



Hands-on 9: Transmissão/Recepção DPSK usando a USRP – vencendo o canal sem fio

Leonardo Damasceno
GppCom/DCO/UFRN

Natal, 23/11/2016

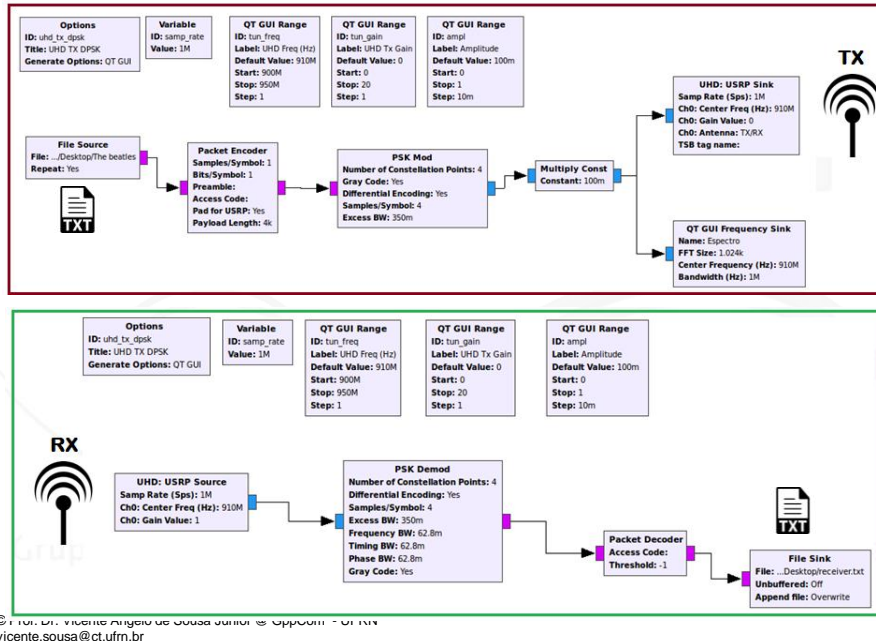
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Objetivos

- Construir uma cadeia de transmissão/recepção no GNU Radio para trocar um arquivo de texto entre duas USRP N210 (canal sem fio e limitado em banda);
- Apresentar os problemas relacionados ao **canal** sem fio e as opções simples para solucioná-los.

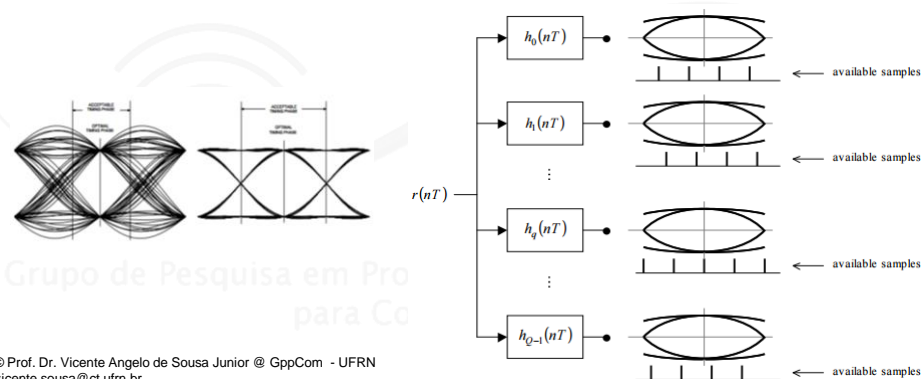
Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções para Comunicação.

Cadeia de Transmissão/Recepção



Problemas clássicos do canal sem fio e limitado em banda

- **Sincronismo de Tempo:** Perda de sincronismo devido aos equipamentos do transmissor e receptor terem *clocks* diferentes e o canal impor atraso de propagação variável;
 - ✓ **Problema:** o receptor pode amostrar o sinal recebido sem maximizar a SNR (perder o começo e o final do tempo de bits), afetando a recuperação do sinal. As amostras não geram diagrama de olho aberto;
 - ✓ **Uma solução simples:** PFB (Banco de Filtro Polifásico).



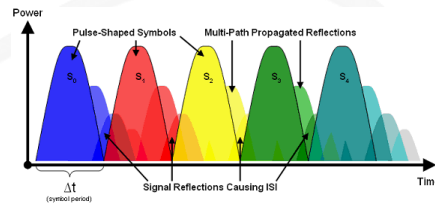
Problemas clássicos do canal sem fio e limitado em banda

- **Interferência Inter-simbólica ou ISI:** Invasão temporal do sinal de um símbolo no sinal de símbolos vizinhos. Ocorre devido a formatação de pulso para limitar a banda do sinal transmitido e devido aos multipercursos do canal sem fio (delay spread);
 - ✓ **Problema:** rotação da constelação; piso de BER (existe um limite de BER irreduzível, mesmo com o aumento de SNR)
 - ✓ **Uma solução simples:** Equalizador.

Formatação de pulso



Multipercursos



Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções para Comunicação.

© Prof. Dr. Vicente Angelo de Sousa Junior @ GppCom - UFRN
vicente.sousa@ct.ufrn.br

3

Problemas clássicos do canal sem fio e limitado em banda

- **Interferência Inter-simbólica ou ISI:** Invasão temporal do sinal de um símbolo no sinal de símbolos vizinhos. Ocorre devido a formatação de pulso para limitar a banda do sinal transmitido e devido aos multipercursos do canal sem fio (delay spread);
 - ✓ **Problema:** rotação da constelação; piso de BER (existe um limite de BER irreduzível, mesmo com o aumento de SNR)

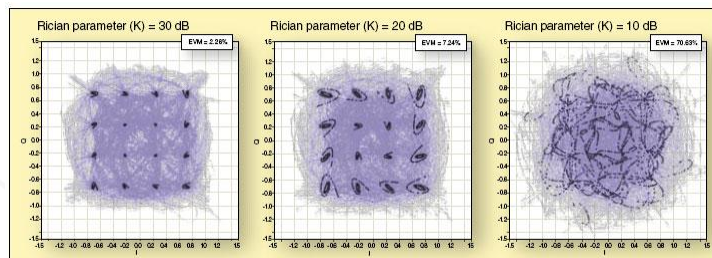


Figure 6. Intersymbol interference (ISI) caused by Rician fading.

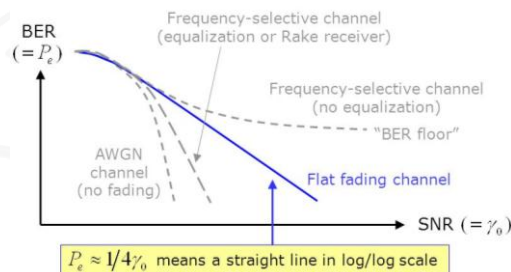
© Prof. Dr. Vicente Angelo de Sousa Junior @ GppCom - UFRN
vicente.sousa@ct.ufrn.br

3

Problemas clássicos do canal sem fio e limitado em banda

- **Interferência Inter-simbólica ou ISI:** Invasão temporal do sinal de um símbolo no sinal de símbolos vizinhos. Ocorre devido a formatação de pulso para limitar a banda do sinal transmitido e devido aos multipercursos do canal sem fio (delay spread);
 - ✓ **Problema:** rotação da constelação; **piso de BER** (existe um limite de BER irreduzível, mesmo com o aumento de SNR)

BER vs. SNR (cont.)



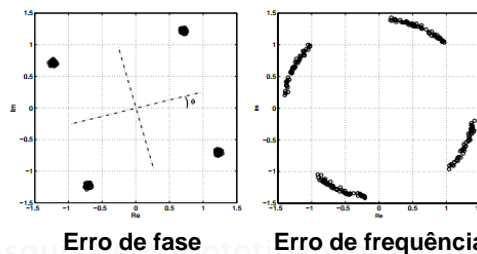
© Prof. Dr. Vicente Angelo de Sousa Junior @ GppCom - UFRN
vicente.sousa@ct.ufrn.br

3

Problemas clássicos do canal sem fio e limitado em banda

- **Sincronismo de Fase e Frequência:** ocorre quando o sinal sofre múltiplos percursos e efeito doppler até chegar no receptor (e.g. um canal seletivo no tempo causa um offset de fase no sinal recebido).
 - ✓ **Problema:** rotação da constelação; efeito nulo de quadratura;
 - ✓ **Solução simples:** Modulação DPSK e algoritmo **Costas Loop**.

Example: Effect of phase error (left) and frequency error (right) on QPSK constellation @ SNR=20 dB:



© Prof. Dr. Vicente Angelo de Sousa Junior @ GppCom - UFRN
vicente.sousa@ct.ufrn.br

3

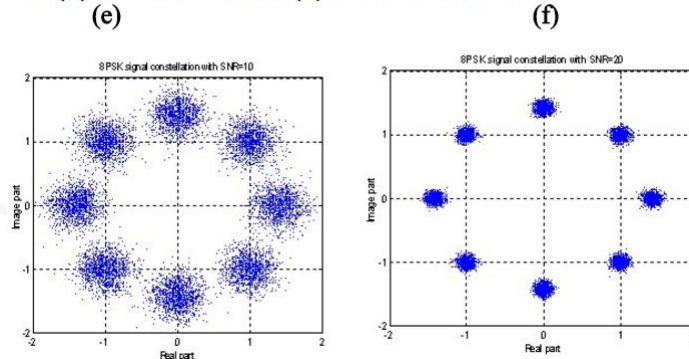
Problemas clássicos do canal sem fio e limitado em banda

- **Ruído AWGN:** ocorre devido o movimento aleatório de elétrons na cadeia de transmissão e recepção, espalhado por todo espectro (inevitável num sistema de comunicação real).

✓ **Problema:** sinal aleatório adicionado ao sinal recebido;

✓ **Um solução simples:** controle de potência (aumento de SNR);

- (e) 8PSK, SNR=10, (f) 8PSK, SNR=20;



© Prof. Dr. Vicente Angelo de Sousa Junior @ GppCom - UFRN
vicente.sousa@ct.ufrn.br

3

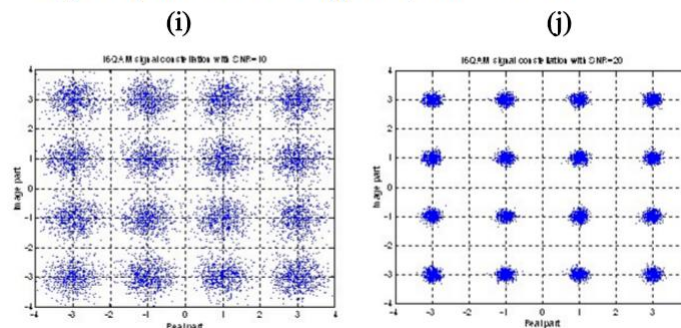
Problemas clássicos do canal sem fio e limitado em banda

- **Ruído AWGN:** ocorre devido o movimento aleatório de elétrons na cadeia de transmissão e recepção, espalhado por todo espectro (inevitável num sistema de comunicação real).

✓ **Problema:** sinal aleatório adicionado ao sinal recebido;

✓ **Um solução simples:** controle de potência (aumento de SNR);

- (i) 16QAM, SNR=10, (j) 16QAM, SNR=20

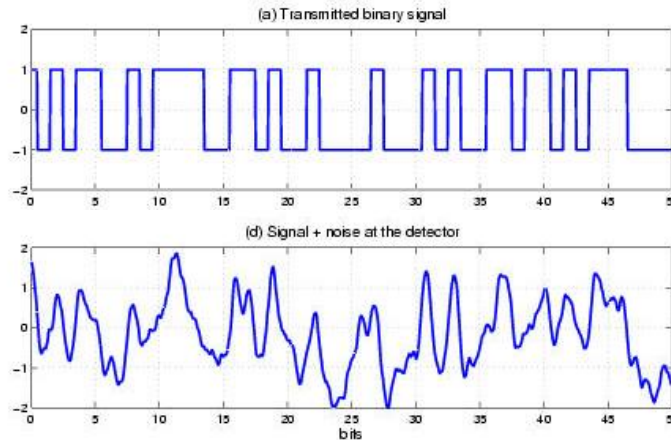


© Prof. Dr. Vicente Angelo de Sousa Junior @ GppCom - UFRN
vicente.sousa@ct.ufrn.br

3

Problemas clássicos do canal sem fio e limitado em banda

- **Ruído AWGN:** ocorre devido o movimento aleatório de elétrons na cadeia de transmissão e recepção, espalhado por todo espectro (inevitável num sistema de comunicação real).
 - ✓ **Problema:** sinal aleatório adicionado ao sinal recebido;
 - ✓ **Um solução simples:** controle de potência (aumento de SNR);



3

Sobre o GppCom

- A meta do GppCom é criar na UFRN um ambiente de P&D&I através de prototipagem rápida baseada em simulação via software e hardware nas áreas de sistemas de comunicação e processamento digital de sinais e imagens. O Grupo é formado pelos professores: Vicente Angelo de Sousa Junior (coordenador), Luiz Gonzaga de Queiroz Silveira Junior (vice-coordenador), Luiz Felipe de Queiroz Silveira, Marcio Eduardo da Costa Rodrigues, Adaildo Gomes D'Assunção (pesquisador associado), Cláudio Rodrigues Muniz da Silva (pesquisador associado), Cristhianne de Fátima Linhares de Vasconcelos (pesquisador associado). O GppCom está de portas abertas para novas parcerias, [conheça o portfólio do grupo](#).
- **Contato:** vicente.gppcom@gmail.com

Grupo de Pesquisa em Prototipagem Rápida de Soluções para Comunicação.

© Prof. Dr. Vicente Angelo de Sousa Junior @ GppCom - UFRN
vicente.sousa@ct.ufrn.br