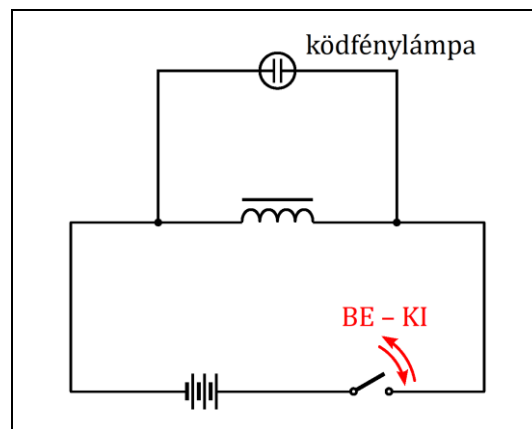
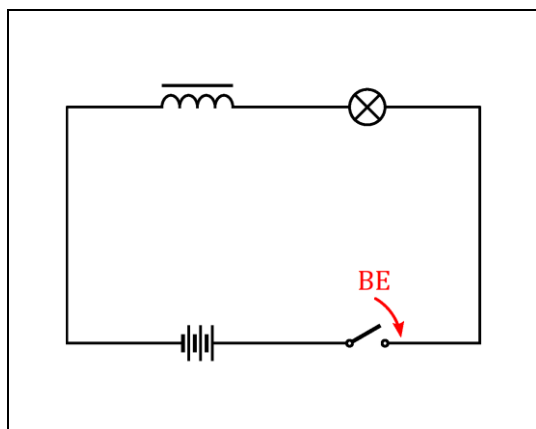


◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

## Az önindukció

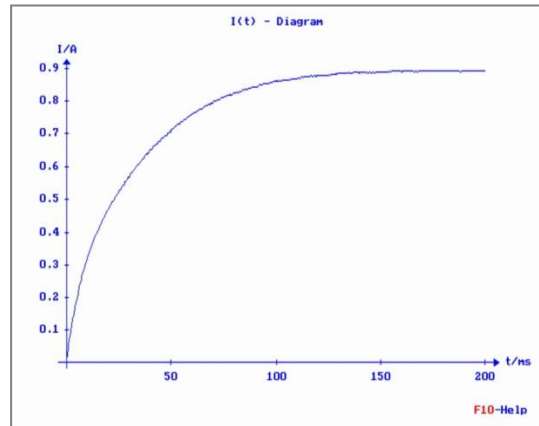
Egy zárt vasmagra helyezett tekercset és egy zsebizzót sorba kapcsoltunk, és ezt a rendszert egy kapcsoló közbeiktatásával zsebtelepre kapcsoltuk. A kapcsoló zárásakor az izzó nem világított azonnal, mert az áram csak a bekapcsolást követő néhány tizedmásodperces késés után indult meg. Ha a kísérletet úgy is megismételtük, hogy a vasmag nem volt a tekercsben, akkor ezt a késést nem észleltük.



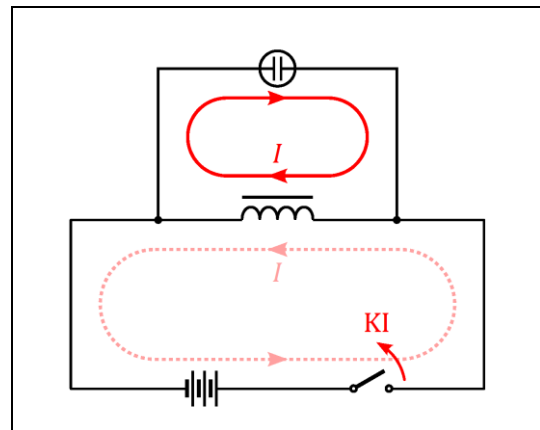
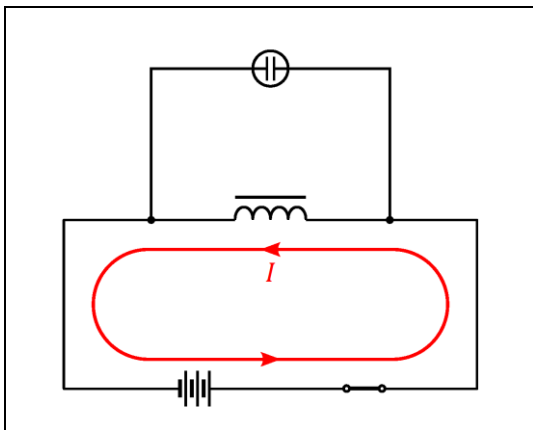
Az előző kísérletben használt, zárt vasmagos tekercset egy kapcsolón keresztül zsebtelepre kapcsoltuk. A tekercssel párhuzamosan kötöttünk egy ködfénylámpát. A kapcsoló zárásakor a ködfénylámpa nem világított, mert a működéséhez 100 V körüli feszültség kell, kikapcsoláskor azonban felvillant. Ha a kísérletet úgy is megismételtük, hogy a vasmag nem volt a tekercsben, akkor ezt a felvillanást nem észleltük.

A kísérletekben megfigyelt jelenségek azzal magyarázhatók, hogy az áram be- és kikapcsolása során a tekercsen áthaladó áram erőssége megváltozik. Ennek következtében változik a tekercs belsejében a mágneses fluxus. A Faraday-féle indukciós törvénnyel összhangban tehát ugyanebben a tekercsben feszültség indukálódik. Lenz törvénye szerint az indukált feszültség olyan irányú áramot hoz létre, amely akadályozza a mágneses fluxus változását, és ezzel együtt az indukciót.

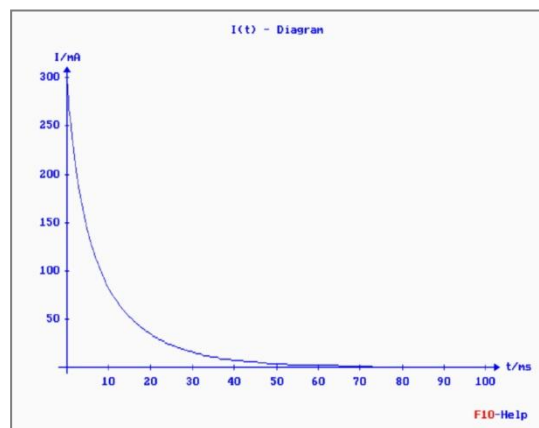
Bekapcsoláskor az indukciót az áramerősség növekedése okozza. Az indukált áram a hirtelen áramerősség-növekedést meggátolja, ezért az áram késve, és kevésbé hirtelen indul meg. Az izzó ennek következtében később kezd világítani. A képen egy tekercsen átfolyó áram erősségének bekapcsolás utáni változása látható tényleges számítógépes mérés alapján.



Az áram kikapcsolásakor az indukciót az áramerősség csökkenése okozza. Az indukált áram ezt a hirtelen áramerősség-csökkenést akadályozza. Kikapcsoláskor a rendkívül gyors fluxusváltozás miatt olyan nagy az indukált feszültség, hogy elegendő a ködfénylámpa begyújtásához. Az áram ezért a tekercsen és a ködfénylámpán keresztül egy kis ideig még tovább folyik.



A tekercsben az áram így késve, és kevésbé hirtelen szűnik meg. A képen egy tekercsen átfolyó áram erősségének kikapcsolás utáni változása látható tényleges számítógépes mérés alapján.



A tekercs kikapcsolásakor az indukált feszültség olyan nagy is lehet, hogy a kapcsoló érintkezői között szikrakisülés jön létre a levegőben.

Azt a jelenséget, melynek során a tekercsben bekövetkező áramerősség-változás ugyanabban a tekercsben is feszültséget indukál, önindukciónak nevezzük. Az így keletkező feszültséget önindukciós feszültségnek nevezzük.

Az önindukciós feszültség nagysága a Faraday-féle indukciós törvény alapján:

$$U = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

A fluxusváltozást egy *hosszú, egyenes tekercsnél* részletesen felírva:

$$\begin{aligned}\Delta\Phi &= \Delta(B \cdot A) = B_2 \cdot A - B_1 \cdot A = \mu \cdot \frac{N \cdot I_2}{l} \cdot A - \mu \cdot \frac{N \cdot I_1}{l} \cdot A = \\ &= \mu \cdot \frac{A \cdot N}{l} \cdot (I_2 - I_1) = \mu \cdot \frac{A \cdot N}{l} \cdot \Delta I.\end{aligned}$$

Ezt beírva az indukciós törvénybe:

$$U = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = N \cdot \mu \cdot \frac{A \cdot N}{l} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = \mu \cdot \frac{A \cdot N^2}{l} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t},$$

azaz

$$U = \mu \cdot \frac{A \cdot N^2}{l} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

Mindkét oldalt  $\Delta t$ -vel szorozva, és  $\Delta I$ -vel osztva:

$$\frac{U \cdot \Delta t}{\Delta I} = \mu \cdot \frac{A \cdot N^2}{l}. \quad (1)$$

A képlet jobb oldalán álló kifejezés csak a tekercs adataitól függ, és egy adott tekercsnél a tekercsre jellemző állandó. Ezt a mennyiséget a tekercs önindukciós együtthatójának nevezzük. Jele  $L$ , képlettel:

$$\frac{U \cdot \Delta t}{\Delta I} = L = \text{állandó}.$$

A most kapott összefüggés alapján *tetszőleges tekercs, vezetőhurok vagy vezetékszakas* önindukciós együtthatója is definiálható. *Ha egy tekercsben, vezetőhurokban vagy vezetékszakasban az áramerősség  $\Delta I$ -vel változik  $\Delta t$  idő alatt, és ennek következtében  $U$  önindukciós feszültség keletkezik, akkor az*

$$L = \frac{U \cdot \Delta t}{\Delta I} \quad (2)$$

*összefüggéssel értelmezhető mennyiséget önindukciós együtthatónak nevezzük. Az önindukciós együttható SI-mértékegysége:*

$$[L] = \frac{[U] \cdot [\Delta t]}{[\Delta I]} = \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}} = \text{henry} = \text{H}.$$

Az önindukciós együtthatót önindukciós tényezőnek is nevezik.

Az (2) összefüggésből az önindukciós feszültség kifejezhető: Ha egy  $L$  önindukciós együtthatójú *tekercsben, vezetőlukokban vagy vezetékszakaszban* az áramerősség  $\Delta I$ -vel változik  $\Delta t$  idő alatt, akkor *az önindukciós feszültség nagysága*:

$$U = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

Az (1) és (2) összefüggés alapján a *hosszú, egyenes tekercs önindukciós tényezője*:

$$L = \mu \cdot \frac{A \cdot N^2}{l}. \quad (3)$$

Látható, hogy a tekercs önindukciós együtthatója függ a tekercs kitöltő anyagtól (annak permeabilitásától) is. A bevezető kísérletekben a vasmag nélküli tekercsnél az önindukciós tényező olyan kicsi, hogy az önindukció gyakorlatilag nem észlelhető.

## Kiegészítések

1. Az önindukciót Joseph Henry (1797–1878) amerikai fizikus ismerte fel 1832-ben. Jelentős kutatásokat végzett a mágnesességgel és az elektromágneses indukcióval kapcsolatban. 1846-tól ő volt az Egyesült Államok kormánya által alapított oktatási, kutatási intézet és múzeumegyüttes, a *Smithsonian Intézet* (Smithsonian Institution) első titkára. Tiszteletére róla nevezték el az önindukciós együttható SI-mértékegységét.



2. A henry kifejezhető az SI alapegységeivel:

$$H = \frac{V \cdot s}{A} = \frac{(m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}) \cdot s}{A} = m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}.$$

3. Az *egyenáramú és az univerzális motorokban* a kommutátor minden pólusváltáskor megszakítja a forgórész tekercsében folyó áramot. Az emiatt létrejövő önindukciós feszültség *a kommutátor érintkezőinél szikrakisüléseket hoz létre*. A szikrázás károsítja a kommutátort és egyéb zavarokat is okozhat (pl. zavaró rádiójeleket sugároz).

## Képek jegyzéke

	<p><b>Kapcsolási rajz a bekapcsolásakor fellépő önindukció szemléltetéséhez</b>            © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0545.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0545.svg</a></p>
	<p><b>Kapcsolási rajz a kikapcsolásakor fellépő önindukció szemléltetéséhez</b>            © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0546.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0546.svg</a></p>
	<p><b>Az áramerősség–idő grafikon egy tekercs bekapcsoláskor</b>            © <a href="http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0193.jpg">http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0193.jpg</a></p>
	<p><b>A tekercsen átfolyó áram iránya a tekercs kikapcsolása előtt</b>            © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0547.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0547.svg</a></p>
	<p><b>A tekercsen átfolyó önindukciós áram iránya a tekercs kikapcsolása után</b>            © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0548.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0548.svg</a></p>
	<p><b>Az áramerősség–idő grafikon egy tekercs kikapcsoláskor</b>            © <a href="http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0715.jpg">http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0715.jpg</a></p>
	<p><b>Henry arcképe</b>            W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joseph_Henry_-_Brady-Handy.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joseph_Henry_-_Brady-Handy.jpg</a></p>

### Jelmagyarázat:

© **Jogvédtett anyag**, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.

W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.