

PRÀCTIQUES, TEORIA DE CIRCUITS

2. OSCIL·LOSCOPI

2.1. OBJECTIU

L'objectiu de la pràctica és adquirir un cert grau de coneixement d'un aparell bàsic en un laboratori d'electrònica: l'oscil·loscopi.

2.2. INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Un oscil·loscop és, en línees generals, un mesurador de tensió en el que la mesura es fa de forma gràfica a través de la seva pantalla. El principi de funcionament d'un oscil·loscopi és molt semblant al d'un televisor. El seu element principal és un tub de raigs catòdics (CRT), que és un tub en el que s'ha fet el buit on hi ha un filament que emet electrons. Aquests electrons s'acceleren convenientment i es fan incidir sobre la pantalla recoberta de fòsfor, produint fosforescència. En el camí dels electrons entre el filament i la pantalla hi ha diversos controls que permeten controlar l'enfoc del feix d'electrons, la seva intensitat (lluminositat) i la seva direcció. Això darrer es fa mitjançant plaques disposades com les d'un condensador. Segons la tensió que apliquem a aquestes plaques, hi apareixerà un camp elèctric en un o altre sentit que farà desviar més o menys el feix d'electrons. Això s'anomena deflexió. Així, amb la deflexió vertical fem que el feix d'electrons incideixi en la pantalla més amunt o més avall i amb la deflexió horitzontal el fem anar a la dreta i esquerra. Per exemple, si apliquem a la deflexió horitzontal una tensió en forma de dent de serra de freqüència suficientment elevada, veurem una recta horitzontal a la pantalla. Si, a més, apliquem a la deflexió vertical una tensió periòdica de la mateixa freqüència que la dent de serra, veurem a la pantalla una representació cartesiana d'aquest senyal en funció del temps. Per tal de sincronitzar bé els dos senyals, és a dir, fer que els dos senyals tinguin la mateixa freqüència, hi ha uns circuits disparadors. També podem mesurar la intensitat amb un oscil·loscopi mesurant la tensió que origina aquesta al passar a través d'una resistència coneguda.

2.3. ESTUDI PREVI

Mireu que és l'amplitud d'un senyal sinusoidal.

Recordeu que per conveni, es distingeix el terminal de massa amb el color negre i el terminal viu de color vermell.

2.4. REALITZACIÓ

2.4.1 MATERIAL NECESSARI

- Transformador 220 V/9+9 V

2.4.2. POSICIÓ INICIAL DELS COMANDAMENTS

Abans d'engegar l'oscil·loscopi disposeu els comandaments de la forma següent:

- INTEN totalment a l'esquerra
- FOCUS a meitat del gir
- AC/GND/DC a GND
- VOLTS/DIV a 20 mV
- VERTICAL POSITION a meitat de gir i pitjats, tots dos

- VOLTS/DIV VARIABLE totalment a la dreta i pitjats tots dos
- V MODE a CH1
- HORIZ DISPLAY a A
- A TIME/DIV a 0.5 ms
- A VARIABLE totalment a la dreta i pitjat
- HORIZONTAL POSITION a meitat del gir
- TRIGGER MODE a AUTO
- TRIGGER SOURCE a CH1
- TRIGGER LEVEL a meitat del gir
- HOLDOFF totalment a l'esquerra

Fent això s'engega l'oscil·loscopi pitjant l'interruptor POWER i al cap de 30s es gira INTEN cap a la dreta fins que hi aparegui un traç sobre la pantalla. La intensitat i la definició del traç s'ajusten amb INTEN i FOCUS, respectivament. La posició del traç s'ajusta amb HORIZONTAL POSITION I VERTICAL POSITION.

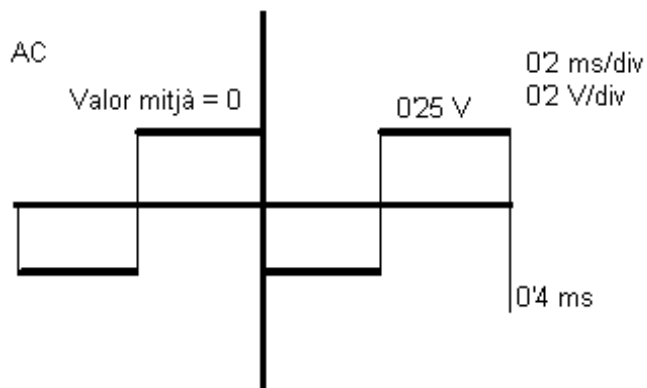
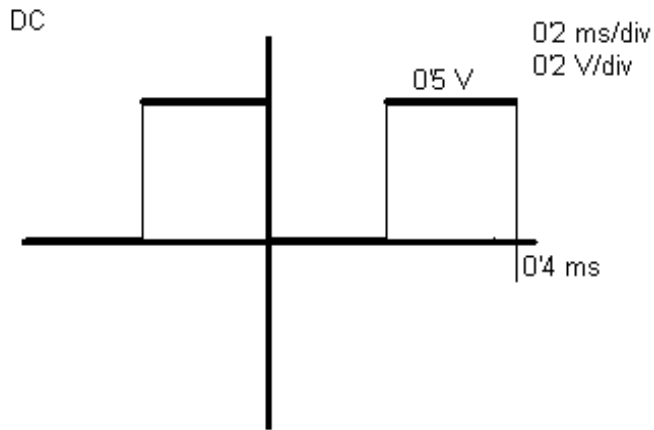
2.4.3. DIFERENCIACIO DELS ACOBLAMENTS D'ENTRADA DC I AC

En electricitat s'utilitzen les sigles DC per referir-se a senyals (tensions i intensitats) continus, és a dir, constants al llarg del temps, i AC per referir-se a senyals alterns (periòdics), generalment sinusoïdals. Aquestes sigles deriven de les expressions angleses *direct current* i *altern current*. En els oscil·loscopis es fan servir aquestes sigles en un sentit peculiar. Així, si visualitzem un senyal posant el comandament corresponent a la posició DC, veurem aquest senyal tal com és. Si posem el comandament a la posició AC, en canvi, es fa un tractament del senyal. Aquest tractament consisteix en eliminar del senyal el seu nivell de contínua: es resta del senyal original un senyal continu de valor igual al valor mitjà del seu senyal original. D'aquesta forma, veiem a la pantalla un senyal de valor mitjà 0 o, el que és el mateix, un senyal sense component continu.

Normalment, s'utilitza l'oscil·loscopi en DC. A vegades, però, volem veure certs detalls de senyals que tenen un nivell de contínua important. En aquests casos utilitzarem l'oscil·loscopi en AC per així poder fer servir una escala vertical més petita.

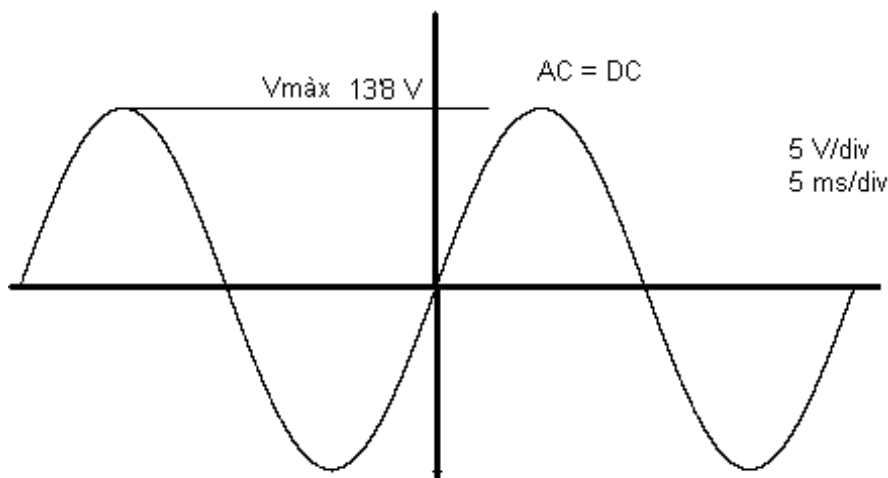
Entreu en el canal I i en funcionament mono (només fem servir un canal de l'oscil·loscopi, per oposició a dual que es fan servir tots dos) el senyal de calibració del propi oscil·loscopi (PROBE ADJUST). Ajusteu l'amplitud i la base de temps de forma que un període de senyal quedi ampliat el màxim possible sense sortir de la pantalla.

Dibuixeu el senyal visualitzat amb acoblament d'entrada DC. Dibuixeu el senyal visualitzat amb acoblament d'entrada AC. No oblideu anotar les unitats de tensió i de temps que corresponen a cada divisió de la pantalla de l'oscil·loscopi per així poder calcular i indicar en les gràfiques les característiques del senyal : el període, la freqüència i l'amplitud. Comproveu que aquestes característiques són les mateixes independentment de les escales verticals i horitzontals que s'utilitzin.



2.4.4 Visualització s'una senyal sinusoïdal

En funcionament mono connecteu la sonda del canal I als bornes 0 i 9 del bobinat secundari del transformador. En cap cas es connecta la tensió de 220V de la xarxa directament a l'oscil·loscopi. Ajusteu l'amplitud i la base de temps. Dibuixeu la forma d'ona visualitzada



2.4.5 sincronització del disparo en mode normal

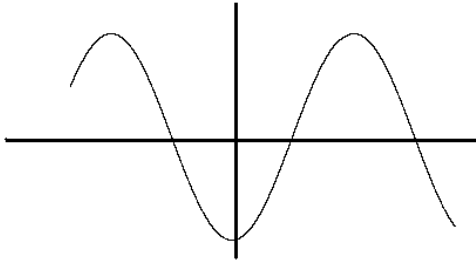
Tal i com s'ha explicat a l'apartat 2.2, per sincronitzar el senyal de dent de serra utilitzat per a la deflexió horitzontal amb el senyal que s'entra externament, a l'oscil·loscopi hi ha un circuit disparador que busca un punt concret d'aquest senyal extern. Aquest punt es caracteritza pel seu valor i pel signe de la seva derivada.

Per exemple, podem buscar un punt del senyal que surt del transformador en que la tensió sigui de 5 V i creixent. Aquests dos valors del circuit disparador (trigger) es poden ajustar amb el LEVEL (nivell, valor) i el SLOPE (pendent).

2.4.5.1. Trigger

Passeu a *trigger* normal i dibuixeu l'ona per diversos nivells

2.4.5.2. Slope



Observeu què passa quan es selecciona SLOPE + i quan es selecciona SLOPE –, dibuixeu les formes d'ona obringuda

Amb el slope + i – obtenim 2 posicions d'una ona sinusoidal:

Movent el trigger hem aconseguit aquestes 2 ones::

2.4.6. FUNCIONAMENT DUAL

Entreu al canal I el senyal dels bornes 0 i 9 del secundari (sortida) del transformador i al canal II el senyal del borne de 9 V que queda lliure. Seleccioneu el mode d'operació DUAL. Ajusteu l'amplitud i la freqüència dels dos senyals i dibuixeu-los.

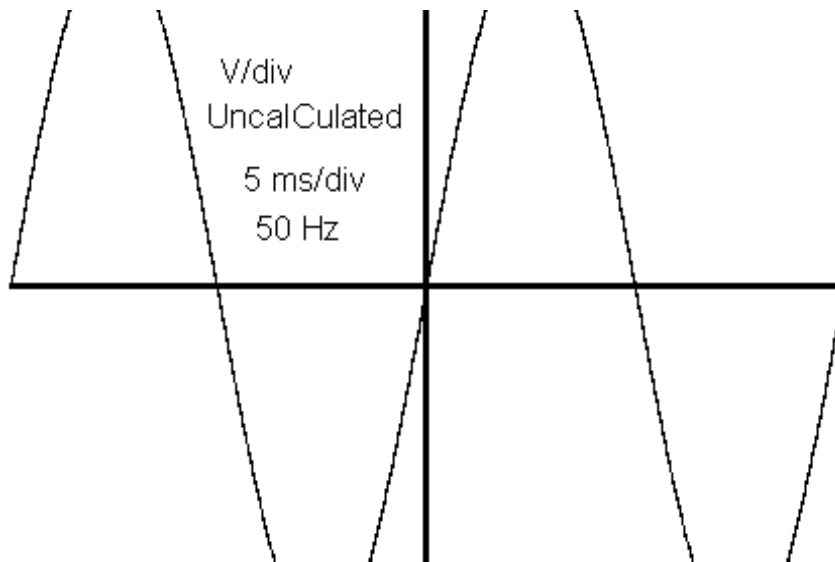
El senyal que hem obtingut és un senyal que té 9 V d'amplitud en el canal I i -9 V d'amplitud en el canal II, i al ajuntar-los tots dos ens dona el senyal dibuixat a l'inici de la pàgina següent:

Les divisions de temps eren 5 ms/div i la de voltatge 5 V/div, el voltatge màxim fou d'uns 13'8 V, igual als apartats anteriors.

2.4.7. ACCIONS ADD I INVERT C-II

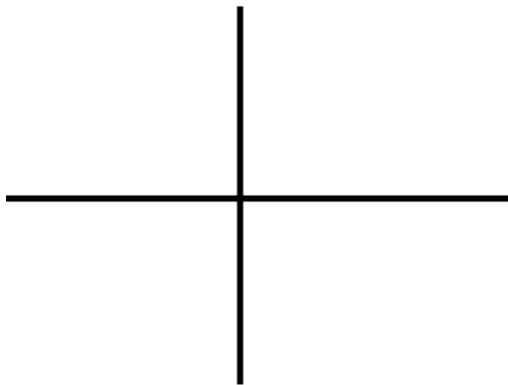
Entreu en el canal II el mateix senyal que en el canal I ajustant amb l'atenuador d'entrada (VOLTS/DIV) la mateixa amplitud que amb el canal I. Dibuixeu l'ona que s'obté al seleccionar ADD i la que s'obté al seleccionar al mateix temps ADD i INVERT C-II

El senyal que ens ha aparegut al sumar (ADD) els dos senyals ha estat el següent senyal:



El senyal tenia una amplitud més gran de la de l'escala que ens agafa l'oscil·loscop, i a 5 V/div el senyal se'ns sortia de la pantalla i no podíem calcular-ne l'amplitud però sabent que es la suma de dos senyals de 13'8 V, la seva amplitud és $13'8 \times 2 = 27'6$ V

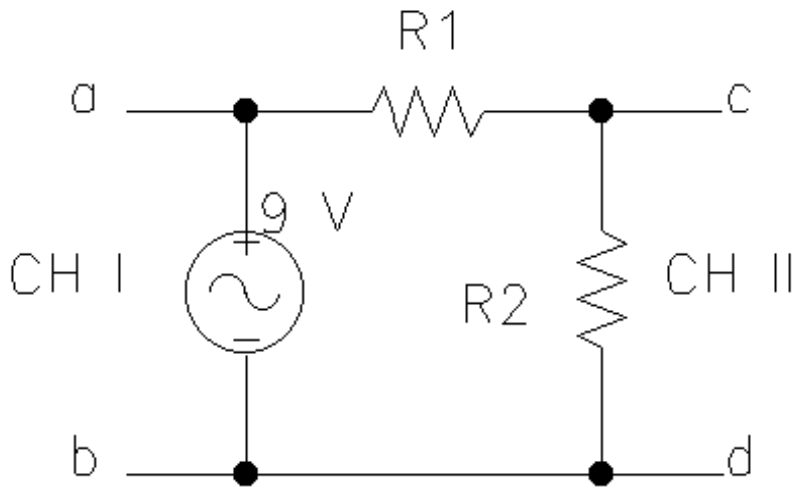
Al fer ADD i INVERT-CII el que feiem era invertir el senyal 2 i sumar-lo amb el senyal del canal I, al fer això ens dona el següent senyal:



Com que els dos senyals són iguals i de sentit invers, al sumar-los ens dona un senyal d'amplitud 0.

2.4.8 MASSA

Monteu el circuit de la figura fent servir el senyal dels bornes 0 i 9 del transformador i dues resistències iguals de l'ordre dels k. Feu servir les següents connexions:



- Canal I: Vermell a **a** i negre a **b**
- Canal II: Vermell a **c** i negre a **d**

CHANNEL I CHANNEL II

Ajusteu l'amplitud i la freqüència dels dos senyals. Dibuixeu-los i indiqueu les seves característiques. Repetiu-ho amb aquestes connexions:

- Canal I: Vermell a **a** i negre a **b**
- Canal II: Vermell a **d** i negre a **c**

CHANNEL I CHANNEL II

PRÀCTICAS DE TEORIA DE CIRCUITS

3. GENERADOR DE FUNCIONS

3.1. OBJECTIU DE LA PRÀCTICA

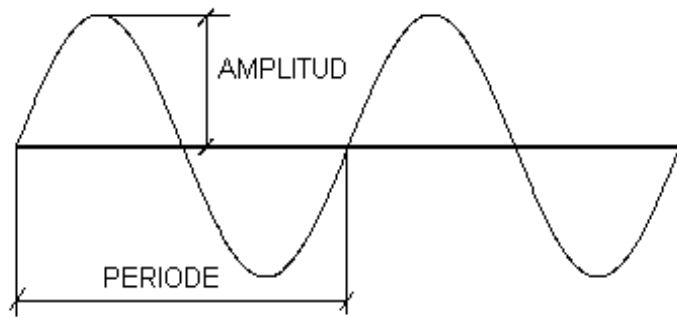
L'objectiu de la pràctica és adquirir un cert grau de coneixement d'un aparell bàsic en un laboratori d'electrònica: el generador de funcions.

3.2. INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Un generador de funcions genera diferents formes d'ona periòdiques que poden ser molt útils en electrònica: La sinusoidal, la triangular, la quadrada (derivada de l'anterior) i l'impuls. Per tal d'augmentar la seva flexibilitat, tant la freqüència com l'amplitud d'aquestes senyals són ajustables. A més, es pot superposar una tensió contínua a la forma d'ona obtinguda.

3.3. ESTUDI PREVI

Mirar que és l'amplitud d'una senyal sinusoidal.



Recordar que, per conveni, es distingeix el terminal de massa amb el color negre i el terminal viu amb el color vermell.

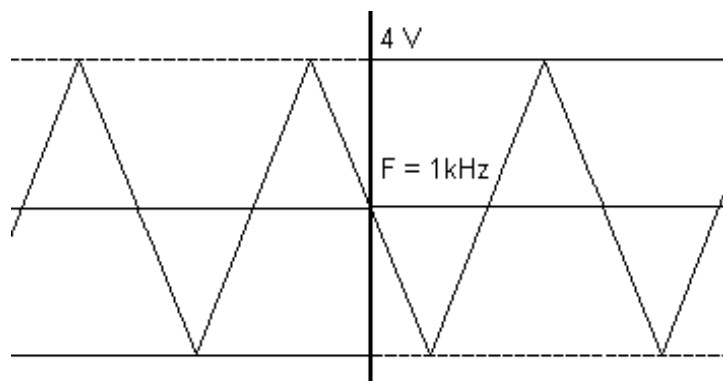
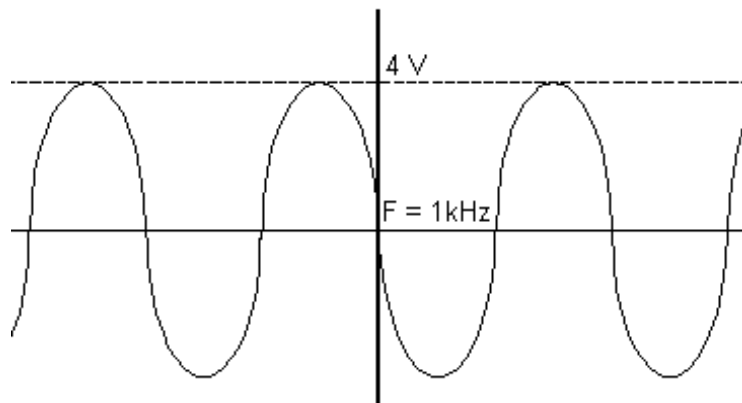
3.4. REALITZACIÓ

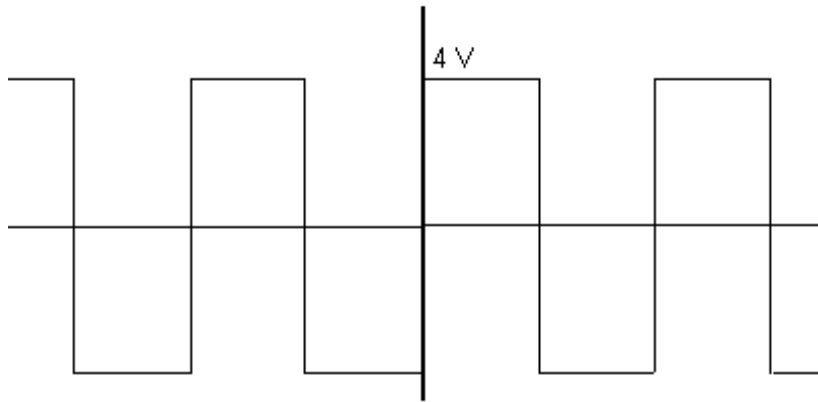
3.4.1. MATERIAL NECESSARI

- Transformador 220 V/ 9+9 V.

3.4.2. FORMES D'ONA

Posar el control DC OFFSET del generador de funcions a OFF. Connectar la sortida del generador de funcions a l'entrada del CH1 de l'oscil·loscop. Ajustar el generador de funcions per tal d'obtenir un senyal sinusoidal de 4V d'amplitud i 1 kHz de freqüència. Dibuixeu el senyal segons les diferents posicions dels pulsadors de funció: sinusoidal, triangular i quadrat.

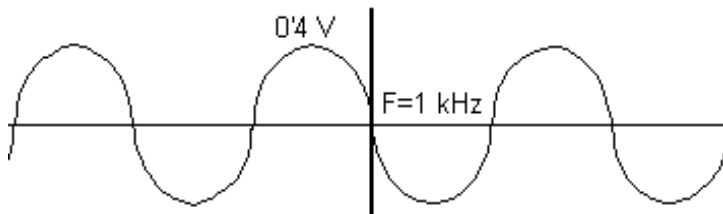




Les freqüències dels senyals eren d'un 1kHz, i els períodes eren de 1 ms mesurats en una escala de temps de 0.5 ms/div

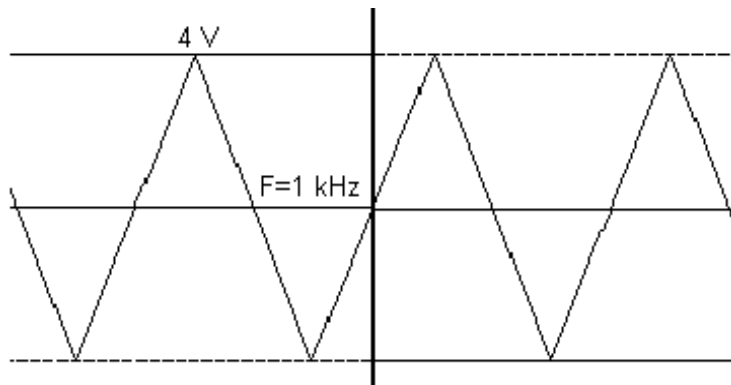
La tensió de 4 V estava mesurada en períodes de temps de 2V/div

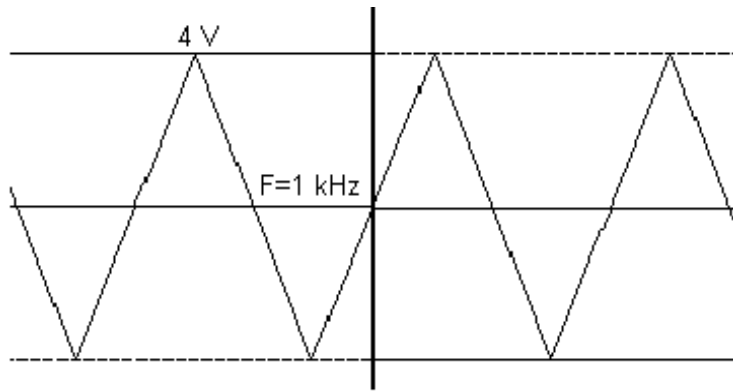
3.4.3. ATENUACIÓ Torneu a dibuixar el senyal sinusoidal, però amb el botó ATT/20dB polsat.



L'atenuador ens atenua la senyal en un factor de Aentrada/20dB

3.4.4. INVERSIÓ Allibereu el botó ATT/20dB o dibuixeu el senyal triangular que s'obté quan el botó INV està polsat.





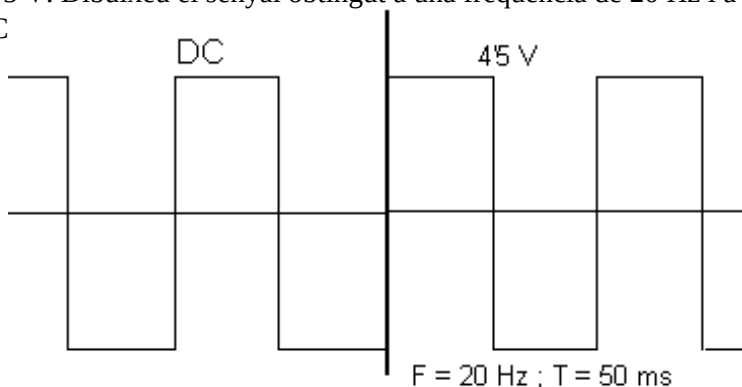
Tot hi que el generador de funcions ens ha invertit el senyal, a l'oscil·loscopi veiem exactament el mateix. Hem de pensar que encara que hàgim invertit el senyal, com que a l'oscil·loscop el que fa es mostrar-lo segons un pendent (slope) i un trigger level donats, la senyal ens apareixerà igual ja que ens la mostrarà pels mateixos valors d'Slope i trigger, en aquest cas el pendent es positiu i centrada.

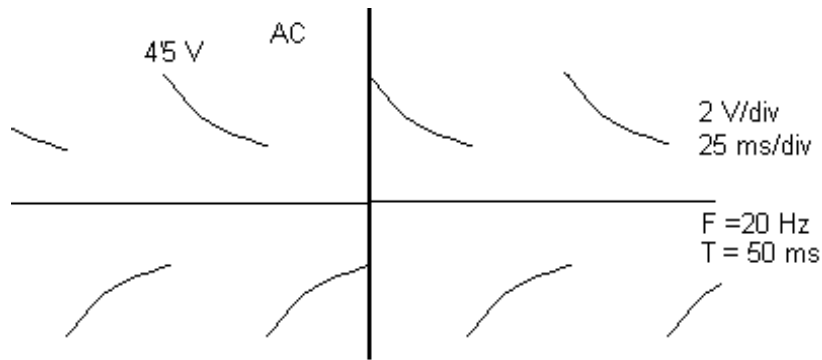
3.4.5 VARIACIÓ DE FREQÜÈNCIES Ajusteu el generador per un senyal sinusoidal amb amplitud que vulgueu. Ompliu la taula amb la freqüència mesurada amb l'oscil·loscopi i la que indica el freqüencímetre del generador de funcions.

Selector de Banda	CONTROL DE FREQUÈNCIA			
	Tot a l'esquerra		Tot a la dreta	
	Oscil·loscopi	Freq. enc. metre	Oscil·loscopi	Freq. enc. metre
Tots alliberats	0 Hz (aprox)	No marca res	2.5 Hz (aprox)	No marca res
2 a 20	1.25 Hz (aprox)	No marca res	20.83 Hz	No marca res
20-200	11.11 Hz	11.3 Hz	222.2 Hz	213 Hz
200-2k	116.18 Hz	116 Hz	2083.3 Hz	2087 Hz
2k-20k	1111.1 Hz	1120 Hz	20.83 kHz	20.96 kHz
20k-200k	11.11 kHz	11.2 kHz	217.4 kHz	216.2 kHz
200k-2M	108.7 kHz	112.1 kHz	2.08 MHz	2.057 MHz

3.4.5.2

Connecteu la sortida del generador a l'oscil·loscopi. Ajusteu el generador per tal d'obtenir un senyal quadrat de 5 V. Dibuixeu el senyal obtingut a una freqüència de 20 Hz i a una de 2 MHz. Mireu-lo en DC i en AC



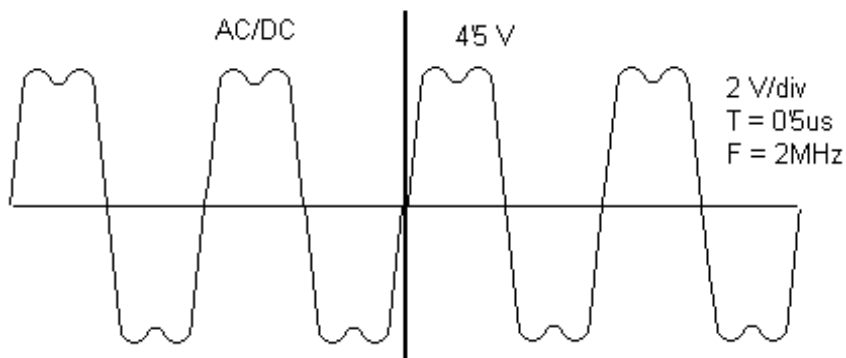


Dibuixades les dues a 2V/div i a 25ms/div

La forma de la ona de 20Hz en AC sembla una mica estranya però es que 50 ms és un temps molt gran en electrònica i el que fa el dispositiu AC es intentar treure la component continua del senyal, per això la tendència del dispositiu és tendir la senyal cap a zero, per això en AC veiem aquesta forma d'ona. En DC l'oscil·loscopi manté el nivell de contínua i per tant veiem la senyal contínua tal com és.

• MHZ

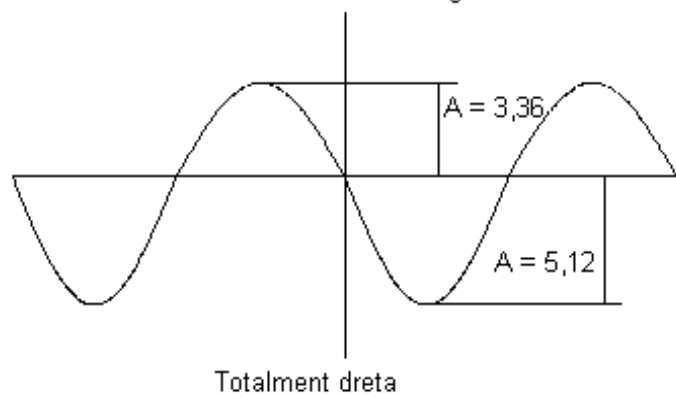
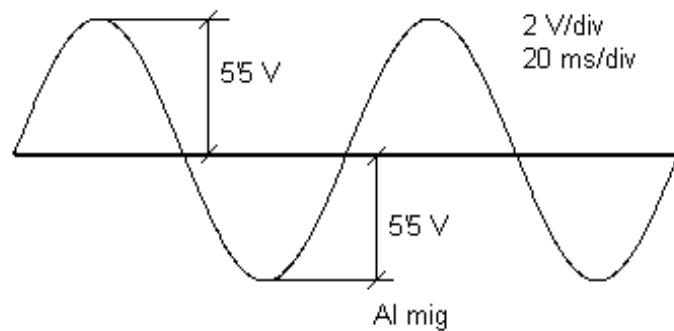
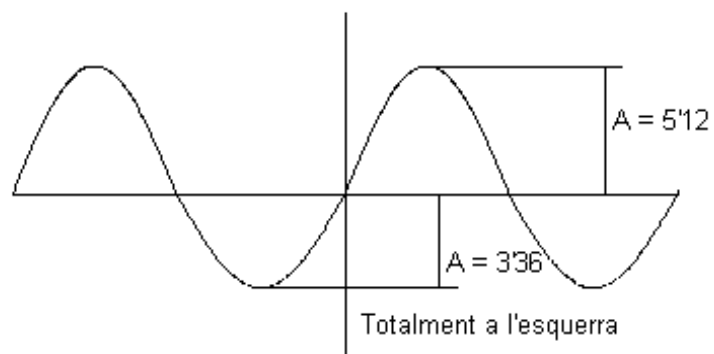
En el cas de 2 MHz el que passa és que els senyals en DC i AC són exactament iguals i la seva forma és semblant a aquesta:



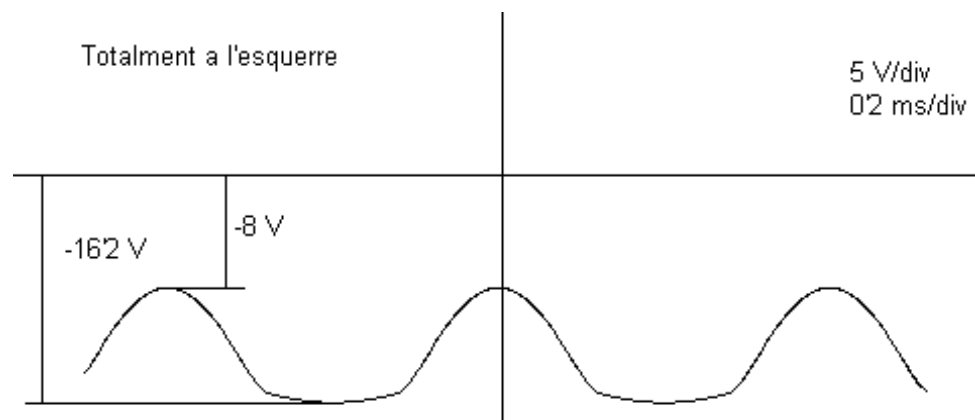
Els flancs de pujada no són rectes, en temps de l'ordre dels ns podem veure més o menys el pendent que tenen ja que la tensió mai pot tenir discontinuïtats de salt. Si en tingués voldria dir que $V/(T-T_0) = V/0 = \infty$, i això és impossible.

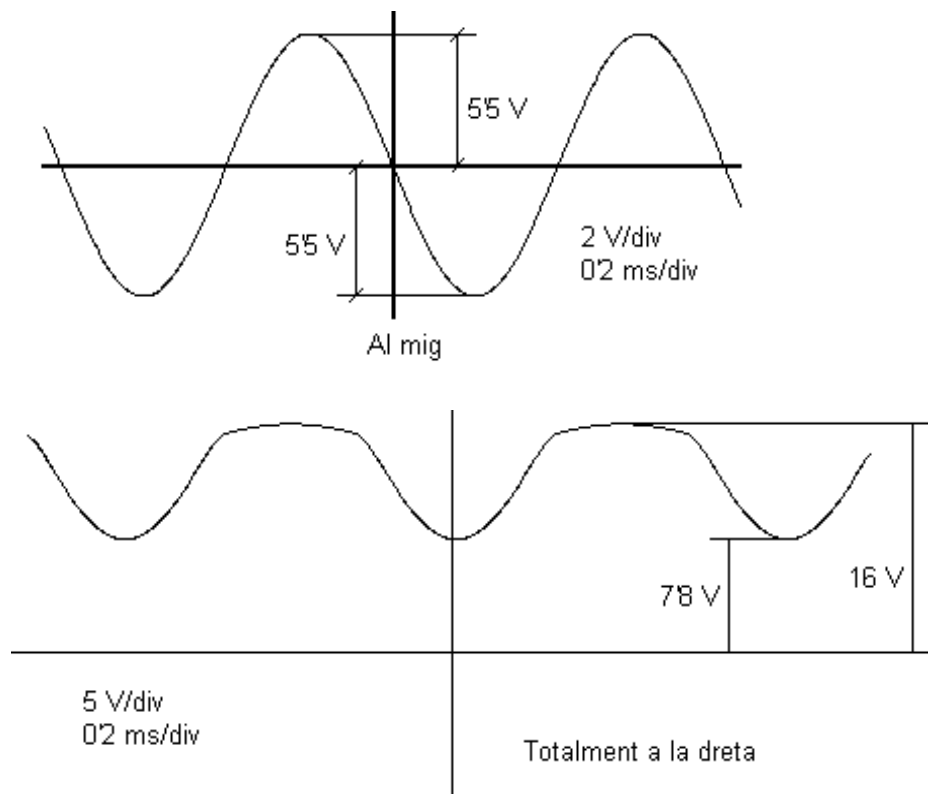
3.4.6. CONTROL DE LA TENSIÓ D'OFFSET Entreu al canal I de l'oscil·loscop amb senyal sinusoïdal de 5V i 1kHz. Amb el commutador AC/GND/DC de l'oscil·loscop a DC, dibuixar els senyals obtinguts al posar el botó DC offset a la dreta, al centre o a l'esquerra (però sense arribar a la posició d'OFF). Tornar-les a dibuixar en el commutador AC/GND/DC a AC

En posició AC tenim les següents gràfiques:



les gràfiques en DC tenen la següent forma:





En DC veiem que la tensió ens ha adquirit un cert nivell de continua.

$V_{\text{total}} = V_{\text{continua}} + V_{\text{altern}}$ tenim una part de contínua i una part d'altern

En AC però com que restem el nivell de contínua només veiem la part altern del senyal, que en cas de tensió offset positiva està achatada de dalt i en cas d'offset negativa està achatada de baix

3.5. QÜESTIONS

- **Justificació dels resultats obtinguts a l'apartat 3.4.3.**

El que fa l'atenuador és aplicar a l'ona sinusoïdal un guany de $V_{\text{entrada}}/20$ dB. Com diu el comandament ATT/20dB (atenuació de 20dB)

La fórmula logarítmica dels decibels és:

$V_s = V_e \cdot 10^{\text{dB}/20}$ El guany que ens diu és -20dB, i $V_e = 4V$, per lo tant substituïnt

$$V_s = 4 \cdot 10^{-20/20} = 4 \cdot 10^{-1} = 0.4 V$$

Per tant l'ATT/20dB ens ha disminuït l'amplitud del senyal 10 vegades.

- **Comenta què ha passat amb la forma del senyal quadrat de l'apartat 3.4.5 a l'augmentar la freqüència de 20 Hz a 2 MHz. Intenta justificar-ho.**

El senyal el que li ha passat és que hi ha aparegut unes irregularitats en la tensió en el nivell de contínua. Tot hi que no ho sembli els flancs de pujada en les 2 senyals han de ser iguals. Tot hi que en la senyal de 20Hz no els apreciem perquè l'escala de temps que utilitzem és massa gran per poder apreciar els detalls, però a 2MHz si que podem mesurar els flancs perquè l'escala de temps que utilitzem és molt petita i podem veure'n els

detalls. En quant a les discontinuïtats de dalt podria ser degut a què el sistema no és totalment estable a freqüències tant altes i ens oscil·la una mica.

• **Calcula el pendent (en V/s) dels flancs de pujada i baixada del senyal quadrat de 2 MHz de l'apartat 3.4.5**

Les línies de juntura tenen el següent pendent:

$$tg = \sin = 5 \text{ V/div} = 5 \text{ V} * 106 \text{ V} = \text{Els de pujada}$$

$$\cos = 0.75 * 0.2 \text{ s/div} = 0.15 \text{ s}$$

Els de baixada tenen el mateix pendent però invertint el signe ja que el seu

valor no és 5 V sinó -5 V pel mateix temps determinat

$$tg = \sin = -5 \text{ V/div} = -5 \text{ V} * -106 \text{ V} = \text{Els de baixada}$$

$$\cos = 0.75 * 0.2 \text{ s/div} = 0.15 \text{ s}$$

Aquests flancs ens indiquen què la tensió no pot pujar directament d'un valor a un altre sinó que ha de pujar gradualment sense tenir discontinuïtats.

4) Indica en quins marges es mou la tensió offset del generador de funcions, és a dir, quines són les tensions d'offset mínima i màxima.

Veient les dues gràfiques DC (no les AC) podem veure els següents

En la de totalment a l'esquerra la tensió mínima és -16.2V i la màxima és -8 V

Ara mirant la gràfica corresponent en AC (per tenir un error més baix) podem dir que la tensió mínima d'offset serà -8V menys la part de dalt de l'ona sinusoidal que mesura 5.12 V (aprox) per tant:

$$-8 - 5.12 \text{ V} = -13.1 \text{ V (aprox)}$$

En la de totalment a la dreta la tensió mínima és 7.8 V i la màxima és 16 V

Ara mirant la gràfica corresponent en AC (per tenir un error més baix) podem dir que la tensió màxima d'offset serà 7.8 V més la part de baix de l'ona sinusoidal que mesura també com abans 5.12 V (aprox), per tant:

$$+7.8 + 5.12 \text{ V} = 12.9 \text{ V}$$

Per tant la tensió d'offset es mou entre els següents Valors

$$-13.1 \text{ V} < V_{\text{offset}} < 12.9 \text{ V (aproximadament)}$$

TEORIA DE CIRCUITS

PRÀCTICA 3: FONT D'ALIMENTACIÓ I MULTÍMETRE DIGITAL

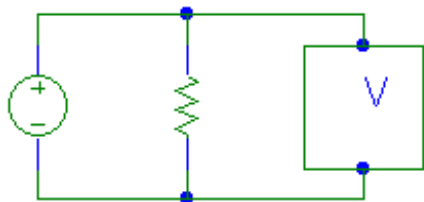
4.1. OBJECTIU

L'objectiu d'aquesta pràctica és adquirir un cert grau de coneixement de dos dels aparells bàsics en un laboratori d'electrònica: la font d'alimentació i el multímetre digital.

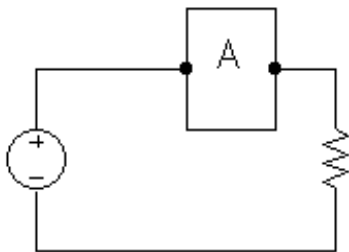
4.2. INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Normalment, els circuits electrònics necessiten una tensió contínua com a alimentació. Donat que la tensió disponible a la xarxa és alterna, cal un element intermedi per poder-la utilitzar. Així és el que fan les fonts d'alimentació: retifiquen, filtren i estableixen la tensió de la xarxa. Hi ha fonts que donen una tensió fixa. Com que la majoria de circuits elèctrics s'han d'alimentar a 5V, hi ha fonts d'alimentació de 5V (diods zener, circuits estabilitzadors). Els amplificadors operacionals necessiten dues tensions fixes, normalment +15 V i -15 V. També hi ha fonts que el seu valor de la tensió es ajustable a un cert marge. Finalment, hi ha fonts que en realitat són varies fonts d'alimentació en una: tenen varies fonts de tensió fixa i algunes de variables. A més, solen incorporar proteccions contra curtcircuits i sobreintensitats, voltímetres, amperímetres, etc.

El multímetre, com el seu nom indica, es un aparell que ens serveix per mesurar múltiples variables elèctriques. Les més corrents poden mesurar tensions, intensitats i resistències. Així, un sol aparell fa les funcions de voltímetre, amperímetre i òhmetre. Quan es mesuren tensions o intensitats contínues donen el seu valor nominal. Quan es mesuren tensions o intensitats periòdiques donen el seu valor eficaç. Els més senzills, però, suposen que aquests senyals són sinusoidals i el que fan és retificar-los, mesurar el seu valor mitjà i aplicar un factor de correcció. Això fa que la mesura sigui incorrecta i calgui anar en compte quan mesurem senyals no sinusoidals. Els propis fabricants solen donar-nos factors de correcció que cal aplicar per les altres formes d'ona conegudes: quadrades, triangulars, dents de serra.... Els multímetres més sofisticats, a més, mesuren capacitats, freqüències, autoinduccions de bobines, comproven continuïtats (curtcircuit), mesuren el paràmetre H_{fe} dels transistors, comproben díodes i tiristors, etc.



A l'hora de mesurar tensions, es posa el multímetre (voltímetre en aquest cas) en paral·lel amb la tensió que es vulgui mesurar. Com que un voltímetre té una resistència interna molt elevada, podem considerar que és un circuit obert i, per tant, afectarà molt poc al circuit. Per protegir el multímetre es comença mesurant sempre per l'escala més alta i es va baixant mentre poguem fer-ho sense sortir d'escala.



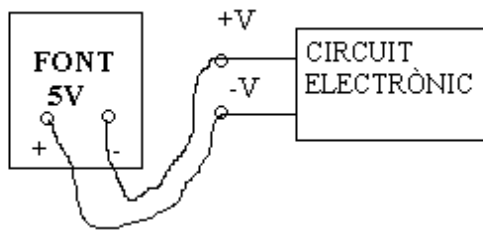
A l'hora de mesurar intensitats, es posa el multímetre (amperímetre en aquest cas) en sèrie amb la intensitat que es vulgui mesurar. Com que l'amperímetre té una resistència molt baixa, podem considerar que és un curtcircuit, igual que abans es mesura amb l'escala més alta i es va baixant gradualment. Cal anar en compte perquè hem d'obrir el circuit per mesurar les intensitats, si no anem amb compte podríem fondre el fusible de protecció (si ho posem en paral·lel, al tenir resistència molt baixa la intensitat generada és molt alta i el

fussible es crema).

A l'hora de mesurar resistències, el multímetre utilitza la llei d'Ohm: aplica una intensitat coneguda i medeix la tensió obtinguda o bé aplica una tensió i mesura la intensitat. Cal, per tant, que la resistència que volem mesurar no estigui inserida en el circuit, donat que mesuraríem la combinació d'aquesta en paral·lel amb totes les altres del circuit. Per exemple, si agafem la resistència amb les mans, l'estem posant en paral·lel amb la nostra pròpia resistència. Cal afegir, a més, que si el circuit està alimentat hi ha altres tensions i intensitats les mesures que obtindrem seràn errònies.

3.-ESTUDI PREVI

3.1.-El circuit electrònic de la figura necessita una alimentació de -5V. Dibuixa les connexions que faries.



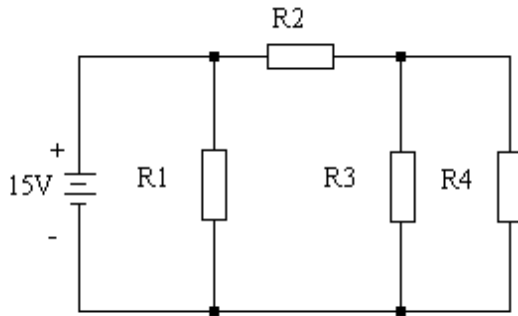
3.2.-Calculeu la tensió i la intensitat de cadascun dels elements del circuit de la figura de l'apartat 4.3.2.1. Ompliu la taula que hi ha a continuació.

	Tensi	Intensitat
Font de 15V	15V	1,396mA
R1 = 22 K	15V	0,682mA
R2 = 10 K	7,143V	0,714mA
R3 = 22 K	7,857V	0,357mA
R4 = 22 K	7,857V	0,357mA

3.3.- Torna a fer els càlculs considerant ara que la tensió de la font és de 9 V.

	Tensi	Intensitat
Font de 9 V	9 V	0,8376mA
R1 = 22 K	9 V	0,409mA
R2 = 10 K	4,285 V	0,4286mA
R3 = 22 K	4,714 V	0,214mA
R4 = 22 K	4,714 V	0,214mA

Per obtenir els resultats anteriors resollem el circuit segons:



Font de 15V

Per tal d'obtenir els resultats anteriors resollem el circuit pel mètode de corrent de malla, ja que la única font del circuit és de tensió.

La matriu del circuit serà doncs la següent:

$$\begin{vmatrix} 22 & -22 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I1 \\ 15 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} -22 & 54 & -22 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I2 \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 0 & -22 & 44 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I3 \\ 0 \end{vmatrix}$$

D'aquest sistema n'obtenim els següents resultats:

$$I1 = 1,396\text{mA}$$

$$I2 = 0,714\text{mA}$$

$$I3 = 0,357\text{mA}$$

El corrent que passa per la font és: $I1 = 1,396\text{mA}$

El corrent que passa per R1 és: $IR1 = I1 - I2 = 1,396 - 0,714 = 0,682\text{mA}$

El corrent que passa per R2 és: $IR2 = I2 = 0,714\text{mA}$

El corrent que passa per R3 és: $IR3 = I2 - I3 = 0,714 - 0,357 = 0,357\text{mA}$

El corrent que passa per R4 és: $IR4 = I3 = 0,357\text{mA}$

Ara aplicant la llei d'Ohm per cada resistència trobarem la diferència de tensió a cada resistència.

El voltatge en R1 és: $VR1 = IR1 \cdot R1 = 0,682 \times 10^{-3} \cdot 22 \times 10^{-3} = 15 \text{ V}$

El voltatge en R2 és: $VR2 = IR2 \cdot R2 = 0,714 \times 10^{-3} \cdot 10 \times 10^{-3} = 7,143\text{V}$

El voltatge en R3 és: $VR3 = IR3 \cdot R3 = 0,357 \times 10^{-3} \cdot 22 \times 10^{-3} = 7,857\text{V}$

El voltatge en R4 és: $VR4 = IR4 \cdot R4 = 0,357 \times 10^{-3} \cdot 22 \times 10^3 = 7,857V$

Font de 9V

Per tal de resoldre el circuit en aquest apartat amb una font de tensió de 9V, aprofitarem la matriu de l'apartat anterior, ja que aquesta no canvia (només hem canviat la font de tensió, les resistències són les mateixes). L'única cosa que hem de canviar, són els termes independents.

$$\begin{vmatrix} 22 & -22 & 0 \\ -22 & 54 & -22 \\ 0 & -22 & 44 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 9 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$$

Resolent el sistema, els resultats són els següents:

$$I1 = 0,837mA$$

$$I2 = 0,428mA$$

$$I3 = 0,214mA$$

El corrent que passa per la font és: $I1 = 0,837mA$

El corrent que passa per R1 és: $IR1 = I1 - I2 = 0,837 - 0,428 = 0,409mA$

El corrent que passa per R2 és: $IR2 = I2 = 0,428mA$

El corrent que passa per R3 és: $IR3 = I2 - I3 = 0,428 - 0,214 = 0,214mA$

El corrent que passa per R4 és: $IR4 = I3 = 0,214mA$

Ara aplicant la llei d'Ohm per cada resistència trobarem la diferència de tensió a cada resistència.

El voltatge en R1 és: $VR1 = IR1 \cdot R1 = 0,409 \times 10^{-3} \cdot 22 \times 10^3 = 9V$

El voltatge en R2 és: $VR2 = IR2 \cdot R2 = 0,428 \times 10^{-3} \cdot 10 \times 10^3 = 4,28V$

El voltatge en R3 és: $VR3 = IR3 \cdot R3 = 0,214 \times 10^{-3} \cdot 22 \times 10^3 = 4,71V$

El voltatge en R4 és: $VR4 = IR4 \cdot R4 = 0,214 \times 10^{-3} \cdot 22 \times 10^3 = 4,71V$

4.4. REALITZACIÓ

4.4.1. MATERIAL NECESSARI

1 Transformador 220 V/ 9 V 3 Resistències de 22 k Resistència de 10 kΩ Resistències diferents a escollir

4.2.-FONT D'ALIMENTACIÓ

4.2.1.-SORTIDA 0-30V

Abans d'engegar la font d'alimentació, gireu el comandament I-LIMIT totalment a la dreta.

Connecteu la sortida 0-30 V a l'oscil·loscop i mesureu, utilitzant l'escala de l'oscil·loscopi més adient, la tensió mínima que proporciona aquesta sortida:

S'ha mesurat la tensió mínima i la lectura del voltímetre indicava uns pocs milivolts, que es podria considerar com un valor semblant als 0 V.

Feu les dues mesures (amb l'oscil·loscop i amb el voltímetre de la font en el cas de la tensió màxima.

	Volt metre dela font	Oscil.loscopi
Tensi m xima	33,4V	33,4V
Tensi m nima	0V	0,6mV

Per mesurar la tensió màxima utilitzem l'escala de 5V/div mentres que per la mínima utilitzem 0,5 mV/div.

S'ha mesurat la tensió màxima i ha resultat ser aproximadament de 33.2 V. La tensió que ens marcaba el voltímetre era d'uns 30 V. Per mesurar aquesta tensió s'ha hagut de col·locar la massa, l'AGND de l'oscil·loscop a la part inferior per poder tenir una visió més gran de la senyal i mesurar-ne l'amplitud.

Poseu la tensió el mínim, curtcircuiteu els 2 terminals de sortida i poseu la tensió al màxim. Anoteu la lectura de l'amperímetre de la font en 3 posicions diferents del comandament I-LIMIT: totalment a l'esquerra, totalment a la dreta i a la meitat del recorregut. Comproveu que la intensitat màxima és superior a 2 A.

Quan curtcircuiteu, a diferents posicions del comandament I-LIMIT, les lectures de l'amperímetre són les següent:

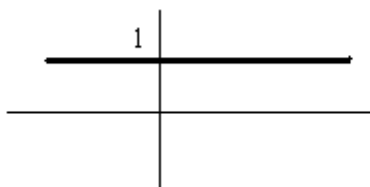
Intensitat donada	Posició de I-LIMIT
0 A	Totalment a l'esquerra
1'04 A	Al centre
2'21 A	Totalment a la dreta

Veiem que a meitat de gir, subministra una intensitat corresponent a la meitat (1,04 A), aproximadament, de la intensitat màxima que pot subministrar la font d'alimentació (2'21 A).

4.4.2.2. SORTIDA DE 5 V

Mesureu la tensió que dóna amb l'ajuda de l'oscil·loscopi.

Al mesurar la tensió amb l'oscil·loscop a escala 1div/5V veiem que efectivament és de 5



$$1\text{div} * \underline{5V} = 5V$$

1div

Observeu què passa quan es curtcircuita aquesta sortida. La intensitat màxima que pot proporcionar és 1 A.

Quant fem el curtcircuit, s'encén la llumeta vermella en la part de l'entrada de 5V, cosa que ens indica que la intensitat és màxima i igual a 1 A i la tensió és de l'ordre dels mV, degut a què l'aparell no és ideal sinó real.

4.4.2.3. SORTIDA +- 15 V

Connecteu la sortida +15 V a l'oscil.loscopi i mesureu la tensió que dóna. Observeu què passa quan es curtcircuita aquesta sortida. La intensitat màxima que pot proporcionar és d'1A

Connectem la sortida de +15 V al CH1 i la sortida de -15V al CH2 de l'oscil.loscopi i obtenim els següent resultats. Obtinguts amb 3 divisions de 5 V en l'oscil.loscop

Font d'alimentaci	Oscil.loscopi
+15 V	+15 V
-15 V	-15 V
+ 15 - 15 V	+30 V

Per tal de realitzar-ho varem utilitzar les dues sondes connectades una al CH1 i l'altra al CH2 com hem esmentat, d'aquesta manera varem obtenir el senyal de l'oscil.loscopi corresponent a la sortida de + 15 V seleccionant el mode d'operació mono i CH1. Per obtenir el senyal corresponent a la sortida de - 15 V varem seleccionar el mode d'operació mono i CH2.

Les tensions subministrades per la font d'alimentació eren les que indicava, ja que es corresponien a les senyals rebudes per l'oscil.loscopi.

Per tal de poder observar la tensió d +30 V varem haver de situar el terra 3 divisions per sota l'eix natural d'abcises de l'oscil.loscopi.

Al curtcircuitar la sortida de + 15 V o la de - 15V, observem que s'encen el pilot vermell de límit, indicant que la intensitat que circula pel fil que curtcircuita és de + 0,5 A en ambdós casos, ja que la intensitat màxima que pot subministrar cadascuna de les fonts és de 0,5A.

A vegades cal regular la massa (AGND) més dalt o més envall de l'oscil.loscopi per tal de poder veure la senyal amb més claretat.

4.4.3. MULTÍMETRE DIGITAL

4.4.1.1. ÒHMETRE

4.4.3.1.1

Agafeu 10 resistències ben variades i ompliu la taula següent on:

- Valor valor de la resistència sefons el codi de colors
- Tolerància tolerància segons el codi de colors

Hem agafat 10 resistències variades i hem omplert la taula. El codi de colors de les resistències és el següent:

Negre 0, Marró 1, Vermell 2, Taronja 3, Groc 4, Verd 5, Blau 6, Lila 7, Gris 8, Blanc 9

Els dos primers n° indiquen el valor nominal, el 3er indica la potència de 10 per la qual s'ha de multiplicar el valor que hem obtingut: exemple:

Gris – Vermell – Marró $82 \cdot 101 = 820$

La quarta banda indica la tolerància. Aquestes són les toleràncies segons colors:

marro 1%, vermell 2%, or 5%, plata 10% i un 20% si no hi ha barra de tolerància

Els valors mínims i màxims s'han obtingut restant i sumant els factors de la tolerància.

Valor (kOhm)	Tolerància	Màxim	Mínim	Valor Real
0,47	10%	0,517	0,423	473 Ohm
1800	10%	1980	1620	1M8 Ohm
56	10%	61,6	50,4	55,1 kOhm
100	10%	110	90	97,8 kOhm
0,012	10%	0,0132	0,0108	13 Ohm
820	10%	902	738	825 kOhm
0,68	10%	0,748	0,612	677 Ohm
2,2	10%	2,42	1,98	2190 Ohm
330	10%	363	297	333 kOhm
3900	10%	4290	3510	3'88 Mohm

4.4.3.1.2.

Associació de resistències. Munteu els circuits següents, canviant cada vegada el valor de les resistències R1,R2 i R3, i ompliu les taules. El valor calculat correspon al valor corresponent a les bandes de colors de la resistència.

El valor calculat difereix del mesurat, degut a la tolerància de cada resistència. És a dir, el valor real de les resistències no té perquè coincidir amb el valor calculat amb el codi de colors, però sí que s'ha de mantenir dins uns marges que venen donats per la tolerància

En sèrie

En la connexió en sèrie es compleix que la resistència equivalent és:

$$R_{eq} = R1 + R2 + R3 + \dots + Rn$$

S'ha agafat resistències de 100 K , 56 K , 47 K i s'ha mesurat la seva resistència equivalent i el valor real de les resistències.

$$R_{eq} = 100 + 56 + 47 = 203 \text{ k}$$

	Valor Nominal (K)	Valor mesurat (K)
R1	100	97,7
R2	56	55,2

R3	47	46,1	
	VALOR CALCULAT		VALOR MESURAT
	Valors nominals	Valors reals	
RT	203	199	198,8

En Paral.lel

En aquest tipus d'associació de resistències, la suma de les inverses de les resistències, és la inversa de la resistència total.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots + \frac{1}{R_n}$$

Req R1 R2 R3 Rn

S'ha agafat resistències de 33 K , 82 K , 68 K i s'ha mesurat la seva resistència equivalent i el valor real de les resistències.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{33} + \frac{1}{82} + \frac{1}{68} = \frac{1}{17'48} \text{ k}$$

Req 33 82 68 17'48

	Valor Nominal (K)	Valor mesurat (K)
R1	33	32,3
R2	82	82,3
R3	68	67,7

	VALOR CALCULAT		VALOR MESURAT
	Valors nominals	Valors reals	
Req	17,48	17,28	17,29

Associació mixta sèrie-paral.lel

L'associació mixta que hem fet és associar les Resistències 1 i 2 en

paralel i la 3era en sèrie amb les altres 2. La resistència equivalent serà:

$$Req = (R_1 * R_2 / R_1 + R_2) + R_3 \text{ Aplicant sèrie i paral.lel.}$$

S'ha agafat resistències de 39 K , 27 K , 22 K i s'ha mesurat la seva resistència equivalent i el valor real de les resistències.

$$Req = \frac{39 * 27}{39 + 27} + 22 = 37'95 \text{ k}$$

39 + 27

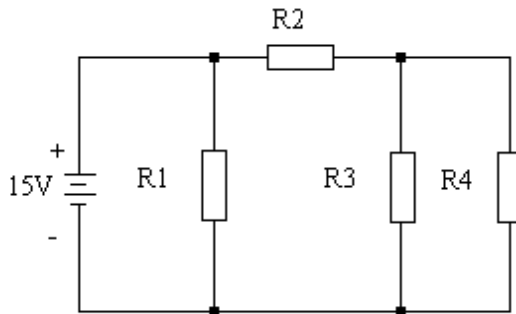
	Valor Nominal (K)	Valor mesurat (K)
R1	39	38,7
R2	27	26,6
R3	22	22,3

	VALOR CALCULAT		VALOR MESURAT
	Valors nominals	Valors reals	
Req	37,95	38,06	38,02

Si bé els valors calculats, ja sigui amb el codi de colors o calculats a partir d'aquests (RT nominal) no coincideixen amb els mesurats, és degut a la tolerància corresponent de cada resistència. Però el que sí que és cert, és que si partim dels valors mesurats i busquem RT(resistència total) aquesta s'apropa més al valor mesurat de RT.

4.3.2. VOLTÍMETRE DC I AMPERÍMETRE DC

4.3.2.1.- Munteu el circuit següent i comproveu que les tensions i les intensitats es corresponen amb les calculades.



Muntar el circuit de l'apartat 4.3 i comproveu que les tensions i les intensitats es corresponen amb les calculades.

Les intensitats i voltatges reals d'aquest circuit han estat calculades en l'estudi previ a l'apartat 3.2 de la pràctica que està en la pàgina 1

	Tensió			Intensitat		
	Valor teòric	Valor real	Escala	Valor teòric	Valor real	Escala
Font 15 V	15	15,14	V	1'386	1'396	mA
R1 = 22K	15	15,14	V	0'673	0'682	mA
R2 = 10K	7'143	7'29	V	0'715	0'714	mA
R3 = 22K	7'857	7'83	V	0'352	0'357	mA
R4 = 22K	7'857	7'83	V	0'364	0'357	mA

Curtcircuits

Curtcircuitem cadascuna de les sortides de la font d'alimentació i mesurar la tensió i la intensitat màxima de cada sortida.

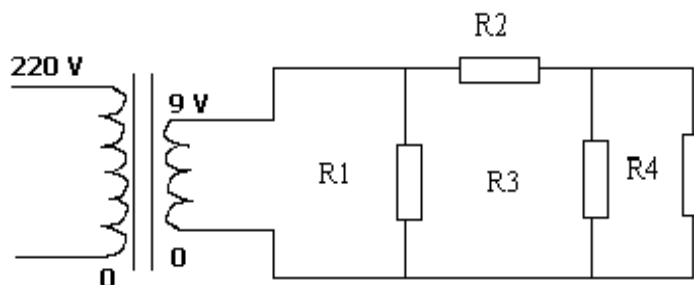
S'han curtcircuitat cadascuna de les sortides de la font d'alimentació i s'han obtingut els següents resultats:

Les tensions han estat calculades amb un voltímetre a escala de mV i les intensitats han estat mesurades amb un amperímetre a escala d'ampers

Sortida	Tensió	Intensitat
0-30 V	11'2 mV	2'21 A
5 V	10'1 mV	1 A
+15 V	3 mV	0'25 A
-15 V	3'3 mV	0'25 A

4.4.3.3. Volúmetre AC i Amperímetre AC

4.4.3.3.1 Munteu el circuit següent i comproveu que les tensions i les intensitats es corresponen amb les calculades a l'apartat 4.3, tot i que els càlculs eren fets per una font de tensió de 9 V i no per una font de tensió alterna de 9 V.



	Tensió			Intensitat		
	Valor teòric	Valor real	Escala	Valor teòric	Valor real	Escala
Font 9 V	9	9'64	V	0'838	0'87	mA
R1 = 22K	9	9'64	V	0'409	0'44	mA
R2 = 10K	4'286	4'60	V	0'429	0'46	mA
R3 = 22K	4'714	5'03	V	0'214	0'22	mA
R4 = 22K	4'714	5'03	V	0'214	0'22	mA

4.4.3.3.2

Mesureu les tensions una altra vegada, però amb l'oscil·loscop

	Valor teòric	Valor real
Font 9 V	9 V	12'5 V
R1 = 22k	9 V	12'5 V
R2 = 10k	4'286 V	5'8 V
R3 = 22k	4'714 V	6'4 V
R4 = 22 k	4'714 V	6'4 V

4.4.3.4 Comprovador de continuïtat

Observar què passa quan es multímetre treballa com a comprovador de continuïtat i es fa un curtcircuit entre les 2 sondes del multímetre.

Quan fem aquesta operació el que ens passa és que el multímetre pita per

indicar que hi ha un curtcircuit (continuïtat)

4.5 ANÀLISI DE RESULTATS I CONCLUSIONS

5.1. – Compareu les lectures del voltímetre i de l'oscil·loscopi i digueu si el voltímetre de la sortida 0–30V de la font d'alimentació està ben ajustat

La tensió màxima que indica és de 33.2V, quan realment el que hauria d'indicar és 30V. Aquesta disfunció queda palesa quan mesurem la tensió amb l'oscil·loscopi ja que també ens dona uns 33 volts, això vol dir que la font d'intensitat que hauria de donar 30V ens en dona 33.4V, o sigui, un 11.1% més del que realment ens hauria de donar. Això és degut a què ens dona una mica més de marge de maniobra per si necessitéssim tensions més altes. Podem dir que no està del tot ben ajustat.

5.2. La sortida de 5V dona la tensió que ha de donar? Justificar amb les dades.

Sí, segons les mesures ens dona exactament una tensió de 5V, que ha estat mesurada amb un oscil·loscop a una escala de 5V/div, on hi podria haver un error de mesura petit degut a l'escala que hem utilitzat. Per justificar les dades hem dibuixat la gràfica que ens dona l'oscil·loscop a l'apartat sortida 5V

5.3. Idem per les sortides de +15V i de –15V.

Aquestes dues sortides donen la tensió correctament, al igual que la de 5V. Ens donen exactament +15V i –15V mesurades amb l'oscil·loscopi a una escala 5V/div. Aquestes 2 sortides i l'anterior estan ajustades exactament perquè donguin la tensió que se'ls demana...

En canvi la regulable dona més de marge de maniobra al arribar a uns 33.4 V, això és perquè els regulables ens serveixin per obtenir un ventall ampli de tensions.

5.4. Compara els diferents valors de RT obtinguts als apartats 4.4.3.1.2.1, 4.4.3.1.2.2 i 4.4.3.1.2.3. Valora de forma numèrica l'error que es comet al treballar amb els valors nominals.

Ens valors nominals i mesurats de les resistències totals ens difereixen dels següents valors:

RT (conexi)	valor nominal	valor real	error (%)
Paral·lel	17,48	17,29	1,10
Serie	203	198,8	2,11
Mixta	37,95	38,02	-0,18

l'error ha estat valorat com: $\text{Error} = (V_n - V_r) / V_r$

on V_r = valor real i V_n = valor nominal

Els errors són deguts a què les resistències no tenen exactament el seu valor nominal sinó que els seus valors es distribueixen segons una llei Normal (toleràncies) degut als processos de fabricació i també al deteriorament degut al pas del temps.

5.5. Raonar els tensions i les intensitats obtinguts a l'apartat 4.4.3.2.2.

Quant fem un curtcircuit unim dos punts amb una tensió diferent per tant, apliquem la llei d'ohm $V = I \cdot R$, com que $R = 0$, la intensitat tendeix a ". Això però només en el cas ideal.

Es evident, però, que el fil que uneix els dos punts té una certa resistència (degut a la resistivitat del material del qual està fet) i que la font no ens pot proporcionar una potència infinita ja que:

$P = V \cdot I = V^2 / R$ (cas ideal) = " (i això no existeix). Per això la tensió que ens dona es de l'ordre d'uns mV

Per altra banda, la intensitat que és la que subministra l'aparell en les sortides en les que hem curtcircuitat, això es perquè al haver-hi una resistència molt petita entre els 2 terminals, la intensitat apenas sofreix cap variació.

5.6. Compareu les mesures fetes amb el multímetre amb les fetes amb l'oscil·loscopi, a l'apartat 4.4.3.3?

L'oscil·loscop el que ens mesura són els valors màxims que assoleix la tensió, en canvi a la font d'alimentació el que ens indica és el valor eficaç de la tensió.

La tensió màxima i l'eficaç en una ona sinusoidal es relacionen per:

$V = \sqrt{2} \cdot V_{ef}$, per tant, els valors mesurats en l'oscil·loscopi són les tensions

del circuit eficaçes multiplicades per un factor $\sqrt{2}$ (en DC).

Tot hi que si fem això els resultats no són exactes. Segurament perquè l'oscil·loscop és poc precís per aquestes tensions i el transformador no deu

donar exactament 9V. En aquí el factor multiplicador és semblant a 1.35 per

aconseguir valors que ens ha marcat l'oscil·loscopi.

5.7. Indica alguna aplicació de la comprovació de la continuïtat.

Si, per exemple, tinguéssim un circuit format per una gran quantitat de cables junts, i no sapiguéssim quin dels cables es correspon amb el que nosaltres estem sustentant, el que podem fer és anar comprovant la continuïtat, fins que, quan sentim el sorollet del multímetre, indicant-nos que s'està curtcircuitant, llavors sabrem el cap de cable que buscavem. Sinó ens costaria molt més trobar-lo.

Una altra aplicació

Un altra aplicació seria, en un circuit molt gran del qual desconexament en un cert lloc el seu comportament, per esbrinar que aquest dos punts no estiguin curtcircuitats

La tercera aplicació seria utilitzar el comprovador de continuïtat per esbrinar si la intensitat que ens circula per un motor inductiu que precisa corrent contínua és constant o bé ens sofreix variacions, si la intensitat que hi circula és constant el voltatge en borns d'una inductància serà 0 V ja que $V_L = L \cdot di/dt$

5 Funcions XY i VCO

5.1. OBJECTIU

L'objectiu de la pràctica és familiaritzar-se amb aplicacions avançades de l'oscil·loscopi i del generador de funcions:

- La funció XY de l'oscil·loscopi serveix per representar una tensió respecte a una altra en comptes de fer-ho respecte al temps

- La funció VCO (Voltage Controlled Oscillator) serveix per ajustar la freqüència del senyal que ens proporciona el generador de funcions mitjançant una tensió en comptes de fer-ho amb el potenciòmetre d'ajust.

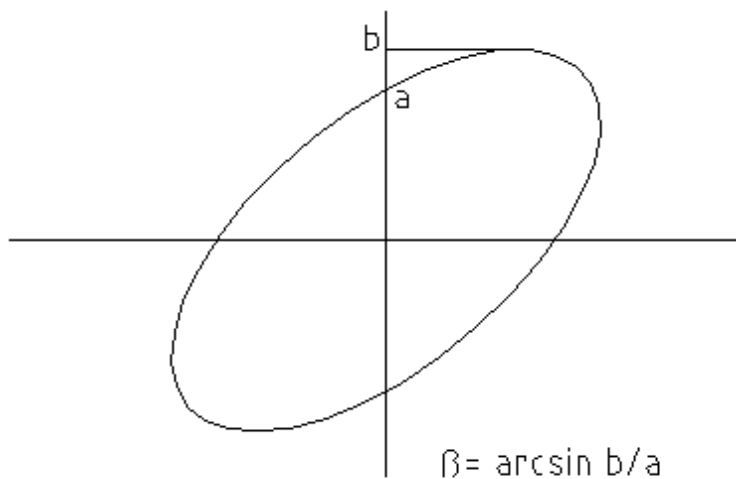
5.2. INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Les corbes de Lissajous permeten determinar les relacions de desfasament o de freqüència entre 2 senyals sinusoidals. Suposem que tenim dos senyals de la mateixa freqüència però desfasats:

$$x = X \sin(t)$$

$$y = Y \sin(t + \beta)$$

El senyal y està defasat un angle β respecte el senyal x. Si representem en coordenades cartesianes un dels senyals en absisses i l'altra en ordenades, obtindrem una forma d'ona com aquesta:



5.3. Estudi previ

Justifiqueu l'equació que s'ha donat a l'apartat anterior.

$$x = X \sin \omega t \implies 0 = X \sin \omega t$$

Punt A

Les seves coordenades són:

$$x = 0 \quad X \sin t = 0 \quad t = 0$$

$$y = a \quad Y [\sin(t + \beta)] = a$$

$$a = Y [\sin(t + \beta)]$$

$$a = Y (\sin(t) \cos \beta + \cos(t) \sin \beta)$$

$$a = Y (\sin 0 \cos \beta + \cos 0 \sin \beta) = Y (\sin \beta)$$

Punt B

Les seves coordenades son:

$$Y = b$$

$$a = \frac{Y}{b} \sin \alpha = \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a}{b}$$

$$b \geq Y \geq -b$$

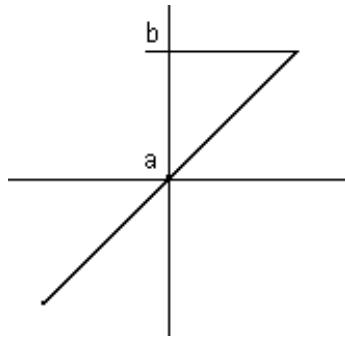
d'on hem justificat la fórmula que s'usa per calcular el defasatge.

Quina figura s'obtindrà si els dos senyals tenen la mateixa freqüència i el defasament és 0 ?.

$$x = A \sin(\omega t) \quad y = A \sin(\omega t)$$

$$y = B \sin(\omega t) \quad y = B \sin(\omega t)$$

Això es l'equació d'una recta de pendent A/B i que passa per l'origen de coordenades.



$$\text{Comprovació} \quad \alpha = \arcsin \frac{a}{b} = \arcsin 0 = 0^\circ$$

I si el defasament és $\pi/2$?

Sabem que $\sin(t + \pi/2) = \cos t$ per les fórmules trigonomètriques

$$X = A \sin t$$

$$Y = B \cos t$$

Elevem les expressions al quadrat i les arreglem:

$$X^2 = A^2 \sin^2 t \quad \underline{X^2} = A^2 \sin^2 t$$

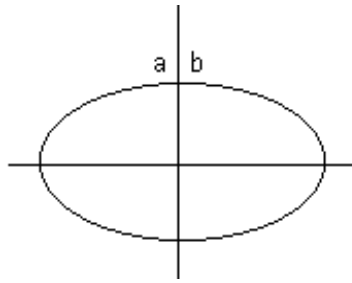
$$A^2$$

$$Y^2 = B^2 \cos^2 t \quad \underline{Y^2} = B^2 \cos^2 t$$

$$B^2$$

Sumant les expressions:

$$\underline{X^2} + \underline{Y^2} = A^2 \sin^2 t + B^2 \cos^2 t = 1 \quad (\text{Elipse centrada a l'origen i sense cap tipus de rotació})$$



Comprovació $= \arcsin a/b = \arcsin 1 = 90^\circ / 2$

6- Calculeu el període d'un senyal de 25 Hz

Una senyal de 25 Hz és aquella que cada segon es repeteix 25 vegades, per tant,

25 Hz = 25 repeticions

s

El període es defineix com el temps que tarda una senyal en repetir-se, per tant el període d'una senyal de 25 repeticions/s (Hz) serà la seva inversa o sigui

$T = 1 \text{ s} / 25 \text{ repeticions} = 0.04 \text{ s}$

Relacioneu les corbes de Lissajous amb les freqüències dels senyals que les originen

Relació Frequencies $F_a/F_b = 1/2$ Relació freqüències $F_a/F_b = 1/5$

Relació frequencies $F_a/F_b = 3/5$ Relació freqüències $F_a/F_b = 5/6$

La relació entre les corbes de Lissajous i les freqüències dels senyals que les originen depenen del n° de regions tancades en els extrems, seguint una regla de 3:

$F_a = \frac{R_a}{R_b} F_b$ F_a = freqüència senyal A ; R_a = n° regions tancades extrems verticals

$F_b = \frac{R_b}{R_a} F_a$ F_b = freqüència senyal B ; R_b = n° regions tancades extrems horitzontal

Suposant que sempre $F_b > F_a$ i que R_a/R_b és una fracció entera irreductible

Quina corba obtindríem si la relació entre les dues freqüències fos de 2 a 5?

Si la relació de les dues freqüències és de 2 a 5 llavors segons la relació anterior:

$F_a = \frac{R_a}{R_b} F_b$ $F_a = \frac{R_a}{R_b} F_b$ (n° regions tancades extrem vertical)

$F_b = \frac{R_b}{R_a} F_a$ (n° regions tancades extrem horitzontal)

R_b/R_a ha d'ésser irreductible, 2/5 és irreductible ja que no podem simplificar-la més ja que apareixerien numeros no enters al denominador, per tant la corba:

Tindrà 2 regions tancades verticals i 5 d'horitzontals, la seva forma serà:

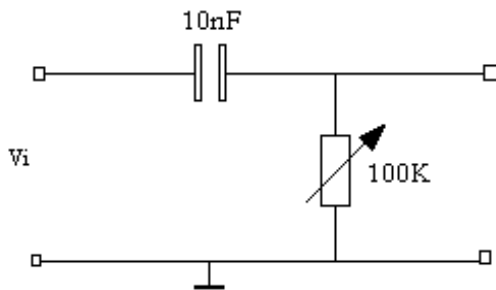
5.4.– Realització

5.4.1. Material necessari

- Generadors de Funcions
- Condensador de 10 nF
- Potenciòmetre de 100 k

5.4.2.– Mesures de diferència de fase

Si apliquem un senyal sinusoidal a l'entrada V_i del circuit RC de la figura, obtindrem a la sortida V_o un altre senyal sinusoidal, però desfasat. Aquest desfasament entre l'entrada i la sortida el podrem variar amb la resistència ajustable.



Munteu el circuit i entreu a V_i un senyal sinusoidal del generador de funcions de 2V d'amplitud i 5 kHz de freqüència. Fent servir els dos mètodes que es descriuen a continuació, mesureu l'angle de desfasament per diferents posicions de la resistència ajustable: La de resistència mínima, la de resistència màxima i varies posicions intermèdies.

- Mètode dels dos canals. Visualitzeu el senyal d'entrada V_i al CH1 de

l'oscil·loscopi i el de sortida V_o al CH2. Dibuixeu els senyals V_i i V_o .

1.– Resistència mínima:

Amb la resistència mínima els 2 senyals són quasi coincidents i podem dir

Que el seu defasatge és molt pròxim a 90°

2.– 1ª posició de la resistència ajustable.

$$0,8\text{div} * 50 * 10^{-3} \text{ ms} = 0,04 \text{ ms} \quad 0,04\text{ms} * \frac{360^\circ}{\text{div}} = 72^\circ \text{ desfasament}$$

div 0,2ms

3.– 2ª posició de la resistència ajustable.

$$0,54\text{div} * 50 * 10^{-3} \text{ ms} = 0,027 \text{ ms} \quad 0,027 \text{ ms} * \frac{360^\circ}{\text{div}} = 49^\circ \text{ desfasament}$$

div 0,2ms

4.- 3^a posició de la resistència ajustable.

$$0,3\text{div} * 50 * 10^{-3} \text{ ms} = 0,015\text{ms} \quad 0,015\text{ms} * \frac{360^\circ}{\text{ms}} = 27^\circ \text{ desfasament}$$

div 0,2ms

5.- 4^a posició de la resistència ajustable.

$$0,2\text{div} * 50 * 10^{-3} \text{ ms} = 0,01 \text{ ms} \quad 0,01 \text{ ms} * \frac{360^\circ}{\text{ms}} = 18^\circ \text{ desfasament}$$

div 0,2ms

6- Resistència màxima

$$0 \text{ div} * 50 * 10^{-3} \text{ ms} = 0 \text{ ms} \quad 0^\circ \text{ desfasament}$$

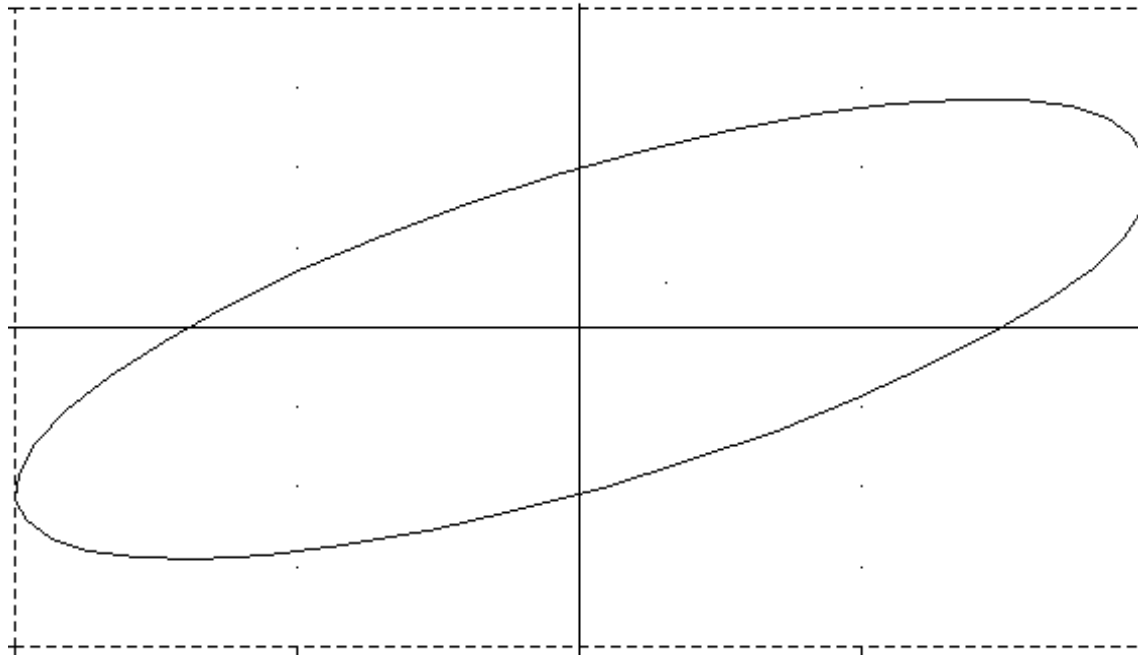
div

- Mètode XY (Corbes de Lissajous). Per visualitzar la corba de Lissajous cal entrar

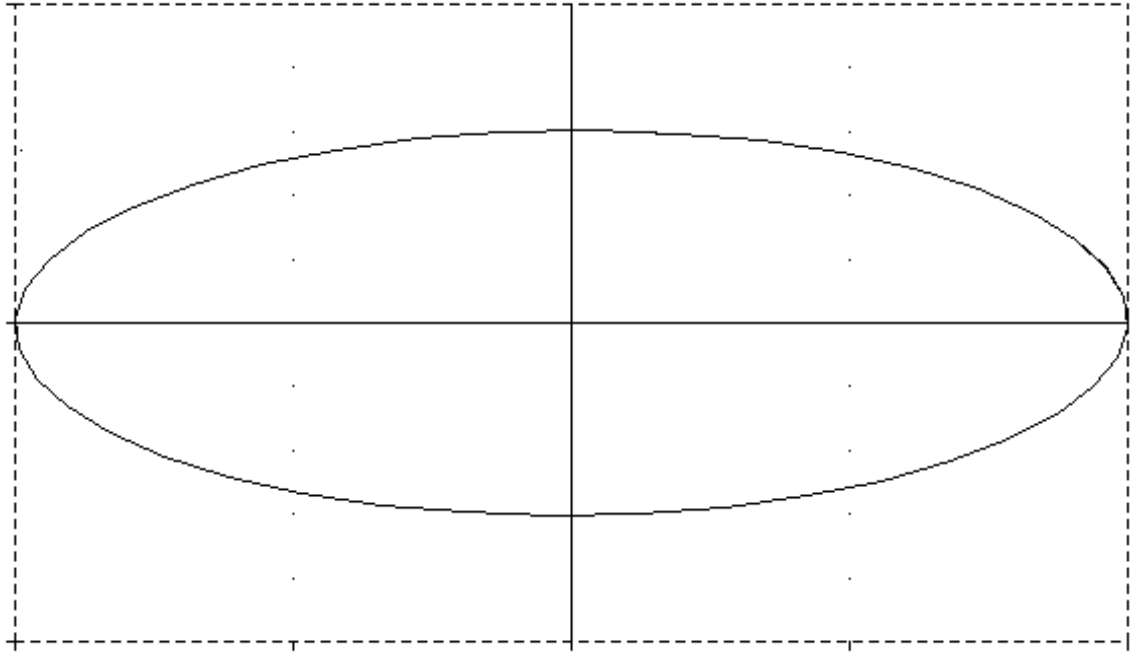
Vi al CH1 (vertical) i fer l'escombrat de l'eix horitzontal amb Vo. Per fer-ho, cal

entrar Vo a CH2 i voltar el selector *TIME/DIV* tot a la dreta fins a la posició XY.

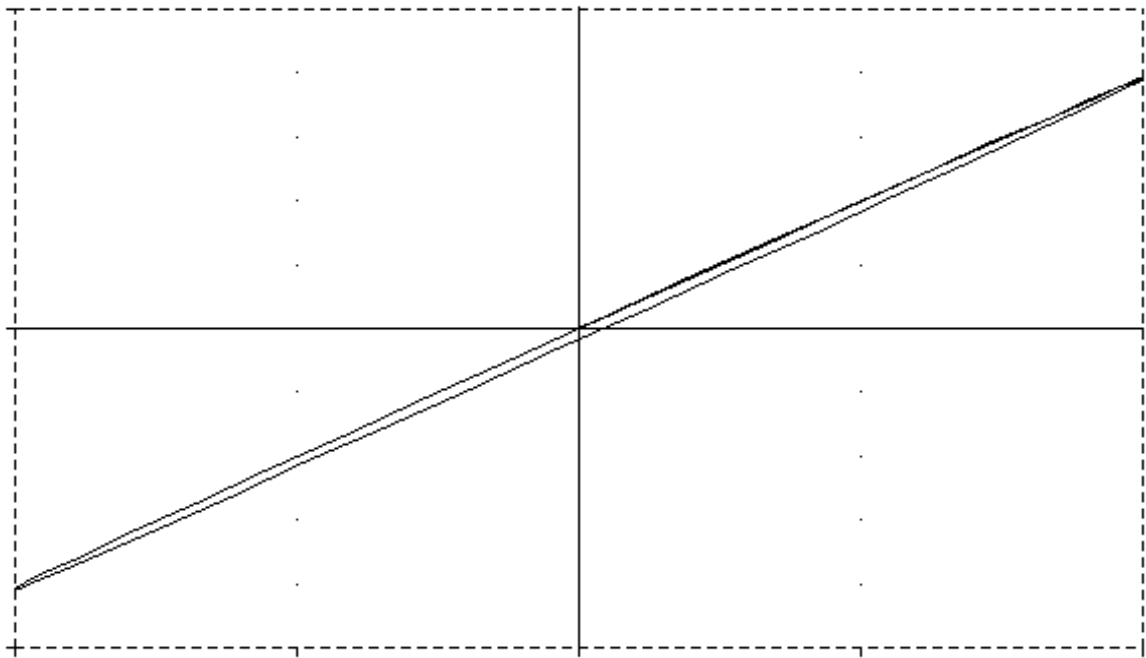
Dibuixeu les figures per diferents posicions de la resistència ajustable i calculeu el desfasament



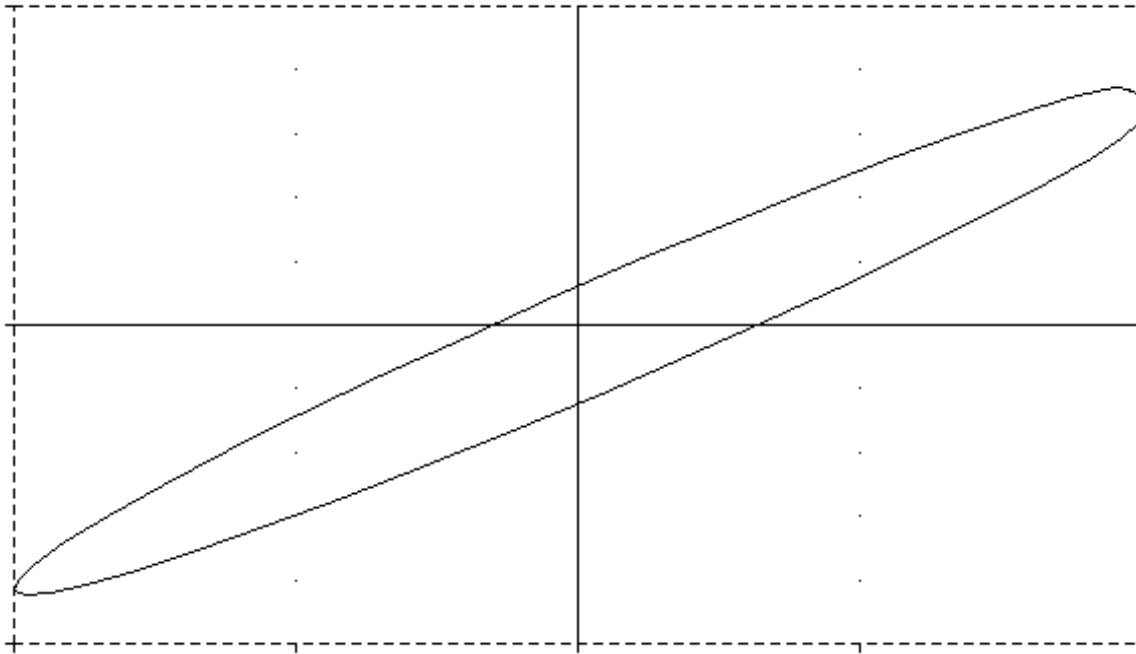
$$a = 2,7, b = 3,7, \quad \arcsin(b/a) = 47^\circ$$



$a=b=0.6$, $\varphi = \arcsin (b/a) = 90^\circ$



$a = 0, b=4$, $\varphi = \arcsin (b/a) = 90^\circ$



$a=1.1$, $b=3.7$, $\phi = \arcsin(b/a) = 17^\circ$

5.4.3.- Filtre passa alts

El circuit RC de l'apartat anterior a més d'originar un desfasament entre l'entrada i la sortida, es comporta com un filtre passa alts. Això vol dir que les freqüències altes passen i les baixes queden atenuades (la seva amplitud disminueix). Per observar aquest efecte ompliu la taula següent (V_i és un senyal sinusoidal de 4V d'amplitud. La resistència ajustable està al seu valor màxim: 100 K).

Freqüència	Amplitud de V_o	Guany
10 Hz	0'24 V	0,06
20 Hz	0'48 V	0,12
50 Hz	1'2 V	0,3
100 Hz	2'24 V	0,56
200 Hz	3'12 V	0,78
500 Hz	3,76 V	0,94
1 kHz	3'84 V	0,96
2 kHz	3'92 V	0,98
5 kHz	3'92 V	0,98
10 kHz	3'96 V	0,99

5.4.4.- Mesures de relació de freqüències

Connecteu dos generadors de funcions a l'oscil·loscopi i dibuixeu les corbes que s'obtenen quan:

- $V_1 = 1$ kHz i $V_2 = 2$ kHz.
- $V_1 = 1$ kHz i $V_2 = 3$ kHz.
- $V_1 = 3$ kHz i $V_2 = 5$ kHz.

5.4.5.– Funció VCO del generador de funcions

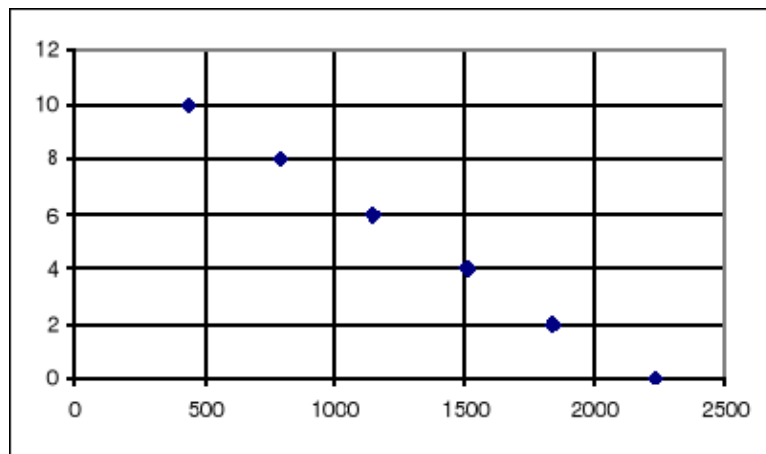
5.4.5.1.– Ús de la funció VCO

El generador de funcions té a la part posterior l'entrada VCO, que permet variar la freqüència de sortida una dècada quan la tensió aplicada varia de 0 a 10 V, en el cas dels generadors Promax GF232, o de 0 a -10 V en el cas dels Promax GF1000.

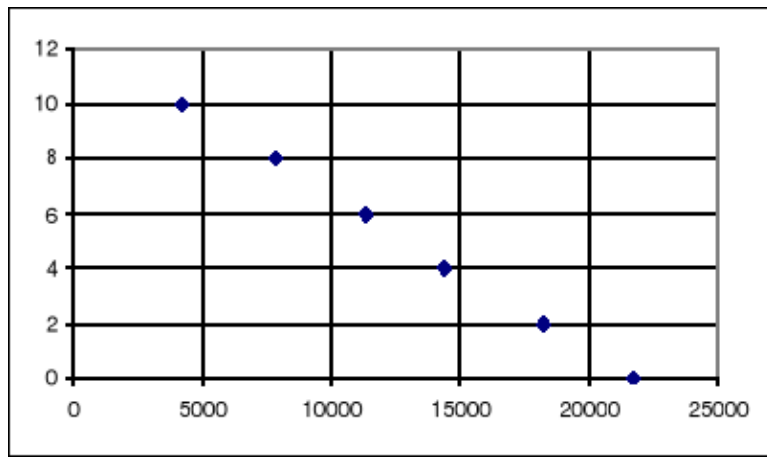
Ajusteu el generador amb un senyal altern de 4 V d'amplitud i situeu el potenciòmetre d'ajust de freqüència al màxim. Connecteu ara la sortida de la font d'alimentació variable a l'entrada VCO i ompliu la taula següent. Mesureu amb l'oscil·loscopi la freqüència del senyal que s'obté.

Dècada	Tensió	Freqüència
	0	2,23 kHz
	2	1,838 kHz
200 Hz – 2 kHz	4	1,506 kHz
	6	1,147 kHz
	8	796 Hz
	10	439 Hz
	0	21,74 kHz
	2	18,25 kHz
2 kHz – 20 kHz	4	14,37 kHz
	6	11,36 kHz
	8	7,86 kHz
	10	4,24 kHz

Dècada 200 Hz – 2 kHz



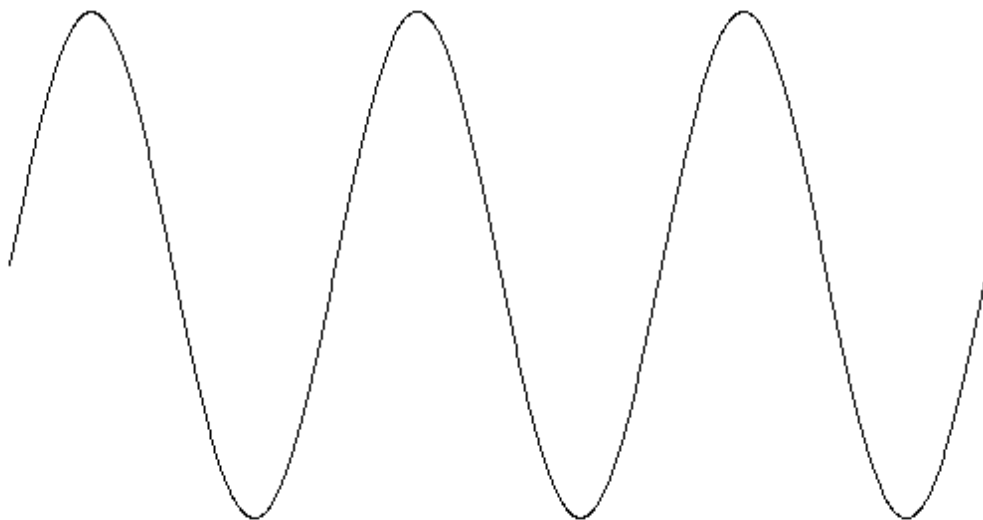
Dècada 2 kHz–20kHz



5.4.5.2.- Aplicació de la funció VCO

5.4.5.2.1. Modulació de freqüència

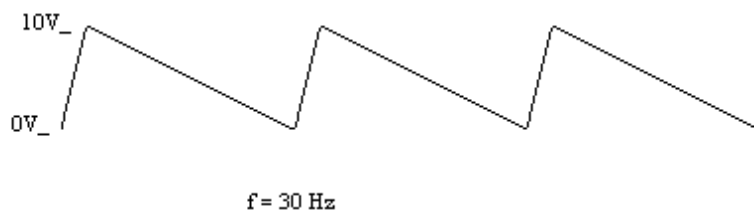
Ara prepareu un generador de funcions perquè doni un senyal sinusoidal de 4 V d'amplitud. Poseu el potenciòmetre d'ajust de freqüència el màxim a la dreta i seleccioneu la dècada 200–2k (100–1k si és un promax GF–1000). Dibuixeu el senyal obtingut.



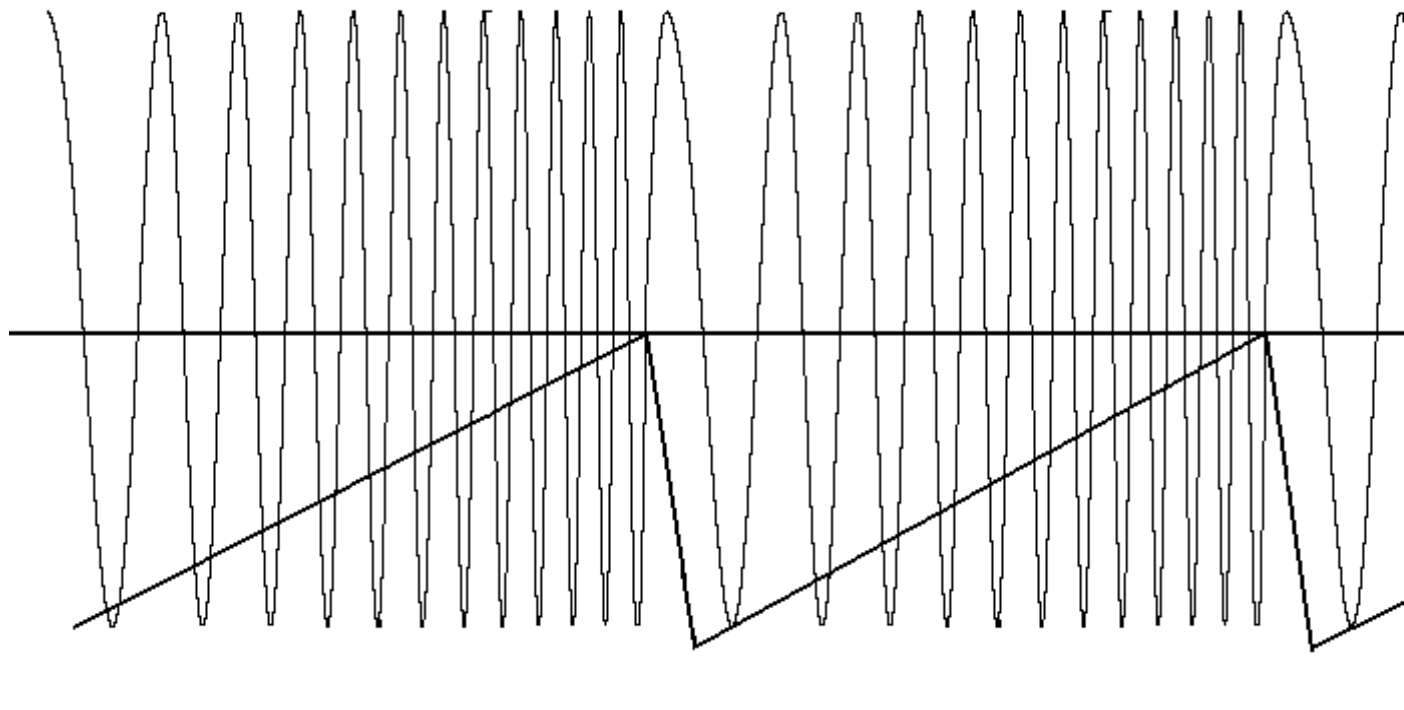
La freqüència d'aquest senyal és 1K (està feta amb el promax GF1000), està a 2 volt/div

Prepareu un segon generador de funcions amb un senyal de dent de serra com aquest (si el generador de funcions del senyal sinusoidal és un promax GF1000, el dent de serra ha d'anar de 0 a –10V)

Dibuixeu el senyal de dent de serra:

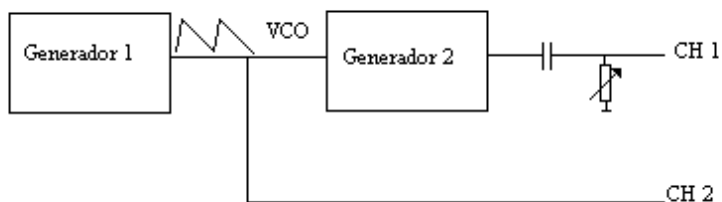


Ara farem variar una dècada i de forma automàtica, la freqüència del senyal sinusoidal. Per fer-ho, entreu el senyal de dent de serra a l'entrada VCO de l'altre generador. Ajusteu l'oscil.loscopi en doble traç i dibuixeu els senyals que s'obtenen a la sortida dels dos generadors.

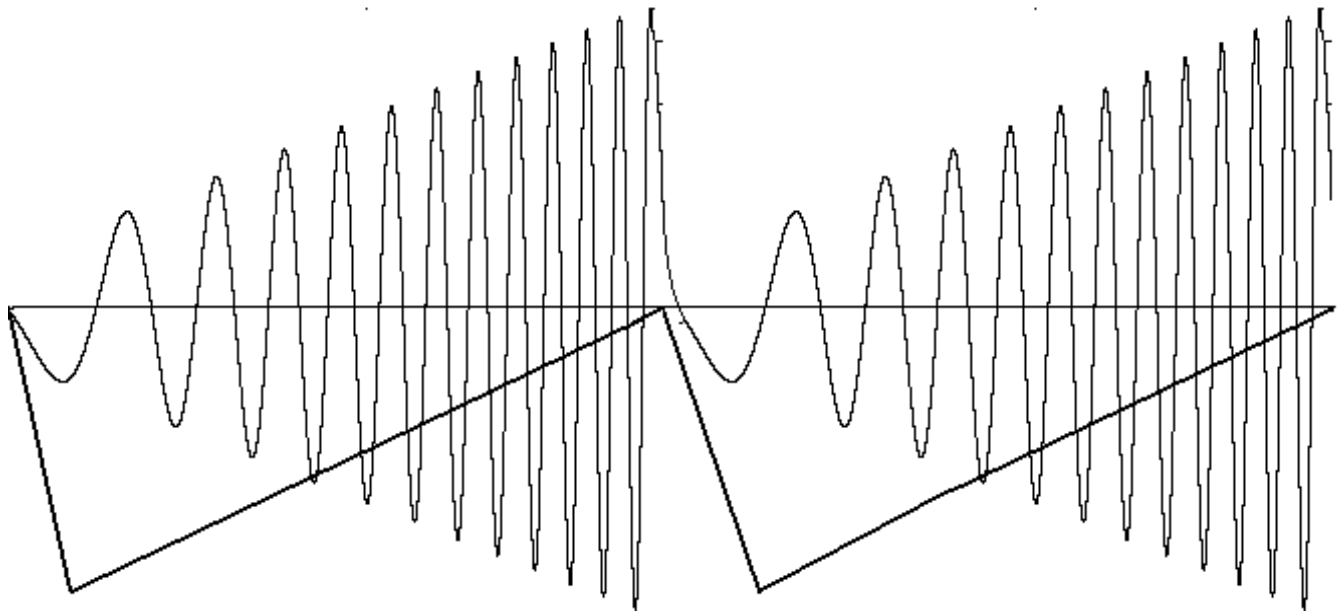


5.4.5.2.2. Filtre Passa alts

Apliqueu ara el senyal del segon generador a l'entrada del circuit RC. Ajusteu l'oscil.loscopi i dibuixeu la sortida del circuit RC.

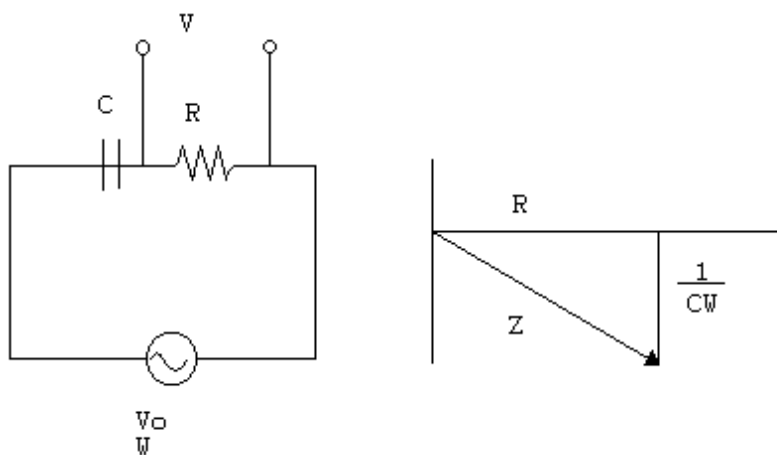


Si teniu problemes per sincronitzar, connecteu el dent de serra del primer generador a l'entrada de sincronisme extern. Ajusteu l'oscil.loscopi per font EXT de sincronisme.



5.5- Anàlisi de resultats i conclusions

1. Trobeu l'expressió matemàtica per a calcular el desfasament i l'amplitud de la tensió de sortida en funció de R, C i la pulsació (ω) del senyal d'entrada (Apartat 5.4.2).



DEFASAMENT

1

$$Z = R - \frac{1}{jC\omega} \Rightarrow \tan \phi = \frac{1}{RC\omega}$$

$$C R C \cdot R$$

AMPLITUD

$$I = \frac{V}{Z} \quad Z = R + \frac{1}{jC\omega}$$

$$Z C$$

$$I = \frac{V_o}{R} \quad V = I \cdot R \implies V = \frac{V_o}{R} \cdot R$$

$$R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$$

$$\frac{1}{j\omega C}$$

5.2. Raona els resultats obtinguts a l'apartat 5.4.5.2.1

Analitzant el circuit RC a l'apartat 5.4.3 vàrem observar que l'amplitud en la sortida V_o depenia de la freqüència del senyal que entràvem en V_i . Es tractava d'un filtre passa alts. Això significa que les freqüències altes passaven i les baixes quedaven atenuades. En l'apartat 5.4.5.2 vàrem entrar en aquest mateix circuit un senyal la freqüència del qual depenia d'una certa tensió que entràvem des de VCO. Pertant, l'amplitud del circuit finalment depèn també de la tensió de VCO.

Quan la tensió baixa $\implies$ la freqüència puja $\implies$ l'amplitud puja

Quan la tensió puja $\implies$ la freqüència baixa $\implies$ l'amplitud baixa

CIRCUIT RC

6.1. OBJECTIU

L'Objectiu d'aquesta pràctica és comprovar com pot realitzar-se d'una manera extremadament senzilla la derivació i integració de senyals electrònics.

6.2. INTRODUCCIÓ TEÒRICA

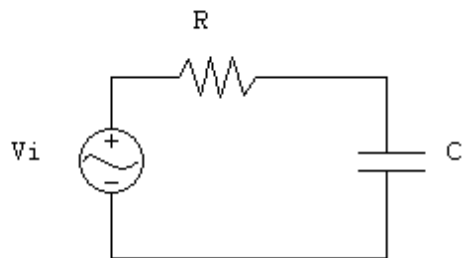


Figura 1– Circuit RC

En el circuit RC de la figura, l'entrada és una tensió sinusoidal. Agafem com a tensió de sortida la que hi ha en els terminals del condensador. A freqüències suficientment elevades, el condensador presenta una impedància molt baixa, així la intensitat aproximada que circularà pel circuit RC serà $i \approx V_i/R$.

Per tant, la tensió que tindrem en els terminals del condensador serà

$$V_o = \frac{1}{C} \int i \, dt = \frac{1}{C} \int \frac{V_i}{R} \, dt = \frac{1}{RC} \int V_i \, dt$$

$$\frac{1}{RC}$$

És a dir, la tensió de sortida serà, aproximadament, la integral de la tensió d'entrada. Per això es diu que aquest és un circuit integrador. A més, pel que s'ha dit, la tensió de sortida serà molt més baixa que la d'entrada. Això es pot veure a la figura 2, en la que es representa el guany (la relació entre les amplituds o els

valors màxims de les tensions de sortida i d'entrada) per les diferents freqüències de la tensió d'entrada. S'hi observa que a freqüències baixes la tensió de sortida és pràcticament igual a la d'entrada. És per això que es diu que el circuit és un filtre passa-baixos

Si ara agafem com a tensió de sortida la que hi ha en bornes del resistor. A freqüències suficientment baixes, el condensador presenta una impedància molt alta. Així, la intensitat aproximada que circularà pel circuit RC serà: $i = C \cdot (dV_i/dt)$

Per tant, la tensió que tindrem en bornes del resistor serà:

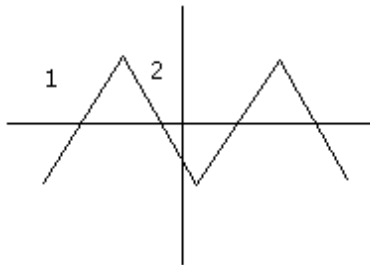
$$V_o = R \cdot i = RC \cdot (dV_i/dt)$$

És a dir, la tensió de sortida, serà, aproximadament, la derivada de la tensió d'entrada. Per això es diu que aquest és un circuit derivador. A més, pel que s'ha dit, la tensió de sortida serà molt més baixa que la d'entrada. Això es pot veure a la figura 3, en la que es representa el guany (relació entre les amplituds o els valors màxims de les tensions de sortida i d'entrada) per les diferents freqüències de la tensió d'entrada. S'hi observa que a freqüències altes la tensió de sortida és pràcticament igual a la d'entrada. És per això que es diu que el circuit és un filtre passa-alts.

6.3.- Estudi previ

Estudieu els conceptes que s'han donat a l'apartat anterior: filtre passa-baixos, filtre passa alts, integrador, derivador

Demostreu matemàticament que al derivar un senyal triangular s'obté un senyal quadrat.



Fòrmula senyal triangular

Un senyal triangular és una composició de dues funcions, al parametritzar aquestes dues funcions obtenim una funció a talls definida per les 2 següent equacions:

On t = temps i V = Voltatge màxim del senyal, T = Període

Suposem també que la funció és T -periòdica i es va repetint indefinidament:

$$0 \leq 2V \cdot (t/T) \text{ per } t \in [0+KT, 0.5T+KT) \text{ on } K \in \mathbb{N}$$

$$0 \leq 2V \cdot (1-t/T) \text{ per } t \in [0.5T+KT, T+KT) \text{ on } K \in \mathbb{N}$$

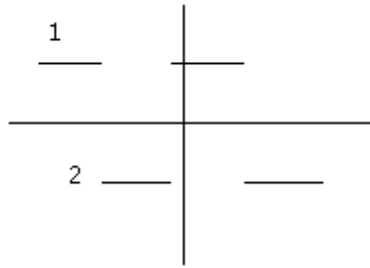
Aquesta funció és contínua a tots els punts i derivable a tots els punts menys la punxa, que, però, té derivades laterals, per tant, aquesta funció és derivable

Derivant les dues equacions respecte t obtenim les següents expressions.

$\emptyset 2V/T$ per t $[0+KT, 0'5T+KT)$ on K $(-, +)$

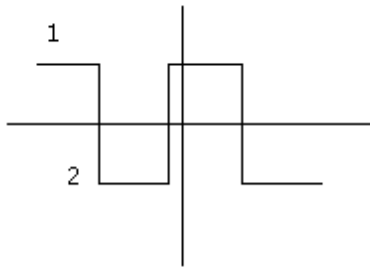
$\emptyset -2V/T$ per t $[0'5T+KT, T+KT)$ on K $(-, +)$

Aquestes dues funcions tenen la següent gràfica:



Com podem apreciar, aquesta gràfica correspon a la gràfica d'un senyal quadrat.

Demostreu matemàticament que a l'integrar un senyal quadrat s'obté un senyal triangular.



Un senyal quadrat es compon de dues parts, que parametrizant obtenim les següents funcions.

On t = temps i V = Voltatge del senyal, T = Període

Suposem també que la funció és T-periòdica i es va repetint

$\emptyset V$ per t $[0+KT, 0'5T+KT)$ on K $(-, +)$

$\emptyset -V$ per t $[0'5T+KT, T+KT)$ on K $(-, +)$

Integrant aquestes dues funcions obtenim les següents funcions.

$\emptyset Vt+K1$ per t $[0+KT, 0'5T+KT)$ on K $(-, +)$

$\emptyset -Vt+K2$ per t $[0'5T+KT, T+KT)$ on K $(-, +)$

Sabem que per t=0 $V*t+K1 = 0$ per tant deduïm $K1=0$

Sabem que per t=T $-V*t+K2 = 0$ per tant deduïm $K2 = VT$

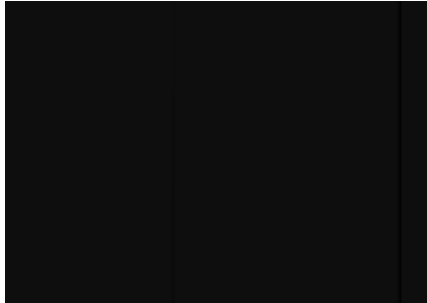
L'equació final ens dona que:

$\emptyset V_t$ per $0+KT < t < (T/2)+KT$ on $K \in (-\infty, +\infty)$

$\emptyset -V_t + V_T$ per $(T/2)+KT < t < T+KT$

Que es correspon amb l'equació d'un senyal triangular ja que la 1era part és una recta que arriba a una punxa, el valor màxim que és $V_T/2$ i després, la 2ona part és una recta que partint del punt mig $V_T/2$ ens va fins a 0, tot això en mig període per a cada part...

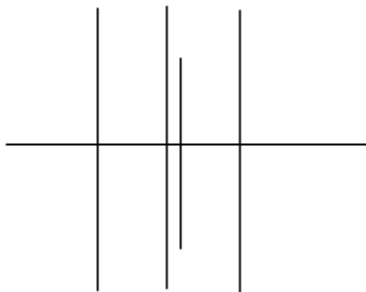
i la gràfica que obtenim és la següent:



Mireu quina és la derivada d'un senyal quadrat.

Al derivar un senyal quadrat obtenim que a tots els seus punts la derivada és 0 ja que la derivada d'un número és sempre 0.

Però al punt $T/2$, la gràfica del senyal quadrat és discontinua, per tant, en aquest punt no existeix la derivada, i com que no existeix la derivada, la recta tangent d'aquest punt discontinu és una recta vertical a 90° , que té un pendent infinit, anomenada funció delta de Dirac ($\delta(t)$)



6.4 REALITZACIÓ

6.4.2 Filtre Passa baixos

6.4.2.1 Resposta del circuit a una sinusoïdal

Munteu el circuit RC de la figura i amb l'ajut de l'oscil·loscopi, ajusteu el generador de senyals per a que doni una tensió sinusoïdal amb una amplitud coneguda. Introduïu aquest senyal en el circuit RC.

Visualitzeu a l'oscil·loscop en senyal d'entrada i sortida, que és la tensió en bornes del condensador. Mesureu l'amplitud i el defasatge. Utilitzar diferents senyals amb freqüència que variïn des de 1 Hz a 2 Mhz

El defasatge ha estat calculat utilitzant la funció XY de l'oscil·loscop per obtenir les corbes de Lissajous.

Amb les corbes s'ha mesurat el paràmetre A i B per utilitzar la fórmula

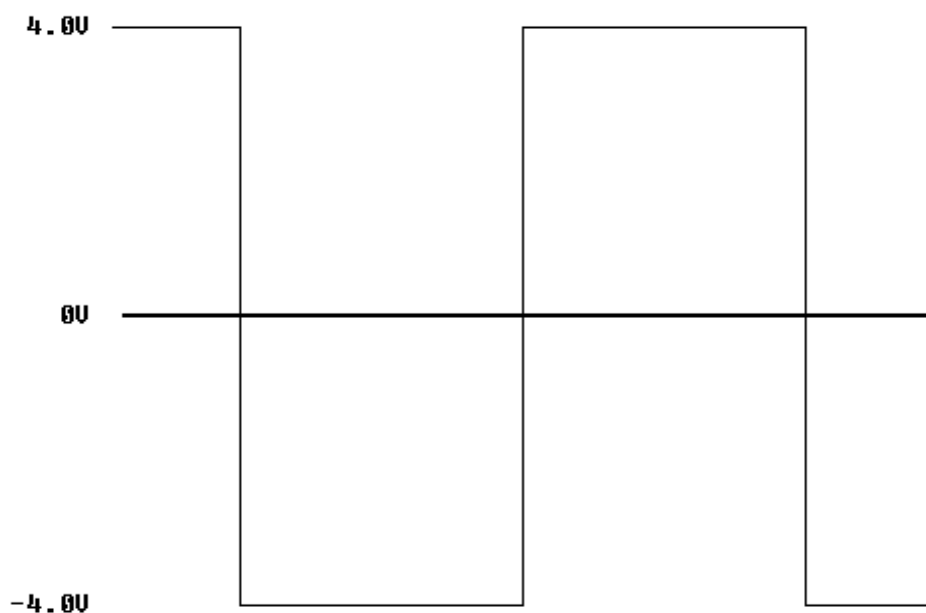
$$= \arcsin (B/A)$$

Freqüència	Amplitud entrada	Amplitud sortida	Desfasament
100 Hz	4 volts	4 volts	0
500 Hz	4 volts	3.96 volts	-2.5
1 kHz	4 volts	3,9 volts	-5.45
3 kHz	4 volts	3,6 volts	-24
5 kHz	4 volts	3,28 volts	-35.4
7 kHz	4 volts	2,7 volts	-43
10 kHz	4 volts	2,16 volts	-51,3
15 kHz	4 volts	1,35 volts	-62,1
25 kHz	4 volts	0,96 volts	-70
50 kHz	4 volts	0,5 volts	-77,3
100 kHz	4 volts	0,2 volts	-84
1 MHz	4 volts	0,08 volts	-89,2

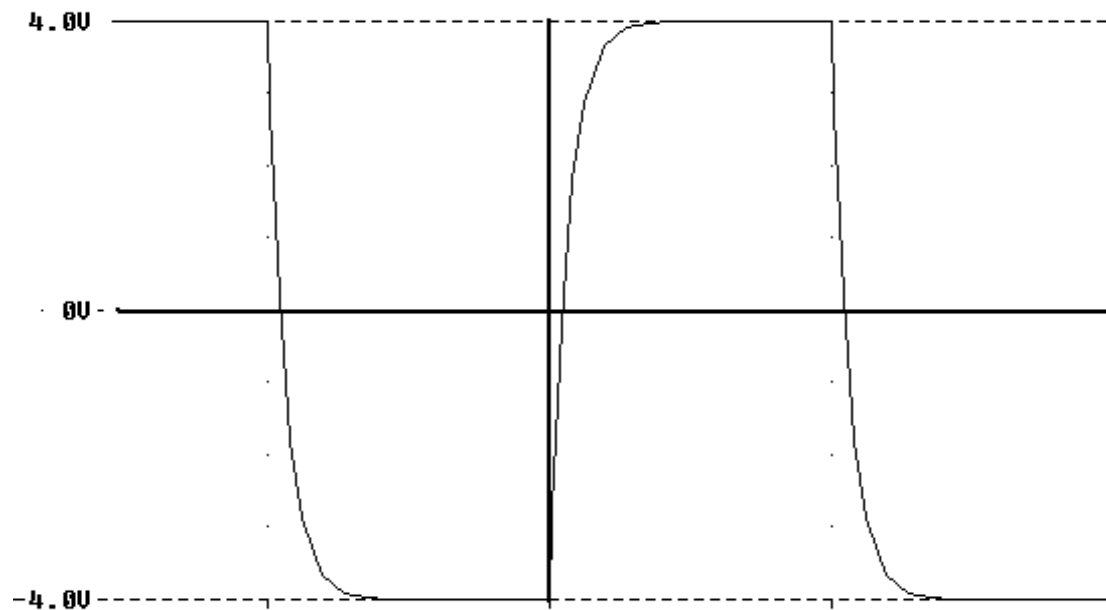
6.4.2.2 Resposta del circuit a un esglaó

Consistentant com a sortida del circuit la tensió en borns del condensador, observeu la resposta del circuit a una entrada en forma d'esglaó. Per poder veure aquesta resposta amb l'oscil·loscopi cal que l'entrada sigui periòdica. Apliqueu a l'entrada del circuit un senyal quadrat de 4 V d'amplitud i 1 KHz de freqüència.

ENTRADA



SORTIDA



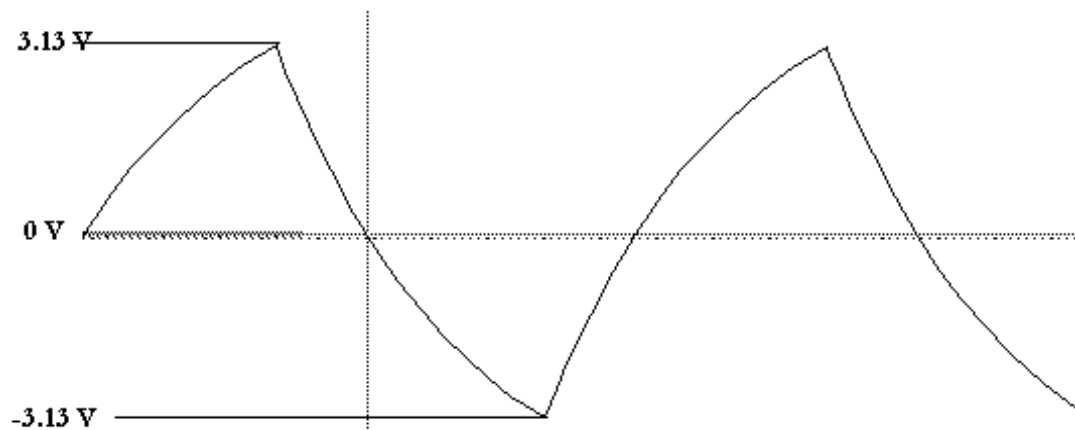
6.4.2.3 Integració

Observar què passa quan s'augmenta la freqüència del senyal quadrat. Comprovar que a freqüències molt altes la sortida del circuit RC és un senyal triangular

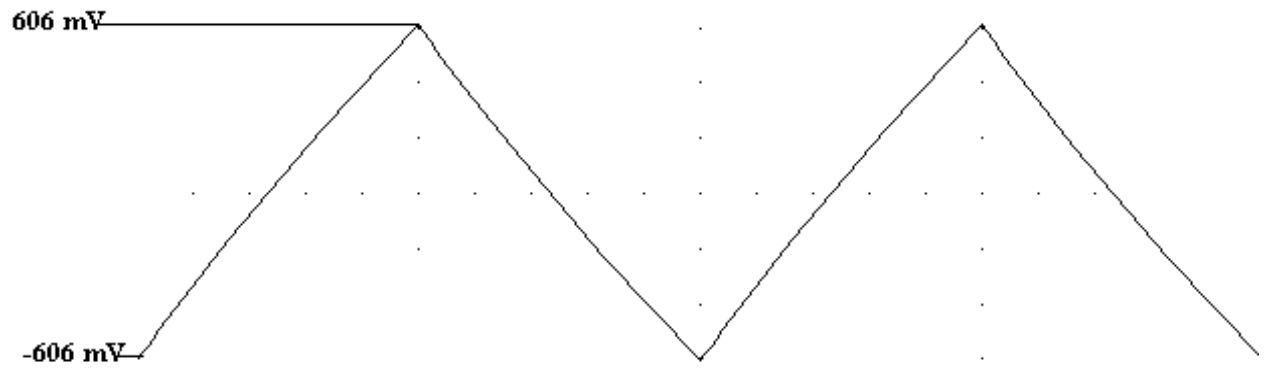
A freqüències molt i molt altes, i per un senyal quadrat, farà que el condensador no tingui prou temps per carregar-se o descarregar-se i llavors la gràfica segueix la recta traçada per la constant de temps ().

SORTIDA A DIFERENTS FREQUÈNCIES

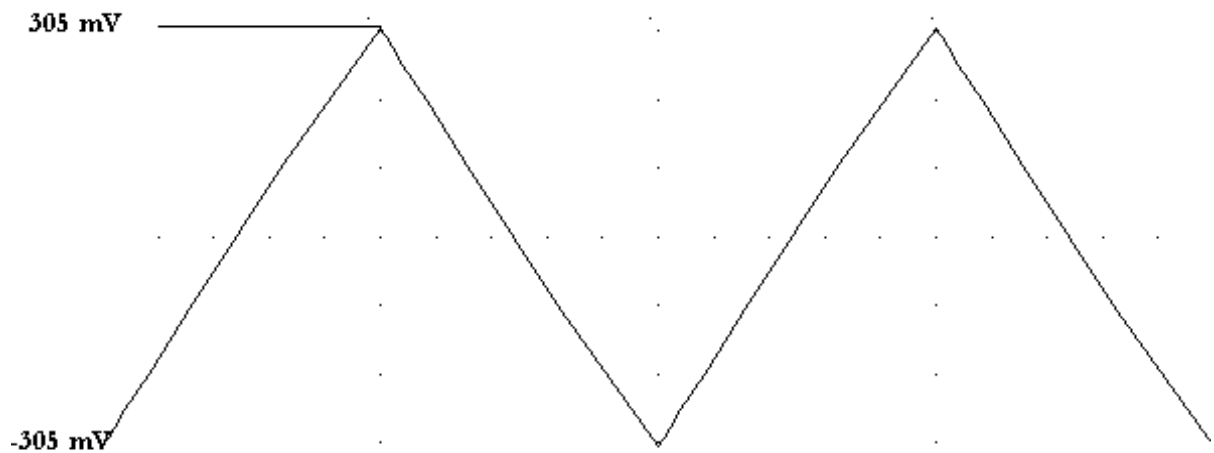
A 10000Khz



A 50000kHz



A 100000Khz



6.4.3 Filtre Passa alts

6.4.3.1 Resposta del circuit a una sinusoïdal

Munteu el circuit RC de la figura i amb l'ajut de l'oscil·loscopi, ajusteu el generador de senyals per a que doni una tensió sinusoïdal amb una amplitud coneguda. Introduïu aquest senyal en el circuit RC.

Visualitzeu a l'oscil·loscop en senyal d'entrada i sortida, que és la tensió en bornes de la resistència. Mesureu l'amplitud i el defasatge. Utilitzar diferents senyals amb freqüència que variïn des de 1 Hz a 2 Mhz

El defasatge ha estat calculat utilitzant la funció XY de l'oscil·loscop per obtenir les corbes de Lissajous. Amb les corbes s'ha mesurat el paràmetre A i B per utilitzar la fórmula

$$= \arcsin (B/A)$$

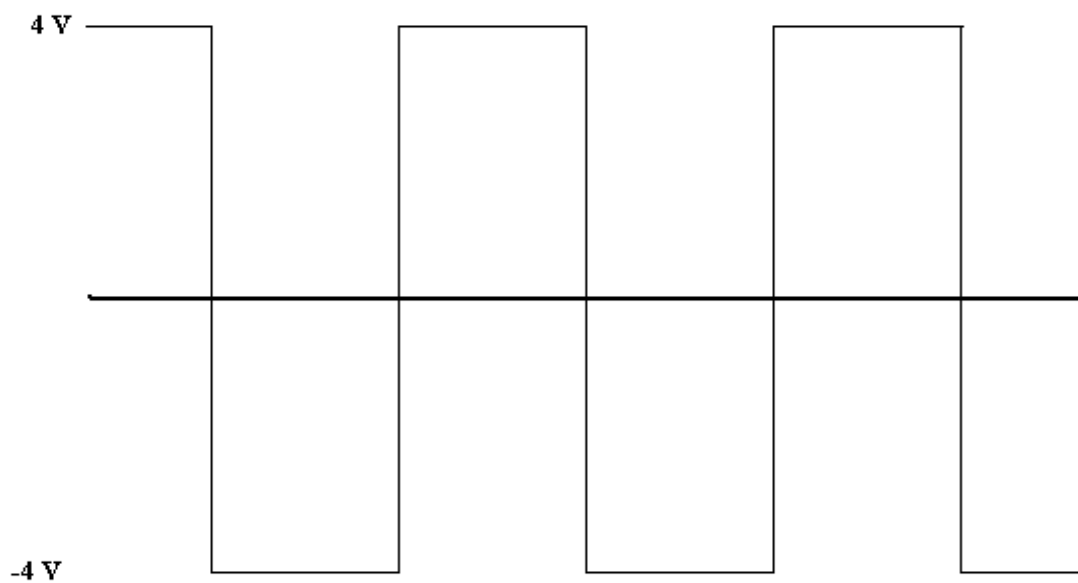
Freqüència	Amplitud entrada	Amplitud sortida	Desfasament
100 Hz	4 volts	0,08 volts	89
500 Hz	4 volts	0,4 volts	84,1
1 kHz	4 volts	0,8 volts	78,5
2 kHz	4 volts	1,5 volts	67,4
3 kHz	4 volts	2,1 volts	58,5
4 kHz	4 volts	2.46 volts	50,6

6 kHz	4 volts	2,9 volts	39,2
8 kHz	4 volts	3,16 volts	31,7
10 kHz	4 volts	3.5 volts	26
15 kHz	4 volts	3,75 volts	18
25 kHz	4 volts	3,95 volts	11,2
50 kHz	4 volts	4 volts	5,5

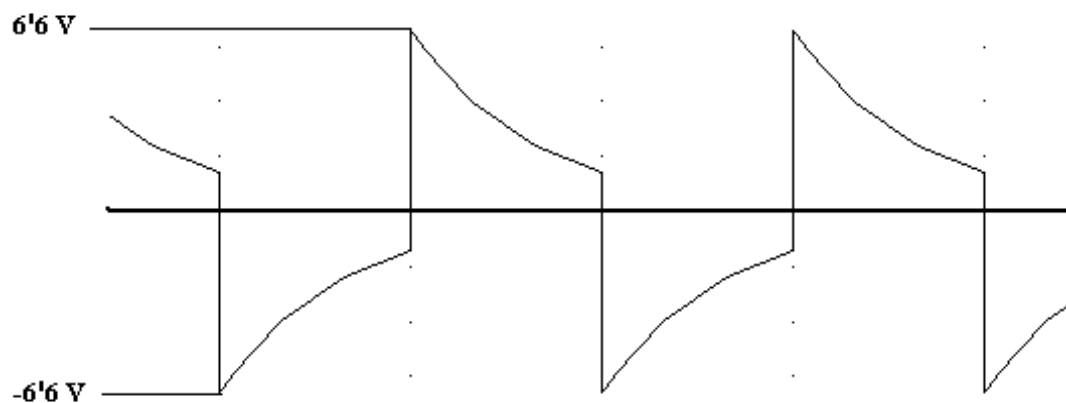
6.4.3.2 Resposta del circuit a un esglaó

resposta del circuit a una entrada en forma d'esglaó. Per poder veure aquesta resposta amb l'oscil·loscopi cal que l'entrada sigui periòdica. Apliqueu a l'entrada del circuit un senyal quadrat de 4 V d'amplitud i 10 kHz de freqüència.

ENTRADA



SORTIDA



Això és degut a que, quan s'aplica un esglaó, la tensió en bornes de la resistència segueix aquesta equació:

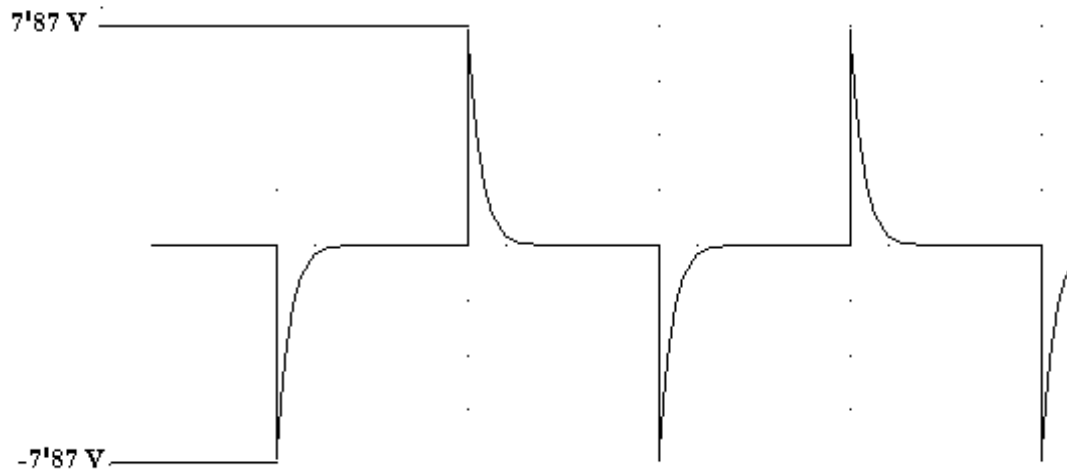
$V_C = RC * dv/dt$, considerant que la freqüència és suficientment baixa

6.4.3.3 Derivació

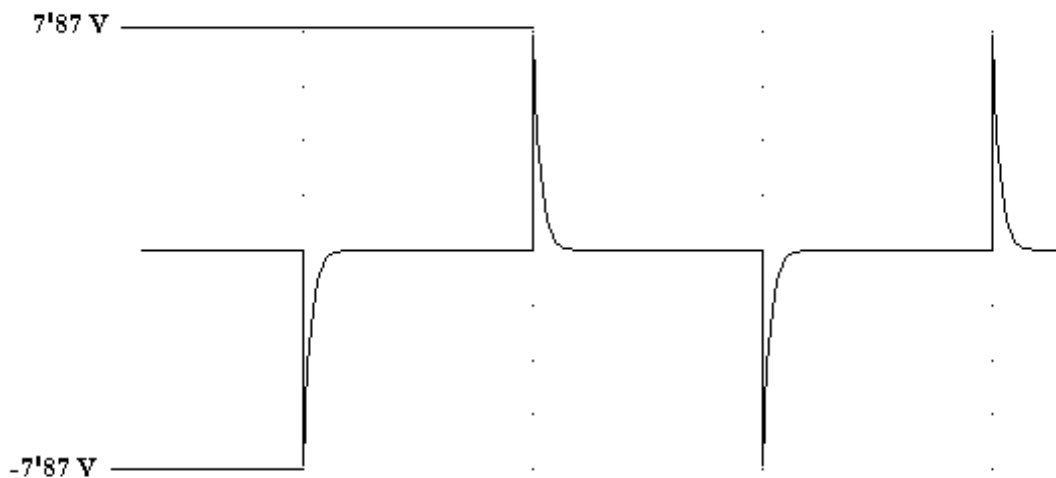
Observeu que a l'anar disminuint la freqüència del senyal quadrat aplicat al circuit RC, la sortida s'assembla cada vegada més a la derivada de l'entrada.

DIFERENTS SORTIDES PER DIFERENTS FREQÜÈNCIES:

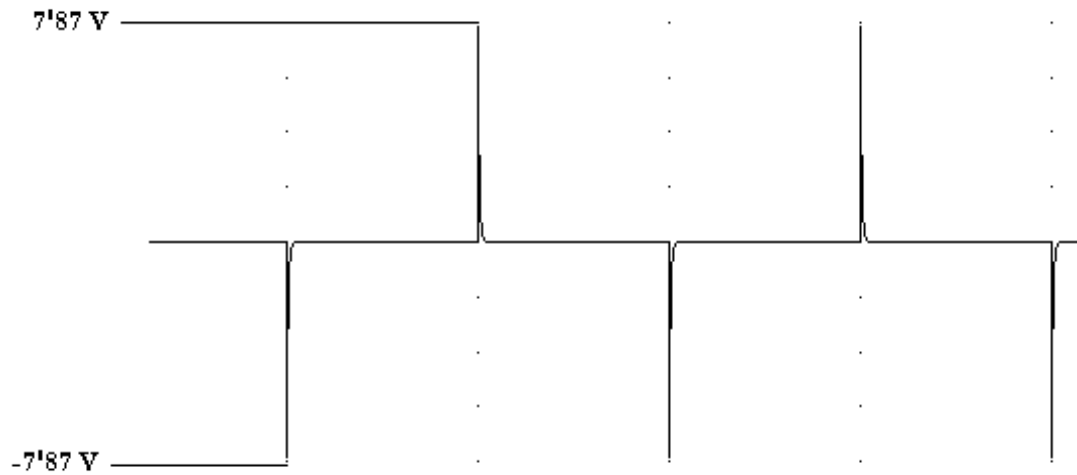
1000 Hz



500 Hz



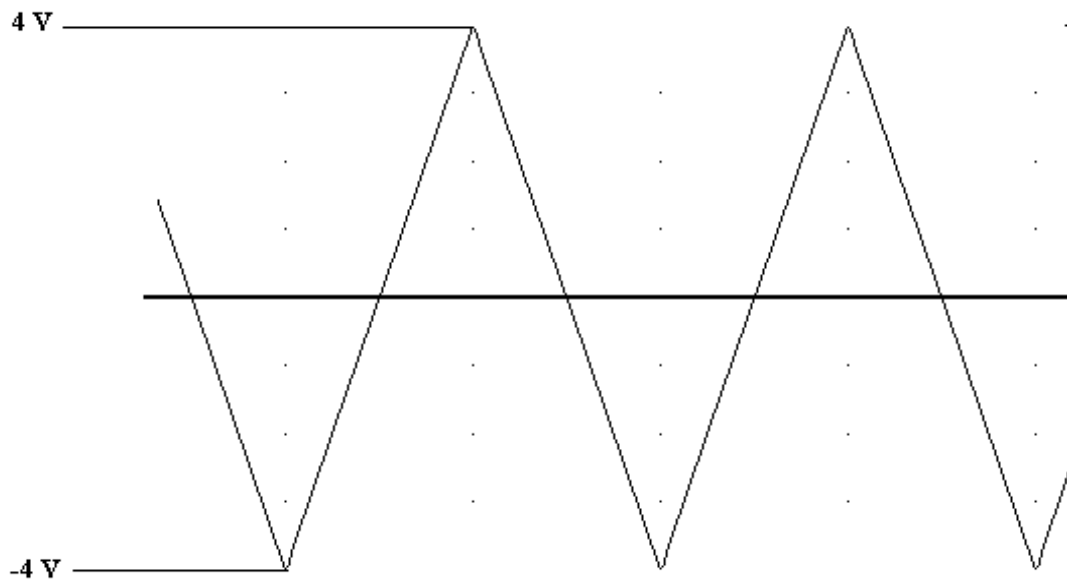
100 Hz



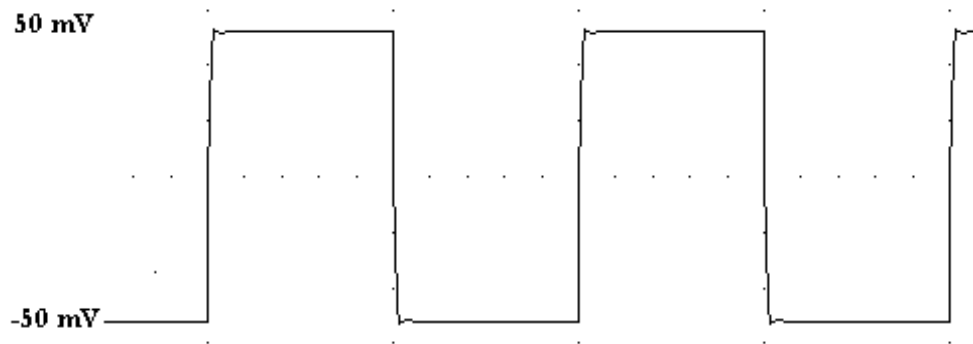
A freqüències molt i molt baixes, i per un senyal quadrat, farà que el període de les oscil·lacions del senyal quadrat sigui tan gran que, com que la constant de temps és molt i molt petita, llavors ens dona quasi una tensió de 0 a tots els llocs menys a mig període que la tensió es dispara de 0 a infinit (aproximadament) i baixa exponencialment, molt ràpid a 0, assemblant-se així a la recta tangent que passa pels 2 extrems del quadrat.

Per comprovar que a freqüències baixes la sortida és la derivada de l'entrada, ajusteu el generador de senyals per a que doni un senyal triangular. Comprovar que a freqüències baixes la sortida del circuit RC es un senyal quadrat. Dibuixar-ho.

ENTRADA ($F = 100 \text{ Hz}$)



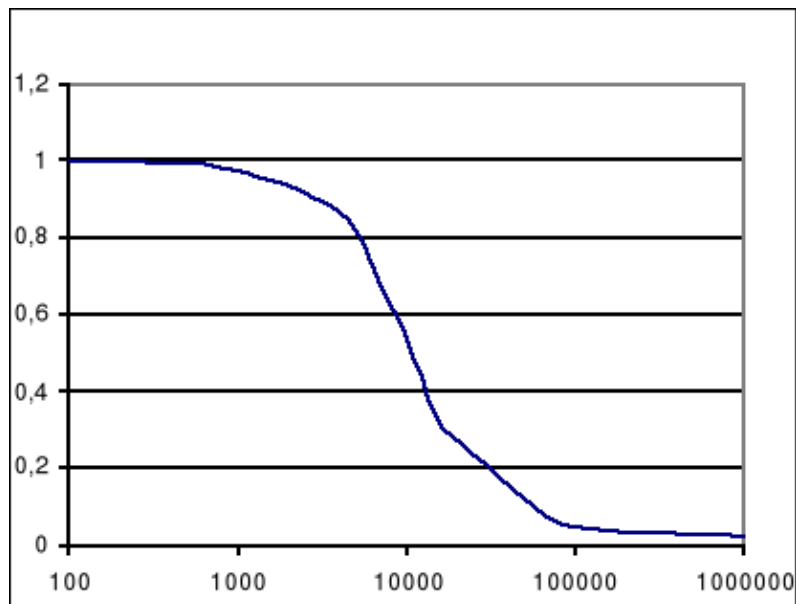
SORTIDA ($Freq = 100\text{Hz}$)

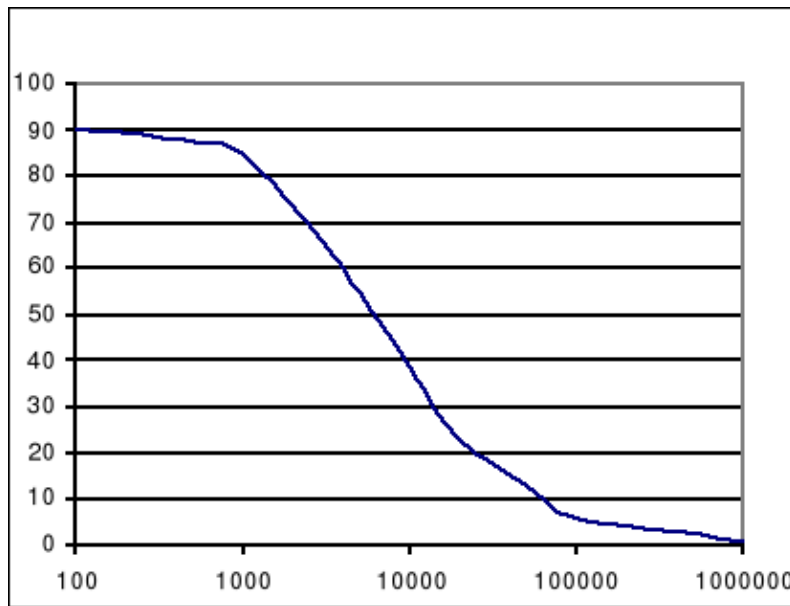


Com es pot veure, la sortida es pràcticament un senyal quadrat per a freqüències baixes.

6.5. ANÀLISIS DE RESULTATS I CONCLUSIONS

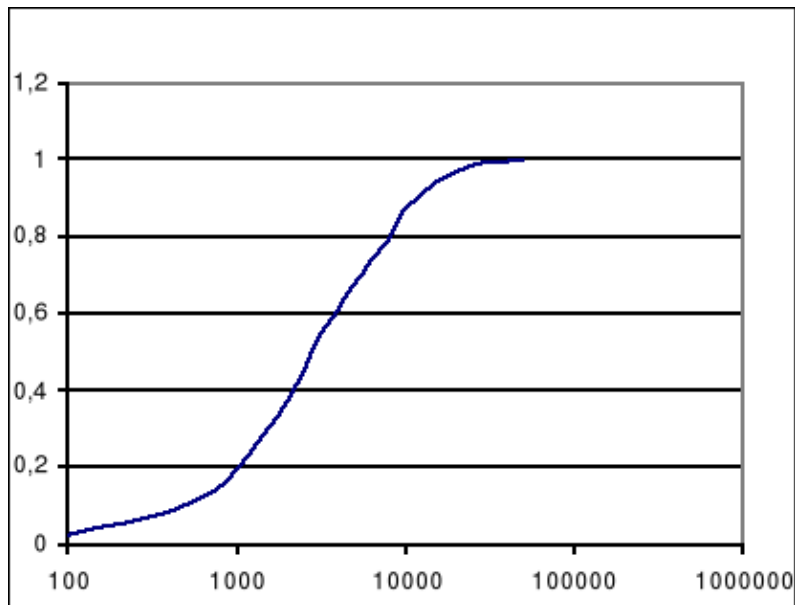
6.5.1. Amb les mesures preses a l'apartat 6.4.2.1, construïu les corbes de resposta del circuit: la del guany en funció de la freqüència i la del desfasament en funció de la freqüència.

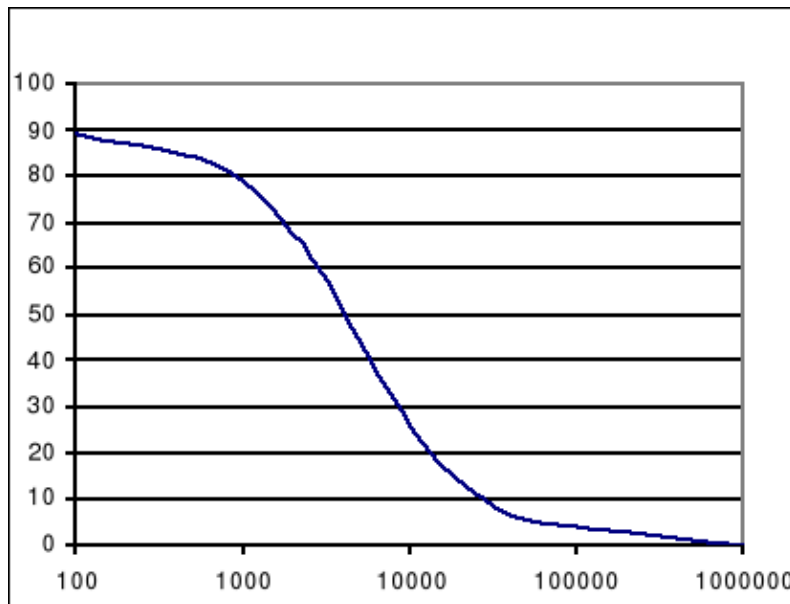




Observant les gràfiques podem veure que en un passa baixos l'amplitud disminueix com més gran és la freqüència del senyal, i per contre el desfasament augmenta a mesura que augmentem la freqüència.

6.5.2. Amb les mesures preses a l'apartat 6.4.3.1 construïu les corbes de resposta del circuit.





Observant les dues gràfiques podem comprovar que succeeix exactament el contrari que en l'apartat 4.2.1. A mesura que augmentem la freqüència augmenta l'amplitud. Per altra banda, com més gran es la freqüència més petit és el desfasament.

7 CIRCUIT RLC SÈRIE

7.1 OBJECTIU

L'objectiu de la pràctica és veure com es comporta un circuit quan entra en ressonància.

7.2 INTRODUCCIÓ TEÒRICA

La intensitat que hi haurà en el circuit de la figura 1 ve donada per l'equació

$I = \frac{V}{Z}$ On I i V son la intensitat i la tensió expressades en forma fasorial.

Z és la impedància equivalent dels 3 elements R , L i C posats en sèrie

$$Z = R + jL - j/C$$

La intensitat serà màxima quan la impedància sigui mínima, aixó succeeix quan la reactància inductiva i la reactància capacitiva són iguals però de signe contrari i per tant, la reactància equivalent sigui 0:

$$jL = j/C$$

Diem que en aquest moment el circuit ha entrat en ressonància. En aquesta situació, la tensió sinusoidal que proporciona la font té la següent freqüència, que anomenarem freqüència de ressonància.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

7.3 ESTUDI PREVI

Calculeu la freqüència de ressonància del circuit que heu de muntar per a la realització de la pràctica.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.047 \cdot 100 \cdot 10^{-9}}} = 2322 \text{ Hz}$$

$$2 (LC)^{1/2} = 2 (0.047 \cdot 100 \cdot 10^{-9})^{1/2}$$

7.4 REALITZACIÓ

7.4.1. MATERIAL NECESSARI

- Resistor de 100 Ω

ϕ Inductor de 0.047 mH

ϕ Condensador de 100 nF

7.4.2. CORBES CARACTERÍSTIQUES

Munteu el circuit de la figura 1 amb el material indicat a l'apartat anterior. Apliqueu al circuit un senyal sinusoidal de 5V d'amplitud. Aneu variant la freqüència del senyal des de 100 Hz fins a 100 kHz per tal d'obtenir les corbes de guany i fase de la tensió en cadascun dels components: R, L i C

Condensador

Freqüència	Guany	Defasatge
100 Hz	$5/5 = 1$	-1°
500 Hz	$5.2/5 = 1.04$	-3°
1000 Hz	$6.2/5 = 1.24$	-8°
1500 Hz	$8.9/5 = 1.77$	$-15,5^\circ$
2000 Hz	$17.8/5 = 3.55$	-46°
2300 Hz	$20.7/5 = 4.15$	-96°
2600 Hz	$12.1/5 = 2.42$	-139°
3000 Hz	$6.1/5 = 1.22$	-159°
5000 Hz	$1.2/5 = 0.24$	-172°
10000 Hz	$0.25/5 = 0.05$	-177°
100000 Hz	0	-180°

Bovina

Freqüència	Guany	Defasatge
100 Hz	0	180°
500 Hz	$0.25/5 = 0.05$	177°
1000 Hz	$1.25/5 = 0.25$	172°
1500 Hz	$3.9/5 = 0.77$	164°
2000 Hz	$13.8/5 = 2.75$	134°
2300 Hz	$21.7/5 = 4.35$	84°
2600 Hz	$15.8/5 = 3.15$	39°
3000 Hz	$10.9/5 = 2.17$	22°

5000 Hz	$6.2/5 = 1.24$	7°
10000 Hz	$5.25/5 = 1.05$	3°
100000 Hz	$5/5 = 1$	0°

Resistor

Freqüència	Guany	Defasatge
100 Hz	0	90°
500 Hz	$0.25/5 = 0.05$	87°
1000 Hz	$0.6/5 = 0.12$	83°
1500 Hz	$1.3/5 = 0.26$	74°
2000 Hz	$3.4/5 = 0.67$	36°
2300 Hz	$4.9/5 = 0.98$	-5°
2600 Hz	$3.2/5 = 0.64$	-49°
3000 Hz	$1.8/5 = 0.36$	-68°
5000 Hz	$0.65/5 = 0.13$	-83°
10000 Hz	$0.3/5 = 0.06$	-87°
100000 Hz	0	-90°

7.4.3 RESSONÀNCIA

Mireu a quina freqüència la tensió en borns del resistor és màxima. Comproveu que es correspon amb la calculada a l'apartat 7.3.

La freqüència de ressonància del circuit ens dona de 2322 Hz a l'apartat 7.3

Hem medid la freqüència de ressonància amb l'oscil.loscop i ens ha donat d' aproximadament 2300 Hz, que és pràcticament igual a la de ressonància:

A aquesta freqüència, mireu amb l'oscil.loscopi la tensió en borns de l'inductor i la tensió en borns del condensador. Observeu que l'amplitud d'aquestes dues tensions és igual i bastant més elevada que la d'entrada del circuit, que estan desfasades 180° i que, pertant, la seva suma és 0 o, el que és el mateix, que la tensió en borns del conjunt LC és 0.

En aquesta freqüència els senyals obtinguts són els següents:

Mesureu el desfasament que hi ha entre les tensions de cadascun dels elements i la d'entrada del circuit.

Per cadascun dels elements s'ha mesurat el seu desfasament respecte la tensió d'entrada i ens ha donat els següents valors:

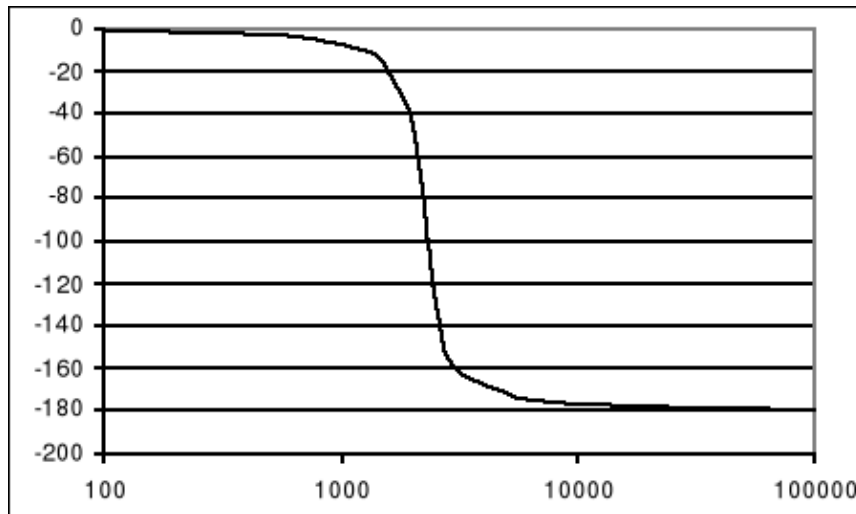
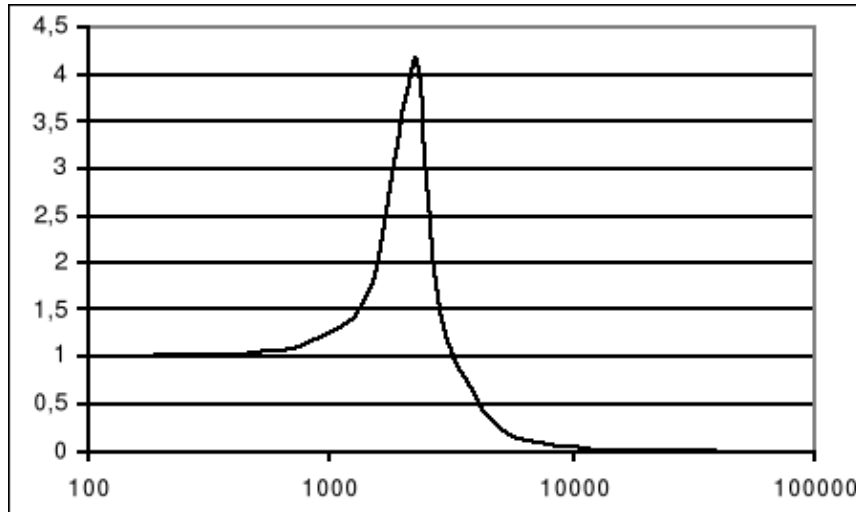
El defasatge ha estat mesurat utilitzant la tècnica de les corbes de Lissajous

Element	A	B	Defasatge
Condensador	10.4 aprox	11 aprox	$\text{Arcsin } 0.96 = -93^\circ$
Resistor	0.3	5 aprox	$\text{Arcsin } 0.05 = -3^\circ$
Inductor	10.6 aprox	11 aprox	$\text{Arcsin } 0.96 = 87^\circ$

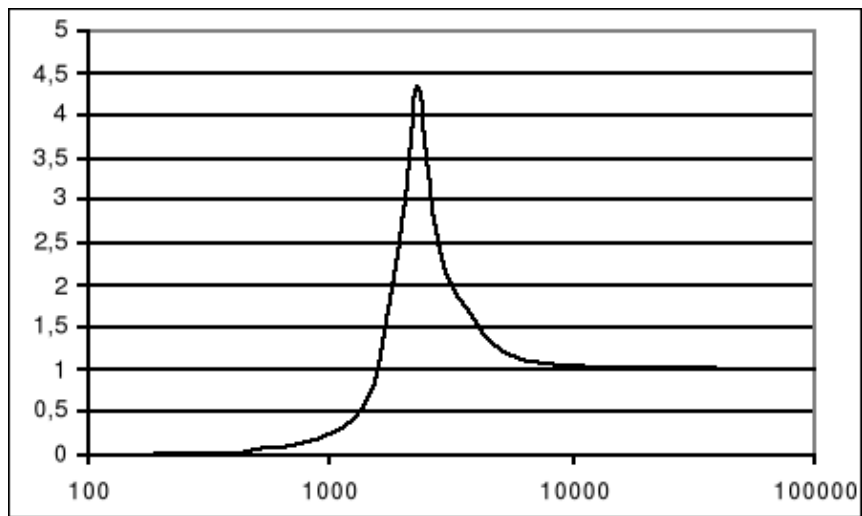
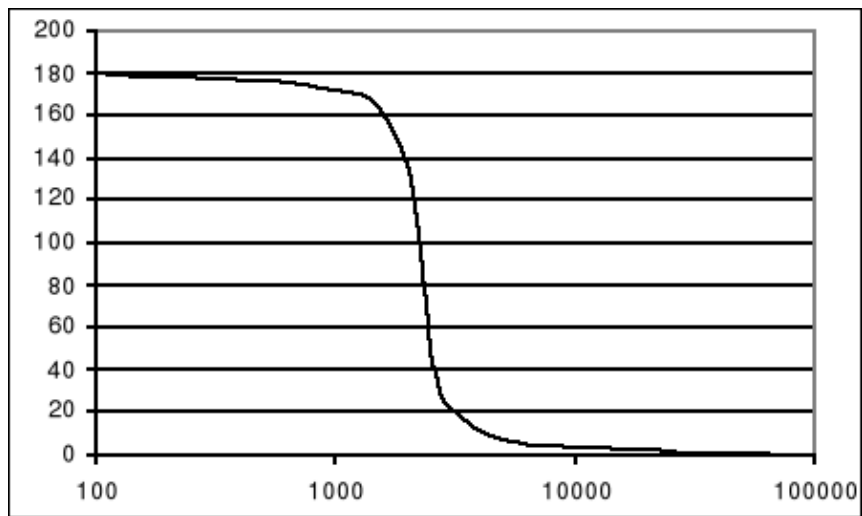
7.5. Anàlisi de resultats i conclusions

7.5.1. Dibuixeu per cada un dels components les corbes de guany i fase a freqüències compreses entre 100 Hz i 100 kHz. Utilitzeu una escala logarítmica per a les freqüències. Observeu que les corbes de guany apareix un pic a la freqüència de ressonància. És el que s'anomena pic de ressonància.

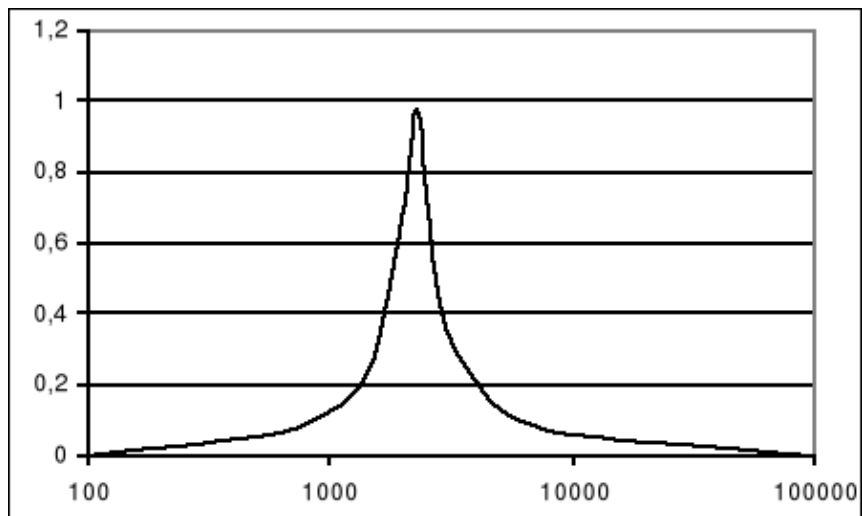
CONDENSADOR

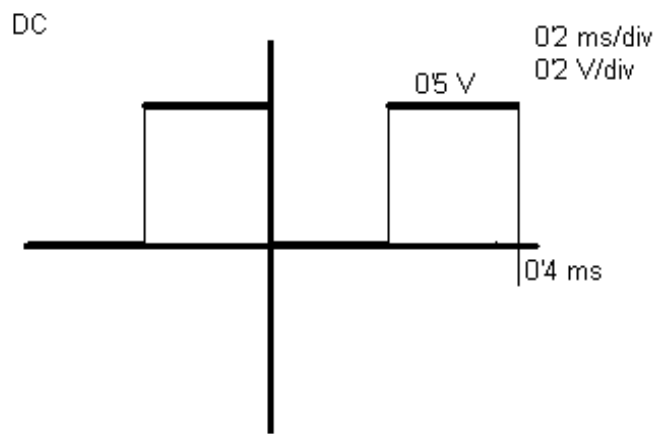
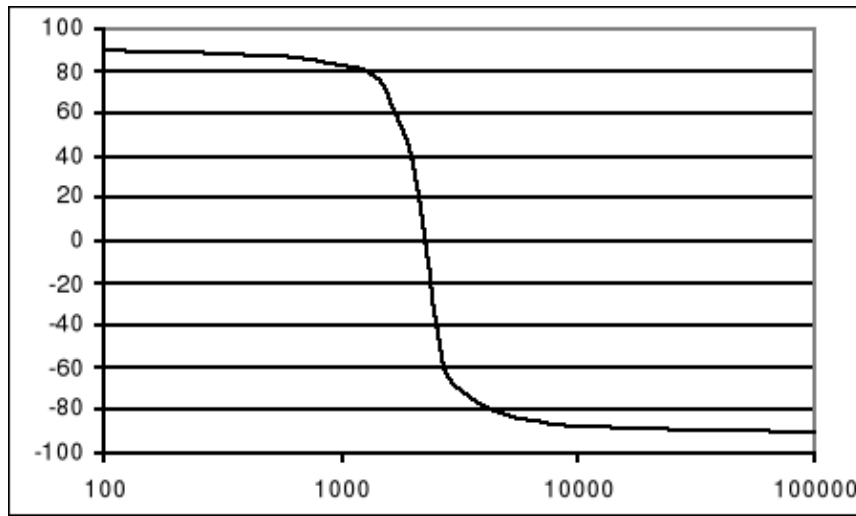


INDUCTOR

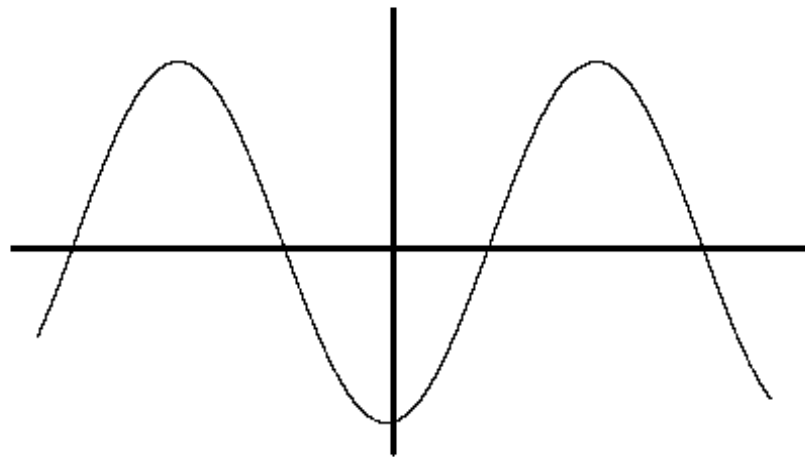


RESISTOR





INCRUSTAR PBrush

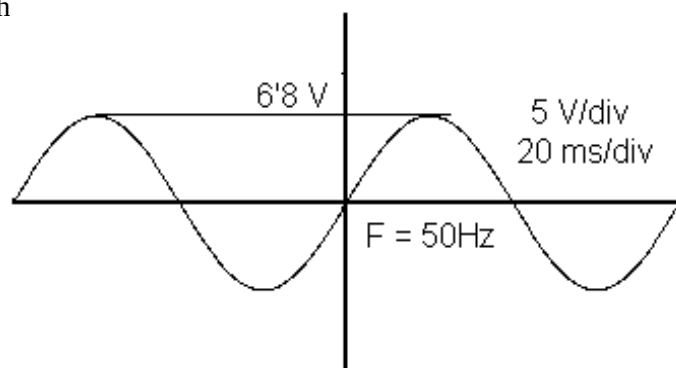


EMBED PBrush

EMBED PBrush

EMBED PBrush

EMBED PBrush



EMBED PBrush



EMBED Word.Picture.8

