

LABORATORI

Sistemes de Suport a la

Informació SSTIC

MINIPROYECTO.

Transmisión – recepción de señales de audio
mediante fibra óptica de plástico (POF).



Mauricio Moreno Sereno
Ismael Benito Altamirano
Iván Bernat Ubiaga
Francisco Palacio Bonet

Grau d'Enginyeria Electrònica de Telecomunicació
Laboratori Sistemes de Suport a la Informació. 2024
Transmisión- Recepción de audio mediante
Fibra Óptica de Plástico (POF)

1. Objetivos

1. Conocer componentes comerciales para la realización de enlaces ópticos con fibra óptica de plástico (POF=Plastic Optical Fiber).
2. Profundizar en el modo de polarización del LED y del dispositivo fotodetector.
3. Medir la atenuación de la fibra de plástico.

2. Material

1. PCB para desarrollar los circuitos TX y RX
2. LED SFH750 (SIEMENS) con conector de plástico.
3. Fotodiodo SFH250 (SIEMENS) con conector de plástico.
4. Fibra de plástico de varias longitudes (metros).
5. Adaptador de corriente.
6. Cable plano para tarjeta de evaluación M-M
7. Operacional: LM324.
8. Transistor NPN: BC337
9. Osciloscopio, generador de funciones, fuente de alimentación doble, etc.



Figura 1. PCB, adaptador de corriente, conectores M-M, etc.

3. Descripción de la placa y componentes

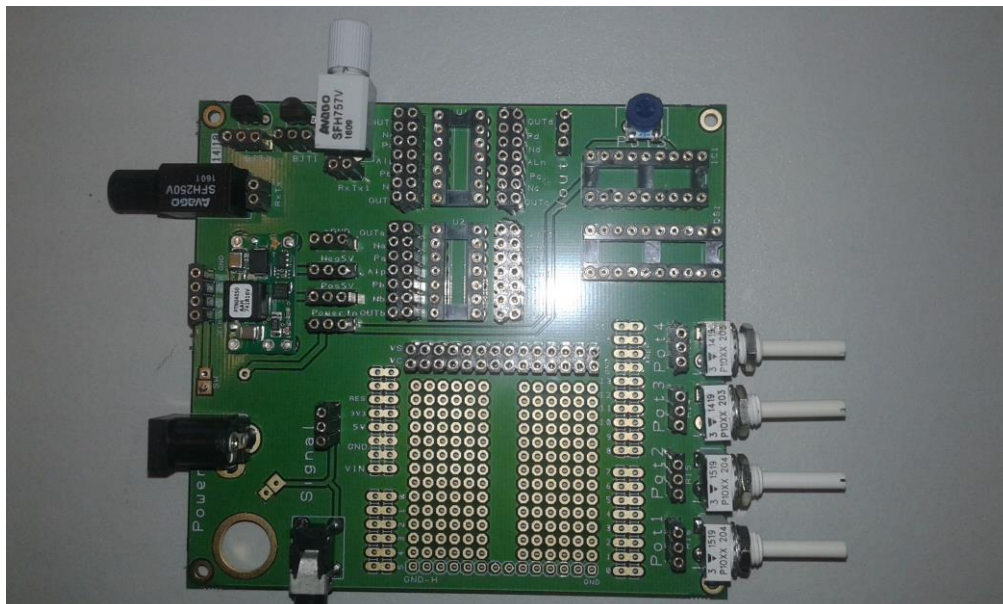


Figura 2. TOP VIEW del PCB.

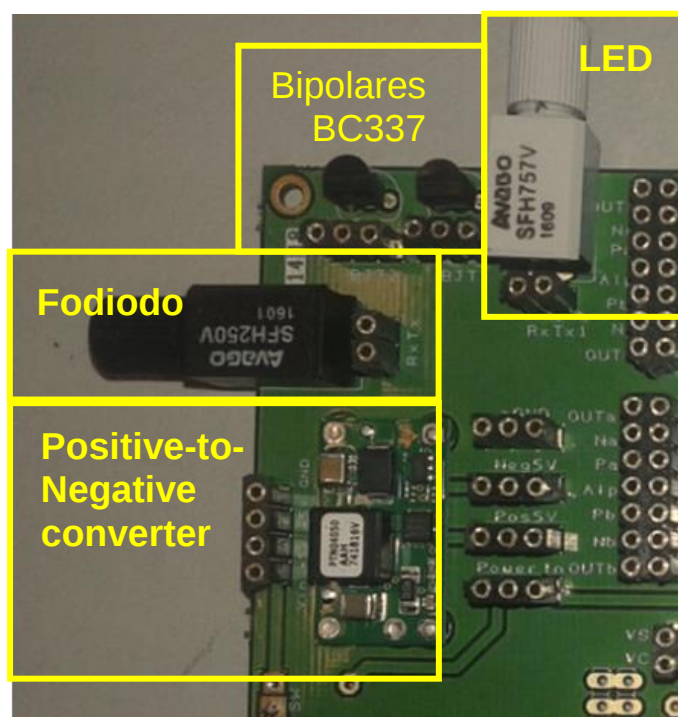
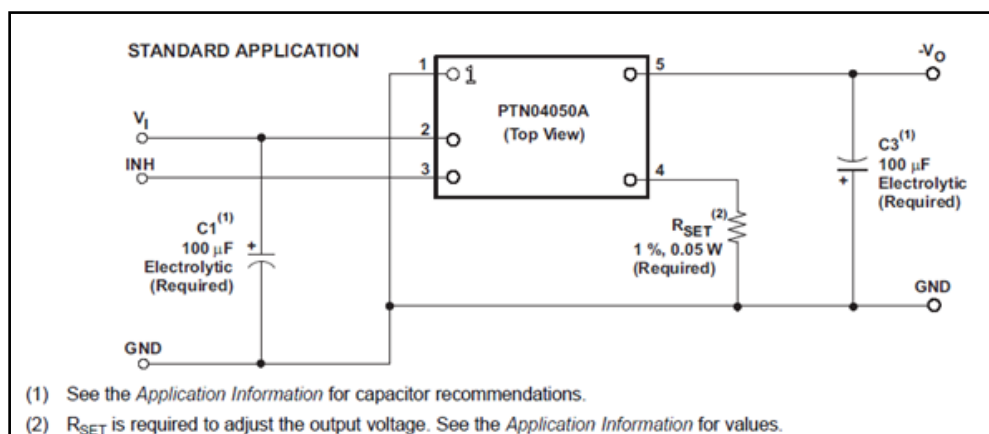
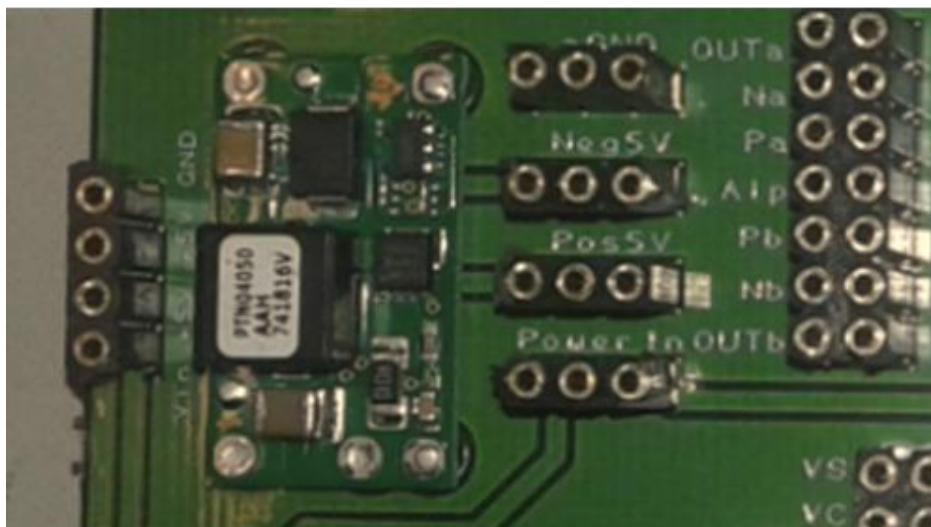


Figura 2. Detalle de los principales componentes.

Grau d'Enginyeria Electrònica de Telecomunicació Laboratori Sistemes de Suport a la Informació. 2024 Transmisión- Recepción de audio mediante Fibra Óptica de Plástico (POF)



TERMINAL FUNCTIONS			
TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
GND	1		The common ground connection for the V_I and V_O power connections. It is also the reference for the V_O Adjust control inputs.
V_I	2	I	The positive input voltage power node to the module, which is referenced to common GND.
Inhibit	3	I	The Inhibit pin is an open-collector/drain (non-TTL), negative logic input that is referenced to GND. Applying a low-level ground signal to this input disables the module's output. When the Inhibit control is active-low, the input current drawn by the regulator is significantly reduced. If the Inhibit pin is left open-circuit, the module produces an output voltage whenever a valid input source is applied. The PTN04050A Inhibit control circuitry must not be shared with another module. Never connect a resistor between the Inhibit pin and any other voltage reference or GND.
V_O Adjust	4	I	A 1% resistor must be connected between pin 4 and pin 1 to set the output voltage of the module. If left open-circuit, the output voltage defaults to -1.79 V, which is beyond the recommended operating range. The set-point range is -15 V to -3.3 V. The temperature stability of the resistor should be 100 ppm/°C (or better). The standard resistor value for a number of common output voltages is provided in the application information.
V_O	5	O	The negative output voltage power node with respect to the GND node.

Figura 3. Detalle y especificaciones del convertidor a -5V

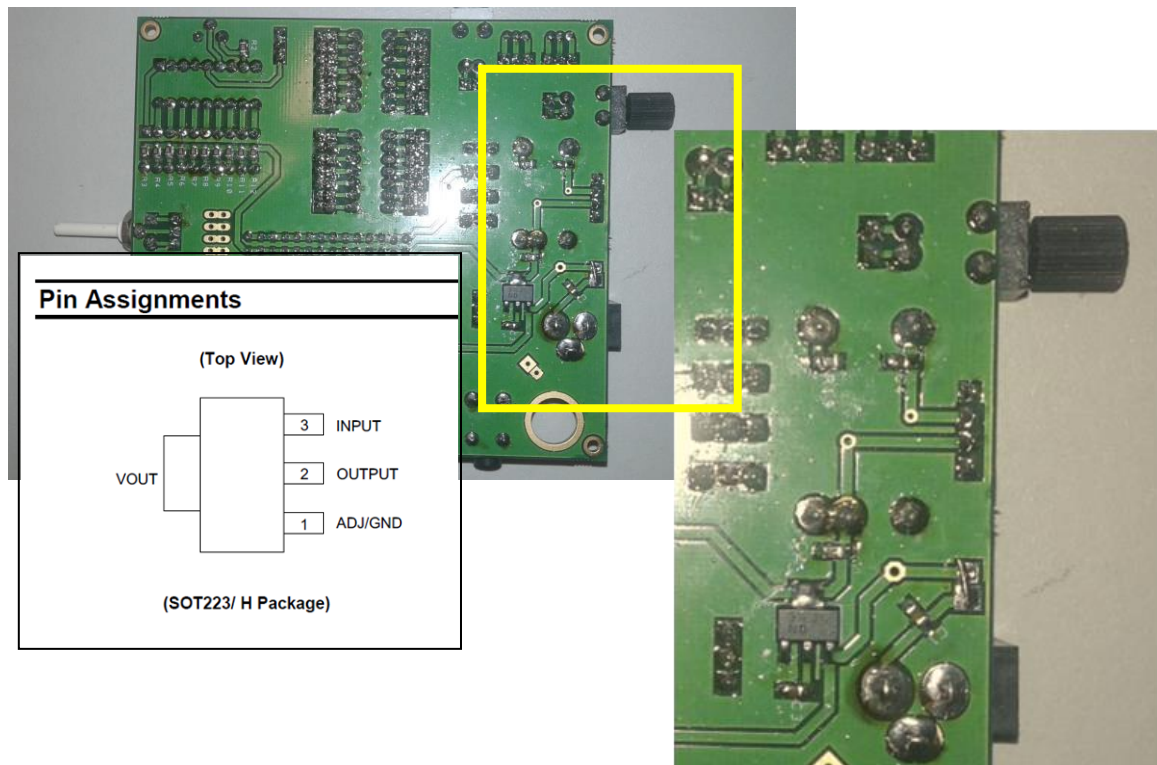


Figura 4. Detalle del REGULADOR de tensión

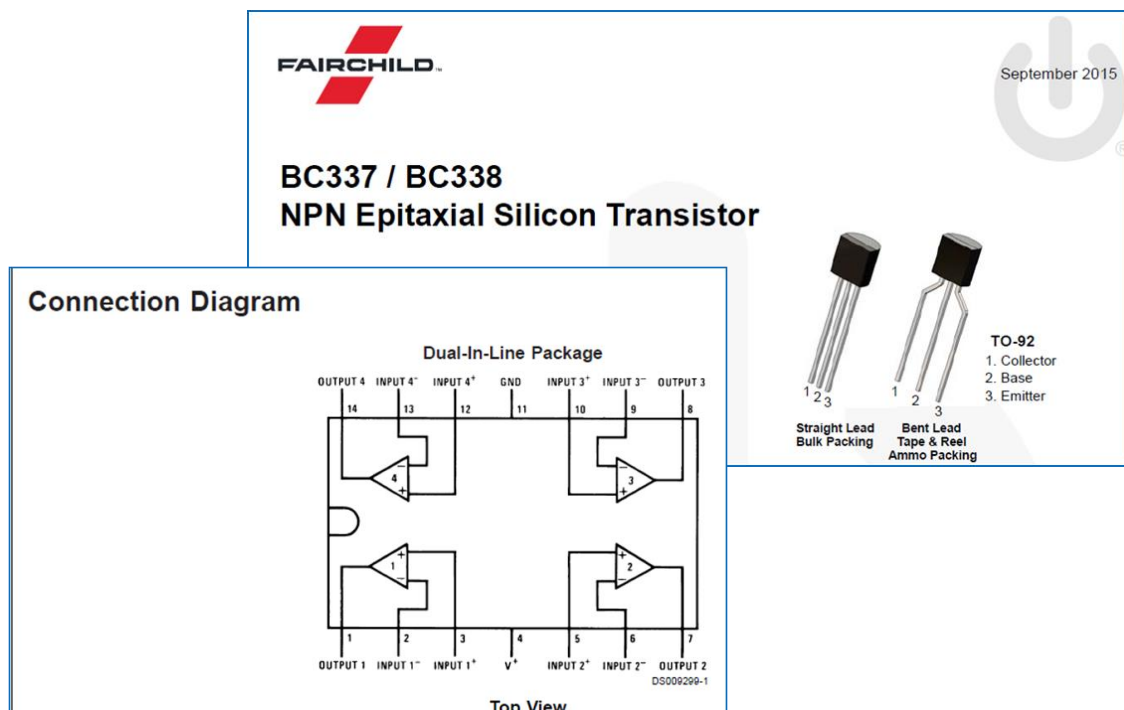


Figura 5. Pins del transistor bipolar NPN BC337.
Pins del LM324. El pin #11=GND puede considerarse también V-

Emisor y receptor.

Transmisor (COLOR BLANCO): Siemens SFH750V (LED visible $\lambda=660\text{nm}$)
 Receptor (COLOR NEGRO) : Siemens SFH250V

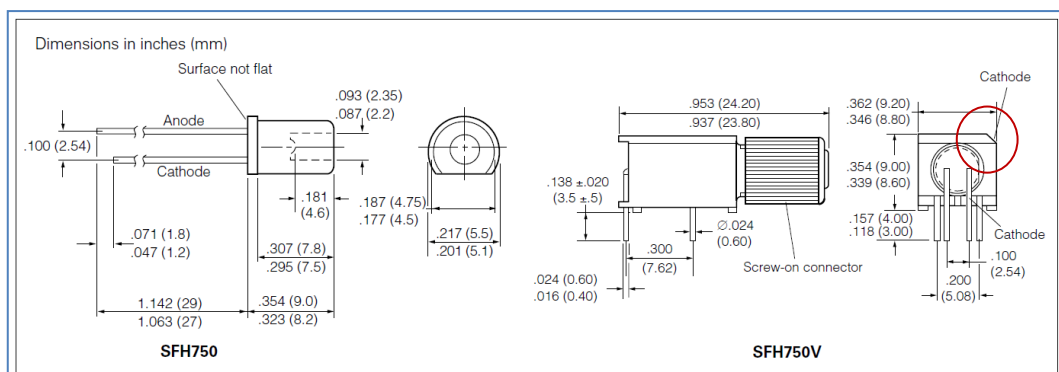


Figura 6. Disposición de cátodo y ánodo en el transmisor (SFH750V).

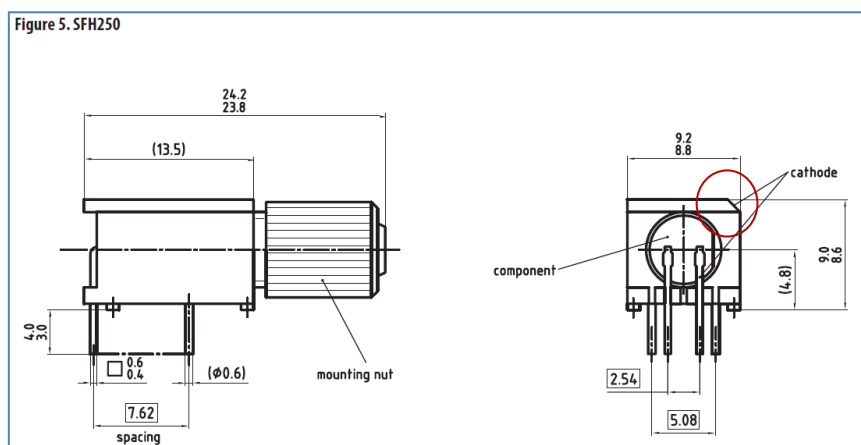


Figura 6b. Disposición de cátodo y ánodo en el transmisor receptor (SFH250V).

Emmiter:

Peak Wavelength $\lambda_{\text{PEAK}}=660 \text{ nm (ROJO)}$
Esppectral Width $\Delta\lambda=35\text{nm}$
Forward Voltage $V_F=1.6 (\square 2.0)\text{V}$ IF=10 mA
Forward Current $I_{\text{FMAX}}=45 \text{ mA}$
Reverse Voltage $V_{\text{REVERSE}}=5 \text{ V}$

Receiver:

Reverse voltage $V_R=30 \text{ V}$
 Maximum photosensitivity wavelength $\lambda_{\text{Smax}}= 850 \text{ nm}$
 Photosensitivity spectral range: 400nm - 1100nm
 Capacitance ($f = 1 \text{ MHz}$, $V_R = 0 \text{ V}$) CO 11 pF
 Rise and fall times of photocurrent ($R_L=50 \text{ W}$, $V_R=30\text{V}$, $I=880 \text{ nm}$)
 10%-90% $t_{\text{rise}}=0.01 \text{ ms}$

4. Circuito Transmisor.

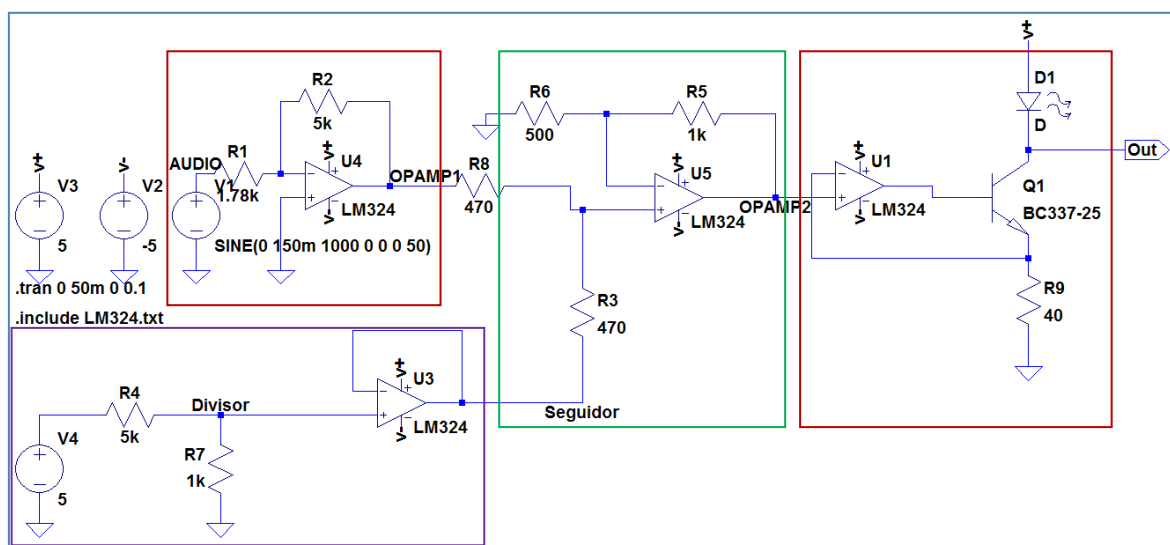


Figura 7. Tentativa de circuito transmisor completo.

NOTA: Los valores de las resistencias no son representativos!

Agradecimientos (2017): Javier Aguilar Torán, Irene García Camacho, Miguel Gómez Serrano

4.1 Etapa amplificadora

La etapa amplificadora está formada por un amplificador inversor que simplemente sirve para amplificar e invertir la señal de audio de la entrada del circuito.

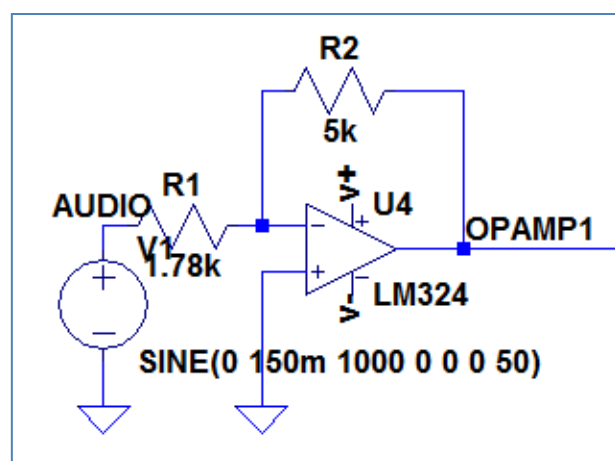


Figura 8. Etapa amplificadora de audio.

NOTA: Los valores de las resistencias no son representativos!

Agradecimientos (2017): Javier Aguilar Torán, Irene García Camacho, Miguel Gómez Serrano

4.2 Divisor de tensión.

- El divisor de tensión debe proporcionar un nivel de continua constante, sobre el que se debe superponer la señal de audio.
- El seguidor de tensión únicamente aísla la entrada y la salida, que será el audio amplificado.

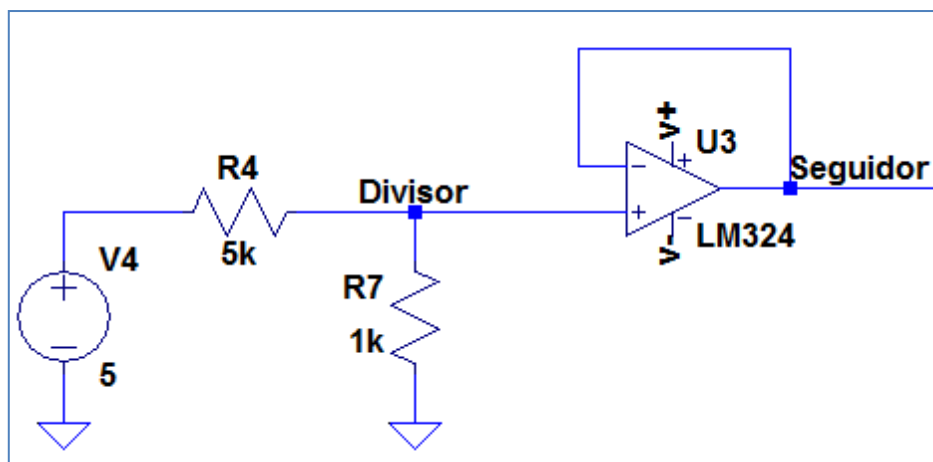


Figura 9. Divisor de tensión.

NOTA: Los valores de las resistencias no son representativos!

Agradecimientos (2017): Javier Aguilar Torán, Irene García Camacho, Miguel Gómez Serrano

4.3 Sumador.

Se usará el “sumador” para añadir un nivel DC a la señal de audio previamente amplificada. La señal pasará de ser bipolar a unipolar, TOTALMENTE POSITIVA para poder actuar sobre el LED.

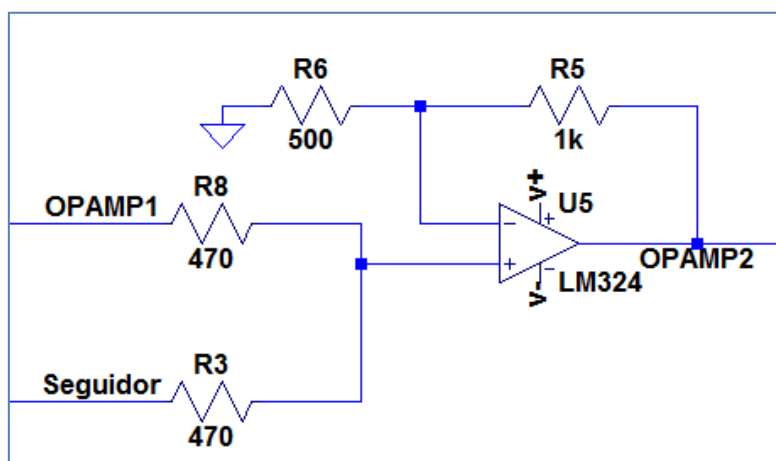


Figura 10. Etapa sumadora DC + AUDIO.

NOTA: Los valores de las resistencias no son representativos!

Agradecimientos (2017): Javier Aguilar Torán, Irene García Camacho, Miguel Gómez Serrano

4.4 Etapa transmisora.

La señal anterior controlará transistor bipolar para MODULAR la magnitud de la corriente a través del LED emisor (colector)

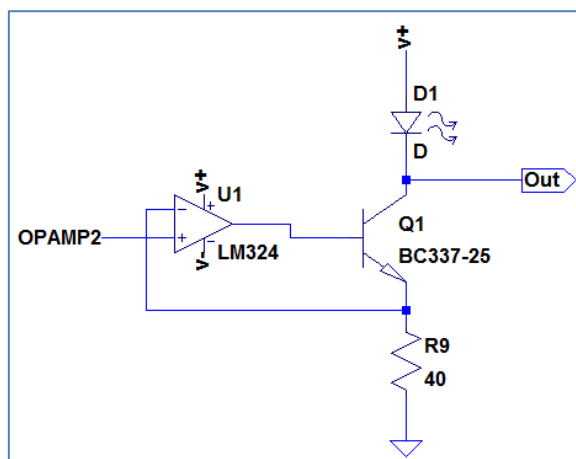


Figura 11. Etapa modulación LED.

NOTA: Los valores de las resistencias no son representativos!

Agradecimientos (2017): Javier Aguilar Torán, Irene García Camacho, Miguel Gómez Serrano

5. Realización práctica.

5.1 Etapa moduladora.

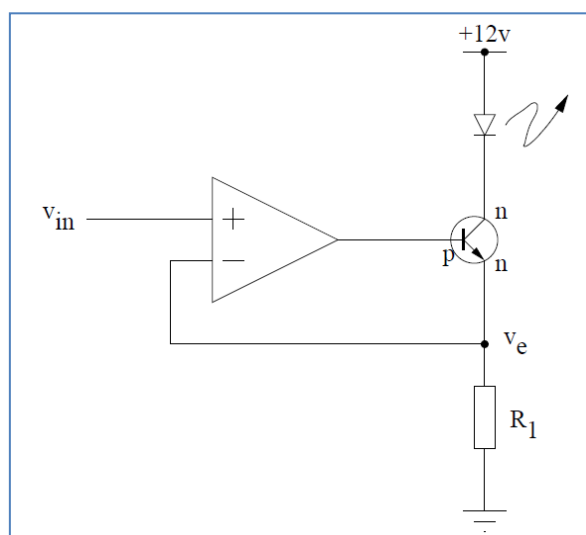


Figura 12. Etapa transmisora

El objetivo del circuito de la etapa transmisora, amplificador operacional más transistor bipolar, es contruir una **fuentes de corriente constante para controlar el LED**. Un análisis del circuito en primera aproximación es:

- El feedback negativo impone $v_e = v_{in}$.
- Con ello, la corriente de emisor es $I_e = V_{in}/R_1$.
- La corriente de colector es aproximadamente la de emisor: $I_c \approx I_e$. ($I_c = I_e + I_b$)
- La corriente del LED será $I_{LED} = I_c \approx V_{in}/R_1$

No obstante, en esta fuente de corriente I_b realmente varia con la tensión V_{ce} . El op-amp procura estabilizar la corriente de emisor (I_e) mientras que la resistencia de carga ve la corriente de colector (I_c)

5.2 Tareas.

- R_1 en la figura 10 (R_9 en la figura 11) es la resistencia limitadora del LED. Calcular el valor de la resistencia limitadora en serie con el LED para asegurar una corriente $I_{FORWARD}$ máxima $I_F = 20\text{mA}$, ($I_{FMAX} = 45\text{mA}$ para el SFH750V) cuando la tensión de polarización es $V^+ = 5\text{V}$.
- Este subcircuito está conectado a GND, no a V^- .
- Con ayuda del generador de funciones producir una señal senoidal de baja frecuencia con una amplitud del orden de 1-2V y centrada en 2.5V. Esta sería la señal obtenida por todas las etapas anteriores a la etapa moduladora.

6. Circuitos receptor.

6.1 Configuraciones.

Se compararán **dos configuraciones** básicas para la realización de un receptor óptico.

- **High Impedance Receiver.** La figura 13-izquierda corresponde al fotoreceptor elemental que ya se ha trabajado anteriormente: una resistencia en serie con un fotodiodo polarizado en inverso. La caída de tensión en la resistencia de carga es $V_{out}=I_L \times R_L$. La fotocorriente suele ser del orden de los microamperios, por lo que para tener un nivel de tensión apreciable se debe disponer de una resistencia elevada. Éste es el gran inconveniente de esta configuración, valores elevados de resistencia i) reducen el ancho de banda del circuito y ii) puede producirse una **saturación** o recorte de la señal cuando la caída de tensión en la resistencia debido a la fotocorriente supera la tensión de polarización del circuito: $V_{res} = I_{PH} \cdot R_{LOAD}$
- **Amplificador de transimpedancia.** La figura 13-derecha representa un amplificador de transimpedancia. La resistencia de carga es la resistencia de realimentación de un amplificador inversor. La tensión de salida es proporcional a la corriente fotogenerada: $V_{out}=I_L \times R_{feedback}$. El conjunto tiene una capacidad efectiva menor que permite trabajar a mayores frecuencias.

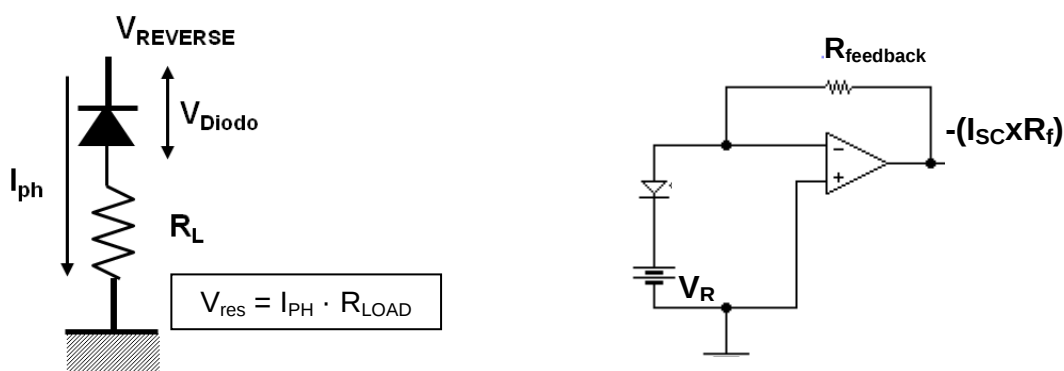


Figura 13. Izquierda: receptor elemental o de Alta Impedancia.
 Derecha: Amplificador de transimpedancia.

6.2 Respuesta en frecuencia.

Alta Impedancia:

- **Transmisor:** Polarizar y modular el LED con el generador de funciones: **señal senoidal**. Disponer de una resistencia serie R_{LED} . Recordar: $I_{FMAX}=45 \text{ mA}$.
- **Receptor:** En la configuración de **alta Impedancia**, aplicar una tensión de polarización inversa de $V_{REVERSE}=5V$ ó $V_{REVERSE} 10V$ que asegure que no tengamos recortes en la señal. **El recorte en la parte inferior se debe a una falta de OFFSET en el LED.**

Grau d'Enginyeria Electrònica de Telecomunicació Laboratori Sistemes de Suport a la Informació. 2024 Transmisión- Recepción de audio mediante Fibra Óptica de Plástico (POF)

- En el receptor (SFH250V) utilizar una resistencia elevada $R_{LOAD}=100k\Omega$ o $1M\Omega$. Cuanto mayor es la resistencia, mayor es la tensión recuperada, y mayor la probabilidad de recorte de la señal.
- Unir transmisor y receptor con una fibra óptica de plástico de corta distancia $L=0.5m$ o $L=1m$
- Dibujar la tensión en el receptor, **valor pico-pico de la señal senoidal**, en función de la frecuencia de modulación del LED (**diagrama de Bode**).

Amplificador de Transimpedancia:

- Haremos uso de un operacional clásico LM324 TL081 o, aplicando la tensión positiva y negativa correspondientes: $\pm 5V$ o $\pm 10V$ según corresponda.
- Para simplificar el montaje de la figura 13-derecha, **no polarizar el fotodiodo, conectarlo directamente a las entradas “+” y “-” del operacional**.

La figura 14 muestra el comportamiento de ambos tipos de configuraciones para $R=1M\Omega$.

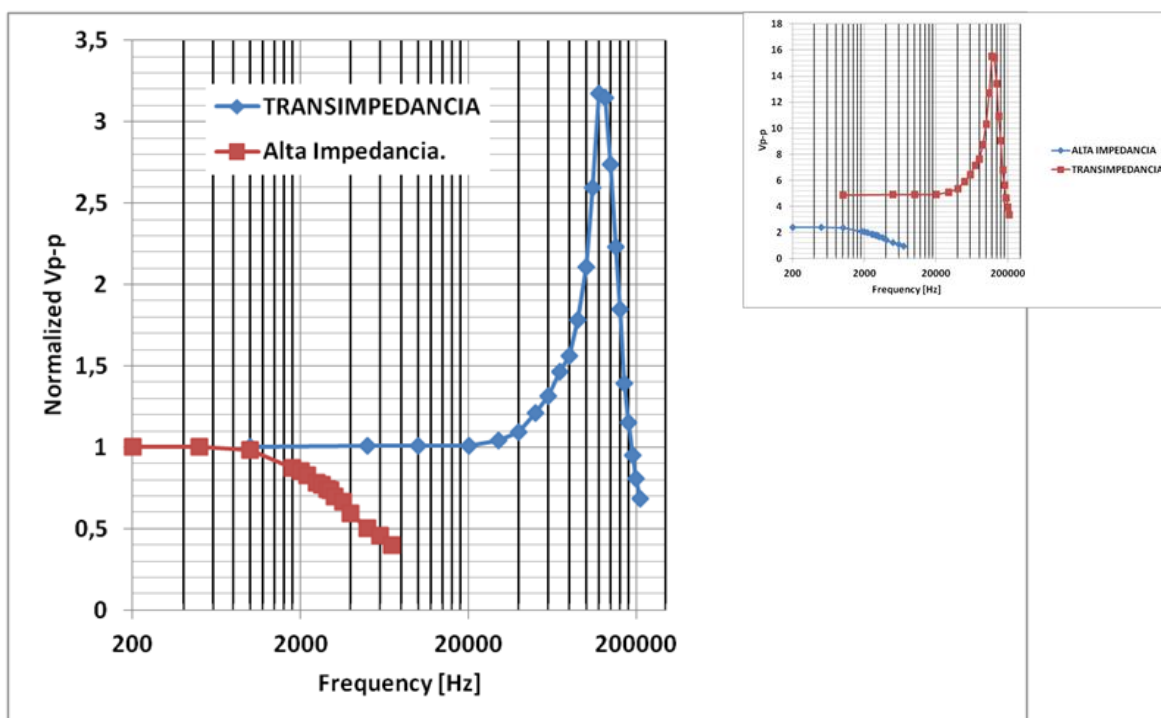


Figura 14. Comportamiento frecuencial típico de las diferentes configuraciones.

6.3 Atenuación de una fibra óptica.

Para cualquiera de las configuraciones anteriores, medir la señal en recepción para diferentes longitudes de fibra:

L = 2m, 5m, 10m, 20m, 40m

Representar:

1. La tensión de salida pico-pico en función de la longitud de enlace.
2. Representar en dB la caída de la señal respecto a la la amplitud de la señal para la longitud más corta. Obtener la atenuación de la fibra en dB/km.

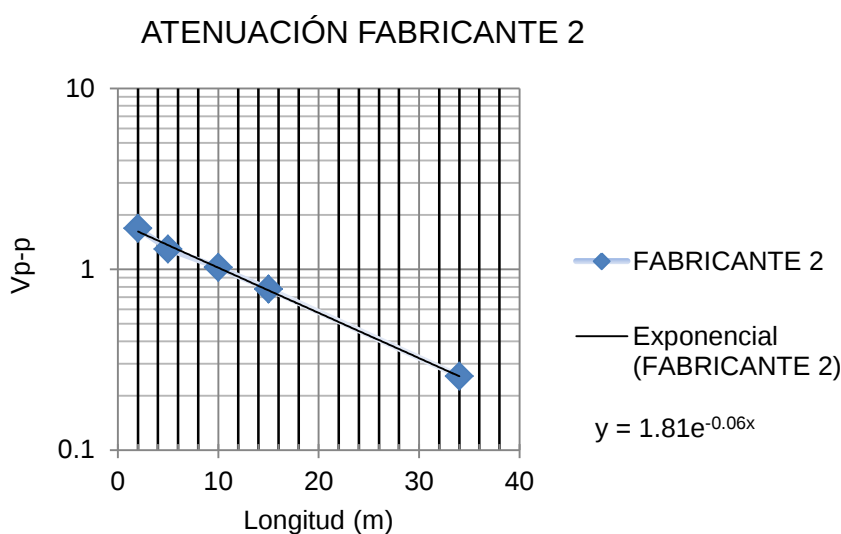


Figura 15a. Señal en el receptor en función de la longitud de fibra.
Valor de la señal en escala logarítmica.

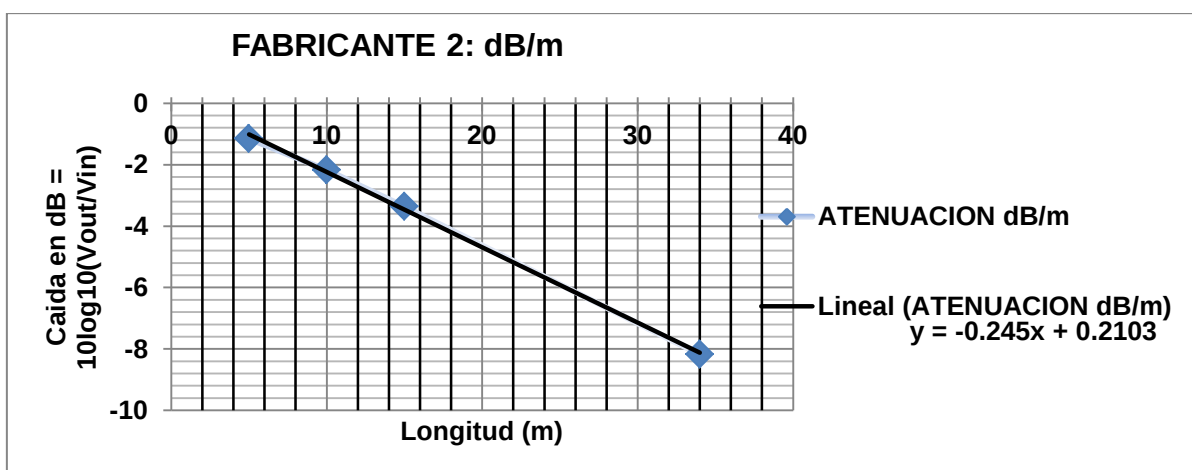
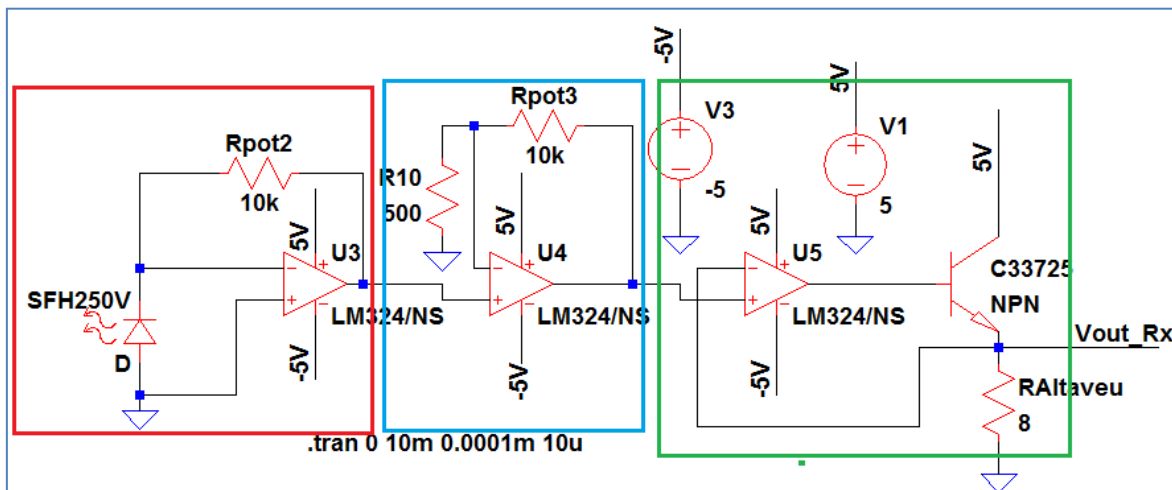


Figura 15b. ATENUACIÓN en el receptor en función de la longitud de fibra.
Fibra tipo 2 (puntos blancos en la protección)

5. Apéndice: TSL081.



Marc Gil y Daniel Sancho

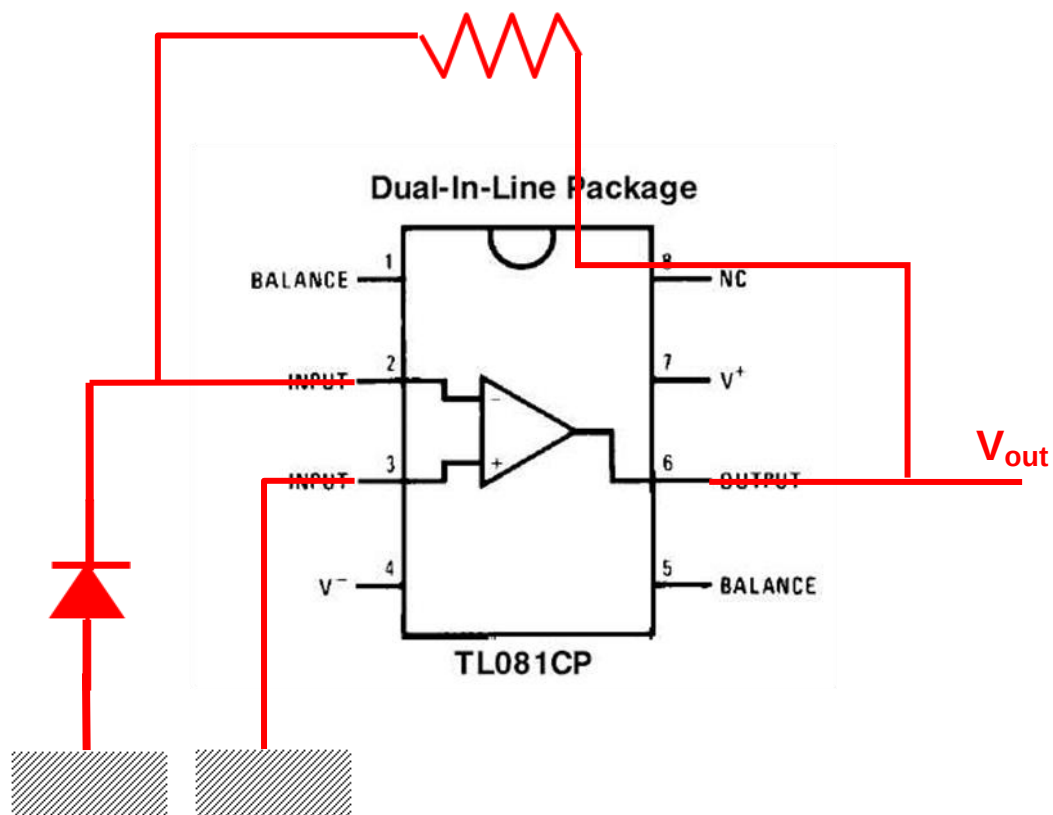
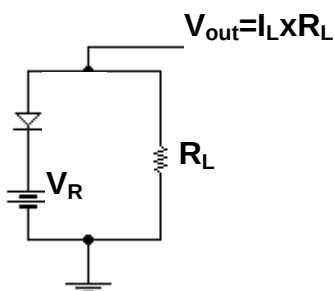


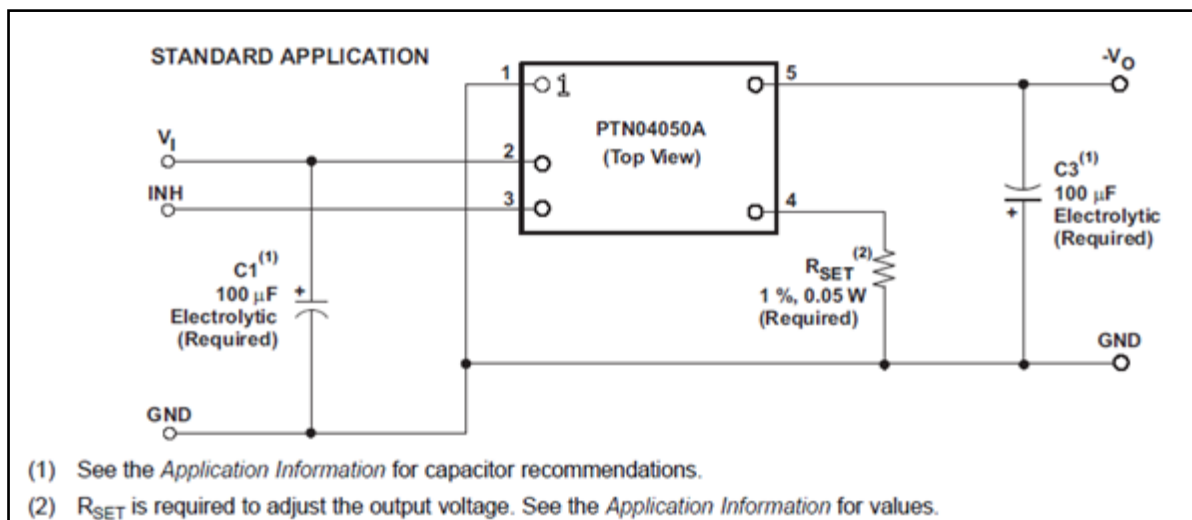
Figura 5. Descripción del patillaje del TSL081 y amplificador de transimpedancia.

SUGERENCIAS.

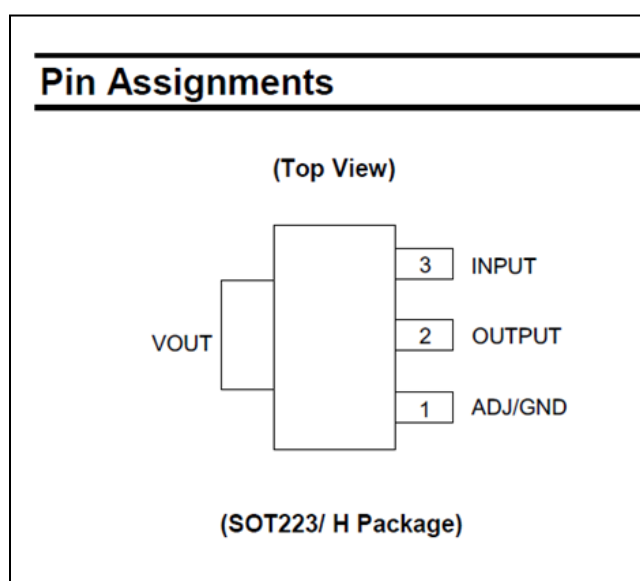
- **Medir receptor Alta impedancia y no hacerlo en la practica anterior. Es repetir lo mismo y perder tiempo.**
- **¿Analizar el circuito de transimpedancia mediante simulaciones SPICE?**

TRANSMITIR UNA SEÑAL DE AUDIO +-100Mv Y ATACAR AL LED

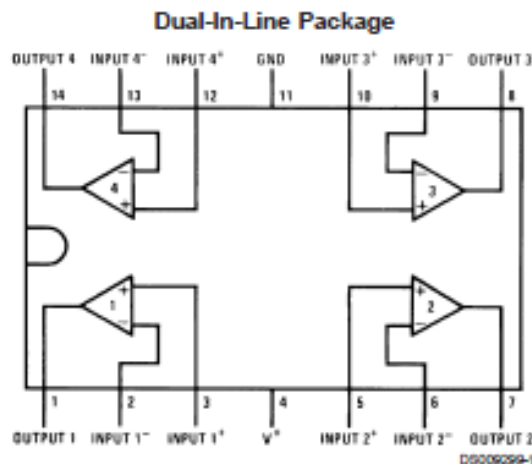




TERMINAL FUNCTIONS				
TERMINAL		I/O	DESCRIPTION	
NAME	NO.			
GND	1		The common ground connection for the V_I and V_O power connections. It is also the reference for the V_O Adjust control inputs.	
V_I	2	I	The positive input voltage power node to the module, which is referenced to common GND.	
Inhibit	3	I	The Inhibit pin is an open-collector/drain (non-TTL), negative logic input that is referenced to GND. Applying a low-level ground signal to this input disables the module's output. When the Inhibit control is active-low, the input current drawn by the regulator is significantly reduced. If the Inhibit pin is left open-circuit, the module produces an output voltage whenever a valid input source is applied. The PTN04050A Inhibit control circuitry must not be shared with another module. Never connect a resistor between the Inhibit pin and any other voltage reference or GND.	
V_O Adjust	4	I	A 1% resistor must be connected between pin 4 and pin 1 to set the output voltage of the module. If left open-circuit, the output voltage defaults to -1.79 V, which is beyond the recommended operating range. The set-point range is -15 V to -3.3 V. The temperature stability of the resistor should be 100 ppm/ $^{\circ}$ C (or better). The standard resistor value for a number of common output voltages is provided in the application information.	
V_O	5	O	The negative output voltage power node with respect to the GND node.	



Connection Diagram



Top View

Order Number LM124J, LM124AJ, LM124J/883 (Note 2), LM124AJ/883 (Note 1), LM224J, LM224AJ, LM324J, LM324M, LM324MX, LM324AM, LM324AMX, LM2902M, LM2902MX, LM324N, LM324AN, LM324MT, LM324MTX or LM2902N LM124AJRQML and LM124AJRQMLV (Note 3)
See NS Package Number J14A, M14A or N14A

Note 1: LM124A available per JM38510/11006

Note 2: LM124 available per JM38510/11005



September 2015

BC337 / BC338 NPN Epitaxial Silicon Transistor

Features

- Switching and Amplifier Applications
- Suitable for AF-Driver Stages and Low-Power Output Stages
- Complement to BC327 / BC328

