

# **ELECTRÓNICA ANALÓGICA**



***Manual de Prácticas***





Copyright © Alecop S.Coop. 1999-2000

Aptdo. 81, Loramendi, 11  
20500 MONDRAGÓN  
(Gipuzkoa) ESPAÑA  
Tel: + (34) 943 712405  
Fax: + (34) 943 799212  
[www.alecop.es](http://www.alecop.es)  
[e-mail:alecop@alecop.es](mailto:alecop@alecop.es)

**ALECOP**  
***Enseignement Technique***

205 Grande Rue B.P.21  
01121 Montluel Cedex  
FRANCE  
Tel. +(33) 472257122  
Fax. +(33) 472257366  
[email: alecop@alecop.fr](mailto:alecop@alecop.fr)

**ALECOP**  
***Formação Técnica e Profissional, Lda.***

Av. 9 de Julho, 105-2.º Frente  
2665-519 Venda do Pinheiro  
PORTUGAL  
Tel. +(351) 219862448  
Fax. +(351) 219862307  
[email: alecop@mail.telepac.pt](mailto:alecop@mail.telepac.pt)



# ÍNDICE

---

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>ACTIVIDADES PRÁCTICAS .....</b>	<b>7</b>
UNIDAD TEMÁTICA 1: Transformadores y diodos. técnicas de medida y montaje. ....	11
APCL393 : Análisis del diodo semiconductor. ....	11
UNIDAD TEMÁTICA 2: Rectificación y filtrado .....	14
APCL394 : Rectificador de media onda .....	14
APCL395 : Rectificador de doble onda (puente de Graetz).....	16
APCL396 : Filtro con condensador .....	18
UNIDAD TEMÁTICA 3: Estabilización y regulación .....	20
APCL397 : Análisis del transistor .....	20
UNIDAD TEMÁTICA 4: Conmutación con transistores y operacionales .....	23
APCL398: El transistor en conmutación .....	23
APCL399 : Temporizadores con transistores (1) .....	25
APCL400 : Temporizadores con transistores (2) .....	27
UNIDAD TEMÁTICA 5: Amplificación II: Alimentación y circuitos .....	29
APCL401 : Amplificador clase A.....	29
UNIDAD TEMÁTICA 6: Circuitos generadores y tratamiento de señales .....	31
APCL402 : Multivibrador estable (inestable) .....	31
UNIDAD TEMÁTICA 7: Otros dispositivos utilizados en Electrónica Analógica .....	33
APCL403 : Análisis de una LDR .....	33
APCL404 : Análisis de la resistencia especial PTC .....	35
APCL405 : Análisis de una NTC - Circuito de aplicación .....	37



<b>SOLUCIONES .....</b>	<b>40</b>
UNIDAD TEMÁTICA 1: Transformadores y diodos. técnicas de medida y montaje. ....	41
APCL393 : Análisis del diodo semiconductor.....	41
UNIDAD TEMÁTICA 2: Rectificación y filtrado. ....	44
APCL394 : Rectificador de media onda .....	44
APCL395 : Rectificador de doble onda (puente de Graetz).....	47
APCL396 : Filtro con condensador.....	50
UNIDAD TEMÁTICA 3: Estabilización y regulación. ....	53
APCL397 : Analisis del transistor. ....	53
UNIDAD TEMÁTICA 4: Conmutación con transistores y operacionales. ....	55
APCL398 : El transistor en conmutación. ....	55
APCL399 : Temporizadores con transistores (1). ....	58
APCL400 : Temporizador con transistores (2).....	60
UNIDAD TEMÁTICA 5: Amplificación II: Alimentación y circuitos. ....	62
APCL401 : Amplificador clase A.....	62
UNIDAD TEMÁTICA 7: Otros dispositivos utilizados en Electrónica Analógica. ....	64
APCL403 : Analisis de una LDR. ....	64
APCL404 : Analisis de la resistencia especial PTC.....	65
APCL405 : Análisis de una NTC - Circuito de aplicación. ....	68



# INTRODUCCIÓN

---

El manual que tienes en tus manos, es un conjunto de Actividades Prácticas elaboradas por un equipo de pedagogos y técnicos que pretende dar respuesta a la formación en el Área de la Electrónica Digital.

Para su realización, se han tenido en cuenta una serie de aspectos que faciliten la labor docente, evitando actuaciones innecesarias en el aula que supongan una pérdida de tiempo y desvirtúen la labor docente.

Estas Actividades Prácticas se enmarcan dentro de la “Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje” propuesta por ALECOP en las correspondientes Guías Metodológicas.

Todas las Actividades tienen un formato homogéneo que incluye una serie de apartados que permiten su utilización por parte del profesor de diferentes formas, en función de la metodología de enseñanza-aprendizaje que se adopte.

A continuación, se pasan a describir estos apartados de los cuales está compuesta cada actividad.

1. **UNIDAD TEMÁTICA:** Es el nombre genérico que agrupa una serie de contenidos homogéneos en los que se ha dividido la materia a estudiar.
2. **ACTIVIDAD:** Trata de ser el título significativo que identifique cada actividad práctica.
3. **CÓDIGO:** Es un conjunto de 7 dígitos (4 letras y 3 cifras) que diferencian unas actividades de otras.
4. **TIEMPO:** Es el tiempo estimado para la realización de la actividad.
5. **FINALIDAD:** En este apartado se indica el objetivo operativo a lograr.
6. **CONTENIDOS CLAVES:** Se enumeran los aspectos más relevantes sobre los que el alumno debe centrar su atención.
7. **SECUENCIA DE REALIZACIÓN:** Incluye una descripción de fases a realizar para el desarrollo de la actividad de forma clara y concisa. En algunos casos puede, asimismo intercalar algunas de las preguntas que se plantean en el apartado “CUESTIONARIO”, sin esperar a finalizar la práctica, de forma que actúen de elemento motivador.

Este apartado tiene una subdivisión denominada “PRECAUCIONES” que incluye las precauciones y/o medidas de seguridad que se han de tener en cuenta en la realización de la secuencia.

8. **ESQUEMA/MONTAJE:** Se representan de forma gráfica los esquemas/montajes sobre los cuales gira la actividad.



9. **MATERIALES:** Se incluye el listado de materiales necesarios para realizar el esquema/montaje correspondiente.
10. **INSTRUMENTACIÓN:** Contiene la lista de instrumentos y aparatos (osciloscopios, polímetros, etc...) necesarios para realizar la actividad.
11. **HERRAMIENTAS:** Se indica la lista de herramientas (soldador, destornillador, etc...) necesarios para realizar la actividad.
12. **OTROS RECURSOS:** Se incluirán en este apartado los recursos no tipificados en un apartado propio y que se consideran necesarios para la realización de la actividad, como pueden ser material bibliográfico, informático, material de dibujo, etc...
13. **CUESTIONARIO:** Las cuestiones contenidas en este apartado pueden cubrir dos objetivos, en función de la secuencia de enseñanza-aprendizaje adoptada.

Por una parte, sirven de elemento que genera motivación y hace pensar al alumno durante la realización de la práctica, y por otra parte permiten comprobar si el alumno es capaz de generalizar y transferir a otras situaciones los conocimientos adquiridos durante la realización de la actividad.

14. **PROPUESTAS DE TRABAJO:** Este apartado incluirá las actividades y/o trabajos que el alumno debe realizar por su cuenta, para completar la Actividad (fichas técnicas, microproyectos, informes de ampliación, etc...).
15. **ANEXOS:** Se incluyen en este apartado las tablas gráficas, características técnicas y en general cualquier otro recurso que se considere oportuno para el desarrollo de la actividad.

### NOTA IMPORTANTE

Las Actividades Prácticas contenidas en este manual deben entenderse como una propuesta que no tiene por qué ser la única, ni siquiera la más adecuada.

Se acompaña un modelo de Actividad Práctica completamente vacío para que el profesor pueda, si lo considera oportuno, proponer nuevas actividades o reconfigurar las ya existentes.

ALECOP en su dinámica de ofrecer soluciones adaptadas a las necesidades de nuestros clientes agradecerá toda propuesta o sugerencia de mejora que redunde en un incremento de la calidad de nuestros productos didácticos.

Puede darse el caso de que no se pueden realizar todas las actividades propuestas en este manual, debido a que la composición de elementos adquiridos es diferente a la recomendada.

Mondragón, Septiembre de 2007

# **ACTIVIDADES PRÁCTICAS**





**FINALIDAD**

**CONTENIDOS CLAVES**

**SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

**CUESTIONARIO**

**PROPUESTA DE TRABAJOS**



ESQUEMA / MONTAJE

MATERIALES

INSTRUMENTACIÓN

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS



ANEXO



### FINALIDAD

- Experimentar el funcionamiento del diodo.
- Comprobar el estado del diodo con el polímetro.
- Interpretar sus curvas características.
- Manejar el osciloscopio.

### CONTENIDOS CLAVES

- Estructura de los semiconductores.
- Constitución interna. Símbolo. Curvas características.
- Comportamiento del diodo en c.c.
- Manejo del osciloscopio.

### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Comprobar con el polímetro, el buen estado del diodo y determinar sus terminales. (A y K).
2. Montar el circuito de la figura (a). Ir variando la fuente de alimentación  $V_{cc}$  según los valores indicados en la Tabla 1 del Anexo I y anotar las medidas obtenidas con el mA y el voltímetro. (Tomar  $R_L=220\Omega$ ).
3. Invertir la polaridad de  $V_{cc}$  (según esquema b). Ir variando el valor de  $V_{cc}$  según los valores indicados en la Tabla 2 del Anexo I. Anotar los valores medidos en el circuito.
4. Representar las curvas características a partir de los datos obtenidos en polarización directa (apartado 2) e inversa (apartado 3).
5. Representar la recta de carga  $V_{cc} = I \cdot R_L + V_D$ , para tres valores de  $R_L$ , ( $220\Omega, 100\Omega, 1k\Omega$ ) en la curva característica del diodo.
  - Obtener el punto de funcionamiento para cada  $R_L$ .
  - Comprobarlo prácticamente sustituyendo  $R_L$  por cada valor y medir la corriente del circuito en polarización directa.
6. Explica qué ocurre en el circuito al variar la  $R_L$ .
7. Explica el funcionamiento del diodo en los puntos (2) y en el (3).

### PRECAUCIONES

### CUESTIONARIO

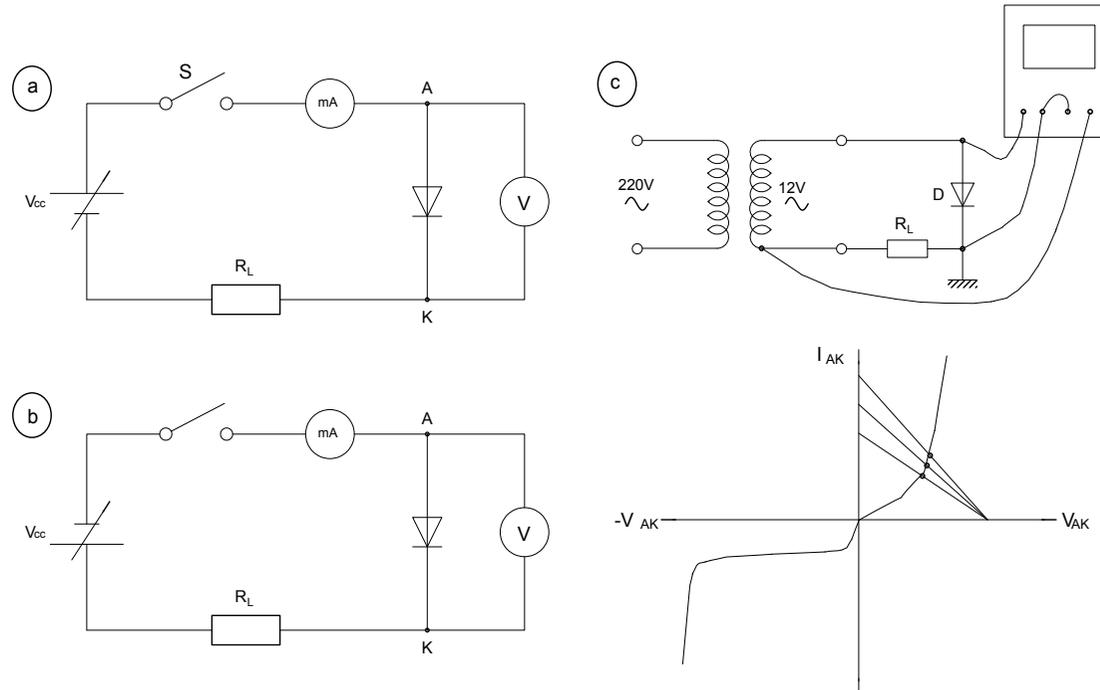
1. ¿Qué deducirías, si al medir la resistencia interna del diodo con el polímetro nos da resistencia alta en los dos sentidos?  
  
¿Si nos da resistencia baja?  
  
¿Qué valores nos debe dar para deducir que el diodo está bien?
2. ¿Qué finalidad tiene la resistencia  $R_L$ ? ¿Qué ocurre si no la ponemos?
3. ¿Qué efecto produce un aumento de la temperatura del diodo? ¿Es bueno o malo en un circuito?

### PROPUESTA DE TRABAJOS

1. Aplicar con un soldador un aumento de temperatura en el diodo y realizar las medidas de las tablas del punto (2) y (3).
  - Representar las medidas obtenidas.
  - Explicar el efecto que produce la temperatura en el diodo.
2. Montar el circuito de la figura c). Colocar el osciloscopio según se indica. Obtener la curva característica del diodo, mediante la representación XY.



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 1 Resistencia 220  $\Omega$
- 1 Resistencia 100 $\Omega$
- 1 Resistencia 1K $\Omega$
- 1 Soporte 208
- 1 Soporte 214
- Componentes electrónicos
- Cables de conexión

INSTRUMENTACIÓN

- Polímetro
- Osciloscopio de doble trazo.
- Fuente de alimentación AC12V
- Fuente de alimentación DC = 0 ÷ 30V

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS



ANEXO

V	0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,5	2	5
I											
V <sub>AK</sub>											

Tabla 1

V	0	2	4	8	10	15	20	25	30
I <sub>B</sub>									
V <sub>AK</sub>									

Tabla 2



## UNIDAD TEMÁTICA 2: RECTIFICACIÓN Y FILTRADO.

### ACTIVIDAD: Rectificador de media onda.

TIEMPO  
20m

APCL394  
1/2



#### FINALIDAD

- Analizar experimentalmente las formas de onda de un rectificador de media onda.
- Contrastar los valores medidos con los calculados teóricamente.

#### CONTENIDOS CLAVES

- Funcionamiento del rectificador.
- Circuito básico rectificador de media onda. Funcionamiento.
- Magnitudes eléctricas característica de media onda.
- Uso del osciloscopio.

#### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Montar el circuito indicado en la figura.
2. Medir con el osciloscopio las señales obtenidas en el secundario del transformador, entre extremos del diodo y en la carga RL.
3. Representar las señales sincronizadas con la señal del secundario.
4. Explicar el funcionamiento del circuito mediante las señales obtenidas.
5. Partiendo de las medidas realizadas, calcular los valores máximo, eficaz y medio de  $V_s$  y  $V_{RL}$ .

#### PRECAUCIONES

#### CUESTIONARIO

#### PROPUESTA DE TRABAJOS

1. Sustituir el transformador por un G.B.F. ajustado a 10V~. Comprobar el funcionamiento midiendo las señales obtenidas en D y RL para distintas frecuencias: 100Hz, 1000Hz, 5000Hz.
  - Explicar el efecto de la frecuencia en el diodo.



## UNIDAD TEMÁTICA 2: RECTIFICACIÓN Y FILTRADO.

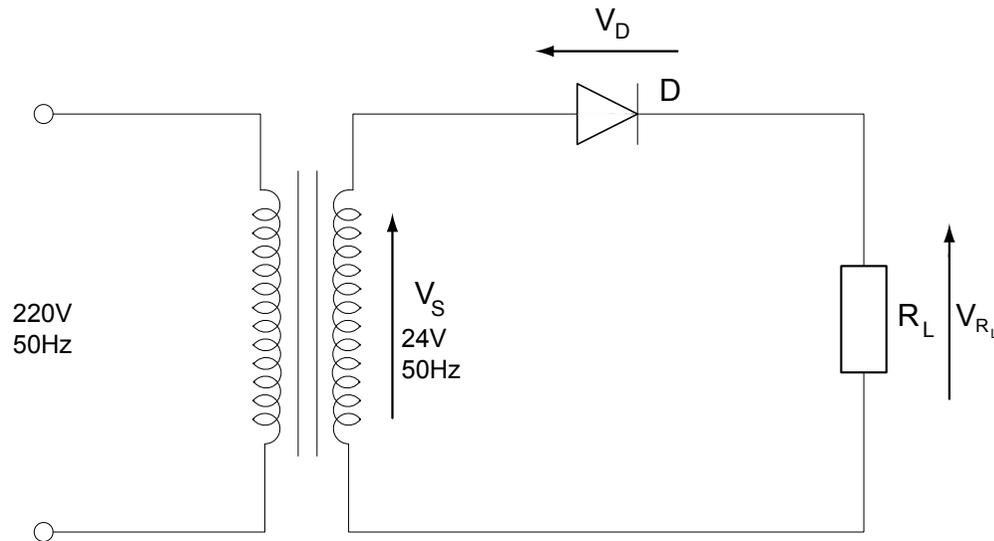
### ACTIVIDAD: Rectificador de media onda.

TIEMPO  
20m

APCL394  
2/2



#### ESQUEMA / MONTAJE



#### MATERIALES

- 1 Soporte 208
- Componentes electrónicos
- Cables de conexión

#### INSTRUMENTACIÓN

- Generador de baja frecuencia.
- Osciloscopio de doble trazo.
- Fuente de alimentación AC 24V

#### HERRAMIENTAS

#### OTROS RECURSOS



## UNIDAD TEMÁTICA 2: RECTIFICACIÓN Y FILTRADO

### ACTIVIDAD: Rectificador de doble onda (puente de Graetz)

TIEMPO  
30m

APCL395  
1/2



#### FINALIDAD

- Analizar experimentalmente las formas de onda de un rectificador de doble onda en puente.
- Contrastar los valores medidos con los calculados teóricamente.

#### CONTENIDOS CLAVES

- Función del rectificador.
- Circuito básico rectificador de doble onda. Funcionamiento.
- Magnitudes eléctricas características del rectificador.
- Uso del osciloscopio.

#### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Montar el circuito indicado en el esquema.
2. Medir con el osciloscopio las formas de onda obtenidas en los diodos, en RL y en el secundario del transformador. Dibujarlos sincronizados con la señal del secundario del transformador.
3. Explicar el funcionamiento del circuito mediante las señales obtenidas. Dibujar sobre el esquema el camino por donde circula la corriente en cada semiciclo.
4. Partiendo de las medidas realizadas, calcula los valores máximo, eficaz y medio de VS y VRL.

#### PRECAUCIONES

#### CUESTIONARIO

1. ¿Qué ocurre si quitamos el diodo  $D_1$  y dejamos el circuito abierto?
2. ¿Qué pasaría si cortocircuitásemos  $D_2$ ?

#### PROPUESTA DE TRABAJOS

1. Realizar un cuadro con los parámetros eléctricos de los dos rectificadores estudiados, para ver las diferencias entre cada uno.
2. Indicar las ventajas e inconvenientes de cada circuito.



## UNIDAD TEMÁTICA 2: RECTIFICACIÓN Y FILTRADO

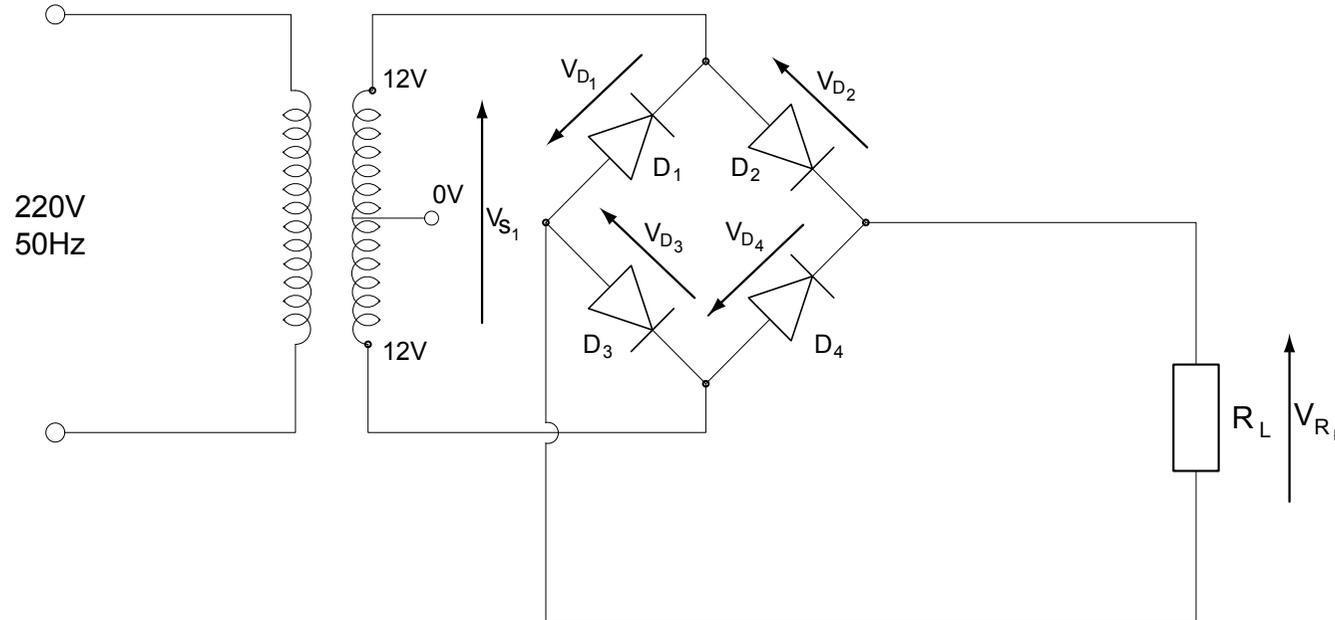
### ACTIVIDAD: Rectificador de doble onda (puente de Graetz)

TIEMPO  
30m

APCL395  
2/2



#### ESQUEMA / MONTAJE



#### MATERIALES

- 3 Soportes nº 208
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

#### INSTRUMENTACIÓN

- Osciloscopio de doble trazo.
- Fuente de alimentación AC 24V

#### HERRAMIENTAS

#### OTROS RECURSOS



FINALIDAD

- Analizar el efecto del condensador en la tensión de la carga.

CONTENIDOS CLAVES

- Filtrado de una señal continua.
- Tipos de filtro.
- Tensión de entrada y salida. Factor de forma y rizado.
- Filtrado por condensador en rectificación de media onda.

SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Montar el circuito del esquema sin el condensador. Medir y dibujar las señales obtenidas con el osciloscopio entre extremos de RL.
2. Colocar el condensador de 100 $\mu$ F y repetir las medidas del apartado 1.
3. Sustituir el condensador ahora por otro de 220 $\mu$ F. Repetir las medidas del punto 1.
4. Con las medidas realizadas, explicar el efecto que produce el condensador sobre la señal de salida.
5. Calcular la tensión de rizado Vrpp a partir de la ecuación:

$$C = \frac{I_{OMAX}}{V_{rpp} \cdot f}$$

para los distintos valores de C utilizados en la práctica.

6. Calcular el factor de rizado:

$$Fr = \frac{V_{rpp}}{2\sqrt{2} \cdot V_{med}} * 100$$

para los valores de C utilizados.

¿Qué ocurre con el factor de rizado al variar el valor de C?

PRECAUCIONES

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es mejor, poner un condensador de poca capacidad o uno de mucha?
2. ¿Podemos poner un condensador de capacidad todo lo grande que queramos? Razona la respuesta.

PROPUESTA DE TRABAJOS



## UNIDAD TEMÁTICA 2: RECTIFICACIÓN Y FILTRADO

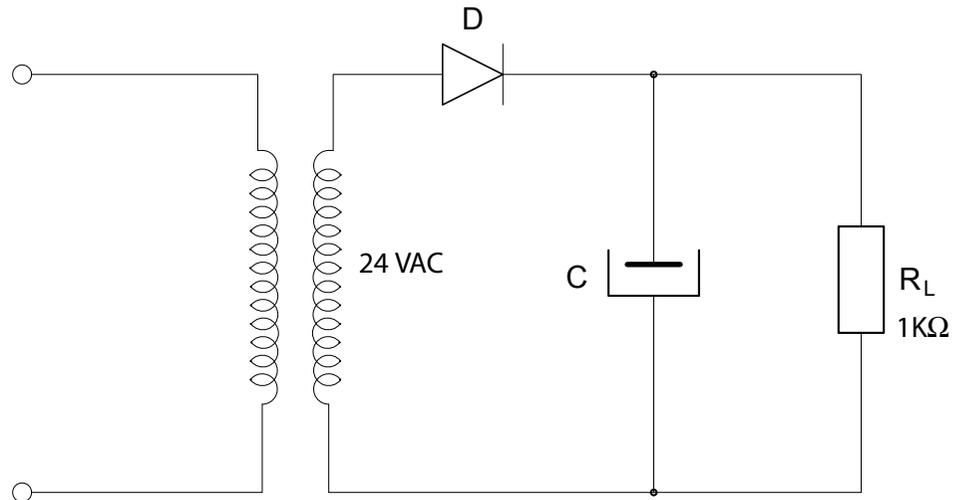
### ACTIVIDAD: Filtro con condensador

TIEMPO  
30m

APCL396  
2/3



#### ESQUEMA / MONTAJE



#### MATERIALES

- 2 Soportes nº 208
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

#### INSTRUMENTACIÓN

- Osciloscopio de doble trazo
- Fuente de alimentación AC 24V

#### HERRAMIENTAS

#### OTROS RECURSOS



## UNIDAD TEMÁTICA 3: ESTABILIZACIÓN Y REGULACIÓN

### ACTIVIDAD: Análisis del transistor

TIEMPO  
30m

APCL397  
1/3



#### FINALIDAD

- Experimentar el funcionamiento del transistor bipolar.
- Obtener las curvas características del transistor.
- Interpretar sus curvas características.
- Interpretar las características eléctricas del transistor.

#### CONTENIDOS CLAVES

- El transistor bipolar. Tipos y simbología.
- Configuraciones básicas.
- Polarizaciones y corrientes. Ecuaciones fundamentales.
- Comprobación del estado de un transistor.

#### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Comprobar con el polímetro el buen estado del transistor.
2. Montar el circuito propuesto en el esquema, colocando los aparatos de medida indicados.
3. Rellenar la tabla del Anexo I. Para ello, ajustar  $V_{BB}$  para obtener cada uno de los valores de  $I_B$  indicados. Ir variando  $V_{CC}$  para obtener cada uno de los valores de  $V_{CE}$  indicados. Medir y anotar el valor de  $I_C$  correspondiente para cada valor de  $V_{CE}$ .
4. Con los valores obtenidos en la tabla del Anexo I, dibujar las curvas características del transistor.
5. Señalar la zona de trabajo del transistor en las curvas obtenidas.

#### PRECAUCIONES

#### CUESTIONARIO

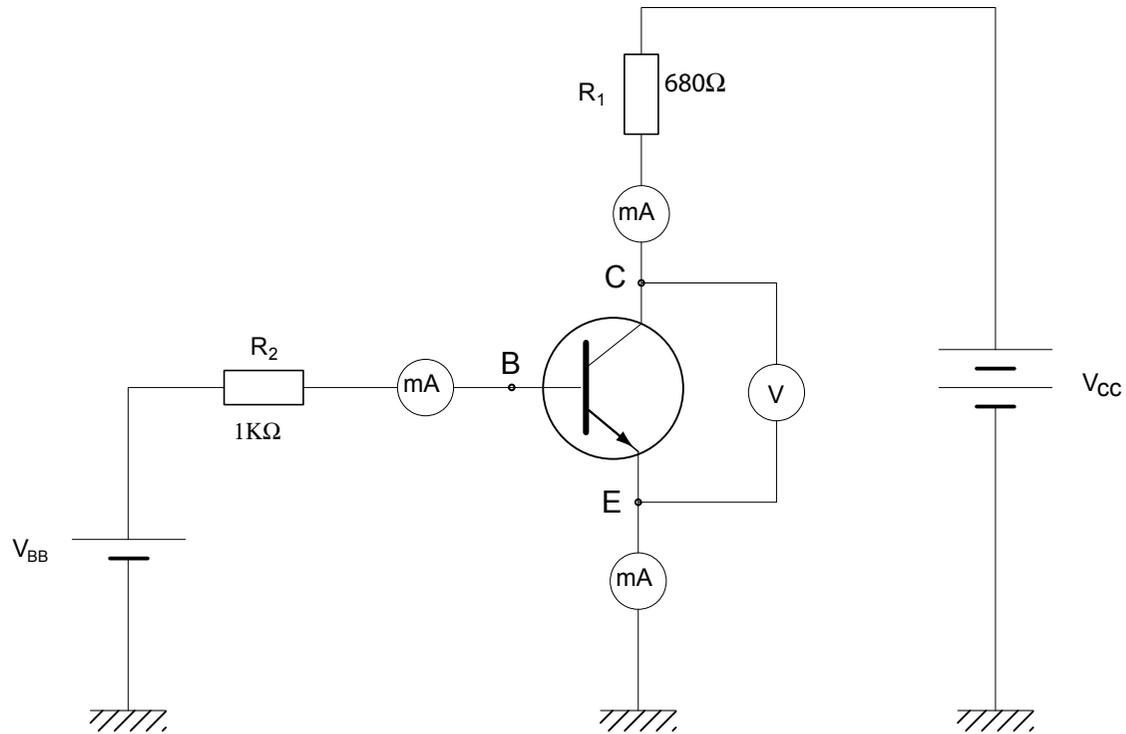
1. Indicar por qué no se puede construir un transistor a partir de los diodos.
2. Indicar sobre las curvas características dónde podemos determinar el valor de  $\beta$ .

#### PROPUESTA DE TRABAJOS

1. Buscar en catálogo las magnitudes eléctricas que definen al transistor.
2. Obtener las curvas características de salida en el osciloscopio.
3. Comparar las curvas características dadas por el fabricante con la curva obtenida en la práctica.



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 1 Soporte nº 208
- 1 Soporte nº 280
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

INSTRUMENTACIÓN

- 2 Fuentes de alimentación  $V_{BB}$  y  $V_{CC}$ .
- Polímetro

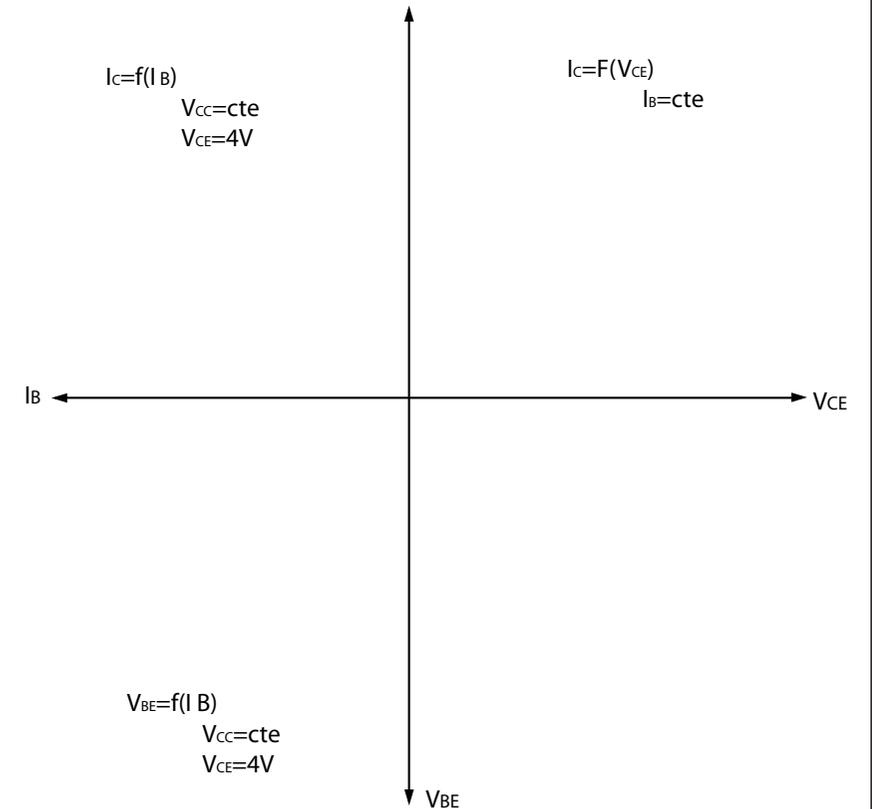
HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS



ANEXO

$V_{BB}$	$I_B$	$V_{BE}$	$V_{CE}$	$V_{CC}$									
				0	0,1	0,5	1	2	4	8	10	11	12
	0 $\mu$ A			$I_c$									
	50 $\mu$ A			$I_c$									
	100 $\mu$ A			$I_c$									
	150 $\mu$ A			$I_c$									
	200 $\mu$ A			$I_c$									
	250 $\mu$ A			$I_c$									





## UNIDAD TEMÁTICA 4: CONMUTACIÓN CON TRANSISTORES Y OPERACIONALES

### ACTIVIDAD: El transistor en conmutación

TIEMPO  
1h

APCL398  
1/2



#### FINALIDAD

- Experimentar el funcionamiento del transistor en corte y saturación.

#### CONTENIDOS CLAVES

- Modos de trabajo de un transistor.
- Comportamiento del transistor en conmutación. Aplicaciones.

#### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Montar el circuito de la figura A.
2. Con el interruptor abierto, medir la corriente por el colector y la tensión  $V_{CE}$ . Indicar el estado del diodo LED. Indicar el estado del transistor.
3. Con I cerrado, medir la corriente  $I_C$  la  $V_{CE}$ , indicar el estado del diodo. Indicar el estado del transistor.
4. Montar el circuito de la figura B. Repetir los pasos 2 y 3.
5. Con las medidas realizadas en los puntos 3 y 4, sacar conclusiones de cómo podemos hacer que un transistor pase de corte a saturación. Indicar el valor de la corriente de base para hacer que el transistor pase de corte a saturación.
6. Montar el circuito de la figura C. Ajustar el G.B.F. (señal cuadrada) a una tensión 5Vpp y una frecuencia que se observe el parpadeo del diodo LED. Conectar un canal del osciloscopio entre (C-E) y el otro canal en la entrada (entre extremos) del G.B.F. Ajustar el osciloscopio para observar bien un ciclo. Medir y dibujar las señales. Indicar en qué momento está el T1 en corte y en cuál en saturación. Anotar el estado del diodo LED. Indicar en cada momento la señal de G.B.F. con el estado del interruptor de los circuitos A y B.

#### PRECAUCIONES

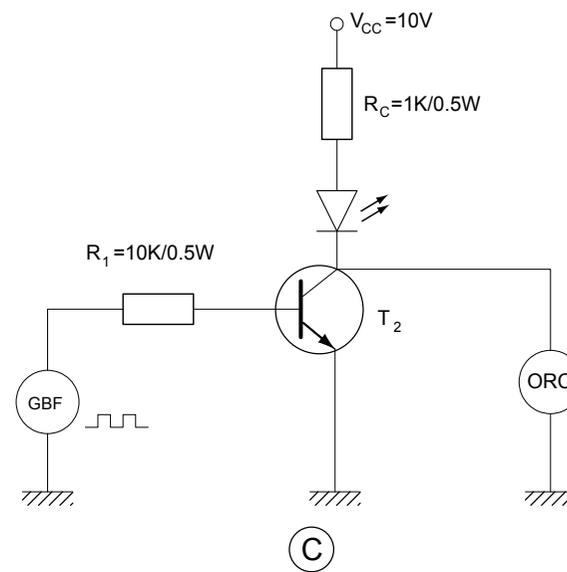
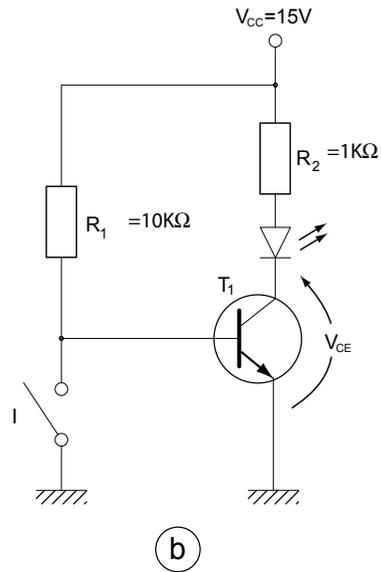
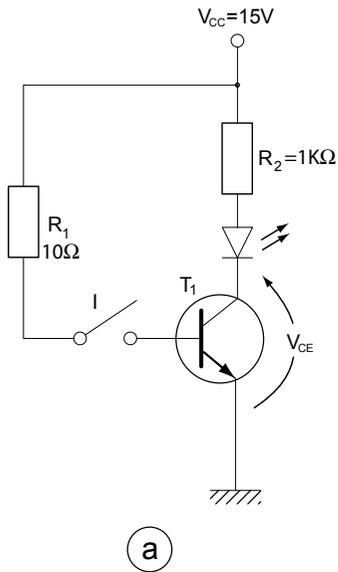
#### CUESTIONARIO

1. ¿Por qué el tiempo de desactivación de un transistor es mayor que el de activación?
2. Indica alguna aplicación del transistor trabajando en conmutación.

#### PROPUESTA DE TRABAJOS



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 2 Soportes nº 208
- 1 Soporte nº 280
- 1 Soporte nº 214
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

INSTRUMENTACIÓN

- Generador de Baja Frecuencia.
- Osciloscopio de doble canal.
- Fuente de alimentación.
- Polímetro

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS

- Catálogo de puertas lógicas.



## UNIDAD TEMÁTICA 4: CONMUTACIÓN CON TRANSISTORES Y OPERACIONALES

### ACTIVIDAD: Temporizadores con transistores (1)

TIEMPO  
1h

APCL399  
1/2



#### FINALIDAD

- Experimentar el funcionamiento de los temporizadores a la activación y a la desactivación.

#### CONTENIDOS CLAVES

- Definición, constitución, funcionamiento y aplicaciones con los temporizadores.

#### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Montar el circuito de la figura.
2. Calcular el tiempo teórico para tres valores diferentes de P.
3. Alimentar el circuito  $V_{cc}=12V$ . Con C en la posición (1) indicar cómo está el temporizador.
4. Ajustar P a cada uno de los valores de P calculados en el punto 2. Al poner C a la posición (2), medir el tiempo que tarda en activarse el diodo LED. Comparar los valores teóricos con los prácticos.

NOTA: Medir la tensión que alcanza el condensador C1 en el momento que se activa el LED.

Indicar qué tipo de temporizador es el circuito.

#### PRECAUCIONES

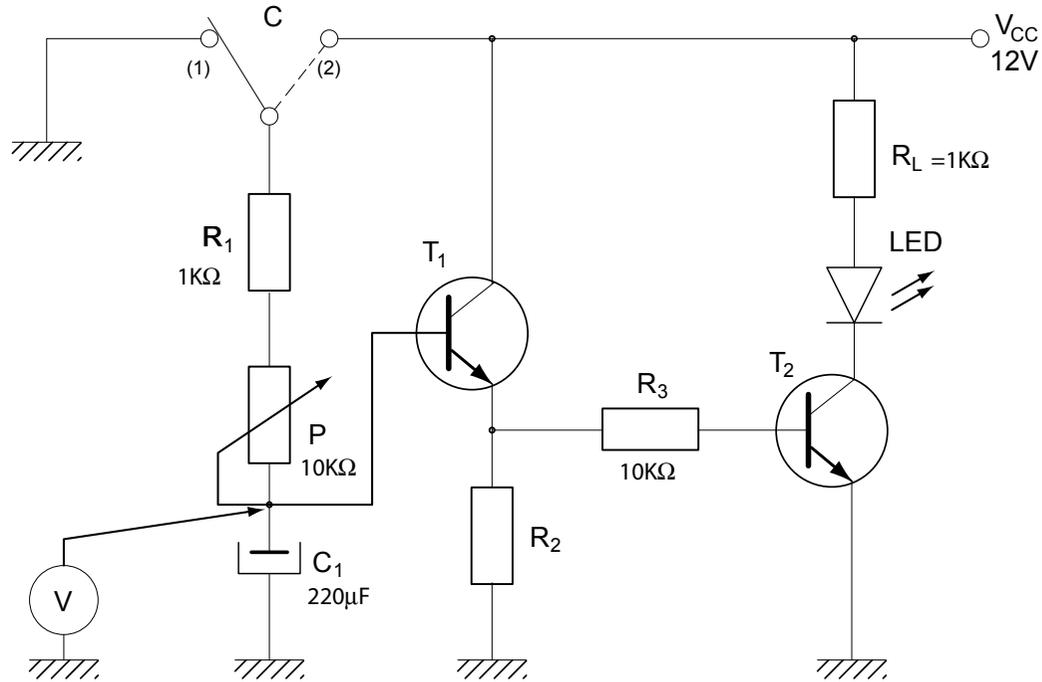
#### CUESTIONARIO

1. Explicar la finalidad de la resistencia R1.
2. Indicar qué ocurre si P tiene un valor muy grande.
3. ¿Qué finalidad tiene R3?

#### PROPUESTA DE TRABAJOS



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 4 Soportes nº 208
- 2 Soportes nº 280
- 1 Soporte nº 214
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

INSTRUMENTACIÓN

- Osciloscopio.
- Polímetro
- Fuente de alimentación DC

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS



## UNIDAD TEMÁTICA 4: CONMUTACIÓN CON TRANSISTORES Y OPERACIONALES

### ACTIVIDAD: Temporizadores con transistores (2)

TIEMPO  
1h

APCL400  
1/2



#### FINALIDAD

- Experimentar el funcionamiento de los temporizadores a la activación y a la desactivación.

#### CONTENIDOS CLAVES

- Definición, constitución, funcionamiento y aplicaciones con los temporizadores.

#### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Montar el circuito de la figura.
2. Calcular el tiempo teórico para tres valores diferentes de P.
3. Alimentar el circuito  $V_{CC}=12V$ . Con C en la posición (1) indicar el estado del diodo LED.
4. Ajustar P para cada uno de los valores calculados anteriormente. Colocar el voltímetro entre extremos de C1. Al pasar C a la posición (2), medir con el cronómetro el tiempo que tarda en apagarse el diodo LED, para cada posición de P.  
  
Comparar los valores prácticos con los teóricos del punto (2).
5. Explicar el funcionamiento del circuito.

#### PRECAUCIONES

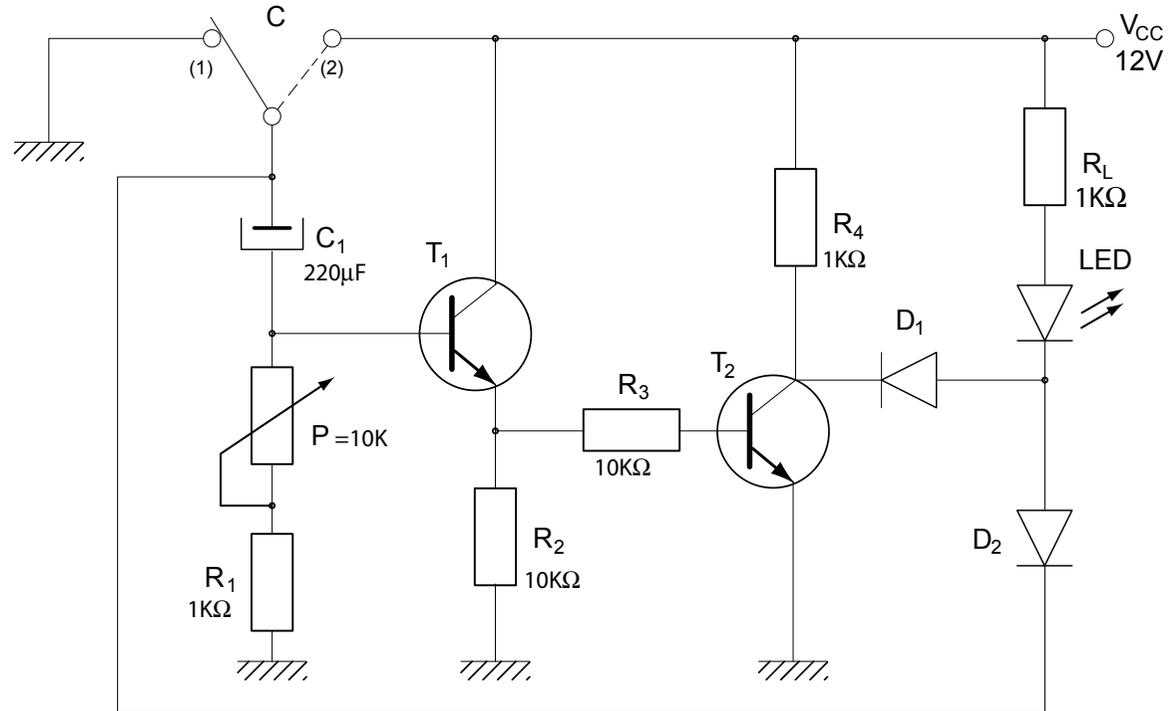
#### CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la tensión máxima que alcanza el condensador?
2. Finalidad de D1 y D2.
3. ¿Qué pasa si cortocircuitamos D2?

#### PROPUESTA DE TRABAJOS



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 2 Soportes nº 280
- 1 Soporte nº 229
- 1 Soporte nº 214
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

INSTRUMENTACIÓN

- Polímetro
- Cronómetro.
- Osciloscopio de doble canal
- Fuente de alimentación DC

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS



## UNIDAD TEMÁTICA 5: AMPLIFICACION II: ALIMENTACIÓN Y CIRCUITOS

### ACTIVIDAD: Amplificador clase A

TIEMPO  
45m

APCL401  
1/2



#### FINALIDAD

- Experimentar el concepto de amplificador.
- Comprobar el efecto del acoplamiento Darlington.
- Observar la ganancia de tensión, corriente y potencia.
- Experimentar el efecto de la distorsión.
- Utilizar el osciloscopio y el generador de B.F.

#### CONTENIDOS CLAVES

- Funcionamiento del amplificador clase A.
- Recta de carga, punto de funcionamiento en clase A.
- Cálculo del punto de funcionamiento  $P_{CC}$ , (h) rendimiento, potencia máxima ( $P_{LMAX}$ ).
- Distorsión, tipos y causas por las que se puede producir.

#### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Montar el circuito según el esquema indicado. Ajustar la fuente de alimentación  $V_{CC} = 18V$ .
2. Ajustar el potenciómetro hasta obtener una  $V_{CE} = V_{CC}/2$ . En este momento medir las magnitudes eléctricas que definen el punto de funcionamiento Q.

$$Q = (I_C, I_B, V_{CE}, V_{BE})$$

3. Colocar el generador de B.F., ajustarlo a 0V, 1000Hz. Colocar un canal del osciloscopio en la entrada y el otro entre los extremos de RL. Ir aumentando la amplitud de G.B.F. hasta obtener en la salida la máxima señal sin distorsión.
4. Con los valores medidos, calcular y rellenar la siguiente tabla:

$V_{ent}$	$V_L$	$V_{CC}$	$P_{LMAX}$	$\Delta V$	$\eta\%$

5. Ajustar el G.B.F. a la mitad de la señal ajustada anteriormente y repetir el cuadro del apartado 4.

#### PRECAUCIONES

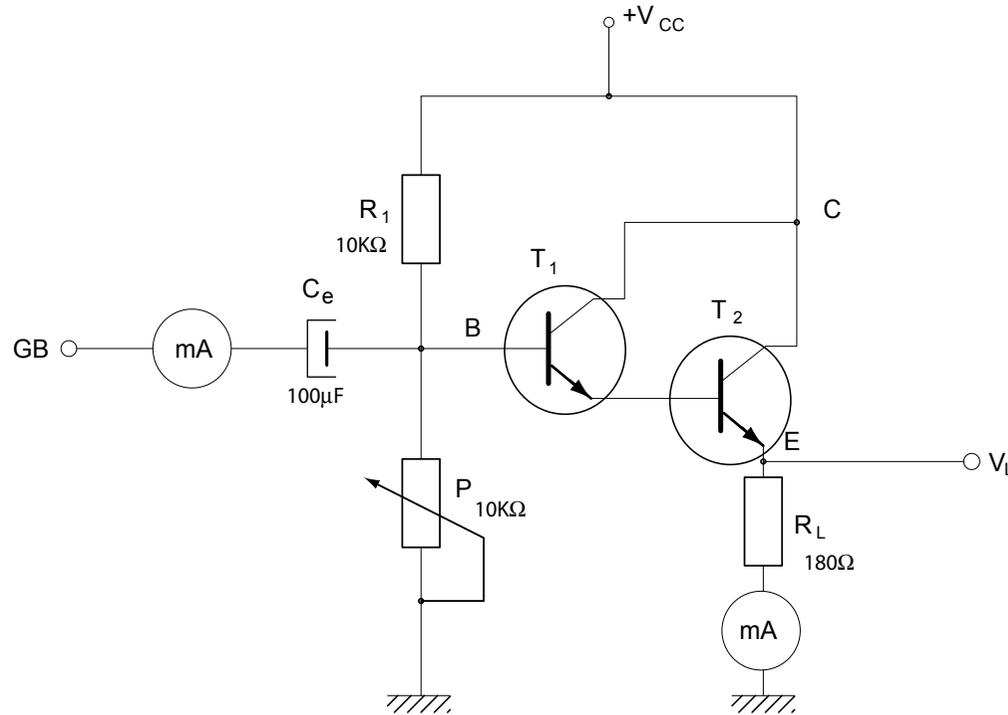
#### CUESTIONARIO

1. Explica qué ventajas tiene el utilizar un acoplamiento Darlington en la salida en lugar de un transistor.
2. Dibuja sobre las curvas características del transistor la recta de carga, el punto de funcionamiento  $P_{CC}$  y las variaciones de las magnitudes eléctricas ante una señal alterna de entrada.
3. ¿Este amplificador tiene un buen rendimiento si o no?
4. ¿Qué inconvenientes tiene este montaje amplificador?

#### PROPUESTA DE TRABAJOS



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 1 Soporte nº 229
- 2 Soportes nº 280
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

INSTRUMENTACIÓN

- Osciloscopio de doble canal.
- Generador de B.F.
- Polímetro
- Fuente de alimentación.

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS



### FINALIDAD

- Experimentar el funcionamiento del multivibrador astable.
- Comprobar la conmutación de los transistores.
- Comprobar los circuitos de carga y descarga de los condensadores.

### CONTENIDOS CLAVES

- Funcionamiento del transistor en corte y saturación.
- Ecuación de carga y descarga del condensador.

### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

1. Montar el circuito con los componentes indicados. Ajustar la  $V_{cc} = 10V$ .
2. Conectar un canal del osciloscopio al colector de  $T_1$  y otro al colector de  $T_2$ . Dibujar las señales visualizadas.
3. Medir con el osciloscopio la tensión en colector de  $T_1$  y en la base de  $T_1$ . Dibujar las señales visualizadas.
4. Cambiar el osciloscopio al colector de  $T_2$  y en la base de  $T_2$ . Dibujar las señales visualizadas.
5. Dibujar todas las señales medidas sincronizadas e indicar el tiempo que está cada transistor en corte y en saturación.
6. Sustituir los condensadores  $C_1$  y  $C_2$  por otros de 22nF. Repetir los puntos 2, 3, 4 y 5.
7. Sustituir  $R_1$  por una resistencia de  $10K\Omega$  y por un potenciómetro en serie de  $10K\Omega$ . Para dos valores de  $P = (0\Omega, 10K\Omega)$ , repetir los puntos 2, 3, 4 y 5.
8. Calcular la frecuencia de las señales obtenidas para el punto 5, 6 y 7.

### CUESTIONARIO

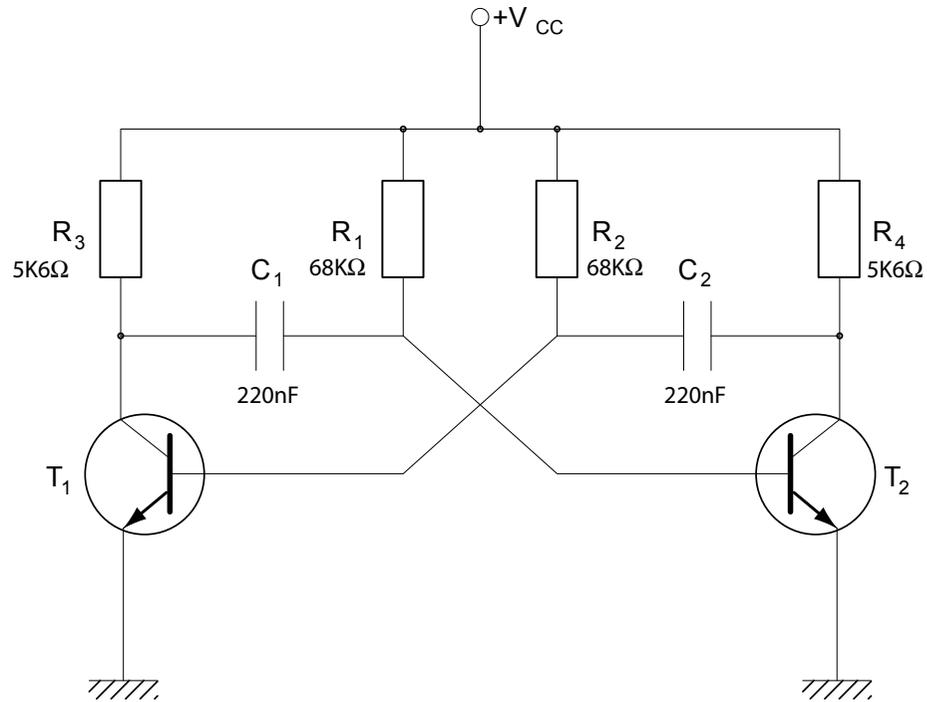
1. Realizar los cálculos teóricos de la frecuencia de la señal para esquema del punto 1, 6, 7. Comprobarlos con las prácticas.
2. Realiza un dibujo indicando cuál es el camino de carga de los condensadores y cuál el de descarga.
3. ¿Qué ocurriría si la base de  $T_1$  quedase abierta? ¿Hasta qué valor se cargaría  $C_2$ ?
4. ¿Quién hace conmutar a los transistores de corte a saturación?
5. Indicar alguna aplicación del multivibrador astable.

### PRECAUCIONES

### PROPUESTA DE TRABAJOS



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 3 Soportes nº 208
- 2 Soportes nº 280
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

INSTRUMENTACIÓN

- Osciloscopio de doble canal.
- Polímetro
- Fuente de alimentación DC.

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS



**FINALIDAD**

- Experimentar el funcionamiento de la LDR con distintas intensidades luminosas.

**CONTENIDOS CLAVES**

- Características de la LDR.
- Conceptos de flujo luminoso ( $\Phi$ ) e iluminancia (E) lumin/lux.

**SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

1. Medir con el potenciómetro la resistencia de la LDR para distintas intensidades luminosas.
2. Con la ayuda de un luxómetro completar la siguiente tabla:

E(lux)	0	20	60	150	500	100	1500	5000
R $\Omega$								

3. Dibujar la gráfica  $R = f(E)$ .
4. Montar el circuito de la figura y ajustar el potenciómetro para que no se active el relé.
5. Disminuir la iluminación a la LDR (con el dedo) hasta conseguir la activación del relé.
6. Tratar de corregir la activación intermitente de la lámpara y analizar el por qué sucede.

**PRECAUCIONES**

**CUESTIONARIO**

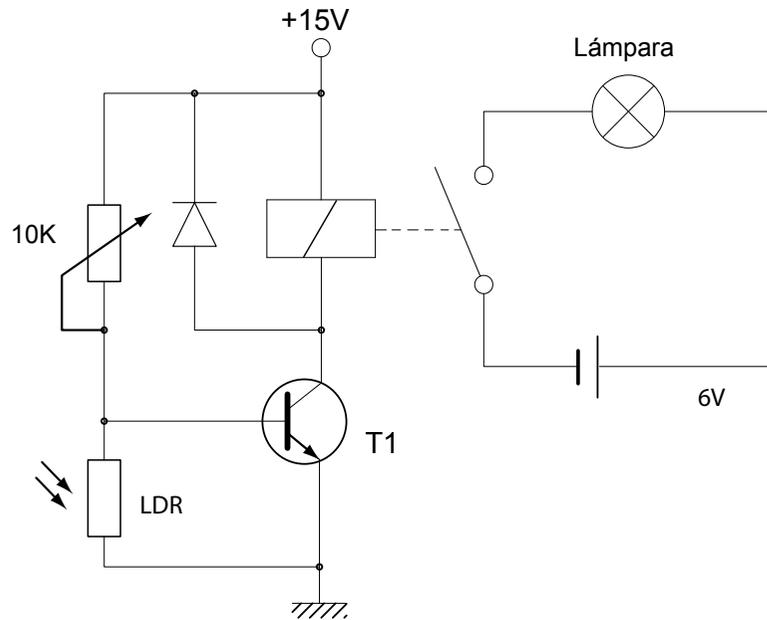
1. Cita alguna aplicación práctica de este elemento.
2. ¿Cómo se puede solucionar el que la lámpara se encienda intermitentemente?
3. ¿Cuál es la razón por la que no se utiliza la LDR como sensor de iluminación?

**PROPUESTA DE TRABAJOS**

1. Buscar en catálogos y anotar las características de LDRs.



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 2 Soporte nº 208
- 1 Soporte nº 280
- 1 Soporte nº 196
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

INSTRUMENTACIÓN

- Luxómetro.
- Polímetro.
- Fuente de alimentación.

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS

- Catálogos.



**FINALIDAD**

- Experimentar el comportamiento de una PTC a distintas temperaturas.

**CONTENIDOS CLAVES**

- Características de la PTC.
- Rango de temperaturas de funcionamiento.

**SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

1. Medir y anotar la resistencia de la PTC a temperatura ambiente.
2. Construir el circuito de la figura, aplicando 30V y anotar la intensidad que marque el amperímetro para los casos:

- a)  $R_L = 1K$
- b)  $R_L = 10K$
- c)  $R_L = 22K$

3. Hallar la RPTC para los tres casos anteriores.

$$R_{PTC} = \frac{30V}{I} - R_L$$

4. Aplicar una fuente de alimentación variable de 0 a 30V y completar la tabla.

Vapl.	1	5	9	13	17	21	25	30
$V_{PTC}$								
ImA								

$$R_L = 100\Omega$$

5. Dibujar la gráfica  $I = f(V)$ .
6. Comprobar cómo varía la resistencia de la PTC calentándola con los dedos, o con el aliento.

**PRECAUCIONES**

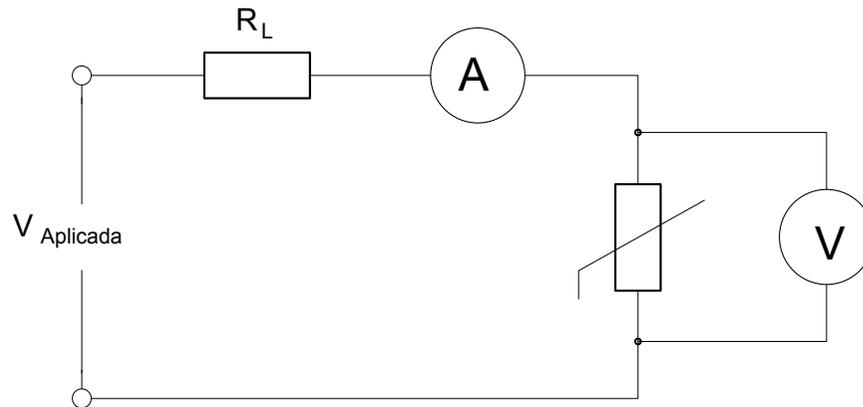
**CUESTIONARIO**

1. ¿En qué forma de calentamiento basan, en general, su funcionamiento en el interno o en el externo?
2. Indica algunas aplicaciones de estos termistores.
3. ¿Cuál es su función en los TRC?

**PROPUESTA DE TRABAJOS**



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 1 Soporte nº 208
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

INSTRUMENTACIÓN

- Polímetro
- Fuente de alimentación DC

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS



**FINALIDAD**

- Experimentar el funcionamiento de una NTC a distintas temperaturas.

**CONTENIDOS CLAVES**

- Características de la NTC.
- Curva característica  $R = f(T^{\circ})$ .

**SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

1. Medir la  $R_{NTC}$  a temperatura ambiente.
2. Construir el circuito de la figura y completar la tabla (ver Anexo I) dejando transcurrir alrededor de un minuto cada vez que se varíe la tensión aplicada.
3. Dibujar la gráfica  $V = f(I)$ .
4. Una vez analizado su comportamiento ante el calentamiento interno, desconectarlo del circuito y analizarlo ante un calentamiento externo.
5. Medir la resistencia y anotar el valor para distintas temperaturas.

**PRECAUCIONES**

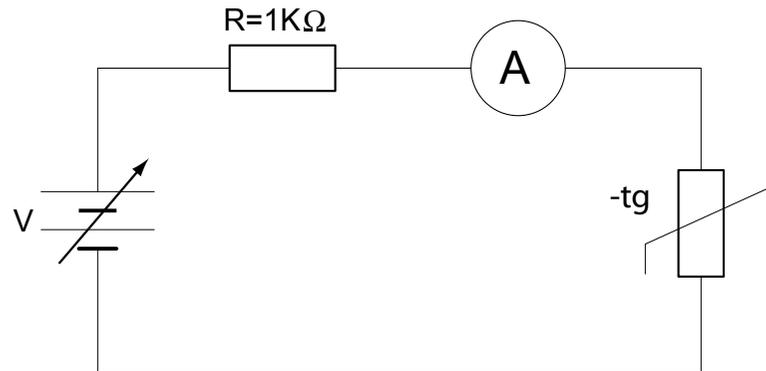
**CUESTIONARIO**

1. ¿Por qué se deprime que esta R no es lineal?
2. ¿La NTC se autoprotege ante un calentamiento?
3. ¿Cuáles son las aplicaciones mas usuales?

**PROPUESTA DE TRABAJOS**



ESQUEMA / MONTAJE



MATERIALES

- 1 Soporte nº 208
- Componentes electrónicos.
- Cables de conexión.

INSTRUMENTACIÓN

- Fuente de alimentación DC.
- Polímetro
- Termómetro

HERRAMIENTAS

OTROS RECURSOS



ANEXO

V aplicada	10	15	20	25	30
$V_{NTC}$					
$I_{mA}$					
$R_{NTC} = \frac{V_{NTC}}{I}$					

# **SOLUCIONES**





### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

#### 1. Comprobar con el polímetro, el buen estado del diodo y determinar sus terminales. (A y K).

Con un polímetro digital con + en A y - en K indicará una medida de  $\approx 60\Omega$ , si está en buen estado,  $000\Omega$  si está en corto si e  $\infty$  está abierto. Cambiando de polaridad no debe indicar nada.

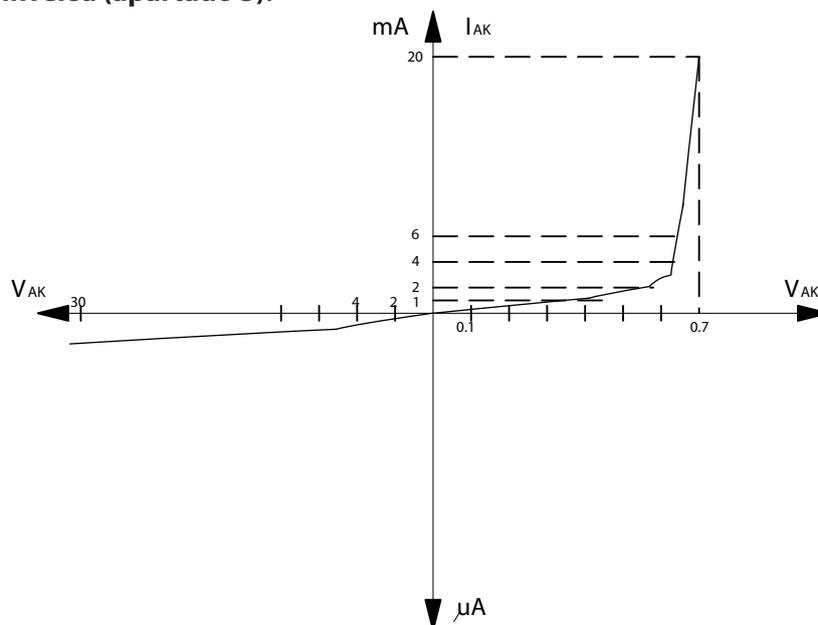
#### 2. Montar el circuito de la figura (a). Ir variando la fuente de alimentación $V_{cc}$ según los valores indicados en la Tabla 2 del Anexo I. Anotar los valores medidos en el circuito.

V	0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,5	2	5
I	0	0	0	0	1mA	1mA	1mA	2mA	4mA	6mA	19mA
$V_{AK}$	0	0,2	0,4	0,5	0,55	0,57	0,58	0,61	0,65	0,67	0,72

#### 3. Invertir la polaridad de $V_{cc}$ (según esquema b). Ir variando el valor de $V_{cc}$ según los valores indicados en la Tabla 2 del Anexo I. Anotar los valores medidos en el circuito.

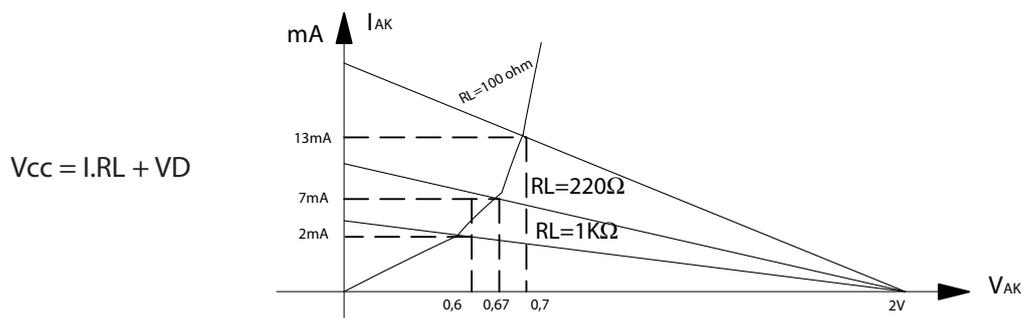
V	0	0	4	8	10	15	20	25	30
I	0	0	$2\mu A$	$10\mu A$	$10\mu A$	$15\mu A$	$20\mu A$	$25\mu A$	$30\mu A$
$V_{AK}$	0	-2	-4	-8	-10	-15	-20	-25	-30V

#### 4. Representar las curvas características a partir de los datos obtenidos en polarización directa (apartado 1) e inversa (apartado 3).



**5. Representar la recta de carga  $V_{CC} = I R_L + V_D$  Para tres valores de  $R_L$  ( $220\Omega$ ,  $100\Omega$  Y  $1K\Omega$ ) en la curva característica del diodo.**

- Obtener el punto de funcionamiento para cada  $R_L$ .
- Comprobarlo prácticamente sustituyendo  $R_L$  por cada valor y medir la corriente del circuito en polarización directa.

**6. Explica qué ocurre en el circuito al variar  $R_L$ .**

Según aumenta el valor de  $R_L$ , disminuye la  $I_{AK}$  del punto de funcionamiento. Sin embargo la  $V_{AK}$  apenas cambia de valor. En la práctica suele variar entre 0,6V y 0,7V. Para realizar los cálculos se coge el valor de 0,7V.

**7. Explica el funcionamiento del diodo en los puntos (2) y (3).**

En el apartado 2 el diodo está directamente polarizado, por lo que hay corriente en el circuito debido a los portadores mayoritarios, el diodo no tiene control sobre la corriente, ésta está limitada por  $R_L$ .

En el apartado 3 el diodo está inversamente polarizado por lo que no permite el paso de la corriente. Se puede detectar el paso de una pequeña corriente denominada corriente de fuga, que es debida a los portadores minoritarios.



### **CUESTIONARIO**

**1. ¿Qué deducirías, si al medir la resistencia interna del diodo con el polímetro nos da resistencia alta en los dos sentidos?**

Si nos da R alta en los dos sentidos indica que el diodo está abierto (en circuito abierto).

**¿Si nos da resistencia baja?**

Si nos da R baja en los dos sentidos, indica que el diodo está en cortocircuito.

**¿Qué valores nos debe dar para deducir que el diodo está bien?**

Si el diodo está en buen estado el polímetro nos debe indicar R alta en un sentido y R baja en el otro sentido.

**2. ¿Qué finalidad tiene la resistencia  $R_L$ ? ¿Qué ocurre si no la ponemos?**

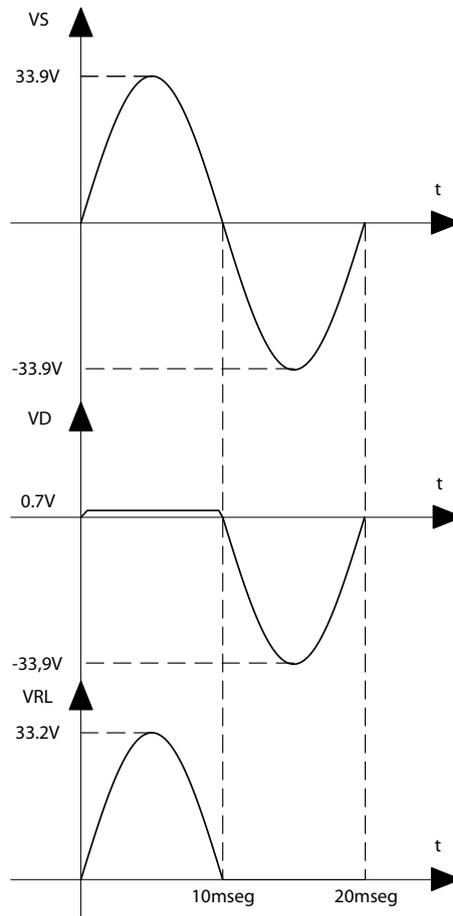
En los circuitos utilizados la  $R_L$  limita la corriente, si cerramos el circuito sin  $R_L$  y polarizamos directamente el diodo provocamos un cortocircuito.

**3. ¿Qué efecto produce un aumento de la temperatura del diodo? ¿Es bueno o malo en un circuito?**

Al aumentar la temperatura disminuye la tensión del umbral, tensión en bornes del diodo.

Este efecto es perjudicial en la mayoría de los circuitos de aplicación.

Por otra parte aumenta de valor la corriente inversa, lo cual siempre es perjudicial. El diodo ideal es aquel cuya corriente inversa es nula.

**SECUENCIA DE REALIZACIÓN****2 y 3.****4. Explicar el funcionamiento del circuito mediante las señales obtenidas.**

En el semiciclo positivo de  $V_s$ , el diodo  $D$  está directamente polarizado, por lo que deja pasar la corriente a través suyo, provocando una caída de tensión en el diodo de  $V_D = 0,7V$ . Si aplicamos a la 2ª ley de Kirchoff tendremos:  $V_{RL} = V_s - V_D$ , por lo que la onda en la carga tendrá la misma forma que en el secundario del transformador, con la salvedad de que será  $0,7V$  menor.

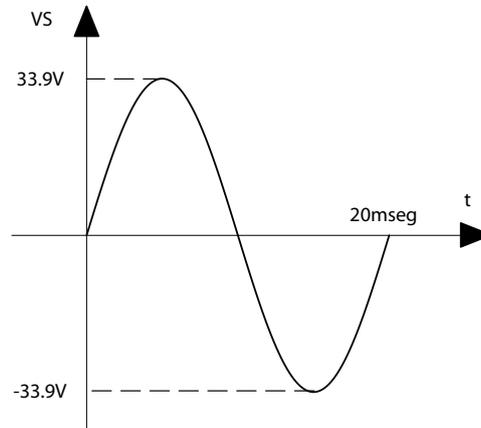
En el semiciclo negativo de  $s$ , el diodo  $V_s$  se polariza inversamente, por lo que no deja circular corriente eléctrica por el circuito. Por tanto, la caída de tensión en la carga será nula, y el diodo soportará entre sus extremos la tensión del secundario del transformador. Aplicando la 2ª ley de Kirchoff nos queda:

$V_D = V_S - V_{RL}$  y como  $V_{RL} = 0V$ , nos queda:

$$V_D = V_S$$



5. Partiendo de las medidas realizadas, calcular los valores máximo, eficaz y medio de VS y VRL.



$$V_{s\text{máx}} = 33,9$$

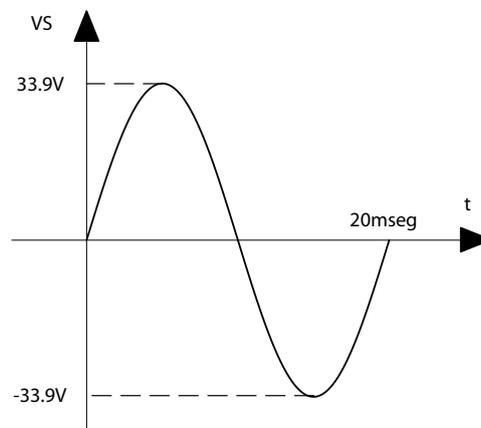
$$V_{s\text{med}} = \frac{2V_{s\text{max}}}{\pi} = \frac{2 \times 33,9}{\pi} = 21.58V$$

Esto es el valor medio del semiciclo positivo.

El valor medio de toda la onda será:

$$V_{s\text{med}} = 0V$$

$$V_{s\text{ef}} = \frac{V_{s\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{33,9}{\sqrt{2}} = 24V$$

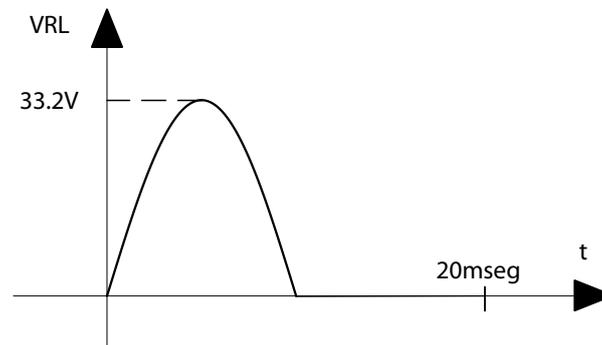




$$V_{smax}=33.2V$$

$$V_{smed} = \frac{V_{smax}}{\pi} = \frac{33,9}{\pi} = 10.57V$$

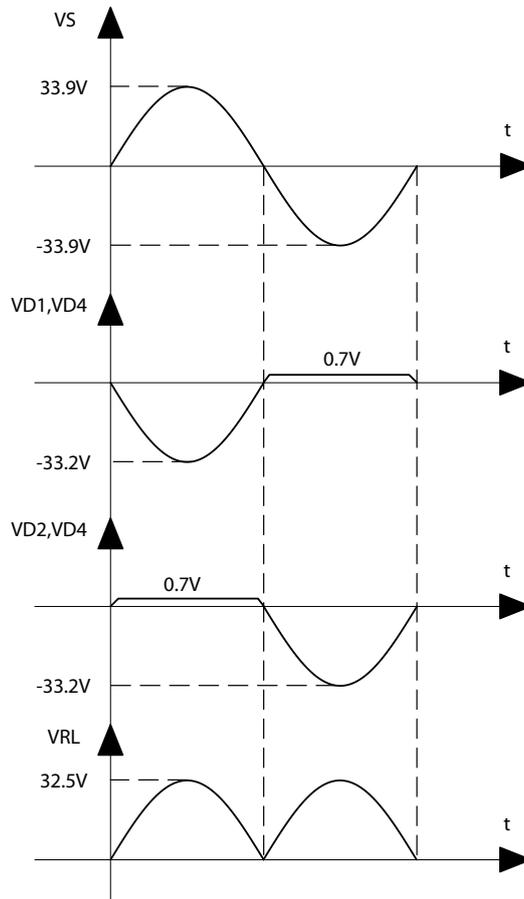
$$V_{sef} = \frac{V_{smax}}{2} = \frac{33,9}{2} = 16.6V$$





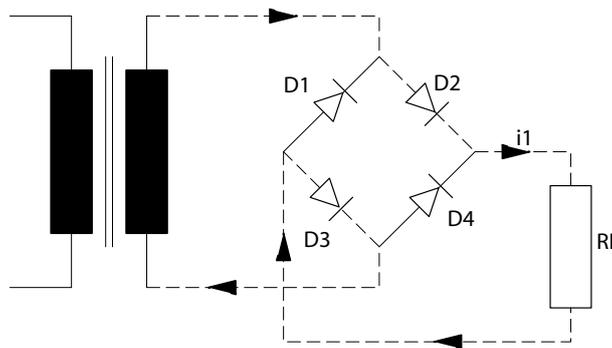
### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

2. Medir con el osciloscopio las formas de onda obtenidas en los diodos, en RL y en el secundario del transformador. Dibujarlos sincronizados con la señal del secundario del transformador.



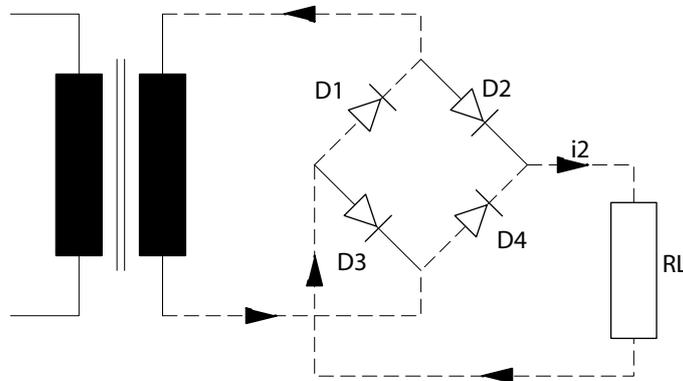
3. Explicar el funcionamiento del circuito mediante las señales obtenidas. Dibujar sobre el esquema el camino por donde circula la corriente en cada semiciclo.

Durante el semiciclo positivo de VS, el camino seguido por la corriente eléctrica es:





Durante el semiciclo negativo de  $V_S$ , el camino seguido por la corriente eléctrica es:



En el semiciclo positivo de  $V_S$ , los diodos D2 y D3 están directamente polarizados, mientras que los diodos D1 y D4 están inversamente polarizados. Aplicando Kirchhoff en la malla marcada en la fig. A quedará:

$$V_{RL} = V_S - V_{D2} - V_{D3}$$

Por tanto la tensión en la carga será de 1,4V menor que en  $V_S$ .

El semiciclo negativo de  $V_S$ , los diodos D1 y D4 están directamente polarizados, mientras que los diodos D2 y D3 están inversamente polarizados. Aplicando Kirchhoff en la malla marcada de la fig.B tenemos:

$$V_{RL} = V_S - V_{D1} - V_{D4}$$

Por tanto la tensión en la carga será de 1,4V menor que en  $V_S$ .

En ambos casos, la corriente circula en mismo sentido a través de R

#### 4. Partiendo de las medidas realizadas, calcula los valores máximo, eficaz y medio de $V_S$ y $V_{RL}$ .

$$V_{smax} = 33,9V$$

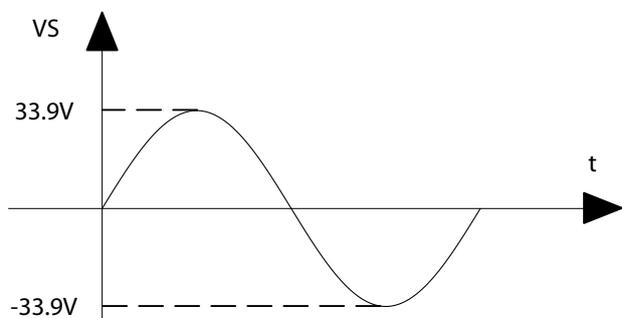
$$V_{smed} = \frac{2 \times V_{smax}}{\pi} = \frac{2 \times 33,9}{\pi} = 21,58V$$

Este es el valor medio del semiciclo positivo.

El valor medio de toda la onda será:

$$V_{smed} = 0V$$

$$V_{sef} = \frac{V_{smax}}{\sqrt{2}} = \frac{33,9}{\sqrt{2}} = 23,97V$$

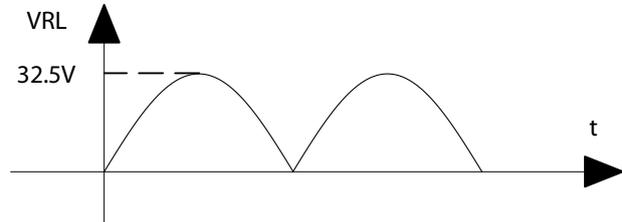




$$V_{RL\max}=32,5$$

$$V_{RL\text{med}} = \frac{2 \times V_{RL\max}}{\pi} = \frac{2 \times 32,5}{\pi} = 20.69\text{V}$$

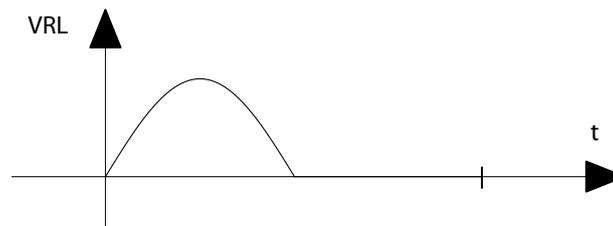
$$V_{RL\text{ef}} = \frac{V_{RL\max}}{\sqrt{2}} = \frac{32,5}{\sqrt{2}} = 22.98\text{V}$$



### **CUESTIONARIO**

#### **1.¿Qué ocurre si quitamos el diodo D1 y dejamos el circuito abierto?**

Obtenemos un circuito rectificador de media onda:



Vista desde la carga:

- Esto no influye en el semiciclo positivo.
- En el semiciclo negativo, la tensión en la carga será nula, ya que al quitar D1, el circuito no se cierra y por tanto no hay circulación de corriente eléctrica.

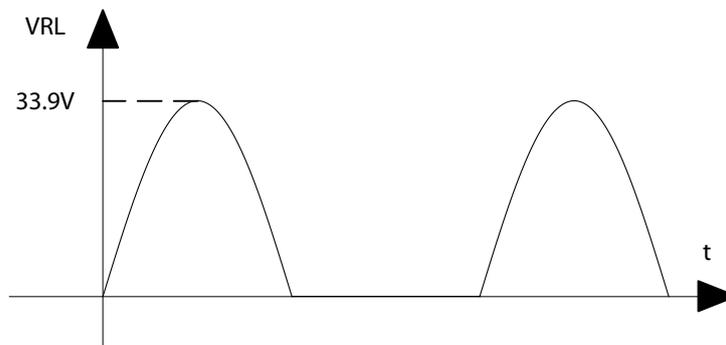
#### **2.¿Qué pasaría si cortocircuitamos D2?**

Si cortocircuitamos D2, en el semiciclo positivo hay circulación normal de corriente eléctrica, pero en el semiciclo negativo el diodo D4 se quema de forma instantánea, ya que estaría en paralelo con el secundario del transformador: intenta circular una corriente tan grande por D4, que hace que este se destruya.

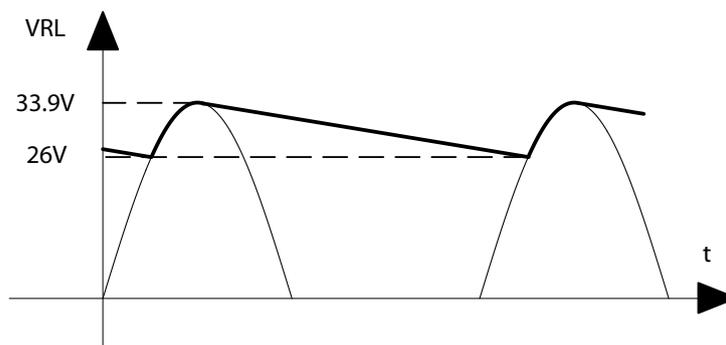


### SECUENCIA DE REALIZACIÓN

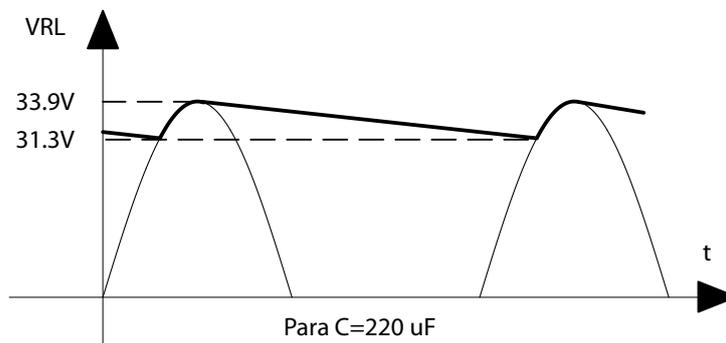
1. Montar el circuito del esquema sin el condensador. Medir y dibujar las señales obtenidas con el osciloscopio entre extremos de  $R_L$ .



2. Colocar el condensador de  $100\mu\text{F}$  y repetir las medidas del apartado 1.



3. Sustituir el condensador ahora por otro de  $220\mu\text{F}$ . Repetir las medidas del punto 1.



**4. Con las medidas realizadas, explicar el efecto que produce el condensador sobre la señal de salida.**

El efecto que produce el condensador sobre la señal de salida es el siguiente:

- Consigue que  $R_L$  tenga permanentemente tensión aplicada.
- Por otro lado, el condensador hace que la tensión en la carga varíe solo entre dos valores más o menos próximos (cuanto mayor sea el condensador, más cercanos estarán estos dos valores). Sin condensador, esta variación estaba entre 0V y  $V_{RLmax}$ .

**5. Calcular la tensión de rizado  $V_{rpp}$  a partir de la ecuación:**

$$C = \frac{I_{0\max}}{V_{rpp} \times f}$$

para los distintos valores de C utilizados en la práctica.

Para  $C = 100\mu\text{F}$

$$V_{rpp} = \frac{1}{f \times C}$$

$$V_{rpp} = \frac{33,9}{1000\Omega} = 33,9\text{mA}$$

$$V_{rpp} = \frac{33,9 \times 10^{-3} \text{ A}}{50\text{Hz} \times 100 \times 10^{-6}} = 6,78\text{V}$$

Para  $C = 220\mu\text{F}$

$$V_{rpp} = \frac{I}{f_c}$$

$$I = \frac{33,9\text{V}}{1000\Omega} = 33,9\text{mA}$$

$$V_{rpp} = \frac{33,9 \times 10^{-3} \text{ A}}{50\text{Hz} \times 220 \times 10^{-6}} = 3\text{V}$$

**6. Calcular el factor del rizado:**

$$Fr = \frac{V_{rrp}}{2\sqrt{2} \times V_{med}} \times 100$$

para los valores de C utilizados.

¿Qué ocurre con el factor de rizado al variar el valor de C?

$$A) \quad Fr = \frac{6,78}{2\sqrt{2} \times 30,5} \times 100 = 7,85\%$$

$$B) \quad Fr = \frac{3}{2\sqrt{2} \times 32,4} \times 100 = 3,27\%$$

**CUESTIONARIO****1. ¿Qué es mejor, poner un condensador de poca capacidad o uno de mucha?**

Es mejor poner un condensador de mucha capacidad. De esta forma, el rizado será menor.

**2. ¿Podemos poner un condensador de capacidad todo lo grande que queramos? Razona la respuesta.**

Es principio si; lo que sucede es que cuanto mayor sea el condensador, mayores serán los picos de corriente en los diodos, con lo que éstos podrán quemarse. Además, hay que considerar otros factores, como costo, volumen, etc.

**SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

3. Rellenar la tabla del Anexo I. Para ello, ajustar  $V_{BB}$  para obtener cada uno de los valores de  $I_B$  indicados. Ir variando  $V_{CC}$  para obtener cada uno de los valores de  $V_{CE}$  indicados. Medir y anotar el valor de  $I_C$  correspondiente para cada valor de  $V_{CE}$ .

$V_{BB}$	$I_B$	$V_{BE}$	$V_{CC}$											
			$V_{CE}$	0	0,1	0,5	1	2	4	8	10	11	12	
		0 $\mu$ A	$I_C$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		50 $\mu$ A	$I_C$	0	2,27	3,15	3,25	3,43	3,54	3,54	3,85	3,9	3,95	
		100 $\mu$ A	$I_C$	0	8	8,25	8,75	9	10,25	10,53	10,9	11,2	11,55	
		150 $\mu$ A	$I_C$	0	11,25	11,32	11,9	12,3	13,8	15,6	16,32	16,8	17,3	
		200 $\mu$ A	$I_C$	0	10,08	16,1	16,8	17,55	19,20	20,9	23,4	24,3	25,0	
		250 $\mu$ A	$I_C$	0	21,25	22,08	22,7	23,5	25,1	30,15	30,15	31,2	32,0	

**CUESTIONARIO**

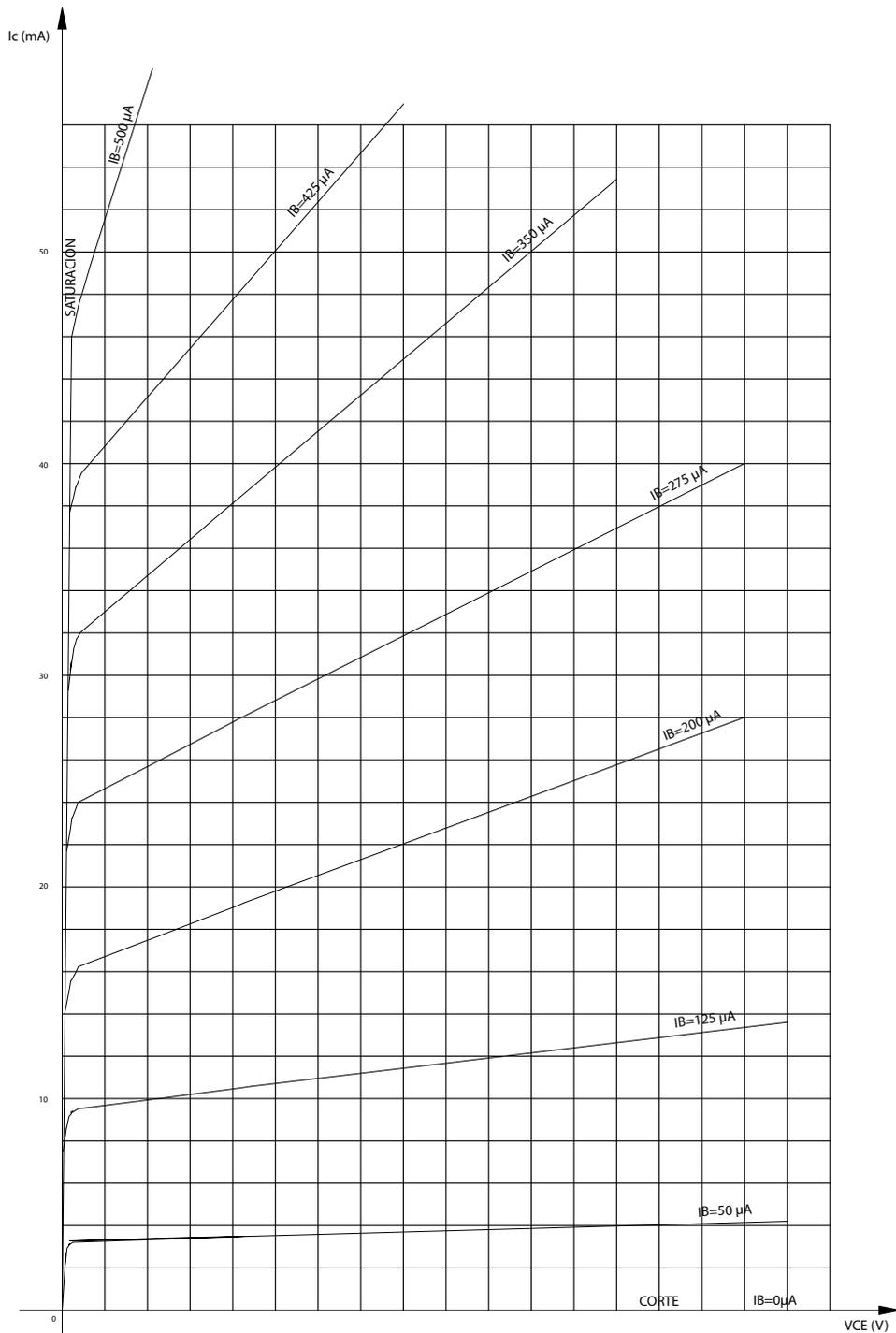
1. Indicar por qué no se puede construir un transistor a partir de los diodos.

Porque su comportamiento es totalmente distinto, debido sobre todo a la diferente geometría y en concreto a las dimensiones de la base y a los diferentes niveles de dopado en cada región del transistor.



**2. Indicar sobre las curvas características dónde podemos determinar el valor de  $\beta$ .**

Sería en las curvas del transistor que están sobre el 2º cuadrante.





### **SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

#### **2. Con el interruptor abierto, medir la corriente por el colector y la tensión VCE. Indicar el estado del diodo LED. Indicar el estado del diodo LED. Indicar el estado el transistor.**

Con el interruptor abierto la corriente por el colector es de 0 Amperios y la tensión VCE = 15V. El diodo led está apagado y el transistor en corte.

#### **3. Con el I cerrado, medir la corriente IC, la VCE, indicar el estado del diodo. Indicar el estado del transistor.**

Con el interruptor cerrado VCE = 44mV (aproximadamente 0v) Ic = 12,92mA.

El diodo led está iluminado. El transistor BD137 en este caso se encuentra en estado de saturación.

#### **4. Montar el circuito de la figura B. Repetir los pasos 2 y 3.**

- Con el interruptor abierto la Ic = 13,1mA y la VCE = 44mV (aproximadamente 0V). El diodo se encuentra iluminado y el transistor en saturación.
- Con el interruptor cerrado, la Ic = 0mA y la VCE = 15V. El diodo se encuentra apagado y el transistor en corte.

#### **5. Con las medidas realizadas en los puntos 3 y 4, sacar conclusiones de cómo podemos hacer que un transistor pase de corte a saturación. Indicar el valor de la corriente de base para hacer que el transistor pase de corte a saturación.**

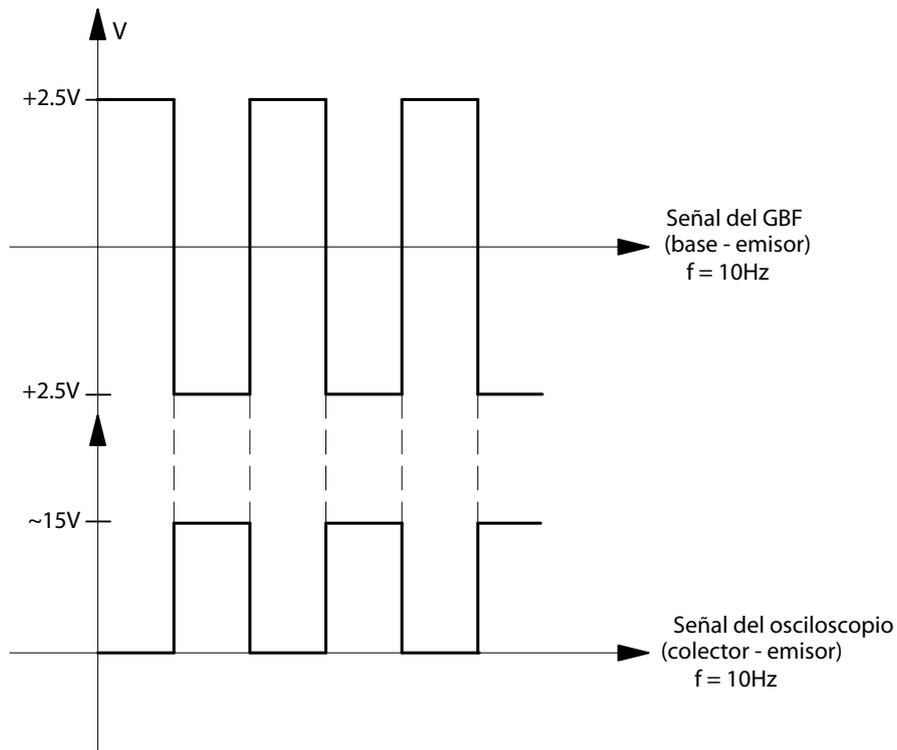
Para que un transistor pase de corte a saturación y viceversa únicamente hace falta variar la intensidad de base, con intensidades muy pequeñas (próximas a cero Amperios) el transistor entrará en corte y el diodo led dejará de iluminar, y con intensidades del orden de algún miliamperio el transistor pasará de activa a saturación (en función de la intensidad de base) y el diodo led iluminará. Este paso de corte a saturación o viceversa se puede conseguir variando la tensión VBE, en el caso B) mediante un interruptor.

Para intensidades de base superiores a 14mA el BD137 entra en saturación.

$$I_b = \frac{14,3}{10} = 1,4\text{mA}$$



6. Montar el circuito de la figura C. Ajustar el G.B.F. (señal cuadrada) a una tensión 5Vpp y una frecuencia que se observe el parpadeo del diodo LED. Conectar un canal del osciloscopio entre (C-E) y el otro canal en la entrada (entre extremos) del G.B.F. Ajustar el osciloscopio para observar bien un ciclo. Medir y dibujar las señales. Indicar en qué momento está el T1 en el corte y cuál en saturación. Anotar el estado del diodo LED. Indicar en cada momento la señal de G.B.F. con el estado del interruptor de los circuitos A y B.



El transistor T1 queda cortado cuando la tensión de entrada es de -2,5v, al quedar su base-emisor inversamente polarizado el T1 entra en corte, pasando la  $I_c = 0$  y  $V_{CE} \approx 15\text{v}$ . En cambio, cuando la entrada pasa a +2,5v la  $I_b$  hace que el T1 pase al estado de saturación, siendo la  $V_{CE} \approx 0$ .

El diodo led se iluminará cuando el T1 esté en saturación, esto es cuando a la entrada tengamos +2,5v y no iluminará cuando la entrada de la onda cuadrada no marque -2,5v, estado de corte.

Cuando la señal del G.B.F. esté a nivel bajo (-2,5v) corresponde a:

Circuito A → Interruptor abierto

Circuitio B → Interruptor cerrado

y cuando esté a nivel alto (+2,5v) corresponde a:

Circuito A → Interruptor cerrado

Circuitio B → Interruptor abierto

**CUESTIONARIO****1. ¿Por qué el tiempo de desactivación de un transistor es mayor que el de activación?**

Cuando se aplica un impulso a la entrada para pasar el transistor a corte, debido a la anormal densidad de portadores, tiene lugar un retraso relativamente grande de almacenamiento, antes de que el transistor responda a la señal de corte de la entrada, ello es debido a que el transistor se encontraba saturado o muy saturado. Este tiempo puede ser varias veces el tiempo de subida.

**2. Indica alguna aplicación del transistor trabajando en conmutación.**

Una de las aplicaciones más comunes del transistor trabajando en conmutación es en el diseño de puertas lógicas.

**SECUENCIA DE REALIZACIÓN****2. Calcular el tiempo teórico para tres valores diferentes de P.**

Suponiendo que la caída de tensión en el diodo led es de aproximadamente 2v, la

$$I_{C2} = \frac{12 - 2}{10K} = 10mA$$

como la B de  $T_2$  es de 100  $I_{b2} = 0,1mA$ . Suponiendo despreciable la caída de tensión en R3 debido a que  $I_{b2}$  es muy pequeña, en Vc tendremos los 0,7 que caen en  $V_{CE1}$  y 0,7 de  $V_{CE2'}$ , por lo tanto  $V_{condensador} = 1,4v$ .

Como el tiempo de descarga de un condensador viene dado por:

$$V_{cond} = V_{CC} \times e^{-t/RC}$$

para tres valores de R tendremos (siendo  $R = R1 + P$ ):

$$t = \ln\left(\frac{V_{cond}}{V_{CC}}\right) \times R \times C$$

$$R_1 = 1,5K \rightarrow t_1 = 709ms$$

$$R_2 = 5K \rightarrow t_2 = 2,45s$$

$$R_3 = 9K \rightarrow t_3 = 4,35s$$

**3. Alimentar el circuito  $V_{CC} = 12V$ . Con C en la posición (1) indicar cómo está el temporizador.**

Cuando C se encuentra en la posición (1) el temporizador se encuentra desactivado.

**4. Ajustar P a cada uno de los valores de P calculados en el punto 2. Al poner C a la posición (2), medir el tiempo que tarda en activarse el diodo LED. Comparar los valores teóricos con los prácticos.**

**NOTA:** Medir la tensión que alcanza el condensador C1 en el momento que se activa el LED. Indicar qué tipo de temporizador es el circuito.

Antes de pasar el conmutador a la posición (1) asegurarse de que el condensador ha adquirido la plena carga.

$$R_1 = 1,5K \quad t_1 = 1seg \quad V_{cond} = 11,71v$$

$$R_2 = 5K \quad t_2 \approx 2,5seg \quad V_{cond} = 11v$$

$$R_3 = 9K \quad t_3 \approx 4,5 seg \quad V_{cond} = 10,15v$$

El circuito es un temporizador del tipo "retardo a la desconexión".



## **CUESTIONARIO**

### **1. Explicar la finalidad de la resistencia R1.**

La función de la resistencia R1 es la de no dejar el condensador directamente conectado a Vcc cuando el potenciómetro se encuentre en la posición  $0\Omega$ , ya que de lo contrario se estropearía el condensador.

### **2. Indicar qué ocurre si P tiene un valor muy grande.**

El colocar un valor muy elevado del potenciómetro supone que el tiempo de carga y descarga del condensador va a ser muy elevado, con lo cual el temporizador tardará más tiempo en desconectarse.

### **3. ¿Qué finalidad tiene R3?**

La finalidad de la R3 es la de limitar la  $I_b$  del T2 y asegurarse de que no esté continuamente en saturación.



### **SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

#### **2. Calcular el tiempo teórico para tres valores diferentes de P.**

Al igual que en el caso anterior supondremos que la tensión entre la base y masa del transistor  $T_1$  es aproximadamente de 1,4 voltios, por lo tanto:

$$V_{cond} = V_{cc} (1 - e^{-t/RC})$$

$$(12 - 1,4) = 12 (1 - e^{-t/RC})$$

$$t = 2,15 \cdot (R \cdot 220 \cdot 10^{-6})$$

$$R_1 = 1,5K \quad t_1 = 709\text{mseg} \quad V_{cond} = 0v$$

$$R_2 = 5K \quad t_2 = 2,4\text{seg} \quad V_{cond} = 0v$$

$$R_3 = 9K \quad t_3 = 4,3 \text{ seg} \quad V_{cond} = 0v$$

#### **3. Alimentar el circuito $V_{cc} = 12V$ . Con C en la posición (1) indicar el estado del diodo LED.**

El diodo led se encuentra activado cuando el conmutador se encuentra en la posición (1).

**4. Ajustar P para cada uno de los valores calculados anteriormente. Colocar el voltímetro entre extremos de  $C_1$ . Al pasar C a la posición (2), medir con el cronómetro el tiempo que tarda en apagarse el diodo LED, para cada posición de P. Comparar los valores prácticos con los teóricos del punto (2).**

En un principio hay que dejar que el condensador se descargue.

$$R_1 = 1,5k \quad t_1 = 1\text{Seg} \quad V_{cond} \approx 0v$$

$$R_2 = 5K \quad t_2 = 2,5\text{seg} \quad V_{cond} \approx 0v$$

$$R_3 = 9K \quad t_3 = 4,5\text{seg} \quad V_{cond} \approx 0v$$

El presente circuito es un "retardo a la conexión".

#### **5. Explicar el funcionamiento del circuito.**

En este circuito cuando el conmutador se encuentra en la posición (1) el led se mantiene encendido cerrándose la malla por el diodo  $D_2$ , la tensión del condensador en este caso será 0v. Cuando cambiamos de posición el conmutador (2), el condensador empieza a cargarse a una tensión  $V_{cond}$  en un tiempo  $t$  que depende del potenciómetro P. Cuando entre la base de  $T_2$  y la masa haya 1,4 voltios aproximadamente el  $T_1$  y el  $T_2$  entran en saturación, manteniéndose el led encendido y  $T_2$  saturado a través de  $R_4$ . Cuando la tensión entre la base de  $T_1$  y masa empiece a bajar de 1,4 voltios, debido a que el condensador sigue cargándose el  $T_2$  entra en corte y el led se apaga, ya que por  $D_2$  no se puede cerrar la malla.

**CUESTIONARIO****1. ¿Cuál es la tensión máxima que alcanza el condensador?**

La tensión teórica máxima que alcanza el condensador es de 12 voltios, en la práctica del orden de 11 voltios aproximadamente.

**2. Finalidad de  $D_1$  y  $D_2$ .**

La función de  $D_1$  es la de cerrar la malla a través de T2 cuando el conmutador está en la posición (2).

En cambio el diodo  $D_2$  mantiene conduciendo al led cuando el diodo está en la posición (1).

**3. ¿Qué pasa si cortocircuitamos D2?**

Cuando el conmutador se encuentre en la posición (1) no ocurriría nada, pero cuando se encuentre en la posición (2), el transistor  $T_2$  se mantendría constantemente en conducción.

**SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

2. Ajustar el potenciómetro hasta obtener una  $V_{CE} = V_{CC}/2$ . En este momento medir las magnitudes eléctricas que definen el punto de funcionamiento Q.

$$I_C = 50\text{mA}$$

$$I_B = 0,5\text{mA}$$

$$V_{CE} = 9\text{v}$$

$$V_{BE} = 1,1\text{v}$$

4. Con los valores medidos, calcular y rellenar la siguiente tabla:

Vent	$V_L$	$P_{CC}$	$P_{LMAX}$	Av	$\eta$
16v	16v	0,9w	0,68w	1	19%

Valores de tensión pico a pico.

$$P_{CC} = I_C \cdot V_{CC} = 50\text{mA} \cdot 18\text{v} = 0,9\text{w}$$

$$P_{LMAX} = \frac{V_L^2}{8R_L} = 0,17\text{w}$$

$$\eta = \frac{0,17}{0,9} \times 100 = 19\%$$

5. Ajustar el G.B.F. a la mitad de la señal ajustada anteriormente y repetir el cuadro del apartado 4.

Vent	$V_L$	$P_{CC}$	$P_{LMAX}$	Av	$\eta$
8v	8v	2,82w	0,170w	1	1,5%

$$P_L = \frac{V_L^2}{8R_L} = 0,044$$

$$\eta = \frac{0,044}{2,82} = 1,5\%$$



### **CUESTIONARIO**

**1. Explica qué ventajas tiene el utilizar un acoplamiento Darlington en la salida en lugar de un transistor.**

La principal ventaja es que no carga a la fuente de señal, el Darlington tiene una impedancia de entrada muy alta. Por otra parte el circuito tiene una ganancia de corriente muy elevada.

**3. ¿Este amplificador tiene un buen rendimiento si o no?**

Tiene un rendimiento malo, como se aprecia en las tablas realizadas en la práctica, en el mejor de los casos de acerca al 20%.

**4. ¿Qué inconvenientes tiene este montaje amplificador?**

Tiene un rendimiento malo.

En ausencia de señal consume mucha potencia.

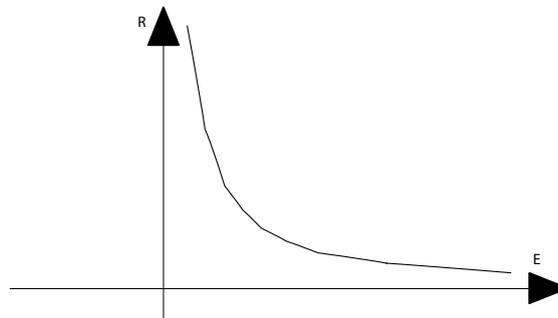


### **SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

#### **2. Con ayuda de un luxómetro completar la tabla.**

<b>E(lux)</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>150</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>1500</b>	<b>5000</b>
$R\Omega$	1M $\Omega$	2k $\Omega$	1400 $\Omega$	1030 $\Omega$	840 $\Omega$	105 $\Omega$	100 $\Omega$	42 $\Omega$

#### **3. Dibujar la gráfica $R = f(E)$ .**



Para realizar las mediciones de la tabla se ha tapado la parte inferior de la LDR

#### **6. Tratar de corregir la activación intermitente de la lámpara y analizar el por qué sucede.**

La lámpara se enciende intermitentemente porque al encenderse la misma disminuye la resistencia de la LDR desactivando el circuito, momento en el que aumenta la R de la LDR activándose de nuevo el circuito, y así sucesivamente.

### **CUESTIONARIO**

#### **1. Cita alguna aplicación práctica de este elemento.**

La aplicación práctica más usual es la de interruptor crepuscular, o la de regular la iluminación de un recinto.

#### **2. ¿Cómo se puede solucionar el que la lámpara se encienda intermitentemente?**

Para evitar el citado inconveniente hay que intercalar en el circuito de activación una báscula Schmith para que el circuito tenga una histéresis. (El nivel de iluminación para el encendido es distinto del de apagado).

#### **3. ¿Cuál es la razón por la que no se utiliza la LDR como sensor de iluminación?**

Porque su respuesta no es inmediata, suele ser de cientos de K $\Omega$  por seg.

**SECUENCIA DE REALIZACIÓN****1. Medir y anotar la resistencia de la PTC a la temperatura ambiente.**

$$R_{PTC} = 2100\Omega.$$

**2. Construir el circuito de la figura, aplicando 30V y anotar la intensidad que marque el amperímetro para los casos:**

- a)  $R_L = 1K.$
- b)  $R_L = 10K.$
- c)  $R_L = 22K.$

- a)  $I = 9,3mA.$
- b)  $I = 2,5 mA.$
- c)  $I = 1,2 mA.$

**3. Hallar la  $R_{PTC}$  para los tres casos anteriores:**

$$a) \quad R_{PTC} = \frac{V}{I} - R_L = \frac{30}{9,3mA} - 1K = 2333\Omega$$

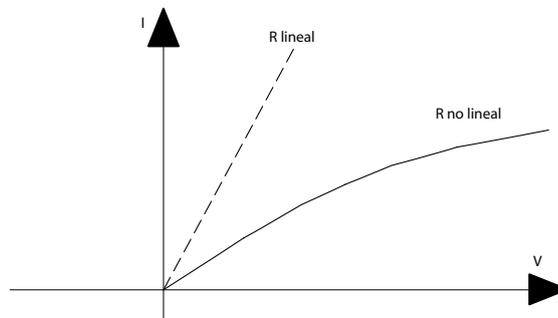
$$b) \quad R_{PTC} = \frac{V}{I} - R_L = \frac{30}{2,5mA} - 10K = 2000\Omega$$

$$c) \quad R_{PTC} = \frac{V}{I} - R_L = \frac{30}{1,2mA} - 22K = 3000\Omega$$

**4. Aplicar una fuente de alimentación variable de 0 a 30V y completar la tabla.**

$$R_L = 100\Omega.$$

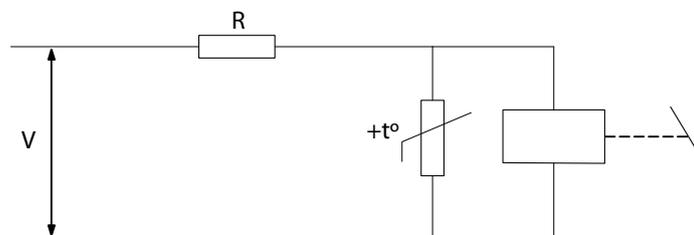
Valp	1	5	9	13	17	21	25	30
$V_{PTC}$	0,9v	4,7V	8,5V	12,3V	16V	20V	23,8V	28,5V
$I_{mA}$	0,4mA	2,3mA	4,2mA	6mA	8mA	10mA	12mA	14mA

**5. Dibujar la gráfica  $I = f(V)$ .****CUESTIONARIO****1. ¿En qué forma de calentamiento basan, en general, su funcionamiento en el interno o en el externo?**

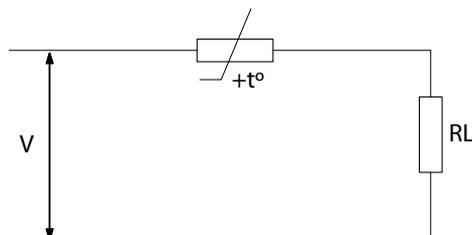
Aunque también se pueden usar, al igual que las NTC, en función del calentamiento externo, generalmente se usan bajo el concepto de autocalentamiento.

**2. Indica algunas aplicaciones de estos termistores.**

- Retardo a la conexión de un relé.



- Protección contra sobrecargas, en serie con el elemento a proteger.

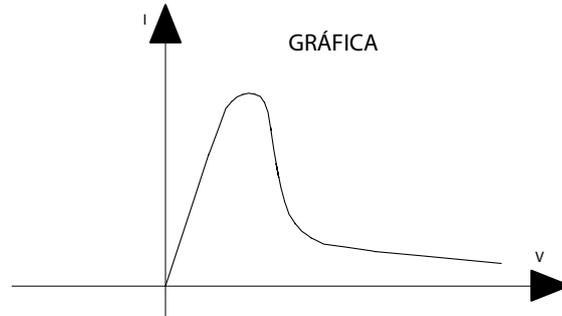


- Desconexión de las bobinas de alta de los tubos de rayos catódicos (TRC).
- En función de la temperatura ambiental, como protector de máquinas eléctricas de una  $T^a$  excesiva.



### 3. ¿Cuál es su función en los TRC?

En los TRC se usa para hacer una desconexión controlada de las bobinas desmagnetizadoras.





### **SECUENCIA DE REALIZACIÓN**

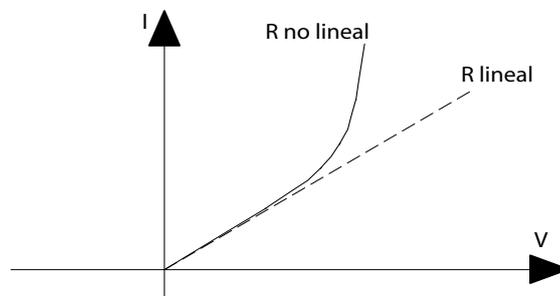
#### **1. Medir la RNTC a la temperatura ambiente.**

RNTC  $\approx$  10KW.

#### **2. Construir el circuito de la figura y completar la tabla (ver Anexo I) dejando transcurrir alrededor de un minuto cada vez que se varíe la tensión aplicada.**

Ver solución al anexo I.

#### **3. Dibujar la gráfica $V = f(I)$ .**



#### **5. Medir la resistencia y anotar el valor para distintas temperaturas.**

Dedos:  $R_{NTC} \approx 10K$

Aliento:  $R_{NTC} \approx 5K$



## **CUESTIONARIO**

### **1. ¿Por qué se dice que esta R no es lineal?**

Porque la corriente que los atraviesa no es proporcional, no es una función lineal, de la tensión que se les aplica.

### **2. ¿La NTC se autoprotege ante un calentamiento?**

No, si no se introduce en el circuito un elemento que limite la intensidad, la NTC se destruiría en el caso de aplicarle una tensión constante de cierto valor (En el caso de la práctica con más de 25V).

### **3. ¿Cuáles son las aplicaciones más usuales?**

Las aplicaciones más usuales son como sensores de temperatura, tanto en alarmas como en termómetros, etc...

#### **ANEXO I: TABLAS**

<b>Vaplicada</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>
VNTC	8,8	13,3	17,7	21,9	25,5
I(mA)	0,94	1,41	2,02	2,84	4,12
RNTC	9361	9432	8762	7711	6189



Copyright © Alecop S.Coop. 1999-2000

Aptdo. 81, Loramendi, 11  
20500 MONDRAGÓN  
(Gipuzkoa) ESPAÑA  
Tel: + (34) 943 712405  
Fax: + (34) 943 799212  
[www.alecop.es](http://www.alecop.es)  
[e-mail:alecop@alecop.es](mailto:alecop@alecop.es)

**ALECOP**  
***Enseignement Technique***

205 Grande Rue B.P.21  
01121 Montluel Cedex  
FRANCE  
Tel. +(33) 472257122  
Fax. +(33) 472257366  
[email: alecop@alecop.fr](mailto:alecop@alecop.fr)

**ALECOP**  
***Formação Técnica e Profissional, Lda.***

Av. 9 de Julho, 105-2.º Frente  
2665-519 Venda do Pinheiro  
PORTUGAL  
Tel. +(351) 219862448  
Fax. +(351) 219862307  
[email: alecop@mail.telepac.pt](mailto:alecop@mail.telepac.pt)