

9. Самоиндукция. Индуктивность, ЭДС самоиндукции. Индуктивность соленоида

Самоиндукция

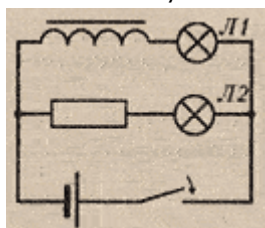
Каждый проводник, по которому протекает электрический ток, находится в собственном магнитном поле. При изменении силы тока в проводнике меняется магнитное поле, т.е. изменяется магнитный поток, создаваемый этим током. Изменение магнитного потока ведет к возникновению вихревого электрического поля и в цепи появляется ЭДС индукции.

$$I \uparrow \rightarrow \Phi \uparrow \rightarrow \mathcal{E}_{si}$$

Это явление называется самоиндукцией. Самоиндукция - явление возникновения ЭДС индукции в электрической цепи в результате изменения силы тока. Возникающая при этом ЭДС называется ЭДС самоиндукции.

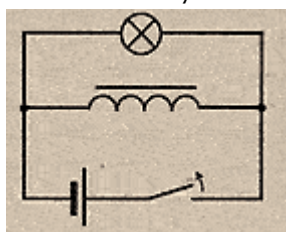
ЭДС самоиндукции направлена так, чтобы препятствовать изменению силы тока в контуре (согласно правилу Ленца). Явление самоиндукции наблюдается, например, при замыкании и размыкании электрической цепи.

Замыкание цепи



При замыкании в электрической цепи нарастает ток, что вызывает в катушке увеличение магнитного потока, возникает вихревое электрическое поле, направленное против тока, т.е. в катушке возникает ЭДС самоиндукции, препятствующая нарастанию тока в цепи (вихревое поле тормозит электроны). В результате Л1 загорается позже, чем Л2.

Размыкание цепи



При размыкании электрической цепи ток убывает, возникает уменьшение магнитного потока в катушке, возникает вихревое электрическое поле, направленное как ток (стремящееся сохранить прежнюю силу тока), т.е. в катушке возникает ЭДС самоиндукции, поддерживающая ток в цепи. В результате Л при выключении ярко вспыхивает.

ЭДС самоиндукции

ЭДС самоиндукции препятствует нарастанию силы тока при включении цепи и убыванию силы тока при размыкании цепи.

При изменении тока ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

$$\Phi = LI$$

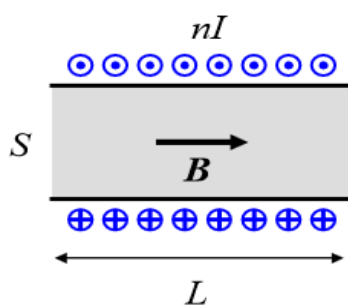
L – индуктивность контура ($L > 0$)

Индуктивность

Если в контуре существует ток, то полный магнитный поток, возникшего магнитного поля сквозь собственный контур, прямо пропорционален силе этого тока $\Phi = L \cdot I$, где L – индуктивность контура.

Рассмотрим, от чего зависит индуктивность на примере соленоида. Если по виткам соленоида течет ток I , то индукцию магнитного поля в центре его на оси можно найти по формуле $B = \mu_0 nI$

Индуктивность соленоида



$$B = \mu_0 nI$$

$$n = \frac{N}{L} \quad \text{— плотность намотки}$$

$$\Phi_1 = BS = \mu_0 nIS \quad \text{— поток через один виток}$$

$$\Phi = N\Phi_1 \quad \text{— полный поток}$$

$$\Phi = NBS = nLBS = \mu_0 n^2 VI$$

$$L = \mu_0 n^2 V$$

Таким образом, индуктивность контура зависит от магнитной проницаемости среды, числа витков на единицу длины в квадрате, размеров и формы контура и от наличия вблизи других контуров. В СИ индуктивность измеряется в генри (Гн).