



LÂMPADAS ELÉTRICAS

(FONTES LUMINOSAS)



- OBJETIVOS:

1) CONCEITOS BÁSICOS DE FOTOMETRIA E DA AÇÃO DA LUZ SOBRE O OLHO

- CURVA DE SENSIBILIDADE DO OLHO HUMANO
- FLUXO LUMINOSO
- EFICÁCIA LUMINOSA
- COR

2) TIPOS DE LÂMPADAS

2.1) LÂMPADAS INCANDESCENTES

- LÂMPADA INCANDESCENTE CONVENCIONAL
- LÂMPADA INCANDESCENTES HALÓGENAS

2.2) LÂMPADAS À DESCARGA

- FLUORESCENTE
- VAPOR DE MERCÚRIO
- VAPOR DE SÓDIO
- MISTA
- LÂMPADA DE VAPORES METÁLICOS

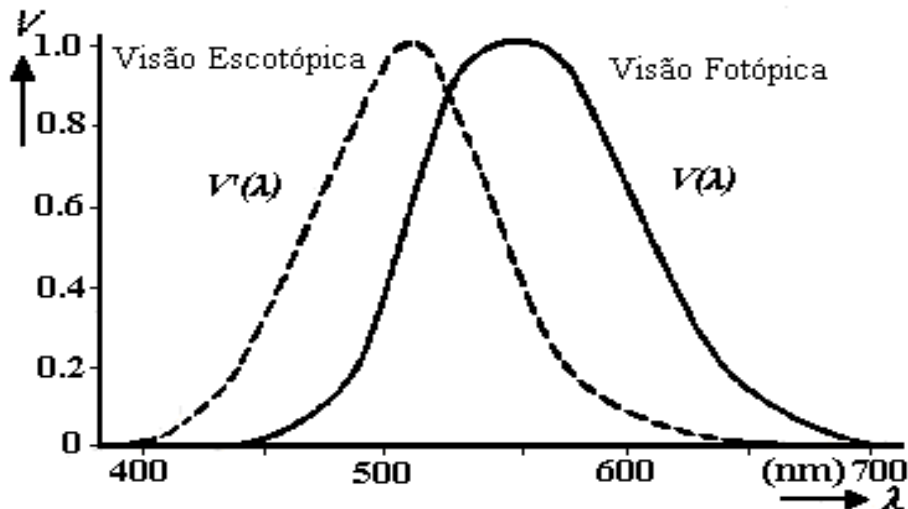


1) CONCEITOS BÁSICOS DE FOTOMETRIA E DA AÇÃO DA LUZ SOBRE O OLHO

LUZ ==> Radiação eletromagnética que produz uma sensação de claridade.

LÂMPADAS ELÉTRICAS ==> Transformam energia elétrica em luminosa.

CURVA DE SENSIBILIDADE DO OLHO HUMANO



visão Escotópica = noturna

visão Fotópica = diurna



FLUXO LUMINOSO ==> Aptidão de produzir uma sensação luminosa no olho. Medido em Lúmen (lm).

EFICÁCIA LUMINOSA ==> Relação entre o fluxo luminoso e a potência consumida para gerá-lo (lm/W).

COR ==> Sensação visual que permite distinguir fontes de luz de mesmo tamanho, forma e intensidade.

O olho humano é capaz de diferenciar três tipos básicos de cor: azul, verde e vermelho. As demais cores são composições destas.

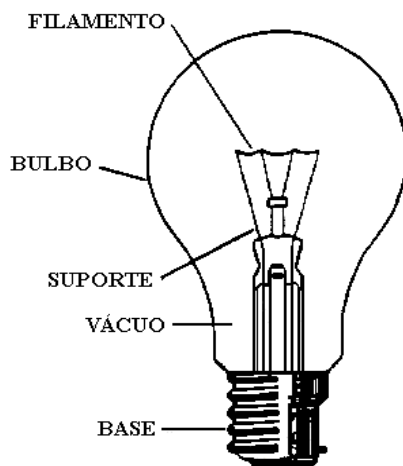


TIPOS DE LÂMPADAS

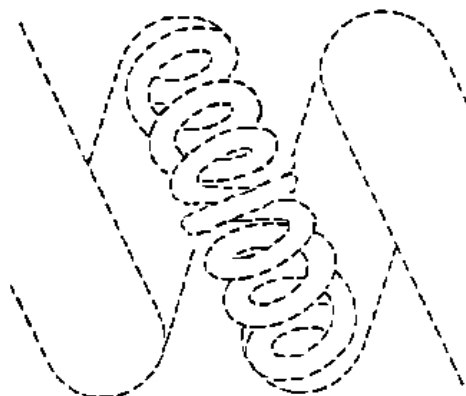
LÂMPADAS INCANDESCENTES

- Emissão de luz por um filamento aquecido (tungstênio).
- O filamento é aquecido ,pela corrente, até que começa a emitir luz no espectro visível.
- A lâmpada possui um bulbo para proteger o filamento.
- Filamento em dupla espiral para aumentar a área radiante.

LÂMPADA INCANDESCENTE CONVENCIONAL



Estrutura interna de uma lâmpada incandescente convencional



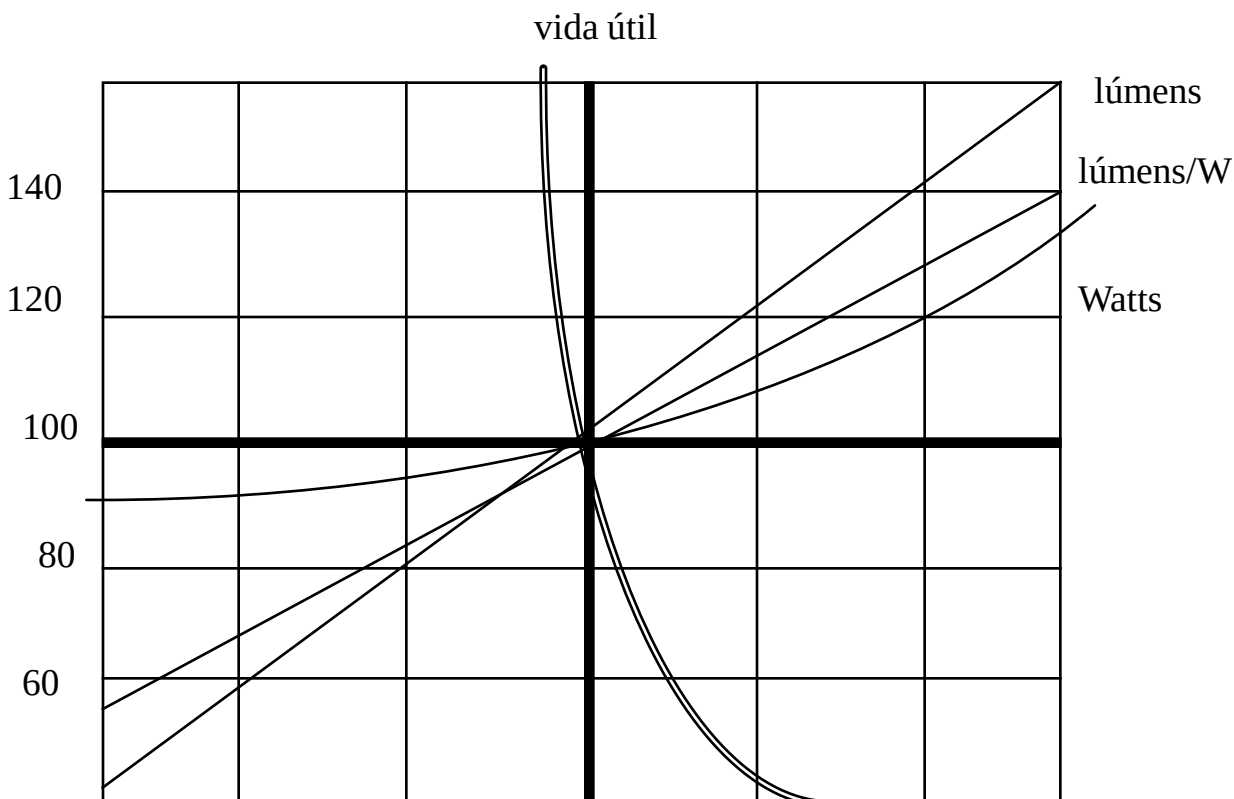
Vista Ampliada do filamento de uma lâmpada incandescente comercial



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS INCANDESCENTE INFLUENCIADAS PELA TENSÃO

$$\left[\frac{GRANDEZA}{VALOR\ NOMINAL} \right] = \left[\frac{TENSÃO(V)}{TENSÃO\ NOMINAL(V)} \right]^K$$

GRANDEZA	K
Vida Útil (hs)	13
Fluxo Luminoso (lm)	3,4
Potência Absorvida (W)	1,6
Eficácia (lm/W)	1,8
Temperatura de Cor	0,42



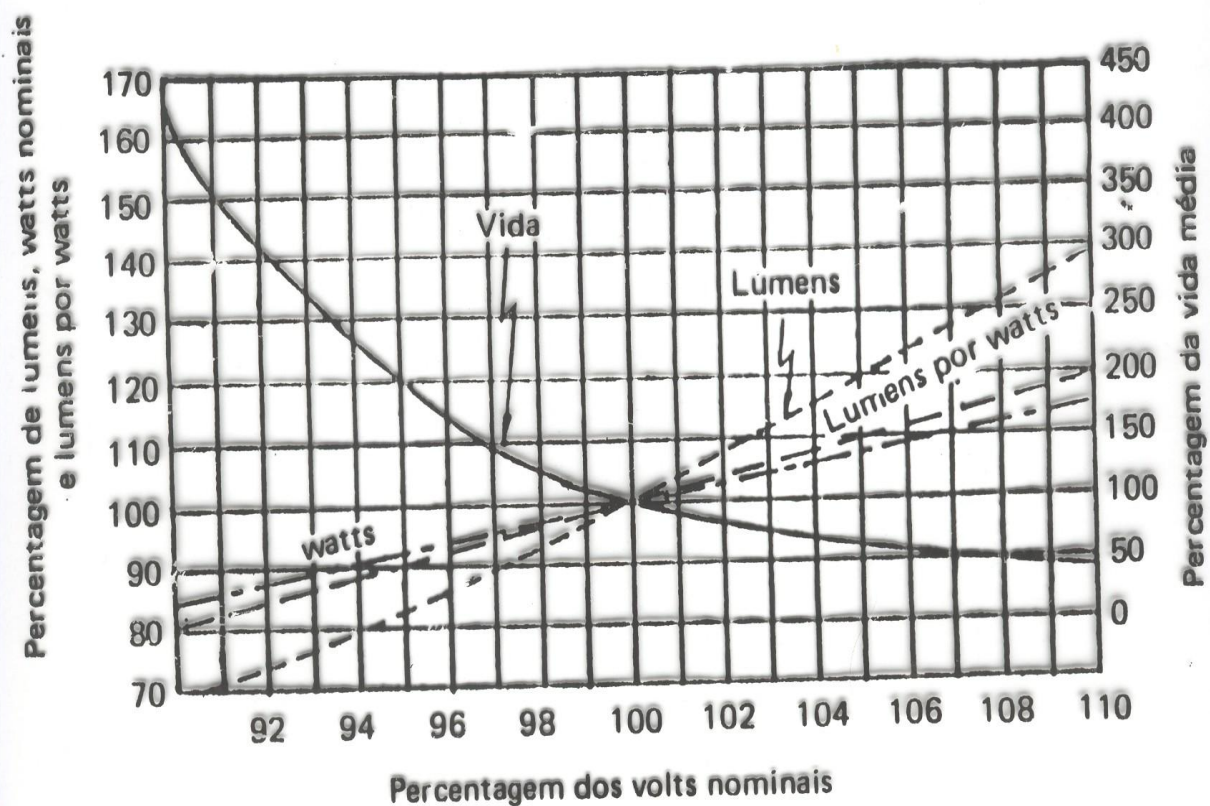
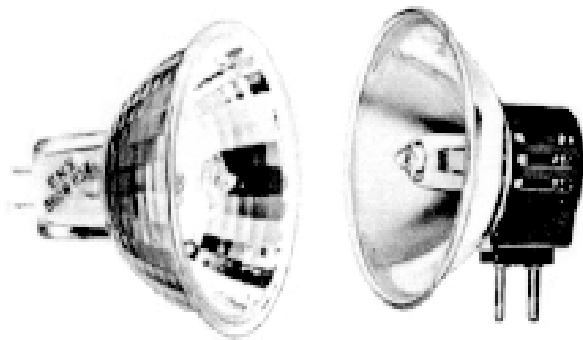


Fig. 5.3. Características de operações sobretensões e subtensões.



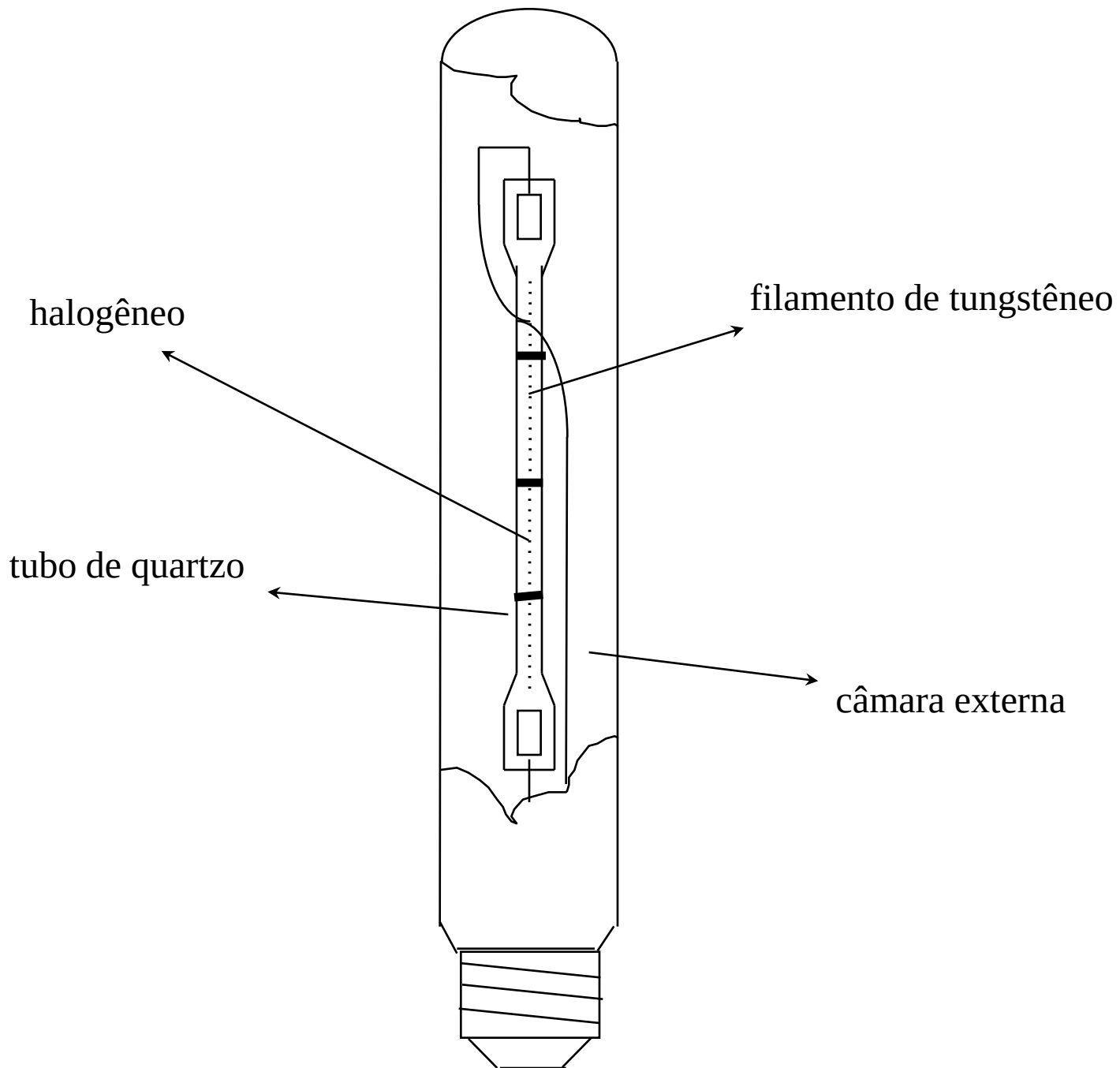
LÂMPADAS INCANDESCENTES HALÓGENAS

É uma lâmpada incandescente à qual se adiciona um elemento halógeno, em geral iodo ou bromo.



Lâmpada incandescente halógena de 50W

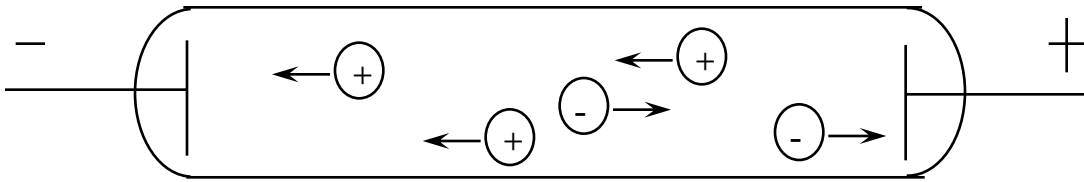
- O elemento halógeno reage com partículas do Tungstênio.
- O bulbo de quartzo não deve ser tocado com a mão para evitar depósito de gordura no vidro e a formação de microfissuras neste.
- A lâmpada incandescente halógena emite mais radiação ultravioleta que as lâmpadas comuns. Portanto deve-se evitar exposições prolongadas de partes sensíveis do corpo à luz direta e concentrada.



ESQUEMA DE LÂMPADA HALÓGENA



LÂMPADAS À DESCARGA



ELÉTRON



ÁTOMO IONIZADO



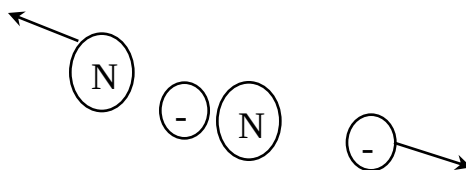
ÁTOMO NEUTRO

E_e - ENERGIA DE PRIMEIRA EXCITAÇÃO

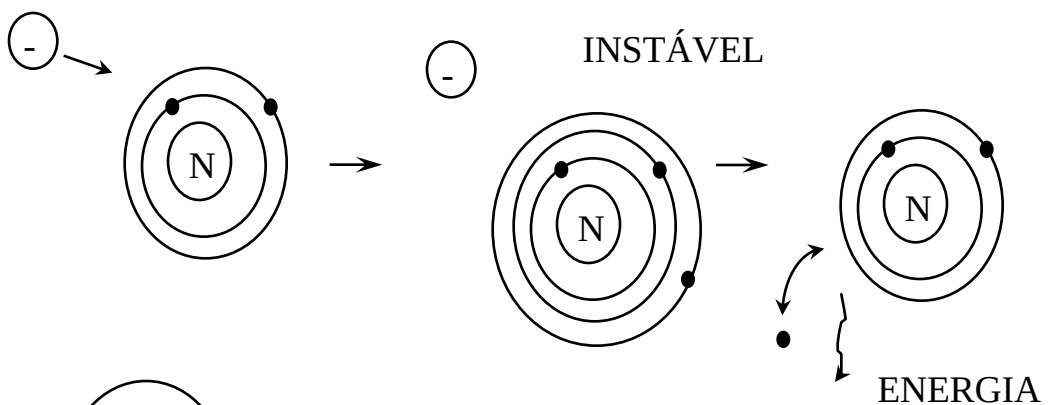
E_i - ENERGIA DE IONIZAÇÃO

PROCESSO

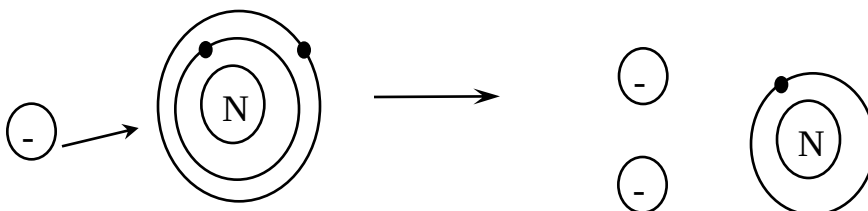
$E < E_e$



$E_e < E < E_i$

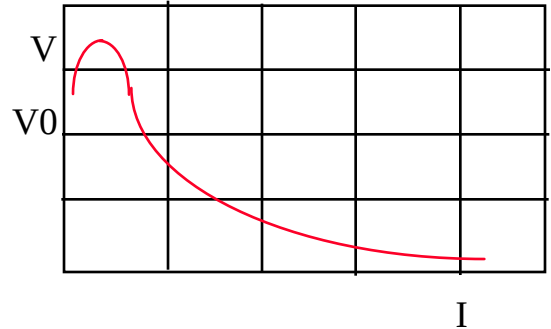
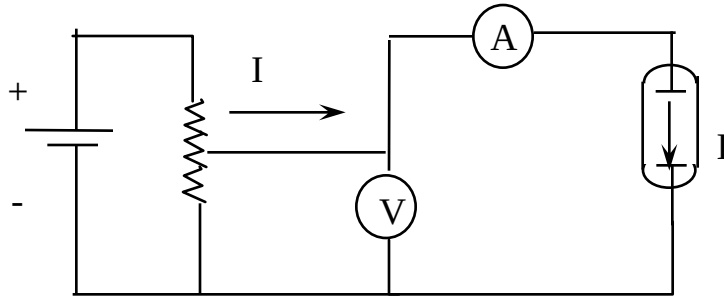


$E > E_i$



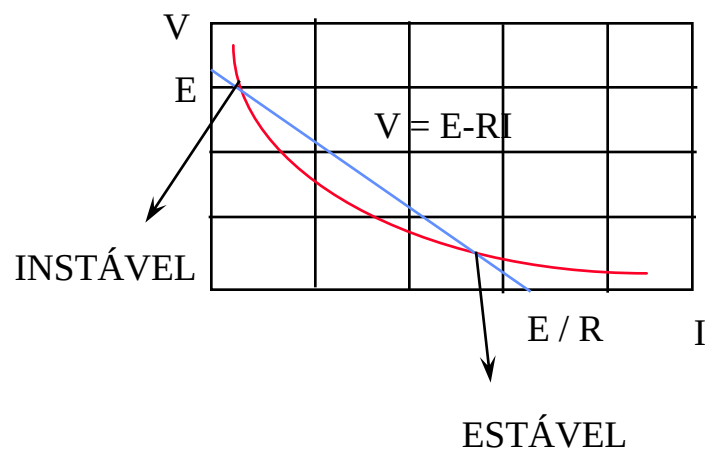
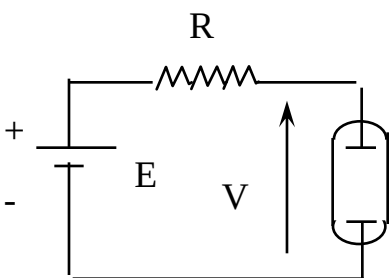
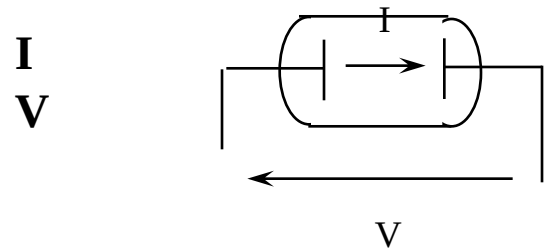


CARACTERÍSTICA ESTÁTICA DE DESCARGAS EM GASES



**DESCARGAS EM GÁS APRESENTAM
CARACTERÍSTICA $V = f(I)$ NEGATIVA APÓS O
INÍCIO DA CONDUÇÃO**

**AUMENTANDO
DIMINUE**

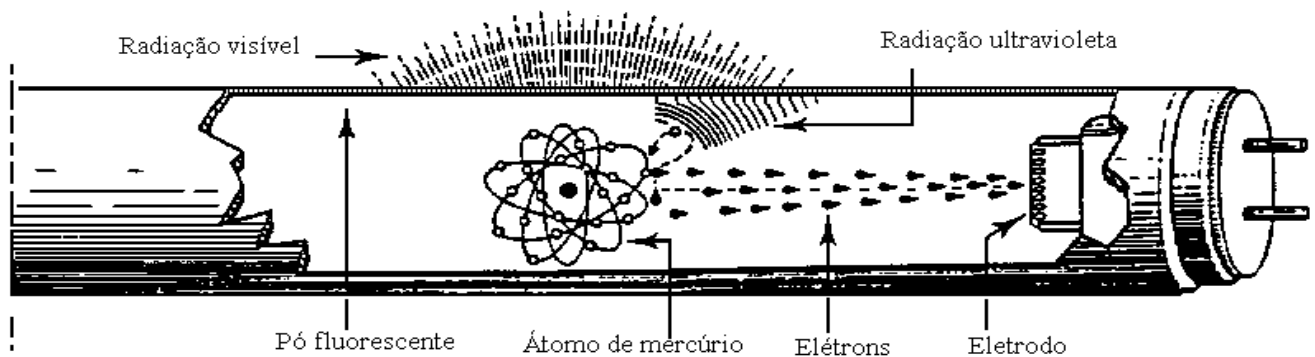




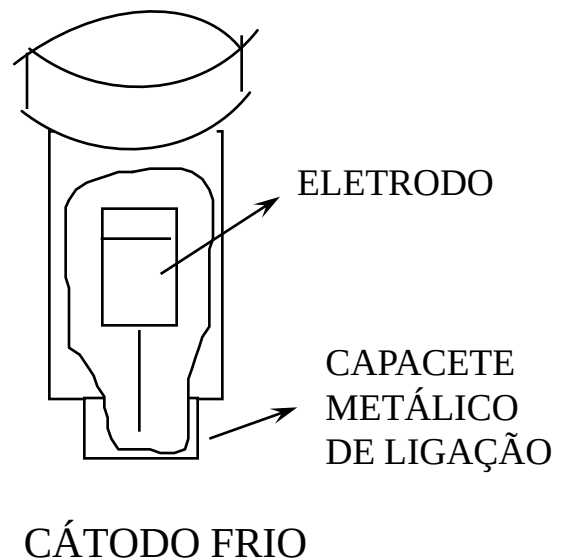
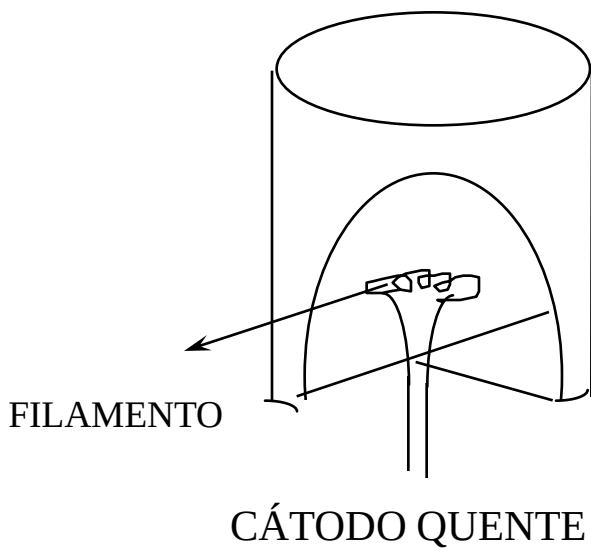
LÂMPADA À DESCARGA DE BAIXA PRESSÃO

- Pressões da ordem de 10^{-3} atm
- Potência de arco de 0.5 a 2 W/cm

Tipo vapor de mercúrio (fluorescente)



Estrutura interna e princípio de funcionamento de uma lâmpada fluorescente tubular

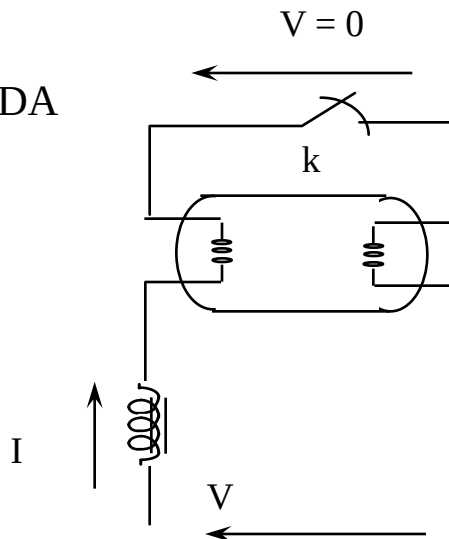




PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO LÂMPADAS FLUORESCENTES - CÁTODO QUENTE

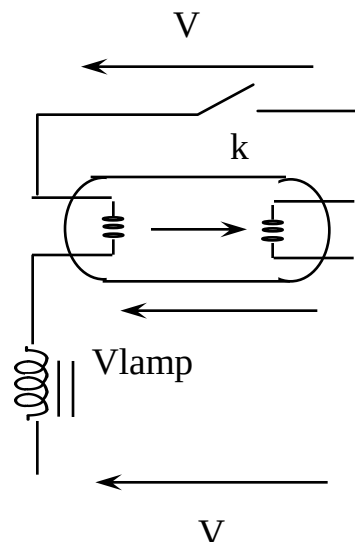
PRIMEIRA FASE : CHAVE K FECHADA

- 1 - CIRCULAÇÃO DE I
- 2 - AQUECIMENTO DO FILAMENTO
- 3 - EMISSÃO DE ELÉTRONS
- 4 - CARGA ESPACIAL
- 5 - NÃO HÁ IGNIÇÃO POIS $V_{lamp} = 0$



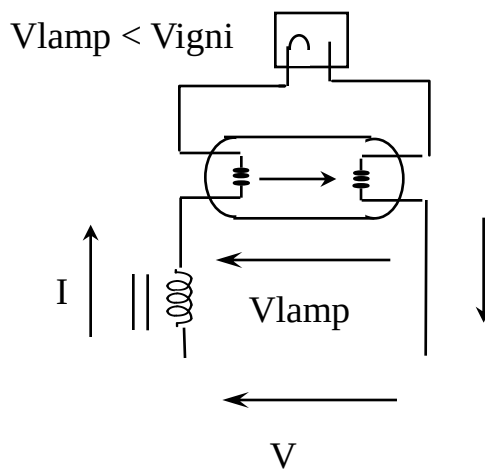
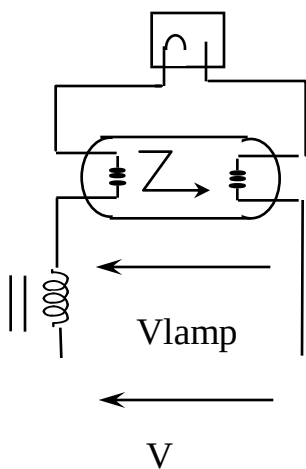
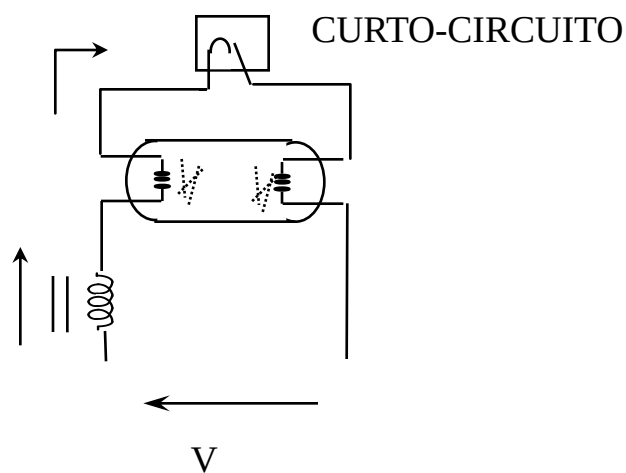
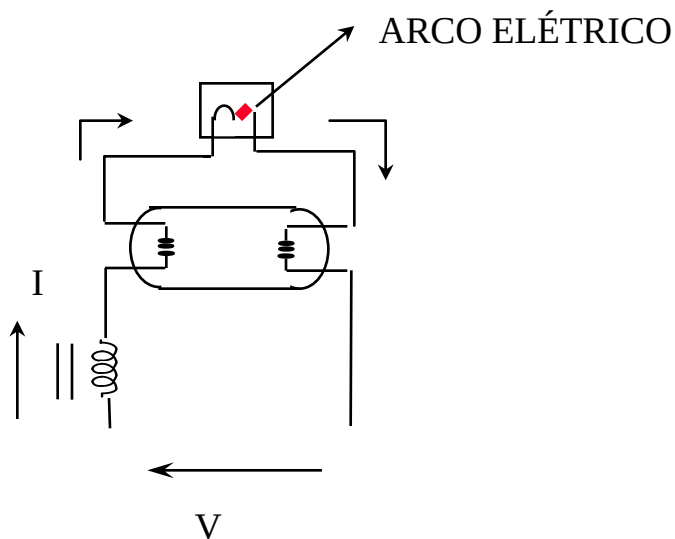
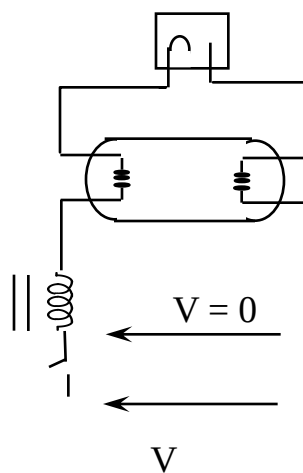
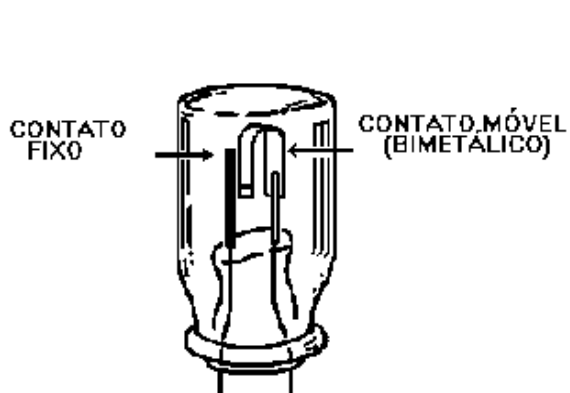
SEGUNDA FASE : CHAVE K ABERTA

- 1 - ENQUANTO $I = 0$, $V_{lamp} = V$
- 2 - PRODUZ IGNIÇÃO
 $V_{lamp} = V - \Delta V_{reator}$



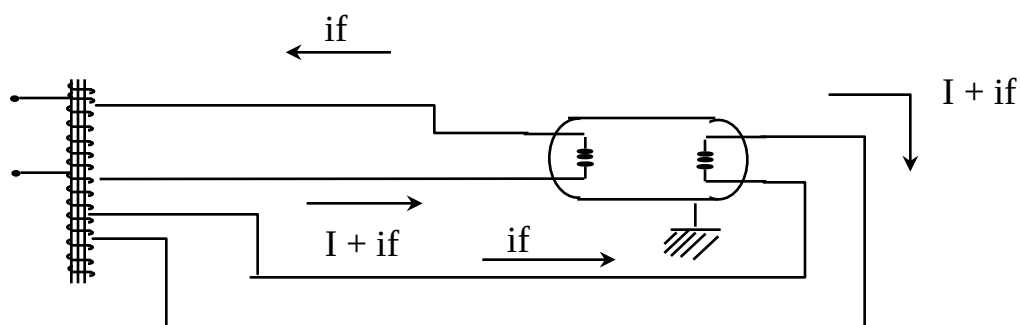


LÂMPADA COM STARTER

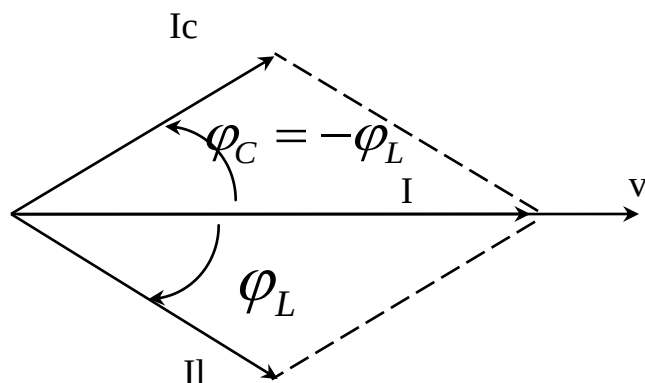
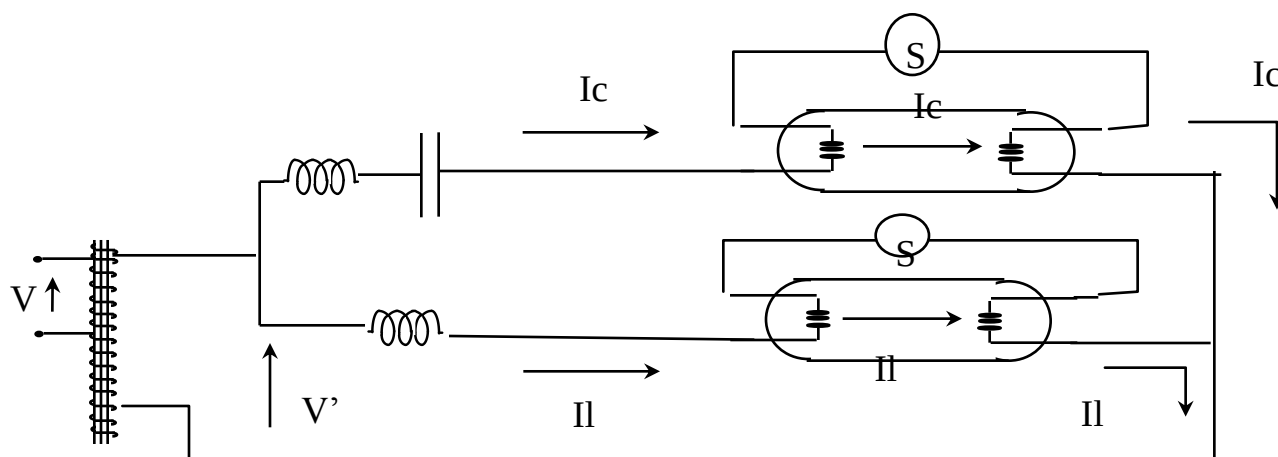




LÂMPADA DE PARTIDA RÁPIDA



MONTAGEM “TWO-LAMPS”





LÂMPADAS FLUORESCENTES

- Revestimento

efeito estroboscópio

Persistência

fluorescência

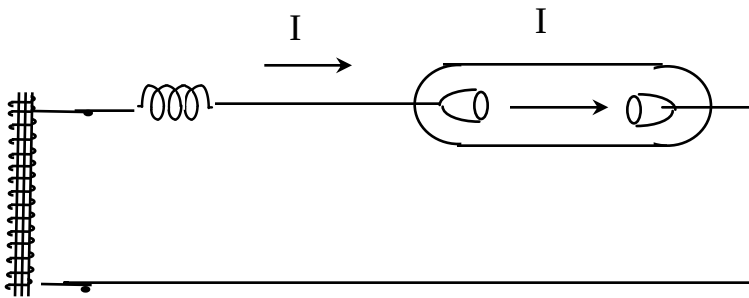
Características

<u>Catodo quente</u>	40W (+10W)		vida = 7500h
Branca	2500lm	50lm/W	Voperação=105V
Luz do dia	2050lm	41lm/W	Viz=200V

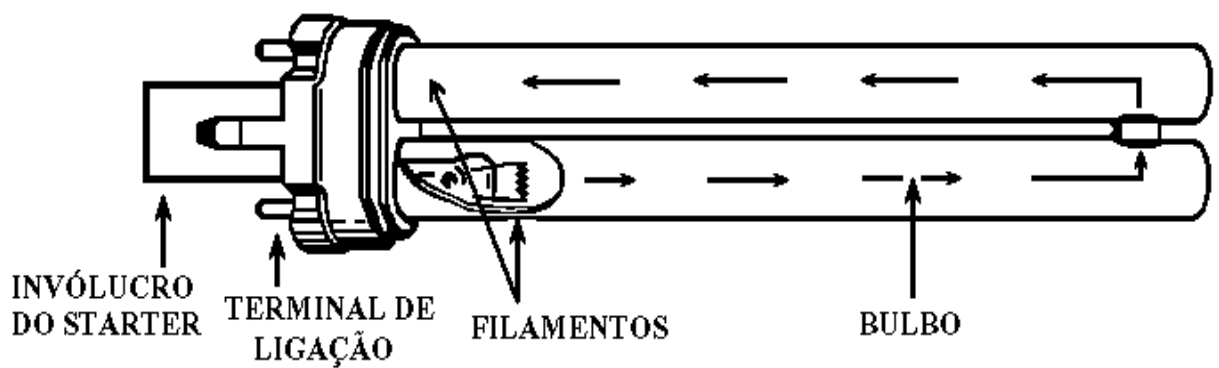
<u>Catodo frio</u>	40W(+6W)		vida = 25000h
Branca	2300lm	52lm/w	Voperação=450V
Luz do dia	2150lm	43lm/W	Viz = 835V



LÂMPADAS DE CATODO FRIO



LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA





Características de algumas lâmpadas fluorescentes e incandescentes

Tipo de Lâmpada	Fluorescente		Incandescente	
	Halofosfato(T12)	Tri-fósforo(T8)		
Potência (W)	40	36	60	100
Fluxo luminoso (lm)	3150	3275	730	1380
Eficácia lum.(lm/W)	78.7	90.9	12	13.8
Vida útil (horas)	8000	8000	1000	1000
Índ. Reprod. Cores	62	82	100	100

Tipo de Lâmpada	Fluorescente compacta				Incandescente			
Potência (W)	7	9	13	18	40	60	75	100
Fluxo luminoso (lm)	400	600	900	1200	430	730	960	1380
Efic. lum. lamp. (lm/W)	57	67	69	67	10.8	12.2	12.8	13.8
Efic.lum.lamp+reat(lm/W)	36	46	60	57	-----	-----	-----	-----
Vida útil (horas)	8000	8000	8000	8000	1000	1000	1000	1000
Índice Reprodução Cor	81	81	81	81	100	100	100	100
Comprimento total (mm)	133	165	188	232	105	105	105	105



REATORES ELETRÔNICOS

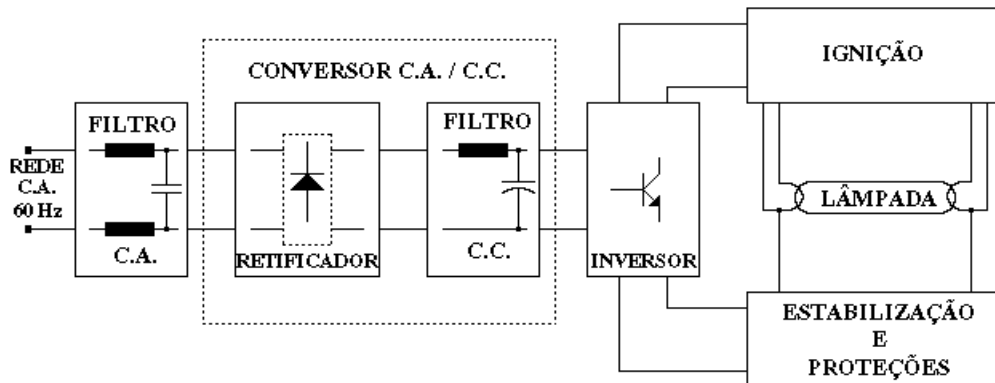


Figura 10 Diagrama de blocos de um reator eletrônico

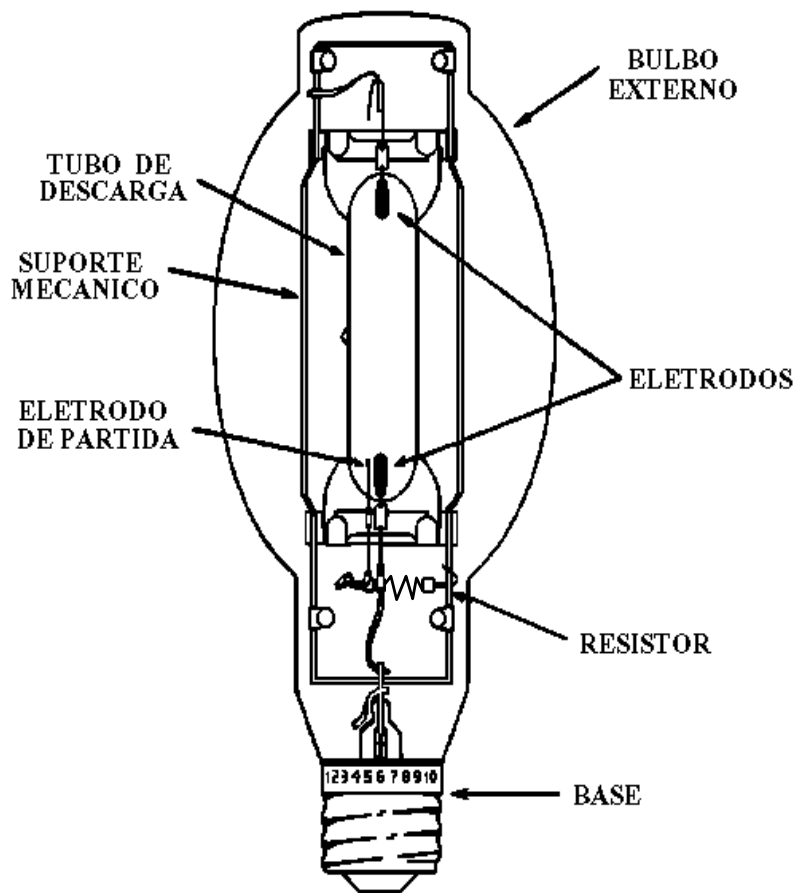
- a) Redução do consumo de energia
- b) Aumento da eficácia luminosa da lâmpada fluorescente tubular
- c) Eliminação do efeito estroboscópico
- d) Fator de potência elevado
- e) Proteções para desligamento do reator em caso de falha
- f) Partida rápida da lâmpada
- g) Redução da carga térmica do sistema de ar condicionado
- h) Redução no peso e dimensões físicas do reator
- i) Alimentação tanto em C.A. com em C.C.
- j) Aumento da vida útil do conjunto reator + lâmpada
- k) Maior custo.



LÂMPADAS À DESCARGA DE ALTA PRESSÃO

(Pressões da ordem de 1 a 10 atm)

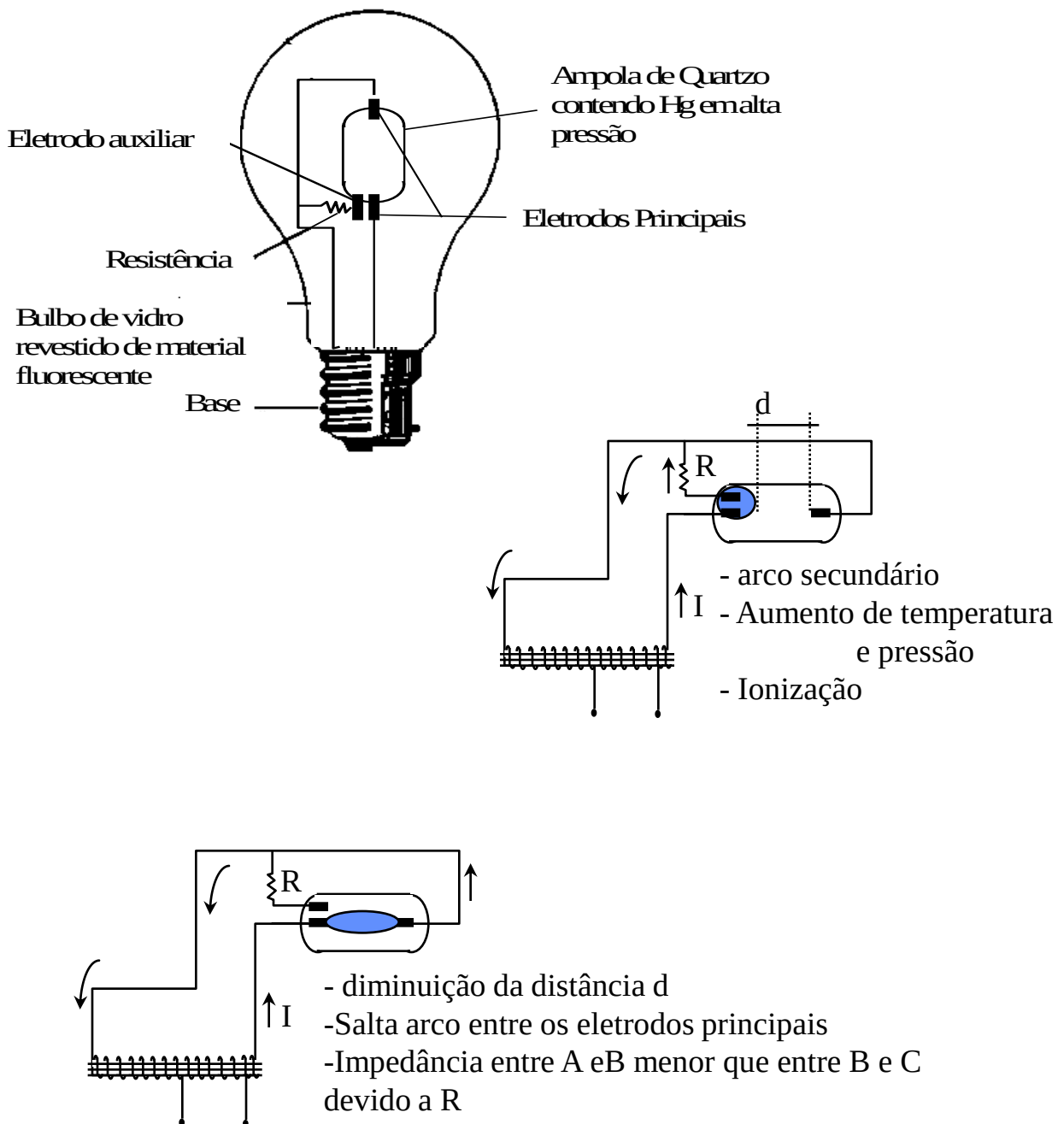
LÂMPADA DE VAPOR DE MERCÚRIO DE ALTA PRESSÃO

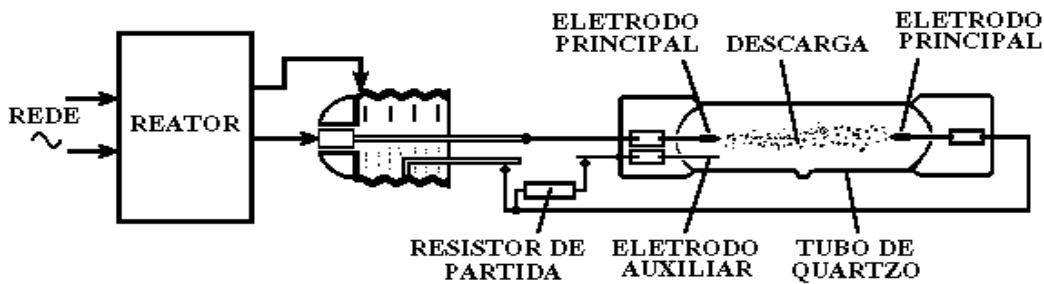


Lâmpada à descarga de mercúrio de alta pressão



LÂMPADAS VAPOR Hg ALTA PRESSÃO





Princípio de funcionamento da lâmpada de vapor de mercúrio de alta pressão

Potência (W)	50	80	125	250	400
Fluxo luminoso (lm)	1800	3700	6300	13000	22000
Eficácia lum(lm/W)	36	46	50	52	55
Vida útil (horas)	16000	16000	16000	16000	16000

Características de alguns modelos de lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão

- Fluxo luminoso e vida útil elevados
- geralmente utilizada para iluminação externa



LÂMPADA DE VAPOR DE SÓDIO DE BAIXA PRESSÃO



Lâmpada de vapor de sódio de baixa pressão

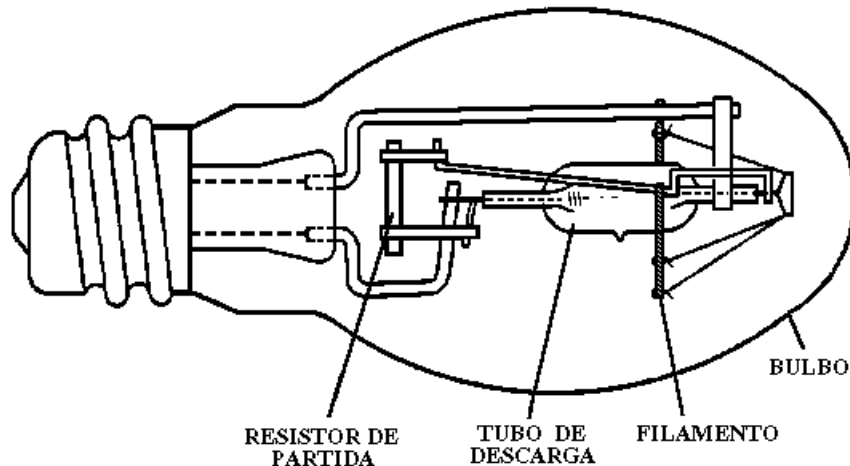
Potência (W)	26	66	91	131
Fluxo luminoso (lm)	3600	10800	17500	26000
Eficácia lum.(lm/W)	138	164	192	198

Características de alguns modelos de lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão



LÂMPADA DE LUZ MISTA

(Dispensa reator, utiliza o próprio filamento incandescente)

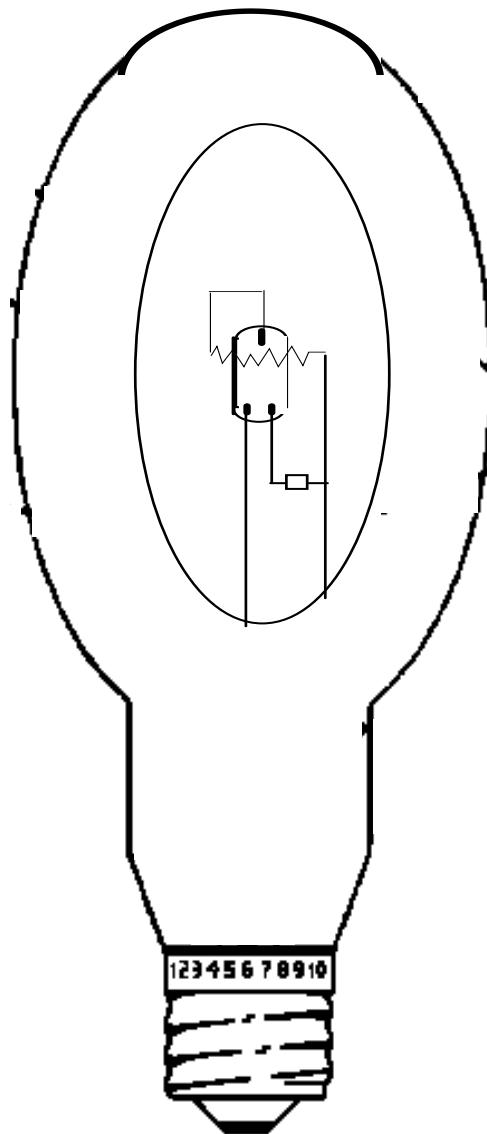


Lâmpada de luz mista

Potência (W)	160	250	500
Fluxo luminoso (lm)	3150	5500	14000
Eficácia lum.(lm/W)	20	22	28

Características de alguns modelos de lâmpadas de luz mista

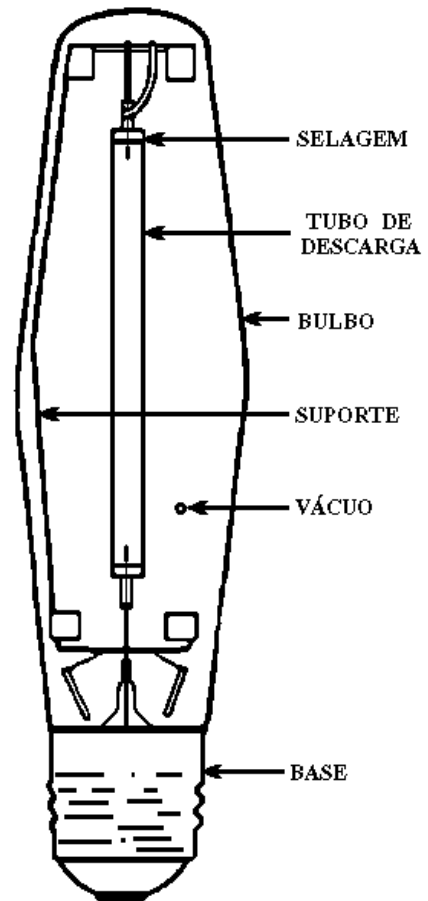
- Vida útil de 6000 a 10000 horas
- uso em iluminação de interiores
- índice de reprodução de cores de $Ra=50$ a $Ra=70$



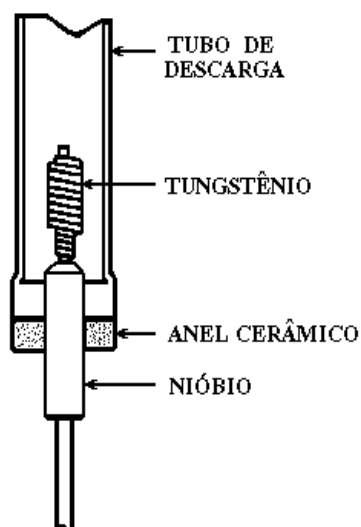


LÂMPADA DE VAPOR DE SÓDIO

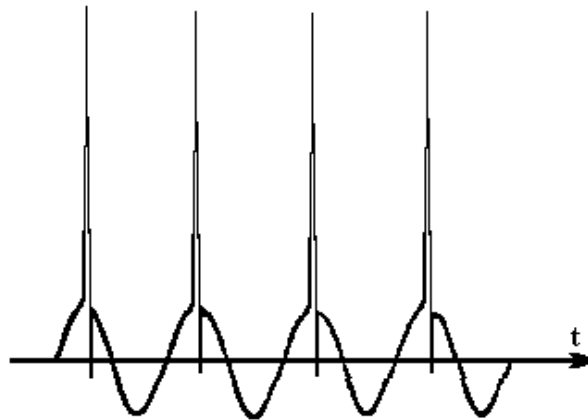
- . Partida com aplicação de tensão elevada(ignitor)
- . Descarga inicial em gás auxiliar
- . Sódio depositado nas paredes se vaporiza levando à descarga principal



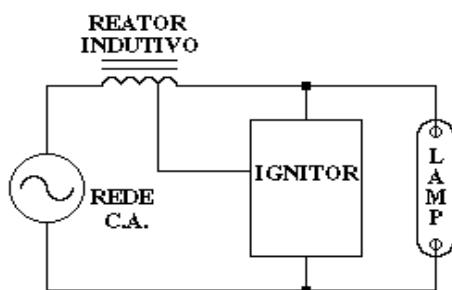
Lâmpada de vapor de sódio de alta pressão



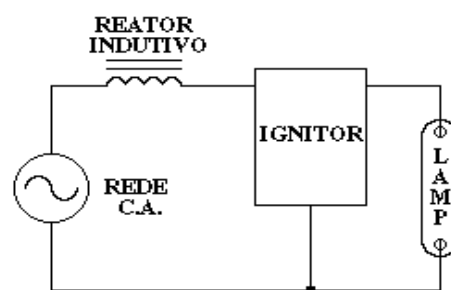
Detalhes do eletrodo de uma lâmpada de vapor sódio de alta pressão



Forma de onda típica da tensão de ignição aplicada nos terminais de lâmpadas HPS



(a) Ignitor conjugado



(b) Ignitor independente

Ignitores para lâmpadas HPS

Potência (W)	70	125	250	400
Fluxo luminoso (lm)	6500	14000	25000	47000
Eficácia lum(lm/W)	93	93	100	117
Vida útil (horas)	24000	24000	24000	24000

Características de alguns modelos de lâmpadas HPS

- Eficácia elevada
- Investimento inicial elevado



LÂMPADAS DE VAPORES METÁLICOS

- Adição de metais na forma de haletos no tubo de descarga.
- Eficácia luminosa 65 a 70 lm/W
- Índice de reprodução de cores $Ra > 80$
- Vida útil 8000 horas
- Valores comerciais 70 a 2000W



ASPECTOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NA ILUMINAÇÃO

. Aspectos

- Social (priorização de investimentos)
- Econômico (redução do custo operacional)

. eficiência (lm/W)		Vida média (h)
incandescente	:10 a 20	1000 a 6000
mista	:17 a 25	6000 a 8000
mercúrio:	:44 a 63	7500 a 12000
fluorescente	:43 a 84	12000 a 26000
sódio	:75 a 105	12000 a 16000
multivapor	:69 a 115	1000 a 20000

. Luminária reflexiva 50%60% → 80%