

# PRINCÍPIOS de TELECOMUNICAÇÕES

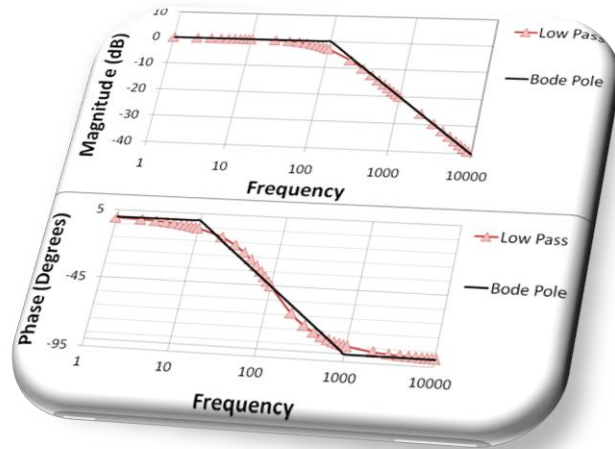
PRT60806

AULA 08: ANÁLISE NA FREQUÊNCIA (PARTE 3)

PROFESSOR: BRUNO FONTANA DA SILVA

2014





Identificando Frequências, Amplitudes e Fases do Sinal

# ANÁLISE EM FREQUÊNCIA: AMPLITUDE E FASE

# REPRESENTAÇÃO DO SINAL NA FREQUÊNCIA

Para descrever um sinal no domínio da frequência por análise de Fourier (soma de cossenos), precisamos das respostas para as seguintes perguntas:

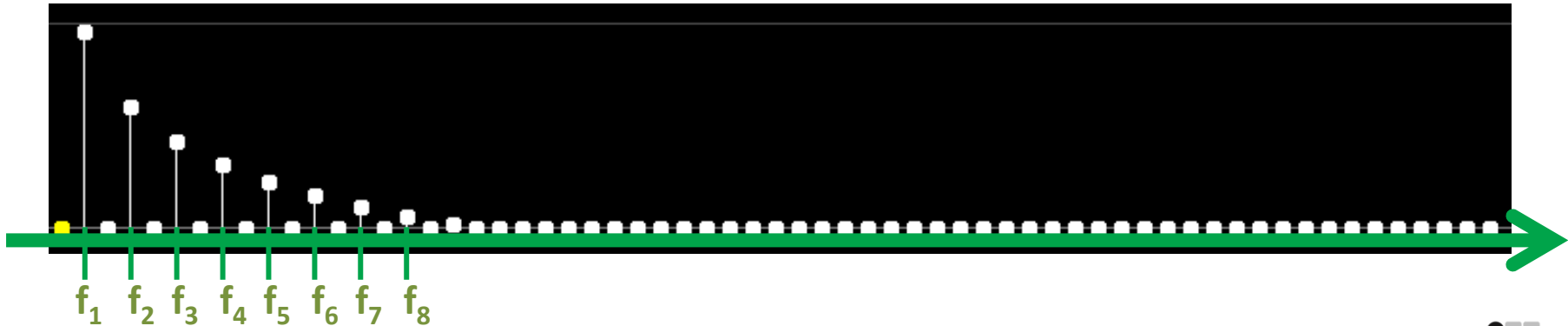
- 1) Quais frequências compõe o sinal?
- 2) Qual a amplitude do cosseno nessas frequências?
- 3) Qual a fase do cosseno nessas frequências?



# REPRESENTAÇÃO DO SINAL NA FREQUÊNCIA

## 1) Quais frequências compõe o sinal?

No gráfico de amplitudes (magnitudes), ver os valores de frequência (eixo horizontal) com magnitudes não nulas.

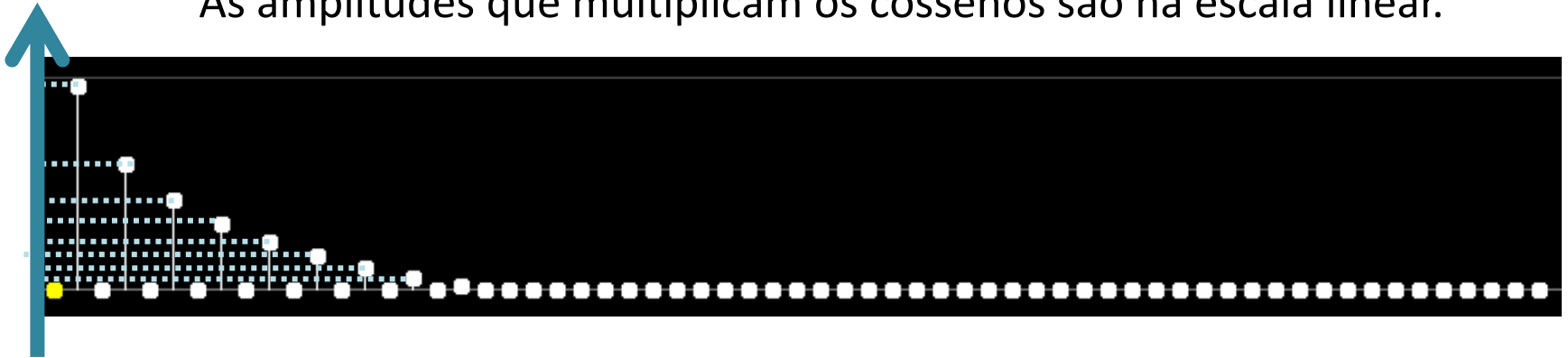


# REPRESENTAÇÃO DO SINAL NA FREQUÊNCIA

## 2) Qual a amplitude do cosseno nessas frequências?

No gráfico de amplitudes (magnitudes), ver os valores das amplitudes no eixo vertical. Cuidado se a escala de amplitudes está na forma linear ou decibel.

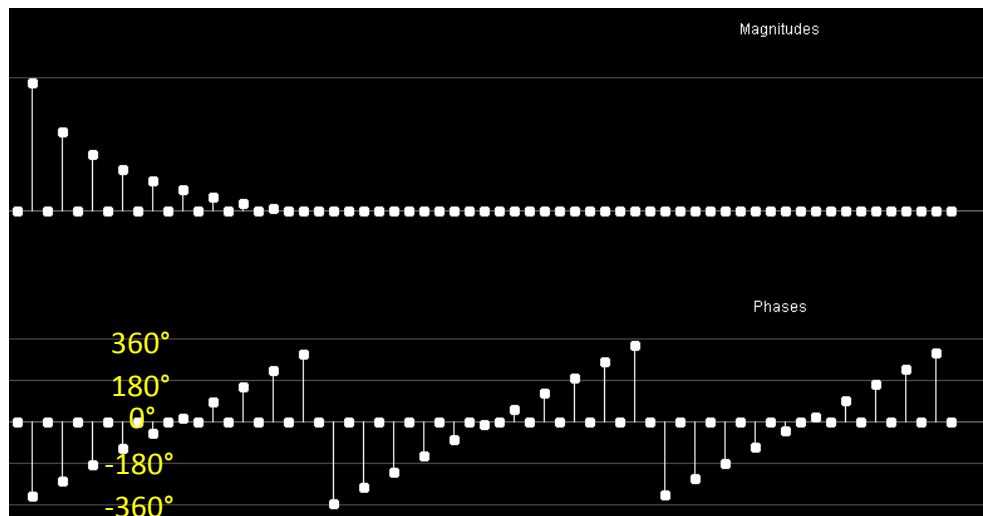
As amplitudes que multiplicam os cossenos são na escala linear.



# REPRESENTAÇÃO DO SINAL NA FREQUÊNCIA

## 3) Qual a fase do cosseno nessas frequências?

Há um segundo gráfico geralmente apresentado junto com as amplitudes. É o gráfico de fase. Para as frequências correspondentes, observa-se qual é a fase do cosseno. Veja se a escala está em graus ou radianos.



# REPRESENTAÇÃO DO SINAL NA FREQUÊNCIA

Com as respostas das perguntas anteriores, descrevemos o sinal no domínio do tempo como:

$$\begin{aligned}v(t) = & A_1 \cos(2\pi f_1 t + \theta_1) \\ & + A_2 \cos(2\pi f_2 t + \theta_2) \\ & + A_3 \cos(2\pi f_3 t + \theta_3) \\ & + \dots\end{aligned}$$

\*  $\theta$  (ângulos do cosseno) em **radianos**.

# REPRESENTAÇÃO DO SINAL NA FREQUÊNCIA

Com as respostas das perguntas anteriores, descrevemos o sinal no domínio do tempo como:

$$\begin{aligned}v(t) = & A_1 \cos(360f_1t + \theta_1) \\ & + A_2 \cos(360f_2t + \theta_2) \\ & + A_3 \cos(360f_3t + \theta_3) \\ & + \dots\end{aligned}$$

\*  $\theta$  (ângulos do cosseno) em **graus**.



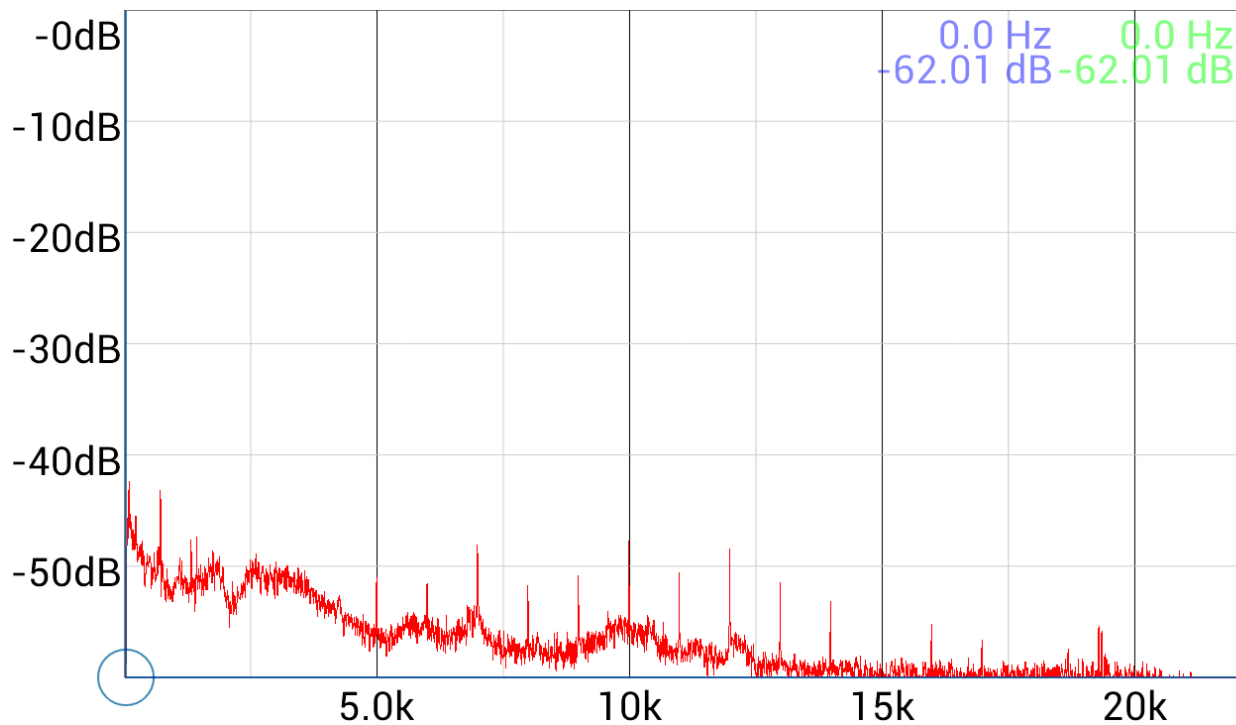
GRÁFICOS em decibel e APLICATIVOS

# ANALISANDO ESPECTROS EM FREQUÊNCIA DOS SINAIS

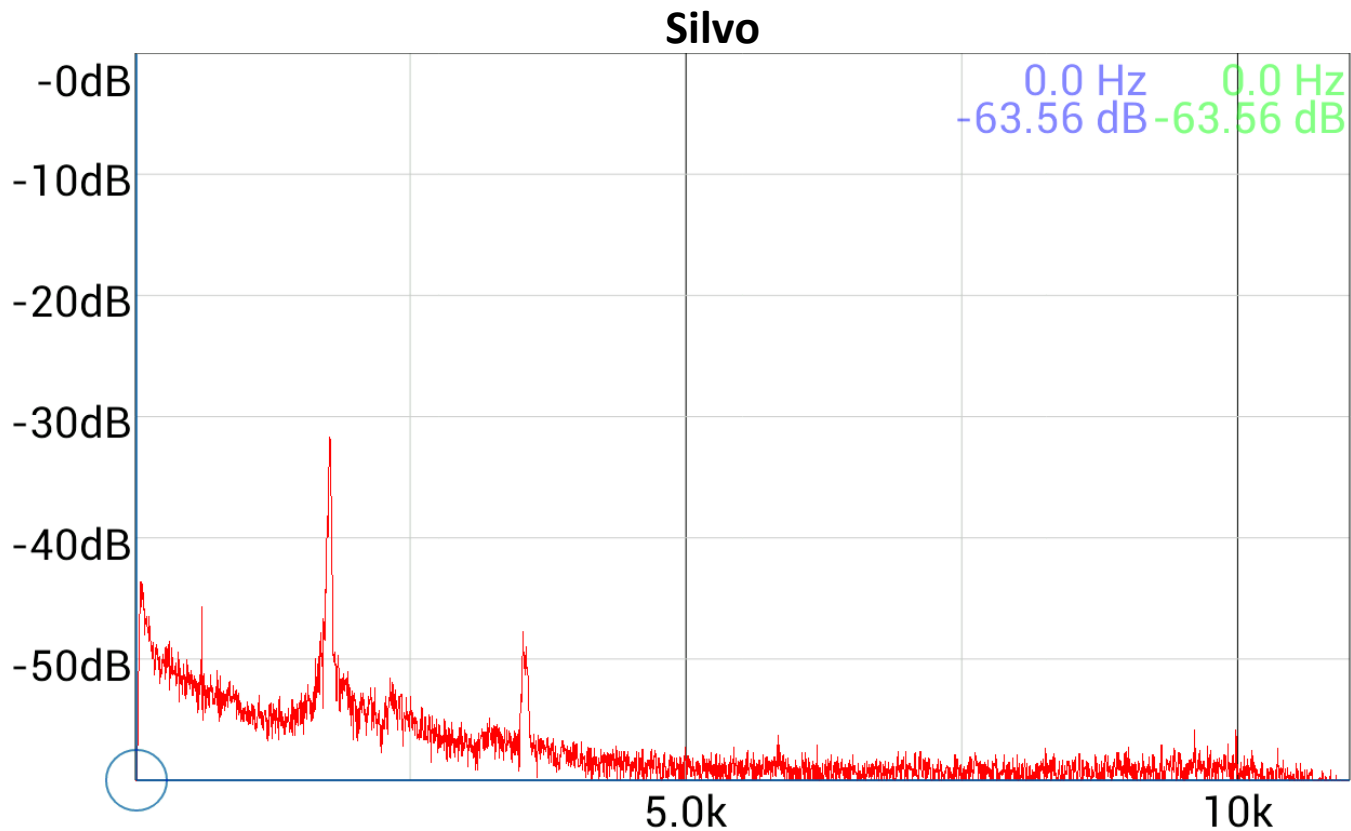


# Smartphone: Spectroscope

Ruído audível de um notebook em um ambiente silencioso.

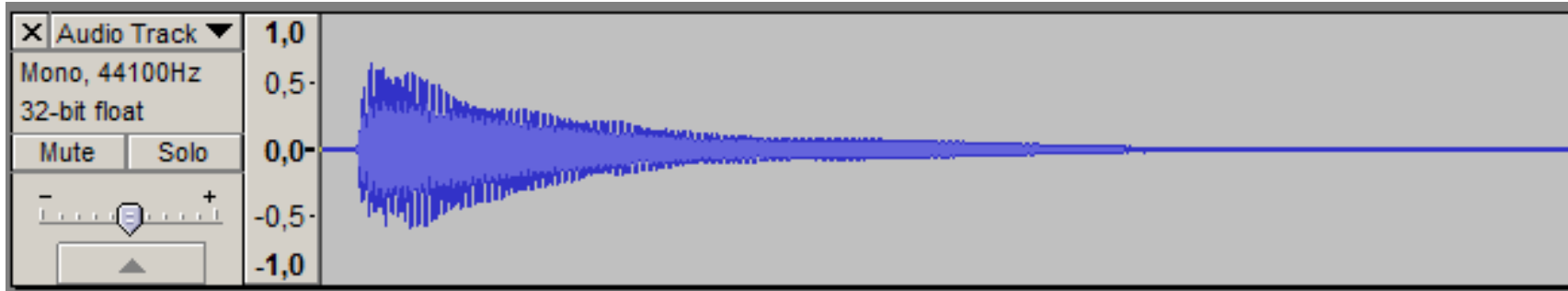


# Smartphone: Spectroscope



# Audacity

Um acorde simples:

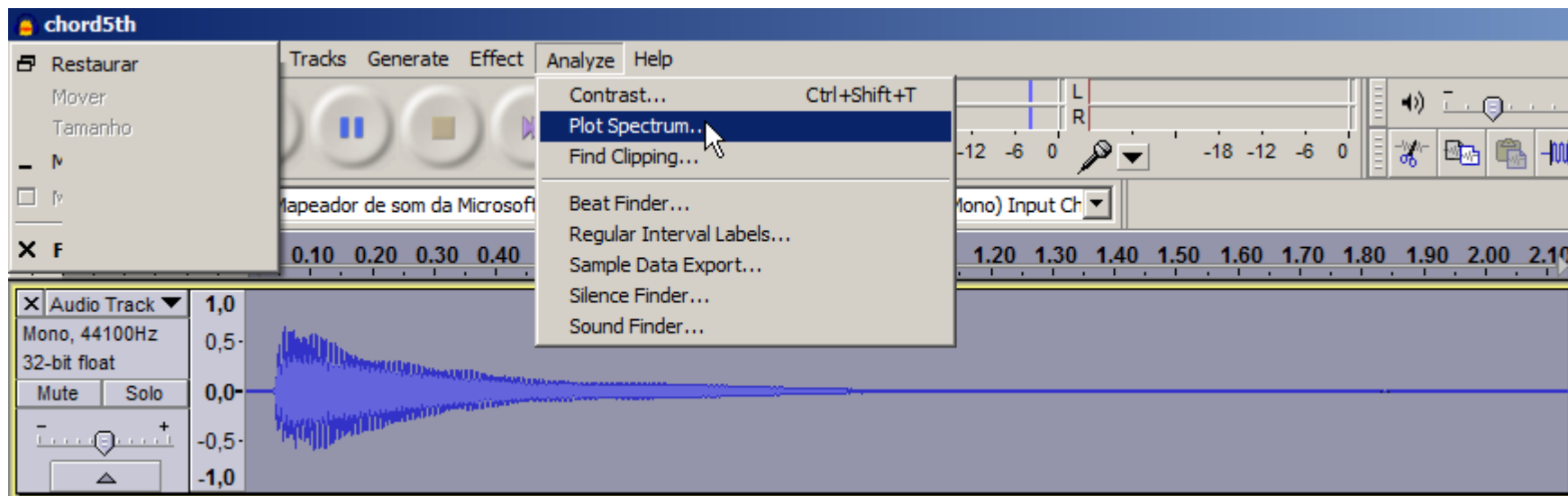


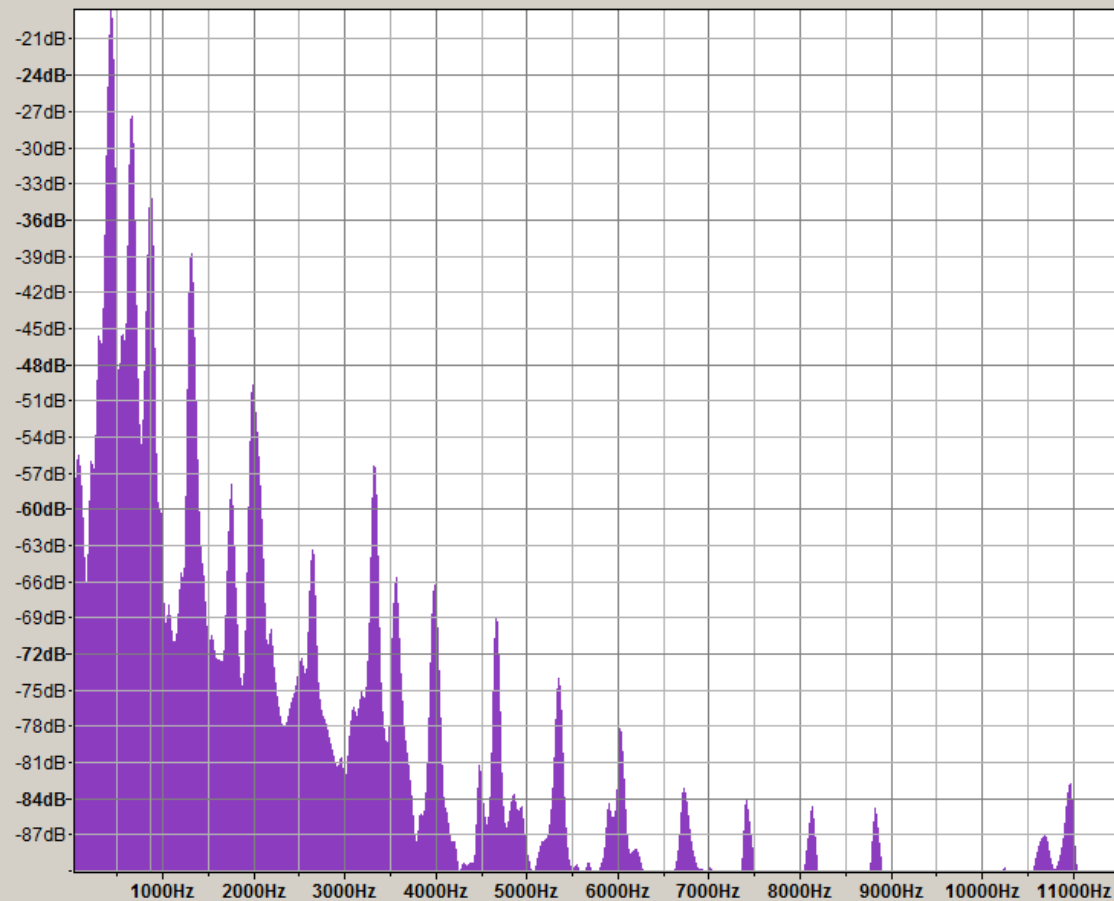
Periódico ou não periódico?



# Audacity

Selecione o intervalo desejado  
Analyze > Plot Spectrum





Cursor: 849 Hz (G#5) = -34 dB Peak: 877 Hz (A5) = -33,4 dB

Algorithm:  Size:     
Function:  Axis:    Grids

# AUDACITY

-Amplitudes e frequências

-Amplitudes estão em dB  
 $20\log(x)$

-Neste caso: “infinitas” frequências compõe o sinal (algumas mais significativas que as outras).

- Botão export gera um arquivo .txt com as informações do gráfico



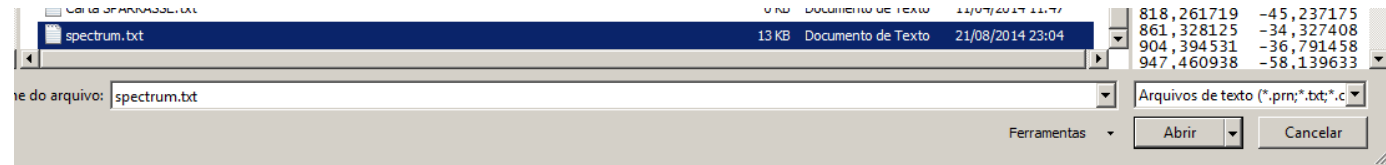
spectrum.txt - Bloco de notas

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

Frequency (Hz)	Level (dB)
43,066406	-58,771252
86,132813	-55,511250
129,199219	-59,333683
172,265625	-66,319092
215,332031	-56,089745
258,398438	-56,421070
301,464844	-45,628353
344,531250	-45,927834
387,597656	-30,506315
430,664063	-19,157211
473,730469	-23,513304
516,796875	-48,003563
559,863281	-44,840717
602,929688	-45,349651
645,996094	-29,034353
689,062500	-29,644361
732,128906	-46,915447
775,195313	-54,592590
818,261719	-45,237175
861,328125	-34,327408
904,394531	-36,791458
947,460938	-58,139633
990,527344	-60,007889
1033,593750	-69,331039
1076,660156	-67,807861
1119,726563	-70,727997
1162,792969	-70,046913
1205,859375	-65,085457

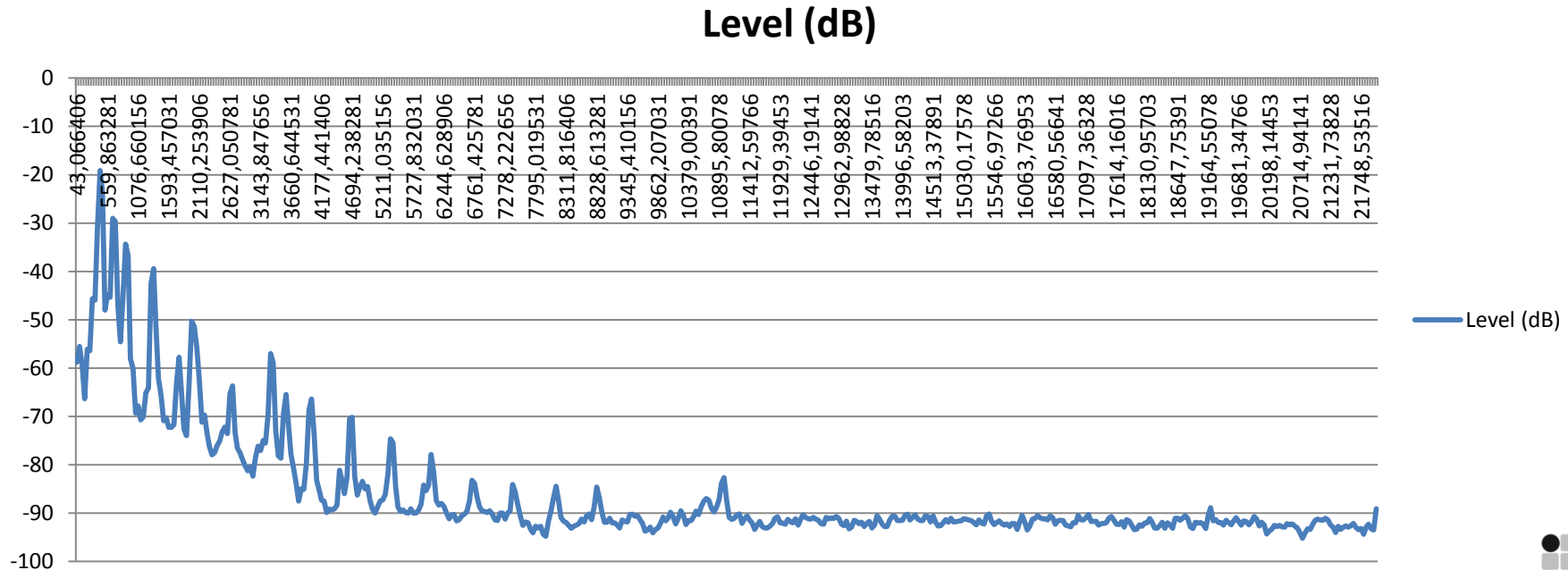
-Botão export gera um arquivo .txt com as informações do gráfico.

-Podemos importar esses valores no Excel ou LibreOffice Calc.



# Audacity

- Com os valores no Excel, podemos plotar novamente o gráfico.

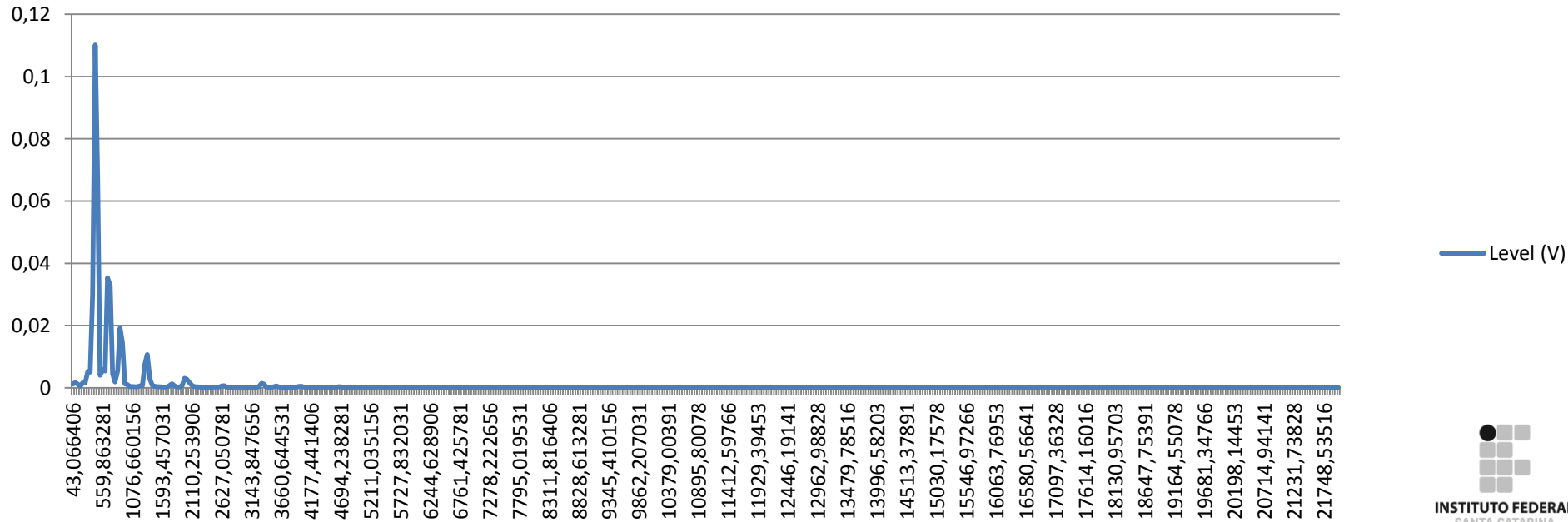




# Audacity

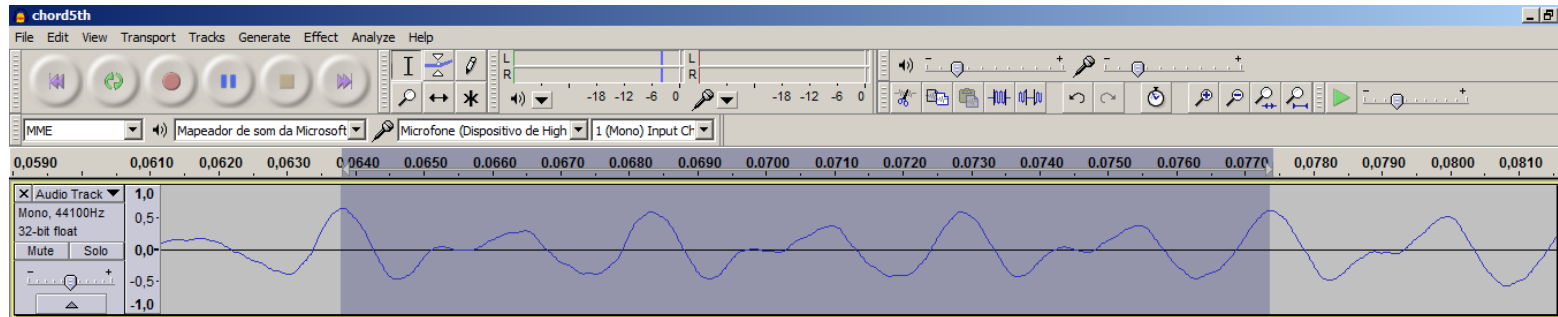
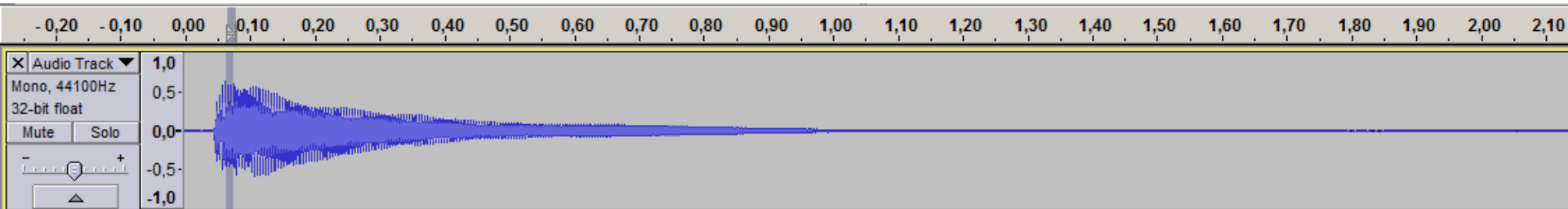
- E também converter a amplitude para a escala linear.

Level (V)



# Audacity

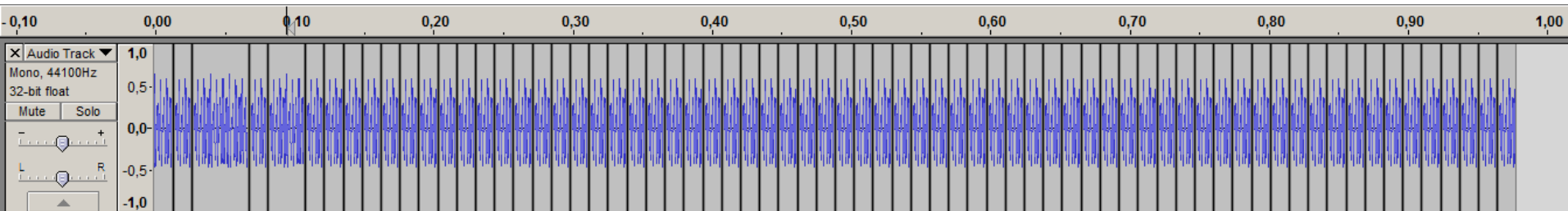
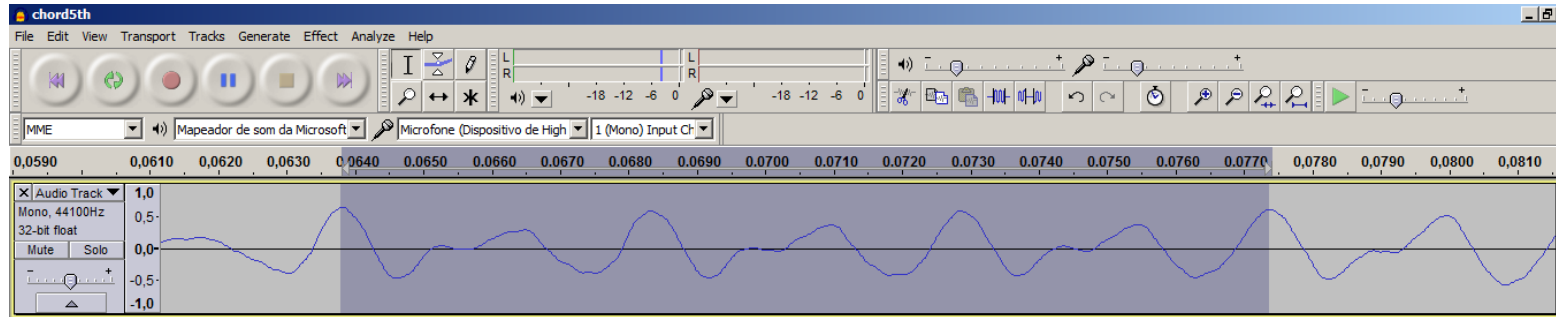
Voltando ao audacity, podemos dar um zoom no começo do acorde.



Periódico ou não periódico?

# Audacity

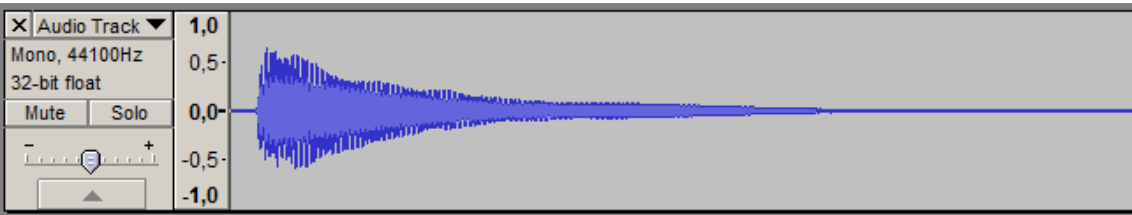
Podemos editar o áudio e tentar “transformar” o acorde em um sinal periódico.



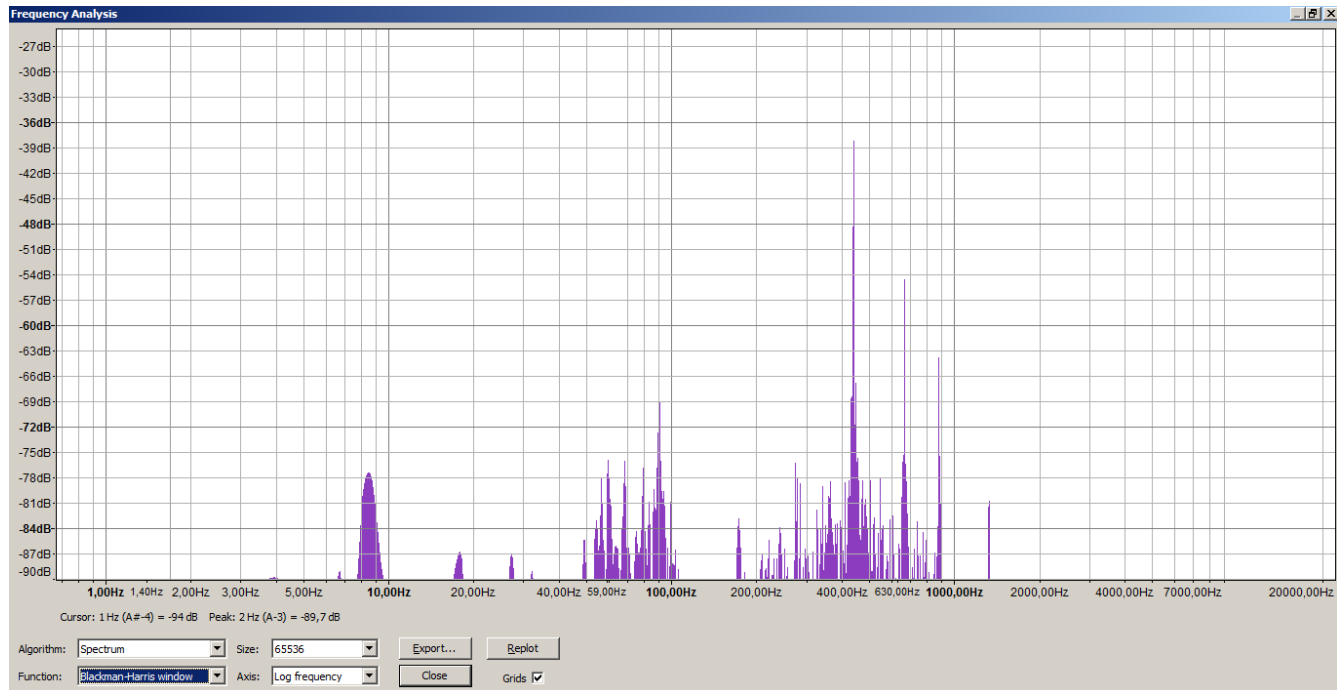
Periódico ou não periódico?



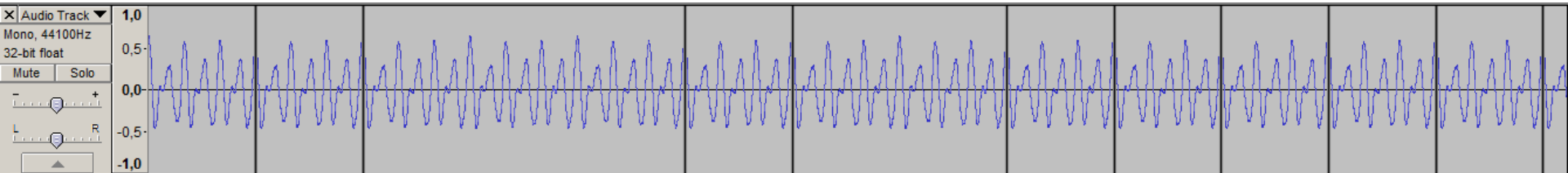
# Sinal aperiódico



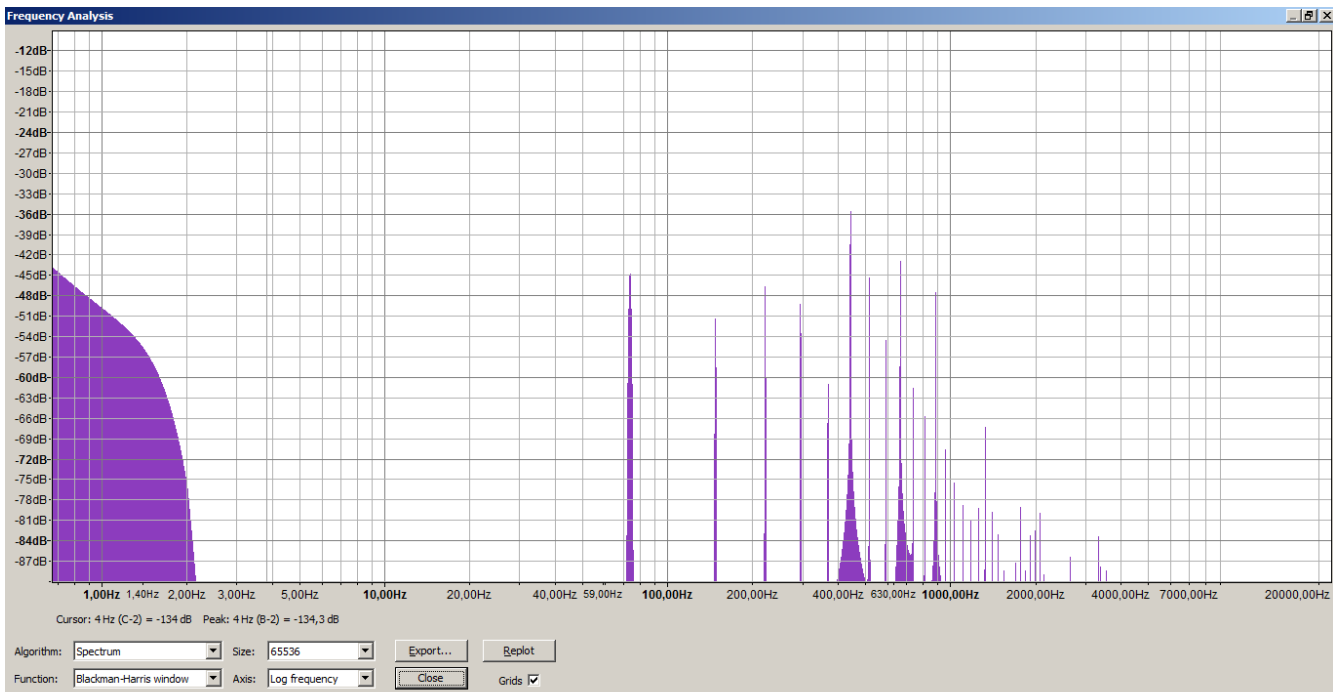
-Análise em frequência: muitas frequências para compor o sinal.



# Sinal periódico



**-Análise em frequência: frequências mais bem definidas ('poucas' significativas).**



correção do exercício da aula anterior

# EXERCÍCIOS



# APLICATIVO JAVA PARA ANÁLISE EM FREQUÊNCIA

<http://www.falstad.com/fourier/>

**Exercício: considerando a fundamental de 1kHz identifique as principais frequências dos seguintes sinais**

- (a) para a onda triangular
- (b) para onda quadrada
- (c) para onda senoidal do retificador completo

**Anote amplitude, fase e frequência.  
Escreva os sinais no tempo.**

# TAREFA DE CASA

<http://www.falstad.com/fourier/>

**Reproduza os sinais anteriores utilizando o Microsoft Excel ou LibreOffice Calc.**

- a) Gerar uma tabela de valores no tempo;**
- b) Escrever as funções;**
- c) Calcular o valor da função nos tempos da tabela;**
- d) Plotar os gráficos.**





Hi, Dr. Elizabeth?  
Yeah, uh... I accidentally took  
the Fourier transform of my cat...

