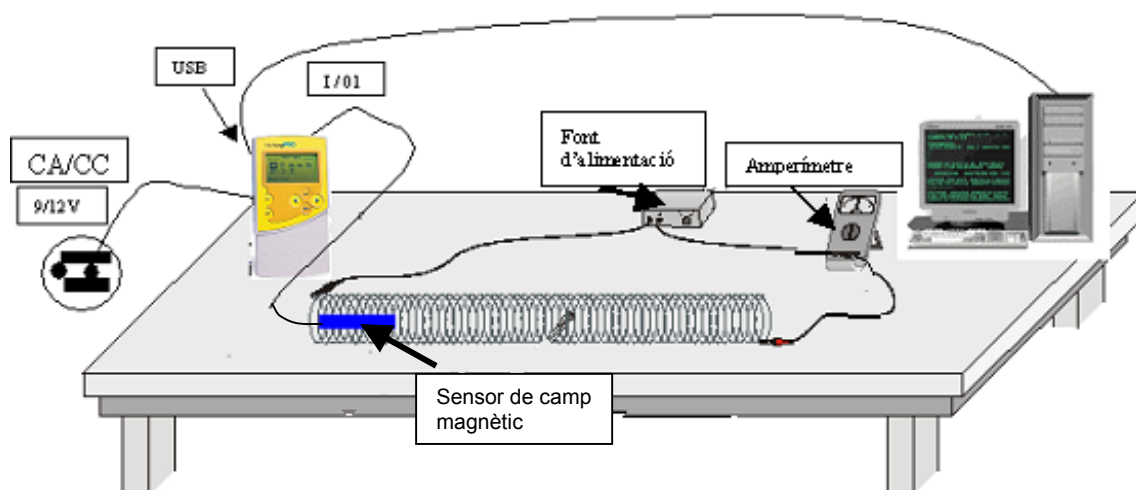


CAMP MAGNÈTIC EN UNA MOLLA METÀL·LICA

Una molla metàl·lica es pot fer servir com a un solenoide que contingui un nombre d'espores per unitat de longitud n variable. Aquest valor de n variarà en funció de l'estirament o la compressió de la molla. Quan un corrent elèctric passa a través del filferro de la molla, es genera un camp magnètic a l'interior i als voltants del solenoide. Aquest camp magnètic és uniforme a l'interior i té per valor $B = \mu \cdot n \cdot I$, μ és una constant que depèn del material en que es troba el solenoide i s'anomena permeabilitat magnètica. n és el nombre d'espores per unitat de longitud $n = N/L$, on N és el nombre total d'espores que hi ha en una longitud L de solenoide.

En aquesta experiència analitzareu els factors que afecten el camp magnètic a l'interior del solenoide i estudiareu com el camp magnètic varia en les diferents parts. Per tal de mesurar el camp magnètic a l'interior del solenoide introduïreu un sensor de camp magnètic entre les espores de la molla. Podreu mesurar també a partir del camp magnètic la permeabilitat de l'aire μ_0 , que és una constant fonamental de la física.



Què haureu après

- A comprovar la relació entre el camp magnètic B i la intensitat de corrent I en l'interior un solenoide
- A comprovar la relació entre el camp magnètic a l'interior i el nombre d'espores per unitat de longitud n .
- A estudiar el valor del camp magnètic dins i fora del solenoide i observar les seves diferències.
- A determinar el valor de la permeabilitat magnètic de l'aire μ_0 .

Material

Ordinador
 Consola multilog
 Sensor de camp magnètic de Multilog

Font d'alimentació

Amperímetre

Molla metàl·lica de 90 espires i 70 mm de diàmetre.

Pinces de cocodril

Com procedireu

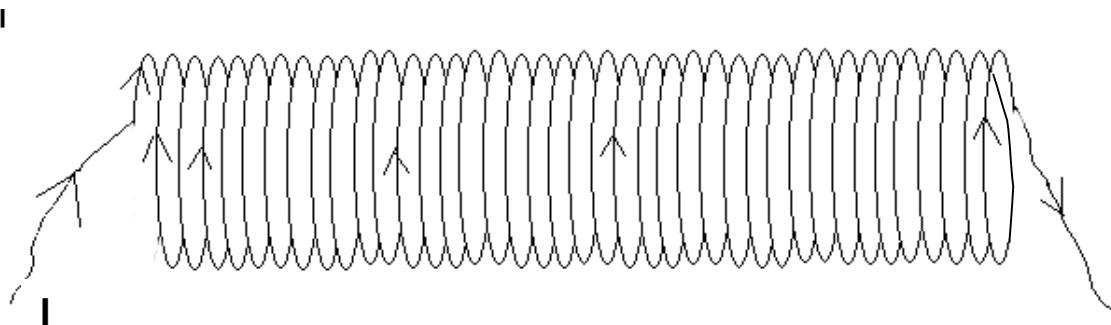
- Fareu o comprovareu que el muntatge és el de la figura.
- Fareu prediccions amb un dibuix sobre els valors del camp magnètic a l'interior i a l'exterior de la molla.
- Comprovareu les vostres prediccions i estudiareu la variació del camp magnètic a l'interior de la molla amb la intensitat de corrent.
- Calculareu el valor del camp magnètic per diferents intensitats de corrent
- Estudiareu la variació del camp magnètic amb la densitat lineal d'espires $n=N/L$.

Muntatge

- Fareu un muntatge com el de la figura de dalt. El sensor de camp magnètic ha de tenir l'interruptor en la posició *Sensitivity= low*, en aquesta posició el rang de mesura és de ± 10 mT i la sensibilitat 0,02 mT. La posició d'alta sensibilitat, s'utilitza per mesurar camps magnètics petits com pot ser el de la Terra (0,025 mT), ara bé en el cas de camps magnètics creats per solenoides pels quals passen intensitats de l'ordre de 1 A, el camp magnètic B és molt més gran.
- La molla ha d'estar estirada de manera que la separació entre espires sigui de l'ordre d'1 cm. Per mantenir la molla estirada, cal fixar els seus extrems amb un tros de cinta adhesiva o de cinta aïllant.
- Connecteu la font d'alimentació i reguleu la tensió, de manera que la intensitat que marqui l'amperímetre sigui de 2 A. Apagueu posteriorment la font d'alimentació, cal tenir en compte que intensitats tan grans no convé que passin molta estona per la font per tal que no es faci mal bé.

Prediccions

Feu un dibuix a sota de les línies de camp en una molla per la qual passa una intensitat I de corrent, tenint en compte el sentit de la intensitat en el muntatge que heu fet prèviament. Indiqueu en quines zones el camp magnètic és uniforme i en quines zones no. Indiqueu també quin és el pol Nord i quin el Sud.

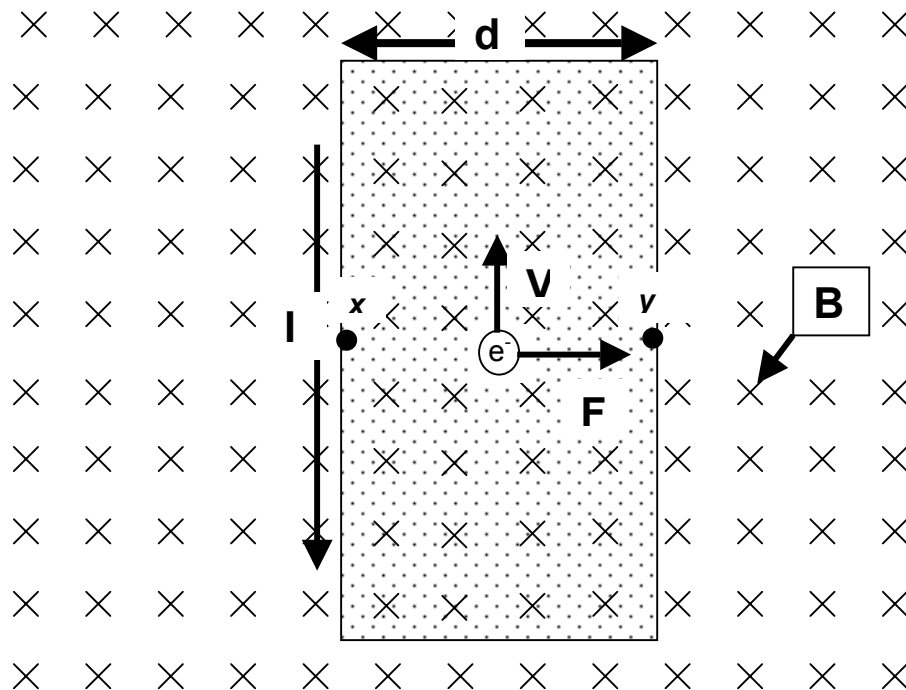


Fonament del sensor de camp magnètic

El sensor de camp magnètic utilitza un transductor de efecte Hall i produeix un voltatge que és directament proporcional al valor del camp magnètic. El sensor mesura la component del camp magnètic que és paral·lela al tub de plàstic.

Efecte Hall

Suposem que tenim un camp magnètic uniforme perpendicular al pla del paper. Quan una placa metàl·lica per la qual circula un corrent elèctric es col·loca en el si d'aquest camp magnètic, es genera una força sobre els elements de corrent, en aquest cas els electrons, que els desplacen cap una banda de la tira metàl·lica, en el cas de la figura cap a la dreta. Una acumulació de càrrega negativa en una zona genera una diferència de potencial entre els punts **x** i **y** que es pot mesurar. Aquesta tensió mesurable que posteriorment s'amplifica és directament proporcional al valor de la component del camp magnètic en la direcció perpendicular a la placa metàl·lica (paral·lela al tub de plàstic).








Els transportadors de càrrega (electrons en aquest cas), no s'acumulen indefinidament en la part dreta de la tira metàl·lica, degut a que el desplaçament de càrregues dóna lloc a un camp elèctric transversal que dins del conductor s'oposa al desplaçament lateral dels electrons. Hi ha un moment que s'arriba a l'equilibri entre la força del camp magnètic i la del camp elèctric.

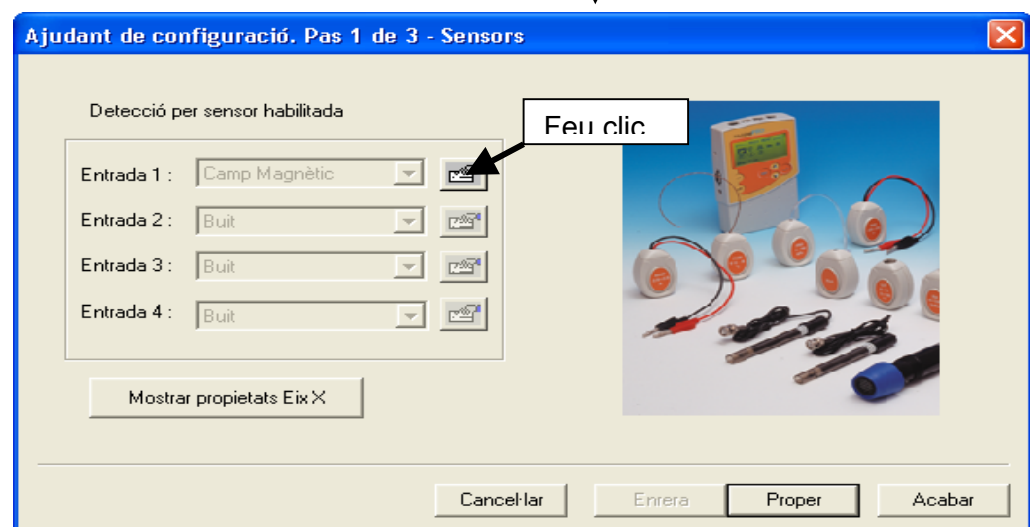
$$0 = q \cdot \vec{E}_H + q \cdot \vec{v} \times \vec{B}; \quad \vec{E}_H = -\vec{v} \times \vec{B}, \text{ cal tenir en compte que } \vec{E}_H = \frac{V_{xy}}{d}$$

Els sensors d'efecte Hall s'utilitzen per mesurar camps magnètics i també com a detectors del pas d'un objecte. Si un objecte produeix un camp magnètic degut a què per exemple porta un imant, quan passa a prop del sensor d'efecte Hall s'origina una tensió V_{xy} puntual.

Configuració del sistema de mesura

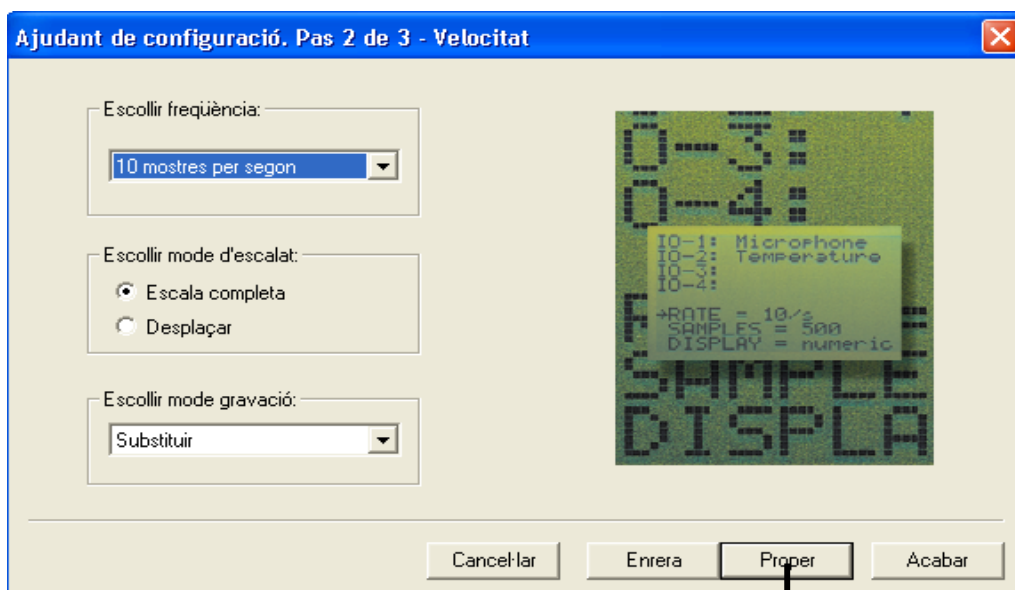
Com qualsevol sensor s'ha de configurar:

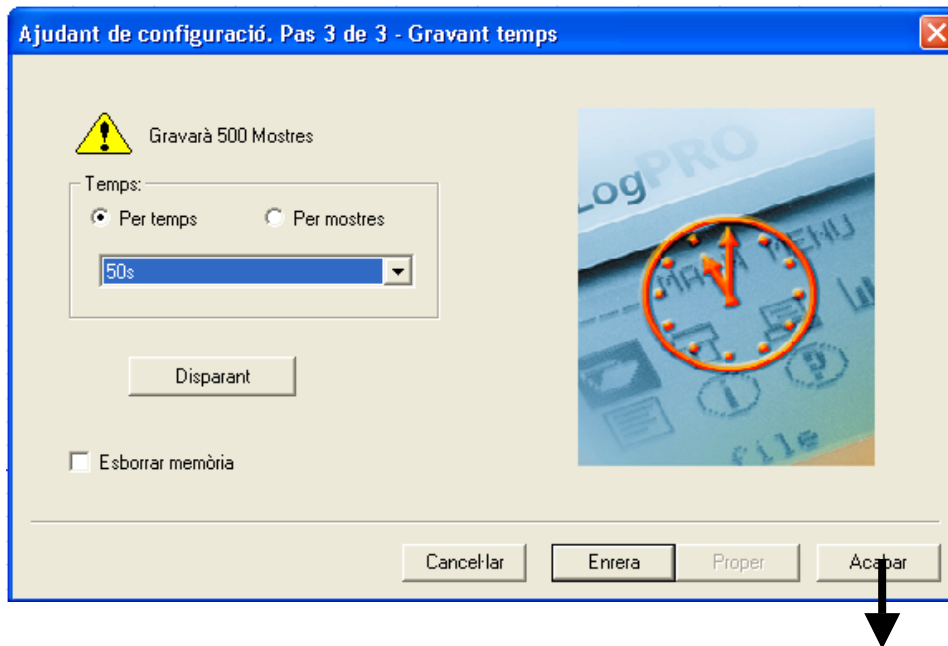
1. Obriu el recol·lector de dades  si s'havia apagat.
2. Obriu el programa Multilab  . Tanqueu les finestres de vídeo  i de taula .
3. Aneu a configuració 



Comproveu que està en el marge de ± 10 mT, sinó fos així cal posar l'interruptor del sensor en **Low** i tornar-lo a comprovar. Feu clic en **Proper**.



Les dues pantalles següents deixeu-les en els valors que surten per defecte.





Activitat 1. Com és el camp magnètic creat per un solenoide?

Mesura.

- Connecteu la font d'alimentació, de manera que el corrent que marqui l'amperímetre sigui de 2 A.
- Col·loqueu el sensor de camp magnètic en totes les mesures paral·lelament a l'eix del solenoide en el seu interior i no molt a prop dels extrems.
- Poseu en marxa la recol·lecció  de dades, mantenint el sensor sempre en la mateixa posició. Podeu parar la recol·lecció de dades abans dels 50 s de la configuració, si creieu que el nombre de dades és suficient.
- Feu clic en  i situeu el cursor en un punt de la gràfica que correspongui a la posició del sensor en que voleu mesurar el camp magnètic. Anoteu el valor que dóna i que apareix en la part de sota de la gràfica.
- Exploreu unes altres zones de l'interior de la molla i anoteu el valor de B.
- Col·loqueu el sensor en els extrems interiors de la molla primer, en els exteriors i per últim calculeu valors de diferents zones de l'exterior. Recordeu de mantenir el sensor sempre paral·lel a l'eix de la molla.

Anàlisi i comparació de les dades.

Ara fareu un anàlisi qualitatiu de les dades.

- Observeu el dibuix de la predicció que havíeu fet i compareu el dibuix amb les dades que heu recol·lectat. Digueu si les dades estan o no d'acord amb la vostra previsió i perquè. En concret cal indicar les característiques del camp magnètic a l'interior i a l'exterior, si és o no uniforme, on és el pol Nord i on el Sud, etc.

Activitat 2. Quina és la relació entre la intensitat del camp magnètic B i la intensitat de corrent.

Per la teoria ja coneixes que el valor del camp magnètic a l'interior d'un solenoide és: $B = \mu \cdot n \cdot I$, per tant la relació entre B i I ha de ser lineal, cal comprovar-ho.

Cal que mesuris el valor del camp magnètic B a l'interior de la molla per 5 valors d'intensitat diferents i mantenint constant el nombre d'espores per unitat de longitud.

- Mesura el camp magnètic a l'interior de la molla amb el Multilog de la mateixa manera que abans i recull les dades en la següent taula:

Corrent en el solenoide $I(A)$	Camp magnètic $B (T)$
0,5	
1	
1,5	
2	
2,5	

Longitud de la molla(L): _____ (m)

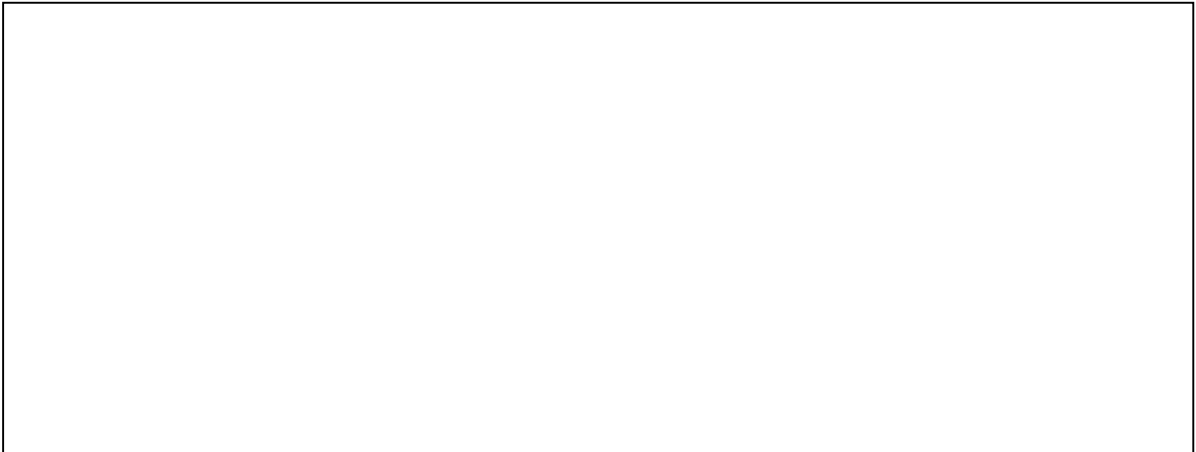
Nombre d'espores (N): _____

Nombre d'espores/Longitud molla ($n = N/L$) : _____ (m^{-1})

- Utilitza un full de càlcul Excel per trobar la gràfic i l'equació que relaciona B i T .
- Explica si es compleix que la relació és lineal tal i com diu la teoria.

Activitat 3. Quina és la relació entre la intensitat del camp magnètic B a l'interior de la molla i el nombre d'espores per unitat de longitud n

En aquest cas la relació entre B i n també ha de ser lineal, dissenya una experiència i porta-la a terme per tal de comprovar aquesta relació, de manera similar al cas anterior. Abans de portar-la a terme cal que l'escriguis amb tot detall en el quadre que hi ha a continuació:



Càlculs amb les gràfiques

- A partir de la relació $B = \mu_0 \cdot n \cdot I$ i de la gràfica B en funció de n, calcula el valor de la permeabilitat magnètica en l'aire μ_0 .
- A partir de la relació $B = \mu_0 \cdot n \cdot I$ i de la gràfica B en funció de I, calcula de nou el valor de la permeabilitat magnètica en l'aire μ_0 .
- Troba aquest valor en un llibre i compara'l amb els valors experimentals.

Ampliació

- Amb una brúixola determina la direcció del teu solenoide. Hauria alguna variació en les mesures si es col·loca el solenoide en posició North-Sud o Est-Oest, en quina de les dues situacions serà més alt el valor de B ?.
- Quina diferència hi ha entre el valor al principi o final del solenoide i el valor a l'interior. A què són degudes les diferències.
- Si introdueixes un nucli de ferro com el d'un electroimant a l'interior de la molla, com variarà el valor de B?. A què serà degut?. Comprova les teves afirmacions.
- Mesura diferents valors de B a l'exterior del solenoide, a diferents distàncies del seu extrem i al llarg d'un eix que passi per l'eix de la molla. Representa en un gràfic B i la distància a l'extrem. Pots trobar alguna relació entre aquestes dues magnituds?. Com varia el valor de B al final, en relació a com varia al centre ?. Com varia B quan t'allunes del final de la molla?.