

## Aula 22 - Modulação de Frequência

### Problema 1

Num sistema FM (*Frequency Modulation*) comercial o desvio de frequência máximo deve de ser de 75 kHz. Vai-se usar o método indirecto no processo de geração da onda FM. Assumindo que queremos que a nossa estação transmita nos 98 MHz, que o sinal que queremos transmitir tem frequências entre os 400 Hz e os 15 kHz e que só temos um multiplicador de frequência, calcule valores possíveis para a frequência da portadora da onda FM de banda estreita e desvio de frequência dessa onda (e consequentemente o valor do índice de modulação) para que isto seja possível. Calcule também a largura de banda usada.

### Problema 2

Imagine uma experiência de modulação em FM (*Frequency Modulation*) em que eu posso mudar a amplitude ou a frequência de uma onda sinusoidal a modular,  $m(t)$  (e apenas uma delas). Durante a experiência mudei uma delas e verifiquei que a largura de banda do sinal FM se manteve sensivelmente igual ao longo da mudança. O que é que eu mudei na onda  $m(t)$ : a sua amplitude ou a sua frequência? Justifique a resposta apresentando as fórmulas necessárias e os considerandos em que se baseou para os argumentos.

### Problema 3

Considere um sinal ASK em que  $f_c = M/T \gg 1/T$ , com  $T$  a designar a duração dum bit. Mostre que o sinal pode ser escrito como

$$x(t) = \sum_k a_k r(t - kT),$$

identificando  $a_k$  e  $r(t)$ . Use esse resultado para calcular a densidade espectral de potência dum sinal ASK.