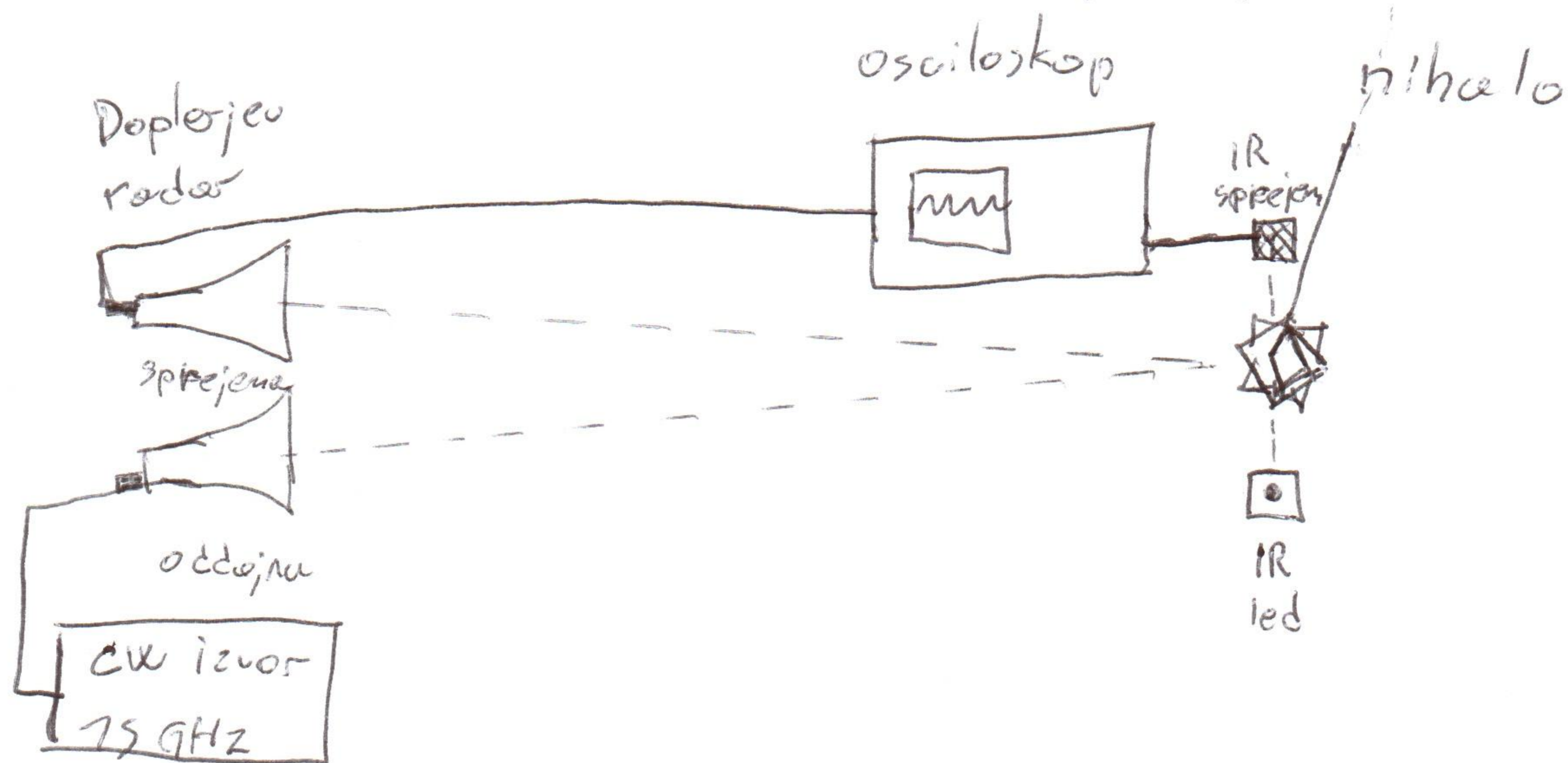


## Vaja: Merjenje hitrosti z Dopler-jevim radarjem

Pri tej vaji smo potrebovali nemodulirani CW izvor, dva piramidna lijaka, nihalo z utežjo in trirobnikom, meter za merjenje odnosa, mikrovalovno detektorsko diodo v ohišju, IR sprejemnik in oddajnik, ter osciloskop s pomnilnikom.

Imeli smo nihalo na katerem je bil trirobnik z utežjo. V to nihalo smo usmerili Dopler-jev radar ter nihalo spustili z različne višine. Za vsako meritev smo resetirali signal na osciloskopu. Iz signala, ki ga je prikazal osciloskop smo odčitali periodo dvojne Doplerjeve razlike.



27.Vaja: Merjenje hitrosti z Dopplerjevim radarjem

Višina nihala v mirovni legi:  $h_0 = 79 \text{ cm}$

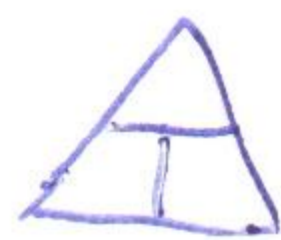
Frekvenca izvora:  $f_0 = 75 \text{ GHz}$

$$2\Delta f = \frac{f_0}{c} \cdot 2|\vec{v}| \cos \alpha$$

1

| MERITEV                      |  |                                     | IZRAČUN                            |                                     |   |                            |
|------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------|
| višina nihala v skrajni legi | relativna višina nihala v skrajni legi | perioda dvojne Doppler-jeve razlike | dvojni Doppler-jev pomik frekvence | hitrost izračunana iz odmika nihala | hitrost izračunana iz Doppler-jevega pomika | relativna napaka hitrosti  |
| $h$ [cm]                     | $\Delta h = h - h_0$ [cm]              | $T$ [ms]                            | $2 \cdot \Delta f$ [Hz]            | $v$ [m/s]                           | $v'$ [m/s]                                  | $e = \frac{v' - v}{v}$ [%] |
| 27                           | 2                                      | 0,055                               | 40/2                               | 0,632                               | 0,2   | -0,683                     |
| 27                           | 8                                      | 70 ms                               | 200/2                              | 1,265                               | 1,0   | -0,209                     |
| 33                           | 14                                     | 6,6 ms                              | 303/2                              | 1,67                                | 1,5   | -0,095                     |
| 39                           | 20                                     | 5 ms                                | 400/2                              | 2,0                                 | 2,0   | 0                          |
| 45                           | 26                                     | 4,8 ms                              | 476/2                              | 2,28                                | 2,08  | -0,28                      |

$$f = \frac{1}{T}$$



$$2\Delta f = \frac{f_0}{c} \cdot 2|\vec{v}| \cos \alpha$$

$$|\vec{v}| = \frac{2\Delta f c}{2 f_0 \cos \alpha} = \frac{\Delta f c}{f_0 \cos \alpha}$$

- $\Delta f_1 = 20 \text{ Hz}$
- $\Delta f_2 = 100 \text{ Hz}$
- $\Delta f_3 = 150 \text{ Hz}$
- $\Delta f_4 = 200 \text{ Hz}$
- $\Delta f_5 = 208 \text{ Hz}$

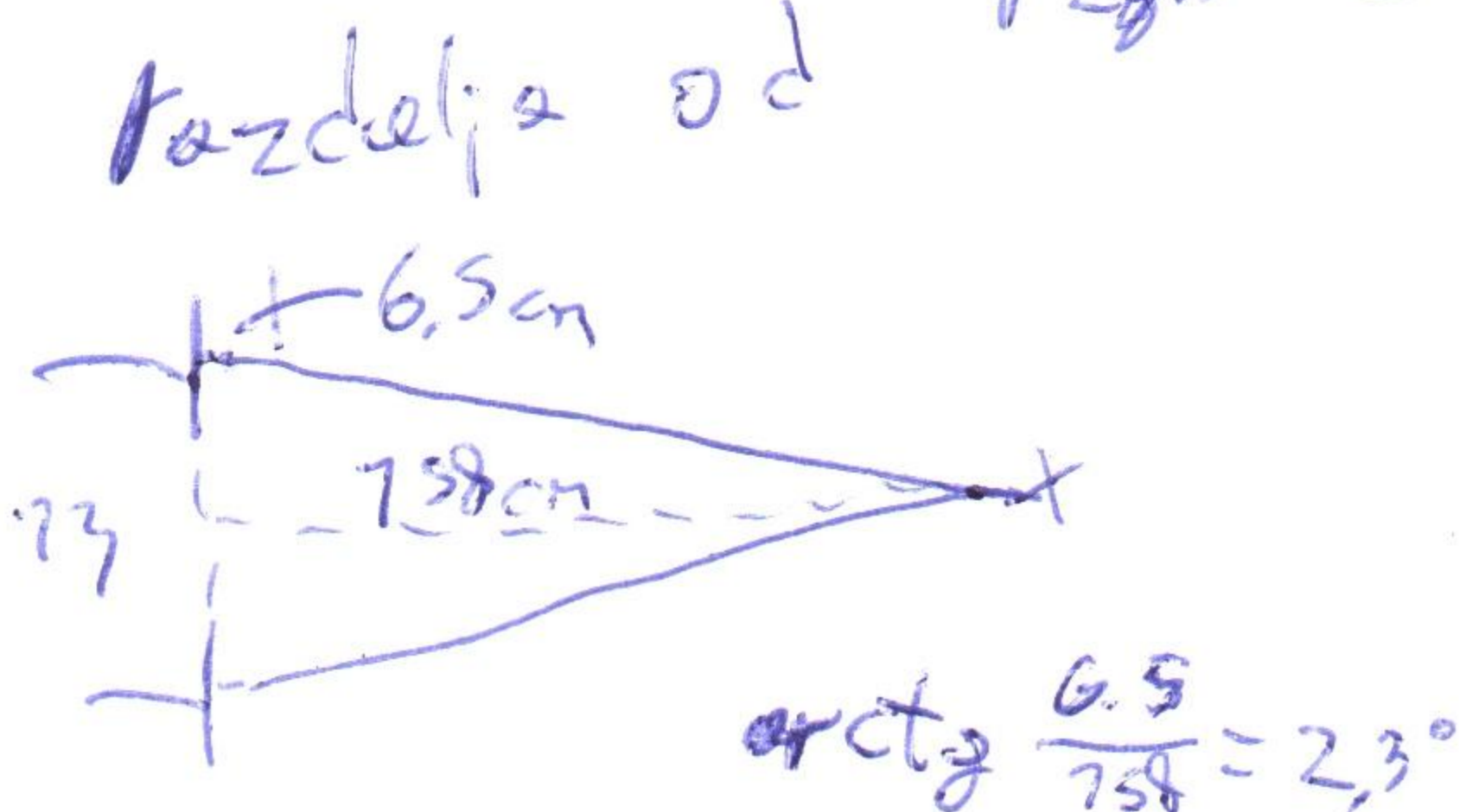
- $v_1 = \sqrt{20 \cdot 2} = 0,632 \text{ m/s}$
- $v_2 = \sqrt{20 \cdot 8} = 1,265 \text{ m/s}$
- $v_3 = \sqrt{20 \cdot 14} = 1,67 \text{ m/s}$
- $v_4 = \sqrt{20 \cdot 20} = 2,0 \text{ m/s}$
- $v_5 = \sqrt{20 \cdot 26} = 2,28 \text{ m/s}$

- $v'_1 = 0,2 \text{ m/s}$
- $v'_2 = 1,0 \text{ m/s}$
- $v'_3 = 1,5 \text{ m/s}$
- $v'_4 = 2 \text{ m/s}$
- $v'_5 = 2,08 \text{ m/s}$

$W_p = mgh$   $W_p = W_k$   
 $W_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$   $mgh = \frac{m \cdot v^2}{2}$   
 $v = \sqrt{2gh}$

$$e = \frac{v' - v}{v}$$

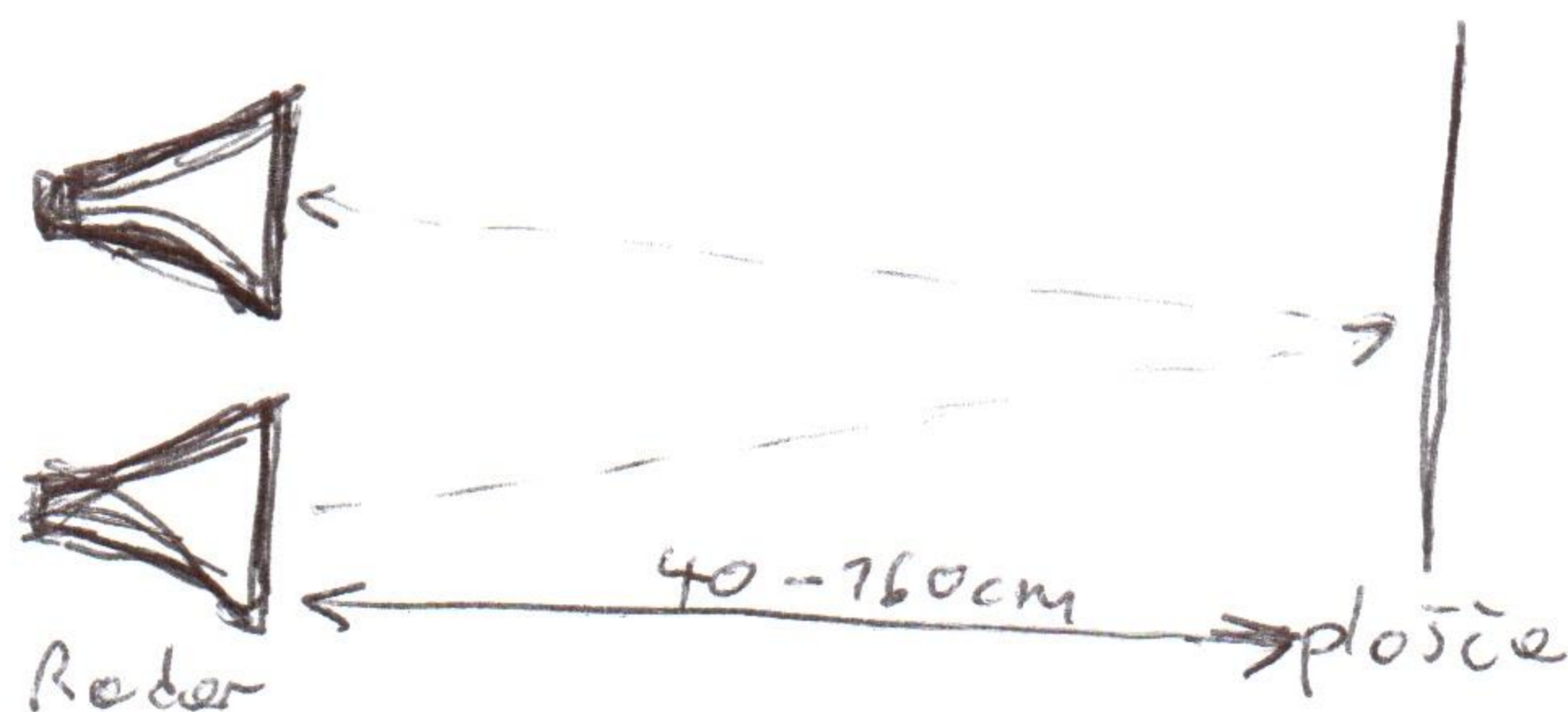
- $e_1 = -0,683$
- $e_2 = -0,209$
- $e_3 = -0,095$
- $e_4 = 0$
- $e_5 = -0,28$



Vaja: Merjenje razdalje s frekvenčno-moduliranim radarjem

Za merjenje razdalje s frekvenčno-moduliranim radarjem smo potrebovali frekvenčno moduliran izvor v frekvenčnem pasu 8-10.8GHz, dve anteni z dobitkom 20dB, aluminjasto ploščo velikosti 7m<sup>2</sup>, -20dB smerni sklopnik in meter za preverjanje razdalje.

Prvo smo določili širino frekvenčnega pasu. To smo naredili tako, da smo na razdaljo 160cm postavili kovinsko ploščo in zviševali frekvenco. Na polarinem prikazu valniku smo pa opazovali število zank. Ko je število zank naraslo na 70 smo prenehali z zviševanjem frekvence. Za naslednje meritve smo kovinsko ploščo bližali proti antenama, za vsako meritev po 10cm bližje, pri tem smo pa frekvenco višali samo do tam, kolikor smo izmerili pri prvem koraku. Opazovali smo pa število zank, ki se je z bližanjem plošče nizalo.



## 26. vaja: Merjenje razdalje s frekvenčno-moduliranim radarjem

širina frekvenčnega pasu =  $70.8$   
 $70.8 \text{ MHz}$

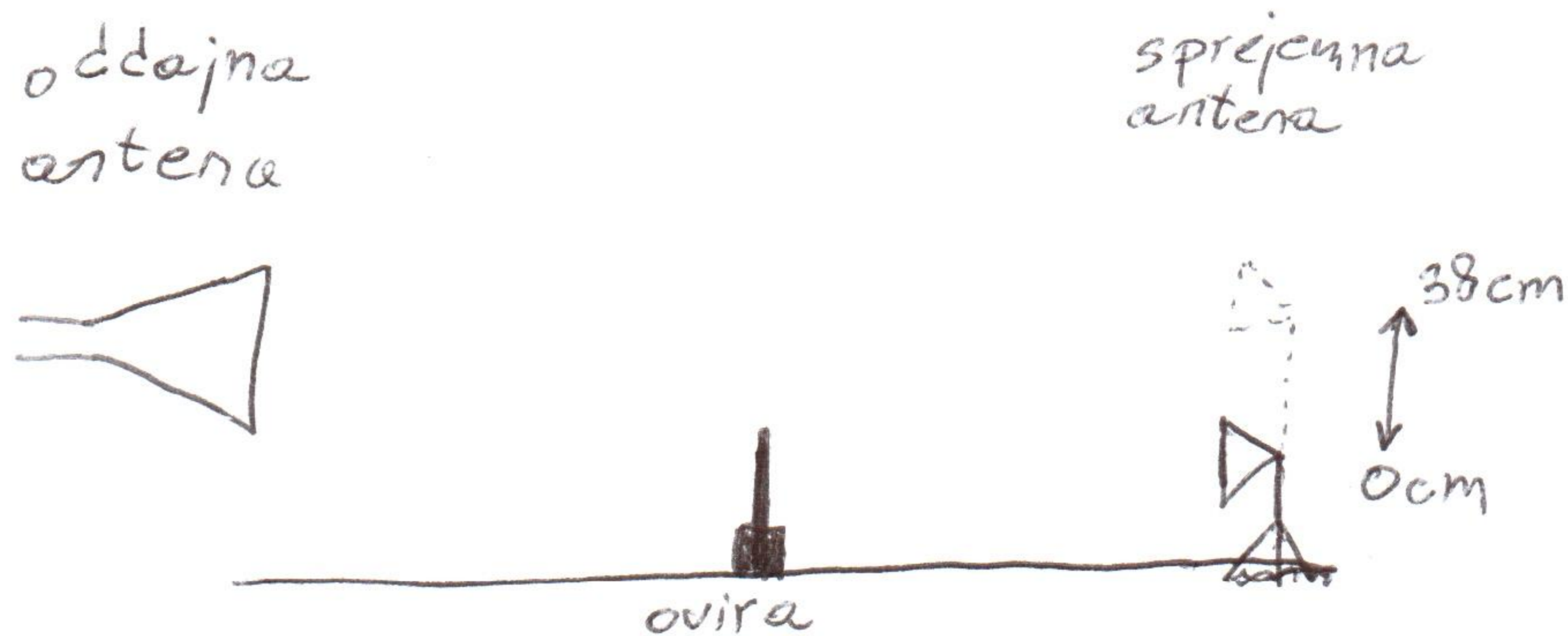
| razdalja<br>d [cm] | število<br>zank | faza<br>$\varphi$ [rad] |
|--------------------|-----------------|-------------------------|
| 160 cm             | 10              | $20 \pi$                |
| 150 cm             | 9.25            | $18.5 \pi$              |
| 140 cm             | 8.75            | $\pi$                   |
| 130 cm             | 8.3             | $16.6 \pi$              |
| 120 cm             | 7.5             | $15 \pi$                |
| 110 cm             | 7.2             | $14.4 \pi$              |
| 100 cm             | 6.7             | $13.4 \pi$              |
| 90 cm              | 6.25            | $12.5 \pi$              |
| 80 cm              | 5.6             | $11.2 \pi$              |
| 70 cm              | 5.2             | $10.4 \pi$              |
| 60 cm              | 4.55            | $9.1 \pi$               |
| 50 cm              | 4               | $8 \pi$                 |
| 40 cm              | 3.5             | $7 \pi$                 |

Vaja: Interferenca valov nad ravno površino

Pri tej vaji smo opazovali interferenco valov nad ravno površino.

Za vajo smo potrebovali oddajnik z izhodno močjo 100mW, oddajno anteno, sprejemno anteno, visokofrekvenčni merilnik moči, ravno kovinsko ploščo, ploščo za oviro.

Na oddajni anteni smo oddajali signal na frekvenci 3GHz. Na razdalji enega metra smo imeli postavljeno sprejemno anteno, katero smo duigovali in tako dobili različne rezultate sprejete moči. Isti postopek smo ponovili še z oviro in dobili različne rezultate, kot pri postopku brez ovire.



24. Vaja: Interferenca valov nad ravno površino

višina oddajne antene = 75 cm

višina ovire = 13.2 cm

valovna dolžina oddajnika =

4

| višina sprejemne antene [cm] | sprejeta moč [ $\mu$ W] |            |
|------------------------------|-------------------------|------------|
|                              | brez ovire              | z oviro    |
| 0                            | 0.72 $\mu$              | 0.02 $\mu$ |
| 2                            | 0.26 $\mu$              | 0.05 $\mu$ |
| 4                            | 0.6 $\mu$               | 0.7 $\mu$  |
| 6                            | 0.92 $\mu$              | 0.72 $\mu$ |
| 8                            | 1.3 $\mu$               | 0.76 $\mu$ |
| 10                           | 1.2 $\mu$               | 0.08 $\mu$ |
| 12                           | 1 $\mu$                 | 0.05 $\mu$ |
| 14                           | 0.8 $\mu$               | 0.06 $\mu$ |
| 16                           | 0.55 $\mu$              | 0.06 $\mu$ |
| 18                           | 0.32 $\mu$              | 0.7 $\mu$  |
| 20                           | 0.74 $\mu$              | 0.76 $\mu$ |
| 22                           | 0.7 $\mu$               | 0.78 $\mu$ |
| 24                           | 0.76 $\mu$              | 0.78 $\mu$ |
| 26                           | 0.3 $\mu$               | 0.2 $\mu$  |
| 28                           | 0.42 $\mu$              | 0.78 $\mu$ |
| 30                           | 0.56 $\mu$              | 0.74 $\mu$ |
| 32                           | 0.68 $\mu$              | 0.74 $\mu$ |
| 34                           | 0.7 $\mu$               | 0.75 $\mu$ |
| 36                           | 0.64 $\mu$              | 0.36 $\mu$ |
| 38                           | 0.55 $\mu$              | 0.74 $\mu$ |

Vaja: VOR - VHF Omnidirectional Range

Za to vajo smo potrebovali Yagi anteno za področje okrog 110 MHz, katero smo namestili na urtljivo drog. Drog smo vrteli in izmerili radial na katerem se nahajamo za oba slovenska VOR oddajnika.

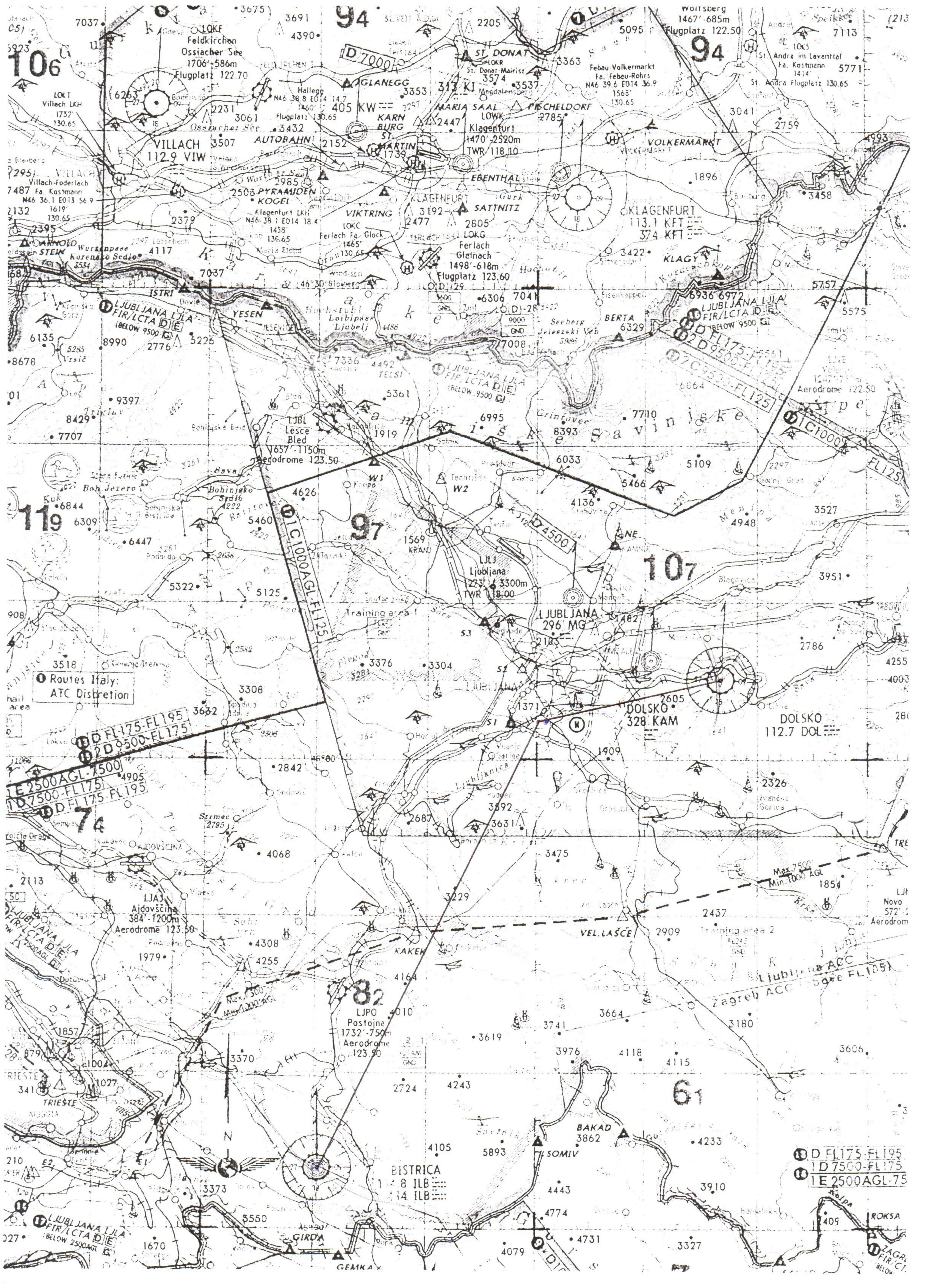
Spremljali smo oddajnika:

- VOR Dolsko - 112.7 MHz
- VOR Bistrica - 114.8 MHz

Ugotovili smo, da se nahajamo na geografskih koordinatah:

širina: 46.05  
dolžina: 14.50

Dolsko je oddaljeno 75 km, Bistrica pa 55 km.



Routes Italy:  
ATC Distretion

D FL175-FL195  
D 7500-FL175  
E 2500AGL-7500  
D FL175-FL195

D FL175-FL195  
D 7500-FL175  
E 2500AGL-75



Vaja: Meritve radionavigacijskih signalov GPS

Za to vajo smo potrebovali parabolično zrcalo, 30dB moč šumni ojačevalnik, selektivni ojačevalnik ali sito.

Na VHF sprejemniku smo nastavili frekvenco na 142,52 MHz. S parabolično anteno in računalnikom smo ujeli satelit. Da smo ga ujeli smo vedeli, ker je VHF sprejemnik piskal.

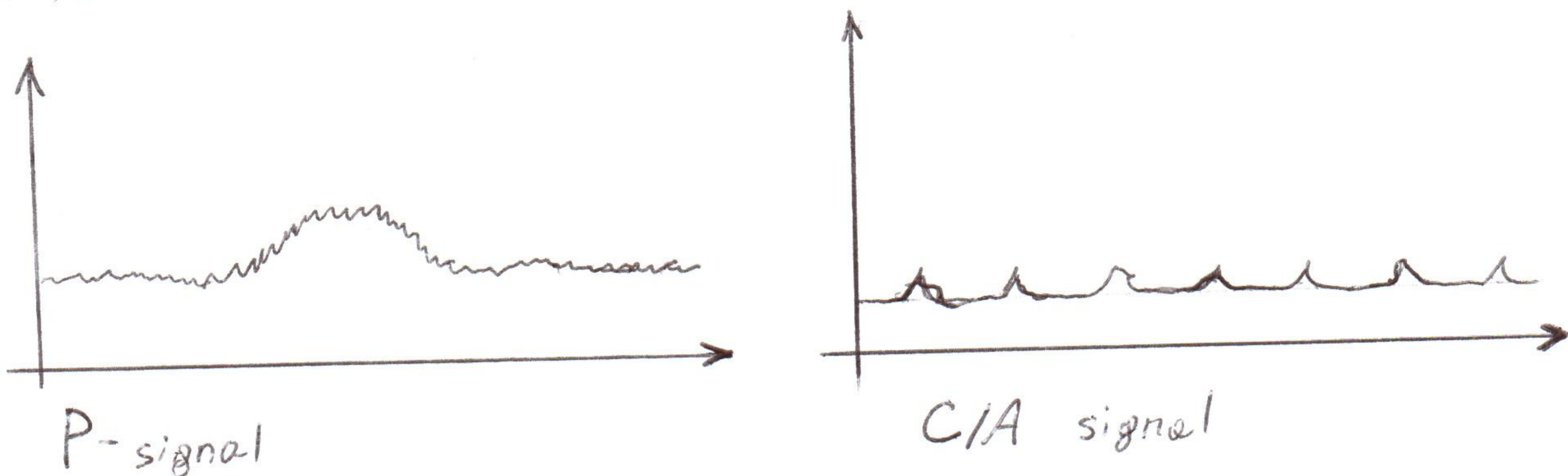
Na spektralnem analizatorju smo nastavili naslednje:

Primer P radionavigacijskega signala:

- Centralna frekvenca: 1575,42 MHz
- SPAN: 10 MHz
- RWB: 30 kHz
- Vid. WB: 100 Hz

Primer C/A radionavigacijskega signala:

- Centralna frekvenca: 1572,42 MHz
- SPAN: 10 kHz
- RWB: 100 Hz
- Vid. WB: 10 Hz



Frekvenčni razmik med signali C/A je 1 kHz

$$EIRP = \frac{857 \cdot 10^{-3} \text{ W} (4\pi \cdot 20302,17 \cdot 10^3 \text{ m})^2}{4\pi \cdot 1,73 \cdot 0,7}$$

$$EIRP = 5,57 \cdot 10^{15} \text{ W}$$

$$P_s = -73,5 \text{ dB}$$

$$P_s = 72,8 - 73,5$$

$$P_s = -0,7 \text{ dB} = 857 \text{ mW}$$