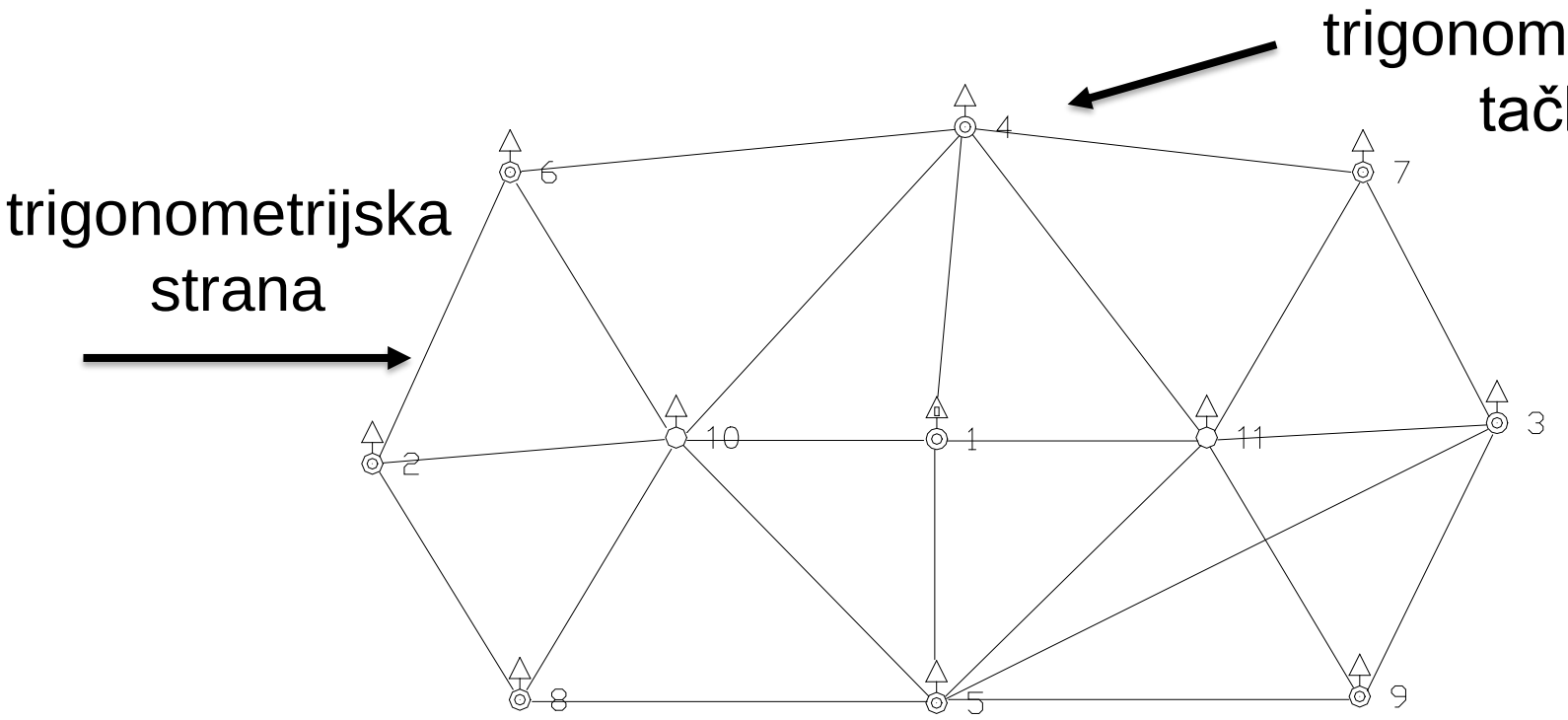
1. TRIGONOMETRIJSKA MREŽA

- KONCEPT -

1.1 DEFINICIJA

Definicija: Trigonometrijska mreža je sistem trouglova međusobno povezanih koji čine određenu geometrijsku osnovu za potrebe geodetskog premera.



Trigonometrijska mreža

1.1 DEFINICIJA

Trigonometrijska mreža služi:

- za rešavanje problema naučnog dela geodezije koji se bavi određivanjem dimenzija, oblika i spoljašnjeg gravitacionog polja Zemlje;
- za rešavanje raznih inženjersko-tehničkih zadataka iz oblasti primenjene geodezije;
- kao geometrijska osnova za premer i kartografisanje Zemljine površi u cilju izrade planova i karata;
- kao geometrijska osnova na koju se oslanjaju druge geodetske mreže istog ili nižeg ranga u pogledu tačnosti.

1.1 DEFINICIJA

Osnovna ideja triangulacije *(Willebrand Snellius 1615.)*, proistekla je iz težnje da se trigonometrijske tačke određuju isključivo na osnovu uglovnih merenja.

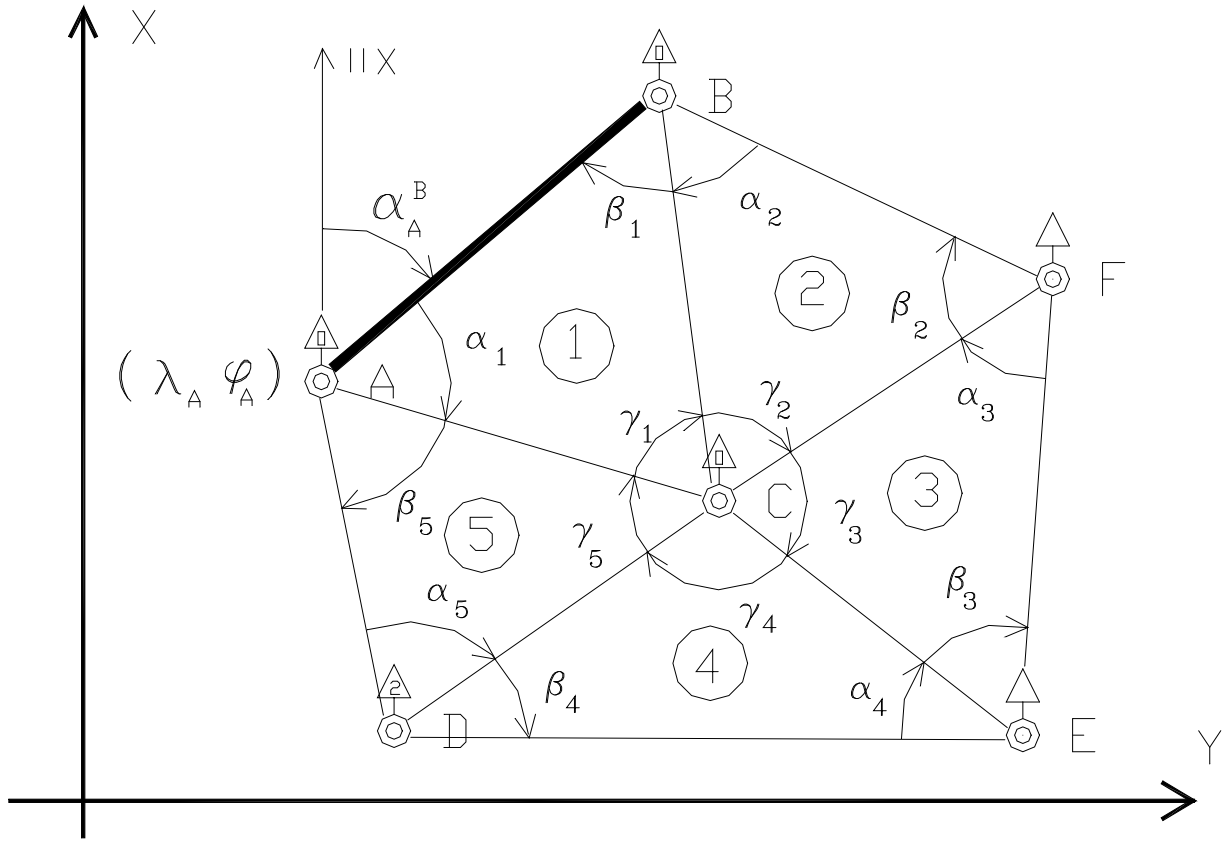
Razvojem elektrooptičkih daljinomera (EOD) trigonometrijske strane mere se sa visokom tačnošću.

U trigonometrijskim mrežama najčešće se obavljaju merenja pravaca i dužina u cilju određivanja koordinata tačaka.

Kombinuju se merenja pravaca, dužina (EOD ili GNSS) u cilju pouzdanog i visoko tačnog apsolutnog i relativnog pozicioniranja tačaka.

1.2 OSNOVNI KONCEPT

Osnovni parametri trigonometrijske mreže su:
oblik, razmera, translacija i **rotacija.**



Oblik, razmera i pozicija trigonometrijske mreže.

1.2 OSNOVNI KONCEPT

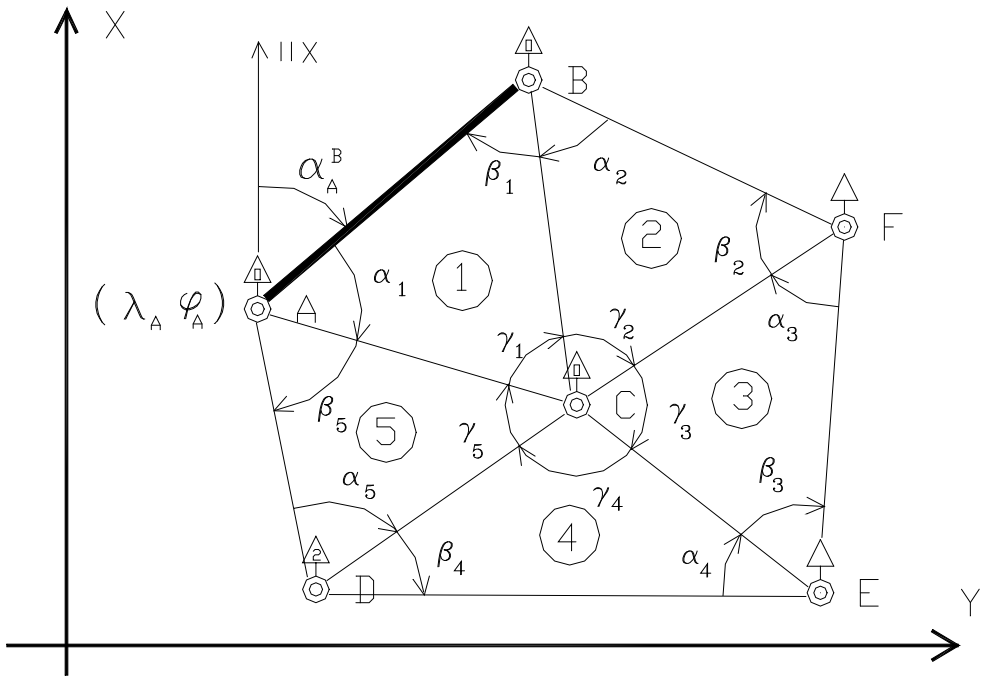
Oblik mreže definisan je ako su poznati svi neophodni uglovi u mreži.

Oblik mreže se određuje na osnovu merenja uglova

α_i , β_i , γ_i.

Neophodno je meriti 2 ugla u trouglu.

Ostali mereni uglovi α_i , β_i , γ_i u mreži su suvišno merene veličine.

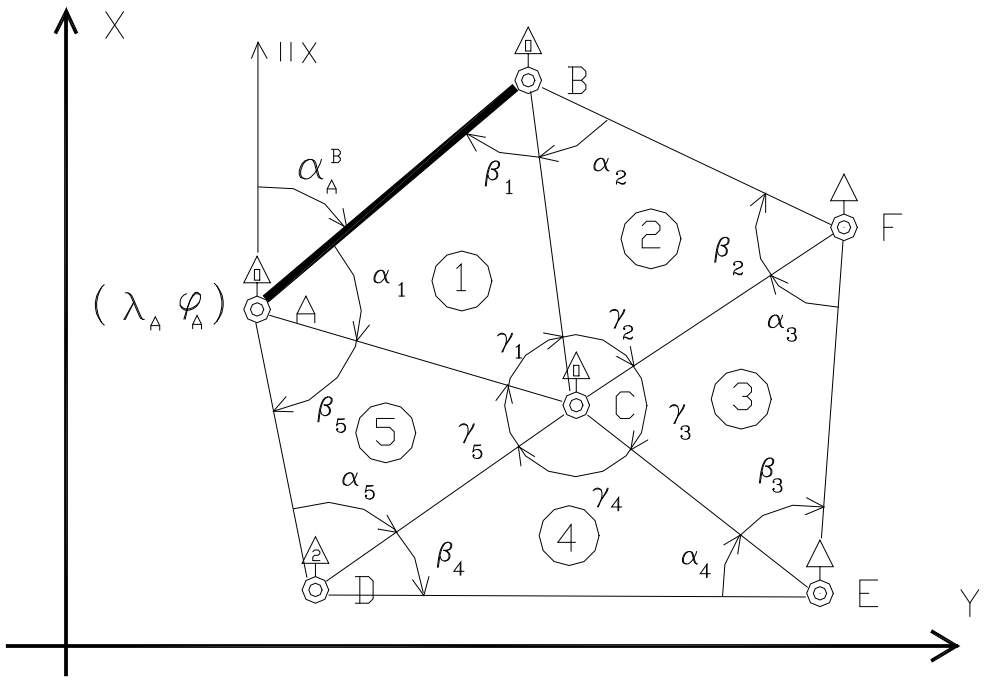


1.2 OSNOVNI KONCEPT

Razmera mreže definisana je poznatom dužinom jedne trigonometrijske strane.

Razmera mreže se određuje na osnovu merenja jedne dužine **D_{AB}.**

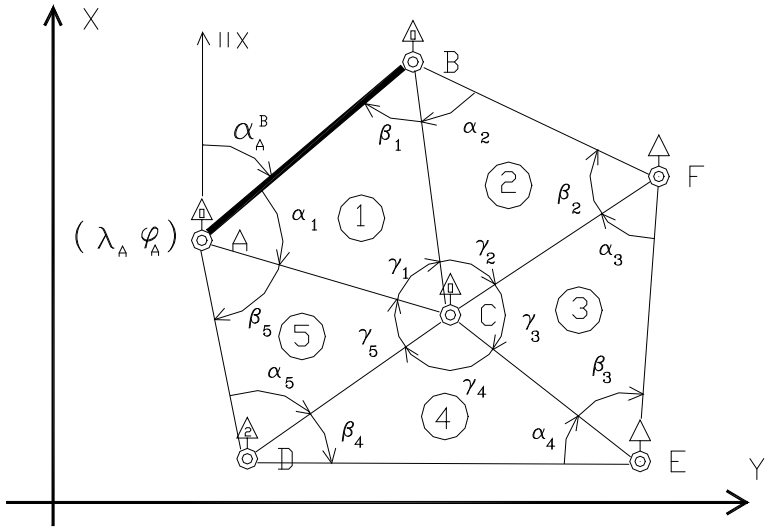
Ostale merene dužine **D_{ij}** u mreži su suvišno merene veličine.



1.2 OSNOVNI KONCEPT

Parametri translacije definišu se elipsoidnim koordinatama jedne trigonometrijske tačke

- geodetskom longitudom λ_A
- geodetskom latitudom φ_A.



Astronomskim merenjima određuju se

- astronomska longituda Λ_A
- astronomska latituda Φ_A

koje se transformišu na elipsoid

- geodetska longituda λ_A
- geodetska latituda φ_A

koje se transformišu u 2-D ravan

- koordinata Y_A
- koordinata X_A.

$$\begin{vmatrix} \Lambda_A \\ \Phi_A \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} \lambda_A \\ \varphi_A \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} Y_A \\ X_A \end{vmatrix}$$

1.2 OSNOVNI KONCEPT

Parametar rotacije definiše se geodetskim azimutom jedne trigonometrijske strane α_A^B.

Astronomskim merenjima određuju se

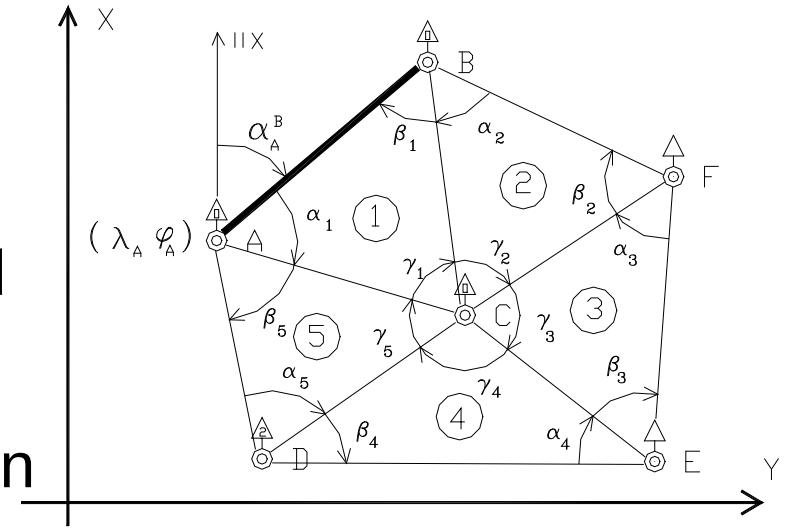
- astronomski azimut A_{AB}

koje se transformiše na elipsoid

- geodetski azimut α_{AB}

koje se transformišu u 2-D ravan

- direkcioni ugao V_{AB}.



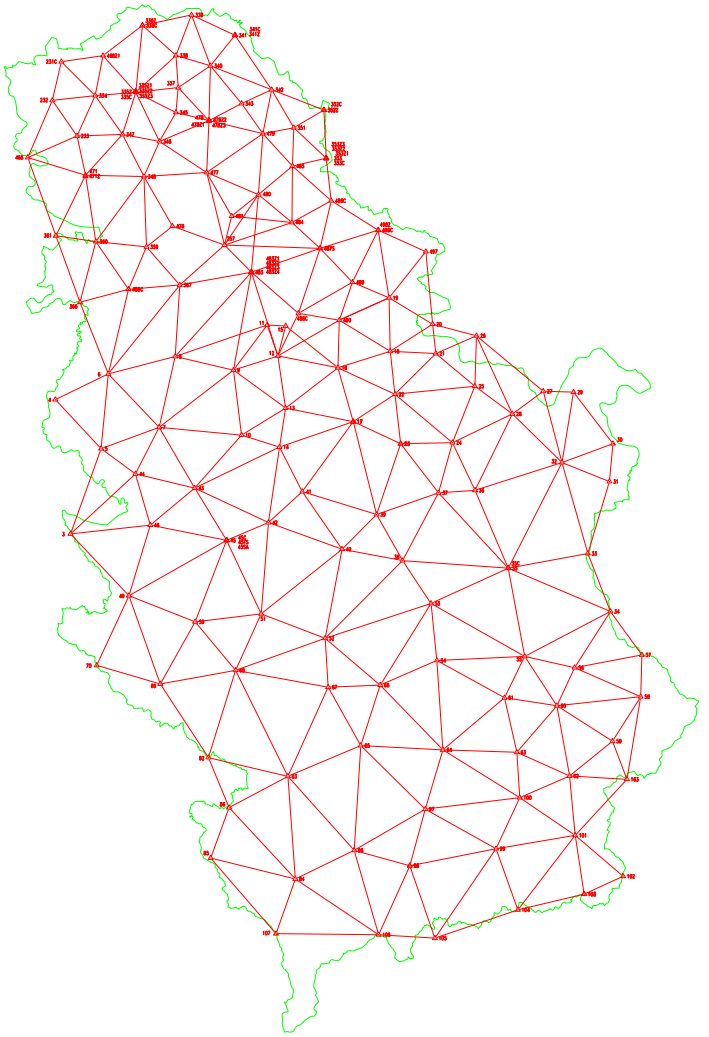
$A_{AB} \longrightarrow \alpha_{AB} \longrightarrow V_{AB}$

1.3 VRSTE I OBLICI MREŽA

Trigonometrijska mreža prekriva teritoriju cele države.

Mreža ima opšti značaj i poseban tretman u zemlji na čijoj se teritoriji nalazi pa se zato naziva osnovna ili državna trigonometrijska mreža.

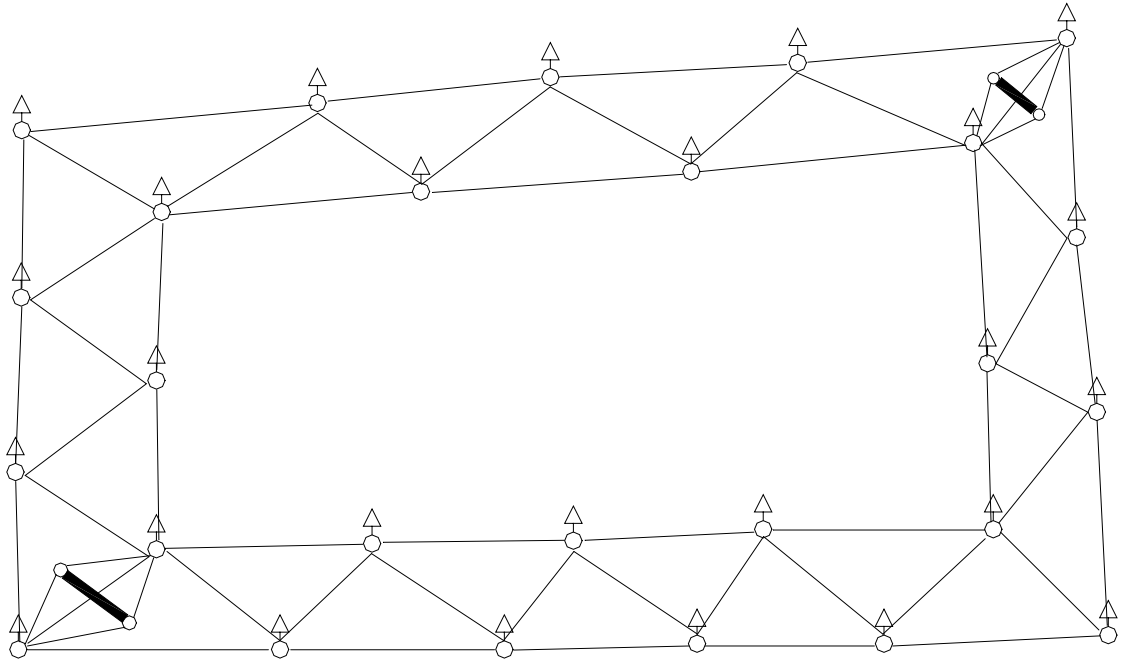
Osnovu za izradu planova i karata čine tačke ove mreže.



Osnovna trigonometrijska mreža I reda

1.3 VRSTE I OBLICI MREŽA

Zemlje sa velikim teritorijama (SSSR, SAD i druge) državnu trigonometrijsku mrežu razvijaju u obliku lanaca trouglova koji se postavljaju duž meridijana i paralela, a mogu imati i proizvoljan položaj.

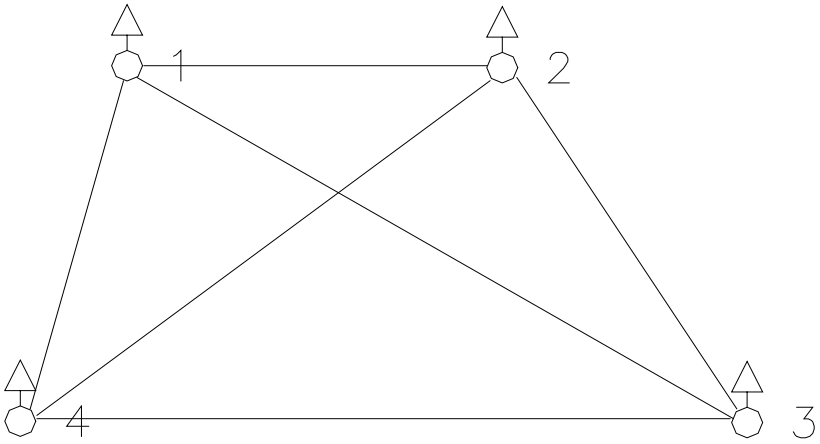


Osnovna trigonometrijska mreža - lanac trouglova

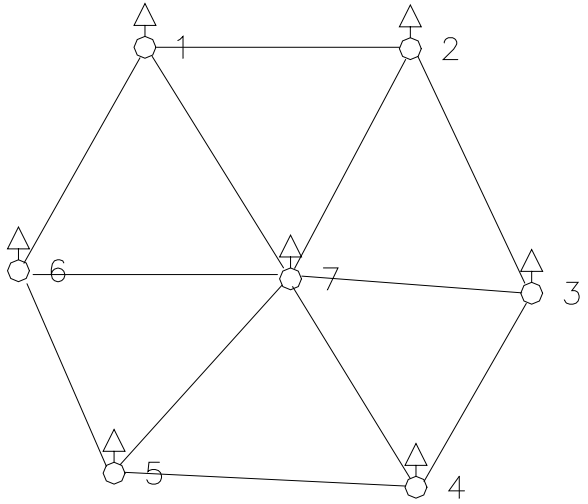
1.3 VRSTE I OBLICI MREŽA

Pored osnovne trigonometrijske mreže postoje trigonometrijske mreže specijalnog i lokalnog karaktera.

Lokalne ili samostalne mreže mogu biti slobodne ili neslobodne.



Geodetski četvorougao.

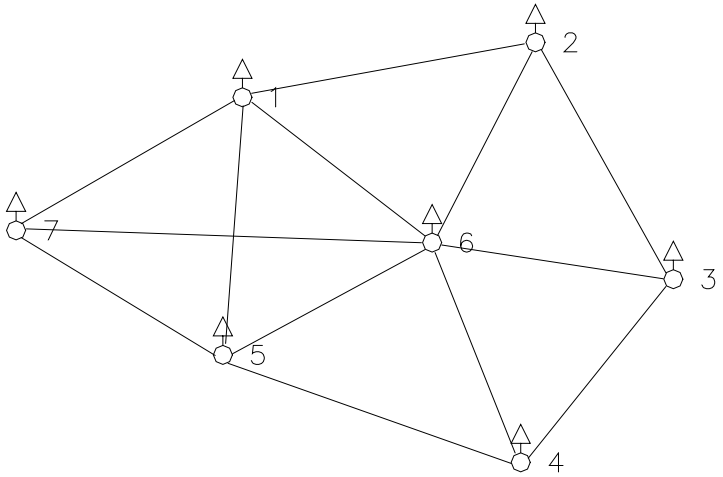


Centralni sistem.

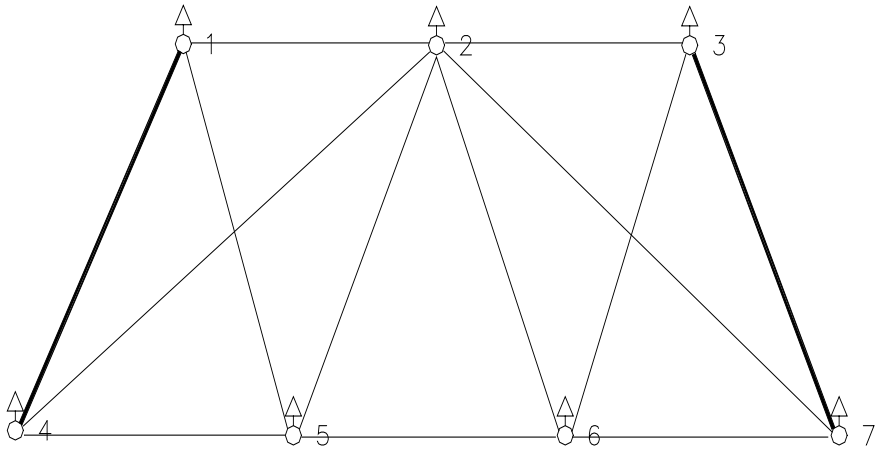
1.3 VRSTE I OBLICI MREŽA

Lokalne mreže služe za snimanje manjih površina *(do 150 ha)* i za izvođenje inženjersko-tehničkih radova primenjene geodezije.

Dizajn lokalnih meža: geodetski četvorougao, centralni sistem, lanac trouglova, kombinacije geodetskih četvorouglova, centralnih sistema ili jednih i drugih.

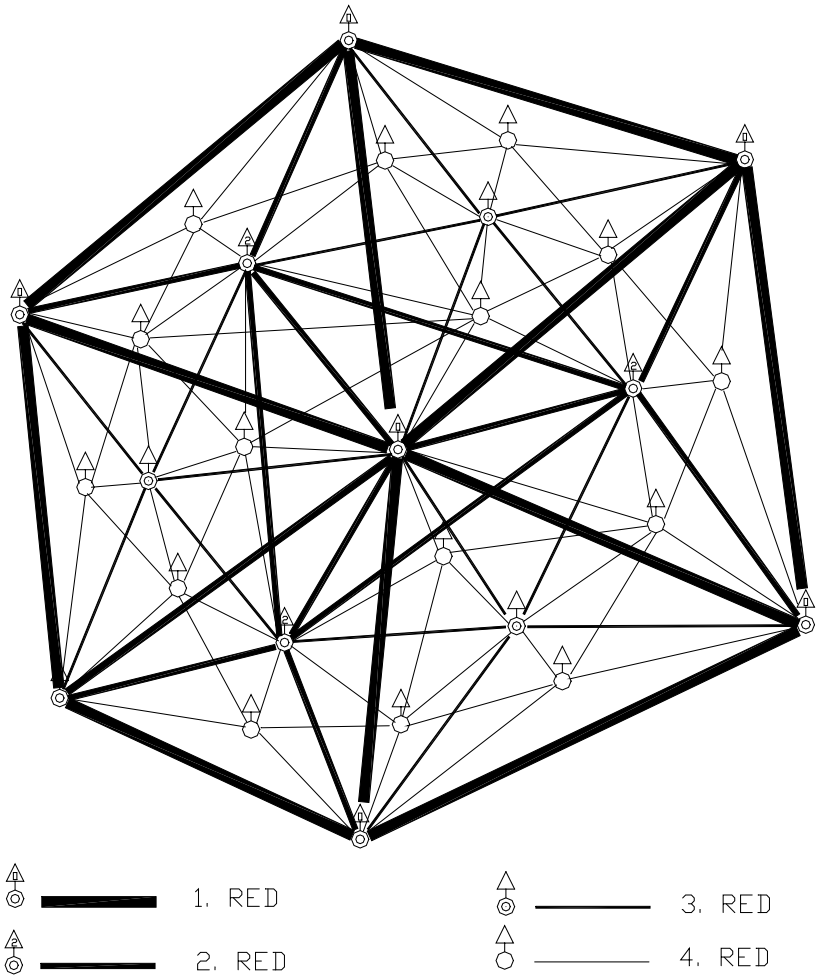


Četvorougao i centrali sistem



Lanac trouglova i četvorouglova

1.4 KLSIFIKACIJA OSNOVNE MREŽE



Da bi se izbeglo nagomilavanje neminovnih grešaka koje nastaju u procesu merenja, osnovna trigonometrijska mreža, razvija se po opšte poznatom principu

"od većeg ka manjem".

Klasifikacija osnovne trigonometrijske mreže

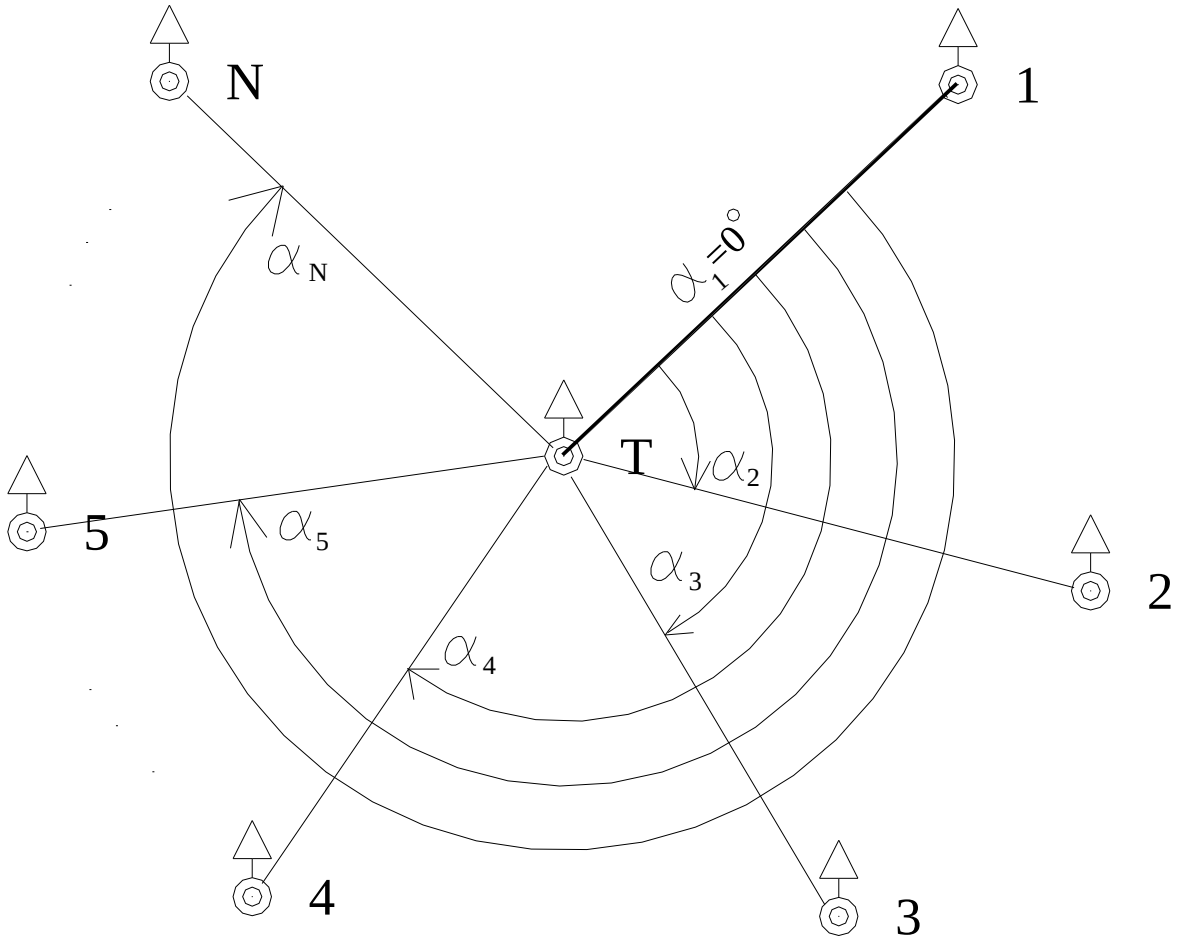
1.4 KLSIFIKACIJA OSNOVNE MREŽE

Red mreže	Dužina strana	
1. red	$d > 20\ km$	
2. red - osnovni	$15\ km < d < 25\ km$	
2. red - popunjavajući	$9\ km < d < 18\ km$	RAČUNANJA **ELIPSOID**
3. red - osnovni	$5\ km < d < 13\ km$	
3. red - popunjavajući	$3\ km < d < 7\ km$	RAČUNANJA **RAVAN**
4. red	$1\ km < d < 4\ km$	

Dužine strana u trigonometrijskoj mreži

1.5 MERENJA UGLOVA

GIRUSNA METODA



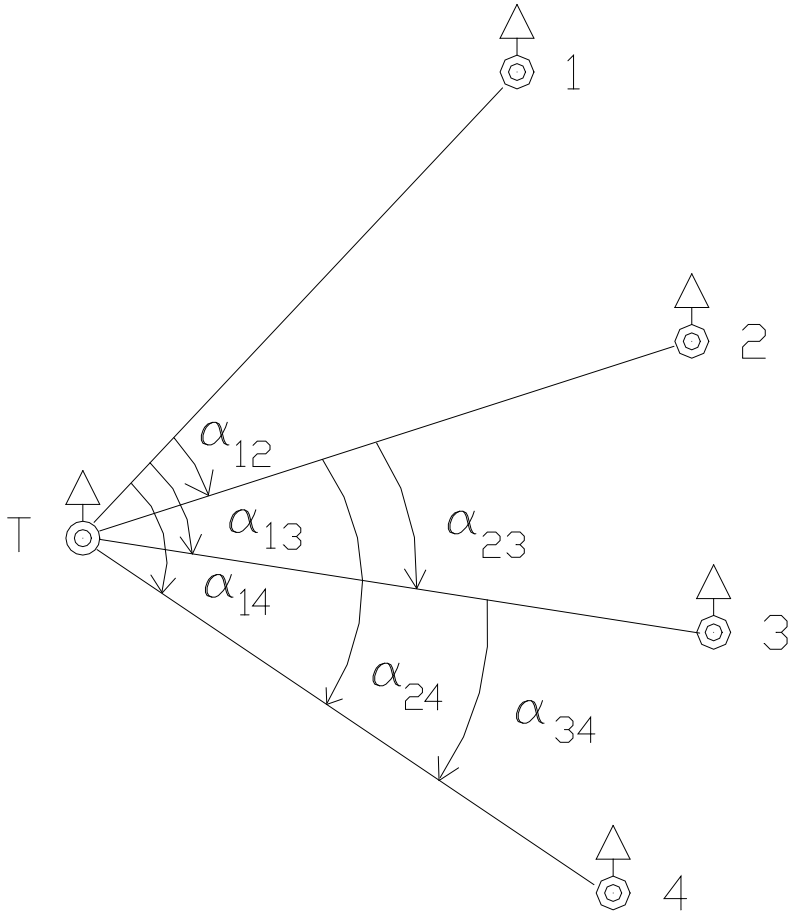
Girusna (Gaus) metoda

<u>Opažanja pravaca</u>

- Jedan girus u I i II položaju durbina
- Opaža se **n** girusa n = od 3 do 10
- Opaža se u svim redovima izuzev I reda

1.5 MERENJA UGLOVA

ŠRAJBEROVA METODA



Šrajberova metoda

Merenja uglova

- Mrenje u svim kombinacijama

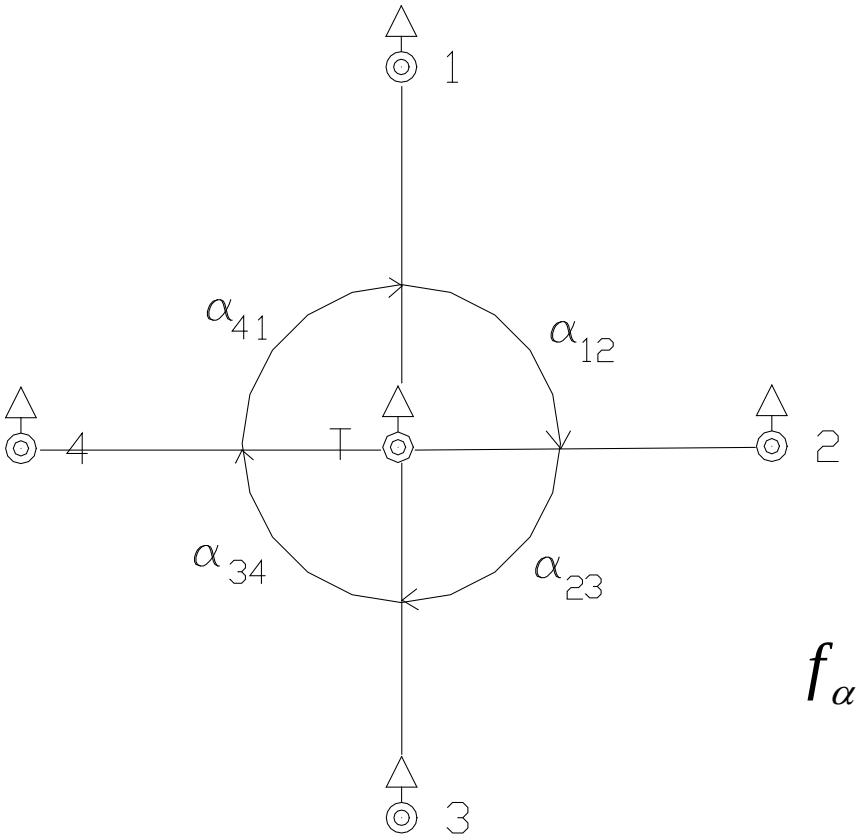
$$\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$$

gde je **n** broj pravaca.

- Merenja uglova u 12 girusa.
- Merenja samo u I redu mreže.

1.5 MERENJA UGLOVA

METODA ZATVARANJA HORIZONTA



Metoda zatvaranja horizonta

Merenja uglova

- Primena girusne metode za svaki pojedini ugao.
- Opaža se **n** girusa
  n = 3 (najčešće).
- Merenja u gradskim geodetskim mrežama.
- Nezatvaranje horizonta

$$f_\alpha = 360^0 - \left(\alpha_{12} + \alpha_{23} + \alpha_{34} + \alpha_{41}\right)$$

- Dozvoljeno odstupanje

$$\Delta = 3 \cdot \sigma_\alpha \cdot \sqrt{n}$$

1.6 MERENJA DUŽINA

Za merenja dužina u trigonometrijskoj mreži primenjuju se različite tehnologije merenja:

- invarske žice,
- specijalne pantljike,
- elektronski daljinomeri
- globalni pozicioni sistem.

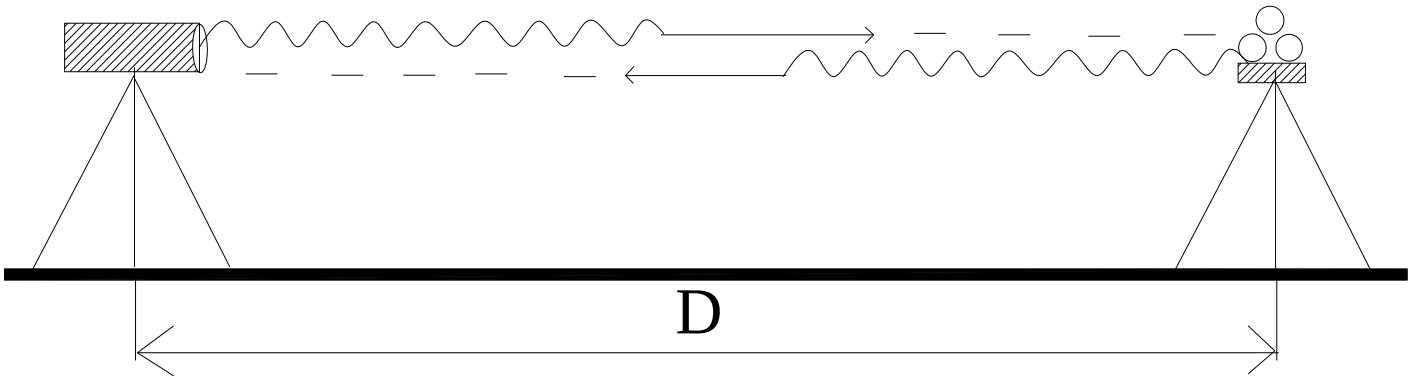
1.6 MERENJA DUŽINA

EOD

Merenja dužina obavljaju se elektronskim daljinomerima (EOD). Osnovni princip je da se merenjem vremena prostiranja elektromagnetnog signala odredi pređeni put odnosno izmeri dužina.

$$D = \frac{V \cdot \Delta t}{2}$$

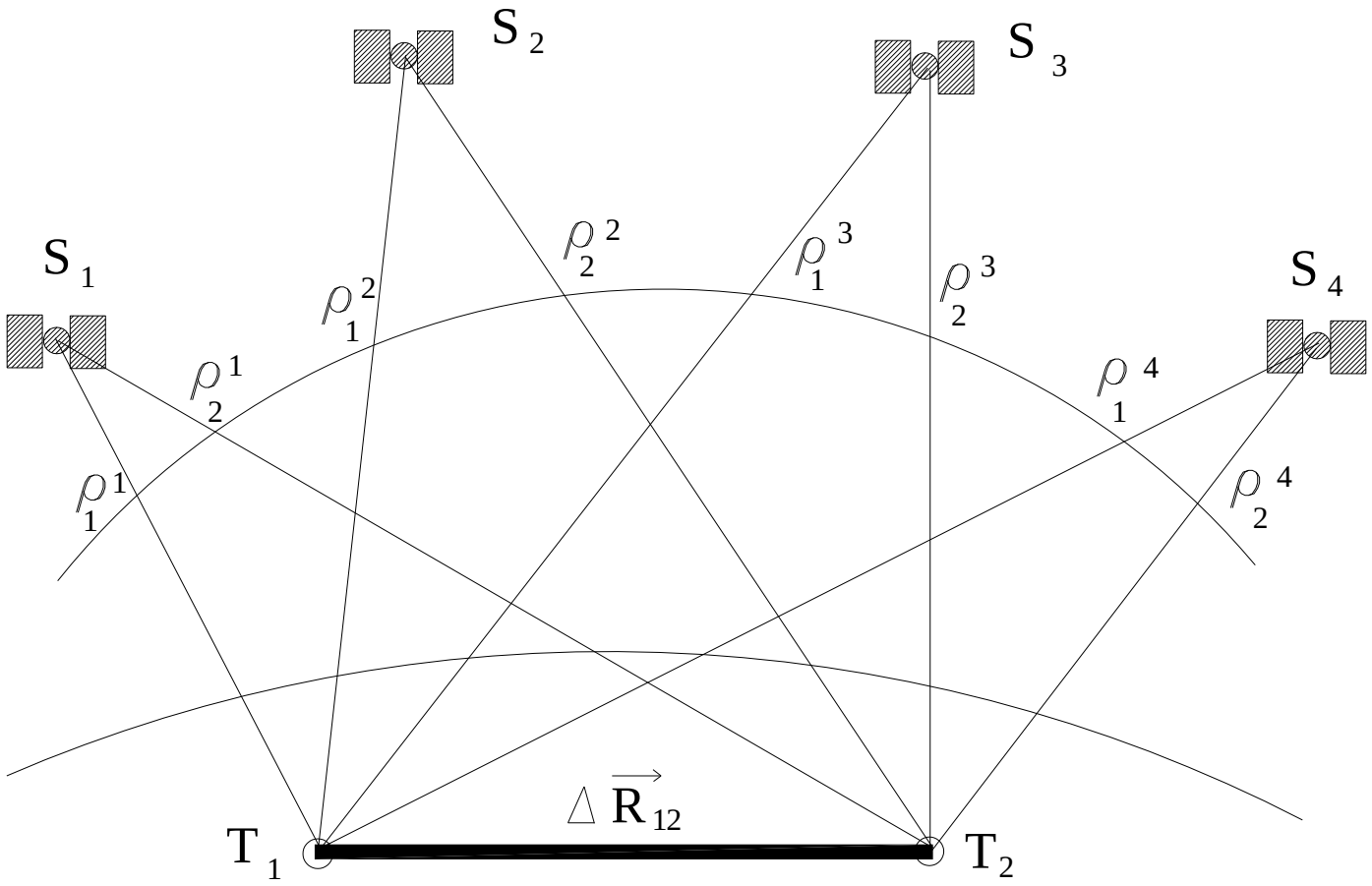
D	merena dužina,
V	brzina prostiranja signala,
Δt	proteklo vreme.



Merenje dužine elektronskim daljinomerom (EOD)

1.6 MERENJA DUŽINA

GNSS



GNSS - relativno pozicioniranje-prostorni vektor.