

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

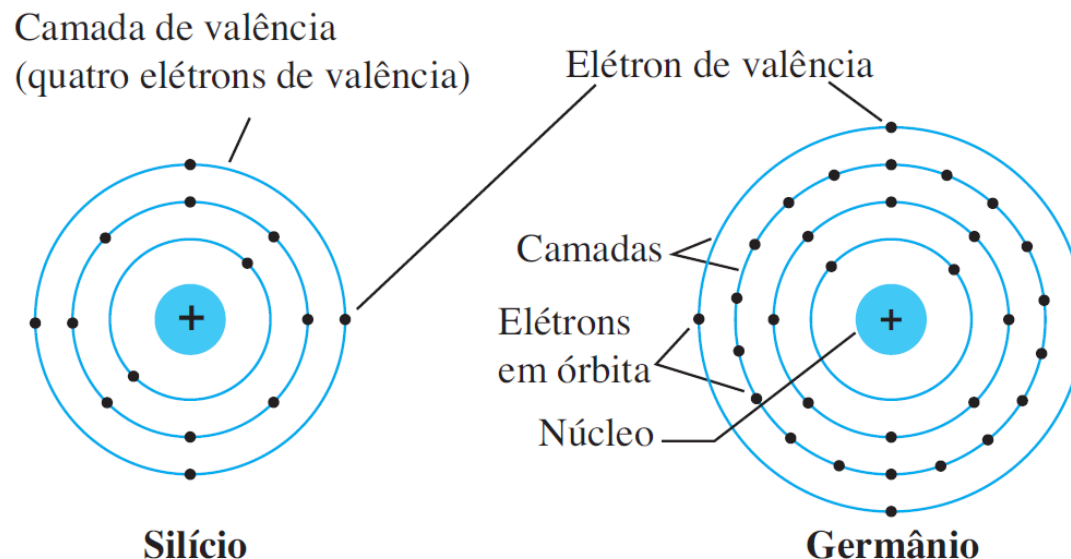
Diodos

Introdução

Introdução

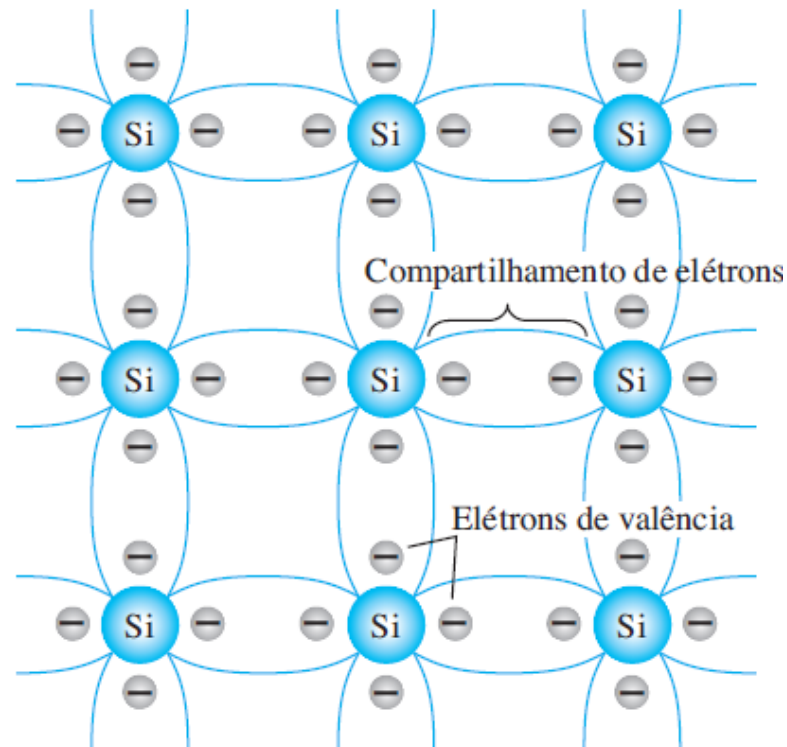
Os diodos são constituídos de materiais semicondutores (Si, Ge, GaAs, etc).

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:



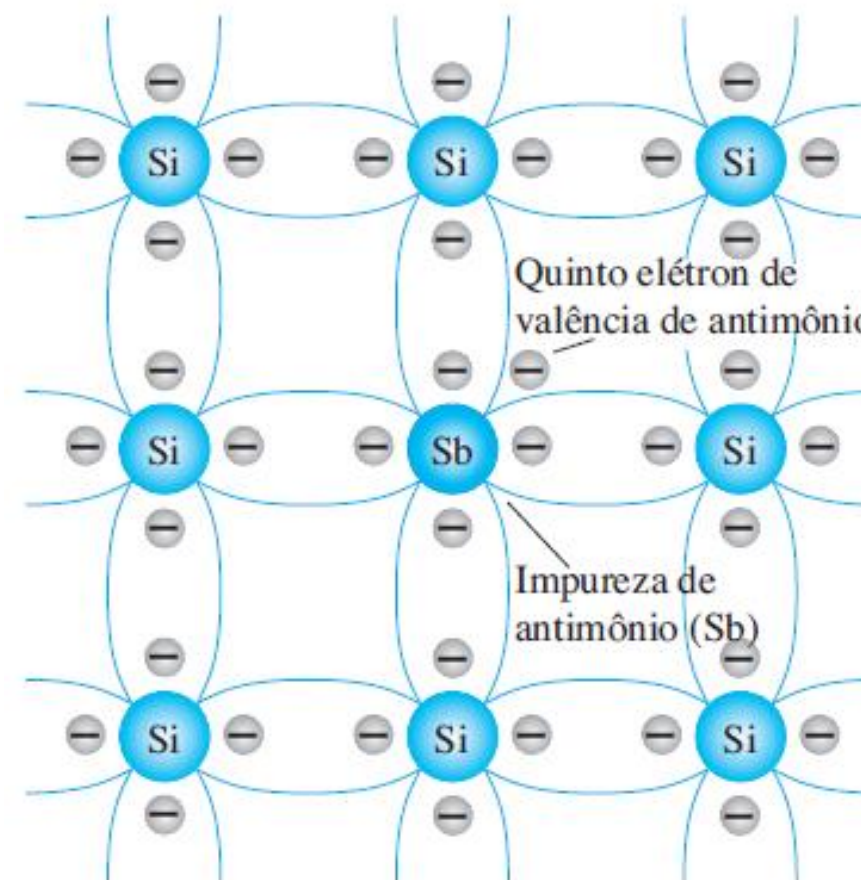
Diodos

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).

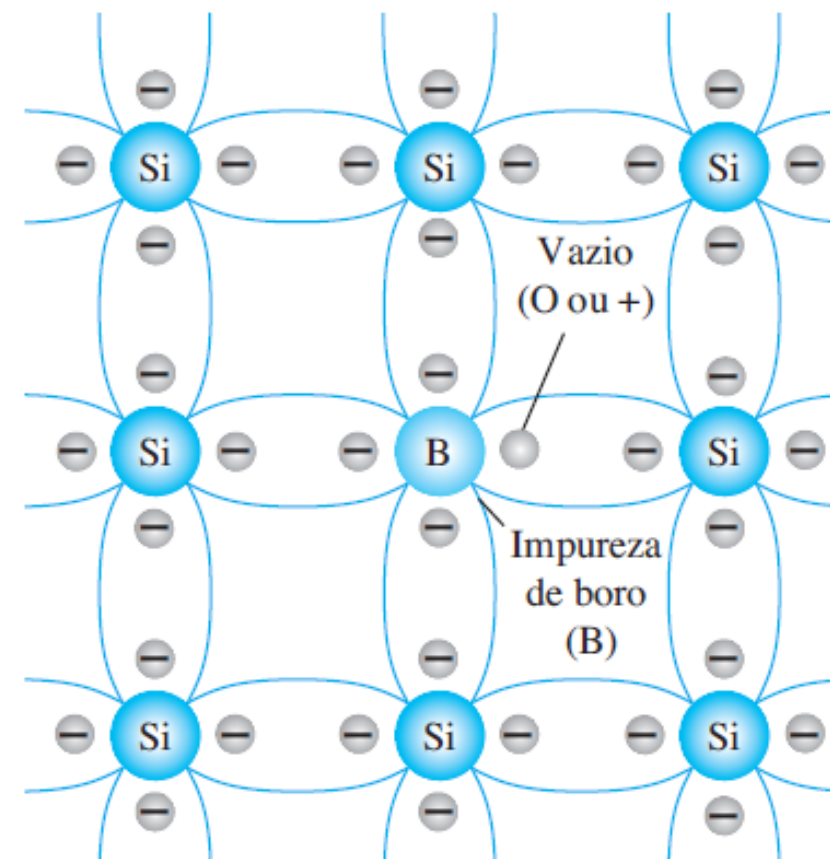
Dessa forma, há o excesso de elétrons dentro da pastilha dopada e esse elétron está livre para se mover dentro da pastilha.



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.

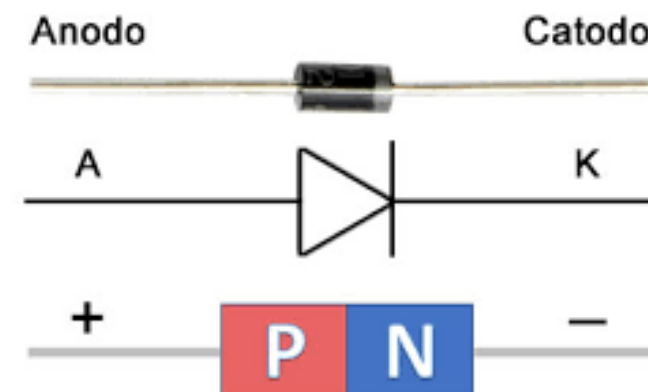
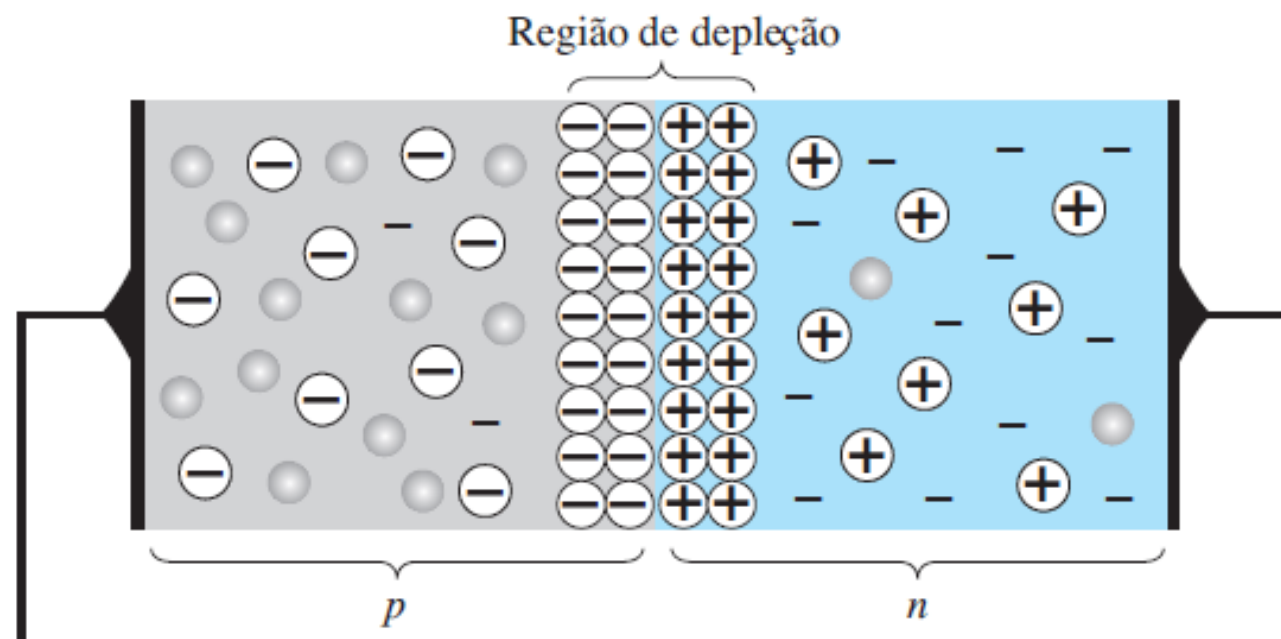


Diodos

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.



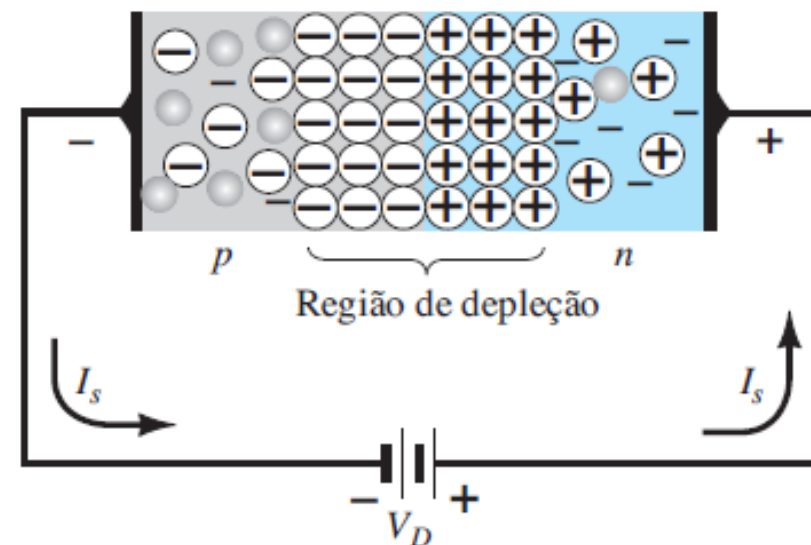
Polarização Reversa de um Diodo

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



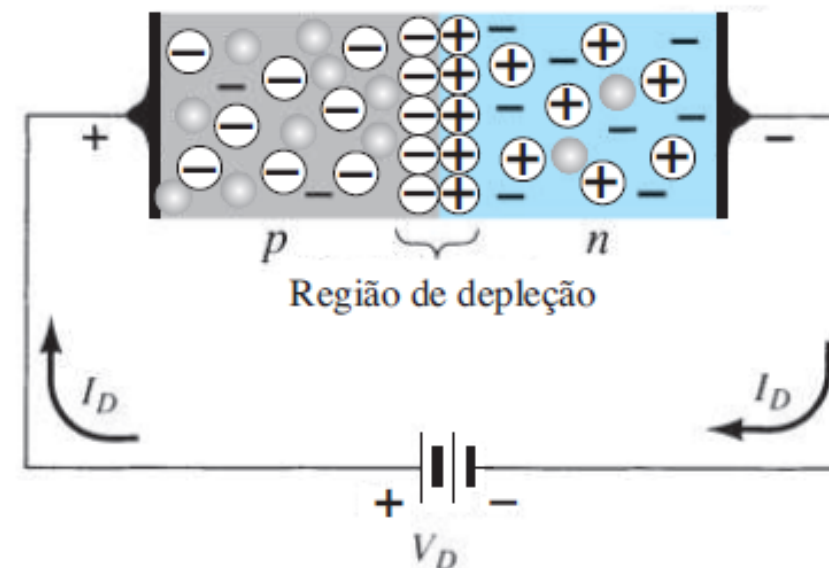
Polarização Direta de um Diodo

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

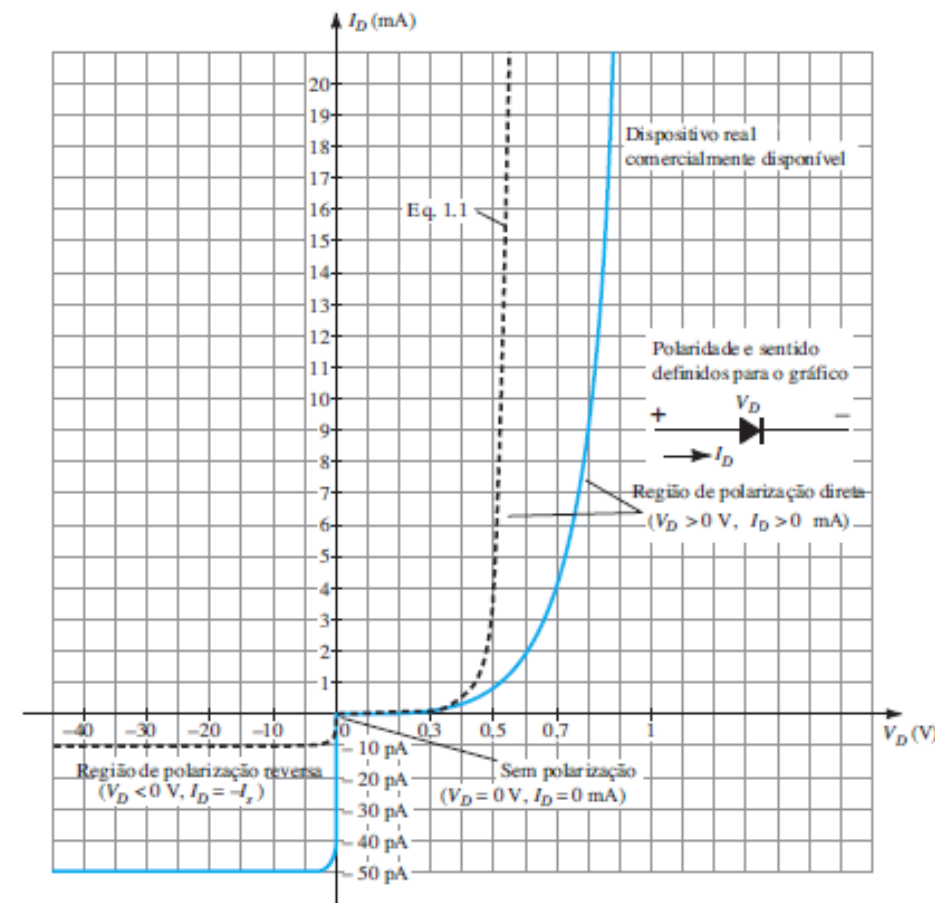


Polarização de um Diodo

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 °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 μs	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 mm, T _L = 45 °C	P _{tot}	440	mW
	l = 4 mm, T _L ≤ 25 °C	P _{tot}	500	mW

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T _{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Forward voltage	I _F = 10 mA	V _F			1	V
Reverse current	V _R = 20 V	I _R			25	nA
	V _R = 20 V, T _j = 150 °C	I _R			50	μA
	V _R = 75 V	I _R			5	μA
Breakdown voltage	I _R = 100 μA, t _p /T = 0.01, t _p = 0.3 ms	V _(BR)	100			V

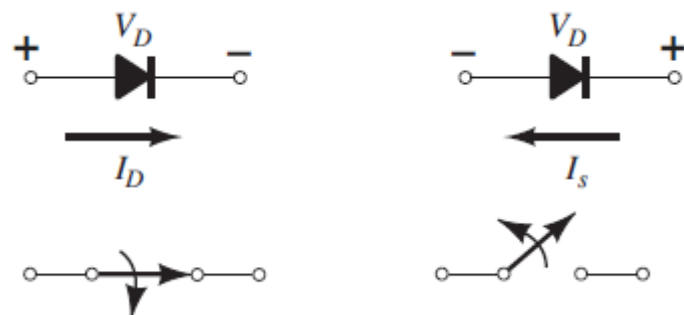
Características Reais de um Diodo

Diodo 1n400x

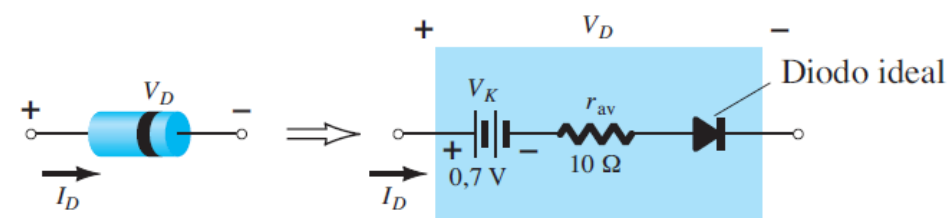
MAXIMUM RATINGS (T _A = 25 °C unless otherwise noted)										
PARAMETER	SYMBOL	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNIT	
Maximum repetitive peak reverse voltage	V _{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	V	
Maximum RMS voltage	V _{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	V	
Maximum DC blocking voltage	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

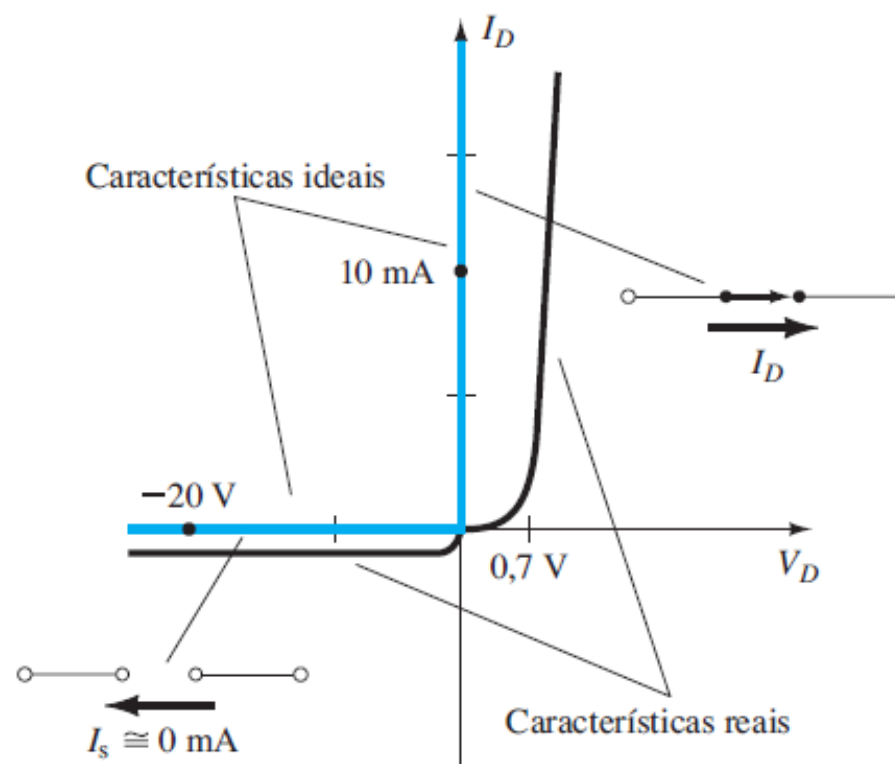


O diodo real possui uma queda de tensão devido à polarização acrescido de uma resistência elétrica intrínseca ao elemento



Diodo Ideal vs Real

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

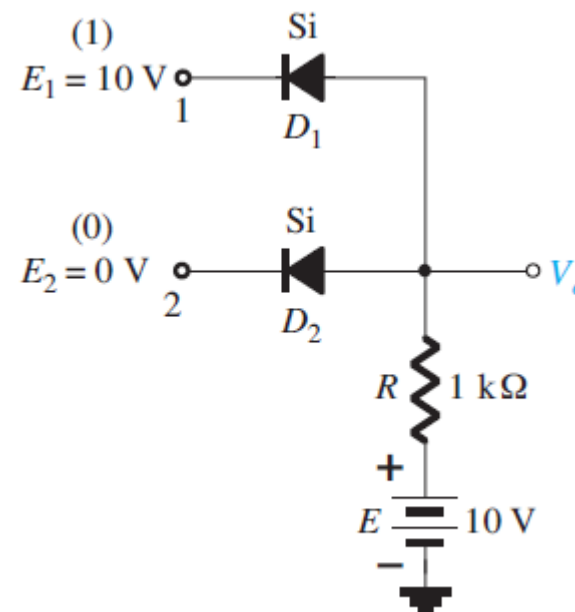
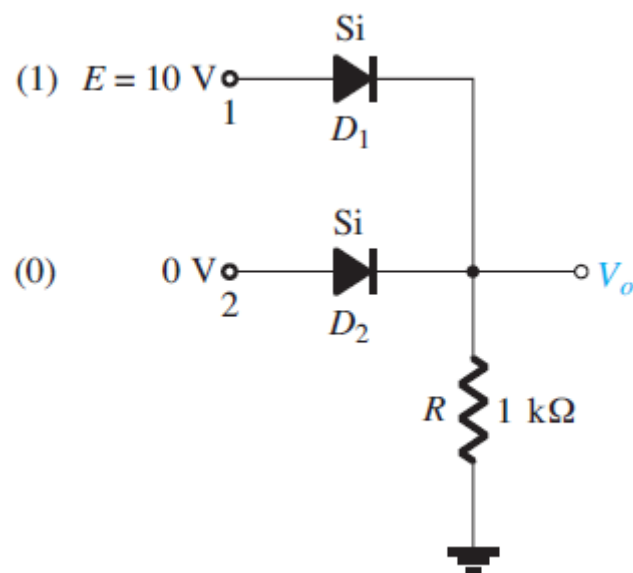


Diodos

Aplicações de Diodos

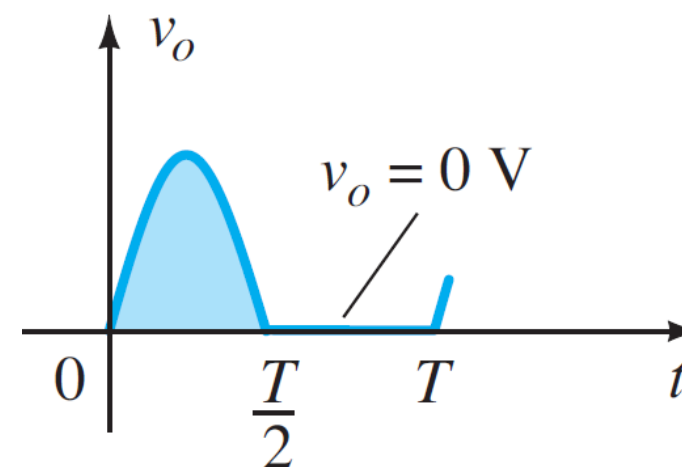
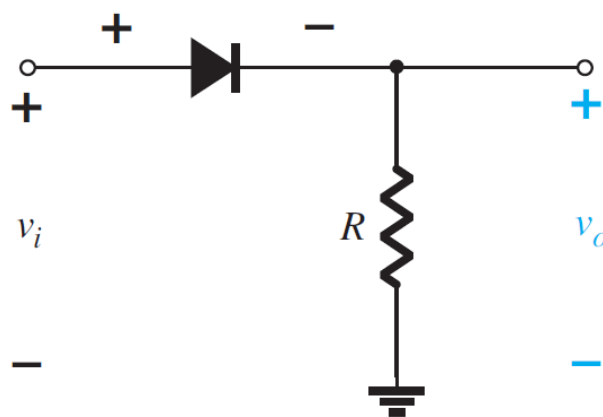
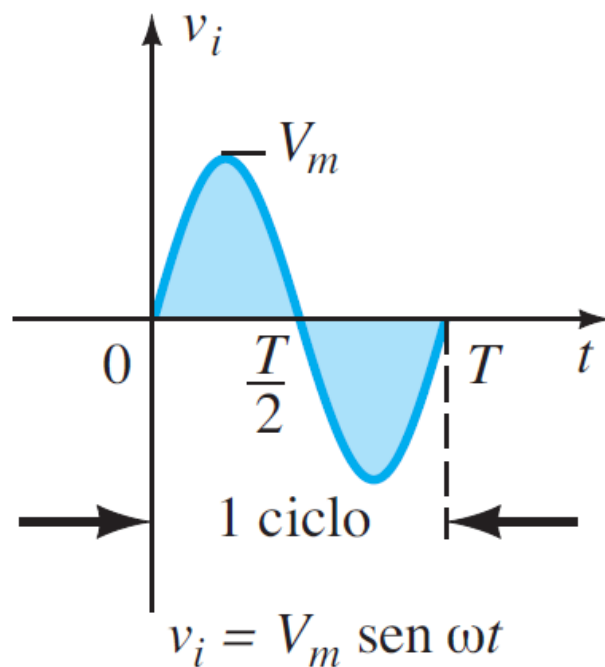
Aplicações de Diodos

Portas lógicas AND e OR



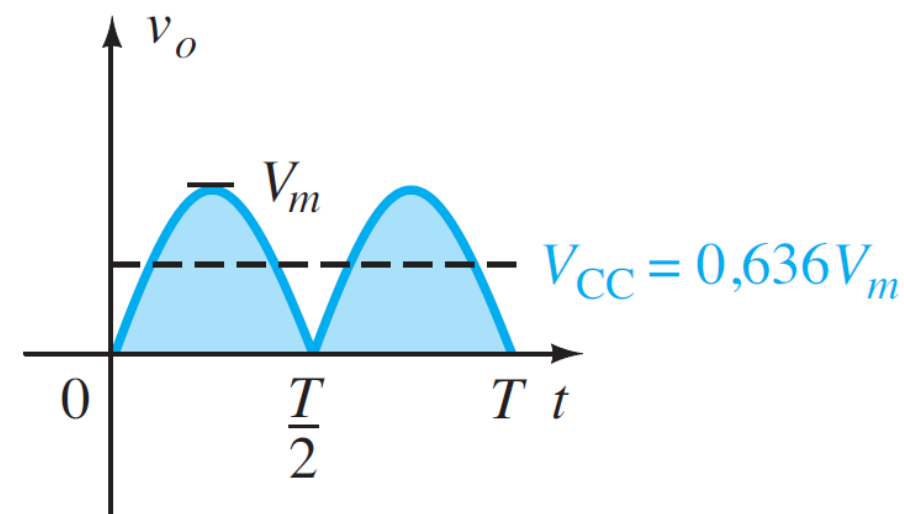
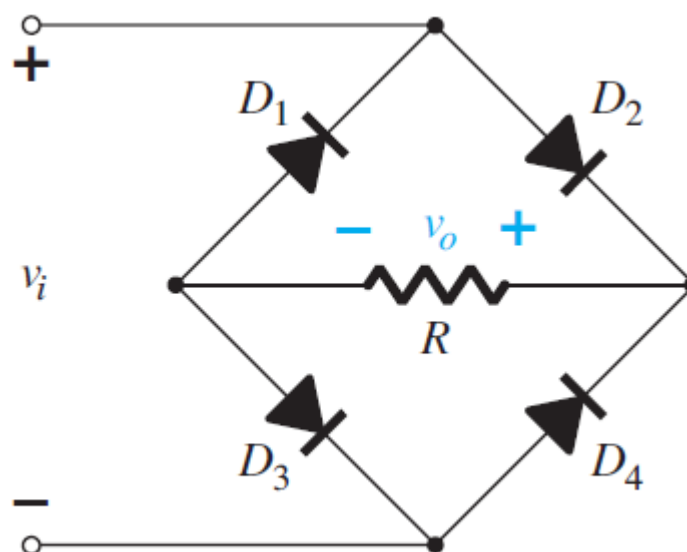
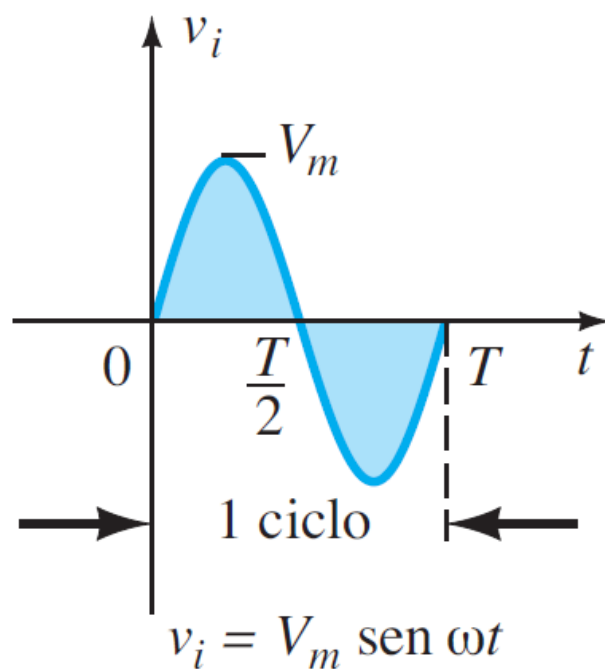
Aplicações de Diodos

Retificadores (Meia Onda)



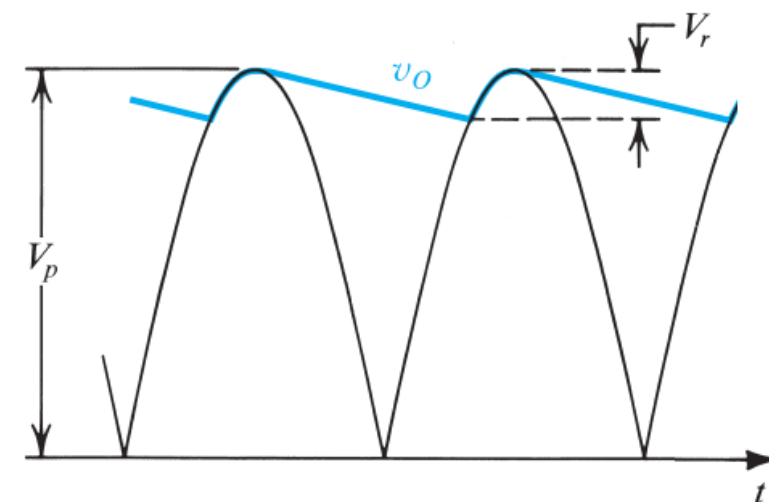
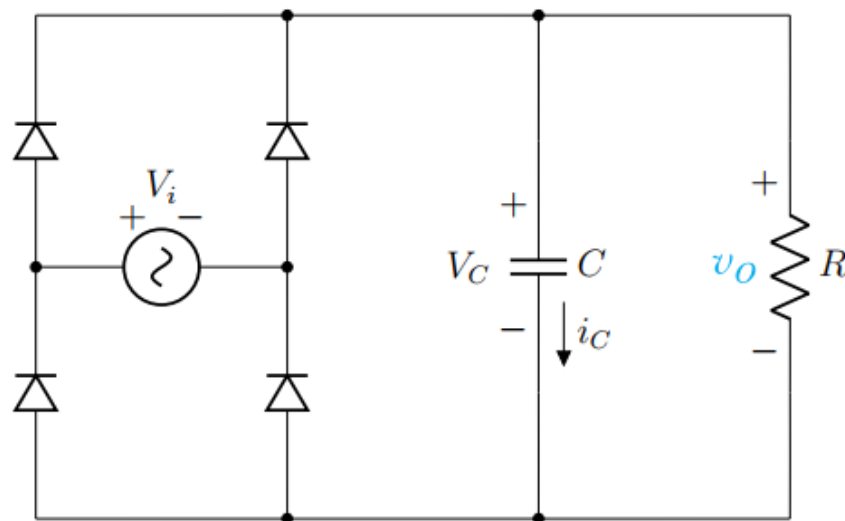
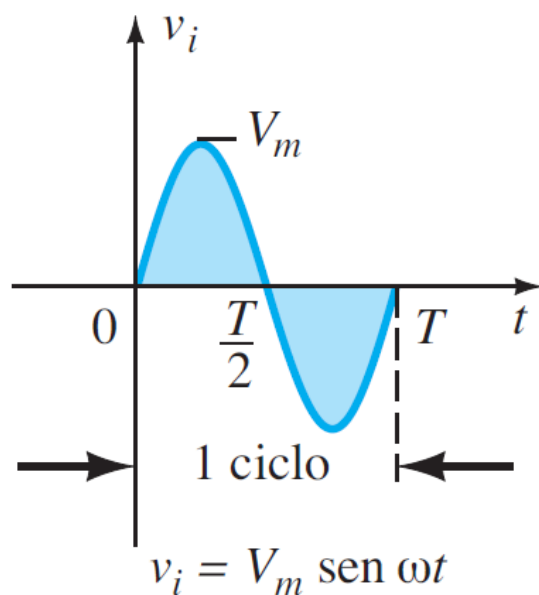
Aplicações de Diodos

Retificadores (Onda Completa)



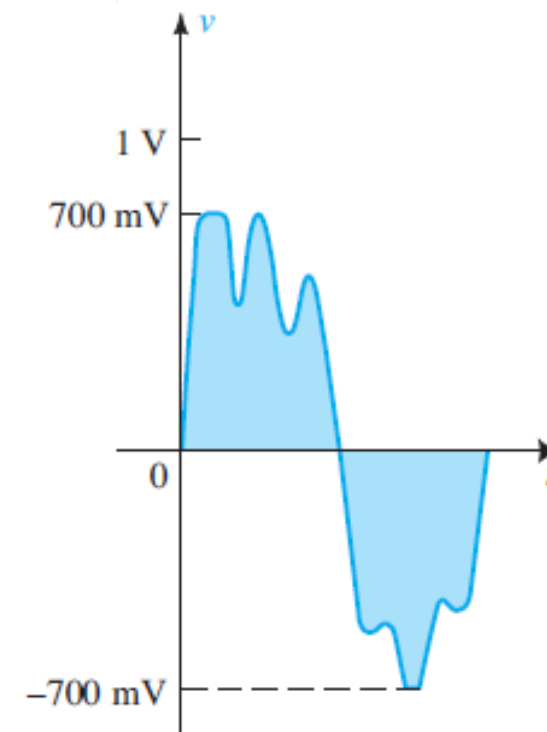
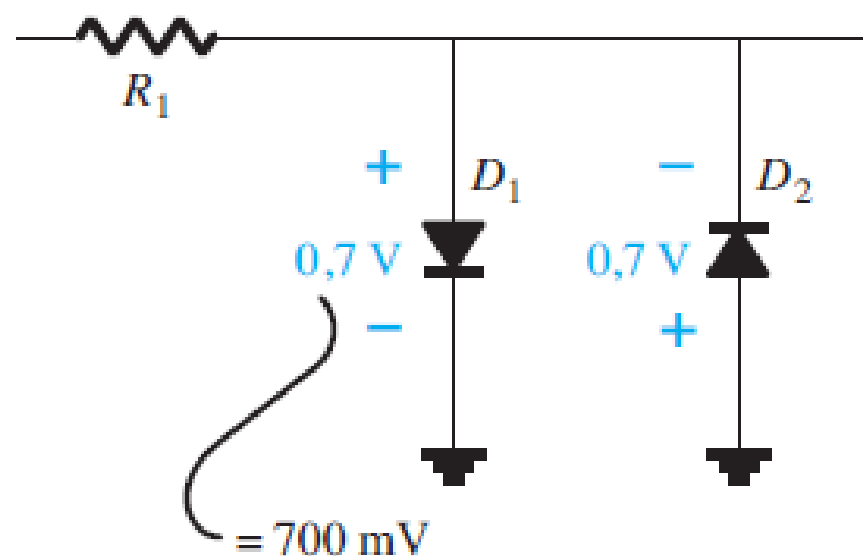
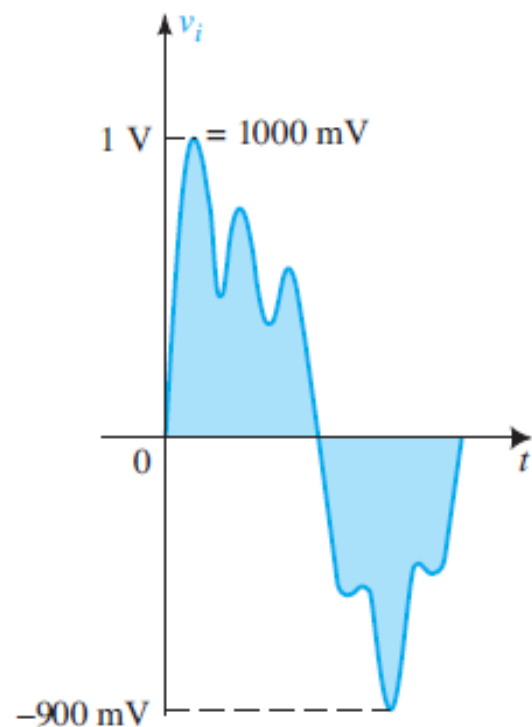
Aplicações de Diodos

Retificador de Onda Completa com Filtro Capacitivo



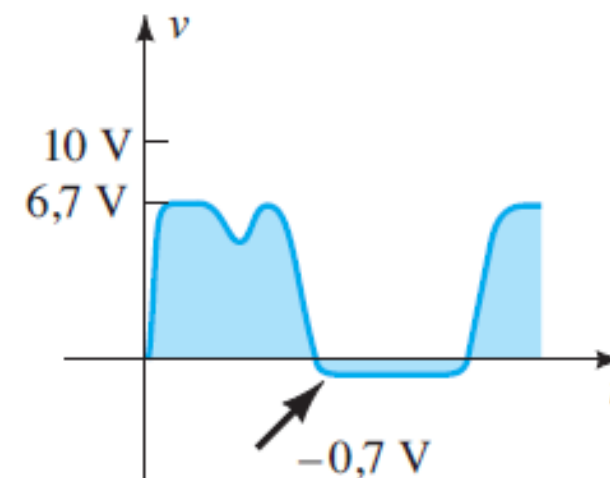
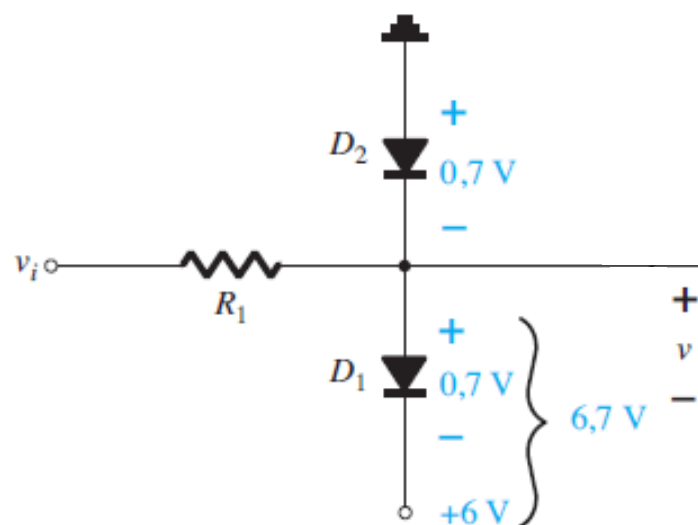
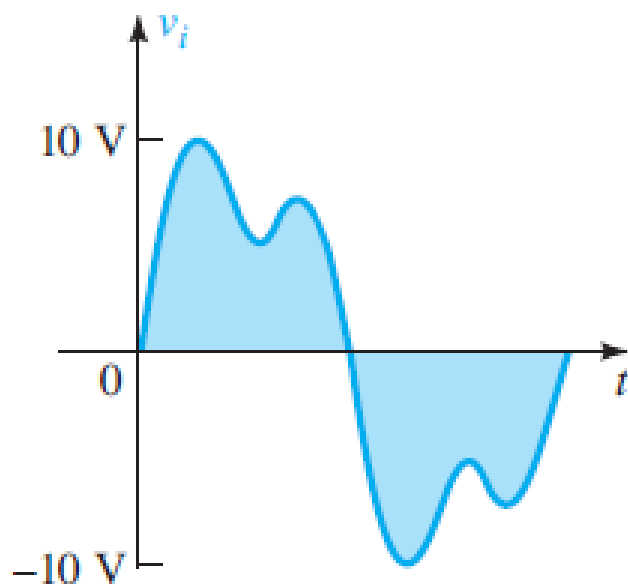
Aplicações de Diodos

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.