



Distribuições de Rayleigh e Rice

Prof. Mario de Noronha Neto



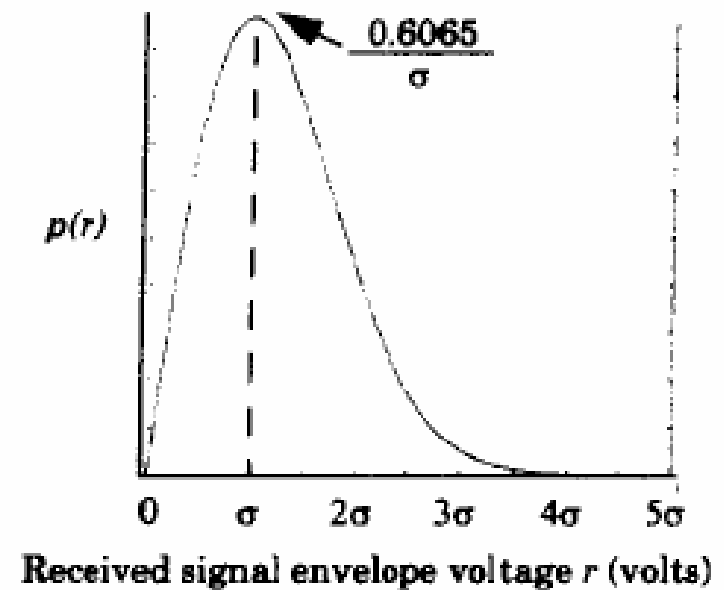
Distribuições de Rayleigh e Rice

- As distribuições de Rayleigh e Rice são utilizadas para descrever o nível do sinal recebido (afetado por um canal com desvanecimento plano) em função da variação temporal, ou a amplitude das componentes de multipercursos individuais.
- Rayleigh: Utilizada quando não há linha de visada (LOS) entre transmissor e receptor
- Rice: Utilizada quando a componente dominante do sinal recebido é estacionário, condição normalmente encontrada em canais com LOS

Distribuição de Rayleigh

- Distribuição de Rayleigh

$$p(r) = \begin{cases} \frac{r}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right) & (0 \leq r \leq \infty) \\ 0 & (r < 0) \end{cases}$$



Distribuição de Rayleigh

- Valor médio

$$r_{mean} = E[r] = \int_0^{\infty} r p(r) dr = \sigma \sqrt{\frac{\pi}{2}} = 1.2533\sigma$$

- Variância da distribuição de Rayleigh

$$\begin{aligned}\sigma_r^2 &= E[r^2] - E^2[r] = \int_0^{\infty} r^2 p(r) dr - \frac{\sigma^2 \pi}{2} \\ &= \sigma^2 \left(2 - \frac{\pi}{2} \right) = 0.4292\sigma^2\end{aligned}$$

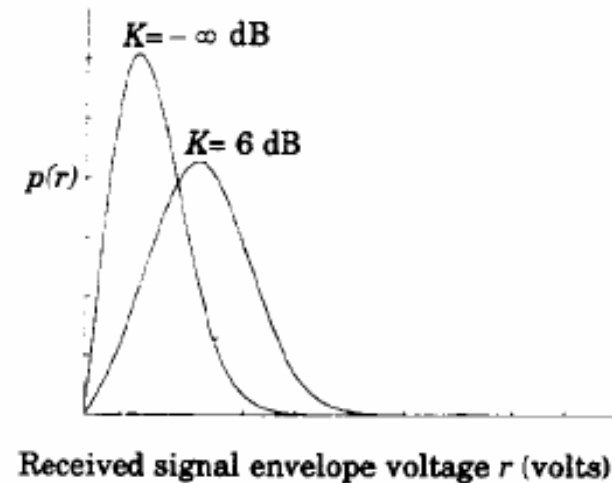
- Valor RMS = $\sqrt{2}\sigma$.

➤ Distribuição de Rice

$$p(r) = \begin{cases} \frac{r}{\sigma^2} e^{-\frac{(r^2 + A^2)}{2\sigma^2}} I_0\left(\frac{Ar}{\sigma^2}\right) & \text{for } (A \geq 0, r \geq 0) \\ 0 & \text{for } (r < 0) \end{cases}$$

$$K = A^2 / (2\sigma^2)$$

$$K(\text{dB}) = 10 \log \frac{A^2}{2\sigma^2} \text{ dB}$$



➤ Parâmetros:

- A: Amplitude de pico do sinal dominante
- $I_0(\cdot)$: Função de Bessel tipo 1 e ordem zero
- K: Fator Riciano

Desvanecimento Rayleigh

Typical simulated Rayleigh fading at the carrier
Receiver speed = 120 km/hr

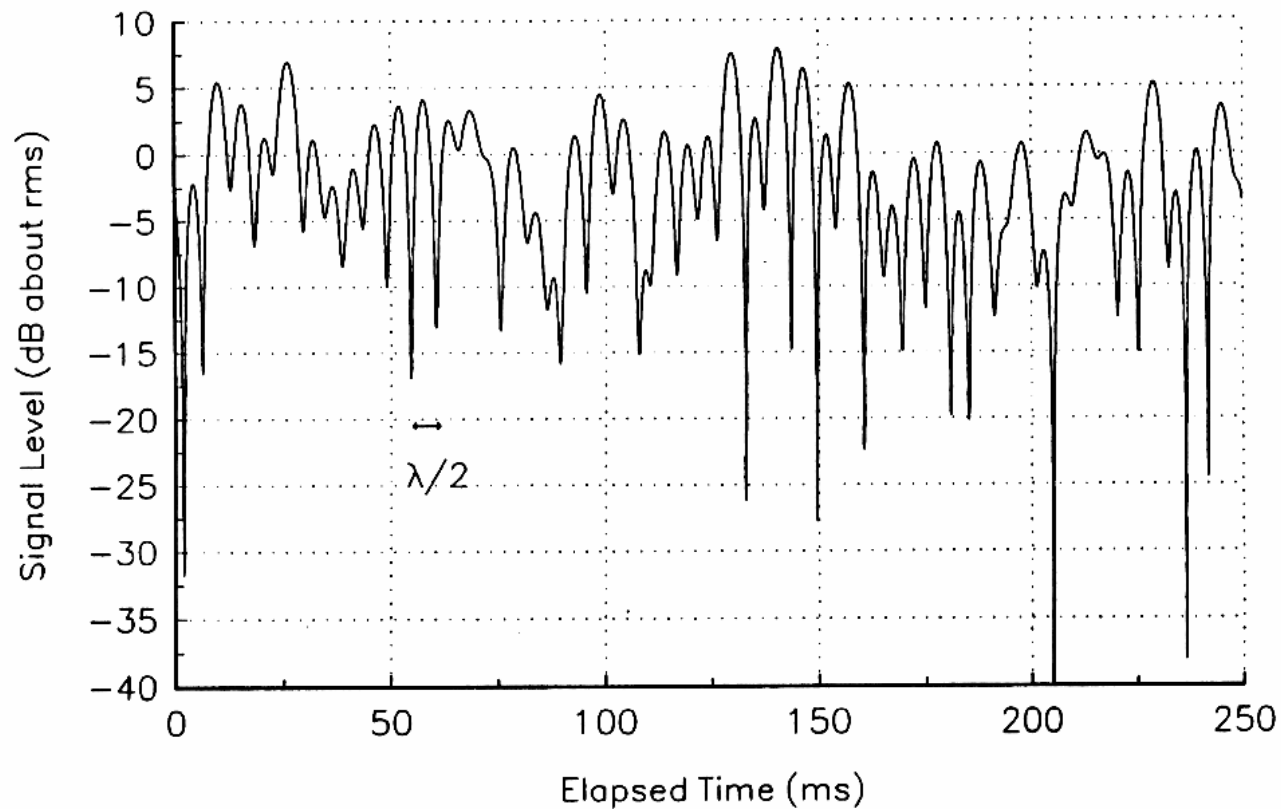


Figure 5.15 A typical Rayleigh fading envelope at 900 MHz [from [Fun93] © IEEE].



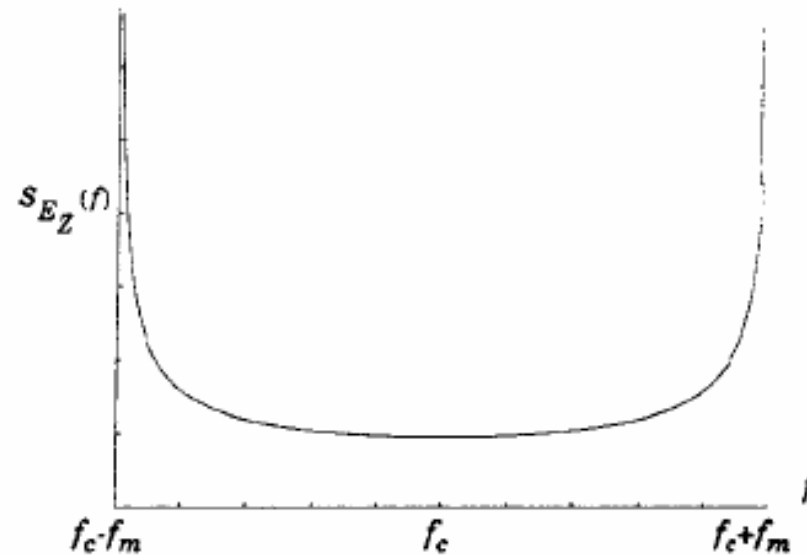
Gerar Canal no Matlab

- Gerar um canal Rayleigh no Matlab utilizando uma variável Gaussiana Complexa.
- Plotar histograma.
- Plotar histograma utilizando a função `rayleighchan`.

Modelos Estatísticos para o Canal com Multipercursos

- Modelo de Clarke para o desvanecimento plano
 - Espectro de potência Doppler

$$S_{E_z}(f) = \frac{1.5}{\pi f_m \sqrt{1 - \left(\frac{f - f_c}{f_m}\right)^2}}$$



Simulação do Modelo de Desvanecimento de Clarke e Gans

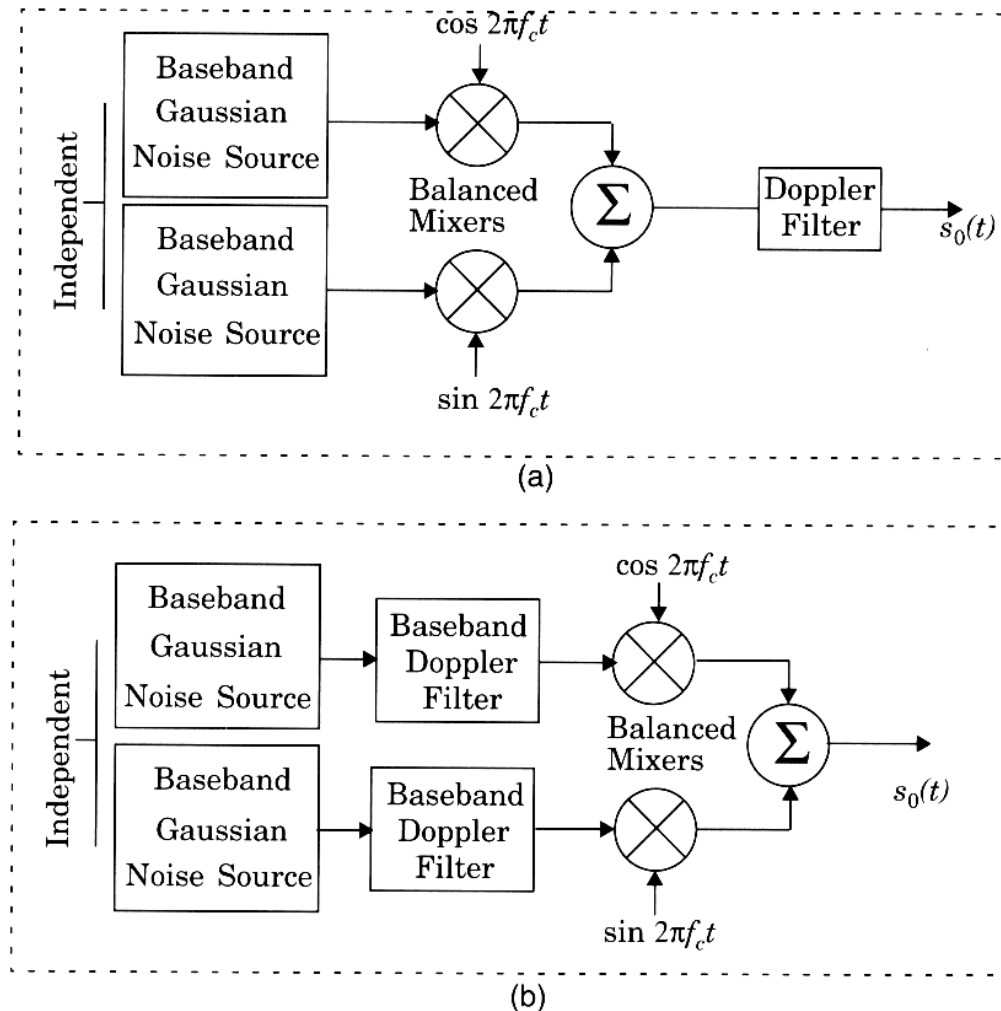


Figure 5.22 Simulator using quadrature amplitude modulation with (a) RF Doppler filter and (b) baseband Doppler filter.

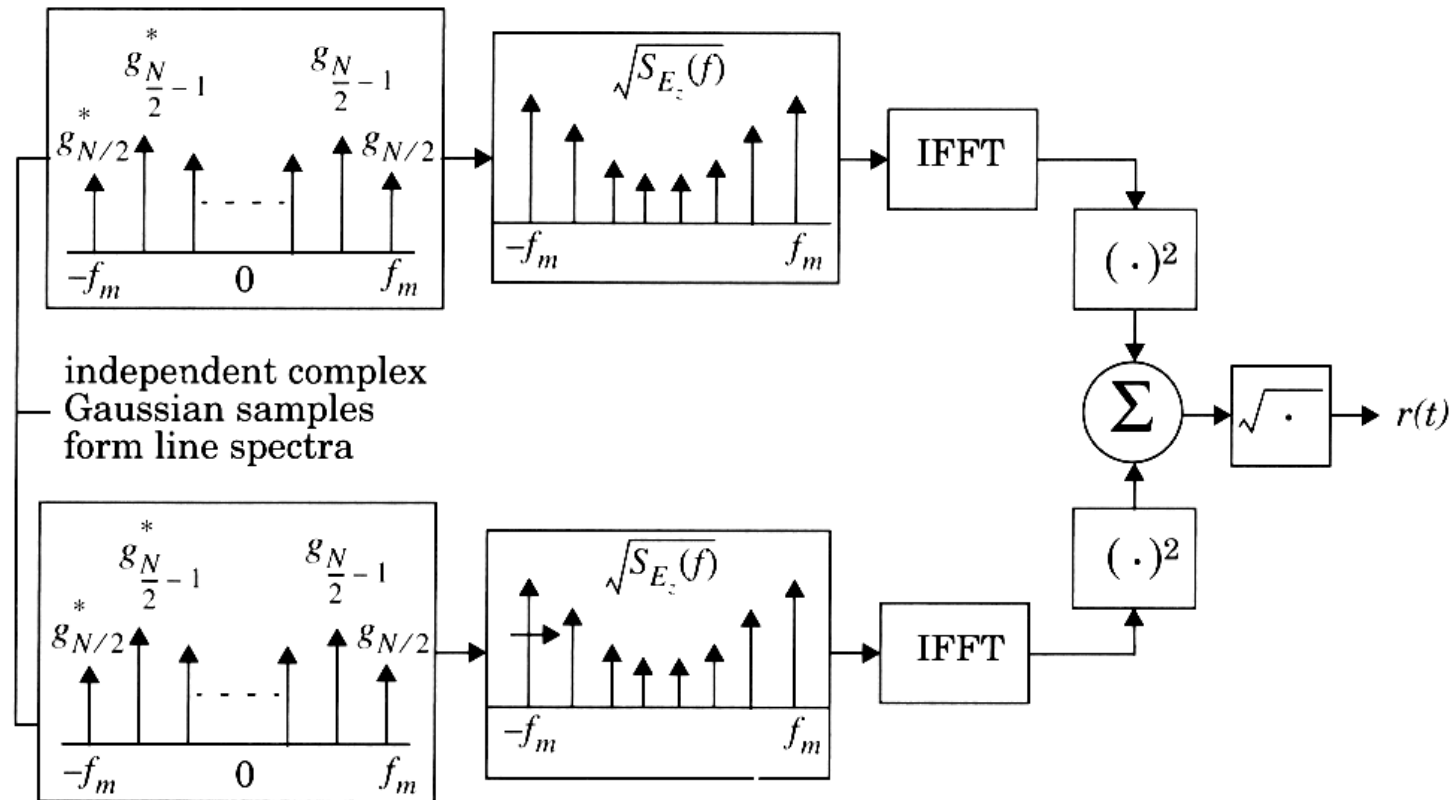


Figure 5.24 Frequency domain implementation of a Rayleigh fading simulator at baseband



Exercícios:

- 1) – Qual deve ser o espalhamento de atraso RMS para um sistema com modulação BPSK operar sem equalização e com uma taxa de transmissão de 25kbps? E para um sistema com modulação 8-PSK e taxa de 75kbps?



Exercícios

- 2) – Se um sistema transmite a uma taxa de 100kbps utilizando uma modulação BPSK, responda o seguinte:
- a) – Qual o espalhamento e atraso RMS do canal para que o sinal transmitido seja afetado por um desvanecimento plano?
 - b) – Se $f_c=5.8\text{GHz}$, qual o tempo de coerência do canal assumindo que o veículo está a 20m/s?
 - c) – Para a resposta do item b, o desvanecimento é considerado lento ou rápido?