

CONCURSO PÚBLICO DE PROVAS E TÍTULOS PARA O CARGO EFETIVO DE PROFESSOR DA
CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

EDITAL Nº 42/2016 – PROGRAD

CHAVE DE CORREÇÃO DA PROVA ESCRITA

1ª QUESTÃO (2,0 PTS) – Descreva as propriedades de convolução e de modulação da transformada de Fourier de sinais contínuos.

Resposta:

A propriedade de convolução diz que a convolução de dois sinais no domínio do tempo, $x(t)$ e $y(t)$, corresponde ao produto dos seus espectros, $X(w)$ e $Y(w)$, na frequência w que o recíproco é verdadeiro, ou seja, o produto dos espectros na frequência corresponde à convolução dos sinais no domínio do tempo.

$$x(t) * y(t) \stackrel{F}{\Leftrightarrow} X(w)Y(w)$$

A propriedade da modulação combina a propriedades de convolução e dualidade mostrando que o produto de sinais no tempo corresponde à convolução de sinais no domínio da frequência corrigido por um fator de escala. Reciprocamente a convolução dos espectros correspondem ao produto dos sinais no domínio do tempo, ou seja

$$x(t)y(t) \stackrel{F}{\Leftrightarrow} \frac{1}{2\pi} X(w) * Y(w).$$

2ª QUESTÃO (2,0 PTS) – Descreva o método de demodulação conhecido como detecção coerente ou demodulação síncrona para um sinal modulado em AM-DSB-SC (modulação em amplitude com faixa lateral dupla e portadora suprimida). Caso julgue necessário, utilize desenhos, equações, gráficos e tabelas para fundamentar sua dissertação.

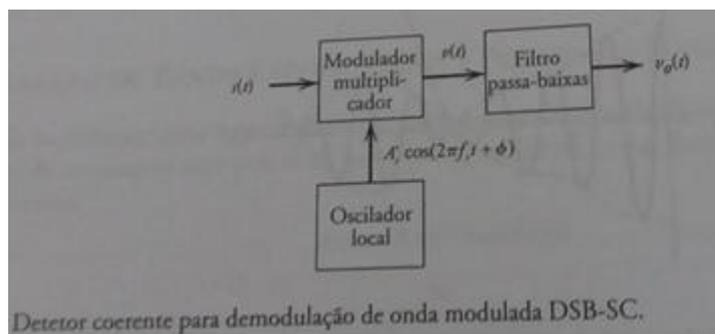
Resposta:

Considere o sinal $s(t)$ obtido por modulação em amplitude de banda lateral dupla e portadora suprimida (DSB-SC) dado por

$$s(t) = A_c m(t) \cos(2\pi f_c t) \quad (1)$$

onde $m(t)$ é o sinal de mensagem, A_c é a amplitude da portadora, f_c é a frequência da portadora e t é o tempo.

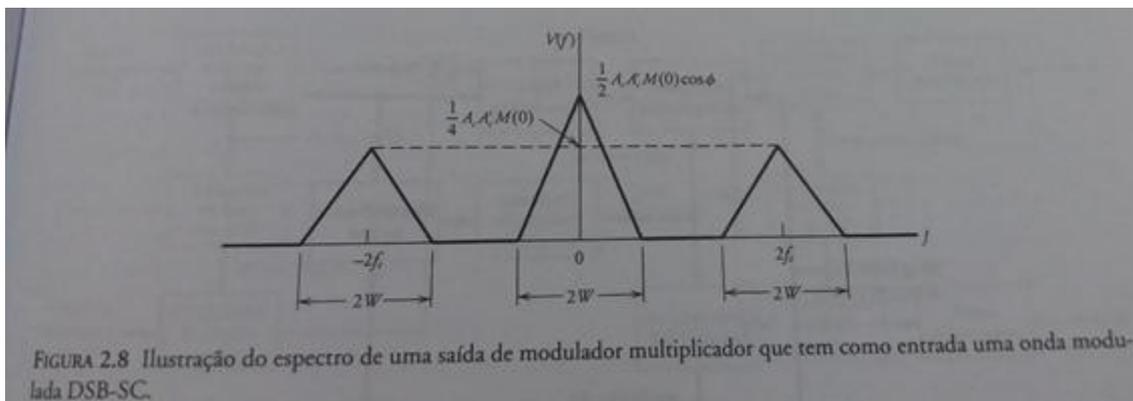
Pode-se recuperar o sinal de banda base $m(t)$ de maneira única a partir de $s(t)$ multiplicando-se primeiramente $s(t)$ por uma onda senoidal gerada localmente e então passando o produto por um filtro passa-baixas, como na figura 1. Presume-se que o sinal do oscilador local seja exatamente coerente ou sincronizado, tanto em frequência como em fase, com a onda portadora $c(t)$ utilizada no modulador multiplicador para gerar $s(t)$.



Pode-se considerar a detecção coerente como um caso especial do processo de demodulação mais geral usando-se um sinal do oscilador local que tenha a mesma frequência, mas com uma diferença de fase arbitrária ϕ , medida em relação à onda portadora $c(t)$. Dessa forma, indicando o sinal do oscilador local por $A_c \cos(2\pi f_c t + \phi)$ e usando a Equação 1 para a onda DSB-SC $s(t)$, descobrimos que a saída do modulador multiplicador é dada por

$$\begin{aligned}
 v(t) &= A_c \cos(2\pi f_c t + \phi) s(t) \\
 &= A_c A_c \cos(2\pi f_c t) \cos(2\pi f_c t + \phi) m(t) \\
 &= \frac{1}{2} A_c A_c \cos(4\pi f_c t + \phi) m(t) + \frac{1}{2} A_c A_c m(t) \cos \phi
 \end{aligned} \tag{2}$$

O primeiro termo da equação acima representa um sinal modulado DSB-SC com uma frequência de portadora $2f_c$, ao passo que o segundo termo é proporcional ao sinal de banda base $m(t)$. Isso também é ilustrado pelo espectro $V(f)$ exibido na figura 2, no qual se presume que o sinal de banda base $m(t)$ se limite ao intervalo $-W \leq f \leq W$.



Portanto, é evidente que o primeiro termo da equação (2) é eliminado pelo filtro passa-baixas na figura 1, contanto que a frequência de corte desse filtro seja maior do que W , mas menor do que $2f_c - W$. Esse requisito é satisfeito escolhendo-se $2f_c > W$. Na saída do filtro, obtemos então o sinal fornecido por

$$v_o(t) = \frac{1}{2} A_c A_c' m(t) \cos \phi$$

O sinal demodulado $v_o(t)$ é, portanto, proporcional a $m(t)$ quando o erro de fase ϕ é constante. A amplitude desse sinal demodulado é máxima quando $\phi = 0$ e mínima quando $\phi = \pm \pi/2$.

O erro de fase ϕ no oscilador local faz com que a saída do detector seja atenuada por um fator igual a $\cos \phi$. Contanto que o erro de fase ϕ seja constante, o detector fornece uma versão sem distorções do sinal de banda base original $m(t)$. Na prática, porém, geralmente comprovamos que o erro de fase ϕ varia aleatoriamente com o tempo, devido a variações aleatórias no canal de comunicação. O resultado é que, na saída do detector, o fator multiplicador $\cos \phi$ também varia aleatoriamente com o tempo, o que evidentemente é indesejável. Portanto, devem-se fazer provisões no sistema para manter o oscilador local existente no receptor em perfeito sincronismo, tanto em frequência como em fase, com a onda portadora utilizada para gerar o sinal modulado DSB-SC no transmissor.

3ª QUESTÃO (2,0 PTS) – Explique o efeito de recobrimento espectral (*aliasing*) gerado pelo processo de amostragem uniforme de sinais de banda limitada, porque ele ocorre e como evitá-lo.

Resposta:

O processo de amostragem cria, no domínio da frequência, réplicas do espectro do sinal de entrada centrados em múltiplos inteiros da frequência de amostragem. Esse fenômeno ocorre uma vez que o processo de amostragem pode ser entendido como a multiplicação do sinal de entrada por um trem de impulsos com período T (período de amostragem), ou, equivalentemente, como a convolução do espectro do sinal de entrada por um trem de impulsos com período $f=1/T$, no qual f é a frequência de amostragem. Dessa forma, assumindo que o sinal de entrada é de banda limitada com máxima frequência f_{max} , o efeito de recobrimento ocorre quando $f < 2*f_{max}$, o que faz com que as réplicas do espectro do sinal de entrada se sobreponham distorcendo o sinal amostrado, muitas vezes gerando artefatos indesejáveis. Para evitar o aliasing o teorema de Nyquist diz que a frequência de amostragem deve ser maior que duas vezes a máxima frequência do sinal, ou seja, $f > 2*f_{max}$.

4ª QUESTÃO (2,0 PTS) – Explique como acontecem as perdas por propagação eletromagnética em fibras ópticas. Utilize também esboços e/ou gráficos em sua resposta.

Resposta:

Em fibras ópticas, as ondas luminosas usam numerosos caminhos para ir de uma extremidade a outra da fibra. Devido a estes diferentes caminhos, as ondas luminosas refletem de uma forma diferente na interface núcleo-casca. Esse grande número de caminhos possíveis faz com que existam diferentes tempos de trânsito para completar o percurso pelo cabo de fibra óptica. Isso é chamado de dispersão e resulta na degradação dos sinais que estão sendo propagados na fibra à medida que eles atingem a extremidade do cabo.

5ª QUESTÃO (2,0 PTS) – Cite e explique 5 características fundamentais de antenas.

Resposta:

- 1. Impedância de entrada: trata-se da impedância vista pelos terminais de entrada da antena, o qual significa uma oposição natural a propagação de ondas eletromagnéticas na antena.*
- 2. Diagrama de irradiação: é a representação gráfica da intensidade de irradiação de uma antena em todas as direções.*
- 3. Diretividade da antena: a diretividade de uma antena é definida como a relação entre a densidade de potência na direção em que o diagrama de irradiação apresenta o seu valor máximo e a densidade média irradiada.*
- 4. Ganho da antena: expressa a capacidade da antena de concentrar energia em uma determinada direção.*
- 5. Relação frente-costa: é definida como a razão entre a densidade de potência transmitida (ou recebida) na direção do máximo do lóbulo principal e a densidade de potência transmitida (ou recebida) na direção oposta.*
- 6. Eficiência de irradiação: caracteriza o quanto uma antena é eficiente na conversão da potência entregue em seus terminais em potência irradiada.*
- 7. Polarização: a polarização de uma antena está diretamente ligada ao conceito de polarização da onda eletromagnética, ou seja, está relacionada com a direção do campo elétrico da onda que se propaga.*
- 8. Discriminação de polarização: indica o tipo de polarização da antena: horizontal, vertical ou circular.*
- 9. Largura de faixa: indica a faixa de frequências de utilização da antena, na qual o comportamento da antena é praticamente uniforme.*
- 10. Largura de feixe de meia potência: é definida como o ângulo formado pelos pontos em que a densidade de potência irradiada cai pela metade em relação ao seu valor máximo.*