

1ª PRÁCTICA

A) Cuestiones teóricas:

Fuente de tensión:

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?

Por la Ley de Ohm: $V = R \cdot I$; Despejamos R y con los datos dados, obtenemos que:

- Para $V = 5V$ y para $I < 1A$; La resistencia mínima debe ser mayor a 5Ω .

- Para $V = 15V$ y para $I = 0,5V$.

No se debe utilizar una resistencia de menor valor que la calculada ya que se pueden destruir componentes de la fuente.

Medidas de tensiones:

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

El voltímetro se conecta en paralelo (para saber la diferencia de potencial entre los puntos del circuito en los que está conectado el voltímetro). Si su resistencia interna fuese pequeña, circularía corriente por el mismo, con lo cual alteraría la diferencia de potencial que pretende medir, es decir medirá una diferencia de potencial (distinta), pero no la que tiene el circuito en ausencia del aparato de medida.

Medidas de intensidad:

¿Cómo debe ser la resistencia r , para que el circuito se modifique lo menos posible?

El amperímetro es un simple galvanómetro (instrumento para detectar pequeñas cantidades de corriente), con una resistencia en paralelo, llamada "resistencia shunt". Disponiendo de una gama de resistencias shunt, se puede disponer de un amperímetro con varios rangos o intervalos de medición. Los amperímetros tienen una resistencia interna muy pequeña, por debajo de 1 ohmio, con la finalidad de que su presencia no disminuya la corriente a medir cuando se conecta a un circuito eléctrico.

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.

En la imagen la corriente se está midiendo en paralelo, no en serie como se debería. Por lo tanto, se rompe el circuito interno del amperímetro.

¿Qué corriente circularía por el amperímetro?

Se supone que te da un valor que no corresponde porque he estropeado la pila del polímetro.

Medidas de resistencias:

¿Por qué debe hacerse así?

Porque al pasar la corriente por la resistencia, su valor varía.

B)Resistencias y medidas en continua:

Valor nominal y valor medio:

Coger 6 resistencias y crear una tabla con los valores medidos de las resistencias. Compararlos con 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.

Resistencias	Valor nominal	Tolerancia	Valor real
R1(marrón, negro, rojo, oro)	1,05 – 0,95 kΩ	± 5%	0,99 kΩ
R2(amarillo, azul, naranja, oro)	48,3 – 43,7 kΩ	± 5%	46,3 kΩ
R3(marrón, negro, rojo, oro)	1,05 – 0,95 kΩ	± 5%	0,99 kΩ
R4(naranja, negro, naranja, oro)	31,5 – 28,5 kΩ	± 5%	29,9 kΩ
R5(rojo,rojo,rojo,oro)	2,310 – 2,09 kΩ	± 5%	2,16 kΩ
R6(marrón, verde, naranja, oro)	15,75 – 14,25 kΩ	± 5%	15,05 kΩ

Agrupación de resistencias medidas en un circuito:

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

- ⑩ Resistencia eq. = 17,068 kΩ
- ⑩ Resistencia ohmómetro = 17,068 kΩ

Posteriormente, a la agrupación se le conecta una fuente de tensión de continua (en la figura aparece de 5 V, 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 ($R_{eq}=5V/I$).

- ⑩ Intensidad de entrada al circuito = $I_{R6} = V_{R6}/R_6$ (siendo valores medidos)
 $5/17,069 = 0,293mA$
 $I=I_6=I_5+I_4$; $I_4=I_3+I_2$; $I_2=I_1$.

Medir la diferencia de potencial en las resistencias R₁, R₃ y R₅. Medir la intensidad I₁. Comprobar teóricamente que los resultados son correctos. Si es imposible medirla con los amperímetros del laboratorio, por ser muy pequeña, se debe medir la tensión en R₁ y dividir por R₁ (o en R₂).

- ⑩ Diferencia de potencial R₁, R₃, R₅:
R₁ = -0,074 V
R₃ = -0,067 V
R₅ = 0,147 V
Intensidad I₁ = 0,0752 mA

Cálculo de coeficientes de variación de resistencia con la temperatura (a):

R(T₀) = 0,00352 kΩ
Corriente consumida en la pantalla de la propia fuente = 0,3 A

$$R(T) = 40 = 12 \text{ V} / 0,3 \text{ A}$$

Temperatura: Ley de Stefan

$$P = e \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4;$$

$$T^4 = P / e \cdot \sigma \cdot A;$$

$$T = \sqrt[4]{P / e \cdot \sigma \cdot A};$$

$$T = \sqrt[4]{12 / [1 \cdot (5,6705 \cdot 10^{-8}) \cdot (2,6 \cdot 10^{-6})]} = 3003,64 \text{ K} = 3003,64 \text{ K} - 273 \text{ K} = 2730,6^\circ \text{C}$$

(No sale correctamente dado que el valor de 2500°C que aparece en la práctica no se puede llegar a corresponder con la bombilla utilizada)

$$R(T) = R(T_0) \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T_0)];$$

$$40 = 3,52 \cdot [1 + \alpha (3003,64 - 295,15)];$$

$$\alpha = 3,82 \cdot 10^{-3};$$

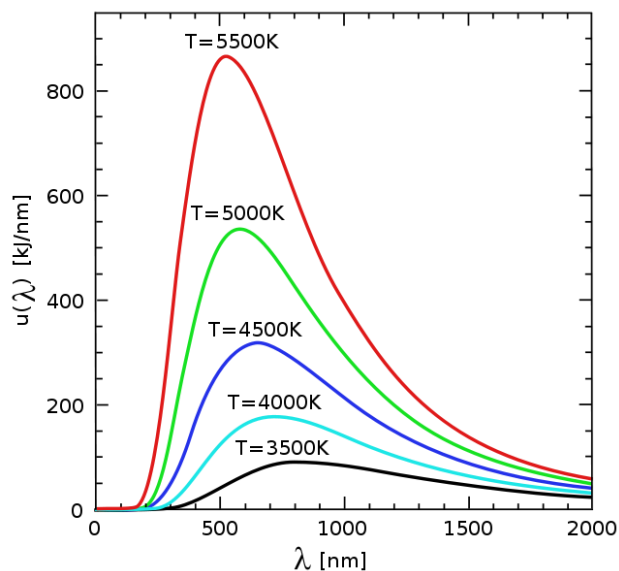
$$\lambda_{\text{MAX}} \cdot T = 2897768,5 \text{ (nm} \cdot \text{K)}$$

$$\lambda_{\text{MAX}} = 2897768,5 / 3003,64 = 964,75 \text{ nm (Color:)}$$

Comparar el valor obtenido de λ con el proporcionado por otra fuente (libros, Internet, etc.). Citar la fuente (tabla proporcionada por Internet).

Material	Resistividad ($\Omega \cdot \text{m}$)	Coefficiente de temperatura $\alpha [(^{\circ}\text{C})^{-1}]$
Plata	$1,59 \times 10^{-8}$	$3,8 \times 10^{-3}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Oro	$2,44 \times 10^{-8}$	$3,4 \times 10^{-3}$
Aluminio	$2,82 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$
Tungsteno	$5,6 \times 10^{-8}$	$4,5 \times 10^{-3}$
Hierro	10×10^{-8}	$5,0 \times 10^{-3}$
Platino	11×10^{-8}	$3,92 \times 10^{-3}$
Plomo	22×10^{-8}	$3,9 \times 10^{-3}$
Nicromo ^b	150×10^{-8}	$0,4 \times 10^{-3}$
Carbón	$3,5 \times 10^{-5}$	$- 0,5 \times 10^{-3}$
Germanio	0,46	$- 48 \times 10^{-3}$
Silicio	640	$- 75 \times 10^{-3}$
Vidrio	$10^{10} - 10^{14}$	
Caucho duro	$\approx 10^{13}$	
Azufre	10^{15}	
Cuarzo (fundido)	75×10^{16}	

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} ?

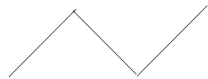



2ª PRÁCTICA

A) Medidas en alterna:

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).

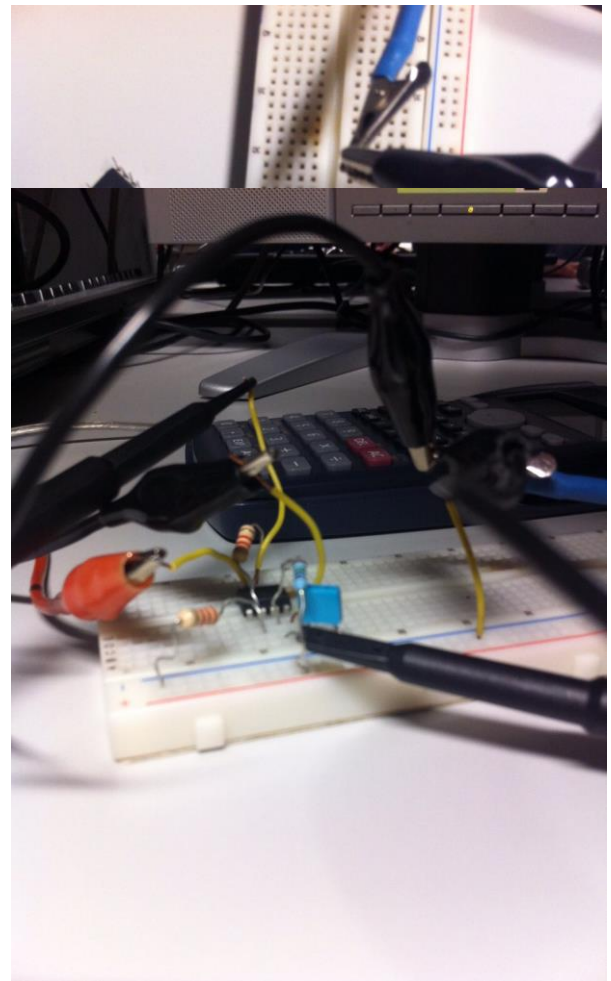
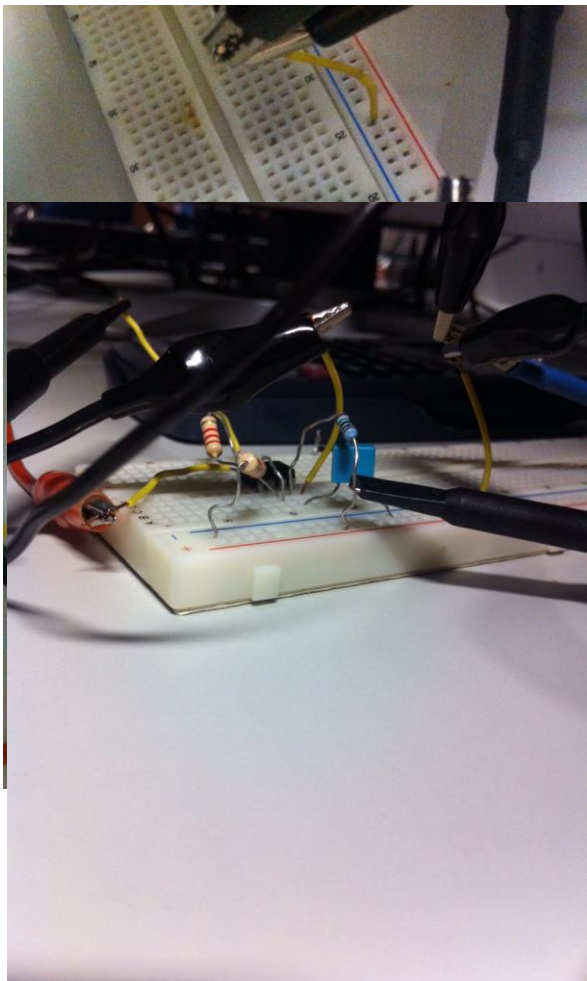
	SEÑAL		
	amplitud	1,5 V	1 V
FUENTE SEÑAL	período	0,6666.. ms	0,5 ms
	frecuencia	1,5 kHz	2 kHz

		amplitud	6div * 0,5 V/div = 3 V	2 div * 1 V/div = 2 V
	Dimensiones	período	1/1,5 = 0,6666.. ms	1/2 = 0,5 ms
		frecuencia	1,5 kHz	2 kHz
		amplitud	3,016 V	2,094 V
OSCILOSCOPIO	Cursores	período	0,664 ms	0,504 ms
		frecuencia	1,506 kHz	1,9841 kHz
		amplitud	0,02 V	0,09 V
	Automático	período	0,665 ms	0,502 ms

	frecuencia	1,502 kHz	1,992 kHz
--	------------	-----------	-----------

B) Filtro con amplificador operacional. Diagrama de Bode:

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).



Inmediatamente tras construir la etapa, debe comprobarse lo siguiente:

- La ganancia a bajas frecuencias en el pasobaja, debe ser igual a $k=(1+R_2/R_1)$. Debería salir aproximadamente igual a 2 (6 dB).

$$K=(1 + R_1/R_2) \rightarrow R_1 = R_2 \rightarrow R_1/R_2 = 1 ;$$

$$K = 1+1 = 2 \text{ (6dB)}$$

- La frecuencia de corte $f_c=1/(2\pi \cdot RC)$ 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 $k/\sqrt{2}=0,707 \cdot k$ (caída de 3 dB). En nuestro caso, debería salir aproximadamente $2/\sqrt{2}=\sqrt{2}=1,4142$ (3 dB, que es 6 dB menos la caída de 3 dB).

$$F_c = 1/(2\pi \cdot RC) = 1/(2\pi \cdot 10 \text{ k}\Omega \cdot 10^{-45} \text{ nF}) = 1,52301 \text{ K}$$

$$1,414213 \rightarrow 3 \text{ dB}$$

$$1,52301 \rightarrow x \text{ dB}$$

$$x = 3,23 \text{ dB}$$

- La ganancia a $10 \cdot f_c$ 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).

La ganancia a $10 \cdot 1,52301 = 15,23$ en el filtro pasobaja debería salir igual a $k/10=2/10=0,2$ que son -14 dB.

$$1,414213 \rightarrow 3 \text{ dB}$$

$$0,2 \rightarrow x \text{ dB}$$

$$x = 32,3 \text{ dB}$$

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 , V_o/V_i y $20 \cdot \log(V_o/V_i)$.

- Hacer el diagrama de Bode en módulo. El diagrama de Bode tener al menos 20 puntos.

A bajas frecuencias $V_i = x$; $V_o = y$; Ganancia = $V_o/V_i=Z$

A la frecuencia de corte $V_o = y * 0'707 = y/\sqrt{2}$ equivalente a reducir en 3 dB

$$F_c = 1/(2\pi \cdot RC) = 1/(2\pi \cdot 10 \, \Omega \cdot 10 \, \text{nF})$$

$R = 2R$ de 15 K en paralelo

$$R_{eq} = 15000/2 = 7500 \, \Omega$$

Medimos la resistencia equivalente y da 7562 Ω

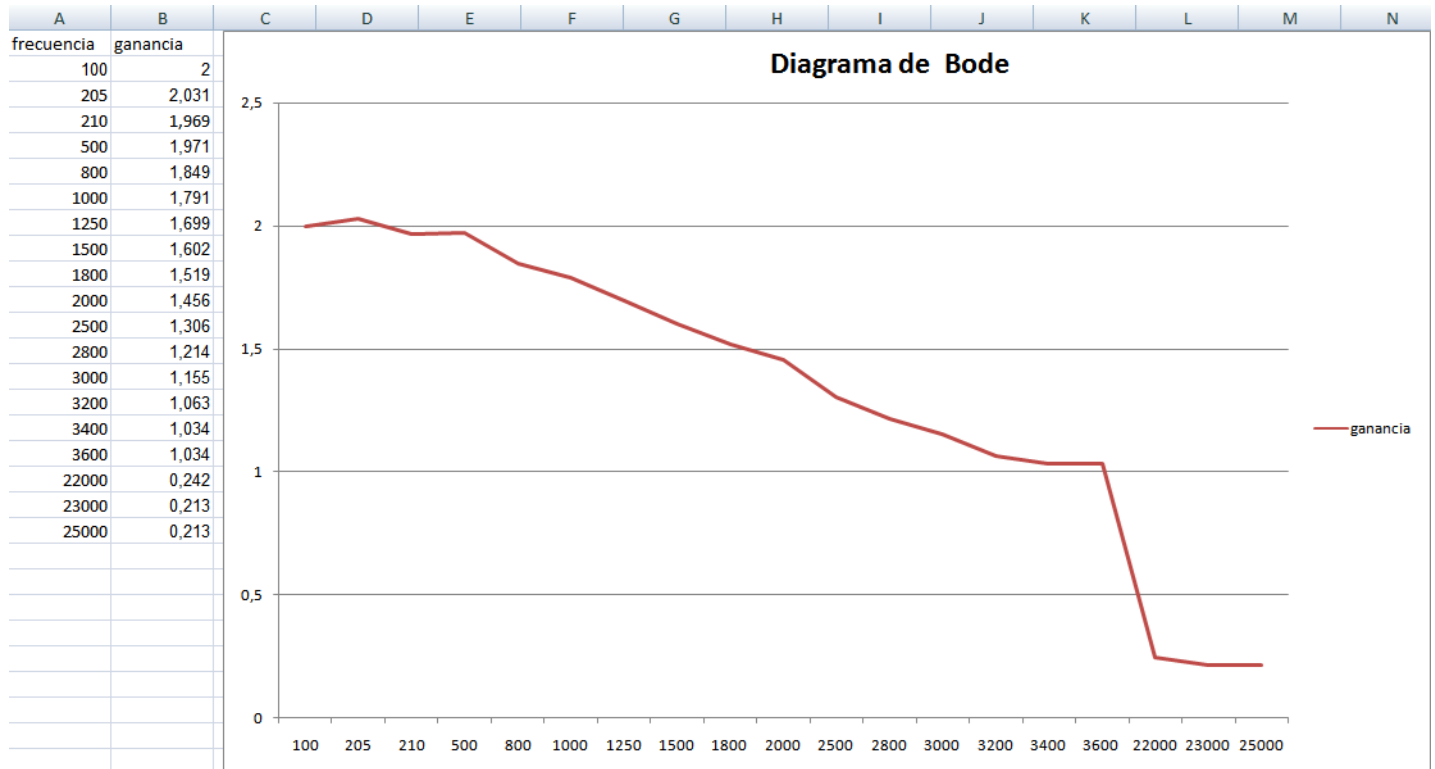
C medida = 9'97 nF

f_c con estos componentes es:

$$F_c = 1/(2\pi \cdot RC) = 1/(2\pi \cdot 9'97 \cdot 7562) = 2111 \, \text{Hz}$$

		V_i	V_o	V_o/V_i	$20 \cdot \log(V_o/V_i)$
	210 Hz	1,97 V	3,88 V	1,969	5,887
	205 Hz	1,91 V	3,88 V	2,031	6,156
	100 Hz	1,22 V	2,44 V	2	6,02
2111/10					
	1000 Hz	2,06 V	3,69 V	1,791	5,063
	1250 Hz	2,06 V	3,50 V	1,699	4,604
	1500 Hz	2,06 V	3,30 V	1,602	4,093
	500 Hz	2,06 V	4,06 V	1,971	5,893
	800 Hz	2,06 V	3,81 V	1,849	5,341
	1800 Hz	2,06 V	3,13 V	1,519	3,633
	2000 Hz	2,06 V	3 V	1,456	3,265
2111					
	2500 Hz	2,06 V	2,69 V	1,306	2,318
	2800 Hz	2,06 V	2,5 V	1,214	1,681
	3000 Hz	2,06 V	2,38 V	1,155	1,254
	3200 Hz	2,06 V	2,19 V	1,063	0,531
	3400 Hz	2,06 V	2,13 V	1,034	0,290
	3600 Hz	2,06 V	2,13 V	1,034	0,290
2111 * 10					
	22000 Hz	2,06 V	500 mV	0,242	-12,298
	23000 Hz	2,06 V	440 mV	0,213	-13,408
	25000 Hz	2,06 V	440 mV	0,213	-13,408

Diagrama de bode:



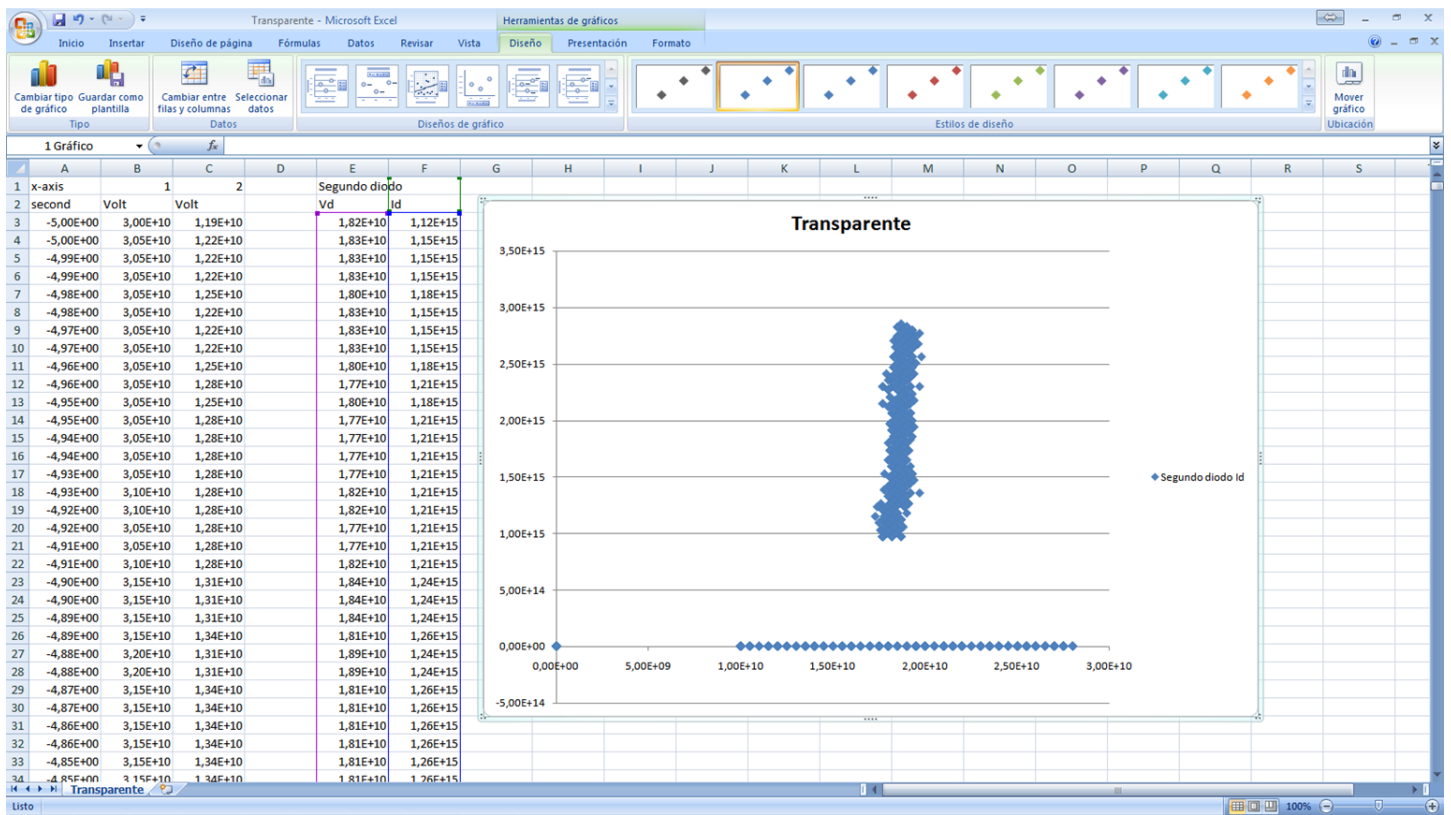
3ª PRÁCTICA

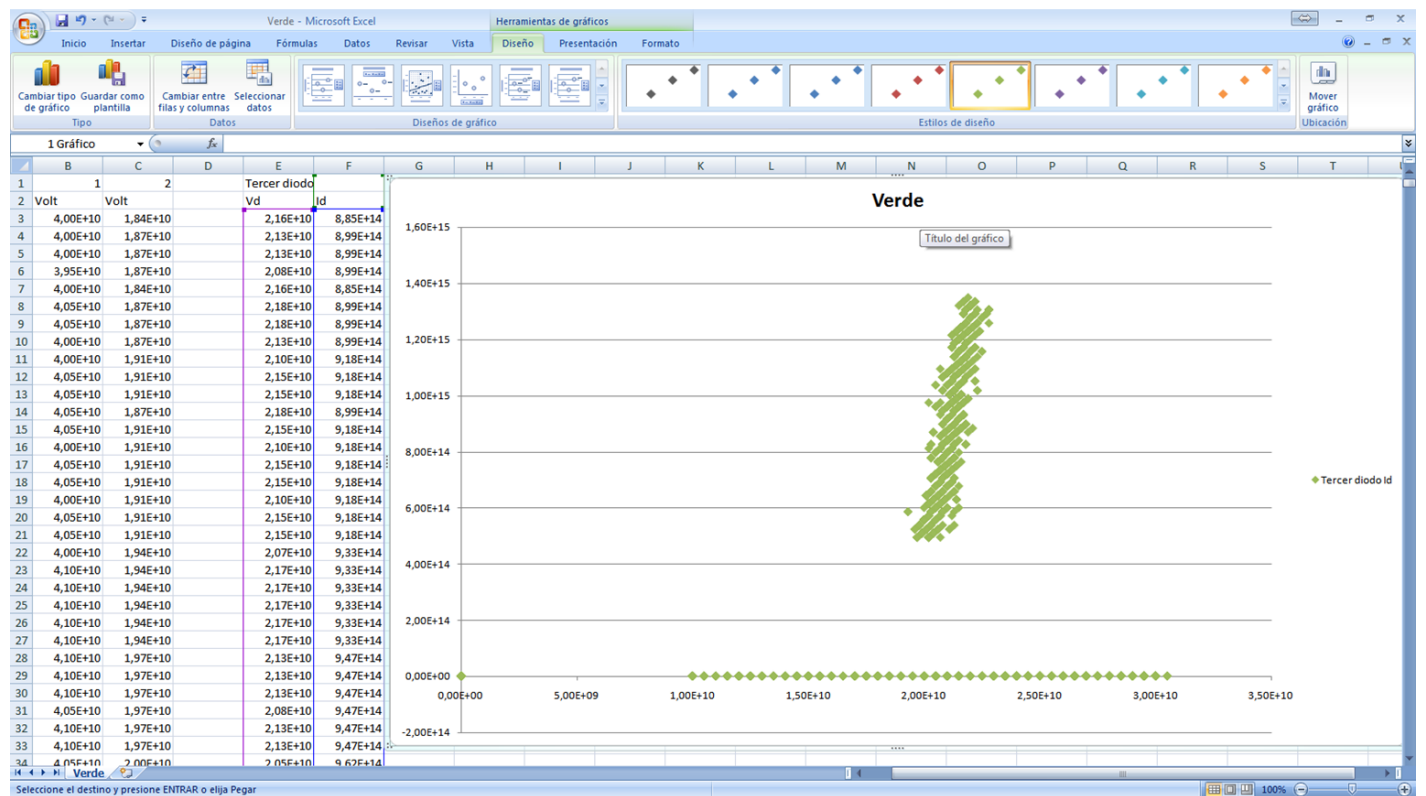
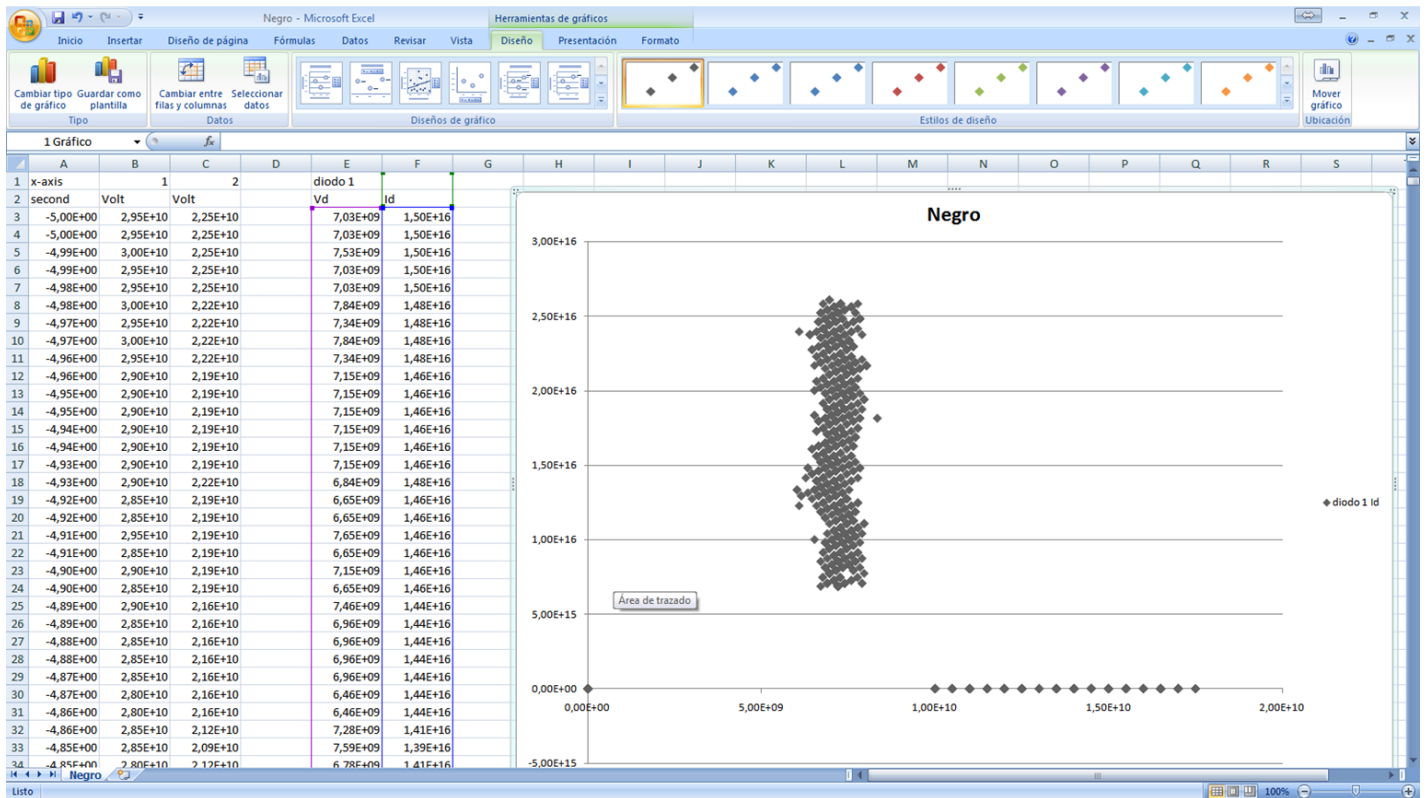
A) Polarización directa. Tensión umbral (V_g) y resistencia dinámica (r_d)

- Escoger, para cada diodo, el valor máximo (aproximado) de I_d y V_d . Con ellos, y V_g , se puede calcular la resistencia r_d ($r_d = (V_d - V_g) / I_d$). r_d debe estar en ohmios).

Diodo	V_g (V) (polímetro)	V_g (V) (osciloscopio)	V_d -max (V)	I_d -max (mA)	r_d (W) (valor de V_g (osciloscopio)
transparente	1708 mV	1,6 V	1,869 V	25,258 mA	0,0106 W
verde	1820 mV	1,7 V	2,187 V	23,442 mA	0,0208 W $P = I \cdot V_o = V_o^2 / R$
negro	568 mV	500 mV	0,55 V	33,334 mA	$1,499 \cdot 10^{-3}$

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.





B) 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 ($P = I \cdot V_o = V_o^2 / R$).
 ¿Cuántos LED serían necesarios para hacer funcionar una bombilla de 40W?

$$V_o = 16,2 \text{ mV} \quad ; \quad R = 1000000 \text{ W}$$

$$P = I \cdot V_o = V_o^2 / R = 0,26244 \cdot 10^{-9} \text{ W}$$

$$1 \text{ LED} \rightarrow 0,26244 \cdot 10^{-9} \text{ W}$$

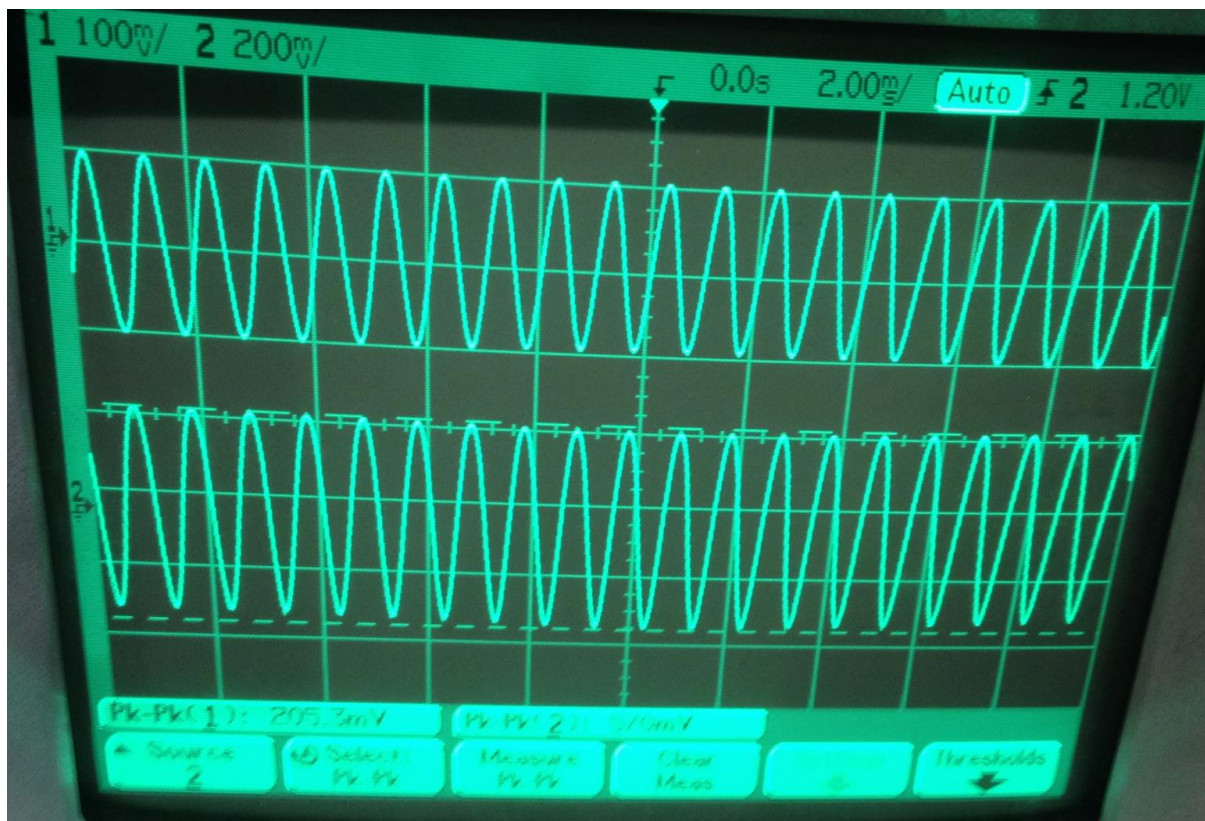
$$x \text{ LED} \rightarrow 40 \text{ W}$$

$$x = 1,524157 \cdot 10^{11} \text{ LEDs necesarios}$$

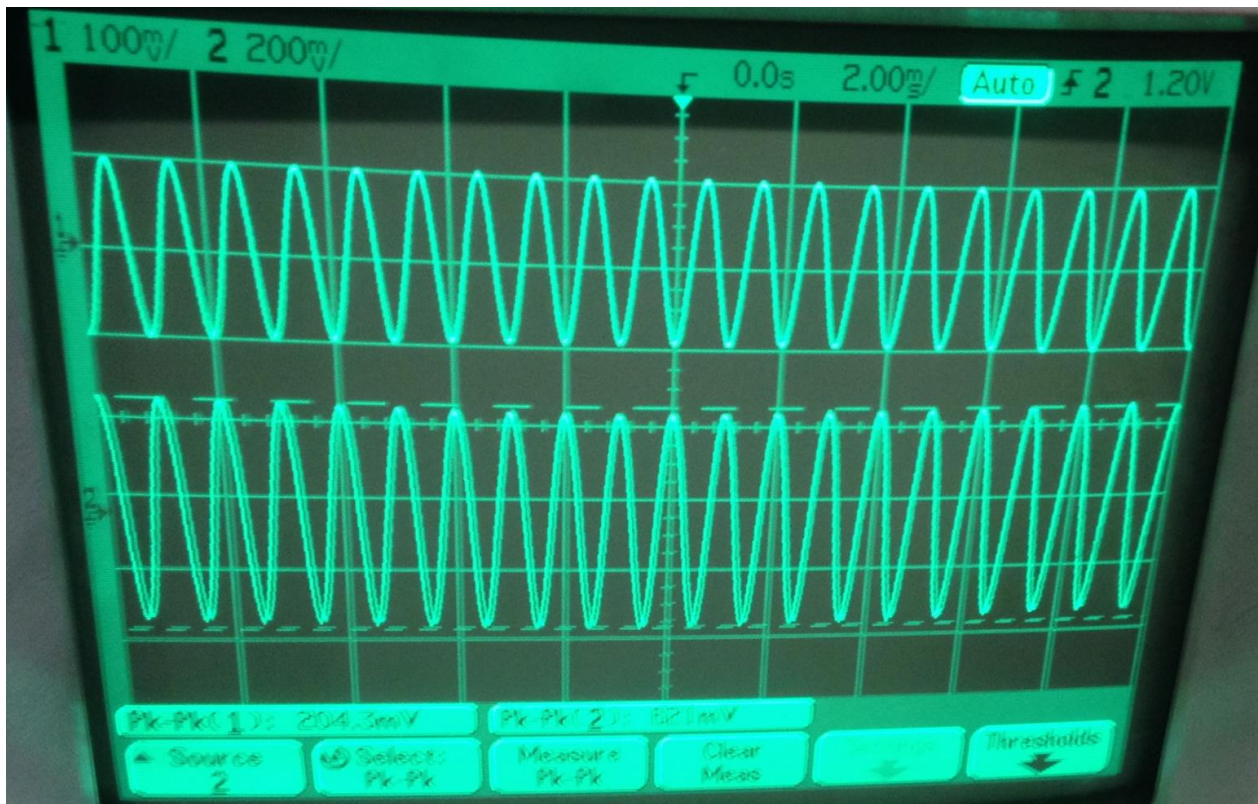
4º PRÁCTICA. Transistor bipolar de unión.

B) Montaje amplificador básico. Cálculo de la ganancia

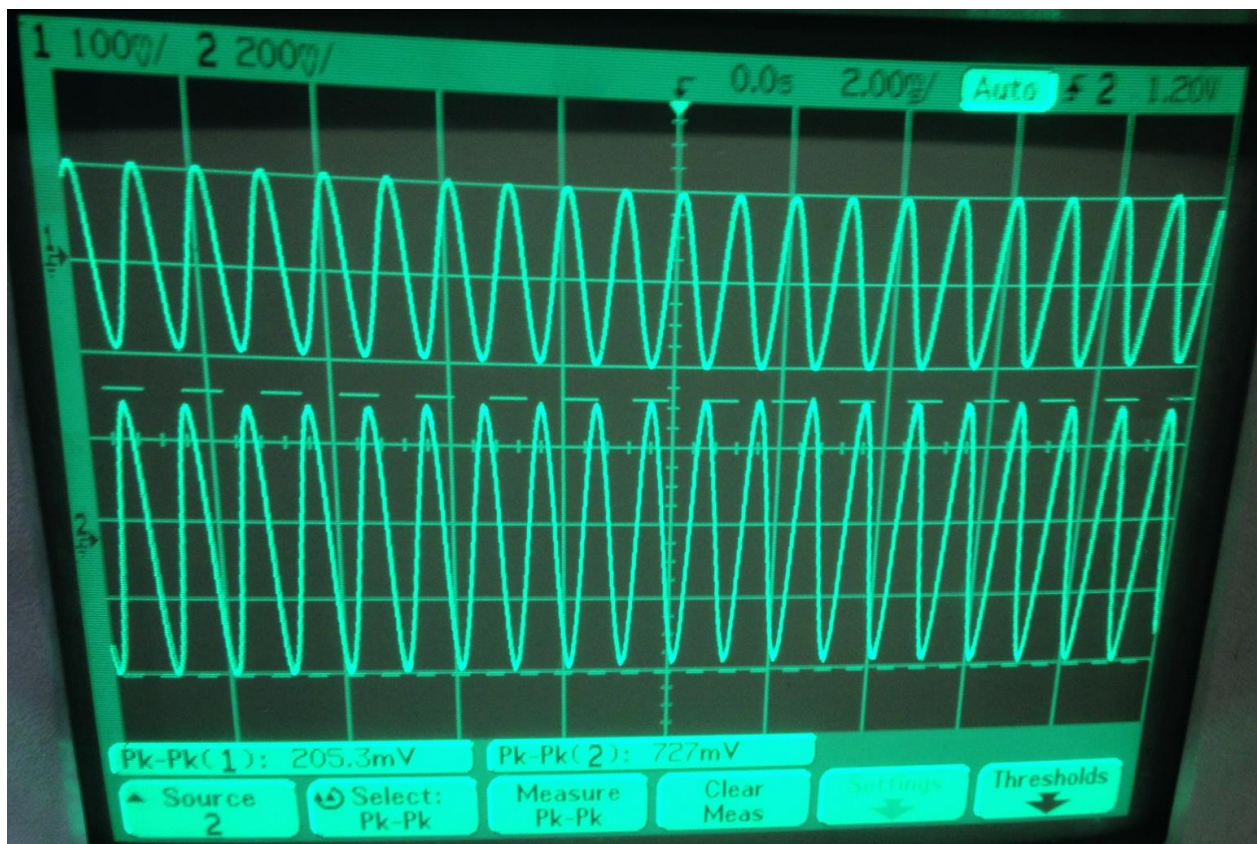
Vdc	Vi (V)	Vo (V)	Vo/Vi	Comentario
0,8 V	204,5 mV	625 mV	3,056	
0,7 V	205,3 mV	573 mV	2,791	
4,2 V	205,1 mV	448 mV	2,184	Entra en Saturación
2 V	205,1 mV	727 mV	3,544	Ganancia máxima



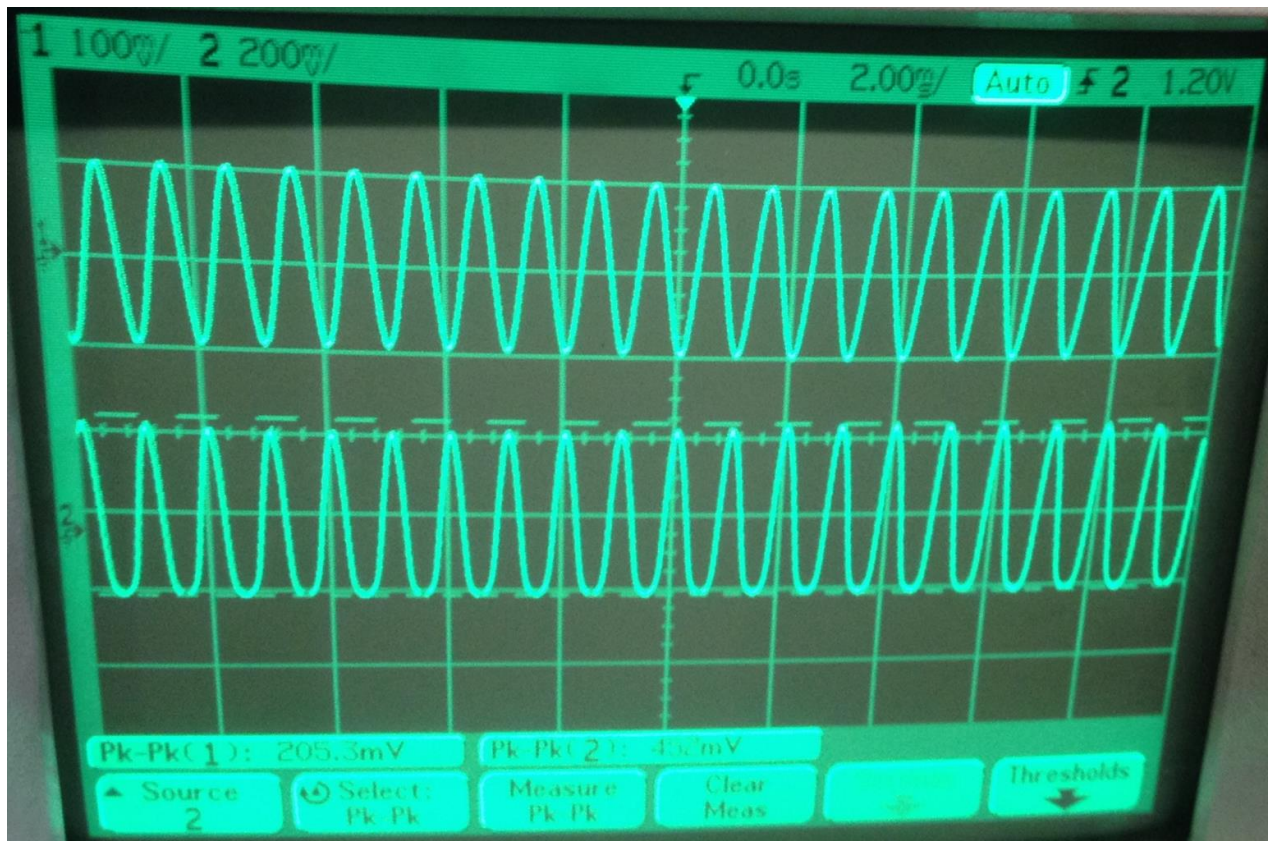
$V_o = 573 \text{ V}$



$V_o = 625 \text{ V}$



$V_o = 727 \text{ V}$

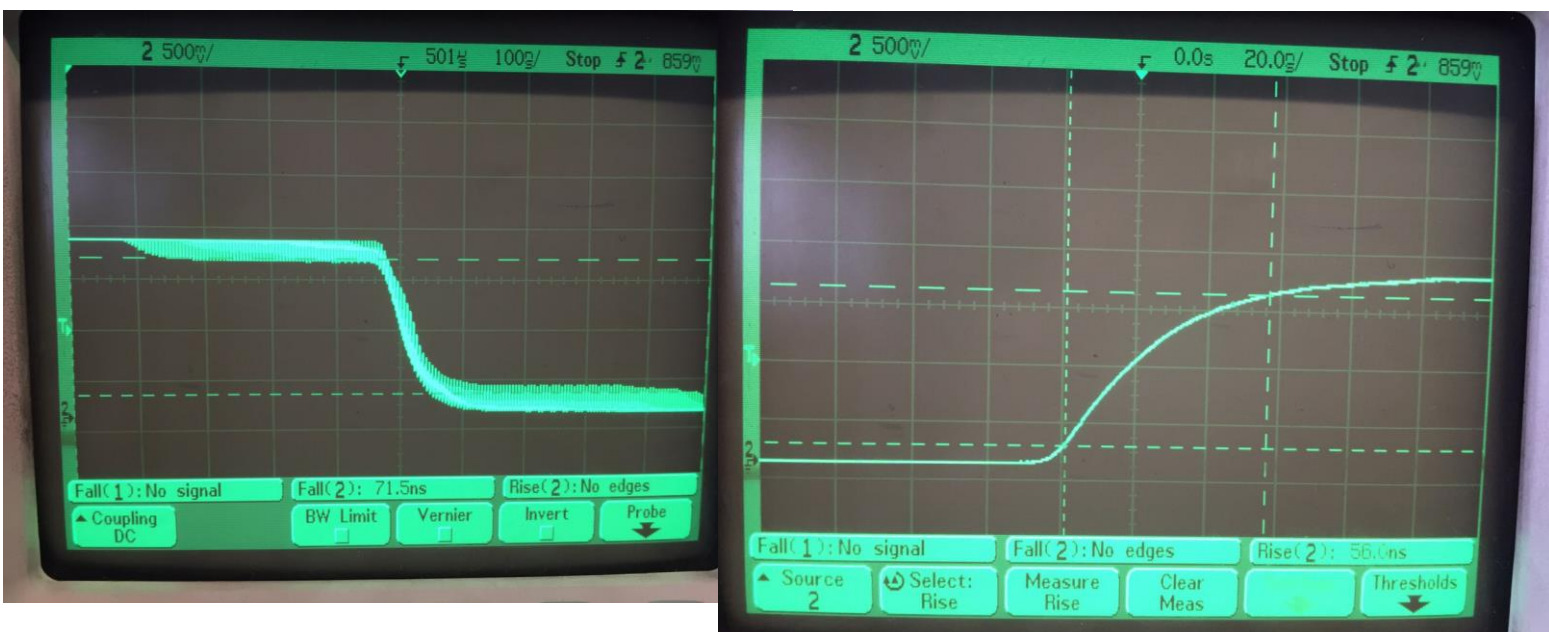


$V_o = 448 \text{ V}$

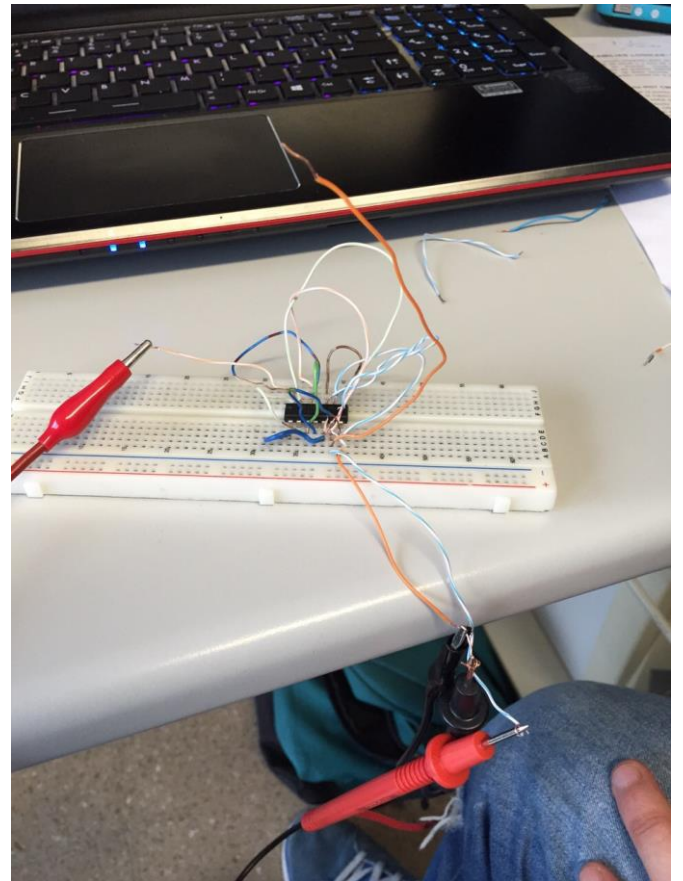
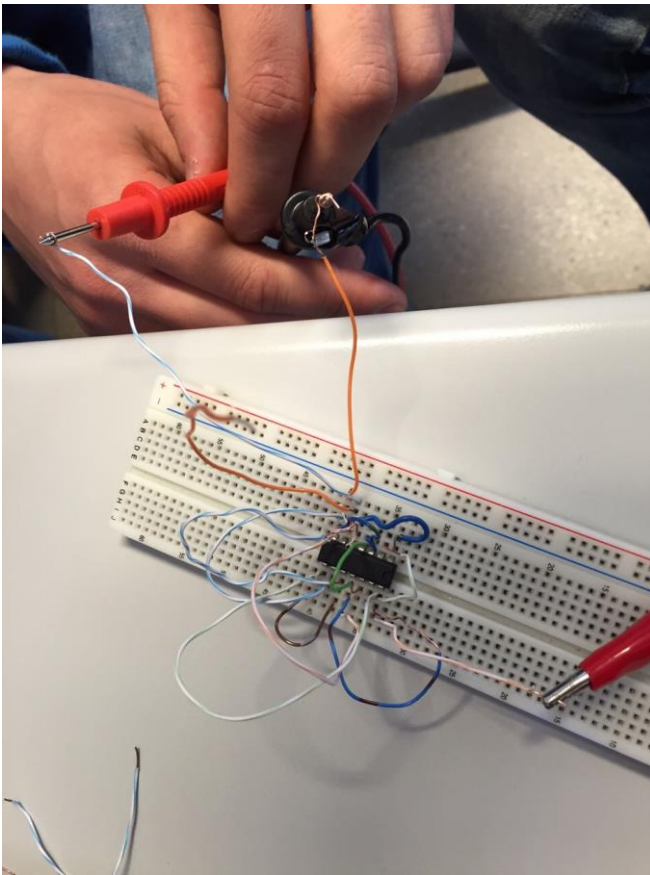
5ª PRÁCTICA

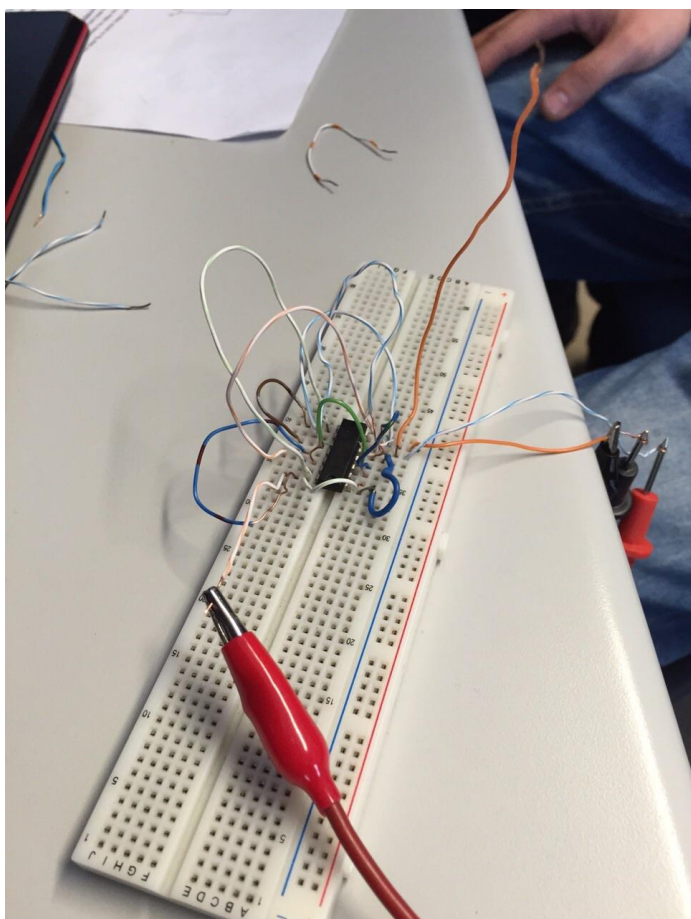
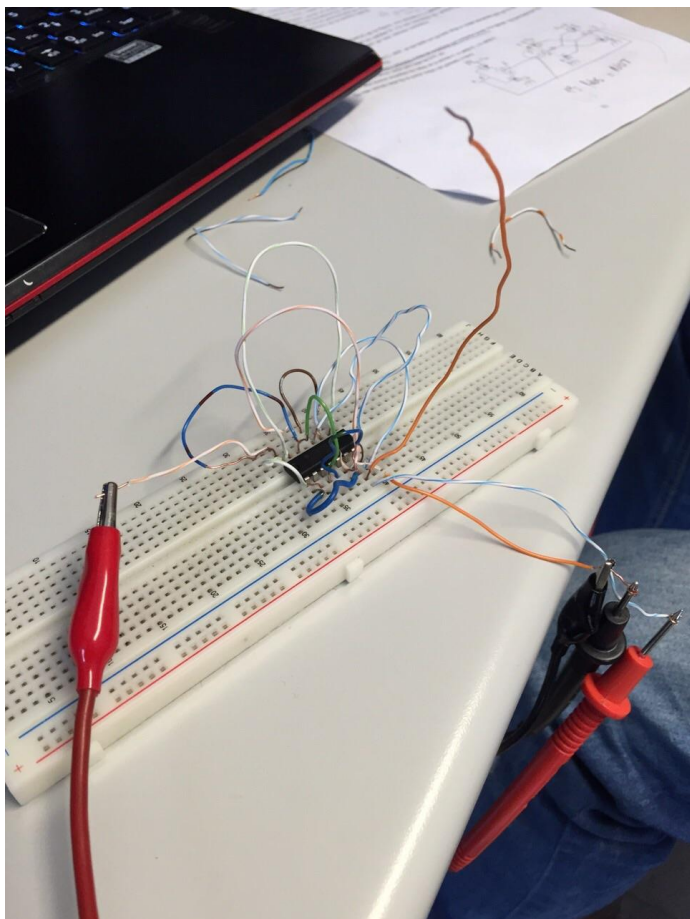
A) Puerta NOT CMOS

Retardos de bajo-alto = 56,0 ns (subida) y de alto-bajo = 71,5 ns (bajada).



B) Memoria CMOS





6ª PRÁCTICA

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 ($LSB = REF / 1024$).

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):

$$Num(V_a) = Min [E ((V_a + LSB/2) / LSB) , 1023]$$

$$Referencia = 4,95 \text{ V}$$

$$LSB = V.Referencia / 1024 = 4,83398 \cdot 10^{-3}$$

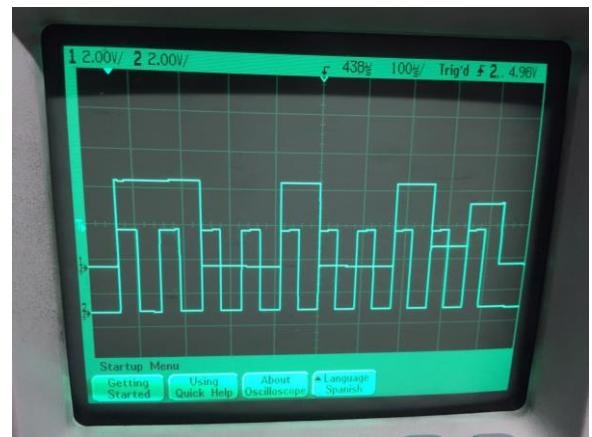
La palabra tiene que ser igual a la parte decimal subrayada.

A)

3,913 V

Palabra = 1100101000 \rightarrow 808 (decimal)

$$(3,913 - 2,41699 \cdot 10^{-3}) / 4,83398 \cdot 10^{-3} = 808,9779043$$

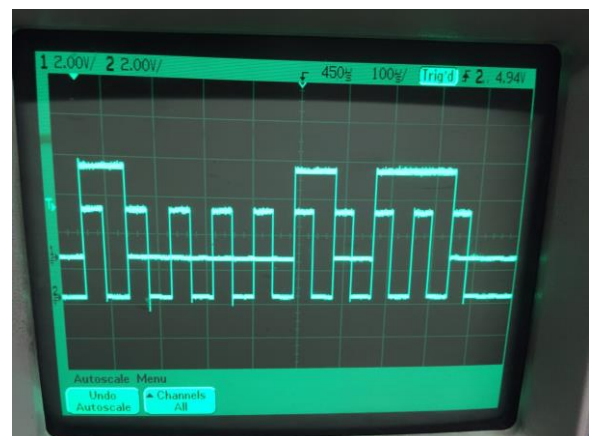


B)

2,590V

Palabra = 1000010110 \rightarrow 534 (decimal)

$$(2,590 - 2,41699 \cdot 10^{-3}) / 4,83398 \cdot 10^{-3} = 535,29$$



C)

0,3826 V

Palabra = 0001001110 \rightarrow 78 (decimal)

$$(0,3826 - 2,41699 \cdot 10^{-3}) / 4,83398 \cdot 10^{-3} = 78,6648$$

