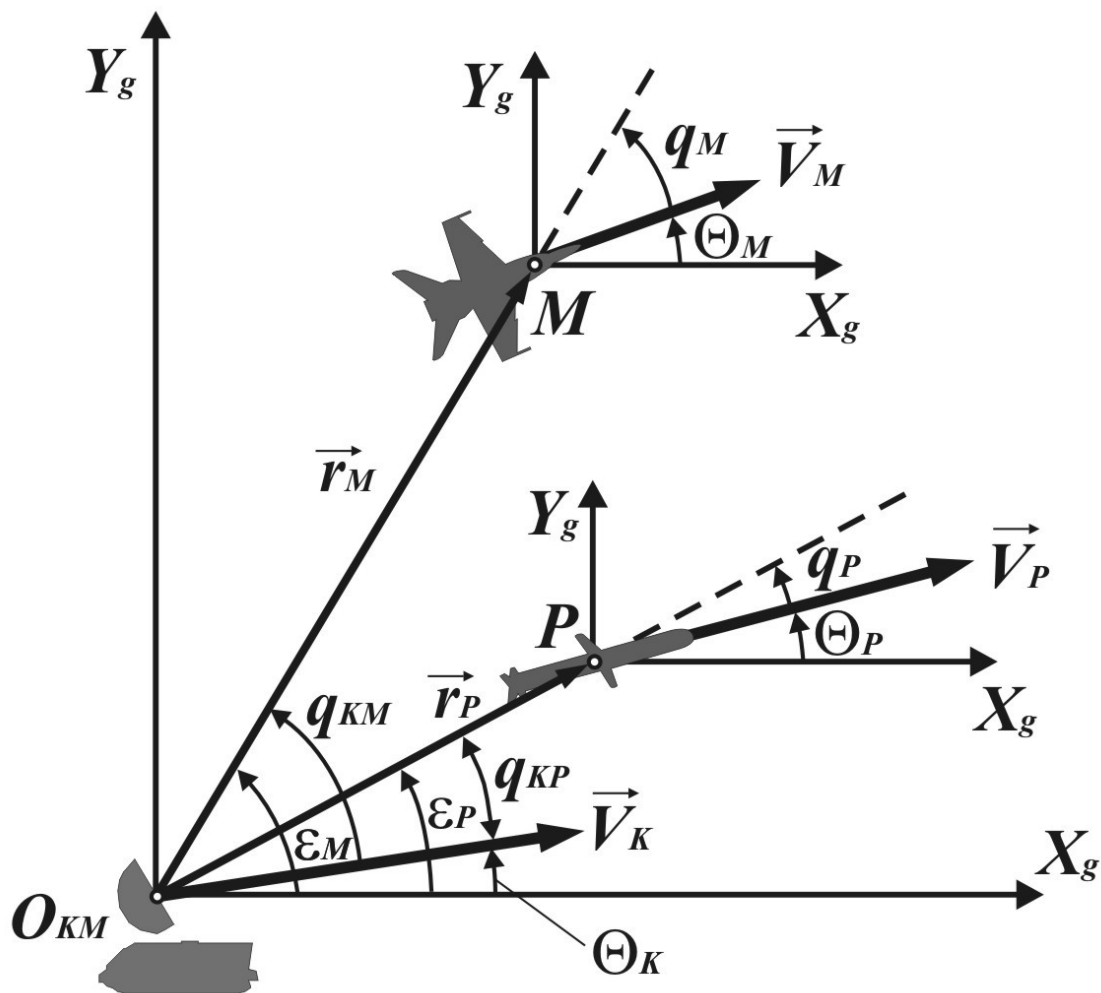


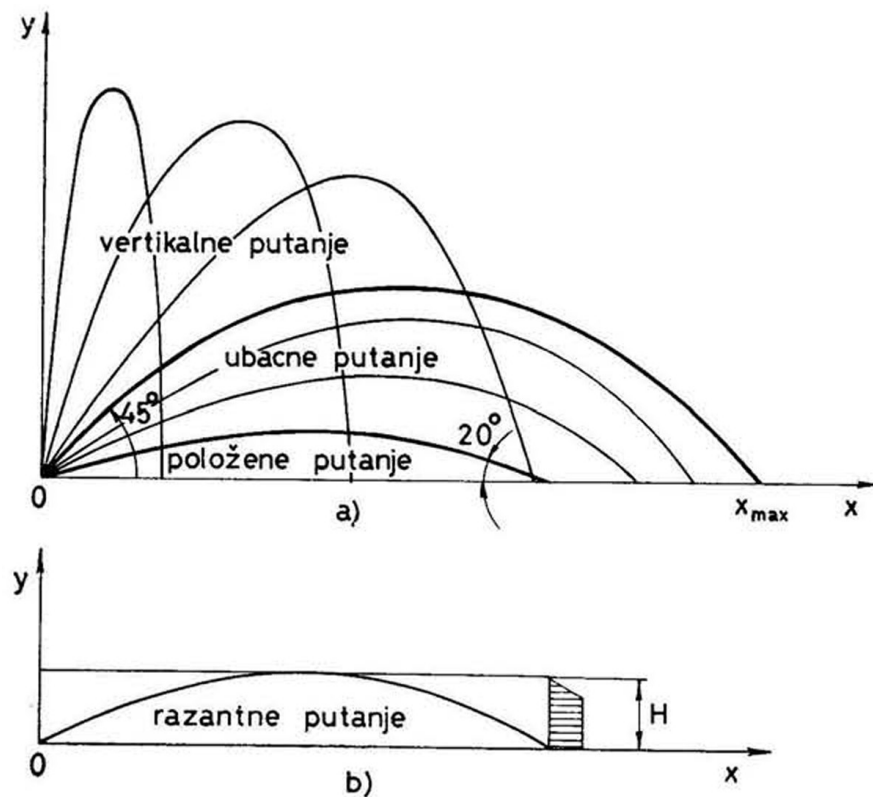
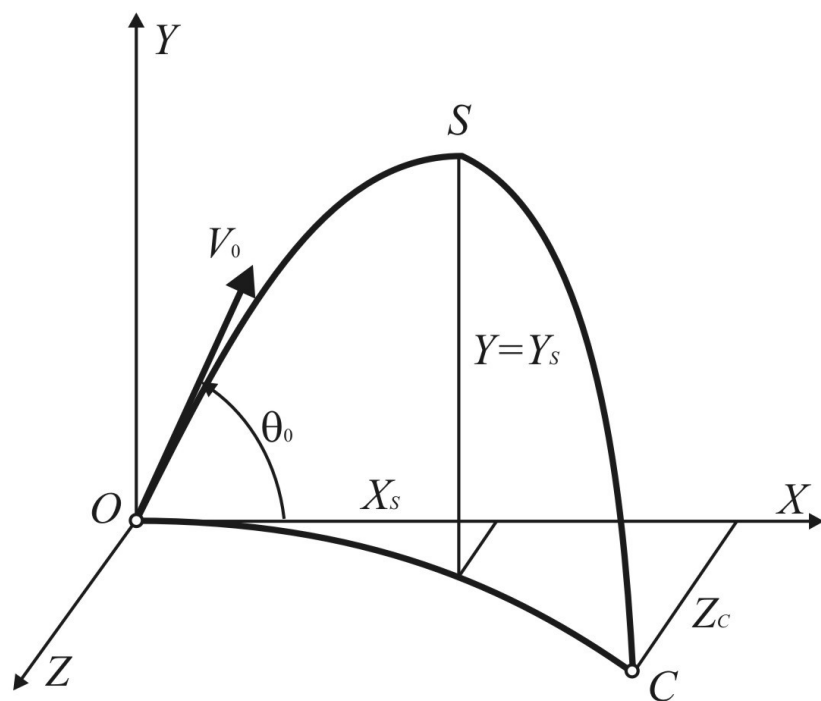
Sistemi upravljanja vatrom

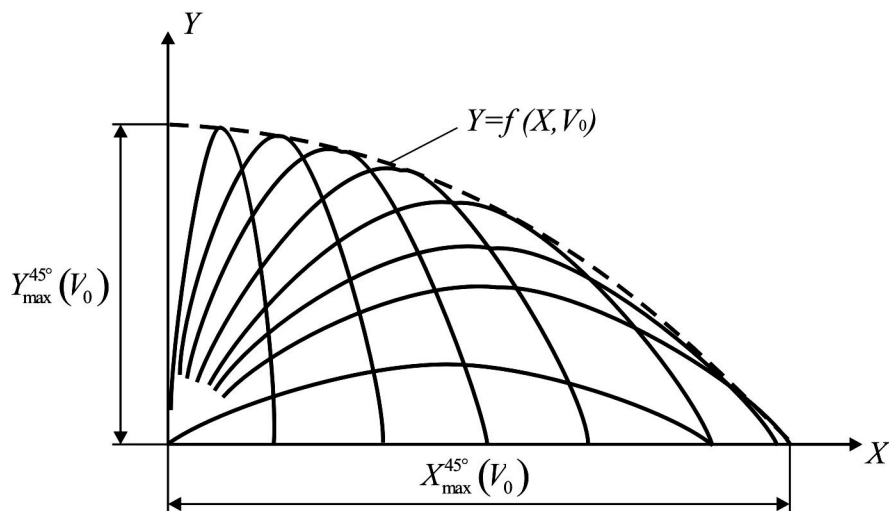
Dr Momčilo Milinović, redovni profesor u penziji
Dr Miloš Marković, vanredni profesor

Osnovni problem SUV



Artiljerija – osnovne karakteristike trajektorija

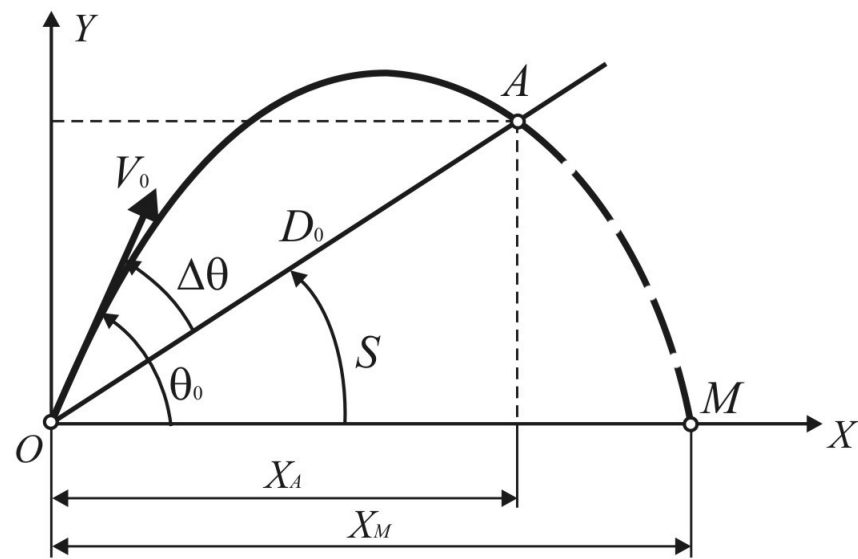




$$X_{C \max} = 2Y_{\max} \quad X_{C \max} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$Y_{\max} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$\Sigma \Delta V_0 = \Delta V_{0\omega} + \Delta V_{0W} + \Delta V_{0q} + \Delta V_{0\Delta t}$$



$$D_0 = \frac{2V_0^2}{g \cos S} \cdot \cos^2 \theta_0 \cdot (\operatorname{tg} \theta_0 - \operatorname{tg} S)$$

Posredno i neposredno gađanje

U zavisnosti od toga da li je cilj vidljiv ili nevidljiv, gađanja se suštinski dele na **POSREDNA** i **NEPOSREDNA**, ali starija terminologija poznaje i pojam poluposrednog gađanja, gde se balističkim putanjama gađa vidljivi cilj.

Dakle, sprovodi se procedura nišanjenja sa vatrenog položaja neposredno, a gađanje vrši ubacnom putanjom posredno.

Sistemi za neposredna gađanja su namenjeni za gađanje nepokretnih i pokretnih ciljeva sa mesta i iz pokreta, ili samo sa mesta, na daljinama ne većim od 5000 do 6000m, dakle na malim daljinama.

Sistemi za posredna gađanja služe samo za gađanja iz mirovanja i to uglavnom nepokretnih i sporopokretnih ciljeva i kolona na daljinama, koje se za savremena artiljerijska sredstva kreću do 40 km. Izuzetak čine balistički raketni sistemi lansirani sa brodova, kao i savremeni raketni krstareći sistemi, koji ne spadaju u klasu balističke artiljerije.

Opšta i neposredna priprema vatre

Artiljerijskom gađanju prethodi **opšta i neposredna priprema**.

Opšta priprema se odnosi na više gađanja i obuhvata:

izbor vatrenog položaja,
određivanje mesta oruđima,
uspostavljanje veze,
snabdevanje municijom,
određivanje položaja osmatrača i slično.

Neposredna priprema se odnosi samo na jedno gađanje i vrši se pred svako gađanje, a obuhvata **određivanje elemenata za gađanje** i **izdavanje komande za gađanje**.

Određivanje elemenata gađanja podrazumeva utvrđivanje položaja koji treba da zauzme cev oruđa (ugaonih koordinata), da bi se sa određenom vrstom projektila, sa definisanim punjenjem i poznatim balističkim i meteorološkim uslovima gađanja, pogodilo cilj čiji je položaj u odnosu na oruđe utvrđen i poznat na osnovu faze opšte pripreme. U toku pripreme za gađanje vrši se:

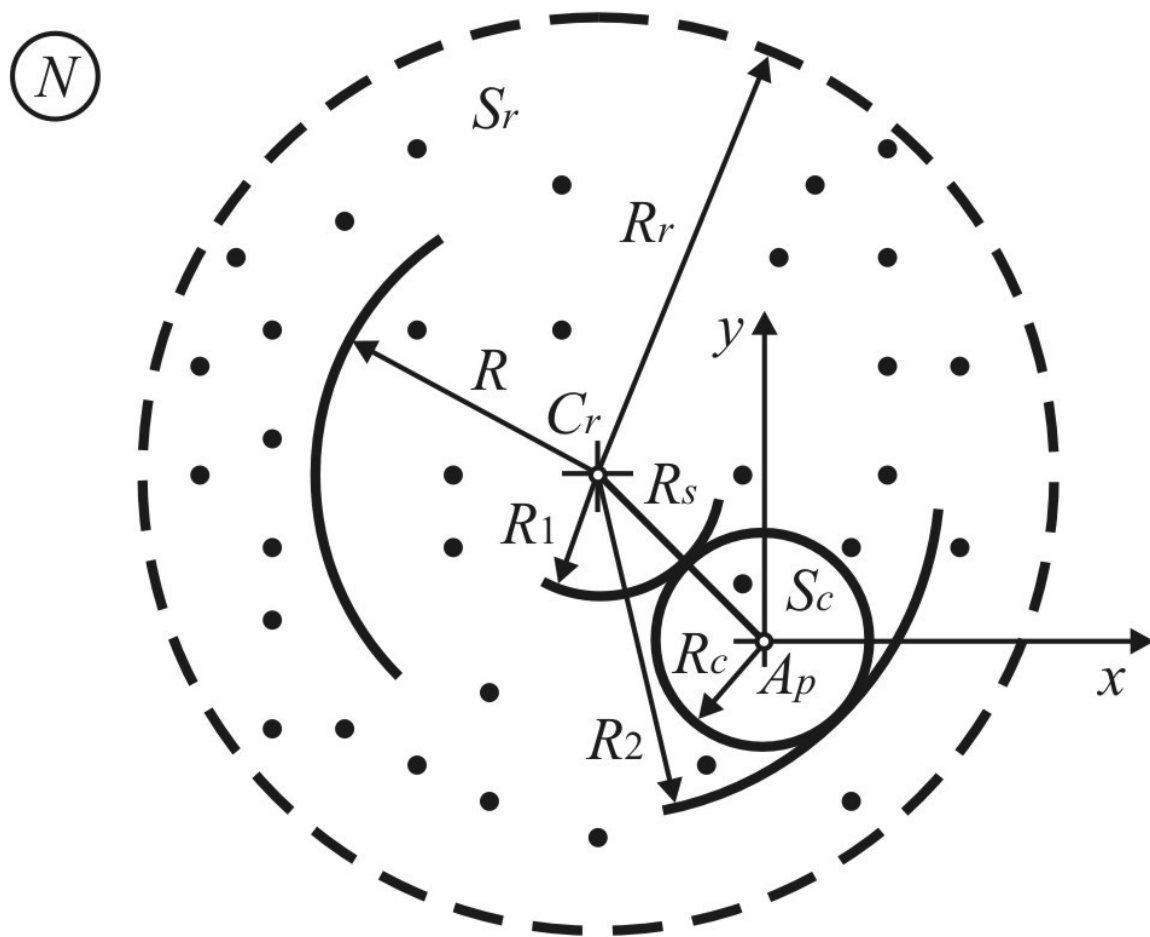
topografska priprema (određivanje položaja oruđa i cilja),
balistička priprema,
meteorološka priprema (uzimanje u obzir balističkih i meteoroloških uticaja) i dr.

Opšta i neposredna priprema vatre

Vatrom artiljerije rukuje ili upravlja određeni artiljerijski starešina (izvršilac gađanja), kome može da bude na raspolaganju:

- osmatračka služba ili osmatrači, na određenim položajima ili osmatračkim pokretnim platformama, snabdeveni potrebnim instrumentima. Oni imaju zadatak da neprekidno osmatraju vatrene zone jedinica i da sredstvima za prenos podataka dostavljaju podatke o osmatranju i o promeni vlastitog položaja;
- računarsko odeljenje ili računar sa odgovarajućim softverom, na osnovu informacija od osmatrača i topografskih podataka o vatrenom položaju i položaju cilja, kao i informacija o municiji i stanju oruđa i meteorološkim uslovima gađanja, vrši proračun elemenata gađanja. Računarsko odeljenje, takođe, određuje elemente za gađanje u odnosu na osnovno oruđe, a ove podatke koriste ostala oruđa u bateriji, ukoliko svako nije snabdeveno automatskim sistemom SUV-a;
- meteorološka stanica, koja radi za potrebe većeg broja artiljerijskih jedinica, snabdevena sredstvima kojima meri stanje atmosfere. Ona dostavlja podatke u određenim vremenskim intervalima svim artiljerijskim jedinicama;
- baterija – osnovna artiljerijska jedinica, i divizion kao viša jedinica, koja izvršava gađanje i koja predstavlja oruđa i njihove posade.

Rasturanje padnih tačaka artiljerijskih projektila



Osnove teorije verovatnoće rasturanja projektila

$$M_y = -\frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^{n_r} y_i$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{n_r - 1} \sum_{i=1}^{n_r} (y_i - M_y)^2}$$

$$M_z = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^{n_r} z_i$$

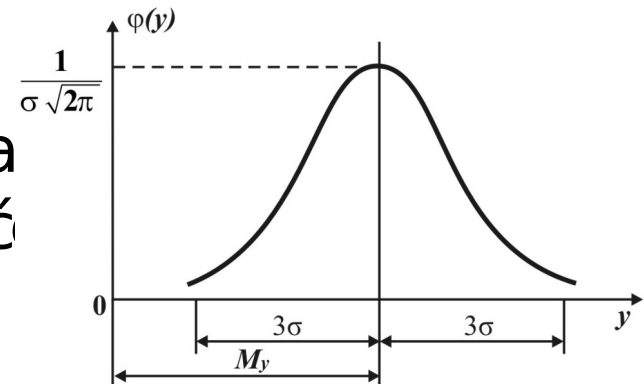
$$\sigma_z = \sqrt{\frac{1}{n_r - 1} \sum_{i=1}^{n_r} (z_i - M_z)^2}$$

Matematičko
očekivanje (srednja
vrednost) po y i z
koordinati

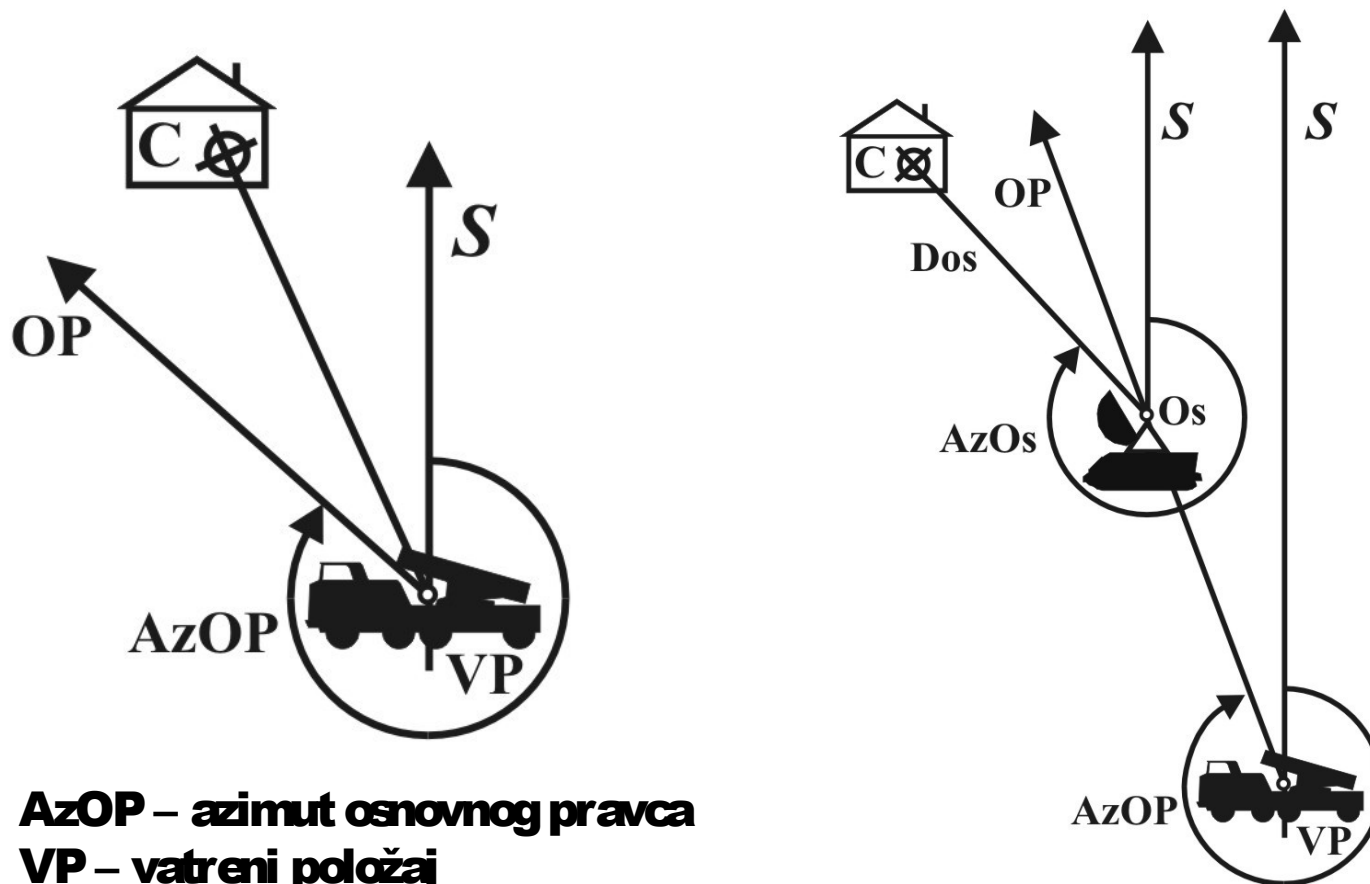
Srednje kvadratno
ostrupanje (devijacije)
po y i z koordinati

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}}$$

Gausova raspodela
gustine verovatnoće



Razlika između SUV bez i sa osmatračem



AzOP – azimut osnovnog pravca

VP – vatreni položaj

OP- osnovni pravac

**S – sever, C – cilj, Os – osmatrač, Dos –
daljina osmatranja**

Potrebni podaci za artiljerijsko gađanje (tablice gađanja)

Meteorološki podaci neophodni su pri izvođenju posrednih gađanja, da bi se uveli uticaji trenutnih meteoroloških uslova na putanju projektila, odnosno na elemente gađanja (daljinu i uglomer).

U tom cilju, neophodno je da raspolagati sledećim meteorološkim podacima u funkciji visine leta projektila:

temperaturom vazduha u ($^{\circ}\text{C}$);

brzinom vetra u (m/s) i

azimutom vetra (uglom pravca iz kog vetar duva u odnosu na sever) u hiljaditima, kao i vrednostima za prizemni pritisak i temperaturu vazduha.

Sve ove vrednosti se dobijaju u vidu meteorološkog biltena sa artiljerijske meteorološke stanice (AMS), o čemu će više reči biti u sledećem poglavlju.

Balistički podaci (podaci o oruđu i municiji) imaju posebno važan uticaj za određivanje korekcionih uglova početnih elemenata gađanja.

Početna vrednost brzine projektila (V_0), zajedno sa uglovnom vrednosti daljinara (Dar), čini skup parametara za određivanje dometa klasičnog projektila i određuje se direktnim merenjem pomoću posebnih uređaja, ili se posredno određuje na osnovu merenja istrošenosti cevi oruđa.

Temperatura baruta (t_B), koja utiče na promenu početne brzine projektila, određuje se temperaturom u prostoriji gde je smeštena municija, neposredno pre gađanja.

Masa projektila (m) se definiše preko težišnih znakova, označenih na projektilu, a njena promena utiče na putanju projektila direktno, i preko početne brzine.

Tablica gađanja predstavlja osnovni dokument o svim tehničkim performansama koga čini:

- oruđe-oružje ili lanser (u daljem tekstu - oruđe) i
- odgovarajuća municija ili raketa (u daljem tekstu - municija).

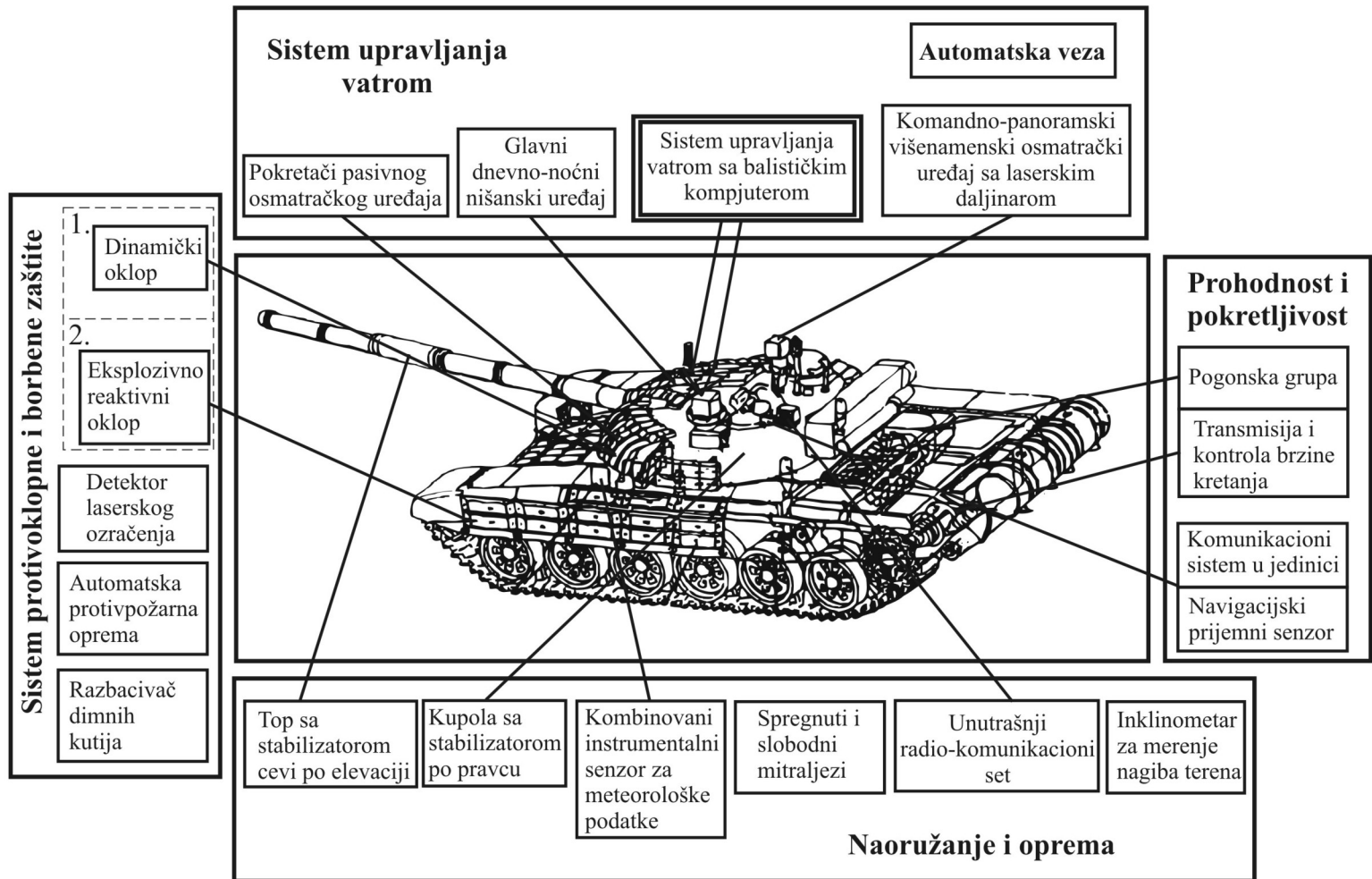
Tablice gađanja sastoje se od dva dela.

Prvi deo čine svi relevantni tehnički podaci o oruđu, nišanskoj spravi i municiji (posebno o označavanju i pakovanju), kao i specifičnosti pri rukovanju oruđem, a posebno municijom.

Drugi deo sadrži više različitih tablica, koje daju sve potrebne podatke za određivanje elemenata gađanja, tako da projektil može da pogodi željeni cilj i u trenutnim meteorološkim uslovima, uz uzimanje u obzir nagiba oruđa, mase projektila, temperature baruta ili raketnog goriva, veličine totalnog impulsa raketnog motora, mesnog ugla, itd. Tablice su urađene tako da važe u meteorološkim uslovima propisanim za ARTILJERIJSKU NORMALNU ATMOSFERU (ANA), a koji se zovu i **tablični meteorološki uslovi**.

U tablicama gađanja dat je DOMET i odgovarajući TABLIČNI UGAO. Sabiranjem TABLIČNOG UGLA i izmerenog MESNOG UGLA sa POPRAVKOM MESNOG UGLA i ODSKOČNOG UGLA (datih u tablici gađanja), pri čemu treba voditi računa o znaku navedenih uglova, dobija se ELEVACIONI UGAO oruđa (E).

Osnovni sistemi i podsistemi na tenku



42 KINEMATSKI I BALISTIČKI MODELI NEPOSREDNOG GAĐANJA IZ TENKOVA

42.1. Tipovi i karakteristike gađanja u neposrednoj borbi oklopnih vozila

Gađanje iz tenkovskog topa sa automatskim sistemom upravljanja vatrom koji podrazumeva automatizovano osmatranje i praćenje ciljeva, kao i zauzimanje elemenata i pripremu vatre, karakteristično je kod upotrebe tenkova na tzv. brisanom dometu. Ovaj termin iz teorije gađanja, kao i drugi pojmovi iz taktike upotrebe oklopnih borbenih vozila, kao što su gađanje zaklonjenog (mrtvog) prostora, gađanje brisanog prostora sa zadnjim i prednjim nagibom, gađanje brisanog prostora za slučaj vatrenog položaja iznad cilja, itd., predstavljaju, u stvari, pojmove kod kojih se može smatrati da je putanja sa malim tabličnim uglovima elevacije. Brisani prostor na horizontalnom dometu po definiciji daje tzv. brisani domet (lit.[1]), koji se definiše tablicama gađanja u odnosu na veličinu cilja. **Visina cilja projektovana u ravan gađanja ne sme biti veća od temena putanje.** Po definiciji, takav prostor je "brisani", a domet na kome je zadovoljen takav uslov je "brisani" domet. Mehanika, **neposrednog sukoba**, tenkova u susretu sa oklopnim borbenim vozilima i drugim pokretnim ciljevima, jedan je od najvažnijih zadataka SUV-a, koji se rešava automatskim sistemom na tenku. Greške gađanja i zauzimanja elemenata i njihovi odnosi rezultat su teorije gađanja i teorije popravki, koje predstavljaju deo profesionalnog taktičkog zadatka. Ovde će biti objašnjeno koji elementi, **mehanike susreta projektila i cilja**, mogu biti korigovani automatizovanim delovanjem i spregom senzora i davača, servosistema i samog oruđa u pripremi elemenata gađanja i samom gađanju, kao specifičnost samohodnih oklopnih borbenih platformi (tenkova i ostalih).

Dakle, gađanje iz tenkovskog topa predstavlja poseban i specifičan tip zadatka balističkog neposrednog, ili poluposrednog gađanja, koji u sebi sadrži rešenja nekoliko različitih podzadataka, a koji se mogu svesti na geometrijsko-kinematske probleme, i to:

u horizontalnoj ravni (ravni azimuta),

u vertikalnoj ravni (ravni gađanja).

Pored ova dva osnovna problema za rešenje zadatka pripreme elemenata za gađanje, postoje i četiri neophodna pitanja koja moraju biti razrešena u toku kretanja i upravljanja vatrom u različitim uslovima okoline i to:

rešenje balističkog zadatka stabilizacije meznog ugla cilja (linije viziranja, odnosno nišanjenja) usled kretanja po neravnom terenu u toku praćenja cilja i automatskog zauzimanja i stabilizacije linije gađanja,

rešenje unutrašnjebalističkog zadatka u različitim temperaturnim uslovima okoline (početne brzine projektila),

rešenje balističkog zadatka u različitim visinskim (barometarskim) uslovima,

rešenje balističkog zadatka zaokretanja ravni gađanja u kosu ravan usled krivljenja ose kolevke ramena cevi na neravnom terenu.

Način **gađanja ciljeva iz tenkovskog oruđa** predstavlja uprošćeno klasično artiljerijsko balističko rešenje sa razantnim (položeni) putanjama i sa relativno malim uglovima elevacije. Ugao kursa cilja, kao i ostali elementi putanje, svode se na rešenje neposrednog ili poluposrednog gađanja na bazi podataka o cilju koje obično osmatra i zauzima sama kupola sa oruđem, ili je dobija dodatnim osmatranjem preko posrednika ili, pak, specijalnom opremom na kupoli, kao što je rečeno u objašnjenju slike 4.2.

Elementi gađanja koji se razmatraju su:

Korigovani tablični ugao θ_0 koji je funkcija od vremena leta projektila T [s], njegove početne brzine V_{0T} , balističkog koeficijenta otpora c , varijacije početne brzine ΔV_0 , spoljašnje temperature okoline τ_{OM} , spoljašnjeg pritiska h_{OM} , brzine vetra u pravcu merene daljine W_x , ali i od jednog parametra koji nije uobičajen u klasičnoj artiljeriji, već je na neki način karakteristika tenkova kao samohodnih artiljerijskih vatrenih jedinica, a to je ugaona brzina cevi oko ose ramena kulevke topa.

Osa ramena kulevke topa predstavlja osu vertikalne stabilizacije cevi i nakon svakog kretanja tenka i njegovog zaustavljanja stabilizator cevi (vertikalni), uspostavi dopunski ugao, neophodan, do željenog ugla elevacije. Tenk to realizuje automatski, ugaonom brzinom zaokretanja cevi u vertikalnoj ravni ω_{cy} . Nakon toga vrši se opaljenje projektila. Zbog ovakvog postupka ugaona brzina cevi ω_{cy} , ima svoj uticaj ne samo na izbor ugla elevacije, već i na dinamičku komponentu brzine koja se ovim postupkom prenosi na projektil. U tome se tenkovski top razlikuje od klasičnog. Zbog toga se obično predlaže da se gađanje vrši iz zastoja, a ne stvarnog mirovanja, jer se upravo, u toku kratkog zastoja, može poništiti ovaj uticaj na stabilizaciju cevi u vertikalnoj ravni.

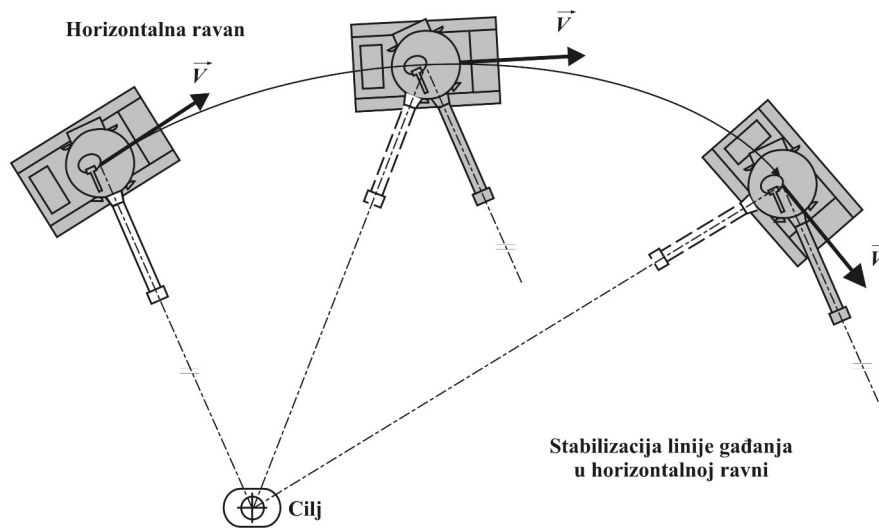
Parametri τ_{OM} i h_{OM} , odnosno okolna temperatura vazduha i okolni barometarski pritisak mere se meteo balističkim senzorom, kao i brzina vetra W_x , i predstavljaju originalne parametre u borbenoj okolini tenka. Uticajni parametri na cilju smatraju se jednaki onima koji su izmereni na tenku. Početne brzine i vremena leta projektila su karakteristični tablični podaci koji zavise od tipa municije kao i od balističkih koeficijenata, koji definišu balistička odstupanja početne brzine.

Ugao po pravcu (azimutu), meren u horizontalnoj ravni, predstavlja relativni ugao praćenja i obeležava se ne sa A_ZG već sa ψ . U opštem slučaju, kada je gađanje

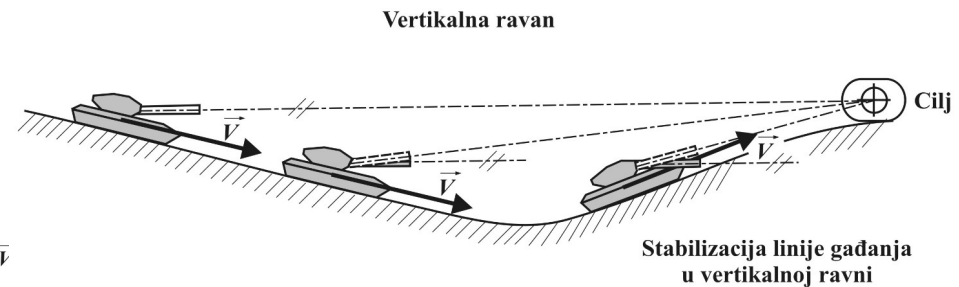
neposredno i kada se gađa nepokretni cilj iz mirovanja, on je jednak tzv. tabličnom uglu

Horizontalna i vertikalna stabilizacija cevi

Stabilizatori artiljerijskih oruđa (topova) tenkova su sistemi za automatsko održavanje oruđa u određenom (komandovanom) pravcu radi povećanja preciznosti gađanja za vreme kretanja.



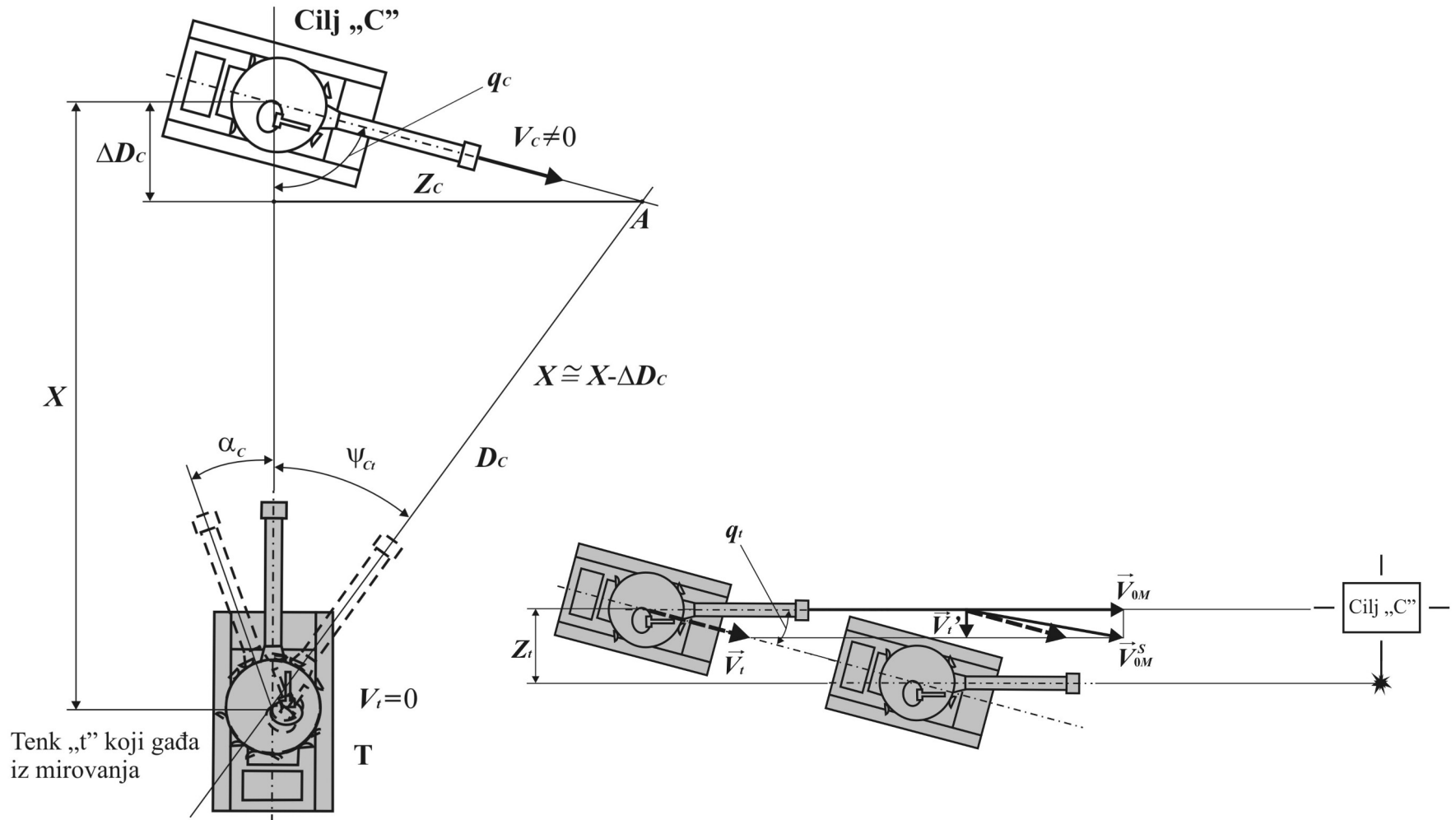
Stabilizatori kupole (horizontalni stabilizatori) navode i stabilizuju kupolu tenka zajedno s oruđem, mitraljezom, i posadom, u kupoli tenka.



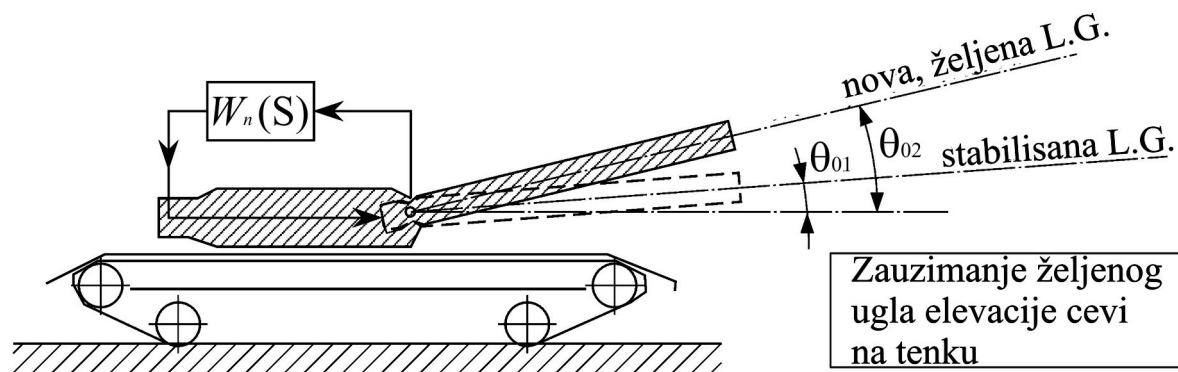
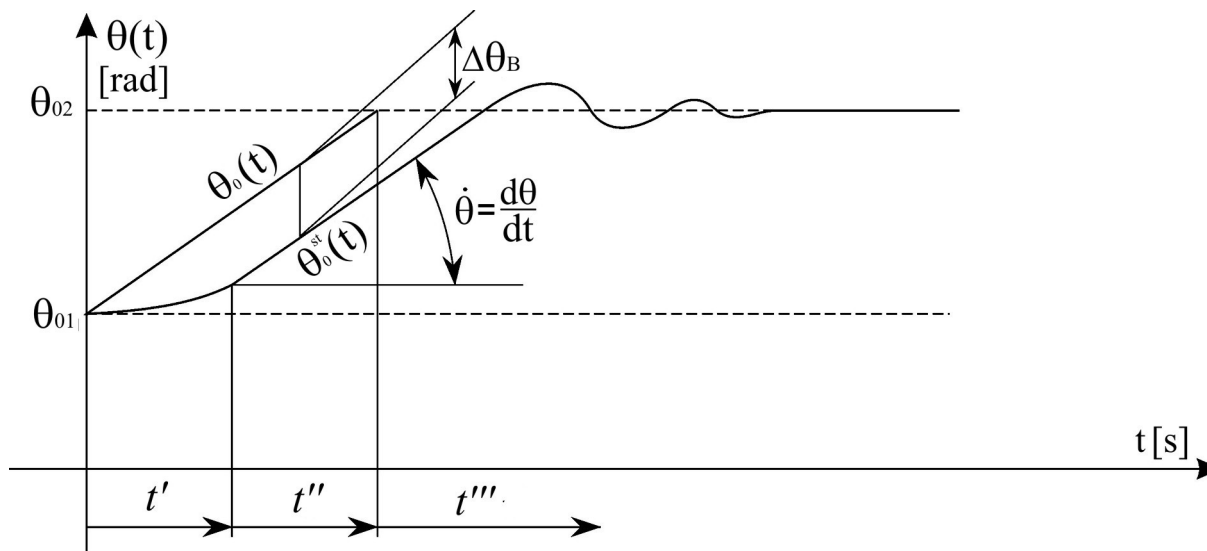
Stabilizatori oruđa ili cevi omogućavaju navođenje i stabilizaciju oruđa, spregnutog mitraljeza i optičkog nišana u vertikalnoj ravni, pa se često nazivaju i vertikalni stabilizatori

Problem kretanja pri tenkovskom gađanju

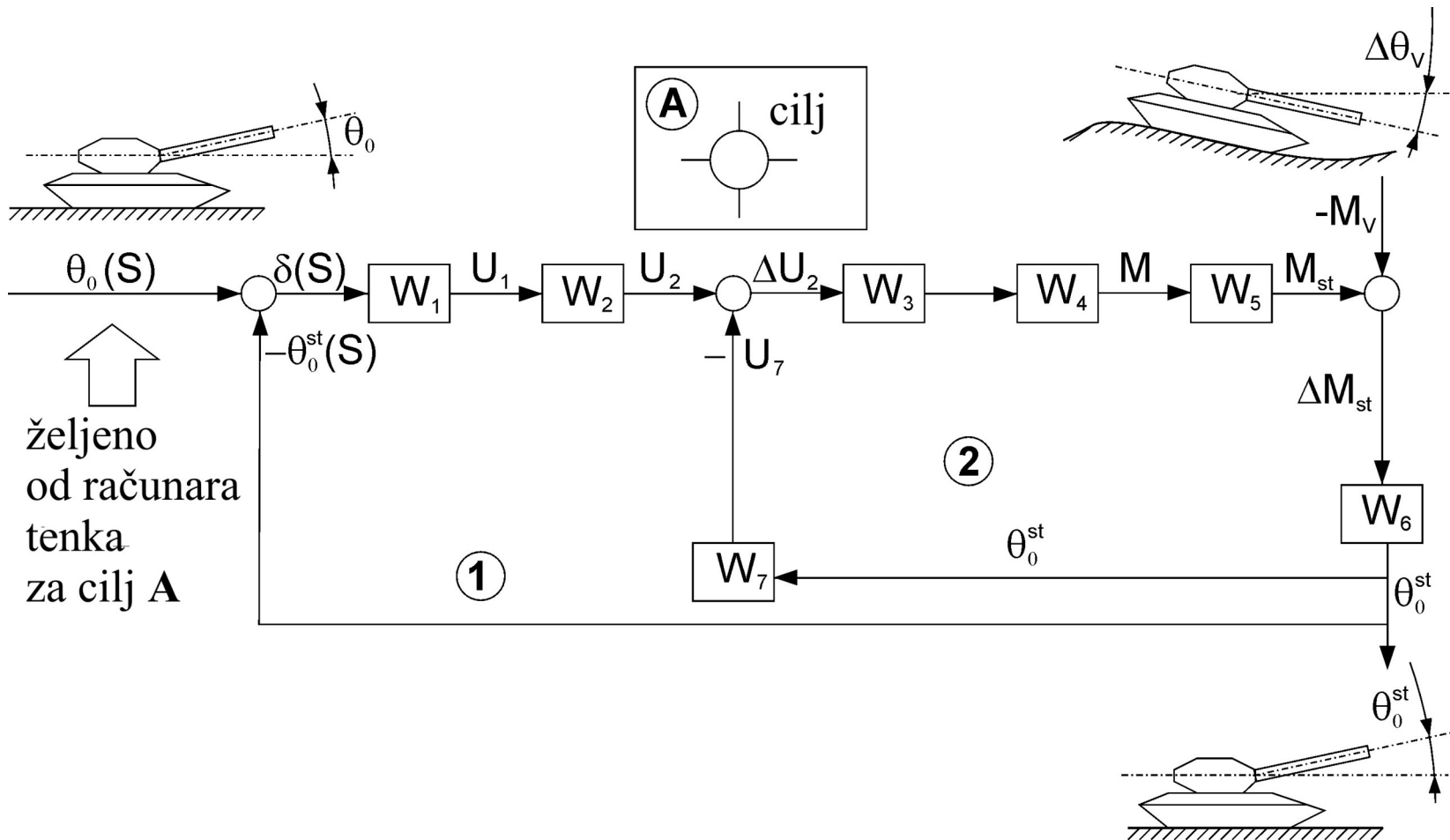
Gađani tenk → kao pokretni cilj



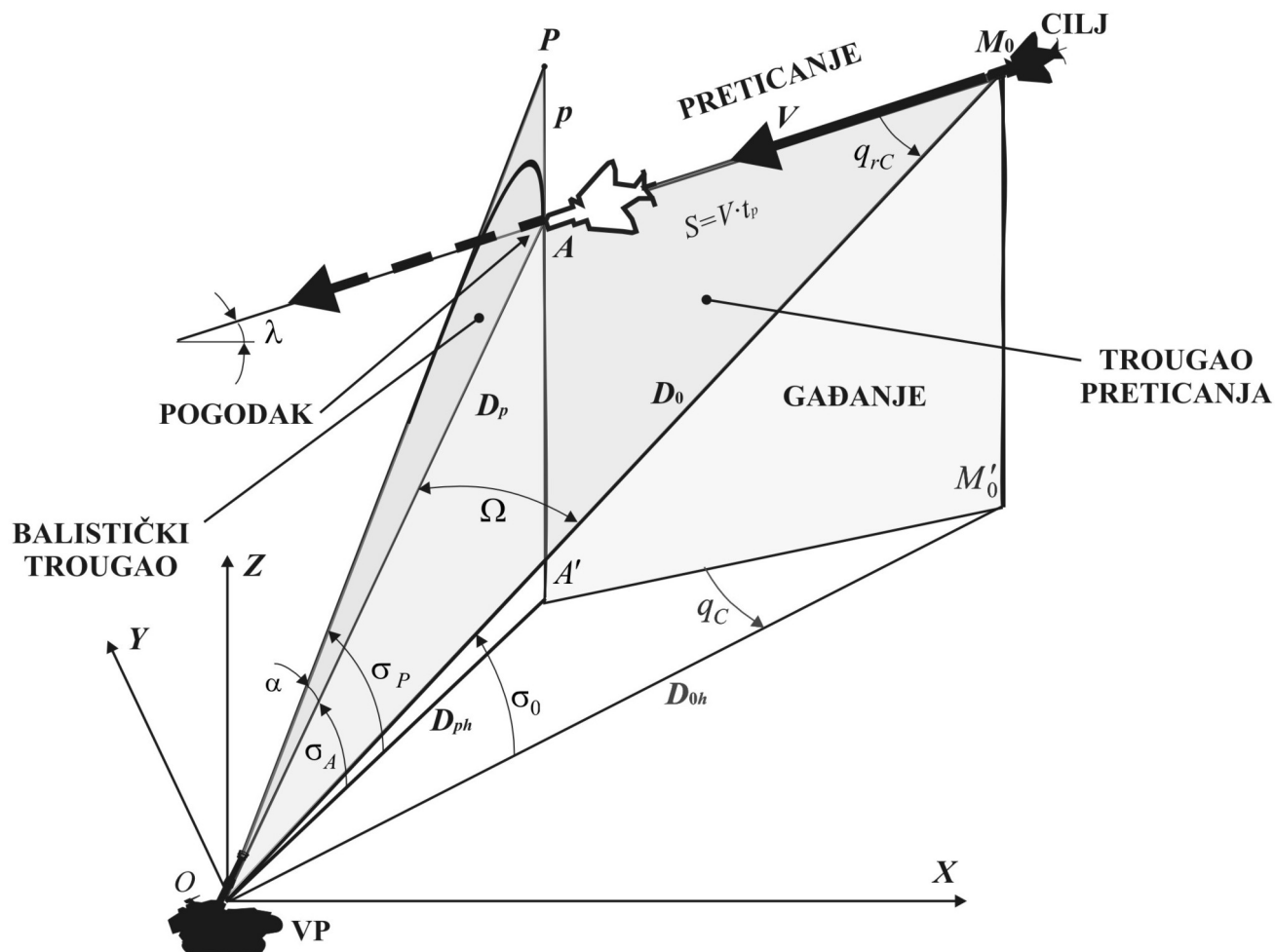
Dinamika zauzimanja ugla tenkovske cevi



Automatski blok dijagram za obe petlje upravljanja tenkovskom cevi



Osnova nevođene PVO



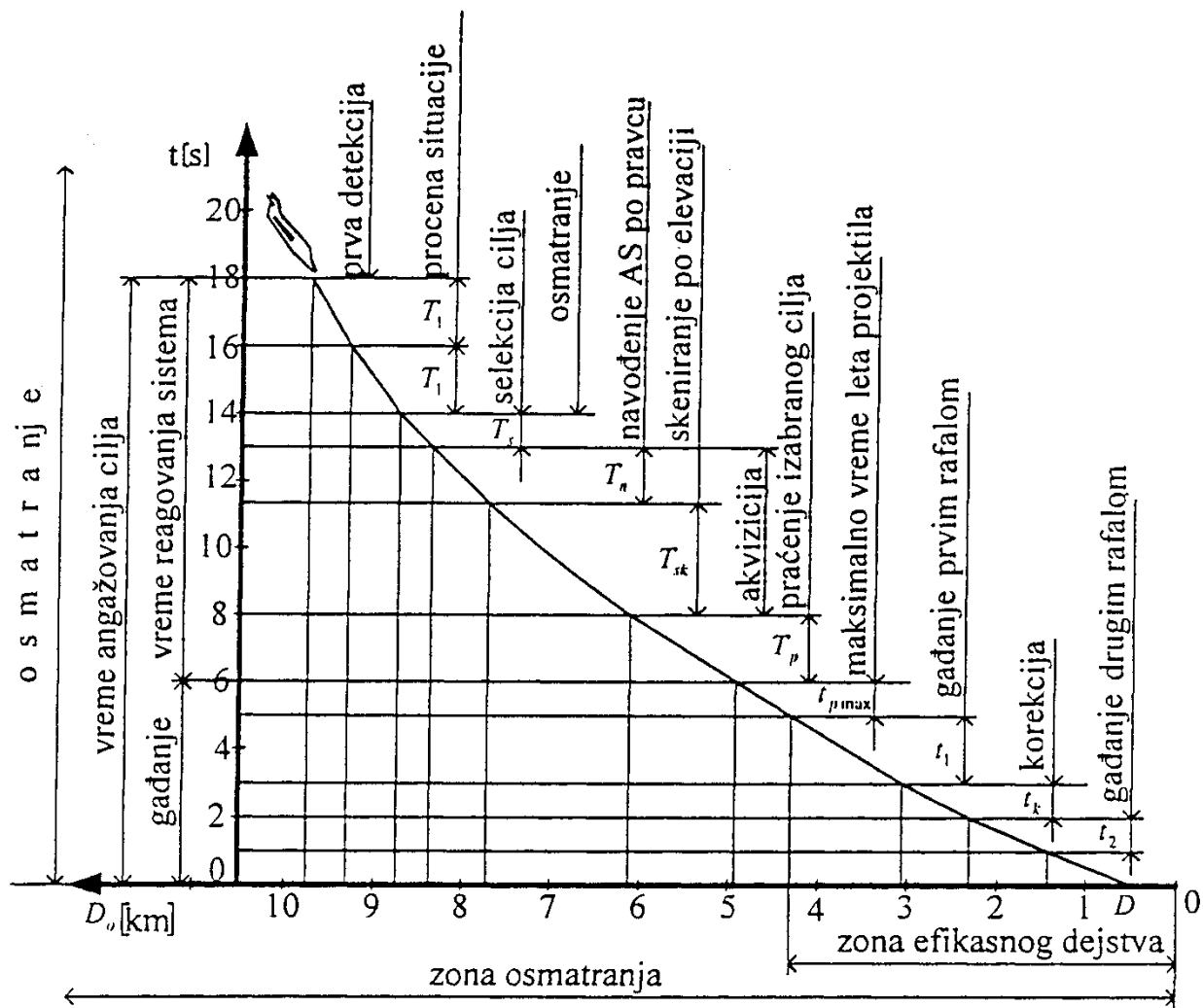
Određivanje elemenata preticanja pri gađanju cilja PA topom može se realizovati bilo u fiksnom pravouglom koordinatnom sistemu vezanom za vatreni položaj bilo u krovnoj ravni definisanoj putanjom cilja i stajnom tačkom oruđa, odnosno vatrenim položajem VP. Izbor uslova u kome će se vršiti određivanje elemenata preticanja, zavisi od konstrukcionog rešenja elemenata za upravljanje vatrom, odnosno od toga da li je primenjena nišanska sprava, neki uređaj za upravljanje vatrom, ili ceo sistem za upravljanje vatrom (SUV) integrisan sa drugim oruđima.

Principijelno, rešavanje zadatka preticanja svodi se na određivanje elemenata trougla preticanja i balističkog trougla. Tačka susreta projektila i cilja je tačka A, (slika 5.7.).

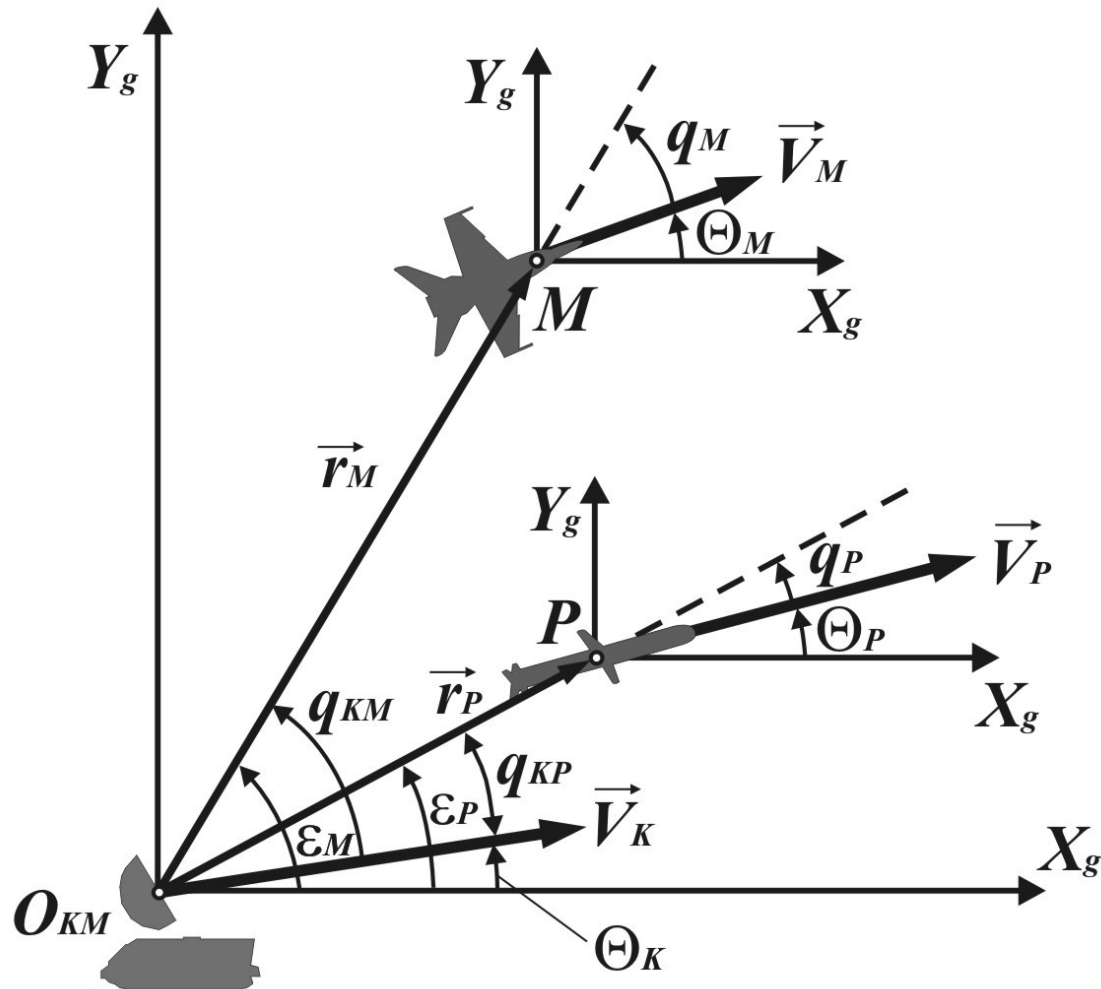
Balistički trougao OAP (slika 5.7.), je definisan, kao i u prethodnim poglavljima, presekom linija i to: linije gađanja, koja je određena osom cevi oruđa, i linije nadvišavanja, koja je uvek vertikalna i predstavlja liniju pada projektila usled uticaja gravitacione sile, i linijom dometa na kojoj je definisana tačka preticanja A u odnosu na vatreni položaj VP (tačku O). Ravan u kojoj se on nalazi je ravan gađanja.

Trougao preticanja OAM₀, (slika 5.7.) definisan je na sledeći način: linijom dometa, linijom kretanja cilja (linearno preticanje) i daljinom položaja cilja u momentu gađanja.

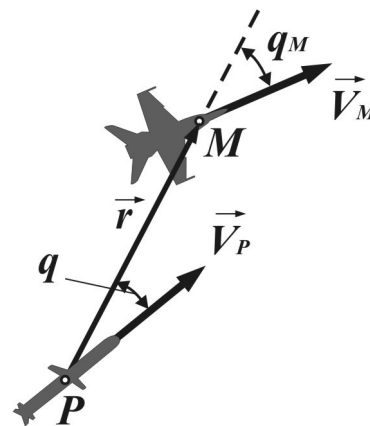
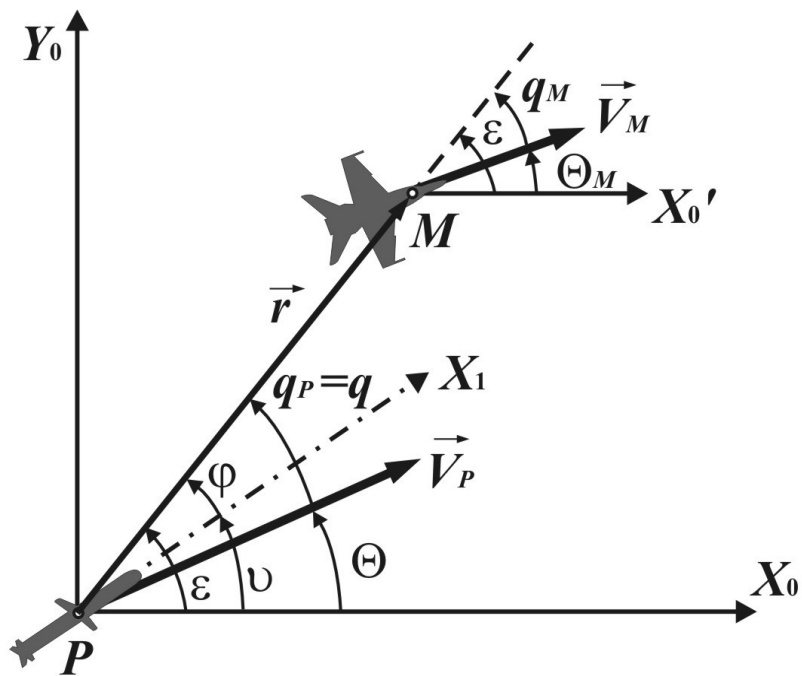
Periodi u dejstvu artiljerije PVO



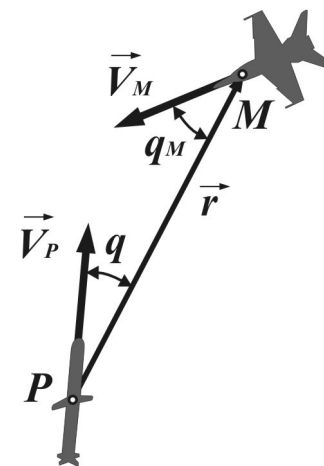
Osnovni model komandno vođene rakete (metoda 3 tačke)



Osnovni model samonavođene rakete (metoda 2 tačke)

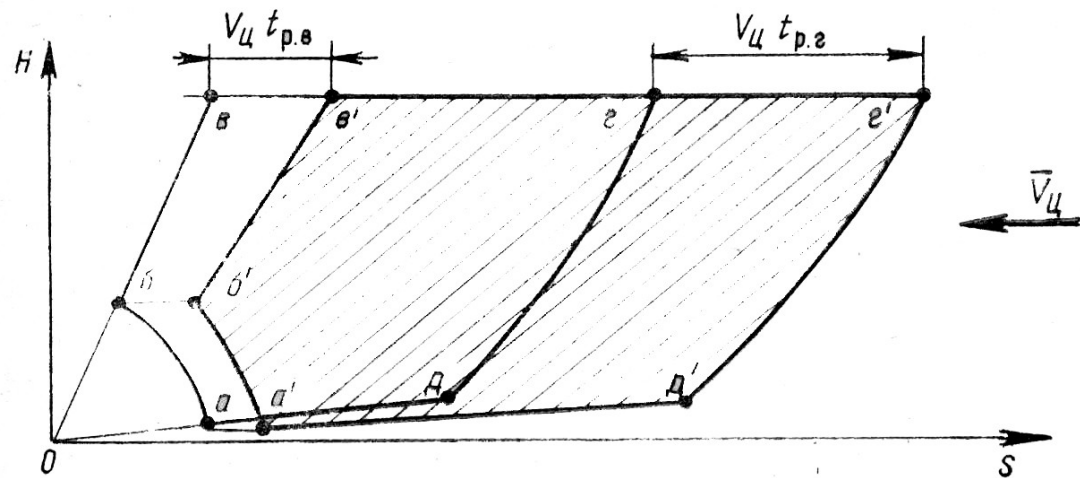
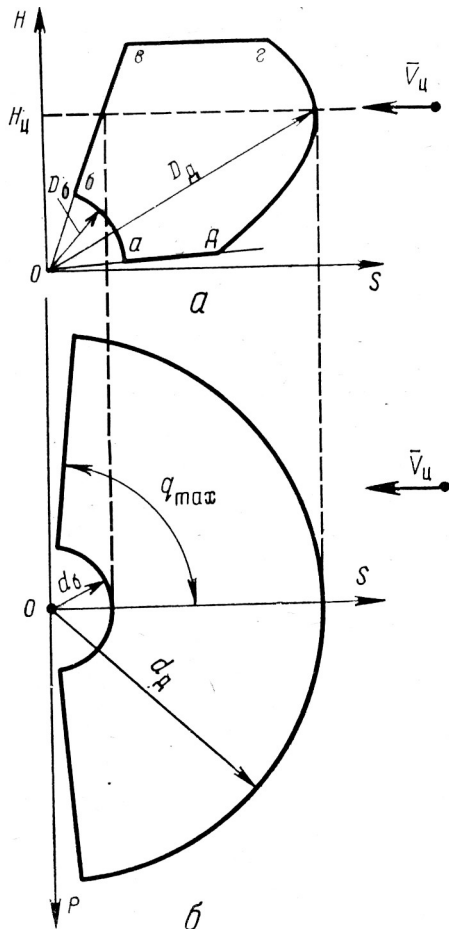


a) Približavanje u odlasku cilja projektilu



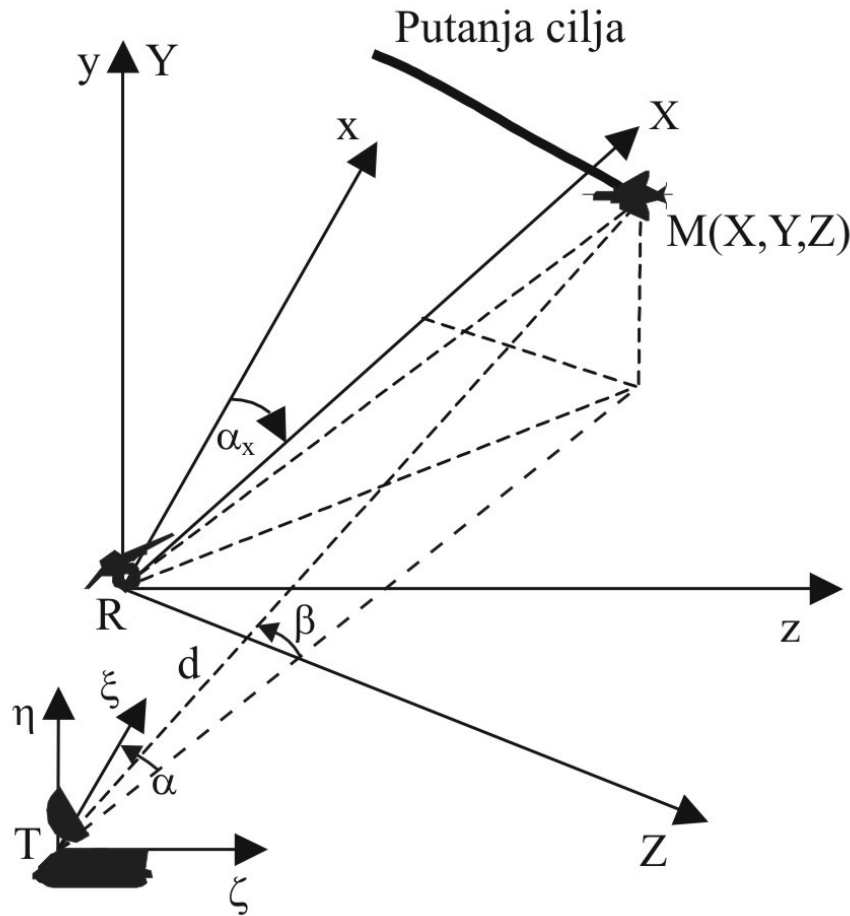
b) Približavanje u susret cilja projektilu

Statički i dinamički dometi



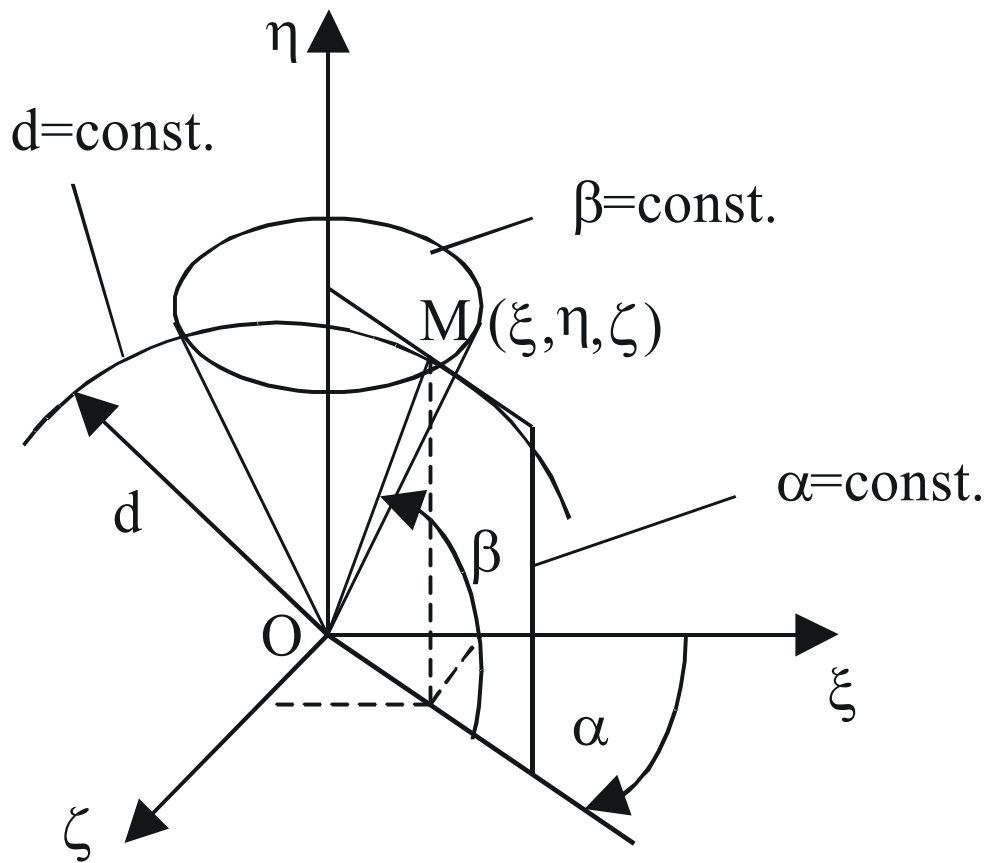
prikazane su šeme zona presretanja i zona otkrivanja u horizontalnoj i vertikalnoj ravni koje pod zaštitom može da održava jedno oruđe sa sistemom za osmatranje, praćenje i navođenje gađanja ili navođenje gađanja i projektila.

Određivanje pozicije cilja



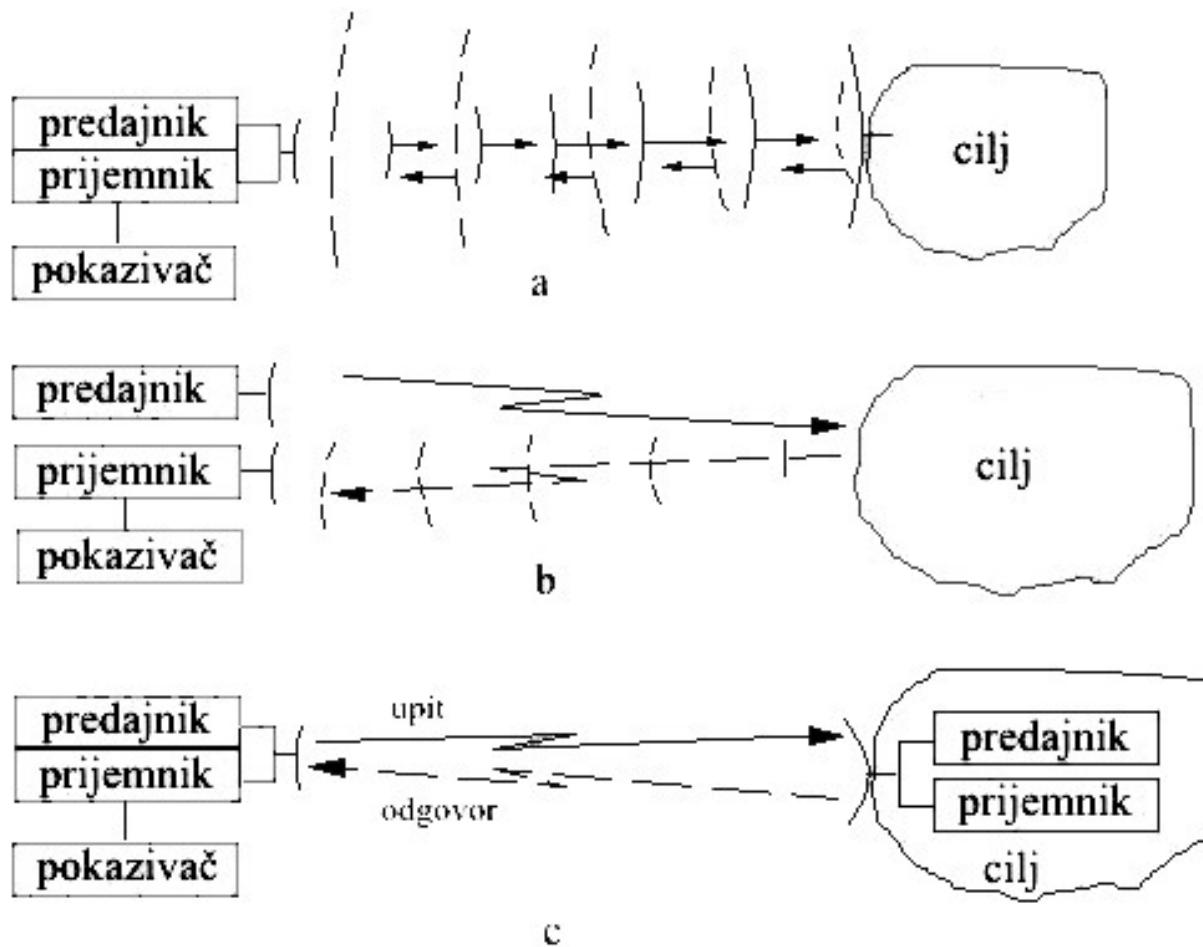
Određivanje pozicije cilja, kao što je već navedeno, sastoji se u merenju njegovih sfernih koordinata (daljine, azimuta i elevacije) u toku praćenja nišanskim radarom ili optoelektronskim nišanskim uređajem sa laserskim daljinomerom i njihovom transformacijom u koordinatni sistem vezan za oruđe. Na osnovu izmerenih sfernih koordinata (slika 6.3) tražene tačke $M(d, \alpha, \beta)$ određuju se njene pravougle koordinate u geodetskom koordinatnom sistemu $T\xi\eta\zeta$:

Tačnost metode merenja



Tačnost merenja sfernih koordinata. Pod greškom položaja podrazumeva se najkraće rastojanje između stvarnih i izmerenih površina položaja, tj. rastojanje Δn izmereno po normali na površini na koju je postavljena tangenta ravan u merenoj tački. Površina tangentne ravni je određena prirodnom merenom parametrom, kao na primer za $d = \text{const.}$ je sfera na kojoj se nalazi cilj.

Metode detekcije cilja



Metode detekcije cilja

a - **Aktivna radiolokacija** (Slika 9.1.a) koristi za otkrivanje cilja reflektovane signale od osvetljenog objekta. Aktivni radiolokacioni uređaj, preko svog antenskog predajnika, zrači "osvetjavajući signal", prema cilju. Refleksija talasa sa osvetljenog cilja vrši se u svim pravcima, ali ne istim intenzitetom. Dio reflektovanog signala prima prijemnik aktivnog uređaja u kojem se vrši obrada i prikaz signala. Kod aktivne radiolokacije osvetljavanje i prijem vrše se uvek iz istog pravca.

b - **Poluaktivna radiolokacija** (Slika 9.1.b) koristi za otkrivanje cilja reflektovane signale od njegovog osvetljavanja predajnikom, koji se ne nalazi na istom mestu (položaju) kao prijemnik.

Oba principa suštinski su jednaka, s tom razlikom da se kod poluaktivne radiolokacije koristi jedan predajni osvetjavajući signal, a reflektovani signal se prima od više prijemnika, već zavisno od njihove svrhe i položaja.

Pasivna radiolokacija (Slika 9.2.) ne koristi predajni osvetjavajući signal već koristi sopstveno elektromagnetsko zračenje cilja. Pri tome elektromagnetska zračenja cilja mogu biti ili posledica funkcije, npr. radar, ili nesavršenosti elektronskih uređaja na cilju, ili posledica temperaturnog stanja cilja.

Metode detekcije cilja

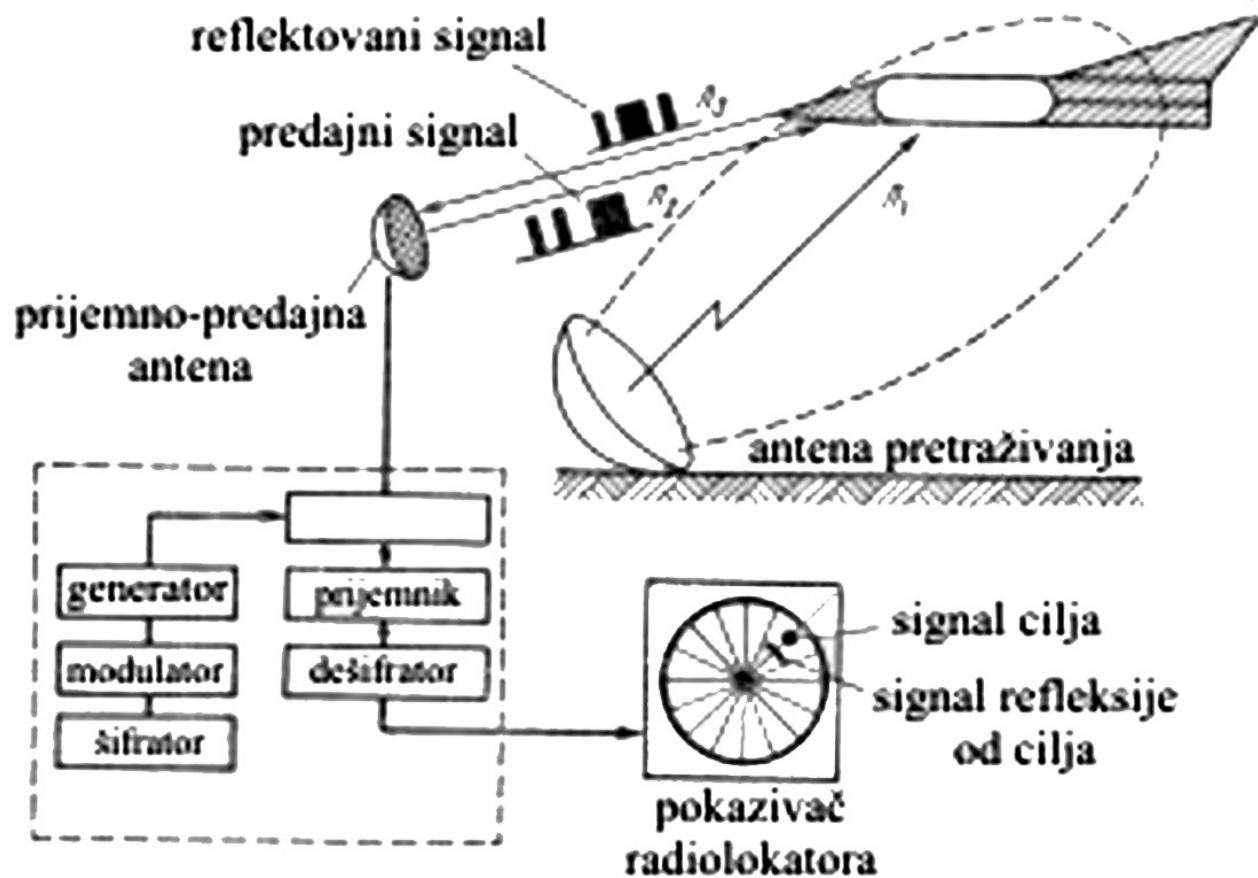


U prvom slučaju, pasivni radiolokatori su specijalizovani prijemnici sa usmerenim antenskim sistemom i pogodnim pretvaračem, obično u frekventnom području elektromagnetskog zračenja uređaja na cilju.

U drugom slučaju, elektromagnetna zračenja cilja su posledica toplotnog stanja cilja, pa su uređaji poznati kao IC senzori.

Televizijska (TV) kamera je senzor koji koristi svetlosno zračenje objekta cilja. Može se koristiti kao pomoćni senzor, jer omogućuje dobru vizuelizaciju cilja.

Radarska detekcija



Kod svih vrsta radiolokacija, nosilac informacije o cilju je reflektovani signal od cilja, bez obzira na način njegovog postanka (kao posledica osvetljavanja cilja predajnim signalom ili zbog sopstvenog zračenja objekta), (slika 9.3.).

Direktno od reflektovanog signala dobijaju se o cilju sledeće informacije:

- koordinate položaja cilja u prostoru,
- dimenzije i oblik i
- fizička svojstva.

Naknadnom obradom signala, pomoću više sukcesivnih podataka, moguće je:

- izdvojiti pokretne od nepokretnih ciljeva,
- odrediti brzinu i ubrzanje kod pokretnih ciljeva i
- odrediti trajektoriju.

Određivanje koordinata cilja bazira na određivanju parametara reflektovanog signala - nosioca informacije o cilju. Pri tome se koriste sledeće osobine elektromagnetskih talasa:

1. brzina prostiranja elektromagnetskih talasa u slobodnom prostoru $c = 3 \cdot 10^8$ [m/s] je uvek jednaka i može se smatrati konstantnom. Tačna brzina elektromagnetnog talasa u vakuumu je,

2. prostiranje elektromagnetskih talasa vrši se po pravoj liniji, samo se u izuzetnim slučajevima uzimaju u obzir odgovarajuća zakrivljenja linije prostiranja;

3. frekvencija prijemnog radarskog signala razlikuje se od frekvencije predajnog signala, ako se cilj kreće u odnosu na radar; ta pojava je poznata u fizici kao "Doplerov efekat".

Osnovni princip merenja daljine radarom

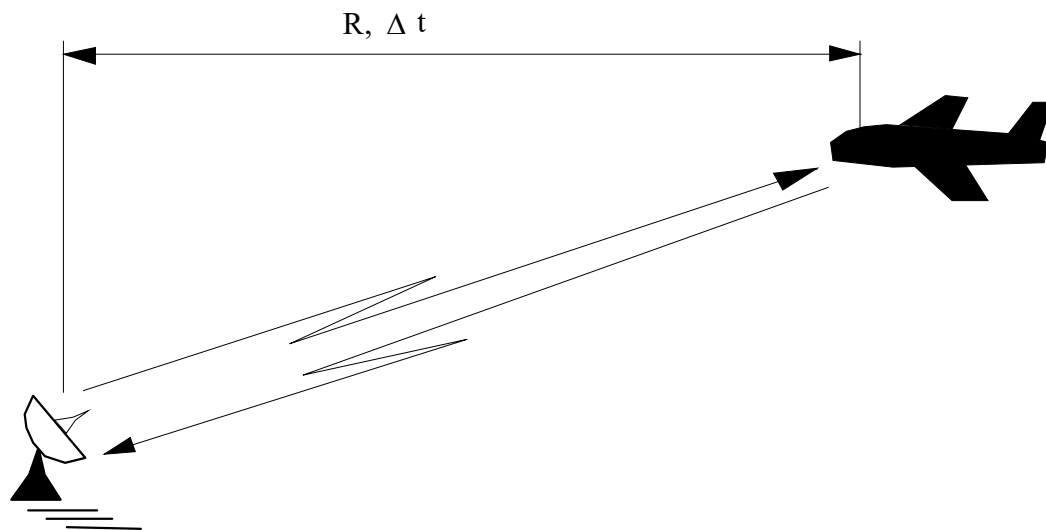
Određivanje daljine

Kod impulsnih i impulsno-doplerovih radarskih uređaja daljina se određuje na osnovu preciznog merenja vremena, koje je potrebno elektromagnetnom impulsu da pređe put od radara do cilja i nazad, (slika 9.4.).

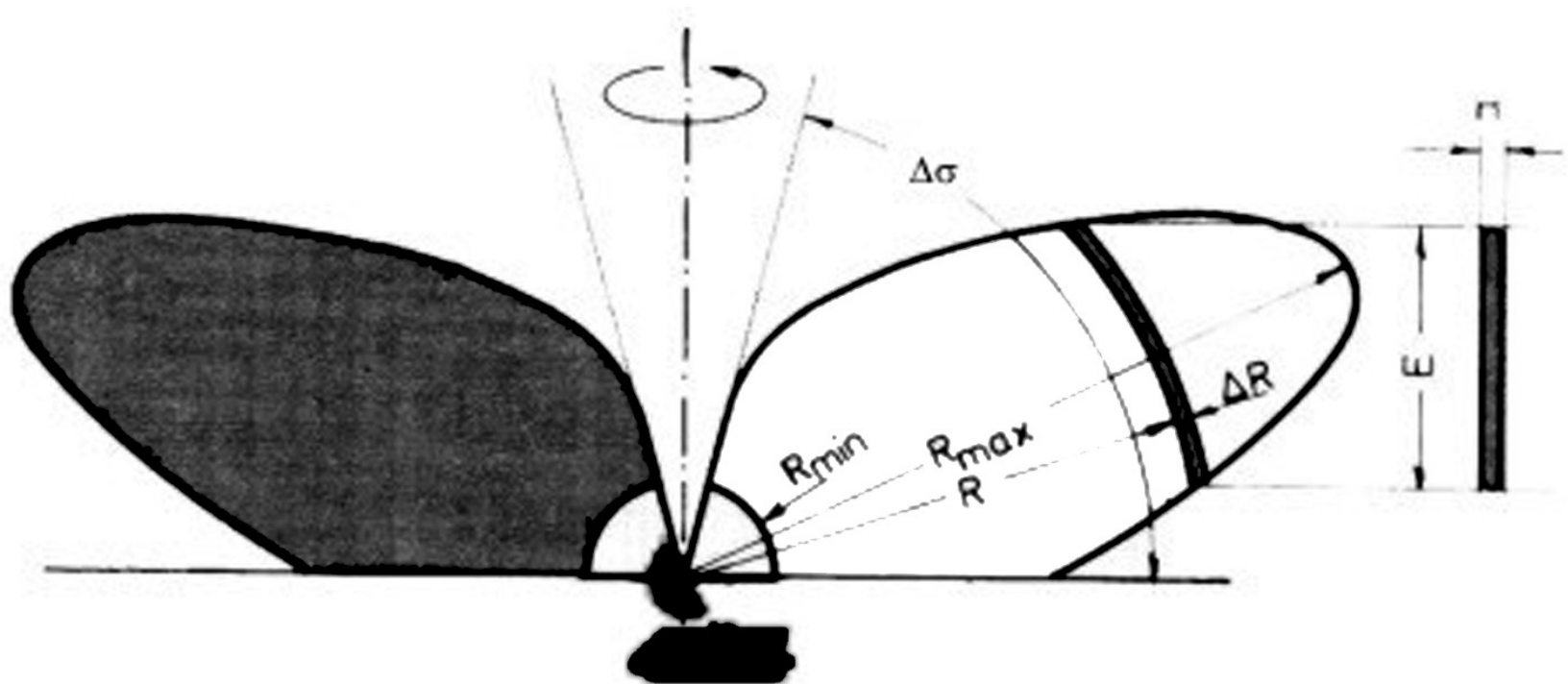
Vreme potrebno da elektromagnetni talas pređe daljinu R , (slika 9.4.), i da se vrati do prijemnika, može se dati izrazom:

$$\Delta t \cong \frac{2R}{c}$$

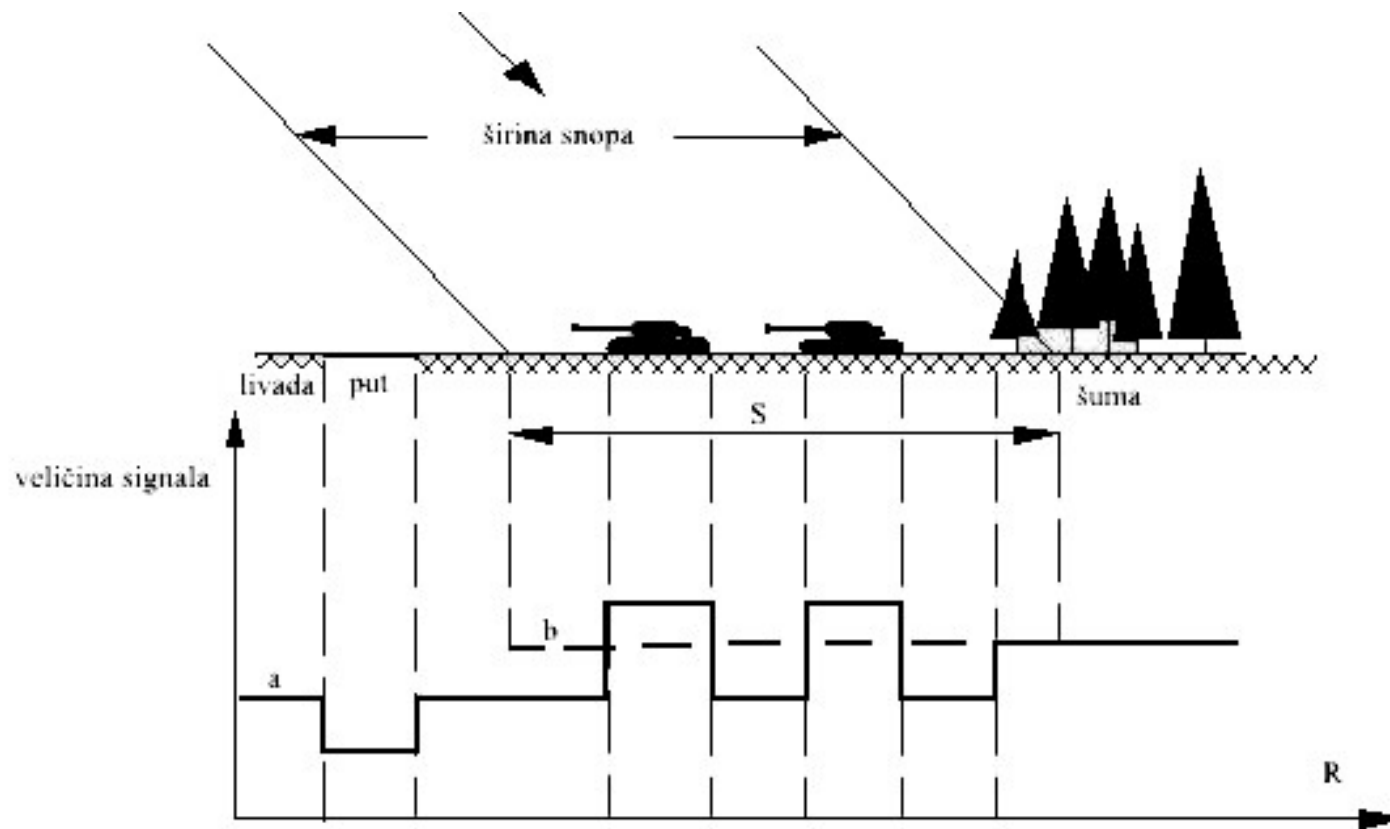
$$R = \frac{\Delta t \cdot c}{2}$$



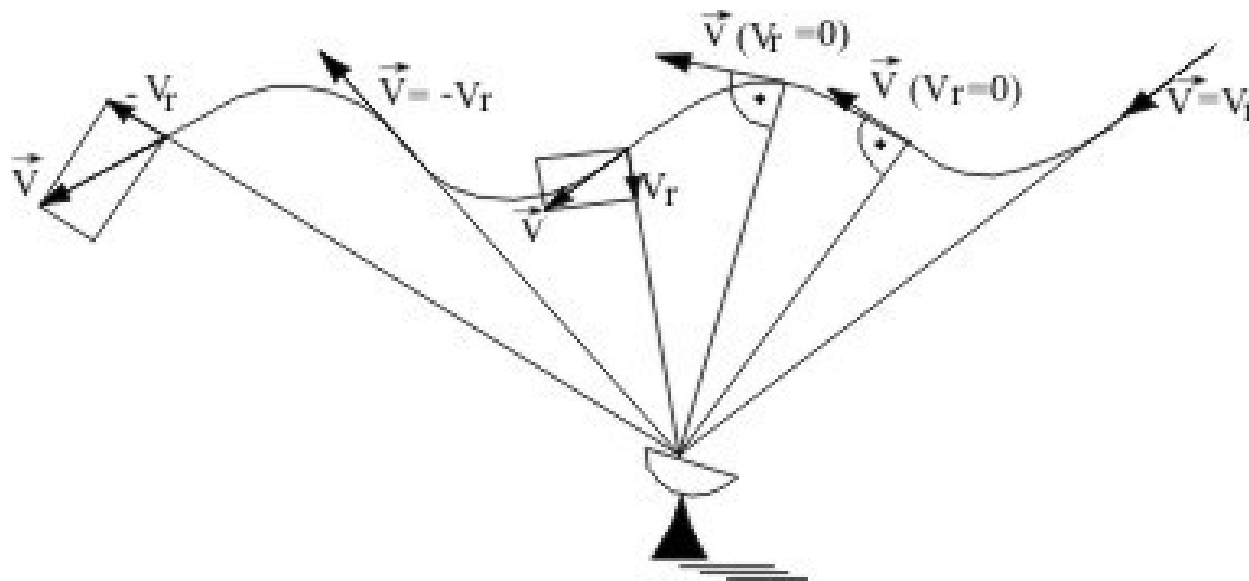
Ograničenje radarske detekcije



Nivo detekcije ciljeva



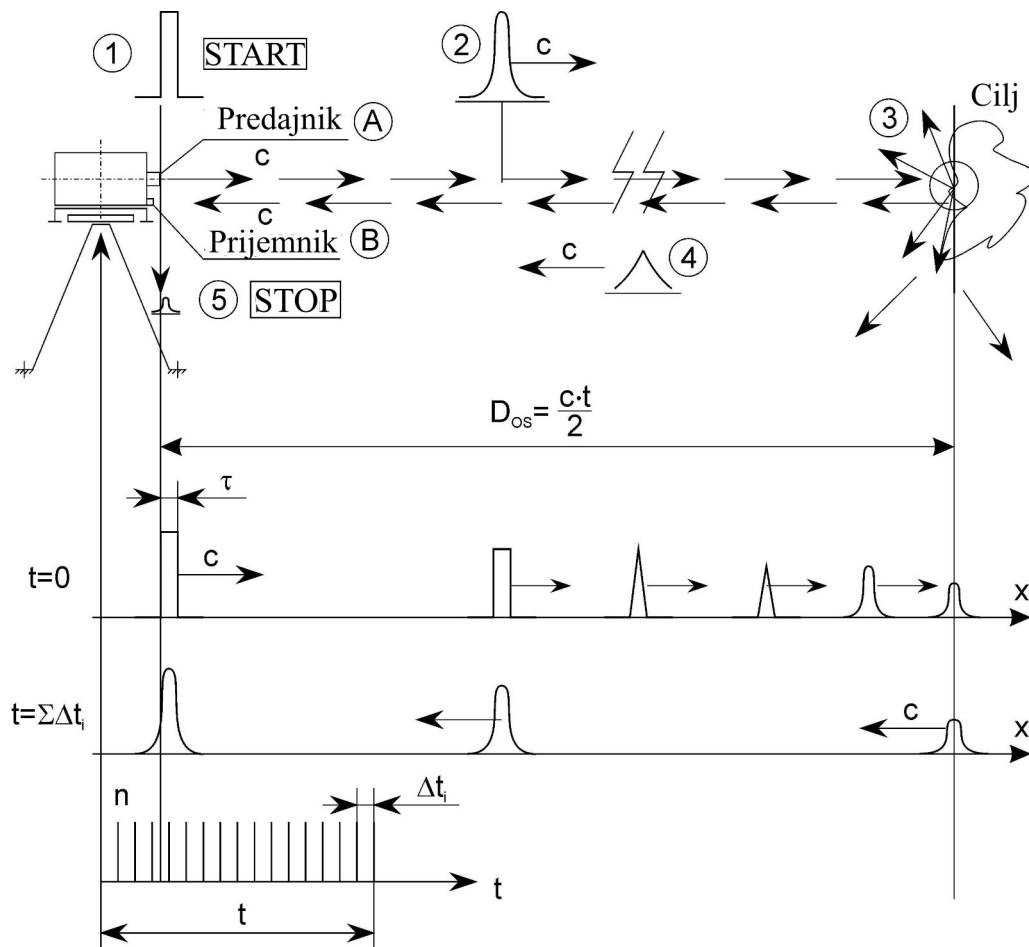
Doplerov efekat



Određivanje radijalne komponente brzine cilja (V_r) u odnosu na radar zasniva se na Doplerovom efektu.

Radijalna komponenta brzine je komponenta brzine osmatranog objekta u pravcu radarskog uređaja. Ona je na svakoj tački trajektorije druge veličine i predznaka, zavisi od oblika trajektorije i brzine kretanja cilja (slika 9.22).

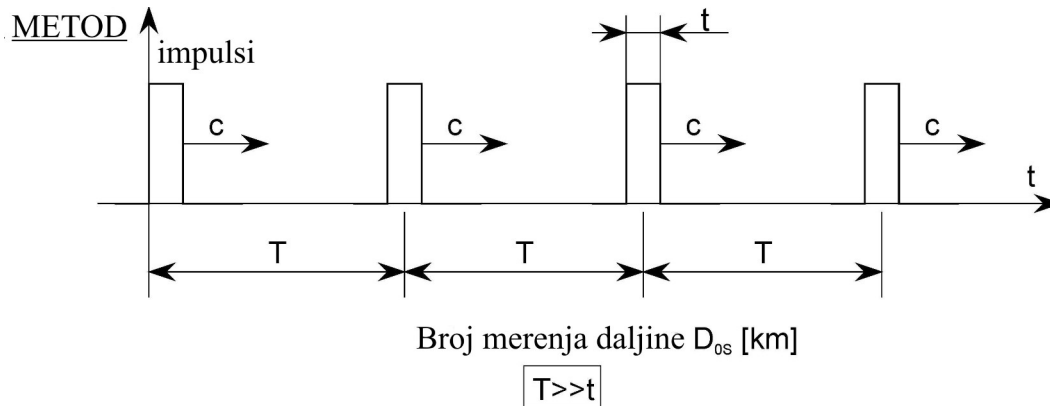
Osnovni princip laserske detekcije



Osnovni princip laserske detekcije

Laserski daljinomer je uređaj za merenje daljine cilja, čiji je glavi senzor laser. Drugi senzor koji mora da sadrži laserski daljinomer je detektor laserskog zračenja. Laser je optoelektronski sklop koji funkcioniše na principu korišćenja stimulisane emisije infracrvene, monohromatske, koherentne, radijacije optičkog signala. Laser, dakle, emituje impulsno modulisan zrak. Cilj reflektuje lasersko zračenje, a prijemnik laserskog daljinomera detektuje reflektovano zračenje. Merenjem vremena između emitovanja i prijema laserskog impulsa određuje se daljina cilja. Uobičajene talasne dužine laserskog zračenja su $1.06 \mu\text{m}$ ili $1.54 \mu\text{m}$ (zračenje bezbedno za oko). Čista atmosfera relativno slabo apsorbuje zrake navedenih talasnih dužina, ali oblaci i kišne kapi ih lako reflektuju. Praćenje trajektorije cilja i njena rekonstrukcija zahteva da se merenje daljine laserom obavlja sa učestanosti ma od najmanje 20 Hz, tj. 20 impulsa u sekundi, za ciljeve koji se kreću velikim brzinama i ostrim manevrima. Teoretski, laser obezbeđuje preciznije merenje daljine od nišanskog radara. Princip rada laserskog daljinomera i zračenje monimpulsnog signala, prikazanog na vremenskoj osi, dato je na slici 9.37., poslednji dijagram, kao "širina" laserskog impulsnog signala na vremenskoj osi τ [s].

Osnovni princip laserske detekcije



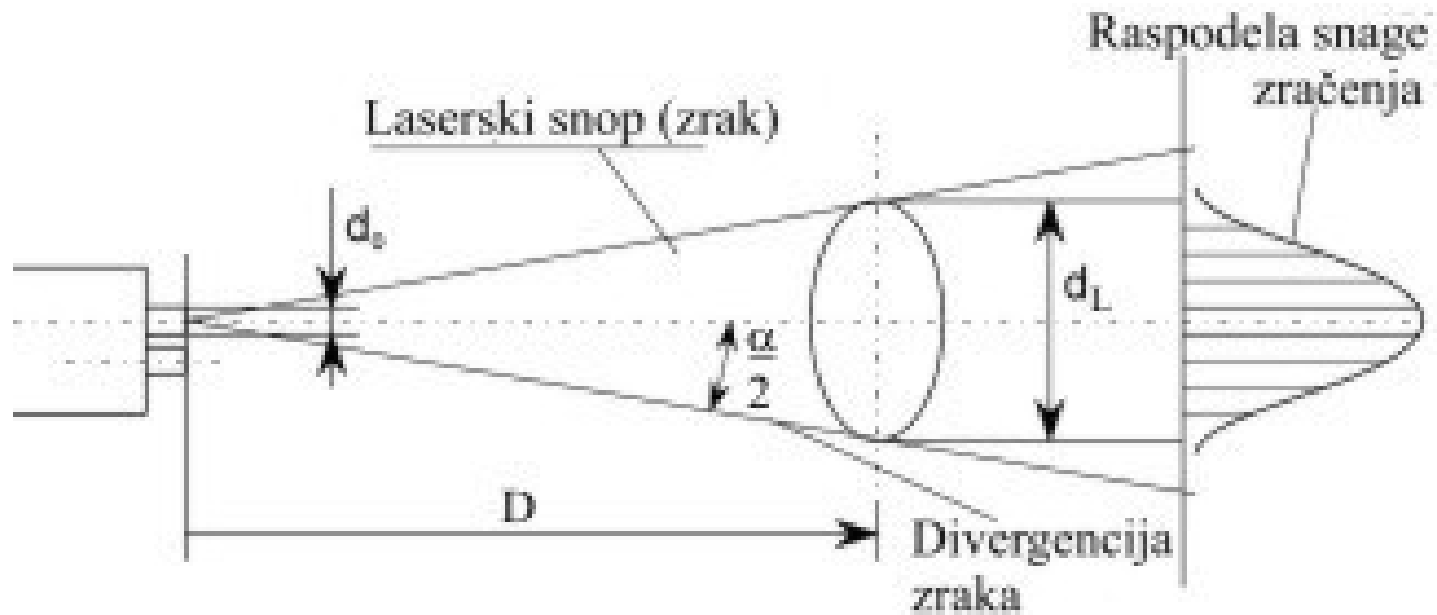
$$D_{os} = \frac{c \cdot t}{2}$$

$$\Delta D_{os} = c \cdot \frac{\Delta t}{2}$$

daljina osmatrača do cilja

greška merenja

Divergencija laserskog zraka



$$\frac{\alpha}{2} = \lim \frac{d_z}{2D} = \frac{2\lambda}{\pi d_0}$$

GPS uvod

GPS - Globalni Pozicioni Sistem (Global Positioning System) je sistem za pozicioniranje objekata na terenu, u bilo kojoj tački Zemljine kugle, pomoću satelitskog sistema.

Sastoji se iz tri segmenta:

primarnog vasionkog, koga čine 24 (48) satelita;

kontrolnog segmenta, koji upravlja i prati kretanje satelita;

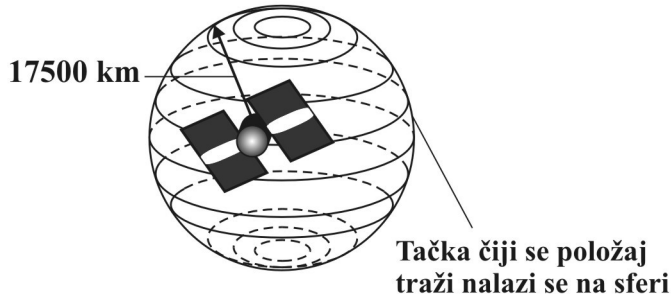
korisničkog segmenta.

GPS i GLONASS sateliti (američki i ruski sistemi) pokrivaju celu Zemljinu kuglu i rade nezavisno jedan od drugog. Merenjem dužina do satelita moguće je odrediti položaj bilo koje tačke na Zemlji sa tačnošću od nekoliko desetina metara do samo nekoliko milimetara.

GPS i GLONASS signali su besplatni, ukoliko se raspolože odgovarajućim prijemnikom. Njihova primena, teorijski, nema ograničenja. Mogu ih koristiti pojedinci, ručno, ili vozila, kao sistem za navigaciju, zatim, brodovi i avioni, ili vođena municija velikog i malog kalibra. Koriste se za merenja u geodeziji, rudarstvu, geologiji, građevini i brojnim drugim strukama. Vojna primena GPS-a najčešća je na raketnoj municiji i drugom naoružanju i platformama oruđa i senzora svih vrsta.

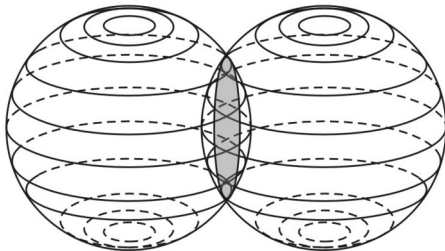
SLIKA 10.1. MODEL SISTEMA GPS

GPS princip

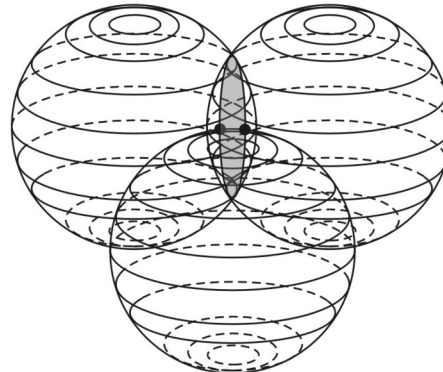


Ako se zatim opiše i sfera oko drugog satelita, položaj tražene tačke biće sužen na kružnicu, nastalu kao presek dve sfere. Presekom sfere opisane oko trećeg satelita, mogući položaj svodi se na samo dve tačke. Jedna od njih je obično negde u svemiru, čime je isključena kao moguće rešenje. Ovim je položaj tačke na Zemlji precizno određen na osnovu navedenih preseka sfera, čiji su poluprečnici rastojanja do najmanje tri satelita. Često se koristi i četvrti satelit, radi određivanja tačne pozicije jedne od dve tačke preseka, a u slučaju nepovoljnog međusobnog položaja prethodna tri satelita.

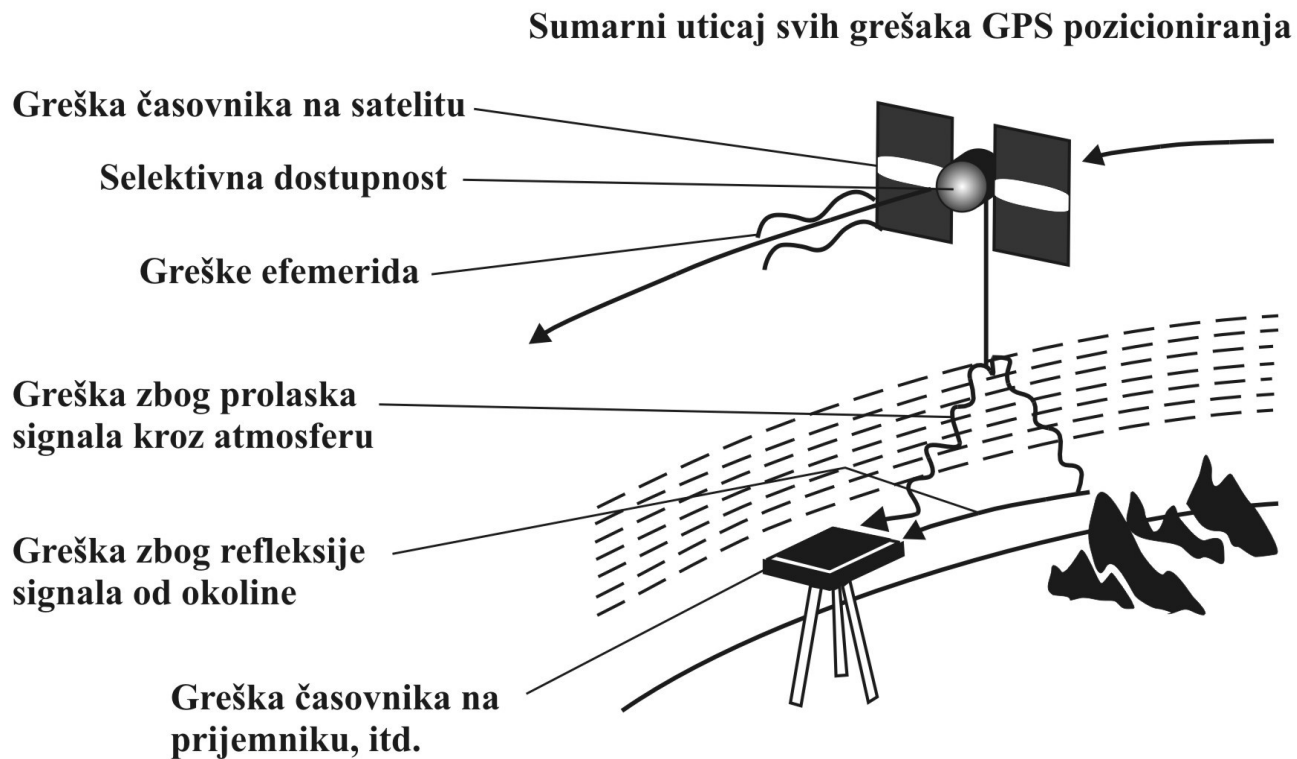
Merenjem sa tri satelita tačka čiji se položaj traži nalazi se u jednoj od dve tačke koje predstavljaju presek tri sfere



Merenjem sa dva satelita tačka čiji se položaj traži nalazi se na krugu (presek dve sfere)

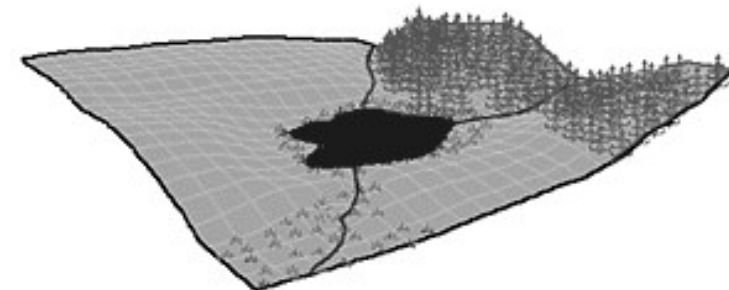
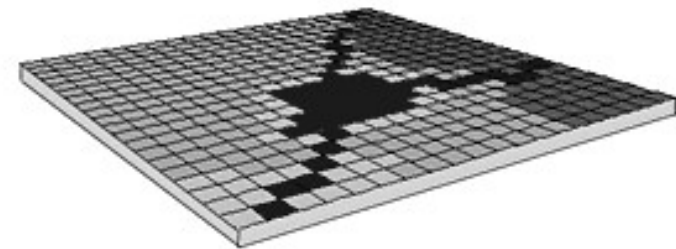
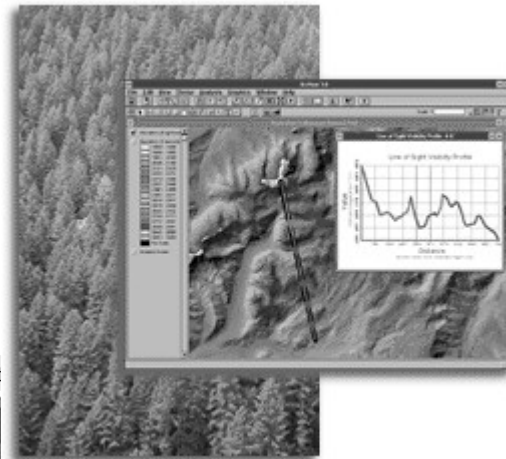


GPS – uticaji koji dovode do greške



GIS

GIS (Geographic Information System) je tehnologija namenjena upravljanju prostorno orijentisanim podacima



GIS

Podaci o prostoru smeštaju se na digitalne karte, koje se, prema tematskom sadržaju, slažu u odgovarajuće slojeve. Jedan ovakav paket digitalnih planova mogao bi se uporediti sa nizom klasičnih planova koji su nacrtani na providnim folijama, pri čemu svaka folija sadrži samo određene vrste informacija (npr. ciljevi, vatreni položaji, pozadinske baze, topografske tačke, prirodni i veštački objekti, itd). Ovaj jednostavan koncept pokazao se od neprocenjive vrednosti u rešavanju zadataka vojne problematike i sistema upravljanja vatrom.