

Pràctica: Ús dels acceleròmetres

Introducció

En aquesta pràctica es treballaran tant els conceptes de *sensibilitat* i *rang de freqüències útil o de funcionament* dels acceleròmetres com alguns conceptes bàsics sobre l'adquisició i processament de senyals vibratòries.

Per a realitzar la pràctica trobareu preparat en el laboratori el dispositiu esquematitzat en la Figura 1. El dispositiu consisteix en un tres acceleròmetres diferents, un generador de vibracions o Shaker connectat a un amplificador de senyal i un equip d'adquisició i processament de senyals.

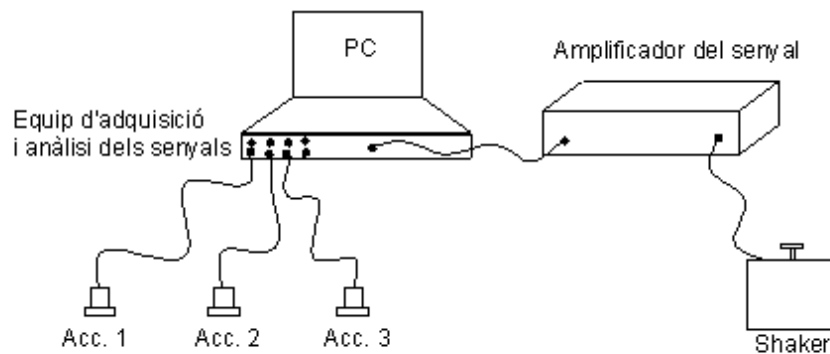


Figura 1. Esquema del muntatge

Les característiques tècniques dels acceleròmetres usats son les mostrades en la següent taula.

Canal	Acceleròmetre	Sensibilitat	Rang útil
C1	PCB 352B10	1,028mV/(m/s ²)	2-10000 Hz
C2	PCB 352C65	10,45mV/(m/s ²)	0,5-10000 Hz
C3	PCB393B12	1053 mV/(m/s ²)	0,15-1000 Hz

Taula 1. Característiques dels acceleròmetres (segons fabricant)

S'anomena *rang de freqüències útil* d'un acceleròmetre l'interval de freqüències en el qual es pot suposar la seva *sensibilitat* constant sense cometre un error significatiu.

Al llarg de la pràctica es generaran dos tipus de senyals vibratòries: un senyal sinusoidal i un *soroll blanc*. S'anomena soroll blanc a un senyal amb igual densitat espectral de potència a totes les freqüències. En la Figura 2 podeu observar el registre temporal i l'espectre de potència d'un senyal d'aquest tipus.

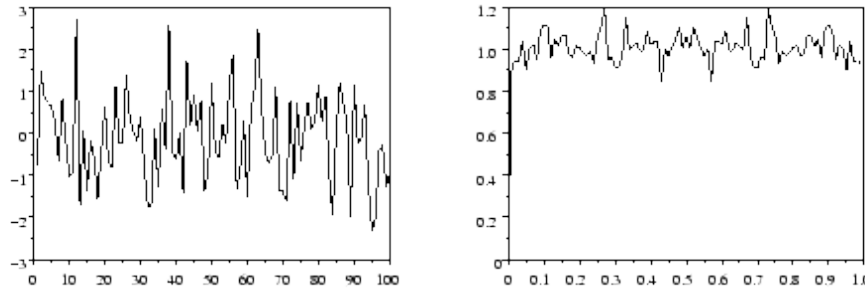


Figura 2. Registre temporal (esquerra) i espectre de potència (dreta) d'un soroll blanc real

Tal com s'explica posteriorment, aquest tipus de senyal vibratòria ens permetrà estudiar el rang de freqüències on l'acceleròmetre es comporta linealment.

- Quina forma tindrà (idealment) l'espectre de potència de la resposta d'un acceleròmetre a un soroll blanc?

Càlculs previs

A partir del coneixement previ del contingut freqüencial del senyal que es vol mesurar, haureu de triar la freqüència de mostratge (única per a tots els acceleròmetres) a usar durant la pràctica.

1. Obtenir una freqüència de mostratge adequada per a la realització de l'estudi plantejat.

Al llarg de la pràctica serà necessari estudiar l'espectre freqüencial del senyal de vibració mesurat. Per a fer-ho, serà necessari especificar al programari usat com es vol calcular aquest espectre, definint quin *blocksize* es vol usar, quina *finestra* es vol aplicar i quina *mitjana* entre espectres es vol realitzar.

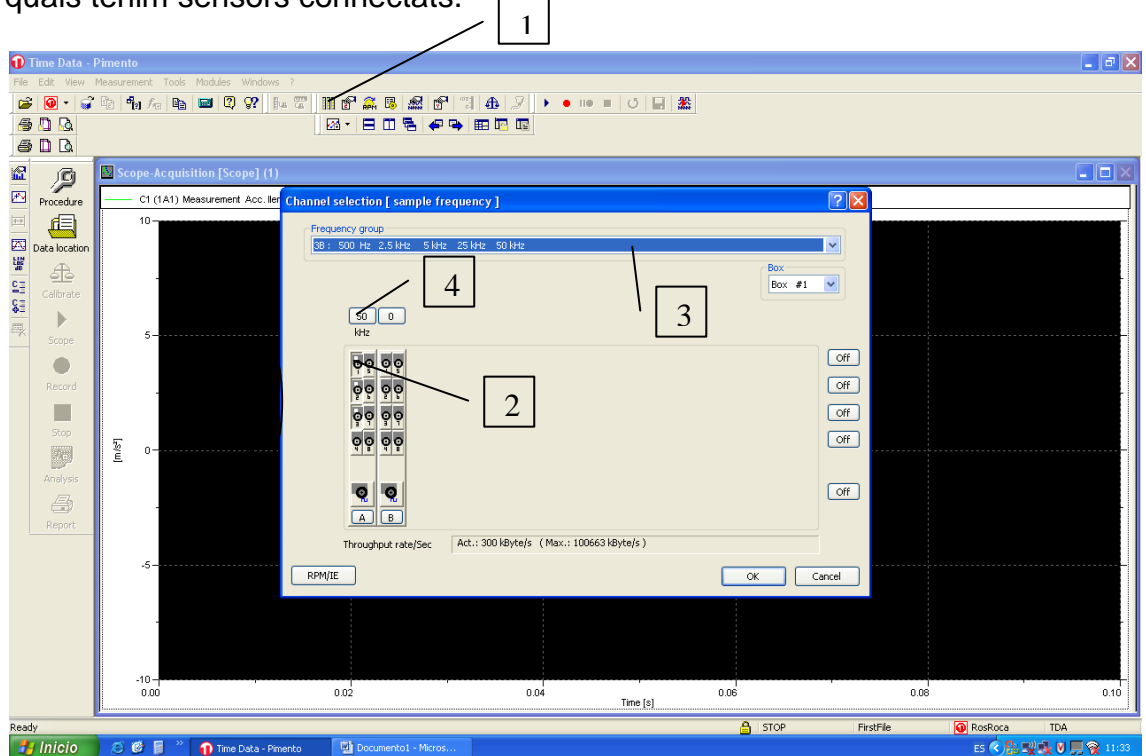
2. Tenint en compte el valor de la freqüència de mostratge escollida, calculeu el valor del *blocksize* (N_b) necessari per obtenir una resolució en freqüència d'uns 1,5 Hz. El programari només ens permetrà escollir *blocksize*s expressables com a potències de dos.
3. En funció del tipus de senyal que s'està mesurant en cada part de la pràctica (sinusoïdal/soroll blanc), escolliu el tipus de *finestra* que aplicaríeu per calcular l'esmentat espectre de freqüències.
4. Escolliu la *mitjana* entre espectres (cap, lineal o exponencial) més adequada per a les mesures que es realitzaran.

Configuració dels paràmetres de la mesura

Inicialment caldrà introduir a l'equip d'adquisició la informació referent als sensors que se li han connectat. Per a fer-ho seguirem els següents passos.

- Premeu l'icona "Channel selection" (1).

- En la finestra emergent seleccioneu en l'esquema (2) els canals als quals tenim sensors connectats.



- Figura 3. Finestra "Channel description"

- Escolliu, d'entre les opcions de "frequency group" (3), la que conté un valor de la freqüència de mostratge adequat per a la pràctica. Seleccioneu aquest valor concret en la llista desplegable (4).
- Premeu l'icona "Channel description" (5). Apareixerà una finestra emergent amb quatre pestanyes diferents.

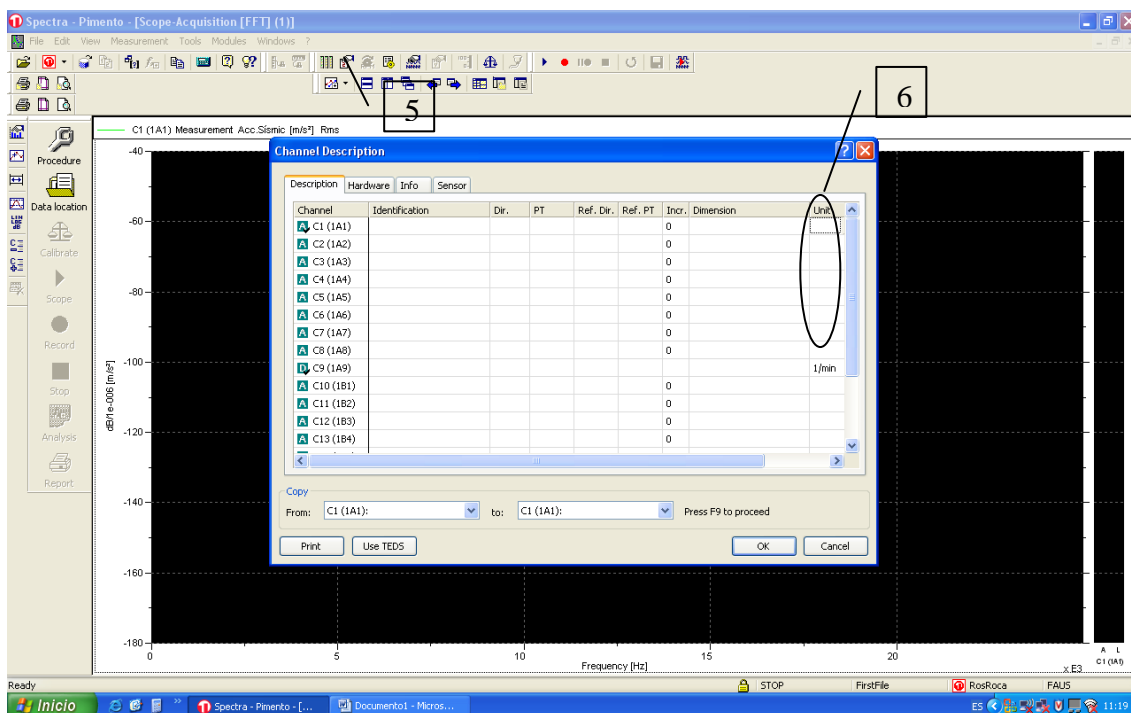


Figura 4. Selecció d'unitats en la pestanya "Description"

- Seleccioneu la pestanya "Description" i especifiqueu, en la columna "Unit" (6), les unitats de la magnitud que es vol mesurar.
- Seleccioneu ara la pestanya "Hardware" i anoteu, en la columna "Volts/Unit" (7) la sensibilitat de cada un dels acceleròmetres (veure la Taula 1 en la primera pàgina del guió).

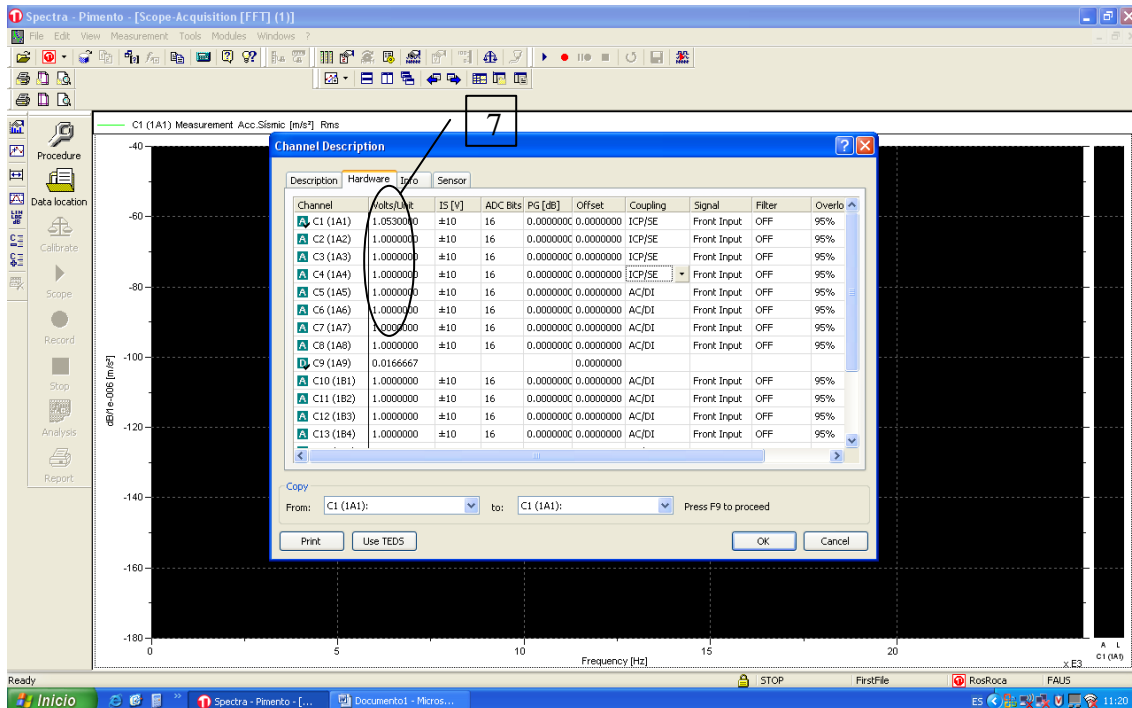


Figura 5. Especificació de sensibilitats en la pestanya "Hardware"

Les dues pantalles de visualització que tindreu estan inicialment configurades per veure el registre temporal del senyal adquirit. Degut al seu interès en l'estudi de senyals vibratòries, voldrem configurar una de les pantalles per a visualitzar l'espectre freqüencial associat al registre mesurat.

- Sobre una de les pantalles premeu el botó dret del ratolí i escolliu l'opció "Properties..." Apareixerà una finestra emergent amb dos pestanyes.
- En la pestanya "General" de la finestra emergent, escolliu l'opció FFT dins de la llista desplegable "Function" (8). Mes endavant tornarem a aquesta pestanya per editar els límits dels eixos x i y de la pantalla (quadres 9 i 10 respectivament).

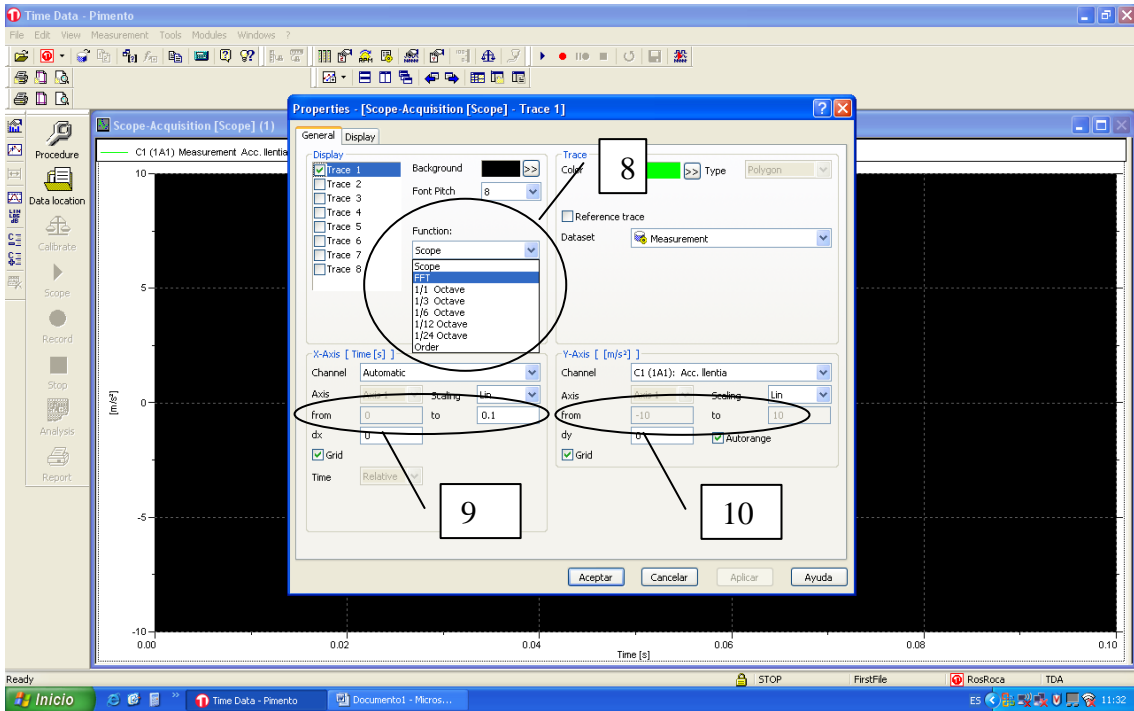


Figura 6. Configuració de l'espectre freqüencial

- En la pestanya “Display” definiu la finestra que voleu utilitzar (desplegable 11), el blocksize (desplegable 12) i el tipus de mitjana entre espectres (desplegable 13). Premeu finalment el botó “Acceptar”.

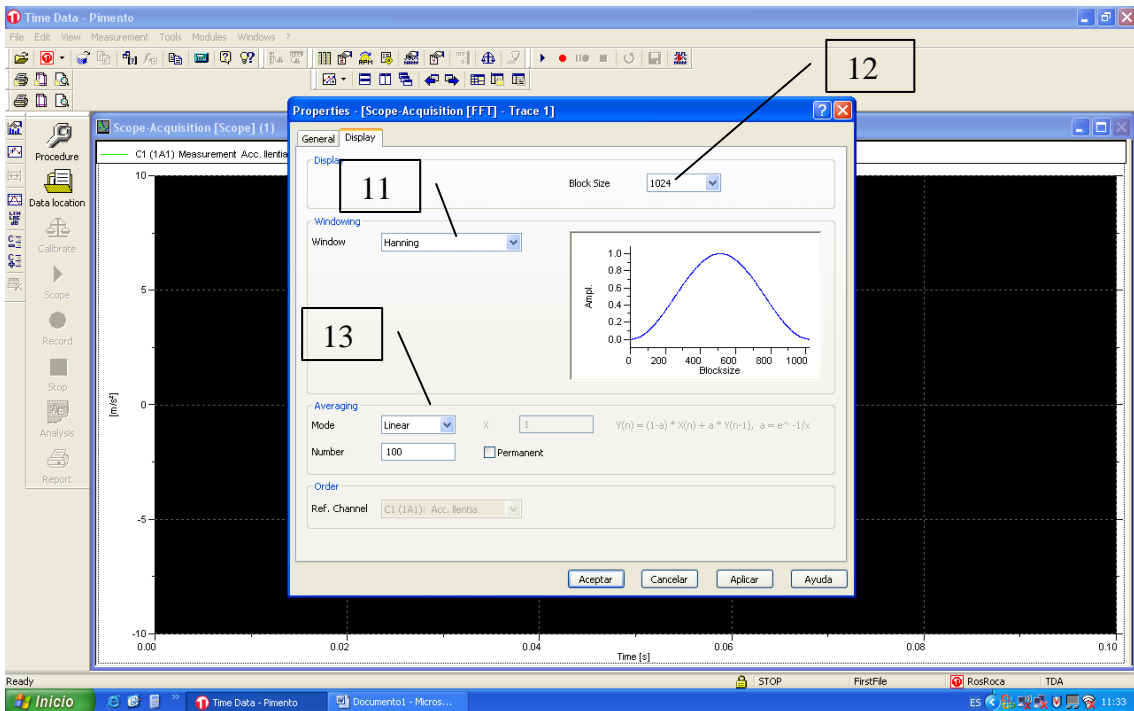


Figura 7. Configuració de la FFT

Condicionament del senyal

Per veure la qualitat del senyal adquirit i poder-la millorar si és el cas, es generarà un senyal sinusoidal de 500 Hz. i s'observarà el registre temporal que arriba a cada acceleròmetre.

- Premeu la icona 14 (“DAC properties”) per obrir la finestra emergent on s'especifica el tipus de senyal generada.
- Escolliu dins la llista desplegable “function”, l'opció “sine” i especifiqueu la freqüència desitjada en l'opció “Fc”.
- Poseu el valor “On” a l'opció “Start DAC when scope/meas. Start” (16). Aquesta opció activarà el Shaker a la vegada que l'adquisició de dades per part del programa.
- Premeu el botó “OK” de la part inferior per acceptar els valors (ignoreu el botó “Start”).

Un cop definits els paràmetres relacionats amb els sensors usats, la discretització del senyal i la força generada, procedirem a realitzar la mesura.

- Amb l'acceleròmetre 1 unit a l'actuador del Shaker, premeu el botó “play” (15) per iniciar la visualització de la mesura.

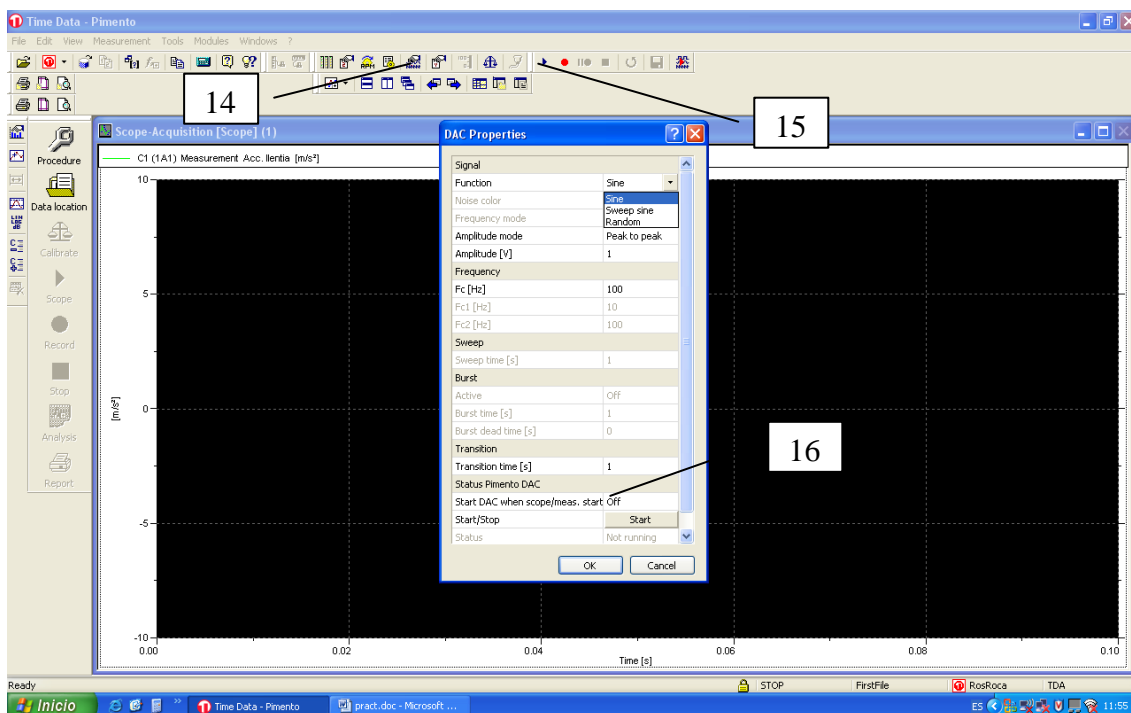


Figura 8. Configuració del senyal a generar

Segurament, els eixos horitzontals d'ambdues finestres són poc adequats per a la visualització del senyal. Els quadres 9 i 10 prèviament descrits ens permetran resoldre aquest problema.

- Ajustar els valors dels eixos horitzontals per tal de veure correctament el registre temporal del senyal i el seu espectre freqüencial associat.

Un cop resolt aquest problema, probablement veurem que el senyal temporal obtingut apareix esglaonat i que el seu espectre associat dista de l'esperat. Aquest problema es pot corregir de dues formes compatibles entre elles: augmentar la resolució digital i/o reduir el valor de saturació de l'entrada (IS).

- Torneu a la finestra "Channel description" (5). Canvieu el primer valor de la columna "ADC bits" (18) de 16 a 24 bits i premeu "Ok".
- Premeu novament el botó "play" (15) i anoteu els canvis que s'hagin produït en el senyal.

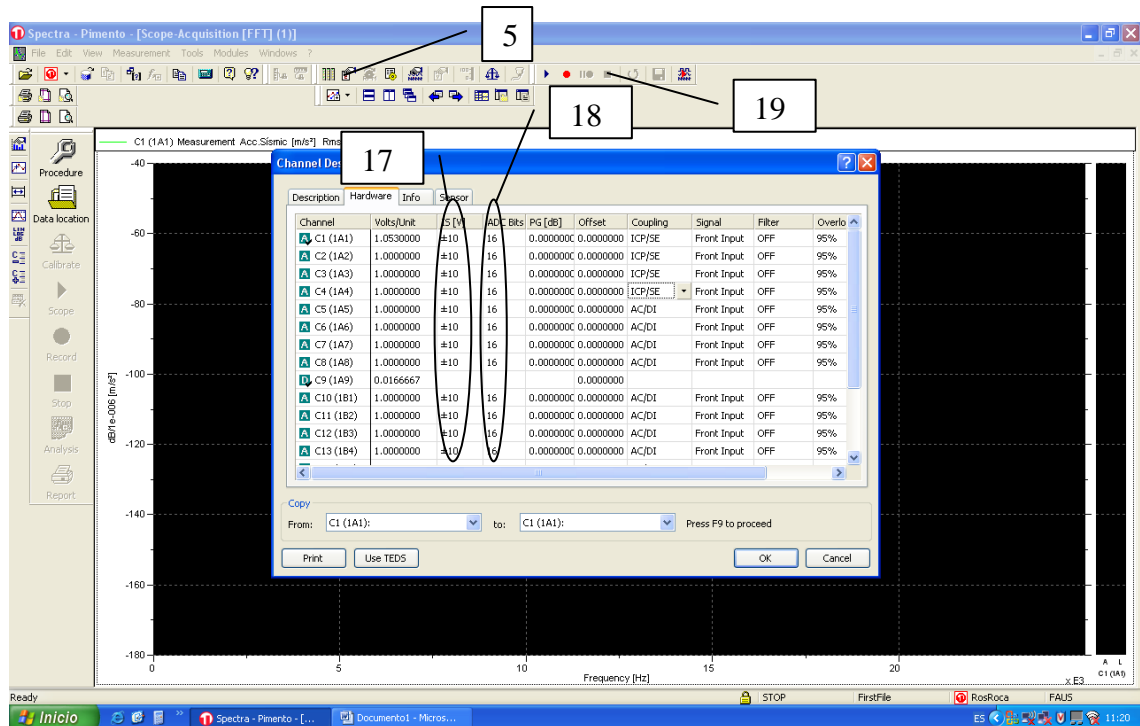


Figura 9. Correcció de l'esglaonament del senyal

- De nou a la finestra "Channel description" (5), restabliu el valor de "ADC bit" a 16 bits i canvieu a $\pm 0,361$ V el valor de la columna "IS (V)" (17). Anoteu els canvis que s'hagin produït en el senyal mesurat.

Mesura del pic i soroll de fons

Un cop el senyal està condicionat, passarem a mesurar l'amplitud del pic observat en l'espectre freqüencial.

- Premeu el botó dret del ratolí sobre la pantalla on es mostra l'espectre freqüencial del senyal i escolliu l'opció "Cursor" i "Single".
- Desplaceu, mitjançant les fletxes del teclat, el cursor fins al pic de l'espectre i anoteu el valor obtingut.

Per molt que el senyal generat sigui un sinus a una freqüència determinada, l'espectre mesurat també conté informació a moltes altres freqüències. En general, aquest *soroll de fons* es tant degut a l'electrònica i cablejat del sistema

com a l'entrada de vibracions no desitjades. En el nostre cas, on les condicions de mesura són molt bones, les segones poden ser pràcticament negligides.

- Fixeu-vos en el nivell del soroll de fons del senyal i anoteu el seu valor aproximat.

Aquests mateixos resultats es compararan ara amb els obtinguts amb els altres dos acceleròmetres usats en la pràctica.

- Canvieu l'acceleròmetre posicionat en l'actuador del Shaker.
- Genereu novament un senyal sinusoïdal de 500 Hz i condicioneu, si es necessari, el senyal obtingut. Anoteu novament els valors del pic i el valor aproximat del soroll de fons.
- Quan tingueu els resultats dels tres acceleròmetres, pareu l'excitador de vibracions amb el botó "Stop"(19).

Rang de freqüències de funcionament dels acceleròmetres

Per estudiar la resposta dels acceleròmetres en funció de la freqüència d'excitació, es generarà amb el Shaker un soroll blanc. Tot i que idealment l'espectre d'aquest senyal hauria de ser pla en un ample de banda infinit això no és així degut a que el rang de funcionament lineal del Shaker és de 2 Hz a 3.5 kHz.

- Novament a la icona 14 ("DAC properties") escolliu a "function" l'opció "random" i, dins les opcions de "Noise color", l'opció "white". Premeu "OK" per sortir de la finestra emergent.
- Premeu "Play" (15) per iniciar l'adquisició del senyal.

L'espectre freqüencial del senyal us permetrà estudiar el rang de freqüències de funcionament de l'acceleròmetre considerat. Per a fer-ho, probablement requerireu la modificació de l'eix de freqüències (requadre 9). Un cop fet això ja podeu fixar-vos en la finestra de l'espectre freqüencial per deduir quin és el rang de freqüències de funcionament de l'acceleròmetre.

- Anoteu la forma de l'espectre del senyal obtingut. Assegureu-vos d'estar visualitzant tot el rang de freqüències d'interès.
- Pareu el senyal, canvieu l'acceleròmetre situat en l'actuador i repetiu el procés fins tenir tots els rangs estudiats.

Finalitzat aquest estudi, haureu acabat la pràctica.

Qüestions sobre la pràctica

- 1- Justifiqueu l'elecció de la freqüència de mostratge, del blocksize, de la finestra i de la mitjana usada. Raoneu quin efecte hauria tingut una mala elecció de cada una d'aquestes propietats.
- 2- Expliqueu perquè abans d'ajustar el valor de IS, els senyals d'alguns acceleròmetres sortien esglaonats. Expliqueu també l'efecte que han tingut sobre aquests senyals l'acció d'ajustar IS i l'acció d'augmentar la resolució digital.
- 3- Obtingueu, a partir dels valors d'amplitud del senyal sinusoidal de 500 Hz mesurats per cada acceleròmetre, el voltatge que arriba al equip d'adquisició i el valor de l'acceleració mesurada (veure Figura 11). Justifiqueu si el resultat obtingut és el que esperàveu.

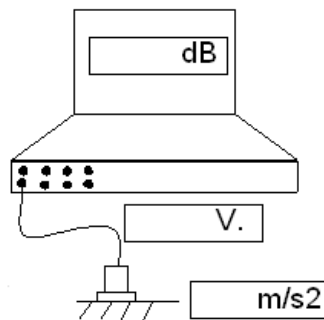


Figura 10. Valors de voltatge i acceleració

- 4- Compareu els nivells del soroll de fons per cada un dels acceleròmetres i justifiqueu a que es deguda aquesta diferència.
- 5- Compareu el rang de freqüències útil teòric dels acceleròmetres amb el trobat experimentalment. A partir d'una comparativa entre els diferents espectres experimentals, argumenteu a que poden ser degudes les anomalies trobades en ells.