

Pràctica 1: Introducció a les mesures amb oscil·loscopi

1. Introducció. Estructura i maneig de l'oscil·loscopi

L'oscil·loscopi de raigs catòdics és un dels instruments de mesura més emprats al laboratori. És un mesurador de tensions que permet visualitzar la seva evolució en funció del temps. Com que moltes magnituds físiques - corrent elèctric, intensitat lluminosa, temperatura, pressió d'una ona sonora, etc - poden traduir-se fàcilment en tensions, les possibilitats de l'oscil·loscopi són moltes.

1.1. Descripció de l'aparell

L'oscil·loscopi consta fonamentalment d'un tub de raigs catòdics i dels dispositius d'amplificació, rastreig i sincronització.

Tub de raigs catòdics:

L'esquema del dispositiu es mostra a la Fig. 1.1 Tots els elements que el componen estan situats a l'interior d'un tub de vidre amb un buit de l'ordre de 10^{-7} Torr, un dels extrems del qual constitueix la pantalla.

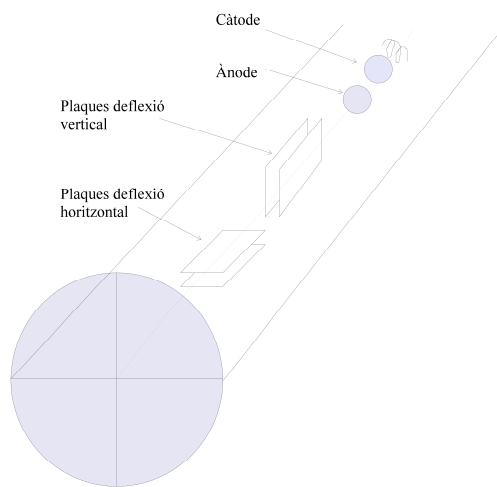


Fig 1.1

(a) El canó electrònic està situat a l'extrem oposat de la pantalla. Consta d'un càtode, que és l'emissor dels electrons, escalfat indirectament per un filament, i un ànode que accelera els electrons.

(b) El sistema de desviació està constituït per dos parells de plaques plano-paral·leles (condensadors). Un parell són les plaques X o de desviació horitzontal, mentre que l'altre són les plaques Y o de desviació vertical.

Dispositius d'amplificació:

És un conjunt d'amplificadors de tipus electrònic per a tractar les tensions abans d'aplicar-les al tub de raigs catòdics.

Un paràmetre fonamental de l'aparell és la màxima capacitat d'amplificació, que determina la seva **resolució**.

Dispositiu de rastreig:

L'oscil·loscopi és capaç de generar un senyal intern, de tipus dent de serra, amb la finalitat de poder efectuar representacions de les diverses tensions periòdiques en funció del temps (Fig. 1.2)

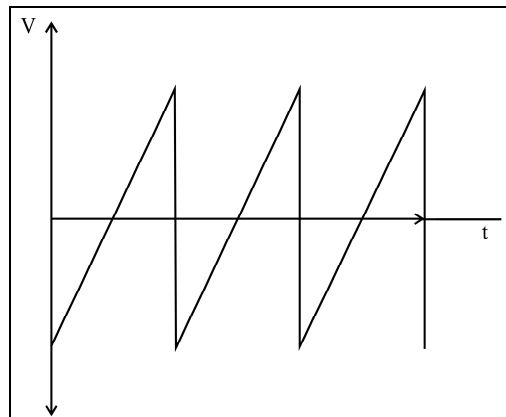


Fig. 1.2

Dispositiu de sincronisme (Trigger):

S'encarrega de coordinar el senyal dent de serra amb les tensions a representar

1.2. Funcionament

El canó d'electrons produeix un feix que incideix sobre un punt de la pantalla, la posició del qual depèn de les tensions aplicades a les plaques de desviació horitzontal i vertical. Les tensions aplicades a les plaques originen uns camps elèctrics que desvien el feix d'electrons.

Utilitzant els diversos comandaments de l'oscil·loscopi podem fer servir les modalitats de funcionament bàsiques:

Mode X-Y:

Representació d'una tensió en funció de l'altra. Aquesta operació es realitza quan apliquem una tensió a les plaques X i l'altra a les plaques Y. Si només s'aplica tensió a una parella de plaques, obtenim la representació de l'amplitud de la tensió aplicada.

Mode base de temps:

Representació d'una o diverses tensions periòdiques en funció del temps. Aplicant el senyal dent de serra que genera el dispositiu de rastreig a les plaques X, es logra que el feix d'electrons recorri la pantalla d'esquerra a dreta amb velocitat constant i torni

instantàniament a l'extrem esquerre. A causa d'aquesta velocitat constant i mitjançant la calibració prèvia, en l'eix X tenim representat el temps. Variant la freqüència del senyal dent de serra, podem escollir l'escala de temps més convenient en cada cas.

En qualsevol modalitat, podem centrar la imatge, escollir el zero en els eixos, variar l'amplificació dels canals, etc.

1.3. Maneig de l'oscil·loscopi

La localització i descripció dels diferents comandaments que controlen les funcions de l'oscil·loscopi depèn del tipus d'oscil·loscopi, analògic o digital, i a més cada marca té algunes particularitats. Per aquest motiu, l'aprenentatge del funcionament bàsic de l'aparell s'ha de fer seguint les indicacions del manual corresponent al model que us toqui per a fer la pràctica.

A continuació trobareu una breu descripció genèrica pels oscil·loscopis analògics del nostre laboratori:

(a) Àrea de control del canó

Comprèn els comandaments de posada en funcionament i control de la lluminositat del punt de la pantalla (*Power-Intensity*) i *Focus* per a focalitzar la incidència del feix d'electrons.

(b) Àrees dels canals d'entrada

Tant pel canal X com per l' Y tenim:

- Endoll de connexió per a cable coaxial (*Input*)

- Potenciòmetre de desplaçament vertical de la imatge (*Position*).

A més a més, l'oscil·loscopi permet un canvi intern en el signe de la tensió aplicada al canal Y. Aquesta possibilitat és útil en les representacions $Y(X)$ i també quan, en combinació amb el selector del mode de funcionament volem representar la diferència entre dues tensions en funció del temps.

- Comandament de selecció d'amplificació (*Volts/Div*)

El resultat d'un increment de l'amplificació és que engrandeix la imatge del senyal que apareix a la pantalla. L'aparell té ja una calibració interna de manera que, estant el control, (*Variable o Var*) en posició de *CAL*, les divisions de la pantalla són fàcilment traduïbles a tensions utilitzant la conversió que indica l'índex del selector d'amplificació.

- Commutador *AC*, *GND* y *DC*.

En posició *DC*, la tensió a estudiar s'aplica directament a l'amplificador corresponent. En posició *AC*, l'oscil·loscopi filtra la tensió a estudiar de manera que permet únicament el pas a la component alterna del senyal. Com que aquesta operació es realitza a través d'un condensador, aquest produeix una deformació del senyal en el cas que no sigui sinusoidal.

En posició GND (ground), l'oscil·loscopi curtcircuita internament el senyal de manera que pel canal corresponent la tensió aplicada té el valor 0. Això no afecta el circuit exterior. És la posició que s'ha d'utilitzar sempre que es vulgui comprovar el centratge dels eixos.

(c) Selector del mode de funcionament (*Mode*)

Segons la posició, aquest commutador permet visualitzar els canals 1 (*CH1*) i 2 (*CH2*), la seva representació simultània (*DUAL*), la seva suma (*ADD*) i diferència en funció del temps o representar la tensió del canal 2 en funció de la tensió en el canal 1, Y(X).

(d) Àrea de control de la velocitat de rastreig.

Controla la freqüència del senyal dent de serra. Conté els comandaments de:

- Selector de la velocitat de rastreig (*Time/Div*).

Permet de fixar la velocitat a la qual el pinzell electrònic recorre la pantalla. D'aquesta manera podrem aproximar la freqüència de rastreig a la freqüència dels senyals a observar i obtenir una bona imatge a la pantalla que permeti de fer mesures. Degut a la calibració interna de l'oscil·loscopi, podem traduir divisions horitzontals en intervals de temps utilitzant l'escala adossada al comandament (Amb el comandament *SWP VAR* en posició *CAL*).

- Desplaçament horitzontal de la imatge (*Position*).

(e) Àrea de control dels mecanismes de sincronia de senyals

Per a obtenir una imatge adequada en les representacions de les diverses senyals en funció del temps, cal que existeixi un mecanisme que les sincronitzi amb el senyal dent de serra. Aquest mecanisme compara una tensió interna de valor regulable amb el comandament *Level* amb un senyal extern o intern seleccionable mitjançant les diverses posicions dels comandaments.

2. Procediment experimental i realització de mesures

En primer lloc, cal descobrir les funcions bàsiques de l'oscil·loscopi i familiaritzar-s'hi. Seguint les indicacions del professor, i amb l'extracte del manual d'ús de l'aparell que podeu consultar, cal anar-ho fent.

Realització de l'informe

En el full de laboratori, que és personal, analitzeu els casos que es proposen a continuació. Anoteu les figures observades i indiqueu esquemàticament el procediment que seguïu per a mesurar els paràmetres de cada senyal: l'amplitud, el període, la freqüència, etc.

a) Mode base de temps

Amb cada tipus de senyal (triangular, sinusoidal, quadrada) estudieu almenys 3 exemples, seguint aquest protocol:

- Selecció en el generador d'una freqüència qualsevol (recomanable superior a 1 kHz).

- Selecció en el generador d'una amplitud qualsevol.
- Determineu amb l'oscil·loscopi l'amplitud, el període i la freqüència del senyal seleccionat.

b) Mode X-Y

Amb cada tipus de senyal (triangular, sinusoidal, quadrada) estudieu un exemple, fent:

- Selecció en el generador d'una freqüència qualsevol (superior a 1 kHz).
- Selecció en el generador d'una amplitud qualsevol.
- Mesureu amb l'oscil·loscopi l'amplitud del senyal seleccionat.

Quan ja hagueu fet alguns exemples, plantegeu-vos les següents qüestions:

- 1) A una freqüència de 100 kHz, quant val la tensió màxima que pot proporcionar el generador que teniu treballant amb funció sinusoidal ?
- 2) A una freqüència de 1100 Hz, quant val la tensió màxima que pot proporcionar el generador que teniu treballant amb funció triangular ?
- 3) Quina és la resolució de l'oscil·loscopi que esteu utilitzant ?

Advertència sobre l'ús dels oscil·loscopis disponibles al laboratori

Cal tenir present que cada marca i model d'oscil·loscopis té algunes característiques específiques pel que fa a la distribució dels comandaments de control, funcionalitats disponibles, etc.

Actualment disposem al Laboratori de Física de l'EPS d'oscil·loscopis:

- Analògics

L'esquema del dispositiu mostrat a la Fig. 1.1. correspon bàsicament a aquests aparells.

- Digitals

Sèrie Agilent Technologies 3000

Teniu disponible a Sakai el manual d'aquest aparell per tal que pugueu consultar-lo sempre que us sigui necessari:

Manual_Agilent_3000.pdf