MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CAMPUS SÃO JOSÉ – SANTA CATARINA

RDT – Radiotransmissão

Prof. Ramon Mayor Martins, MSc.

ramon.mayor@ifsc.edu.br

Parte 2.4: Ondas Eletromagnéticas: Espectro Eletromagnético: Ondas de Rádio: VHF,UHF
Disponível em: http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/index.php/Radiotransmissão_(2015-1)
Versão 2015

RDT – Radiotransmissão

II.1- Ementa Expandida:

- Introdução
- Ondas Eletromagneticas
  - Fundamentos das Ondas Eletromagnéticas
  - Geração, Transmissão e Recepção de Ondas Eletromagnéticas
  - Espectro Eletromagnético

- Radiopropagação
  - Propagação
  - Radiocomunicações
    - Comunicações LF
    - Comunicações MF (OM)
    - Comunicações HF
    - Comunicações VHF UHF
    - Comunicações SHF EHF (Satélite / Microondas)

- Antenas
- Projetos de Enlaces
- Tópicos Extras

3- Radiopropagação

3.1 - Propagação
3.2 - Radiocomunicações
3.2.1 - Comunicações ELF,SLF,ULF,VLF,LF
3.2.2 - Comunicações MF (OM)
3.2.3 - Comunicações HF
3.2.4 - Comunicações VHF UHF
3.2.5 - Comunicações SHF EHF (Satélite/ Micro-ondas)

3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF UHF

Y - Gamma Rays

X-Rays
HX - Hard X-Rays
SX - Soft X-Rays

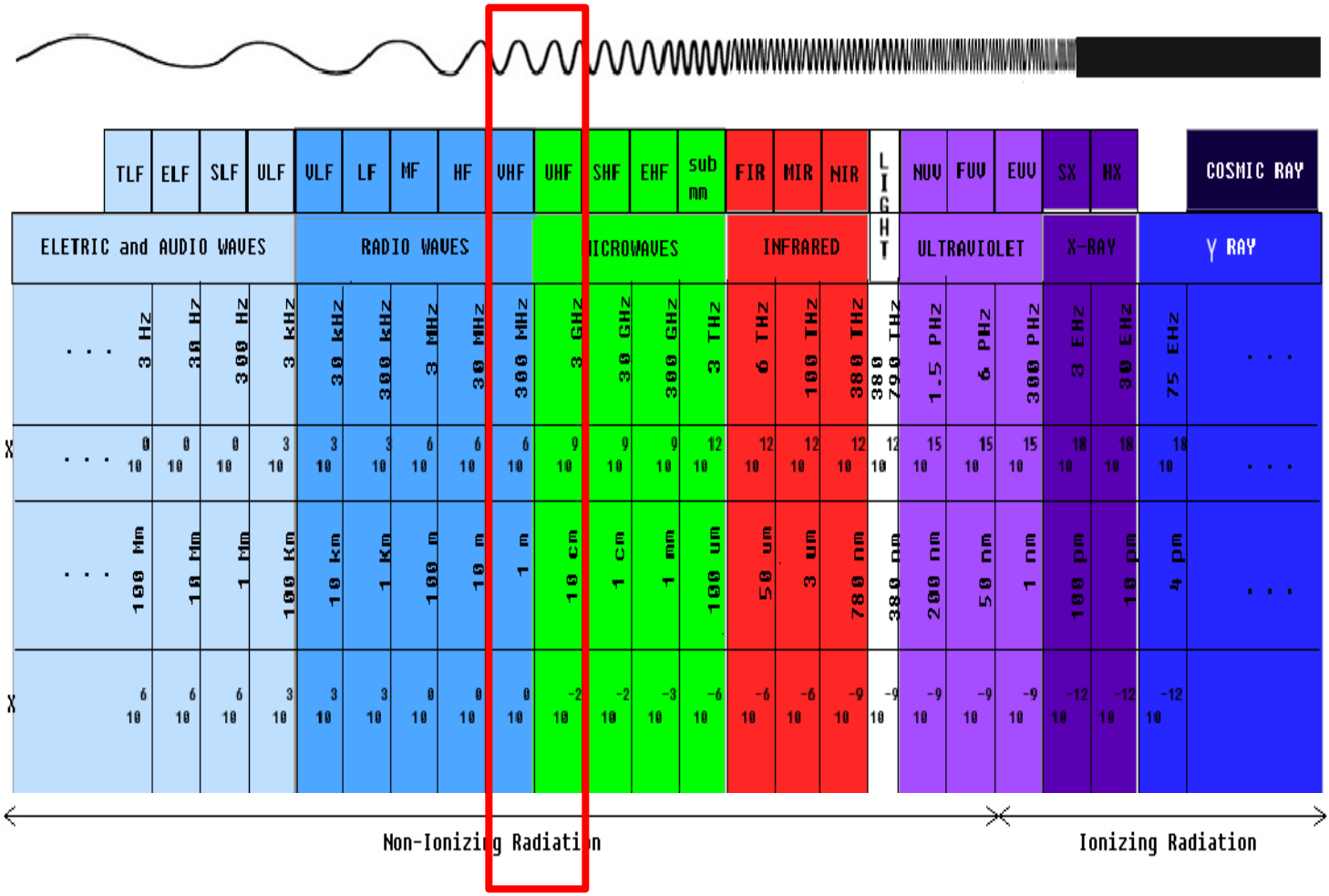
Ultraviolet
EUV - Extreme Ultraviolet
FUV - Far Ultraviolet
NUV - Near Ultraviolet

Infrared
NIR - Near Infrared
MIR - Moderate Infrared
FIR - Far Infrared

Microwaves
EHF - Extremely High Frequency
SHF - Super High Frequency
UHF - Ultra High Frequency

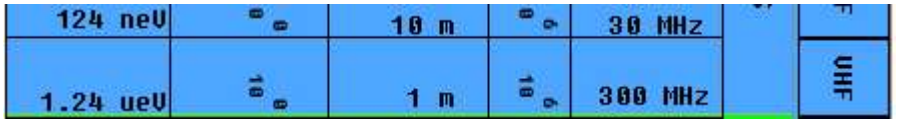
Radio Wave
VHF - Very High Frequency
HF - High Frequency
MF - Medium Frequency
LF - Low Frequency
VLF - Very Low Frequency

Eletric and Audio Waves
SLF - Super Low Frequency
ELF - Extremely Low Frequency
TLF - Tremendously Low Frequency



3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency



VHF é a designação ITU para:

Frequencia: entre 30 MHz e 300 MHz

Comprimentos de onda entre: 10m e 1m.

3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

UHF é a designação ITU para:

Frequencia: entre 300 MHz e 3 GHz

Comprimentos de onda entre: 1m e 10cm.

3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (30 MHz A 300 MHz): Ultra High Frequency

>>Introdução

- Nas faixas de VHF ou superiores não é mais possível o uso da refração ionosférica. Porque nestas faixa as ondas refratadas não chegam a atingir o ângulo necessário até os limites da ionosfera para retornar a superfície.

- Acima de VHF, são usadas antenas diretivas que concentram a energia em feixes mais estreitos, estabelecendo ligações por meio da onda espacial – terrestre – direta.

- Em VHF e UHF é possível trabalhar com enlaces parcialmente obstruídos, enquanto nas faixas SHF e EHF deve ter necessariamente visada direta.

- São utilizados nas redes estaduais de telecomunicações, em sistemas particulares de empresas (de energia elétrica, de água, etc.), sistemas de transmissão de TV (repetição e retransmissão), em serviços de segurança pública (polícia e bombeiro), sistemas de telefonia móvel e nas estações costeiras para comunicações de aproximação de navios do porto.

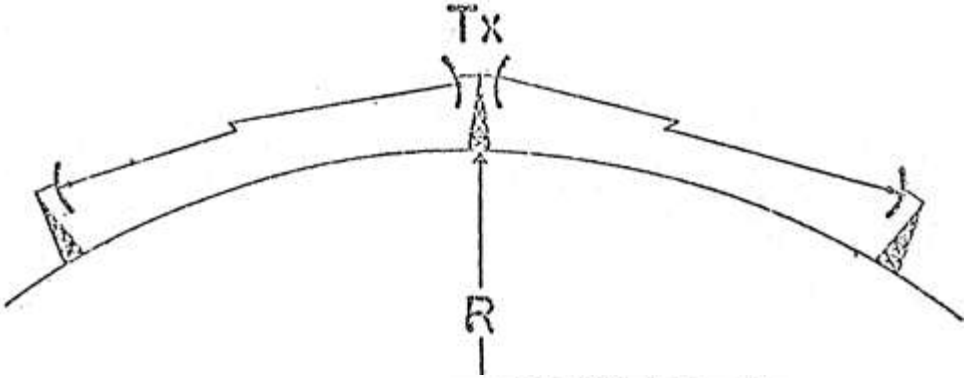
3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

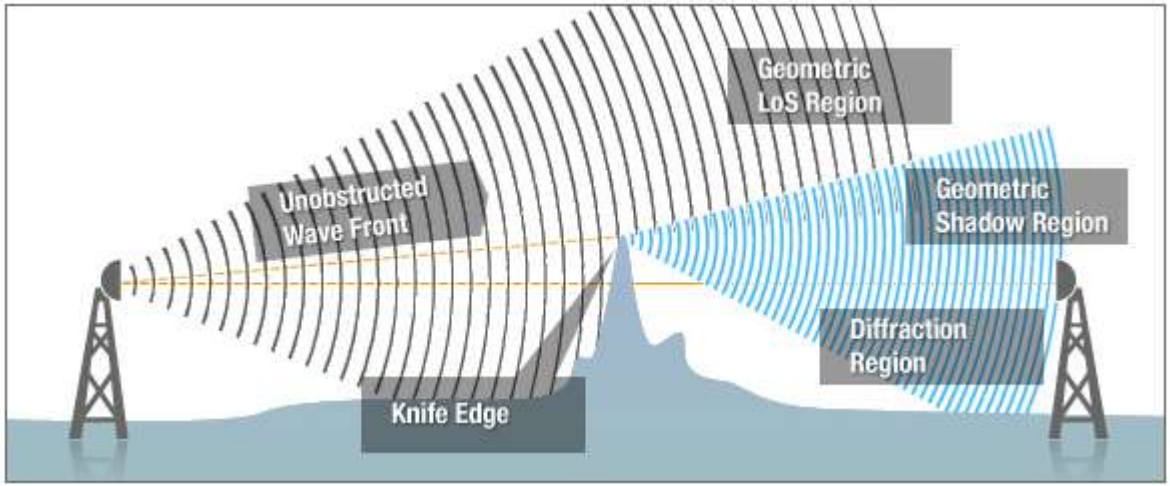
FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação

- Os sinais na faixa de VHF e UHF têm como principal modo de propagação:

ondas espaciais (terrestres – diretas/refletidas) e ondas difratadas





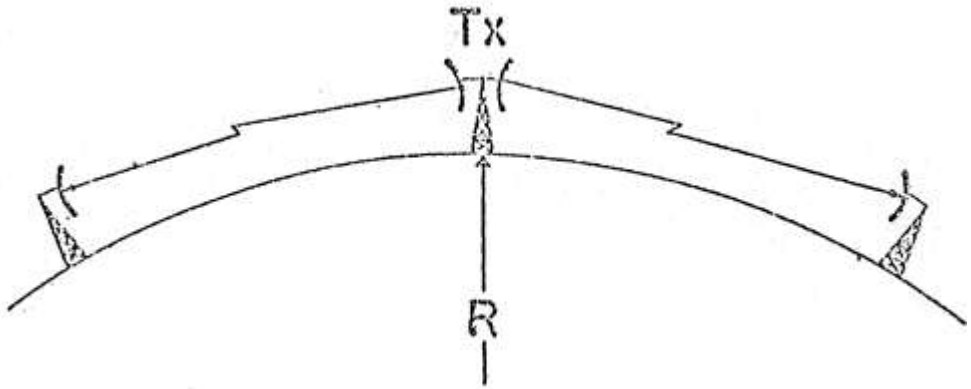
3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação – Ondas Espaciais (Terrestres-Diretas) - Horizonte Geométrico

- Apresenta alcance praticamente visual a partir da antena transmissora.

- Isto significa que as antenas transmissora e receptora devem ter alturas suficientes para possibilitarem visada direta entre si, acima dos obstáculos existentes e da própria curvatura da Terra



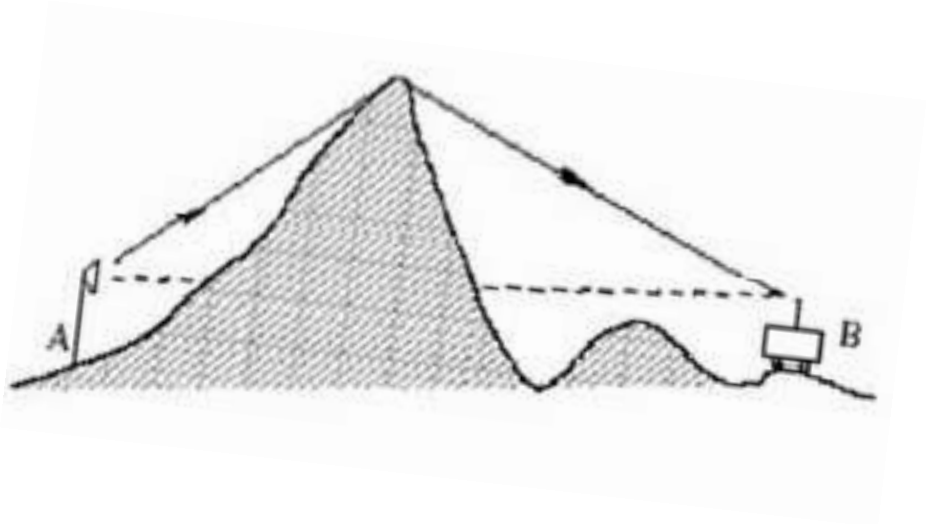
3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação – Ondas Espaciais (Terrestres-Diretas) – Difração Atmosférica

- Quando as ondas eletromagnéticas, em propagação encontram-se com um obstáculo ela o contorna através da extremidade superior daquele anteparo .

- A este fenômeno, dá-se o nome de difração e desempenha papel importante na área de radiocomunicação, em particular.



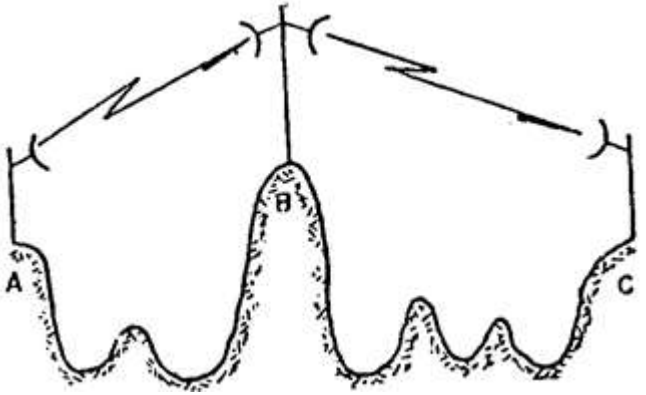
3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

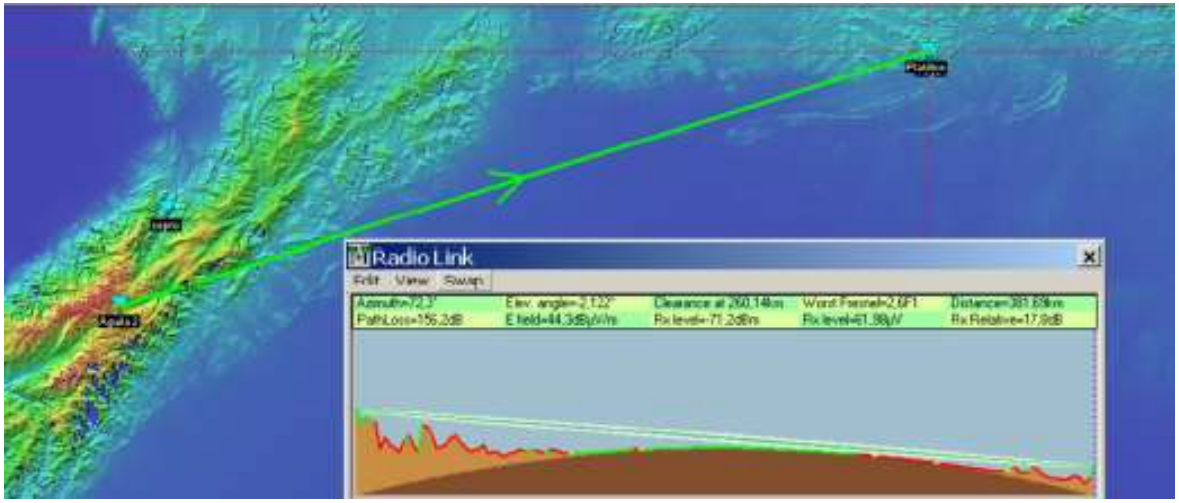
FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação – Ondas Espaciais (Terrestres-Diretas) – Perfil do Terreno

- Entende-se por perfil do terreno entre dois pontos, o traçado que fornece a altitude do relevo em relação a uma curva fictícia situada ao nível do mar e que liga estes dois pontos.

- é fundamental o conhecimento da topografia AB;BC. Isso se dá com o auxílio de (Curvas de nível, Mapas topográficos, Perfil Altimétrico).



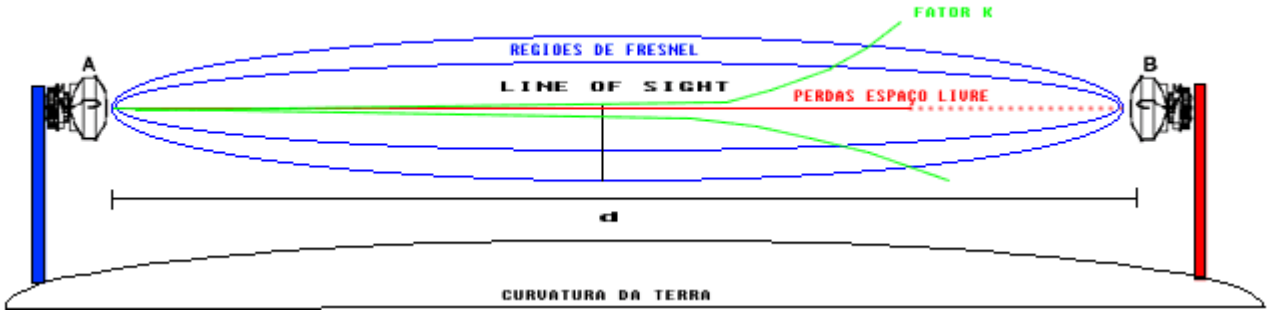


3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação – Ondas Espaciais (Terrestres-Diretas) – Raio Equivalente Terrestre / Fator K

- Devido à refração as ondas de rádio não se propagam realmente em linha reta.
- A trajetória das ondas é dependente da refratividade em cada ponto ao longo do caminho percorrido.
- Uma análise da liberação do feixe é facilitada se uma das curvas é mapeada como linha reta e a outra corrigida com uma curvatura extra como compensação.
- Portanto: O Raio efetivo da terra é o raio real multiplicado por um Fator K, que é dependente da refratividade.

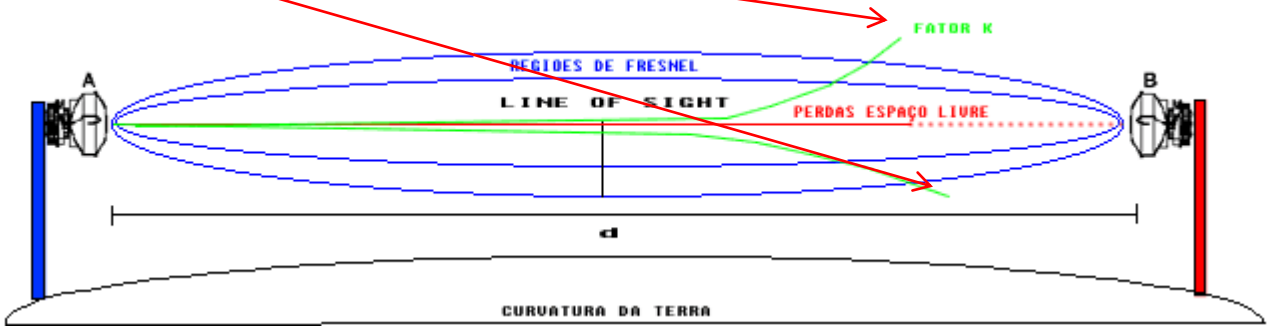


3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação – Ondas Espaciais (Terrestres-Diretas) – Raio Equivalente Terrestre / Fator K

- A condição de visibilidade entre as antenas de um enlace de rádio depende do valor do Fator K da Terra.
- A condição de visibilidade difere da de visibilidade geométrica e está associada aos chamados elipsóides de Fresnel.
- Esta redução efetiva da curvatura da Terra é expressa pelo fator "K" de equivalência do raio da Terra.
- Fator K é portanto: A razão entre os raios efetivo e real da Terra. Parâmetro utilizado no dimensionamento das alturas das antenas e análise do perfil do enlace.



3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação – Ondas Espaciais (Terrestres-Diretas) – Raio Equivalente Terrestre / Fator K

a = raio da terra = $6{,}37 \times 10^6$
$^{dn}/_{dh}$ = gradiente vertical do índice de refração

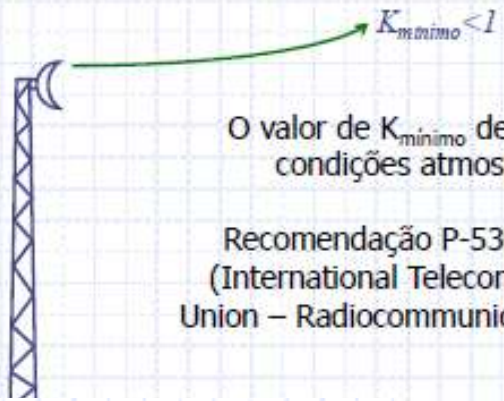
$$K = \frac{1}{1 + a\frac{dn}{dh}}$$

Para a maioria dos casos adota-se

$$K_{médio} = \frac{4}{3} = 1{,}3333$$

Fator $K_{mínimo}$

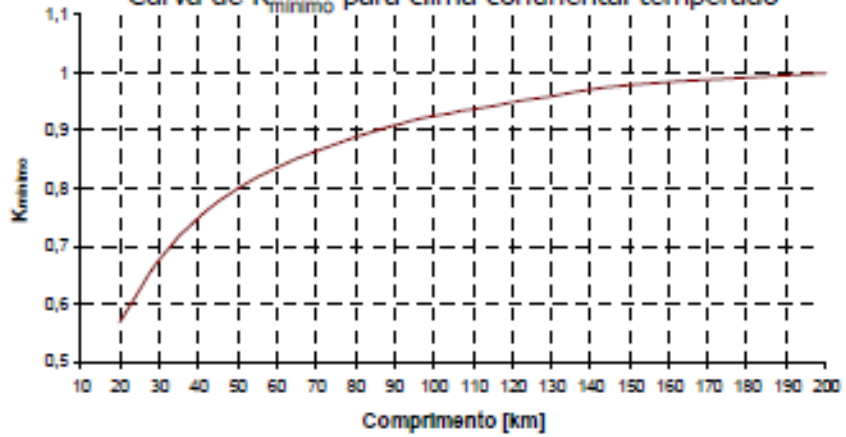
- Sub-refração: em algumas condições atmosféricas ocorre um gradiente de refração MENOR QUE 1.
- Cálculo para a pior condição: $K_{mínimo}$



O valor de $K_{mínimo}$ depende das condições atmosféricas!

Recomendação P-530 do ITU-R (International Telecommunication Union – Radiocommunication Bureau)

Curva de $K_{mínimo}$ para clima continental temperado

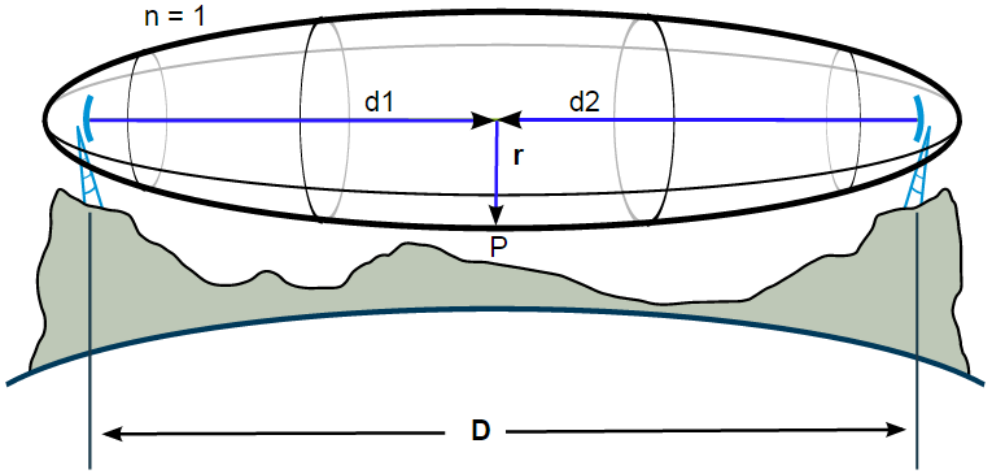


3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação – Ondas Espaciais (Terrestres-Diretas) – Zonas de Fresnel (Efeito de Obstáculo)

Fresnel estabeleceu que a quantidade de energia transmitida ao longo do espaço livre e recebida num determinado ponto, ao longo da trajetória, está contida no volume de um elipsóide cujo tamanho depende do comprimento da onda e da distância entre o transmissor e o receptor.



3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação – Ondas Espaciais (Terrestres-Diretas) – Zonas de Fresnel (Efeito de Obstáculo)

Elipse de Fresnel é a curva que delimita a região do plano, em cujos focos situam-se, respectivamente, as antenas transmissora e receptora (Tx e Rx) e, cuja seção reta é um círculo de raio R, calculado no ponto de interesse, pela seguinte expressão:

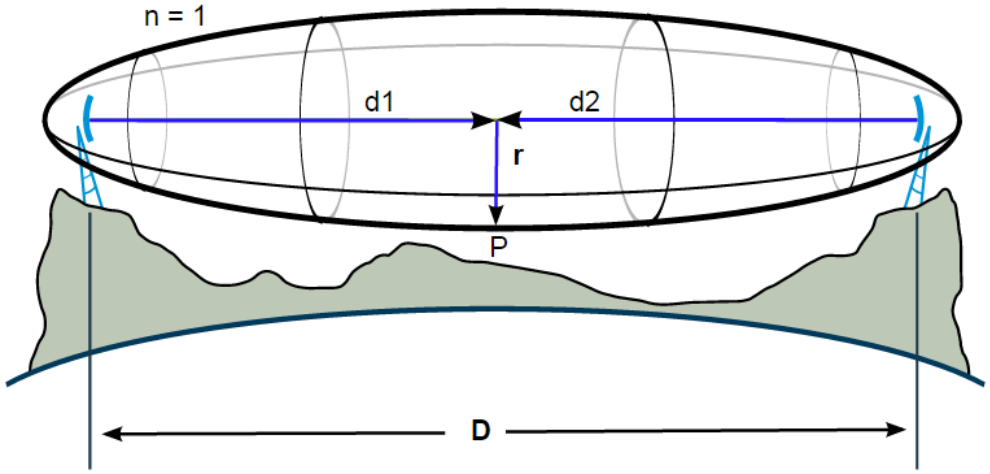
$$F_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

F_n = O raio da enésima zona de Fresnel em metros

d_1 = A distância do ponto P para uma das antenas em metros

d_2 = A distância do ponto P para a outra antena em metros

λ = O comprimento de onda do sinal transmitido em metros



3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Propagação – Ondas Espaciais (Terrestres-Diretas) – Zonas de Fresnel (Efeito de Obstáculo)

Os sinais mais fortes estão na linha direta entre o transmissor e o receptor e sempre encontram-se na primeira zona de Fresnel.

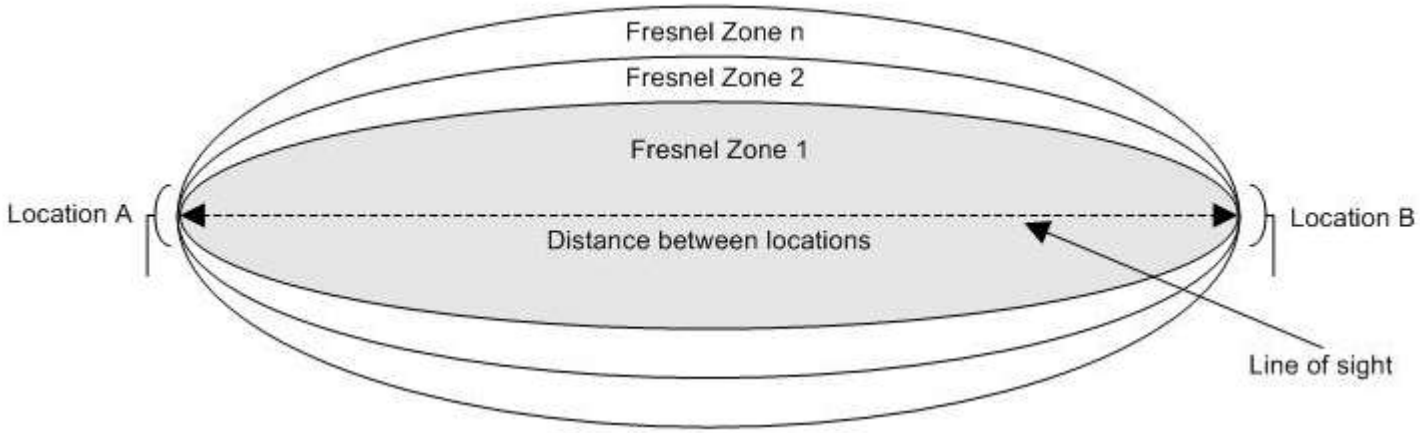
$$r = 8.657\sqrt{\frac{D}{f}}$$

r = raio em metros

D = distância total em quilômetros

f = frequência transmitida em giga-hertz

Obstáculos na primeira zona de Fresnel irão criar sinais com uma defasagem de 0 a 180 graus, na segunda zona que irá ser 180 a 360 graus defasados, e assim por diante .



3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>>Usos e Aplicações

- São utilizados nas redes estaduais de telecomunicações, em sistemas particulares de empresas (de energia elétrica, de água, etc.), sistemas de transmissão de TV (repetição e retransmissão), em serviços de segurança pública (polícia e bombeiro), sistemas de telefonia móvel e nas estações costeiras para comunicações de aproximação de navios do porto.

3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>> Antenas

3.2-Radiocomunicações– 3.2.4 - Comunicações VHF e UHF

FAIXA VHF (30 MHz A 300 MHz): Very High Frequency
FAIXA UHF (300 MHz A 3 GHz): Ultra High Frequency

>> Antenas