

Elementos Passivos e Ativos do Sistema Rádio

Elementos Passivos:

- Cabos
- Antenas
- Divisores
- Atenuadores

Elementos Ativos:

- Rádios
- Repetidores

Parâmetros Importantes da Antena

Ganho diretivo, Diretividade e Ganho de Potência

Ganho Diretivo (g) ou Diretividade (θ, ϕ) :

capacidade de uma antena concentrar a potência irradiada em determinada direção (TX) ou para absorver eficientemente a pot. Incidente a partir de determinada direção (RX)

$$g(\nu, \phi) = \frac{\Phi(\nu, \phi)}{P_{\text{media}}} = \frac{\Phi(\nu, \phi)}{P / 4\pi}$$

Diretividade (D) → razão entre intensidade da radiação máxima de uma antena e intensidade de radiação de uma fonte isotrópica

$$D \equiv g(\theta, \phi) \Big|_{\text{max}}$$

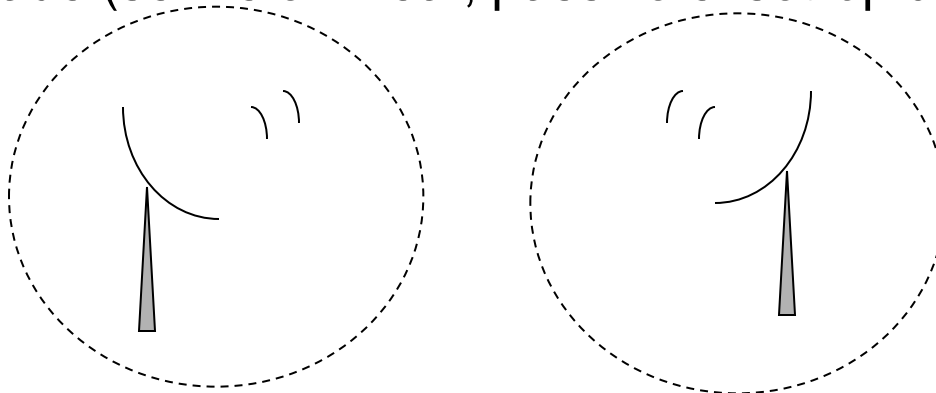
Ganho de Potência

- Envolve a eficiência de irradiação da antena
- Baseia-se na forma de padrão de potência transmitida
- Resulta da concentração da densidade de pot. região $< 4\pi$ sr

$$G = \eta_{\text{irrad}} = \frac{\text{Intensid.IrradiacaoMax}}{\text{Intensid.IrradiacaoFonteIsotropica}}$$

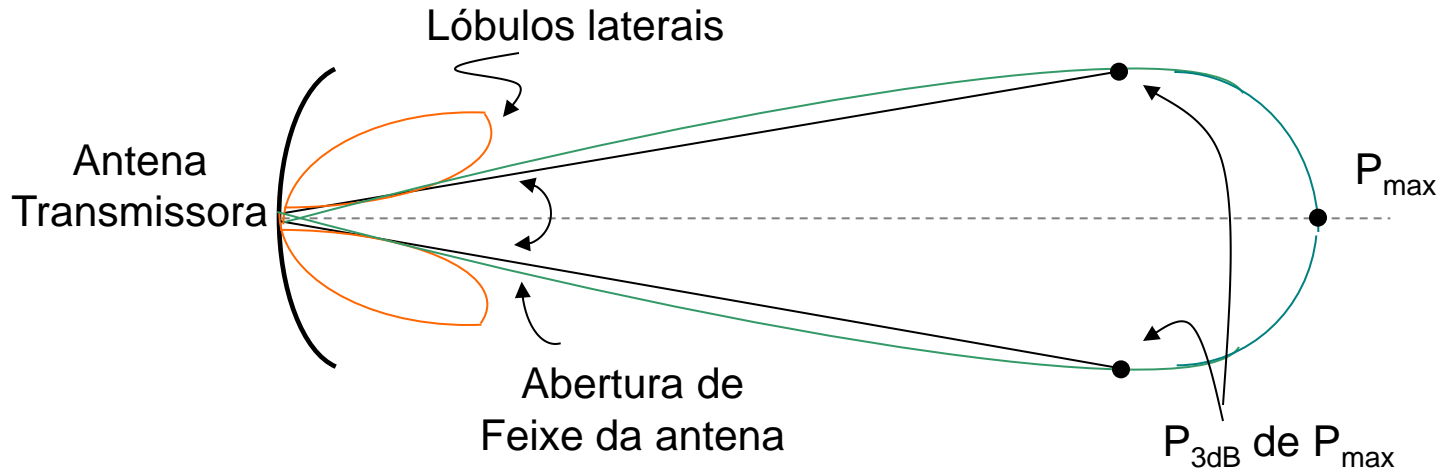
η_{irrad} = fator de eficiência de irradiação da antena

- Conceito de ganho de potência \rightarrow TX e RX \rightarrow Princípio de reciprocidade (se meio: linear, passivo e isotrópico)



Depende da estrutura da antena

Padrão de Potência da Antena



1. EIRP (*Effective Isotropically Radiated Power*)

$$\text{EIRP} = P_t \times G_t \quad [\text{W}]$$

2. Abertura do Feixe da Antena (medida planar do ângulo sólido de visão da antena)

Abertura efetiva:

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

Exemplos de Especificações de Antenas

Linear e de Abertura

• *Yagi-Uda*

Especificações :

Faixa: VHF + UHF

Polarização: linear ou circular

Ganho: [3 - 16] dBd

Impedância: 50 / 75 Ω

VSWR : 1: [1,2 - 1,5]

Conector: N / F

Potência : < 100 W

L x C : 0,5 λ x [0,5 - 6] λ

Pêso : [1 - 15] Kg

Área vento : [0,1 - 0,4] m²



Yagi UHF

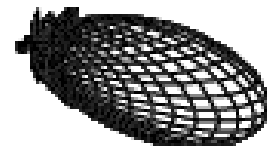
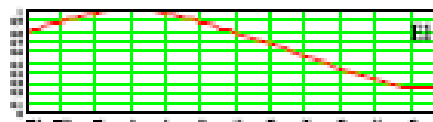
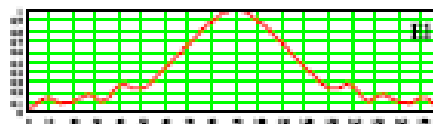
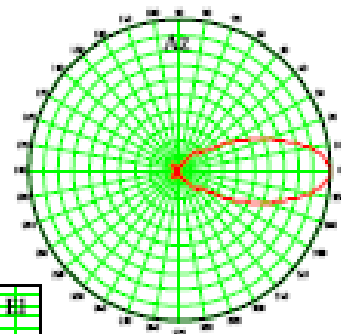
Especificações :

22x elementos @ 16 dBd

HPBWH \approx 32 graus

HPBWV \approx 36 graus

F/C \approx -24 dB



• *Parabólica*

Especificações :

Faixa: UHF / MO

Polarização: linear

Ganho: [21 - 34] dBd

Impedância: 50 Ω

VSWR : 1: [1,1 - 1,3]

Conector: N / EIA

Potência : < 100 W

Diam : [3 - 70] λ

Pêso : [10 - 130] Kg

Área vento : [1 - 12] m²



• *Slot*

Especificações :

Faixa: VHF / UHF

Polarização: linear

Ganho: [4 - 21] dBd

Impedância: 50 Ω

VSWR : 1: 1,1

Conector: N / EIA

Potência : < 10 kW

L x C : [0,2-0,5] λ x [2-4] λ

Pêso : [20 - 120] Kg

Área vento : [0,4 - 1,5] m²



Análise de Enlaces de Rádio

Projeto de sistemas de comunicação

Análise do planejamento do enlace ou planejamento da pot. Enlace \Rightarrow Orçamento de Potência (*power budget*)

- a. Distribuição de recursos disponíveis no TX e RX
- b. Fontes de perda de potência do sinal
- c. Fontes de ruído



Desempenho do enlace de rádio

Eq. Espaço “Livre” de Friis

$$\text{EIRP} = P_t \times G_t \quad \text{onde } P_t = \rho(d) \times 4\pi d^2 \quad \Rightarrow \quad \rho(d) \propto \frac{\text{EIRP}}{4\pi d^2}$$

A pot. absorvida (P_r) pela antena receptora é dada pelo produto da densidade de pot. e da área efetiva A_r , ou,

$$P_r = \frac{(\text{EIRP})}{4\pi d^2} A_r = \frac{P_t G_t}{4\pi d^2} A_r \quad [\text{W}]$$

Pelo Princípio de Reciprocidade, $A_r = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_r$ Ganho de pot.
Antena receptora

Substituindo-se A_r na expressão de P_r , tem-se:

$$P_r = \frac{P_t G_t}{4\pi d^2} \frac{\lambda^2}{4\pi} G_r \quad \text{ou} \quad P_r = P_t G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad \leftarrow \text{Eq. Espaço Livre de Friis}$$

Cálculo da Perda ao Longo do Enlace

$$PL|_{\text{dB}} = P_t|_{\text{dB}} - P_r|_{\text{dB}} \quad \text{onde } PL = \text{atenuação [dB]}$$

$$\text{Ou } PL = 10\log_{10}\left(\frac{P_t}{P_r}\right) = \underbrace{-10\log_{10}(G_t G_r)}_{\text{Termo representa um ganho}} + \underbrace{10\log_{10}\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2}_{\text{Perda no espaço livre}}$$

A eq. espaço livre de **Friis** possibilita o cálculo da perda observada na propagação da OEM ao longo do enlace, conhecendo-se G_t , G_r , λ e d .

Para realizar a análise e dimensionamento do enlace, falta ainda calcular a **potência média de ruído** presente no sinal recebido!

Figura de Ruído

F = medida do desempenho do sistema incluindo o ruído

Onde se quer chegar:

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3} + \dots$$

$$T_e = T_1 + \frac{T_2}{G_1} + \frac{F_3}{G_1 G_2} + \frac{F_4}{G_1 G_2 G_3} + \dots$$

Como: Análise de dispositivo linear de 2 portas