

# ELECTRÓNICA DE POTENCIA

## **TP1:**

### **Tiempo de recuperación en inversa del diodo**

Profesor: Ing Javier Avramovich

Curso: 5R1

Alumnos: Astigarraga, Nicolas

Montes, Andres Alejandro

Segovia, Franco

Valdes, Carlos

Año: 2019

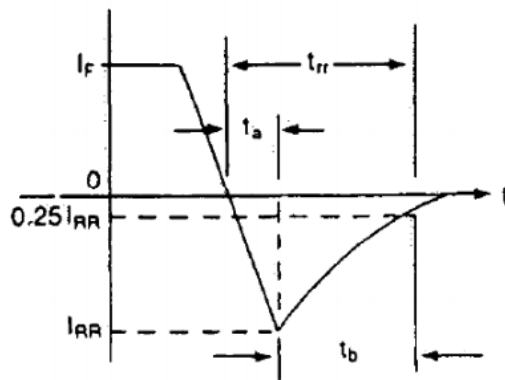
# Introducción

En este informe analizaremos los distintos tiempos de recuperación en inversa de tres diodos de potencia y mediremos la recombinación de cargas de cada uno en cada situación.

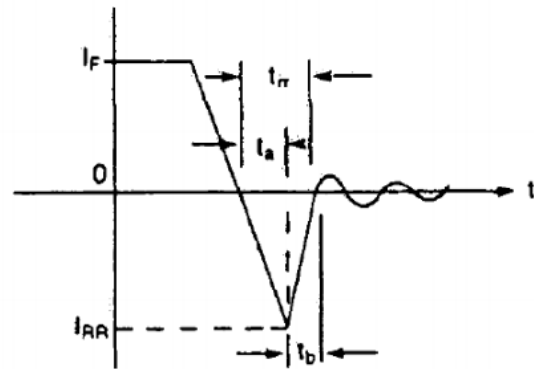
## Desarrollo

Marco teórico:

En los diodos, el paso de estado de conducción al de bloqueo no se realiza instantáneamente. Si un diodo se encuentra conduciendo una corriente  $I_F$ , la zona central de la junta P-N se encuentra saturada de portadores mayoritarios (cantidad de portadores directamente proporcional a la corriente). Si invertimos la tensión anulando la corriente, en el momento en que se haga cero habrá cierta cantidad de portadores que inviertan su dirección de movimiento permitiendo así que el diodo conduzca en inversa por unos momentos. Esto se debe a que los portadores minoritarios requieren de un cierto tiempo para recombinarse con cargas opuestas y neutralizarse, este tiempo es llamado *tiempo de recuperación inversa* del diodo  $t_{rr}$ .



(a) Recuperación suave



(b) Recuperación abrupta

El tiempo de recuperación se mide desde el cruce por cero de la corriente hasta el 10% de la corriente inversa máxima IRR. Analizando el gráfico podemos observar que el tiempo de recuperación está compuesto por  $t_a$  (tiempo de almacenamiento) y  $t_b$  (tiempo de caída).

El primer componente  $t_a$  se genera por el almacenamiento de carga en la zona de agotamiento de la unión y mide el tiempo entre el cruce por cero y la corriente inversa pico  $I_{rr}$ . Por otro lado,  $t_b$  se debe al almacenamiento de carga en el material del cuerpo del semiconductor (descarga de la capacidad de unión). Es importante destacar que este tiempo depende de la temperatura de la juntura, de la velocidad de abatimiento de la corriente directa y de la corriente directa antes de la conmutación.

La *carga de recuperación inversa*  $Q_{rr}$  es la carga eléctrica desplazada, es decir, la cantidad de portadores de carga que fluyen a través del diodo durante el tiempo de recuperación inversa. Representa el área delimitada por IRR y trr.

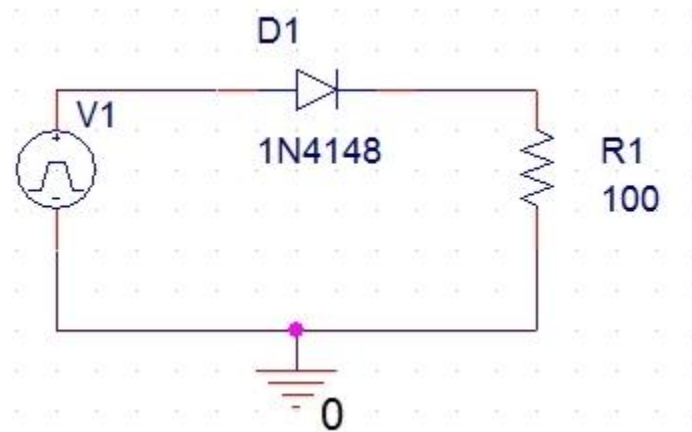
La carga de recuperación inversa y el tiempo de recuperación inverso se relacionan con la siguiente fórmula:

$$Q_{rr} = 1/2 \times t_{rr} \times i_{rr} \quad (1) \text{ En áreas triangulares}$$

$$Q_{rr} = t_{rr} \times i_{rr} \quad (2) \text{ En áreas rectangulares}$$

## Procedimiento:

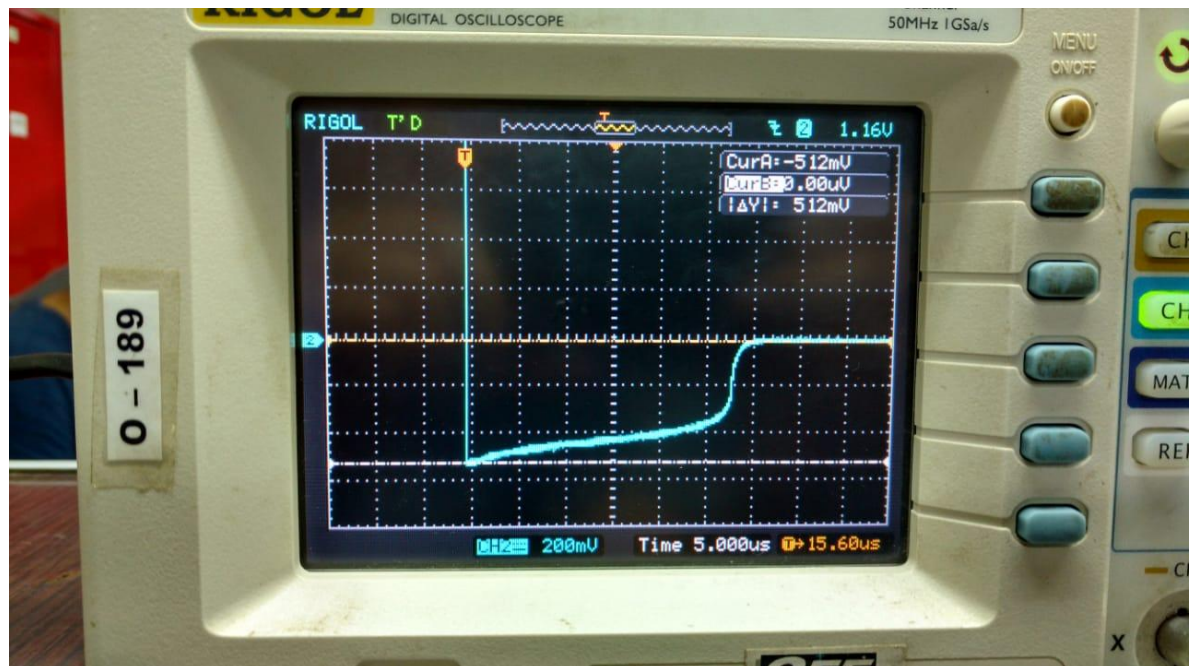
Se debe armar el siguiente circuito para medir el trr:



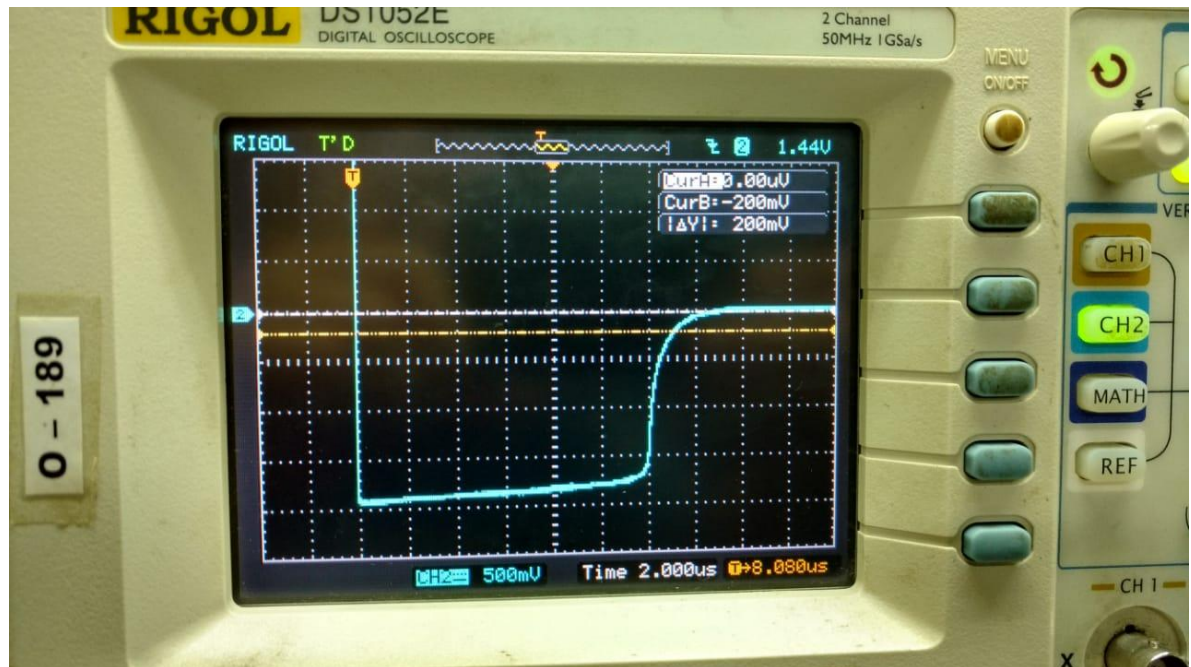
Los diodos a utilizar son **1N4508**, **MUR160**, **1N4148** con distintas alimentaciones cuadradas.

1N5408:

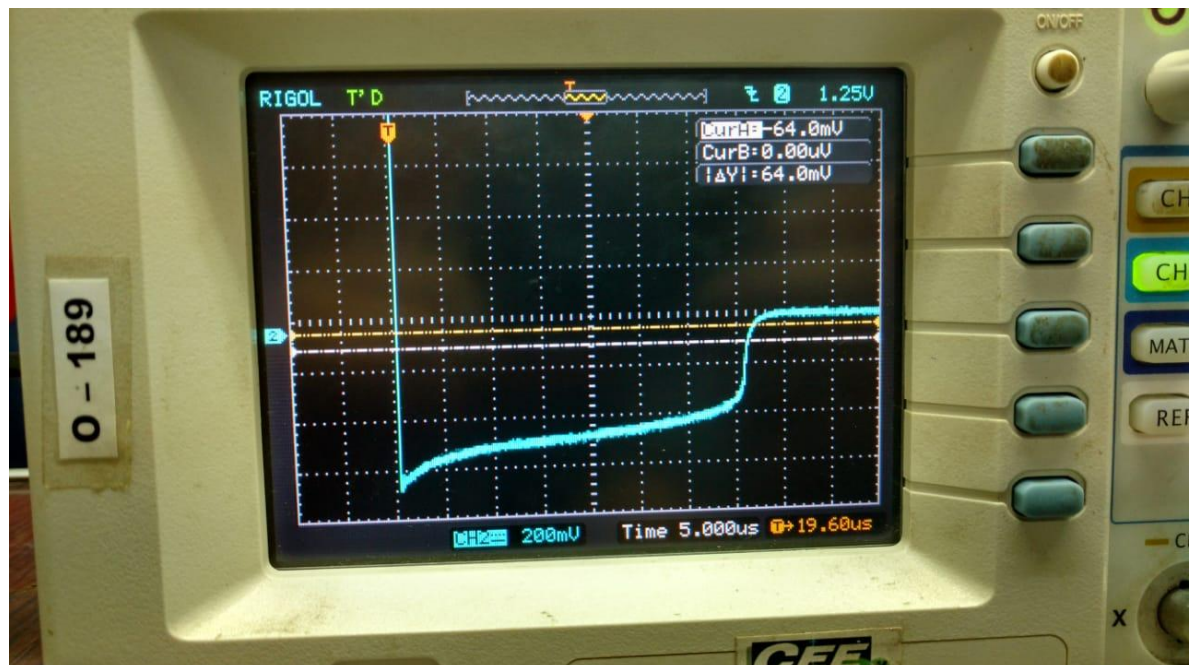
### Alimentación +5V/0V:



Alimentación +5V/-2V:

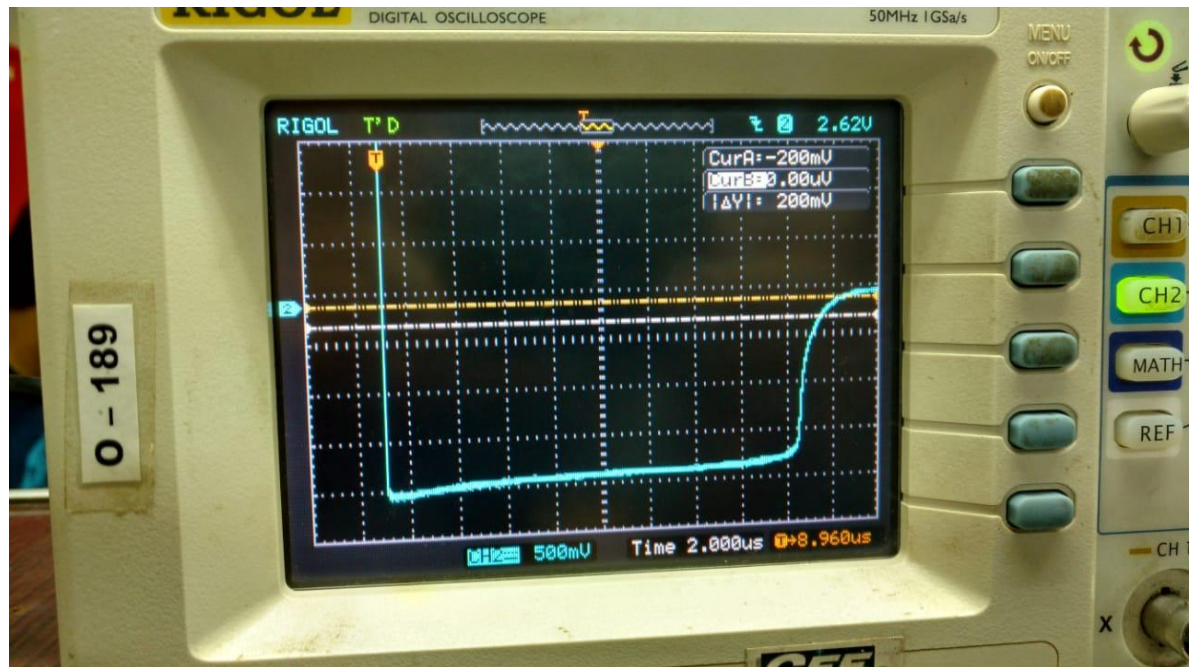


Alimentación +10V/0V:





### Alimentación +10V/-2V:

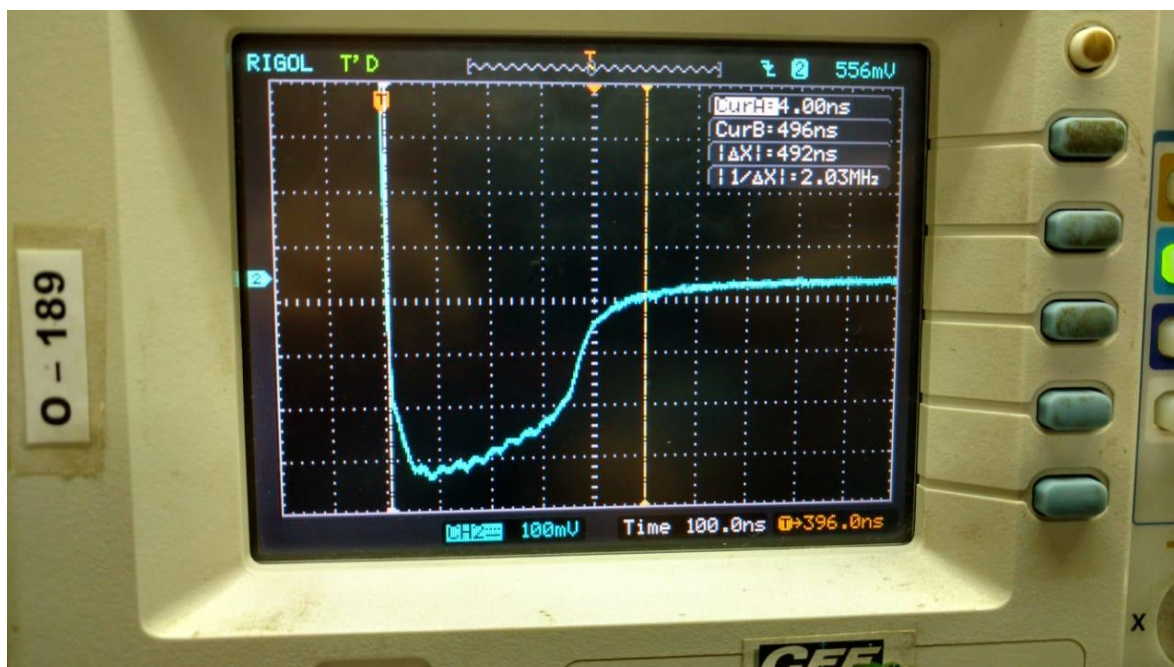


1N5408	$t_{rr}$ [ $\mu$ S]	IRR [mA]	QRR [nC]
+5V/0V	29,4	5,12	150,528
+5V/-2V	13,3	19	252,7
+10V/0V	35,6	6,08	216,448
+10V/-2V	18	19,2	345,6

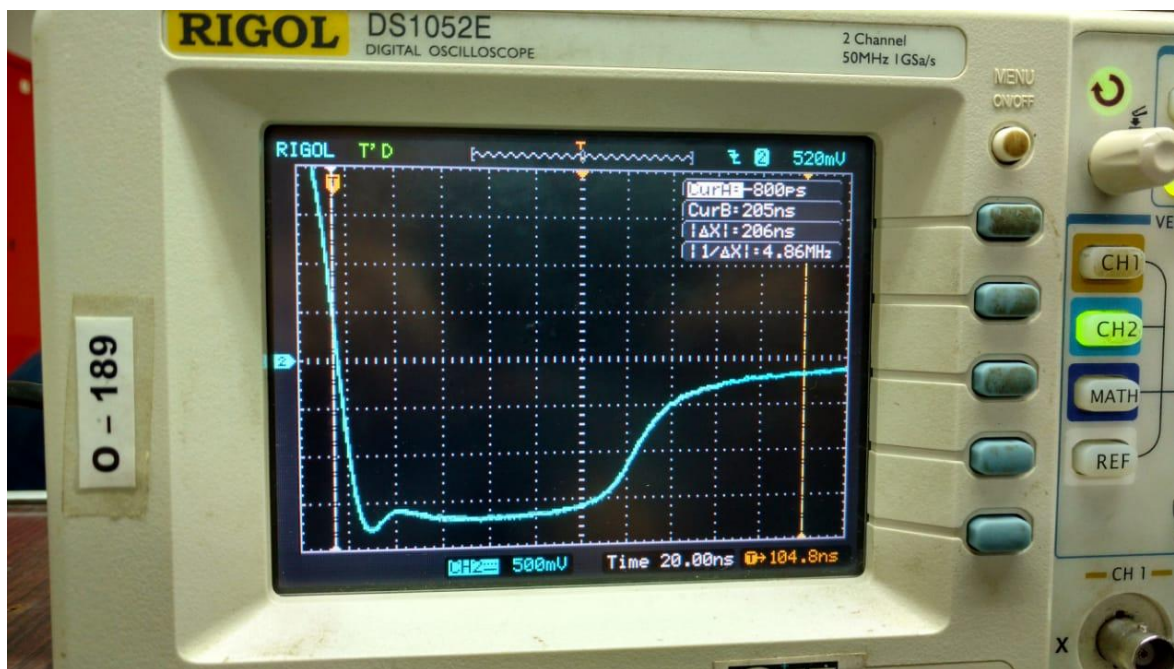
Para el cálculo de Qrr se utilizó la fórmula (2) ya que el área es rectangular.

MUR160:

Alimentación +5V/0V:

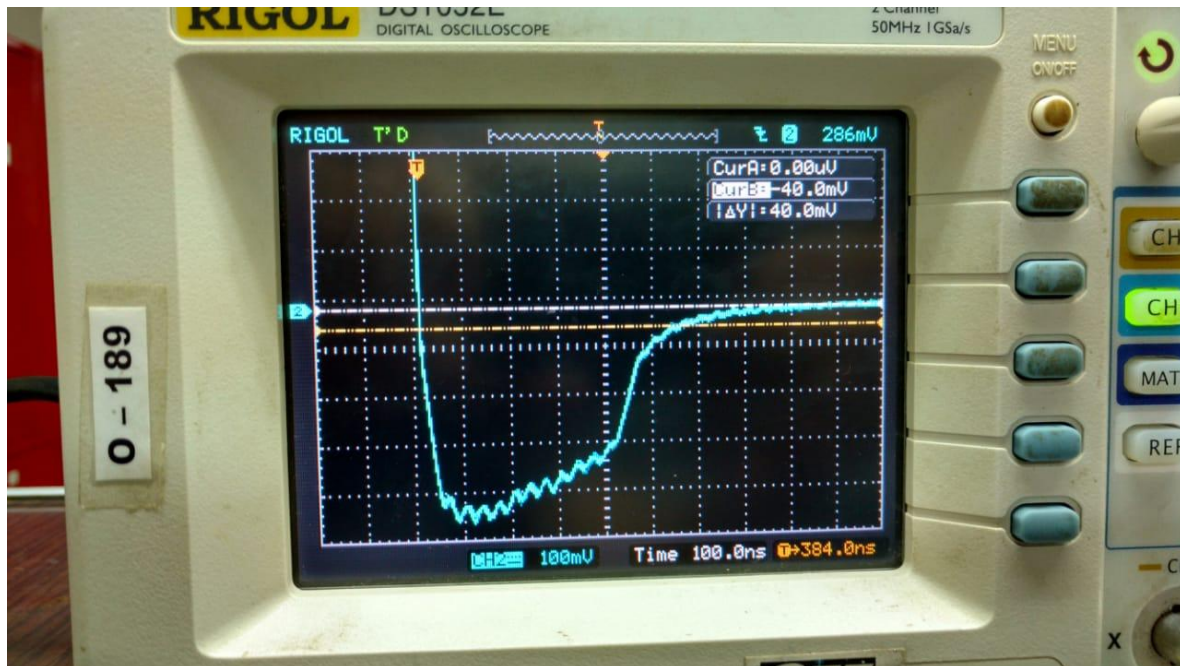


Alimentación +5V/-2V:

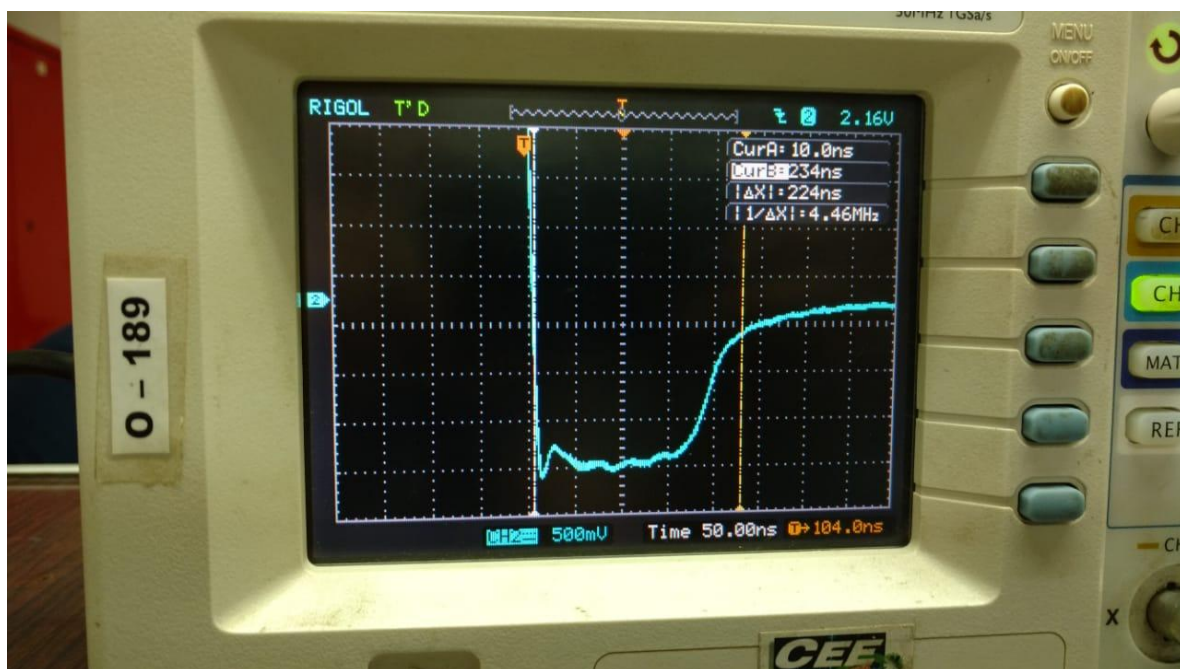




### Alimentación +10V/0V:



### Alimentación +10V/-2V:





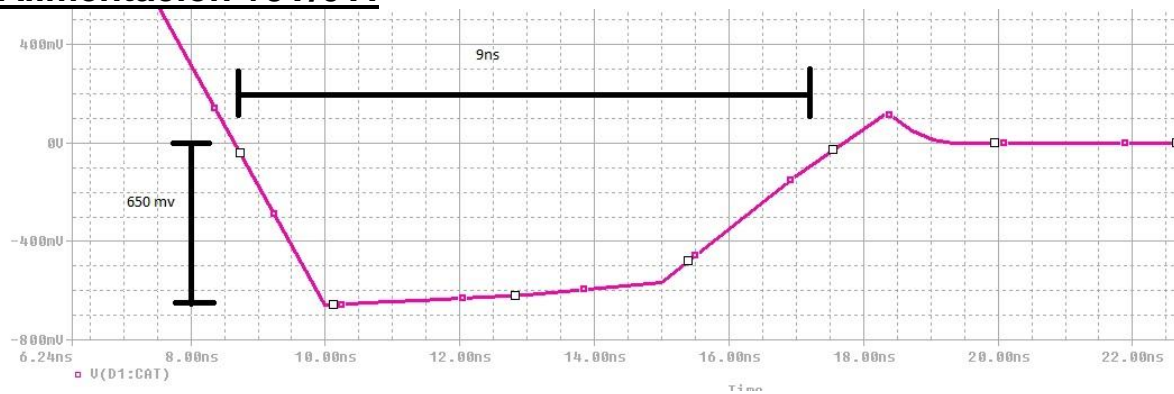
MUR160	trr [nS]	Irr [mA]	Qrr [nC]
+5V/0V	492	3,72	1,83
+5V/-2V	206	17,8	3,66
+10V/0V	552	4,28	2,36
+10V/-2V	224	18,2	4,07

Para el cálculo de Qrr se utilizó la fórmula (2) ya que el área es rectangular.

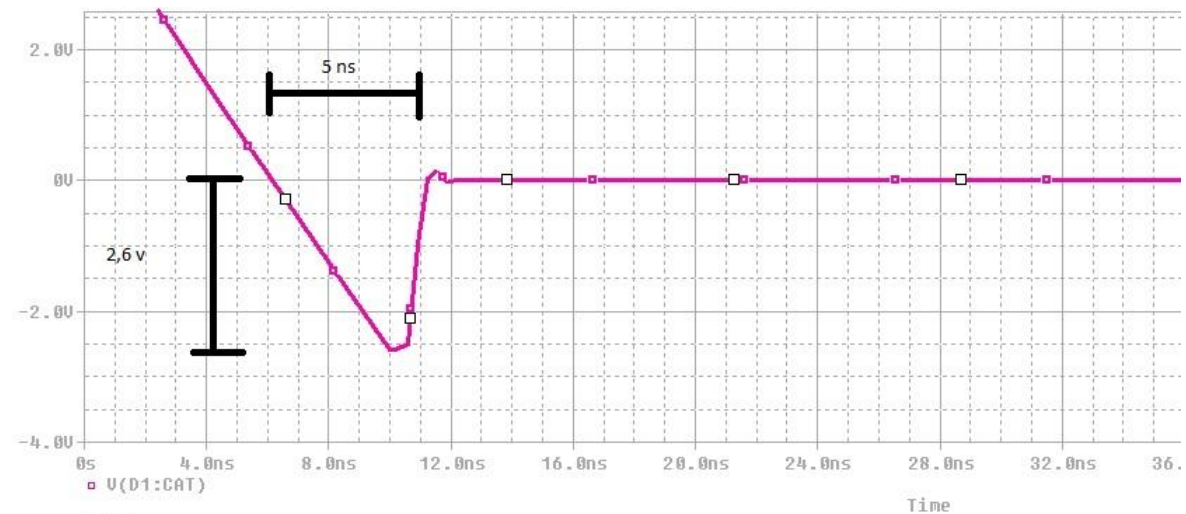
1N4148:

Para este diodo se debe simular el circuito, ya que el tiempo de recuperación es demasiado rápido e indetectable para el osciloscopio.

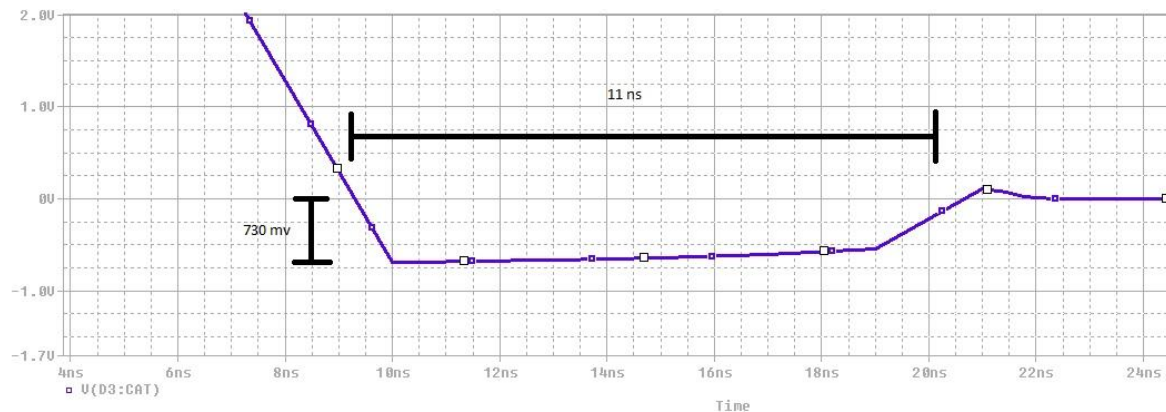
#### Alimentación +5V/0V:



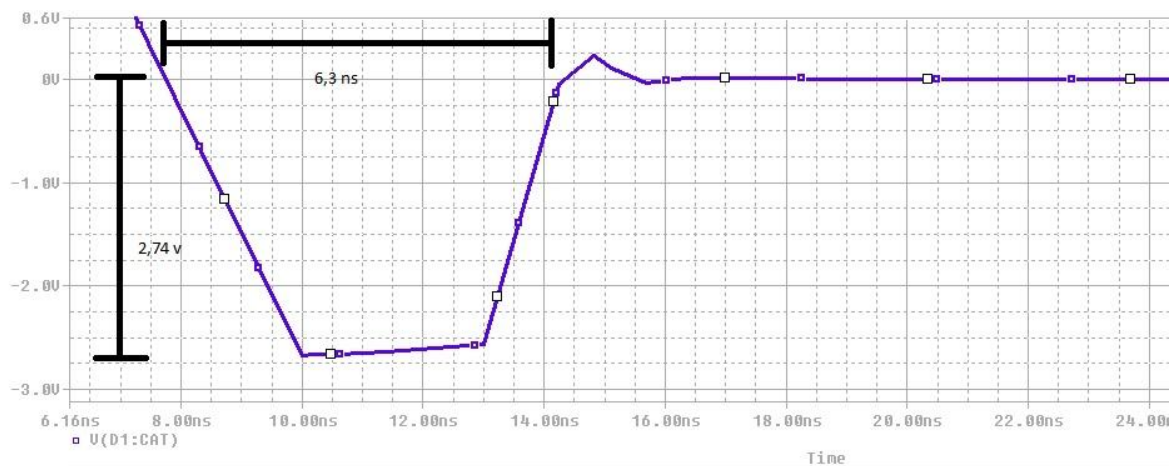
#### Alimentación +5V/-2V:



### Alimentación +10V/0V:



### Alimentación +10V/-2V:



<b>1N4148</b>	trr [nS]	Irr [mA]	Qrr [pC]
+5V/0V	9	6,5	58,5
+5V/-2V	5	26	65
+10V/0V	11	7,3	80,3
+10V/-2V	6,3	27,4	86,31

Para los casos de +5V/-2V y +10V/-2V se utilizó la ecuación (1) para el cálculo de QRR debido a que el área es triangular

## Conclusiones:

El diodo funciona como llave (cerrada polarizado en directa, abierta en inversa). Idealmente en inversa la corriente de fuga es muy pequeña, pero como analizamos en el desarrollo, los diodos conducen corriente luego de una conmutación de directa a inversa en un pequeño periodo de tiempo conocido como trr.

A mayor tensión aplicada al diodo, mayor será  $Q_{rr}$  almacenada y por ende el trr también aumenta.

Aplicar una tensión bipolar al diodo disminuye el tiempo de recuperación inverso pero aumenta la corriente pico inversa IRR debido a que acelera el proceso de reacomodamiento de cargas.

Al analizar el diodo 1N4148 en el laboratorio no pudimos medir el trr debido a que es tan rápido que se hace indetectable para el ancho de banda del osciloscopio. Por este motivo, hubo que simular el circuito con PSpice.

Para aplicaciones de conmutación se puede decir que entre los tres diodos, el más adecuado es el 1N4148 seguido por el MUR160 y por último el 1N5408, donde más bien el 1N5408 está fabricado para aplicaciones de rectificación.