Princípios de Comunicações

CETUC/PUC-Rio - Prof. Rodrigo de Lamare

Lista de Exercícios – 3

1. O sinal de mensagem $m\left(t\right)=2\cos(\left(400t\right)+4sen\left(500t+\frac{π}{3}\right))$ modula um sinal de portadora $c\left(t\right)=Acos\left(8000πt\right)$ usando modulação DSB-SC AM.
2. Determine as representações nos domínios do tempo e da frequência do sinal modulado.
3. Esboce o espectro do sinal modulado (transformada de Fourier).
4. Calcule a potência do sinal modulado.
5. Considere o sinal de mensagem $m\left(t\right)=2\cos(\left(4000πt\right)+5\cos(\left(6000πt\right)))$ e o sinal de portadora $c\left(t\right)=100cos\left(2πf\_{c}t\right),$ onde $f\_{c}=50kHz.$ Determine e esboce o espectro de um sinal DSB-SC AM.
6. Um sinal modulado em amplitude tem a forma

$$u\left(t\right)=\left[20+2\cos(\left(3000πt\right)+10\cos(\left(6000πt\right)))\right]\cos(\left(2πf\_{c}t\right)),$$

em que $f\_{c}=10^{5}Hz$.

1. Esboce o espectro de $u\left(t\right)$.
2. Determine a potência de cada uma das componentes de frequências.
3. Determine o índice de modulação.
4. Determine a potência das faixas laterais, a potência total, e a razão da potência das faixas laterais e da potência total.
5. O sinal de mensagem $m\left(t\right)=\left\{\begin{matrix}sinc\left(100t\right),&0\leq t\leq t\_{0}\\0,&caso contrário\end{matrix}\right. $,

em que $t\_{0}=0,1$, modula uma portadora $c\left(t\right)=\cos(\left(2πf\_{c}t\right))$ usando modulação AM convencional. A frequência da portadora é $f\_{c}=250 Hz$ e o índice de modulação é $a=0,8$.

1. Escreva um programa em Matlab para mostrar a mensagem de sinal $m\left(t\right)$ e o sinal modulado $u\left(t\right)$ usando um intervalo de amostragem igual a $t\_{s}=0,0001.$
2. Determine e esboce o espectro do sinal de mensagem $m\left(t\right)$ e o sinal modulado $u\left(t\right)$.
3. Escreva um programa para demodular o sinal AM convencional modulado $u\left(t\right)$ calculando-se a envoltória de $u\left(t\right)$, ou seja $|1+am\left(t\right)|$, e subtraindo o valor DC para demodular a mensagem $m\left(t\right)$.
4. Um sinal do tipo SSB AM é gerado modulando-se uma portadora de $800kHz$ por um sinal de mensagem $m\left(t\right)=\cos(\left(2000πt\right)+2sen\left(2000πt\right))$. A amplitude da portadora é $A\_{c}=100.$
5. Determine o sinal $\hat{m}\left(t\right)$ após o uso da transformada de Hilbert.
6. Calcule a expressão no domínio do tempo para um sinal SSB AM de faixa inferior.
7. Determine a magnitude do espectro de um sinal SSB AM de faixa inferior.
8. Um sistema de modulação VSB AM emprega um sinal de mensagem $m\left(t\right)$ com largura de faixa $W$ e cuja função de transferência do filtro passa-faixa, conforme mostrado abaixo.





1. Determine o equivalente passa-baixa da resposta ao impulso do filtro passa-faixa.
2. Desenvolva uma expressão para o sinal modulado $u\left(t\right)$.
3. Um canal de comunicações é caracterizado por uma atenuação de 90 dB e ruído AWGN com densidade espectral de potência de $\frac{N\_{0}}{2}=0,5x 10^{-14}\frac{W}{Hz}$. A largura de faixa do sinal de mensagem é $1.5$ MHz e sua amplitude é distribuída uniformemente no intervalo $\left[-1,1\right]$. Determine a potência de transmissão necessária para que a SNR seja $30$ dB nos seguintes casos:
4. Modulação SSB-AM com faixa lateral superior.
5. Modulação AM convencional com índice de modulação igual a $0,5$.
6. Modulação DSB-SC AM.
7. Um sinal modulado em ângulo tem a forma

$$u\left(t\right)=100\cos(\left(2πf\_{c}t+4sen\left(2000πt\right) \right),)$$

em que $f\_{c}=10MHz$.

1. Determine a potência média transmitida.
2. Calcule o desvio de fase.
3. Calcule o desvio de frequência.
4. É um sinal FM ou PM? Explique.
5. O sinal de uma portadora $c\left(t\right)=100\cos(\left(2πf\_{c}t\right))$ é modulado em frequência por um sinal $m\left(t\right)=50\cos(\left(20000πt\right)),$ em que $f\_{c}=10^{8}Hz$. O desvio de frequência é dado por $20Hz$.
6. Determine a amplitude e a frequência dos componentes do sinal que possuem ao menos 10% da potência da componente da portadora não modulada.
7. Usando a regra de Carson, determine a largura de faixa aproximada do sinal FM.
8. Um sinal de mensagem é descrito por

$$m\left(t\right)=\left\{\begin{matrix}1,&0\leq t<\frac{t\_{0}}{3}\\-2,&\frac{t\_{0}}{3}\leq t<\frac{2t\_{0}}{3}\\0,&caso contrário\end{matrix}\right.$$

e modula uma portadora $c\left(t\right)=\cos(\left(2πf\_{c}t\right)),$ em que $f\_{c}=200 Hz$ e $t\_{0}=0,15 s$egundos. A constante de desvio de frequência é $k\_{f}=50.$

1. Escreva a expressão do sinal modulado FM $u(t)$.
2. Escreva um programa em Matlab para esboçar o sinal da mensagem $m(t)$ e o sinal modulado $u(t)$usando um intervalo de amostragem de $t\_{s}=0,0001.$
3. Calcule e esboce com o Matlab o espectro de $m(t)$ e $u\left(t\right).$
4. Suponha que a largura de faixa de $m(t)$ seja $W$. Determine o índice de modulação $β$ e a largura de faixa $B\_{c}$ usando a regra de Carson.
5. O sinal de mensagem normalizado $m\_{n}(t)$ tem uma largura de faixa de $5000$ Hz e potência de $0,1$ Watts. O canal de comunicações possui uma largura de faixa de $100 kHz$ e atenuação de $80$ dB. O ruído é do tipo AWGN com densidade espectral de potência igual a $\frac{N\_{0}}{2}=\frac{1}{2}x 10^{-12}$ W/Hz e o transmissor tem potênca de $10$ kW.
6. Se o sinal modulado é do tipo AM com $a=0,8$ calcule a SNR.
7. Se o sinal modulado é do tipo FM com é a maior SNR possível?
8. Considere o sinal de mensagem dado por

$$m\left(t\right)=\left\{\begin{matrix}sinc\left(100t\right),&0\leq t\leq t\_{0}\\0,&caso contrário\end{matrix}\right.$$

em que $t\_{0}=0,1.$, usado em um sinal modulado FM com portadora $c\left(t\right)=\cos(\left(2πf\_{c}t\right)), $em que $f\_{c}=250Hz$. A constante de desvio em frequência é $k\_{f}=100.$

1. Escreva matematicamente o sinal modulado $u\left(t\right) $e o esboce com auxílio do Matlab usando um intervalo de amostragem igual a $t\_{s}=0,0001$.
2. Esboce o espectro da mensagem $m\left(t\right)$ e do sinal modulado $u\left(t\right) $matematicamente e com o Matlab.
3. Construa o sinal recebido em presença de ruído AWGN com $σ=0,1$.
4. Com base no item c) demodule o sinal modulado FM $u\left(t\right)$ encontrando a fase do sinal recebido, ou seja a integral do sinal $m\left(t\right)$, e dividindo o sinal por $2π$ para recuperar $m\left(t\right).$