

Sismògrafs i sismogrames

Objectius

- Realitzar un sismògraf capaç de registrar ones sísmiques o petits moviments del terra.
- Realitzar sismogrames davant de determinats fenòmens puntuals.
- Comparar el funcionament i l'eficiència dels sismògrafs horitzontal i vertical.

Introducció

Tot i que els **sismògrafs** d'avui en dia són molt complicats, el principi bàsic és el mateix que el de fa anys. Una massa està suspesa d'un marc que reposa sobre el sòl. Quan el marc es mou per les ones d'un terratrèmol, la inèrcia de la massa fa que la massa es mogui, de forma que aquest moviment relatiu és registrat amb una ploma en un paper enrotllat a un tambor que gira. El registre es denomina **sismograma**.

El principi del sismògraf de pèndol pot utilitzar-se per al moviment vertical i l'horitzontal del sòl. El moviment vertical pot ser registrat subjectant la massa a una molla penjada d'un marc de forma que el moviment de la massa marcarà un registre.

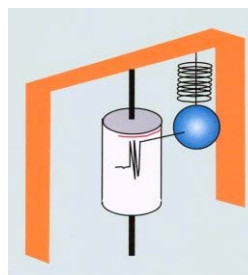


Fig. 1: Sismògraf vertical

Per a moviments horitzontals el pèndol es mou com la porta d'una casa al voltant de les frontisses.

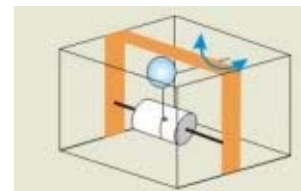
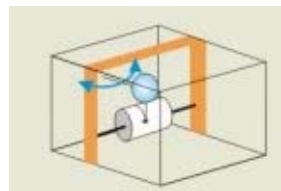


Fig. 2: Sismògrafs horitzontals

Plantejament del problema. Identificació de les variables de l'experiment (independent i dependent)

Per realitzar un sismògraf amb el nostre equip de captació de dades utilitzarem un imant situat a l'extrem d'un regle de plàstic flexible. Enfront hi situarem un teslàmetre (sensor de camp magnètic) que registrarà les oscil·lacions de l'imant.

D'aquesta manera nosaltres podem mesurar les oscil·lacions del camp magnètic (variable dependent) en funció del temps (variable independent).

De totes maneres, el que s'hauria de registrar seria l'amplitud del moviment de l'extrem del regle. Podem considerar, doncs, que aquesta amplitud és proporcional a l'oscil·lació del camp magnètic? (Hipòtesi 1.)

També podem realitzar sismògrafs verticals o horitzontals, variant la situació del regle. Si situem el pla del regle paral·lel al sòl, aquest vibrarà verticalment. Si, en canvi, situem aquest pla perpendicular al sòl, el regle vibrarà de dreta a esquerra i tindrem un sismògraf horitzontal. Quin dels dos serà més eficient? Dependrà del tipus d'ona sísmica? (Hipòtesis 2 i 3.)

Formulació de les possibles hipòtesis prèvies

1.

Si realitzem un sismògraf com el del nostre model, l'amplitud del moviment de l'imant (i la variació del camp magnètic) es proporcional al moviment del sòl.
2.

Les ones sísmiques produeixen moviments horitzontals del sòl.
3.

Les ones sísmiques produeixen moviments verticals del sòl.

Quines altres hipòtesis podríem plantejar?

Material i Equipament

Elements de l'equip multilog <ul style="list-style-type: none">– Consola multilogPro amb cable USB– 1 o 2 teslàmetres Material de laboratori <ul style="list-style-type: none">– 2 suports metàl·lics amb pinces i nous	Altres materials <ul style="list-style-type: none">– 2 regles de plàstic flexible de 50 cm– 2 imants petits (són adequats els que s'utilitzen per subjectar portes)– 1 maça– 1 cadira de rodes de despatx
--	---

Procediment 1: sismògraf vertical

Muntatge de l'experiència

Realitzeu un muntatge com el de les figures 3 i 4. Sobre una o dues taules disposeu:



Fig. 3: Model de sismògraf vertical

- Un suport metàl·lic, d'on surti una barra vertical que a l'extrem superior subjecti un dels extrems del regle de plàstic. Al final de l'altre extrem del regle de plàstic situeu-hi un imant. Aquest imant tindrà els seus pols situats un damunt de l'altre. (En els imants de subjectar portes, el pol negatiu és el de dalt i el positiu, el de baix.)




Fig. 4: Detall de la situació entre l'imat i el teslàmetre

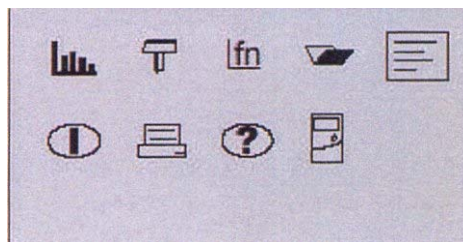
- Sobre el segon suport metàl·lic situeu-hi una barra vertical a l'extrem de la qual hi hagi el teslàmetre. Caldrà situar-lo a uns 2 o 3 cm de l'imat, procurant que l'extrem estigui entre els dos pols de l'imat.



Execució de l'experiència

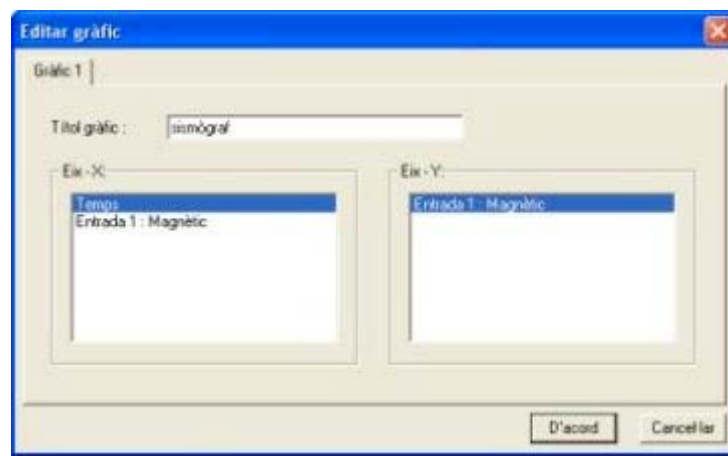
Configuració del sistema (paràmetres de la captació de dades)

Abans de fer el registre de dades s'ha de posar en marxa la interfície i configurar el sistema. Per fer-ho cal seguir els passos següents:


- Connecteu la font d'alimentació a la consola i connecteu aquesta amb el PC mitjançant el cable USB.
- Connecteu el sensor de camp magnètic a l'entrada 1 de la consola (entrada I/O-1).
- Comproveu que la sensibilitat del teslàmetre estigui en posició "low".
- Premeu el botó  de la consola i espereu que surti la pantalla del menú amb les icones:

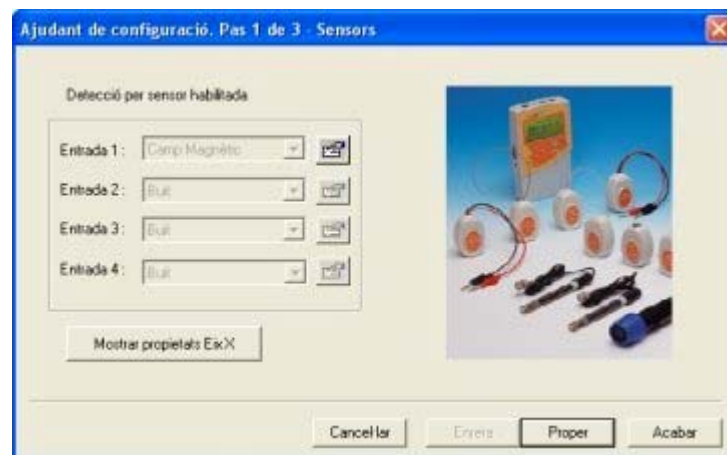


- Obriu el programa Multilab a l'ordinador prement la icona **Multilab** .
- En obrir el programa es crearà automàticament un arxiu nou.
- Aneu al menú **gràfic/editar gràfic** o seleccioneu a la barra inferior la icona **Editar gràfic** . S'obrirà la pantalla següent:



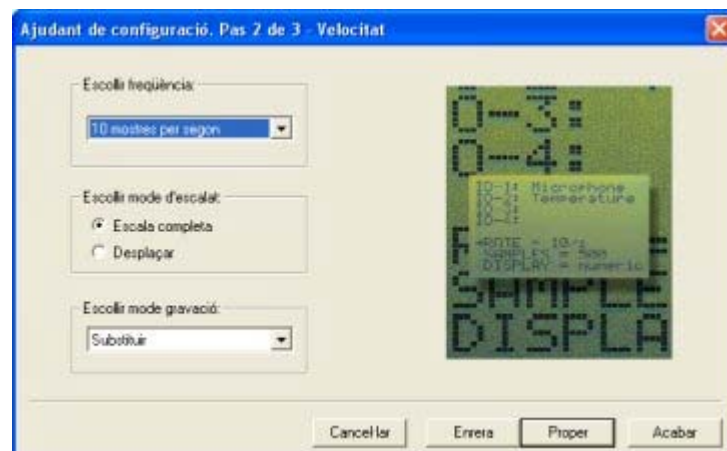
- Poseu títol al gràfic i comproveu que teniu les variables ben definides: a l'eix X el temps i a l'eix Y el camp magnètic.

- Seleccioneu la icona  **Configurar ajudant** o bé aneu a la barra de menú i obriu **Configurar ajuda / temps continu**. S'obrirà la pantalla:



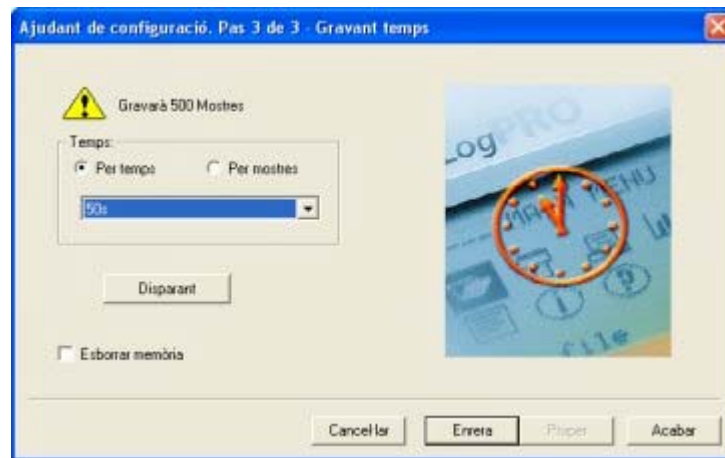
Veureu que l'ordinador detecta a l'entrada 1 el sensor de camp magnètic.

- Premeu **Proper** per obrir la finestra següent.



- Seleccioneu:
 - Freqüència: **10 mostres per segon**
 - Mode d'escalat: **escala completa**
 - Mode de gravació: **Substituir**

- Cliqueu **Proper** per passar a la finestra següent.



- Seleccioneu els temps: **50 s** i cliqueu **Acabar**

Adquisició i enregistrament de les dades

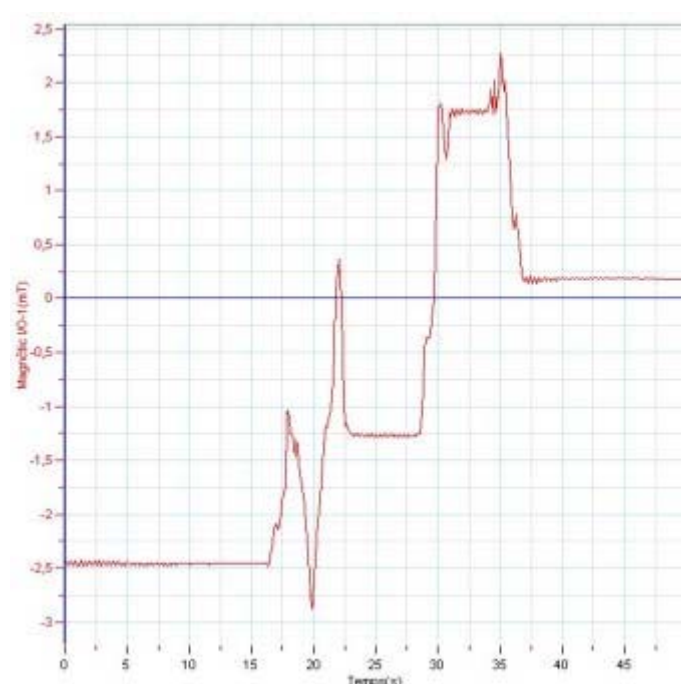
Calibració del sismògraf

Caldrà, en primer lloc, que calibreu el sismògraf. Això vol dir aconseguir que el gràfic surti el més centrat possible respecte a l'eix horitzontal.

Per fer-ho inicieu la lectura, sense moure el regla, polsant el botó **Executar**



- A mesura que aneu obtenint el gràfic, moveu lleugerament el teslàmetre cap amunt o cap avall, segons convingui, fins que el gràfic surti al més a prop possible de l'eix horitzontal (tal i com veiem a la figura següent)
- Després de 50 s obtindreu un gràfic com el següent:




- Podeu observar que al final, el gràfic s'apropa al valor 0.

Estudi d'un impacte horitzontal

En aquest cas estudiareu les ones produïdes en xocar una cadira de rodes contra la taula on hi ha el sismògraf. Mantindreu els mateixos paràmetres que en el cas anterior.


- **Predicció i formulació d'hipòtesis.**
 - Abans hauríeu d'emetre alguna hipòtesi de què succeirà i per què.

- Per iniciar la lectura, polseu el botó **Executar** 
- Empenyeu una cadira de rodes contra la taula i observeu el resultat.
- Després de 50 s obtindreu un gràfic. Guardeu-lo, anoteu el número de l'experiència i les condicions en què s'ha realitzat.
- Repetiu la mateixa experiència dues vegades més. Guardeu i anoteu les dades (arxiu on es guarda l'experiència, condicions de cada experiment...)
- Posteriorment, estudieu i comproveu si les vostres hipòtesis són certes.

Estudi d'un impacte vertical

En aquest segon cas estudiareu les ones produïdes en colpejar, verticalment, la taula amb una maça. Seguireu els mateixos passos que en el cas anterior.

- **Predicció i formulació d'hipòtesis.**
 - Abans hauríeu d'emetre alguna hipòtesi de què succeirà i per què.
 - Podeu emetre hipòtesis comparatives amb l'experiment anterior.

- Per iniciar la lectura, polseu el botó **Executar** 
- Doneu un sol cop amb la maça damunt la taula (no cal que sigui molt fort) i observeu el resultat.
- Després de 50 s obtindreu un gràfic. Guardeu-lo, anoteu el número de l'experiència i les condicions en què s'ha realitzat.
- Repetiu la mateixa experiència dues vegades més. Guardeu i anoteu les dades.
- Posteriorment, estudieu i comproveu si les vostres hipòtesis són certes.

Procediment 2: sismògraf horitzontal

Muntatge de l'experiència:



Fig. 5: Model de sismògraf horitzontal

- En aquest cas el muntatge és similar al del sismògraf vertical. L'única diferència que cal fer és col·locar el regle amb el seu pla perpendicular a la superfície de la taula, de tal manera que el regle vibri d'un costat a l'altre (vegeu figura 5).

Execució de l'experiència:

Realitzareu l'experiència seguint els mateixos passos que en el sismògraf vertical.

1. Configureu el sistema a 10 mostres per segon durant 50 segons.
2. Realitzeu un primer enregistrament per calibrar el sismògraf.
3. Emeteu hipòtesis i realitzeu l'estudi d'un impacte horitzontal (cadira).
4. Emeteu hipòtesis i realitzeu l'estudi d'un impacte vertical (maça).

Procediment 3: sismògraf horitzontal i vertical

Muntatge de l'experiència:

Cal que realitzeu els dos muntatges a l'hora. Això requerirà dos regles, dos imants i dos teslàmetres. Realitzeu vosaltres mateixos el muntatge que cregueu més convenient.

Seria ideal realitzar l'experiència amb tres teslàmetres per tal de mesurar les vibracions en les tres direccions de l'espai: un sismògraf vertical i dos d'horizontals (un orientat N-S i l'altre amb l'orientació E-W).

Execució de l'experiència:

Realitzareu l'experiència seguint els mateixos passos que en els "sismògrafs" anteriors.




Resultats

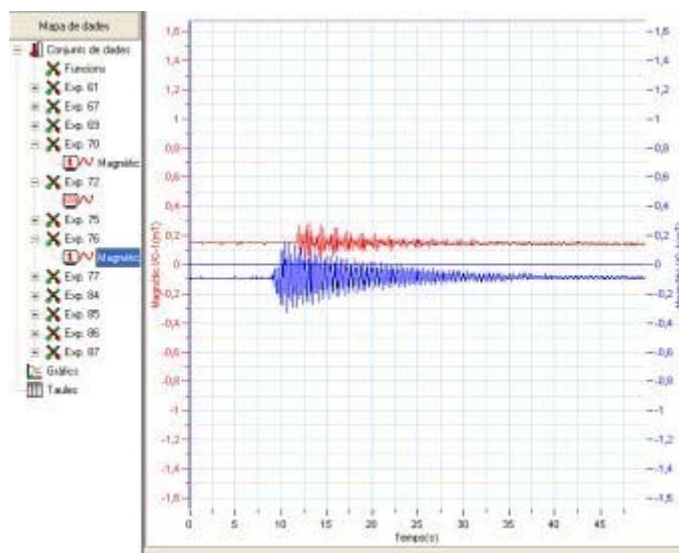
Tal i com hem dit anteriorment cal que graveu els resultats de les diferents experiències. Totes elles es poden gravar com un sol projecte en el programa multilab si no variem les dades de la configuració.

Anoteu, en un full a part, les característiques de cada experiència: impacte horitzontal, impacte vertical...

Anàlisi de les dades

Podeu comparar els resultats sobreposant els diferents gràfics obtinguts, procurant, però que estiguin tots a la mateixa escala i estiguin calibrats de la mateixa manera.

Per fer-ho cal clicar el número de l'experiment que ens interessa  Exp. 69, tenir activats els gràfics que ens interessin (icona en posició ) i tenir desactivats els gràfics que no ens interessin (icona en posició ).



Sempre podeu imprimir els gràfics que considereu més interessants per realitzar la comparació sense l'ordinador.

Qüestionari

A partir dels gràfics obtinguts, contesteu les preguntes següents:

1. Quin dels dos sismògrafs és més eficient, l'horitzontal o el vertical?
2. Quin dels dos impactes es nota més, l'horitzontal o el vertical?
3. Podeu dir que el nostre model de sismògraf registra les oscil·lacions del sòl?
4. Es compleixen les hipòtesis que heu anat formulant al llarg de les diferents experiències?

5. Busqueu informació sobre les ones superficials (ones Rayleig i ones Love). Creieu que en els nostres experiments s'han donat ones similars a aquestes? Per què?
6. Busqueu l'esquema d'algun sismograma real. Quines diferències i semblances té amb els gràfics que hem obtingut nosaltres?

Conclusions

A partir de:

- Les gràfiques obtingudes.
- Les respostes al qüestionari.
- La comprovació de les diferents hipòtesis

Redacteu les conclusions d'aquesta experiència.