UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Docente: Rildo Afonso de Almeida

Análise de Sinais

Introdução aos Sinais

A noção intuitiva de Sinais surge de uma variedade enorme de contextos. Qualquer apontamento que se faça: em números por exemplo; ou qualquer registro que se faça: do desempenho de uma máquina, ou da performance, ou dos consumos de um veículo ao longo de uma viagem; ou qualquer medição que se faça: com o uso de algum aparelho ou instrumento de medida; ou qualquer gravação que se faça, de um som, ou de uma imagem ou mesmo de um vídeo, pode facilmente se tornar em um sinal.

UEMG

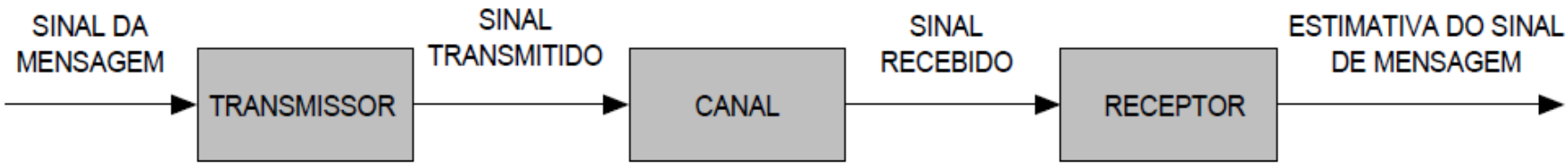
Introdução aos Sinais

Existe uma linguagem própria usada para descrever os sinais, assim como existe também um conjunto bastante poderoso de ferramentas para analisá-los. Neste módulo trataremos da linguagem que descreve os sinais. Em outros capítulos mais adiante trataremos das ferramentas de análise.

Exemplo de Sinais

O que é um sinal? ⇒ Função de uma ou mais variáveis, a qual veicula informações sobre a natureza de um fenômeno físico.

O que é um sistema? ⇒ Entidade que manipula um ou mais sinais para realizar uma função, produzindo assim, novos sinais.

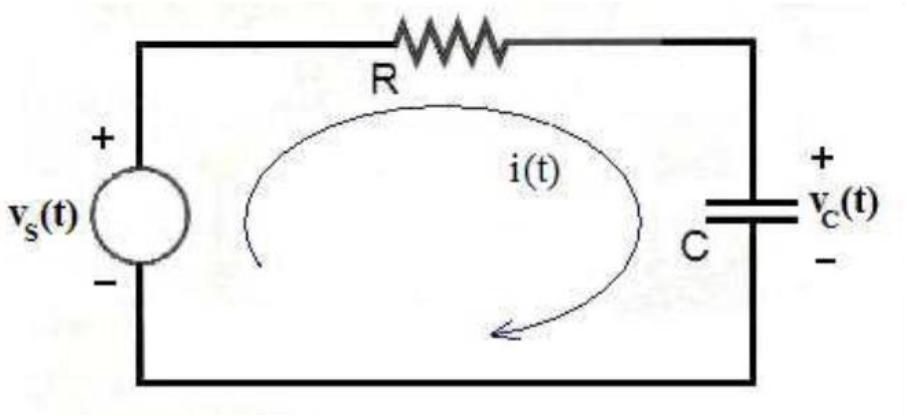


Ciclo de um sinal.

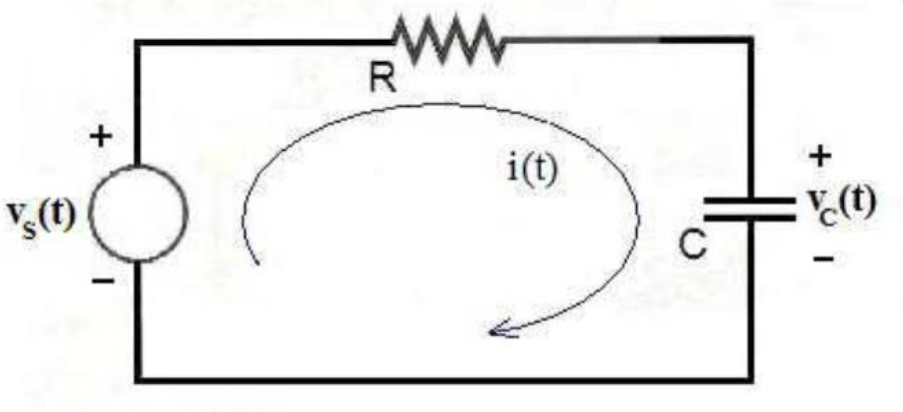
Exemplo de Sinais

a) Circuito RC

Considere um sistema elétrico simples de um circuito RC série, ilustrado na figura abaixo.



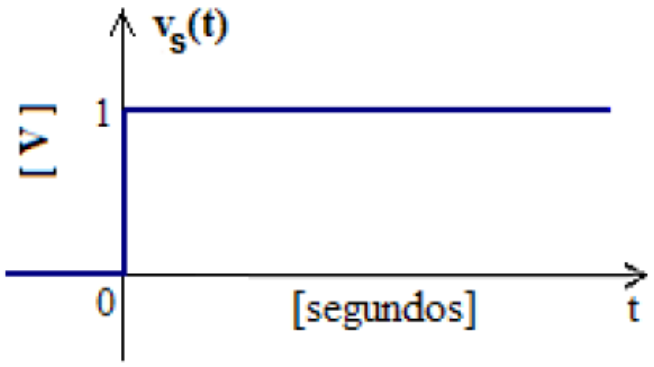
Exemplo de Sinais

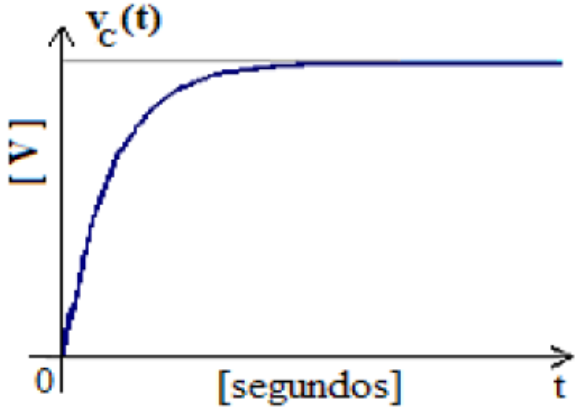


O sinal da tensão Vs(t) na fonte ou o sinal da tensão Vc(t) no capacitor, assim como o sinal da corrente i(t) que atravessa a única malha do circuito podem ser medidos por aparelhos como voltímetro e amperímetro.

Exemplo de Sinais

Na figura vê-se um possível exemplo do sinal da tensão Vs(t) na fonte e do sinal da tensão Vc(t) no capacitor, ambos em Volts [V].





Exemplo de Sinais

b) Carro

Os carros andam quando são acelerados. Mas isso equivale aplicar uma força f(t) que vai puxar o carro, visto que pela Segunda Lei de Newton, a força é igual à massa x aceleração.

$$F(t) = m \cdot a(t)$$

Exemplo de Sinais

$$F(t) = m \cdot a(t)$$

Suponha que o sinal da força f(t) aplicado em um carro é proporcional à aceleração que lhe foi dada, é mostrado na figura acima. O sinal do deslocamento x(t) assim como da velocidade v(t) que o carro desenvolve, decorrente desta força aplicada, podem ser medidos por aparelhos.

Exemplo de Sinais

c) Voz/ Fala humana

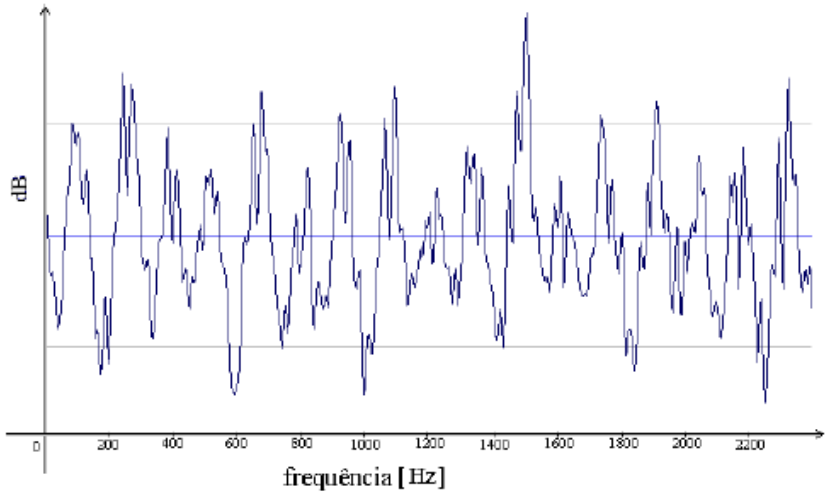
O mecanismo vocal humano produz a fala, criando flutuações na pressão acústica. O ar é expelido dos pulmões pelo diafragma e no seu caminho produz vibrações. Estas vibrações são modificadas, ou moldadas, ao passar pelas cordas vocais, assim como pela boca, lábios e a língua para se produzir os sons que se deseja.

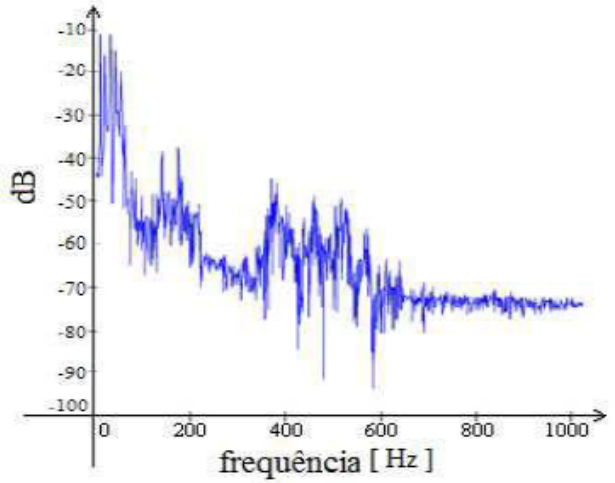
Exemplo de Sinais

O sinal de voz é obtido através do uso de um microfone que capta as variações da pressão acústica e converte em sinais elétricos. Estes sinais podem servir para uma gravação do som da voz ou para serem transmitidos (telefone ou celular). Exemplos do sinal de voz, obtido com o uso de um microfone, podem ser visto na figura abaixo.

Exemplo de Sinais

O registro do sinal de voz, obtido com o uso de um microfone ou celular, transforma a voz humana em um sinal elétrico.



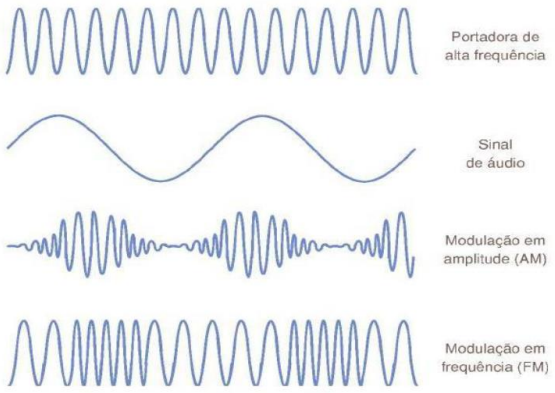


Exemplos de um sinal de voz obtido com o uso de microfones.

Exemplo de Sinais

d) Transmissões de Rádio (AM e FM)

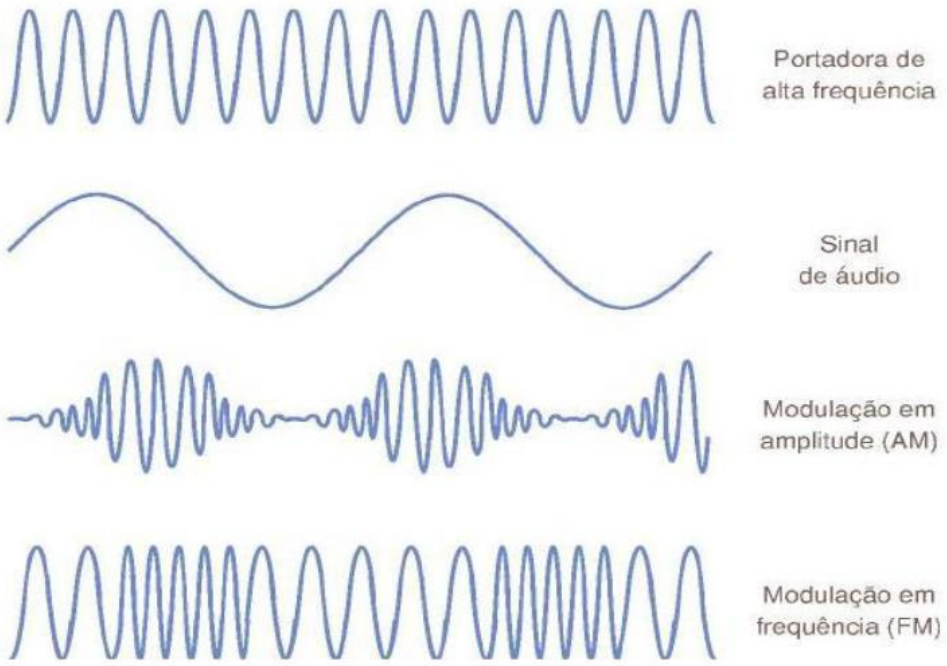
Uma transmissão de rádio é também composta de sinais elétricos que transportam o som (voz, música, etc.) A portadora (sinal de frequência mais alta) transporta o sinal modulado (som) seja ele modulado em amplitude (AM) ou em frequência (FM). Estes sinais podem ser vistos na figura abaixo.



– Sinais da portadora, do áudio, da modulação AM e FM.

Exemplo de Sinais

d) Transmissões de Rádio (AM e FM)



– Sinais da portadora, do áudio, da modulação AM e FM.

Exemplo de Sinais

Na modulação AM o som transmitido molda (ou modula) a amplitude da portadora com o formato do seu sinal, gerando um sinal modulado que é transmitido. Já na modulação FM a amplitude do sinal gerado para ser transmitido é constante. O que o som transmitido molda (ou modula) é a frequência da portadora com o formato do seu sinal.

Exemplo de Sinais

Existem dispositivos eletrônicos que modulam o sinal, sejam em AM ou em FM, assim como existem dispositivos eletrônicos que ‘demodulam’ o sinal, isto é, recuperam o som que vem modulando a portadora.

– Os rádios, em casa ou no carro, recebem sinais modulados em AM ou em FM e têm a capacidade de demodular estes sinais, isto é, transformarem de volta em som.

Exemplo de Sinais

e) Música

A música gravada em um CD ou armazenada no computador (em formato wav, wma ou mp3) é feita através de uma série de números, uma sequência digital de “zeros” e “uns”, que representam as tensões elétricas (em Volts) do sinal de áudio ao longo do tempo. Portanto, o sinal analógico de áudio é convertido em um sinal digital, ou seja, dados binários, a uma taxa que é medida em “bps” (bits per second). Claro que quanto maior o número de bits por segundo melhor será a qualidade de reprodução do som.

– *Compact disc.*

Alguns valores usuais da taxa de gravação:

- ✓ 128 mil bits por segundo [128 kbps], ou
- ✓ 192 mil bits por segundo [192 kbps], ou
- ✓ 256 mil bits por segundo [256 kbps].

Exemplo de Sinais

Existem dispositivos eletrônicos que transformam um sinal analógico em digital (conversores A/D) assim como dispositivos eletrônicos que transformam um sinal digital em analógico (conversores D/A).

– *Compact disc.*

Alguns valores usuais da taxa de gravação:

- ✓ 128 mil bits por segundo [128 kbps], ou
- ✓ 192 mil bits por segundo [192 kbps], ou
- ✓ 256 mil bits por segundo [256 kbps].

Exemplo de Sinais

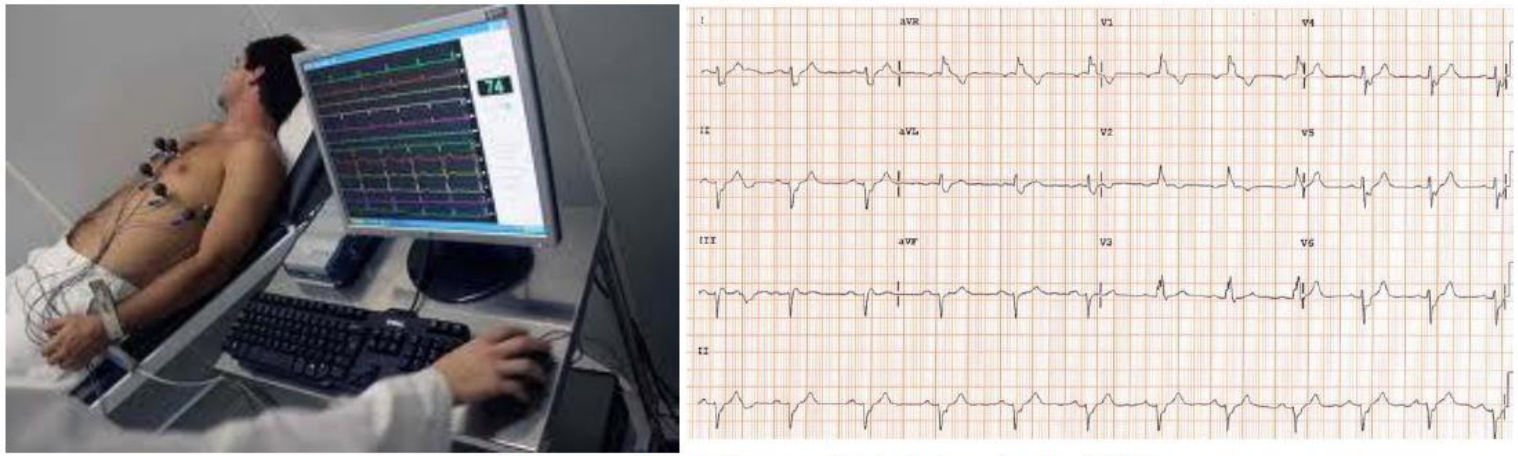
f) Eletrocardiograma (ECG)

O eletrocardiógrafo é um dispositivo que mede sinais elétricos do coração para produzir um eletrocardiograma (ECG). A Eletrocardiografia estuda a atividade elétrica do coração a partir de eletrodos colocados em determinados pontos do corpo humano. O registro do eletrocardiograma (ECG) é prática comum na medicina dos nossos dias, uma vez que é de reconhecido valor para a identificação e prognóstico de doenças cardiovasculares como o enfarte do miocárdio, arritmia, entre outras condições patológicas.

Exemplo de Sinais

f) Eletrocardiograma (ECG)

Os tipos de sistemas de aquisição de ECG, que podem ser encontrados, hoje, comercialmente, abrangem desde as grandes unidades fixas usadas em ambiente hospitalar, às pequenas unidades portáteis para uso móvel.



– Eletrocardiógrafo e o sinal típico de um ECG.

Exemplo de Sinais

g) Imagens coloridas e Transmissões de TV

Normalmente a imagem é decomposta em três cores básicas, que comummente são: vermelho, verde e azul. Este código de cores é chamado de RGB (red, green e blue).

No entanto, às vezes também é usado outro código de cores, como o magenta (parecido com cor de rosa), o ciano (uma espécie de azul) e o amarelo (magenta, cyan e yellow), que é comum em impressoras coloridas e em sistemas informáticos em geral. O sinal de uma foto a cores, portanto, terá que ter informação de três cores (e não apenas uma como na foto monocromática).

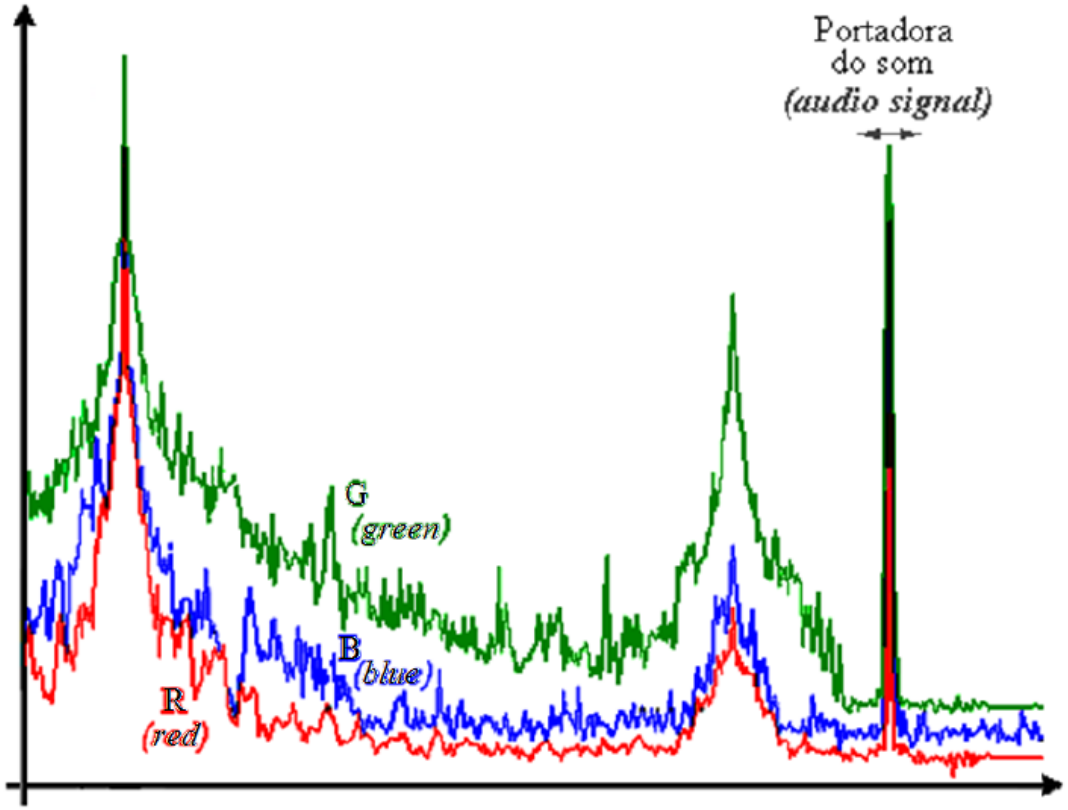
UEMG

Exemplo de Sinais

A transmissão de imagens (broadcast) como na televisão, por exemplo, requer sinais mais sofisticados ainda. Enquanto que uma fotografia é um sinal “estático”, fixo no tempo, as transmissões de imagens via TV são sinais dinâmicos, pois vão variando com o tempo. Além disso, na transmissão de TV a informação do som também tem que seguir junto com a imagem.

Desde que a TV à cores surgiu, muitos sistemas de transmissão já foram criados, como por exemplo: o sistema PAL (europeu), o sistema NTSC (americano), ou mais recentemente o HDTV.

Exemplo de Sinais



– Exemplo de um sinal RGB de uma transmissão de TV.

Bibliografia Básica

1-LATHI, B. P. “*Sinais e Sistemas Lineares*”, Prentice Hall, 1ª edição, 2007

2- Openheim, A.W. Sinais e Sistemas, Pearson Editora, 2ª. Edição, São Paulo, 2012.

3- Proakis, G. “Digital Signal Processing” Prentice Hall, 2004.

Bibliografia Complementar

1. GIROD, B., RABENSTEIN, R., STENGER, A. Sinais e Sistemas. Tradução: Silva Filho, Bernardo Severo da. Rio de Janeiro: LTC, c2003. 340p.
2. AGUIRRE, L. A. Introdução à identificação de sistemas: técnicas lineares e não lineares aplicadas a sistemas reais. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2004. 659p.
3. HSU, H. P., LASCHUK, ANATÓLIO (Trad.). Teoria e Problemas de Sinais e Sistemas. Tradução: LASCHUK, ANATÓLIO (Trad.); Porto Alegre: Bookman, 2004. 431p.
4. BUCK, J. R., DANIEL, M. M., SINGER, A. C. Computer Explorations in Signals and Systems Using MATLAB. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, c2002. 207p.
5. HANSELMAN, D., LITTLEFIELD, B. Matlab 6: curso completo. Tradução: Martins, Cláudia Sant'Ana. São Paulo: Prentice Hall, 2003. 676p.