

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta *za strojništvo*



UNIVERZA V LJUBLJANI  
Fakulteta za strojništvo  
Aškerčeva 6, 1000 Ljubljana

# Poročilo šeste laboratorijske vaje

Jernej KUŠAR  
23242012

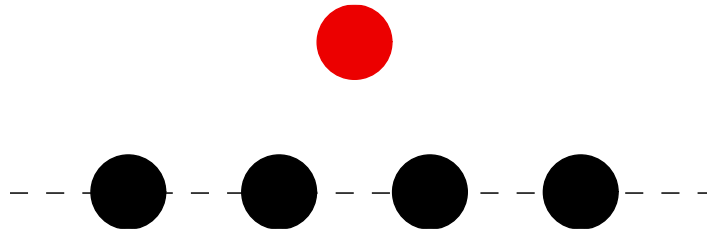
Tehnična akustika

## 1. UVOD

Antena na principu TDE metode uporablja fazni zamik podobnih signalov večih mikrofонов, ki so med seboj prostorsko zamaknjeni za znano vrednost (v našem primeru za 5 cm). Po metodi signale mikrofонов seštejemo s čimer dobimo enega od naslednjih efektov: signali se lahko medsebojno seštejejo, kar se zgodi kadar antena gleda pravokotno na vir ali pa se medsebojno odštejejo, kar se zgodi, če je vir zamaknjen (posledica faznega zamika). Z obdelavo signalov lahko umetno ustvarimo fazni zamik, s čimer ustvarimo konstruktivno interferenco, ki je najvišja v smeri vira. Metoda deluje le v daljnem polju, kjer je fronta zvoka približno ravna. Kotna ločljivost metode je močno odvisna od števila ter razdalje med mikrofoni, prav tako pa je odvisna od frekvence vzorčenja. Poleg tega je metoda odvisna od frekvenčne sestave zvoka, zelo nizke in zelo visoke frekvence lahko rezultirajo v napačnih meritvah.

## 2. 1. NALOGA – VPRAŠANJA

1. Izračune smo izvajali le za območje od 0 do 180 °, saj se rezultati zrcalijo čez abscisno os. Izvedba antene ne omogoča določitev iz katere smeri prihaja zvok (spredaj, zadaj), za to bi potrebovali še en mikrofoni.
2. Da bi lahko določili, ali zvok prihaja od spredaj ali od zadaj, bi potrebovali še en mikrofoni zamaknjen v eno izmed smeri. Če bi želeli določiti še ali zvok prihaja od zgoraj ali od spodaj, bi potrebovali vsja 6 mikrofoni (v primeru, da želimo ohraniti trenutno postavitev 4-ih mikrofoni v eni ravnini).



*Slika 1: Postavitev mikrofoni. Črne pike predstavljajo uporabljeno postavitev, s katero ni možno ugotoviti smeri, z dodatkom rdečega mikrofoni pa je to omogočeno.*

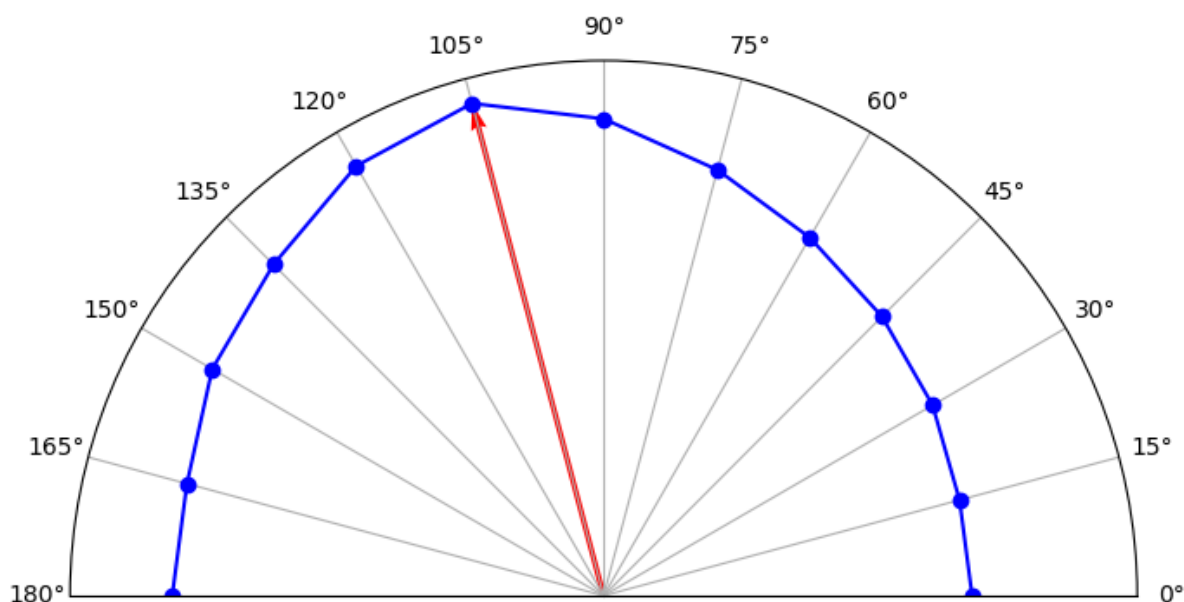
3. Z še enim mikrofonom zamaknjenim v z smeri.
4. Prostorska oz. kotna ločljivost je v veliki meri odvisna od frekvence vzorčenja mikrofoni ter razdalji med mikrofoni.
5. Frekvenčno območje uporabe antene je odvisno od zamika med mikrofoni. Maksimalna valovna dolžina je definirana kot:  $\lambda_{max} \leq 2 \cdot L$ , kjer je  $\lambda_{max}$  največja valovna dolžina in je  $L$  razdalja med mikrofoni. V praksi se izogibamo območju okoli najvišje valovne dolžine.

## 3. NALOGA 2 – LOKALIZACIJA VIRA

Z metodo TDE, smo z zgornjo konfiguracijo mikrofoni določili smer vira belega šuma. Preračun smo izvedli v programskem okolju python, program je objavljen na repozitoriju na spletnem naslovu:

[https://github.com/Jkusal/THAM\\_porocilo\\_6](https://github.com/Jkusal/THAM_porocilo_6).

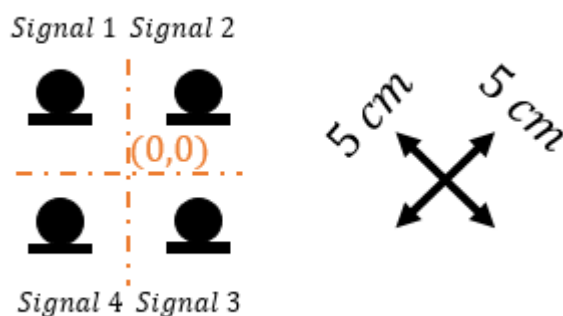
Rezultat obdelave signala je prikazan na sliki 2. Kot lahko vidimo, je najvišja vrednost signala prisotna na zamiku 105°, kar pomeni, da je to kot izvora zvoka.



Slika 2: Polarni diagram smeri izvora signala. Prikazali smo samo 180 signala, saj se signal prezrcali čez x os. Modra črta predstavlja linearno interpolacijo povprečne vrednosti zvočnega tlaka v vseh smereh, rdeča puščica prikazuje izračunano smer izvora zvoka.

#### 4. DODATNA NALOGA

Dodatna naloga je od nas zahtevala izračun smeri zvoka pri kvadratni postavitvi mikrofонов (slika 3).



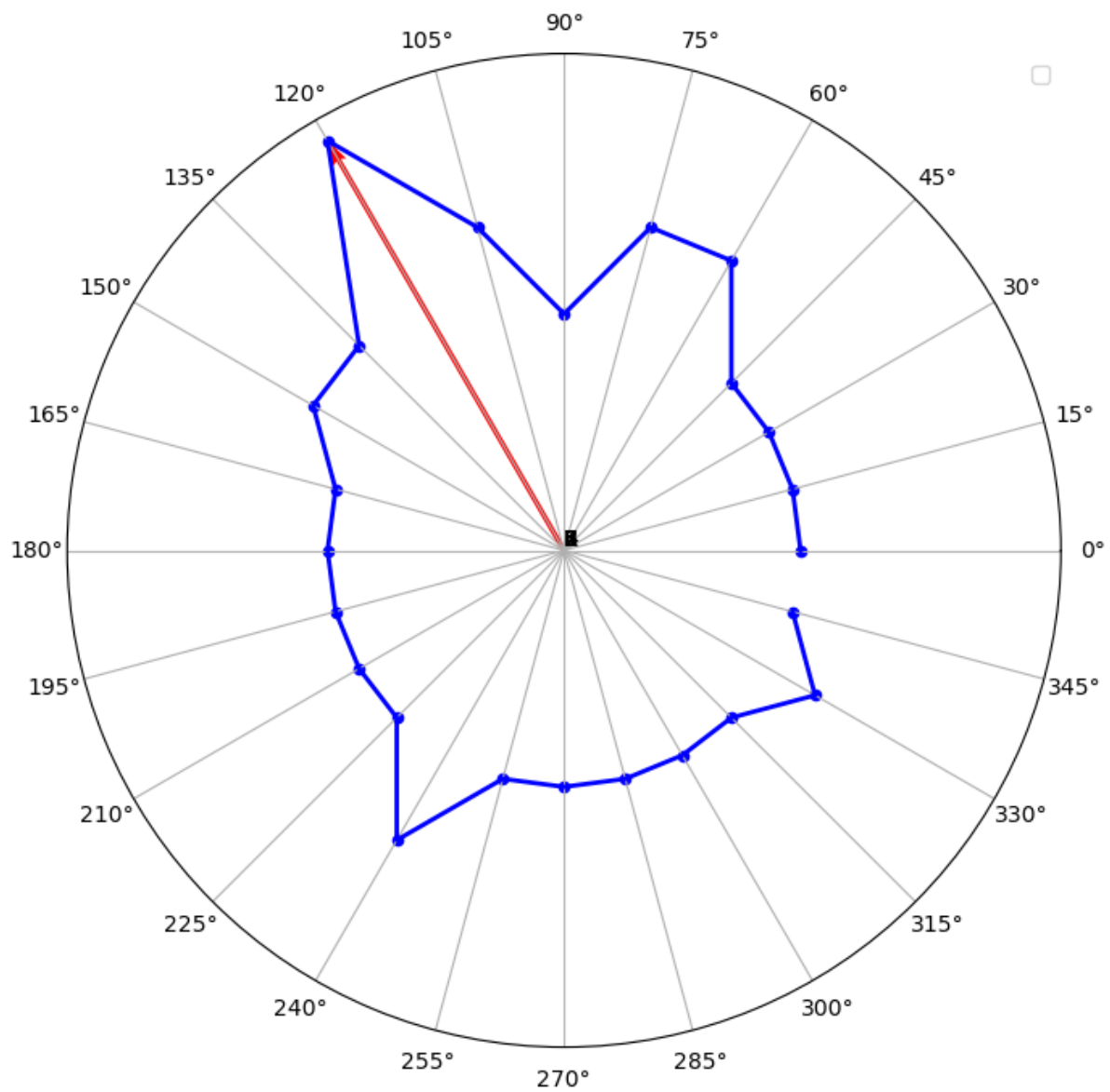
Slika 3: postavitev mikrofонов v primeru dodatne naloge.

V tem primeru, smo zamik signalov računali nekoliko drugače in sicer po enačbi:

$$\tau_{del} = \frac{r_{mic} \cdot \hat{d}}{c},$$

kjer je  $\tau_{del}$  časovni zamik v sekundah,  $r_{mic}$  je oddaljenost mikrofona od koordinatnega izhodišča,  $\hat{d}$  je smerni vektor v izhodišče in je  $c$  zvočna hitrost.  $\tau_{del}$  smo nato diskretizirali tako, da smo ga pomnožili z frekvenco vzorčenja ter zaokrožili. Ostali koraki izračuna so ostali enaki.

Rezultat izračuna je prikazan na sliki 4. Najvišjo vrednost smo tokrat dobili pri 120 °.



Slika 4: Polarni graf z rezultati beamforming analize signalov dodatne naloge. Rdeča puščica kaže v smer največjega seštevka signalov, kar nakazuje na smer zvočnega vira 120 °.