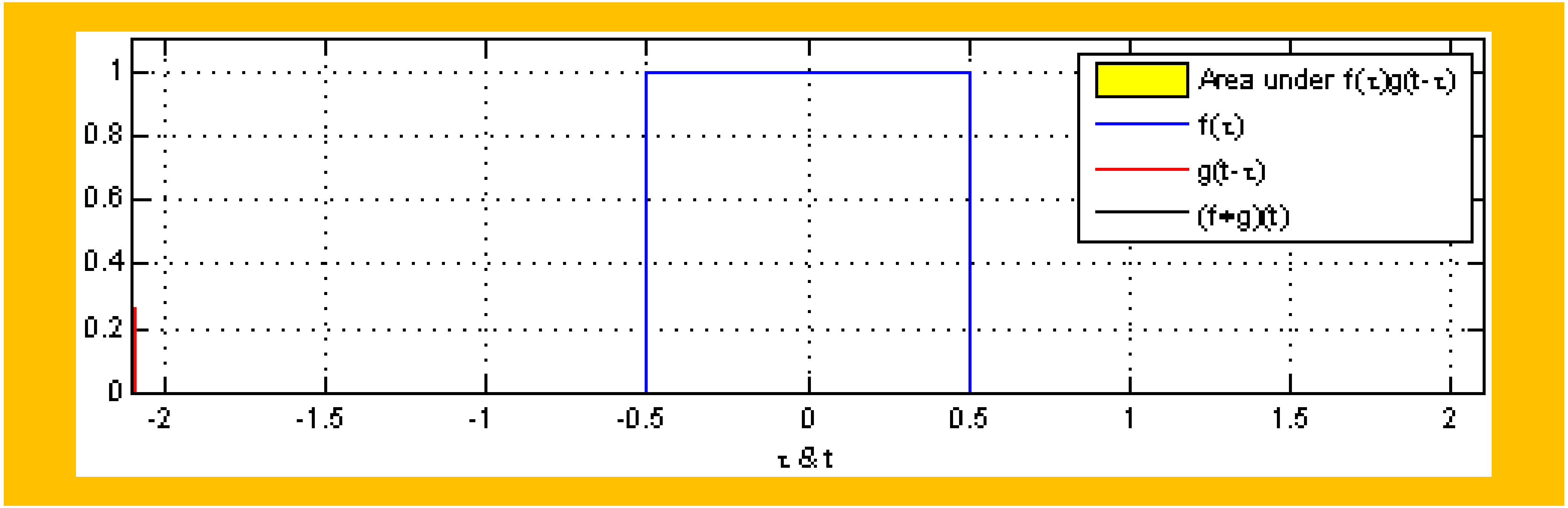
Aula 03 – Convolução

Prof. Dr. Thiago Martini Pereira
Processamentos de sinais

O que é convolução

convolução é um operador linear que, a partir de duas funções dadas, resulta numa terceira que mede a soma do produto dessas funções ao longo da região subentendida pela superposição delas em função do deslocamento existente entre elas.

Convolução graficamente



O que é convolução

Convolução continua

$$(f * g)(x) = h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(u) \cdot g(x-u)\, du$$

O que é convolução

Convolução discreta

$$(f * g)(k) = h(k) = \sum_{j=0}^{k} f(j) \cdot g(k-j)$$

exemplo

Descubra a convolução das seguintes sequencias: x[k] = [3 1 2] h[k] = [3 2 1]D

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]\ h[n-k]$$

exemplo

k:	-2	-1	0	1	2	3	4	5
x[k]:			3	1	2			
h[-k]:	1	2	3					
h[1-k]:		1	2	3				
h[2-k]:			1	2	3			
h[3-k]:				1	2	3		
h[4-k]:					1	2	3	
h[5-k]:						1	2	3

y[0] = 3 x 3 = 9

y[1] = 3 x 2 + 3 x 1 = 9

$$\boxed{y[n] = \{9 \quad 9 \quad 11 \quad 5 \quad 2 \quad 0\}}$$

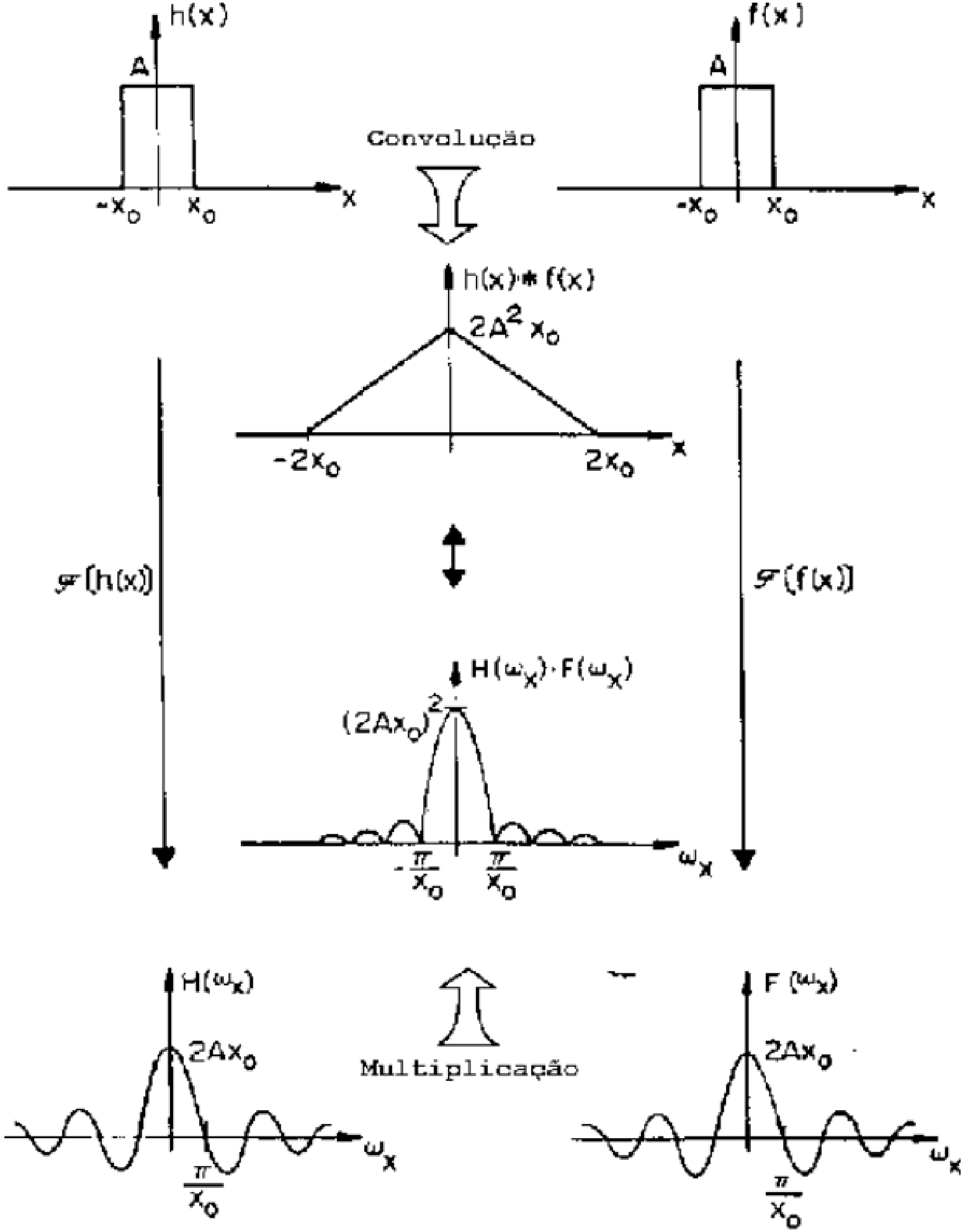
matlab

Descubra a convolução das seguintes sequencias: x[k] = [3 1 2] h[k] = [3 2 1]D

```
x = [3 1 2];
nx = 0:2;
h = [1 2 3];
nh = 0:2;
nyb = nx(1)+nh(1);
nye = nx(end)+nh(end);
ny = [nyb:nye];
[y] = conv(x,h);
```

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]\; h[n-k]$$

Teorema da convolução



Correlação

definição

Correlação ou "Co-Relação" é uma medida de similaridade / relação entre dois sinais

$$r_{xy}[l] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x[m]\, y[m-l]$$

exemplo

m:	-2	-1	0	1	2	3	4	5
x[m]:			3	1	2			
y[m+2]:	3	2	1					
y[m+1]:		3	2	1				
y[m]:			3	2	1			
y[m-1]:				3	2	1		
y[m-2]:					3	2	1	
y[m-3]:						3	2	1

Matlab

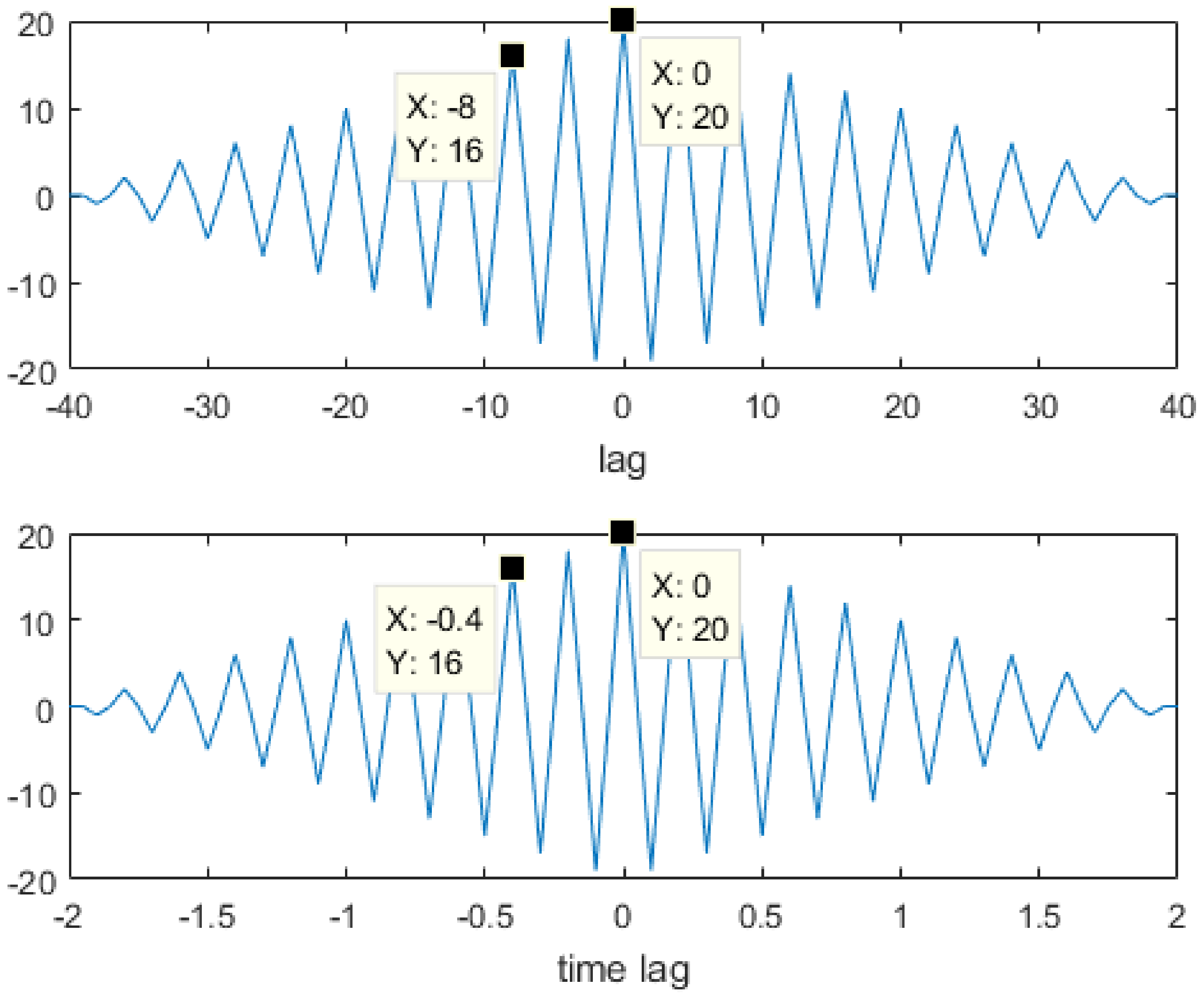
Descubra a correlação das seguintes sequencias: x[k] = [3 1 2] h[k] = [3 2 1]D

```
%% correlação slides
x = [3 1 2 ];
nx = 1:3;
h = [1 2 3];
nh = 1:3;
nyb = (nx(1)-nh(end))
nye =  nyb+numel([nx nh])-2;
ny = [nyb:nye]
[y] = xcorr(x,h)
```

$$r_{xy}[l] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x[m]\, y[m-l]$$

Implementação matlab

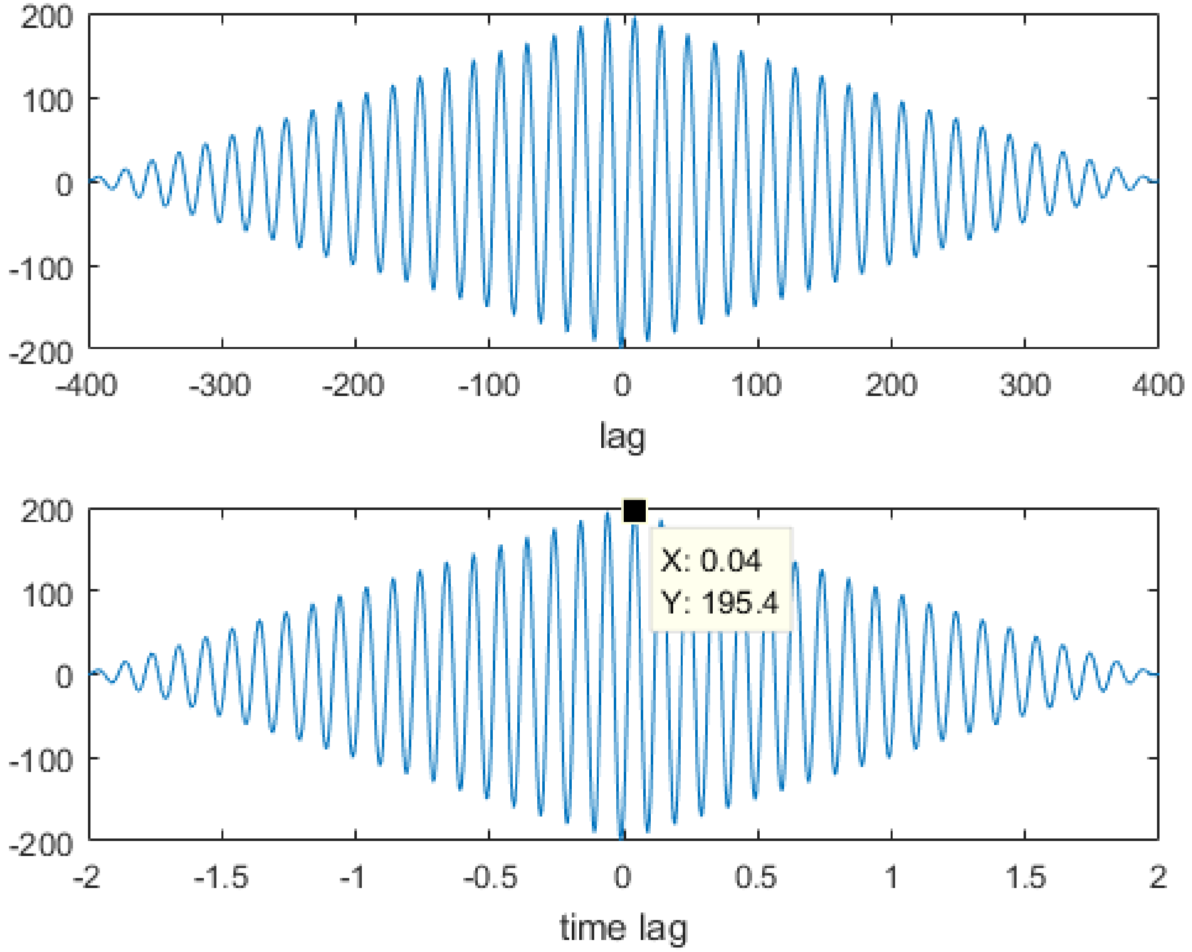
```
clc;clear all;
close all;
% usando a função xcorr
fs = 20;
t = 0:(1/fs):2;
y = sin(2*pi*5*t);
[sig,lag] = xcorr(y,y);
tlag = (1/fs)*lag;
subplot(2,1,1);
plot(lag,sig);
subplot(2,1,2);
plot(tlag,sig);
```



Implementação matlab

```
%% time shift

clc;clear all;
% usando a função xcorr
fs = 200;
t = 0:(1/fs):2;
y1 = sin(2*pi*10*t);
y2 = sin(2*pi*10*(t-0.04));
[sig,lag] = xcorr(y2,y1);
tlag = (1/fs)*lag;
figure
subplot(2,1,1);
plot(lag,sig);
xlabel('lag')
subplot(2,1,2);
plot(tlag,sig);
xlabel('time lag')
```



Implementação matlab

```
%% correlação cruzada
clc;clear all;
% usando a função xcorr
fs = 20;
t = 0:(1/fs):2;
y1 = sin(2*pi*5*t);
y2 = 0.7*sin(2*pi*5*t);
[sig,lag] = xcorr(y1,y2);
tlag = (1/fs)*lag;
figure
subplot(2,1,1);
plot(lag,sig);
xlabel('lag')
subplot(2,1,2);
plot(tlag,sig);
xlabel('time lag')
```