

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

***DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE
EMISIONES ACÚSTICAS EN ELECTROHUSILLOS
PARA DETECCIÓN DEL GAP DE CONTACTO EN
APLICACIONES DE RECTIFICADO***

DOCUMENTO 4 - ANEXOS

Estudiante	<i>Valdezate, Cabornero, Egoitz</i>
Director	<i>Pombo, Rodilla, Iñigo</i>
Departamento	<i>Ingeniería Mecánica</i>
Curso académico	<i>2021/2022</i>

Bilbo, 26, junio, 2022

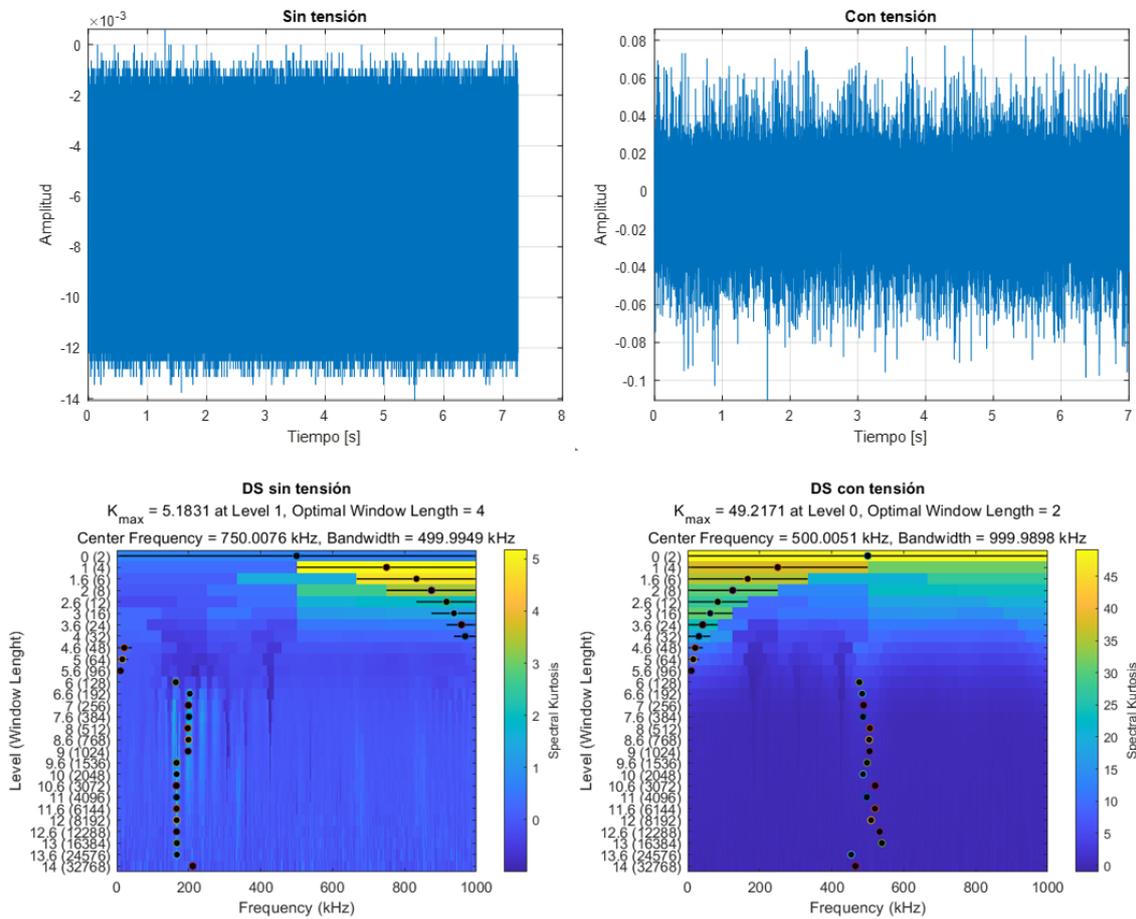
DOCUMENTO 4 – ANEXOS

ANEXO I – ENSAYOS EXPERIMENTALES	82
RUIDO DS-630: Sensor acústico interno RSA-2.....	82
RUIDO DS-630: Sensor acústico externo SEA-Mini.....	83
RUIDO LG-1000: Sensor acústico externo SEA-Mini	83
LG-1000: Acelerómetro IMI VS Sensor acústico SEA-Mini.....	84
ENSAYOS RECTIFICADO	87
ANEXO II – CÓDIGO.....	88
ANEXO III – MANUALES	89
VM25	89
ikDAS	91

ANEXO I – ENSAYOS EXPERIMENTALES

RUIDO DS-630: Sensor acústico interno RSA-2

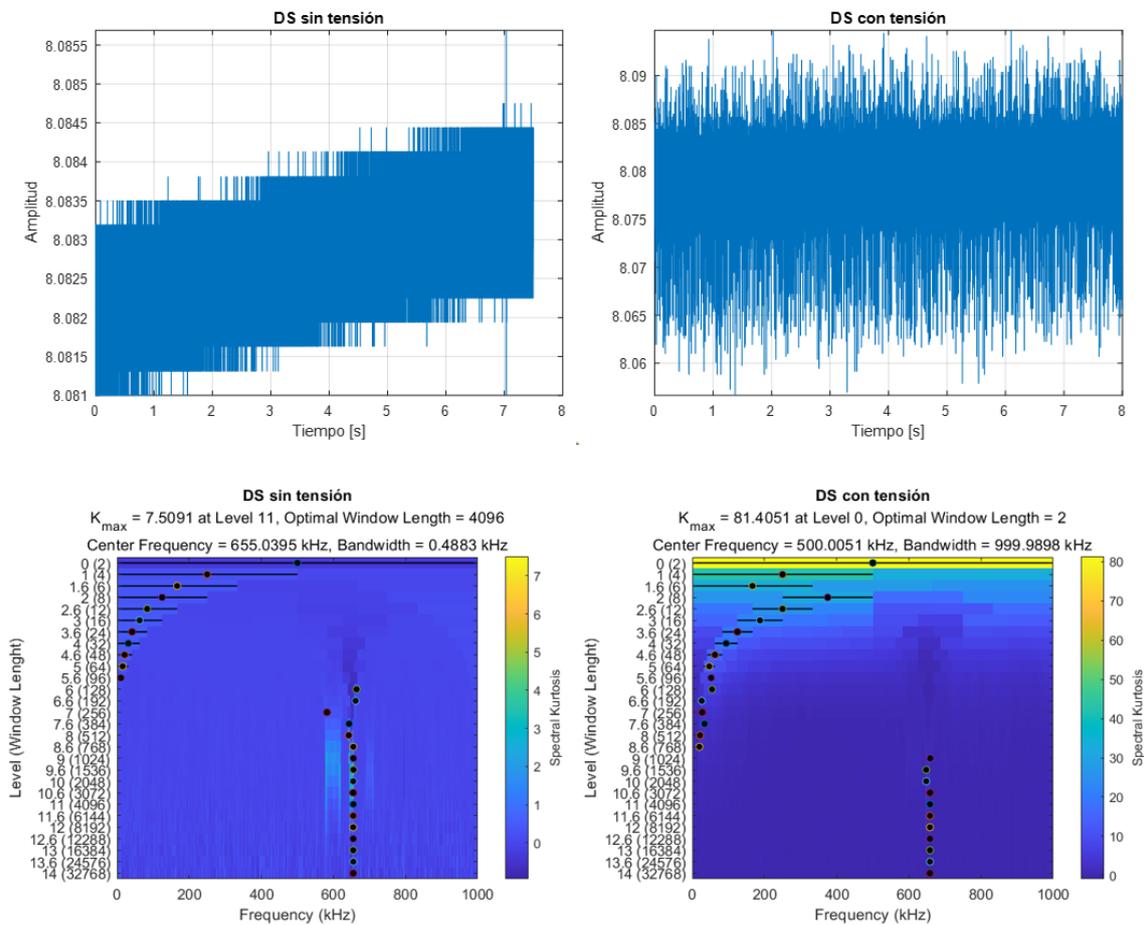
Ruido debido a la tensión eléctrica de la máquina:



El kurtograma de la máquina con tensión no es constante a lo largo de toda la señal. Aunque en varios tramos se aprecia tendencia hacia la banda de 500 kHz, se dispersa bastante y hace que el ruido generado se infiltre en las bandas donde se encuentran los eventos de contacto.

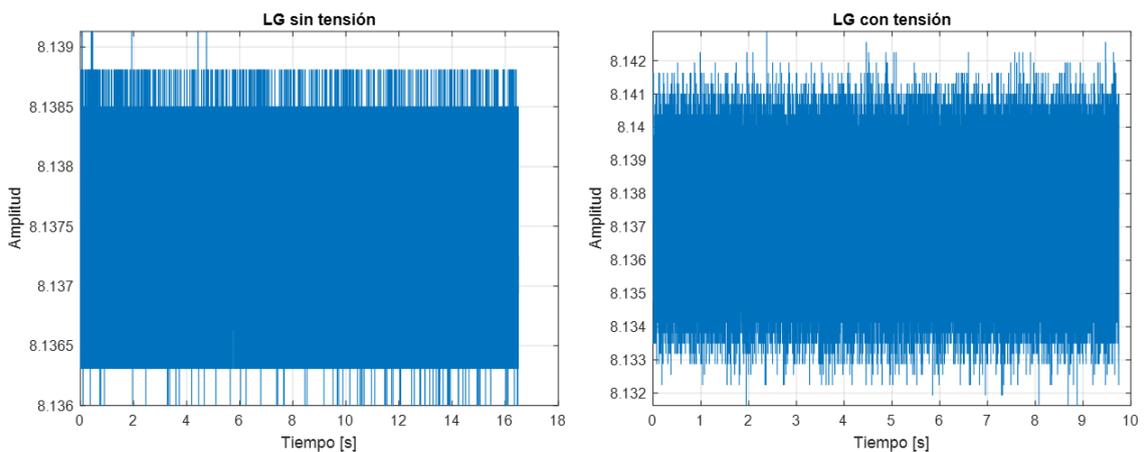
RUIDO DS-630: Sensor acústico externo SEA-Mini

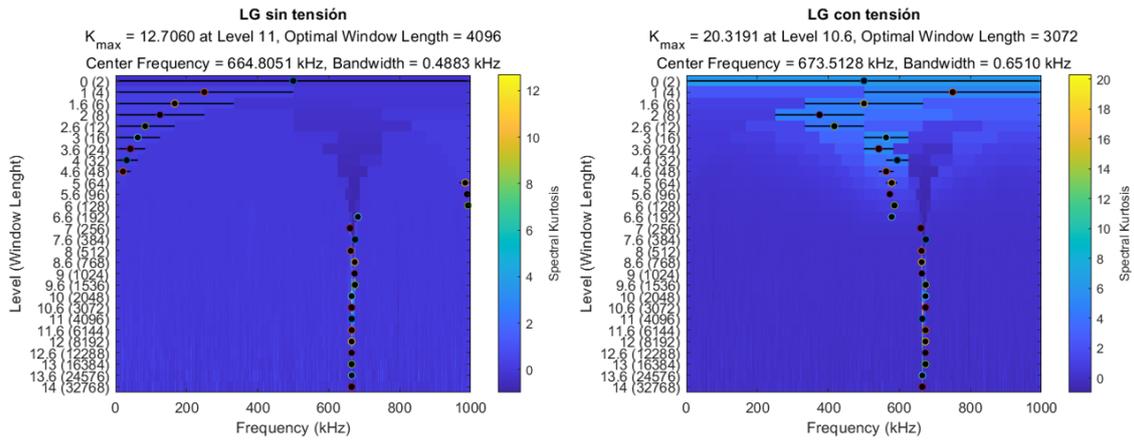
Ruido debido a la tensión eléctrica de la máquina:



RUIDO LG-1000: Sensor acústico externo SEA-Mini

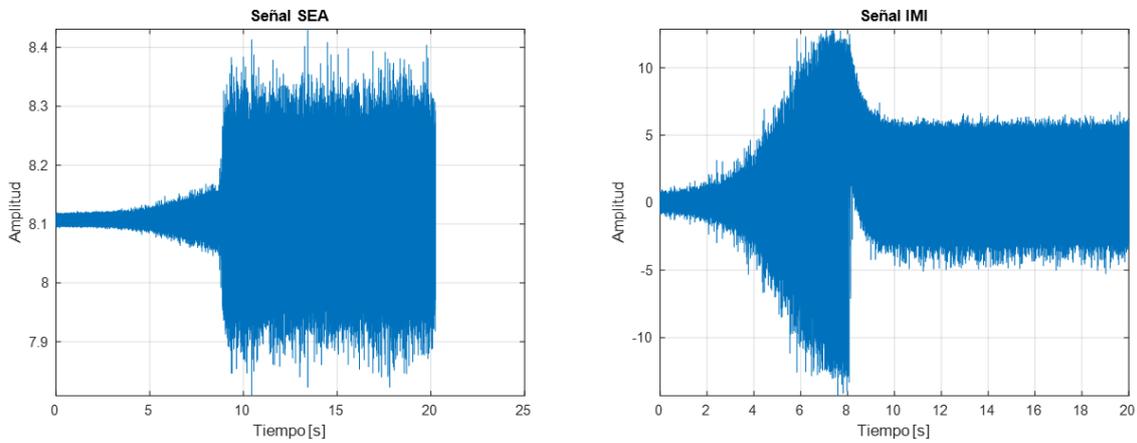
Ruido debido a la tensión eléctrica de la máquina:



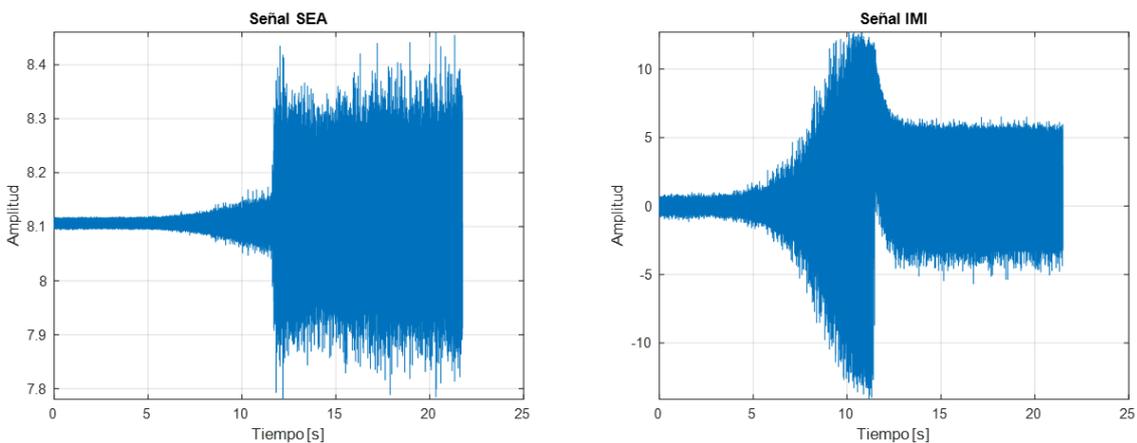


LG-1000: Acelerómetro IMI vs Sensor acústico externo SEA-Mini

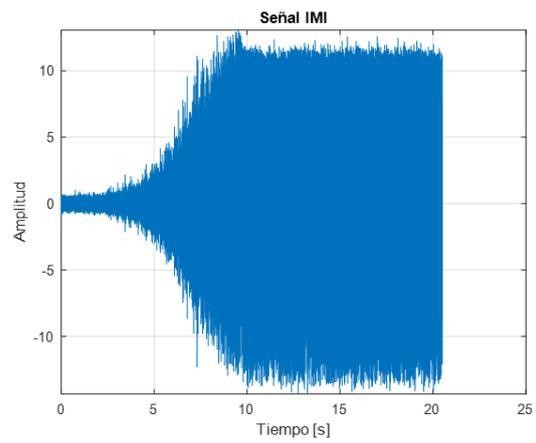
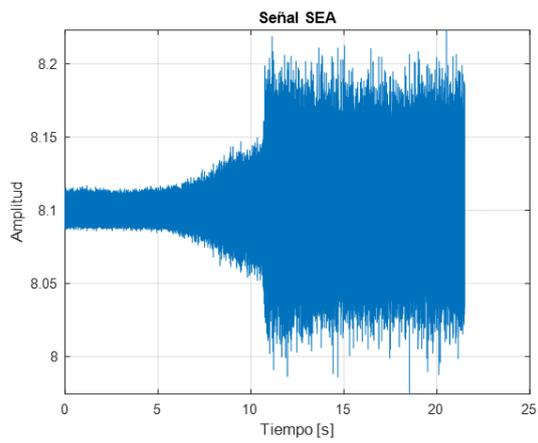
Prueba 1:



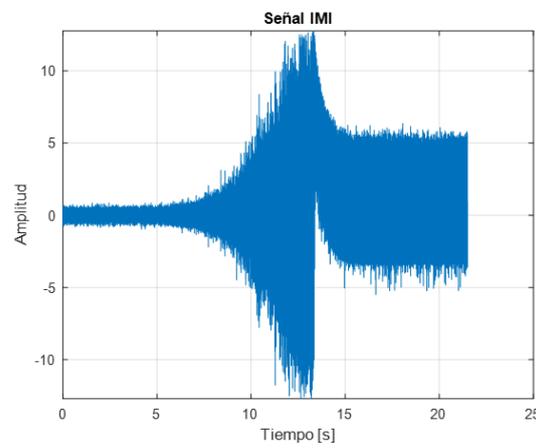
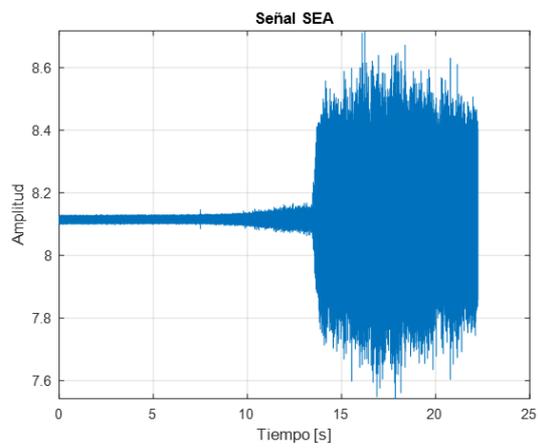
Prueba 2:



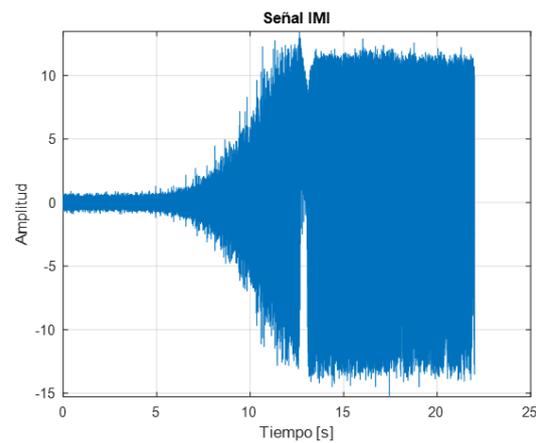
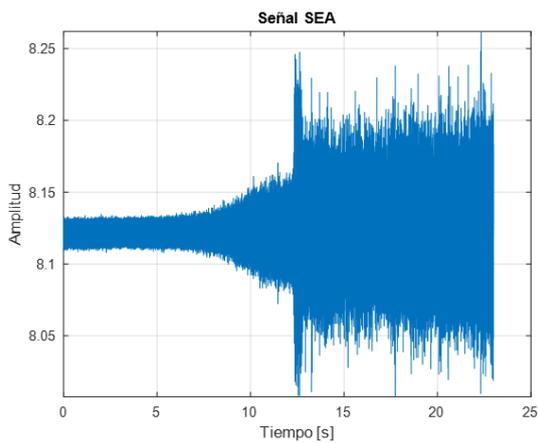
Prueba 3:



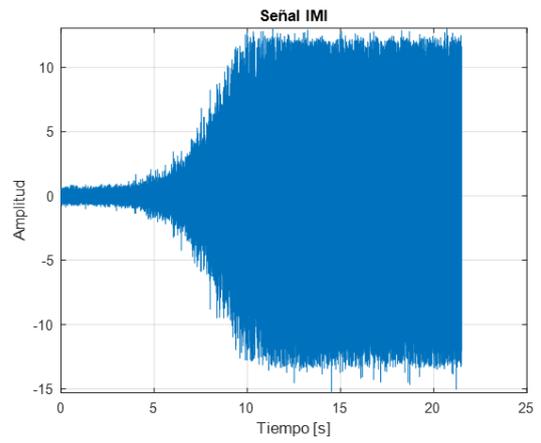
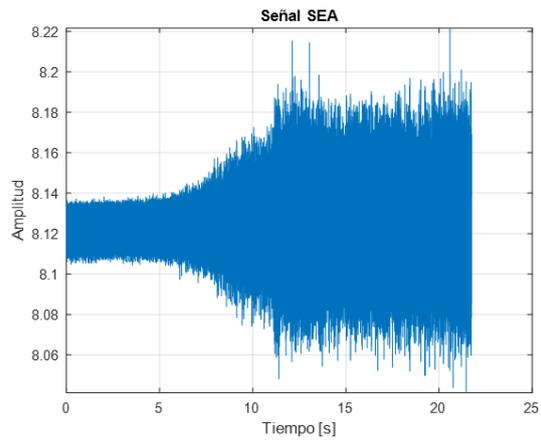
Prueba 4:



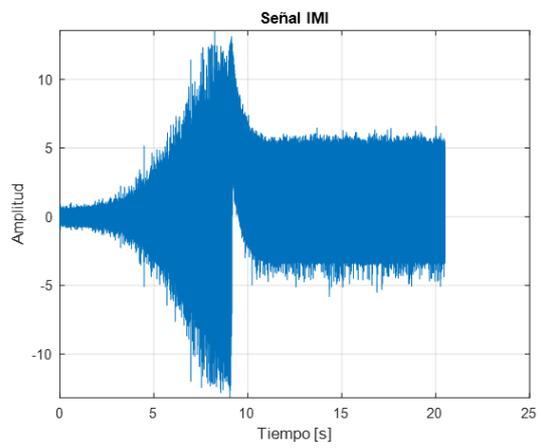
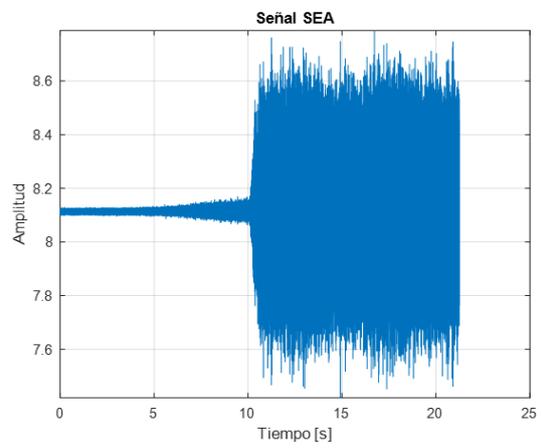
Prueba 5:



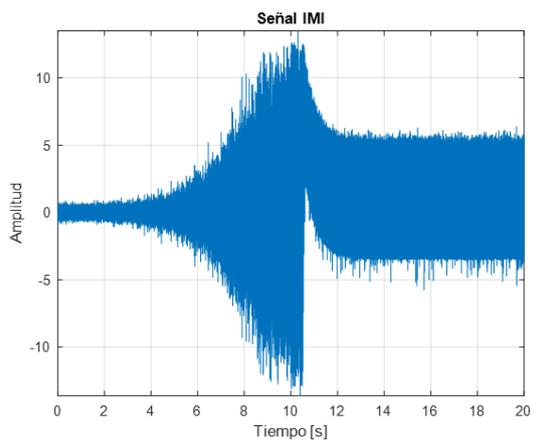
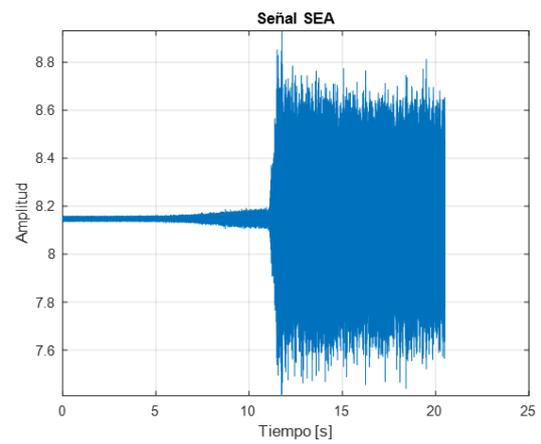
Prueba 6:



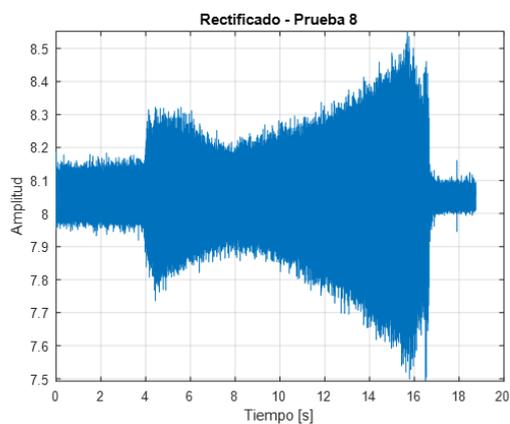
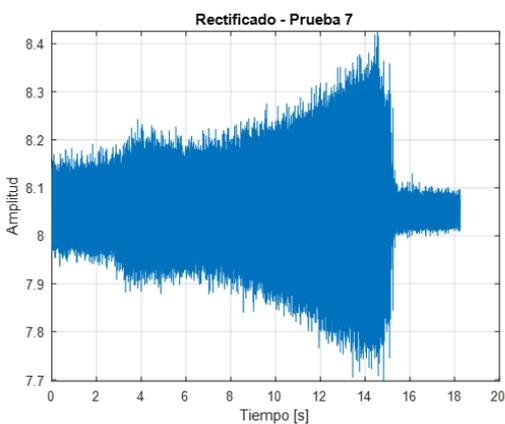
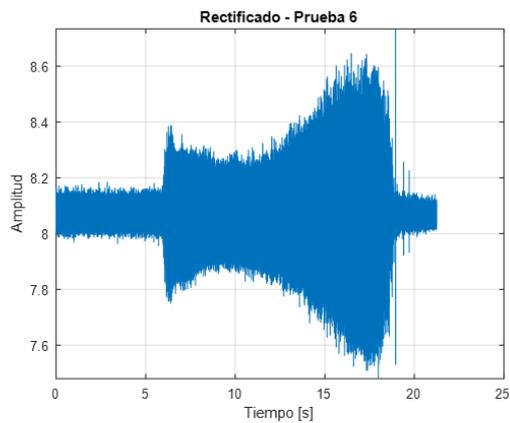
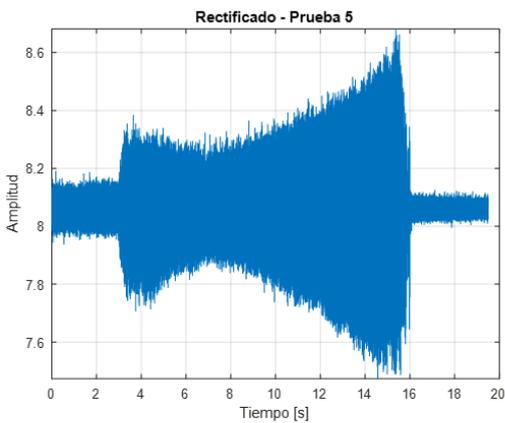
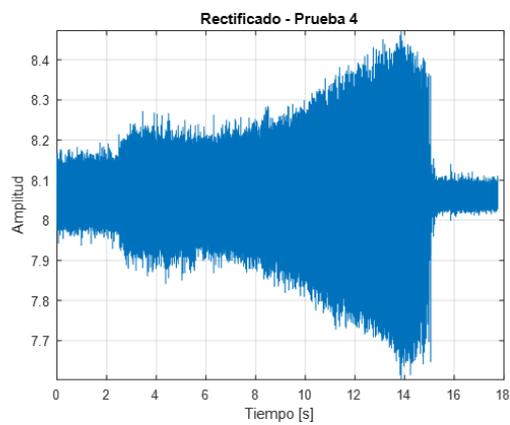
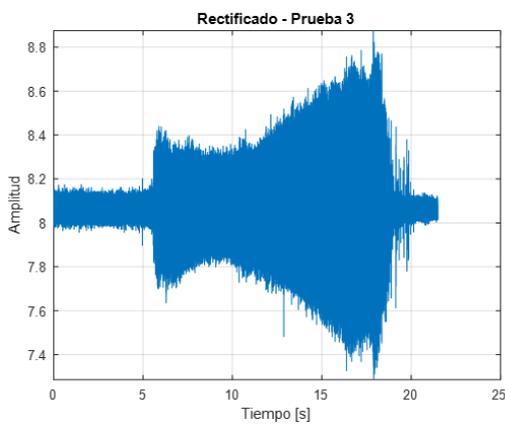
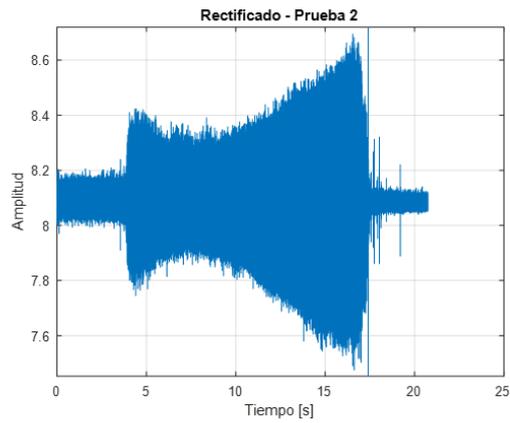
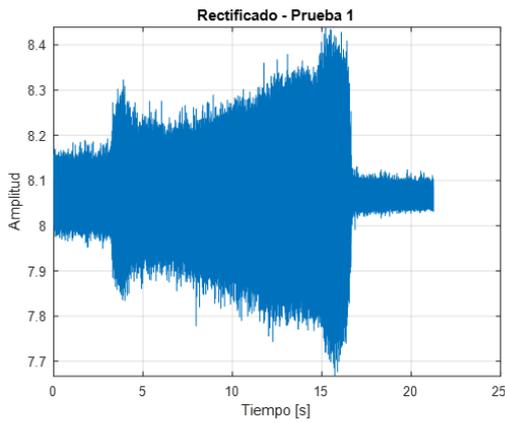
Prueba 7:



Prueba 8:



ENSAYOS RECTIFICADO



ANEXO II – CÓDIGO

Se muestran varios comandos utilizados en los algoritmos desarrollados en Matlab R2021b. Para su ejecución es indispensable tener instalado el paquete *Signal Processing Toolbox*, el cual contiene las funciones relacionadas con el procesamiento de señales empleadas en la gran parte del programa.

Los ficheros cargados son de extensión *mat*, puesto que las señales adquiridas se guardan en extensión *uff* y se abren previamente en Matlab para guardar el *Workspace*. Aquí se encuentran los valores de amplitud de la señal guardados en un vector *data* y la frecuencia de muestreo en una variable *freq*.

Cargar señal y graficarla

```
1 name = uigetfile('mat','Selecciona el archivo .mat');
2 file = load(name);
3 signal = file.data; %En el archivo mat, la señal se llamada data
4 fs = file.freq; %En el archivo mat, la frec. de muestreo se llama freq
5 time = [0:1/fs:length(signal)/fs-1/fs]'; %Vector de tiempo
6
7 plot(time, signal);
8 title('Señal temporal'), xlabel('Tiempo [s]'), ylabel('Amplitud [V]');
```

Seleccionar tramo de señal

```
10 [x_ini,y_ini]=ginput(1); %Seleccionar el inicio
11 ylimit = get(gca,'YLim');
12 line([x_ini x_ini], [yLimit(1) yLimit(2)],'Color','k','LineWidth',2);
13 [x_fin,y_fin]=ginput(1); %Seleccionar el final
14 while x_fin <= x_ini
15     [x_fin,y_fin]=ginput(1);
16 end
17 line([x_fin x_fin], [yLimit(1) yLimit(2)],'Color','k','LineWidth',2)
18
19 x_ini = floor(x_ini*fs); %Nº de muestra inicial
20 x_fin = floor(x_fin*fs); %Nº de muestra final
```

Calcular y representar el Kurtograma del tramo seleccionado

```
22 tramo = signal(x_ini:x_fin);
23 [k_tramo,f,w,fc,wc,bw] = kurtogram(tramo,fs);
24 %k_tramo=matriz con todos los valores del kurtograma
25 %f=vector de frecuencias, w=vector de tamaño de ventana
26 %fc=frecuencia central donde se da la kurtosis máx.
27 %wc=tamaño de ventana donde se da la kurtosis máx.
28 %bw=ancho de banda óptimo para el filtro pasa banda
```

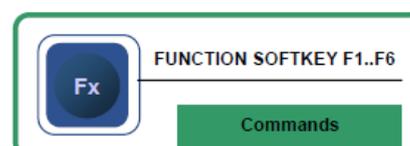
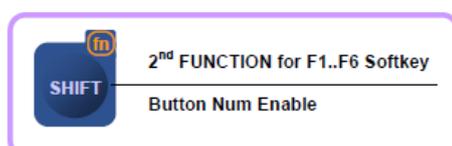
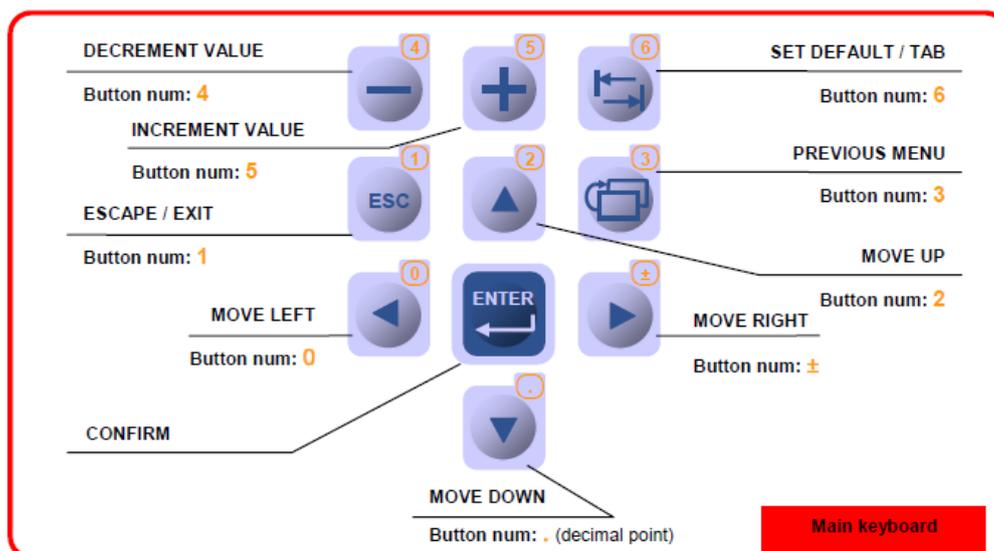
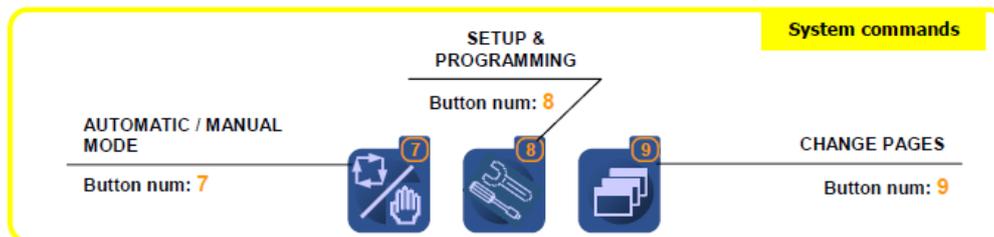
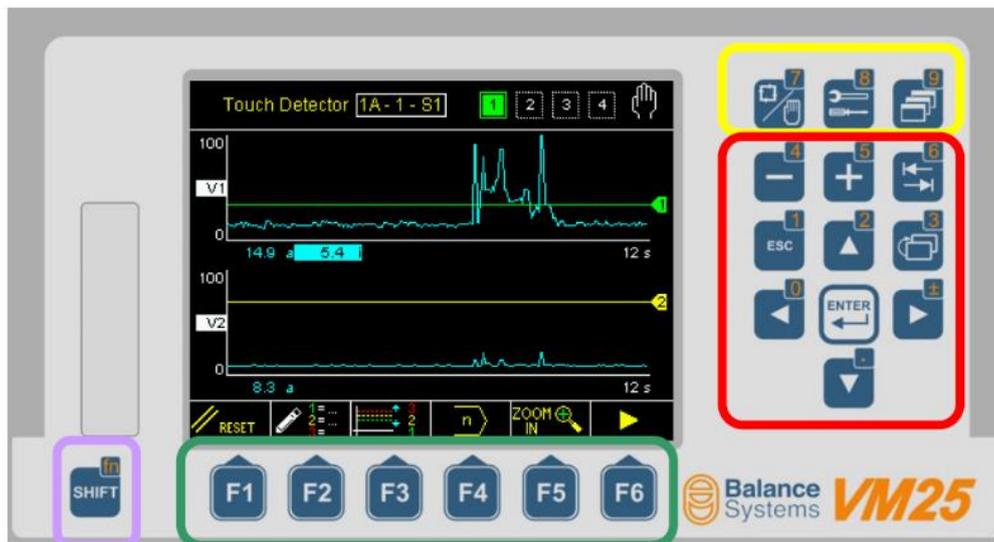
Aplicar filtro pasa banda a la señal (banda obtenida en el Kurtograma)

```
30 signal = signal-mean(signal); %Restar la media para centrarlo
31 fc_high = fc - bw/2; %Límite inferior en Hz
32 fc_low = fc + bw/2 %Límite superior en Hz
33 order = 2; %Orden del filtro Butterworth
34 [b1, a1] = butter(order,fc_high/(fs/2),'high');
35 [b3, a3] = butter(order,fc_low/(fs/2),'low');
36 signal = filtfilt(b1,a1,signal);
37 signal_filt = filtfilt(b3,a3,signal); %Señal filtrada
```

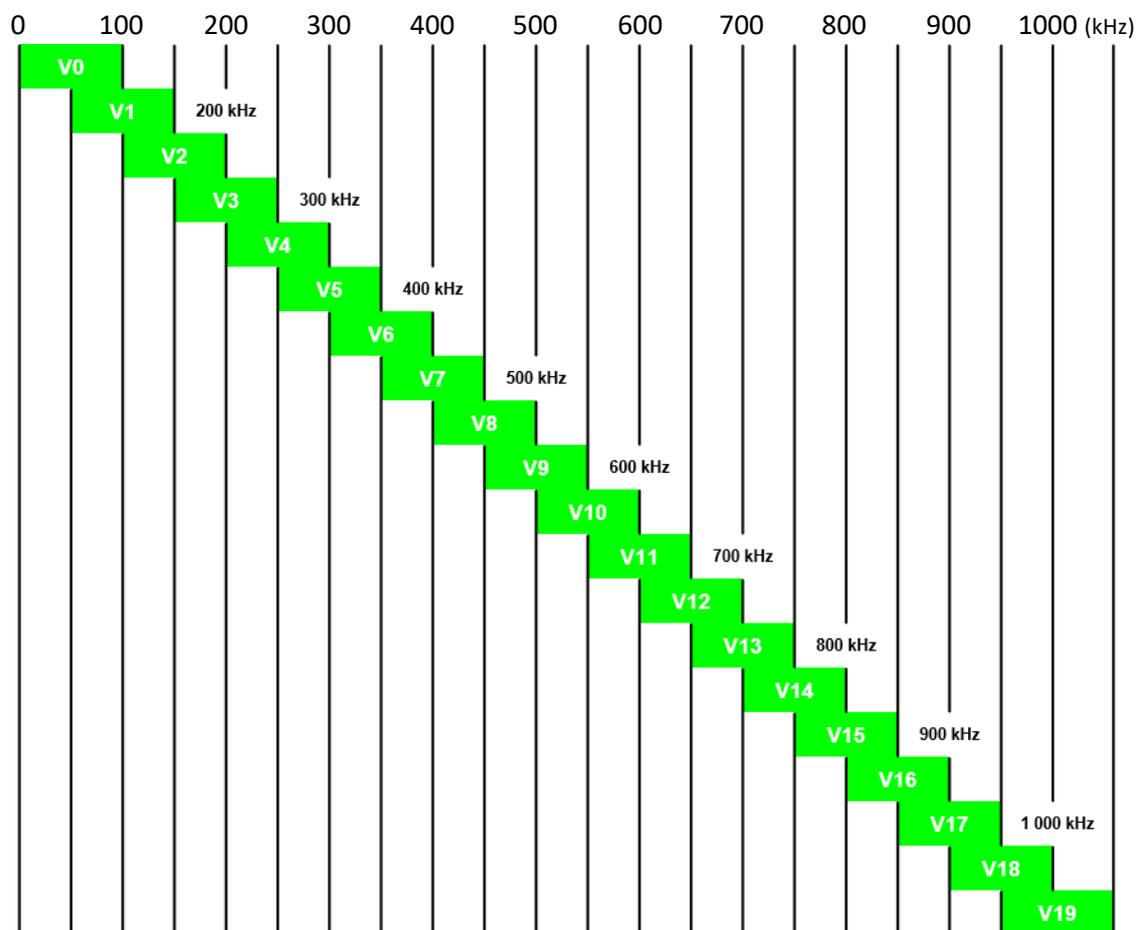
ANEXO III – MANUALES

VM25

Tiene varios modos, pero en este proyecto el único interesante ha sido el de detección de contacto.



En la siguiente figura se muestra un ejemplo de configuración de filtrado en la ventana V3, donde los valores de la derecha corresponden a los diferentes filtros aplicados dentro de ella en kHz.

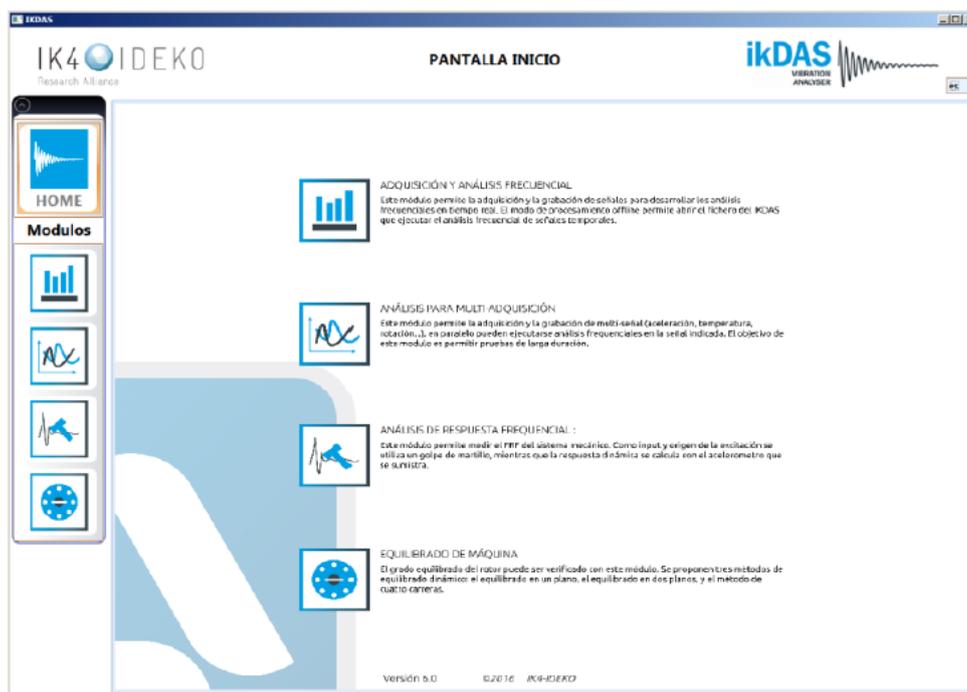


Parameters			
Icon	Parameter name	Button	Description
	Source	F2	Choice of the AE sensor channel which generates the input signal
	Window	F4	Window which define the frequency band observed. The selected window is then zoomed in the working area.
	Gain A	F4	Amplification of the signal inside the selected window.
		F5	
	Gain B	F4	Amplification of the input signal.
	High Pass Filter	F2	High pass filter which can be placed on the left side of the selected window. The filter can be overlapped with the selected window while this is in the position "0".
	Band Pass Filter	F3	Band pass filter composed by one high pass filter and one low pass filter which can be placed along the full band width. Normally the two filters have to be placed to overlap the selected window.
	Band-killer Filter	F4	Band-killer filter composed by one low pass filter and one high pass filter which can be placed along the full band width. The two filters can overlap the selected window.
	Band Pass Filter	F5	Up to 2 Band Pass Filter inside the selected window. The filters can be switched on/off and placed independently inside the selected window.
	RMS Filter	F2	Low pass filter which gives a reduction of the noise, eliminating the high frequency components. The higher the value entered, the greater the attenuating effect of the high frequency which is achieved.
	RMS downsample	F2	RMS filter downsample
	Fullscale	F2	Value of the signal associated to 100%. The fullscale can be used to normalize the input signals.

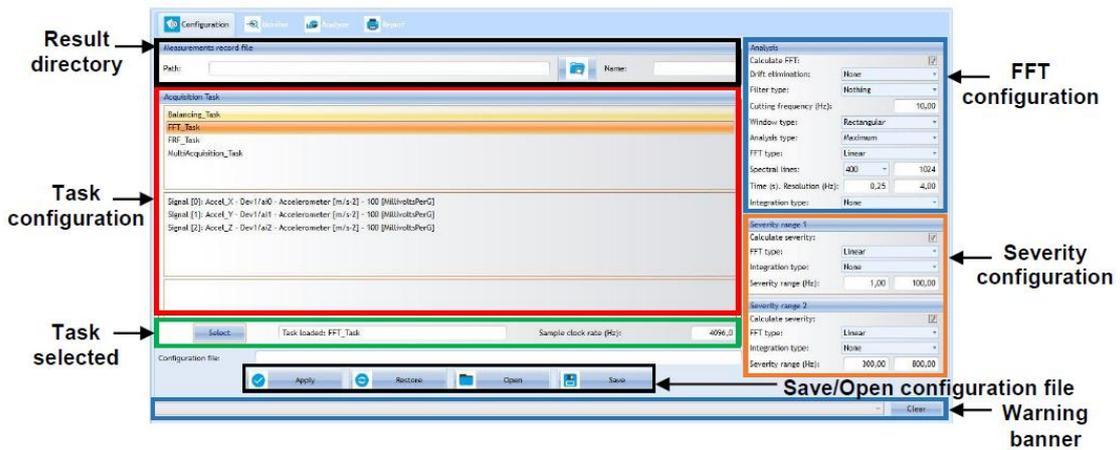
ikDAS

Es un programa propio de Ideko, pensado para análisis de vibraciones. En este proyecto el único módulo utilizado ha sido el de adquisición y análisis frecuencial.

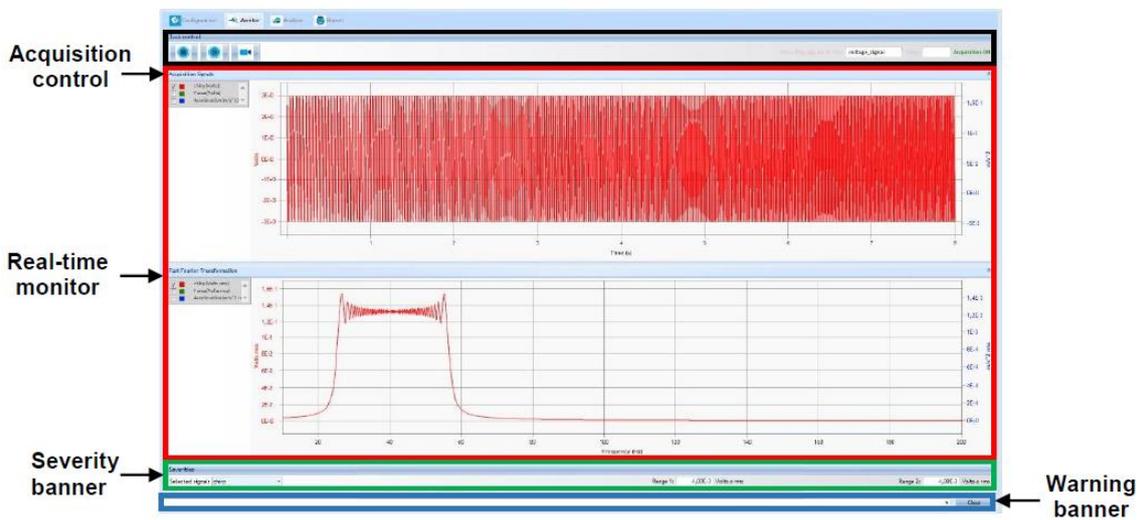
Pantalla de inicio



Módulo de FFT: Configuración



Módulo de FFT: Adquisición



Módulo de FFT: Análisis

