

FCEfyN - UNC - ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

DOCENTE: Prof. Esp. Ing. Adrián Claudio Agüero

ALUMNO: Ferraris Domingo Jesus



Trabajo practico teorico 2:

Diodos de potencia.


1. Diodo elegido.

Se eligio para el analisis el **diodo rectificador de potencia 46DN06B02**.

- Fabricante: Infineon Technologies Bipolar.
- Aplicaciones: Soldaduras, rectificacion para circuitos galvanicos, rectificacion de alta corriente.

	Technische Information / technical information	
Netz-Gleichrichterdiod Rectifier Diode	46DN06B02	Infineon Technologies Bipolar GmbH & Co. KG

Key Parameters	
V_{RRM}	400 V - 600 V
I_{FAVM}	7640 A ($T_C=100^\circ\text{C}$)
I_{FSM}	55000 A
V_{TO}	0,78 V
r_T	0,034 m Ω
R_{thJC}	7,23 K/KW
Clamping Force	25 ... 45 kN
Max. Diameter	46 mm
Cathode Diameter	41 mm
Height	4 mm



Caracteristicas electricas.

Que tiene las siguientes caracteristicas importantes:

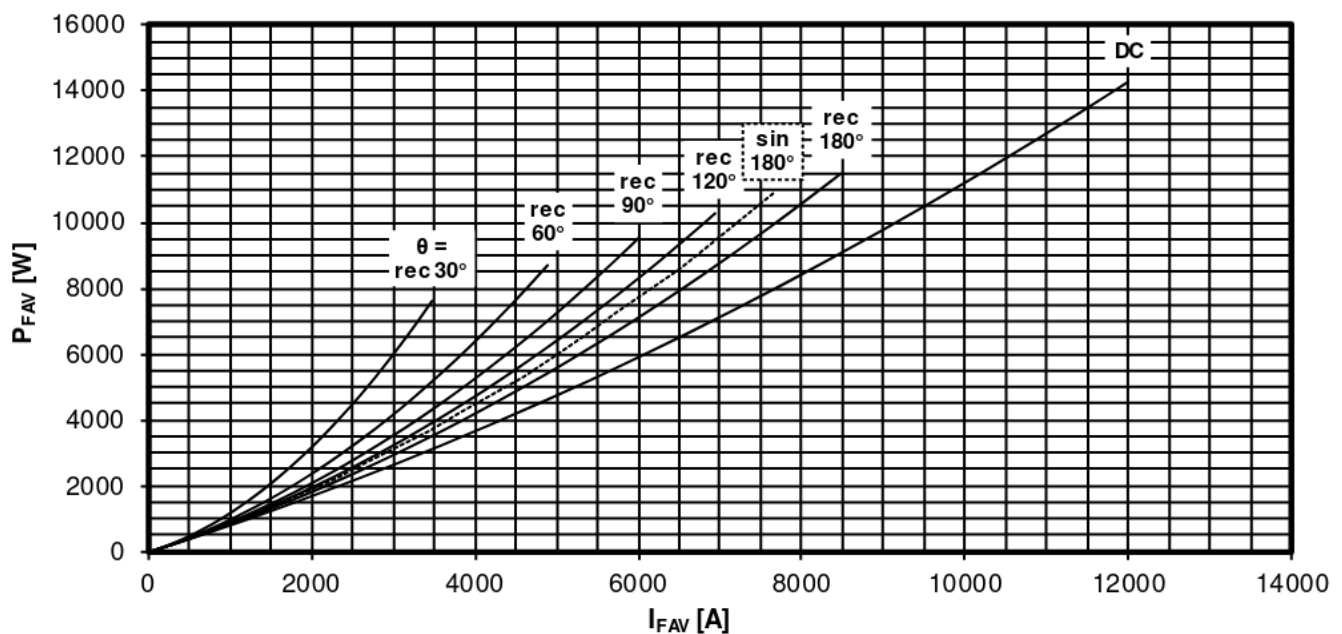
Elektrische Eigenschaften / Electrical properties			
Höchstzulässige Werte / maximum rated values			
Periodische Spitzensperrspannung repetitive peak reverse voltages	$T_{vj} = -40^\circ\text{C} \dots T_{vj\max}$	V_{RRM}	600 V
Durchlaßstrom-Grenzeffektivwert maximum RMS on-state current	$t_p \geq 5\text{ms}$	I_{FRSM}	12000 A
Dauergrenzstrom average on-state current	$T_C = 100^\circ\text{C}, \theta = 180^\circ\sin, t_p = 10\text{ms}$	I_{FAVM}	7740 A
Durchlaßstrom-Effektivwert RMS on-state current		I_{FRMS}	12200 A
Dauergrenzstrom average on-state current		I_{FAVM}	10450 A
Durchlaßstrom-Effektivwert RMS on-state current	$T_C = 55^\circ\text{C}, \theta = 180^\circ\sin, t_p = 10\text{ms}$	I_{FRMS}	16400 A
Stoßstrom-Grenzwert surge current	$T_{vj} = 25^\circ\text{C}, t_p = 10\text{ms}$ $T_{vj} = T_{vj\max}, t_p = 10\text{ms}$	I_{FSM}	55000 A 48000 A
Grenzlastintegral I^2t -value	$T_{vj} = 25^\circ\text{C}, t_p = 10\text{ms}$ $T_{vj} = T_{vj\max}, t_p = 10\text{ms}$	I^2t	15125 $10^3\text{A}^2\text{s}$ 11520 $10^3\text{A}^2\text{s}$

- **$IF(av)M$** : 10.45KA a una temperatura de operacion de 55°C **decayendo a 7.74KA operando a 100°C**.
- **$IFRMS$** : 16.4KA a una temperatura de operacion de 55°C **decayendo a 12.2KA operando a 100°C**.
- **$IFSM$** : 55KA a una temperatura de juntura de 25°C **decayendo a 48KA con temperatura de juntura maxima (180°C)**.
- Todas las corrientes probadas durante un tiempo de 10ms.
- **$VRRM = VRRW$** : 600V para temperatura de juntura de -40 a 180°C.
- **Energia I^2T** : 15.125K(A²)s a una temperatura de juntura de 25°C **decayendo a 11.52K(A²)s a temperatura de juntura maxima**.
- **Tension de umbral 0.7 a 0.78V** y caida de tension maxima: 0.98V, con temperatura de juntura maxima y corriente de prueba de 6KA.

Potencia disipada vs $IF(av)$

En esta grafica vemos la **potencia media maxima admisible segun la corriente media directa de trabajo**, colocando disipadores a ambos lados del diodo.

Las parametricas corresponden a corriente continua, semiciclo senoidal, y rectificando con angulos de conduccion de 30°, 60°, 90°, 120° y 180°.



Durchlassverlustleistung / On-state power loss $P_{FAV} = f(I_{FAV})$

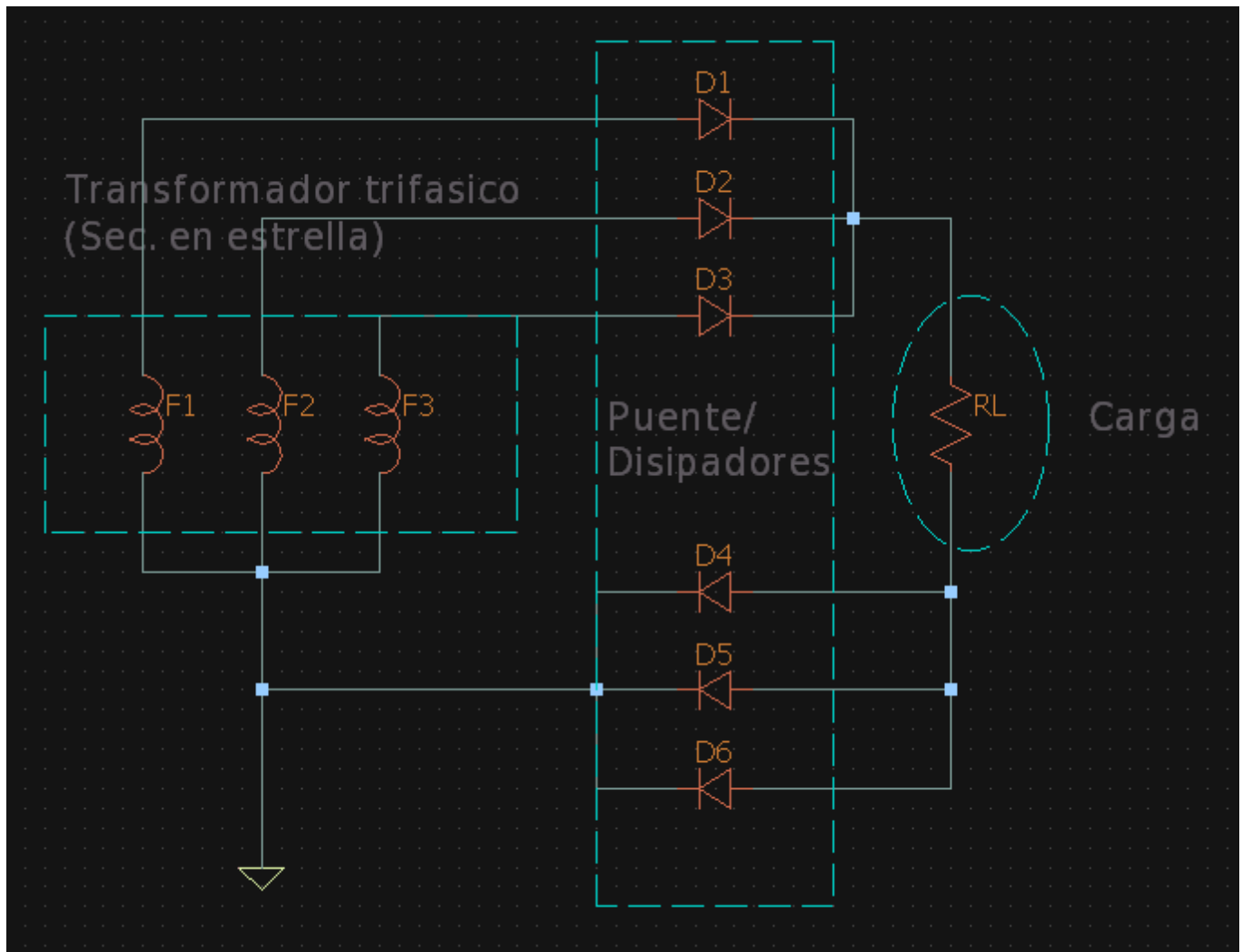
Beidseitige Kühlung / Two-sided cooling

En cada punto tenemos la **potencia maxima disipada para cada valor de corriente media directa**. Los extremos de las curvas corresponden a la maxima potencia admisible para la maxima corriente media ensayada.

Encapsulado e instalacion

Tiene un **encapsulado de tipo disco E35**, que se coloca con 2 disipadores formando un "sandwich".

Para un **rectificador trifasico de onda completa con carga resistiva** el esquema puede ser el siguiente:



Este tipo de diodos tiene el catodo y el anodo en cada una de sus caras planas, por lo tanto **lleva disipador de ambos lados**. Para su montaje se deben tener los disipadores del tamaño adecuado con una de sus caras plana y limpia, el diodo se coloca en el medio de ambos disipadores (tipo sandwich) usando grasa siliconada para mejorar la conduccion térmica.

Cada disipador pasa a ser un polo del diodo, por lo que es vital que esten **completamente aislados entre ellos**.

El conjunto se presiona entre si con tornillos aislados y cuidando de **no superar el torque maximo** dado por el fabricante.

2. Simulaciones/comparaciones

Se compararon los **diodos MR850 y 1N4148** en transitorios de corriente y tension para conduccion/corte. Ademas se compararon los **tiempos de recuperacion maximos** de cada uno.

Tipos de diodos

En los datasheets vemos que el MR850 es un **diodo rectificador de alta corriente y rapida recuperacion (Fast)**.

MR850 - MR858

PRV : 50 - 600 Volts
Io : 3.0 Amperes

FEATURES :

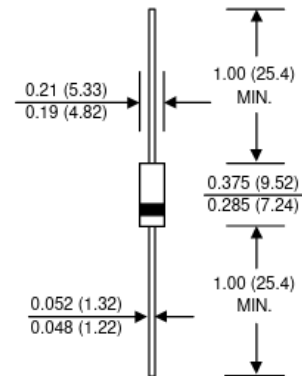
- * High current capability
- * High surge current capability
- * High reliability
- * Low reverse current
- * Low forward voltage drop
- * Fast switching for high efficiency

MECHANICAL DATA :

- * Case : DO-201AD Molded plastic
- * Epoxy : UL94V-O rate flame retardant
- * Lead : Axial lead solderable per MIL-STD-202, Method 208 guaranteed
- * Polarity : Color band denotes cathode end
- * Mounting position : Any
- * Weight : 1.16 grams

FAST RECOVERY RECTIFIER DIODES

DO-201AD



Dimensions in inches and (millimeters)

Con un Trr de 150ns, para las **condiciones de prueba definidas:**

- Estar conduciendo una corriente de 0.5A.
- Pasar al corte con un pico de corriente inversa de 1A.
- Esperar hasta que la corriente inversa alcance los 0.25A.

TYPE NUMBER	MR850	MR851	MR852	MR854	MR856	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	50	100	200	400	600	V
Maximum RMS Voltage	35	70	140	280	480	V
Maximum DC Blocking Voltage	50	100	200	400	600	V
Maximum Average Forward Rectified Current						
.375"(9.5mm) Lead Length at Ta=75°C	3.0					A
Peak Forward Surge Current, 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC method)	200					A
Maximum Instantaneous Forward Voltage at 3.0A	1.25					V
Maximum DC Reverse Current Ta=25°C	5.0					μA
at Rated DC Blocking Voltage Ta=100°C	150					μA
<u>Maximum Reverse Recovery Time (Note 1)</u>	150					nS
Typical Junction Capacitance (Note 2)	60					pF
Operating and Storage Temperature Range Tj, Tstg	-65 — +150					°C

NOTES:

1. Reverse Recovery Time test condition: IF=0.5A, IR=1.0A, IRR=0.25A

Por otro lado, el 1N4148 es un **diodo de baja corriente y conmutacion de alta velocidad (Ultra Fast).**

1N4148

PRV : 100 Volts
Io : 150 mA

FEATURES :

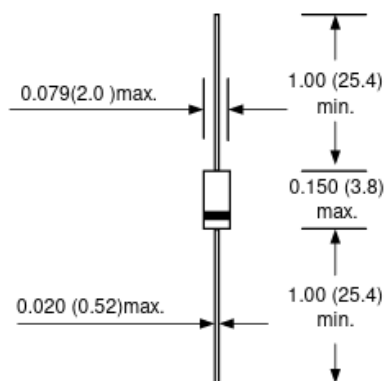
- * Silicon Epitaxial Planar Diode
- * High reliability
- * Low reverse current
- * Low forward voltage drop
- * High speed switching
- * Pb / RoHS Free

MECHANICAL DATA :

- * Case : DO-35 Glass Case
- * Lead : Axial lead solderable per MIL-STD-202, Method 208 guaranteed
- * Polarity : Color band denotes cathode end
- * Mounting position : Any
- * Weight : 0.13 gram (approximately)

HIGH SPEED SWITCHING DIODE

DO - 35



Dimensions in Inches and (millimeters)

Este tiene un Trr de 8ns como maximo, ***para las siguientes condiciones de prueba:***

- Conducir una corriente de 10mA.
- Pasar al corte con un pico de corriente inversa de 10mA.
- Esperar hasta que la corriente inversa alcance 1mA.

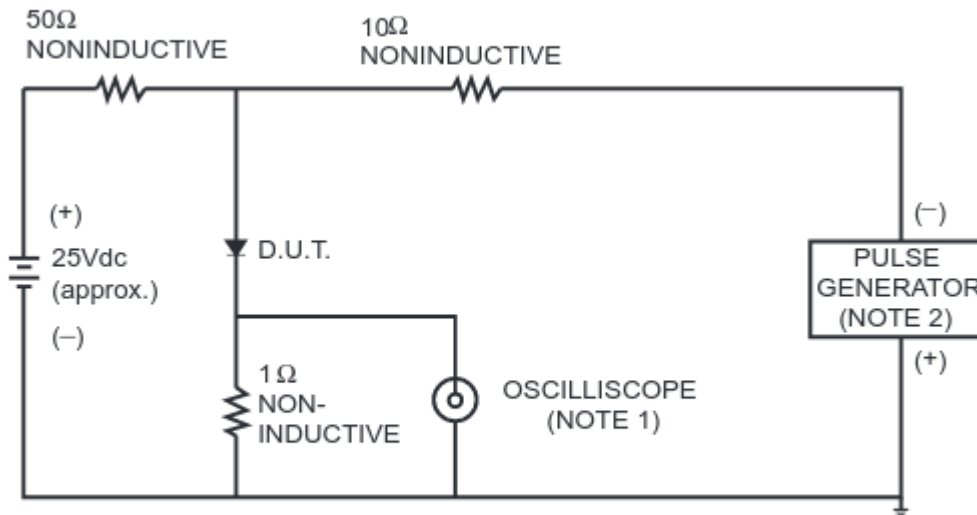
Electrical Characteristics

Type Number	Symbol	Min	Max	Units
Forward Voltage @ IF=10mA	V _F	-	1.0	V
Peak Reverse Current VR=75V	IR	-	5	uA
VR=20V, TJ=150 °C			50	uA
VR=20V			25	nA
Breakdown Voltage IR=100uA, tp/T=0.01, tp=0.3ms	V _(BR)	100	-	V
Capacitance VR=0, f=1.0MHz, V _{HF} =50mV	C _j	-	4.0	pF
Rectification Efficiency VHF=2V, f=100MHz	T _{lr}	45	-	%
Reverse Recovery Time <u>IF=IR=10mA, IR=1mA</u>	trr	-	<u>8.0</u>	nS
IF=10mA, VR=6V, IR=0.1x IR, RL=100Ω	trr	-	4.0	nS

Circuito de test

Los fabricantes prueban el tiempo de recuperacion inversa con un circuito similar al siguiente:

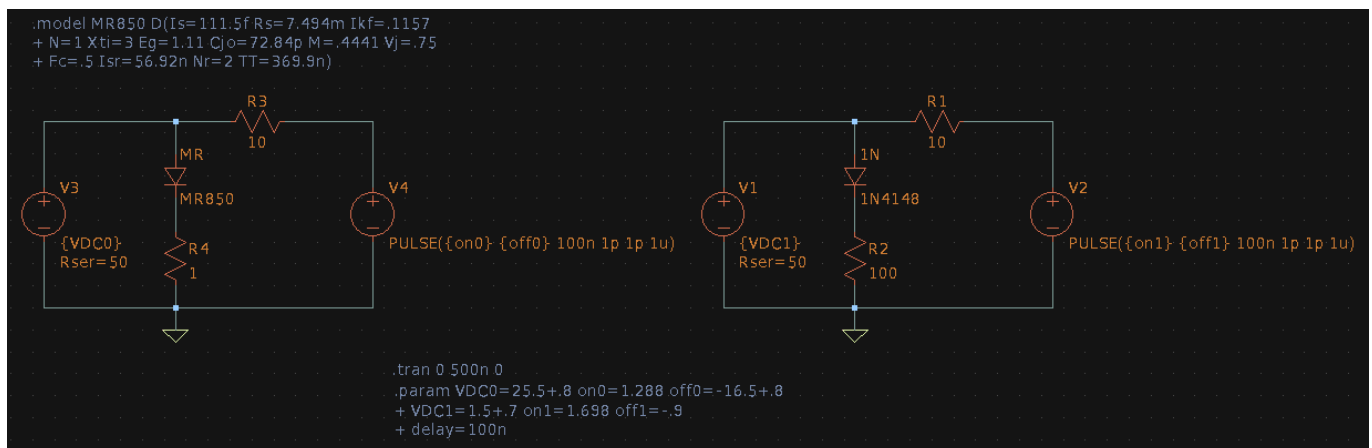
RECOVERY TIME CHARACTERISTICS



NOTES: 1. Rise Time= 7ns max., Input Impedance= 1 megohm.22pF.

2. Rise Time= 10ns max., Source Impedance= 50 ohms.

Que se armo en LTSpice **colocando tensiones y resistencias de tal forma que se respeten las condiciones de prueba para cada diodo.**



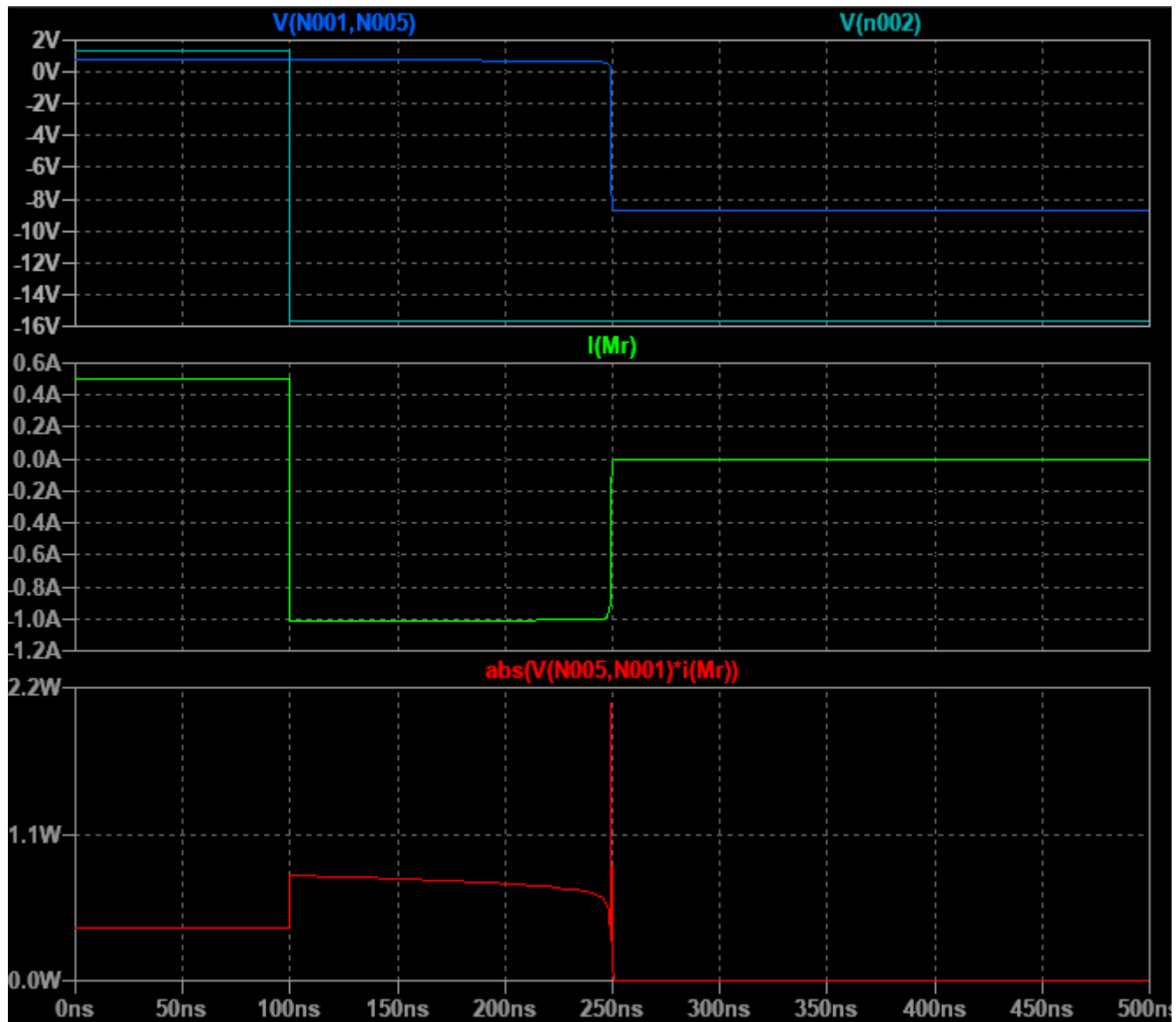
En todos se le **aplico un pulso a los 100ns**, para cambiar el estado de conduccion de los diodos.

Analisis MR850:

Forzando la conduccion al aplicar el pulso de prueba celeste, se nota un importante **pico de corriente**, en verde, mayor al triple de la corriente de operacion, por lo que hay una **importante disipacion de energia** en este caso cercana a los 9W como se ve en la grafica roja:



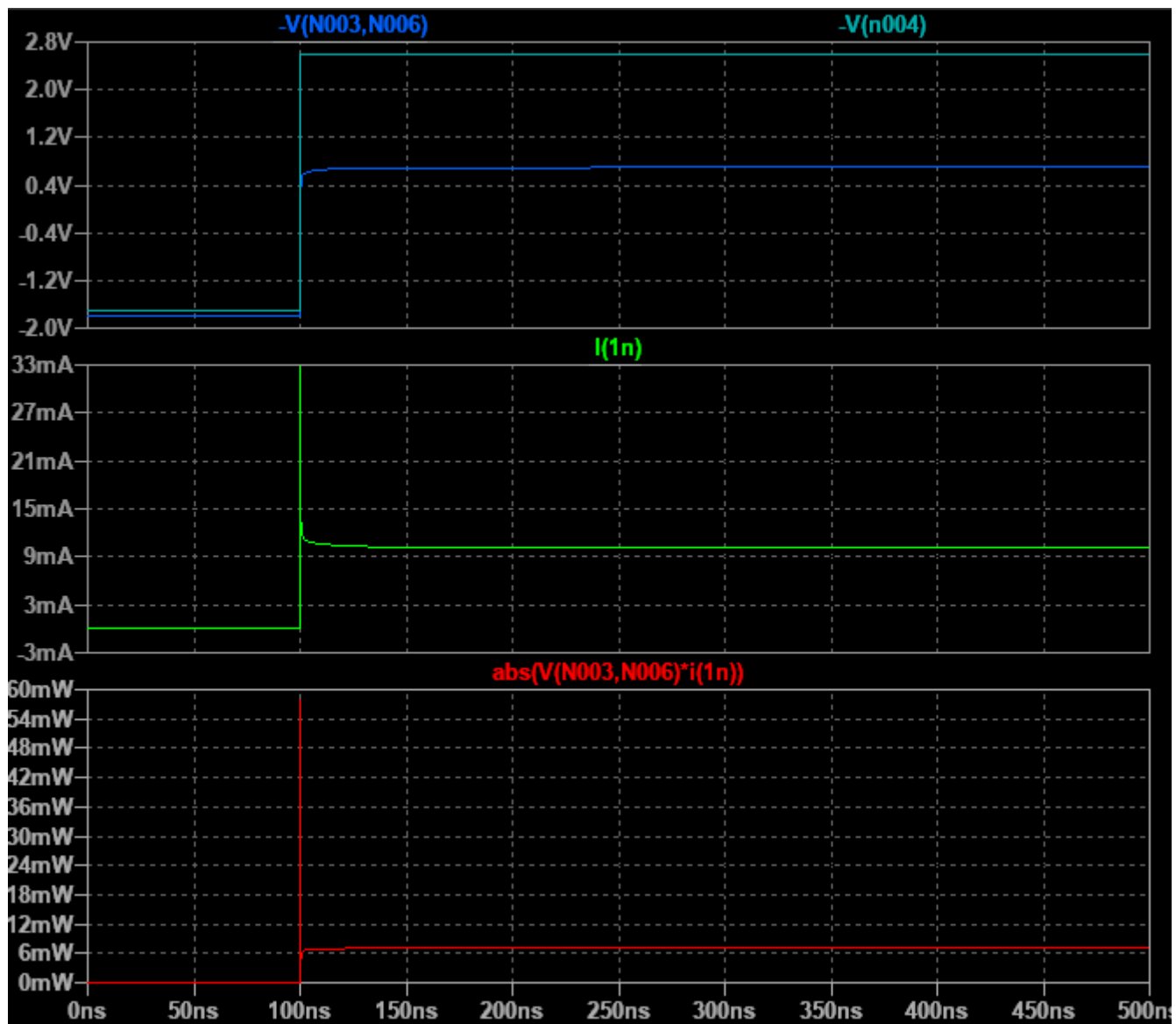
Forzando el corte vemos el tiempo que tarda el diodo en establecer su caída de tensión en azul, cuando el pulso de prueba celeste se aplica, **el diodo demora en hacer caer toda la tensión inversa aplicada**, lo cual genera el pico de corriente inversa de 1A:



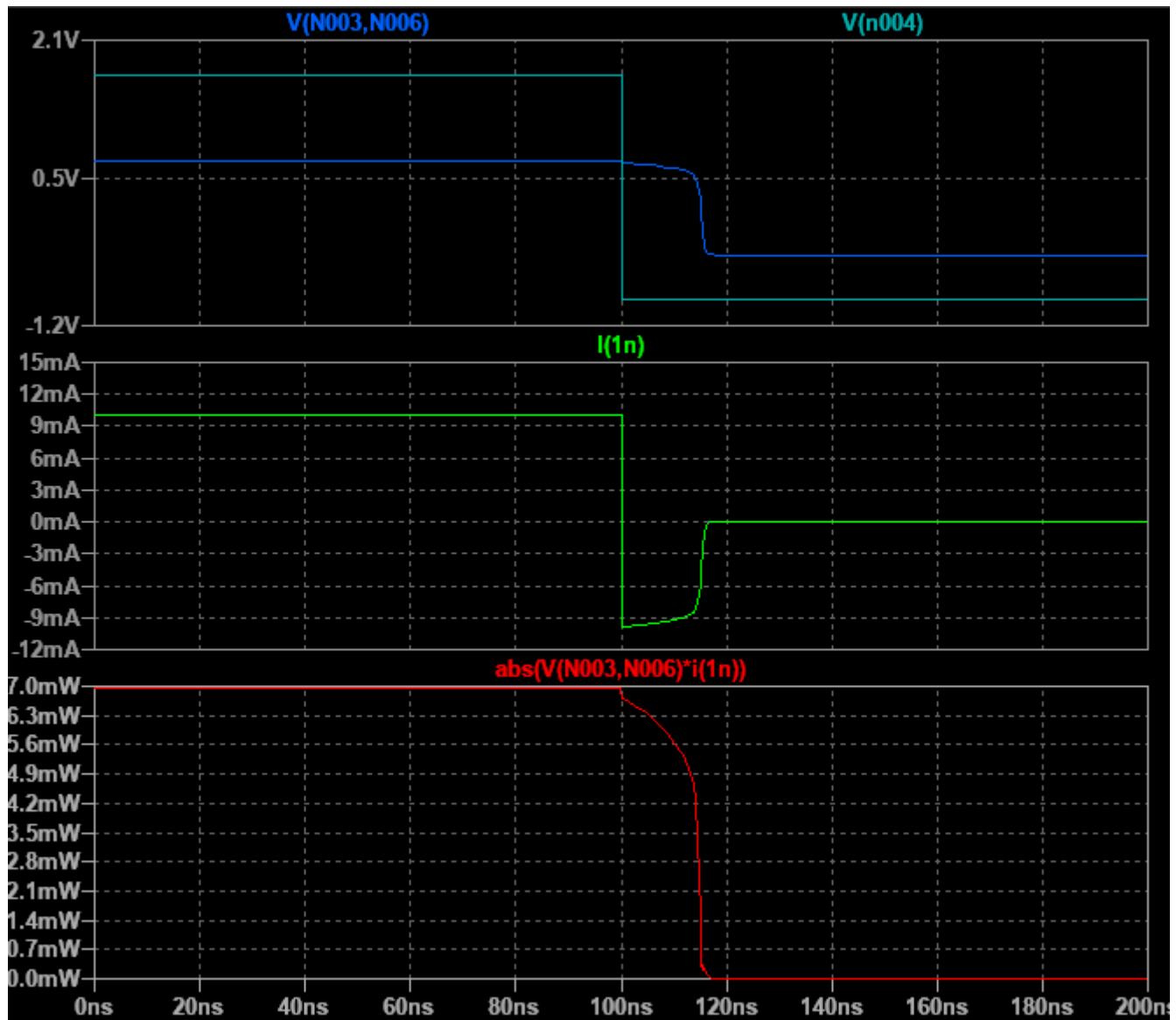
Luego al reaccionar el diodo estabilizando su caída de tensión y **bloqueando bruscamente la corriente** se produce otro pico de energía disipada de casi 2W.

Analisis 1N4148:

Forzando la conducción al aplicar el pulso de prueba celeste, se nota un **importante pico de corriente** mayor al triple de la corriente de operación, por lo que también hay un pico de disipación de energía como se ve en la gráfica roja:

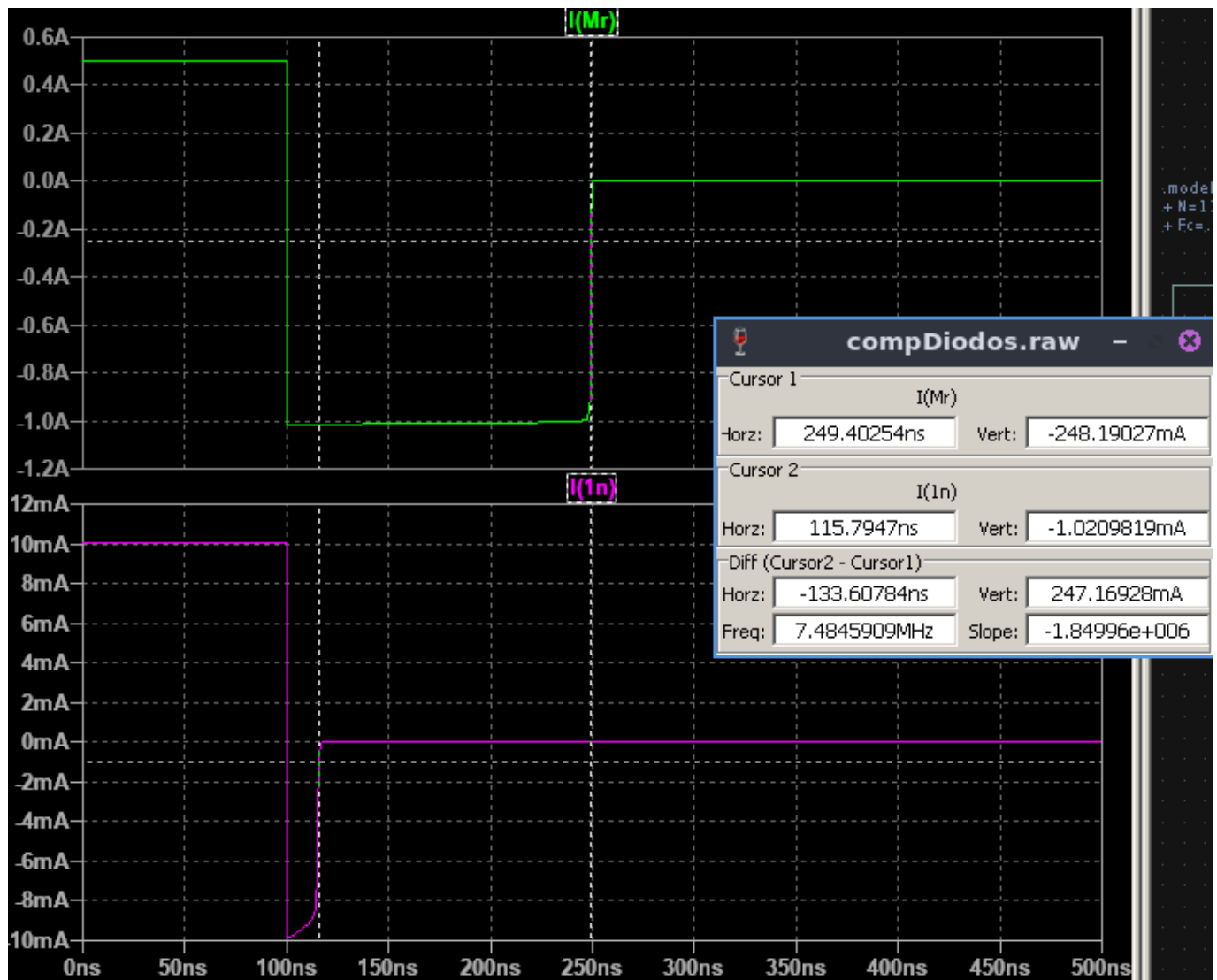


En este caso forzando el corte cuando el pulso de prueba celeste se aplica, vemos que el diodo **establece gradualmente su caída de tensión en azul**. Durante esta demora se genera el pico de corriente inversa, pero en este caso se recupera mucho mas rapido pero **gradualmente** lo que amortigua el pico de energía disipada que se veía en el MR850:



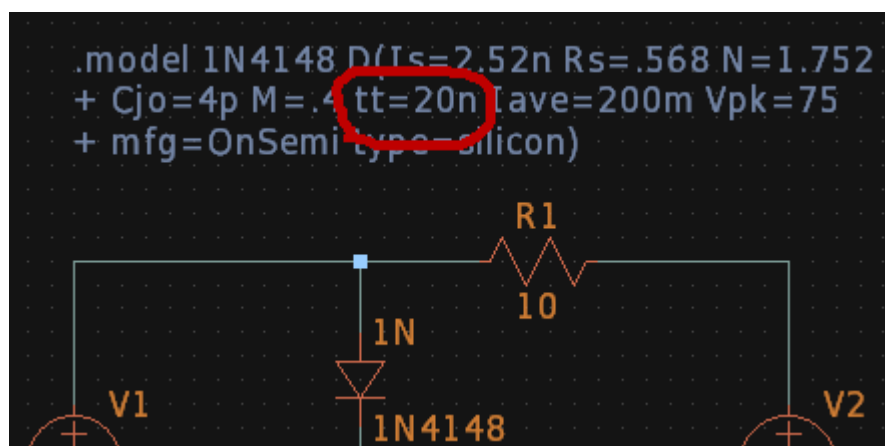
Comparacion del tiempo de recuperacion maximo

Tambien se simularon los tiempos de recuperacion respetando las condiciones de prueba para ambos diodos, y **cortando la conduccion a los 100ns:**

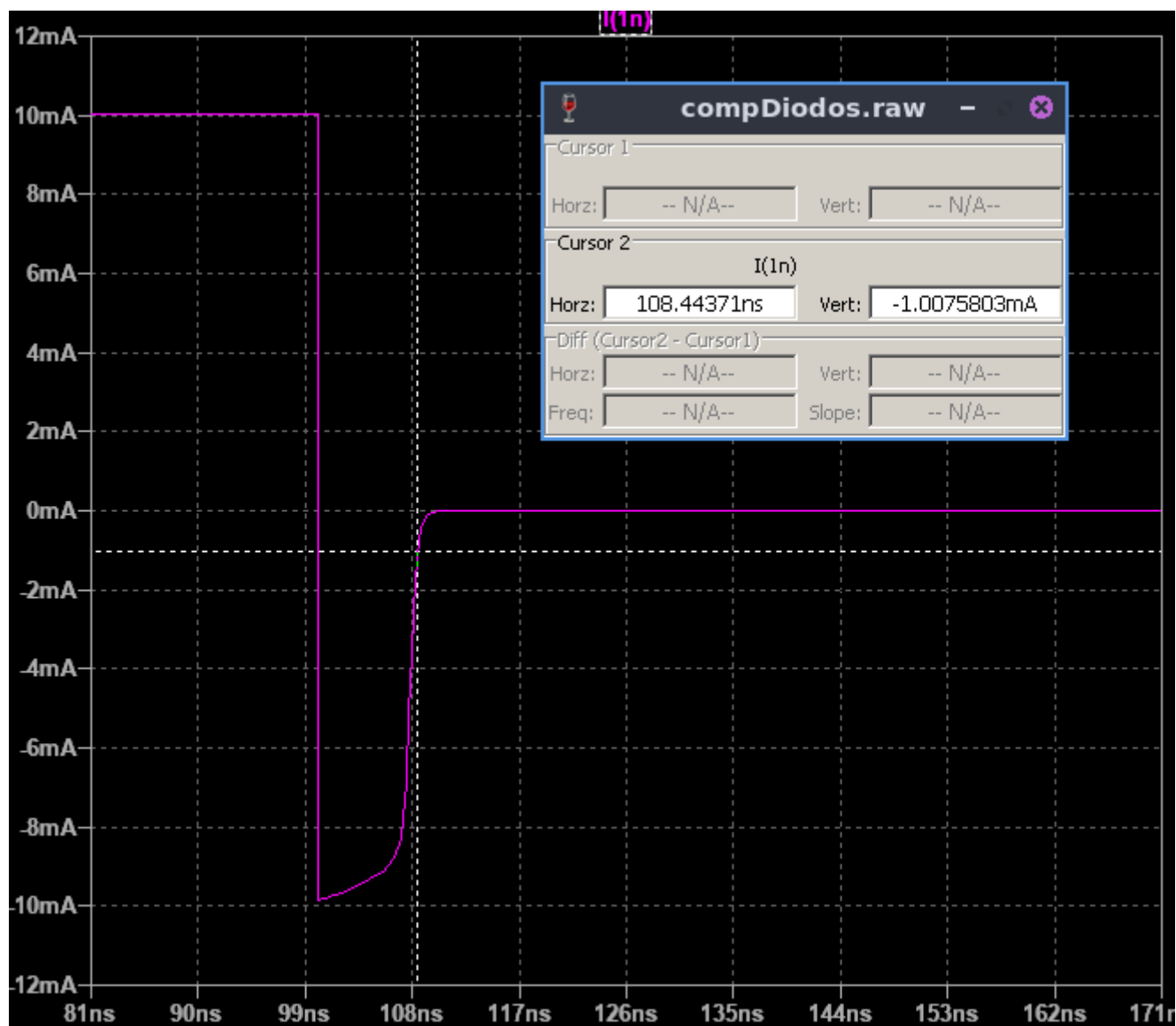


Que nos deja un $T_{rr} = 150ns$ para el MR850, acorde al maximo dado por el fabricante.

Y para el 1N4148 un $T_{rr} = 16ns$ el cual el doble de los 8ns que nos da el fabricante. ***Esto se debe al parametro $t_t = 20ns$ del modelo generico usado:***



En efecto bajando este parametro a 10ns se obtiene un T_{rr} acorde al dado por el fabricante del 1N4148:



Pero esto es cambiar el modelo Spice del diodo, por lo que, segun de que fabricante se trate la simulacion puede o no reproducir una situacion real.