

Diodos

Eletrônica para Ciência da Computação

PROFESSOR: RUBENS T. HOCK JR.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - DEE

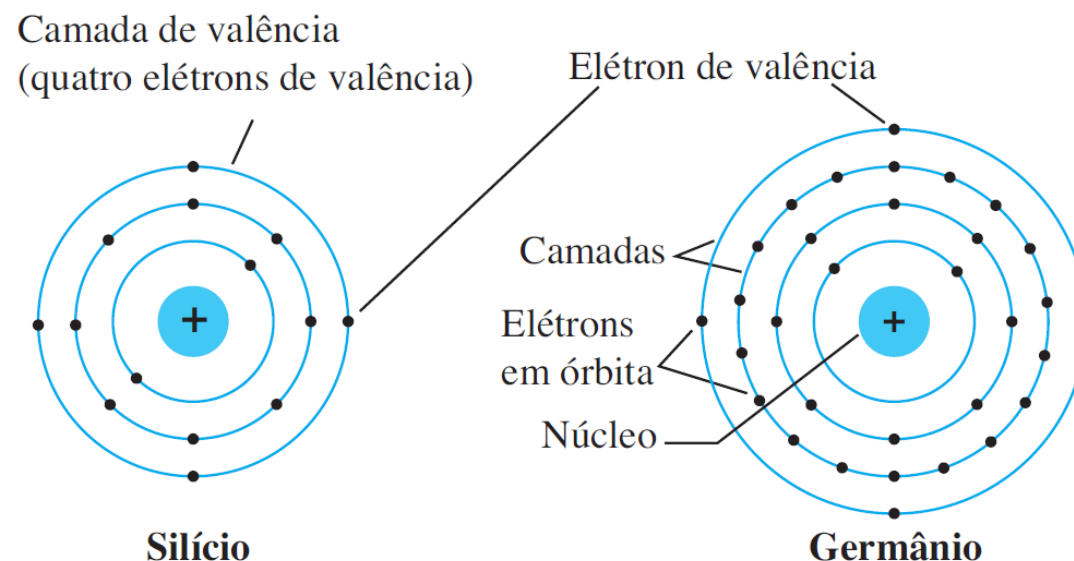
Diodos

Introdução

Introdução

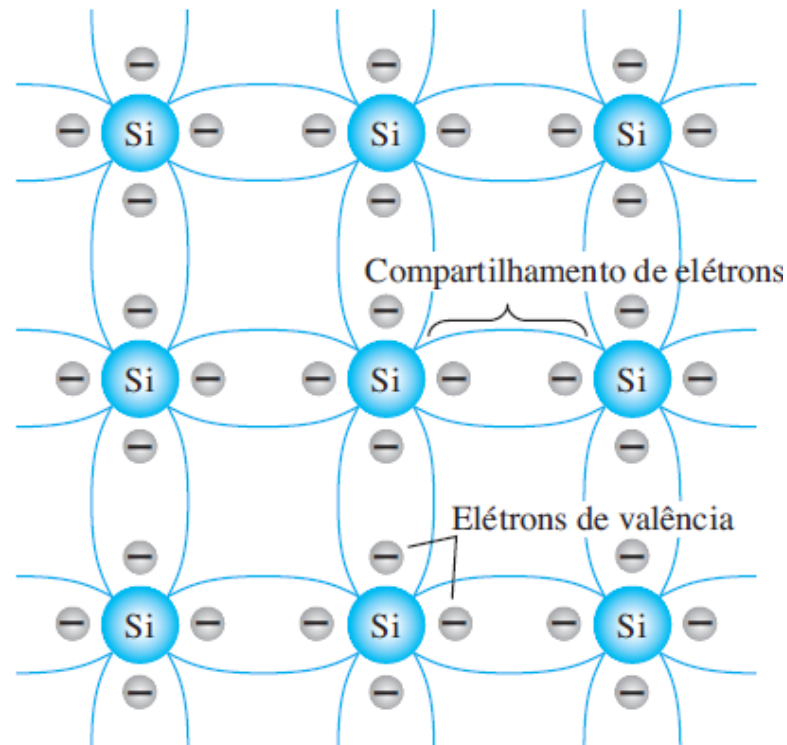
Os diodos são constituídos de materiais semicondutores (Si, Ge, GaAs, etc).

Nas primeiras décadas após a descoberta do diodo, em 1939, e do transistor, em 1947, usou-se quase exclusivamente o germânio, mas foi substituído pelo silício, por que é menos afetado pela variação de temperatura. Junta-se ao fato que o silício é um dos materiais mais abundantes da terra.



Introdução

A estrutura cristalina da pastilha de silício é ordenada da seguinte maneira:



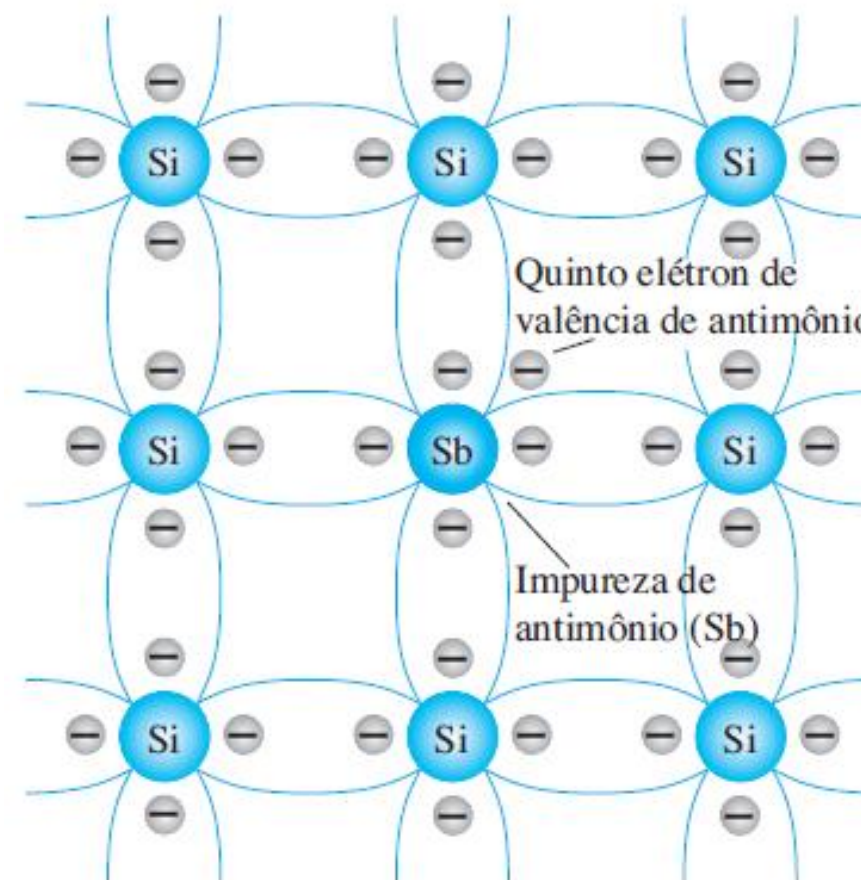
Diodos

Materiais Tipo P e N

Material Tipo N

Para criar um material do tipo N, a estrutura cristalina da pastilha de silício recebe impurezas (outros átomos) da ordem de uma parte em 10 milhões que possuem cinco elétrons na sua camada de valência (antimônio, arsênio e fósforo).

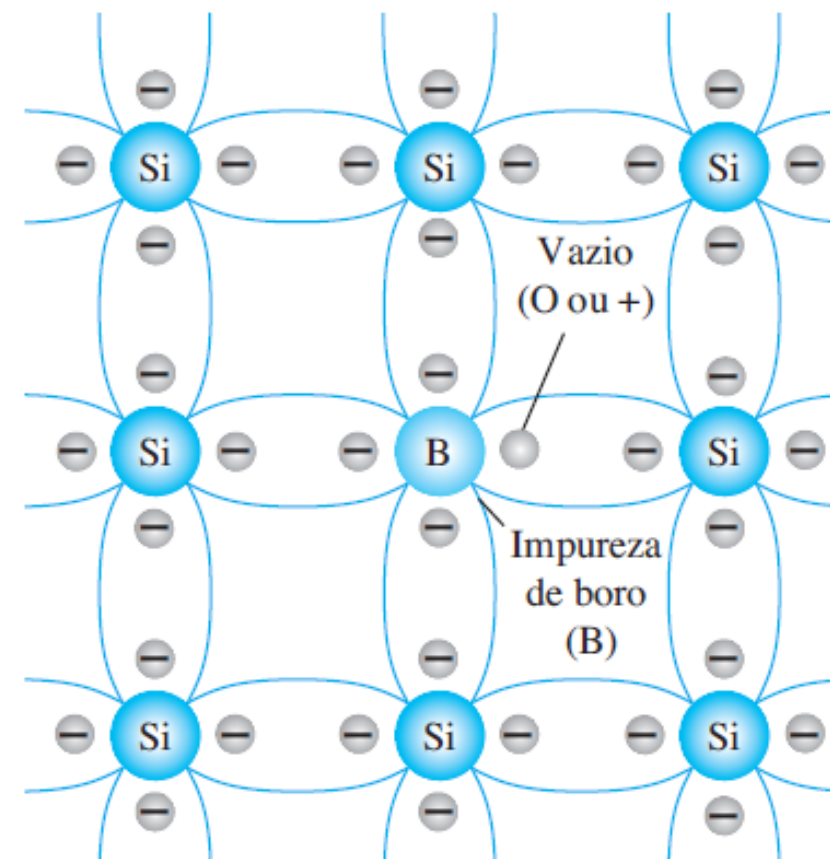
Dessa forma, há o excesso de elétrons dentro da pastilha dopada e esse elétron está livre para se mover dentro da pastilha.



Material Tipo P

Para criar um material do tipo P, a estrutura cristalina da pastilha de silício recebe impurezas (outros átomos) da ordem de uma parte em 10 milhões que possuem três elétrons na sua camada de valência (boro, gálio e índio).

Dessa forma, há a falta de elétrons dentro da pastilha dopada e é criada uma lacuna.

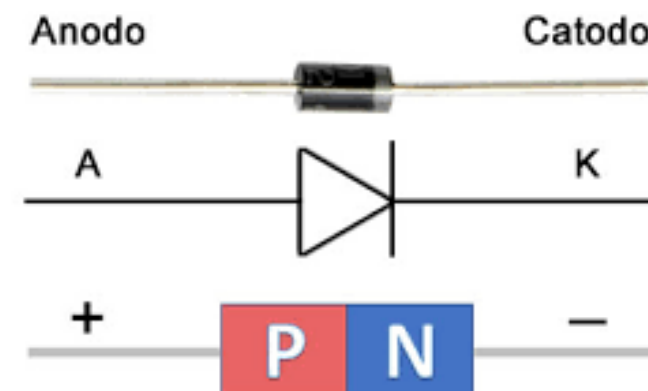
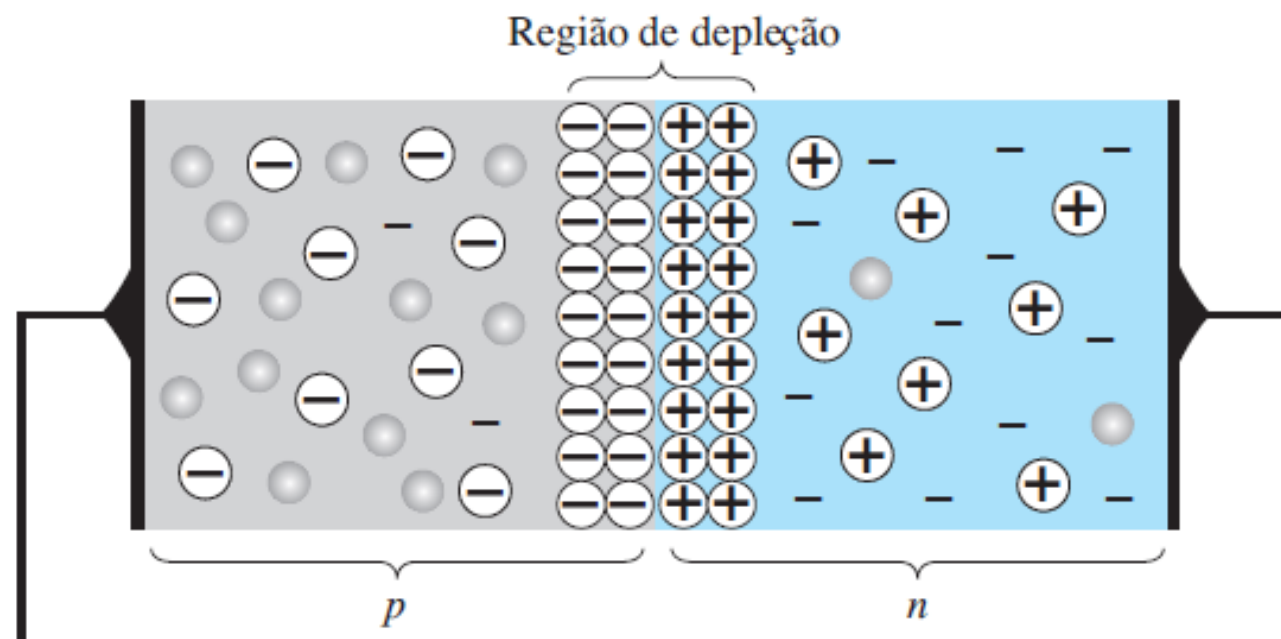


Diodos

O Diodo

Estrutura Básica de um Diodo

O diodo é criado pela simples junção de um material do tipo N com outro do tipo P. No instante em que os dois materiais são “unidos”, os elétrons e as lacunas na região da junção se combinam, resultando em uma falta de portadores livres na região próxima à junção.



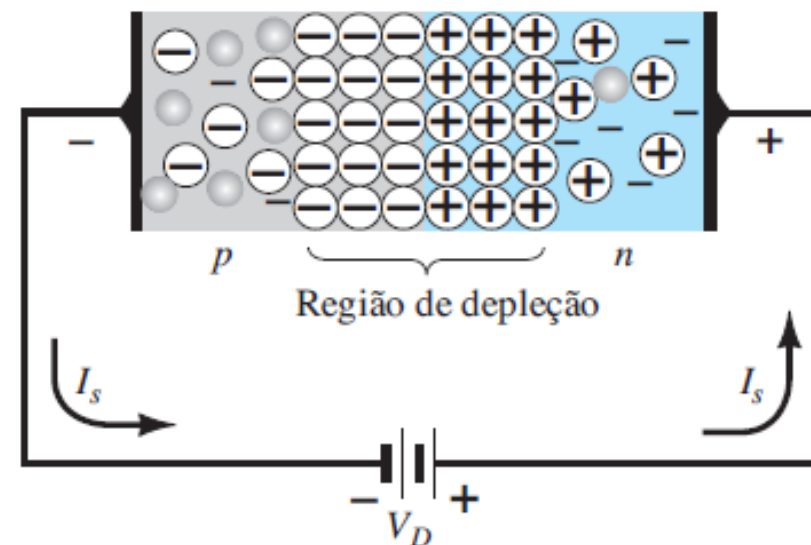
Polarização Reversa de um Diodo

Se um potencial externo de V volts for aplicado à junção P-N de modo que o terminal positivo seja ligado ao material do tipo N e o terminal negativo ao material do tipo P:

- O número de íons positivos descoberto na região de depleção do material do tipo N aumentará
- O número de íons negativos descoberto aumentará no material do tipo P

O efeito será um alargamento da região de depleção

Dessa forma, há um impedimento da passagem da corrente através do diodo, ou seja, $i_D = 0$ A



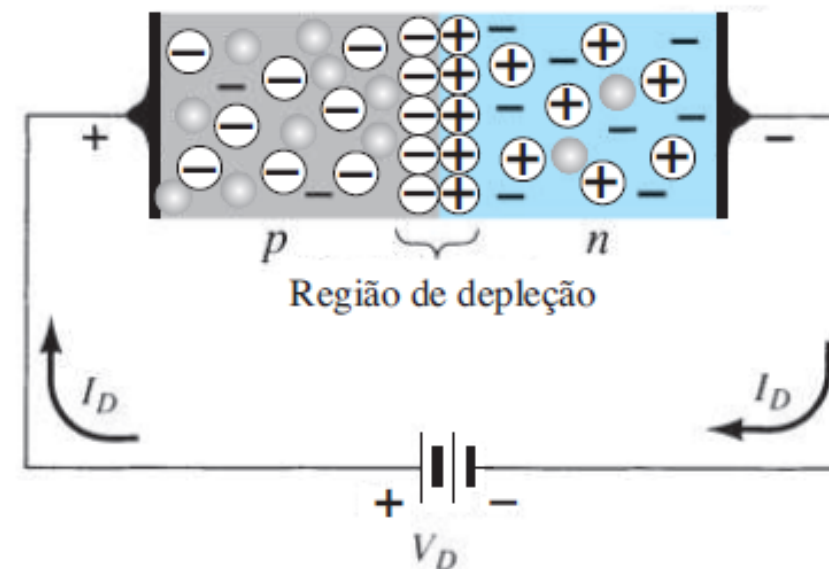
Polarização Direta de um Diodo

A polarização direta de um diodo é estabelecida quando se aplica o potencial positivo ao material do tipo P e o potencial negativo ao material do tipo N

- O número de íons positivos descoberto na região de depleção do material do tipo N diminuirá
- O número de íons negativos descoberto diminuirá no material do tipo P

O efeito será um estreitamento da região de depleção

Dessa forma, há facilitação da passagem da corrente através do diodo, ou seja, $i_D > 0$ A

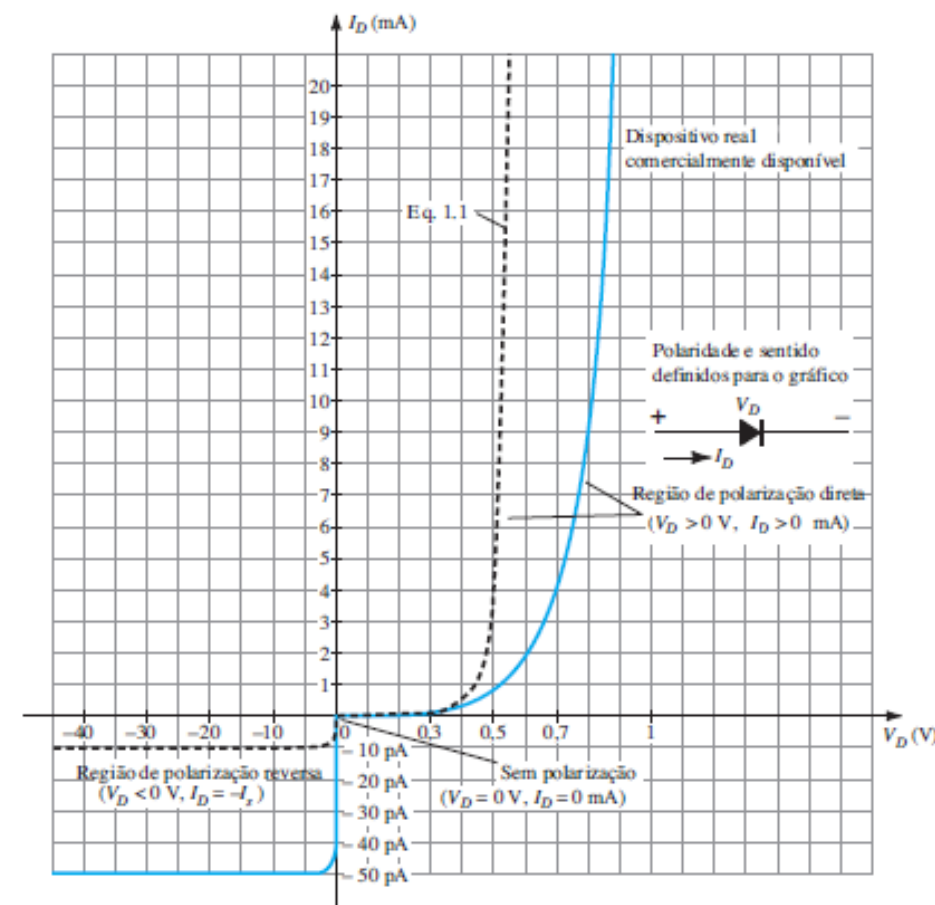


Polarização de um Diodo

Com o aumento do potencial elétrico, a região de depleção diminuirá e haverá uma quantidade maior de carga elétrica circulando pelo diodo, que resulta em uma avalanche de corrente.

Valores de tensão de “joelho”

Semicondutor	$V_K(V)$
Ge	0,3
Si	0,7
GaAs	1,2



Características Reais de um Diodo

Diodo 1n4148

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT		
Repetitive peak reverse voltage		V_{RRM}	100	V		
Reverse voltage		V_R	75	V		
Peak forward surge current	$t_p = 1\text{ }\mu\text{s}$	I_{FSM}	2	A		
Repetitive peak forward current		I_{FRM}	500	mA		
Forward continuous current		I_F	300	mA		
Average forward current	$V_R = 0$	$I_{F(AV)}$	150	mA		
Power dissipation	$l = 4\text{ mm}, T_L = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$	P_{tot}	440	mW		
	$l = 4\text{ mm}, T_L \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	P_{tot}	500	mW		
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Forward voltage	$I_F = 10\text{ mA}$	V_F			1	V
Reverse current	$V_R = 20\text{ V}$	I_R			25	nA
	$V_R = 20\text{ V}, T_j = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$	I_R			50	μA
	$V_R = 75\text{ V}$	I_R			5	μA
Breakdown voltage	$I_R = 100\text{ }\mu\text{A}, t_p/T = 0.01, t_p = 0.3\text{ ms}$	$V_{(BR)}$	100			V

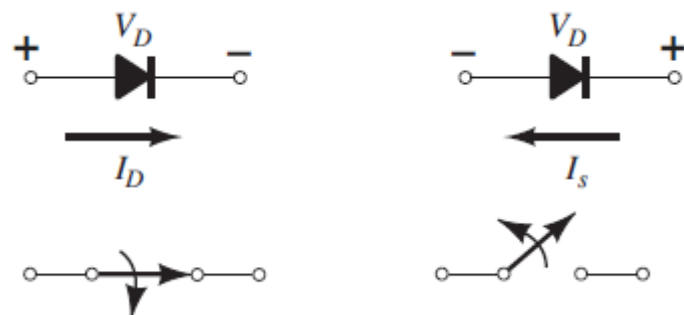
Características Reais de um Diodo

Diodo 1n400x

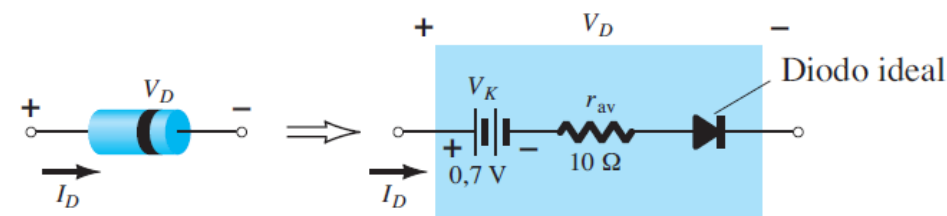
MAXIMUM RATINGS (T _A = 25 °C unless otherwise noted)										
PARAMETER	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNIT	
Maximum repetitive peak reverse voltage	V _{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	V	
Maximum RMS voltage	V _{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	V	
Maximum DC blocking voltage	V _{DC}	50	100	200	400	600	800	1000	V	
Maximum average forward rectified current 0.375" (9.5 mm) lead length at T _A = 75 °C	I _{F(AV)}	1.0							A	
Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load	I _{FSM}	30							A	
Non-repetitive peak forward surge current square waveform T _A = 25 °C (fig. 3)	t _p = 1 ms	I _{FSM}	45							A
	t _p = 2 ms		35							
	t _p = 5 ms		30							
Maximum full load reverse current, full cycle average 0.375" (9.5 mm) lead length T _L = 75 °C	I _{R(AV)}	30							μA	
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T _A = 25 °C unless otherwise noted)										
PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNIT
Maximum instantaneous forward voltage	1.0 A	V _F	1.1							V

Diodo Ideal vs Real

O diodo ideal se comporta como um curto-circuito quando a tensão de polarização direta é maior que zero e como um circuito aberto caso contrário

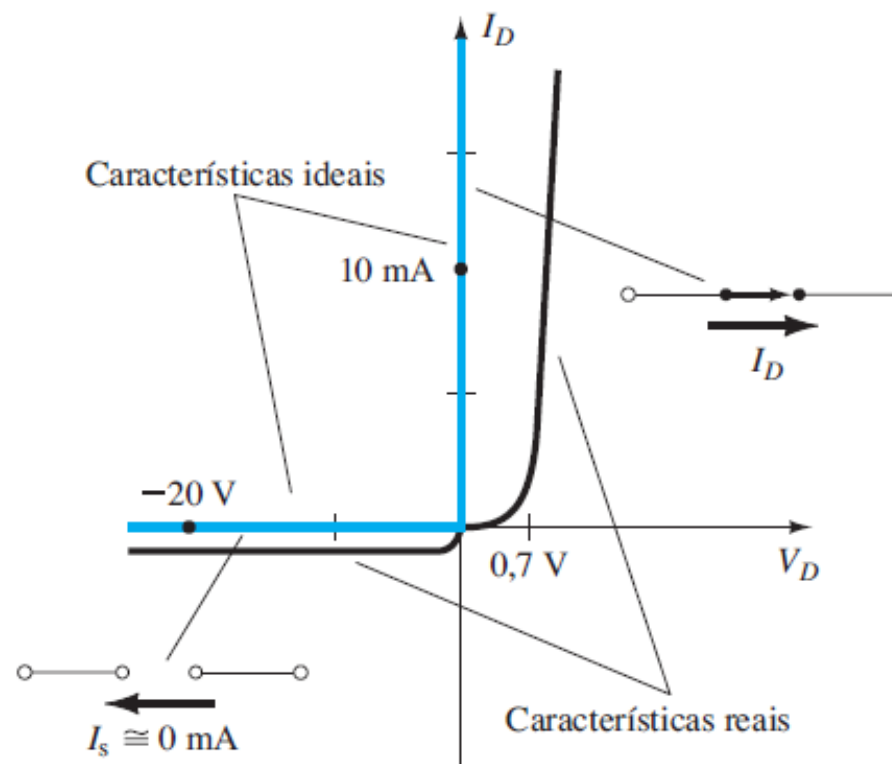


O diodo real possui uma queda de tensão devido à polarização acrescido de uma resistência elétrica intrínseca ao elemento



Diodo Ideal vs Real

A diferença entre os modelos pode ser vista no gráfico I_D vs V_D

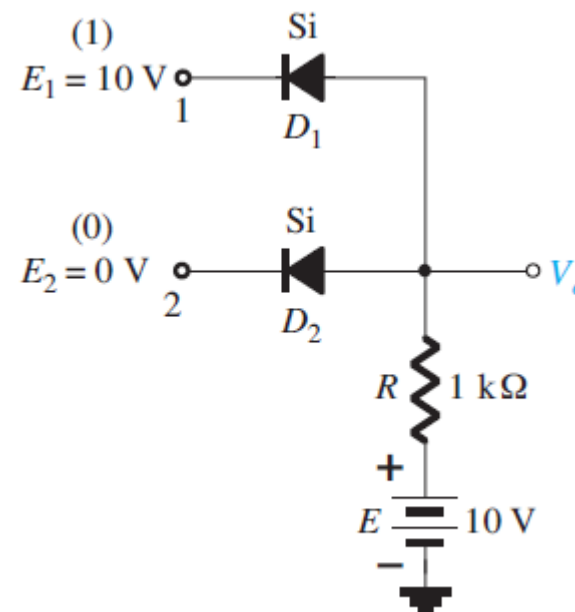
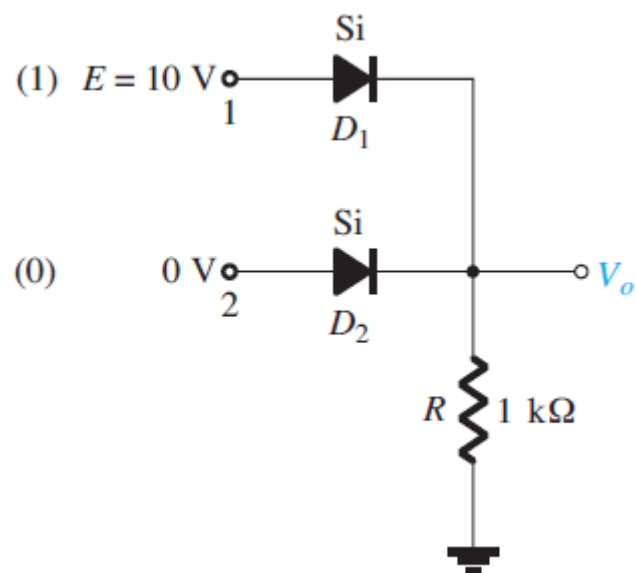


Diodos

Aplicações de Diodos

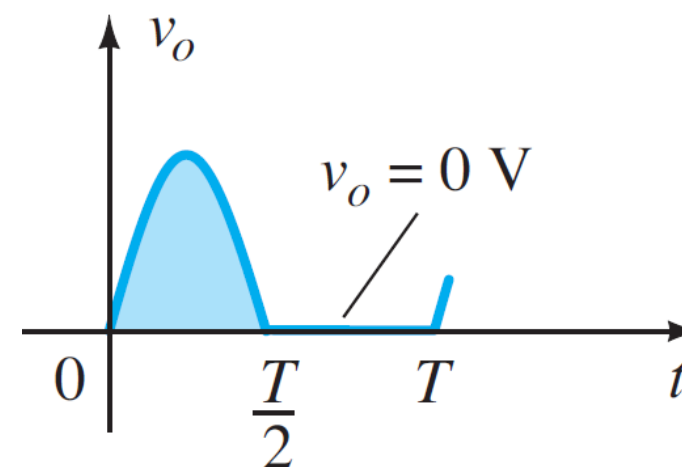
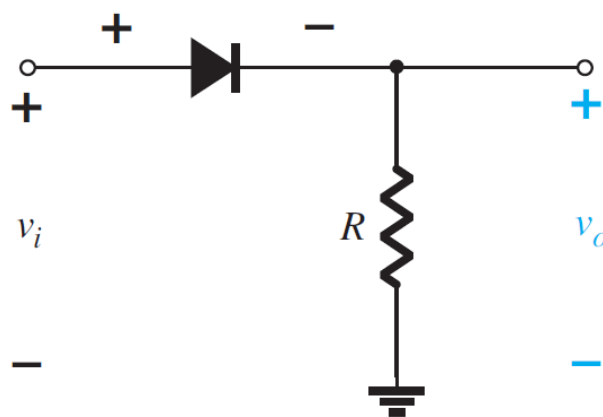
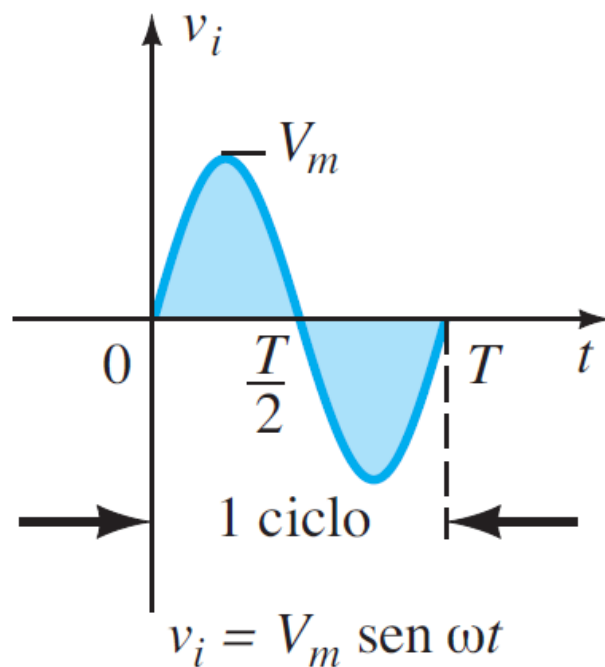
Aplicações de Diodos

Portas lógicas AND e OR



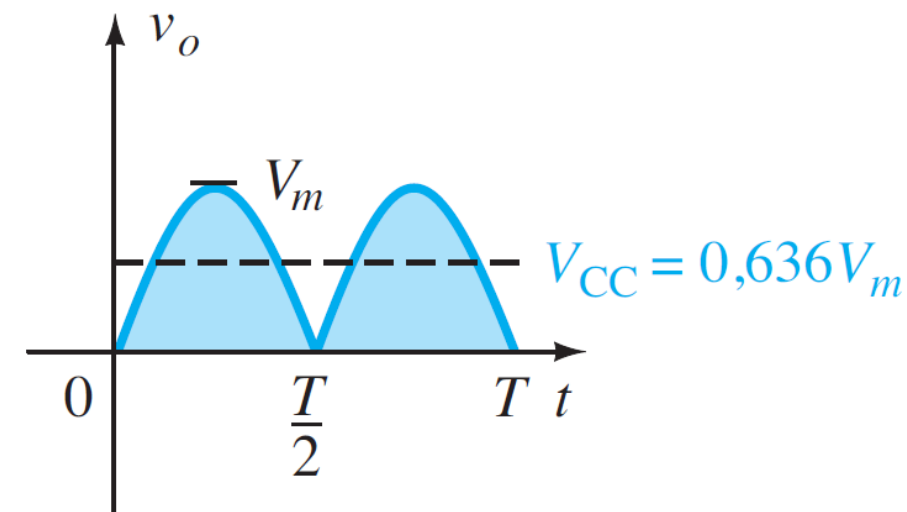
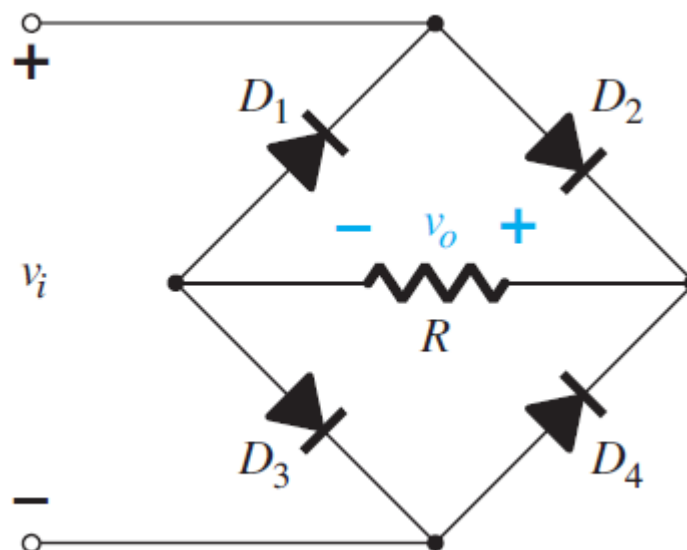
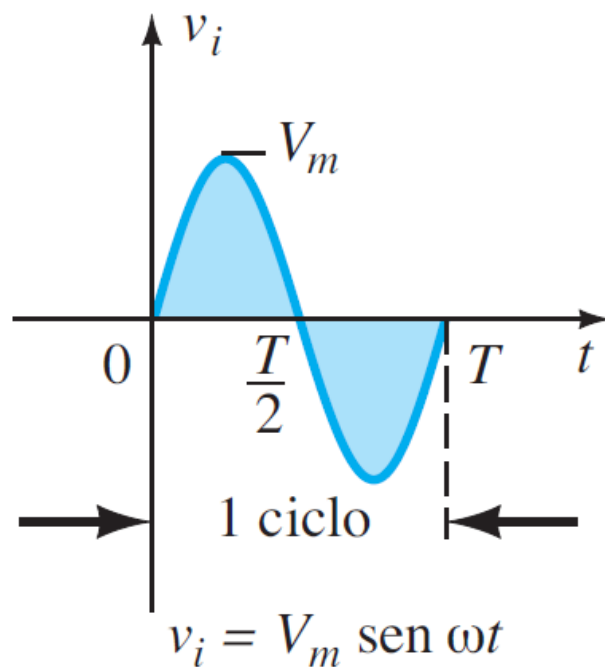
Aplicações de Diodos

Retificadores (Meia Onda)



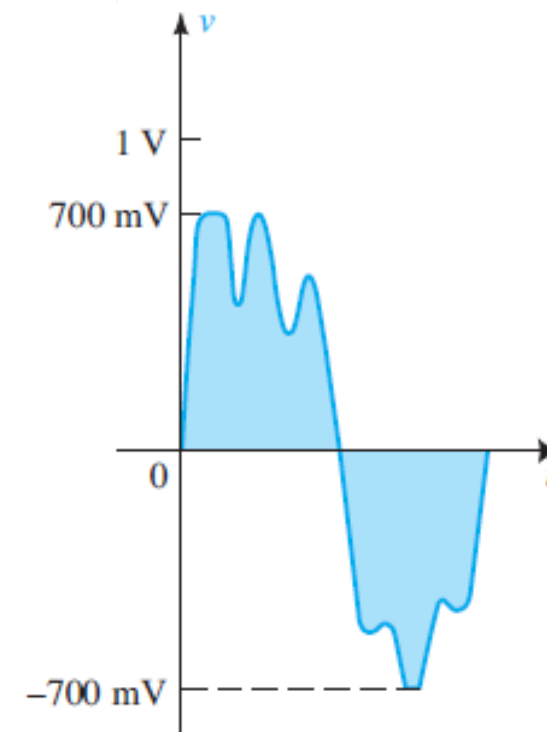
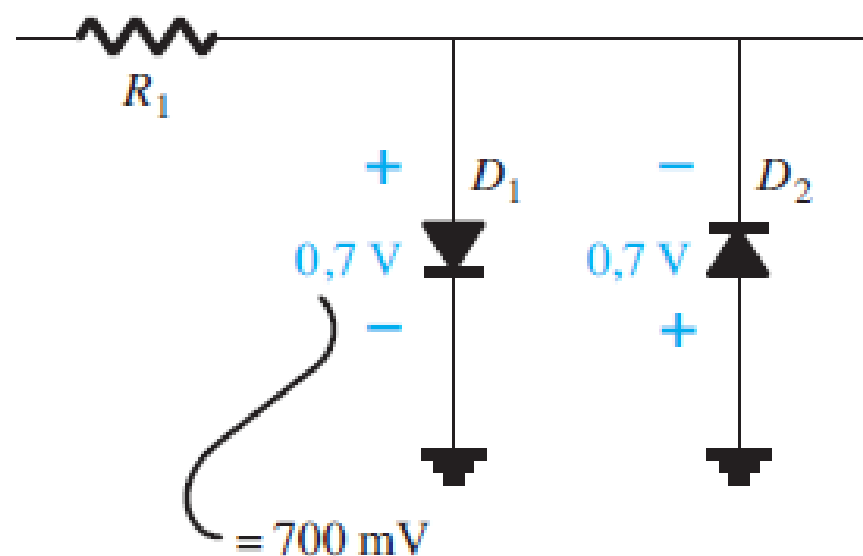
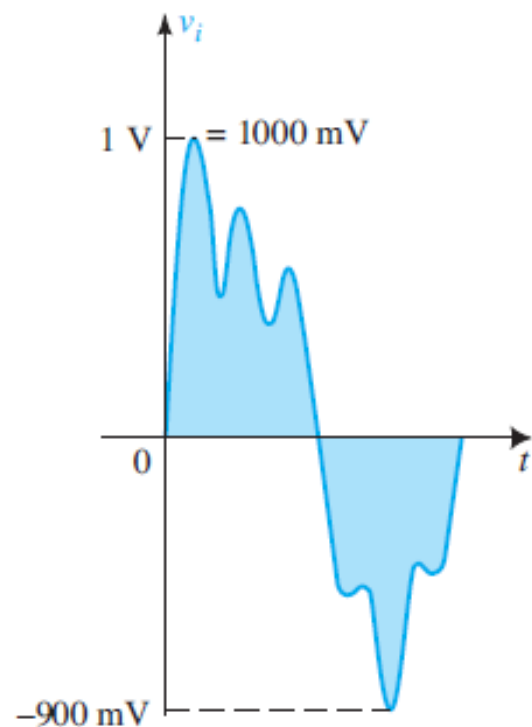
Aplicações de Diodos

Retificadores (Onda Completa)



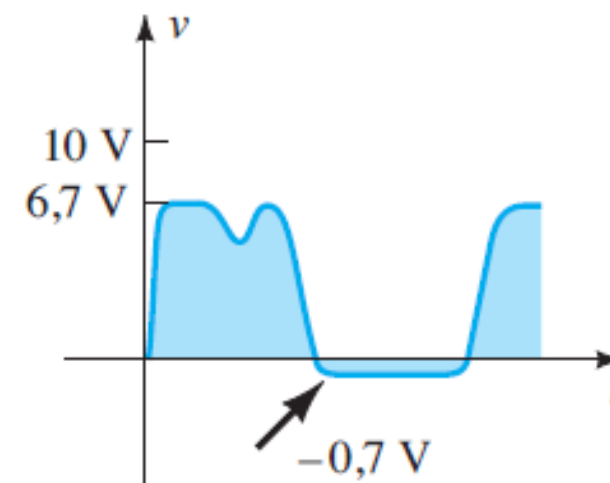
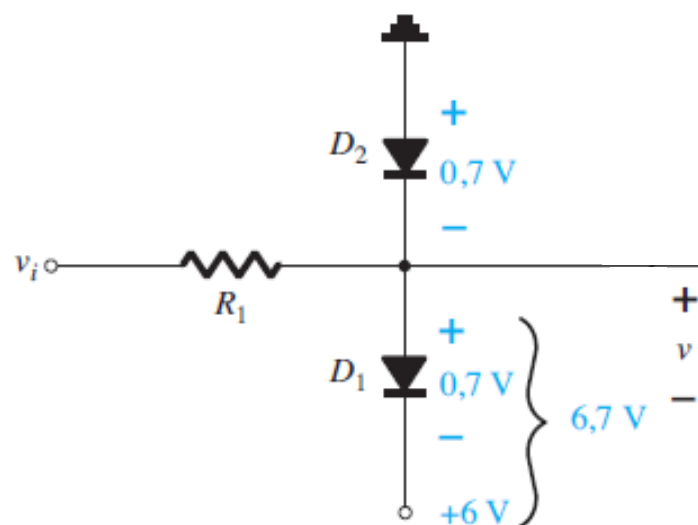
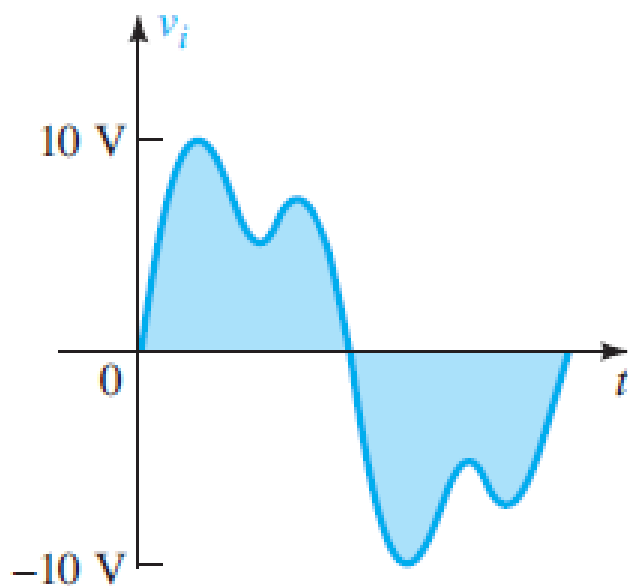
Aplicações de Diodos

Proteção (grampeamento)



Aplicações de Diodos

Proteção (garantia de polaridade e tensão máxima)



Bibliografia

BOYLESTAD, R. L. Introdução à Análise de Circuitos. Prentice-Hall. São Paulo, 2004.

BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. 6ª edição, Prentice Hall do Brasil, 1998.

CIPELLI, Antonio Marco Vicari; MARKUS, Otavio; SANDRINI, Waldir João. Teoria e desenvolvimento de projetos de circuitos eletrônicos. 18 ed. São Paulo: Livros Erica, 2001. 445 p. ISBN 8571947597.