

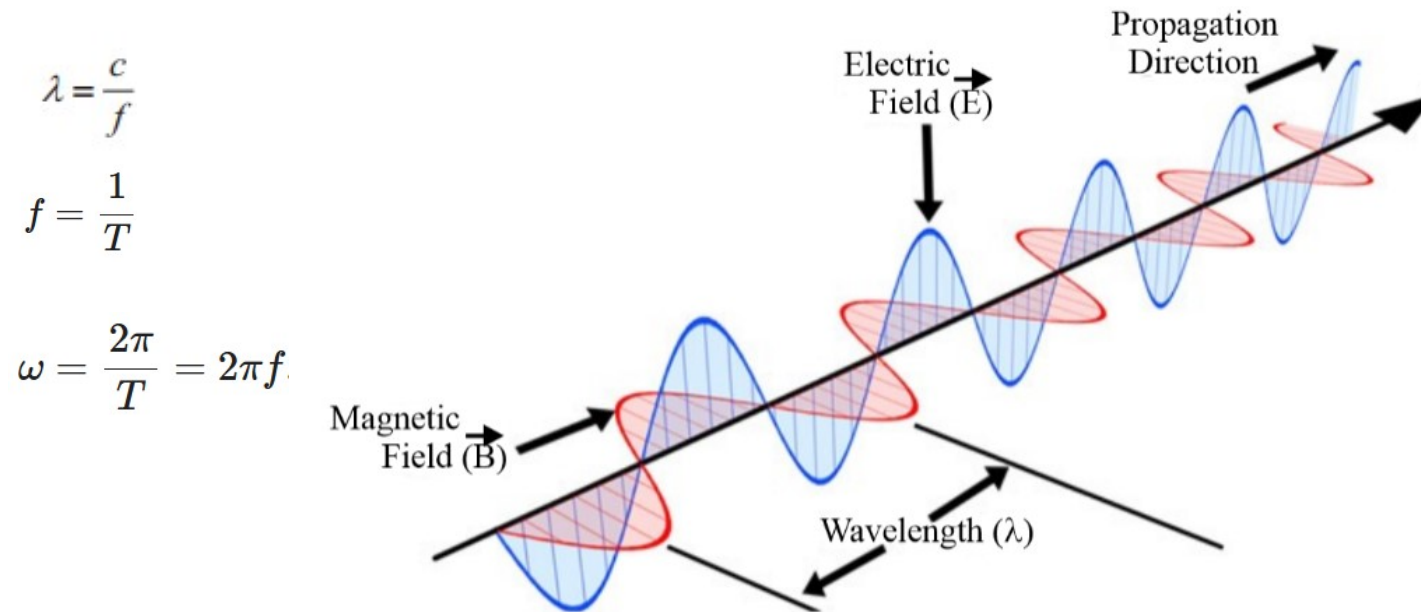
Radio talasi



Elektromagnetni talasi

Elektromagnetni talasi, takođe nazivani **elektromagnetnim zračenjem**, definišu se kao **oscilacije električnog i magnetnog polja** u prostoru, sa pravcem prostiranja koji je normalan na oba polja. Električno i magnetno polje su u međusobno normalnim ravnima.

Pravac širenja ovih talasa je normalan na pravac sile koju uzaziva bilo koje od ovih polja.



Elektromagnetni talasi

Primer 1

Radio link izmedju predajne i prijemne antene funkcioniše na nosećoj frekvenciji od 150MHz. Odrediti talasnu duzinu ovih radio talasa.

Rešenje:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{150 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = 2 \text{ m}$$

Primer 2

Odrediti talasnu duzinu i frekvenciju ems talasa periode $T = 10 \text{ ns}$.

Rešenje:

$$f = 1/T = 1 / 10 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 10^8 \text{ Hz} = 100 \text{ MHz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{100 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = 3 \text{ m}$$

Prostiranje Radio signala

Prostiranje u slobodnom prostoru - uvek kao svetlost (pravolinijski).

Put radio talasa između predajnika i prijemnika može biti **pravolinijski** ukoliko postoji opticka vidljivost (LOS – Line Of Site), ili **krivolinijski** u slucaju kad postoji ometanje od objekata (zgrade, planine, drvece, lišće ...)

Na nivo signala utiču efekti pri prostiranju: **slabljenje** usled povećanja daljine, **refleksija**, **difrakcija**, **rasipanje**, brzina kretanja mobilnog terminala.

Modeli propagacije se koriste za predviđanje srednje vrednosti snage primljenih signala na datoj udaljenosti od predajnika:

a. Modeli prostiranja velikih razmera: koriste se za procenu karakteristike radio signala za velike udaljenosti između prijemnika i predajnika (T-R).

b. Modeli “fedinga” malih razmera: modeli koji opisuju brzo promenljiv prijemni signala u situaciji kada se predajnik i prijemnik nalaze na kratkom rastojanju.

Signal na mestu prijema predstvalja zbir većeg broja talasa koji dolaze iz različitih pravaca i u zaisnosti od interferencije može biti pojačan ili oslabljen. Kako se mobilni telefoni kreću na veoma malim udaljenostima od bazne stanice, zbog gore navedenog, trenutna jačina prijemnog signala može da (varira) fluktuira, što se naziva fedingom.

Prostiranje Radio signala

Model prostiranja (propagacije) u slobodnom prostoru - Friis-ova jednačina

Model prostiranja u slobodnom prostoru se koristi za predviđanje snage prijemnog signala kada predajnik i prijemnik imaju optičku vidljivost bez postojanja prepreka.

Po ovom modelu snaga signala na prijemu opada sa kvadratom udaljenosti između predajnika i prijemnika

"Friis-ova jednačina slobodnog prostora" je izraz koji se koristi za opisivanje veze između snage signala, udaljenosti između antena i frekvencije signala u bežičnim komunikacijama. Ova jednačina se često koristi za procenu propagacije elektromagnetnih talasa u otvorenom prostoru (bez prepreka) i pruža osnovu za razumevanje kako se snaga signala menja sa udaljenošću i frekvencijom.

Matematički izraženo, Friis-ova jednačina slobodnog prostora glasi:

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r}{L} \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2$$

Prostiranje Radio signala

Gde su:

Pr- Snaga signala na prijemu (W)

Pt - Snaga signala predajnika (W)

Gt – Pojačanje (Gain) antene predajnika (u linearnoj skali, ne u dB)

Gr - Pojačanje (Gain) antene prijemnika (u linearnoj skali, ne u dB)

λ - Talasna dužina signala (u metrima)

d - Udaljenost između antena (u metrima)

L - Gubici u sistemu

Pojačanje antene je povezano sa njenom efektivnom aperturom A_e prema formuli:

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$$

Efektivna apertura A_e je povezana sa fizičkom veličinom antene, a λ je povezan sa nosećom frekvencijom prema formuli:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega_c}$$

Prostiranje Radio signala

Gde su:

f – frekvencija nosioca [Hz],

ω_c – kružna frekvencija nosioca [rad/s],

c - brzina svetlosti ($\approx 3 \times 10^8$ m/s).

Vrednosti za P_t i P_r moraju biti izražene u istim jedinicama (najčešće W).

G_t i G_r su bezdimenzionalne veličine. Pojačanje antene se često predstavlja u dB.

$$G \text{ (dB)} = 10 \log (G)$$

Gubici L ($L \geq 1$) obično su uzrokovani gubicima u **linijama prenosa**, gubicima u **filterima**, gubicima u **kablovima** i gubicima u **antenama** u sistemu komunikacije. Vrednost $L = 1$ ukazuje na odsustvo gubitaka u hardveru sistema.

Prostiranje Radio signala

Zbog velikog dinamičkog opsega primljenih nivoa snage, često se koriste dBm ili dBW jedinice za izražavanje nivoa primljene snage. dBm (Decibel - milivati) je nivo snage u decibelima (dB) gde se za referenti nivo uzima snaga od 1 mW. dBW je nivo snage u decibelima (dB) gde se za referenti nivo uzima snaga od 1 W. Na primer, ako je P_r u jedinicama W, P_r u dBm i dBW bi iznosila:

$$P_r \text{ (dBm)} = 10 \log [P_r(\text{mW}) / (1\text{mW})]$$

$$P_r \text{ (dBW)} = 10 \log [P_r(\text{W}) / (1\text{W})]$$

Kada ovo primenimo na Friisovu jednačinu dobijamo da snaga na prijemu u dBm u odnosu na snagu izmerenu u nekoj tački na rastojanju d_0 od predajnika iznosi:

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r}{L} \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 = P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r}{L} \left(\frac{\lambda}{4\pi d_0} \right)^2 \left(\frac{d_0}{d} \right)^2$$

$$P_r(d) = P_r(d_0) \left(\frac{d_0}{d} \right)^2$$

$$P_r(d) \text{ dBm} = 10 \log \left[\frac{P_r(d_0)}{0.001 \text{ W}} \right] + 20 \log \left(\frac{d_0}{d} \right) = P_r(d_0) \text{ dBm} + 20 \log \left(\frac{d_0}{d} \right)$$

Prostiranje Radio signala

Primer 3

Predajnik emituje signal snage 100 W. Izraziti snagu predajnika u jedinicama:

- a. dBm,
- b. dBW

Rešenje:

$$\text{a. } P_t (\text{dBm}) = 10 \log (P(\text{mW})/1\text{mW}) = 10 \log (100000\text{mW}/1\text{mW}) = 10 \log (100000) = 10 \cdot 5 = 50\text{dBm}$$

$$\text{b. } P_t (\text{dBW}) = 10 \log (P(\text{W})/1\text{W}) = 10 \log (100\text{W}/1\text{W}) = 10 \log (100) = 10 \cdot 2 = 20\text{dBW}$$