



Não-idealidades, Diodos zenner e diodos especiais

Prof. Alceu André Badin

Objetivos

- Estudar as não idealidades dos diodos
- Analisar o funcionamento do diodo zener
- Apresentar principais diodos para especiais

Não idealidades dos diodos

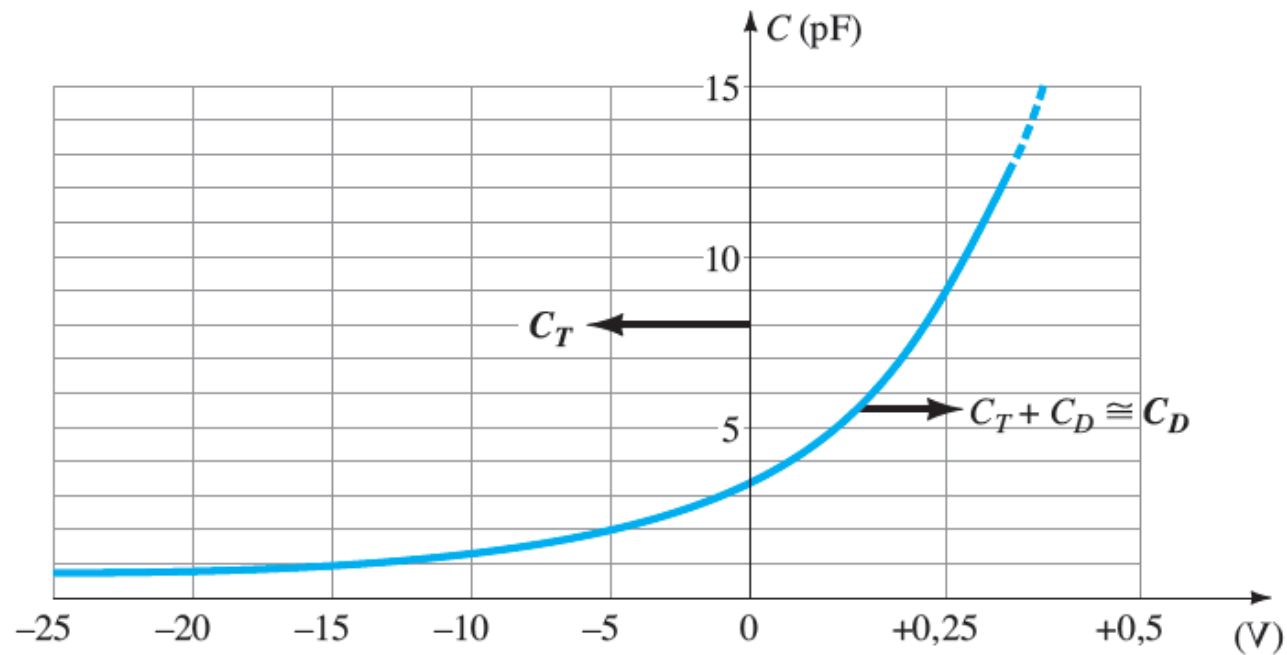
Capacitância do diodo

- ***Reversamente polarizada***, a camada de depleção fica grande. As fortes polaridades negativa e positiva do diodo criam capacitância (C_T).
- ***Polarizada diretamente***, a capacidade de armazenamento ou a capacidade de difusão passa a ser maior com a tensão.



Não idealidades dos diodos

Capacitância do diodo

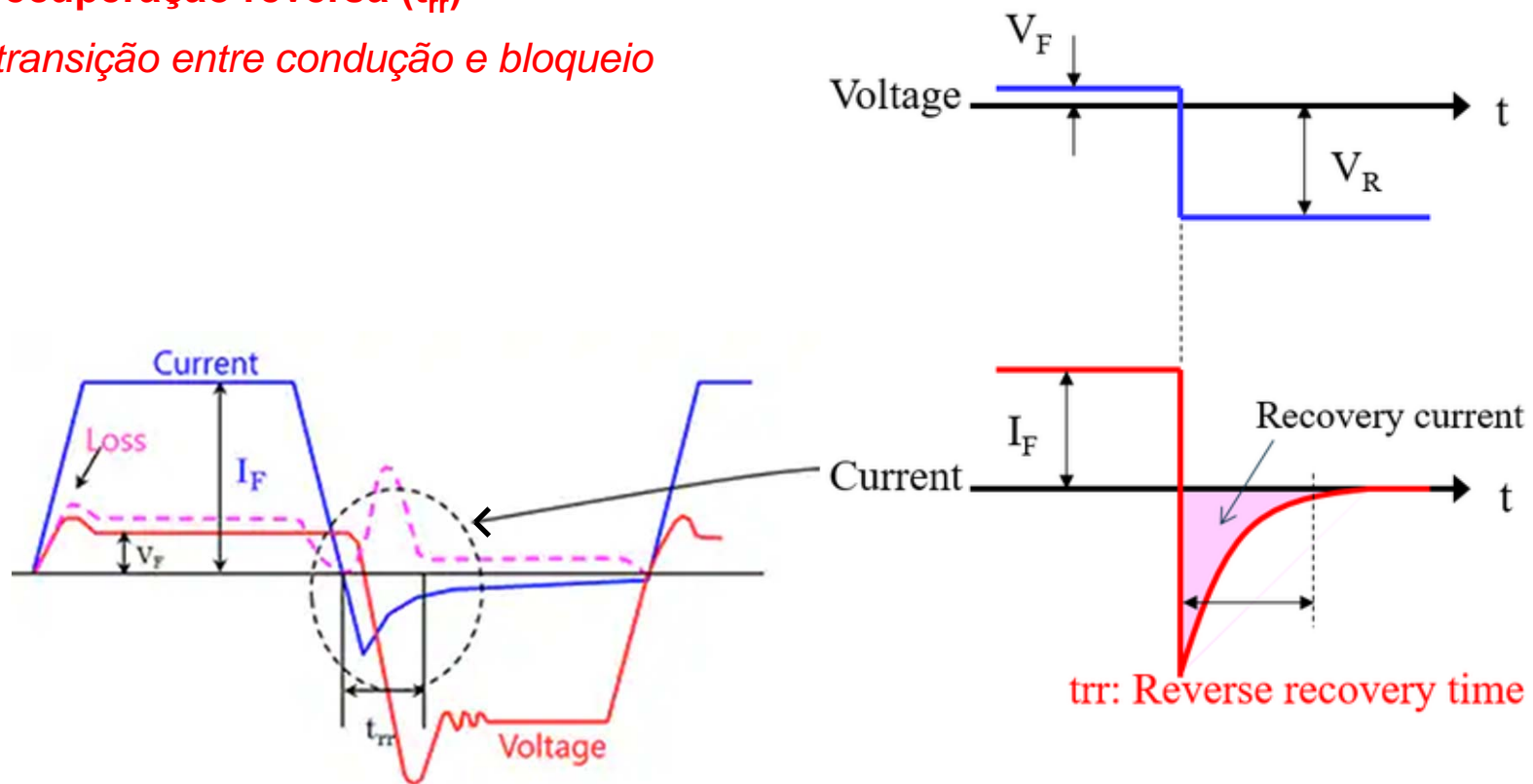


Para frequências baixas os efeitos são desprezíveis (frequências de rede)

Não idealidades dos diodos

Tempo de recuperação reversa (t_{rr})

Tempo de transição entre condução e bloqueio



Para frequências baixas os efeitos são desprezíveis (frequências de rede)

Não idealidades dos diodos

Transição em diferentes tecnologias de diodos

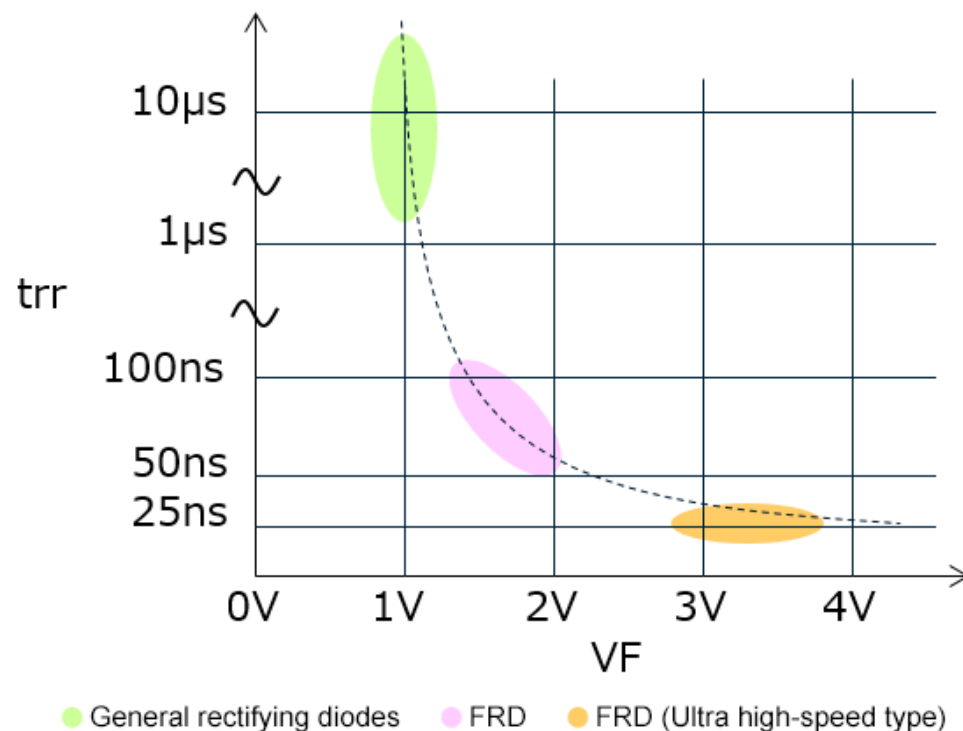
Diodos standard: transição $> 0,5\mu\text{s}$ (baixa frequência)

Fast recovery: transição $< 250\text{ ns}$

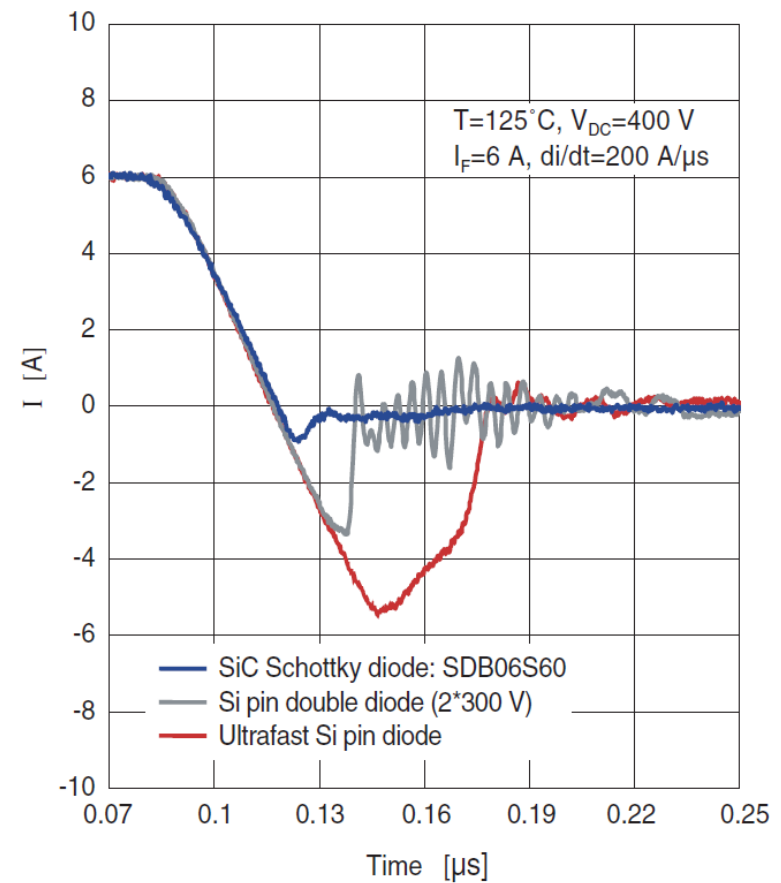
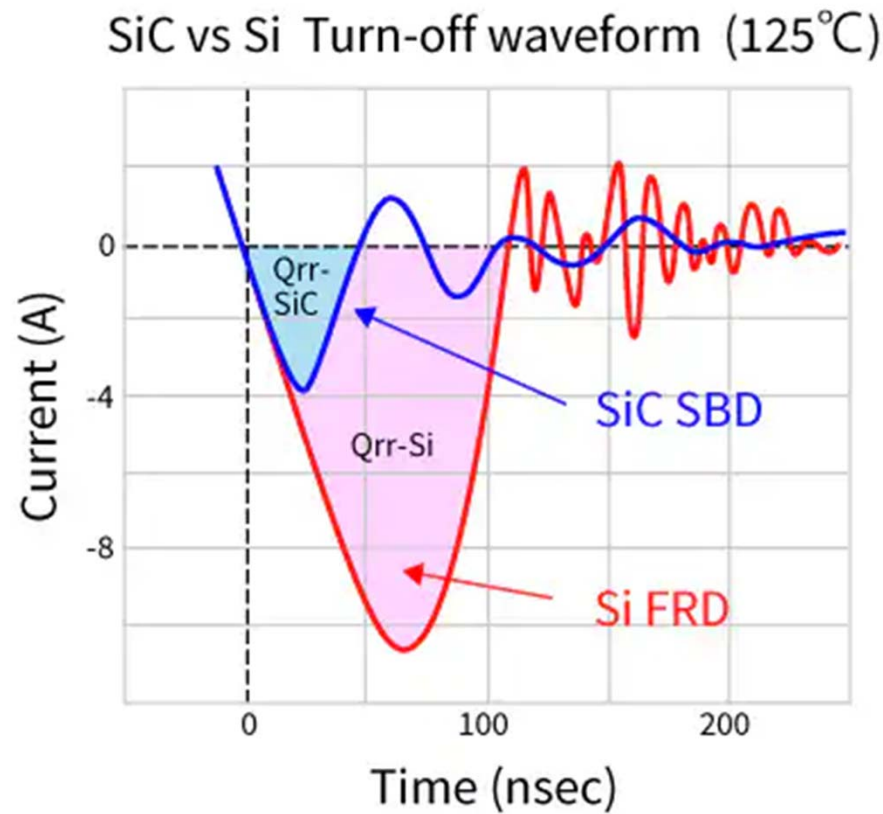
Soft-recovery – transição amortecida sem pico de tensão (principalmente tecnologia Schottky)

ultrafast-recovery transição $< 100\text{ ns}$

Zero recovery (Carbeto de silício, (SiC) – Silicon Carbide)
transição em poucos ns.



Não idealidades dos diodos



Datasheets - t_{rr}

ultrafast recovery – MUR8XX

Characteristic	Symbol	MUR/SUR8						Unit
		805	810	815	820	840	860	
Maximum Instantaneous Forward Voltage (Note 1) ($I_F = 8.0 \text{ A}$, $T_C = 150^\circ\text{C}$) ($I_F = 8.0 \text{ A}$, $T_C = 25^\circ\text{C}$)	V_F	0.895 0.975				1.00 1.30	1.20 1.50	V
Maximum Instantaneous Reverse Current (Note 1) (Rated DC Voltage, $T_J = 150^\circ\text{C}$) (Rated DC Voltage, $T_J = 25^\circ\text{C}$)	I_R	250 5.0				500 10		μA
Maximum Reverse Recovery Time ($I_F = 1.0 \text{ A}$, $di/dt = 50 \text{ A}/\mu\text{s}$) ($I_F = 0.5 \text{ A}$, $I_R = 1.0 \text{ A}$, $I_{REC} = 0.25 \text{ A}$)	t_{rr}	35 25				60 50		ns

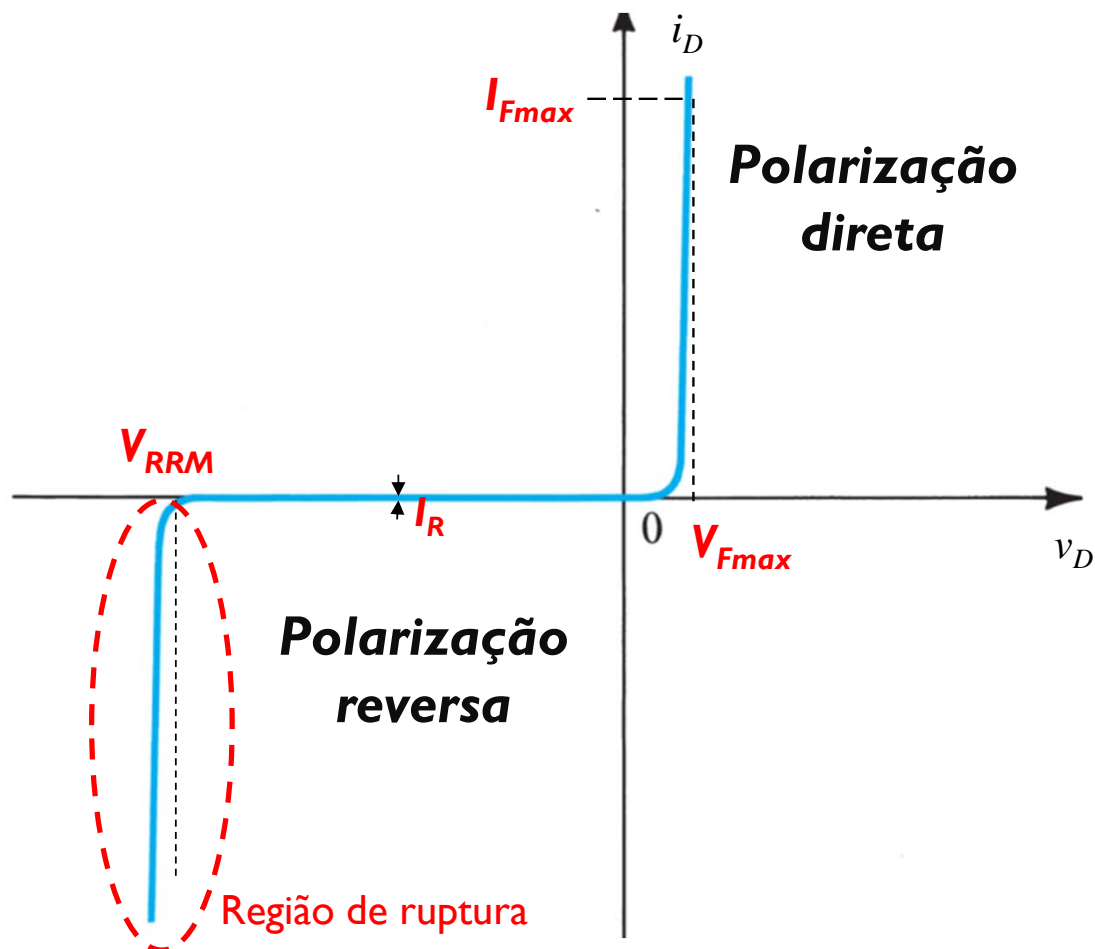
SiC Schottky Diode - IDV06S60C

Table 6 AC characteristics

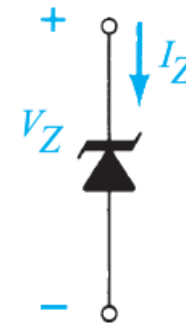
Parameter	Symbol	Values			Unit	Note / Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Total capacitive charge	Q_c	-	15	-	nC	$V_R = 400 \text{ V}$, $F \leq F_{\max}$
Switching time ¹⁾	t_c	-	-	<10	ns	$di_F/dt = 200 \text{ A}/\mu\text{s}$, $T_J = 150^\circ\text{C}$
	C	-	280	-	pF	$V_R = 1 \text{ V}$, $f = 1 \text{ MHz}$
		-	35	-		$V_R = 300 \text{ V}$, $f = 1 \text{ MHz}$
		-	35	-		$V_R = 600 \text{ V}$, $f = 1 \text{ MHz}$

Diodo Zener

operar de modo seguro na região de ruptura (polarização reversa).

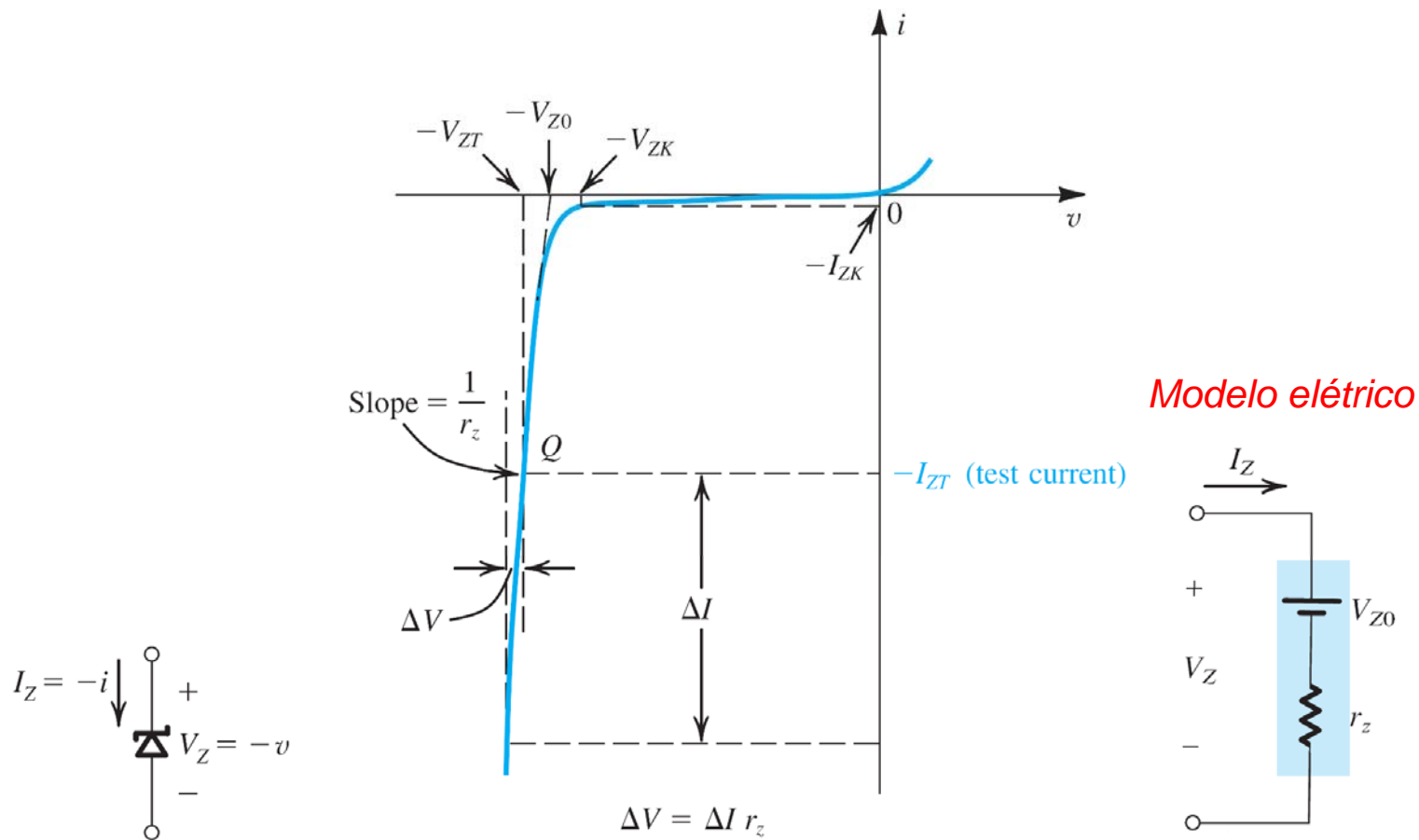


Símbolo



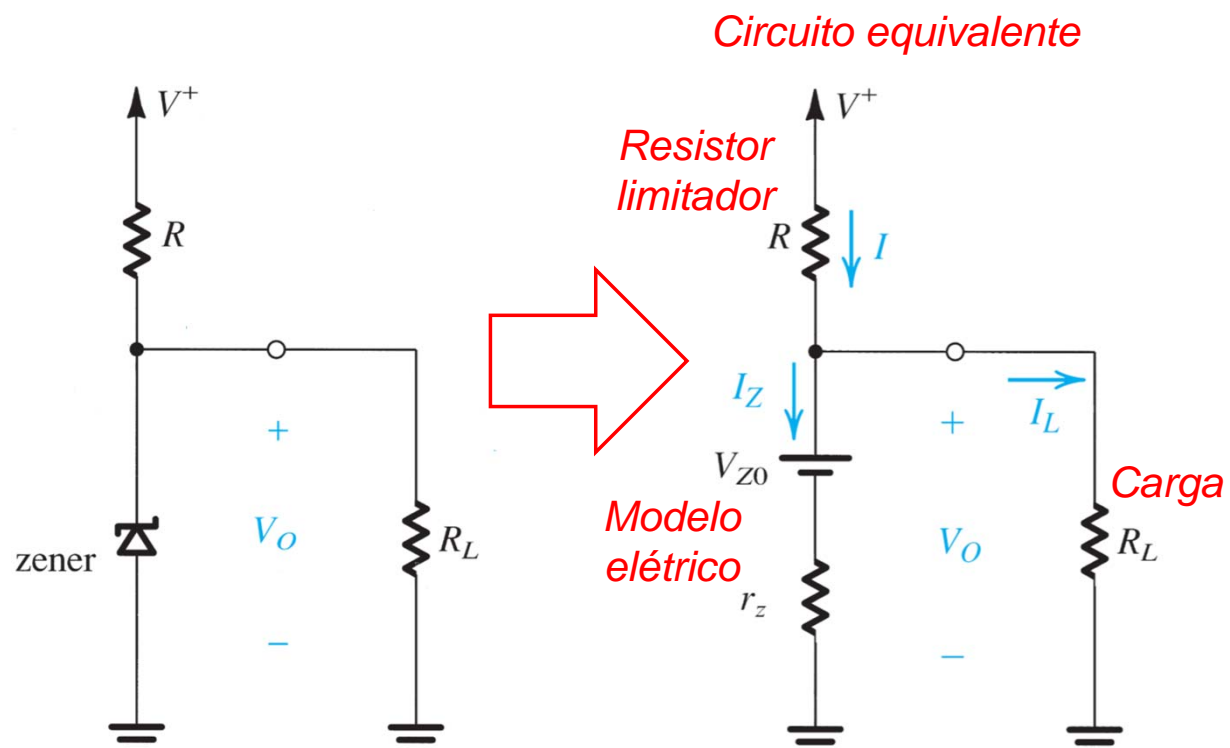
Faixas comuns de tensão: 1,8 V e 200 V

Diodo Zener



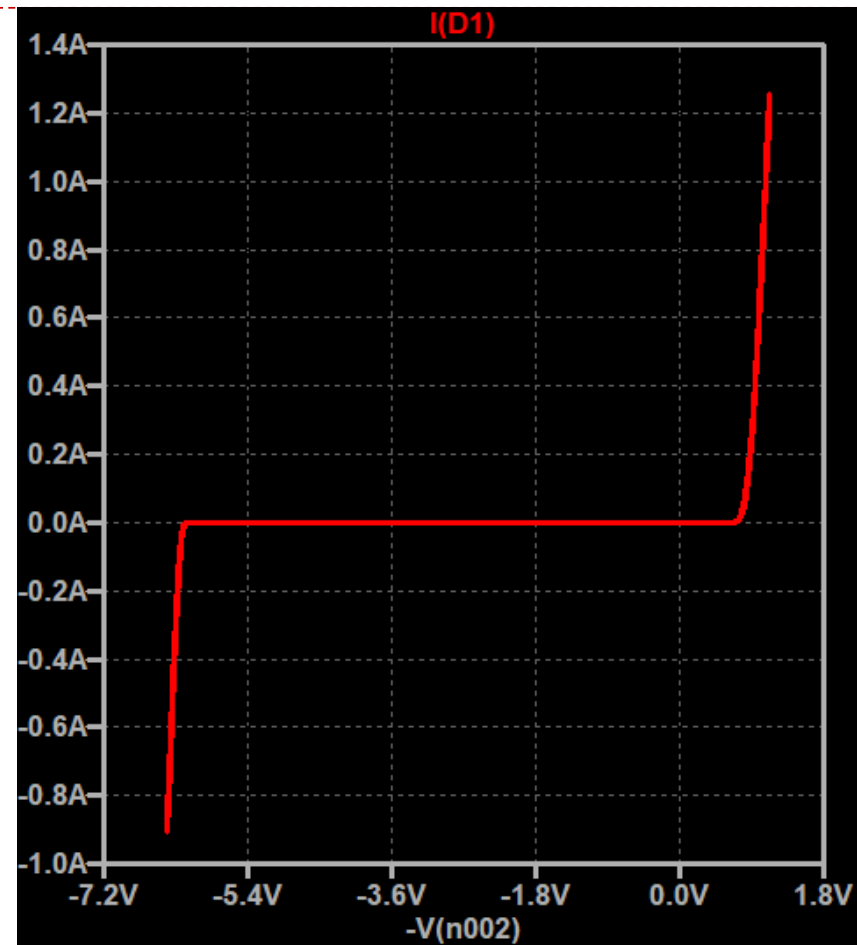
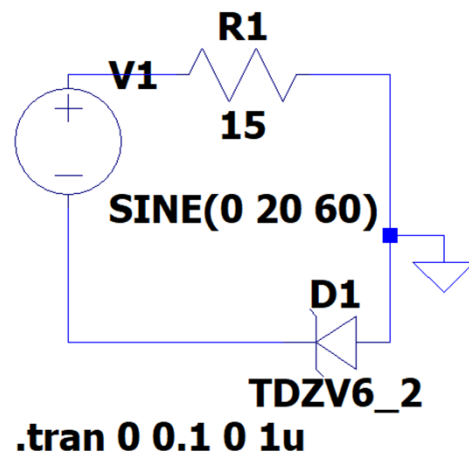
Diodo Zener

Aplicação típica



Diodo Zener

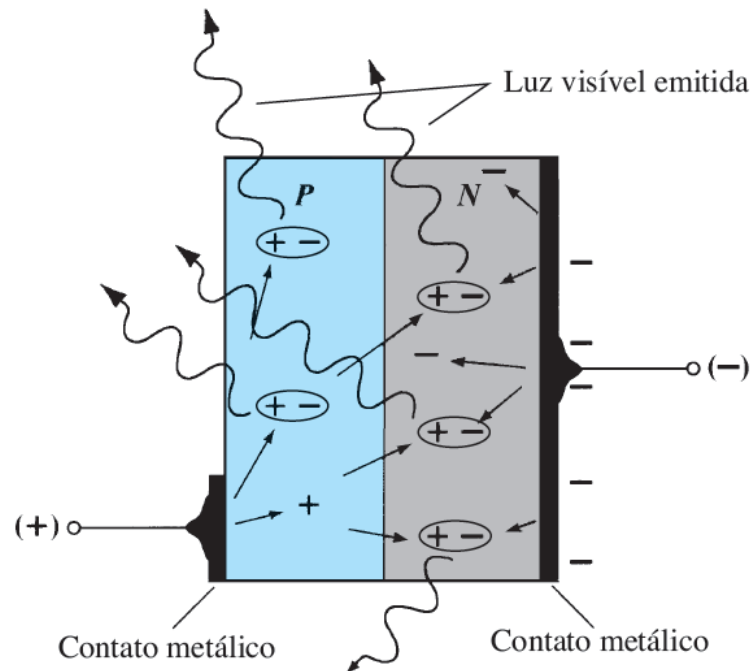
Curva característica com LTspice



Diodo emissor de luz (LED)

Emite luz visível quando polarizado diretamente

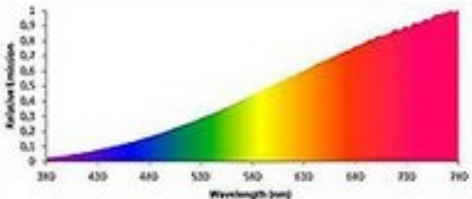
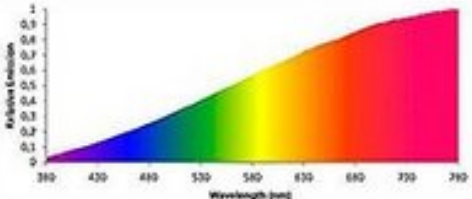
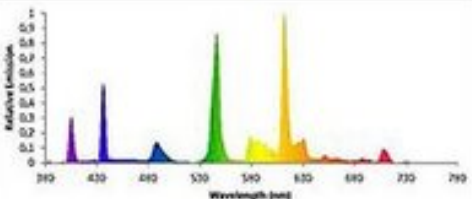
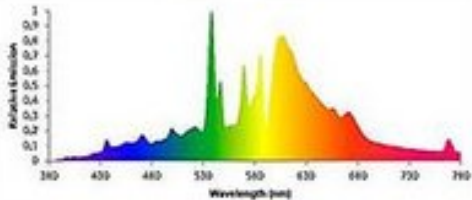
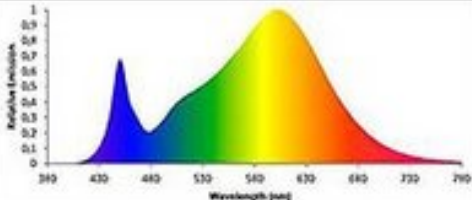
- Diferença de energia na recombinação de elétrons e lacunas produz fótons. (arseneto de gálio, fosfeto de gálio.. Etc)
- No silício e no germânio essa energia é transformada em calor



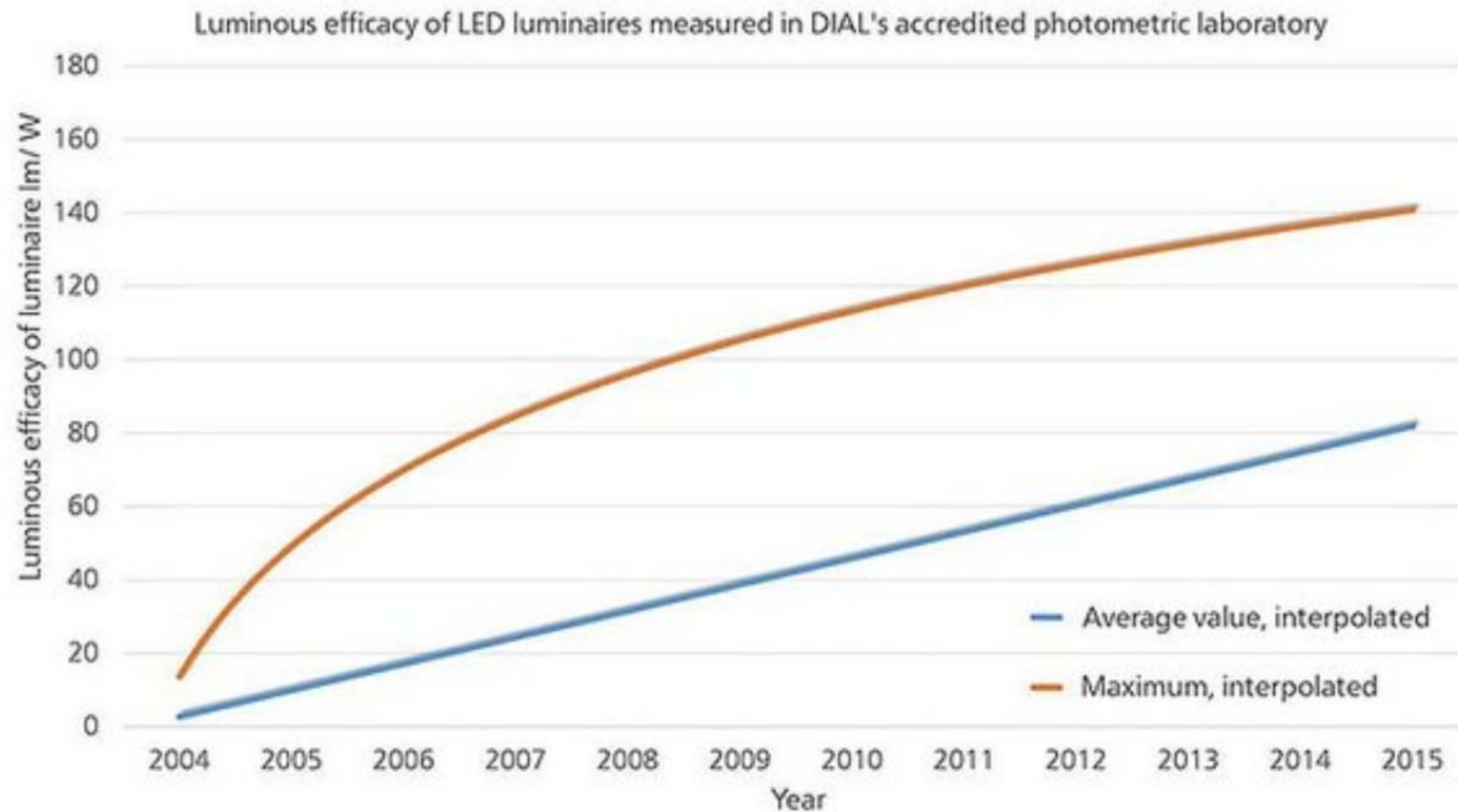
Símbolo



Cor	Construção	Tensão direta comum (V)
Âmbar	AlInGaP	2,1
Azul	GaN	5,0
Verde	GaP	2,2
Laranja	GaAsP	2,0
Vermelho	GaAsP	1,8
Branco	GaN	4,1
Amarelo	AlInGaP	2,1

Description	Spectrum	System power consumption, measured (W)	Lamp or module luminous flux, measured (lm)	System luminous efficacy (lm/W)	Energy conversion efficiency	Theoretical maximum luminous efficacy (lm/W)
High voltage halogen, 120 W		127,4	2.249	17,7	11,9	148,7
Low voltage halogen, 60 W		59,9	1.535	25,6	15,4	166,3
Fluorescent lamp T 5, 54 W, 830		51,3	4.184	81,6	23,7	344,4
Metal halide lamp, 70 W, 830		79,8	7.912	99,2	31,5	314,5
LED, 35 W, 830		34,2	4.739	138,6	42,3	327,6

Diodo emissor de luz (LED)



Diodo emissor de luz (LED)

Comparativo entre tecnologias

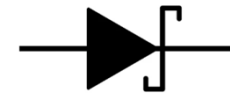
	Incandescent Lamp	Compact Fluorescent Lamp	Standard LED	Ultra-efficient LED
Price (USD)	1	2	3	10
Efficacy (lm/W)	13	50	110	210
Power (W)	60	16	7.3	3.8
Lifetime (hours)	1,000	5,000	15,000	50,000
Time on per year (hours)	1,000	1,000	1,000	1,000

** Dados de 2022*

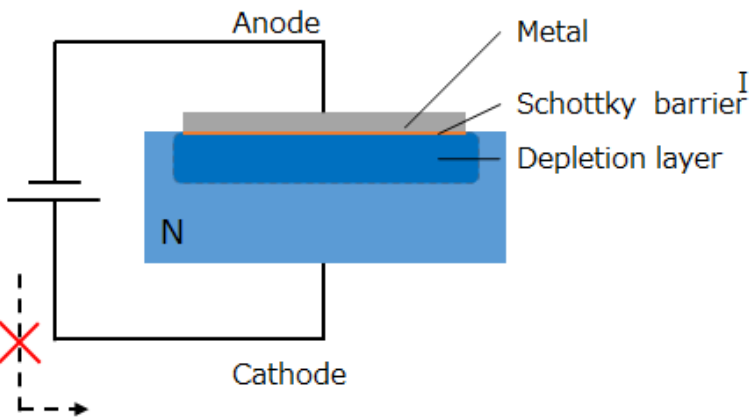
Diodo de barreira Schottky (Schottky Barrier Diode)

Junção de um semiconductor com um metal

Símbolo

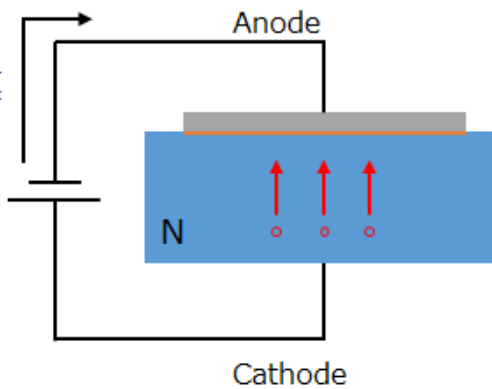


(OFF duration)

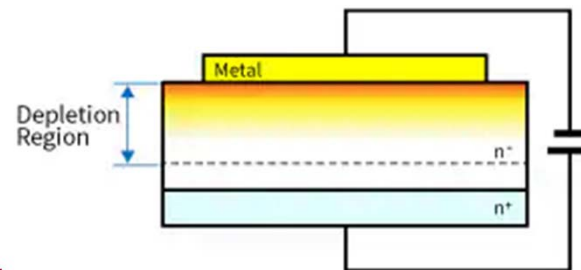


I: Current does not flow.

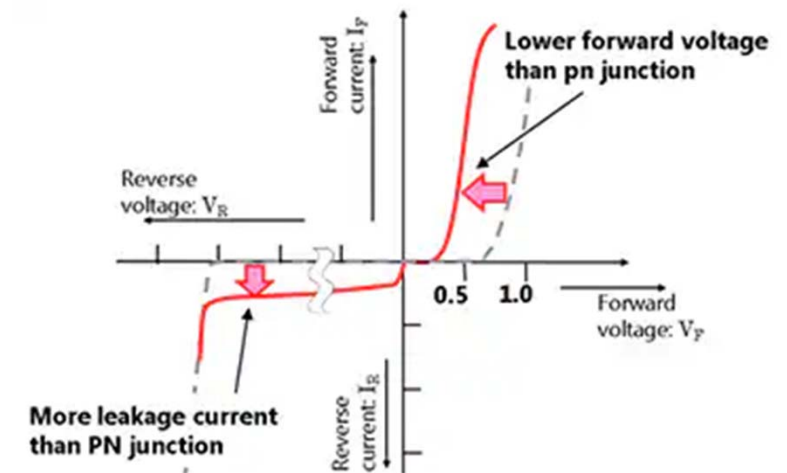
(ON duration)



Técnica que reduz a corrente reversa ou de fuga

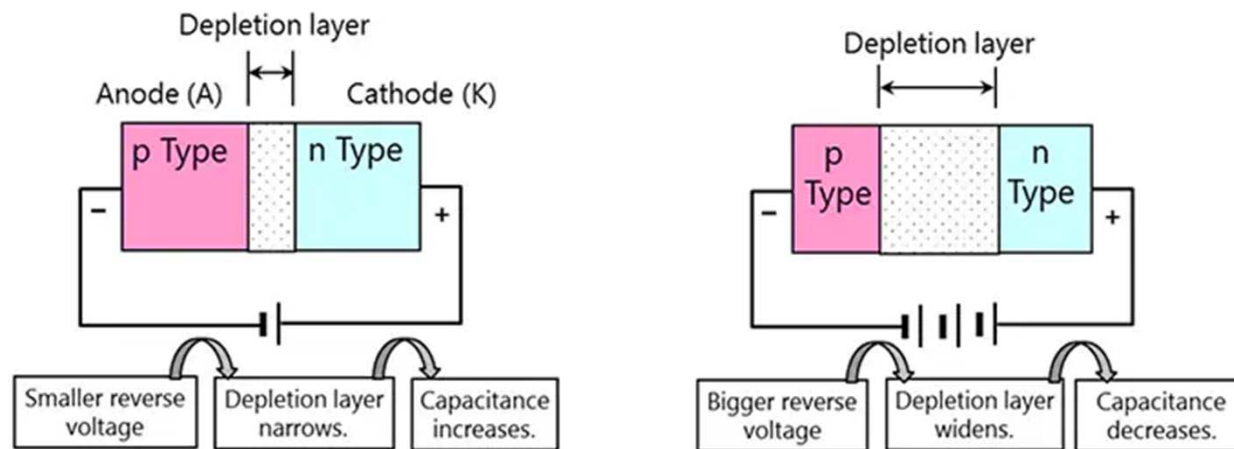


- Tensão direta menor que junção PN de silício
- Transição mais rápidas
- Corrente reversa maior
- Tensão reversa menor
- Característica resistiva maior na região direta



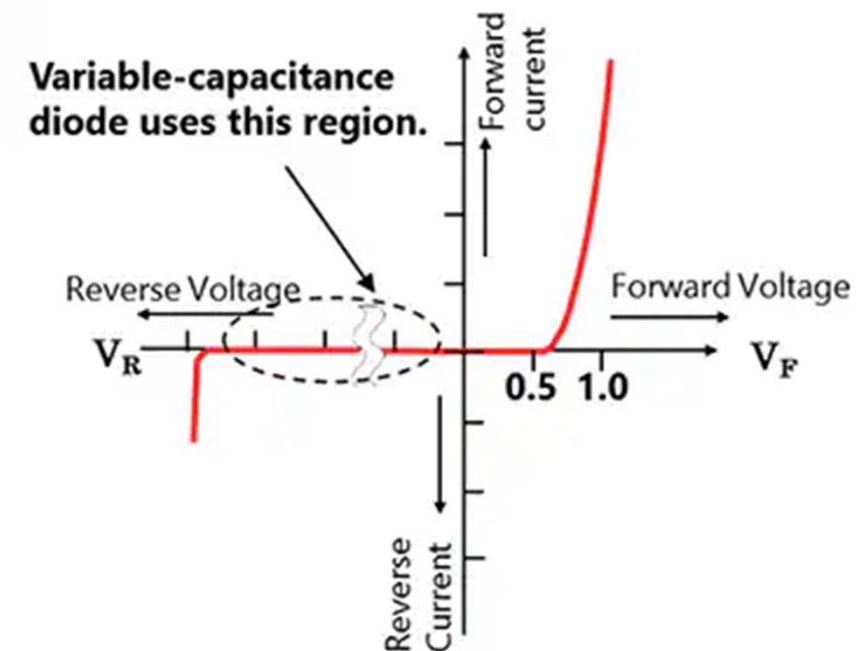
Varactor

Diodo com variação da capacitância em função da tensão reversa



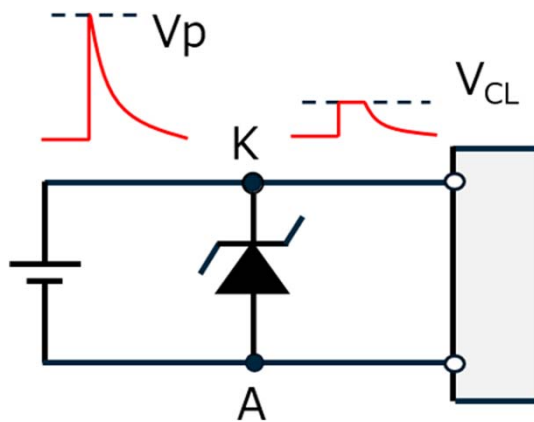
- Sintonizadores de frequência
- Modulação e recepção de sinais modulados em frequência

Símbolo

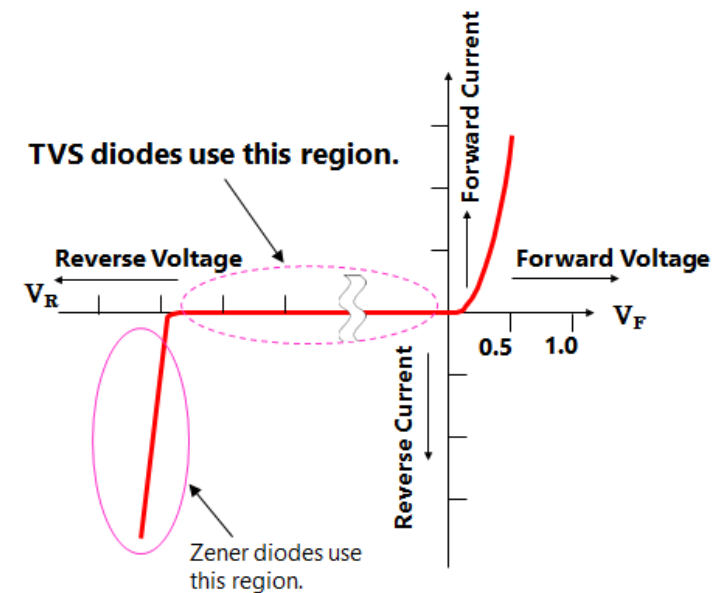
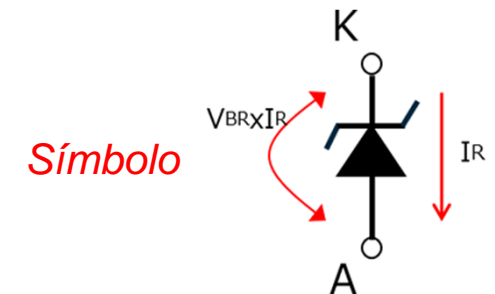


Diodo supressor de transiente de tensão (TVS diode)

Funcionamento similar ao zener, porem para proteção contra sobretensões ou picos de tensão provocadas por eletrostática.



- Sintonizadores de frequência
- Modulação e recepção de sinais modulados em frequência



Referências

- <https://www.dial.de/en-GB/projects/efficiency-of-leds-the-highest-luminous-efficacy-of-a-white-led>
- BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. *Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos*. 11. ed. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil, c2013. xii, 766 p. ISBN 9788564574212
- SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C.. *Microeletrônica*. [Microeletronic circuits, 5th ed. (Inglês)]. Tradução e revisão técnica de vários tradutores. 5 ed
- Christian Miesner et al. “thinQ!™ Silicon Carbide Schottky Diodes: An SMPS Circuit Designer’s Dream Comes True!” (www.infineon.com)
- *Basic Knowledge of Discrete Semiconductor Devices - Toshiba Electronic Devices -*
<https://toshiba.semicon-storage.com/us/semiconductor/knowledge/e-learning/discrete.html>

