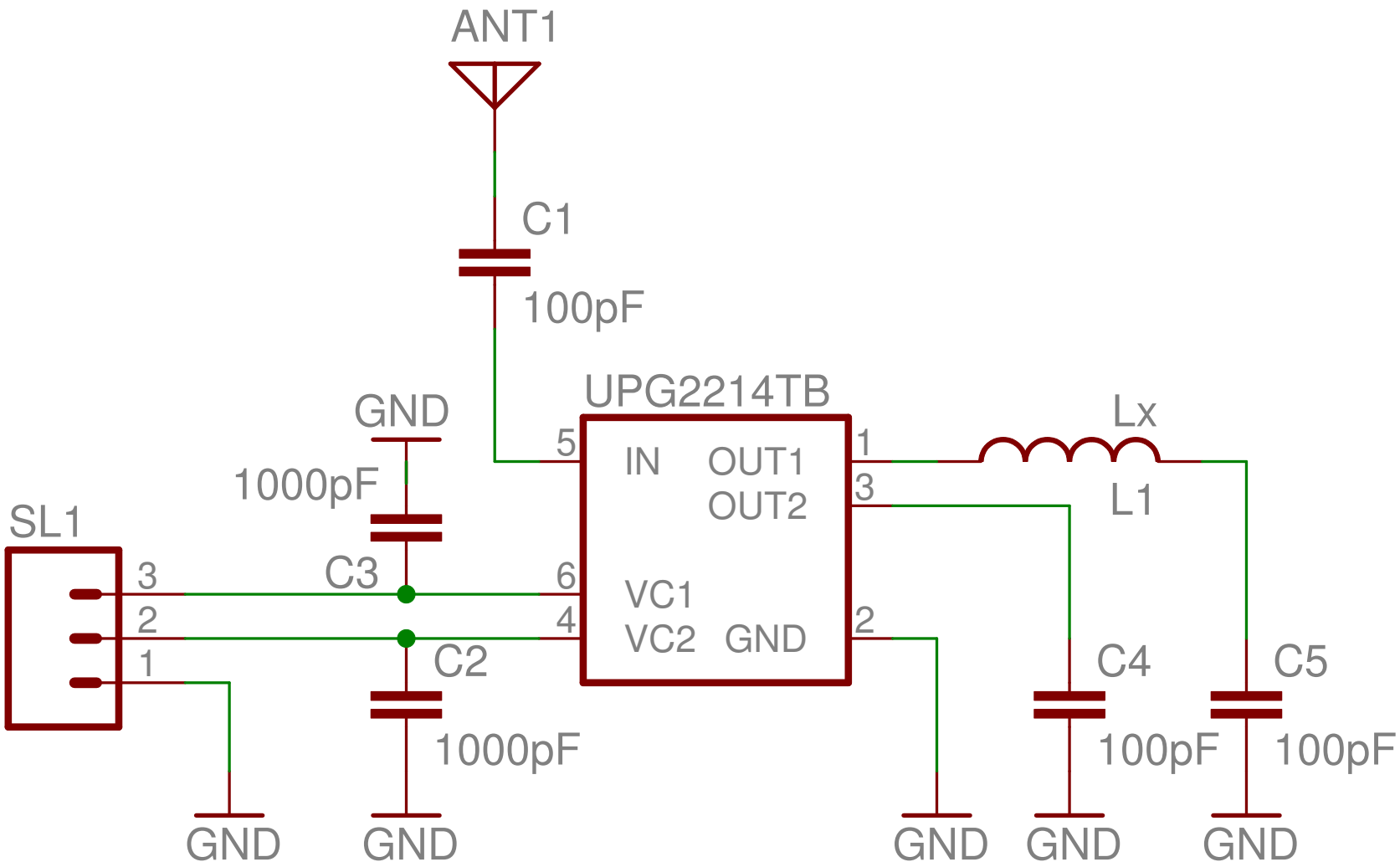
h_a =0.225 λ

r_p =0.25 λ

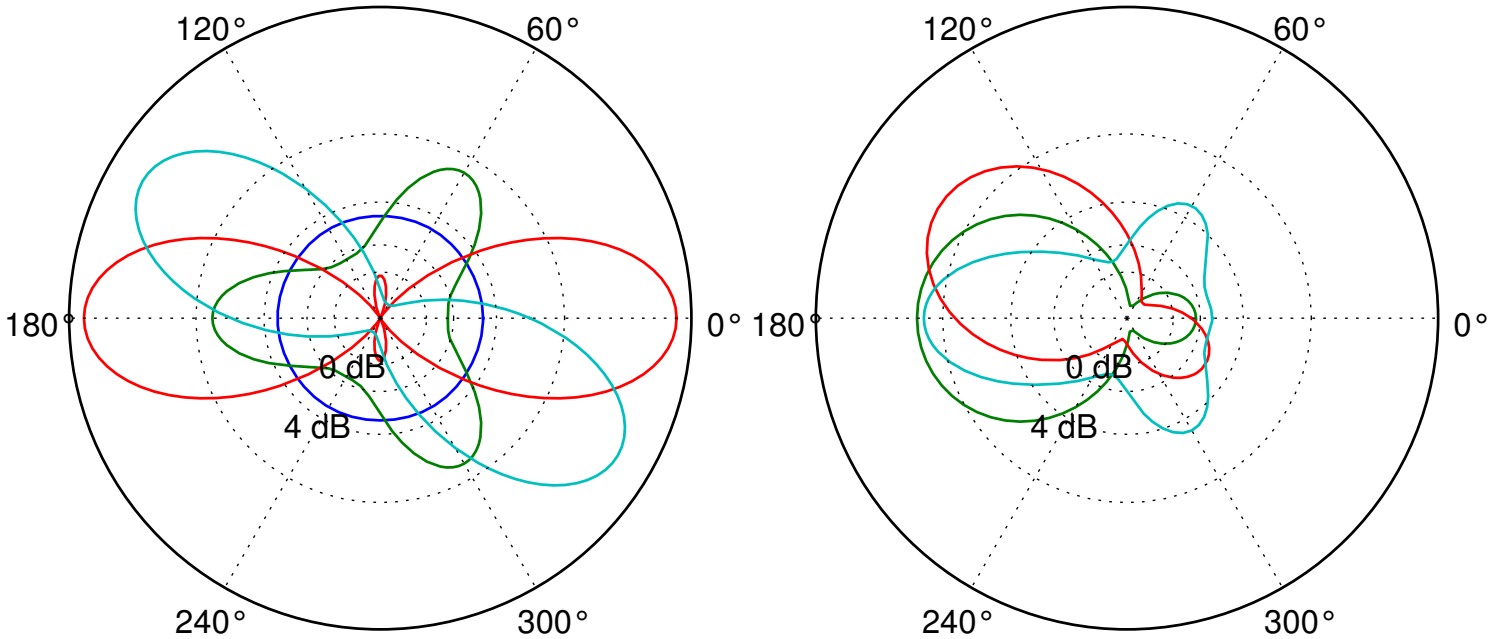
X_0 =(0.0-30.0j) Ω

X_1 =(0.0+30.0j) Ω

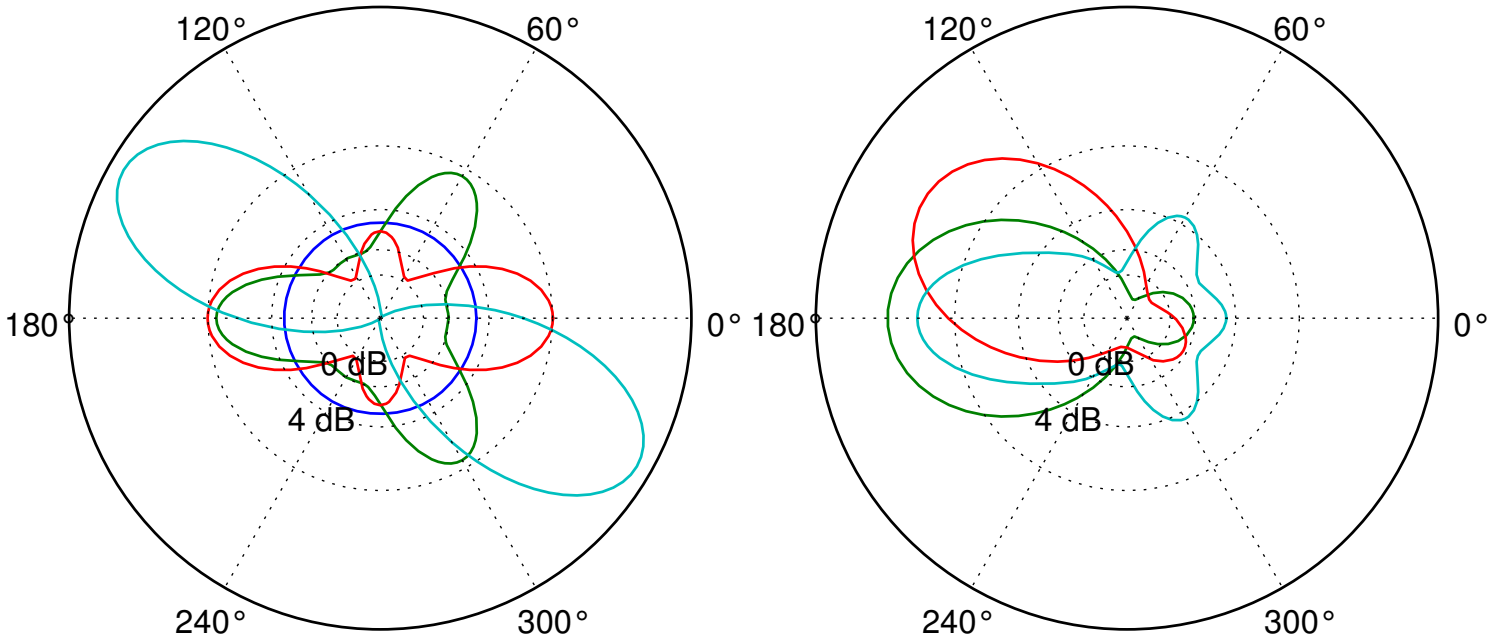
Elektroniskās komutācijas shēma



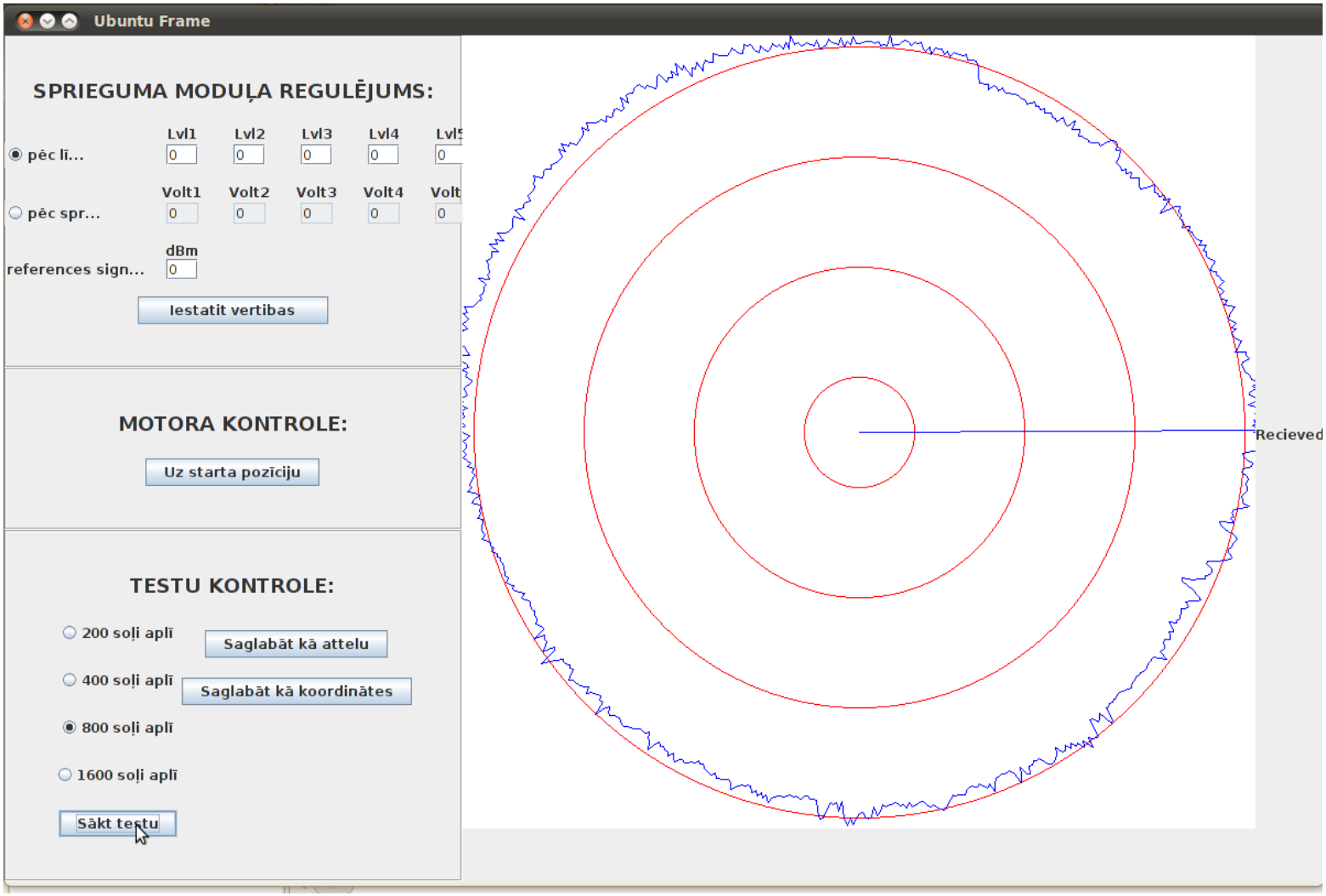
Starojuma diagrammas 7 elementu antenai, v2



Starojuma diagrammas 7 elementu antenai, v3



Mērījumu rezultāti



Noslēgums

Rezultāti

- Izstrādāta antenas koncepcija
- Notiek optimālu tās parametru noteikšana gan ar skaitliskās modelēšanas gan arī ar mērījumu palīdzību.
- Pagaidām neatrisināta problēma - antenas salāgošana

Pateicības

- EDI par iespeju piedalīties projektā un ESF par finansējumu
- K. Priedītim par sadarbību mērījumu veikšanā

Literatūra I



M. Nilsson.
Directional antennas for wireless sensor networks.
In *Proceedings of 9th Scandinavian Workshop on Wireless Adhoc Networks (Adhoc'09)*, page 4, Uppsala, Sweden, 2009.



K. Prieditis, I. Drikis, and L. Selavo.
Passive elements array antena for wireless sensor networks.
In *ACM SenSys 2010*, Zurich, 2010.



J. Lu, D. Ireland, and R. Schlub.
Dielectric embedded ESPAR (DE-ESPAR) antenna array for wireless communications.
IEEE Trans. Antennas Propag., 53:2437–2443, 2005.



G. J. Burke and A. J. Poggio.
Numerical Electromagnetic Code (NEC) - Method of Moments.
Technical report, Lawrence Livermore Laboratory, 1981.