

# EXPERIÊNCIA 10 – MODEM DIGITAL FSK

Taufik ABRÃO<sup>†</sup>, Jaime L. JACOB<sup>†</sup>,  
and Luis C. MATHIAS<sup>†</sup>, 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 CI CA3140;
- 01 Trimpot Multivolta de 1 K $\Omega$ ;
- 02 Resistores de 560  $\Omega$ ;
- 02 Resistores de 1 k $\Omega$ ;
- 03 Resistores de 3,3 k $\Omega$ ;
- 01 Capacitor de poliéster de 1 nF;
- 05 Capacitores de poliéster de 22 nF;
- 02 Capacitores eletrolíticos de 100  $\mu$ F / 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<sub>p</sub>, sem *offset*, i.e. sem nível DC e com razão cíclica de 50%.

4. 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 item anterior alterando a amplitude do sinal do gerador na faixa de [400, 360, 320, ..., 0] mV. Registre as frequências 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 freqs?
- 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 frequência modulada? Por que?
- e. Existe descontinuidade de fase no sinal FSK modulado (pino 2 do C.I. XR-2206, figura 1) ?

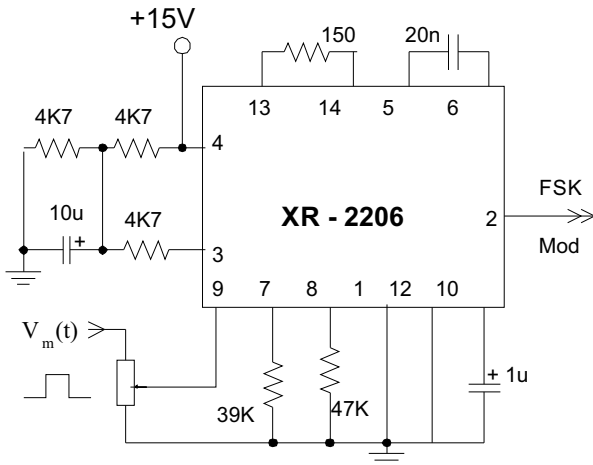
**Obs:** O circuito modulador FSK e a calibração realizada nesta etapa serão utilizados a seguir.

## 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 conectando-se a saída do modulador diretamente ao demodulador. Isto será feito a seguir.

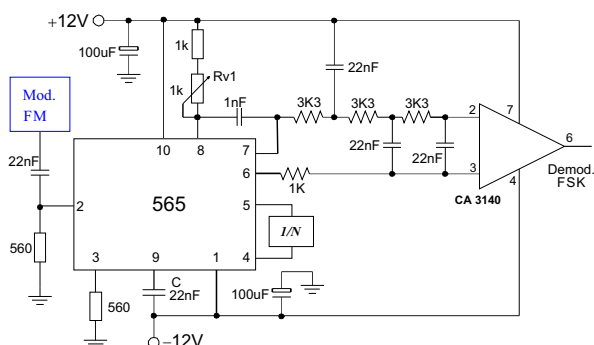
1. Com o módulo desligado, monte o circuito da Figura 2. O demodulador FSK é baseado no PLL



**Figura 1** Circuito básico do Modulador

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

2. 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