



第二章 交变电流



6. 变压器

照明灯电压——220伏

机床上照明灯——36伏

半导体收音机电源电压不超过10伏

大型发电机交流电压——几万伏

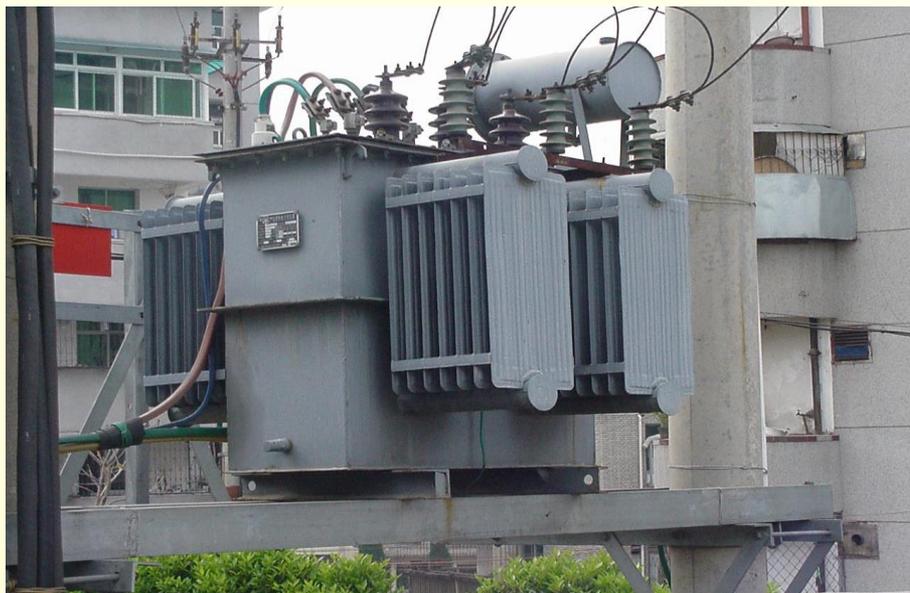
远距离输电——几十万伏

电视机显像管却需要10000V以上电压

交流便于改变电压，以适应各种不同的需要

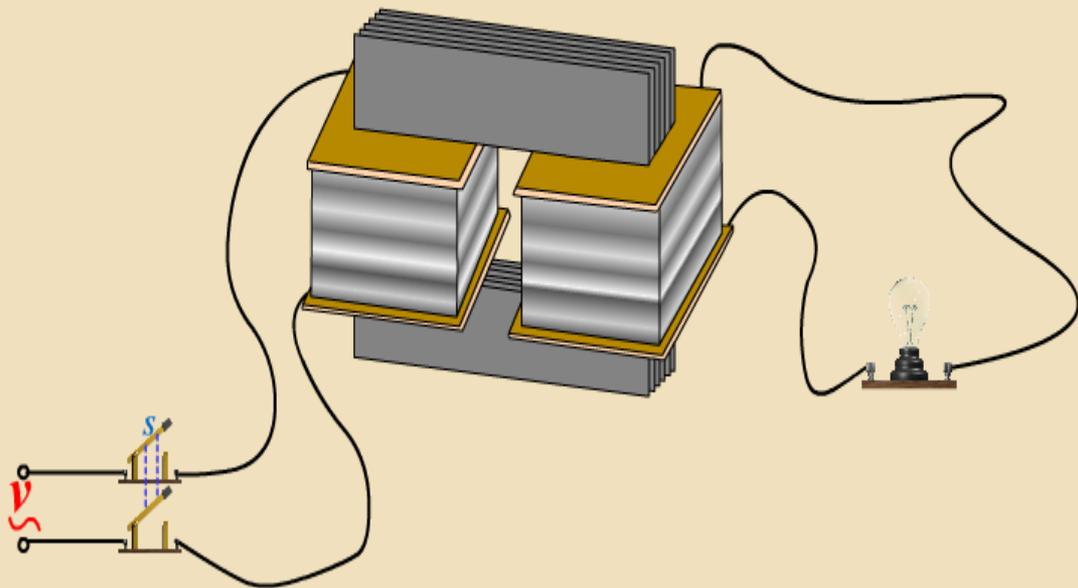
变压器就是改变交流电压的设备

几种常见的变压器



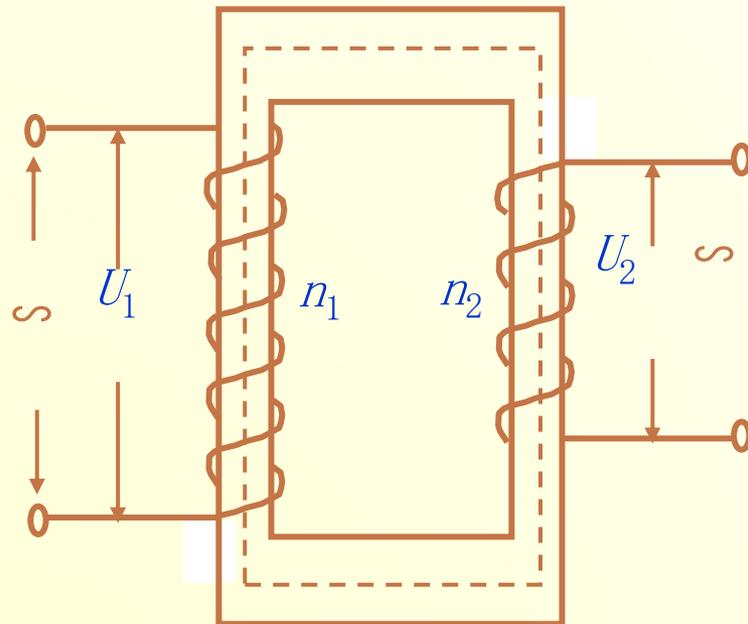
一、变压器的结构与原理

变压器的结构与原理



点击电闸可使电流通过变压器

请点击变压器不同部位观看放大图



一、变压器的结构与原理

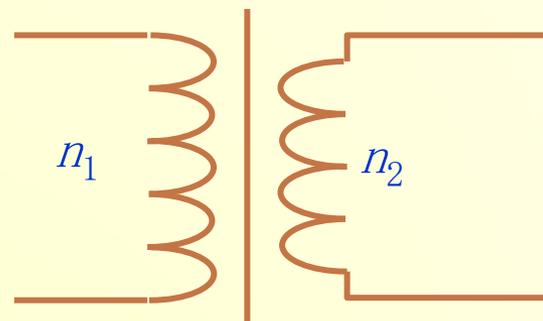
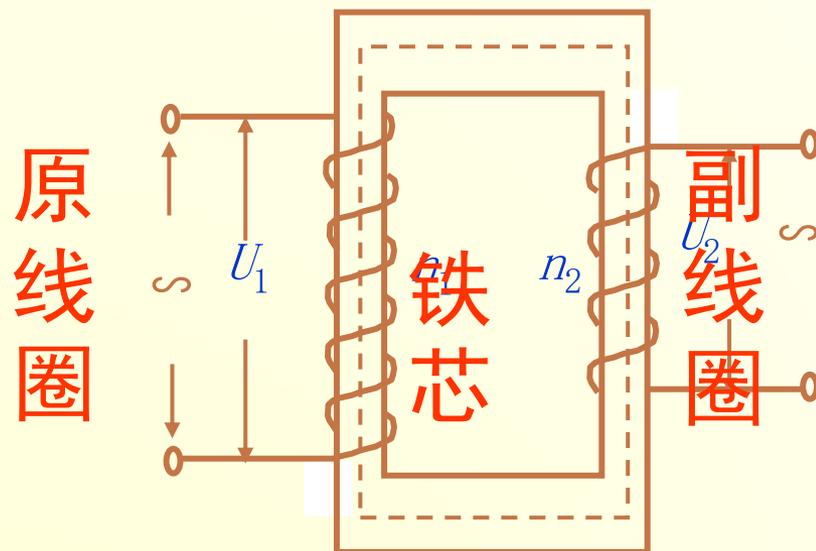
构造：

(1) 闭合铁芯 (绝缘硅钢片叠合而成)

(2) 原线圈(初级线圈)：其匝数用 n_1 表示

(3) 副线圈(次级线圈)：其匝数用 n_2 表示

(4) 输入电压： U_1 ；输出电压： U_2 。



一、变压器的结构与原理

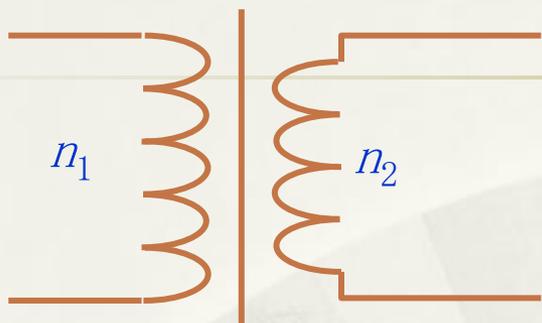
理想变压器

无磁损

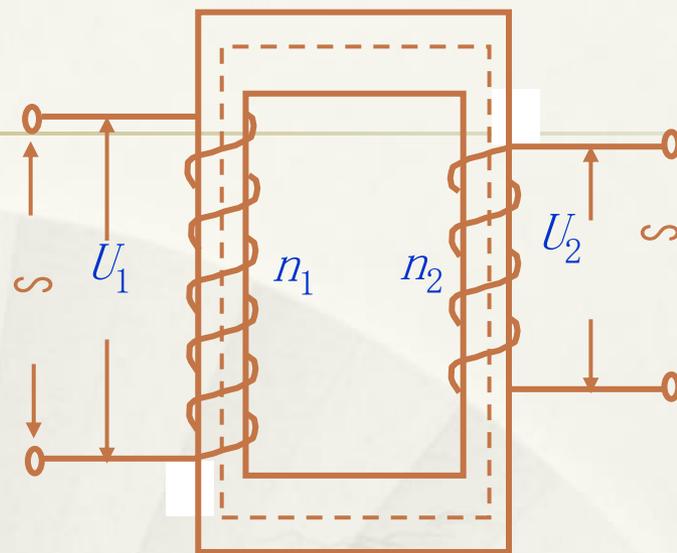
无铁损

无铜损

一、变压器的结构与原理



电路图中符号



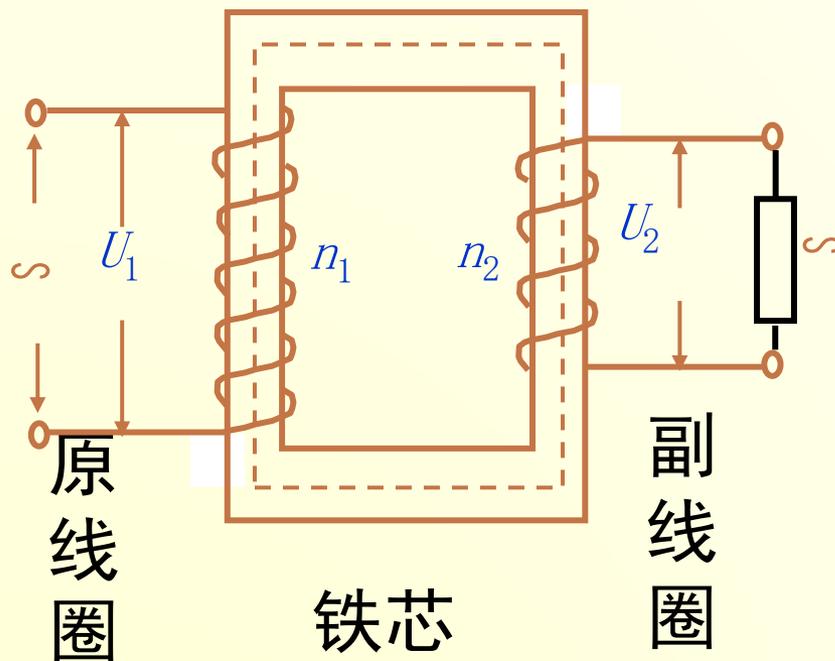
铁芯与线圈互相绝缘

问题：变压器副线圈和原线圈电路是否相通？

变压器原副线圈不相通，那么在给原线圈接交变电压 U_1 后，副线圈电压 U_2 是怎样产生的？

一、变压器的结构与原理——互感现象

变压器通过闭合铁芯，利用互感现象实现了电能(U_1 、 I_1)到磁场能(变化的磁场)再到电能(U_2 、 I_2)转化。



互感现象：在原副线圈中由于有交变电流而发生的互相感应现象。

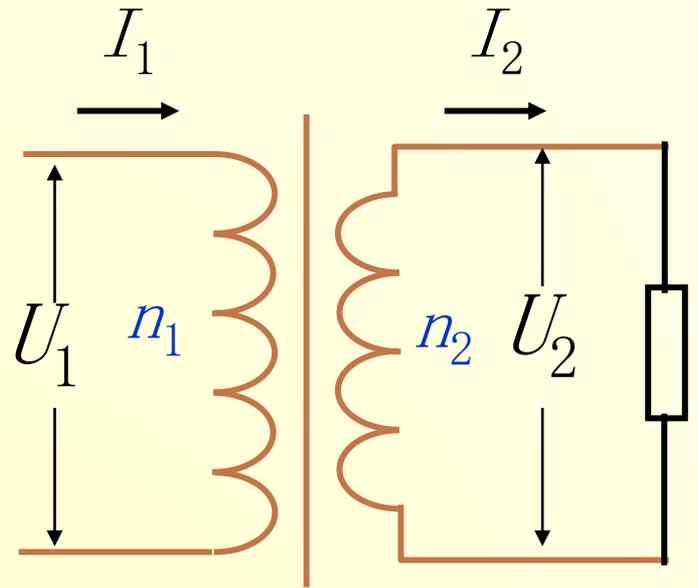
二、变压器的电压与匝数的关系

若不考虑原副线圈的内阻，则： $U_1/U_2 = n_1/n_2$

即理想变压器原副线圈的端电压之比等于这两个线圈的匝数之比

$n_2 > n_1$ $U_2 > U_1$ —— 升压变压器

$n_2 < n_1$ $U_2 < U_1$ —— 降压变压器





三、电流与匝数的关系

问题：原副线圈的电流可能满足何规律？

1.理想变压器输出功率应等于输入功率

即：
$$P_{\text{出}} = P_{\text{入}} \quad U_1 I_1 = U_2 I_2$$

$$I_1 / I_2 = U_2 / U_1 = n_2 / n_1$$

2.理想变压器原副线圈的电流跟它们的匝数成反比

$$I_1 / I_2 = n_2 / n_1$$

此公式只适用于一个副线圈的变压器

输入输出电压、电流、功率大小之间的因果关系

1. 输入功率 P_1 由输出功率 P_2 决定; $P_1 = P_2$

2. U_1 由电源决定;

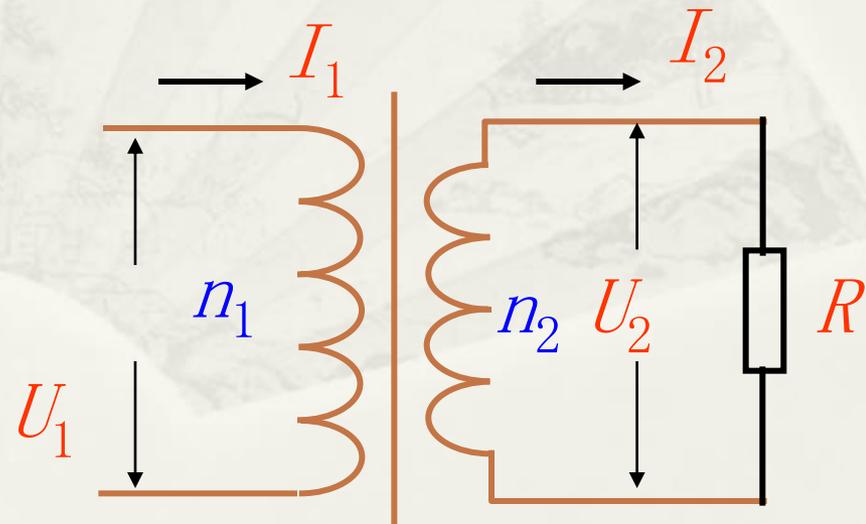
3. U_2 由 U_1 和匝数比决定; $U_2 = n_2/n_1 \cdot U_1$

4. I_2 由 U_2 和负载决定;

$$I_2 = U_2 / R$$

5. I_1 由 I_2 和匝数比决定;

$$I_1 = n_2/n_1 \cdot I_2$$



例1 如图4所示, 理想变压器原、副线圈匝数比为 $20:1$, 两个标有“ $12\text{ V } 6\text{ W}$ ”的小灯泡并联在副线圈的两端. 当两灯泡都正常工作时, 原线圈电路电压表和电流表(可视为理想电表)的示数分别是

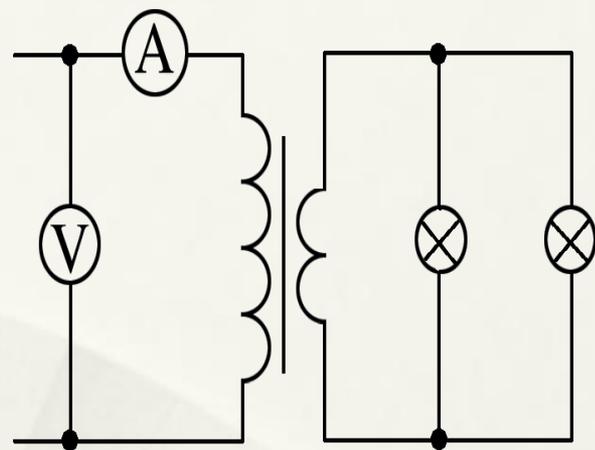


图4

答案

解析

- A. $120\text{ V}, 0.10\text{ A}$ B. $240\text{ V}, 0.025\text{ A}$
C. $120\text{ V}, 0.05\text{ A}$ D. $240\text{ V}, 0.05\text{ A}$



理想变压器的动态分析

例2 (多选)如图5所示,理想变压器的原线圈连接一只理想交流电流表,副线圈匝数可以通过滑动触头 Q 来调节,在副线圈两端连接了定值电阻 R_0 和滑动变阻器 R , P 为滑动变阻器的滑动触头.在原线圈上加一电压为 U 的正弦交流电,则

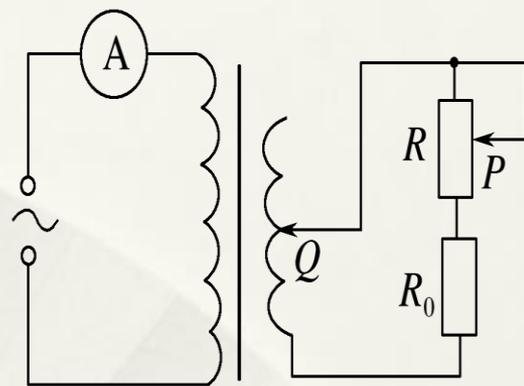


图5

答案

解析

- A.保持 Q 的位置不动,将 P 向上滑动时,电流表读数变大
- B.保持 Q 的位置不动,将 P 向上滑动时,电流表读数变小
- C.保持 P 的位置不动,将 Q 向上滑动时,电流表读数变大
- D.保持 P 的位置不动,将 Q 向上滑动时,电流表读数变小



四、几种常见的变压器

1. 自耦变压器

铁芯上只绕有一个线圈，如果把整个线圈作为原线圈，副线圈只取线圈的一部分，就可以降低电压，反之则可以升高电压，如图6所示。

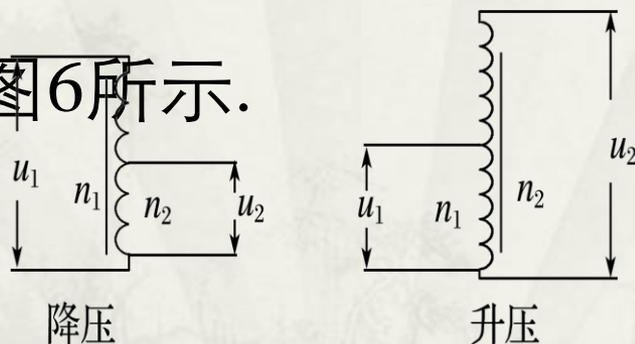


图6

2. 互感器

交流电压表和电流表都有一定的量度范围，不能直接测量高电压和大电流。

互感器是利用变压器的原理来测量高电压或大电流的仪器。



例3 (多选)图7甲、乙是配电房中的互感器和电表的接线图，

答案 解析 正确的是

A. 线圈匝数 $n_1 < n_2$, $n_3 < n_4$

B. 线圈匝数 $n_1 > n_2$, $n_3 > n_4$

C. 甲图中的电表是电压表，输出端不可短路

D. 乙图中的电表是电流表，输出端不可断路

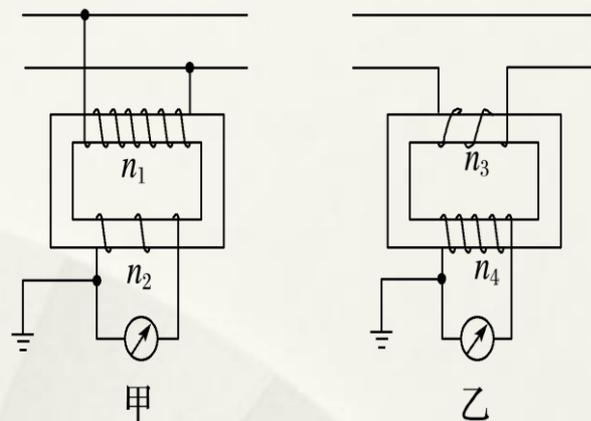


图7

技巧点

拨

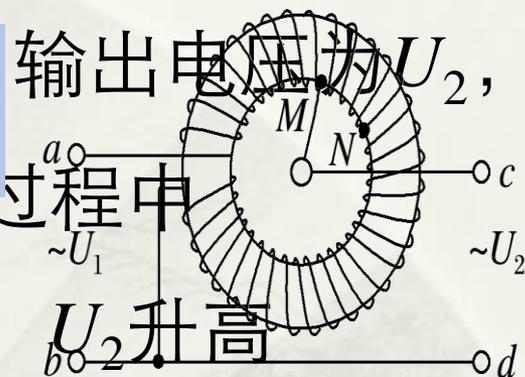
1. 电压互感器应并联接入电路；电流互感器应串联接入电路.
2. 电压互感器是把高电压变成低电压，故原线圈匝数 n_1 大于副线圈匝数 n_2 .
3. 电流互感器是把大电流变成小电流，故原线圈匝数 n_1 小于副线圈匝数 n_2 .



例4 一自耦变压器如图8所示，环形铁芯上只绕有一个线圈，将其接在 a 、 b 间作为原线圈.通过滑动触头取该线圈的一部分，接在 c 、 d 间作为副线圈，在 a 、 b 间

输入电压为 U_1 的交变电流时，

答案 **解析**



在将滑动触头从 M 点顺时针转到 N 点的过程中

- A. $U_2 > U_1$, U_2 降低
- B. $U_2 > U_1$, U_2 升高
- C. $U_2 < U_1$, U_2 降低
- D. $U_2 < U_1$, U_2 升高

图8

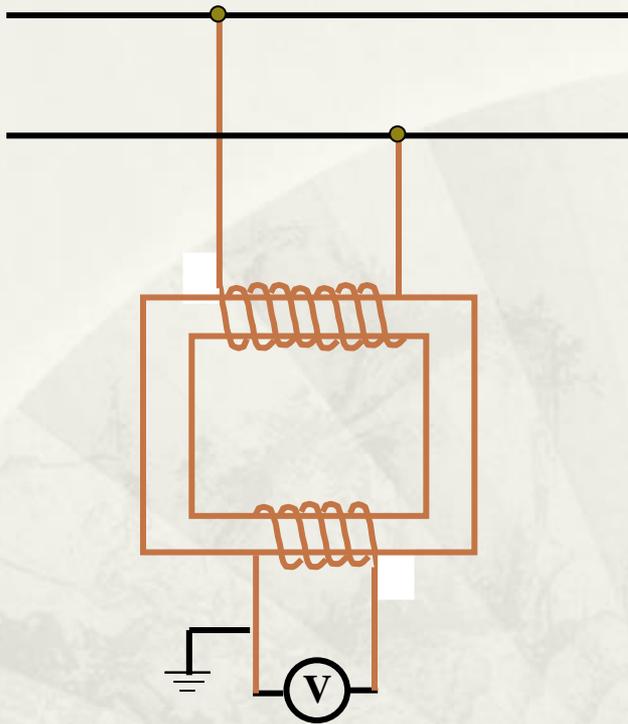
由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, $n_1 > n_2$ 知 $U_2 < U_1$; 滑动触头从 M 点顺时针旋转至 N 点过程,

n_2 减小, 则 U_2 降低, C 项正确.



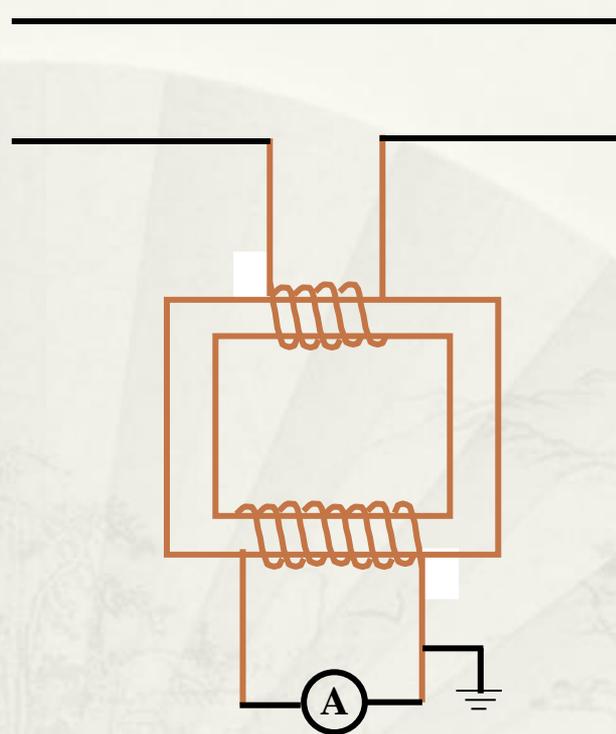
四、几种常用变压器

1.互感器



电压互感器

使用时把原线圈与电路并联，
原线圈匝数多于副线圈匝数



电流互感器

使用时把原线圈与电路串联，
原线圈匝数少于副线圈匝数

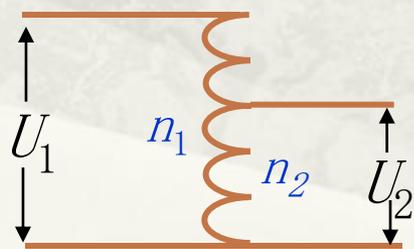
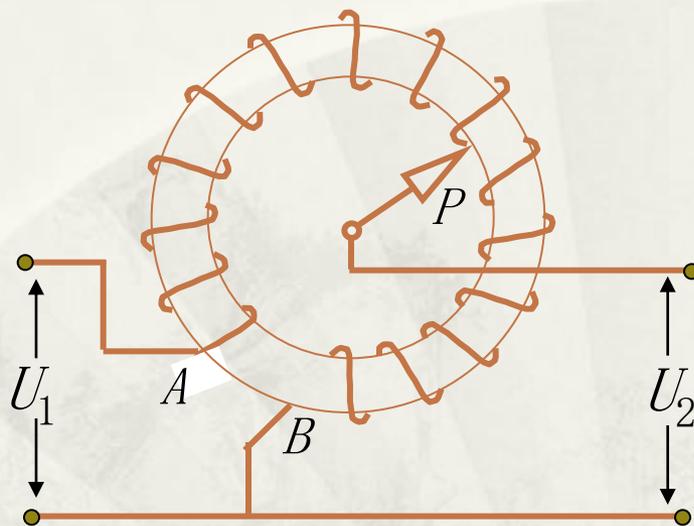
四、几种常用变压器



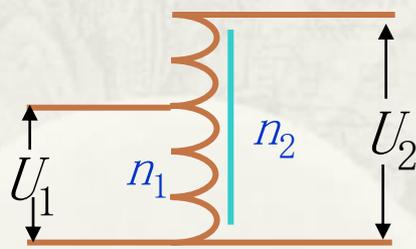
四、几种常用变压器

1. 自耦变压器

自耦变压器的原副线圈共用一个线圈



降压变压器



升压变压器