

Vaja: 8 Umerjanje šumnega izvora z plazorno diodo

Seznam pripomočkov:

- šumni izvor z plazorno diodo (4,7V, 5,6V, 7,5V, 10V, 13V, 18V)
- spektralni analizator
- napajalnik
- voltmetr
- ojačevalnik
- VF izvor

Pri tej vaji smo izmerili potek jakosti šuma v odvisnosti od toka. Preklapljali smo med šestimi različnimi vrednostmi plazornih diod 4,7V; 5,6V; 7,5V; 10V; 13V; 18V ter so vsake tudi izmerili jakost šuma. Merili smo za štiri različne vrednosti toka ter dve vrednosti frekvence 30 in 300 MHz.

8.Vaja: Umerjanje šumnega izvora s plazovno diodo

Širina MF sita = 300 kHz

Šumno število nizkošumnega ojačevalnika =

Ojačenje nizkošumnega ojačevalnika =

$$\left. \begin{array}{l} 30 \text{ MHz} \\ 300 \text{ MHz} \end{array} \right\} \begin{array}{l} G \\ F \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} 51,2 \text{ dB} \\ 52,75 \text{ dB} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1,65 \text{ dB} \\ 1,90 \text{ dB} \end{array}$$

frekvenca meritve = 30 MHz (150 MHz)

| prebojna napetost 4,7 V | | prebojna napetost 5,6 V | | prebojna napetost 7,5 V | | prebojna napetost 10 V | | prebojna napetost 13 V | | prebojna napetost 18 V | |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] |
| 0,01 | -60 | 0,01 | -64,5 | 0,01 | -40 | 0,01 | -40,5 | 0,01 | -37 | 0,01 | -57,5 |
| 0,1 | -66 | 0,1 | -64 | 0,1 | -38 | 0,1 | -42,5 | 0,1 | -36,5 | 0,1 | -44,5 |
| 1 | -64,5 | 1 | -51,5 | 1 | -47,5 | 1 | -32,5 | 1 | -30,5 | 1 | -32,5 |
| 10 | -60 | 10 | -49 | 10 | -45 | 10 | -39 | 10 | -36 | 10 | -38,5 |

F = 1,65 dB
G = 51,2 dB

frekvenca meritve = 300 MHz (420 MHz)

| prebojna napetost 4,7 V | | prebojna napetost 5,6 V | | prebojna napetost 7,5 V | | prebojna napetost 10 V | | prebojna napetost 13 V | | prebojna napetost 18 V | |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] | I [mA] | P _N [dBm] |
| 0,01 | -66 | 0,01 | -66 | 0,01 | -66 | 0,01 | -52,5 | 0,01 | -47 | 0,01 | -57,5 |
| 0,1 | -66 | 0,1 | -65 | 0,1 | -66 | 0,1 | -52,2 | 0,1 | -55,5 | 0,1 | -46 |
| 1 | -65 | 1 | -62 | 1 | -69 | 1 | -48,4 | 1 | -38 | 1 | -38,5 |
| 10 | -64,5 | 10 | -52,5 | 10 | -52,5 | 10 | -30,6 | 10 | -45,5 | 10 | -48,5 |

F = 1,90 dB
G = 52,75 dB

$$ENR = 10 \log \frac{T_D}{297K}$$
 iz P_N šumno temperatura

$$P_N = k_B \cdot B \cdot T_D$$

$$\left(\frac{T_D}{a} + T_0 \left(1 - \frac{1}{a} \right) + T_{gr} \right)$$
 (slobojenje dobika)

$$a = 10 \text{ dB} = 10$$

$$F_{(dB)} = 10 \log \left(1 + \frac{T_D}{T_0} \right)$$

$$T_D \rightarrow ENR$$
 Graf ENR(f)

2 T_{gr} je različna => 2 grafa za vsako frekvenca

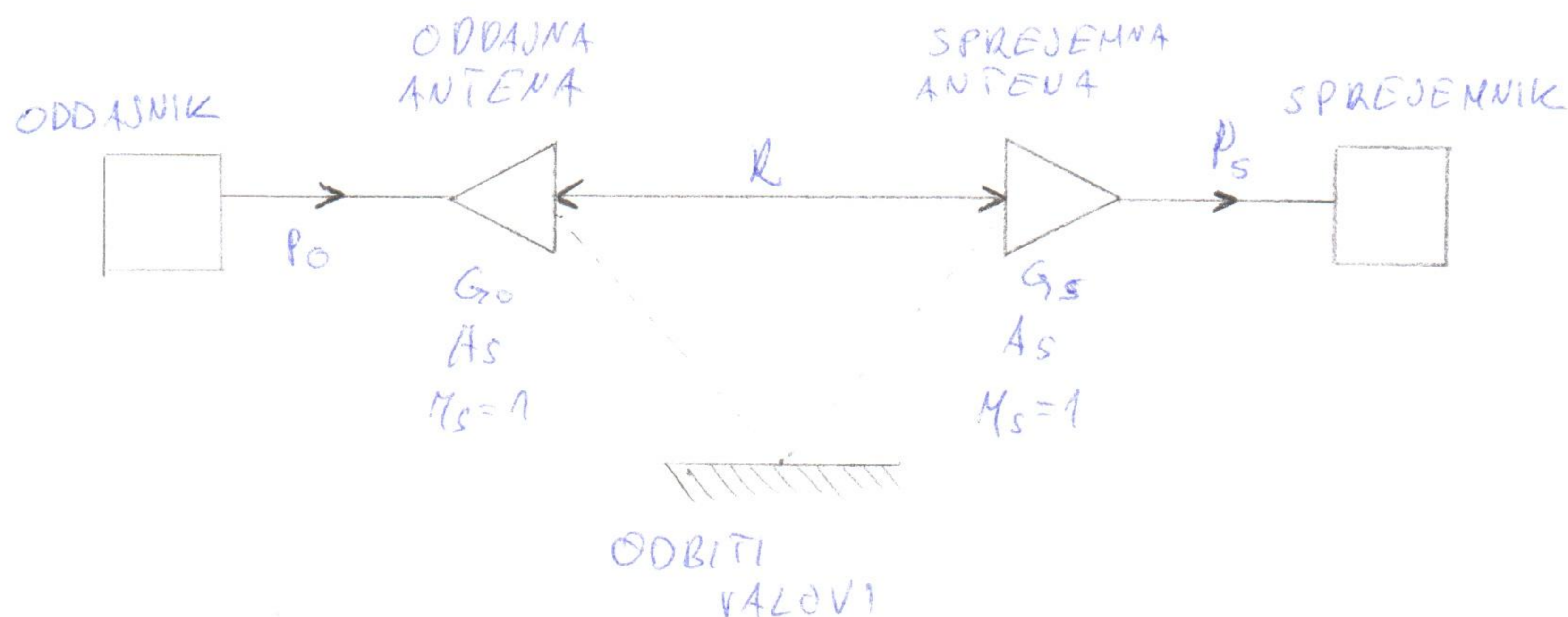
ENR v odvisnosti od toka

Vaja: 2 Negozredno menjenje dobitka antene

Seznam pripomočkov:

- Izvor (oddajnik) v frekvenčnem področju 10 GHz z izhodno močjo $P_{izh} = 10 \text{ dBm}$, brez modulacije
- Ojačevalnik za 10 GHz
- Koeficient ni 20 dB slabše, za kalibracija sistema
- Več anten za 10 GHz \Rightarrow 2x pravokotni lijak, koruzičen lijak, žpičalna antena
- Merilnik moči
- Nastavljiv podstavek za obe anteni
- plošče absorberja
- priključni kablji

Pri tej vaji smo merili jakost sprejetih signalov pri različnih oblikah anten. S pravokotnim lijakom smo oddajali signal, medtem ko smo na sprejemni strani sprejemali signal z isto anteno. Spreminjali smo višino od 35 cm do 130 cm pa korakih za 5 cm. Potem smo na sprejemni strani zamenjali anteno najprej z koruzičnim lijakom potem pa še z žpičalno anteno. Pri teh dveh antenah smo jakost merili pri višini 110 cm.



2. Vaja: Neposredno merjenje dobitka antene

$\gamma_0 = 1; \gamma_s = 1; \lambda = 0,03 \text{ m}$

Višina oddajne antene znaša 110 cm.

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

Razdalja med antenami = 154 cm = 1,54 m

Jakost signala na oddajni anteni (pravokotni lijak) = 10 dB

Vpliv odbitih valov na jakost sprejetega signala pri frekvenci 10 GHz.

| višina sprejemne antene [cm] | jakost sprejetega signala P_s [dBm] |
|------------------------------|---------------------------------------|
| 95 | -11 |
| 100 | -9,4 |
| 105 | -9,2 |
| 110 | -8,8 |
| 115 | -9,6 |
| 120 | -11 |
| 125 | -13,2 |
| 130 | -16 |

Pravokotni lijak
 $a = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$
 $b = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$
 $R = 154 \text{ cm} = 1,54 \text{ m}$

$S = a \cdot b$

Korugirani lijak
 $r = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$
 $R = 153 \text{ cm} = 1,53 \text{ m}$

$S = \pi r^2$

Špiralna antena

$r = 14 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}$
 $t = 0,75 \text{ cm} = 0,0075 \text{ m}$
 $R = 143 \text{ cm} = 1,43 \text{ m}$

$S = \pi r^2 + 2\pi r \cdot t$

$$\frac{P_s}{P_0} = \frac{G_0 \gamma_s \gamma_s}{4\pi R^2} = \frac{G_0 \gamma_s \lambda^2}{(4\pi R)^2} = \frac{A_0 \gamma_0 \gamma_s \gamma_s}{R^2 \lambda^2}$$

Dobitek enakih pravokotnih lijakov = -14,8 dB

Jakost sprejetega signala pri korugiranem lijaku = -21,4 dB

Dobitek korugiranega lijak = -17,0 dB

Jakost sprejetega signala pri špiralni anteni = -16 dB

Dobitek špiralne antene = -52,7 dB

1.) Oceni vpliv odbitih valov

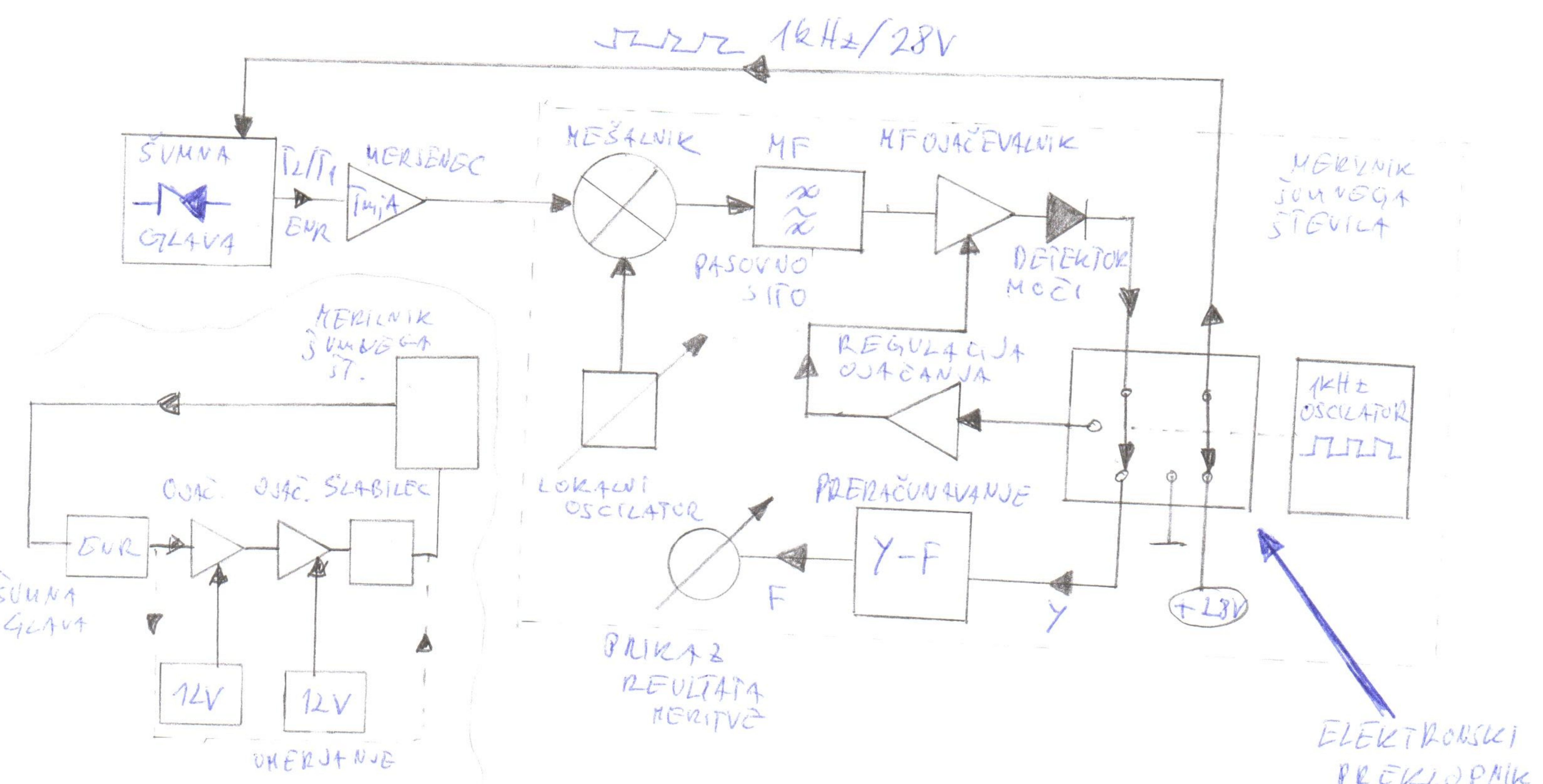
Pri izti višini enakih anten se zveča jakost sprejetega signala naveda najmočnejšo.

Vaja: 2 Meritev šumnega števila ojačevalnika

Sesnam potrebnih:

- merjena šumna glava z ENR
- merjeni vizualnofrekvenčni malošumni ojačevalnik
- 50 Ohm nastavljivi slabice
- napajalniki za malošumne ojačevalnike
- merilnik šumnega števila
- priključni kablji za povezavo

Pri tej vaji smo merili šumno število ojačevalnika. Izmerili smo šumno število merilnika na parih različnih frekvencah. Potem vstavimo že merjenen ten ojačevalnik in meritev ponovimo. Z šumno glavo pa poskušamo izvesti kalibracija merilnika na znanem vstopu merilnika. S tem pa lahko kalibrirani šumometer uporabimo tudi za meritev ojačanja, na ulazni dveh ojačevalnikov.



Sklop vaj: 1

2.Vaja: Meritev šumnega števila ojačevalnika

| f [MHz] | šumno št. merilnika F [dB] | INA 03184 820 Ω | | INA 10386 150 Ω | | MSA 0386 220 Ω | |
|---------|----------------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | | ojačenje A [dB] | šumno št. F [dB] | ojačenje A [dB] | šumno št. F [dB] | ojačenje A [dB] | šumno št. F [dB] |
| 100 | 5.54 | 27.64 | 2.38 | 26.57 | 3.09 | 11.11 | 5.45 |
| 200 | 5.79 | 27.80 | 2.40 | 26.40 | 3.10 | 11.01 | 5.44 |
| 300 | 5.93 | 27.57 | 2.52 | 26.48 | 3.30 | 10.93 | 5.49 |
| 400 | 6.26 | 27.26 | 2.65 | 26.49 | 3.30 | 10.74 | 5.49 |
| 500 | 6.38 | 26.70 | 3.07 | 25.82 | 3.68 | 10.59 | 5.54 |
| 600 | 6.79 | 27.77 | 2.87 | 26.73 | 3.48 | 10.74 | 5.58 |
| 700 | 6.96 | 27.44 | 2.97 | 26.52 | 3.55 | 10.18 | 5.67 |
| 800 | 6.86 | 27.26 | 3.73 | 26.37 | 3.69 | 9.76 | 5.60 |
| 900 | 7.23 | 27.74 | 3.28 | 26.46 | 3.82 | 9.49 | 5.66 |
| 1000 | 7.55 | 26.97 | 3.35 | 26.51 | 3.89 | 9.74 | 5.70 |
| 1100 | 7.77 | 27.27 | 3.37 | 26.54 | 3.92 | 8.97 | 5.75 |
| 1200 | 8.09 | 27.09 | 3.37 | 26.56 | 3.93 | 8.76 | 5.81 |
| 1300 | 8.44 | 26.66 | 3.39 | 26.28 | 3.96 | 8.75 | 6.02 |
| 1400 | 8.68 | 25.75 | 3.42 | 25.89 | 3.98 | 7.06 | 6.57 |
| 1500 | 9.09 | 25.57 | 3.44 | 25.58 | 4.00 | 4.94 | 7.64 |
| 1600 | 9.82 | 24.42 | 3.44 | 25.08 | 4.00 | 2.63 | 7.44 |

f = 700 MHz

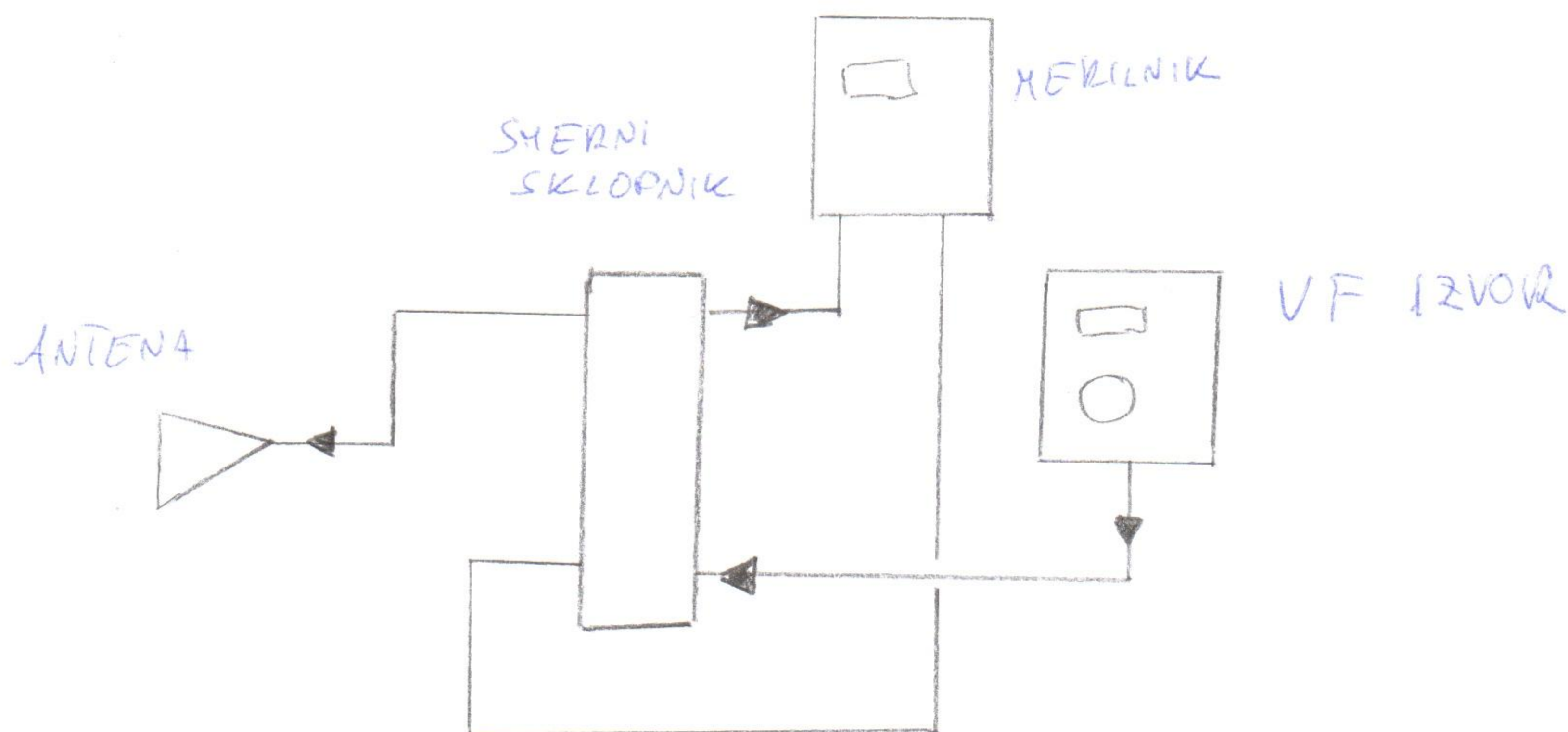
| | A [dB] | F [dB] |
|--|--------|--------|
| | 36.77 | 3.40 |
| | 35.89 | 5.90 |
| | 20.98 | 9.46 |
| | 20.97 | 3.40 |

Vaja: 5 Mejenje odbojnosti antene s smernim sklopnikom

Seznam pripomočkov:

- visoka frekvenčni izvor s spremenljivo frekvenco (nestanljivo) GHz
- prilagojena breme (točen merilni upor)
- antena (pravokotni lijak)
- brzkostični element
- priključni kabli
- smerni sklopnik
- absorpcijske plošče
- merilnik

Pri tej vaji smer merili odbojnosti najprej pri merilnem uporu, potem pri brzkostičnem elementu ter na koncu še za merilno anteno. Frekvenca izvora smo spreminjali od 1,7 GHz do 4,1 GHz po korakih za 1 GHz. Rezultate smo zapisali v tabelo.



9. vaja: Merjenje odbojnosti antene s smernim sklopnikom

$|\Gamma| + P_{odb} = P_{odb}$
 279

| frekvenca VF izvora [GHz] | prilagojeno breme | | | kratkostičnik | | | | merilna antena | | | |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|-------------------|-------------------|------------------------|------------------|
| | $P_{nap.}$ | $P_{odb.}$ | $ \Gamma $ | $P_{nap.}$ | $P_{odb.}$ | $ \Gamma $ | izgu be | $P_{nap.}$ dBm | $P_{odb.}$ dBm | $P_{odb.}$ korigir. | $ \Gamma $ dB |
| 1,7 | 4,95 | / | 0 | -9,39 | -8,90 | 0,5 | | -8,83 | -9,05 | -8,55 | -0,21 |
| 1,8 | -3,94 | / | 0 | -8,45 | -7,98 | 0,47 | | -8,53 | -8,88 | -8,41 | -0,34 |
| 1,9 | 1,25 | / | 0 | -4,31 | -4,14 | 0,16 | | -7,69 | -8,27 | -8,11 | -0,58 |
| 2,0 | -1,13 | / | 0 | -3,70 | -3,27 | 0,44 | | -8,80 | -9,61 | 9,17 | -0,80 |
| 2,1 | -1,48 | / | 0 | 1,87 | 1,87 | 0,23 | | -8,96 | -9,82 | 8,94 | -0,87 |
| 2,2 | -1,53 | / | 0 | 1,54 | 1,30 | -0,49 | | -8,95 | -18,20 | -18,69 | -9,30 |
| 2,3 | -1,78 | / | 0 | 2,07 | 1,98 | -0,5 | | -9,34 | -17,74 | -18,24 | -8,39 |
| 2,4 | -1,99 | / | 0 | 0,42 | 0,38 | -0,01 | | -9,63 | -22,64 | -22,65 | -13,03 |
| 2,5 | -2,38 | / | 0 | 1,95 | 1,98 | -0,14 | | -9,52 | -26,84 | -26,98 | -17,52 |
| 2,6 | -2,52 | / | 0 | 0,62 | -0,45 | 0,1 | | -9,21 | manjše od 0 | 0,1 | -9,21 |
| 2,7 | -2,58 | / | 0 | 2,09 | 2,20 | 0,12 | | 0,05 | -18,40 | -18,28 | -18,44 |
| 2,8 | -2,55 | / | 0 | 0,22 | 0,33 | 0 | | 0,53 | -18,89 | -18,89 | -19,41 |
| 2,9 | -2,25 | / | 0 | 1,40 | -1,38 | 0,48 | | -1,14 | -23,48 | -23 | -22,3 |
| 3,0 | -0,97 | / | 0 | 0,59 | 1,06 | 0,07 | | -0,39 | -22,95 | -22,88 | -24,84 |
| 3,1 | -1,02 | / | 0 | 0,44 | 0,51 | 0,05 | | -0,89 | -20,55 | -20,5 | -19,68 |
| 3,2 | -1,58 | / | 0 | -0,58 | -0,57 | -0,08 | | -1,54 | -18,84 | -18,92 | -17,27 |
| 3,3 | -4,49 | / | 0 | 0,25 | 0,16 | -0,19 | | -2,20 | -18,55 | -18,74 | -16,36 |
| 3,4 | -1,91 | / | 0 | -0,62 | -0,80 | -0,06 | | -1,81 | -21,15 | -21,21 | -19,16 |
| 3,5 | -2,15 | / | 0 | 0,63 | 0,57 | -0,14 | | -1,30 | -23,85 | -23,99 | -22,49 |
| 3,6 | -2,33 | / | 0 | -0,34 | -0,48 | -0,04 | | -1,36 | -28,14 | -28,18 | -26,76 |
| 3,7 | -2,85 | / | 0 | -0,96 | -1,00 | -0,3 | | -1,63 | -21,64 | -21,97 | -20,32 |
| 3,8 | -3,45 | / | 0 | 0,42 | 0,42 | -0,37 | | -1,70 | -18,91 | -19,28 | -17,29 |
| 3,9 | -3,90 | / | 0 | -0,79 | -1,15 | 0,05 | | -1,74 | -16,03 | -15,98 | -14,27 |
| 4,0 | -4,60 | / | 0 | -2,19 | -2,24 | 0,05 | | -1,52 | -15,46 | -15,41 | -13,94 |
| 4,1 | -4,58 | / | 0 | 0,23 | -0,24 | 0,01 | | -9,72 | -16,14 | -16,13 | -14,44 |

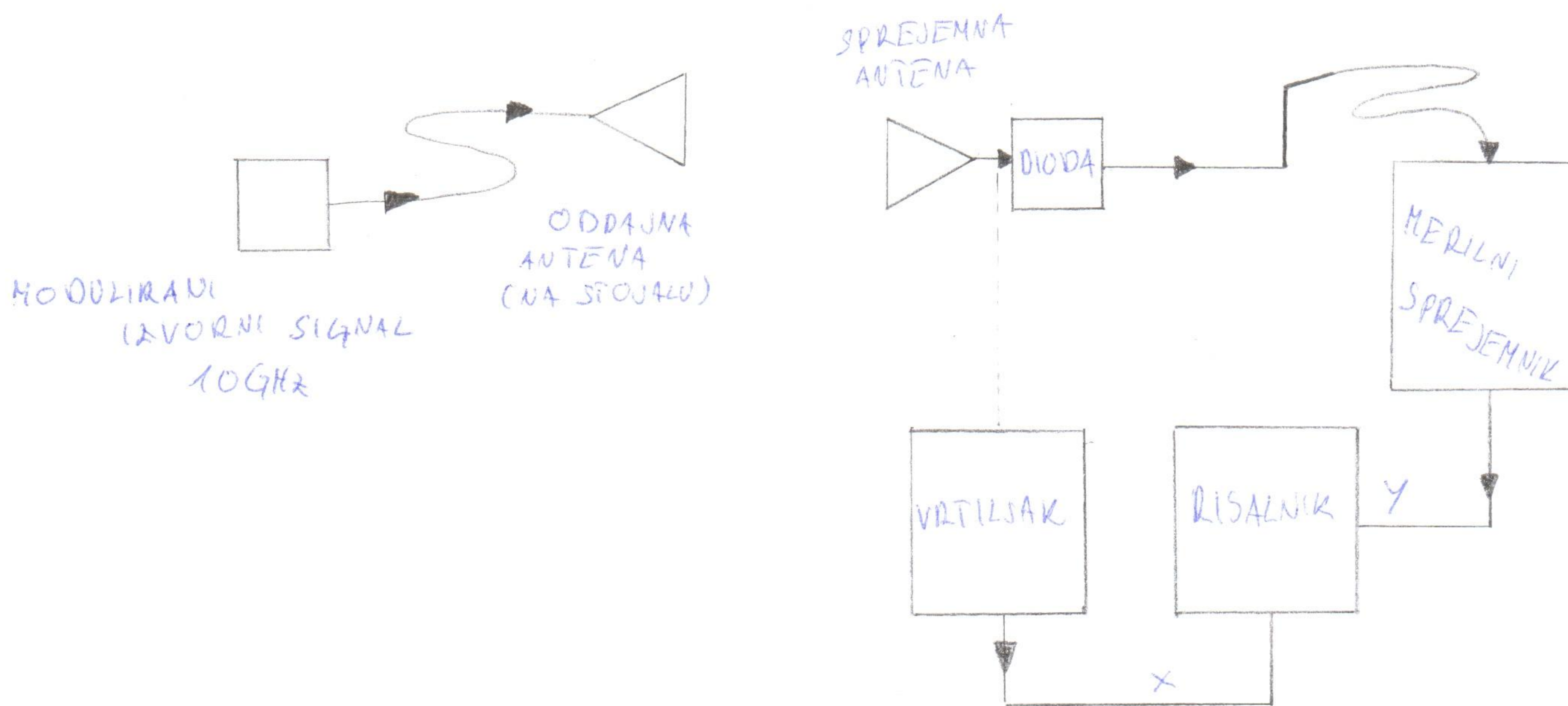
- merilnik ne zazna ničje uslednosti od -30 dBm $\approx \emptyset V$

Vaja: 3 Merjenje smernega diagrama inračunavne smernosti

Seznam pripomočkov:

- Izvor 10 GHz z Piz 10 dBm z amp. modulacija z 1 kHz
- dve anteni za 10 GHz (koruzitana lijak)
- merilna dioda za 10 GHz
- merilni sprejemnik z nizalom (1 kHz ali 2 kHz)
- vrtljak za eno anteno ter podstavek za druge
- plošče absorberja
- priključne kabke za povezavo

Pri tej vaji smo računali smernost po podobi izmerjenega smernostnega diagrama antene. Za merjenje smernega diagrama smo morali dobiti preseke. Za prvi presek smo anteno zavrteli za 360° z tem pa dobili zraščeno mero ter, če smo želeli maksimuma. Za drugi presek smo postopek ponovili. Oba preseka smo še QRali z računalnikom.



3. vaja: Merjenje smernega diagrama in računanje smernosti

| $\phi = 90^\circ$ | $\phi = 0^\circ$ |
|--|--|
| | |
| | |
| $D_{\phi=\frac{\pi}{2}} = \frac{4\pi}{2\pi \left(\sum_{\theta=0}^{\pi} F(\theta)[lin.] ^2 \Delta \cos \theta \right)}$ | $D_{\phi=0} = \frac{4\pi}{2\pi \left(\sum_{\theta=0}^{\pi} F(\theta)[lin.] ^2 \Delta \cos \theta \right)}$ |

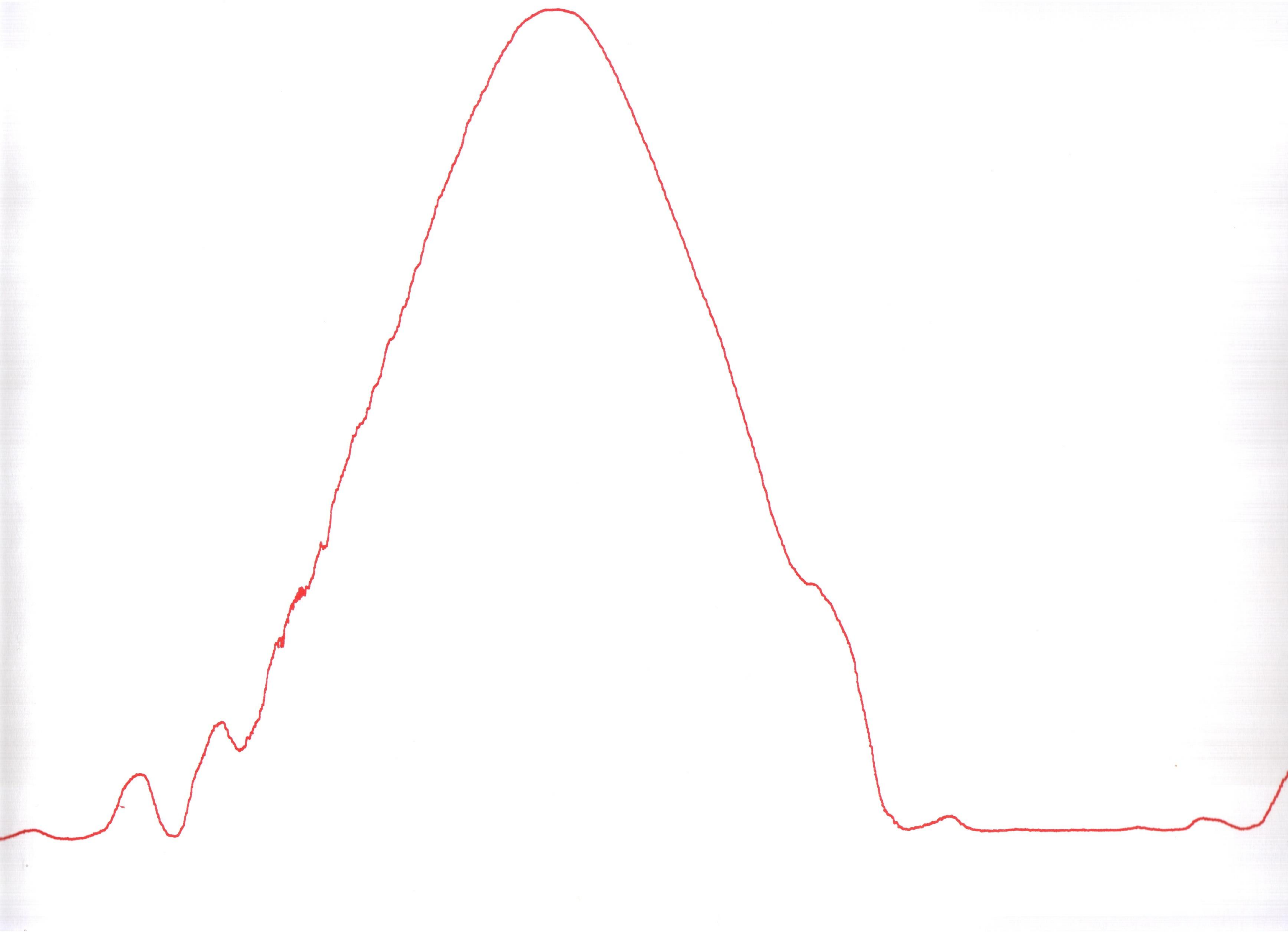
$\Delta \cos \theta$ točka točka

$$D = \frac{2}{\frac{1}{D_{\phi=0}} + \frac{1}{D_{\phi=\frac{\pi}{2}}}} = \underline{\underline{1,77 \cdot 10^{-9} \text{ dB}}}$$

$$D_{\phi=\frac{\pi}{2}} = \frac{4\pi}{2\pi (1100001^2 \Delta \cos \theta)} = \frac{4\pi}{2\pi (1100001^2 \cdot 11,25^\circ)} = 1,77 \cdot 10^{-9} \text{ dB}$$

$$D_{\phi=0} = \frac{4\pi}{2\pi (1100001^2 \Delta \cos \theta)} = \frac{4\pi}{2\pi (1100001^2 \cdot 11,25^\circ)} = 1,77 \cdot 10^{-9} \text{ dB}$$

$$D = \frac{2}{\frac{1}{1,77 \cdot 10^{-9} \text{ dB}} + \frac{1}{1,77 \cdot 10^{-9} \text{ dB}}} = 1,77 \cdot 10^{-9}$$



E-aurina

