



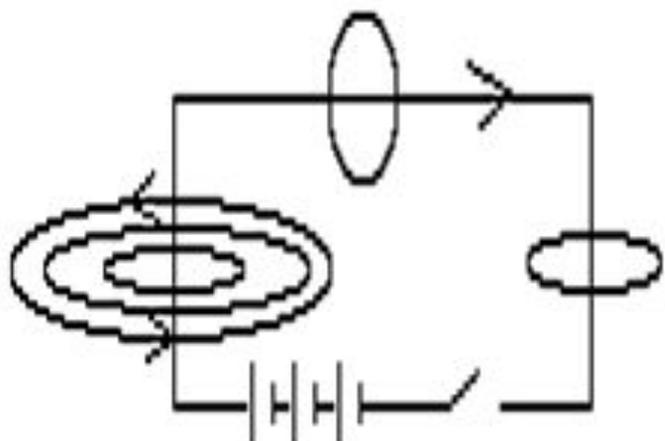
# Самоиндукция

ЭДС самоиндукции—это ЭДС, возникающая в контуре при изменении собственного магнитного потока.

Она возникает при включении, выключении и при всяком изменении тока в контуре.

ЭДС самоиндукции возникает такого направления, что своим магн. полем препятствует изменению магнитного поля текущего по контуру тока.

По существу каждый контур обладает индуктивностью, т.е. инертностью по отношению к изменению в нем тока.



$$E_s = - \frac{d}{dt} (L I)$$


---

$$\left. \begin{aligned} \Phi &= B S \cos \alpha & \Phi &\sim B \\ B &= \mu \mu_0 \frac{I N}{e} & B &\sim I \end{aligned} \right\} \Phi \sim I$$

$$\Phi = L I \quad E_i = - \frac{d \Phi}{d t}$$

Если  $L = f(t)$  и  $I = f(t)$ , то

$$E_s = - \left( I \frac{dL}{dt} + L \frac{dI}{dt} \right)$$


---

Если  $L \neq f(t)$ , то  $E_s = - L \frac{dI}{dt}$

$$E_s = -L \frac{dI}{dt}$$

$$L = \frac{|-E_s|}{\frac{dI}{dt}}$$

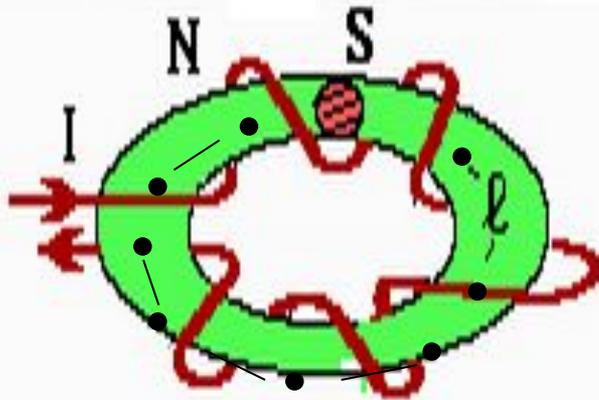
$$1 \text{ Гн} = 10^9 \text{ Ом}$$

$$\text{Гн} = \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}}$$

$L$  — физическая скалярная величина, характеризующая свойство цепи создавать потокосцепление самоиндукции и численно равная ЭДС, возникающей в данном контуре при изменении силы тока на единицу в единицу времени.

$L$  — коэффициент самоиндукции или индуктивность контура.

# Индуктивность длинного соленоида (тороида)



$N$  — число витков тороида  
 $l$  — длина осевой линии  
 $S$  — площадь сечения тороида

$$E_s = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Phi = BS \quad B = \mu \mu_0 H \quad H = \frac{I N}{l} \quad \frac{d\Phi}{dt} = \mu \mu_0 \frac{NS}{l} \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$E_s = -\mu \mu_0 \frac{N^2 S}{l} \cdot \frac{dI}{dt}$$

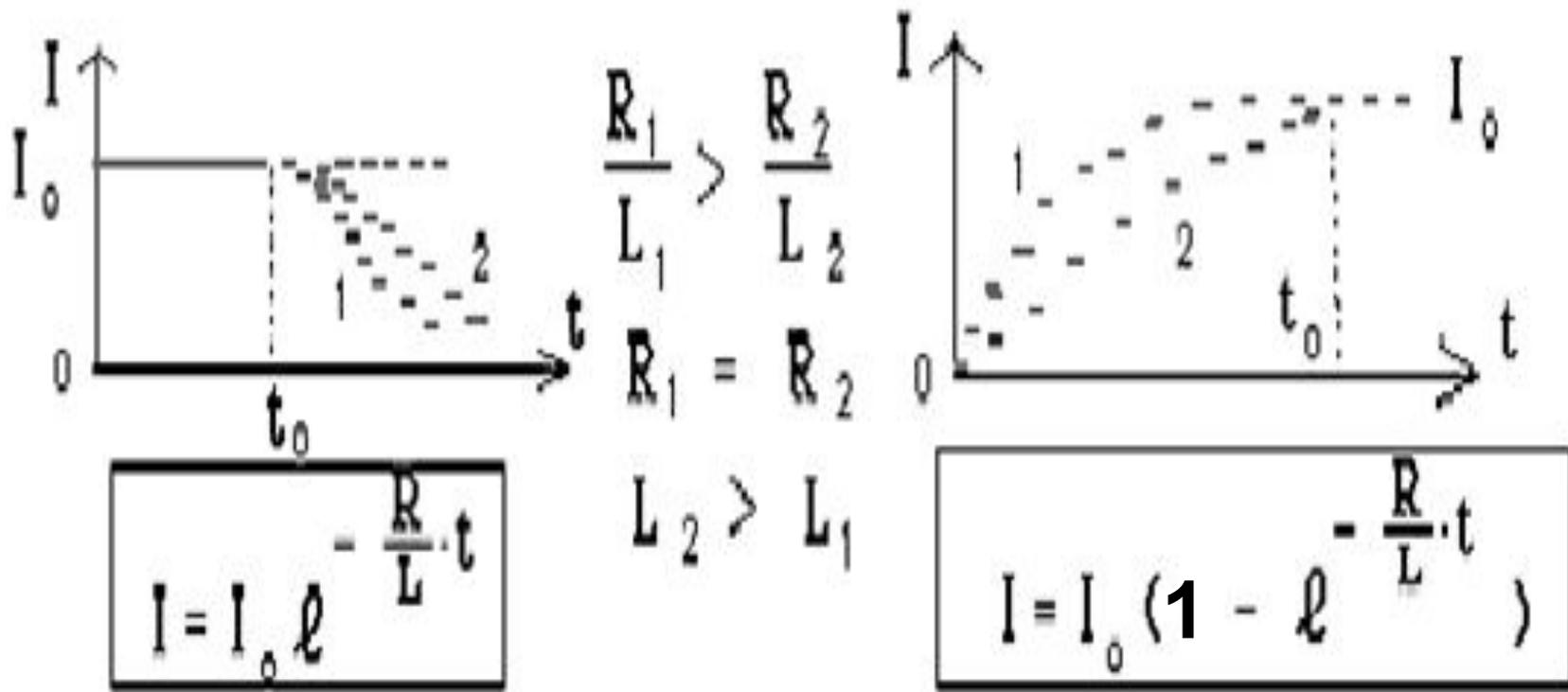
$$E_s = -L \frac{dI}{dt}$$

$$L = \mu \mu_0 \frac{N^2 S}{l}$$

# Экстратоки размыкания и замыкания

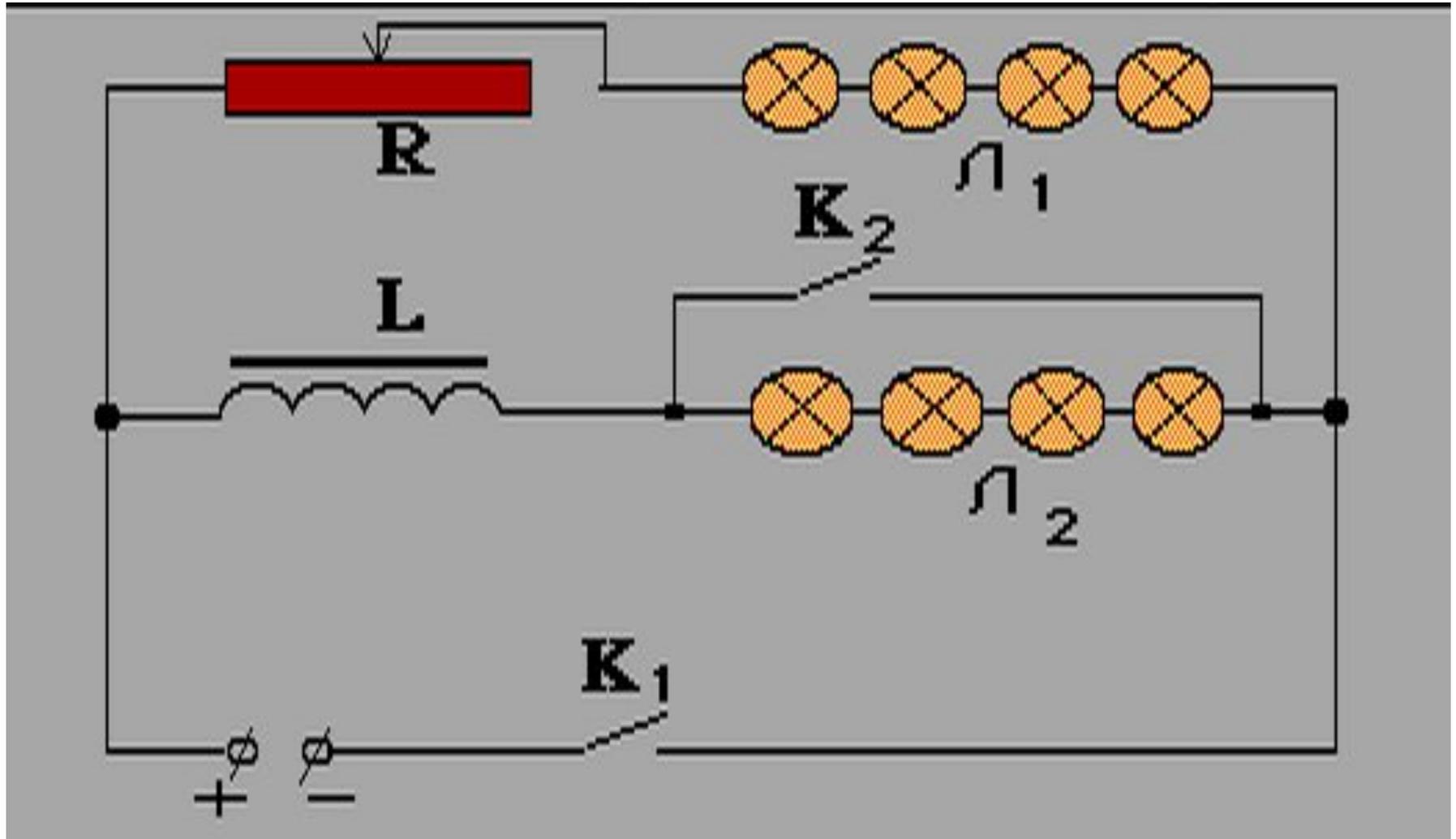


Вследствие самоиндукции установление и исчезновение тока в цепи, а также любое его изменение происходит не мгновенно, а постепенно.

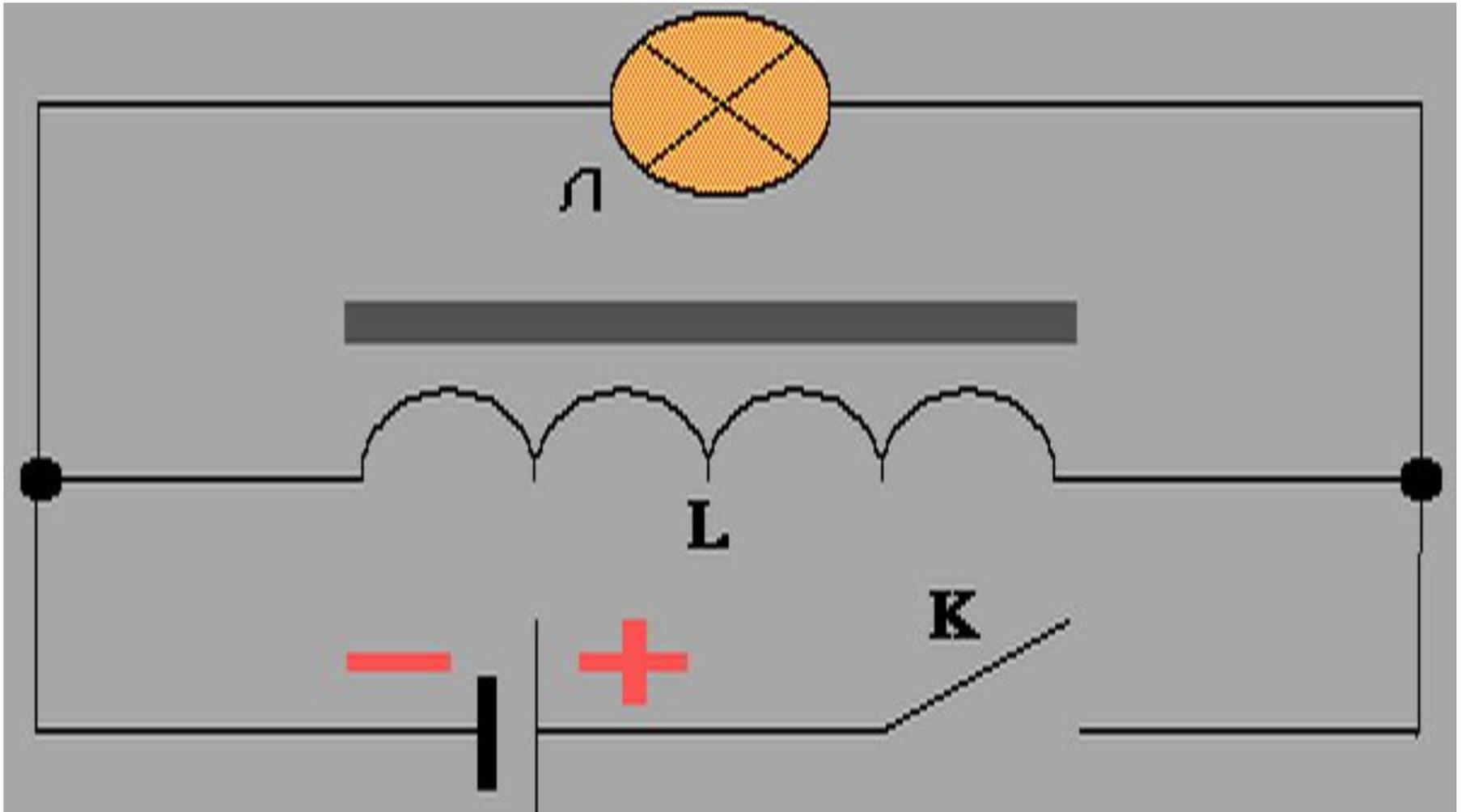


Чем больше  $L \uparrow$ , тем больше инертность.

# Нарастание тока в цепи с большой индуктивностью

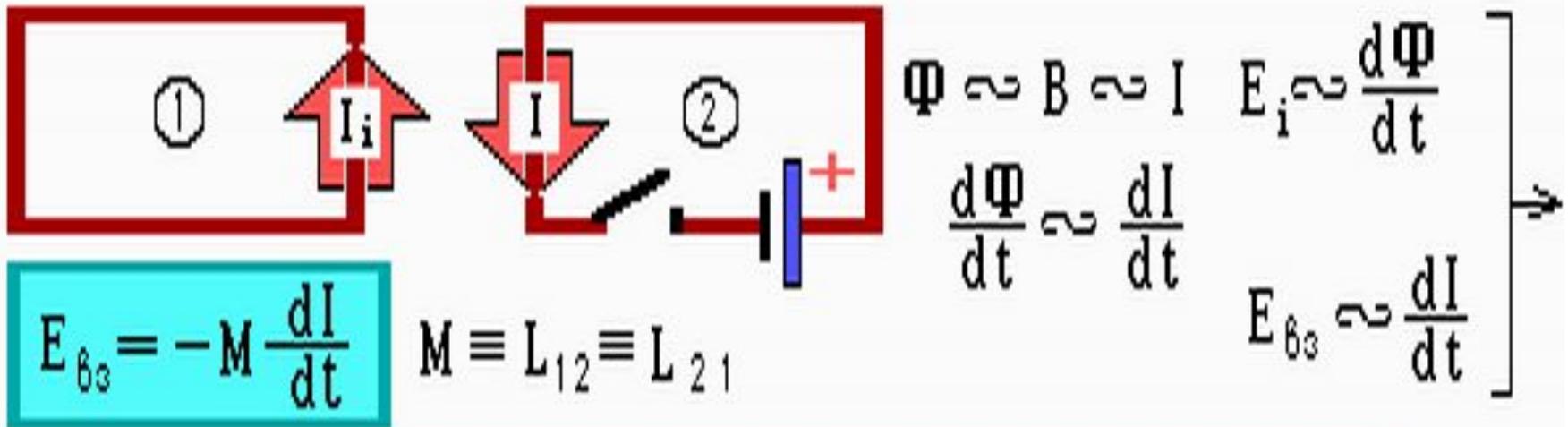


# Явление самоиндукции при размыкании цепи



# Взаимная индукция

Явление взаимной индукции—это возникновение ЭДС в первом контуре при изменении магнитного поля второго контура, пронизывающего первый контур.

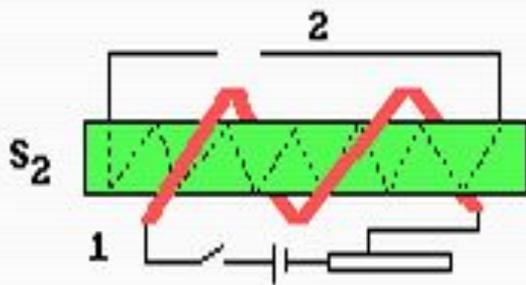


$$E_{бз} = -M \frac{dI}{dt}$$

$$M \equiv L_{12} \equiv L_{21}$$

**M — сфв. численно равная ЭДС, возникающей в 1 контуре при изменении тока на единицу в 1 времени во 2 контуре.**

# Коэффициент взаимной индукции соленооида с двумя обмотками



Первичная обмотка — наружная  
 $N_2$  ЭДС, возникающая во вто-  
 ричной обмотке

$$E_{\text{вз}} = - N_2 \frac{d\Phi_1}{dt}$$

$$\Phi_1 = B_1 S_2 = \mu \mu_0 \frac{I_1 N_1}{l_1} S_2$$

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = \mu \mu_0 \frac{N_1 S_2}{l_1} \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

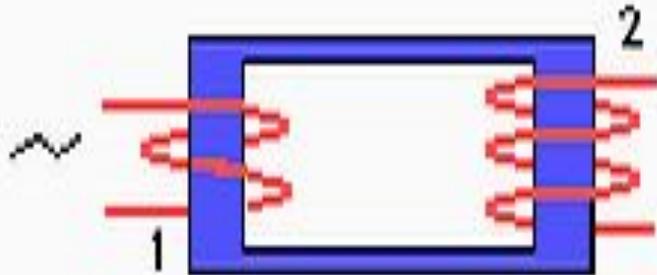
$$E_{\text{вз}} = - \mu \mu_0 \frac{N_1 N_2 S_2}{l_1} \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

$$E_{\text{вз}} = - M \frac{dI}{dt}$$

$$M = \mu \mu_0 \frac{N_1 N_2 S_2}{l_1}$$

$$M = \mu \mu_0 \frac{N_1 N_2 S}{l}$$

# Трансформатор



$$\left. \begin{aligned} E_1 &= -E_s \\ E_s &= -N_1 \frac{d\Phi}{dt} \end{aligned} \right\} \rightarrow E_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

$$E_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} \quad (2)$$

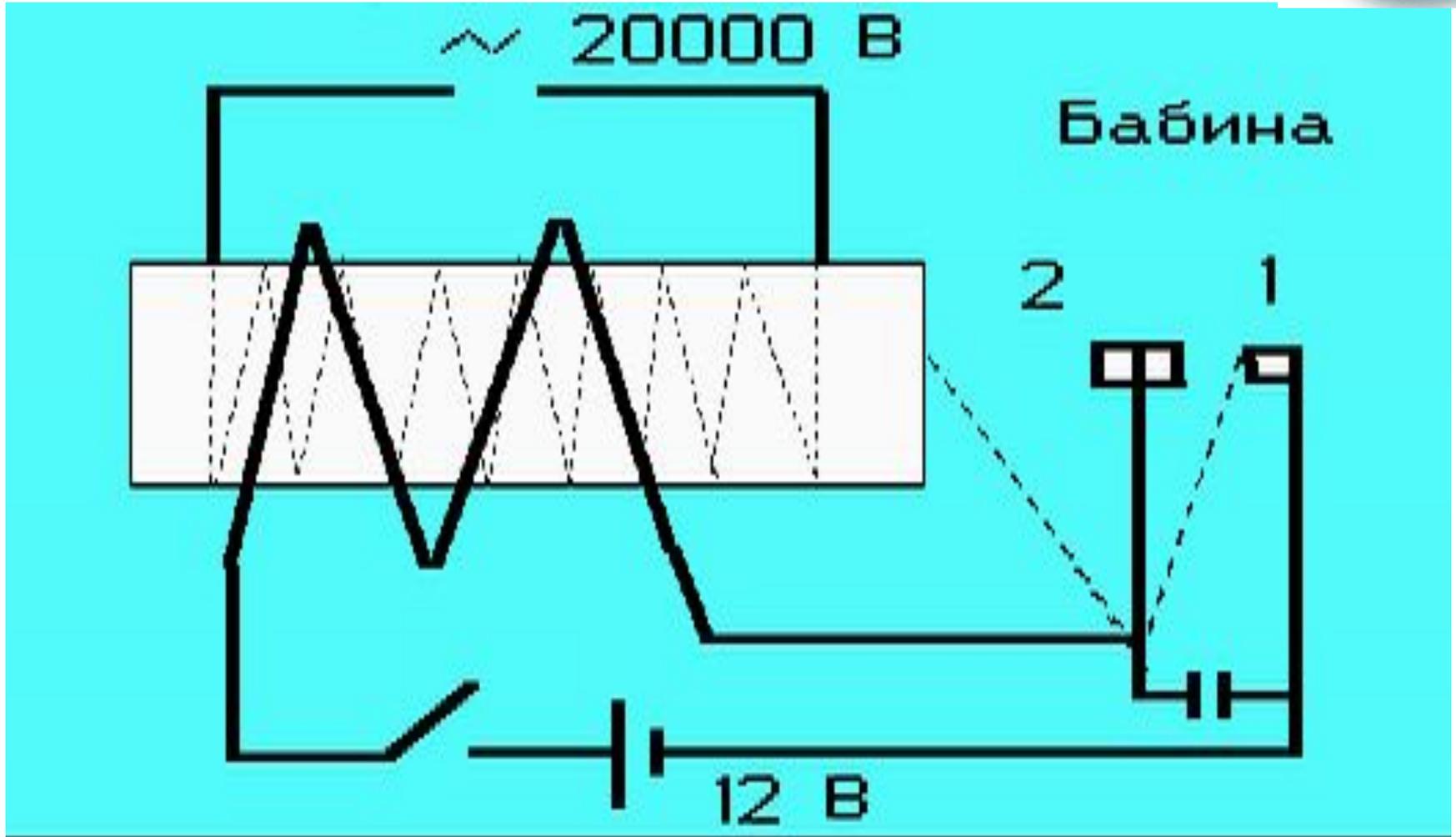
$$\frac{E_2}{E_1} = \left| -\frac{N_2}{N_1} \right| \quad (3)$$

$$P_1 = P_2 \quad I_1 E_1 = I_2 E_2.$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

ЭДС в первичной и вторичной цепях противоположны по фазе.

# Катушка Румкорфа





# Энергия магнитного поля

*Если по цепи течет ток, то часть энергии источника ЭДС расходуется на создание магнитного поля.*

$$\Phi = LI \quad d\Phi = L di \quad dA = i d\Phi = LI di$$

$$A = \int_0^I LI di = \frac{LI^2}{2} \quad W = \frac{LI^2}{2} \quad W = w v$$

$$L = \mu\mu_0 \frac{N^2 s}{l} \quad B = \mu\mu_0 \frac{IN}{l} \Rightarrow I = \frac{Bl}{\mu\mu_0 N}$$

$$W = \frac{B^2 l s}{2\mu\mu_0} \quad w = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} \quad \text{плотность энергии магнитного поля}$$