

DCO1013 - Exercícios

Levy Gabriel da S. G.
Engenharia elétrica - UFRN

1. A tabela abaixo ilustra um exemplo de codificação e decodificação DPSK. Vale ressaltar que os bits transmitidos são diferentes do exemplo da aula e foram gerados aleatoriamente pelo software computacional MATLAB/Octave ($\text{round}(\text{rand}(1,10))$).

Time k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I_k		1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
q_k	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Line code a_k		1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
θ_k		0	0	0	π	π	π	π	π	0	π
$ \theta_k - \theta_{k-1} $		π	0	0	π	0	0	0	0	π	π
Detected bits		1	0	0	1	0	0	0	0	1	1

Observa-se que o valor atual do bit (q_k) é obtido a partir da operação lógica de coincidência (XNOR) com o bit anterior q_{k-1} e o bit da mensagem I_k .

A codificação de linha a_k é nada mais que a codificação polar NRZ. A fase θ_k ilustra o que um simples PSK (BPSK especificamente) apresentaria, enquanto que $|\theta_k - \theta_{k-1}|$ apresenta a fase experimentada pelo DPSK.

2. Anatel 2006 - 73

Sinais M-FSK ainda podem ser demodulados de forma não coerente, porém sua probabilidade de erro de bit piora conforme aumenta-se o número de bits por símbolos transmitidos. Como a coerência de fase também é difícil de manter para um alto M, deriva-se o fato de que o M-FSK é pouco usado, preferindo-se o FSK.

3. Anatel 2009 - 54

O uso do *raised cosine pulse shape* se justifica pelo fato de que seu espectro desfavorece a ISI. O fator de *roll-off* será decisor para o aumento da largura de banda, sendo que ambos crescem proporcionalmente. Porém, apesar de um baixo fator de *roll-off* implicar em uma menor largura de banda, os requisitos de supressão de ISI também serão reduzidos, implicando na necessidade por uma maior complexidade na recepção para eliminar a ISI.

4. Comperve 2012 - 26

Sinais modulados digitalmente podem tanto ser dada com formas de onda descontínuas, como contínuas no tempo. A exemplificar, no BPSK a informação de 0's e 1' é codificada como -1's e 1's de forma que geram descontinuidades de π na fase da portadora, enquanto que em esquemas de CPFSK buscam transições mais suaves entre os símbolos para permitir uma menor largura de banda do sinal modulado.

Um dos motivos que justifica o uso da demodulação não coerente no FSK é o fato de que este esquema de modulação pode ser escrito como dois ASK's somados e devidamente ponderados.

Como o conteúdo de informação do PSK reside em sua fase, obrigatoriamente sua demodulação deve ser coerente, pois desvios de fase nos instantes de amostragem podem comprometer totalmente a detecção dos símbolos.

O QAM não exatamente é mais vantajoso que as demais modulações em um canal AWGN, pois este ainda sofre dos efeitos deste tipo de ruído, pois sua informação está tanto em amplitude e fase.

5. INSS 2014 - 56

Para a redução da ISI, o pulso ideal na recepção é um do tipo *raised cosine*. Este pulso pode ser obtido na recepção com uma combinação de pulsos *root raised cosine* na transmissão e recepção, pois ambos convolvidos resultam em uma forma de pulso do tipo *raised cosine*.

6. Petrobrás 2010 - 4

Como em banda passante a largura de banda dobra em relação à banda base, a faixa disponível que antes era 4kHz torna-se 2kHz. A ocupação de banda mínima em banda base para o caso binário é 4.8kHz, porém esta largura não compreende dentro dos 2kHz em banda base disponíveis, justificando que esquemas binários não podem ser atendidos nesse problema (e isso não considera a forma de pulso como *raised cosine*). Dessa forma a largura de banda que se encaixa para o problema é 1.6kHz derivada de $M=8$ ($\log_2(8) = 3$).

A escolha se reduz aos esquemas de modulação 8-PSK e 8-FSK. Assim, o 8-PSK pode ser utilizado justificando sua menor ocupação de banda que o 8-FSK.

7. Petrobrás 2010 - 5

Codificação/decodificação de canal são estratégias utilizadas para que se reduza a taxa de erro de transmissão das mensagens, pois estas atuam no sinal modulado inserindo redundâncias para que a detecção seja mais robusta. Ou seja, inserido mais bits, de forma estratégica.

8. Anatel 2009 - 51

Para um esquema binário com fator de *roll-off* de 0.25 e banda total de 5MHz a taxa de transmissão será:

$$R_b = 2B_T(1 + r) = 2 \times 5 \times 10^6 \times (1 + 0.25) = 12.5Mbps \quad (1)$$

Independente do tipo de modulação, a taxa máxima será de 12.5Mbps.

9. INSS 2014 - 53

Um sistema a 8kbaud com modulação 16-QAM(M=16) suporta no máximo 32kbps ($8000 \times \log_2(16)$). Porém o código corretor de erro promove uma redução de 3/4, resultando em uma taxa de 24kbps disponível para a camada de enlace.

10. INSS 2014 - 70

Um sinal de voz com banda 4kHz requer no mínimo 8kHz para a frequência de amostragem. Se codificado a 8 bits, significa dizer que sua taxa de transmissão de bits será de 64kbps ($8000Hz \times 8bits$). Empregando-se uma modulação QPSK nesse sinal resulta em uma divisão dessa taxa de bits pela metade, uma vez que esse tipo de modulação permite dois canais, um em fase e outro em quadratura (análise considera apenas a banda base do sinal) resultando em dois canais de 32kbps de taxa de transmissão. A banda mínima será a metade dessa taxa, ou seja, 16kHz. Aplicando uma forma de pulso *raised cosine* com fator de *roll-off* de 0.25 resulta em uma banda total de **20kHz**.

11. INSS 2014 - 57

Como as modulações M-QAM e M-PSK modulam a fase da portadora (no caso do QAM, também modula na amplitude), estas não envolvem diretamente a frequência e ocupação de banda. Ou seja, esquemas com $M > 4$ promovem uma maior eficiência espectral, pois ainda ocupam a mesma frequência.

A distância entre os pontos da constelação e o aumento na probabilidade de erro de bit são grandezas inversamente proporcionais, pois uma maior distância entre os pontos permite que haja menor ambiguidade na decisão entre símbolos.

A modulação M-QAM é uma forma melhorada do M-PSK, pois enquanto que os símbolos do M-PSK estão contidos em uma única circunferência, os símbolos do M-QAM estão dispersos ao longo do diagrama de constelação em circunferências de raios distintos ou blocos retangulares que possuem distanciamento diferente do símbolo ao centro do diagrama. Essa organização do M-QAM permite uma menor probabilidade de erro de

bit, para uma mesma eficiência espectral, pois a variação da amplitude dos símbolos proporciona um grau de liberdade a mais.

12. ENADE 2014 - 20

Na entrada de qualquer sistema receptor é ideal que se aplique um filtro anti-aliasing. Esse filtro é uma passa-baixas ajustado à banda útil do sinal, de forma a atenuar componentes espectrais maiores que a frequência de Nyquist, inclusive o ruído que se estende ao longo de todo espectro de frequência.

13. Petrobrás 2010 - 12

Considerando que é enviado 1 símbolo por pacote, para cada caso terá uma taxa de bits de:

- BPSK: 30% 1 bit;
- 16-QAM: 50% 4 bits;
- 64-QAM: 20% 6 bits;

Assim o fluxo de informação será: $0.3 \times 1 + 0.5 \times 4 + 0.2 \times 6 = 3.5\text{bps}$

14. ENADE 2008 - 53

Um sinal de banda de 10 kHz amostrado a cinco vezes a frequência Nyquist resulta em uma frequência de amostragem de 100 kHz. Se quantizado a 512 níveis, ou seja, 9 bits, resultando em uma taxa de transmissão de 900 kbps. Como o arquivo possui duração de 1 hora (3600 segundos), este possui, ao todo, 3.24 Gbits. Se transmitidos a 4 Mbits/s, a duração da transferência será de 810 segundos.

15. ENADE 2005 - 53

Para um sinal com banda de 100 Hz, a taxa de amostragem mínima é o dobro: 200 Hz. Se digitalizado a 50 mV e com uma excursão total de 10 V deve possuir no mínimo 200 níveis de quantização ($10V/50mV$). Como números em base binária devem ser utilizados, a quantidade de níveis serão 256 (8 bits). Para estes quesitos de frequência de amostragem e quantidade de bits de quantização, a taxa mínima de transmissão destes dados digitalizados será o produto entre 200 Hz e 8 bits, ou seja, 1600 bps.