

# Antenski nizovi zasnovani na Cantorovim krivuljama

---

Dujak, Andrija

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:676977>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-10**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Stručni studiji**



**Antenski nizovi zasnovani na Cantorovim krivuljama**

**Završni rad**

**Andrija Dujak**

Student: Andrija Dujak

Mentor: Slavko Rupčić

Akadska godina: 2020./2021.

**Osijek, 2021. Godina**

# SADRŽAJ

<b>I.UVOD</b>	<b>2</b>
<b>II. POTREBNA ZNANJA</b>	<b>3</b>
2.1.Cantorov skup	3
2.2.Povezane liste i rekurzivne	4
<b>III.RAD PROGRAMA</b>	<b>5</b>
3.1. Priprema	5
3.2. Početak programa-alfa kut	8
3.3. Beta kut	9
3.4. Povezana lista	9
<b>IV.IZVEDBA PROGRAMA</b>	<b>10</b>
4.1. Deklaracije	10
4.2. Glavni program	11
4.3. Funkcija CantorSet	12
4.4. Rezultati programa	13
<b>V. ZAKLJUČAK</b>	<b>15</b>
<b>VI. LITERATURA</b>	
	<b>17VII.SAŽETAK</b>
	<b>18IX. PROGRAM</b>
	20

## I.UVOD

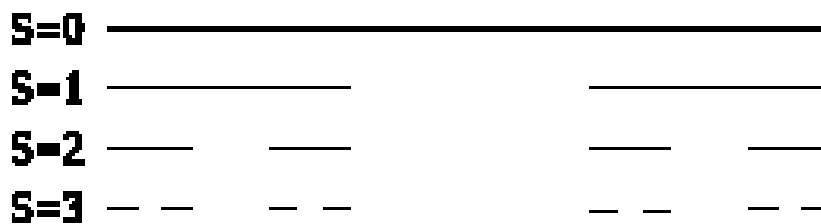
Ovaj završni rad objašnjava kako se izračunava cantorov skup, kako rade povezane liste ,kako je kreiran program, kako radi program i kako je iskorišten cantorov skup u programu. Program vraća dva podatka niz kuta alpha i matricu kuta beta. Kut alfa označava kuteve u kugli koje su izračunate pomoću cantorovog skupa. A kut beta označava kut koji predstavlja polovicu valne dužine radio signala.

## II. CANTOROV SKUP I POVEZANE LISTE

### 2.1 Cantorov skup

Skup točaka koji se dobije podjelom jednog intervala u tri jednaka podintervala, od tih tri podintervala izbacuje se središnji iz skupa a druga dva intervala čine skup. Iz tog skupa uzimaju se prijašnji podintervali i ponovi se proces s njima, tako se može podijeliti do beskonačnosti ali mi zadajemo u koliko koraka će se ponavljati proces dajući nam omeđene granice. Njemački fizičar George Cantor je predstavio teoriju 1883. godine. Slika 2.1. prikazuje primjer cantorovog skupa do trećeg koraka podjele, vidljivo je da broj podintervala u skupu je jednak  $2^s$ , veličina raspona svakog podintervala je jednaka:

$$\square \times \left(\frac{1}{3}\right)^s \square$$

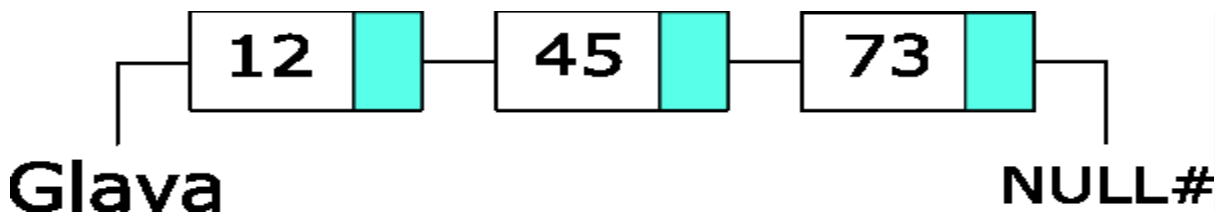


Slika. 2.1. primjer cantorovog skupa

Cantorov skup je omeđen, ne proteže se u beskonačnosti nego ima svoje granice. Iako je skup zatvoren u sebi sadrži beskonačno mnogo točaka što ga čini gustim. Ukupna mjera cantorovog skupa je jednaka nuli zbog toga što je skup beskonačni geometrijski red. Svakim stupnjem veličina raspona podintervala se smanjuje, mjera se svakim stupnjem približava nuli. Za bilo koju točku u cantorovom skupu i bilo koje proizvoljno malo susjede točke postoji neki drugi broj  $s$  ternarni brojem od samo nula i dvojki, kao i brojevi čiji ternarni brojevi sadrže jedinice. Stoga je svaka točka u cantorovom skupu točka akumulacije cantorovog skupa, ali nijedna nije unutarinja točka. Zatvoreni skup u kojem je svaka točka akumulacijska točka u topologiji se naziva i savršenim skupom, dok zatvoreni podskup intervala bez unutarnjih točaka je nigdje gust u intervalu.

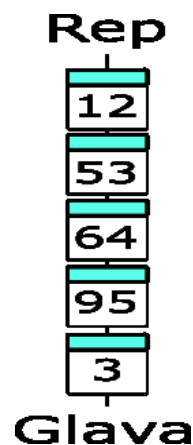
## 2.2. Povezane liste

Povezana lista je dinamička struktura podataka gdje elementi liste dinamički zauzimaju memorije. Kada dio liste nije više potreban zauzeti dio memorije se oslobodi bez promjene ostatka liste. Svi elementi liste sadrže dva podatka, svoju vrijednost i pokazivač na sljedeći element liste. Tako se dinamički sprema lista. Za korištenje povezane liste potreban je pokazivač koji pokazuje na prvi element liste, taj pokazivač se zove glava. Za pristup jednom elementu potrebno je proći kroz sve ostale elemente u nizu dok se ne pristupi zatraženog elementa. Da bi se dodao novi element u listi treba proći kroz cijelu listu i kod zadnjeg elementa usmjeriti pokazivač na novi element.



Slika. 2.2. primjer povezane liste

Stog je struktura podataka s LIFO (last in first out) principom, gdje najstariji element strukture se prvi koristi. Pomoću povezane liste se izvršava stog tako što dodajemo uz glavu pokazivač koji pokazuje na zadnji element koji se zove rep i koristimo funkcije push, pop, is empty i clear. Funkcija push dodaje novi element s zadanom vrijednost na kraju liste pomoću pokazivača rep, pop nam daje prvu vrijednost liste pomoću pokazivača glave i izbriše taj element i pokazivač glava pokazuje na sljedeći element liste.



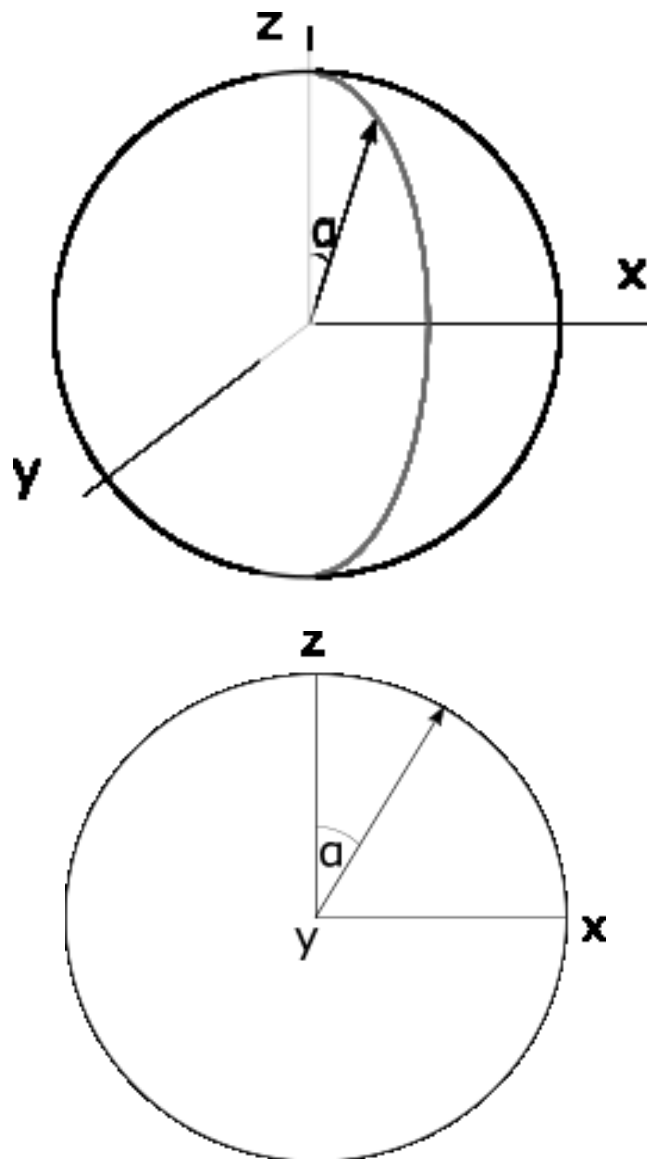
Slika. 2.3. primjer stoga

Rekurzivna funkcija je funkcija koja poziva samu sebe unutar svojih naredbi. Za prestanak rada funkcije mora postojati ne rekurzivni put izlaska iz te funkcije, to su trivijalni slučajevi za ulazne parametre funkcije. Ove tri osnovne pojmove programiranja je potrebno znati za pregled računalnog programa jer ih koristi za rad.

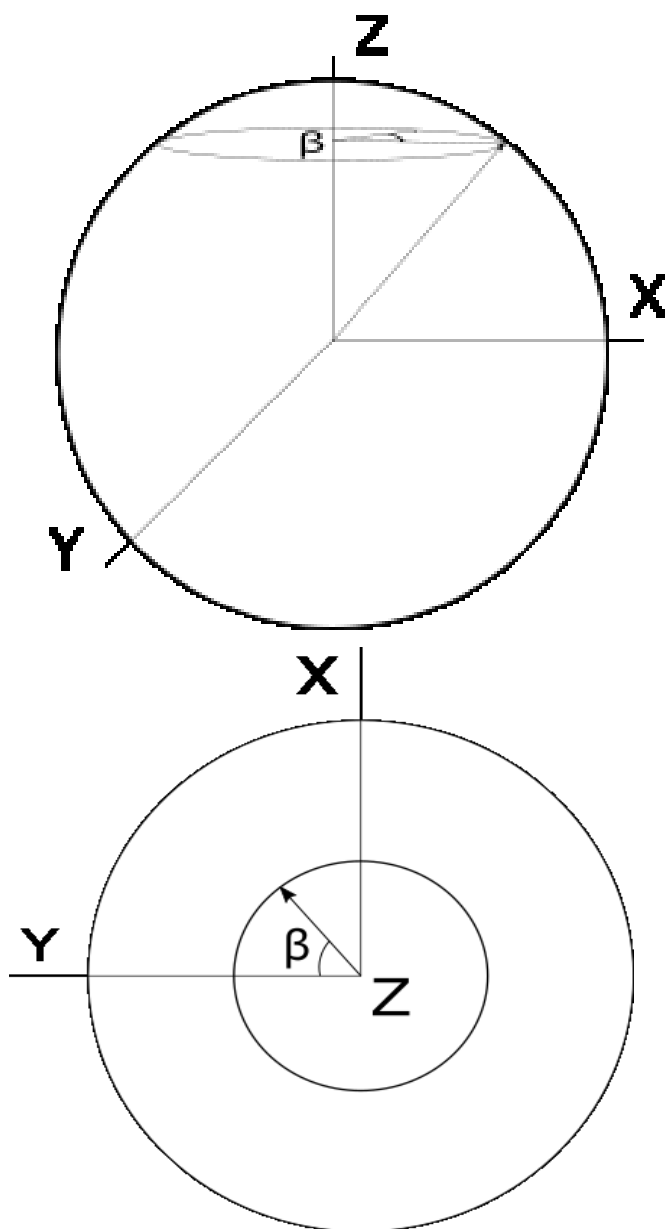
### III. IZRADA SIMULACIJE ZA IZRAČUN POZICIJA ANTENA NA SFERI PREMA CANTOROVOM SKUPU

#### 3.1. Priprema

Za početak programa uzimaju se konstante kao što su radijus kružnice sfere, broj cantorovog stupnja i pi, Na sferi postoje dva kuta koja su važna za program, kut alpha koji označuje udaljenost pojedinih cantorovih podskupova i obuhvaća  $90^\circ$  z osi sfere. I kuta beta koji označuje udaljenost pojedinih antena unutar cantorovih podskupova i obuhvaća  $360^\circ$  y osi sfere.



Slika. 3.1. Prikaz kuta alpha u sferi i pogled sa strane sfere



**Slika. 3.2.** Prikaz kuta beta u sferi i pogled sa visine sfere

Ti kutovi su izlazi iz programa i koriste se za simulaciju. kuta alfa je niz dok je kut beta matrica. Zbog toga što kut beta treba pozicije kuta alfa za pozicioniranje. sve antene su jednako udaljene od drugih antena s najmanjom vrijednosti:

$$\theta = \frac{\square}{\square} \times \frac{1}{2}$$

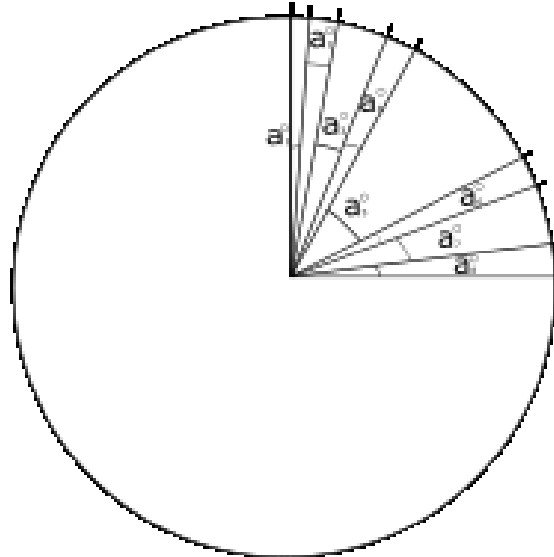
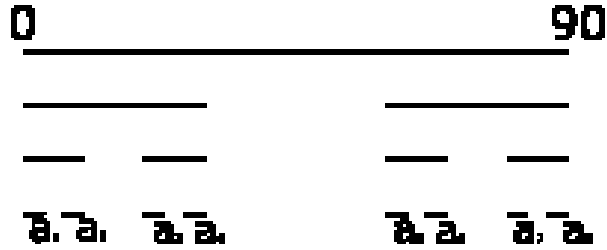
**Formula 3.1.** Izračun duljine sigma

gdje je  $\theta$  duljina u metrima koje označava udaljenost antena u opsegu kružnice, C je brzina svjetlosti 299 792 458 m/s i f je postavljena frekvencija 1.75 GHz. Vidljivo je na slici 2.6. da su sve antene udaljene kutom beta koji je određen ovisno o udaljenosti pojedinih antena pomoću duljine  $\theta$ . Jer ako je duljina kružnice ne daje prirodni broj kada se dijeli s duljinom  $\theta$ , onda se duljina povećava dok dijeljenjem ne proizvede prirodni broj:



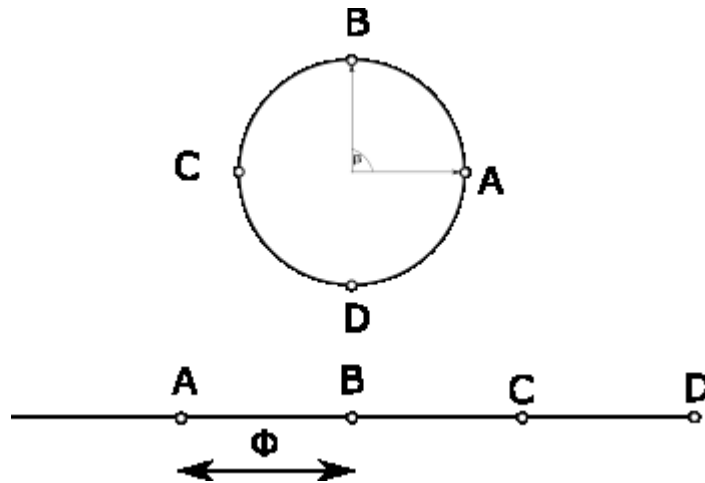
$$\frac{2\pi\pi}{\pi} \neq \pi \rightarrow \pi = \frac{2\pi\pi}{\pi\pi\pi\left(\frac{2\pi\pi}{\pi}\right)}$$

**Formula 3.2.** Promjena duljina sigma za optimalan rad



**Slika 3.3.** Prikaz smještaja alpha kuta na sferi pomoću cantorovog niza

Za spoznaju svih alpha kutova kreira se cantorov skup dužine 90 mjernih jedinica s 3 stupnjeva. Na trećem stupnju cantorovog skupa koristi se gornja granica svakog intervala za alpha kutove. Znači prvi interval od cantorovog skupa je  $[0,3.3333]$ , 3.3333 se uzme iz intervala i sprema u niz alpha kuta kao  $a_1$ , onda se koristi drugi interval  $[6.6666,10]$ , 10 se uzme iz intervala i sprema u niz alpha kuta kao  $a_2$  itd. Sve dok se ne koriste svi intervali.



Slika 3.4. prikaz razmještaj antena pomoću opsega kružnice

Za cantorov stupanj uzeo sam da će ih biti 3 jer najbolje prikazuje antene na sferi s malim inicijalnim radijusom, a dužina raspona je od 0 do 90 da predstavlja alfa kut.

### 3.2. Programiranje – za određivanje kuta alfa

Nakon alokacije svih varijabnih program započinje s rekurzivnom funkcijom CantorSet koji koristi nula, devedeset i nula kao ulazne parametre. nula je donja granica, devedeset je gornja granica i druga nula je trenutni korak za cantor skup. funkcija pregleda ako je trenutni cantor skup jednak stupnju kojeg smo zadali na početku programa, ako jest funkcija će pregledati ako je lista napravljena, ako nije napraviti će se nova lista s vrijednosti gornje granice, u suprotnom dodaje se novi element na listi s vrijednostima gornje granice. Ako trenutni korak nije jednak stupnju onda se zapisuju dvije nove varijable nova gornja granica i nova donja granica koji se računaju po ovoj formuli:

$$\begin{aligned} \square\square\square &= \square\square + (\square\square - \square\square) * (2/3) \\ \square\square\square &= \square\square + (\square\square - \square\square) * (1/3) \end{aligned}$$

**Formula 3.3.** Izračun nove donje granice i nove gornje granice

Nakon toga se dva puta poziva CantorSet funkcija. Prvi s parametrima donje granice, nove gornje granice i trenutni korak plus jedan, drugi s parametrima nove donje granice, gornje granice i trenutnog koraka plus jedan. I time su se jednostavno izračunali svi alfa kutovi kruga, samo se koristi for petlja da se spremne u niz vrijednosti tako da se izvade iz po redu jer je funkcija tako napravljena da ide od najmanjeg kuta do najvećeg.

### 3.3. Programiranje – priprema za određivanje kuta beta

Za beta kut potrebno je poznavati alfa kut zbog toga što je potrebno izračunati radijus kružnice kod kuta alfa s sinusom poučkom:

$$r_{[\alpha]} = |\sin^{-1}(\sin \alpha)| \times r$$

**Formula 3.4.** *Izračun radijusa za kut beta*

nakon izračuna radijusa možemo dobiti opseg kružnice nad kutom alfa i podijeliti tu vrijednost s dužinom  $\theta$  da dobijemo broj antena kojih se mogu staviti na toj kružnici. Ako broj nije prirodan onda se povećava dužina  $\theta$  kao na formuli 3.2. za optimalan rad. Nakon toga pomoću for petlje zapisuju se svi kutovi beta s formulom:

$$\beta_{[\alpha][\theta]} = \frac{r \times \theta \times 360}{2 \times r \times \sin \alpha}$$

**Formula 3.4.** *Izračun kuta beta*

S time program završava radom i predaje niz alfa i matricu beta.

### 3.4. Povezana lista

Za povezanu listu modificirao sam javno dostupni modul povezane liste flibs<sup>[1]</sup>. Flibs model povezane liste ima dvije glavne razlike od povezane liste koje ja koristim za program. Prvo treba dodati pokazivač koji pokazuje na rep liste, s njim možemo dodati elemente liste bez da prolazimo kroz cijelu listu. Druga razlika je uzimanje podataka iz liste, u programu uzima se prvi element iz liste po LIFO principu i odmah se briše, dok flibs kod flibs modela može se uzeti bilo koji element iz liste i pregledati njegove podatke.

## IV. IZVEDBA PROGRAMA

### 4.1. Deklaracije

Za početak je potrebno deklarirati sve argumente i module koje se koriste u programu jer fortran zahtijeva deklaraciju svih podataka, funkcija i modula prije početka rada.

```
module MYDATA_MODULE

  type MYDATA
    character(len=20) :: string
  end type MYDATA

end module

module MYDATA_LISTS
  use MYDATA_MODULE, LIST_DATA => MYDATA

  include "linkedlist.f90"
end module MYDATA_LISTS
```

**Slika 4.1.** Deklaracija modula "linkedlist"

U slici 4.1 je prikazana deklaracija modula "linkedlist" koja je temelj rada povezane liste u programu. Taj modul je od FLIBS dokumentacije rada s fortranom.

```
program CantorCircularProces
  use MYDATA_MODULE
  implicit none
  real :: theta,num_of_cantors,circle_leanght,sinus_alpha,sinus_beta, selected_radius, replacment_angle
  integer :: cantor_step,n,m,radius
  type(LINKED_LIST), pointer :: list
  type(LINKED_LIST), pointer :: head
  real, dimension(:,:), allocatable :: alpha
  real, dimension(:,:), allocatable :: beta
  real, parameter:: pi=3.1415926
  common /coeff/ cantor_step
```

**Slika 4.2.** Deklaracija svih podataka u glavnom programu

Na slici 4.2. vidljive su sve deklaracije svih podataka u programu kao što su realni brojevi theta, broj cantora, dužina kružnice; integeri kao što su cantorov korak, radius i pomoćni integeri n i m za for petlje; pokazivači na povezane liste lista i glava, realne niz alpha i realna matrica beta; parametar pi i deklaracija da je podatak cantorov korak globalan.

```
RECURSIVE SUBRRoutine CantorSet(dg, gg, i,list)
  integer, intent(in)::i
  type(LINKED_LIST), pointer :: list
  type(LINKED_LIST), pointer :: next
  real, intent(in) :: dg,gg
  real :: ndg, ngg, cantor_step
  common /coeff/ cantor_step
```

**Slika 4.3.** Deklaracija svih podataka u funkciji

I na kraju su deklaracije kod funkcije kao što su ulazni podaci donja granica, gornja granica, lista i pomoćni podatak "i".

## 4.2. Glavni program

U glavnom programu se prvo upisuje broj cantorovog koraka, radijusa kruga, theta i broj intervala u cantorovom skupu kao što je vidljivo u slici 4.4.

```
cantor_step = 3
radius = 30

theta = (299792458/(1.75*(10**9)))/2

theta = theta * 100

num_of_cantors = 2*radius*pi
num_of_cantors = num_of_cantors- MODULO(num_of_cantors,theta)
num_of_cantors = (num_of_cantors/theta)+1
```

**Slika 4.4.** Zadavanje vrijednosti podacima.

Nakon toga se poziva funkcija za kreiranje povezane liste i zadavanja vrijednosti iz cantorovog skupa unutar nje. Objašnjenje rada funkcije se nalazi u sljedećem potpoglavlju. S time gotovo program ide dalje, alocira veličinu niza alpha i matrice beta da se mogu koristiti. Kod niza alpha svi podaci se postavljaju sa podataka direktno iz povezane liste.

```
call CantorSet(0,90,1,list)

allocate(alpha(1:2**cantor_step))

allocate(beta(2**cantor_step:num_of_cantors))

do n=1,2**cantor_step
  alpha(1:n) = CALL list_get_data(list)
  head = list
  call list_delete_element(list,head)
end do
```

**Slika 4.5** poziv na "CantorSet" funkciju ,alociranje kuta alpha i beta, i postavljanje kuta alpha

S time ostane nam još samo jedna stvar u glavnom programu i to je postavljanje matrice beta koja se dobije tako da izračunamo radius kružnice na poziciji kuta alpha. Nakon toga se izračuna koliko točaka se nalaze u toj kružnici na kojim bi mogli postavljati antene. Zadaje se kut koji će zamijeniti kut  $\theta$  tako da su sve točke jednako udaljene i jedne po jedno se sve točke postavljaju u matrici beta.

```

do n=1,2**cantor_step
  sinus_alpha=sin(alpha(n))
  if (sinus_alpha < 0) then
    sinus_alpha = -sinus_alpha
  end if

  selected_radius = radius * sinus_alpha
  circle_leanght = 2 * selected_radius * pi
  num_of_cantors = circle_leanght/theta
  replacment_angle= circle_leanght/int(num_of_cantors)
  do m=1,int(num_of_cantors)
    beta(n)(m) = ((m*replacment_angle*360)/(2*pi*selected_radius))
  end do
end do

```

**Slika 4.6.** *Postavljanje matrice beta*

### 4.3. Subrutina CantorSet

```

RECURSIVE SUBRRROUTINE CantorSet(dg, gg, i,list)
  integer, intent(in)::i
  type(LINKED_LIST), pointer :: list
  type(LINKED_LIST), pointer :: next
  real, intent(in) :: dg,gg
  real                :: ndg, ngg, cantor_step
  common /coeff/ cantor_step

  if(i==cantor_step) then
    if(list_count(list)==null) then
      call list_create(list,gg)
    else
      next = list%next
      DO WHILE ( next != null )
        next = list%next
      END DO
      call list_insert(next,gg)
    end if
  else
    ndg=dg+(gg-dg)*(2/3)
    ngg=dg+(gg-dg)*(1/3)

    CALL CantorSet(dg,ngg,i+1,list)
    CALL CantorSet(ndg,gg,i+1,list)
  end if

end subroutine

```

**Slika 4.7.** *Funkcija "CantorSet"*

Funkcija "CantorSet" je rekurzivna funkcija koja se ponavlja sve dok ne dodaje sve podatke u povezanoj listi. Zbog toga što je cantorov stup jednak 3 broj podataka je jednak  $2^3$ . Znači sve dok 8 podataka se ne postavi funkcija će dalje raditi. Funkcija prvo pregledava ako je pomoćni podatak "i" jednak cantorovom skupu. Ako jest to znači da je cantorov niz dovoljno puta podijeljen i da podatak gornje granice se treba spremi u povezanoj listi. zbog redoslijeda pozivanja rekurzivne funkcije podatci će se spremi od najmanjeg podatka do najvećeg. Ako i nije jednak cantorovom skupu onda se zadaje nova doljnja granica i nova gornja granica za

novе intervale. Ponovno se poziva funkcija “CantorSet” s parametrima stare doljnje granice i nove gornje granice, i poziva se funkcija s parametrima nove doljnje granice i stare gornje granice tako da se kreira dva intervala od jednog. I tako dalje nastavi sve dok i nije jednak cantorovom skupu.

#### 4.4. Rezultati programa

```

aplha:
1.1111111111111111
3.3333333333333333
7.7777777777777777
10
21.1111111111111111
23.333333333333332
27.77777777777775
aplha:
30
3.3333333333333333
10
23.333333333333332
aplha:
30
10 63.33333333333336
30 70
70 83.33333333333333
90 90
aplha:
30
61.11111111111114
63.33333333333336
67.7777777777779
81.11111111111111
83.33333333333333
87.7777777777779
90

```

Slika 4.8. Rezultat alpha kuta za cantorov stupanj: 2,3 i 4.

Na slikama 4.8 i 4.9 vidljivi su rezultati kuteva alpha i beta koje se spremaju kao nizovi podataka. Zbog velike količine podataka nije moguće ispisati sve rezultate od jednom na stranici. pa sam uzeo prvih 3 do 4 niza u matrici. Na slici 4.10. vidljiv je kako bi izgledala kugla s antenama koji su smješteni prema alpha i beta kutovima koje smo dobili s programa kada je cantor stupanj jednak trojci.

Slika 4.9. Rezultat beta kuta za cantorov stupanj 2,3 i 4

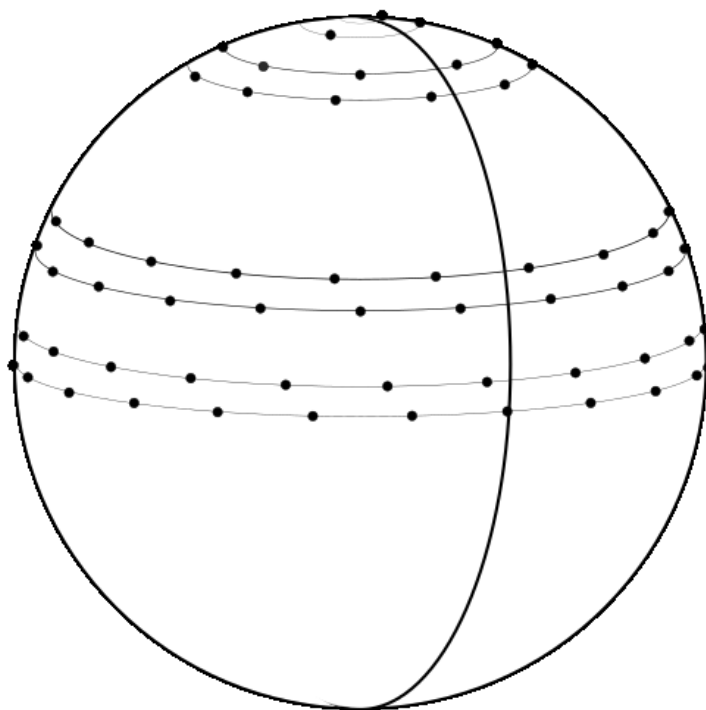
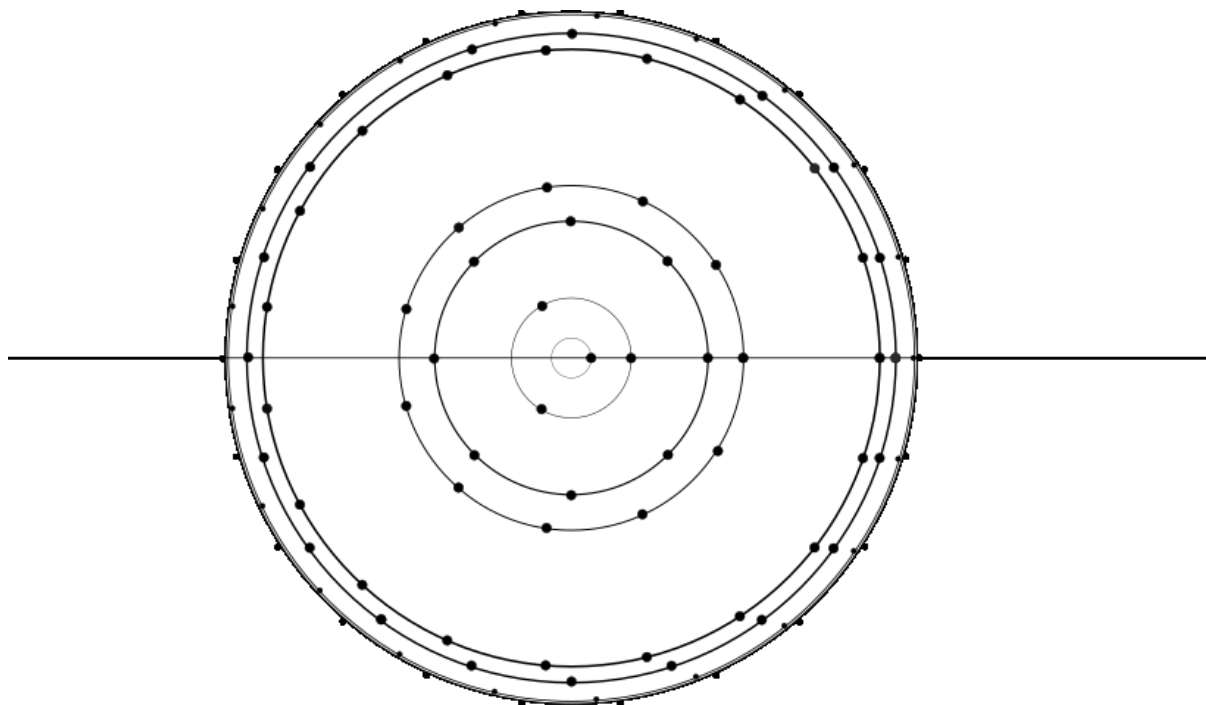
```

beta:
[ 0, 120, 240 ]
[
0,
32.72727272727273,
65.45454545454545,
98.18181818181818,
130.9090909090909,
163.6363636363636,
196.3636363636363,
229.0909090909091,
261.8181818181818,
294.5454545454545,
327.2727272727273
]
[
0, 18,
36, 53.99999999999999,
72, 90,
107.9999999999999, 126,
144, 162,
180, 198.0000000000000,
215.9999999999999, 234,
252, 270,
288, 306,
324, 342
]
[
0, 16.36363636363636,
32.72727272727273, 49.09090909090909,
65.45454545454545, 81.8181818181818,
98.1818181818181, 114.5454545454545,
130.9090909090909, 147.2727272727273,
163.6363636363636, 180,
196.3636363636363, 212.7272727272727,
229.0909090909091, 245.4545454545454,
261.8181818181818, 278.1818181818182,
294.5454545454545, 310.9090909090909,
327.2727272727273, 343.6363636363637
]
]
beta:
[ 0 ]
[ 0, 120, 240 ]
[ 0, 45, 90, 135, 180, 225.0000000000000, 270, 315.0000000000000 ]
[
0,
32.72727272727273,
65.45454545454545,
98.1818181818181,
130.9090909090909,
163.6363636363636,
196.3636363636363,
229.0909090909091,
261.8181818181818,
294.5454545454545,
327.2727272727273
]
[
0, 18.94736842105263,
37.89473684210526, 56.8421052631579,
75.78947368421052, 94.73684210526315,
113.6842105263158, 132.6315789473684,
151.57894736842104, 170.52631578947367,
189.4736842105263, 208.42105263157893,
227.3684210526316, 246.3157894736842,
265.2631578947368, 284.2105263157894,
303.1578947368421, 322.10526315789474,
341.0526315789474
]
]
beta:
[ 0 ]
[ 0, 120, 240 ]
[ 0, 180 ]
[ 0, 120, 240 ]
[
0,
51.42857142857143,
102.85714285714286,
154.2857142857143,
205.7142857142857,
257.1428571428571,
308.5714285714286
]
]
[ 0, 45, 90, 135, 180, 225.0000000000000, 270, 315.0000000000000 ]
[ 0, 36, 72, 108, 144, 180, 216, 251.9999999999999, 288, 324 ]
[
0,
32.72727272727273,
65.45454545454545,
98.1818181818181,
130.9090909090909,
163.6363636363636,
196.3636363636363,
229.0909090909091,
261.8181818181818,
294.5454545454545,
327.2727272727273
]
]
[
0, 18.94736842105263,
37.89473684210526, 56.84210526315789,
75.78947368421052, 94.73684210526315,
113.68421052631578, 132.6315789473684,
151.57894736842104, 170.5263157894737,
189.4736842105263, 208.42105263157893,
227.36842105263156, 246.3157894736842,
265.2631578947368, 284.2105263157894,
303.1578947368421, 322.1052631578947,
341.0526315789474
]
]

```

Slika 4.9. Rezultat beta kuta za cantorov stupanj 2,3 i 4





**Slika 4.10.** vizualni prikaz rada programa s cantorovim stupnjem 3

## V. ZAKLJUČAK

Pomoću matematičkih jednažbi, cantorovog niza i računalnim jezikom fortranu uspješno je kreiran program koji olakšali dugotrajni proces izračuna svih kutova koji su potrebni za postavljanje antena na maloj kugli za simulacijske potrebe. I u ovom radu je objašnjeno kako i zašto radi program.

## **VI. LITERATURA**

[1] [http://flibs.sourceforge.net/linked\\_list.html](http://flibs.sourceforge.net/linked_list.html)

[2] M. Nilsson, J.W. Schuster, G.Vecchi, IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium. 1998 Digest. Antennas: Gateways to the Global Network. Held in conjunction with: USNC/URSI National Radio Science Meeting (Cat. No.98CH36)

[3] F. Diaz, Non-Uniform Cantor Ring Arrays - SUNFEST

## VII.SAŽETAK

Za rad je bilo potrebno kreirati program koji bi izračunao kutove unutar kugle. Kut alfa koji predstavlja kut u odsječku kugle s y osi i kut beta koji predstavlja kut u odsječku kugle s x osi. Kut alfa se postavio pomoću cantorovog skupa gdje se uzima gornja granica svih intervala od cantorovog skupa s određenim cantorovim stupnjem, A kut beta je određen tako da se izračuna polovica valne duljine radio signala i podijeli se s kružnicom kugle koji ovisi o kutu alfa. Sve se računa pomoću programa koji je koristio povezane liste, rekurzivne funkcije i matematičke formule za rad. Moralo se prvo izračunat cantorov skup, za to je potrebno odrediti svojevrsno cantorov stupanj koji je prirodan broj. Nakon čega se uzima duljina od dužine devedeset i dijeliti je na 3 jednaka dijela. Srednji dio se izbriše i ostane nam 2 dijela koje nadalje dijelimo na 3 dijela sve dok nismo izvršili taj proces u toliko puta koliko smo zadali cantorov stupanj. Time smo dobili alfa kut s gornjom granicom tih preostalih dužina. Ti kutevi se koriste za izračunavanje kružnice u kugli gdje je kut jednak alfi. Izračunavanje dužine kružnice možemo izračunati broj antena koje možemo postaviti na njoj tako da podijelimo dužinu s dužinom polovice valne dužine radio signala. Pretvorbom valne dužine u kut i množenjem s rednim brojem antene možemo izračunati sve kutove za betu. I time dobijemo sve podatke.

for the project it was necessary to create a program that would calculate the angles inside a sphere. The angle alpha representing the angle in the section of the sphere with the y axis and the angle beta representing the angle in the section of the sphere with the x axis. The angle alpha is set using a Cantor set where the upper limit of all intervals from the Cantor set with a certain Cantor degree is taken, and the beta angle is determined by calculating half the wavelength of a radio signal and dividing it by the circle length of the sphere depending on the angle alpha. Everything is calculated using a program that used linked lists, recursive functions, and mathematical formulas to work with. It was necessary to first calculate the Cantor set, for this it is necessary to determine the Cantor degree which is a natural number. Then take a length of ninety and divide it into 3 equal parts. The middle part is taken out and we are left with 2 parts which we further divide into 3 parts until we have performed this process as many times as we have given the cantor degree. This gave us alpha angles with an upper limit of these remaining lengths. These angles are used to calculate a circle in a sphere where the angle is equal to alpha. Calculating the length of a circle we can calculate the number of antennas we can place on it by dividing the length by half the wavelength of the radio signal. By converting the wavelength to an angle and multiplying by the ordinal number of the antenna, we can calculate all the beta angles. And with that we get all the data.

## VIII. ŽIVOTOPIS

Rođen 27.9.1998. u Novoj Gradišci. Živio sam u Okučanima sve do 4 godine života kada sam se preselio u Staroj Gradišci. Tamo sam otišao u područnoj školi Stara Gradiška, pokazujući prosječno ili ispod prosječno znanje u svim predmetima osim informatike. Zbog znatiželje i brzog shvaćanja informacijskih tehnologija upisao sam se u tehničkoj školi Požega kao mehatroničar gdje sam kao u osnovnoj školi pokazao prosječne ili ispodprosječne rezultate na svim predmetima koje nisu povezane s radom na računalima ili s informacijskim tehnologijama. Na predmetima kao “programiranje u c++” prikazao sam iznadprosječne rezultate. Htio sam nastaviti s proučavanjem programskih jezika, programskih okvira, načina programiranja itd. zbog toga sam se prijavio na FERIT. Stručnu praksu sam izvršio u tvrtci informatika fortune d.o.o.

## IX. PROGRAM

```
module MYDATA_MODULE

type MYDATA
  character(len=20) :: string
end type MYDATA

end module

module MYDATA_LISTS
  use MYDATA_MODULE, LIST_DATA => MYDATA

  include "linkedlist.f90"
end module MYDATA_LISTS

program CantorCircularProces
  use MYDATA_MODULE
  implicit none
  real :: theta,num_of_cantors,circle_leanght,sinus_alpha,sinus_beta, selected_radius,
replacment_angle
  integer :: cantor_step,n,m,radius
  type(LINKED_LIST), pointer :: list
  type(LINKED_LIST), pointer :: head
  real, dimension(:,:), allocatable :: alpha
  real, dimension(:,:), allocatable :: beta
  real, parameter:: pi=3.1415926
  common /coeff/ cantor_step

  cantor_step = 3
  radius = 30

  theta = (299792458/(1.75*(10**9)))/2

  theta = theta * 100

  num_of_cantors =2*radius*pi
  num_of_cantors = num_of_cantors- MODULO(num_of_cantors,theta)
  num_of_cantors = (num_of_cantors/theta)+1
```

```

call CantorSet(0,90,1,list)

allocate(alpha(1:2**cantor_step))

allocate(beta(2**cantor_step:num_of_cantors))

do n=1,2**cantor_step
  alpha(1:n) = CALL list_get_data(list)
  head = list
  call list_delete_element(list,head)
end do

do n=1,2**cantor_step
  sinus_alpha=sin(alpha(n))
  if (sinus_alpha < 0) then
    sinus_alpha = -sinus_alpha
  end if

  selected_radius = radius * sinus_alpha
  circle_leanght = 2 * selected_radius * pi
  num_of_cantors = circle_leanght/theta
  replacment_angle= circle_leanght/int(num_of_cantors)
  do m=1,int(num_of_cantors)
    beta(n)(m) = ((m*replacment_angle*360)/(2*pi*selected_radius)
  end do
end do

call reset()

end program CantorCircularProces

```

```

RECURSIVE SUBROUTINE CantorSet(dg, gg, i,list)
  integer, intent(in)::i
  type(LINKED_LIST), pointer :: list
  type(LINKED_LIST), pointer :: next
  real, intent(in) :: dg,gg
  real      :: ndg, ngg, cantor_step
  common /coeff/ cantor_step

```

```

if(i==cantor_step) then
  if(list_count(list)==null) then
    call list_create(list,gg)
  else
    next = list%next
    DO WHILE ( next != null )
      next = list%next
    END DO
    call list_insert(next,gg)
  end if
else
  ndg=dg+(gg-dg)*(2/3)
  ngg=dg+(gg-dg)*(1/3)

  CALL CantorSet(dg,ngg,i+1,list)
  CALL CantorSet(ndg,gg,i+1,list)
end if

end subroutine

```