

# Comunicación Óptica

Estamos familiarizados con los controles remotos como los encontrados en casa para la TV, estéreo, DVD, etc. Ellos trabajan mediante un enlace de datos óptico infrarojo, un tipo de comunicación óptica en el espacio libre.

## Objetivo

En este ejercicio se utiliza una fuente óptica infraroja para el envío de información en el espacio libre hacia un detector fototransistor. Se presentan los esquemas de modulación en amplitud y el esquema básico de modulación digital de No Retorno a Cero (NRZ).

## Instrumentos Virtuales (IV) utilizados

- Analizador I-V de Dos Alambres
- Analizador I-V de Tres Alambres
- Generador de Funciones
- Osciloscopio
- Escritor Digital

## Componentes Usados

- 220  $\Omega$ . resistor (rojo, rojo, café)
- 470  $\Omega$ . resistor (amarillo, violeta, café)
- 1 k $\Omega$ . resistor (café, black, rojo)
- 22 k $\Omega$ . resistor (rojo, rojo, naranja)
- 0.01  $\mu$ F capacitor
- IR Emitter (Led)
- IR Detector (fototransistor)
- 2N3904 NPN transistor
- 555 Timer

## Ejercicio 8-1 Detector Fototransistor

Para conocer el funcionamiento de un fototransistor se parte de la curva característica del transistor, el cual es básicamente un amplificador de corriente controlado por corriente. Una pequeña corriente en la base controla la corriente que fluye de colector a emisor.

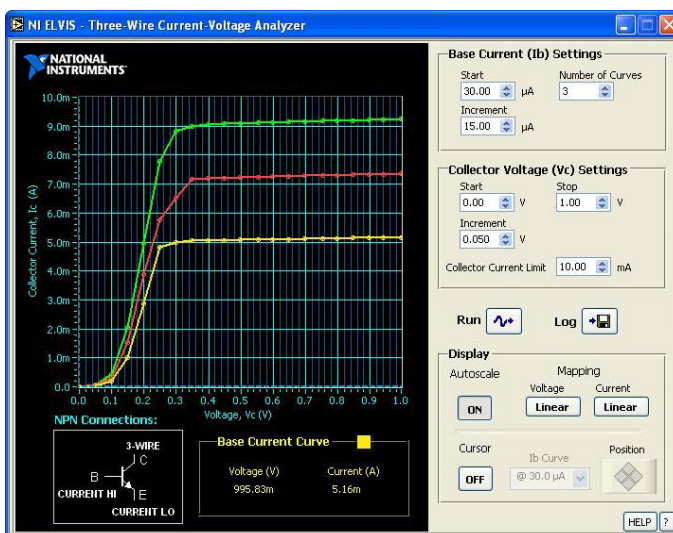
Complete los siguientes pasos para determinar las curvas características desarrolladas por un fototransistor a diferentes voltajes de base.

1. Conecte en la Tarjeta de prototipos un transistor 2N3904 en los sockets pin marcados con 3-WIRE, CURRENT HI y CURRENT LO, como se muestra en la figura.



**Nota** CURRENT HI se conecta a la base, CURRENT LO al emisor y 3-WIRE al colector.

2. Del menú de NI Elvis seleccione **Three-Wire Current-Voltage Analyzer**.
3. Fije la Corriente de Base y el Voltaje de Colector con los parámetros mostrados y de clic en **Run**.

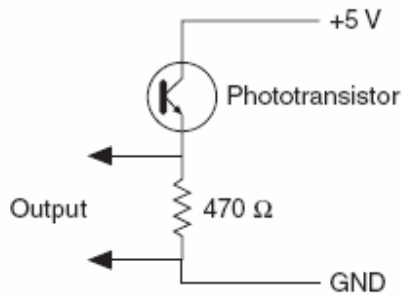


Las gráficas muestran las Corrientes de Colector contra el Voltaje de Colector para diferentes valores de corriente de base. Se pueden fijar diversos parámetros para el Voltaje de Colector y la Corriente de Base. Cuando se da Run este IV primero genera el conjunto de corriente de base, luego el voltaje de colector y finalmente mide la corriente de colector. Los puntos (I,V) se grafican para formar las curvas, resultando en una familia de curvas [IV] con diferentes corrientes de base. Observe que para un voltaje de colector determinado, la corriente de colector se incrementa con un incremento en corriente de base.

Un fototransistor no tiene terminal de Base. En lugar de ello, la luz incide en el transistor generando una corriente de base proporcional a la intensidad de la luz. Por ejemplo, sin luz el transistor sigue la curva amarilla, mientras que un nivel alto de luz sigue la curva

superior (verde). Para voltajes de colector mayores que 0.2 V, como 1 V la corriente de colector sigue la intensidad de la luz que incide en la base de una manera casi lineal.

Para construir un detector óptico se requiere de una fuente de potencia, un resistor limitador de corriente y un fototransistor, como se muestra en la figura.



4. Cierre los IV

### End of Exercise 8-1

## Ejercicio 8-2 Fuente Óptica Infraroja

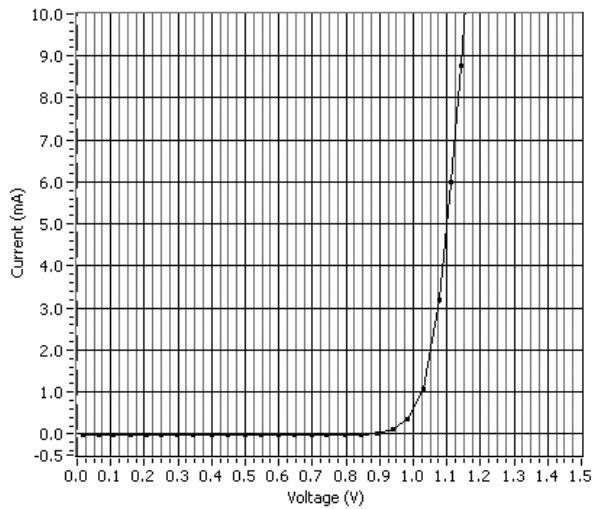
El transmisor óptico se forma de dos componentes: un Led IR (Led claro polarizado en directa) y un resistor de 220  $\Omega$  limitador de corriente.

Complete los siguientes pasos para construir un enlace de datos óptico simple.

1. Conecte el Led IR a las entradas de corriente del DMM. Asegúrese que la banana negra esté conectada al ánodo.
2. Seleccione **Two-Wire Current-Voltage Analyzer** y fije los parámetros de barrido como sigue:
  - Start: **0.0 V**
  - Stop: **+2.0 V**
  - Increment: **0.05 V**
3. De clic en **Run** para que se desarrolle y despliegue la curva del diodo infrarojo.

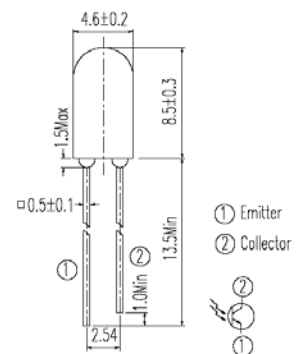


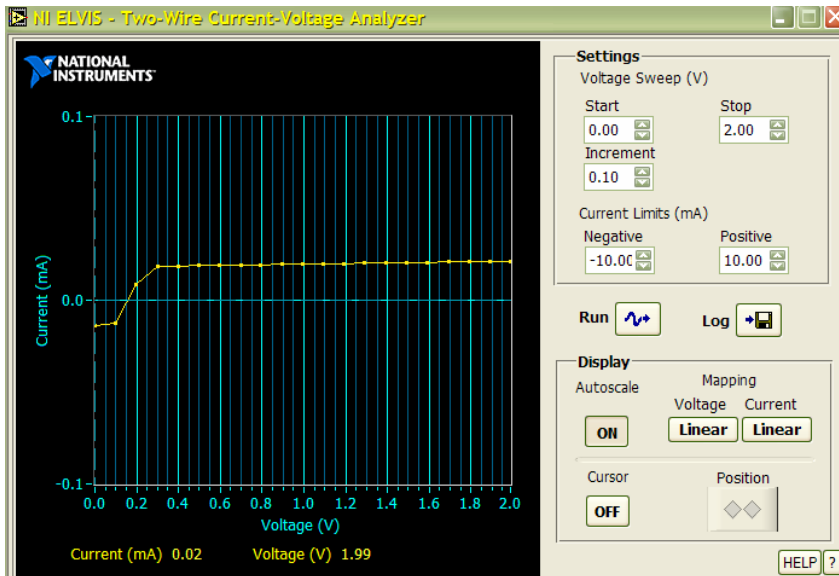
\* Positive current limit exceeded \*



En la región de polarización en directa, el Led IR emite luz para voltajes mayores que cerca de 0.9 V. La luz se emite a una longitud de onda de 950 nm, fuera del intervalo espectral de la vista humana y en cerca de la región infrarroja. El espectro del Led establece que la máxima corriente permitida está por los 100 mA, haciendo de los Leds IR cerca de 10 veces más brillantes que los Leds visibles normales. Esto es lo que da a los controles remotos mayor intervalo.

4. Obtenga la curva del fototransistor PT1302B,
5. Conecte el fototransistor en las entradas de corriente del DMM. Asegúrese que la banana negra esté conectada al emisor (terminal larga).
6. Seleccione **Two-Wire Current-Voltage Analyzer** y fije los parámetros de barrido como sigue:
  - Start: **0.0 V**
  - Stop: **+2.0 V**
  - Increment: **0.1 V**
7. De clic en **Run** para que se desarrolle y despliegue la curva del diodo infrarrojo.



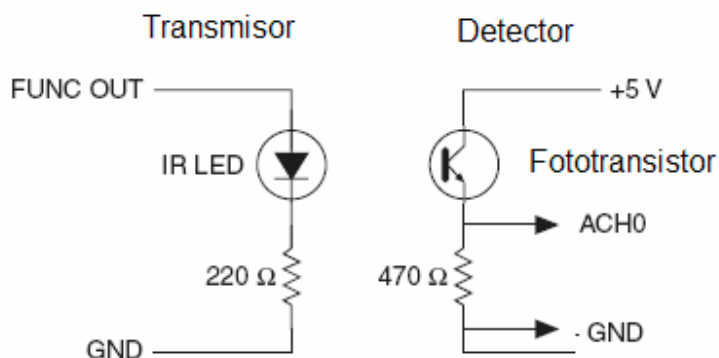


Fin del Ejercicio 8-2

## Ejercicio 8-3 Enlace Óptico IR Analógico

Al conectar el Led en serie con un resistor de  $220\ \Omega$  y a la fuente se produce una corriente de aproximadamente  $17\ \text{mA}$  obteniendo cerca de  $10\ \text{mW}$  de potencia óptica invisible. Se requiere de un detector como el fototransistor para detectarla.

1. Arme el circuito transmisor – detector (Transmisor-claro, Detector-oscuro) en la Tarjeta de prototipos, como se muestra en la figura. Este circuito forma un enlace de datos óptico simple.



Complete los siguientes pasos para observar la señal transmitida y recibida en un enlace óptico.

1. Del menú de NI Elvis, seleccione **Function Generator** y **Oscilloscope**.
2. El generador de funciones proporciona la señal analógica a transmitirse. El osciloscopio despliega la señal de entrada en el canal A CHA, seleccionando **FUNC\_OUT** y la señal de salida en CH B, seleccionando **ACH0**.  
Para transmitir la señal analógica a través del Led, es necesario polarizar el Led en la región *lineal* con un voltaje mayor al voltaje crítico, determinado en el Ejercicio anterior.
3. Asegúrese de que el generador de funciones no esté en el modo Manual en el panel frontal.
4. En el generador de funciones virtual fije los siguientes parámetros:
  - Offset de voltaje 0 a +1.5 V.
  - Amplitud: **1 V**
  - Forma de onda: **Seno**
  - Frecuencia: **100 Hz**
5. De **Run** al generador y al osciloscopio y observe las señales transmitidas y recibidas.
6. Cambie los niveles de offset y de amplitud. Observe que cuando la onda seno recibida empieza a distorsionarse, el transmisor se vuelve no lineal.
7. Encuentre los mejores valores de offset y amplitud para una transmisión lineal. El enlace está listo para enviar datos.
8. Deje encendidos los IV.

### Fin del Ejercicio 8-3

## Ejercicio 8-4 Modulación de Amplitud y de Frecuencia

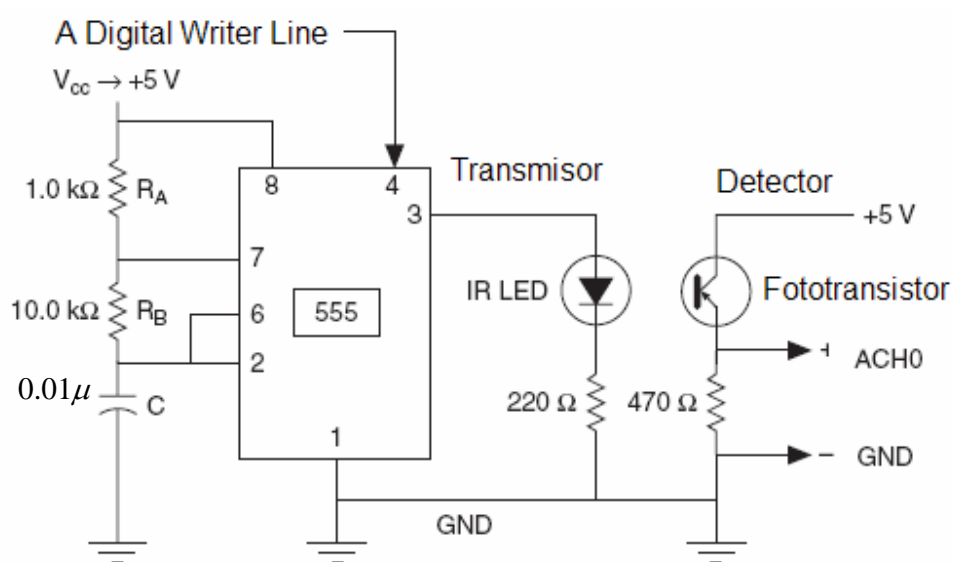
Complete los siguientes pasos para construir un enlace de comunicación óptico básico.

1. Alambre la salida digital a analógica en los sockets pin DAC0 y DAC1 a los sockets pin del generador de funciones marcados con AM\_IN (modulación de Amplitud) y FM\_IN (Modulación de Frecuencia) respectivamente.
2. Abra LabView y seleccione el Vi `Modulation.vi`. Este programa envía señales de CD desde la salida de NI Elvis DAC al generador de funciones para producir una señal modulada en amplitud o en frecuencia. La señal modulada se convierte a pulsos de luz, se establece el enlace óptico y son detectados en el fototransistor y convertidos de nuevo a una señal eléctrica.
3. Verifique la operación.
4. Cierre todos los IV y LabView.

### Fin del Ejercicio 8-4

## Ejercicio Adicional NRZ Digital Modulation

Los controles remotos IR usan un esquema de codificación especial llamado NRZ. Un nivel HI se identifica mediante un tono de una ráfaga de ondas cuadradas de 40 kHz, mientras que un nivel LO se identifica por la ausencia de señal. El tono se genera mediante el circuito Timer 555 mostrado en la figura. Un interruptor digital se conecta al pin 4 [RESET], de manera que cuando el interruptor esté en HI se genera el tono de la ráfaga. Cuando el interruptor está en LO, no se presentan oscilaciones.



Para demostrar el esquema de modulación, se usa un tono de 800 Hz de manera que sea más fácil de observar en el osciloscopio.

Complete los siguientes pasos para construir el oscilador de compuerta.

1. Alambre el circuito como se muestra.
2. Conecte la salida del oscilador el pin 3 al transmisor, el Led IR.
3. Conecte la salida del circuito detector a los sockets pin ACH0.
4. Conecte el pin1 del 555 a tierra.
5. Del menú NI Elvis, seleccione **Oscilloscope** y **Digital Writer**.
6. En el osciloscopio seleccione CHANNEL A Source como ACH0. Use el trigger analógico del Canal A con un nivel de trigger de 0.5 V.

En operación, cada vez que se establece el bit 0 (DO 0) del Digital Writer a HI, aparece una señal de alta frecuencia ( $\approx 800$  Hz) en el osciloscopio, y no se presenta ninguna señal cuando el bit 0 está en LO.

7. Verifique otros patrones digitales como Walking 1's o Ramp y vea el esquema de modulación en el osciloscopio virtual.

