

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

Trabajo Practico N°5: TIRISTORES

Dispositivos Electronicos I

3R2

Documentador y operador: Gaston Grasso 401892
Coordinador: Angelo Prieto 401012

Fecha de entrega: 4-11-2025

Índice

1	Introducción	5
2	SCR	7
2.1	Condición de disparo y corriente de mantenimiento	7
2.1.1	Actividad de laboratorio	7
2.1.2	Actividad de simulación	9
2.2	Obtención de curva característica	11
2.2.1	Actividad de laboratorio	12
2.3	Funcionamiento con corriente alterna	14
2.3.1	Actividad de simulación	14
3	DIAC	17
3.1	Actividad de laboratorio	17
4	TRIAC	19
4.1	Polarización y funcionamiento	19
4.2	Aplicación: control de disparo (Dimmer)	21
4.2.1	Actividad de laboratorio	21
4.2.2	Análisis de las gráficas relevadas	22
4.2.3	Medición indirecta de la corriente de mantenimiento I_H	23
4.2.4	Dependencia de I_H con I_G , V_G y V_{CC}	24
4.2.5	Conclusiones	24
5	Interpretación de las especificaciones del fabricante	25
5.1	DIAC (DB3)	25
5.2	SCR (C106)	25
5.3	TRIAC (BT136)	26
6	Conclusión	29
6.0.1	QR de datasheets (referencia rápida)	30

Introducción

En este trabajo práctico se analizan distintos dispositivos pertenecientes a la familia de los tiristores: SCR, DIAC y TRIAC. El objetivo principal es estudiar sus características eléctricas, obtener sus curvas características y comprender su funcionamiento en distintas condiciones de operación, incluyendo el disparo, la conducción y el apagado.

Las actividades combinan mediciones experimentales en laboratorio con simulaciones, lo que permite observar con precisión el comportamiento dinámico de cada dispositivo y, al mismo tiempo, contrastarlo con situaciones reales. A través de estas prácticas, se exploran también algunas aplicaciones típicas de los tiristores, especialmente en el control de potencia y la conmutación de señales.

SCR

Condición de disparo y corriente de mantenimiento

Actividad de laboratorio

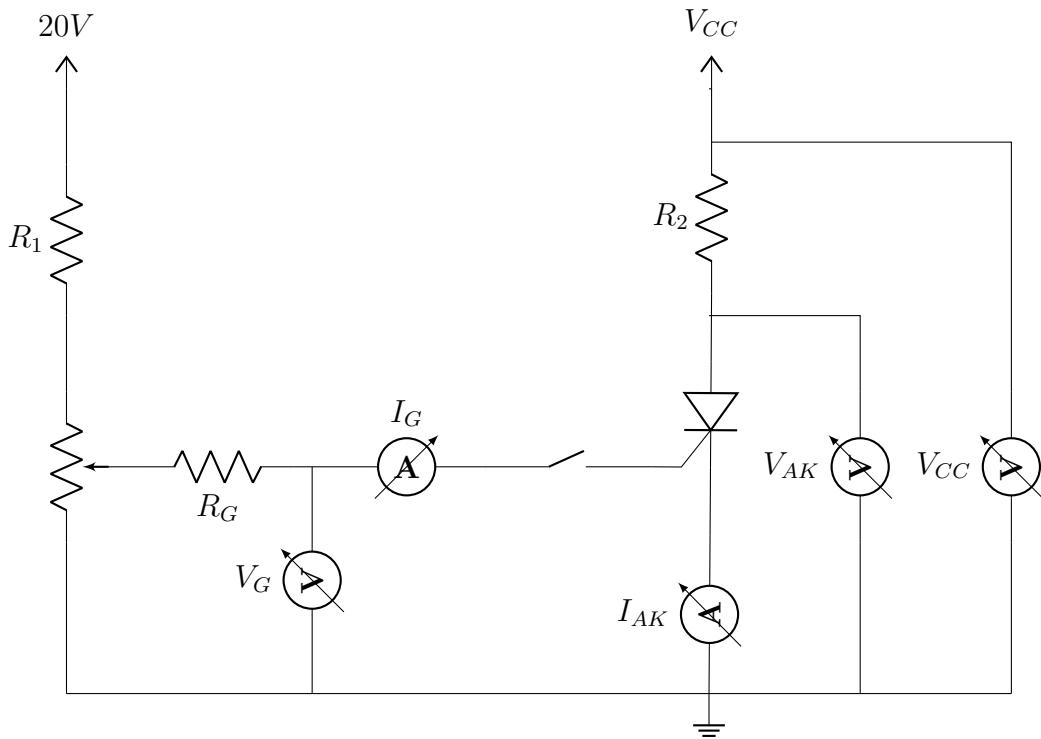


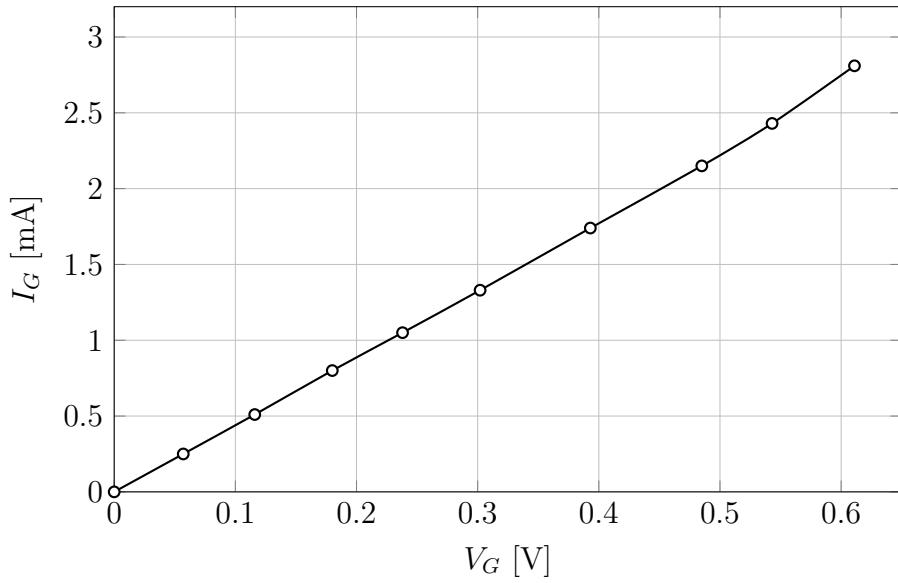
Figura 2.1: circuito implementado en el laboratorio.

Para la realización de la experiencia se siguieron de manera estricta todos los pasos establecidos en las consignas del trabajo. En primer lugar, se armó el circuito según el esquema provisto y se ajustó la tensión V_{CC} a 0 V. A continuación, se cerró el circuito en el punto donde se preveía la inclusión del interruptor y se procedió a variar el potenciómetro para relevar los valores de V_G correspondientes a la tabla 2.1

V_G [V]	0	0.057	0.116	0.18	0.238	0.302	0.393	0.485	0.543	0.611
I_G [mA]	0	0.25	0.51	0.8	1.05	1.33	1.74	2.15	2.43	2.81

Cuadro 2.1: valores de $I_G = f(V_G)$ obtenidos en laboratorio.

Luego, se estableció $V_G = 0$ V con el circuito cerrado y se configuró $V_{CC} = 100$ V. A partir de allí, se incrementó lentamente la tensión de compuerta hasta observar un cambio significativo en la corriente I_{AK} , indicando el disparo del SCR.

Figura 2.2: Curva característica I_G en función de V_G .

Manteniendo el potenciómetro en la posición correspondiente al disparo, se abrió el circuito y se analizó el comportamiento de la corriente I_{AK} . Con el circuito abierto, se disminuyó la tensión V_{CC} en pasos de 10 V, y en pasos de 1 V cercano al punto de apagado del SCR, registrando la corriente I_{AK} en cada caso, que se cuentan en la tabla 2.2. Posteriormente, se volvió a aumentar gradualmente V_{CC} hasta alcanzar nuevamente los 100 V, observando la evolución de I_{AK} en este proceso.

V_{CC} [V]	96.6	86.6	76	63.8	53	45.5	43.5	41.4	39.1	37.95	36.92
V_{AK} [V]	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.71	0.716	0.723	0.742	0.757	36.92
I_{AK} [mA]	21	20	15	13	9	8	8	8	8	8	0

Cuadro 2.2: valores obtenidos en laboratorio.

Con la tensión restituida a 100 V, se cerró nuevamente el circuito verificando que los valores de V_G e I_G coincidieran con los obtenidos previamente. Se analizó el comportamiento de I_{AK} al cerrar el circuito y, luego, se abrió nuevamente para observar la variación correspondiente en la corriente.

Finalmente, se desconectaron las alimentaciones sin modificar la posición del potenciómetro y se invirtieron las conexiones del ánodo y cátodo del SCR. Se reconectaron las fuentes, se cerró el circuito y se estudió el comportamiento de I_{AK} bajo esta nueva configuración.

La alternativa planteada para disparar el SCR implica la aplicación de una corriente I_G en la compuerta del dispositivo. Esto dispara el dispositivo ya que la aplicación de esta corriente reduce la tensión de ruptura, tensión a la cual se dispara el dispositivo. Otra forma de disparar el SCR sin corriente en la compuerta, es alcanzando la tensión de ruptura para $I_G = 0$, tensión que es muy alta (mayor a 600V para el dispositivo que utilizamos).

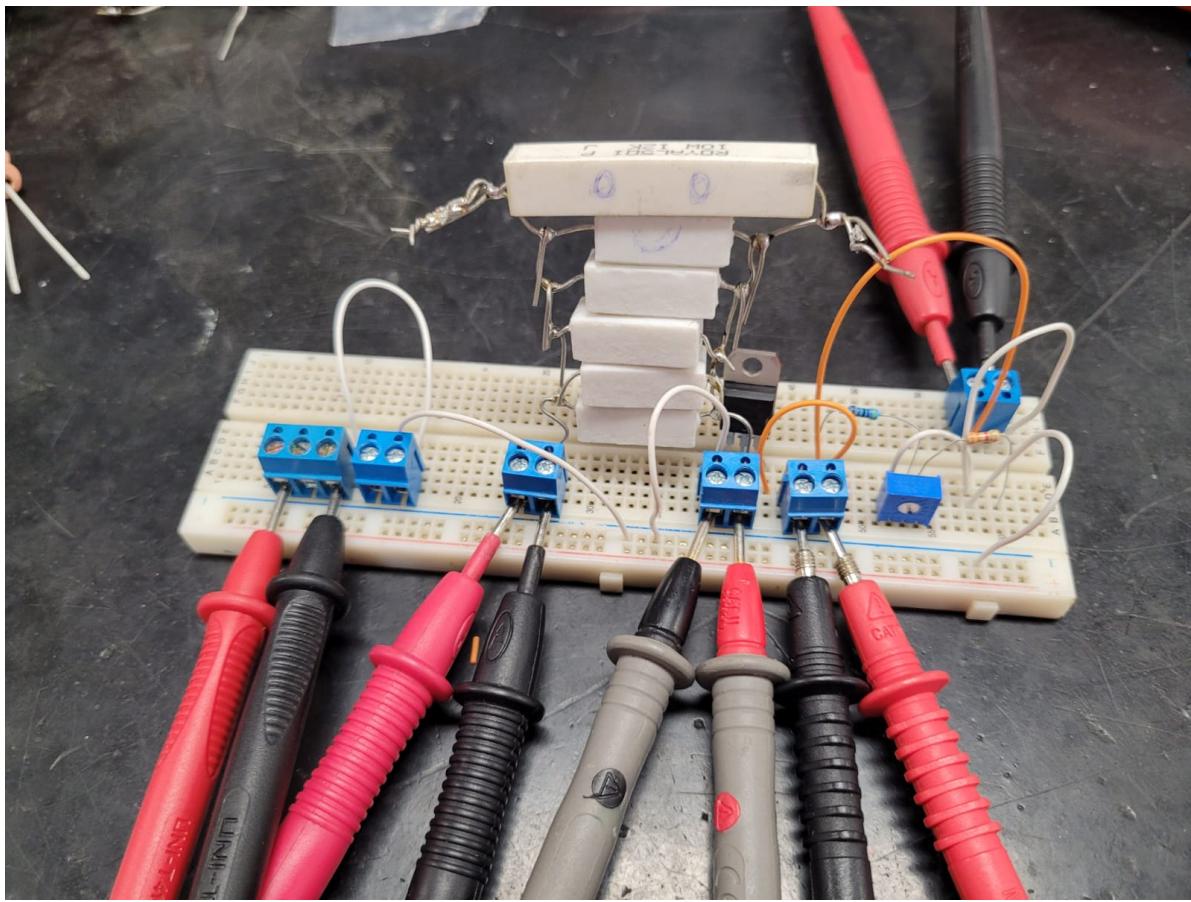


Figura 2.3: Circuito para experimentacion armado utilizando un paralelo de 6 resistencias de potencia.

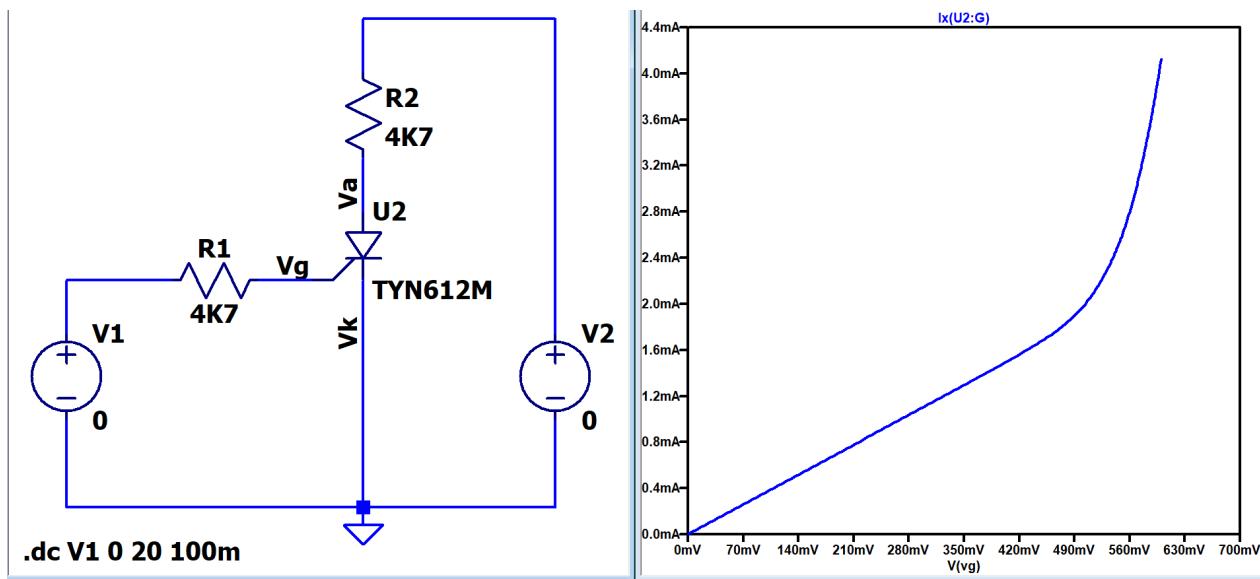
Actividad de simulación

1) Montaje

Se armó el circuito indicado con $R1 = R2 = 4,7 \text{ k}\Omega$. Nodos: V_g (compuerta), V_a (ánodo), V_k (cátodo = 0 V).

2-4) $V_2 = 0$ y barrido de V_1 — Curva $I_G = f(V_G)$

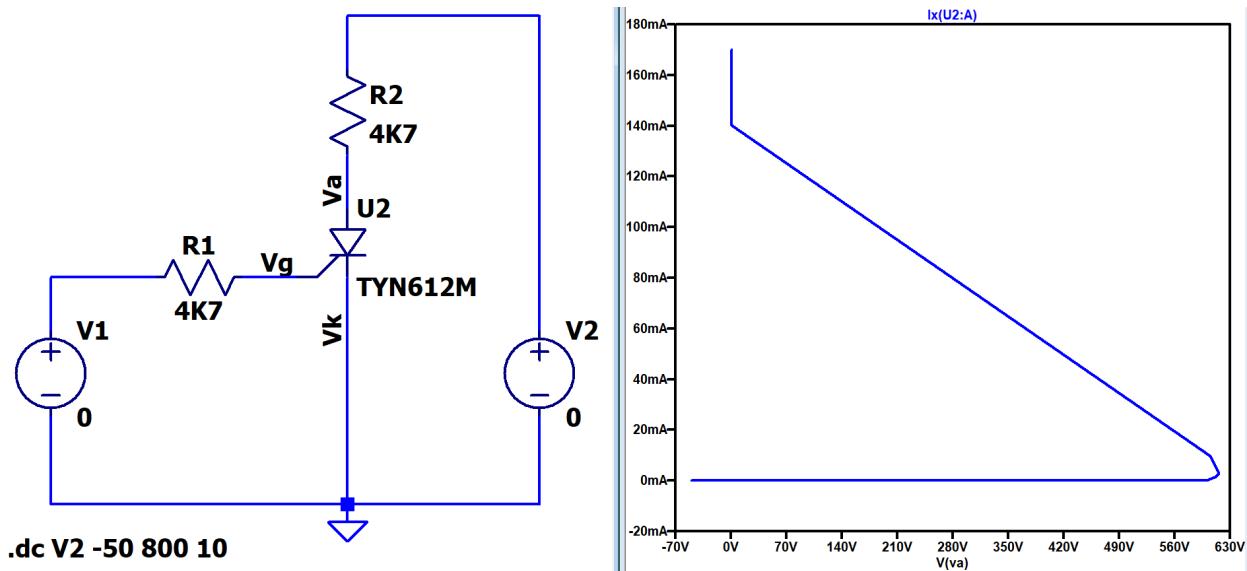
Directiva: .dc V1 0 0.7 0.01 (0 → 0.7 V, paso 10 mV). Se graficó $I_G = I(U2 : G)$ vs. $V_G = V(V_g) - V(V_k)$.

Figura 2.4: $I_G - V_G$ con $V_2 = 0$ V.

Lectura: curva con umbral alrededor de 0,55–0,65 V y crecimiento exponencial; coincide con la $I-V$ de una unión $p-n$ directa (igual forma que un diodo o $I_B - V_{BE}$ de un BJT). Para $V_G = 0,70$ V se observa $I_G \approx 4$ mA.

5–6) Disparo por sobretensión con compuerta abierta ($I_G = 0$)

Se abre compuerta (sin excitación en V_1) y se barre V_2 : `.dc V2 0 800 10`. Se grafica $I_A = I(U_2 : A)$ en función de $V_{AK} = V(V_a) - V(V_k)$.

Figura 2.5: $I_A = f(V_{AK})$ con $I_G = 0$ (breakover).

Lectura: corriente de fuga baja hasta alcanzar el *breakover*; en el modelo usado ocurre

cerca de $V_{BO} \approx 6 \times 10^2$ V. Luego aparece la región de resistencia diferencial negativa y el enclavamiento: el SCR queda en conducción hasta que $I_A < I_H$.

7) Disparo por compuerta a $V_2 = 100$ V

Se fija $V_2 = 100$ V y se barre V_1 : .dc V1 0 20 0.01. Se monitorea el salto de I_A para detectar el disparo controlado por compuerta.

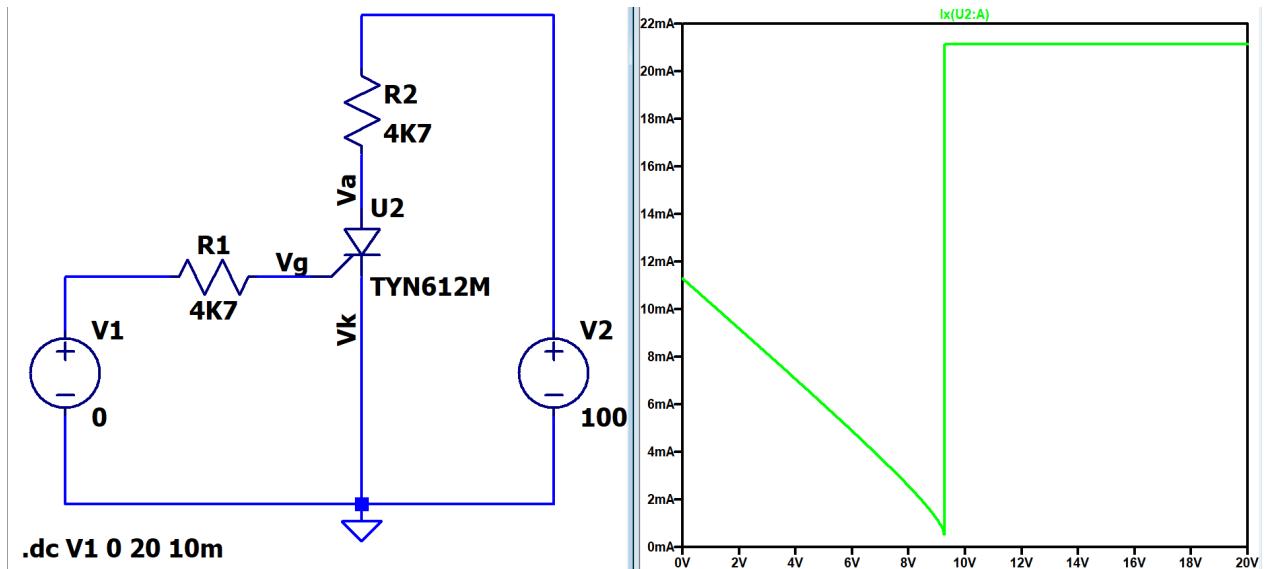


Figura 2.6: $V_2 = 100$ V. Barrido de V_1 y cambio brusco de I_A (disparo).

Lectura y estimación: el disparo ocurre a $V_{1,trig} \approx 9,8\text{--}10$ V. Aproximando $V_{GK(ON)} \approx 0,6$ V:

$$I_{G,trig} \approx \frac{V_{1,trig} - 0,6}{4,7 \text{ k}\Omega} \approx 2 \text{ mA.}$$

Tras el disparo, I_A queda fijada por V_2 y R_2 (enclavamiento).

- $I_G - V_G$: misma forma que un diodo; umbral $\sim 0,6$ V.
- Con $I_G = 0$: disparo por *breakover* a $V_{BO} \sim 600$ V y enclavamiento.
- Con $V_2 = 100$ V: disparo por compuerta con $I_{G,trig}$ del orden de mA.

Obtención de curva característica

Con la experiencia de la actividad anterior, se buscará controlar el disparo del SCR mediante diferentes corrientes I_G . Además, se identificará si efectivamente la conmutación de inactivo a activo se da a diferentes valores de V_{AK} .

Actividad de laboratorio

Para la realización de la actividad se siguieron los pasos detallados en la guía de trabajo. En primer lugar, se armó el circuito de la Fig. 2.1.

A continuación, se completaron los valores de la tabla 2.3 fijando el valor de I_G y variando la tensión V_{CC} hasta observar el disparo del SCR. Para cada caso se relevaron los valores de V_{CC} , I_{AK} y V_{AK} correspondientes al punto de disparo.

I_G [mA]	V_{CC} [V]	I_{AK} [mA]	V_{AK} [V]
2.92	600	127.51	0.7
2.96	465	98.79	0.7
2.98	398	84.53	0.7
3.00	345	73.25	0.7
3.02	295	62.62	0.7

Cuadro 2.3: relevamiento de disparo del SCR para diferentes valores de I_G .

Posteriormente, se procedió a completar los valores de la 2.4, nuevamente fijando el valor de I_G y variando V_{CC} . En cada caso se registraron los valores de I_{AK} y V_{AK} . Se tuvo en cuenta ajustar los valores de corrientes y tensiones según las características del dispositivo utilizado. Esto se hace con el objetivo de obtener la curva característica del dispositivo, la cual se grafica en la figura 2.7.

$I_G = 2.92mA$		$I_G = 2.96mA$		$I_G = 2.98mA$		$I_G = 3.00mA$		$I_G = 3.02mA$	
V_{AK} [V]	I_{AK} [mA]								
0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
50	0.000	50	0.000	50	0.000	50	0.000	50	0.000
100	0.000	98	0.000	100	0.000	100	0.000	98.3	0.000
200	0.000	148	0.000	147.5	0.000	148.2	0.000	148	0.000
300	0.000	197.5	0.000	198	0.000	200	0.000	200	0.000
350	0.000	247.5	0.000	250	0.000	247	0.000	247.5	0.638
400	0.000	296.1	0.000	296.3	0.000	297	0.000	297.5	0.53
450	0.000	343.5	0.000	346	0.000	320.8	0.89	0.7	62.62
500	0.000	392.4	0.000	0.7	84.53	0.7	73.25	-	-
550	0.000	443.6	0.000	-	-	-	-	-	-
600	0.000	0.7	98.79	-	-	-	-	-	-
0.7	127.51	-	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 2.4: Tabla de $I_{AK} = f(V_{AK})$ para distintos valores de I_G .

Con estos resultados se puede demostrar lo afirmado en el ejercicio anterior, que la tensión de ruptura o disparo del SCR disminuye con la aplicación de una corriente en la compuerta

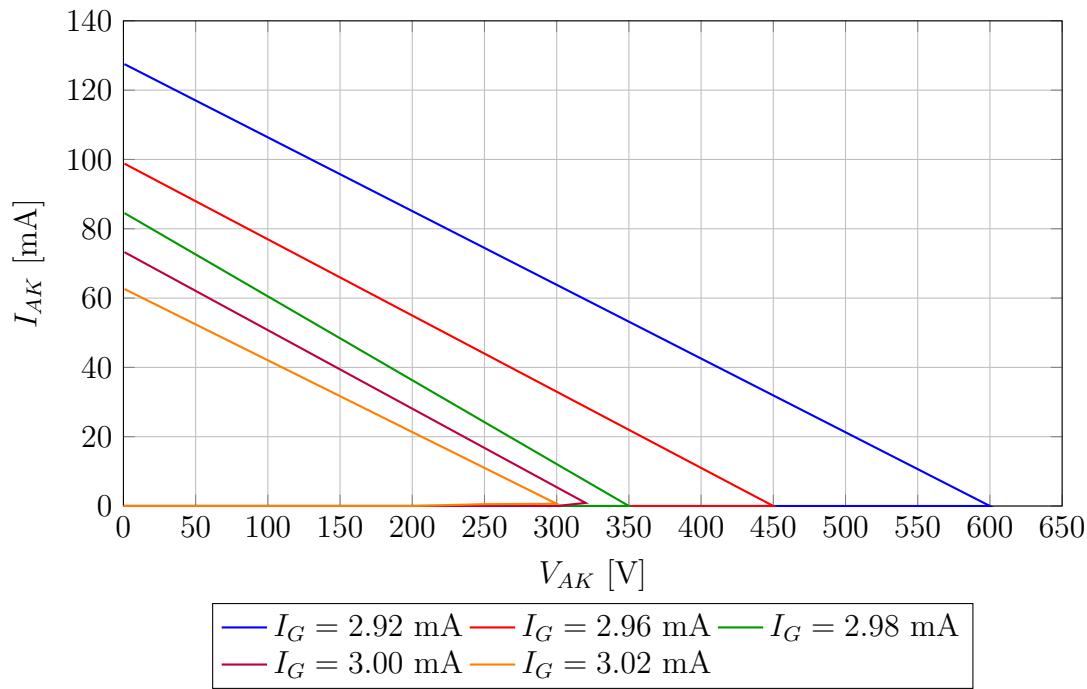


Figura 2.7: Curvas características $I_{AK}(V_{AK})$ del SCR para distintos I_G .

del dispositivo. Además, la curva característica obtenida se asemeja a lo estudiado en la teoría.

Funcionamiento con corriente alterna

En esta actividad se estudian dos aspectos fundamentales del funcionamiento del SCR: el control de disparo y el proceso de apagado. Estas características resultan esenciales en aplicaciones donde es necesario regular la transferencia de potencia hacia una carga a partir de una fuente de corriente alterna.

La experiencia se desarrolla íntegramente en un entorno de simulación, lo cual ofrece ventajas significativas respecto de una práctica de laboratorio convencional. La simulación permite visualizar con mayor detalle las formas de onda involucradas y facilita la realización de múltiples ensayos modificando parámetros como la tensión de alimentación o el valor de componentes específicos. Gracias a ello, es posible analizar con mayor precisión el comportamiento del dispositivo y comprender de manera más completa su dinámica de conducción y bloqueo.

Actividad de simulación

2) Señales observadas V_{in} , V_{R3} e I_G

En la simulación se cruzaron en una misma gráfica: tensión de entrada V_{in} , caída en la carga V_{R3} y corriente de compuerta I_G . El barrido por .STEP genera familias de curvas para distintas posiciones del potenciómetro.

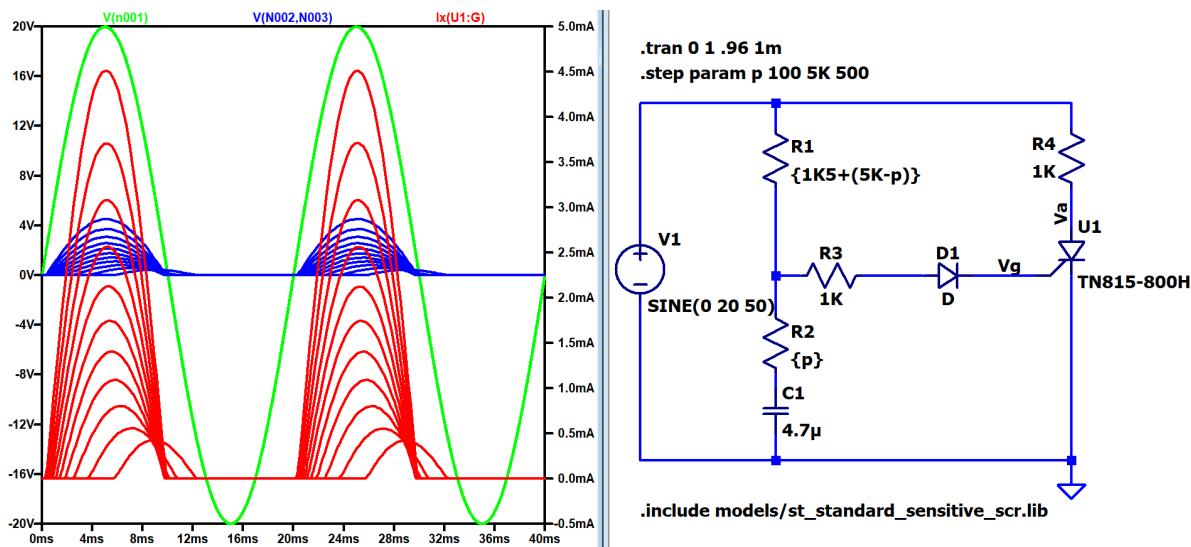


Figura 2.8: Resultados: V_{in} (verde), V_{R3} (azul) e I_G (rojo) para varios p .

3) Variación del parámetro p (.STEP)

Al aumentar p crece la constante de tiempo R_2C_1 y el pulso de I_G se retrasa, incrementando el ángulo de disparo α y reduciendo el valor eficaz en la carga. Para p pequeño, I_G aparece temprano (menor α) y la potencia transferida es mayor.

4a) Explicación de funcionamiento y rol del capacitor

El lazo $R_1-R_2-C_1$ genera un desfase y conforma un pulso en la compuerta a cada semiciclo positivo de V_{in} (a través de R_3 y D_1). Cuando V_{GK} supera el umbral y $I_G \geq I_{G,trig}$, el SCR conmuta y V_{R3} replica el semiciclo restante de V_{in} hasta el cruce por cero. El capacitor C_1 es clave: fija la constante de tiempo con R_2 para mover α , y además proporciona un pulso de compuerta bien definido (limitando corriente continua por la unión $G-K$ y mejorando la inmunidad a ruidos).

4b) Corrientes en disparo y apagado

En el disparo. De la familia de curvas rojas (I_G) se mide el pico en el instante en que V_{R3} sube abruptamente. En la simulación, según p ,

$$I_{G,trig} \approx 0,5 \text{ mA a } 4,5 \text{ mA},$$

coherente con un SCR sensible (mA).

En el apagado. Con carga resistiva pura, el apagado ocurre por cruce por cero de la corriente; por lo tanto la corriente de ánodo–cátodo en el instante de apagado verifica

$$I_{AK}(t_{off}) \approx 0 \text{ A } (< I_H),$$

lo cual coincide con lo esperado teóricamente: el enclavamiento se pierde cuando $I_{AK} < I_H$ y, con R puro, eso sucede exactamente en el cruce por cero.

4c) Ángulo mínimo y máximo controlable (α)

Se midió el retardo desde el cruce por cero de V_{in} hasta el frente de subida de V_{R3} en cada semiciclo y se convirtió a grados mediante

$$\alpha [^\circ] = 180^\circ \frac{t_d}{T/2}, \quad T = 20 \text{ ms (50 Hz)}.$$

De la simulación:

$$\alpha_{\min} \approx 25^\circ \quad (p \simeq 0,1 \text{ k}\Omega), \quad \alpha_{\max} \approx 155^\circ \quad (p \simeq 4,9 \text{ k}\Omega).$$

Los límites no llegan exactamente a $0^\circ/180^\circ$ por el umbral V_{GK} , la corriente de disparo requerida y el recorte del circuito de compuerta.

Notas de implementación

Para reproducibilidad, medir α con cursores sobre V_{in} y V_{R3} , y calcular I_G con $I(U1:G)$. En LTspice, activar *Add Trace* y graficar por paso (*Plot Settings → Add Trace → Function: last/first*) para leer α_{\min} y α_{\max} por cada p .

DIAC

Objetivo: determinar la polarización y funcionamiento del DIAC.

Actividad de laboratorio

Para la realización de la actividad se siguieron los pasos establecidos. En primer lugar, se armó el circuito de la figura 3.1 seleccionando un valor de resistencia de $4.7K\Omega$, suficiente de acuerdo con la información provista en el datasheet del DIAC.

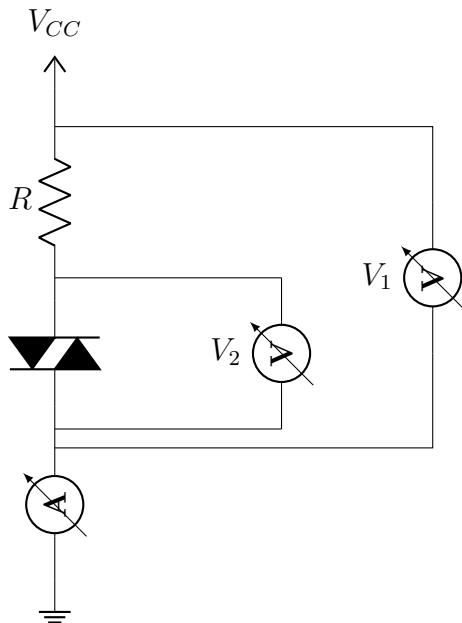


Figura 3.1: circuito implementado en el laboratorio.

A continuación, se varió la tensión alimentación V_{CC} desde 0 V hasta 50 V siguiendo los valores indicados en la tabla correspondiente. Para cada caso se midieron la corriente circulante y la caída de tensión en el DIAC.

Luego, se invirtieron los terminales del DIAC y se repitieron las variaciones y mediciones detalladas en los pasos anteriores.

En la tabla 3.1 se puede observar los valores obtenidos, que son los mismos para las dos polarizadas del DIAC. En la figura 3.2 se grafican dichos valores.

V_{CC} [V]	0	10	20	30	32	34	40	45	50
V_{AK} [V]	0	10	20	30	23.8	23.4	22.6	22.2	21.9
I_{AK} [mA]	0	0	0	0	1.74	2.24	3.72	4.9	5.92

Cuadro 3.1: relevamiento de disparo del SCR para diferentes valores de I_G .

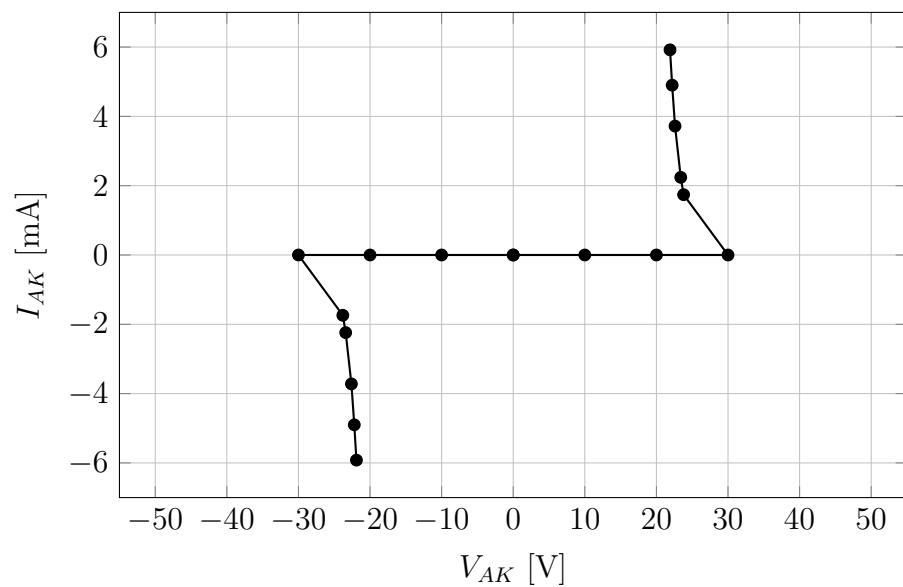


Figura 3.2: curva $I_{AK} = f(V_{AK})$ del DIAC.

TRIAC

Polarización y funcionamiento

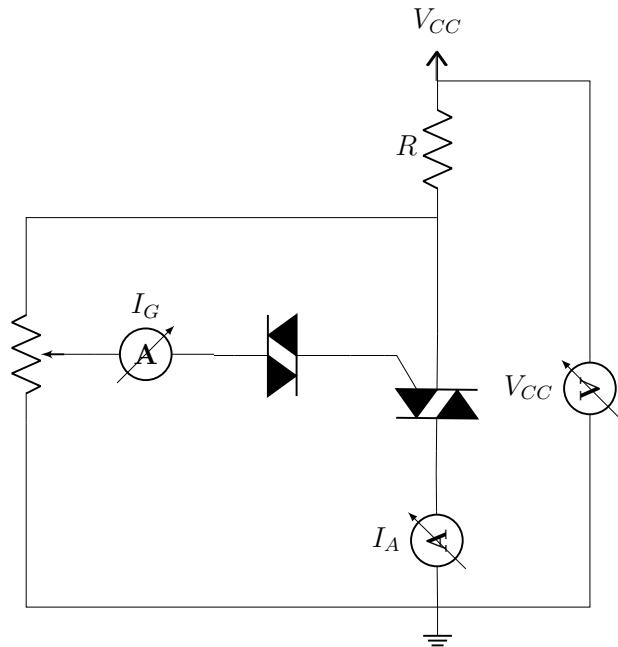


Figura 4.1: circuito implementado en el laboratorio.

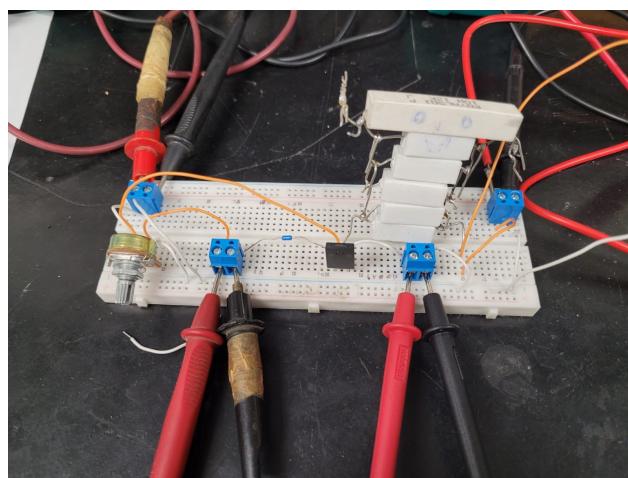


Figura 4.2: Circuito implementado en una protoboard.

V_1 [V]	$V_{CC} = 80$ V		$V_{CC} = 130$ V		$V_{CC} = 180$ V	
	I_G [μ A]	I_A [mA]	I_G [μ A]	I_A [mA]	I_G [μ A]	I_A [mA]
0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0
31.6			4.53	4.57		
32	3.4	3.4			0	37.1
33.0	3.8	3.9				
33.1	4.15	4.15				
33.2	4.6	4.8				
33.3	4.7	6.2				
23.4			4.53	4.57		
23.3	3.8	3.9				
23.1	4.15	4.15				
23.2	4.6	4.8				
23.7	4.3	6.0				
0.3			0	26.7		
50					0	0
0	0	16.3				

Cuadro 4.1: Relevamiento de puntos para el trazado de $I_A = f(I_G)$ con tres valores de V_{CC} .

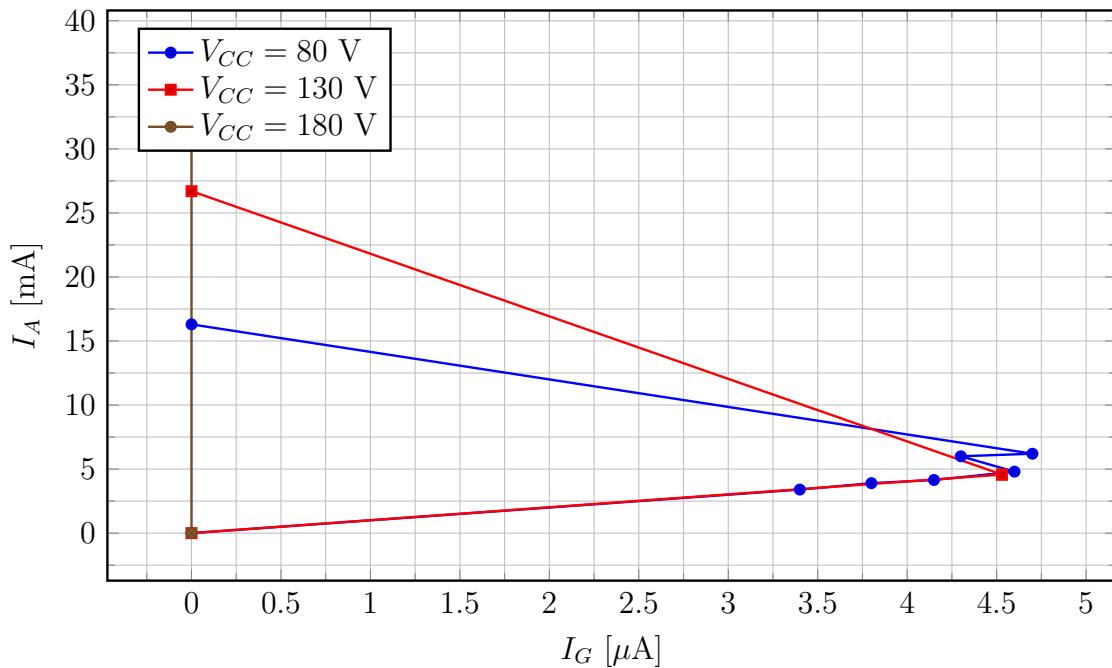


Figura 4.3: Curvas características $I_A = f(I_G)$ para $V_{CC} \in \{80, 130, 180\}$ V.

Conclusiones. Las curvas $I_A = f(I_G)$ muestran un umbral de disparo $I_{G,\text{th}}$: por debajo de ese valor la conducción es nula; superado, I_A crece con alta pendiente (modo de disparo/latch). Con mayor V_{CC} , el dispositivo sostiene corrientes de ánodo más grandes para valores similares de I_G , y el mantenimiento de conducción (holding) aparece a corrientes mayores. Los puntos ($I_G=0$, $I_A>0$) registrados en $V_{CC} = 80$ y 180 V evidencian el estado mantenido tras el disparo. La región cercana al umbral presenta mayor dispersión, esperable por tolerancias y efectos térmicos. En síntesis, los datos son consistentes con el mecanismo de disparo y su dependencia con la tensión de alimentación.

Aplicación: control de disparo (Dimmer)

Actividad de laboratorio

1. Se conectó el transformador de aislamiento a la red eléctrica y luego el osciloscopio a la salida del transformador. Esto permitió aislar galvánicamente el instrumento del circuito dimmer, evitando cruces de potencial con la línea.
2. Se llevó el potenciómetro al valor óhmico máximo.
3. Se observó la forma de onda en el osciloscopio y se graficó la tensión sobre la carga resistiva (lámpara incandescente de 20 W).
4. Se variaron las posiciones del potenciómetro registrando tres oscilogramas representativos: resistencia máxima, intermedia y mínima.

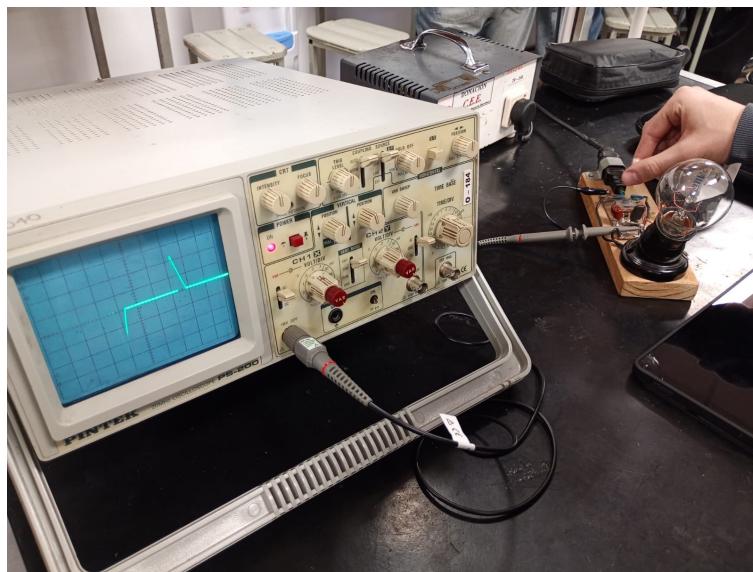
5. Finalmente, se estimó la corriente de mantenimiento I_H del TRIAC mediante un método indirecto, a partir de la tensión de red y la resistencia equivalente de la lámpara.

Análisis de las gráficas relevadas

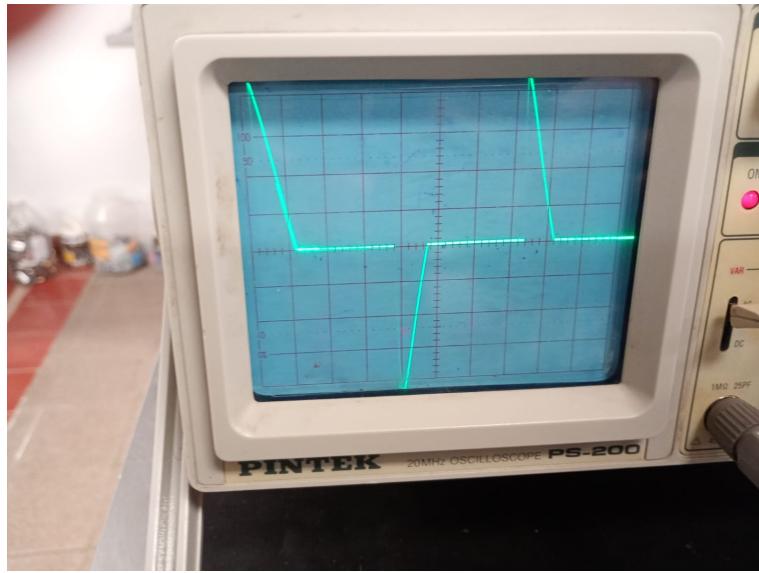
En el dimmer con DIAC-TRIAC, el ángulo de disparo α está determinado por la constante de tiempo RC del circuito de compuerta. Al aumentar el valor del potenciómetro, crece $\tau = RC$ y la tensión del capacitor tarda más en alcanzar el *breakover* del DIAC (≈ 30 V), por lo que α aumenta y la potencia en la carga disminuye.

De las tres capturas obtenidas:

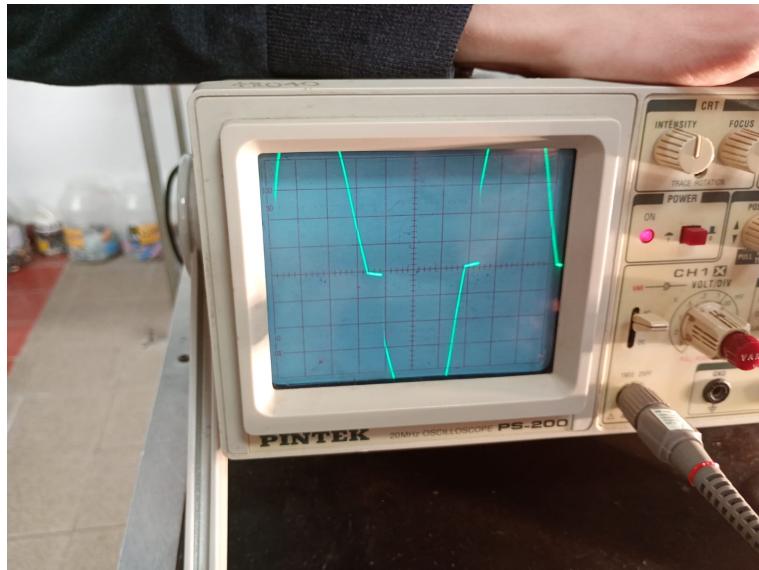
- **Potenciómetro al máximo (mayor R):** La conducción inicia tarde en cada semiciclo (α grande), y se observa un recorte pronunciado al comienzo de cada semiciclo. La potencia disipada en la carga es baja.



- **Posición intermedia:** α medio. El intervalo de conducción crece y la tensión eficaz en la carga aumenta. Se mantiene la simetría entre semiciclos, lo que indica un disparo parejo por el DIAC.



- **Potenciómetro al mínimo (menor R):** α pequeño. El TRIAC conduce casi todo el semiciclo y la tensión eficaz sobre la carga se aproxima a la de la red. La lámpara ilumina con máxima intensidad.



En los tres casos se observa que el TRIAC se apaga en las proximidades del cruce por cero, lo que corresponde al instante donde la corriente de carga cae por debajo de la corriente de mantenimiento I_H .

Medición indirecta de la corriente de mantenimiento I_H

Para estimar I_H , se consideró que la lámpara de 20 W a 220 V presenta una resistencia media:

$$R_L = \frac{V_{\text{RMS}}^2}{P} = \frac{220^2}{20} \approx 2420 \Omega.$$

La tensión de pico de la red es $V_m = 311$ V, por lo tanto:

$$I_{\max} = \frac{V_m}{R_L} \approx 0.128 \text{ A.}$$

A partir de las oscilografías, el apagado se produce muy próximo al cruce por cero, correspondiente a $\beta \approx 175^\circ$. Sustituyendo en:

$$I_H = \frac{V_m}{R_L} \sin(\beta),$$

se obtiene:

$$I_H = 0.128 \sin(175^\circ) \approx 0.011 \text{ A.}$$

Por lo tanto, la corriente de mantenimiento estimada es aproximadamente:

$$I_H \approx 11 \text{ mA},$$

valor coherente con los TRIACs de uso general (TIC-226, BT136, etc.), que presentan I_H típico entre 5 mA y 25 mA según hoja de datos.

Dependencia de I_H con I_G , V_G y V_{CC}

El valor de I_H es una característica interna del TRIAC y no depende directamente del disparo, sino de las corrientes de carga. Los parámetros I_G y V_G sólo determinan el instante de encendido (ángulo α), mientras que V_{CC} fija la amplitud de la corriente máxima. A mayor V_{CC} (mayor tensión de red), la corriente de carga crece y el apagado se produce más cerca del cruce por cero, reduciendo ligeramente el ángulo β .

Conclusiones

- El dimmer permite controlar la potencia en la carga variando el ángulo de disparo α mediante la constante de tiempo RC .
- El DIAC garantiza disparos simétricos en ambos semiciclos, evitando deformaciones asimétricas en la forma de onda.
- La corriente de mantenimiento I_H fue determinada indirectamente como $I_H \approx 11$ mA, en buen acuerdo con valores típicos de dispositivos comerciales.
- Se verificó que el apagado del TRIAC ocurre próximo al cruce por cero, cumpliendo el comportamiento teórico esperado.
- Las oscilografías confirman el recorte controlado del semiciclo y la variación suave del valor eficaz al girar el potenciómetro.

Interpretación de las especificaciones del fabricante

DIAC (DB3)

Dispositivo bidireccional de disparo por tensión (*breakover*). Conduce cuando la tensión entre sus terminales supera V_{BO} (en cualquiera de las dos polaridades) y luego cae a un valor menor por el *breakback* dinámico.

Parámetro	Símbolo	Valor (DB3)	Significado
Tensión de disparo	V_{BO}	32 V típ; 28–36 V	Tensión a la que el DIAC entra en conducción.
Simetría de V_{BO}	$ V_{BO1} - V_{BO2} $	$\leq 3 \text{ V}$	Diferencia de V_{BO} entre semicírculos.
Corriente de disparo	I_{BO}	$\leq 50 \text{ mA}$	Corriente al momento del disparo.
Breakback dinámico	ΔV	$\leq 5 \text{ V}$	Caída de tensión inmediata luego del disparo.
Corriente pico en pulso	I_C	2.0 A (10 ms, 120 pps)	Límite de corriente de pico permitida.

SCR (C106)

Tiristor unidireccional. Se dispara con corriente de compuerta I_{GT} o por sobrepasso de dV/dt , y se mantiene conduciendo mientras $I_T \geq I_H$.

Parámetro	Símbolo	Valor	Significado
Tensión de bloqueo rep.	V_{DRM}, V_{RRM}	200/400/600 V	Máx. tensión repetitiva en estado de corte (F/R).
Corr. on-state (RMS)	$I_{T(RMS)}$	4.0 A	Corriente eficaz admisible a 80°C.
Corr. on-state (prom.)	$I_{T(AV)}$	2.55 A	Corriente promedio para 180° (a 80°C).
Corriente de sobrecarga	I_{TSM}	20 A	Pico no repetitivo (1/2 ciclo, 60 Hz, $T_J=110^\circ\text{C}$).
Corr. de fuga	I_{DRM}, I_{RRM}	10/100 μA	Fuga a V_{DRM}/V_{RRM} , 25/110°C.
Corr. disparo de compuerta	I_{GT}	15–35 μA típ; ≤ 200 –500 μA	Corriente mínima en compuerta para disparo.
Tensión de compuerta	V_{GT}	0.4–0.8 V típ; ≤ 1.0 V	Tensión en compuerta al disparo.
Tensión on-state	V_T (V_{TM})	≤ 2.2 V (@ 4 A)	Caída directa en conducción.
Corriente de enganche	I_L	0.20–0.35 mA típ	Corriente mínima para quedar enganchado tras disparo.
Corriente de mantenimiento	I_H	0.07–0.33 mA típ; ≤ 2 –6 mA	Corriente mínima para sostener conducción.
Resistencia térmica j–c	$R_{\theta JC}$	3.0 °C/W	De unión a cápsula.
Resistencia térmica j–a	$R_{\theta JA}$	75 °C/W	De unión a ambiente.
Tiempo de encendido	t_{gt}	<i>No especificado</i>	Tiempo controlado por compuerta hasta conducción.
Tiempo de apagado	t_q	<i>No especificado</i>	Intervalo tras la conmutación para recuperar bloqueo.

TRIAC (BT136)

Tiristor bidireccional (dos SCR anti-serie con compuerta común). Se dispara en cuatro cuadrantes; parámetros dependen de la variante (-500/-600/-800) y del cuadrante de disparo.

Parámetro	Símbolo	Valor	Significado
Tensión de bloqueo rep.	V_{DRM}, V_{RRM}	500/600/800 V	Tensión repetitiva en corte.
Corr. on-state (RMS)	$I_{T(RMS)}$	4.0 A	A $T_{mb} \leq 107^\circ\text{C}$, onda senoidal.
Corriente de sobrecarga	I_{TSM}	25 A (20 ms); 27 A (16.7 ms)	Pico no repetitivo.
Corriente de compuerta	I_{GT}	5–100 mA según cuadrante/serie	Mínima corriente de disparo.
Tensión de compuerta	V_{GT}	0.7–1.5 V	Tensión en compuerta al disparo.
Corriente de mantenimiento	I_H	5–30 mA	Corriente mínima para sostener conducción.
Tensión on-state	V_T	1.4 V típ; 1.7 V máx (@ 5 A)	Caída en conducción.
Tiempo de encendido	t_{gt}	$\leq 2 \mu\text{s}$	Tiempo controlado por compuerta hasta conducción.
Tiempo de apagado	t_q	<i>No especificado</i>	En TRIAC se usan dV/dt y dI/dt de conmutación.
Resistencia térmica j–mb	$R_{\theta j-mb}$	3.0 K/W (ciclo completo)	Unión a base de montaje.
Resistencia térmica j–a	$R_{\theta j-a}$	60 K/W (aire libre)	Unión a ambiente.
Temp. de almacenamiento	T_{STG}	–40 a +150°C	Rango de almacenamiento.
Temp. de juntura	T_J	– a + 125°C (operación)	Límite de operación de la juntura.

Notas de uso/medición

- V_{DRM}/V_{RRM} se ensayan con fuente senoidal 50–60 Hz. En TRIAC, capacidades de conmutación se caracterizan mediante dV_{com}/dt y dI_{com}/dt (no siempre hay t_q explícito).
- En TRIAC el I_{GT} varía por cuadrante (T2±/G±); elegir variante (serie F/G) según la sensibilidad requerida de compuerta.
- I_L y I_H delimitan el disparo/retención: diseñar la red de disparo para garantizar $I_T > I_L$ durante el flanco y $I_T > I_H$ en régimen.

Conclusión

En el trabajo se caracterizaron los mecanismos de disparo y retención de tiristores (SCR/TRIAC) y el uso del DIAC como elemento de arranque, contrastando mediciones, simulaciones y aplicación práctica (dimmer). Los resultados son coherentes entre sí y con la teoría.

Hallazgos principales

- La curva $I_G - V_G$ de compuerta mostró umbral en 0,55–0,65 V y crecimiento exponencial; para $V_G \approx 0,70$ V se midió $I_G \sim 4$ mA, consistente con una unión $p-n$.
- En el SCR, las barridas evidenciaron disparo con $I_{G,\text{th}}$ bien definido y enclavamiento: luego del disparo, la conducción se mantiene mientras $I_A > I_H$. La pérdida de conducción coincide con el cruce por cero cuando $I_A < I_H$.
- El DIAC (DB3) presentó disparo por sobretensión cercano al valor típico de hoja de datos ($V_{BO} \approx 32$ V) y buena simetría entre semiciclos, lo que estabiliza el disparo del TRIAC en AC.
- En el TRIAC (BT137X) se verificó comportamiento análogo al SCR pero bidireccional, con disparo por cuadrantes según V_G y I_G ; las curvas $I_A = f(I_G)$ para $V_{CC} \in \{80, 130, 180\}$ V mostraron mayor pendiente y mayor corriente sostenida a medida que aumenta V_{CC} .
- En el dimmer $R-C$ -DIAC-TRIAC, el ángulo de disparo α se controló vía $\tau = RC$: al incrementar R , crece τ y el disparo se retrasa (menor valor eficaz en la carga). La tensión pico considerada fue la de red ($V_p = \sqrt{2} V_{\text{rms}}$).
- La I_H se estimó *indirectamente* observando el instante de extinción: si próximo al cruce por cero el TRIAC deja de conducir aun con compuerta abierta, entonces $I_{\text{carga}}(t_{\text{off}}) < I_H$. Esta condición se verificó sin ambigüedad en las formas de onda medidas.

Implicancias de diseño

- La red de disparo debe garantizar $I_T > I_L$ durante el frente y $I_T > I_H$ en régimen, considerando tolerancias y temperatura.
- Para cargas inductivas o redes ruidosas, es recomendable un *snubber* $R-C$ para limitar dv/dt y evitar disparos espurios.
- La elección del DIAC y el dimensionamiento de $R-C$ fijan el rango útil de α y la repetibilidad entre semiciclos.

En síntesis, las mediciones y simulaciones confirman el modelo: el disparo está regido por I_G (o V_{BO} con DIAC), la retención por I_H , y el control de potencia en AC se logra modulando α vía $\tau = RC$. El conjunto de resultados respalda los criterios de diseño propuestos y explica las limitaciones prácticas observadas.

QR de datasheets (referencia rápida)

DIAC DB3



TRIAC BT137X



SCR TYN612

Figura 6.1: Códigos QR a las hojas de datos utilizadas para este trabajo práctico.