

# Guia de problemas – Instrumentacion 2018

## Serie 1 – Toma y tratamiento de datos:

**Problema 1:** Discuta la validez de las siguientes afirmaciones, justificando su respuesta.

- a) El muestreo de una señal continua es unívoco para cualquier velocidad de muestreo del conversor A/D.
- b) Para un dado conversor A/D con frecuencia de muestreo  $f_s$ , si se toman muestras de una señal analógica  $x(t)$  de frecuencia menor que  $f_s / 2$  y forma cualquiera, los datos digitalizados de la señal  $x(t)$  estarán unívocamente determinados.
- c) Se desea muestrear una señal analógica  $x(t)$  empleando un conversor A/D con frecuencia de muestreo  $f_s$ . Si se interpone un filtro pasa-bajo tal que una vez pasado por el, la transformada de Fourier de la señal es  $X(f)=0$  para toda  $f > f_s/2$ , los datos digitalizados de la señal  $x(t)$  estarán unívocamente determinados.
- d) El ancho de banda requerido para amplificar una señal  $x(t)$  con forma de pulso angosto, sin modificar su forma, es tanto mayor cuanto más angosto es dicho pulso.
- e) Al efectuar una transformada de Fourier sobre una señal compuesta de 2 ondas sinusoidales  $g(t) = f_1(t)+f_2(t)$ , donde  $f_1(t) = A \text{ sen}(2\pi f_1 t)$  y  $f_2(t) = B \text{ sen}(2\pi f_2 t)$ , el espectro de Fourier resultante tendrá solamente las componentes de frecuencias  $f_1$  y  $f_2$ .
- f) Al efectuar una transformada de Fourier sobre una señal compuesta de 2 ondas cuadradas de frecuencias  $f_1$  y  $f_2$ , el espectro de Fourier resultante tendrá solamente las componentes de frecuencias  $f_1$  y  $f_2$ .
- g) Al efectuar una transformada de Fourier sobre una señal generada  $g(t)$  multiplicando 2 ondas sinusoidales  $g(t) = f_1(t) \cdot f_2(t)$ , donde  $f_1(t) = A \text{ sen}(2\pi f_1 t)$  y  $f_2(t) = B \text{ sen}(2\pi f_2 t)$  el espectro de Fourier resultante tendrá solamente las componentes de frecuencias  $f_1$  y  $f_2$ .
- h) Una señal muy compleja, que contiene frecuencias entre 100 Hz y 5000 Hz se muestrea a una velocidad de 2000Hz. Si bien el muestreo es bajo, se puede recuperar la señal original por medio de una transformada de fourier, aunque el metodo emplea mucho tiempo para ser practico.

## **Problema 2**

- a) Ciertas teorías afirman que los animales tienen alma. Para probar si es efectivamente así en los perros, se ha medido la temperatura rectal en función del tiempo, en perros que se han matado por medio de un programa aleatorio de computadora, a pesar de la oposición de la sociedad protectora de animales y de los hijos de los investigadores, ex dueños de los animales. Se supone que en el momento de salida del alma, la temperatura rectal aumenta súbitamente de manera proporcional a la amplitud del alma que escapa. Lamentablemente, el ruido de la medición es de mayor amplitud que la señal. El archivo **almas.txt** contiene 2 columnas de datos: la medida de la temperatura en unidades arbitrarias (columna 2) y el tiempo en segundos en que fue realizada cada medida de la temperatura (columna 1). Tome el set de datos del experimento, vea de que se trata (o sea grafique), y efectúe las manipulaciones necesarias para tratar de obtener algún indicio sobre el escape del alma de los canes. Las preguntas son:
- i. ¿Qué procedimientos realizó para mejorar la señal e identificar la aparición de eventos?, justifique cada paso de filtrado. Describa las características del ruido que enmascara la señal.
  - ii. ¿Cuántos perros dejaron escapar su alma y a qué tiempos?
  - iii. ¿Todos los perros poseen almas de igual amplitud? En el caso en que los perros posean almas diferentes, puede la amplitud del alma tomar valores continuos (como el peso, la altura, etc.) o toma valores discretos (alma cuántica) ?
  - iv. Entregar un archivo de datos (señal vs tiempo) con la información filtrada final con la que Ud. respondió las preguntas. Que el archivo tenga su nombre. Si, el suyo.
  - v. Mida el semiancho temporal (el ancho a mitad de amplitud del pico) que demora en producirse cada evento . Ayudándose con el espectro de frecuencias, indique si el semiancho temporal de los eventos medidos durante el experimento corresponden efectivamente a lo que demora en perderse un "alma canina" o si sólo es una cota superior del verdadero valor, en cuyo caso, ¿cuál?

## **Problema 3**

El archivo **prob2.xls** es un conjunto de datos tomados en función del tiempo con mucho ruido. Sabemos que hay dos señales con forma de picos en esos datos. **GRAFIQUE ESA SEÑAL!** Elimine el ruido como pueda para poder responder con precisión razonable lo siguiente:

- i) el tiempo al que aparece el máximo de cada pico
- ii) la altura de cada pico
- iii) el ancho a media altura de los picos

Ayuda sobre funciones de Excel: PROMEDIO promedia el rango de celdas que elegido. SUMA da como resultado la suma del rango. SUMA.CUADRADOS da la suma de cuadrados del rango. Más funciones en el help. OJO CON LA ESCALA.

#### **Problema 4**

El oído humano escucha en un rango de frecuencias de 20 a 16000 Hz (entre el sonido más grave y el más agudo) y un rango de amplitudes de 1 a 7000 unidades arbitrarias (entre el sonido más débil y el más fuerte). Elija uno de los siguientes conversores A/D para digitalizar audio. Justifique.

- i) 16 bits, 17000 samples/s
  - ii) 14 bits, 40000 samples/s
  - iii) 12 bits, 80000 samples/s
- 

#### **Problema 5**

Decida si la siguiente afirmación es **verdadera** o **falsa** y justifique su respuesta:

Se tiene una señal periódica de forma cuadrada de unos 10 mV de amplitud y una frecuencia de 100 Hz sumada con un ruido blanco que tiene todas las frecuencias entre 1 y 100000 Hz. Se hace una transformada de Fourier y se eliminan todas las componentes de frecuencia excepto las que están entre 80 y 120 Hz. Al volver al dominio temporal, se recupera la onda cuadrada original, pero con muchísimo menos ruido.

---

#### **Problema 6**

Ud. quiere medir el voltaje tras-membrana de una célula, que es del orden de -50 mV, con un microelectrodo de vidrio (resistencia interna: 12 M $\Omega$ ) y un electrodo de referencia (resistencia interna baja) y solamente dispone de un tester de aguja de 10 k $\Omega$  de impedancia de entrada. Diga por qué razón no se puede medir en estas condiciones y proponga un circuito basado en elementos comunes para poder medir correctamente.

---

#### **Problema 7**

Decir si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas, justifique.

- i) Para las medidas de resistencia es siempre necesario medir con 4 puntas porque de otra forma el error que comente es muy grande.
- ii) Para realizar una medida de corriente es necesario que el amperímetro tenga una resistencia interna muy chica.
- iii) Para medir el potencial de un electrodo de pH es imposible utilizar un voltímetro de aguja.

## **Problema 8**

- a) En su trabajo de tesis requiere que usted frecuentemente deba realizar corridas en un HPLC. (Este instrumento es una super columna cromatografica, al final de la misma hay un detector de algun tipo, eléctrico, óptico, químico, etc.) Como su jefe es muy pobre no puede comprar uno nuevo y usted debe conformarse con uno muy pedorro\* de 20 años de antigüedad, al que frecuentemente se le descomponen en forma irreversible diversos componentes. El detector de este equipo es una minicelda que mide absorbancia a la salida de la columna. El primero de los problemas que le surge es que se quema el detector.

(\* pedorro: dícese de un artefacto de poca monta o valía)

- a) ¿Cuáles de los sensores que se explicaron durante el curso le parece el más adecuado para reemplazar el detector quemado? Explique brevemente su funcionamiento (Recuerde que su jefe es muy pobre y no puede comprar un detector nuevo).

Tiempo después, como la pedorrés aumenta con los años, le deja de funcionar el registrador. Usted decide aprovechar las enormidad de conocimientos ganados en esta materia y plantea digitalizar la salida del detector, para ello debe elegir entre algunos de los conversores A/D explicados en la materia.

- b) ¿Cuál A/D elegiría en este caso y por qué?

Si el conversor con el que va a trabajar tiene un rango de voltajes de entrada de 0-5 V y la señal máxima que mide en su HPLC es de 2 V.

¿Qué resolución debe tener este conversor para medir la señal antes mencionada con una precisión de 1 %?

---

## **Problema 9**

Decir si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas, justifique.

- iv) Para medir el potencial de un electrodo de pH es imposible utilizar un voltímetro de aguja.  
v) En un voltímetro digital de 8 bits se puede diferenciar 400 V de 401 V

## Serie 2 – Filtros y transformada de Fourier:

### Problema 1

Utilice una planilla de cálculo para generar una onda diente de sierra de frecuencia  $f = 10$  Hz durante un tiempo de 1 segundo. Para ello, sume a la onda fundamental  $-\sin(2\pi ft)$  – las armónicas:  $2f$ ,  $3f$ ,  $4f$ , etc. con amplitudes  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ , etc. Observe la evolución de la onda temporal a medida que agrega las armónicas. El archivo **sierra.wav** (buscar en la página de la materia) representa el “sonido” de esa onda de frecuencia  $f = 500$  Hz y armónicas.

### Problema 2

Utilice una planilla de cálculo para generar una onda diente de sierra de frecuencia  $f = 20$  Hz a mano durante un tiempo de 1 segundo, por ejemplo:

0	0
0,005	1
0,01	0,75
0,015	0,5
0,02	0,25
0,025	0
0,03	-0,25
0,035	-0,5
0,04	-0,75
0,045	-1
0,05	0
0,055	1
0,06	0,75
0,065	0,5
0,07	0,25
0,075	0
0,08	-0,25
0,085	-0,5
0,09	-0,75
0,095	-1
0,1	0
0,105	1
0,11	0,75
0,115	0,5
0,12	0,25
0,125	0
0,13	-0,25
0,135	-0,5
0,14	-0,75
0,145	-1
0,15	0

y así siguiendo algunos puntos más... Efectúe la transformada de Fourier y analice sus componentes de frecuencia. Compárelos con los del ejercicio anterior.

NOTA USO ORIGIN: Se puede aplicar filtros FFT directamente sobre funciones temporales graficadas (ventanas graph). Por otro lado, se puede seleccionar la columna de interés en la ventana worksheet y realizar la transformación FFT; busque el worksheet de resultados y grafique la columna R.

### **Problema 3**

Utilice una planilla de cálculo para generar una onda cuadrada de frecuencia  $f = 10$  Hz durante un tiempo de 1 segundo. Para ello, sume a la onda fundamental  $-\sin(2\pi ft)$  – sólo las armónicas impares:  $3f$ ,  $5f$ ,  $7f$ , etc. con amplitudes  $1/3$ ,  $1/5$ ,  $1/7$  etc. Observe la evolución de la onda temporal a medida que agrega las armónicas. El archivo **cuadrada.wav** (buscar en la página de la materia) representa el “sonido” de esa onda de frecuencia  $f = 500$  Hz y armónicas.

### **Problema 4**

Importe con Origin el archivo **noise.wav** en una hoja de datos y analice sus componentes de frecuencia. ¿Qué observa? ¿Es un ruido blanco?

### **Problema 5**

Importe con Origin el archivo **flauta.wav** en una hoja de datos y analice sus componentes de frecuencia. Verifique que son armónicos de la tónica  $f = 262$  Hz. El número e intensidad de armónicos constituye el timbre del instrumento. Trate de aislar alguno de los componentes de frecuencia empleando el filtro de Fourier (se acciona desde el menú “análisis” de las ventanas de gráfico). Transforme el armónico aislado nuevamente a wav empleando los convertidores DOS que figuran en la página y “escuche” los cambios.

**NOTA:** Para usar el convertidor ascii-to-wav debe hacer lo siguiente: i) desde la planilla de cálculo del Origin, exporte a ascii sólo la columna de amplitudes que desea convertir a wav; ii) copie el archivo xxx.txt en el directorio donde se encuentra el convertidor; iii) ejecute NORMASCI.EXE [esto genera un archivo xxx.new]; iv) ejecute ASC2WAV [deberá poner el nombre del archivo xxx.new, el número de muestras por segundo 22000 y el número de bits de la conversión 8] y v) escuche el archivo xxx.wav con el reproductor de windows.

### **Problema 6**

Idem ejercicio anterior con el archivo **trompeta.wav**.

### **Problema 7**

El archivo **lamayor.wav** corresponde a un acorde de guitarra en “la mayor” ejecutado por el docente. Importe con Origin el archivo en una hoja de datos y analice sus componentes de frecuencia. Verifique que está compuesto por 3 notas: la, mi y do# (ubicadas respectivamente a 93, 142 y 235 Hz). Ubique los armónicos de dichas tónicas (hay por lo menos 3 de cada una). Aísle las notas del acorde empleando filtros de Fourier. Transforme las notas nuevamente a wav y reconozca los componentes del acorde.

### **Problema 8**

El archivo **misol.wav** corresponde a armónicos generados con las 3 primeras cuerdas de una guitarra (sol, si y mi). Importe con Origin el archivo en una hoja de datos y analice sus componentes de frecuencia. Aísle cada componente empleando filtros de Fourier y transfórmelos a wav. Reconozca las distintas notas.

### **Problema 9**

Importe con Origin el archivo **bell.wav** en una hoja de datos y analice sus componentes de frecuencia. Filtre las frecuencias correspondientes a la vibración de la campana (todos los armónicos) y trate de aislar el sonido correspondiente al mecanismo del martillo.

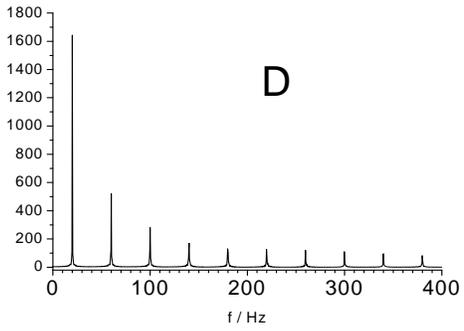
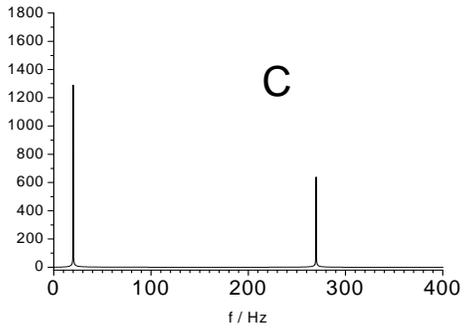
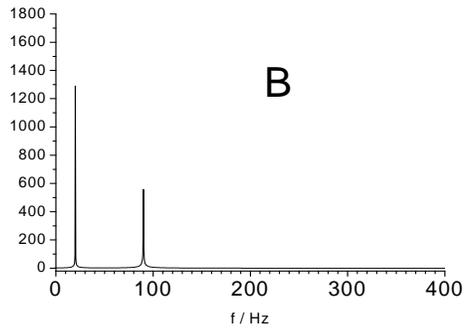
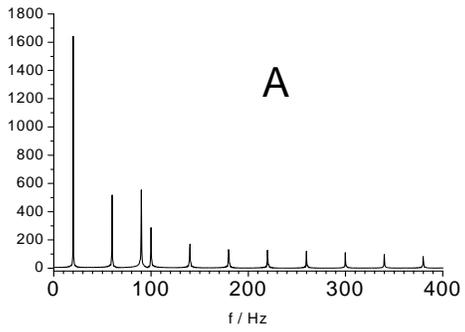
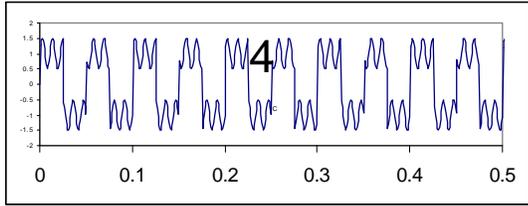
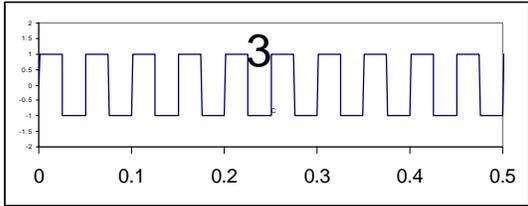
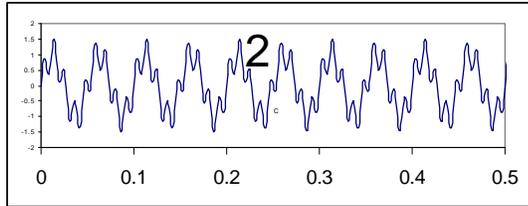
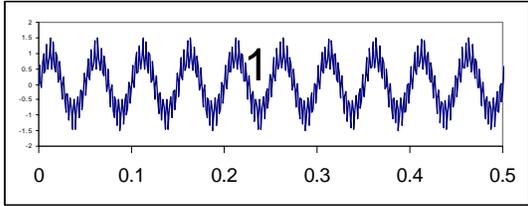
### **Problema 10**

† El archivo **la440.wav** y **la441.wav** corresponden a 2 notas puras muy cercanas en frecuencia, cuyo sonido no puede distinguirse. Escuche la “suma” de ambas señales temporales (archivo **suma440+441.wav**). Este sonido es el que corresponde a escuchar ambas notas a la vez. Emplee Origin para verificar que este sonido está compuesto por las frecuencias 440 Hz y 441 Hz. Por otro lado, escuche el “producto” de ambas señales temporales (archivo **prod440+441.wav**). ¿El sonido es más agudo y oscilante? Emplee Origin para verificar que este sonido está compuesto por las frecuencias suma y diferencia (880 Hz y 1 Hz).

### **Problema 11 (del parcial 2016)**

Se miden 4 señales con un conversor analógico-digital de muy alta frecuencia de muestreo y se obtienen los gráficos 1 a 4. A cada señal se le hace una transformada de Fourier, obteniéndose los plots A a D.

- Determine la correspondencia entre las señales 1,2,3,4 y los espectrogramas A,B,C,D. Justifique en menos de 10 renglones su decisión.
- Se desea obtener lo mas pura posible y en tiempo real la señal de mayor frecuencia del gráfico 1. Use un circuito adecuado, dibújelo eligiendo los valores de los componentes que use.
- Se propone usar un filtro pasabajos para obtener una forma de onda como la de la figura 3 a partir de la medición de la figura 4. ¿ Es esto posible o no ? Justifique en menos de 5 renglones.
- Se quiere bajar el costo del equipo de medición sin sacrificar la exactitud de las señales medidas. Una posibilidad es utilizar un conversor analógico-digital de 16 bits y 500 samples/seg. ¿ Es util este conversor para digitalizar las señales mostradas arriba ? Justifique su respuesta en no mas de 5 renglones.

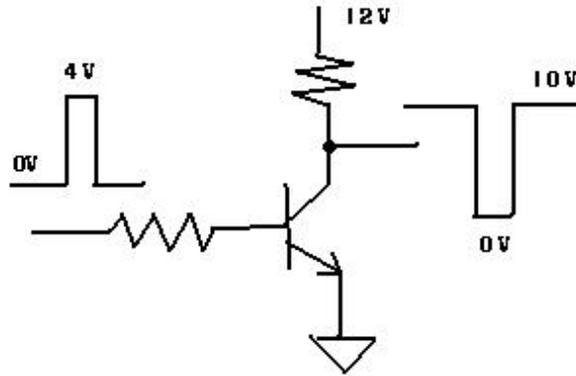


## Serie 3 – Uso simplificado de transistores:

### Problema 1

En el circuito de la figura el transistor tiene una ganancia  $\beta = 130$ , y la resistencia de base es de  $10\text{ K}\Omega$

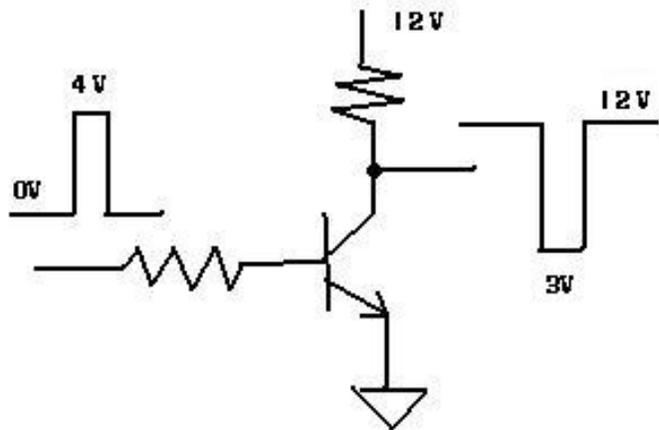
¿ Cuánto debe valer la resistencia de colector  $R_c$  para que se cumplan los valores de salida que se ven, cuando la entrada tiene  $0 - 4\text{ V}$  ?



### Problema 2

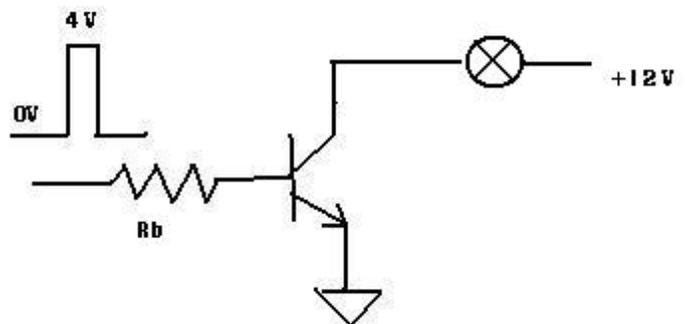
En el circuito de la figura el transistor tiene una ganancia  $\beta = 130$ , y la resistencia de base es de  $10\text{ K}\Omega$

¿ Cuánto debe valer la resistencia de colector  $R_c$  para que se cumplan los valores de salida que se ven, cuando la entrada tiene  $0 - 4\text{ V}$  ?



### Problema 3

Cuanto debe valer como maximo la resistencia de base  $R_b$  para que con la entrada a  $4\text{V}$  la lampara encienda completamente. El transistor tiene  $\beta = 130$  y la lampara tiene  $25\text{ ohms}$  de resistencia interna y esta fabricada para ser usada con baterias de  $12\text{ V}$ .



#### Problema 4

Se ha propuesto el siguiente circuito para encender la lampara cuando el valor de entrada es 0V, y apagarla cuando está en 4V.

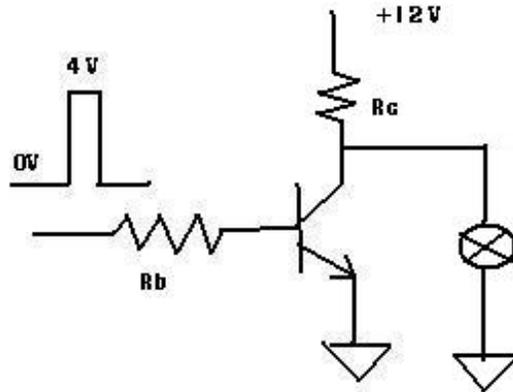
Diga si el circuito funciona o no y **justifique.**

$$R_c = 1000 \Omega$$

$$R_{\text{lampara}} = 22 \Omega$$

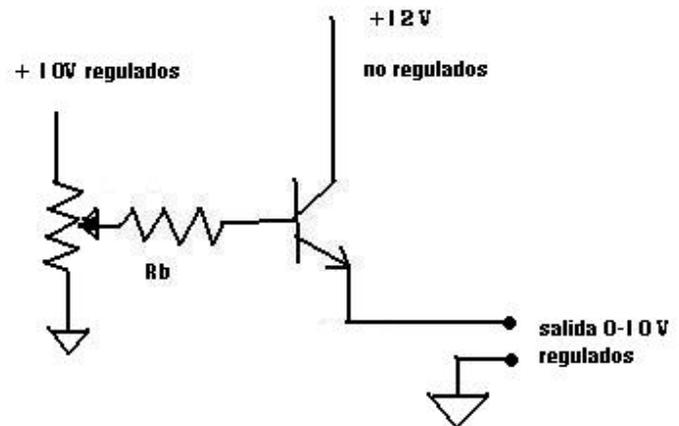
$$R_b = 10000 \Omega$$

$$\beta = 450$$



#### Problema 5

Se tiene un regulador de 10 volts de muy baja potencia y se quiere hacer una fuente regulada de mayor potencia. Para eso se usa un transistor de potencia en el circuito de la derecha. El transistor tiene ganancia  $\beta = 170$  y una corriente de colector maxima de 2A. La fuente de 10 V regulada entrega una corriente maxima de 70 mA y el potenciómetro para regular tiene 200  $\Omega$ .

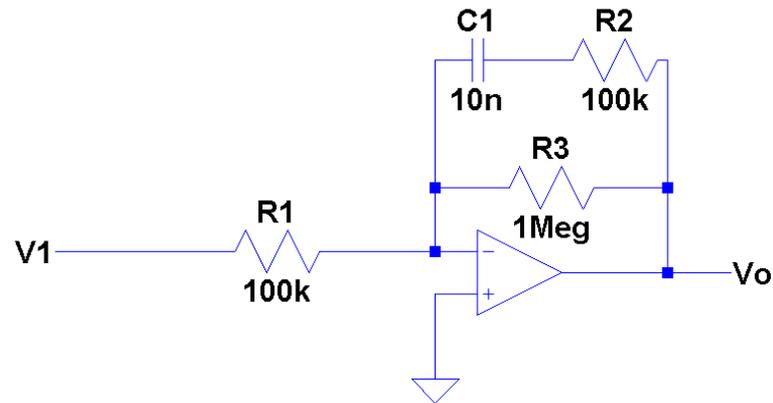


a) Explique como es que funciona el circuito de la derecha, en base a las corrientes que circulan en el transistor.

b) Calcule el valor maximo de la resistencia  $R_b$  para que funcione el circuito y explique que pasa si el valor es mayor.

## Serie 4 – Amplificadores Operacionales:

### Problema 1



a) SIN USAR SPICE

Suponiendo que  $V_i$  es una fuente sinusoidal de tensión de  $25\text{ mV}$  pico-a-pico, determine el valor pico-a-pico de la señal de salida  $V_o$  con error menor al 5% en los siguientes casos:

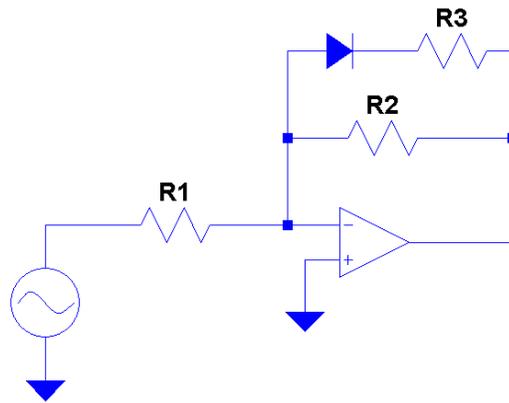
- si la frecuencia de  $V_i$  es de  $1\text{ Hz}$ .
- si la frecuencia de  $V_i$  es de  $25\text{ kHz}$ .

b) USANDO SPICE

- Simule el circuito anterior en SPICE y ponga a la entrada un pulso de  $0$  a  $100\text{ mV}$  y  $50\text{ ms}$  de ancho. Dibuje la señal que obtiene a la salida en una hoja y justifique su forma.

## Problema 2

- a) Suponiendo que la señal de entrada es una fuente sinusoidal de tensión de 800 mV pico-a-pico y 50 Hz de frecuencia grafique (lo más a escala posible) la señal esperaría encontrar a la salida. Considere que el diodo es IDEAL, o sea, no tiene caída de voltaje.
- b) Para algunos tiempos que usted considere característicos explique claramente los valores de voltaje de la señal de salida.
- c) ¿Cómo se modificaría la señal si en lugar de usar un diodo ideal, se usase uno real?



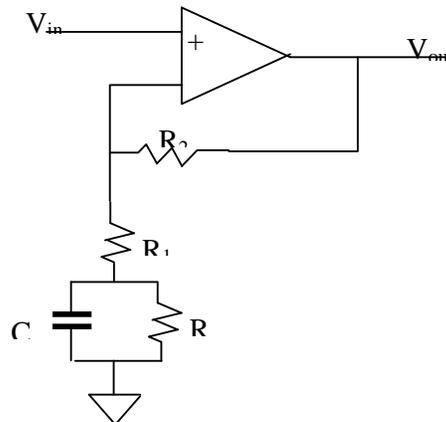
$$R1 = 20 \text{ k}\Omega, R2 = 500 \text{ k}\Omega \text{ y } R3 = 50 \text{ k}\Omega$$

---

## Problema 3

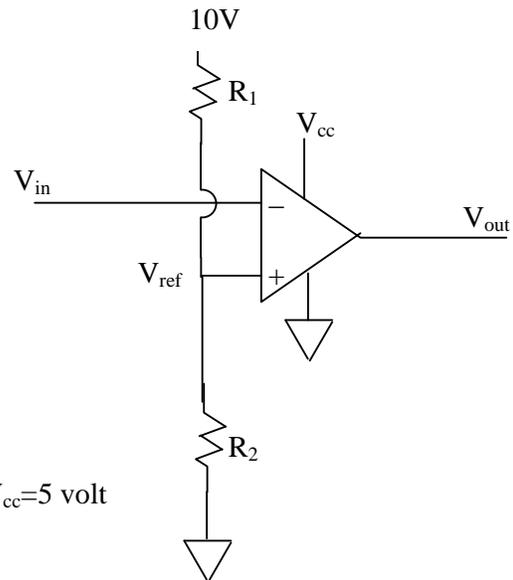
Dado el siguiente circuito:  
 $RC = 10^{-3} \text{ seg}$

- a) Si  $V_{in}$  es una onda sinusoidal de Amplitud 2V y frecuencia 10 Hz, expresar  $V_{out}$  en función de  $R$ ,  $R_1$  y  $R_2$  (puede hacer aproximaciones groseras)
- b) Lo mismo pero con una frecuencia de 120000 Hz
- c) Graficar cualitativamente la ganancia del circuito en función de la frecuencia de la tensión de entrada  $V_{in}$ .



**Problema 4**

Dado el siguiente circuito:



el amplificador posee una ganancia elevada  $G$

Datos: Si  $G=10^5$ ,  $R_1=R_2=10\text{ K}\Omega$ ,  $V_+=10\text{ volt}$  y  $V_{cc}=5\text{ volt}$

- Obtener una expresión para  $V_{ref}$
- Calcular  $V_{out}$  , si  $V_{in} > V_{ref}$
- Calcular  $V_{out}$  , si  $V_{in} < V_{ref}$
- Indique si espera que el valor de  $V_{out}$  cambie frecuentemente si valor para valores de  $V_{in}$  cercanos al umbral  $V_{ref}$
- complete la siguiente tabla

tiempo (seg)	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_{in}$ (volt)	4.60	4.82	5.02	4.95	5.05	4.85	4.70	4.46
$V_{out}$ (volt)								

## **Serie 5 – LEDs y otras fuentes luminosas:**

### **Problema 1**

Diga si es Verdadero o Falso – Justifique brevemente

- a) La única diferencia entre un LED común y un Laser de Diodo consiste en que este último emite una luz monocromática.
  - b) Cuando un Laser de Diodo se opera a un corriente  $m$ y inferior a la especificada, el mismo emite luz de menor monocromaticidad.
  - c) Un LED que soporta una corriente continua de 10 mA sin quemarse, también puede operarse sin problemas con pulsos de 1 A de 1 milisegundo de duración, espaciados 1 segundo cada uno, dado que la potencia promedio es la misma.
- 

### **Problema 2**

Se desea operar un LED que soporta una corriente máxima de 30 mA y que tiene una caída de 2.3 V entre sus terminales. Se dispone de una fuente regulada de 5 V 1A. Diseñe el circuito más simple que haga encender el led a su máxima potencia sin quemarlo.

---

### **Problema 3**

Un LED de alta potencia (Lumiled Luxeon Star V, Blue) se quiere utilizar a un régimen de 500 mA de corriente continua.

- a) Diseñe una fuente para el mismo.
  - b) Determine si es necesario utilizar un disipador para evitar el recalentamiento del LED.
- 

### **Problema 4**

Una sustancia se descompone con luz de 525 nm con una eficiencia cuántica de 0.12. Se desea irradiar una cubeta de 3 mL de una solución  $10^{-4}$  M de esa sustancia para que la décima parte se descomponga. Se dispone de un LED verde de  $525 \pm 20$  nm de longitud de onda y una potencia lumínica de 50 mW. La totalidad de la luz del LED se enfoca perfectamente sobre la cubeta.

- a) Suponiendo que la totalidad de la luz del LED es absorbida por la sustancia, calcule el tiempo necesario para descomponer el 10% de la misma. Diga que aproximaciones realizó.
- b) Repita el cálculo sabiendo que la absorbancia a 525nm de la solución es de 0.43. Diga que aproximaciones realizó.

### **Problema 5**

Se quiere controlar un puntero laser comercial mediante una computadora.

- Describa los pasos que debe seguir para determinar las características de ese laser de diodo para diseñar el circuito correspondiente.
  - Suponiendo que la corriente de disparo del laser anterior es de 28 mA, y estimando la corriente máxima como el doble de ésta, diseñe un circuito capaz de controlar el dispositivo desde un bit del port de impresora.
- 

### **Problema 6**

Un generador de onda cuadrada (que va de 0 a 5 volts de amplitud) con frecuencia de 1500 Hz se conecta a una lampara incandescente y a un LED en paralelo, de modo que ambos se ven encendidos con la misma intensidad.

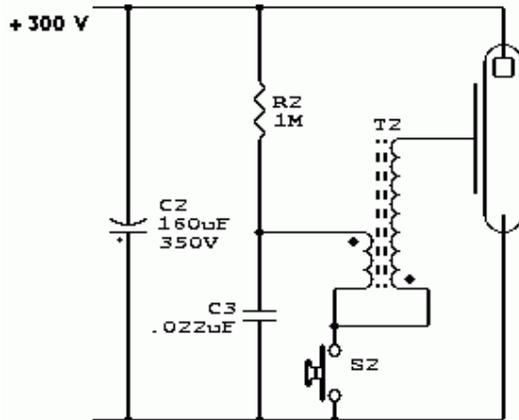
Con un osciloscopio y un fototransistor se mide la emisión luminosa de ambas fuentes.

Describa y explique las diferencias que se encuentran al medir de esta forma.

---

### **Problema 7**

Una lámpara de descarga de Xenon pulsada se conecta de la siguiente forma:



- Explique la función del transformador T2
- Si se quiere que la energía del pulso luminoso en el rango visible sea de 0.1 Joule y la lámpara tiene una eficiencia del 22% respecto de la energía emitida en dicho rango, ¿cuánto deberá ser el valor de C2 ?
- Describa el funcionamiento de la red de disparo compuesta por R2, C3 y S2.

### **Problema 8**

Diga si es Verdadero o Falso – Justifique brevemente

- a) Una lámpara de Xe pulsada puede reemplazarse por un LED de alta potencia, ya que este último puede ser encendido por períodos muy cortos, comparables al del disparo de la lámpara.
- b) Un LED puede ser enfocado con la misma precisión que un Laser de Diodo, pero su luz no es monocromática.
- c) La potencia instantánea de una lámpara de Xe de 15 mm de largo durante el pulso luminoso puede ser mayor que 1 kW.
- d) Un LED por el que pasa una corriente continua de 20 mA y cuya tensión entre terminales vale 2.35 V emite una intensidad lumínica de 47 mW

## Serie 6 – Control de potencia:

### Problema 1

Proponga un circuito para accionar un flash fotográfico secundario, que se encienda al detectar la luz proveniente del flash primario. El sistema debe tener un tiempo de respuesta adecuado para la fotografía (10 ms). El flash de luz funciona adecuadamente con corrientes del orden de 10 A. Dispone del flash, 1 fotodiodo, una fuente de 12 V (máxima corriente: 1 A), 1 capacitor de 1 mF, 1 tiristor, resistencias, capacitores pequeños y transistores.

---

### Problema 2

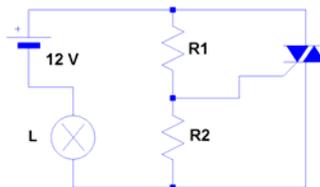
Diga si es Verdadero o Falso. **Justifique su respuesta:**

- Un motor paso a paso solamente puede controlarse con una computadora.
  - La única diferencia entre un triac y un tiristor es que después de dispararlos, el triac conduce corriente en ambos sentidos, y el tiristor sólo lo hace en una dirección.
  - Se puede construir un tiristor con un diodo de silicio común, al que se le arrollan 500 vueltas de alambre de 0.1 mm de diámetro alrededor para hacer el gate.
  - Para regular potencia, es mejor usar triacs que transistores, ya que los triacs calientan menos (menor pérdida en funcionamiento), pero esto sólo se puede hacer simplemente en circuitos de corriente alterna.
- 

### Problema 3

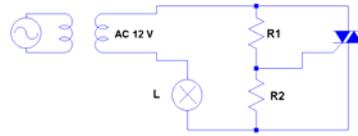
Se desea instalar un sistema de iluminación. Para ello, se plantean los siguientes circuitos:

- Si se eligen valores adecuados para R1 y R2 en el circuito de la figura, la lámpara L se enciende con intensidad de luz  $I_L$ . De valores para R1 y R2. Justifique la elección de esos valores.

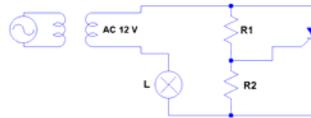


- ¿Qué ocurre con la intensidad de la lámpara si se invierte la polaridad de la fuente del circuito anterior? Justifique.

- c) Si se alimenta el circuito con 12 volt de corriente alterna, indique aproximadamente qué intensidad irradia la lámpara en unidades de  $I_L$ . Justifique.



- d) Si se reemplaza a continuación el triac por un tiristor, ¿qué intensidad se observará en la lámpara? Justifique.



## **Serie 7 – Circuitos realimentados, aplicaciones y bricolaje:**

### **Problema 1**

Se desea montar una alarma luminosa en una estufa de cultivo. La alarma debe mostrar:

luz verde, si  $36\text{ °C} \leq t \leq 38\text{ °C}$

luz roja, si  $t > 38\text{ °C}$

luz roja, si  $t < 36\text{ °C}$

El sensor de temperatura es una termocupla J, cuya lectura de voltaje es:  $V\text{ (mv)} = 0.004 + 0.0519 t\text{ (°C)}$

Como alarma luminosa utilice 1 LED rojo y 1 LED verde. Ambos poseen polaridad y se encienden solamente si la tensión supera 1.6 V. Cada LED consume 5 mA, o sea que se pueden alimentar directamente desde un opamp.

Disponen en su taller de: opamps, resistencias de colores variados, capacitores, diodos, un pedazo de carbón, cables de cobre y de praseodimio, una fuente de  $\pm 10\text{ V}$ , una trampa para ratas (grandes), 8 LEDs rojos, 2 LEDs verdes, 1 LED amarillo, un rollo de fotos y un hamster muerto.

---

### **Problema 2**

Se tienen dos ratones en una caja que cuenta con una pequeña ventana. La caja posee en su interior una lamparita de 12 V y un fototransistor, que están conectados a una plaqueta (la lámpara y el fototransistor, los ratones no).

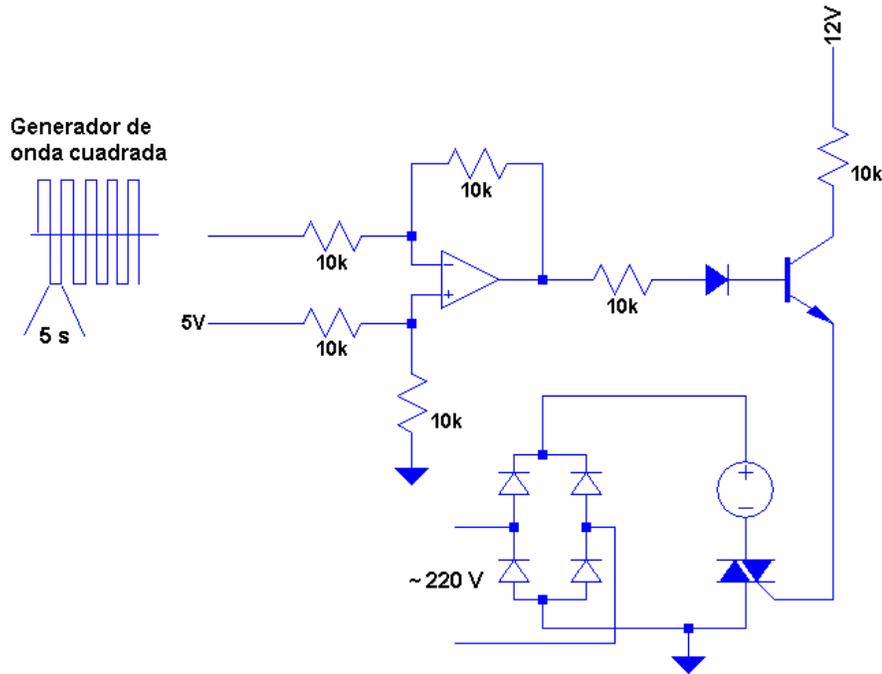
La plaqueta tiene un circuito simple: un transistor grande, un amplificador operacional, un potenciómetro y dos resistencias de 10 K $\Omega$ ; la misma está conectada a una fuente de  $\pm 12\text{ V}$ .

Se desea mantener la iluminación constante dentro de la caja, a pesar de que la luz que penetra en la caja a través de la ventanita cambia durante el día. Haga el circuito de la plaqueta y explique su funcionamiento. Indique especialmente la función del transistor y del potenciómetro.

---

### **Problema 3**

El siguiente circuito sirve para hacer encender y apagar una lámpara a intervalos regulares. Sin embargo, tiene componentes superfluos. Si se lo modifica, el mismo podría ser igualmente efectivo, más simple y barato. Pues, hágalo!... sin usar componentes adicionales (sólo puede sacar componentes).



#### Características de los componentes:

triac:	$I_{\text{gate}} = 50 \mu\text{A}$ , $V_{\text{máx}} = 400 \text{ V}$ , $I_{\text{máx}} = 6 \text{ A}$
opamp:	UA741
transistor:	$\beta = 1000$ , $I_{\text{C máx}} = 100 \text{ mA}$ , $V_{\text{CE máx}} = 30 \text{ V}$
lámpara:	220 V, 100 W
diodos:	400 V, 1 A

#### Problema 4

Ha sido planteado que ciertas propiedades hidrodinámicas de la sangre de los caninos está relacionada con su capacidad de ladrar. Para realizar los estudios experimentales, se debe cuantificar el número de ladridos de perros durante largos lapsos de tiempo. Para analizar si los resultados dependen de la raza de los perros empleados, se plantea contar los ladridos de Chihuahuas y San Bernardos de manera independiente, durante un determinado lapso de tiempo que controla el investigador mediante una llave. Se dispone de una jaula con 10 perros de cada raza. Diseñe un circuito que genere una señal  $L_c$ , proporcional al número de ladridos producidos por canes Chihuahua, y otra señal  $L_{sb}$ , proporcional al número de ladridos producidos por canes San Bernardo. Suponga volúmenes iguales de todos los ladridos. De valores a los componentes electrónicos y justifique su elección. Explique el funcionamiento de cada parte del circuito.

#### **Datos:**

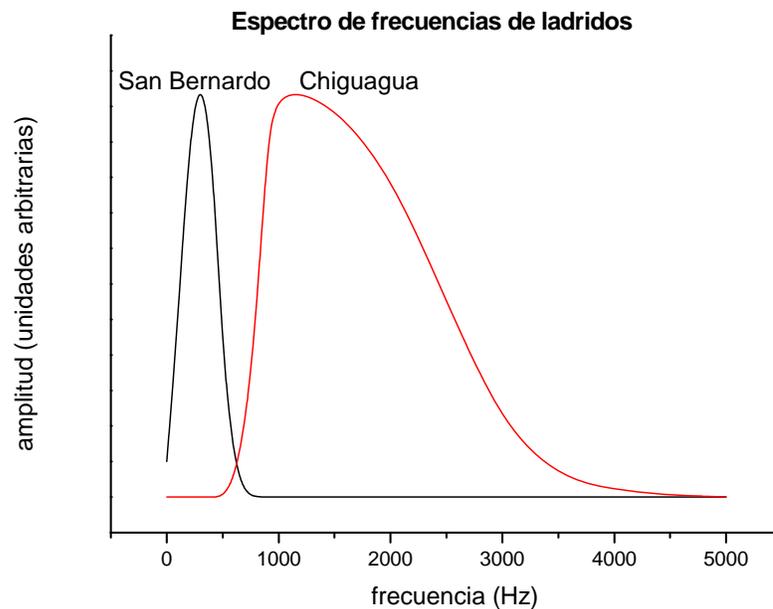
El laboratorio cuenta con los siguientes elementos: 1 micrófono (2 patas, si una de ellas se conecta a masa, la otra produce una salida de 10 mV ante un ladrido estándar), elementos

electrónicos de todo tipo (resistencias, diodos, capacitores, opamps, llaves, fuentes de tensión reguladas, etc.).

Tenga en cuenta que está probado que los perros Chihuahua y San Bernardo son muy respetuosos y nunca ladran simultáneamente.

En el laboratorio no hay teléfono.

Considere los siguientes espectros de Fourier de ladridos:



### Problema 5

Sabiendo que cerca de la temperatura ambiente la resistencia de un termómetro Pt100 se ajusta a la ecuación:  $R(\Omega) = 100 - 0.39 t(^{\circ}\text{C})$ , proponga un circuito que cumpla el siguiente requerimiento:

- Si la temperatura de un recinto superó los  $30^{\circ}\text{C}$  desde el momento del encendido, debe encenderse intermitentemente (tiempo característico de  $\sim 1\text{s}$ ) una lámpara roja (12 V, 0.5 A).
- Si la temperatura se mantuvo en todo momento por debajo de  $20^{\circ}\text{C}$ , debe permanecer encendida una lámpara verde (12 V, 0.5 A).
- Si la temperatura se mantuvo en todo momento entre los dos valores anteriores, ambas lámparas deben permanecer apagadas.

## Problema 6

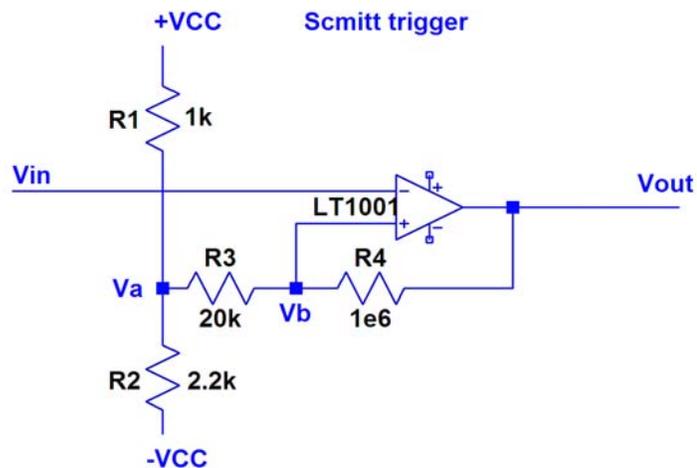
Las normas de Higiene y Seguridad de su lugar de trabajo imponen el uso de 2 elementos de seguridad independientes en aquellos laboratorios en los que se usan láseres de clase IV. Por un lado, el cuarto debe disponer de una alarma visual roja junto a la puerta de acceso (dando al pasillo exterior) y, además, la puerta debe disponer de una traba eléctrica. Cuando algún equipo se encuentra operando, la alarma visual debe estar encendida y la puerta trabada. En caso contrario, la alarma debe apagarse y la puerta debe quedar liberada.

Diseñe un circuito para controlar la seguridad del laboratorio de láseres, sabiendo lo siguiente:

- En el cuarto hay 2 láseres. Cada uno de ellos posee una salida de interlock (5V, 50  $\Omega$  de impedancia) que se activa cuando hay emisión de luz y permanece en ground en caso contrario.
- La alarma visual es una lámpara giratoria que opera con 220 V (60 W).
- La traba para la puerta opera con un solenoide de 12 V (DC o AC, 1 A).

## Problema 7

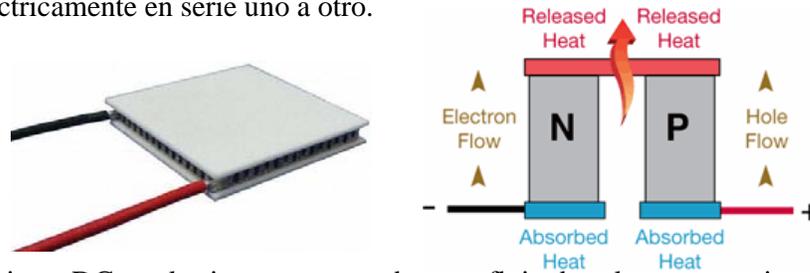
El siguiente circuito se conoce con el nombre de Schmitt trigger. Para analizarlo, note que  $R_3 + R_f \gg R_1, R_2$ , por lo cual  $V_a$  puede estimarse a partir del divisor entre +VCC y -VCC.



- ¿Está retroalimentado negativamente el opamp, o funciona a saturación?
- Si  $V_{CC} = 12V$  y  $-V_{CC} = -12V$ , ¿cuánto vale  $V_a$ ?
- Considere que  $V_{in}$  se va incrementando lentamente partiendo de  $-V_{CC}$ . ¿Cuánto vale  $V_{out}$  en esa situación?
- Calcule la tensión de conmutación en  $V_{in}$  cuando  $V_{out}$  pasa de  $V_{CC} \rightarrow -V_{CC}$ , y cuando  $V_{out}$  pasa de  $-V_{CC} \rightarrow V_{CC}$ .
- ¿Para qué sirve un Schmitt trigger?

## Problema 8

Un módulo Peltier consta de 2 placas cerámicas delgadas entre las cuales hay un arreglo de 2 materiales semiconductores (uno *N* y el otro *P*), dispuestos entre ellas en paralelo, y conectados eléctricamente en serie uno a otro.



Al circular corriente DC por las junturas se produce un flujo de calor que convierte al módulo en una **bomba de calor**. El calor fluye entre las caras del dispositivo, pudiéndose revertir el flujo de calor si se invierte el sentido de la corriente.

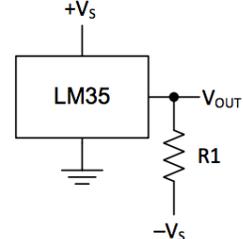
Se desea alternar la temperatura de una muestra entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ . La temperatura debe mantenerse constante en uno u otro valor durante 5 minutos antes de cambiar. Se dispone de un módulo Peltier de 12 V (25 W) con una de sus caras adosada a un disipador con cooler, que fija la temperatura de esa cara a la ambiente. La celda con la muestra se dispone sobre la otra cara.

Diseñe 2 circuitos que permitan cumplir con la consigna anterior:

i) - Control temporal analógico tiempo de ciclado ajustable a 5 minutos con un trimer.

- Sensor de temperatura LM35, Usar configuración para leer temperaturas tanto positivas como negativas:

Choose  $R_1 = -V_S / 50 \mu\text{A}$   
 $V_{\text{OUT}} = 1500 \text{ mV at } 150^{\circ}\text{C}$   
 $V_{\text{OUT}} = 250 \text{ mV at } 25^{\circ}\text{C}$   
 $V_{\text{OUT}} = -550 \text{ mV at } -55^{\circ}\text{C}$



- Control de potencia sobre el Peltier de tipo on/off.

ii) Control temporal digital, tiempo de ciclado ajustable a 5 minutos con un trimer,  
 Sensor de temperatura de tipo termistor:  $1/T(\text{K}) = 1 \times 10^{-3} + 2.4 \times 10^{-4} \ln R(\Omega)$ .  
 Control de potencia sobre el Peltier por ajuste de la tensión aplicada.

## Problema 9

La calorimetría diferencial de barrido (DSC) es una técnica que permite calcular con precisión la entalpía  $\Delta H$  de un proceso. Se basa en medir diferencialmente la cantidad de calor requerida por unidad de tiempo para incrementar la temperatura de una muestra, respecto a una referencia, a lo largo de una rampa de  $T$ . En general, un equipo de DSC posee 2 receptáculos (el de la muestra y el de la referencia), cada uno de los cuales posee un calefactor y un sensor de temperatura. El calefactor de la referencia (habitualmente el solvente) se programa para que su temperatura se incremente linealmente con el tiempo. El calefactor de la muestra (reacción) actúa de manera tal que mantiene las temperaturas de ambos

receptáculos iguales, en todo momento. La diferencia de las capacidades caloríficas entre la muestra y la referencia,  $(\partial q/\partial t)_m - (\partial q/\partial t)_{ref}$ , se grafica finalmente en función de  $T$  siendo  $\Delta H$  la integral de dicha función.

Se desea construir un prototipo de DSC para medir  $\Delta H$  de reacciones exotérmicas, es decir que el calor  $q$  (potencia disipada en los calefactores) entregado a la muestra es siempre mayor que el de la referencia.

- a) Diseñe un circuito para controlar una rampa lineal de calentamiento (0.01 Watt/s) en el receptáculo de la referencia. Con ello, se asegura un crecimiento lineal de  $T$  sin necesidad de medir esa magnitud (el calor es proporcional al cambio de temperatura). Considere en el diseño que el calefactor del receptáculo de la referencia es una resistencia de  $10 \Omega$  y puede soportar hasta 12V.
- b) Diseñe un circuito que aplique la potencia necesaria sobre el calentador del receptáculo de la muestra (también de  $10 \Omega$ , idéntico al anterior) manteniendo  $T_m = T_{ref}$  en todo momento. Considere que ambos sensores térmicos son idénticos,  $T(^{\circ}\text{C}) = V_{out-LM35} * 100$ .
- c) ¿Cómo “mediría” el calor entregado (Watts, luego Joules) a cada receptáculo? Diseñe un circuito cuyo  $V_{out}$  sea igual a la magnitud:  $(\partial q/\partial t)_m - (\partial q/\partial t)_{ref}$ .
- d) A partir de la señal del ítem anterior ( $V_{in}$ ), proponga un circuito que devuelva el valor de  $\Delta H$  del proceso en una lectura de tensión ( $V_{out}$ ).