

# Princípios de Comunicação – Trabalho Final

## Problema Computacional

Para facilitar, vou copiar um trecho do livro do Haykin, sobre o qual farei a questão computacional, restrita apenas à modulação AM.

### Detector de envoltória

Como mencionado na seção introdutória, o processo de *demodulação* é usado para recuperar a onda modulante original da onda modulada que chega; de fato, a demodulação é o reverso do processo de modulação. Como na modulação, a demodulação de uma onda AM pode ser realizada usando-se vários dispositivos: aqui descreveremos um dispositivo simples, mas altamente eficaz, conhecido como o *detector de envoltória*. Alguma versão desse demodulador é usada em quase todo receptor comercial de rádio AM. Para que ele funcione adequadamente, entretanto, a onda AM deve ser de banda estreita, o que requer que a frequência de portadora seja grande comparada à largura de banda da mensagem. Além disso, a percentagem de modulação deve ser menor do que 100%.

Um detector de envoltória do tipo série é mostrado na Figura 3.7a, que consiste em um diodo e um filtro resistor-capacitor (RC). A operação desse detector de envoltória ocorre como se segue. No semiciclo positivo do sinal de entrada, o diodo é diretamente polarizado e o capacitor  $C$  carrega-se rapidamente até o valor pico do sinal de

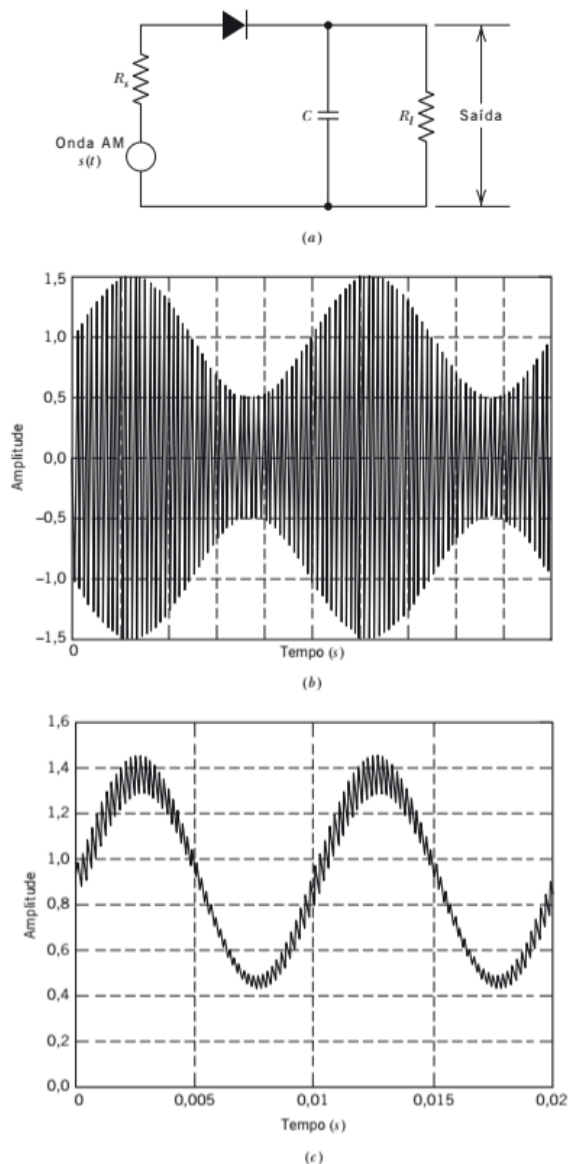
entrada. Quando o sinal de entrada cai abaixo desse valor, o diodo fica reversamente polarizado e o capacitor  $C$  descarrega-se lentamente através do resistor de carga  $R_f$ . O processo de descarregamento continua até o próximo semiciclo positivo. Quando o sinal de entrada torna-se maior do que a tensão sobre o capacitor, o diodo novamente conduz e o processo se repete. Assumimos que o diodo é ideal, apresentando resistência  $r_f$  ao fluxo corrente na região de polarização direta e resistência infinita na região de polarização reversa. Assumimos, ainda, que a onda AM aplicada ao detector de envoltória é fornecida por uma fonte de tensão de impedância interna  $R_s$ . A constante de tempo carregamento  $(r_f + R_s)C$  deve ser pequena comparada com período da portadora  $1/f_c$ , isto é,

$$(r_f + R_s)C \ll \frac{1}{f_c} \quad (3.12)$$

de modo que o capacitor  $C$  carregue-se rapidamente e assim siga a tensão aplicada até o pico positivo quando o diodo está conduzindo. Por outro lado, a constante de tempo de descarregamento  $R_f C$  deve ser grande o suficiente para assegurar que o capacitor se descarregue lentamente através do resistor de carga  $R_f$  entre picos positivos da onda portadora, mas não tão grande de modo que a tensão sobre o capacitor não descarregue à taxa máxima de mudança da onda modulante, isto é

$$\frac{1}{f_c} \ll R_f C \ll \frac{1}{W} \quad (3.13)$$

em que  $W$  é a largura de banda da mensagem. O resultado é que a saída do detector de tensão do capacitor é praticamente a mesma que a envoltória da onda AM, como demonstrado a seguir.



**Figura 3.7** Detector de envoltória. (a) Diagrama do circuito. (b) Onda AM de entrada. (c) Saída do detector de envoltória.

Seguem abaixo:

- um código em Matlab para simular a modulação de uma onda portadora com os seguintes dados: frequência da portadora de 20kHz com uma onda modulante de 0,4kHz, um índice de modulação de 50 % e uma taxa de amostragem de 160kHz.

- um código para um detector de envoltória ao sinal modulado com os seguintes dados: resistência de 25Ω e capacitância de 0,01 μF. A resistência da fonte é de 75W e a resistência da carga é de 10kW.

```

function [y,t,Vc,Vo]=AM_wave(fc,fm,mi)

%Inputs:   fc   Carrier Frequency
%          fm   Modulation Frequency
%          mi   modulation index

fs=160000;   %sampling rate
deltaT=1/fs; %sampling period

t=linspace(0,.1,.1/deltaT); %Create the list of time periods
y=(1+mi*cos(2*pi*fm*t)).*cos(2*pi*fc*t); %Create the AM wave

%%%Create the envelope detector%%%

Vc=zeros(1,length(y));
Vc(1)=0; %inital voltage

for k=2:length(y)
    if (y(k)>(Vc(k-1)))
        Vc(k)=y(k);
    else
        Vc(k)=Vc(k-1)-0.023*Vc(k-1);
    end
end

```

1. Utilizando estes modelos de modulador AM e de detector de envoltória, façam o seguinte:

(a) Simulem a modulação e a detecção de uma onda modulante de 400 Hz que tem um índice de modulação de 50%. Apresentem os gráficos correspondentes.