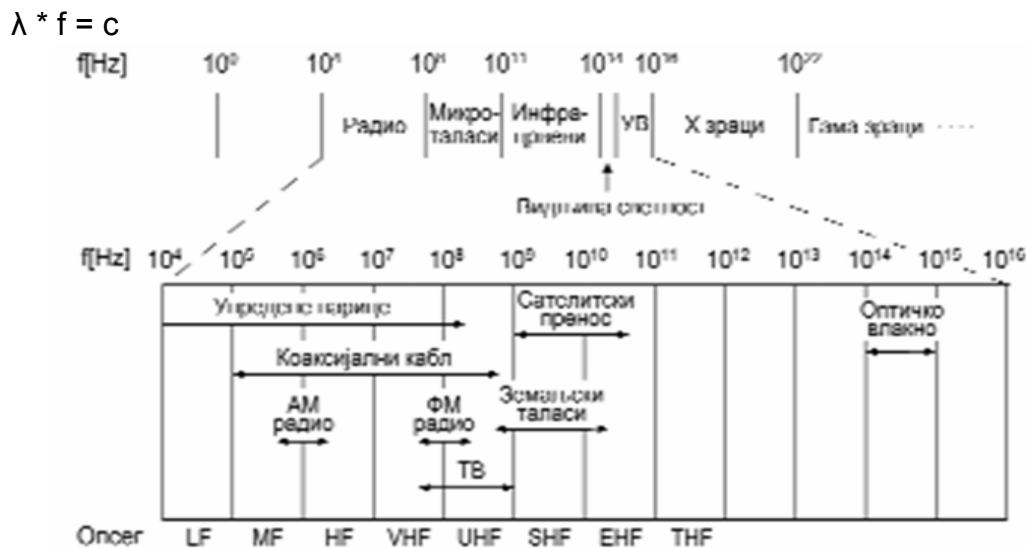


Bežične komunikacije

Bežični prenos uključuje elektromagnetne talase. Mogu se prostirati kroz vazduh, čak i kroz vakuum. Broj oscilacija u sekundi je učestanost (f), a rastojanje između 2 uzastopne maksimalne (ili minimalne) vrednosti naziva se talasna dužina λ . U vakuumu elektromagnetni talasi se prostiru brzinom koja ne zavisi od učestanosti. Ta brzina se obično naziva brzina svetlosti (c) i približno je $3 \cdot 10^8$ m/s. Kod prostiranja elektromagnetnih talasa kroz bakarni kabl ili optičko vlakno brzina se smanjuje i zavisi od učestanosti:



Elektromagnetski spektar

Posebno su značajna 3 tipa bežičnih komunikacija: **mikrotalasni, radio, infracrveni**. Frekvencije u opsegu od oko 1 GHz do 40 GHz označavaju se mikrotalasne učestanosti. Na ovim učestanostima moguće je emitovati veoma usmerene zrake tako da su mikrotalasi podesni za tačka-tačka veze. Infracrveni deo spektra obuhvata opseg učestanosti od $3 \cdot 10^{11}$ do $3 \cdot 10^{14}$ Hz. Infracrveni deo spektra se koristi za veze tačka-tačka i tačka-više tačaka u okviru ograničenog prostora (npr jedne prostorije).

Mikrotalasne zemaljske veze

Mikrotalasi putuju po pravoj liniji i ne slede zakrivljenost Zemljine kugle. Atmosferski uslovi i čvrsti objekti ometaju prenos mikrotalasa (ne mogu da putuju kroz građevine). Najviše korišćeni tip mikrotalasnih antena je parabolična. Uobičajena veličina paraboličnog reflektora je 3m u prečniku. Antena je fiksirana kruto i usmerava uzak snop zraka da bi obezbedila predaju "u liniji vidljivosti" do prijemne antene. Za prenos na velikim udaljenostima koristi se serija mikrotalasnih relejnih stanica koje omogućavaju da se tačka-tačka mikrotalasne veze povezuju na željenoj razdaljini.

Najvažnija primena mikrotalasnih sistema je u međugradskim telefonskim vezama, kao alternativno rešenje koaksijalnim kablovima i optičkim vlaknima. Mikrotalasne veze zahtevaju malo manje pojačavača nego koaksijalni kablovi za istu razdaljinu, ali je potrebna linija vidljivosti. Važna primena mikrotalasnih veza su i ćelijski (mobilni) sistemi.

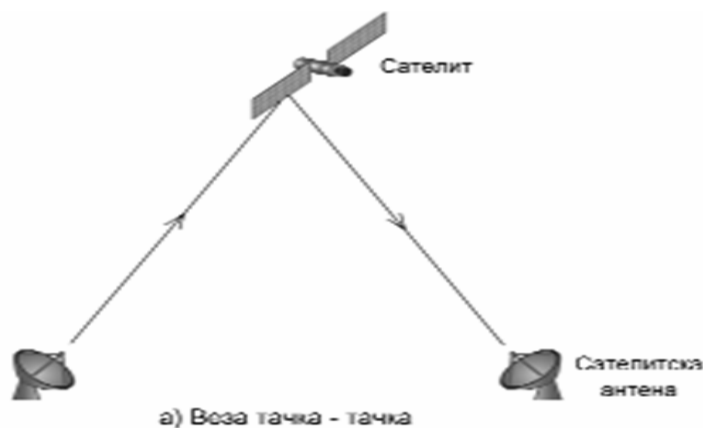
Mikrotalasne veze zauzimaju značajan deo elektromagnetskog spektra. Uobičajene učestanosti koje se koriste su u opsegu od 1 do 40 GHz. Glavni izvor gubitaka je slabljenje:

$$L_{db} = 10 \log(4 \cdot \pi \cdot d / \lambda)^2 \quad d - \text{rastojanje}; \lambda - \text{talasna dužina}$$

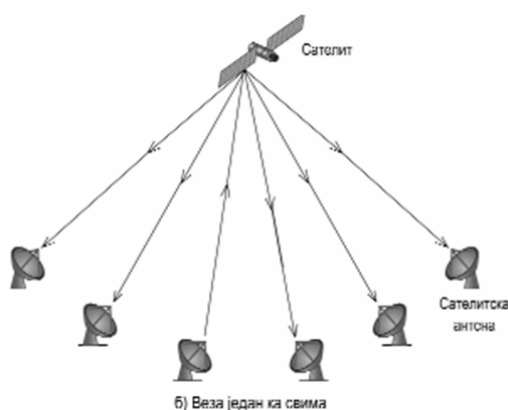
Kod mikrotalasnih sistema slabljenje se povećava kada je vreme kišovito. Sa povećanim interesovanjem za mikrotalasni prenos opsezi prenosa se preklapaju i interferencija je uvek moguća. Uobičajni opseg za međugradske telekomunikacije je od 4 GHz do 6 GHz. Sve se više koristi opseg od 11 GHz. Opseg od 12 KHz koristi se za kablovsku televiziju. Mikrotalasni prenos se koristi za dovođenje TV signala do lokalne instalacije kablovske televizije. Signal se preko koaksijalnog kabla distribuira do korisnika. Mikrotalasi na višim učestanostima koriste se za tačka-tačka veze između zgrada, tipičnog opsega od 22 GHz. Više učestanosti manje se koriste za veće razdaljine zbog značajnog povećanja slabljenja. Što je učestanost viša, antena je manja i njena cena je niža.

Satelitske mikrotalasne veze

Komunikacioni satelit je u stvari mikrotalasna relejna stanica. Koristi se za povezivanje više zemaljskih mikrotalasnih prijemnika/predajnika koji se nazivaju zemaljske stanice. Satelit prima signal u jednom opsegu učestanosti (direktni kanal – uplink), pojačava ga i šalje u drugom opsegu učestanosti (povratni kanal – downlink). Jedan satelit u orbiti može da radi na nekoliko frekvencijskih opsega.



Satelit: veza tačka-tačka



Satelitska "broadcast" veza – jedan ka svima

Za komunikacione satelite da bi efikasno radili generalno se zahteva da budu stacionarni (relativno) posmatrano u odnosu na zemlju. Da bi ostao geostacionaran satelit mora da ima isti period rotacije kao Zemlja oko svoje ose. To se dešava u ekvatorijalnoj ravni na visini od 35863 Km. Dva satelita koja koriste isti frekvencijski opseg ukoliko su blizu, ometaće jedan drugog. Zato postoje standardi koji zahtevaju 4° razmak (ugao

posmatran sa Zemlje) u opsegu 4/6 GHz i 3° u opsegu od 12/14 GHz. Najznačajnija primena:

- Distribucija televizijskih programa
- Telefonska mreža na velikim rastojanjima
- Privatne poslovne mreže

Većina satelita koja omogućava tačka-tačka usluge danas koristi frekvencijski opseg od 5,925 do 6,425 GHz za prenos od Zemlje do satelita (direktan kanal) i opseg od 3,7 do 4,2 GHz za prenos od satelita ka Zemlji (povratni kanal). Ova kombinacija je poznata kao opseg 4/6 GHz. Koriste se opsezi 12/14 GHz i 20/30 GHz.

Zbog velikih udaljenosti postoji kašnjenje usled prostiranja između predajne i prijemne stanice koje je oko 1/4 sekunde. Kašnjenje je uočljivo u telefonskom razgovoru