

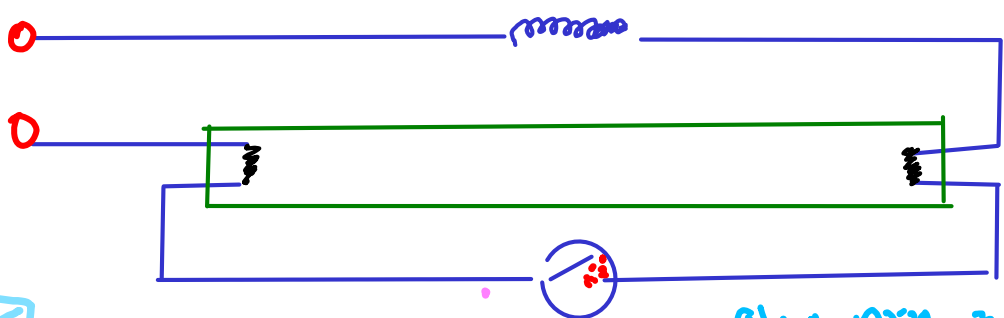
Fluorescent Lamp (H.1)

Copyright (c) 2015 Young W. Lim.

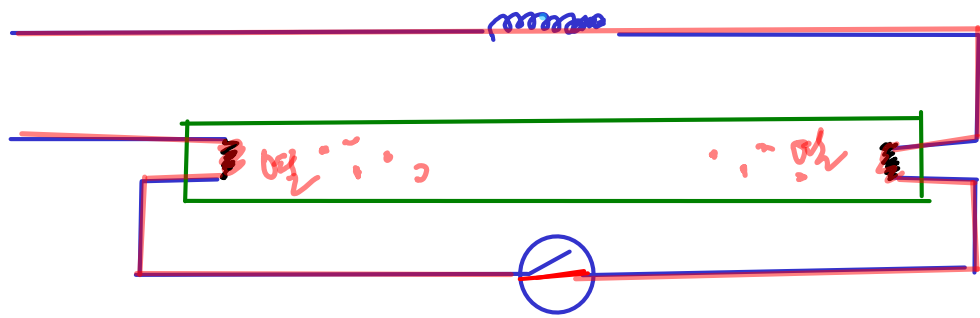
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

The necessities in Electric Components

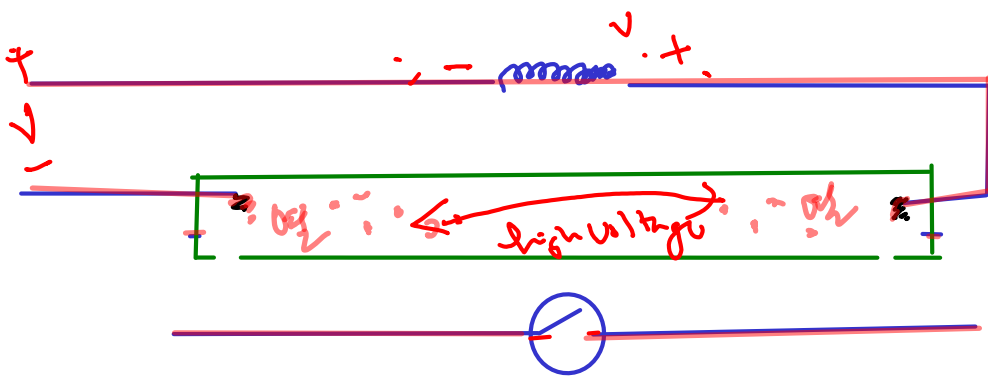
20V
240V



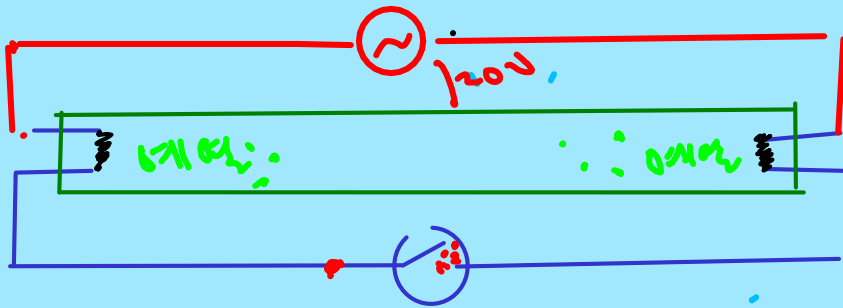
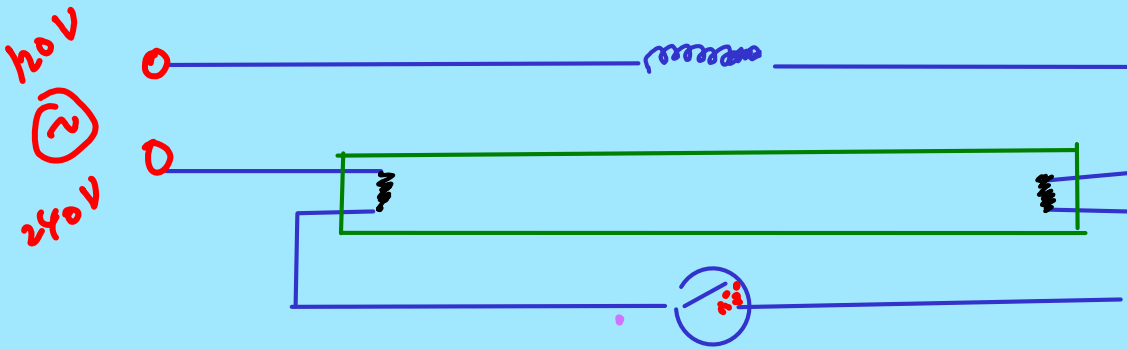
glow 방전 즉시 시작 → 열 → 온도
 → bi metal →



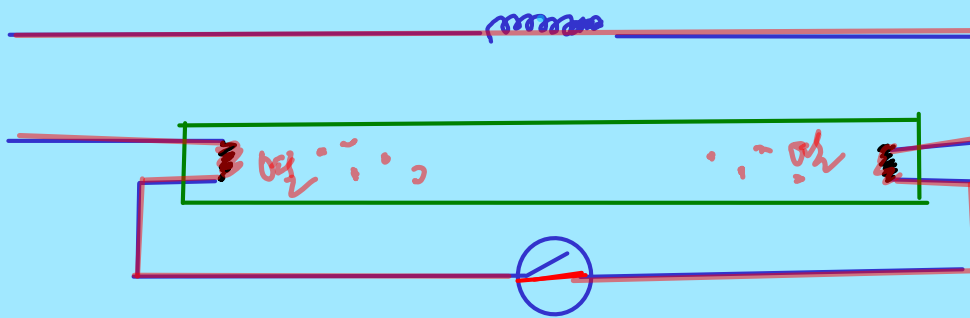
접점이 붙어서 ARC 방전 없애는 → 온도 하강
 → 1초 후 → 접점 분리



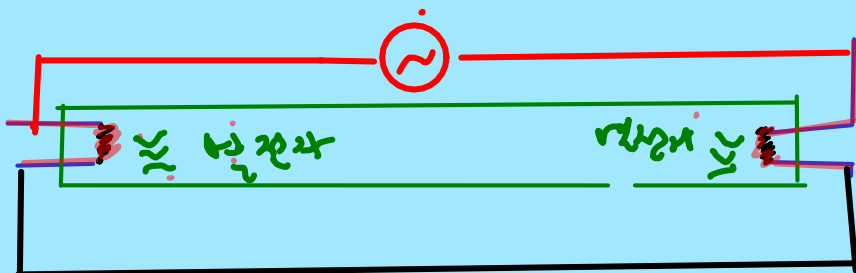
Start lamp glow 0.2s

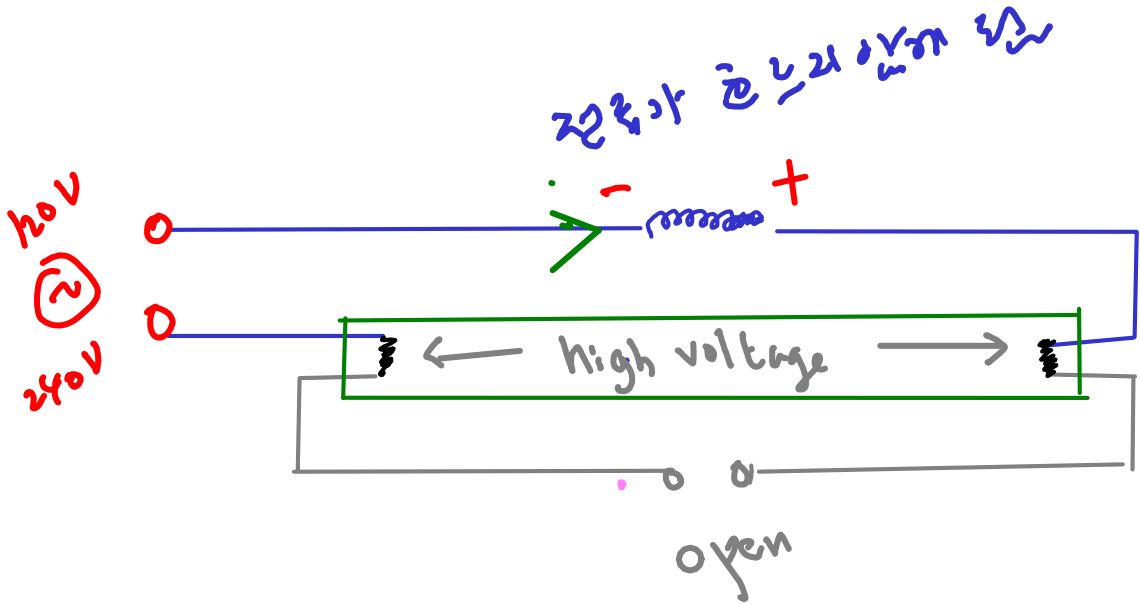
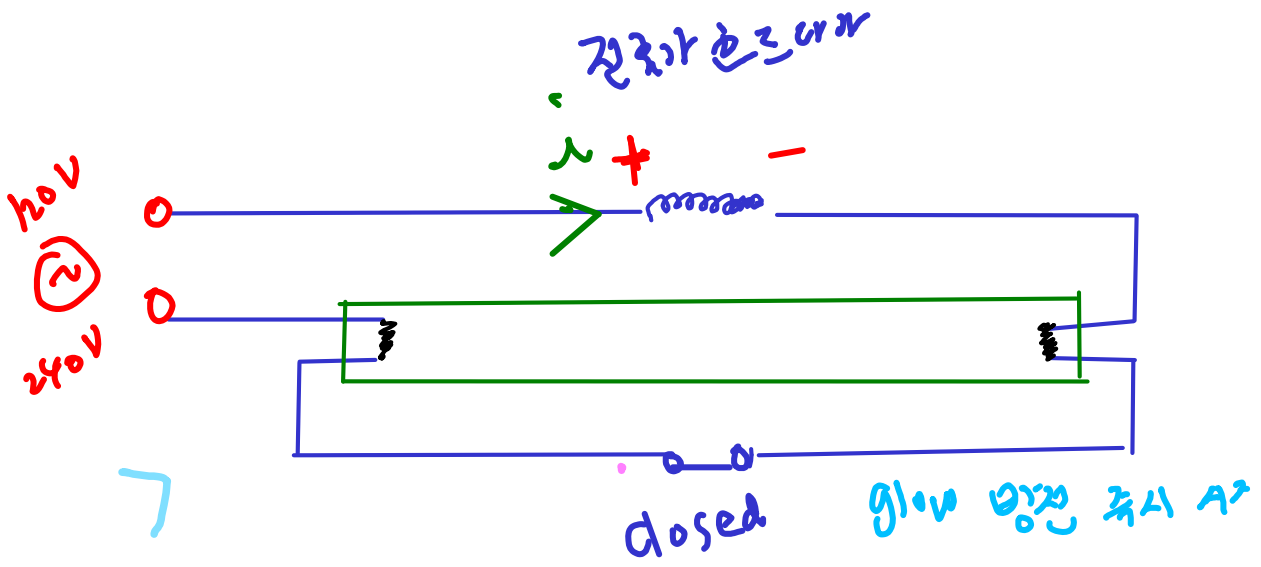


Start lamp bimetal on



접점이 붙어서 ARC 발생 없음 → 온도 하강
→ 1초 후 + 점진 물리

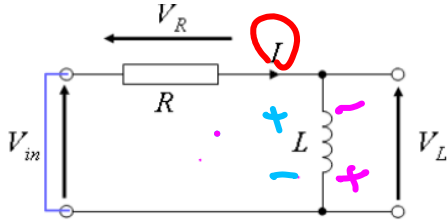




전압이 감소하는 경우

$$i \rightarrow 0$$

8V
0V

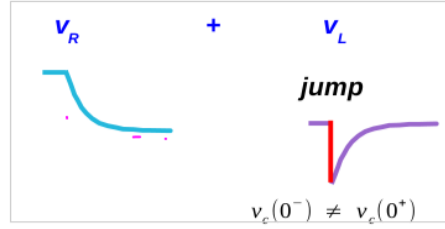


$$v_L = L \cdot \frac{di_L}{dt}$$

unyielding current
voltage jump

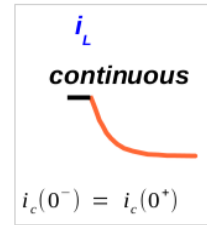
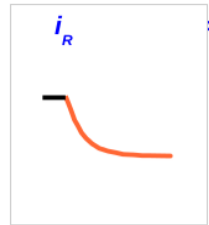
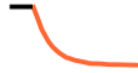
전압 증가 전압 감소 v

the inductor voltage changes abruptly by the applied step input voltage and then slowly becomes zero

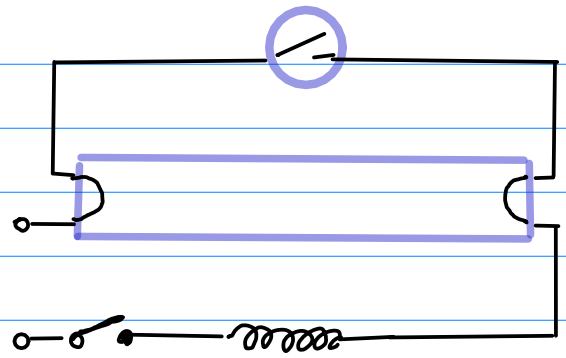
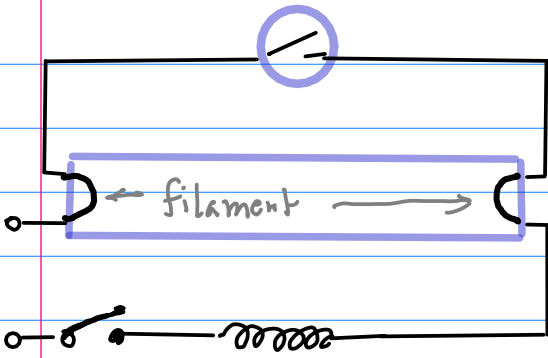


the inductor current slowly follows the shape of the applied step input voltage

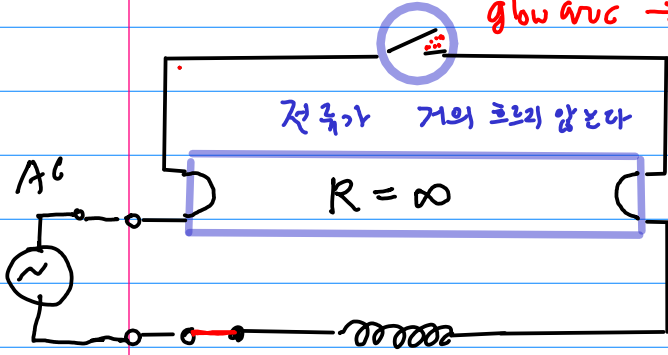
i



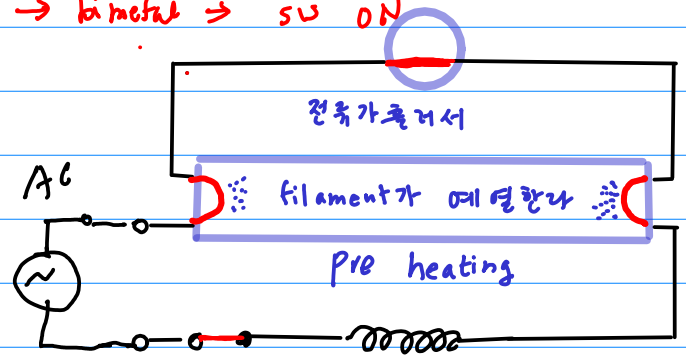
starter lamp



glow arc → heat → bimetal → SW ON



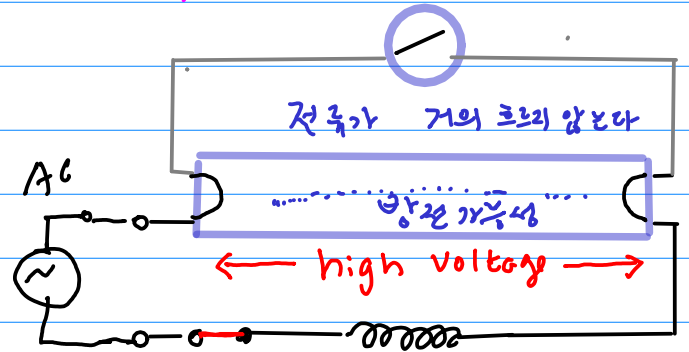
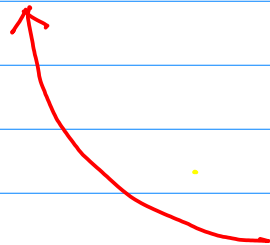
Ramp SW ON



Ramp SW ON

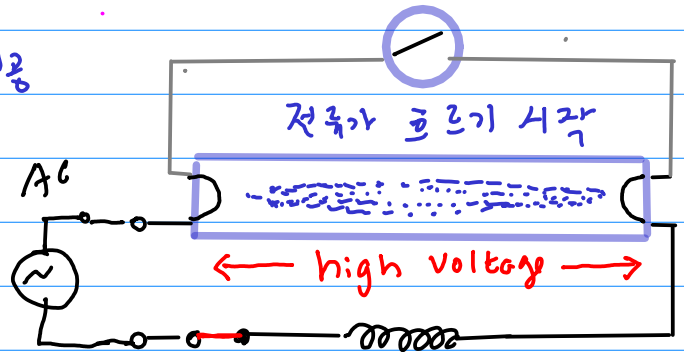
강라기 전류가 0이 되어서 유도기전력에 의한 voltage spike 발생

수은촉 arc에 의한 열이 식으면 필라멘트가 분리된다



Ramp SW ON

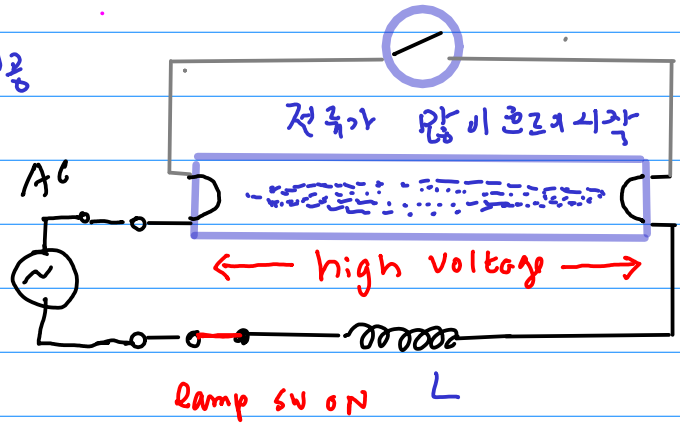
전류 성공



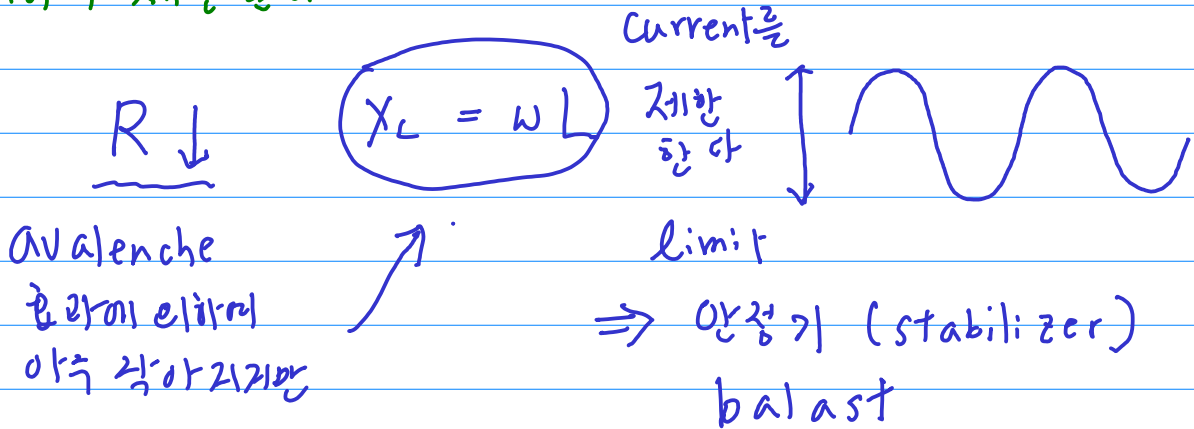
Ramp SW ON

avalanche effect
 Small current \rightarrow large current
 Conductivity 증가
 (Resistance 감소)

전류 성공

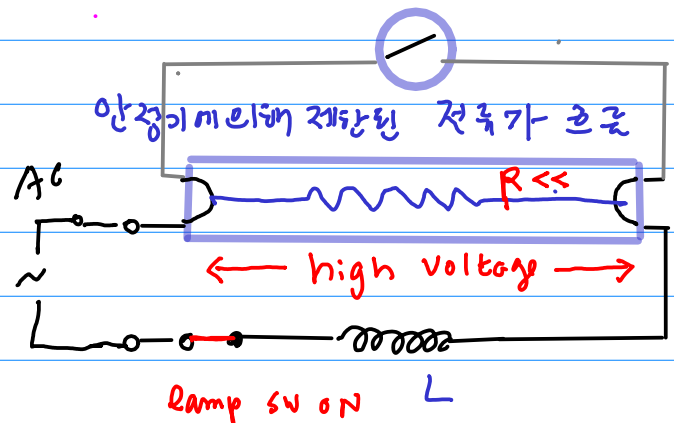


흐르는 전류는 안정기의 inductance에 의하여 제한된다.



avalanche effect
 R_{lamp} 아주 작다
 V_{lamp} 아주 작다
 ($V_{lamp} = I \cdot R_{lamp}$)

$V_{lamp} = V_{starter}$

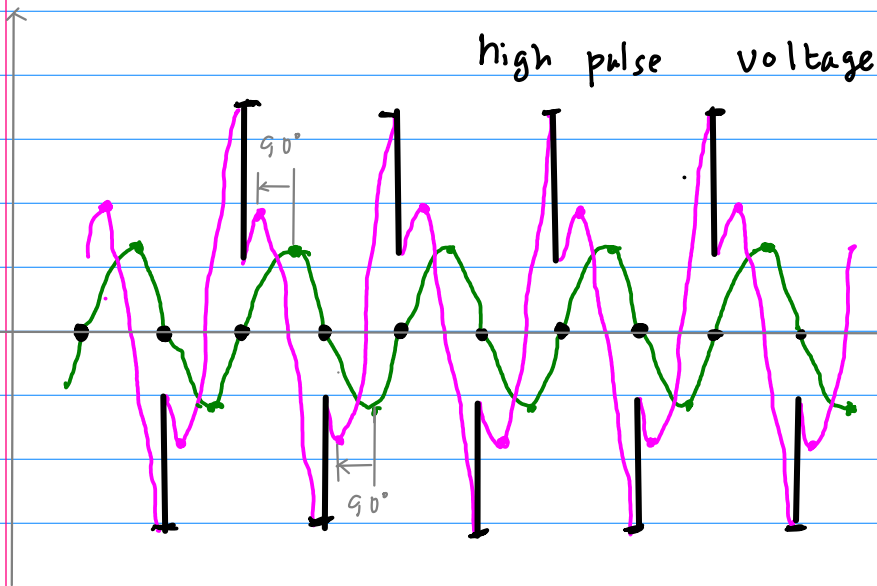
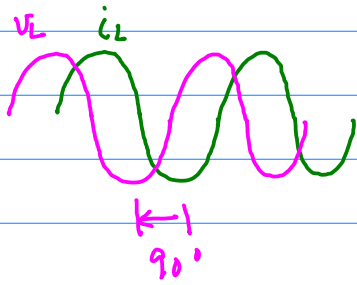


$V_{lamp} = V_{starter} \ll$

더이상 starter가 동작 X no glow 방전.

$$V_L = L \frac{di_L}{dt}$$

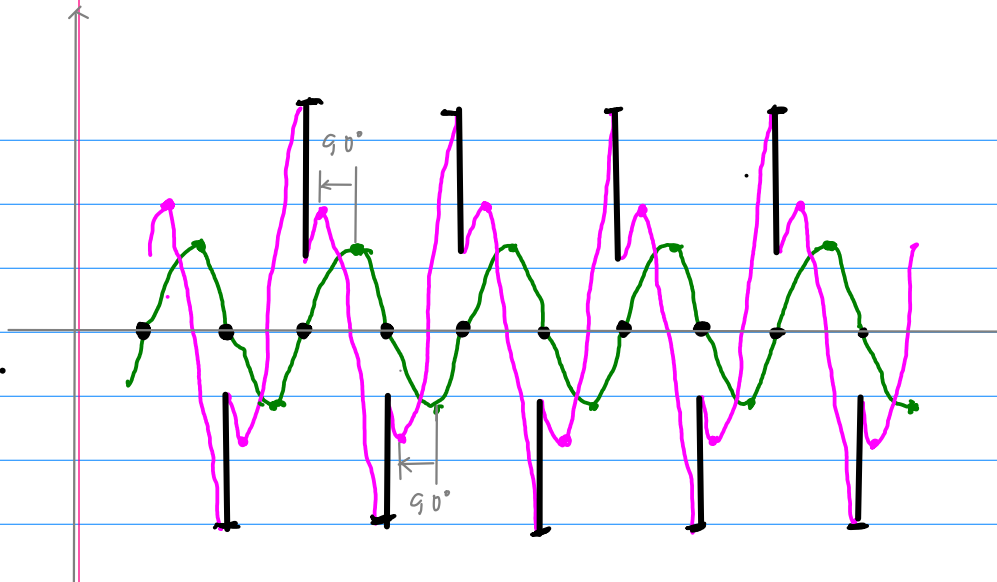
V_L 은 i_L 보다 90° 앞선다



유도기전력
voltage ↑ ↓
jump

• $i = 0$ ⇒
start bimetal
점령이 강자이 불러





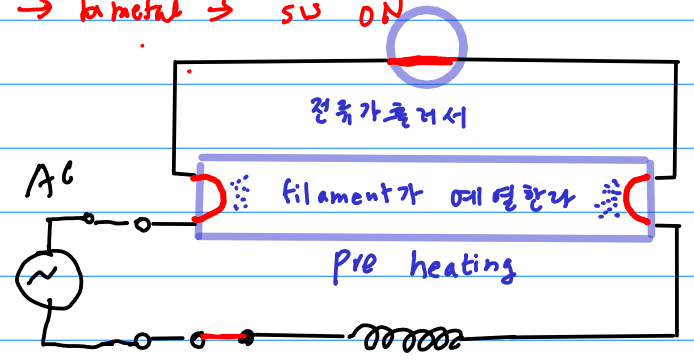
유도전력
 voltage ↑ ↓
 jump

$i=0 \Rightarrow$
 start bimetal
 전력이 강하게 분리

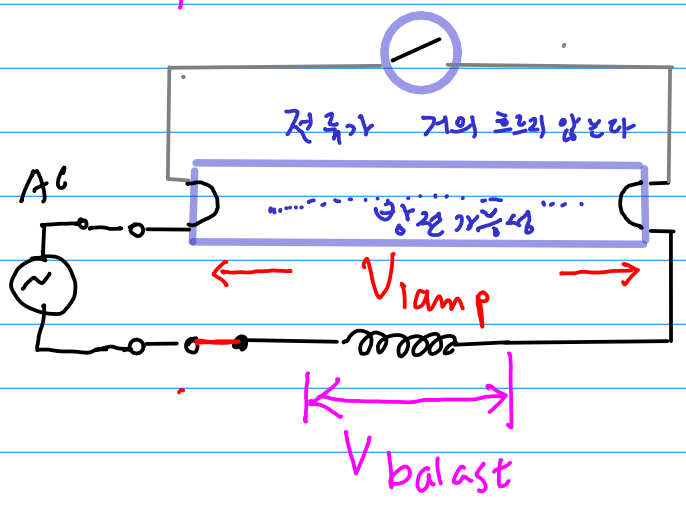


V balast

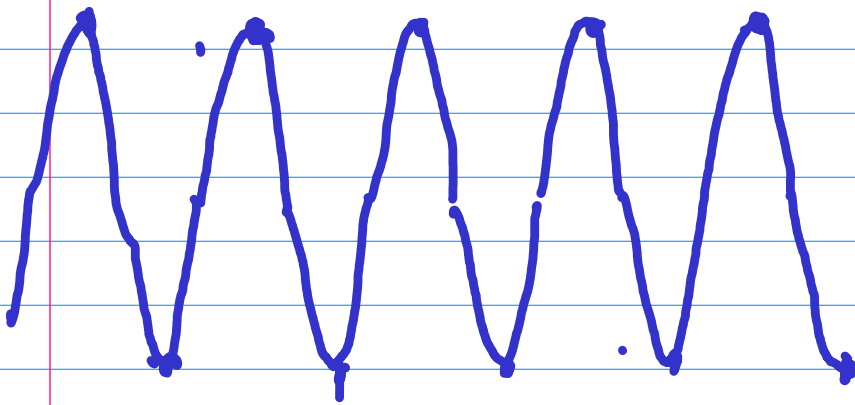
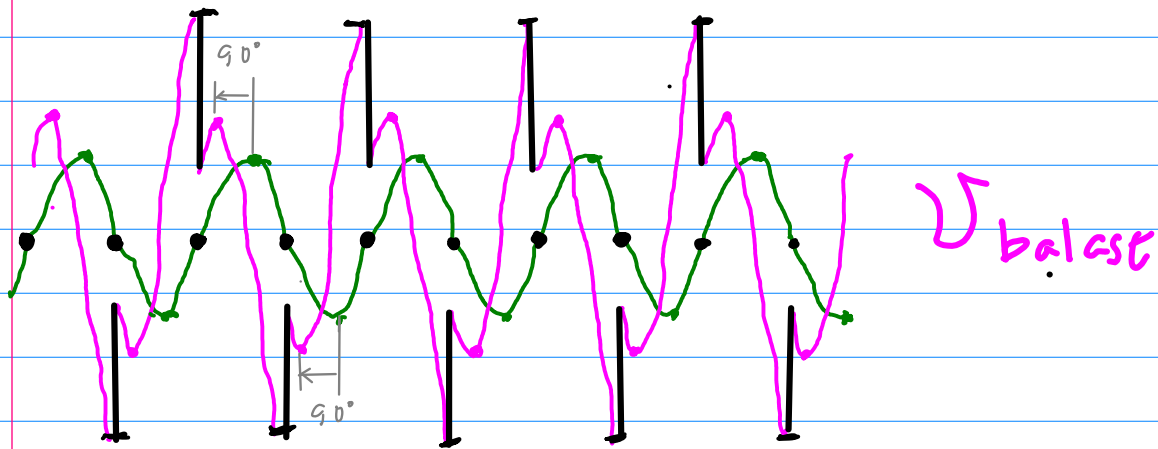
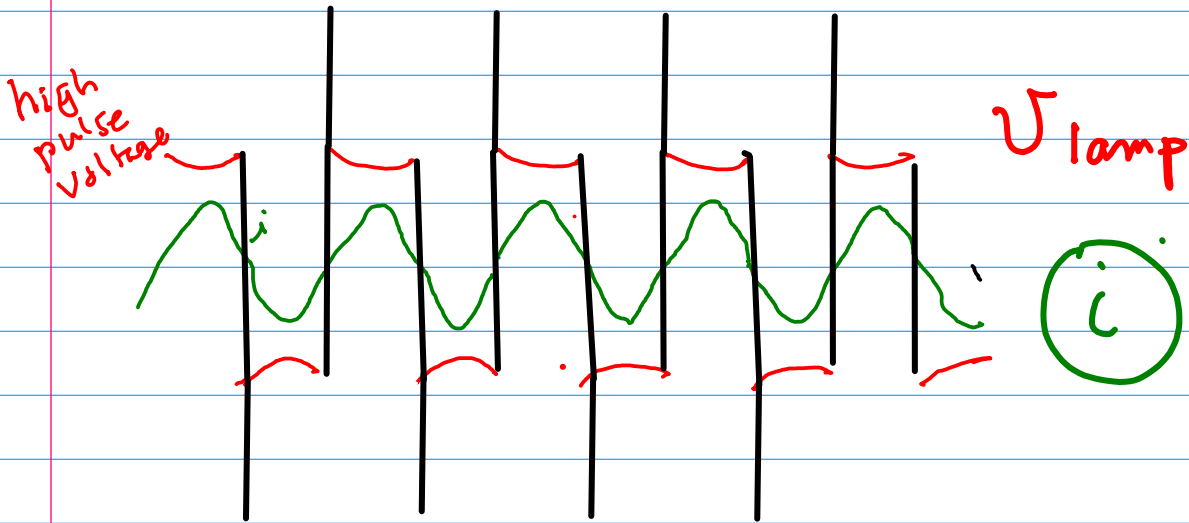
at \rightarrow bimetal \rightarrow SW ON



Ramp SW ON
 전력이 끊어져서 유도전력에 의한
 voltage spike 발생
 수축 후 arc에 의한
 열이 작으면 필라멘트가
 분리된다



$$V_{\text{lamp}} + V_{\text{ballast}} = \text{AC voltage}$$



형광등 : 진공 유리관 + 수은 증기 + 아르곤 가스

arc 방전할 수 있는 방전관

arc 방전이 시작되면 열에 의한 전자 발생

유리관 내의 수은 증기의 원자와 충돌해서 자외선이 나온다.

자외선을 유리관 내벽의 형광물질을 통해서 가시광선이 되어 나온다.

(arc 방전 -> 열전자 -> 수은 증기 원자 충돌 -> 자외선 -> 가시광선)

기본적인 점등회로

처음: 백열전구와 같이 즉시 점등할 수 없다. (예열이 필요)

점등후: 전류를 차단하지 않으면 형광등의 필라멘트가 파괴된다. (안정기가 필요함)

점등후: 안정기는 일정한 전류를 안정되게 흘려보내는 역할을 한다.

점등후: 일정한 전류가 흐르면 안정기의 inductor 성질로 인해서 전류를 제한한다.

처음: 안정기 양단에 고전압 ("high pulse voltage")을 발생시켜 arc 방전이 일어나도록 한다.

avalanche 전류 ↑ 저항 ↓

$X_L = \omega L$ 인데 전압 제한

$\frac{V}{X_L} = I$

- a. 전극의 필라멘트가 가열된다.
- b. 고온 전극에서 열전자가 방출된다.
- c. 스위치를 연다 (수동스위치, starter lamp의 bi-metal 접점의 분리됨을 의미)
- d. inductor 인 안정기의 양단에 유도기전력이 발생해서 고전압 펄스가 발생함
- e. 전극간에 고전압 "high pulse voltage"가 걸리게 되어 arc 방전이 개시된다.
- f. 형광등이 점등된 arc 방전 상태를 유지한다.

여기서 수동스위치 대신 점등관 (glow starter)을 사용하면 자동적으로 on-off가 되어 동작한다.

Fluorescent Lamp Starter

형광등 켜기 위한 수동 switch 역할을 한다.
회를 열기도 하고 닫기도 한다.

형광등이 충분히 예열된 후에
형광등의 예열 회로를 열어서
필요한 "high pulse voltage"를
형광등의 양쪽에 있는 필라멘트에 적용한다.
형광등이 동작된다.

glow 방전을 이용한 작은 lamp인데
bi-metal 접점이 있어서
glow 방전으로 인한 온도 상승은
bi-metal 접점을 닫게 한다. (switch on 상태, glow 방전은 중지상태)
더이상 glow 방전에 의한 온도 상승이 없으므로
온도가 하강하다가 1~2초후 bi-metal 접점이 분리된다.
이런 bi-metal 접점이 접촉 / 분리를 반복하면
형광등의 예열 회로를 On/Off하는 역할을 수행한다.
안정기의 인덕터에 흐르는 전류를 ON-OFF함으로써
유도기전력에 의한 high pulse voltage를
형광등의 양단에 인가하게 된다.
형광등의 arc 방전이 시작될 수 있다.

이런 starter lamp의 동작은 형광등을 켜는 초기에만 일어난다.
이러한 starting period 동안에는 예열을 한다. (pre-heat)
이런 타입의 형광등은 예열이 된 후에 빛이 들어온다.

전류 ... arc 방전 ... avalanche effect

전류 전하량이 흐르다

$R \downarrow$

Voltage drop이 작아진다

$V_{lamp} = V_{start} \downarrow$

start glow 방전이 더 이상 일어나지 않는다

<1> 처음 형광등의 스위치를 on하면
starter가 개방이 되어 있으므로
형광등의 양쪽 필라멘트에 전류가 흐를 수 없다.

형광등을 켜기 위해서는 arc 방전이 일어나야 하는데
고전압이 필요하다.
즉, "high pulse voltage"를 형광등 램프양단에 인가하여야 한다.
--> 형광등내의 gas 이온화하고 방출된 열전자가
이온화된 수은 증기와 충돌해서 자외선을 방출할 수 있다.

에열이 없이 cold start를 하면 형광등의 수명이 줄어든다.
그래서 "high pulse voltage"를 인가하기 전에
"preheat current" 인가한다.

<2>

* starter의 동작 전압이상의 전압이 인가되면
starter lamp의 glow 방전 -> 온도 상승 -> bi-metal 접점 닫힘
-> starter lamp의 glow 방전이 중지 -> 온도 하강 -> bi-metal 접점의 열림
이 과정을 반복한다.

* starter 동작 전압보다 낮은 전압이면
이러한 반복 사이클이 중단된다

starter의 bi-metal 접점의 닫히면 필라멘트, 안정기가 직렬로 ac main 전원에 연결됨
--> pre-heat current가 흐른다.

<3>

처음:
ballast (안정기)는 inductor --> 전류의 변화에 저항한다.
인덕터를 통과하는 전류는 갑자기 변화할 수 없다.
인덕터 양단의 전압은 갑자기 변화한다. (유도기전력, +, -)
starter의 bi-metal 접점의 갑작스런 on-off -->
안정기의 양단에 유도 기전력을 발생함.
--> voltage spike ("striking high pulse voltage")

점등후:
안정기는 전류를 안정하게 유지하려고 한다.

<4>

형광등이 점등이 되면
계속 형광등의 필라멘트가 고온을 유지하여 열전자를 방출하도록
안정기는 전압과 전류를 제어한다.

starter lamp의 동작 전압보다 낮아져서,
starter lamp는 동작 중지한 상태로 유지한다.

안정기의 역할

처음:

generate high pulse voltage

형광등 내부의 arc 방전을 위해서는 보통 전압 120/240V 훨씬 높은 전압 펄스를 인가해야됨

점등후:

limits the maximum current

arc 방전이 시작된 후에는 전류를 안정된 값으로 유지해야 함.

인덕터를 통과하는 전류가 갑자기 멈추면,

voltage flyback (high voltage pulse) 현상이 일어남.

정상 동작 상태

arc 방전 : plasma 상태

보통 저항: 전류 증가 --> 전압 증가 ($V = IR$)

negative resistance : 전류 증가 --> 전압 감소 ==> 필라멘트가 손상

안정기가 Series Impedance를 제공한다 --> 전류를 제어한다.

그림 2:

형광등 양단의 전류가 최대가 되면 전압은 최소