

Objectivo: Analisar um sistema BPSK e projectar e construir na plataforma GNU Radio um desmodulador de QPSK com sincronização de símbolo.

Os grupos devem apresentar já realizado, na sétima semana de aulas, (última sessão de laboratório) o projecto BPSK definido no guia de laboratório na secção 5.2 e os pontos **1** e **2** do presente enunciado executados como ponto de partida para a realização do desmodulador QPSK a ser avaliado na 8ª semana do período.

1. Personalização das sequências de teste:

Com os números dos três alunos M, N e P, (por ordem crescente) constituir uma sequência de 18 algarismos com o seguinte formato:

$m_1 m_2 m_3 m_4 m_5 m_6 \quad n_1 n_2 n_3 n_4 n_5 n_6 \quad p_1 p_2 p_3 p_4 p_5 p_6$

Caso algum dos três números tenha apenas 5 algarismos, o mesmo será completado à esquerda com um zero. Caso o grupo tenha apenas dois elementos, o número P será uma repetição do número N.

Com a sequência acima definida, formar 9 bytes a transmitir com os seguintes valores decimais, cada um deles resultante do agrupamento de dois algarismos consecutivos:

$m_1 m_2 \mid m_3 m_4 \mid m_5 m_6 \mid n_1 n_2 \mid n_3 n_4 \mid n_5 n_6 \mid p_1 p_2 \mid p_3 p_4 \mid p_5 p_6$

Colocar os 9 bytes assim constituídos no interior da sequência definida no módulo 'Vector Source' no campo 'Vector', do receptor ilustrado na Figura 25 do guia, em substituição dos nove bytes com o valor decimal 170:

$[240,240,240,15,15,15,240,240,240,]+$
 $[170,170,170,170,170,170,170,170,]+$
 $[15,15,15,240,240,240,15,15,15,0,0,0,0,0,0,0]$

O novo conteúdo do campo 'Vector' passará assim a ser:

$[240,240,240,15,15,15,240,240,240,]+$
 $[m_1 m_2, m_3 m_4, m_5 m_6, n_1 n_2, n_3 n_4, n_5 n_6, p_1 p_2, p_3 p_4, p_5 p_6]+$
 $[15,15,15,240,240,240,15,15,15,0,0,0,0,0,0,0]$

Nesta operação devem eliminar-se os zeros não significativos da sequência inserida.

2. Analisar o comportamento do sistema BPSK definido na secção 5.2, Figura 25 do guia face ao aumento de ruído de canal. Depois, avaliar o seu comportamento em função do valor de 'Loop Bandwidth' do bloco recuperador de sincronismo 'Symbol Sync'. As duas operações devem ser desenvolvidas em sequência:
 - a. Aumentar o valor do nível de ruído no módulo 'Channel Model' (campo 'General->Noise Voltage') desde zero até 4 em incrementos de 0.5 registando, para cada um dos valores o número de erros de detecção.
 - b. Com o nível de ruído fixo em cada passo de **a.**, fazer variar o valor do campo 'Loop Bandwidth' no módulo 'Symbol Sync' procurando minimizar o número de erros para cada patamar de ruído.

Os erros podem ser verificados por comparação dos ficheiros usando os comandos: `xxd -b bpsk_sent.dat` e `xxd -b bpsk_rec.dat`.

Notar que os bits contidos no ficheiro `bpsk_rec.dat` produzido pelo desmodulador se encontram atrasados relativamente aos bits contidos no ficheiro `bpsk_sent.dat` em 49 posições. Por essa razão foram também inseridos no fim da sequência enviada 8 bytes a zero que não devem ser contabilizados na análise do comportamento.

3. Construa o desmodulador de QPSK como generalização vectorial do esquema usado no desmodulador BPSK, tendo em conta o modulador QPSK constante da secção 5.3 do guia de laboratório (Figura 26). É aceitável a alteração do mapeamento de símbolos no módulo 'Constellation Object'.
4. Repita a análise solicitada em **2.** agora para o detector QPSK.
5. Apresente no seu relatório, para além do desmodulador QPSK devidamente justificado, os resultados obtidos em **2** e **4**.

Nota: Na análise do desmodulador QPSK, é aconselhável aumentar o número de zeros finais na sequência enviada. Para testes preliminares podem substituir-se alguns bytes com valor decimal '170' por bytes com valor decimal '85'. Nos testes definitivos regressar à sequência característica do grupo.