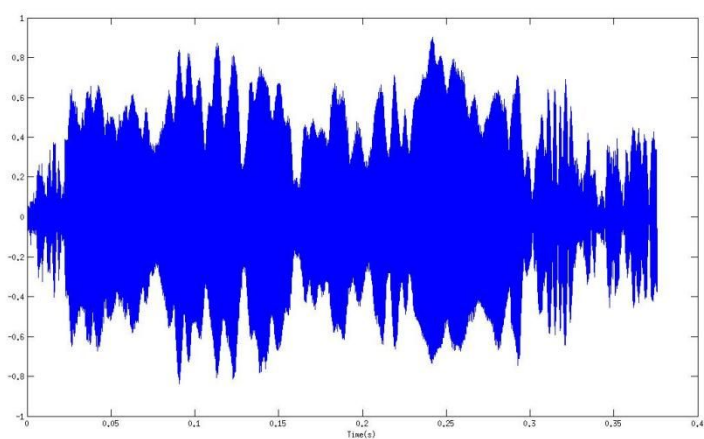


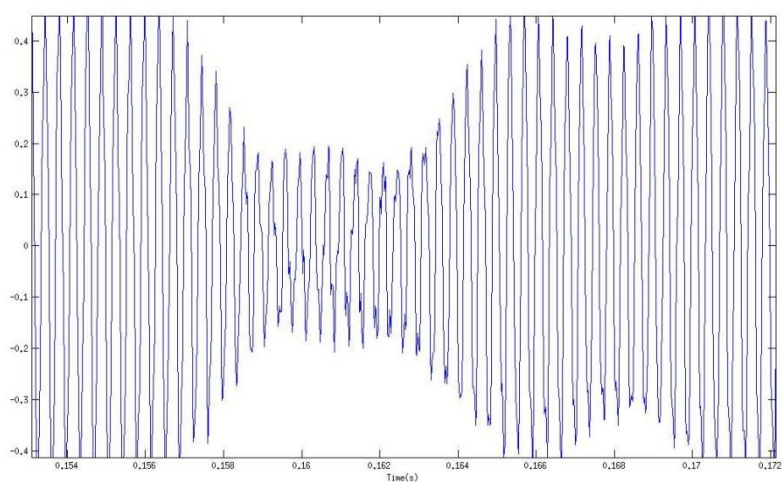
# 2015 春信号与系统大作业

无 31 聂浩 2013011280

1.a)



全局波形。



局部波形

波形中的大小表示音强，稠密表示频率。

b)利用傅里叶变换进行频域分析，代码如下（FFT）

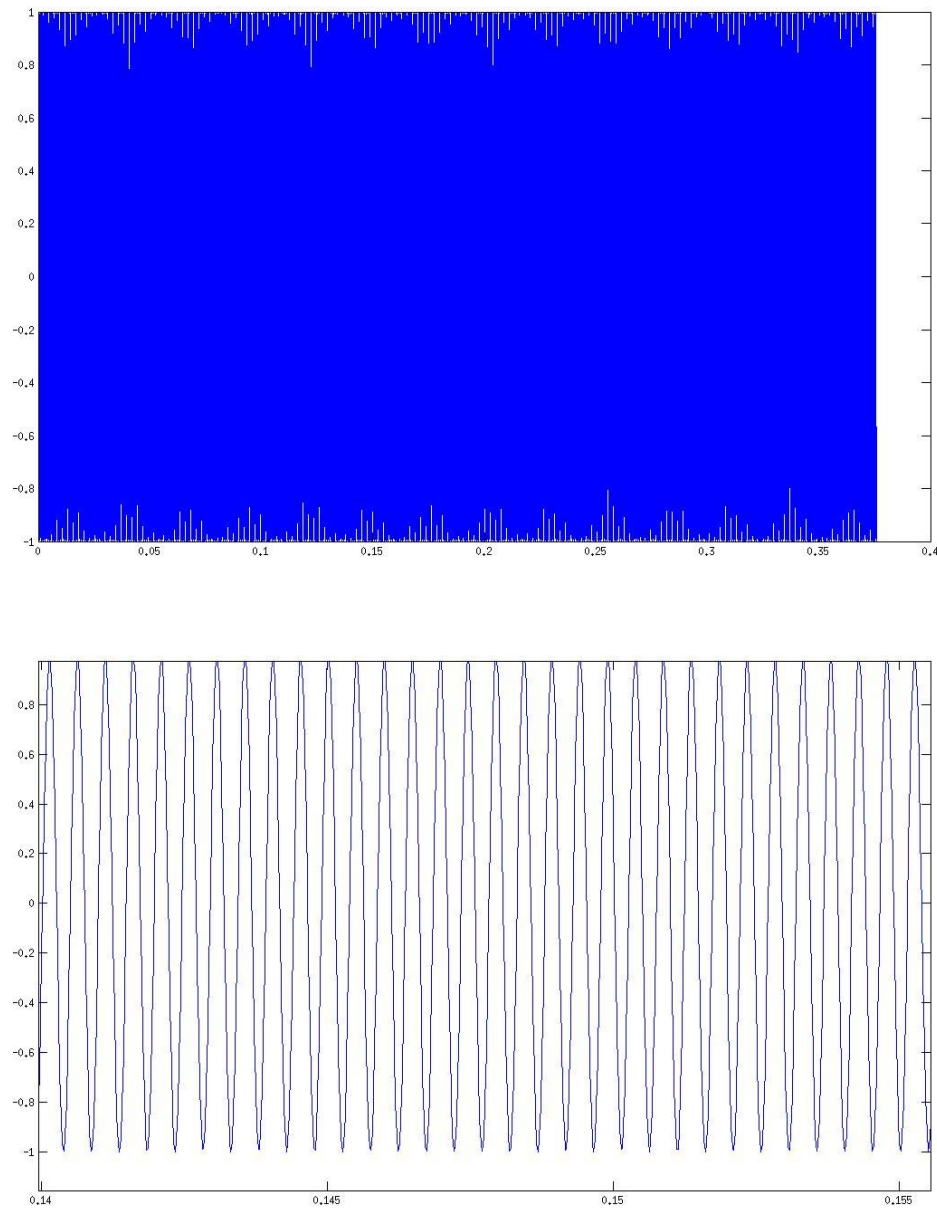
```
[R,Fs]=audioread('whalesong.wav');
```

```
L=size(R,1);
```

```
T=1/Fs;  
NFFT=2^nextpow2(L);  
fft=abs(fft(R,NFFT)/NFFT*2);  
f_max=find(fft(1:NFFT/2)==max(fft))/NFFT*Fs;
```

因为 `fft` 具有对称性，所以取频域图像前一段即可，得到 `f_max=2756`

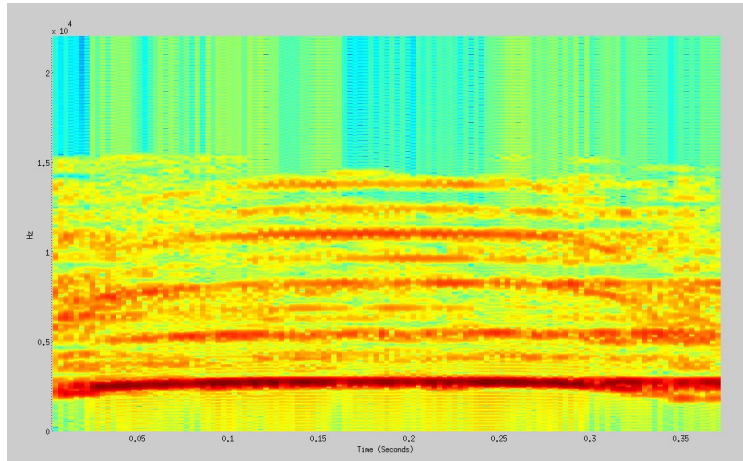
c)



音调类似，但是没有变化。因为单频。

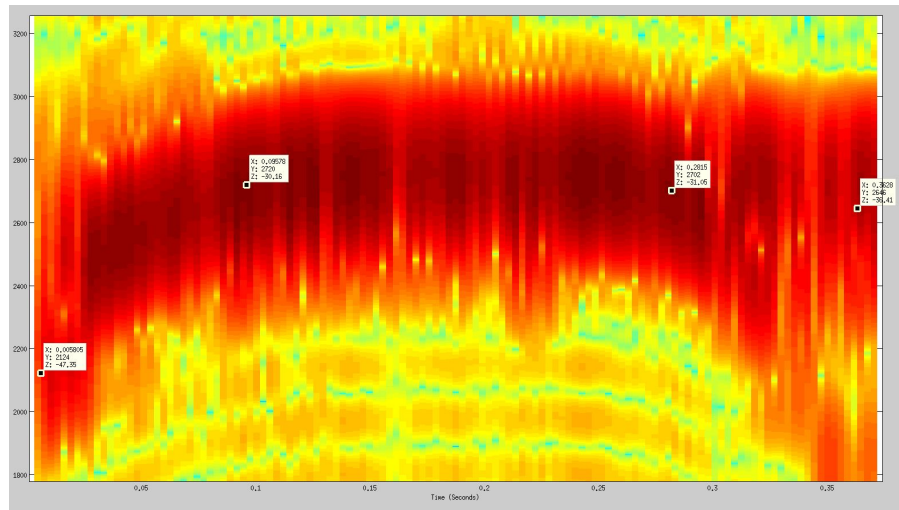
2.a)代码如下

```
clear;clc;
[R,Fs]=audioread('whalesong.wav');
L=size(R,1);
T=1/Fs;
NFFT=2^nextpow2(L);
[S,F,T,P]=spectrogram(R,256,128,NFFT,Fs);
surf(T,F,10*log10(P),'edgecolor','none'); axis tight;
view(0,90);
xlabel('Time (Seconds)'); ylabel('Hz');
图为
```



为短时傅里叶变换的结果，表示在各个时间点信号的频域分布，深红色表示该频率的值最高。

b) 将其分为三段，分别为 0~4000 采样点，4000~12000 采样点，12000~16572 采样点，将其描述为线性。从图上读出，起始频率约为 2120Hz，中段稳定频率大概为 2700Hz，终止频率的最高峰约为 2650Hz。（终止点频域丰富，难以判断）作为线性进行处理。

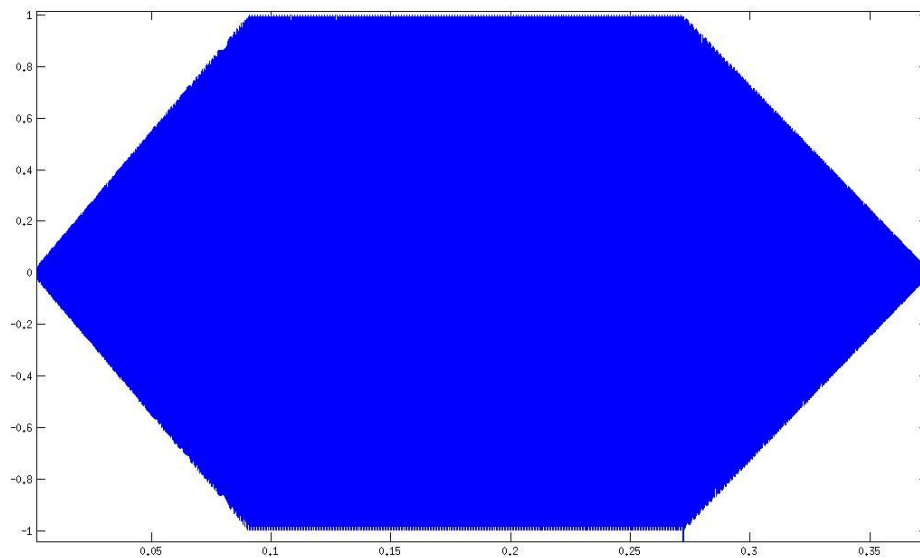


c)  
生成信号  
clear;clc;

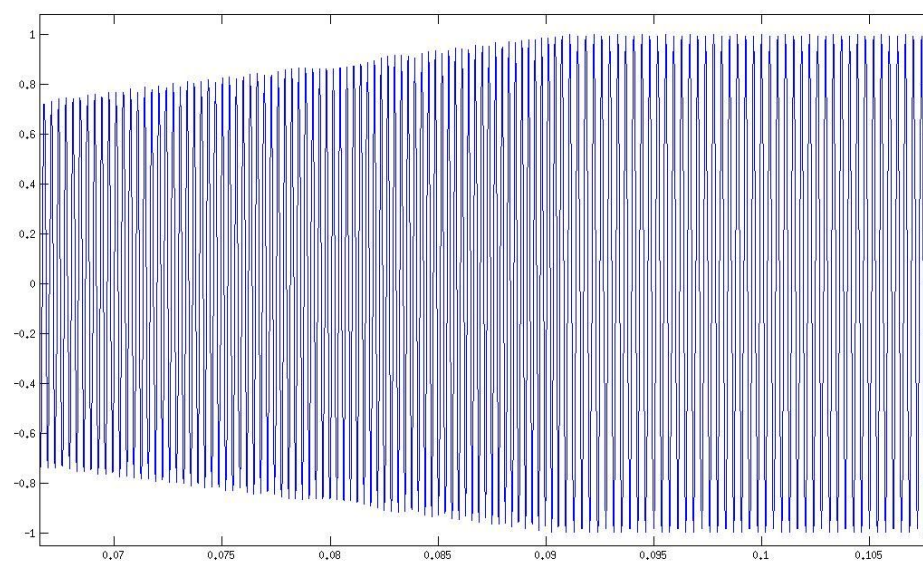
```

[R,Fs]=audioread('whalesong.wav');
L=size(R,1);
T=1/Fs;
t=((0:L-1)*T)';
f=1:L;
f_first=2120;
f_last=2650;
f_aver=2700;
f(1:4000)=f_first+f(1:4000)*(f_aver-f_first)/4000;
f(4000:12000)=f_aver;
f(12000:L)=f_aver-(f(12000:L)-12000)*(f_aver-f_last)/(L-12000);
f=f';
y=1:L;
y(1:4000)=y(1:4000)/4000;
y(4000:12000)=1;
y(12000:L)=(L-y(12000:L))/(L-12000);
y=y';
sig=y.*cos(2*pi*f.*t);

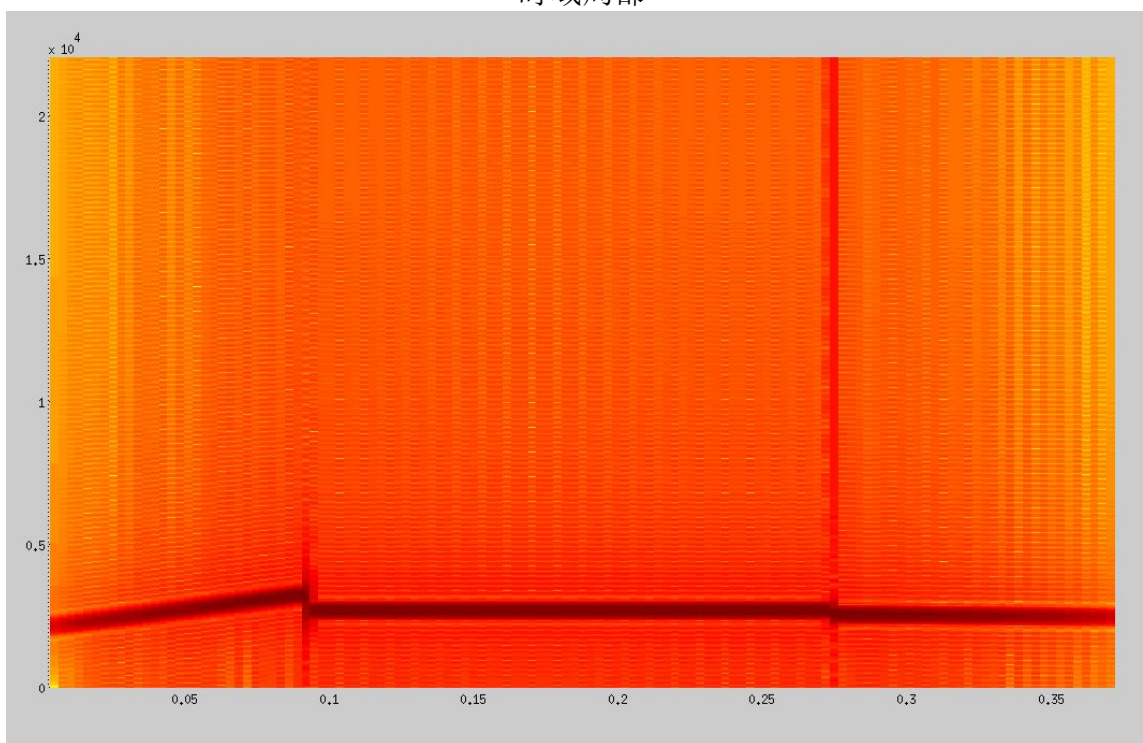
```



时域信号



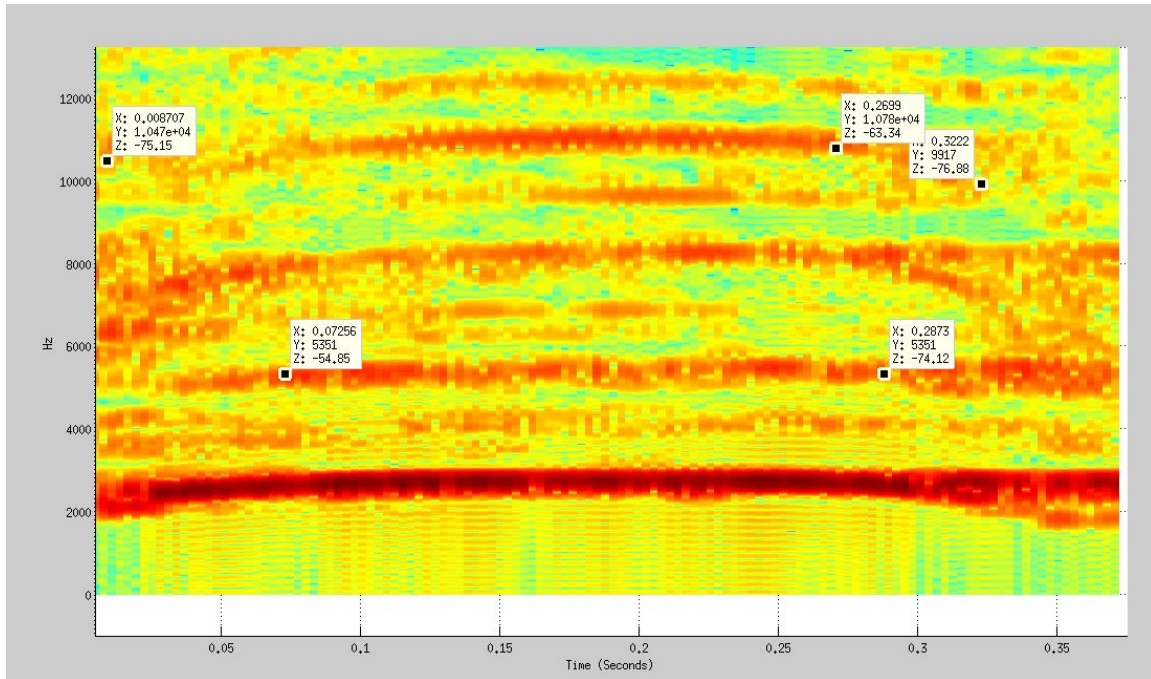
时域局部



时频

听起来已经非常像，但是感觉合成的声音很单纯。因为只有基波。  
3.a) 不仅仅考虑基波，同时加上二次谐波和三次谐波进行合成





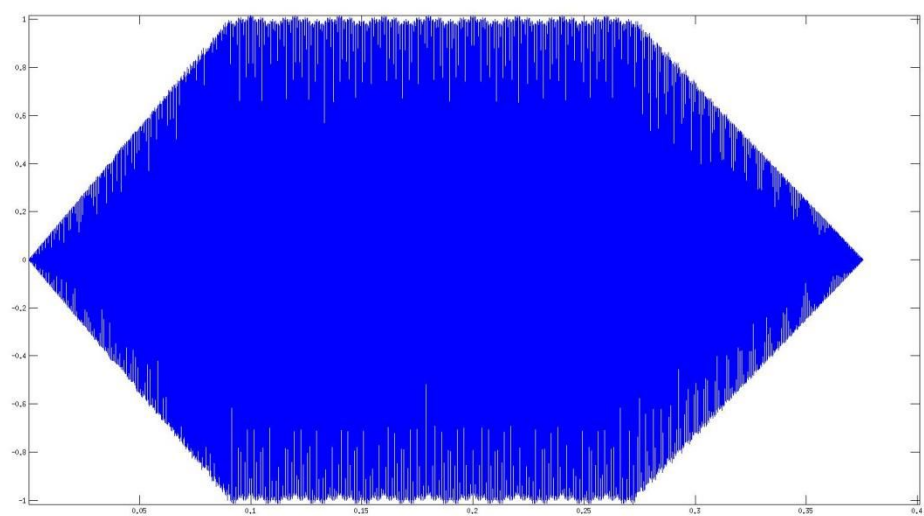
b)

取两个最强的谐波，一个为大约稳定在 5350Hz 左右的波形，另一个是先稳定在 10600Hz 左右，0.2699s（12000 点）后逐渐下降到 9000Hz 的波形。

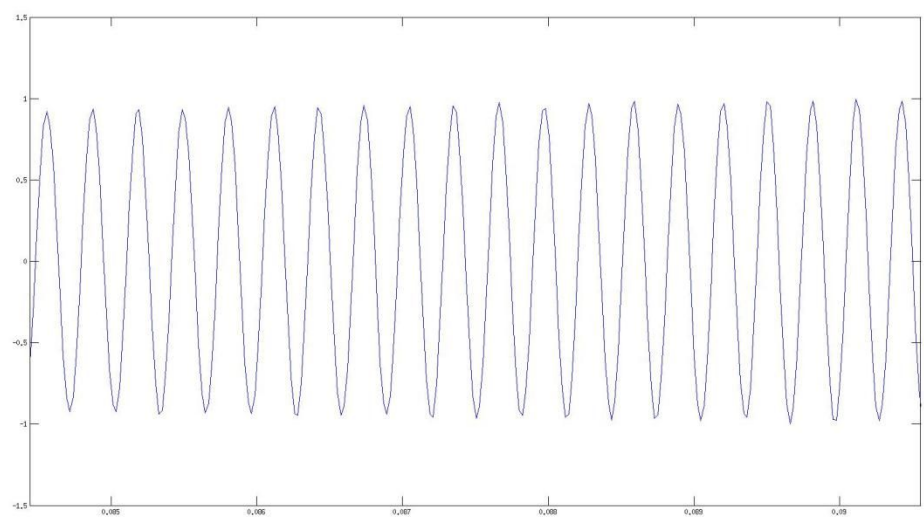
c)合成信号：

```
clear;clc;
[R,Fs]=audioread('whalesong.wav');
L=size(R,1);
T=1/Fs;
NFFT=2^nextpow2(L);
f=1:L;
f_first=2120;%find(S(:,1)==max(S(:,1)));
f_last=2650;%find(S(:,255)==max(S(:,255)));
f_aver=2700;%find(S(:,128)==max(S(:,128)));
f(1:4000)=f_first+f(1:4000)*(f_aver-f_first)/4000;
f(4000:12000)=f_aver;
f(12000:L)=f_aver-(f(12000:L)-12000)*(f_aver-f_last)/(L-12000);
f1(1:L)=5350;
f2=1:L;
f2(1:12000)=10600;
f2(12000:L)=10600-(f2(12000:L)-12000)*(10600-10000)/(L-12000);
f=f';f1=f1';f2=f2';
y=1:L;
y(1:4000)=y(1:4000)/4000;
y(4000:12000)=1;
y(12000:L)=(L-y(12000:L))/(L-12000);
y=y';
sig=y.*(cos(2*pi*f.*t)+0.01*cos(2*pi*f1.*t)+0.01*cos(2*pi*f2.*t));
```

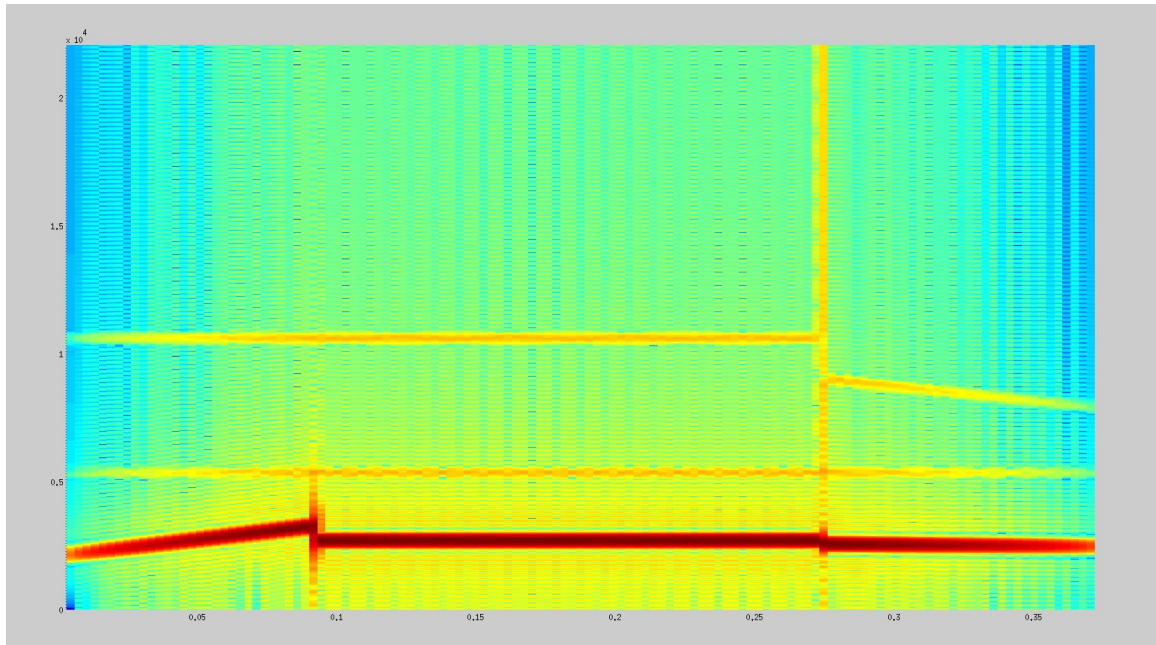
c)



时域波形



局部波形



时频波形

听起来比较相似，但是还是比较生硬，这是因为除了特定频率外其它频率几乎没有的缘故。

4.a)

增加一些很弱的高频分量。

b)如文件

C)未做

D)未做