



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Año 2025 - 2º cuatrimestre

## TALLER DE DISEÑO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS (TA138)

### TERCER CHECKPOINT - SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA APLICACIONES INDUSTRIALES Y AUTOMOTRICES

ESTUDIANTES: Grupo 4

Martin, Andrés	110122
<code>ammartin@fi.uba.ar</code>	
Loñ, Julieta	110663
<code>jlon@fi.uba.ar</code>	
Monti, Martina	110574
<code>mmonti@fi.uba.ar</code>	
Del Rio, Francisco	110761
<code>fadelrio@fi.uba.ar</code>	

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Armado del circuito</b>	<b>2</b>
<b>3. Regulación de línea</b>	<b>2</b>
<b>4. Regulación de carga</b>	<b>3</b>
<b>5. Foldback</b>	<b>3</b>
<b>6. Eficiencia</b>	<b>4</b>
<b>7. Tiempo de respuesta</b>	<b>5</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>6</b>
<b>9. Anexo</b>	<b>7</b>
9.1. Propagación de errores . . . . .	7
9.1.1. Error foldback . . . . .	7

## 1. Introducción

El objetivo de este trabajo es medir y verificar el correcto funcionamiento del circuito diseñado y simulado en los trabajos anteriores.

Se espera contrastar los valores medidos con los simulados, tanto de parámetros como la regulación de línea, regulación de carga y tiempos de respuesta.

## 2. Armado del circuito

Las resistencias de apareamiento usadas son de  $100\Omega$ , de cualquier manera el  $\beta$  y  $V_{be}$  de los transistores fueron apareados a mano para evitar dispersiones.

La corriente de polarización medida es de  $1,3\text{ mA}$  lo cual es lo esperado. Luego la corriente medida en las ramas fue de  $520\text{ }\mu\text{A}$  en una y de  $502\text{ }\mu\text{A}$  en la otra. Si bien el valor no es el mismo, se considero que las ramas estaban lo suficientemente apareadas debido a que el circuito funciona de la manera esperada.

## 3. Regulación de línea

Se realizó un barrido de tensión entre los valores de uso del circuito. Para poder hacer esto se fue variando la tensión de la fuente de alimentación continua y midiendo la salida. Además se midió el valor real de tensión a la entrada ya que la fuente presenta su propia dispersión respecto del número exhibido en el display.

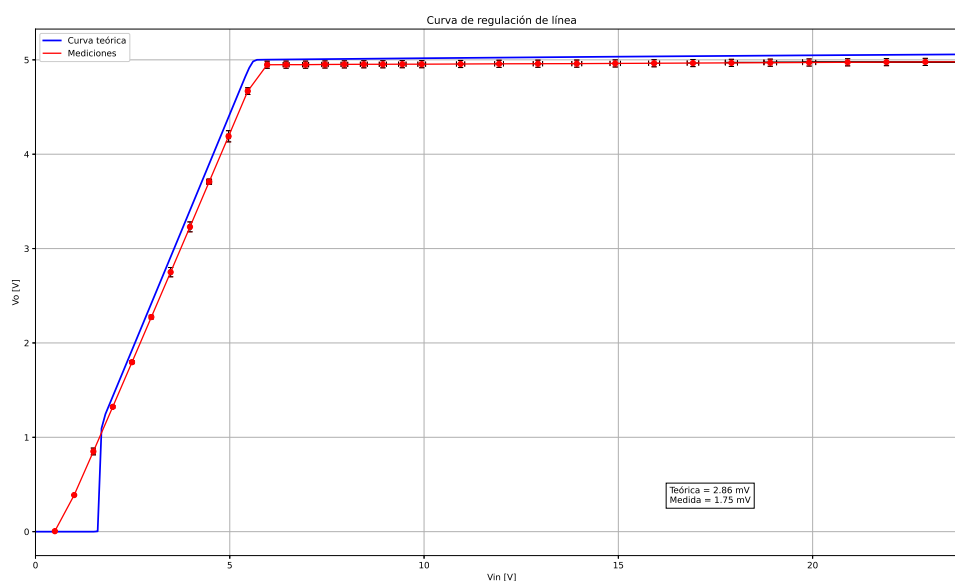


Figura 1: Regulación de línea medida superpuesta a la simulada

Se puede observar que la curva obtenida es congruente con la simulada. La coincidencia no es exacta ya que en la simulación el valor de regulación es de  $5\text{ V}$  y en la medición es de  $4,95\text{ V}$ , pero esta variación está dentro de la aceptada.

La regulación de línea obtenida de las simulaciones fue de  $2,86\text{ mV}$ . La obtenida de las mediciones fue calculada de la siguiente manera

$$\text{Regulacion de linea} = \frac{V_{o2} - V_{o1}}{V_{in2} - V_{in1}} = \frac{4,979 - 4,958}{23,89 - 11,93} = 1,75 \frac{\text{mV}}{\text{V}} \quad (1)$$

El valor obtenido indica que la regulación de línea funciona de la manera esperada, e incluso regula con una variación menor a la simulada.

## 4. Regulación de carga

Con el objetivo de medir la regulación de carga se midió la tensión sobre la carga, variando el valor de la misma entre  $3,3\Omega$  y  $100\Omega$ . La tensión de entrada se mantuvo en un valor constante de  $9,5\text{ V}$

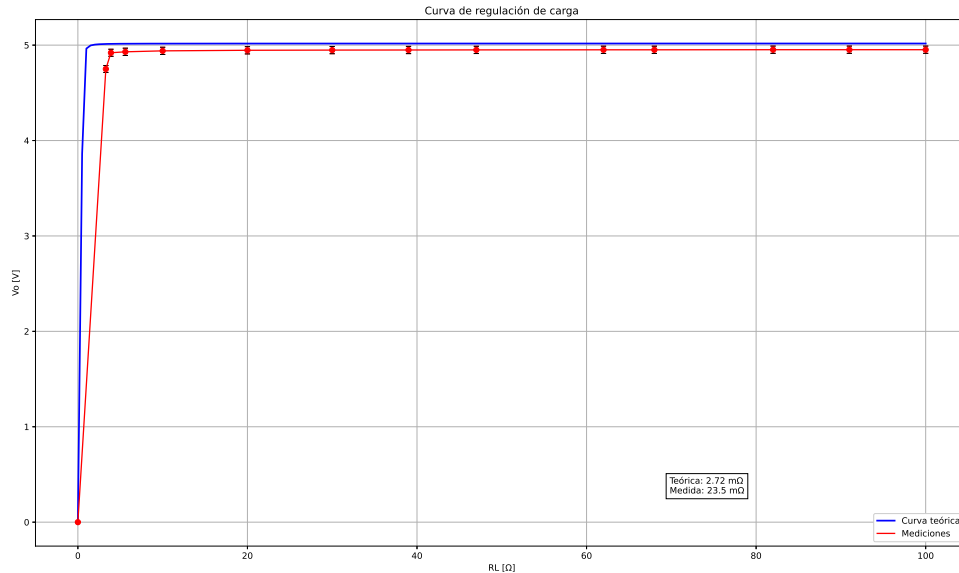


Figura 2: Regulación de carga medida superpuesta a la simulada

$$Regulacion\ de\ carga = \frac{(1 - \frac{V_{o1}}{V_{o2}})R_{L2}}{\frac{V_{o1}R_{L1}}{V_{o2}R_{L2}} - 1} = \frac{(1 - \frac{4,930V}{4,952V})100\Omega}{\frac{4,930V5,6\Omega}{4,952V100\Omega} - 1} = 23,5m\Omega \quad (2)$$

Si bien el valor obtenido a base de mediciones difiere con el simulado, y es mayor, sigue encontrándose dentro de los valores aceptables para la regulación de carga de nuestro circuito.

## 5. Foldback

Al momento de medir el foldback se fue disminuyendo el valor de la carga con la ayuda de un reostato en paralelo con una resistencia de  $10\Omega$  para poder obtener valores pequeños. Esto permitió poder disminuir el valor de la resistencia de carga mas allá del límite del foldback y así poder medir su funcionamiento.

En el gráfico, la curva azul es la simulada y la roja es la obtenida de mediciones del circuito. Para valores de corriente chica, es decir para los mayores valores de  $R_L$ , la diferencia entre el simulado y el real no es de gran importancia. Cuando el foldback comienza a tener su efecto, se puede observar una leve variación pero sigue siendo similar a lo simulado por lo que se considera aceptable.

Hacia los valores mas pequeños del foldback comienza a aparecer un error mas significativo. Este error esta relacionado a la falta de precisión de los multímetros utilizados y el efecto de carga de los mismos, diferencia entre la tensión simulada y medida del base-emisor, y otros efectos presentes al momento de obtener datos sobre el circuito físico.

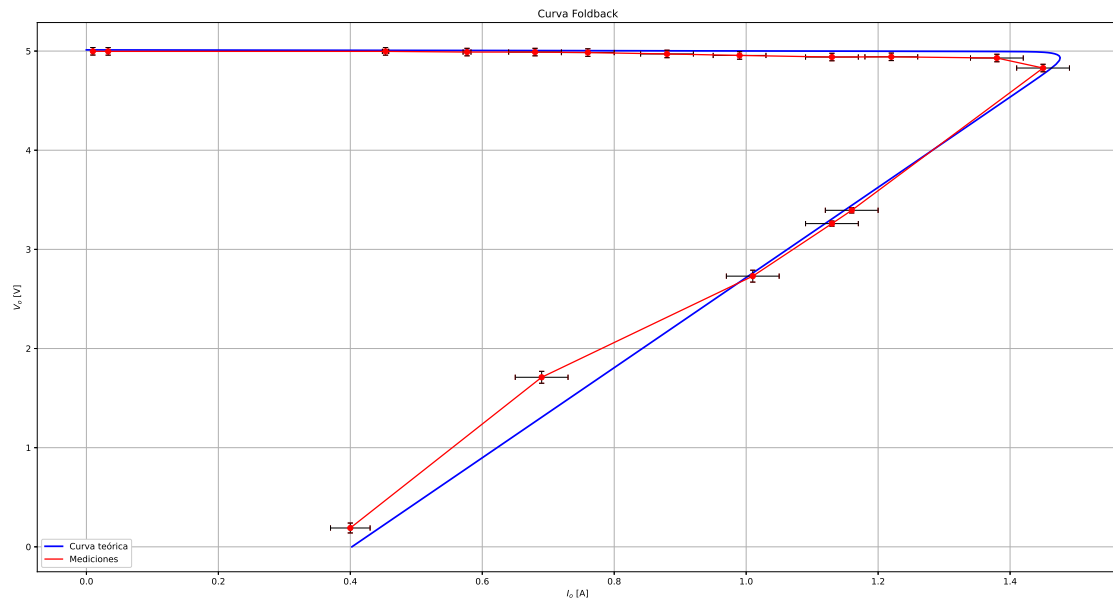


Figura 3: Foldback medido superpuesto al simulado

## 6. Eficiencia

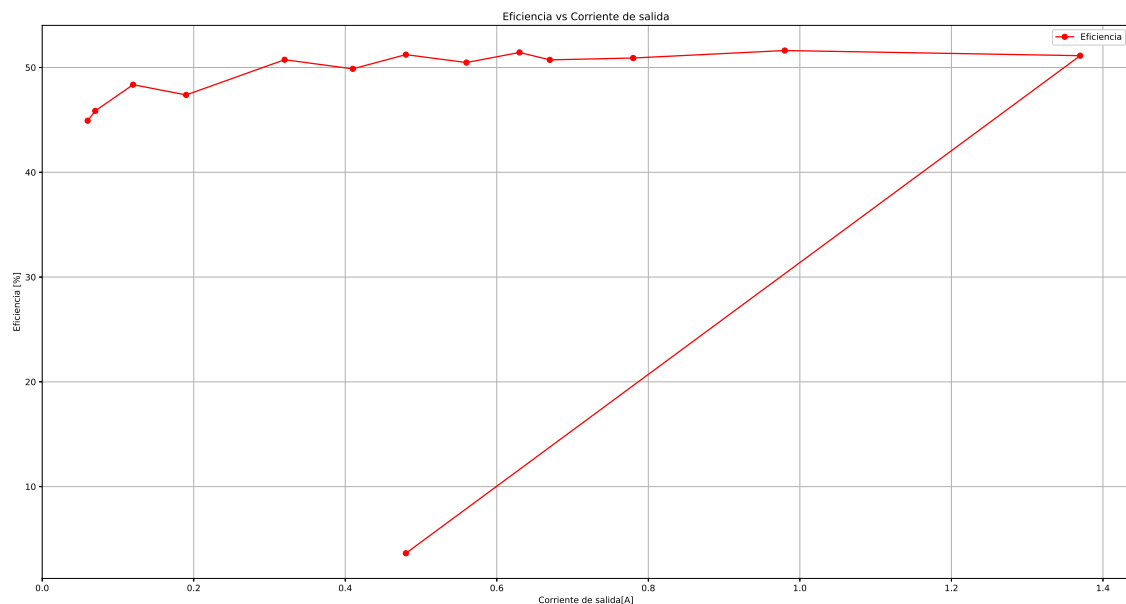


Figura 4: Eficiencia contra corriente

Primero se midió la eficiencia contra la corriente de salida, para esto se mantuvo la tensión de entrada en 9,5 V y se hizo variar la carga entre los valores del rango de funcionamiento, midiendo las tensiones y corrientes tanto de entrada como de salida del circuito.

Como se puede ver en la curva de la Figura 4, los valores rondan el 52% de eficiencia, lo cual se corresponde con lo esperado. Además se puede ver como la curva tiene una forma similar a la curva de

foldback, excepto por los valores bajos de corriente, ya que para estos la corriente de salida se vuelve comparable con las corrientes de polarización del circuito, lo cual disminuye la eficiencia.

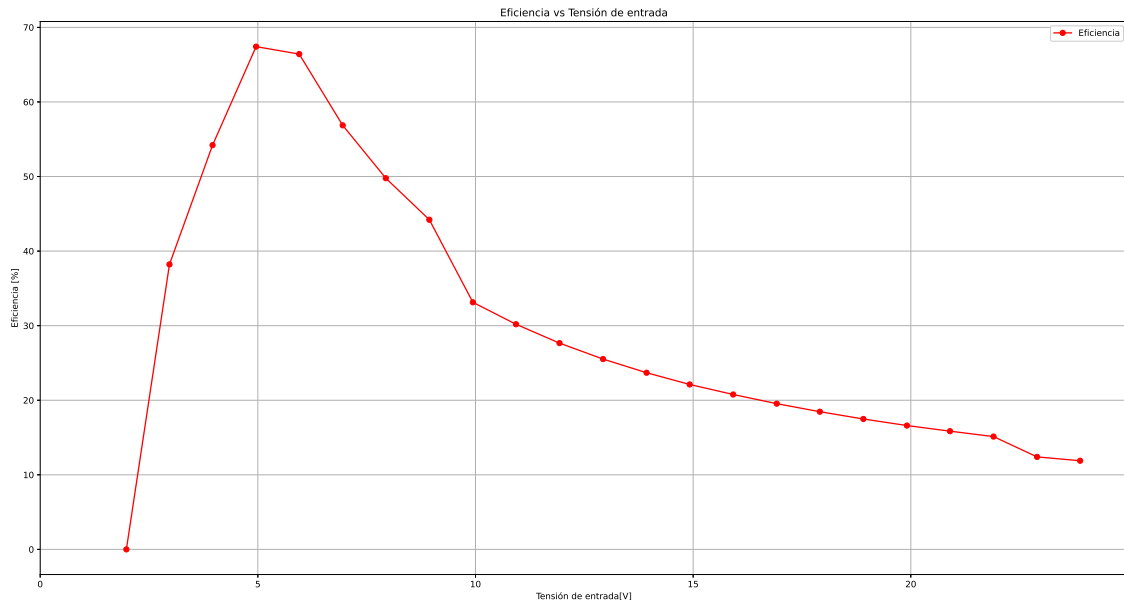


Figura 5: Eficiencia contra tensión

Luego se midió la eficiencia contra la tensión de entrada, para esto se mantuvo la carga constante en  $100\ \Omega$  y nuevamente se midieron las tensiones y corrientes de entrada como de salida, variando la tensión de entrada entre 0 V y 24 V.

Como se puede ver en la Figura 5, la eficiencia presenta un pico en 5 V de entrada, aunque en este caso no es utilizable el circuito, ya que la tensión de salida no se encuentra dentro de las especificaciones. Luego, el decrecimiento a medida que aumenta la tensión de entrada es esperable, ya que aumenta la potencia de entrada mientras que la potencia de salida se mantiene constante.

## 7. Tiempo de respuesta

Al momento de medir el tiempo de encendido y apagado del circuito se utilizó una resistencia en paralelo con un capacitor de  $10\ \Omega$  y  $1\ \mu\text{F}$  respectivamente. Para medirlo se debió conectar y desconectar la fuente de alimentación. Con un osciloscopio se utilizaron ambos canales, uno para observar el tiempo de respuesta de la desconexión de la fuente y otro para observar el tiempo de respuesta del circuito. Se consiguieron los siguientes gráficos.

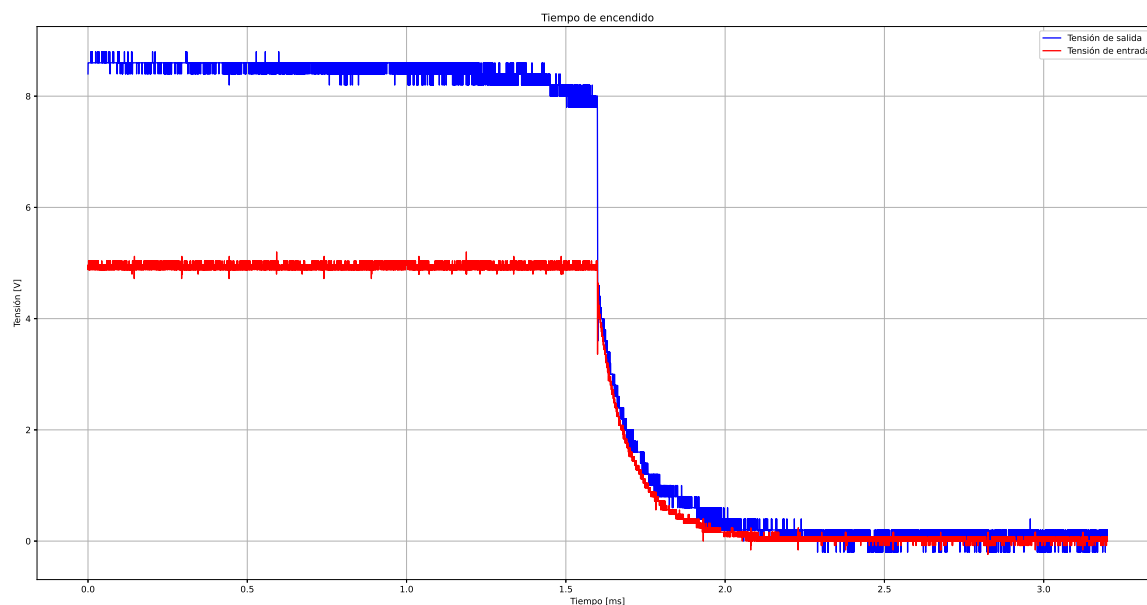


Figura 6: Tiempo de respuesta apagado

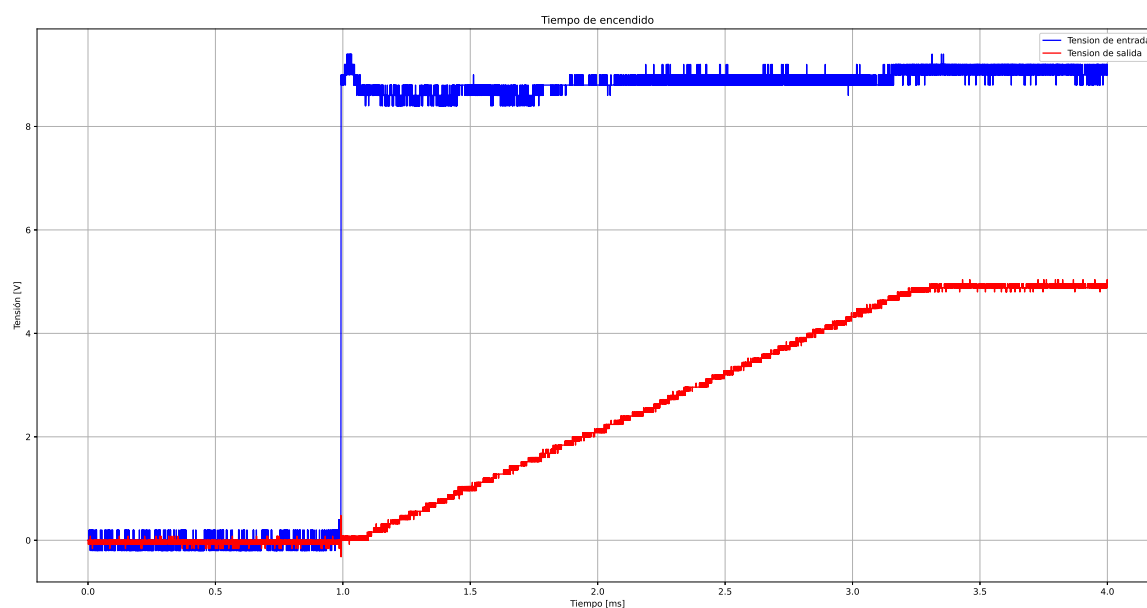


Figura 7: Tiempo de respuesta encendido

En la Figura 6 se observa un tiempo de apagado de 0,4 ms. En la Figura 7 se observa un tiempo de encendido de 2,5 ms.

## 8. Conclusiones

En este trabajo se pudo armar el circuito diseñado en las entregas anteriores, verificando su funcionamiento dentro de las especificaciones y simulaciones. Las mediciones resultaron coherentes con lo diseñado, y en algunos casos hasta mejores que lo simulado.

## 9. Anexo

### 9.1. Propagación de errores

Al momento de analizar los errores en la medición se debió tener en cuenta la dispersión de los multímetros y resistencias utilizados. Los multímetros con los que se realizaron las mediciones son: UT890C, UT139. Observando las especificaciones del fabricante se aprecia lo siguiente:

Magnitud	Rango	Resolución / Precisión
UT890C DC Current	600 mA	(1.2 % + 5)
	20 A	(2.0 % + 5)
UT890C DC Voltage	600 mV	(0.5 % + 4)
	6 V	(0.5 % + 2)
UT139 DC Current	10 A	(0.7 % + 2)
UT139 DC Voltage	600 V	(0.5 % + 2)

Cuadro 9.1: Incertezas de los multímetros UT890C y UT139

Con esta tabla y suponiendo un error del 5 % en todas las resistencias ya es posible realizar el cálculo de propagación de errores para los diferentes casos.

#### 9.1.1. Error foldback

El error en la medición de foldback se calculó propagando el error de ambos multímetros y las resistencias para los diferentes valores de corriente y tensión. Se utilizó el UT890C para medir la corriente y el UT139 para medir la tensión. Entonces, el error estará dado por:

$$\Delta T + \Delta I + \Delta R$$

Al momento de medir el error, se tomó que "Alta corriente" tiene una resolución de 0.01A y "Baja corriente" tiene una resolución de 0.1mA. El UT139 es de resolución variable. Existen cuatro casos de errores:

1. Alta tensión, baja corriente:

$$V = [(0,5\%V_{out} + 2) + 5\%R_L]V \quad y \quad I = [(1,2\%I_{out} + 5) + 5\%R_L]A$$

2. Alta tensión, alta corriente:

$$V = [(0,5\%V_{out} + 2D) + 5\%R_L]V \quad y \quad I = [(2,0\%I_{out} + 5D) + 5\%R_L]A$$

3. Baja tensión, alta corriente:

$$V = [(0,5\%V_{out} + 2D) + 5\%R_L]V \quad y \quad I = [(2,0\%I_{out} + 5D) + 5\%R_L]A$$

4. Baja tensión, baja corriente:

$$V = [(0,5\%V_{out} + 2D) + 5\%R_L]V \quad y \quad I = [(1,2\%I_{out} + 5D) + 5\%R_L]I$$