

# Procesamiento de señales, fundamentos

---

Maestría en sistemas embebidos

Universidad de Buenos Aires

MSE 5Co2020

## Clase 7 - Ejemplo de presentacion - Repaso

**Ing. Pablo Slavkin**

slavkin.pablo@gmail.com

wapp:011-62433453



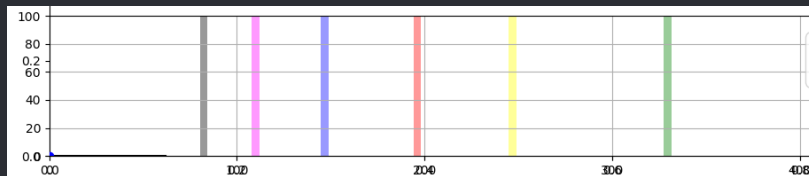
# Afinador de Guitarra

*Requisitos: Medir y comparar los tonos de las cuerdas al aire*



00m00s

- E=329.63
- B=246.94
- G=196.00
- D=146.83
- A=110.00
- E= 82.41



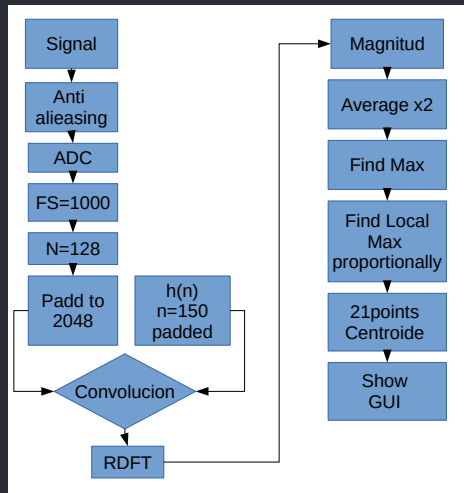
# Afinador de Guitarra

## Estrategia

- Se define un rango de 60Hz a 380Hz
- Filtro antialiasing 1er orden en 350Hz.  $R=15k$   $C=33nF$
- Se samplea a  $FS=1000Hz$  dado que  $1000/2 > 380$
- Resolución en frecuencia deseada 0.1Hz
- Refresco de muestras en grafico 8Hz  $\Rightarrow N=128$  dado que a 1k son 128msecs 8Hz
- Resolución en  $f=fs/N = 1000/128$  8Hz  $\Rightarrow$  Se hace padding hasta 2048.  $1000/2048=0.5Hz$
- Se utiliza centroide en  $f$  para mejorar la resolución



00m00s



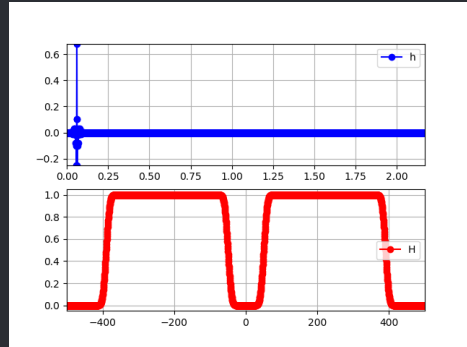
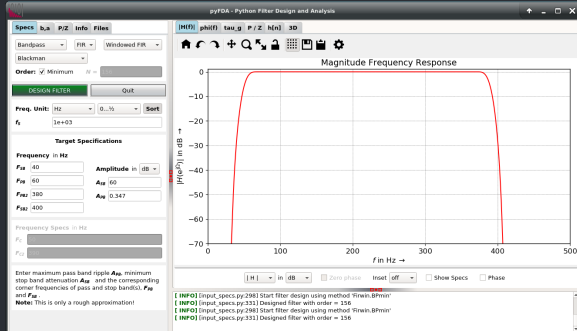
# Afinador de Guitarra

## Plantilla de filtro



00m00s

- Pasabanda de 60 a 380
- Elimino los 50Hz
- $h(n)$  con  $n$  156



# Afinador de Guitarra

## Max y Local Max

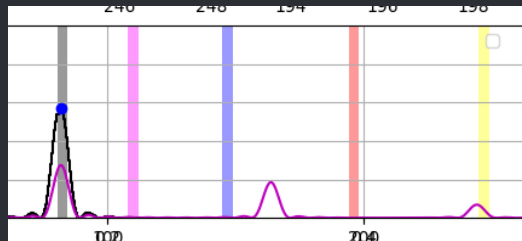


00m00s

- Busco el maximo bin de la DFT
- Usando un threshold de 1/10 de ese maximo busco un maximo local

```
void findFirstLocalMax(q15_t* magFft,int length,q15_t  
    threshold,q15_t* maxValue,uint32_t* maxIndex)
```

```
{  
    int i=(convLength*60)/fs;  
    *maxValue=0;  
    *maxIndex=0;  
    length-=INTERPOL_WIDTH; //para interpol  
    if(threshold<5) threshold=5;  
    for (;i<length;i++)  
        if(magFft[i]>threshold)  
            break;  
    if(i>=length) return;  
    for (;i<length;i++)  
        if(magFft[i]>=*maxValue) {  
            *maxValue=magFft[i];  
            *maxIndex=i;  
        }  
    else  
        break;  
}
```



# Afinador de Guitarra

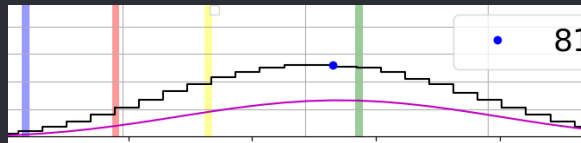
## Centroide



00m00s

- Calculo el centroide de 21 puntos para aumentar la resolucion de 0.5 a 0.025

```
void interpol(q15_t* magFft,uint16_t* maxIndex)
{
    q15_t interpolF [ 2*INTERPOL_WIDTH+1 ];
    uint32_t f=0;
    uint32_t sum=0;
    for (int i=0;i<(2*INTERPOL_WIDTH+1);i++) {
        interpolF[i]=magFft[*maxIndex-
            INTERPOL_WIDTH+i];
        sum+=interpolF[i];
        f += interpolF[i]*(*maxIndex-
            INTERPOL_WIDTH+i);
    }
    *maxIndex=(f*20)/sum;
}
```



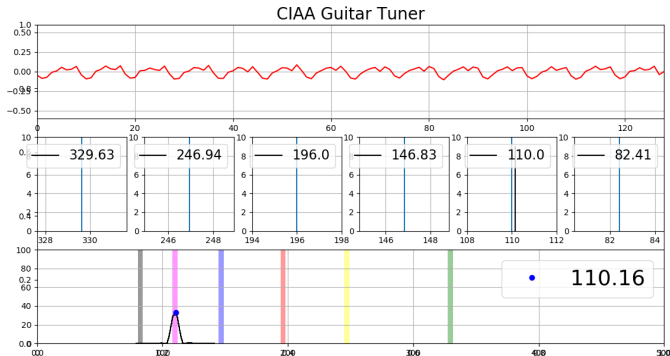
# Afinador de Guitarra

## GUI



00m00s

- Señal analógica de 128 pts
- DFT de 128pts desde CIAA
- DFT de 2048pts en Python para referencia
- Indicador de maximo local
- Indicador de frecuencia estimada con centroide
- Zoom de frecuencia para cada cuerda



# Bibliografía

*Libros, links y otro material*

[1] *ARM CMSIS DSP.*

[https://arm-software.github.io/CMSIS\\_5/DSP/html/index.html](https://arm-software.github.io/CMSIS_5/DSP/html/index.html)

[2] Steven W. Smith. *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. Second Edition, 1999.

[3] *Wikipedia.*

[https://en.wikipedia.org/wiki/Convolution\\_theorem](https://en.wikipedia.org/wiki/Convolution_theorem)