

Introdução à Análise e Processamento de Sinal (2016/17)

Trabalho prático nº 6

1. Uma das formas utilizadas pelas redes telefónicas para a transmissão de sinalização (por exemplo, o número do telefone a chamar) baseia-se em códigos multi-frequência (DTMF). Neste sistema de codificação, os números são enviados à central usando pares de frequências, de acordo com a seguinte tabela:

Hz	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Por exemplo, o dígito “5” é representado através da soma de duas sinusóides, uma com frequência 770 Hz e outra com frequência 1336 Hz.

- (a) Gere um sinal que codifique a sequência “0471”, sendo a duração de cada dígito igual a 100 ms e a separação entre dígitos igual a 50 ms. A frequência de amostragem deve ser igual a 8 KHz, a variação pico a pico do sinal deve ser igual a 2 e a sua média deve ser zero.
- (b) Ao sinal obtido na alínea anterior, adicione ruído uniformemente distribuído no intervalo $[-0.5, 0.5]$ ¹ e calcule a respectiva relação sinal ruído (SNR).
- (c) Se usar a série de Fourier discreta para determinar os dígitos que se encontram codificados no sinal, qual deverá ser a resolução em frequência mínima que poderá usar? Na prática, estando o sinal afectado por ruído, acha que é razoável usar esse valor mínimo? Porquê? Verifique este limite no sinal que gerou na alínea anterior.
2. O ficheiro “dtmf2.txt” (disponível no moodle) contém uma sequência de dígitos codificados em DTMF, amostrados a 8 KHz.
- (a) Calcule a duração total do sinal, em segundos, assim como as durações aproximadas de cada dígito e a separação entre dígitos.
- (b) Determine qual é a sequência de dígitos contida no sinal, usando a série de Fourier discreta para realizar a análise. Para cada dígito, indique qual o segmento de sinal que utilizou, quais as riscas da série de Fourier discreta que considerou serem as principais para a representação do dígito em causa e respectivas frequências em Hz.
- (c) Como se pode ver pela tabela apresentada em cima, a gama de frequências utilizada pela sinalização DTMF situa-se entre os 697 Hz e os 1633 Hz. Por outro lado, é notório que o sinal que lhe foi fornecido contém bastante ruído (repare que os intervalos de separação entre dígitos não são zero). Sugira uma forma de atenuar este ruído, mantendo, como é óbvio, a informação necessária para a descodificação dos dígitos.

¹Para esse efeito pode usar a função `rand` do MATLAB.