

FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA TECNOLOGÍA (2016-2017)
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD DE GRANADA

Memoria Prácticas



Antonio Rodríguez Alaminos
Víctor Moreno Jiménez

6 de marzo de 2018

Índice

1	PRACTICA 01. Manejo del polímetro. Medidas en continua [2]	5
1.1	Cuestiones teóricas	5
1.1.1	Fuente de Tensión	5
1.1.2	Medida de tensiones	5
1.1.3	Medida de intensidad	6
1.1.4	Medida de resistencias	7
1.2	Resistencias y medidas en continua	8
1.2.1	Valor nominal y valor medido.	8
1.2.2	Agrupación de resistencias. Medidas en un circuito	8
1.2.3	Cálculo del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura (α).	11
2	PRACTICA 01. Manejo del polímetro. Medidas en continua [1]	13
2.1	Cuestiones teóricas	13
2.1.1	Fuente de Tensión	13
2.1.2	Medida de tensiones	13
2.1.3	Medida de intensidad	14
2.1.4	Medida de resistencias	15
2.2	Resistencias y medidas en continua	16
2.2.1	Valor nominal y valor medido.	16
2.2.2	Agrupación de resistencias. Medidas en un circuito [2].	16
2.2.3	Cálculo del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura (α).	18
3	PRACTICA 02. Alterna. Amplificador operacional. Diagrama de Bode. [2]	20
3.1	Medidas en alterna	20
3.2	Filtro con amplificador operacional. Diagrama de Bode	21
3.2.1	Filtro con amplificador operacional.	21
3.2.2	Diagrama de Bode.	23
4	PRACTICA 02. Alterna. Amplificador operacional. Diagrama de Bode. [1]	25
4.1	Medidas en alterna	25
4.2	Filtro con amplificador operacional. Diagrama de Bode	26
4.2.1	Filtro con amplificador operacional. [2]	26
4.2.2	Diagrama de Bode.	28
5	PRACTICA 03. Diodo. Unión PN [6]	31
5.1	Polarización directa. Tensión umbral (V_γ) y resistencia dinámica (r_d) . . .	31
5.2	Diodo sin polarización, funcionando como célula fotovoltaica	36
6	PRACTICA 04. Transistor bipolar de union	38
6.1	Curva característica de salida (IC frente a VCE) [4, 6]	38
6.2	Montaje amplificador básico. Calculo de la ganancia [6]	40

7	PRACTICA 05. Familia lógicas: CMOS	42
7.1	Puerta NOT CMOS [6]	42
7.2	Memoria CMOS [5]	44
8	PRACTICA 06. Conversor analógico-digital [5]	47
8.1	Actividad 1	48
8.2	Actividad 2	48
9	PRACTICA 07. Conservor analógico-digital - SUBIR NOTA [5]	50
9.1	Atividade 1	50
9.2	Atividade 2	51
10	Tiristores. EXTRA	53

Índice de figuras

1.1.	Valores de las resistencias.	8
1.2.	Fotografía resistencias.	9
2.1.	Fotografía resistencias.	16
3.1.	Fotografía amplificador operacional.	21
3.2.	Gráfica Bode [2]	24
4.1.	Fotografía amplificador operacional.	26
4.2.	Gráfica Bode	30
5.1.	Gráfica diodo verde	32
5.2.	Foto diodo verde	33
5.3.	Gráfica diodo rojo	33
5.4.	Foto diodo rojo	34
5.5.	Gráfica diodo negro	34
5.6.	Foto diodo negro	35
5.7.	Gráfica diodos juntos	35
5.8.	Foto luz diodo rojo	36
6.1.	Fotografía transistor bipolar de unión	38
6.2.	Gráfica que contiene las tres curvas, correspondiente a las tres tensiones	39
6.3.	Fotografía amplificador básico	41
7.1.	Fotografía puerta NOT CMOS	42
7.2.	Foto osciloscopio NOT CMOS con resistencia	43
7.3.	NOT CMOS con resistencia	43
7.4.	Foto osciloscopio NOT CMOS sin resistencia	44
7.5.	NOT CMOS sin resistencia	44
7.6.	Foto memoria CMOS, A = 0	45
7.7.	Foto memoria CMOS Guarda cuando A es = 0	45
7.8.	Foto memoria CMOS, A = 1	46
7.9.	Foto memoria CMOS guarda cuando es A = 1	46
8.1.	Foto conversor analógico-digital	47

8.2. Foto ejemplo conversor analógico-digital	48
9.1. Foto memoria CMOS	51
9.2. Foto conversor analógico-digital	52
10.1. Fotografía con tiristor encendido.	53
10.2. Fotografía fotografía con tiristor apagado.	53

Índice de tablas

1.1. Valores de las resistencias obtenidas.	9
3.1. Valores tomados en clase.	20
3.2. Valores del diagrama de Bode. [2]	23
4.1. Valores del diagrama de Bode.	29
5.1. Tabla que contiene los valores obtenidos en la practica 3	32
6.1. Tabla que contiene los valores correspondiente a las tres tensiones	40
6.2. Tabla que contiene las medidas TIF	41
8.1. Valores tomados en clase.	49
9.1. Valores tomados en clase.	52

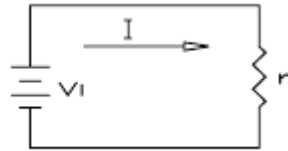
1. PRACTICA 01. Manejo del polímetro. Medidas en continua [2]

1.1. Cuestiones teóricas

1.1.1. Fuente de Tensión

Una fuente de tensión ideal es un elemento que proporciona una tensión fija entre sus dos terminales. En el laboratorio se disponen de fuentes de $+15V$, $-15V$ y $+5V$. Estas fuentes tienen una limitación de corriente de $0,5$ y $1A$; si se superan estos valores, se pueden destruir componentes de la fuente.

Calcular la resistencia mínima que se puede colocar en los extremos de la fuente de tensión, para que la corriente I que circula por el circuito sea menor que $1A$ (para $V_i=5V$) o menor que $0,5A$ (para $V_i=15V$). ¿Por qué no se debe utilizar una resistencia menor que la calculada?



Para calcularla utilizaremos la ley de Ohm siguiente, $R = V/I$

- Para el primer caso $R_m = 5V/1A \rightarrow 5\Omega$
- Para el segundo caso $R_m = 15V/0,5A \rightarrow 30\Omega$

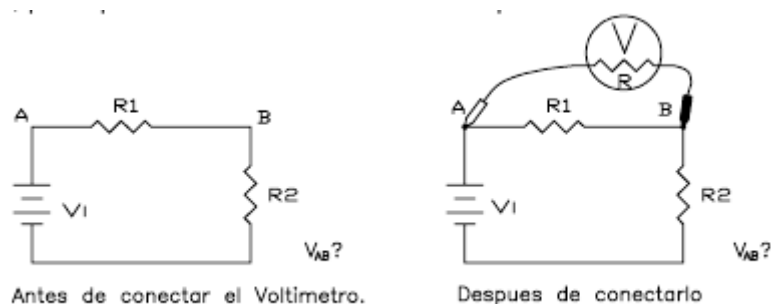
La resistencia mínima para $1A$ con $5V$ es 5Ω y la resistencia mínima para $0,5A$ con $15V$ es 30Ω .

No debemos utilizar una resistencia mas pequeña, debido a que la intensidad que circularía sería mayor de lo que es capaz de suministrar la fuente de tensión. Aunque en el laboratorio las fuentes utilizadas dejan de suministrar tensión en tal caso, por motivos de seguridad frente a cortocircuitos y por ello no podemos verlo físicamente lo que sucede de verdad.

1.1.2. Medida de tensiones

Se utiliza un polímetro en la función de voltímetro. Para obtener la caída de tensión entre dos puntos de un circuito, basta colocar los dos terminales del voltímetro en los dos puntos del circuito. El voltímetro presenta una resistencia interna R , que al colocar en paralelo sobre los elementos del circuito, hace que el funcionamiento del circuito cambie.

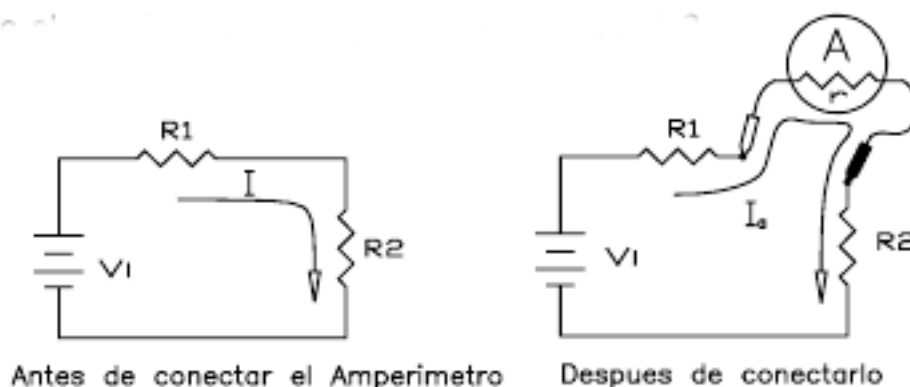
¿Cómo debe ser esta resistencia R , para que el circuito no sea modificado por el voltímetro?



Para ello el valor de la resistencia interna del voltímetro (R_V) tiene que ser lo mayor posible ya que así, a la hora de conectar el voltímetro y formar parte del circuito, este no afectara al circuito ya que no pasara corriente por esta nueva rama y ira toda por el circuito que teníamos antes de conectar el voltímetro.

1.1.3. Medida de intensidad

Se utiliza un polímetro en función de amperímetro. Este aparato se debe conectar SIEMPRE en serie con aquella rama del circuito en la que se quiere conocer la intensidad (en caso de duda consultar al profesor). Entre los dos terminales, el amperímetro puede representarse como una resistencia, ésta modifica el circuito al realizar la medida. ¿Cómo debe ser la resistencia r , para que el circuito se modifique lo menos posible?



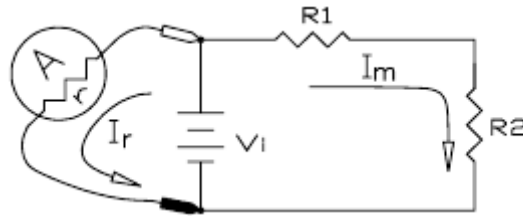
La que nos conviene, para que el circuito se modifique lo menos posible es, el menor valor posible ya que el medidor esta en serie y lo que necesitamos medir es la suma de todas las resistencias, cuanto menor sea el total de esta suma menor sera la intensidad afectada.

Si el fabricante advierte que el amperímetro no puede soportar corrientes mayores que $0,2A$: ¿Qué ocurre si se desea medir la corriente que circula por el circuito anterior, y

por error, se hace como en la siguiente figura? ¡No lo hagáis! Es una cuestión teórica.

Se provocaría un cortocircuito con la batería del amperímetro debido a que tiene una resistencia muy baja y pasaría demasiada intensidad.

¿Qué corriente circularía por el amperímetro?



Teniendo en cuenta la ley de Ohm y que: $R_1 = R_2 = 1k\Omega$ y $r = 5\Omega$ $V_i = 5V$
 $I = V/R \rightarrow 5V/5\Omega = 1A$, entonces la corriente que circula por el amperímetro es de $1A$ y como es mayor que $0,2$ el fusible se romperá.

1.1.4. Medida de resistencias

Se utiliza un polímetro en la función de óhmetro. Se colocan en paralelo los dos terminales del polímetro sobre los extremos de la resistencia o agrupación de ellas que se desee medir. Nunca se deben medir resistencias cuando formen parte de un circuito, desconectar siempre la agrupación del resto del circuito. ¿Por qué debe hacerse así?

Porque si la resistencia no es desconectada, circulara corriente por ella, y esto genera lecturas erróneas.

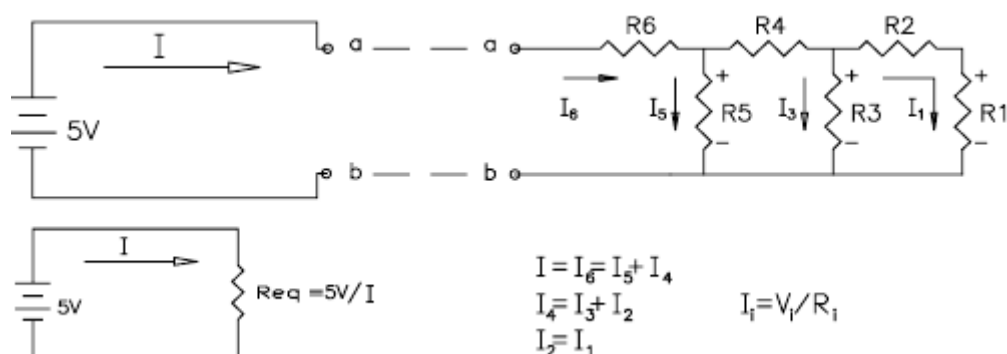
1.2. Resistencias y medidas en continua

1.2.1. Valor nominal y valor medido.

Coger 6 resistencias y crear una tabla con los valores medidos de las resistencias. Compararlos con el valor nominal dado por el código de colores y comprobar que los valores medidos están dentro de la tolerancia especificada por el fabricante.

1.2.2. Agrupación de resistencias. Medidas en un circuito

Se ha de montar la agrupación de 6 resistencias (parte derecha de la figura).



H	F	Ω	Color	1.ª cifra	2.ª cifra	Mult.	Tolerancia		Coeficiente temp. (ppm/K)	
10 μ	10p	10	Negro	0	0	$\times 10^0$	—		250	U
100 μ	100p	100	Marrón	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$	F	100	S
1m	1n	1k	Rojo	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$	G	50	R
10m	10n	10k	Naranja	3	3	$\times 10^3$	—		15	P
100m	100n	100k	Amarillo	4	4	$\times 10^4$	—		25	Q
1	1 μ	1M	Verde	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$	D	20	Z
10	10 μ	10M	Azul	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$	C	10	Z
100	100 μ	100M	Violeta	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$	B	5	M
1k	1m	1G	Gris	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$	A	1	K
10k	10m	10G	Blanco	9	9	$\times 10^9$	—		—	
1 μ	1p	1	Dorado	—	—	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$	J	—	—
1/10 μ	1/10p	01-oct	Plata	—	—	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$	K	—	—
—	—	—	Sin	—	—	—	$\pm 20\%$	M	—	—

Figura 1.1: Valores de las resistencias.

Calcular teóricamente (con los valores medidos de las resistencias) el valor de la agrupación. Medir con el polímetro la resistencia equivalente de la agrupación de resistencias.

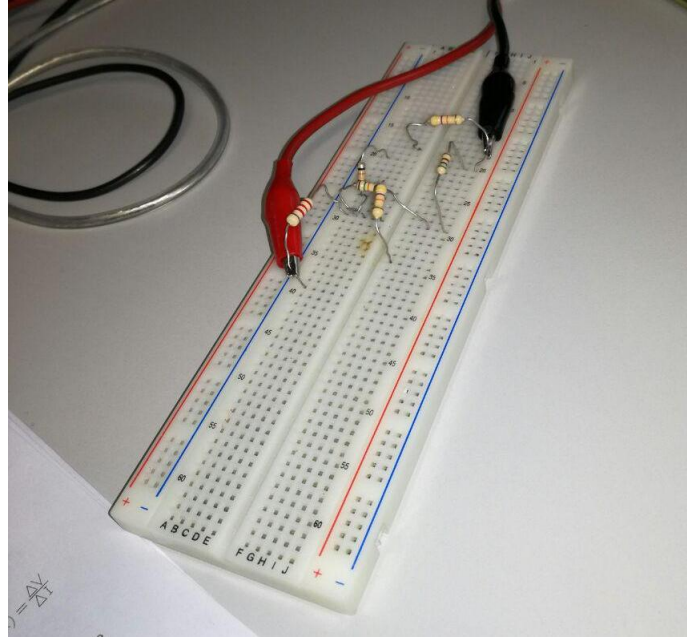


Figura 1.2: Fotografía resistencias.

ID	COLOR	V. NOMINAL	TOLERANCIA	V. MEDIDO
R_1	Marrón, negro, naranja, oro	$10K\Omega \pm 5\%$	$\pm 500\Omega$	$9,77K\Omega$
R_2	Marrón, negro, naranja, oro	$10K\Omega \pm 5\%$	$\pm 500\Omega$	$9,69K\Omega$
R_3	Marrón, verde, naranja, oro	$15K\Omega \pm 5\%$	$\pm 750\Omega$	$14,84K\Omega$
R_4	Naranja, negro, naranja, oro	$30K\Omega \pm 5\%$	$\pm 1500\Omega$	$29,67K\Omega$
R_5	Amarillo, naranja, naranja, oro	$46K\Omega \pm 5\%$	$\pm 2300\Omega$	$47,8K\Omega$
R_6	Marrón, negro, rojo, oro	$100K\Omega \pm 5\%$	$\pm 50\Omega$	$98,1K\Omega$

Tabla 1.1: Valores de las resistencias obtenidas.

$$R_A = R_{1 \rightarrow 2} = R_1 + R_2 = 9,77K\Omega + 9,69K\Omega = 19,46K\Omega$$

$$R_B = R_{A \rightarrow 3} = \frac{R_3 * R_A}{R_3 + R_A} = \frac{14,84K\Omega * 19,46K\Omega}{14,84K\Omega + 19,46K\Omega} = \frac{304,0156K\Omega}{34,3K\Omega} = 8,8634K\Omega$$

$$R_C = R_{B \rightarrow 4} = R_B + R_3 = 29,67K\Omega + 8,8634K\Omega = 38,5334K\Omega$$

$$R_B = R_{C \rightarrow 5} = \frac{R_3 * R_C}{R_3 + R_C} = \frac{47,8K\Omega * 38,5334K\Omega}{47,8K\Omega + 38,5334K\Omega} = \frac{1841,8965K\Omega}{86,3334K\Omega} = 8,8634K\Omega$$

$$R_{Equivalente} = R_{D \rightarrow 6} = R_D + R_6 = 21,3347K\Omega + 98,1K\Omega = 21432,1K\Omega$$

Por lo tanto la resistencia equivalente resultante teóricamente sería de $21432,1K\Omega$.

Posteriormente, a la agrupación se le conecta una fuente de tensión de continua (en la figura aparece de 5V, pero puede ser de otro valor). Medir la intensidad que entra a la agrupación de resistencias (I en la figura). La resistencia equivalente será el cociente de 5V y la intensidad medida I ($R_{eq}=5V/I$).

$$I = 1,62mA$$

$$R_{eq} = \frac{5V}{1,62mA} = 3,0864k\Omega$$

Medir la diferencia de potencial en las resistencias R_1 , R_3 y R_5 (VR_1 , VR_3 y VR_5). Medir la intensidad I_1 . Si es imposible medirla con los amperímetros del laboratorio, por ser muy pequeña, se debe medir la tensión en R_1 (o R_2) y dividir por R_1 (o R_2). Comprobar teóricamente que los resultados de VR_1 , VR_3 , VR_5 e I_1 son correctos.

$$VR_1 = 0,673V$$

$$VR_3 = 4,62V$$

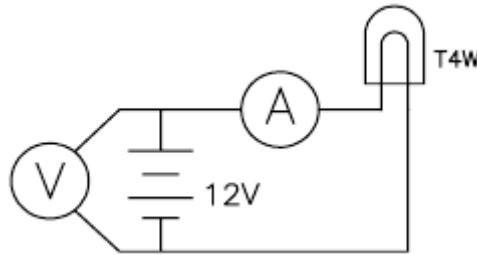
$$VR_5 = 5,68V$$

$$I_1 = 1,46A$$

1.2.3. Cálculo del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura (α).

Sabemos que el valor de una resistencia cambia con la temperatura. Una fórmula aproximada que describe dicha variación es $R(T) = R(T_0) * [1 + \alpha(T - T_0)]$. Esta fórmula la vamos a utilizar para calcular el coeficiente de temperatura (α) para el wolframio (el metal del filamento de las bombillas).

Primero se mide con el polímetro la resistencia $R(T_0)$ de una bombilla T4W a temperatura ambiente (suponer $T_0 = 295,15K$, que corresponde a $22^\circ C$). Luego se conecta la bombilla a 12 V, se mide la tensión V , y se mide la intensidad entrante con un amperímetro como en la figura, o mejor aún, tomar la corriente consumida de la pantalla de la propia fuente. El cociente V/I será el valor de $R(T)$. Falta calcular la temperatura T , para eso utilizaremos la Ley de Stefan (ver recuadro). Si la temperatura T es mucho mayor que la temperatura ambiente (¡comprobarlo!) la potencia electromagnética radiada (P) es aproximadamente igual a la potencia eléctrica consumida por la bombilla (es decir $P = I * V$). Tras haber calculado T , podemos despejar el valor del coeficiente de temperatura α .



Bombilla $\rightarrow 4W$

$$R_{Bombilla} = 3,5\Omega \rightarrow R_{BombillaCaliente} = 3,89K\Omega$$

$$I_{Bombilla} = 0,32A$$

$$V_{Bombilla} = 12,04V$$

$$R_{Caliente} = \frac{12,04V}{0,32A} = 37,625\Omega$$

$$P_{Consumida} = I * V = 3,3712W$$

$$P_{Radiada} = \epsilon \sigma A T^4 \rightarrow T$$

$$P_{Radiada} = \epsilon \sigma A T^4 \rightarrow 3,3712W = 1 * 5,6704 * 10^{-8} * 2,6 * 10^{-6} * T^4 \rightarrow T = 2186,74K$$

$$R_t = R(T_0) * [1 + \alpha(T - T_0)] \rightarrow 37,625\Omega = 3,5\Omega + 6998,883 = 0,005615K^{-1}$$

Comparar el valor obtenido de α con el proporcionado por otra fuente (libros, internet, etc.). Citar la fuente.

Le correspondería la luz infrarroja, fuente wikipedia.

Calcular la longitud de onda λ_{MAX} a la cual, la bombilla emite la máxima radiación. Utilizar la Ley del desplazamiento de Wien (ver recuadro). ¿A qué color corresponde λ_{MAX} ?

$$\lambda_{MAX} * T = 2897768,5$$

$$\lambda_{MAX} = \frac{2897768,5nmk}{2186,74k} = 1325,1545nm$$

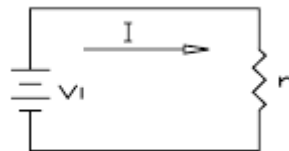
2. PRACTICA 01. Manejo del polímetro. Medidas en continua [1]

2.1. Cuestiones teóricas

2.1.1. Fuente de Tensión

Una fuente de tensión ideal es un elemento que proporciona una tensión fija entre sus dos terminales. En el laboratorio se disponen de fuentes de $+15V$, $-15V$ y $+5V$. Estas fuentes tienen una limitación de corriente de $0,5$ y $1A$; si se superan estos valores, se pueden destruir componentes de la fuente.

Calcular la resistencia mínima que se puede colocar en los extremos de la fuente de tensión, para que la corriente I que circula por el circuito sea menor que $1A$ (para $V_i=5V$) o menor que $0,5A$ (para $V_i=15V$). ¿Por qué no se debe utilizar una resistencia menor que la calculada?



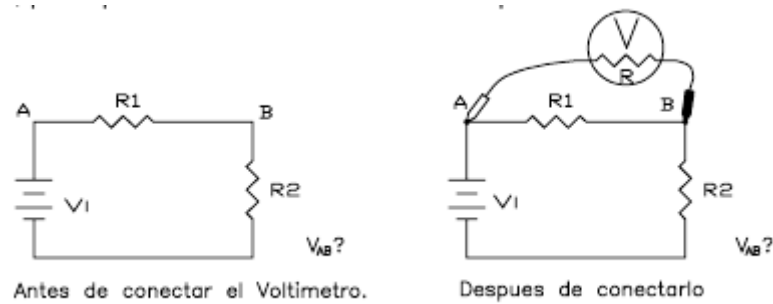
Para calcularla utilizaremos la ley de Ohm siguiente, $R = V/I$

- Para el primer caso $R_m = 5V/1A \rightarrow 5\Omega$ como mínimo
- Para el segundo caso $R_m = 15V/0,5A \rightarrow 30\Omega$ como mínimo

Si las resistencias fuesen menor que las calculadas con dichos voltajes, podríamos poner en peligro los elementos de la fuente ya que superaríamos las intensidades permitidas por la fuente de alimentación.

2.1.2. Medida de tensiones

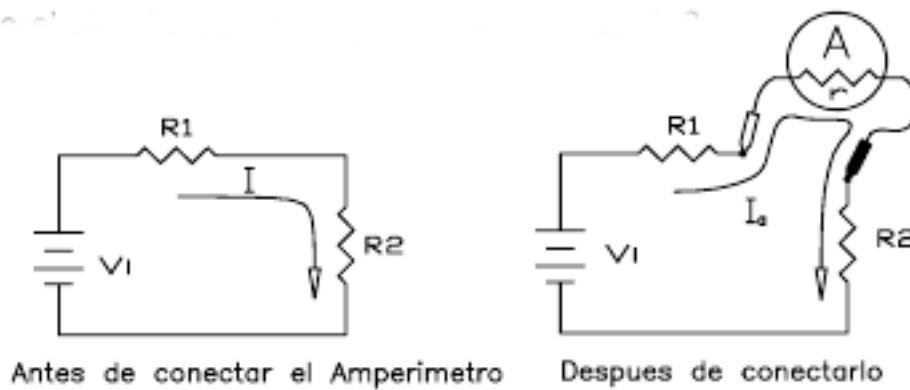
Se utiliza un polímetro en la función de voltímetro. Para obtener la caída de tensión entre dos puntos de un circuito, basta colocar los dos terminales del voltímetro en los dos puntos del circuito. El voltímetro presenta una resistencia interna R , que al colocar en paralelo sobre los elementos del circuito, hace que el funcionamiento del circuito cambie. ¿Cómo debe ser esta resistencia R , para que el circuito no sea modificado por el voltímetro?



Como el polímetro se conecta en paralelo, la suma de la resistencia del polímetro (R) y la resistencia del circuito ($R1$) debe ser igual a $R1$. De esta forma no afectaríamos al circuito al conectar el polímetro.

2.1.3. Medida de intensidad

Se utiliza un polímetro en función de amperímetro. Este aparato se debe conectar SIEMPRE en serie con aquella rama del circuito en la que se quiere conocer la intensidad (en caso de duda consultar al profesor). Entre los dos terminales, el amperímetro puede representarse como una resistencia, ésta modifica el circuito al realizar la medida. ¿Cómo debe ser la resistencia r , para que el circuito se modifique lo menos posible?



Para que el circuito anterior se modifique lo menos posible al conectarle el polímetro, la resistencia r debe ser lo más pequeña posible ya que esta conectado en serie y:

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + r \text{ con el polímetro}$$

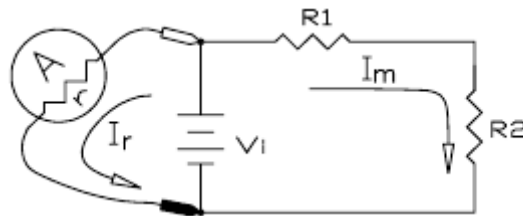
$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 \text{ sin el polímetro}$$

Si el fabricante advierte que el amperímetro no puede soportar corrientes mayores que $0,2\text{A}$: ¿Qué ocurre si se desea medir la corriente que circula por el circuito anterior, y por error, se hace como en la siguiente figura? ¡No lo hagáis! Es una cuestión teórica.

Si se mide la corriente como en la figura anterior, la intensidad circularía directamente por el polímetro y no pasaría por el circuito con R_1 y R_2 .

Con lo cual estaríamos midiendo la intensidad que sale directamente de la fuente de alimentación

¿Qué corriente circularía por el amperímetro?



Como el amperímetro solo soporta corrientes $\leq 0,2\text{ A}$ si medimos la intensidad como en la figura anterior, estaría pasando una intensidad de: por la ley de Ohm $I = V/R = 5/5 = 1\text{ A}$, corriente mucho mayor que el límite del fabricante. Podríamos romper el amperímetro.

2.1.4. Medida de resistencias

Se utiliza un polímetro en la función de óhmetro. Se colocan en paralelo los dos terminales del polímetro sobre los extremos de la resistencia o agrupación de ellas que se desee medir. Nunca se deben medir resistencias cuando formen parte de un circuito, desconectar siempre la agrupación del resto del circuito. ¿Por qué debe hacerse así?

Porque el valor de la resistencia puede verse alterado por otros componentes del circuito.

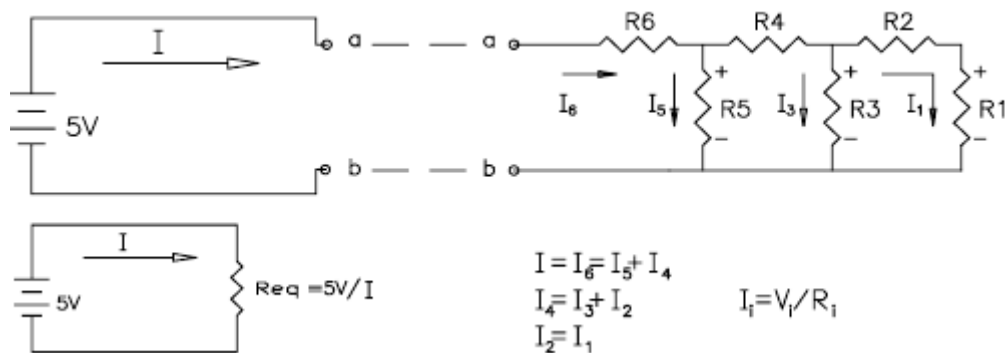
2.2. Resistencias y medidas en continua

2.2.1. Valor nominal y valor medido.

Coger 6 resistencias y crear una tabla con los valores medidos de las resistencias. Compararlos con el valor nominal dado por el código de colores y comprobar que los valores medidos están dentro de la tolerancia especificada por el fabricante.

2.2.2. Agrupación de resistencias. Medidas en un circuito [2].

Se ha de montar la agrupación de 6 resistencias (parte derecha de la figura).



Calcular teóricamente (con los valores medidos de las resistencias) el valor de la agrupación. Medir con el polímetro la resistencia equivalente de la agrupación de resistencias.

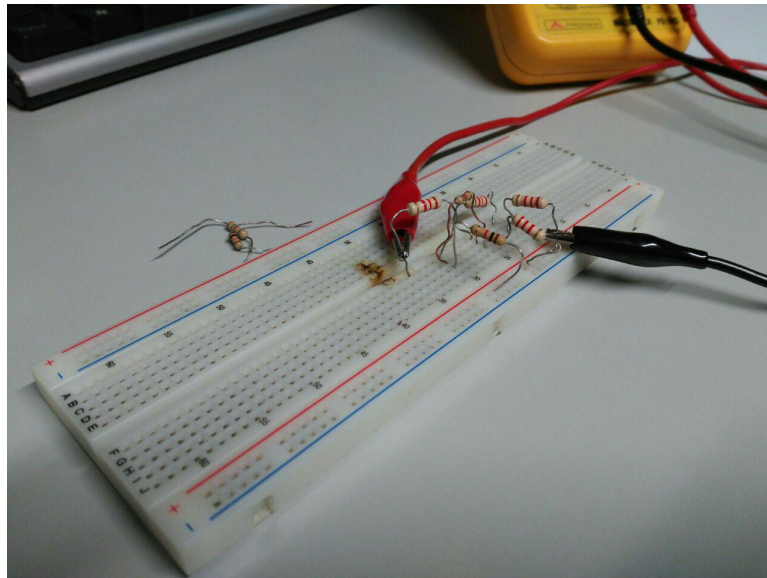


Figura 2.1: Fotografía resistencias.

	Valor nominal	Valor medido	Tolerancia
Resistencia1	1K Ω	0,985 k Ω	5%
Resistencia2	1K Ω	0,992 k Ω	5%
Resistencia3	2,2K Ω	2,155 k Ω	5%
Resistencia4	10k Ω	9,995 k Ω	5%
Resistencia5	15k Ω	14,864 k Ω	5%
Resistencia6	2,2k Ω	2,166 k Ω	5%

Calculando la suma de resistencias teóricamente:

Agrupamos R1, R2, R4, R6 y las sumamos normal ya que están en serie $\rightarrow R1+R2+R4+R6 = 14,138k\Omega$ y lo sumamos en paralelo con R3 y R5. $(1/R3 + 1/R5 + 1/(R1 + R2 + R4 + R6))^{-1} = 1,66k\Omega$.

Si lo comparamos con el valor medido en el laboratorio vemos que son muy similares.

Valor medido: 1,64k Ω .

Posteriormente, a la agrupación se le conecta una fuente de tensión de continua (en la figura aparece de 5V, pero puede ser de otro valor). Medir la intensidad que entra a la agrupación de resistencias (I en la figura). La resistencia equivalente será el cociente de 5V y la intensidad medida I ($R_{eq}=5V/I$).

Si conectamos una fuente de alimentación de 5V, en la agrupación de resistencias entra una intensidad $I1 = 0,91A$.

Por lo tanto, la resistencia equivalente tendría un valor de: $5/0,91 = 5,49k\Omega$.

Si conectamos una fuente de alimentación de 15V, en la agrupación de resistencias entra una intensidad $I1 = 2,78A$.

Por lo tanto, la resistencia equivalente tendría un valor de: $15/0,91 = 16,48k\Omega$.

Medir la diferencia de potencial en las resistencias R_1 , R_3 y R_5 (VR_1 , VR_3 y VR_5). Medir la intensidad I_1 . Si es imposible medirla con los amperímetros del laboratorio, por ser muy pequeña, se debe medir la tensión en R_1 (o R_2) y dividir por R_1 (o R_2). Comprobar teóricamente que los resultados de VR_1 , VR_3 , VR_5 e I_1 son correctos.

La diferencia de potencial de R1 es de 0,36V.

La diferencia de potencial de R3 es de 0,721V.

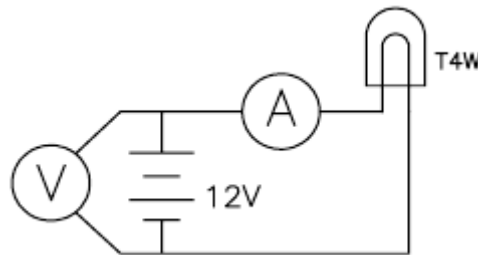
La diferencia de potencial de R5 es de 1,22V.

La intensidad medida I1, entrando 5V es de 0,91 A.

2.2.3. Cálculo del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura (α).

*Sabemos que el valor de una resistencia cambia con la temperatura. Una fórmula aproximada que describe dicha variación es $R(T) = R(T_0) * [1 + \alpha(T - T_0)]$. Esta fórmula la vamos a utilizar para calcular el coeficiente de temperatura (α) para el wolframio (el metal del filamento de las bombillas).*

*Primero se mide con el polímetro la resistencia $R(T_0)$ de una bombilla T4W a temperatura ambiente (suponer $T_0 = 295,15K$, que corresponde a $22^\circ C$). Luego se conecta la bombilla a 12 V, se mide la tensión V, y se mide la intensidad entrante con un amperímetro como en la figura, o mejor aún, tomar la corriente consumida de la pantalla de la propia fuente. El cociente V/I será el valor de $R(T)$. Falta calcular la temperatura T, para eso utilizaremos la Ley de Stefan (ver recuadro). Si la temperatura T es mucho mayor que la temperatura ambiente (¡comprobarlo!) la potencia electromagnética radiada (P) es aproximadamente igual a la potencia eléctrica consumida por la bombilla (es decir $P = I * V$). Tras haber calculado T, podemos despejar el valor del coeficiente de temperatura α .*



En primer lugar medimos la resistencia de la bombilla con el polímetro en frío ($R(T_0)$) y obtenemos un valor aproximado de $R(T_0) = 2,87\Omega$.

En segundo lugar medimos la intensidad que pasa por la bombilla al pasarle una tensión de 12V. Y obtenemos una $I=0.35A$. Con lo que podemos calcular utilizando la ley de Ohm la Resistencia ($R(T)$).

Una vez tomadas las medidas, introducimos los datos en la fórmula de la ley de Stefan y calculamos la temperatura T. Como sabemos que $e=1$, la constante de Stefan-Boltzman tiene un valor de $[I = 5,6704 * 10^8 W/(m^2 + K^4)]$ y el área de la bombilla es aproximadamente $2,6 * 10^{-6} m^2$ y que la P (potencia) es de 4W, podemos despejar la temperatura T. Haciendo los cálculos obtenemos un valor de la temperatura $T=2282,276387 K$.

Utilizando que $R(T) = R(T_0) * [1 + I(T - T_0)]$, sustituyendo los valores mencionados anteriormente y sabiendo que $T_0 = 295,15K$ despejamos α y obtenemos un valor aproximado para el coeficiente de temperatura de $\alpha = 5,5085 * 10^{-3}$.

Comparar el valor obtenido de α con el proporcionado por otra fuente (libros, internet, etc.). Citar la fuente.

Hemos consultado una tabla de coeficientes de temperatura en internet y para el wolframio el coeficiente de temperatura indicado es $4,5 * 10^{-3}$ lo cual esta en sintonía con el valor calculado (con un error apreciable).

Calcular la longitud de onda λ_{MAX} a la cual, la bombilla emite la máxima radiación. Utilizar la Ley del desplazamiento de Wien (ver recuadro). ¿A qué color corresponde λ_{MAX} ?

Utilizando la ley de desplazamiento de Wien y suponiendo que la potencia máxima radiada por la bombilla es de 4W. Podemos calcular λ_{max} y obtenemos un valor de: $\lambda_{max} = 1269,347nm$.

Consultando el espectro de luz visible observamos que le correspondería a la luz infrarroja.

3. PRACTICA 02. Alterna. Amplificador operacional. Diagrama de Bode. [2]

3.1. Medidas en alterna

Medir con el osciloscopio la amplitud, periodo y frecuencia de dos señales generadas por el oscilador. Una debe ser triangular, y la otra cuadrada, sus amplitudes y frecuencias deben ser distintas.

Se deben anotar las medidas (forma, amplitud, periodo, frecuencia) de las formas de onda que se han medido. En el osciloscopio digital, se pueden tomar medidas de tres formas distintas:

- *midiendo divisiones y multiplicando por el factor de escala.*
- *midiendo con los cursores.*
- *dejando al osciloscopio que mida automáticamente (en ciertos casos la medida puede no ser válida).*

En el guión de prácticas debería aparecer una tabla con medidas, similar a la siguiente:

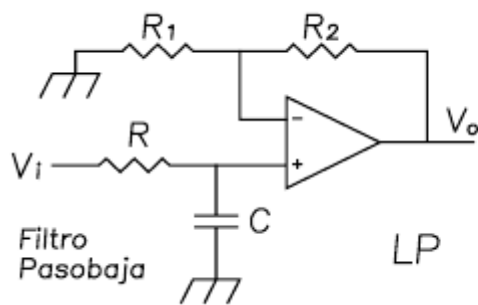
SEÑAL			SENOIDAL	TRIANGULAR	CUADRADA
FUENTE SEÑAL		AMPLITUD PERIODO FRECUENCIA	4 Vpp 500 s 2 Khz	10 Vpp 100 s 10 Khz	8 Vpp 250 s 4 Khz
OSCILOSCOPIO	DIVISORES	AMPLITUD PERIODO FRECUENCIA	4 Vpp 500 s 2 Khz	10 Vpp 100 s 10 Khz	8 Vpp 250 s 4 Khz
	CURSORES	AMPLITUD PERIODO FRECUENCIA	3,970 Vpp 500 s 2 Khz	9,83 Vpp 100 s 10 Khz	7,983 Vpp 250 s 4 Khz
	AUTOMÁTICO	AMPLITUD PERIODO FRECUENCIA	3,92 Vpp 500 s 2 Khz	9,79 Vpp 100 s 10 Khz	7,93 Vpp 250 s 4 Khz

Tabla 3.1: Valores tomados en clase.

3.2. Filtro con amplificador operacional. Diagrama de Bode

3.2.1. Filtro con amplificador operacional.

Construir el filtro pasobaja (LP) que se muestra en la figura. La frecuencia de corte del filtro (f_c) deberá ser 2 kHz (la frecuencia será aproximada, en función del material disponible en el laboratorio). La ganancia de la etapa coincide con $k = (1 + R_2/R_1) = 2$ (usar dos resistencias iguales).



PATILLAJE DEL AMP.OP. 741

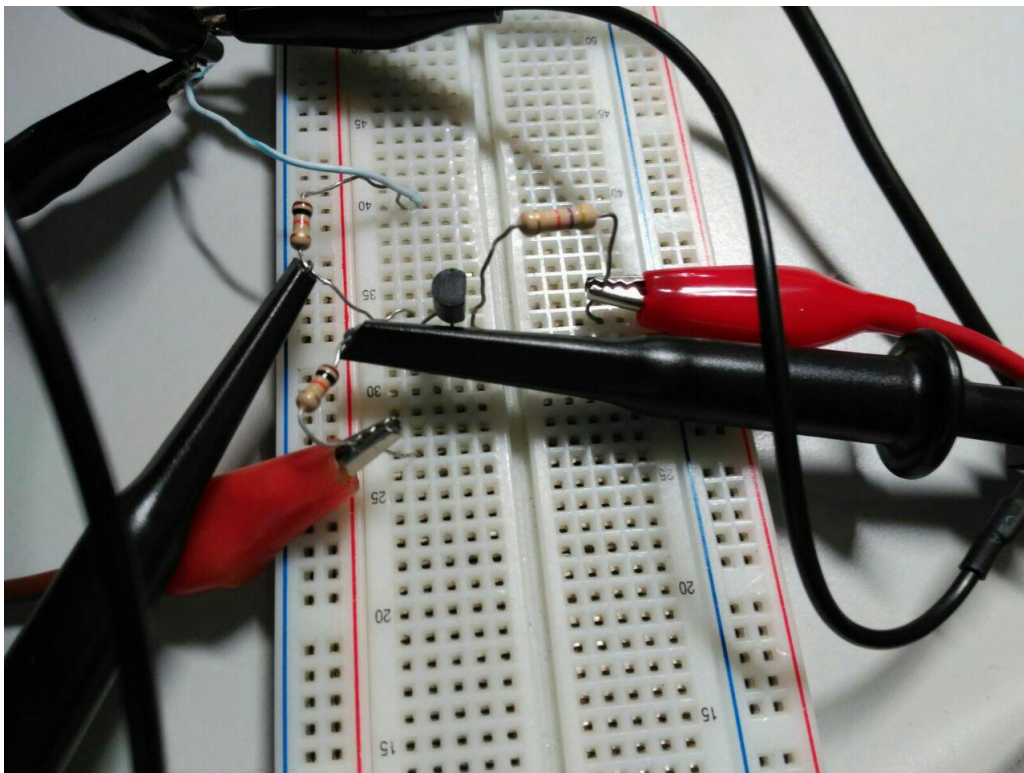
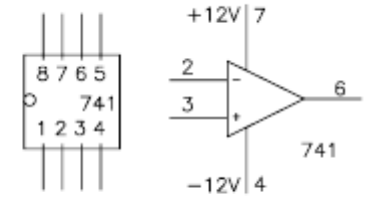


Figura 3.1: Fotografía amplificador operacional.

Indique los valores cogidos de R , C y f_c , y el proceso seguido para su elección.

$$R = 10k\Omega$$

$$C = 10nF$$

$$f_c = \frac{1}{(2\pi * RC)} = \frac{1}{2 * \pi * 10k\Omega * 10nF} = 1592Hz$$

Inmediatamente tras construir la etapa, debe comprobarse lo siguiente:

- La ganancia a bajas frecuencias en el pasobaja, debe ser igual a $k=(1+R2/R1)$. Debería salir aproximadamente igual a 2 (6 dB).
- La frecuencia de corte $f_c = 1/(2\pi RC)$ está próxima a la teórica (según los valores de R y C escogidos). La frecuencia de corte es aquella en la que la ganancia es $\frac{k}{\sqrt{2}} = 0,707k$ (caída de 3 dB). En nuestro caso, debería salir aproximadamente $\frac{2}{\sqrt{2}} = 1,4142$ (3 dB, que es 6 dB menos la caída de 3 dB).
- La ganancia a $10\Delta f_c$ en el filtro pasobaja debería salir aproximadamente igual a $k/10 = 2/10 = 0,2$ (-14 dB, que es 20 dB menos que la máxima ganancia de 6 dB).

3.2.2. Diagrama de Bode.

- Medir V_i y V_o desde 80 Hz hasta 50 kHz
- Dar una tabla con las medidas de frecuencia, V_i , V_o , $\frac{V_o}{V_i}$ y $20\log(V_o/V_i)$.
- Hacer el diagrama de Bode en módulo. El diagrama de Bode tener al menos 20 puntos.

f (Hz)	V_i (V)	V_o (V)	V_o/V_i (V)	$20\log(V_o/V_i)$
80	10,3	10,2	0,990291262135922	-0,084741058865094
100	10,3	10,2	0,990291262135922	-0,084741058865094
200	10,3	10,2	0,990291262135922	-0,084741058865094
300	10,3	10,2	0,990291262135922	-0,084741058865094
500	10,3	9,7	0,941747572815534	-0,521309808778548
800	10,3	9,2	0,893203883495145	-0,98098794719234
1000	10,2	8,8	0,86274509803922	-1,28234999223498
1200	10,2	8,1	0,794117647058824	-2,00230305766536
1400	10,2	7,8	0,764705882352941	-2,33011138142874
1600	10,2	7,3	0,715686274509804	-2,90554623282923
1700	10,2	7,2	0,705882352941176	-3,02535350661298
1800	10,2	6,9	0,676470588235294	-3,39502162049324
2000	10,2	6,4	0,627450980392157	-4,04840395556061
3000	10,	2 5	0,490196078431373	-6,19260334851797
5000	10,2	3,4	0,333333333333333	-9,54242509439325
8000	10,2	2,3	0,225490196078431	-12,9374467148865
10000	10,2	1,9	0,186274509803922	-14,5969314161818
20000	10,2	1,3	0,127450980392157	-17,8931363891016
30000	10,2	0,556	0,054509803921569	-25,2705076035972
50000	10	0,344	0,0344	-29,2688311485694
80000	10	0,231	0,0231	-32,7277604021571
100000	10	0,188	0,0188	-34,5168430147264
200000	10	0,106	0,0106	-39,4938826947046
300000	10	0,075	0,0075	-42,498774732166
500000	9,8	0,056	0,005714285714286	-44,8607609737259

Tabla 3.2: Valores del diagrama de Bode. [2]

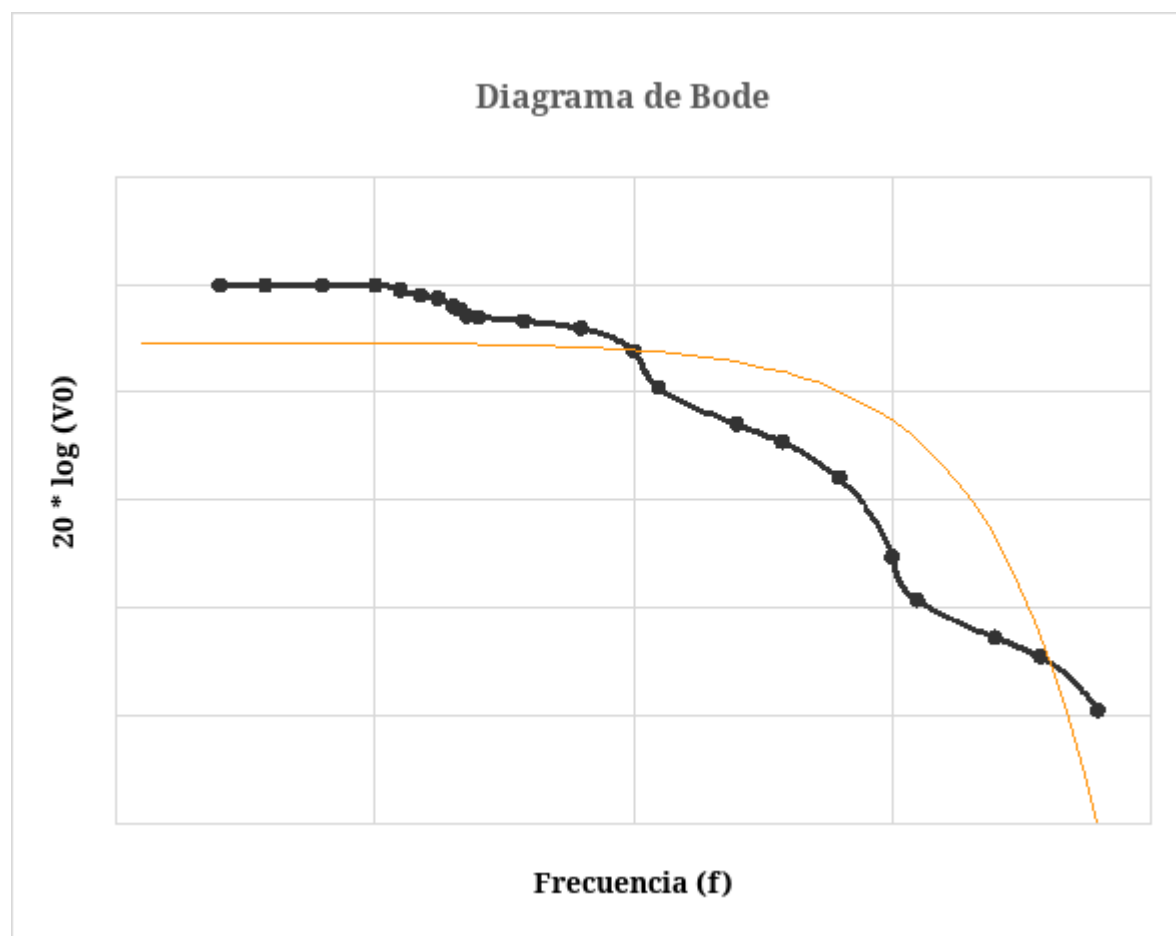


Figura 3.2: Gráfica Bode [2]

4. PRACTICA 02. Alterna. Amplificador operacional. Diagrama de Bode. [1]

4.1. Medidas en alterna

Medir con el osciloscopio la amplitud, periodo y frecuencia de dos señales generadas por el oscilador. Una debe ser triangular, y la otra cuadrada, sus amplitudes y frecuencias deben ser distintas.

Se deben anotar las medidas (forma, amplitud, periodo, frecuencia) de las formas de onda que se han medido. En el osciloscopio digital, se pueden tomar medidas de tres formas distintas:

- *midiendo divisiones y multiplicando por el factor de escala.*
- *midiendo con los cursores.*
- *dejando al osciloscopio que mida automáticamente (en ciertos casos la medida puede no ser válida).*

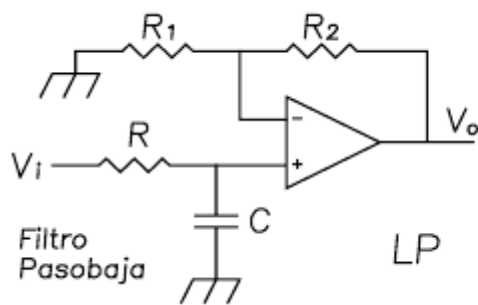
En el guión de prácticas debería aparecer una tabla con medidas, similar a la siguiente:

	Señal:	Cuadrada	Triangular
FUENTE SEÑAL	Amplitud Periodo Frecuencia	8 Vpp 500 μs 2 kHz	4 Vpp 2 ms 500 Hz
DIVISIONES	Amplitud Periodo Frecuencia	1,75*div*5V/div=8,75V 5div*100μs/div=500 μs 2kHz	2div*2V/div=4 Vpp 4div*500ms/div=2ms 500 Hz
CURSORES	Amplitud Periodo Frecuencia	7,9 Vpp 504 μs 1,9841 kHz	4,43 Vpp 2,5 ms 500 Hz
AUTOMÁTICO	Amplitud Periodo Frecuencia	7,8 Vpp 501 μs [1,996-2] kHz	4,38 Vpp 2ms 500 Hz

4.2. Filtro con amplificador operacional. Diagrama de Bode

4.2.1. Filtro con amplificador operacional. [2]

Construir el filtro pasobaja (LP) que se muestra en la figura. La frecuencia de corte del filtro (f_c) deberá ser 2 kHz (la frecuencia será aproximada, en función del material disponible en el laboratorio). La ganancia de la etapa coincide con $k = (1 + R_2/R_1) = 2$ (usar dos resistencias iguales).



PATILLAJE DEL AMP.OP. 741

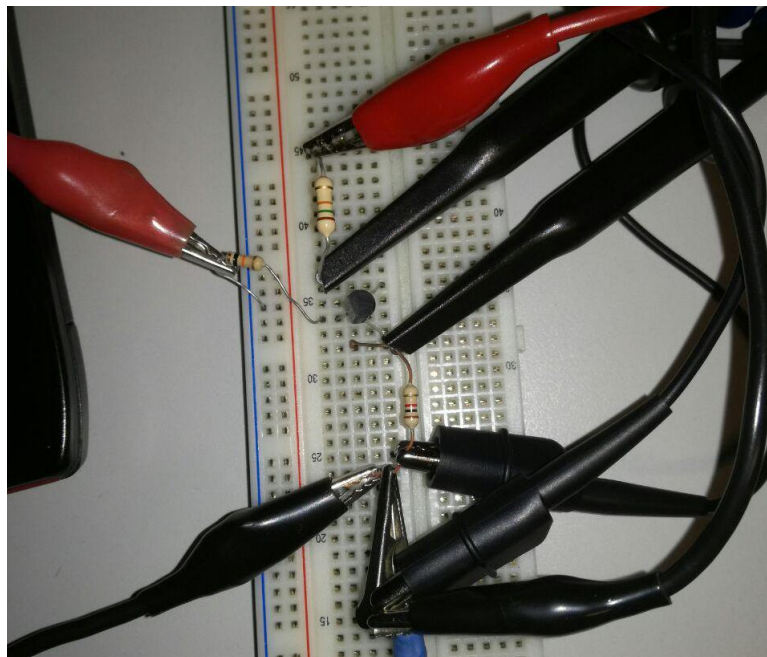
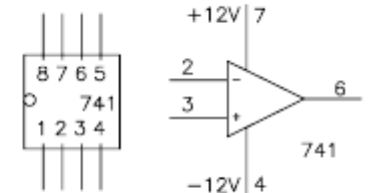


Figura 4.1: Fotografía amplificador operacional.

Indique los valores cogidos de R , C y f_c , y el proceso seguido para su elección.

Inmediatamente tras construir la etapa, debe comprobarse lo siguiente:

- La ganancia a bajas frecuencias en el pasobaja, debe ser igual a $k=(1+R2/R1)$. Debería salir aproximadamente igual a 2 (6 dB).
- La frecuencia de corte $f_c = 1/(2\pi RC)$ está próxima a la teórica (según los valores de R y C escogidos). La frecuencia de corte es aquélla en la que la ganancia es $\frac{k}{\sqrt{2}} = 0,707k$ (caída de 3 dB). En nuestro caso, debería salir aproximadamente $\frac{2}{\sqrt{2}} = 1,4142$ (3 dB, que es 6 dB menos la caída de 3 dB).
- La ganancia a $10\Delta f_c$ en el filtro paso baja debería salir aproximadamente igual a $k/10 = 2/10 = 0,2$ (-14 dB, que es 20 dB menos que la máxima ganancia de 6 dB).

Montamos el circuito con el material disponible en el laboratorio:

$R1$ y $R2$ con un valor de $1k\Omega$ y $R = 15k\Omega$. Disponemos de un amplificador operacional y de un condensador con $C = 2,2nF$.

Medimos $R1$ y $R2$ con el polímetro y obtenemos: $R1 = 0,985K\Omega$ y $R2 = 0,992k\Omega$

Calculamos la ganancia $k = 1 + R2/R1 = 2,0071$. Con lo cual nos doblará la señal introducida.

A continuación calculamos la frecuencia de corte:

Sustituimos nuestros datos donde $R = 15k\Omega$ y $C = 2,2nF$ y obtenemos

$f_c = 4822.877063$ Hz

Con los datos tomados y calculando $20 \cdot \log (V_i/V_o)$ en cada valor de la frecuencia, obtenemos este gráfico por dispersión de la señal.

4.2.2. Diagrama de Bode.

- Medir V_i y V_o desde 80 Hz hasta 50 kHz
- Dar una tabla con las medidas de frecuencia, V_i , V_o , $\frac{V_o}{V_i}$ y $20\log(V_o/V_i)$.
- Hacer el diagrama de Bode en módulo. El diagrama de Bode tener al menos 20 puntos.

Vi(V)	V0/Vi (V)	f (Hz)	20log(V0/Vi)
12,7	2,116666667	100	6,513049411
12,7	2,116666667	200	6,513049411
12,7	2,116666667	400	6,513049411
12,7	2,116666667	500	6,513049411
12,7	2,116666667	1000	6,513049411
12,7	2,116666667	2000	6,513049411
12,7	2,116666667	2500	6,513049411
12,7	2,116666667	3000	6,513049411
12,5	2,083333333	4000	6,375175252
12,3	2,05	4100	6,235077221
12,3	2,05	4200	6,235077221
12,2	2,033333333	4300	6,164171606
12,1	2,016666667	4500	6,092682399
12	2	4600	6,020599913
11,9	1,983333333	4700	5,94791422
11,9	1,983333333	4800	5,94791422
11,8	1,966666667	4900	5,874615138
11,7	1,95	5000	5,800692227
11,6	1,933333333	5500	5,726134777
11,6	1,933333333	6000	5,726134777
11,1	1,85	7000	5,343434568
10,8	1,8	8000	5,105450102
10	1,666666667	9000	4,436974992
9,2	1,533333333	10000	3,712731539
8,9	1,483333333	11000	3,424775125
8,01	1,335	12000	2,509625314
7,7	1,283333333	13000	2,166789496
5,6	0,933333333	15000	-0,599264468
4,5	0,75	20000	-2,498774732
3,6	0,6	25000	-4,436974992
3	0,5	30000	-6,020599913
2,3	0,383333333	40000	-8,328468287
2	0,333333333	50000	-9,542425094
1,9	0,316666667	60000	-9,987952989
1,3	0,216666667	100000	-13,28415796

Tabla 4.1: Valores del diagrama de Bode.

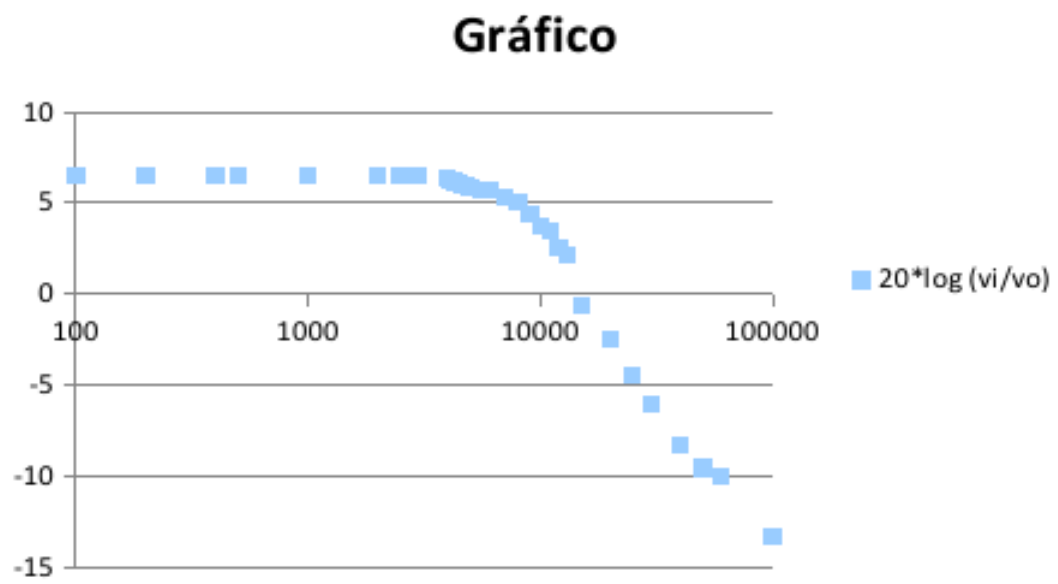


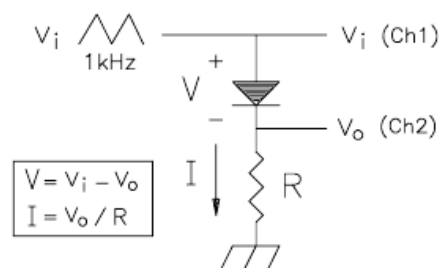
Figura 4.2: Gráfica Bode

5. PRACTICA 03. Diodo. Unión PN [6]

5.1. Polarización directa. Tensión umbral (V_γ) y resistencia dinámica (r_d)

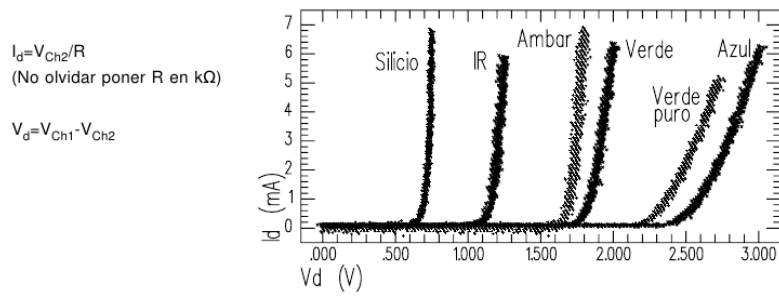
Lo descrito en este apartado se hará con 3 ó 4 diodos, procurando que tengan una tensión umbral lo más distinta posible.

- Medir la tensión umbral V_γ con el polímetro. Apuntar su valor en una tabla similar a la que aparece al final de este apartado.
- Montar el circuito de la figura. Se conecta en V_i el canal 1 del osciloscopio y en V_o el canal 2. Una onda triangular de frecuencia 1 kHz se conecta en V_i . La tensión de esta onda deberá variar entre 0 V y 5 V (6 V si V_γ es mayor que 1,5V) con resistencia $R = 120\Omega$. Comprobar que en modo XY, en la pantalla se ve una aproximación de la curva I-V de un diodo.



Antes de capturar los datos con el osciloscopio, comprobar:

- El osciloscopio debe estar en [Acquire]-[Normal] para que no haga ningún tipo de media.
- Los circuitos limitadores de ruido están encendidos en los dos canales. BW-Limit debe estar en ON.
- La longitud del fichero CSV debe ser de 1.000 puntos.
- En el osciloscopio se debe medir la tensión umbral V_γ como se indica en la figura de la derecha, y se apunta en la columna correspondiente de la tabla.
- Hacer una captura de los datos numéricos de los canales ¡en formato CSV! para cada diodo.
- Posteriormente, en casa, y con una hoja de cálculo, se debe realizar una gráfica con los datos (CSV) de los diodos. (En la gráfica de muestra se han incluido más diodos de los necesarios.)



- Encontrar, para cada diodo, el valor máximo (aproximado) de I_d y V_d . Con ellos, y V_γ , se puede calcular la resistencia ($r_d = (V_{d-max} - V_\gamma)/I_{d-max}$). r_d debe estar en ohmios).

Diodo	$V_\gamma(V)$ (polimetro)	$V_\gamma(V)$ (osciloscopio)	$V_{d-max}(V)$	$I_{d-max}(mA)$	$r_d(\omega)$
verde	1.7	2.1	5	3.127	0.319
roja	1.7	1.899	5	3.19	0.320
negra	0.698	0.822	5.1	4.39	0.205

Tabla 5.1: Tabla que contiene los valores obtenidos en la practica 3

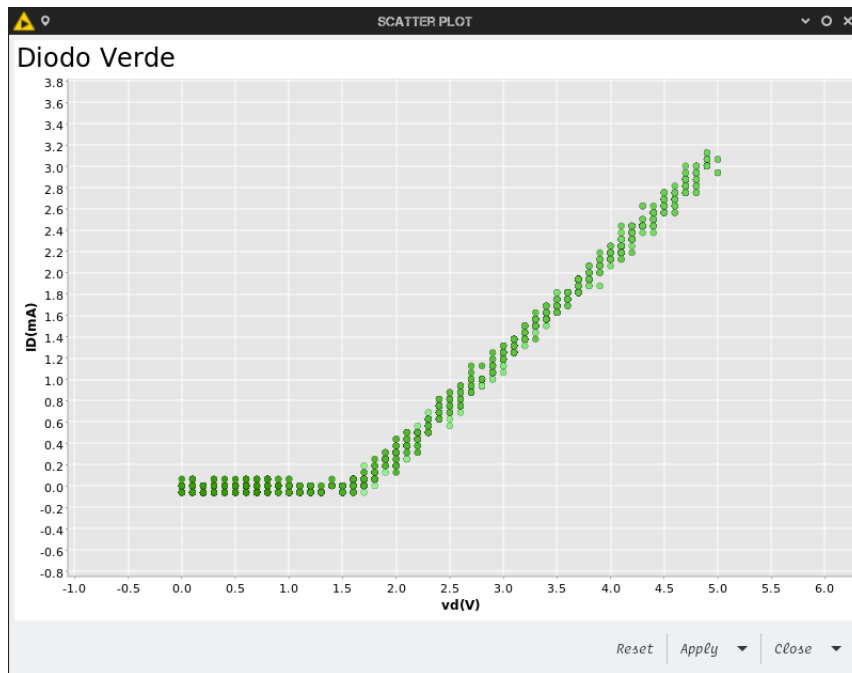


Figura 5.1: Gráfica diodo verde

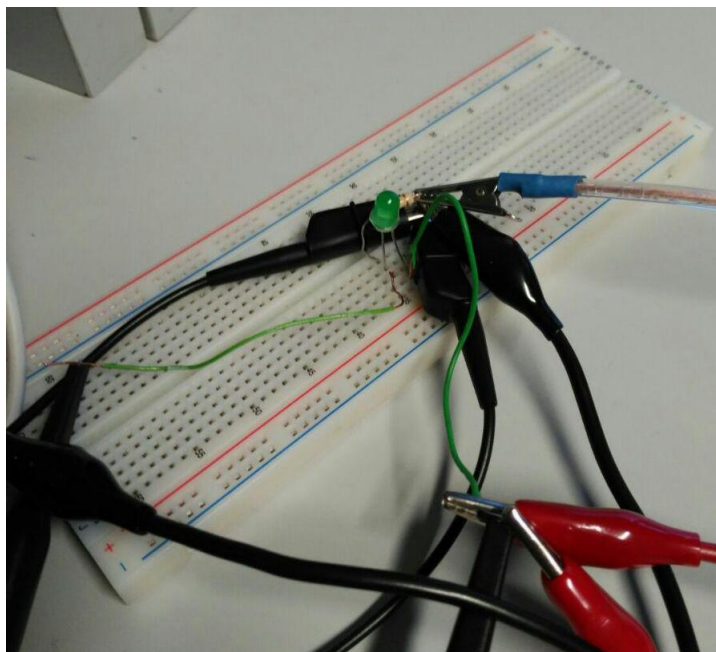


Figura 5.2: Foto diodo verde

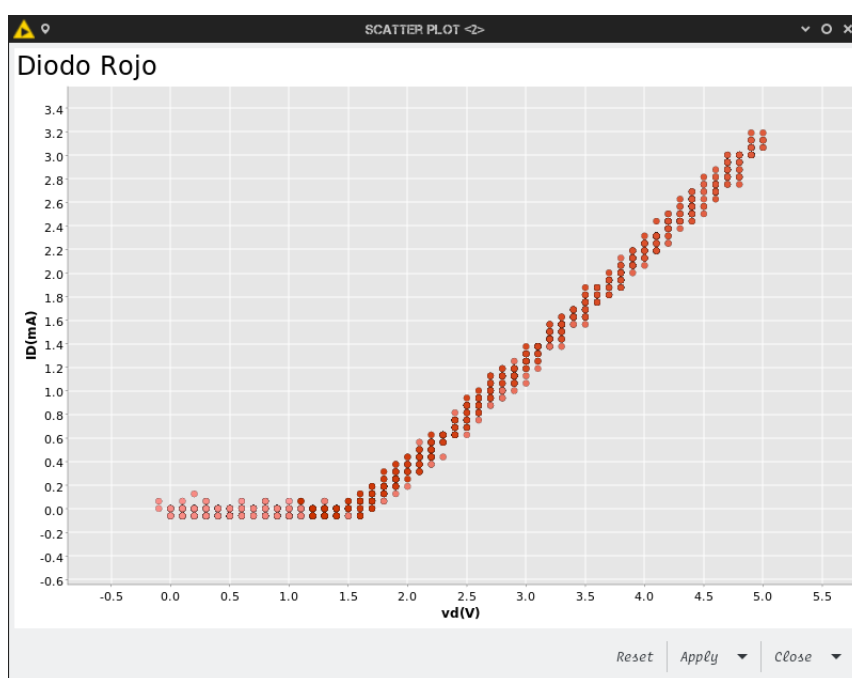


Figura 5.3: Gráfica diodo rojo

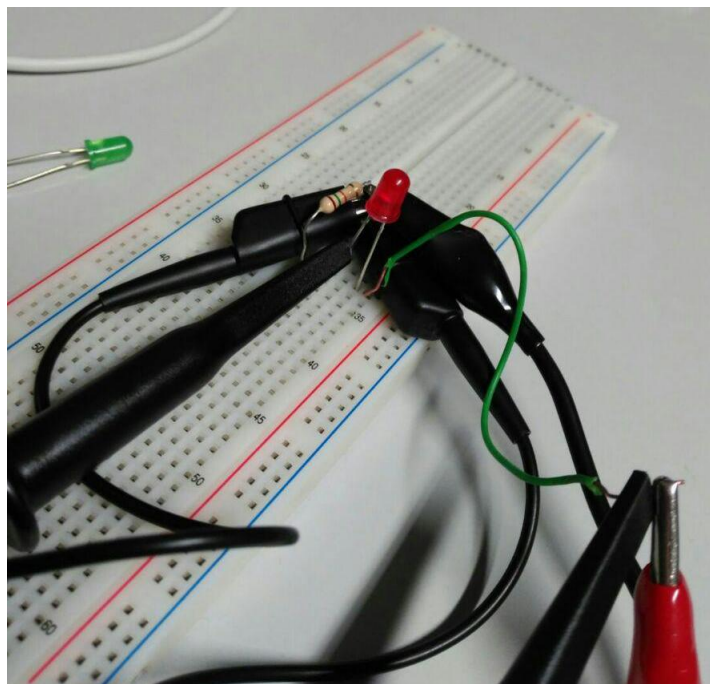


Figura 5.4: Foto diodo rojo

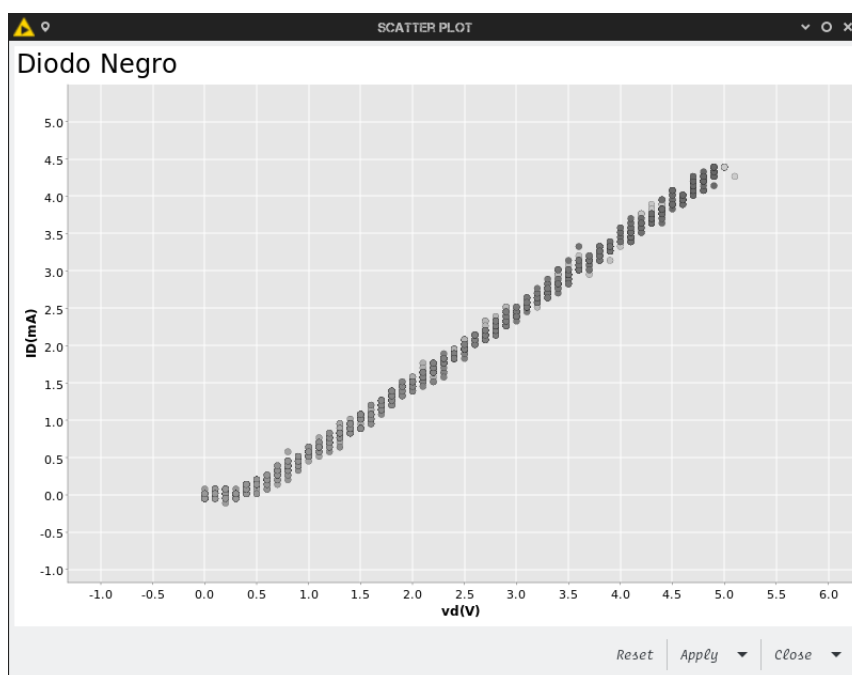


Figura 5.5: Gráfica diodo negro

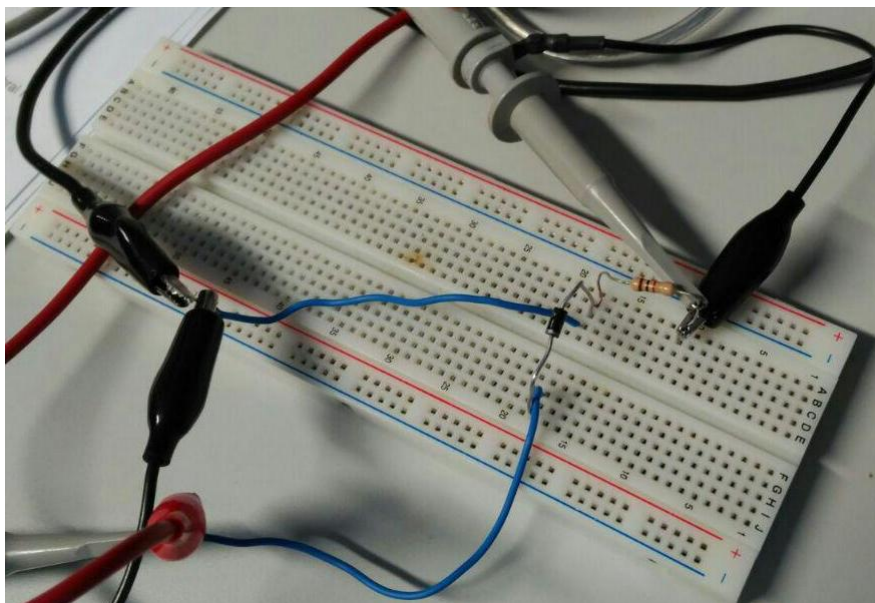


Figura 5.6: Foto diodo negro

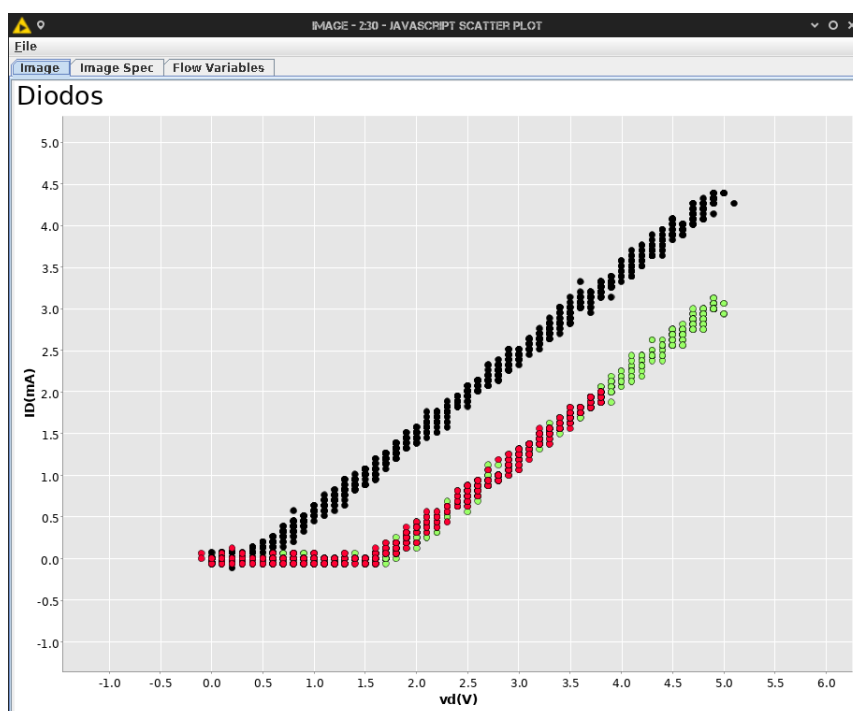


Figura 5.7: Gráfica diodos juntos

5.2. Diodo sin polarización, funcionando como célula fotovoltaica

Con un LED (preferentemente verde), montar el circuito de la figura, que no tiene polarización aplicada. Mida con el voltímetro la tensión V_O , y verá que es mayor cuanto mayor sea la intensidad luminosa incidente en el LED. Parte de la potencia generada en el LED se pierde en el propio LED. A la máxima iluminación posible, calcule la potencia consumida en la resistencia ($P = I \cdot V_O = V_O^2/R$).

Para una resistencia de $46\text{K}\Omega$ y lo alumbramos con el voltímetro la caída de tensión y obtenemos:

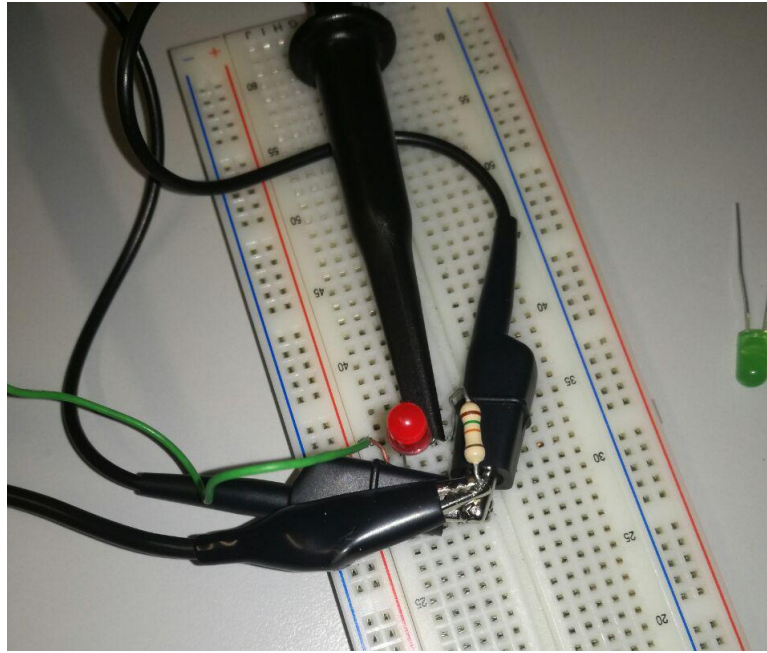


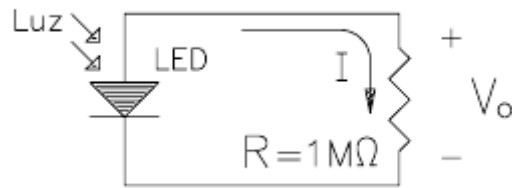
Figura 5.8: Foto luz diodo rojo

Diodo	mV
Rojo	8.32

Por lo tanto la tensión consumida en la resistencia es de:

$$P_{consumida} = V_0^2/R = 0,832V^2/46000\Omega = 1,5 * 10^{-5}\mu W$$

¿Cuántos LED serían necesarios para hacer funcionar una bombilla de 40W?



$40 / (1,5 * 10^{-5} * 10^{-6}) = 2,66 * 10^{12}$, por lo tanto necesitamos $2,66 * 10^{12}$ para hacer funcionar una bombilla de 40W.

6. PRACTICA 04. Tránsistor bipolar de union

6.1. Curva característica de salida (I_C frente a V_{CE}) [4, 6]

Con el polímetro, mida β (β_F) del transistor que va a usarse en la práctica. Monte el circuito de la figura. V_{CC} es una onda triangular de 0 a 5V, y V_i es una tensión continua tomada de la fuente variable de continua. Conecte los canales 1 y 2 del osciloscopio tal como se indica en la figura.

$$R_B = 10K\Omega$$

$$R_C = 47K\Omega$$

$$R_E = 1K\Omega$$

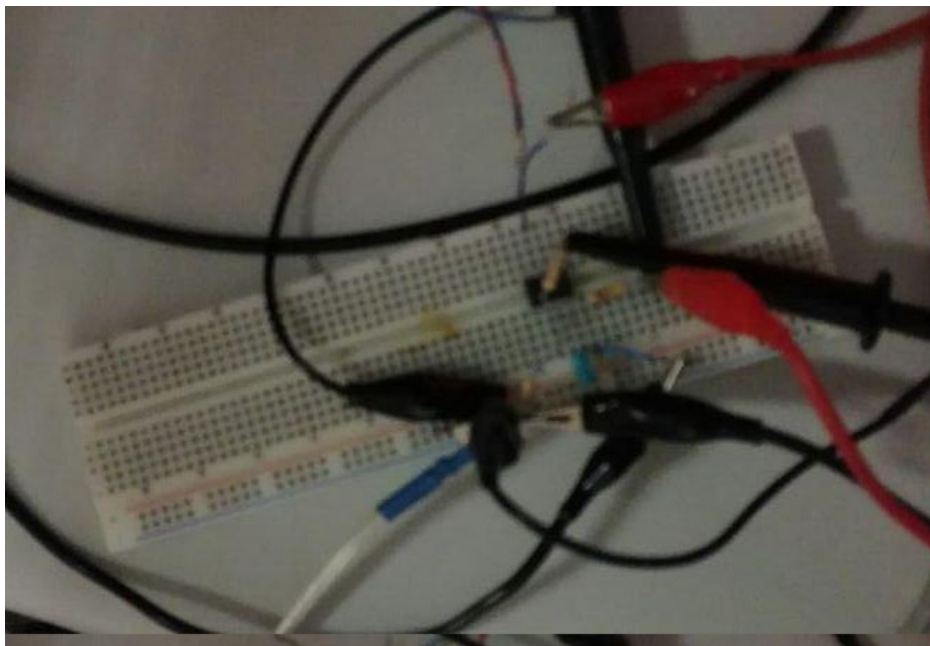
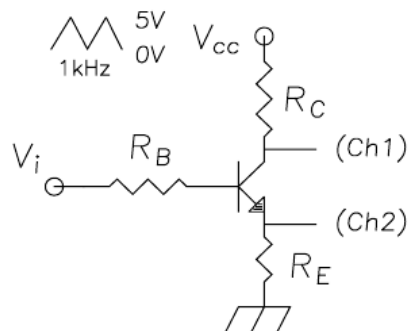


Figura 6.1: Fotografía transistor bipolar de unión

En el osciloscopio:

- Poner BW-limit=ON en Ch2 y Average=1 en [Acquire].
- Hacer que la longitud del fichero CSV sea 500.
- Poner modo XY, debería verse la curva característica.
- Parar con Stop, no con Single, y grabar los datos en disquete con Quickprint.

Debe entregarse una gráfica con 3 curvas (como la figura, pero ésta tiene más). Las 3 curvas corresponderán a tres tensiones V_i de valores comprendidos entre 0,8 y 6V. Debe completarse la tabla asociada: V_i valor tomado, V_{BE} medido con el polímetro, $V_E (=V_{CH2})$ medido en ZAD con los cursores del osciloscopio, I_{E-osc} valor calculado como $I_{E-osc} = V_E/R_E$, β_{osc} (calculado despejando β de la ecuación 1, y usando la I_{E-osc}). Calcule la media de β_{osc} y compárela con la β del polímetro. ¿Cuál es el error relativo del polímetro en la medida de β ?

$$Ecuacin1: I_E = [(V_i - V_{BE}) / (R_B + (\beta + 1) * R_E)](\beta + 1)$$

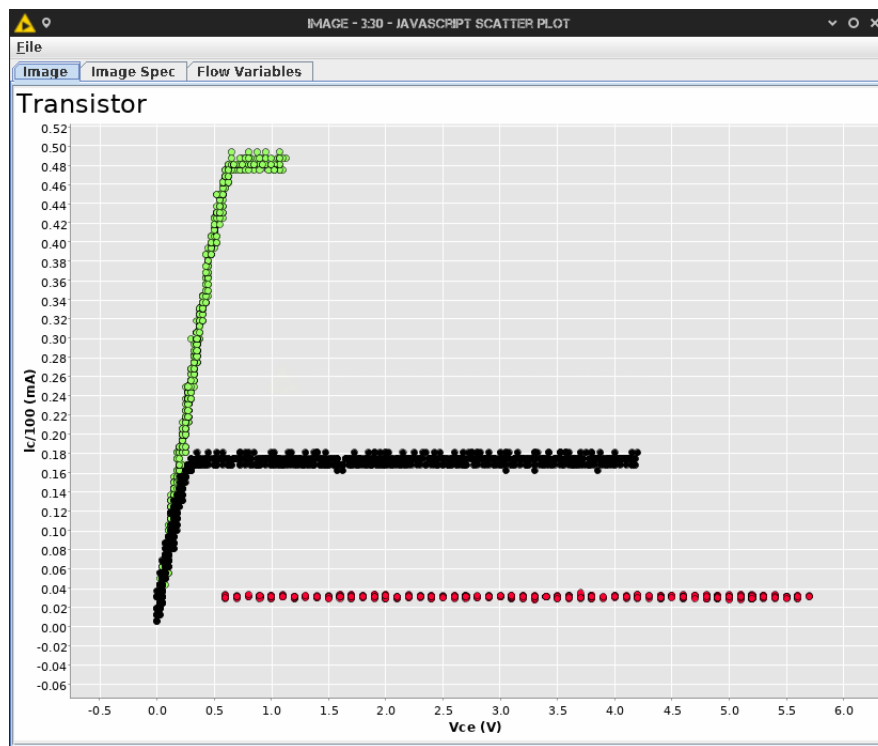


Figura 6.2: Gráfica que contiene las tres curvas, correspondiente a las tres tensiones

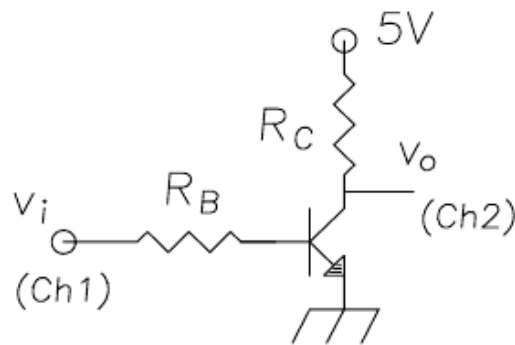
Nos damos cuenta que la I_E es indiferente y menospreciamos el 0.13 porque las otras cifras son enormemente superiores en comparación a esta.

V_i	V_{BE}	V_E	I_{E-osc}	β_{osc}
0.5	28.75	52	52	-11
0.7	0.57	168.48	168.48	-11
1.1	0.60	462	462	-11

Tabla 6.1: Tabla que contiene los valores correspondiente a las tres tensiones

6.2. Montaje amplificador básico. Calculo de la ganancia [6]

El circuito de la figura da en la salida v_o , la señal de entrada v_i amplificada. En v_i deberá ponerse la fuente de señal senoidal (1kHz aprox.) con un valor de tensión de pico a pico de 0,2V y un valor de continua (offset) regulable (a este valor le llamamos V_{DC}). Se medirá con el osciloscopio la amplitud (de pico a pico) de v_i y de v_o . A partir de ahí, la ganancia se calcula como v_o/v_i .



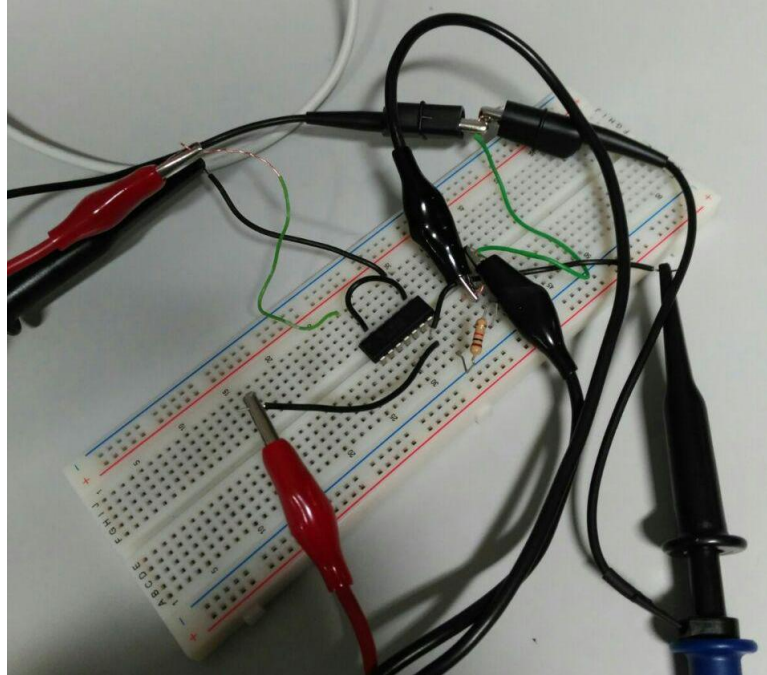


Figura 6.3: Fotografía amplificador básico

En el osciloscopio poner los dos canales en modo AC y disparar por Ch1. En [Trigger]-[Mode] poner "Noise Reject" "HF Reject". Es recomendable usar las medidas automáticas del osciloscopio, por eso conviene tener el disparo (trigger) bien configurado. Una vez que el montaje esté listo para medir, poner Average=4.

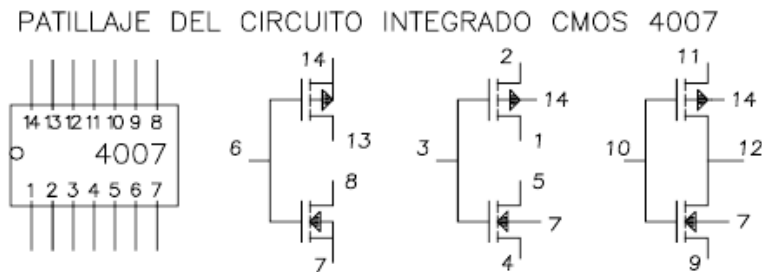
Deberán tomarse cuatro medidas distintas de la ganancia. La primera será con un valor $V_{DC} = 0,8V$, la última con el valor V_{DC} que haga visible en vo que el transistor entra en saturación, otra en el V_{DC} que dé la máxima ganancia, y una cuarta donde se quiera. Deberán entregarse las imágenes (TIF) de esas cuatro medidas, y rellenar la siguiente tabla.

V_{DC}	$V_i(V)$	$V_0(V)$	V_0/V_i	Comentario
0.8V	53.5	198.6	0.2694	
1 V	15.7	202.1	0.0776	
1.2 V	9.8	199	0.0492	
1.4 V	6.7	97.3	0.6885	Ganancia máxima
1.8 V	-	-	-	Entra en Saturación

Tabla 6.2: Tabla que contiene las medidas TIF

7. PRACTICA 05. Familia lógicas: CMOS

En el circuito integrado 4007 se tienen tres mosfet de canal n y tres de canal p, por tanto se pueden construir distintas variantes de puertas CMOS. Al hacer la práctica, se debe apuntar el valor de la alimentación usada en la práctica (V_{CC}).



7.1. Puerta NOT CMOS [6]

- Construir la puerta NOT. Comprobar que los niveles de tensión de la tabla de verdad son correctos.

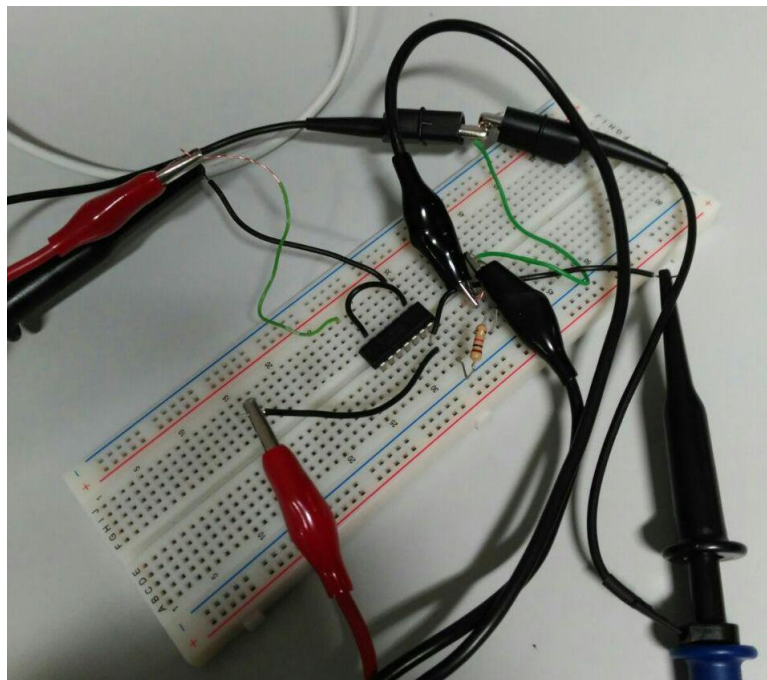


Figura 7.1: Fotografía puerta NOT CMOS

- Apuntar la máxima frecuencia de trabajo admisible. Medir los retardos de bajo-alto y de alto-bajo.

- Con una señal triangular (1 kHz), medir la tensión umbral (V_T).
- Con la anterior señal triangular, poner el modo XY del osciloscopio (Ch1 en A, Ch2 en S). Dibujar la función de transferencia. Añadir una resistencia de bajo valor (100 Ω) entre b y tierra. Con el osciloscopio en modo XY (Ch1 en A, Ch2 en b) dibujar la gráfica de consumo de la puerta CMOS.

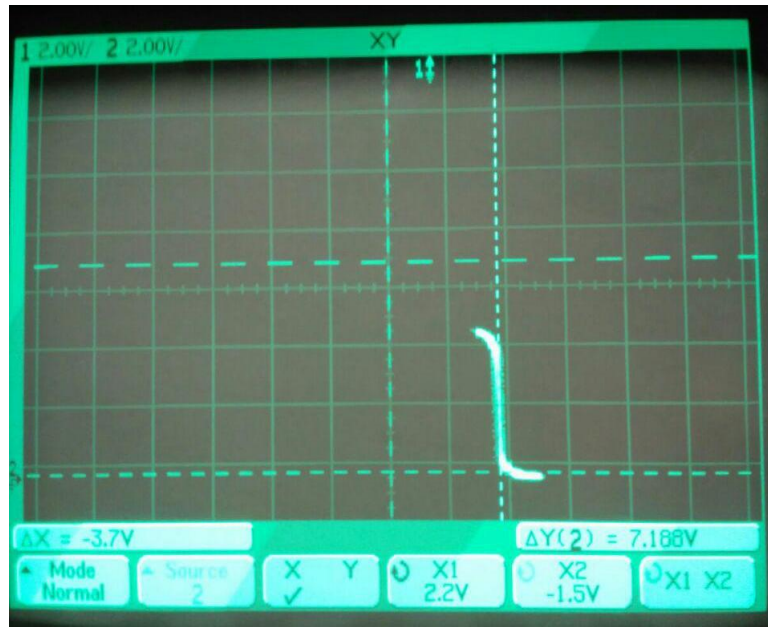


Figura 7.2: Foto osciloscopio NOT CMOS con resistencia

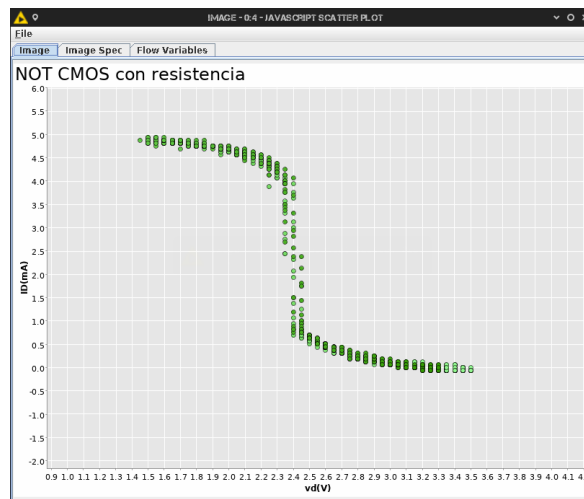


Figura 7.3: NOT CMOS con resistencia

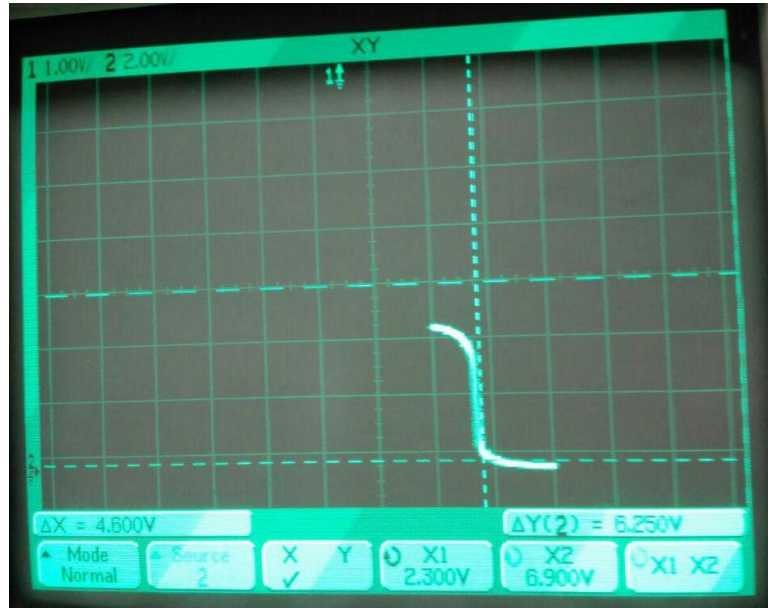


Figura 7.4: Foto osciloscopio NOT CMOS sin resistencia

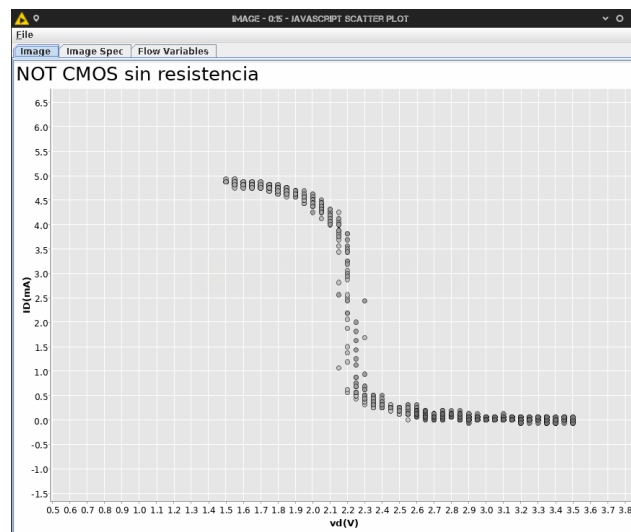


Figura 7.5: NOT CMOS sin resistencia

7.2. Memoria CMOS [5]

- Montar la célula de memoria CMOS de la figura, con entrada A y salidas S' y S .
- Con $A=0$, comprobar que las salidas S' y S son correctas. Desconectar A y comprobar que S' y S se mantienen en sus valores correctos.

Observamos que cuando la entrada A le entra baja (tierra) medimos el máximo voltaje del circuito como se ve en la figura 5.4.

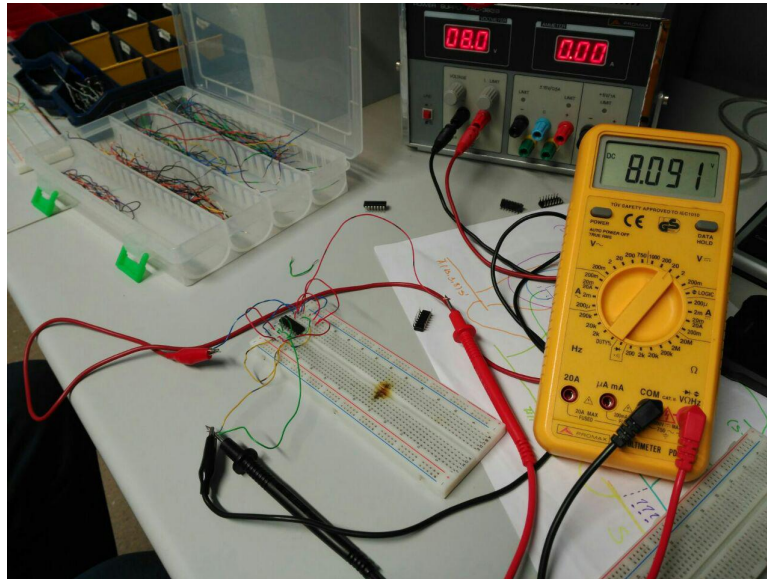


Figura 7.6: Foto memoria CMOS, $A = 0$

Como podemos ver en la figura 5.5 guarda el valor en memoria cuando desconectamos el tierra.

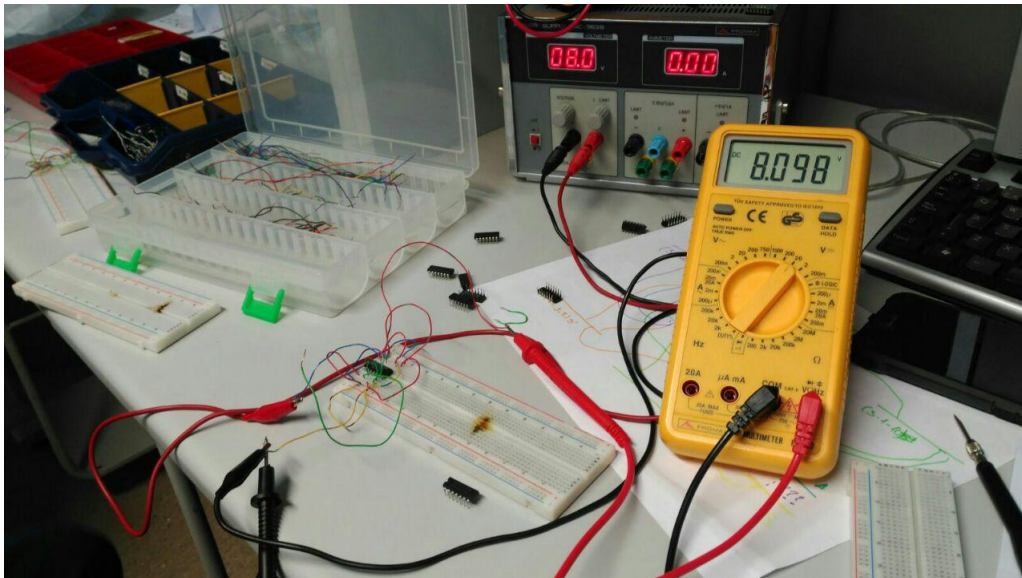


Figura 7.7: Foto memoria CMOS Guarda cuando A es $= 0$

- Con $A=1$, comprobar que las salidas S' y S son correctas. Desconectar A y comprobar que S' y S se mantienen en sus valores correctos.

Observamos que cuando la entrada A le entra alta (voltaje) medimos el mínimo voltaje del circuito como se ve en la figura 5.6.

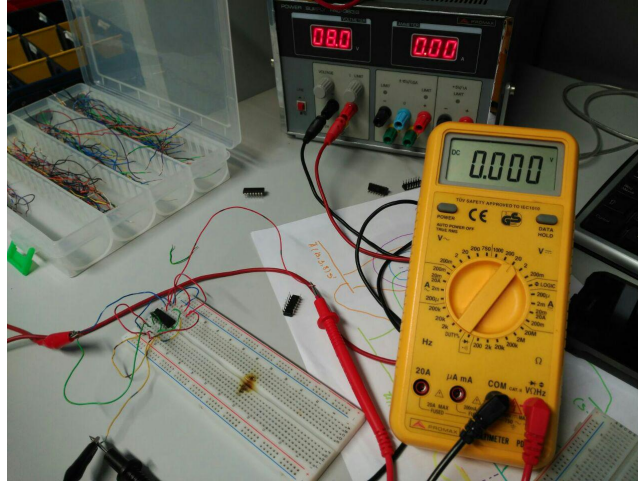


Figura 7.8: Foto memoria CMOS, $A = 1$

Como podemos ver en la figura 5.7 guarda el valor en memoria cuando desconectamos el voltaje.

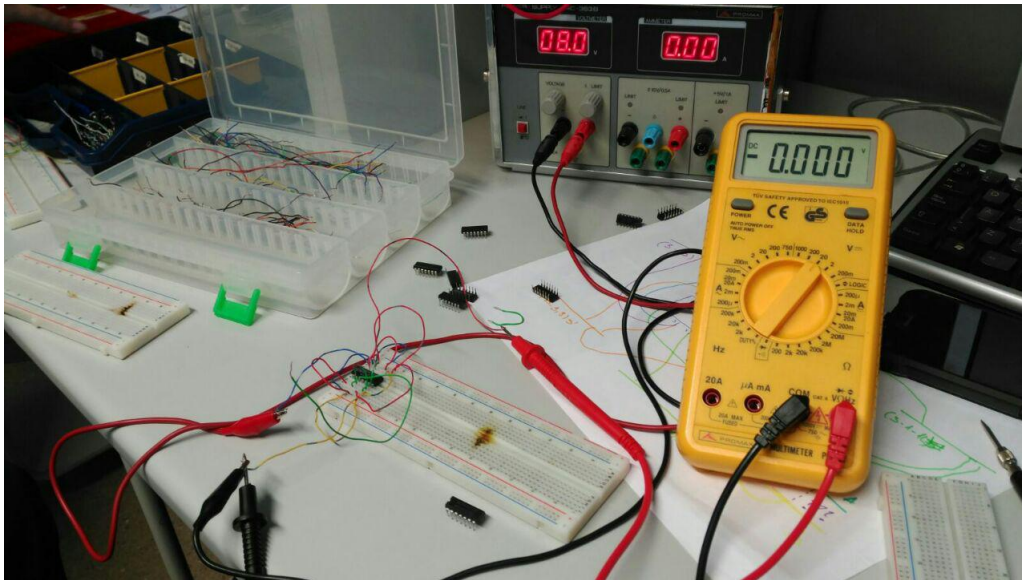


Figura 7.9: Foto memoria CMOS guarda cuando es $A = 1$

8. PRACTICA 06. Conversor analógico-digital [5]

Se va a utilizar un microcontrolador PIC12F675, que tiene un conversor analógico-digital (ADC) de 10 bits. Un microcontrolador es un ordenador contenido en un único chip, capaz de controlar totalmente tareas básicas.

Montaje:

- *La alimentación del circuito se hace poniendo V_{DD} a 5 V y V_{SS} a tierra. Entre estos dos terminales se conecta un condensador de 100 nF.*
- *La tensión de referencia (REF) está conectada internamente a V_{DD} . La tensión de referencia es la máxima tensión a digitalizar, que en este caso es la alimentación (5 V), y se debe medir con precisión.*
- *Los 10 bits de la palabra numérica se entregan en serie (en el terminal GP0), empezando por el bit más significativo (MSB) y acabando por el menos significativo (LSB). La salida de reloj está en el terminal GP1.*
- *La tensión analógica a digitalizar, entra en GP4, y se obtiene de la fuente de tensión variable. Si se usa el polímetro con escalas 400mV-4V, se hará con un valor por debajo de 0,4 V, y dos valores por debajo de 4 V. Si se usa el polímetro con escalas 200mV-2V, se hará con un valor por debajo de 0,2 V, y dos por debajo de 2 V.*

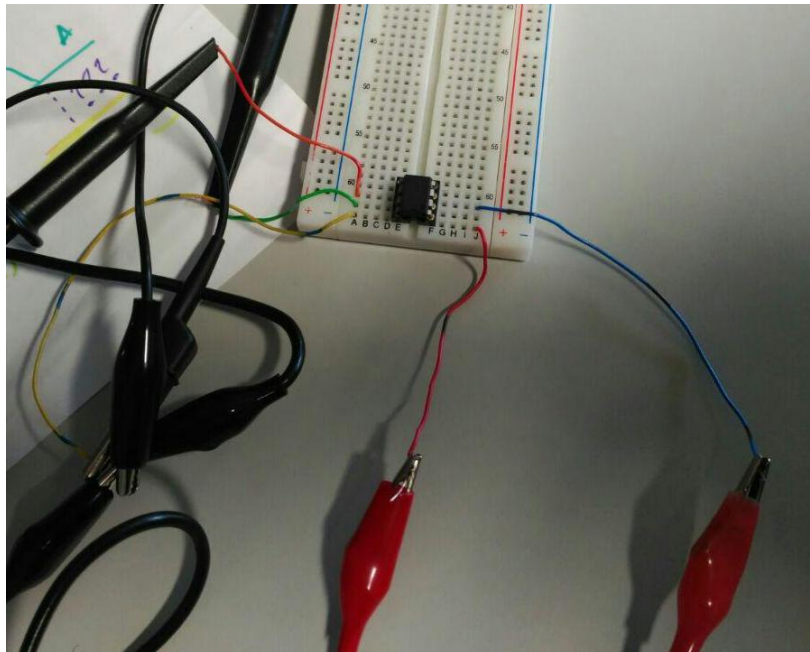


Figura 8.1: Foto conversor analógico-digital

8.1. Actividad 1

Medir la tensión de alimentación V_{DD} de forma muy precisa, ya que es la tensión de referencia (REF) y calcular el valor del LSB ($LSB = REF / 1024$).

8.2. Actividad 2

Para cada tensión analógica (V_a):

- se mide, de forma muy precisa, la tensión de entrada analógica V_a .
- se captura en un disquete la imagen (tif o bmp) del osciloscopio (datos y reloj).
- se extrae de la imagen, la palabra numérica (en binario) y se convierte a decimal.
- se comprueba que la palabra digital se corresponde con el valor teórico dado por la siguiente ecuación (E = función parte entera, Min = función mínimo):

$$Num(V_a) = Min \frac{V_a + LSB/2}{LSB}, 1023$$

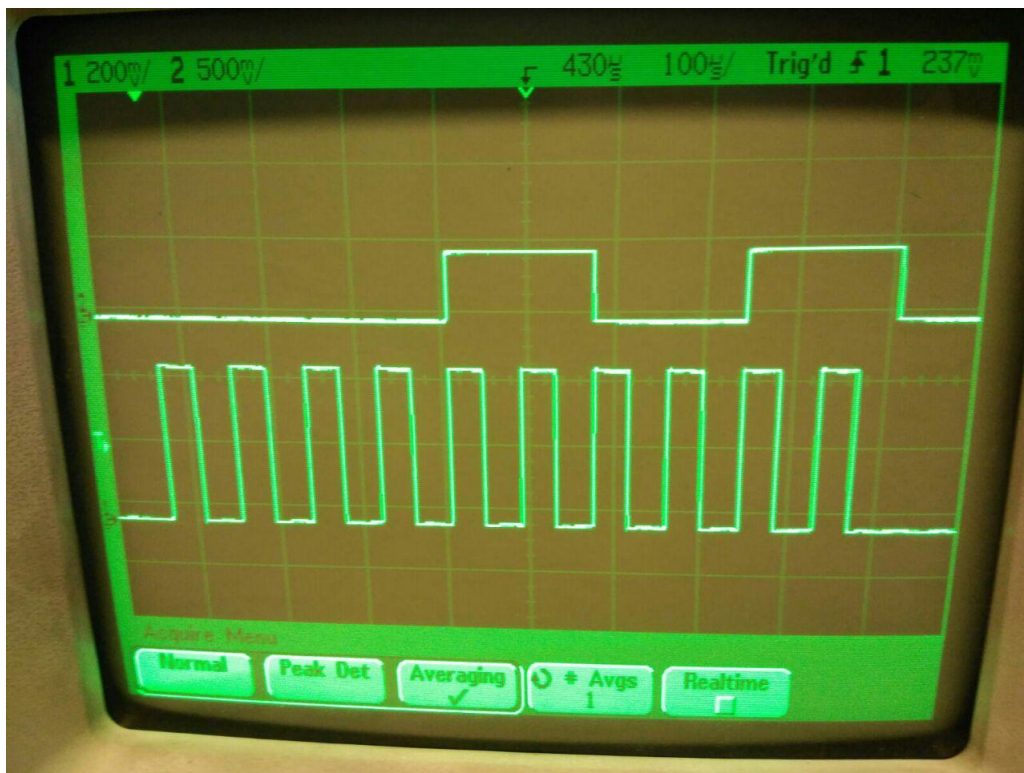


Figura 8.2: Foto ejemplo conversor analógico-digital

V_{DD}	V_{REF}	V	V_A	LSB	Binario	Dec	$\min\{E\{\text{Dec}\}, 1023\}$	Error
5	4.938	1.6	1.63	0.00482226	0101010011	339	338	1
5	4.938	0.7	0.775	0.00482226	0010100010	162	161	1
5	4.938	0.2	0.238	0.00482226	0000110011	51	49	2

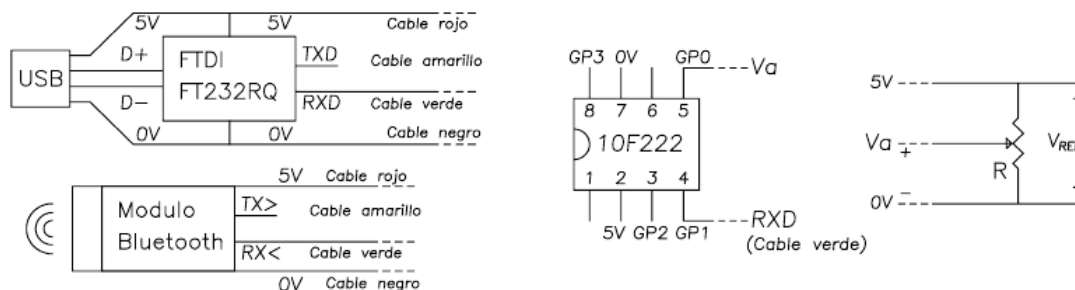
Tabla 8.1: Valores tomados en clase.

En el ultimo caso debido a un aumento de ruido obtuvimos un bit mas de error ademas del bit que siempre obtenemos por el fabricante.

9. PRACTICA 07. Conservor analógico-digital - SUBIR NOTA [5]

Montaje:

- Sin conectar el USB al ordenador, sin establecer conexión con el teléfono, montar el circuito, pero inicialmente conectar GP3 a 5 V, ya que en esa posición el 10F222 emitirá la cadena de caracteres "0123456789ABCDEF" que servirá para probar si la transmisión hacia el ordenador está libre de problemas. El cable amarillo de (TXD/TX<) no debe dejarse suelto, pues un movimiento puede provocar un cortocircuito; conectarlo a un agujero sin uso de la placa de conexiones. Revisar el circuito meticulosamente.
- [USB] Conectar el circuito USB al ordenador. Para recibir las palabras digitales, los valores numéricos de la tensión analógica, usaremos el comando `xxd`. Con el comando `xxd </dev/ttyUSB0`, los valores numéricos recibidos en el puerto USB, se transforman en tabla de valores hexadecimales legibles en la pantalla del ordenador.
- [BT] Establecer conexión entre el programa terminal BT en Android, con el módulo BT del montaje. En el terminal se verán los valores numéricos recibidos en hexadecimal.
- Para ver la transmisión de los datos en TTL-232, conectar el canal-1 del osciloscopio en GP1. Pulsar [Edge] y poner en flanco descendente para detectar el bit de "Start" en el canal-1. Es necesario utilizar el modo normal de disparo [Mode-Coupling]-[Normal], no el automático.



9.1. Actividad 1

Medir la tensión de alimentación en el potenciómetro (V_{REF}) de forma precisa, y calcular el valor del LSB ($LSB = V_{REF} / 256$). Poner GP3 a 0 V.

9.2. Actividad 2

Si se usa el polímetro con escalas 400mV-4V, se digitalizará un valor por debajo de 0,4 V, y dos valores por debajo de 4 V. Si se usa el polímetro con escalas 200mV-2V, se hará con un valor por debajo de 0,2 V, y dos por debajo de 2 V. Para estos tres valores de V_a :

- Se mide, de forma precisa, la tensión de entrada V_a . Se calcula el valor decimal $\text{Num}(V_a)$ con la siguiente ecuación (E = función parte entera, Min = función mínimo):
- Se captura en un disquete la imagen (tif o bmp) del osciloscopio. Se extrae de la imagen la palabra numérica en binario, y se pasa a decimal.
- Se apunta la palabra en hexadecimal recibida en el ordenador, y se pasa a decimal.

Finalmente se comprueba que los valores decimales de la fórmula teórica, de la imagen del osciloscopio, y del valor hexadecimal recibido en el ordenador coinciden.

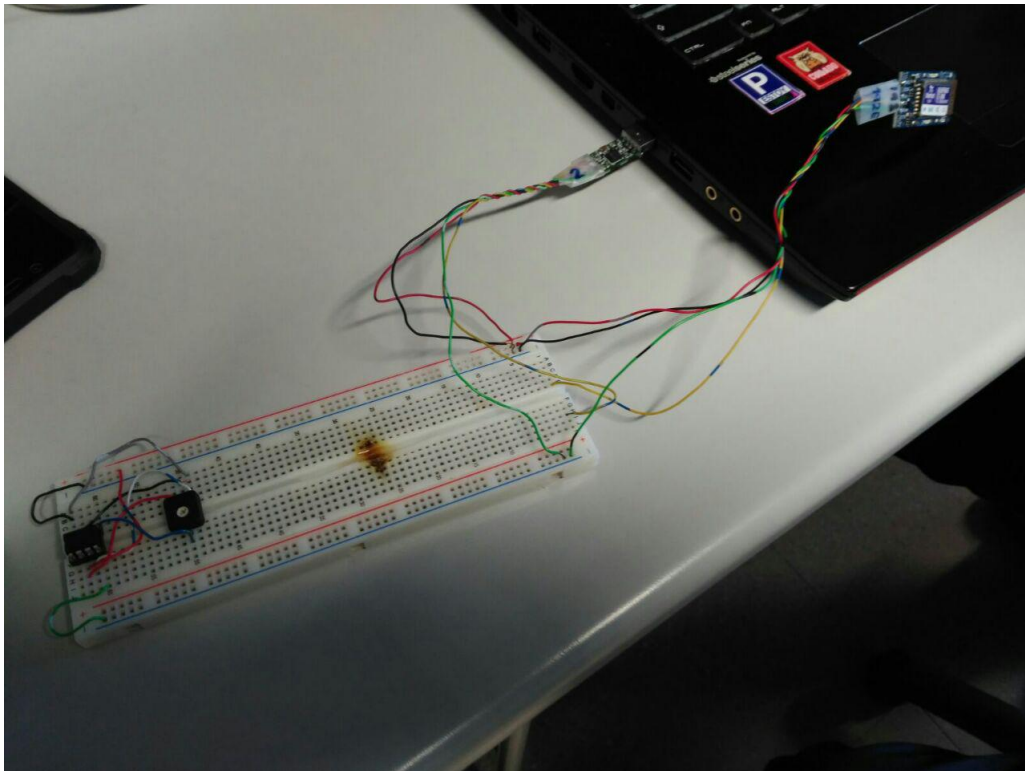


Figura 9.1: Foto memoria CMOS

Montamos el circuito tal y como se muestra en la figura. Conectamos el terminal del bluetooth. Intentamos conectarlo al ordenador pero en linux nos producía errores de permisos, por lo tanto usamos un móvil con android y la aplicación bluetooth terminal.

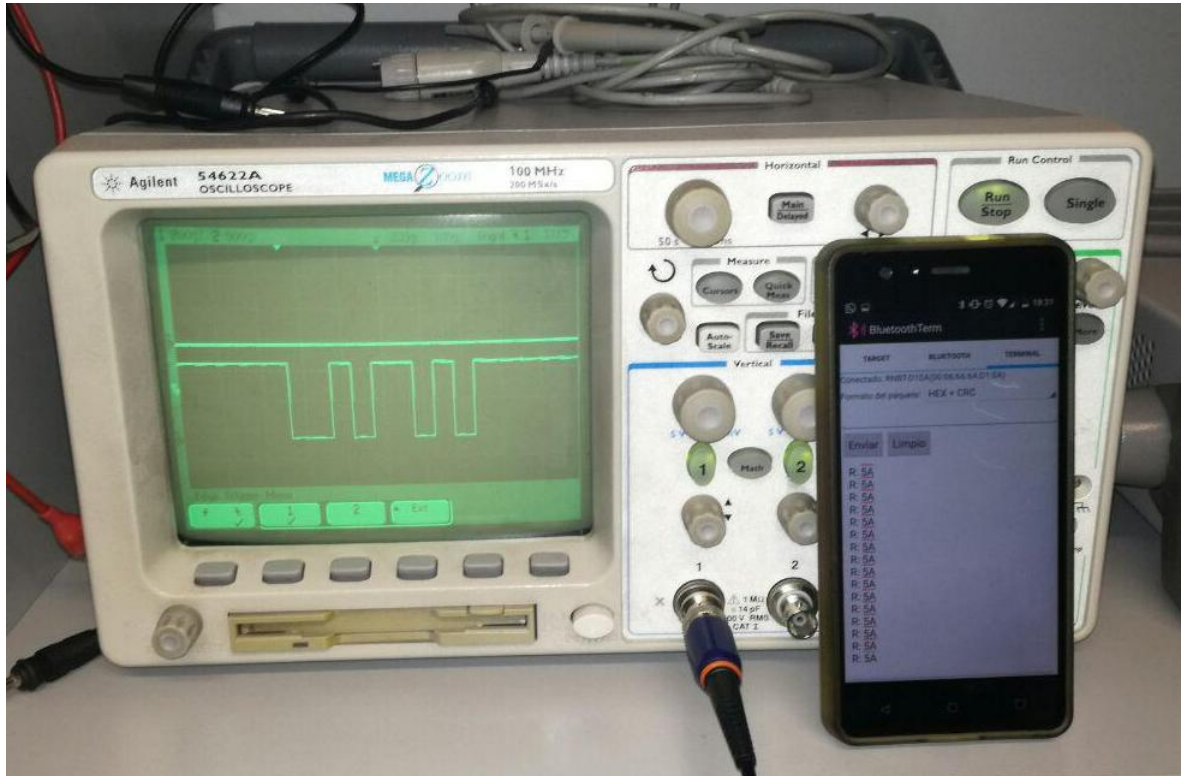


Figura 9.2: Foto conversor analógico-digital

Sincronizamos el móvil con el dispositivo bluetool del circuito y como vemos en la figura 7.2 comenzamos a recibir datos en hexadecimal y además recibimos una señal que nos proporciona una palabra en binario que coincidía con la recibida en hexadecimal en el móvil.

En la practica procedemos a leer el numero en binario del osciloscopio, pasarlo a decimal y con la formula que nos proporciona la práctica obtenemos los siguientes resultados:

V_{DD}	V_{REF}	V	V_A	LSB	Binario	Dec	Hex	$\min\{E\{\text{Dec}\}, 255\}$	Error
5	8.106	1.8	1.833	0.020023529	1011010	90	5A	89	1

Tabla 9.1: Valores tomados en clase.

10. Tiristores. EXTRA

Como podemos ver en las imágenes al apagar el tiristor obtenemos mayor luminosidad.

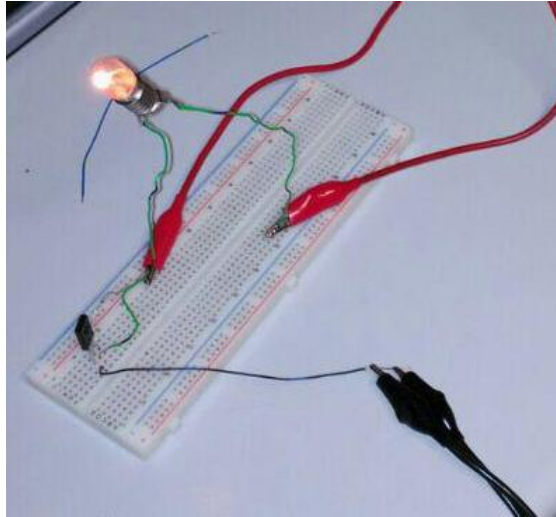


Figura 10.1: Fotografía con tiristor encendido.

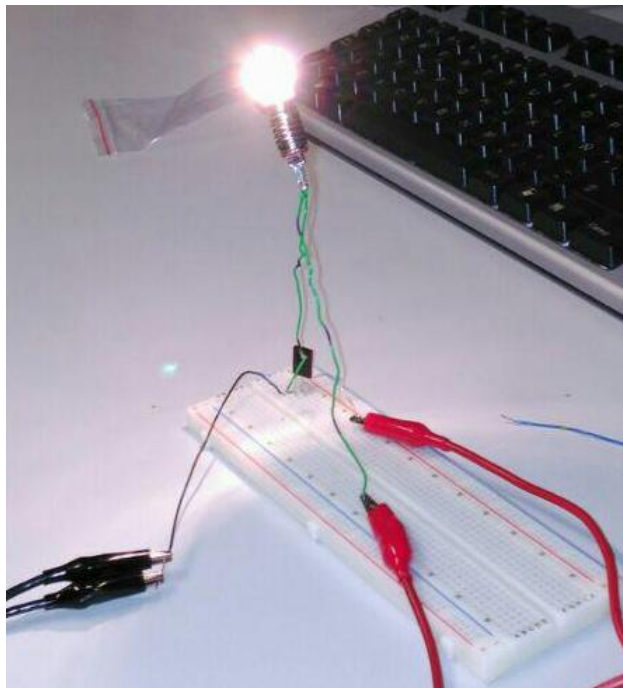


Figura 10.2: Fotografía fotografía con tiristor apagado.

Referencias

- [1] A. Rodríguez P.Morales. Realizada en pareja. *Clase de Daniel*, 2017.
- [2] A. Rodríguez. Realizada individualmente. *Clases de Daniel*, 2017.
- [3] A. Rodríguez. Recuperada en clases de recuperación. *Clase de Ignacio*, 2017.
- [4] A. Rodríguez V.Moreno. Errores raros, se sobrecarga con muy poca energía. *Clase de Daniel*, 2017.
- [5] A. Rodríguez V.Moreno. Recuperada en clases de recuperación. *Clase de Ignacio*, 2017.
- [6] A. Rodríguez y V. Moreno. Práctica hecha con compañero. *Clase de Daniel*, 2017.