

PRÀCTICA 1

FUNCIONAMENT DE L'OSCIL·LOSCOPI: MESURES DE SENYALS ALTERNES VELOCITAT D'UNA ONA ACÚSTICA

Abans d'anar al laboratori

- 1 - Estudieu l'apartat 1 sobre el Fonament Teòric d'aquesta pràctica.
- 2 - Repasseu els conceptes sobre el Tractament de Dades Experimentals explicats al primer capítol d'aquest Manual de Pràctiques.
- 3 - Resoleu el problema plantejat al principi de l'apartat 2, o del 3, segons correspongui. La resolució d'aquest problema l'haureu de lliurar al professor del laboratori a l'inici de la pràctica.
- 4 - Llegiu els Apèndixs B i C sobre el funcionament del Polímetre i l'Oscil·loscopi.
- 5 - Llegiu l'apartat 2.2 Mesures de senyals alterns, o el 3.2 Velocitat d'una ona acústica, segons correspongui.

Objectius

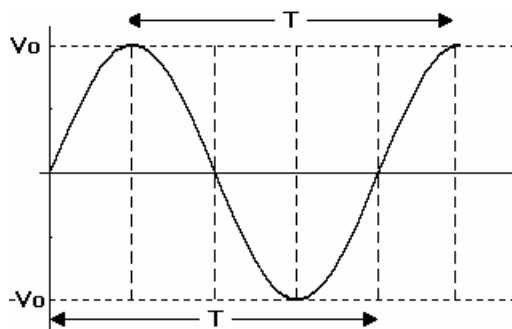
- Iniciar-se en el maneig d'un **generador de funcions i d'un oscil·loscopi**.
- Mesurar la **velocitat d'una ona acústica**.

1 Fonament teòric

Un generador de funcions és un aparell que genera entre els seus borns un senyal elèctric periòdic de diferents formes (funcions). Tant la freqüència com l'amplitud del senyal es poden controlar dins d'un ampli marge. El seu funcionament és equivalent al d'un generador ideal de tensió en sèrie amb una resistència o impedància de sortida. El generador que es farà servir genera tensions sinusoidals, quadrades i triangulars.

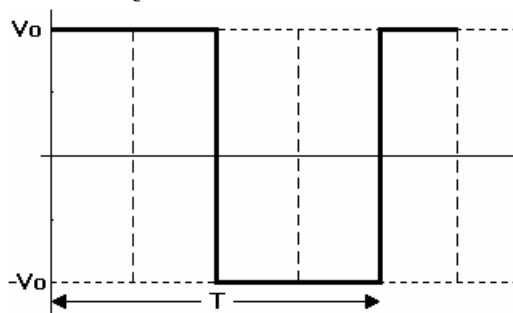
Tensió sinusoidal:

$$V(t) = V_0 \sin(\omega t) \quad \text{on} \quad \omega = 2\pi/T$$

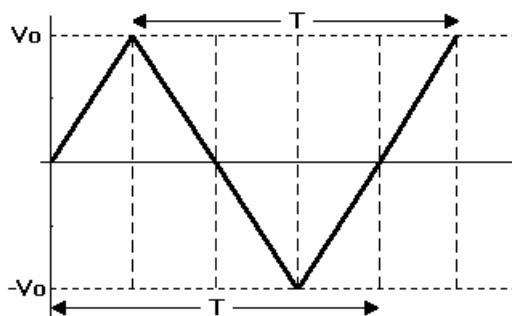


Tensió quadrada:

$$V(t) = \begin{cases} V_0 & (0 < t < T/2) \\ -V_0 & (T/2 < t < T) \end{cases}$$

**Tensió Triangular:**

$$V(t) = \begin{cases} \frac{4V_0}{T}t & (0 < t < T/4) \\ V_0 - \frac{4V_0}{T}(t - T/4) & (T/4 < t < 3T/4) \\ -V_0 + \frac{4V_0}{T}(t - 3T/4) & (3T/4 < t < T) \end{cases}$$



Aquestes tres funcions són periòdiques perquè després d'un temps T (**període**) tornen a tenir els mateixos valors. A més a més, el valor màxim V_0 és igual al del valor absolut del mínim. Aquest valor V_0 s'anomena **amplitud** del senyal.

Per a una tensió de període T , es defineix el seu valor mitjà com

$$V_m = \frac{1}{T} \int_0^T V(t) dt,$$

que en els tres casos anteriors val zero. El polímetre, però, mesura el **valor eficaç** de la tensió definit com

$$V_{ef} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T (V(t))^2 dt \right]^{1/2}$$

Les solucions d'aquesta integral per als tres tipus de tensions anteriors són:

Tensió sinusoidal: $V_{ef} = V_0 / \sqrt{2}$

Tensió quadrada: $V_{ef} = V_0$

Tensió triangular: $V_{ef} = V_0 / \sqrt{3}$

En general, en electrotècnia les dades de corrent altern es refereixen normalment a valors eficaços. Quan s'utilitza un oscil·loscopi, però, s'acostuma a fer servir el valor de la **tensió pic-pic** (V_{pp}) que correspon a la diferència entre el valor de la tensió més positiu i el més negatiu. En els tres casos anteriors

$$V_{pp} = 2V_0 \quad \leftrightarrow \quad V_0 = V_{pp}/2$$

La magnitud de la tensió pic-pic es determina multiplicant el valor A del coeficient de deflexió (en Volts/div) pel valor H de la distància vertical en divisions entre un màxim i un mínim.

$$V_{pp} = AH$$

El període del senyal es determina multiplicant la base de temps B (en s/div) pel valor L de la distància horitzontal en divisions entre dos màxims consecutius.

$$T = BL$$

i la freqüència és

$$f = 1/T$$

Tant A com B tenen un error que, en els nostres aparells, **és d'un 3%**.

H i L tenen ambdós el mateix error de resolució que **és de 0.1 divisions** (cada divisió està subdividida en cinc i es tracta d'un aparell analògic).

2. Mesures de senyals alterns

2.1 Problema

A la pantalla d'un oscil·loscopi es visualitza un senyal sinusoidal com el de la figura. El coeficient de deflexió és $A = 2 \text{ V/div}$ i la base de temps és $B = 0.2 \text{ ms/div}$.

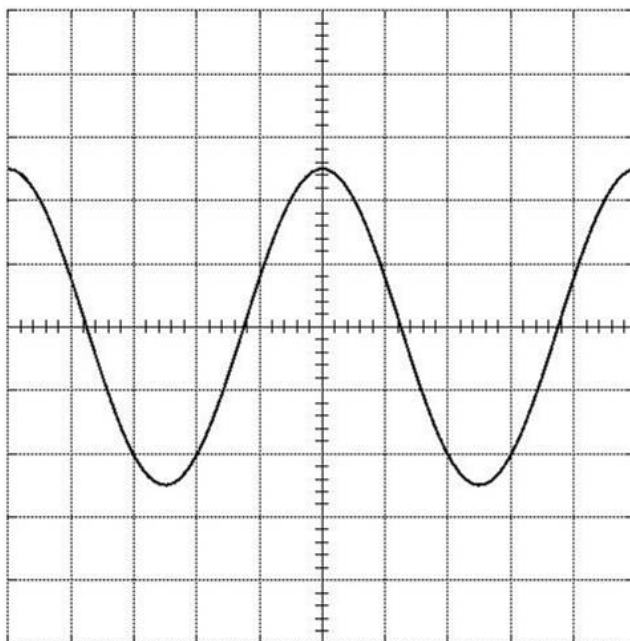
a) Tenint en compte que cada divisió (div) correspon a un quadrat dividit en 5 subdivisions, digueu el valor H de la distància vertical en divisions entre un màxim i un mínim, i el valor L de la distància horitzontal entre dos màxims consecutius, Quin és l'error d'aquestes dues mesures?

b) Determineu

- b1) la tensió pic a pic V_{pp} ,
- b2) l'amplitud V_0 i el valor eficaç V_{ef} ,
- b3) el període T del senyal,
- b4) la seva freqüència f .

c) Si A i B tenen un error d'un 3%, quin és l'error de les magnituds anteriors?

d) Expresseu correctament el resultat d'aquestes mesures amb el seu error.



2.2 Procediment de mesura

1. Poseu en marxa l'oscil·loscopi tal com s'explica a l'apèndix B.
2. Situeu el generador de funcions a 50 Hz i tensió sinusoidal. Connecteu la seva sortida a l'entrada del canal I de l'oscil·loscopi (base de temps en 2 ms/div i el coeficient de deflexió del canal I en 2 V/div) i al polímetre (en mesura de V, en altern).
3. Amb el botó *amplitude* del generador, ajusteu l'amplitud del senyal fins a uns 12 V pic-pic. Quan val l'amplitud V_0 ? I la tensió eficaç V_{ef} ?
4. Llegiu la tensió al polímetre. Comproveu que és molt semblant al valor eficaç trobat a l'apartat anterior.
5. Determineu el període T (modificant, si cal, la base de temps) i la freqüència f del senyal. Compareu aquest últim valor amb el valor nominal del generador.
6. Commuteu el generador de funcions a tensió triangular. Varien l'amplitud i la freqüència? Determineu el valor eficaç de la tensió i comproveu que es és molt semblant a la lectura del polímetre.
7. Amb el generador a la posició de tensió sinusoidal, canvieu la freqüència a 1 kHz. Commuteu la base de temps per tal de tenir en pantalla al menys un període complet. Varia la tensió?. Determineu els valors de V_0 , V_{ef} , V_{pol} , T i f .
8. Visualitzeu a la pantalla una tensió sinusoidal amb una freqüència de 3 kHz i una tensió pic-pic de 10 V.

MOSTREU AL PROFESSOR LA IMATGE OBTINGUDA

9. Per al cas d'una tensió sinusoidal i una freqüència de 50 Hz determineu els errors de V_0 , V_{ef} , V_{pol} , T i f . Expresseu correctament el resultat d'aquestes mesures amb el seu error (tot indicant els càlculs que heu fet).

Funcionament de l'oscil·loscopi

Mesures de senyals alterns

o

f	$V(t)$	A	H	V_{pp}	V_0	V_{ef}	V_{pol}	B	L	T	$f = 1/T$
50 Hz	sin										
	trian										
1 kHz	sin										
3 kHz	sin										

f és el valor nominal de la freqüència que indica el generador

V_{ef} és la tensió eficaç teòrica

V_{pol} és la tensió que dona el polímetre

Tenint en compte que A i B tenen errors del 3%, i que heu mesurat H i L en escales graduades, expresseu totes les magnituds de la fila corresponent al senyal sinusoidal de 50 Hz amb el seu error corresponent

$A \pm e_A$	$H \pm e_H$	$V_{pp} \pm e_{Vpp}$	$V_0 \pm e_{V_0}$	$V_{ef} \pm e_{V_{ef}}$	$V_{pol} \pm e_{V_{pol}}$	$B \pm e_B$	$L \pm e_L$	$T \pm e_T$	$f \pm e_f$

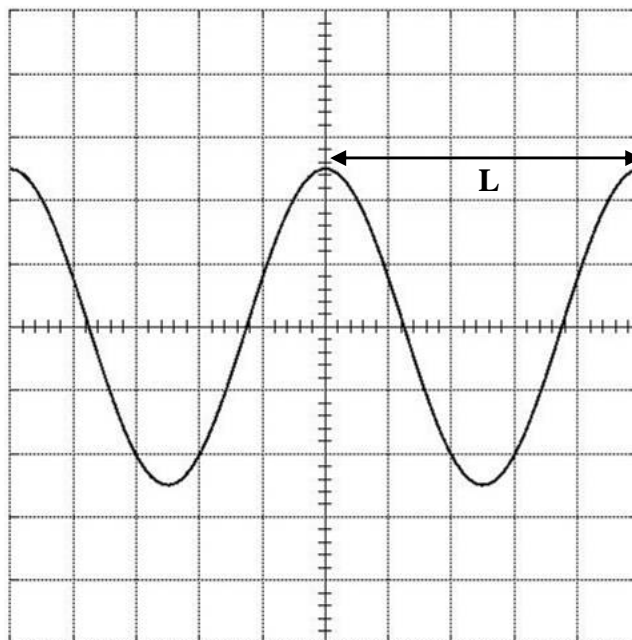
Junt amb aquest full, lliureu al professor de laboratori el full amb els càlculs que heu fet per determinar el errors

3 Velocitat d'una ona acústica

3.1 Problema

La figura representa la pantalla d'un oscil·loscopi que visualitza el senyal sinusoidal d'una ona acústica. La base de temps de l'oscil·loscopi és $B = 5 \mu\text{s}/\text{div}$.

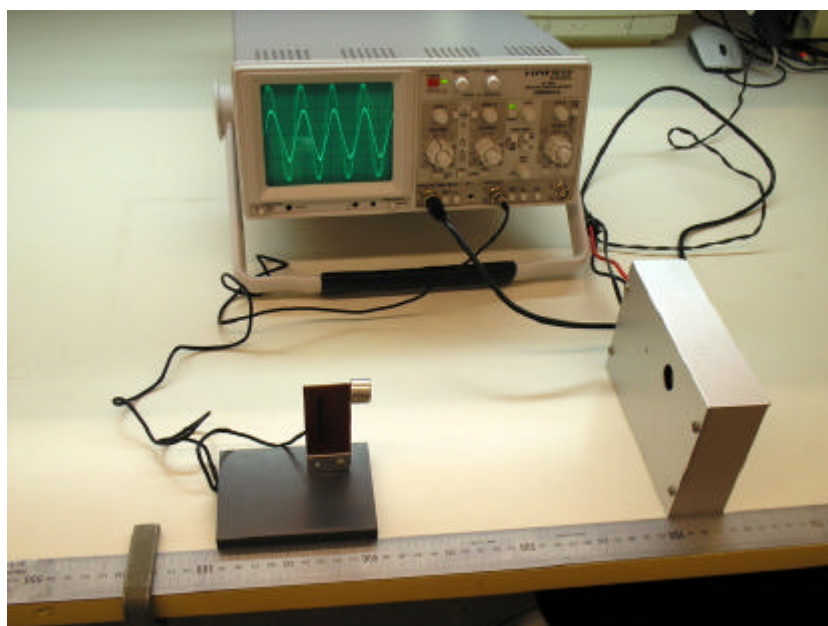
- Quin és el període T de l'ona?
- Si B té un error d'un 3% i l'error de resolució de L és de 0.1 div, calculeu l'error en T .
- Expresseu correctament el resultat de T amb el seu error.
- Si la mesura de la longitud d'ona és $\lambda = (8.5 \pm 0.5) \text{ mm}$, calculeu la velocitat de l'ona acústica $v = \lambda/T$.
- Quin és l'error que s'ha propagat al calcular v a partir de λ i T ?
- Expresseu correctament el resultat de v amb el seu error.



3.2 Procediment de mesura

Utilitzarem un generador d'ultrasons, format per un emissor i una font d'alimentació que permet la connexió directa a la xarxa. Disposa d'una sortida que dona un senyal de referència en fase amb el senyal emès. També farem servir un receptor d'ultrasons que es pot connectar directament a l'oscil·loscopi.

La figura ens mostra un esquema del muntatge:



L'oscil·loscopi té dues entrades de senyal i es pot escollir un funcionament en el qual es vegi un sol canal, o ambdós simultàniament (mode dual).

Procediu tal com s'indica tot seguit:

1. Pitgeu el botó CHI/II de l'oscil·loscopi i, amb els comandaments Y-pos i X-pos, centreu la ratlla horitzontal que apareix a la pantalla.
2. Connecteu el generador d'ultrasons a la xarxa i al canal II de l'oscil·loscopi. Per tal de visualitzar l'ona generada, ajusteu adequadament la base de temps i el coeficient de deflexió.
3. Mesureu el període del senyal.
4. Col·loqueu el receptor enfront de l'emissor i connecteu-lo al canal I de l'oscil·loscopi. Per visualitzar el canal I cal que el botó CHI/II no estigui pitjat.
5. Per visualitzar tots dos senyals alhora, cal pitjar el botó DUAL. Amb aquest mode, l'oscil·loscopi sincronitza internament aquell canal que s'ha seleccionat amb el botó CHI/II. En el nostre cas ens interessa sincronitzar internament el senyal del generador.

Observeu com, a l'allunyar el receptor de l'emissor, es produeixen variacions de l'amplitud del senyal del receptor i desfasaments entre aquest i el senyal de referència de l'emissor.

6. Disposeu el generador al zero de la regla de damunt la taula de la pràctica, de forma que al fer lliscar el receptor pel seu cantell s'acosti o s'allunyi de l'emissor, mantenint l'un enfront de l'altre.
7. Ajusteu la primera posició del receptor fins que el seu senyal estigui en fase amb el de l'emissor, anotant aquesta posició (x_0).
8. Allunyeu el receptor fins que tornin a estar en fase per primera vegada. Torneu-lo a allunyar fins que tornin a estar en fase per segona vegada. Repetiu aquest procés n vegades ($10 < n < 20$) i anoteu l'última posició (x_n).

9. Determineu

- a) el període T del senyal emès pel generador d'ultrasons,
- b) la longitud d'ona $\lambda = \frac{x_n - x_0}{n}$,
- c) la velocitat de propagació de l'ona acústica $v = \lambda/T$,
- d) els errors associats a T , λ i v .

Velocitat d'una ona acústica

Període		
$B =$	$L =$	$T =$
Longitud d'ona		
$n =$	$x_0 =$	$l = \frac{x_n - x_0}{n} =$
	$x_n =$	
Velocitat de propagació de l'ona acústica		
$v = \frac{l}{T} =$		
Errors		
$e_T =$		
$e_l =$		
$e_v =$		

Expresseu correctament el resultat de la mesura amb el seu error de la velocitat

$$v =$$

Junt amb aquest full, lliureu al professor de laboratori el full amb els càlculs que heu fet per determinar el errors