

Самоиндукция

Самоиндукция

Явление открыто в 1832 году
американским физиком Д. Генри

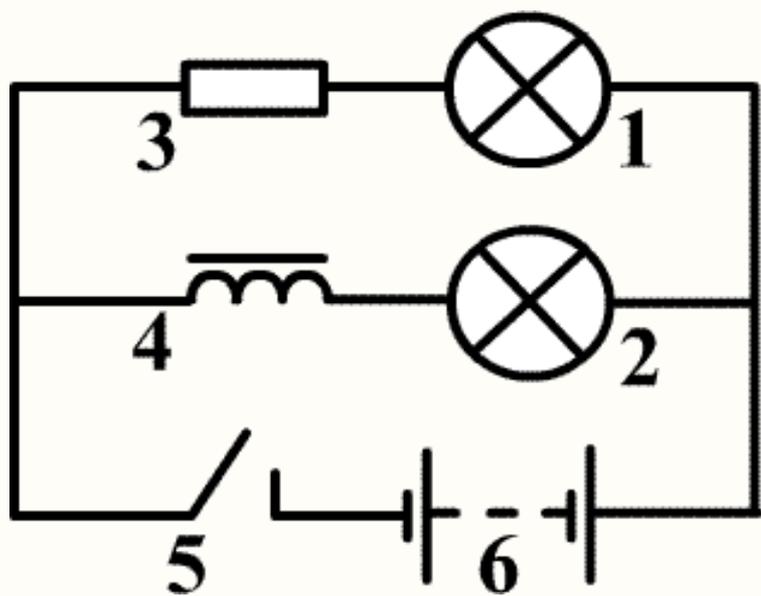
Джозеф Генри



- Американский физик
- Открыл самоиндукцию
- Независимо от Фарадея обнаружил взаимную индукцию
- Работы по электромагнитным реле были основой для изобретения электрического телеграфа

(1797 – 1878)

Опыт



Изменяющийся ток в проводнике I

создает

Переменное магнитное поле B, Φ

порождает

Вихревое электрическое поле \mathcal{E}_i, E

действует на

Свободные заряды в контуре q_0, ν

приходят в движение, создавая

Индукционный ток I_i

создает

Свое магнитное поле B_i

Мешает изменению

Мешает изменению

Индуктивность

Способность проводника в с током создавать магнитное поле

L – индуктивность; I – сила тока;
 Φ – магнитный поток, созданный током;

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

Индуктивность проводника – это скалярная физическая величина численно равная отношению магнитного потока, созданного током в соленоиде к силе тока в нем

Индуктивность показывает, какой магнитный поток создается соленоидом при протекании по нему единичной силы тока.

$$L = \frac{\Phi}{I = 1}$$

Генри равен индуктивности такого соленоида, в котором при силе постоянного тока в 1 А создается магнитный поток в 1 Вб. $[L] = 1 \text{ Гн} = 1 \frac{\text{Вб}}{\text{А}}$

Индуктивность соленоида зависит от его размеров, формы и магнитных свойств среды внутри соленоида

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

Способ измерения косвенный

Закон самоиндукции

$$L = \frac{\Phi}{I} \Rightarrow \Phi = LI$$

$$\begin{aligned} \Delta\Phi &= \Phi_2 - \Phi_1 = LI_2 - LI_1 = L(I_2 - I_1) = \\ &= L\Delta I \end{aligned}$$

$$\Delta\Phi = L\Delta I$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Delta\Phi = L\Delta I$$

$$\mathcal{E}_{is} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

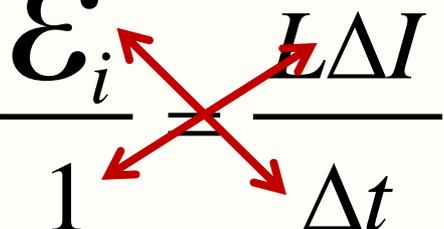
Закон самоиндукции

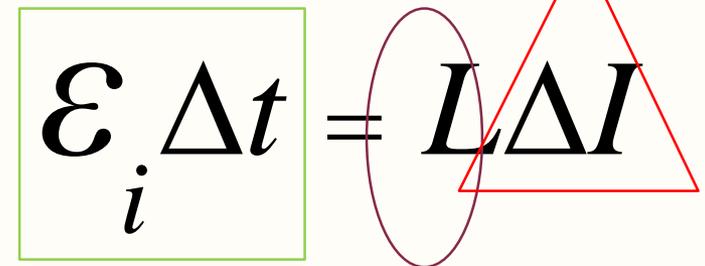
$$\mathcal{E}_{is} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

ЭДС самоиндукции
пропорциональна скорости
изменения силы тока в
электрической цепи

В таком виде справедлив при равномерном
изменении силы тока

$$\mathcal{E}_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \mathcal{E}_i = \frac{L \Delta I}{\Delta t} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\mathcal{E}_i}{1} = \frac{L \Delta I}{\Delta t}$$


$$\Rightarrow \quad \mathcal{E}_i \Delta t = L \Delta I$$


= —

$$L = \frac{\mathcal{E}_i \Delta t}{\Delta I}$$

ИНДУКТИВНОСТЬ

Способность проводника влиять на быстроту установления тока в цепи.

Обнаруживает себя в цепях с изменяющимся током. Индуктивность препятствует изменению тока.

L – индуктивность; ΔI – изменение силы тока;
 Δt – изменение времени; \mathcal{E}_{is} – ЭДС самоиндукции

$$L = \frac{\mathcal{E}_{is}}{\frac{\Delta I}{\Delta t}}$$

Индуктивность проводника – это скалярная физическая величина численно равная отношению ЭДС самоиндукции, возникающей в проводнике при изменении в нем силы тока, к быстроте изменения силы тока.

Индуктивность показывает, какая ЭДС самоиндукции возникает в соленоиде при единичном изменении в нем силы тока за единицу времени.

$$L = \frac{\mathcal{E}_{is}}{\frac{\Delta I}{\Delta t}} = 1$$

Генри равен индуктивности такого проводника, в котором при изменении силы тока на 1 А за 1 с возникает ЭДС самоиндукции в 1 В.

$$L = \frac{\mathcal{E}_{is} \Delta t}{\Delta I} \quad [L] = 1 \text{ Гн} = 1 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}}$$

| Масса | Индуктивность |
|--|---|
| <p>Характеризует инертность тела., способность тела влиять на быстроту установления скорости тела . Обнаруживает себя при попытке изменить скорость тела</p> | <p>Характеризует способность проводника влиять на быстроту установления тока в цепи. Обнаруживает себя в цепях с изменяющимся током</p> |
| $m = \frac{F\Delta t}{\Delta v}; m = \frac{p}{v}$ | $L = \frac{\mathcal{E}_{is} \Delta t}{\Delta I}; L = \frac{\Phi}{I}$ |
| <p>Масса – одна из основных характеристик любого материального объекта, являющаяся мерой его инертности и гравитации</p> | <p>Индуктивность проводника – это скалярная физическая величина численно равная отношению магнитного потока, созданного током в соленоиде к силе тока в нем</p> |
| <p>Масса препятствует изменению скорости тела</p> $\downarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{F}{m} \uparrow$ | <p>Индуктивность препятствует изменению тока в проводнике</p> $\downarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}_{is}}{L} \uparrow$ |
| <p>Масса зависит от рода вещества, размеров и формы тела</p> | <p>Индуктивность соленоида зависит от его размеров, формы и магнитных свойств среды внутри соленоида</p> |
| $m = \rho V = \rho S l$ | $L = \frac{\mu \mu_0 N^2 S}{l}$ |

$$W_{\text{K}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} = \frac{pv}{2}$$

$$W_{\text{M}} = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi^2}{2L} = \frac{\Phi I}{2}$$

Учет явления самоиндукции

В цепях, содержащих большую индуктивность (трансформаторы, генераторы, электродвигатели), выключение тока проводят **медленно**, чтобы ЭДС самоиндукции не превысила ЭДС источника, и прибор не вышел из строя.

Проявление явления самоиндукции

При выключении тока между
подвижными контактами
проскакивает искра

Применение явления самоиндукции

- Работа ламп дневного света
- Электрические колебания в колебательном контуре