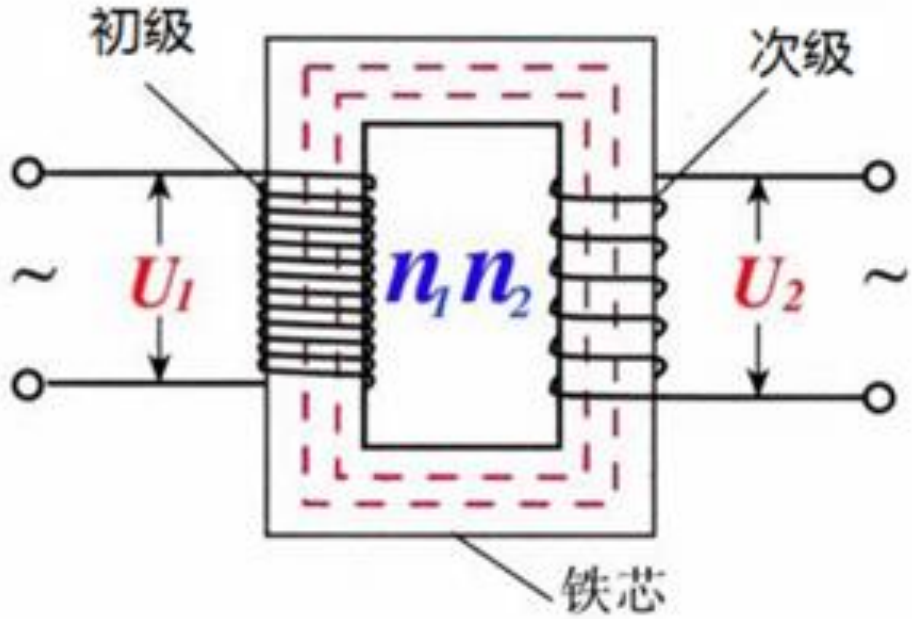
阻抗式传感器

Impedance Sensors

3.3.2 差动变压器

常见的电源变压器



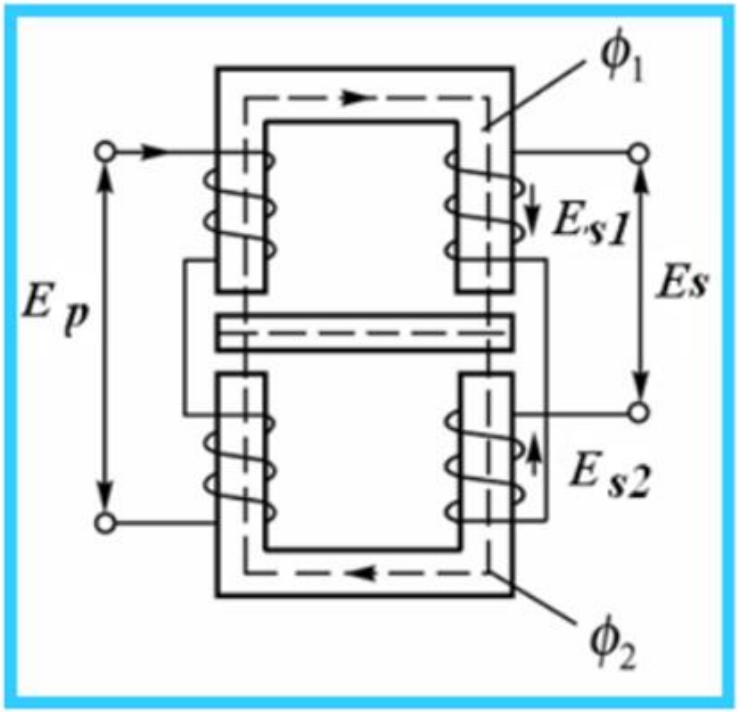
3.3.2 差动变压器

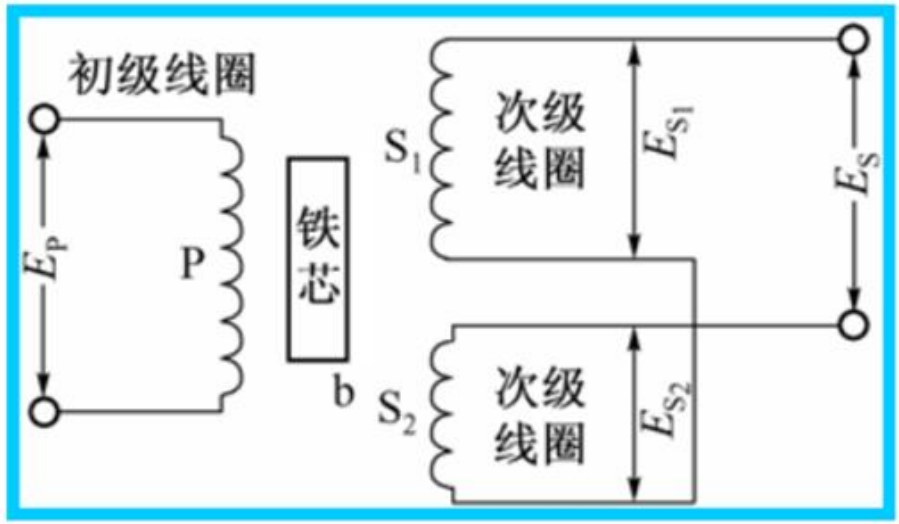
一、工作原理

- 差动变压器式传感器本身是一个**变压器**，它把被测位移量转换为传感器**互感**的变化，使次极线圈感应电压也发生相应的变化。

- 分为变气隙型、变面积型和螺线管型三种，目前多采用**螺线管型**差动变压器。

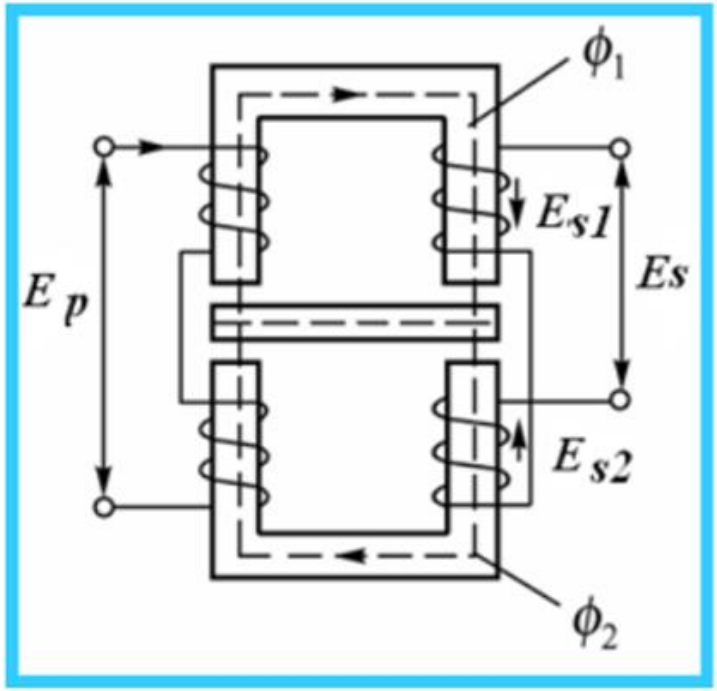
3.3.2 差动变压器



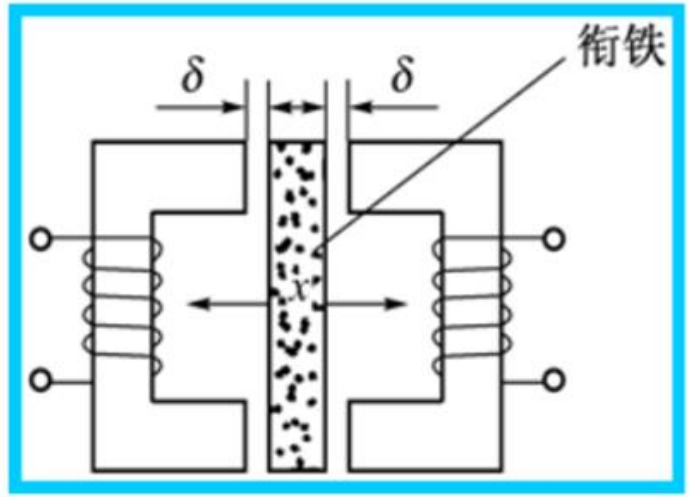


(a) 差动变压器结构示意图　　(b) 差动变压器电气连接图

3.3.2 差动变压器

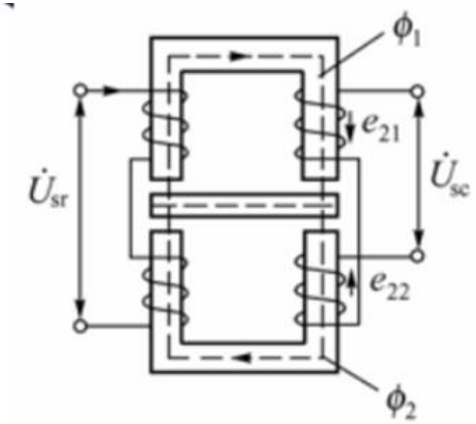


(a)差动变压器结构示意图

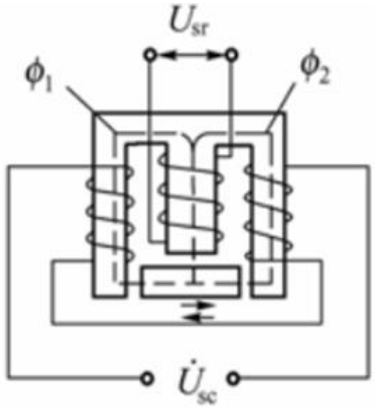


(b) 差动式变磁阻传感器

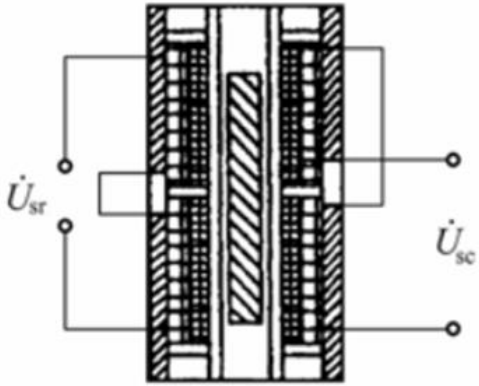
3.3.2 差动变压器



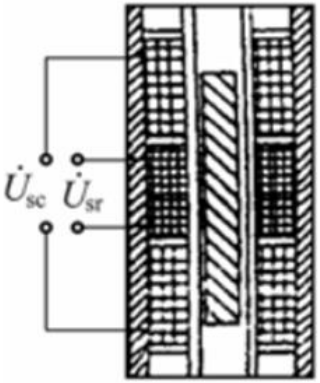
(a) 变间隙式



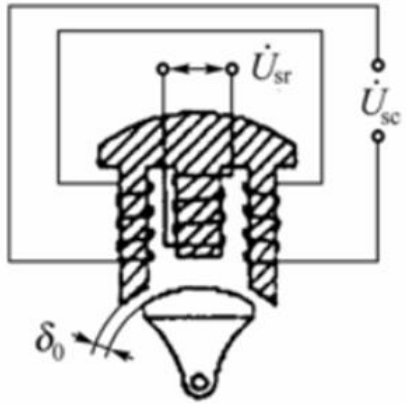
(b) 变间隙式



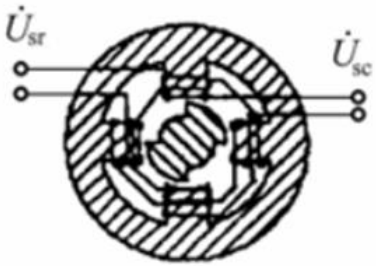
(c) 螺线管式



(d) 螺线管式



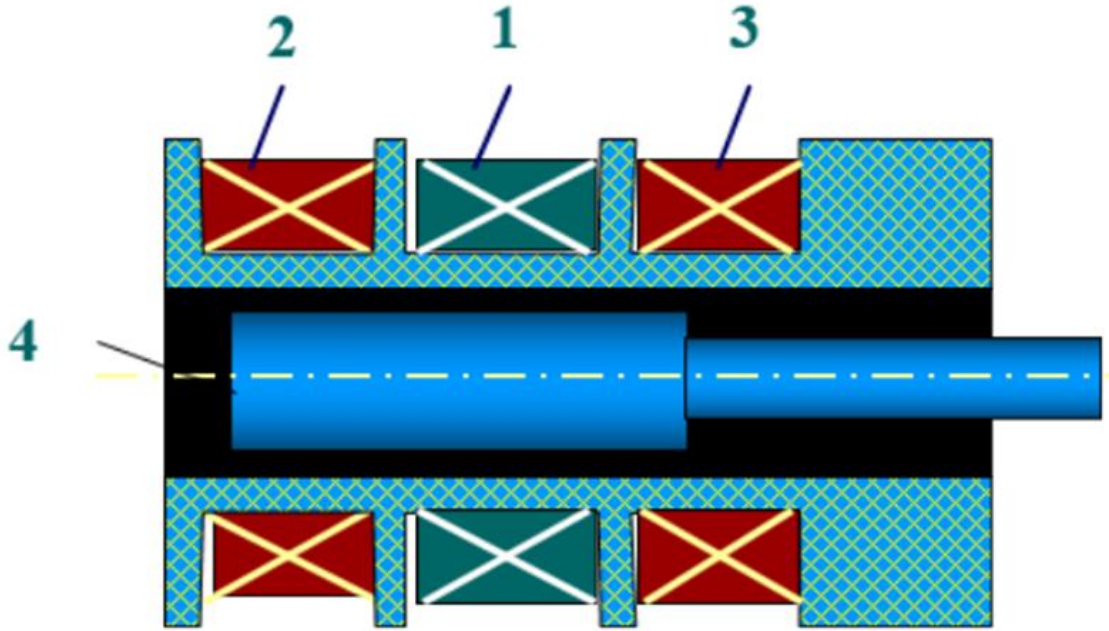
(e) 变面积式



(f) 变面积式

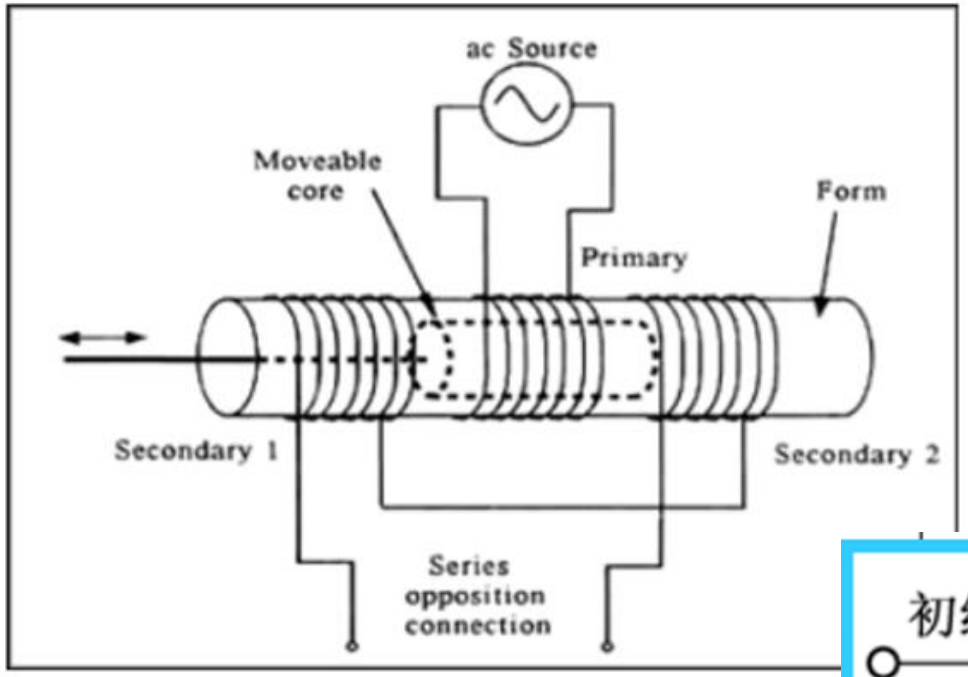
1. 螺管式差动变压器

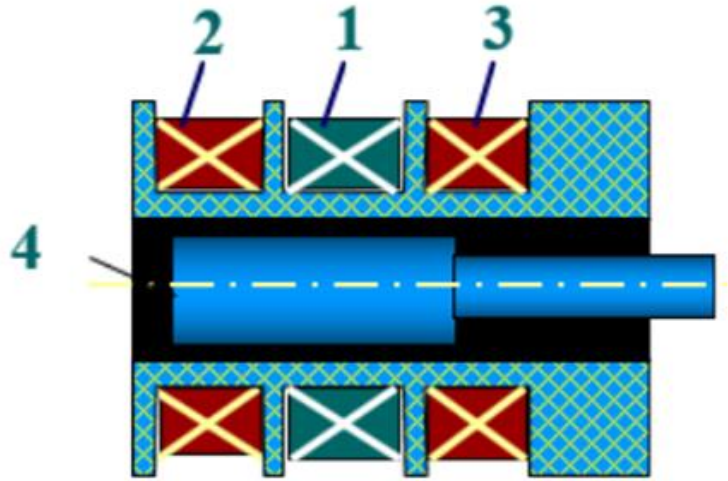
1）结构与工作原理



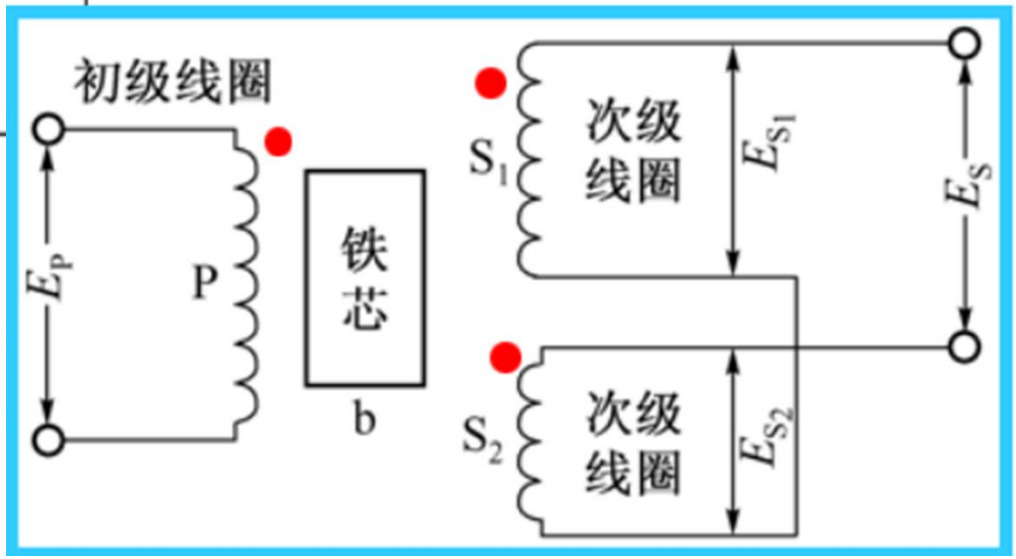
1 -初级线圈；2、3-次级线圈；4-铁芯

1. 螺管式差动变压器



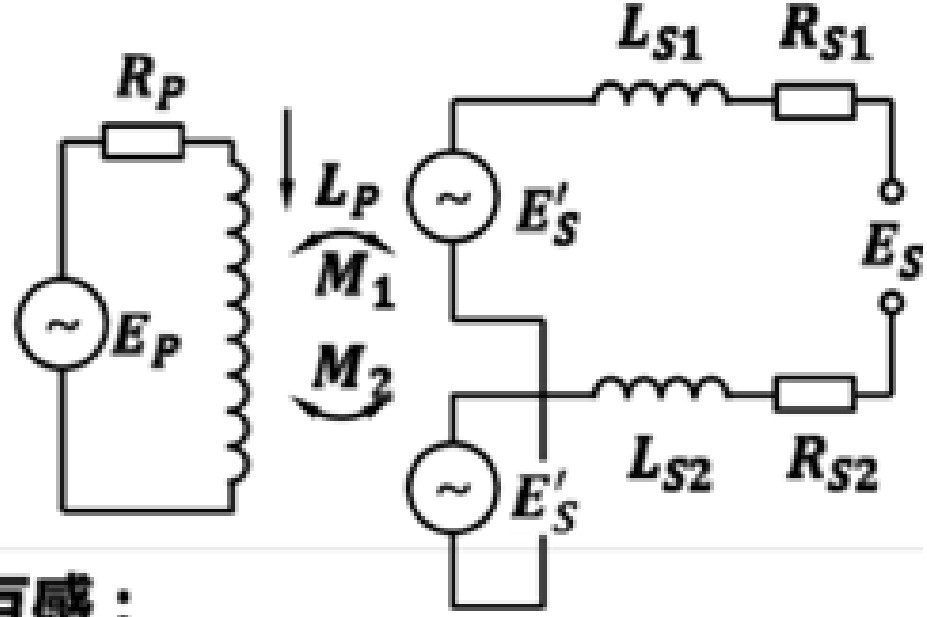


差动变压器电气连接图



1. 螺管式差动变压器

2）等效电路



E_p — 初级线圈励磁电压

E_{s1}、E_{s2} — 次级线圈感应电势

E_s — 差动变压器输出电压

L_p , R_p — 初级线圈电感与有效电阻；

M_1 , M_2 — 初级线圈与两次级线圈的互感；

L_{s1} , R_{s1} — 次级线圈1电感与有效电阻；

L_{s2} , R_{s2} — 次级线圈2电感与有效电阻；

1. 螺管式差动变压器

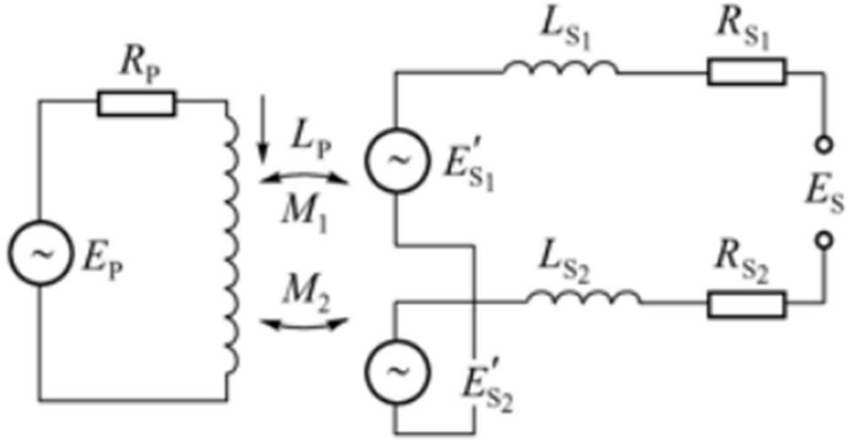
当次级开路时，初级绕组的交流电流为：

$$\dot{I}_p = \frac{\dot{E}_p}{R_p + j\omega L_p}$$

次级绕组的感应电动势为：

$$\dot{E}_{s1} = -j\omega M_1 \dot{I}_p$$

$$\dot{E}_{s2} = -j\omega M_2 \dot{I}_p$$



由于次级绕组反向串接，故差动变压器输出电压为：

$$\dot{E}_s = \dot{E}_{s1} - \dot{E}_{s2} = -\frac{j\omega(M_1 - M_2)\dot{E}_p}{R_p + j\omega L_p}$$

1. 螺管式差动变压器

其有效值为：

$$E_s = \frac{\omega(M_1 - M_2)E_p}{\sqrt{R_p{}^2 + (\omega L_p)^2}}$$

① 铁芯处于中间位置时，$M_1=M_1=M$，$E_s=0$

② 铁芯上升时，

$M_1=M+\Delta M$，$M_2=M-\Delta M$

$$E_s = \frac{2\omega\Delta M E_p}{\sqrt{R_p{}^2 + (\omega L_p)^2}}$$

与E_p同极性

③ 铁芯下降时，

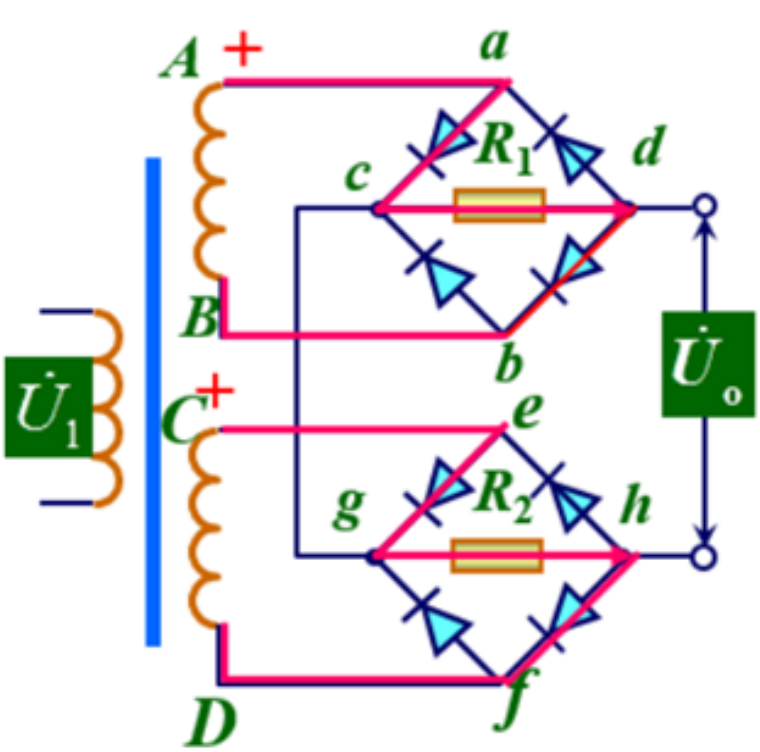
$M_1=M-\Delta M$，$M_2=M+\Delta M$

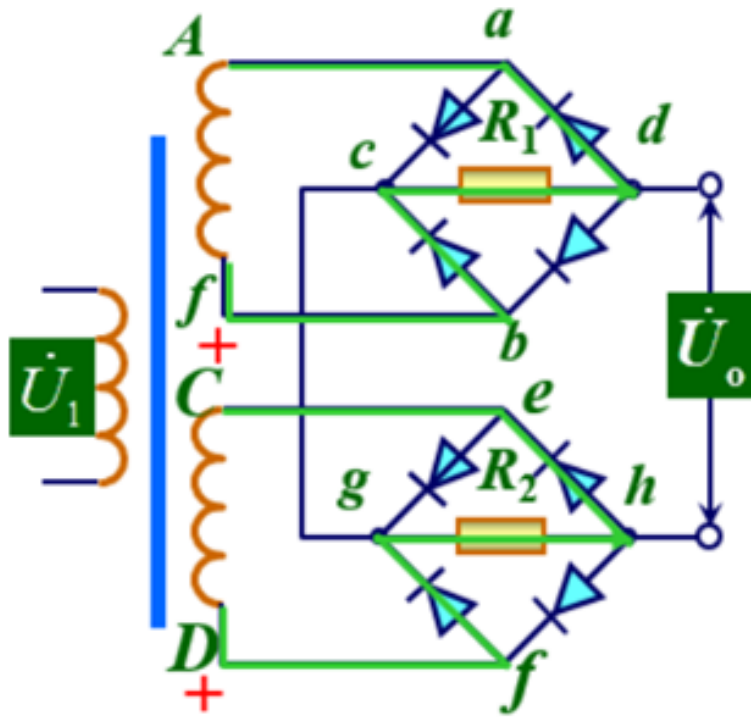
$$E_s = -\frac{2\omega\Delta M E_p}{\sqrt{R_p{}^2 + (\omega L_p)^2}}$$

与E_p反极性

2. 差动变压器的信号调节电路

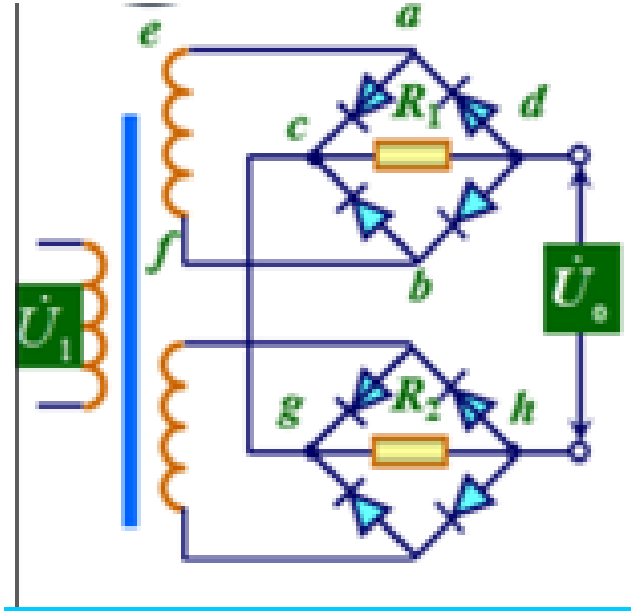
1）全波差动整流电路



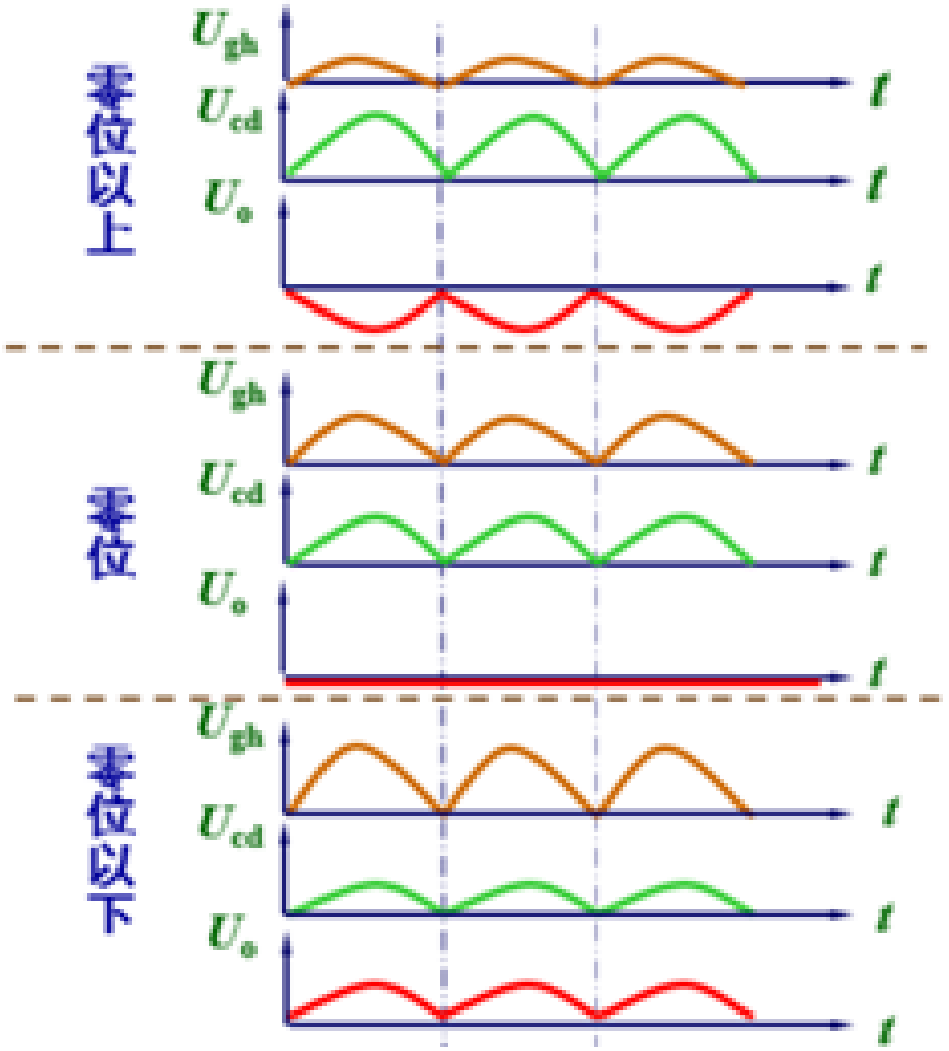


$$U_o = U_{dc} + U_{gh} = U_{gh} - U_{cd}$$

2. 差动变压器的信号调节电路



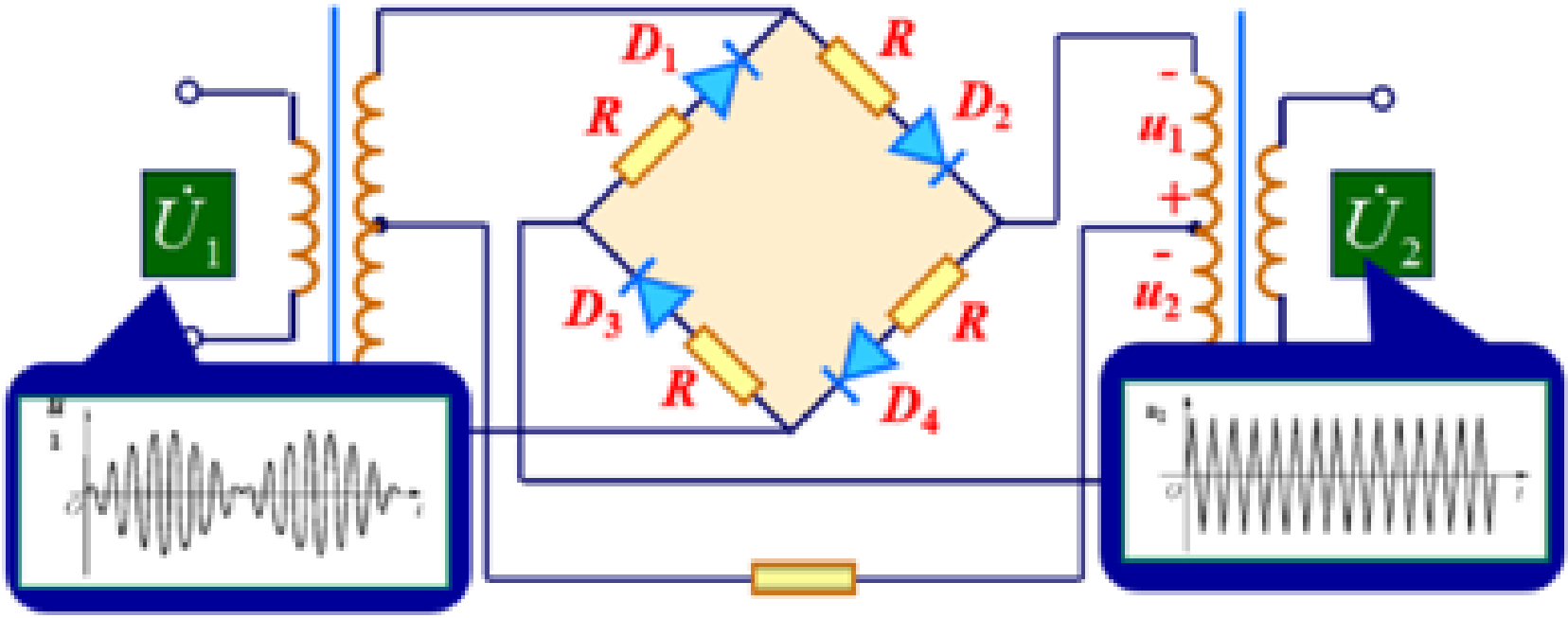
铁芯在零位以上或零位以下时，输出电压的极性相反，零点残存电压自动抵消。



2. 差动变压器的信号调节电路

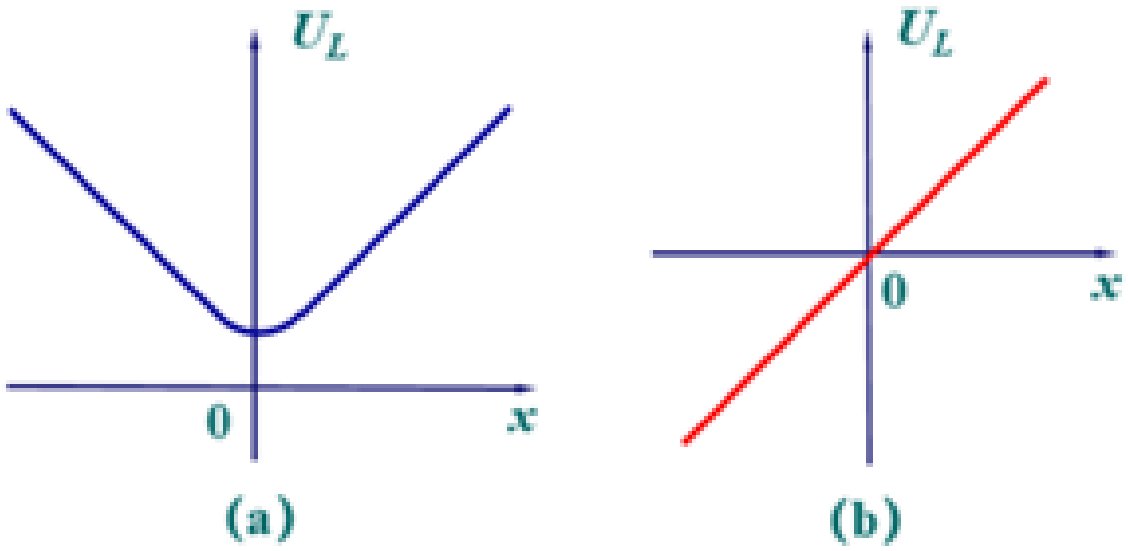
2）相敏检波电路

参考电压U_2和测量信号U_1同频，经过移相器使得U_2和U_1保持同相，且满足$U_2>>U_1$（即二极管的通断由决定）。



2. 差动变压器的信号调节电路

经过相敏检波电路后，正位移输出正电压，负位移输出负电压。差动变压器的输出经过相敏检波以后，特性曲线由（a）变成（b），残存电压自动消失。



相敏检波前后的输出特性曲线