2ELE043 - Princípios de Comunicações

EXPERIÊNCIA 12 – MODEM DIGITAL FSK

 ${\bf Taufik~ABR\tilde{A}O^{\dagger},~Jaime~L.~JACOB^{\dagger},} \\ and~{\bf Luis~C.~MATHIAS^{\dagger},}~{\it Lab.~Telecom~-~Depto~Eng.~Elétrica~da~UEL}$

RESUMO Análise prática de circuitos Moduladores e Demoduladores Digitais FSK.

palavras-chave: Modem FSK.

1. OBJETIVO

- Analisar um esquema de um (De)Modulador FSK básico, similar ao utilizado na transmissão (recepção) de comunicação de dados.
- Implementação e análise de um o circuito gerador e detector de FSK.

2. MATERIAL NECESSÁRIO

2.1 Modulador FSK

- Módulo MCA 8801 DataPoll;
- Osciloscópio digital de dois canais;
- Gerador de Funções:
- Protoboard e Alicates.

2.2 Demodulador FSK

- 01 Chave de fenda de 1/8";
- 01 CI LM565 ou NE565;
- 01 Cl CA3140;
- 01 Trimpot Multivolta de 1 K Ω ;
- 02 Resistores de 560 Ω ;
- 02 Resistores de 1 k Ω :
- $\bullet~03$ Resistores de 3,3 k Ω
- 01 Capacitor de poliéster de 1 nF;
- 05 Capacitores de poliéster de 22 nF;
- 02 Capacitores eletrolíticos de 100 μF / 25V.

3. MODULADOR FSK

- 1. O circuito da figura 1 é um modulador FSK construído com o XR2206. O módulo MCA 8801 já possui um circuito similar a este. Estude a folha de dados do CI XR2206.
- 2. Ainda sem o sinal de dados (banda base), calibre o modulador FSK (FM) para $10 \ kHz$ e tensão de pico de $1V_p$ utilizando os potenciômetros. Esta será a frequência central da onda portadora. ATENÇÃO! NÃO MEXA NOS TRIMPOTS DO MÓDULO MCA 8801.

- 3. A conexão de uma onda quadrada na entrada do modulador FSK irá simular um trem de pulsos "0" e "1", sucessivos, para os dados. Este sinal deverá ser do tipo NRZ (Non-Return-to-Zero):
 - a. com o osciloscópio, calibre o gerador de funções para saída em onda quadrada, frequência de 1 kHz, e tensão de $400\,mV_p$, sem offset, i.e. sem nível DC e com razão cíclica de 50%.
- Deve-se observar e registrar o deslocamento de frequências em resposta à onda quadrada na entrada. Passos:
 - a. Conecte o sinal modulante ajustado anteriormente no gerador de funções na entrada do modulador FSK. Quais são as duas frequências de saída do circuito modulador para este nível de tensão?
 - b. Repita o ítem anterior alterando a amplitude do sinal do gerador na faixa de $[400, 360, 320, ..., 0] \, mV$. Registre as freqüências de saída correspondentes do circuito modulador
 - c. Com estas medidas, determine a(s) região(ões) de operação do modulador FSK, isto é a faixa de tensão (valores $\geq 0V$) modulante de entrada tal que resulte no chaveamento das freqs de saída. Quais são estas frequências?
 - d. Para o modulador FSK circuito e tensões modulantes de entrada especificadas anteriormente é possível obter uma relação linear (K_c) entre tensão modulante e freqüência modulada? Por que?
 - e. Existe descontinuidade de fase no sinal FSK modulado (pino 2 do C.I. XR-2206, figura 1)?

Obs: O circuito modulador FSK e a calibração realizada nesta etapa serão utilizados a seguir.

4. DEMODULADOR FSK

Nesta etapa da experiência será analisado um demodulador FSK, parte integrante de qualquer receptor digital FSK.

Um sistema de comunicação de dados em banda base e na ausência de efeitos de canal (ruído AWGN e efeitos de desvanecimento) pode ser obtido conectandose a saída do modulador diretamente ao demodulador. Isto será feito a seguir.

1. Com o módulo desligado, monte o circuito da Figura 2. O demodulador FSK é baseado no PLL

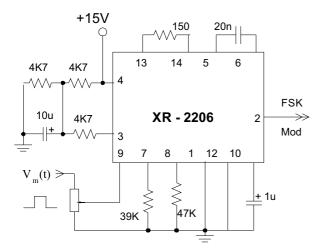


Figura 1 Circuito básico do Modulador

integrado 565. Estude a folha de dados do CI565 em anexo.

- O circuito modulador FSK deve estar operando nas condições estabelecidas anteriormente. Se isto não estiver ocorrendo, repita os passos descritos na etapa anterior.
- 3. Conecte o sinal FSK em banda base à entrada do circuito montado;
- 4. Ligue o módulo e ajuste o trimpot Rv1 em sua posição média. Finalmente faça um ajuste fino em Rv1 até obter uma saída quadrada no osciloscópio (saída: sinal demodulado FSK). Este deve ser um ajuste preciso, obtendo, em um lado do sinal quadrado, a tensão +V e, no outro lado, a tensão -V. Ajuste para obter o centro exato destas duas indicações, resultando em simetria no sinal quadrado;
- 5. No modulador, desconecte a entrada de dados e conecte ao ponto comum do circuito (GND).
 - a. Qual a frequência correspondente à saída do VCO (pino 4) ?
- 6. No modulador, agora reconecte a entrada de dados.
 - a. Quais as frequências correspondentes à saída do VCO (pino 4)? DICA! Usar como referência de Trigger do osciloscópio o sinal de entrada de dados do modulador.

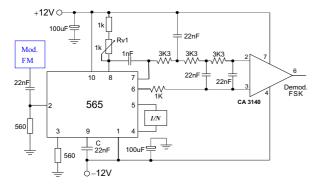


Figura 2 Circuito do Demodulador

5. ANÁLISE

Para responder completamente as questões abaixo será necessário realizar medidas adicionais no modem FSK.

Modulador FSK. A partir da folha de dados do XR-2206 determine:

- a máxima frequência de operação típica para o modulador FSK da figura 1. Quais os componentes neste circuito que determinam as freqs. do modulador? Calcule estas freqs. e compare com os valores obtidos no item 3.4.
- 2. Qual os limites para a estabilidade em freq do CI XR-2206 como modulador?
- 3. Genericamente, a constante e um modulador de freq construído com o XR-2206 será positivo ou negativo. Explicite a expressão geral para o cálculo da freq de saída indicando o significado de cada termo.
- 4. Como é possível obter diretamente outras formas de onda (triangular e quadrada), além da senoidal, para o sinal FSK?
- A partir da atuação direta no modulador FSK da figura 1, indique como é possível aumentar a amplitude do sinal de saída do modulador.
 - a. Existe relação linear para o sinal FSK e a forma de onda senoidal e triangular?

Demodulador FSK. A partir da folha de dados do CI **565** determine:

- a expressão para a freq de operação do PLL na ausência do travamento (freq livre). Identifique, na figura 2, os componentes que determinam esta freq. Compare com os valores obtidos no item 4.5.
- 2. O PLL utilizado como demodulador FSK na figura 1 é do tipo I ou II? Por que? Caso seja do tipo II, determine a freq natural, ω_n , e o fator de amortecimento, ζ , da malha do laço de realimentação.
- 3. Teoricamente, qual a **faixa de retenção**, em $\pm [Hz]$, do demodulador FSK? Isto é a faixa de freqs na qual o laço permanecerá travado (atuação do PLL) após ter entrado em sincronismo (travamento do PLL). Meça esta faixa no conjunto Mo(Dem) FSK, obtendo as freqs correspondentes à perda de travamento do PLL.
- 4. O tamanho da faixa de retenção tem alguma relação com divisor de freq 1/N no circuito da figura 2? Justifique sua resposta.
- 5. Mostre se realmente o PLL está atuando como demodulador de freq comparando a freq de corte do PLL e a taxa de variação do sinal modulante. Justifique.
- 6. Como alterar o esquema FSK binário (2-FSK) para transmitir símbolos com mais de 2 bits, como por exemplo 4-FSK ou 16-FSK?
- Esboçe as alterações necessárias no circuito modulador e demodulador para obter um modem M-FSK. Apresente o novo diagrama e se possível implemente um modem 4-FSK.