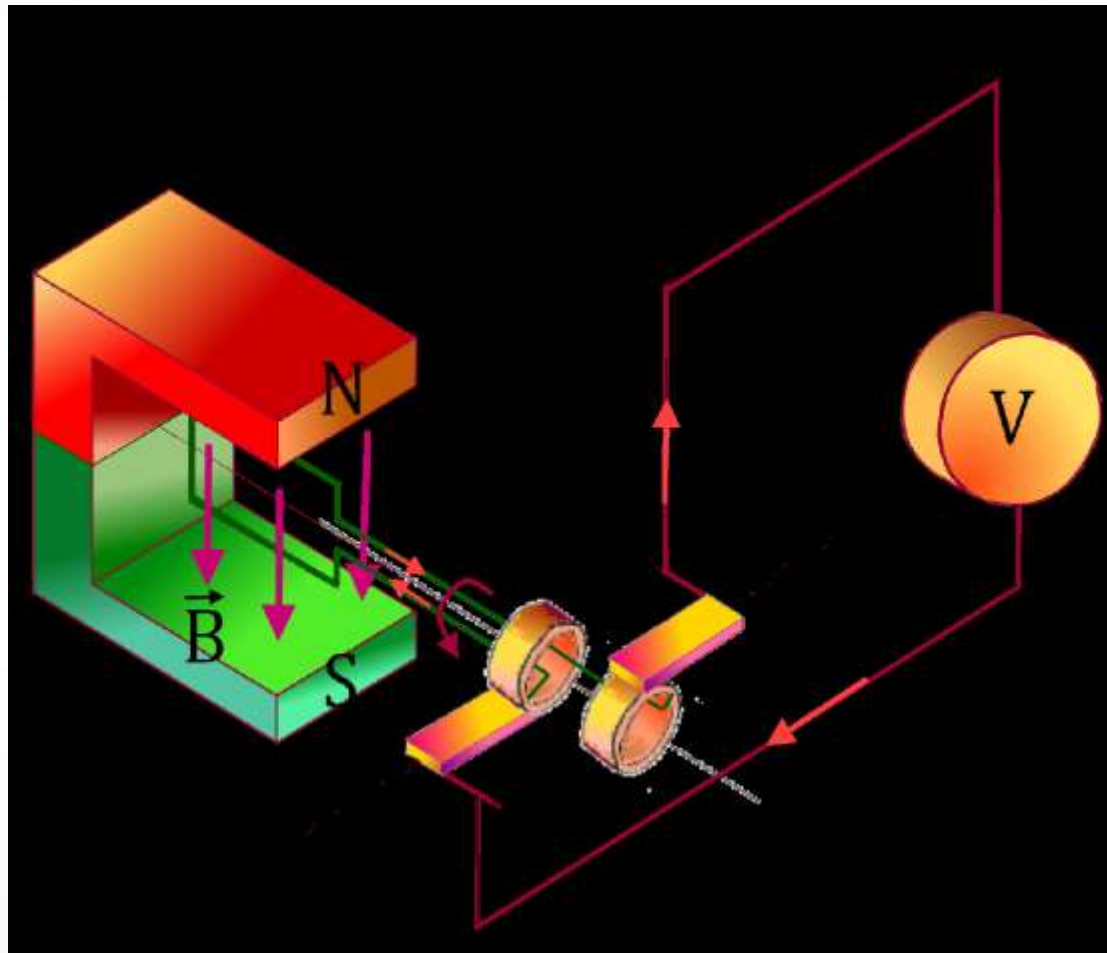


INDUCȚIA ELECTROMAGNETICĂ



CUPRINS:

- Fluxul magnetic.
- Inducția electromagnetică
- Sensul curentului electric indus. Regula lui Lenz.
- Legea inducție electromagnetice (legea lui Faraday).
- Autoinducția.
- Legea autoinducției.
- Energia câmpului magnetic.
- Efectul Hall.
- Scurt istoric.

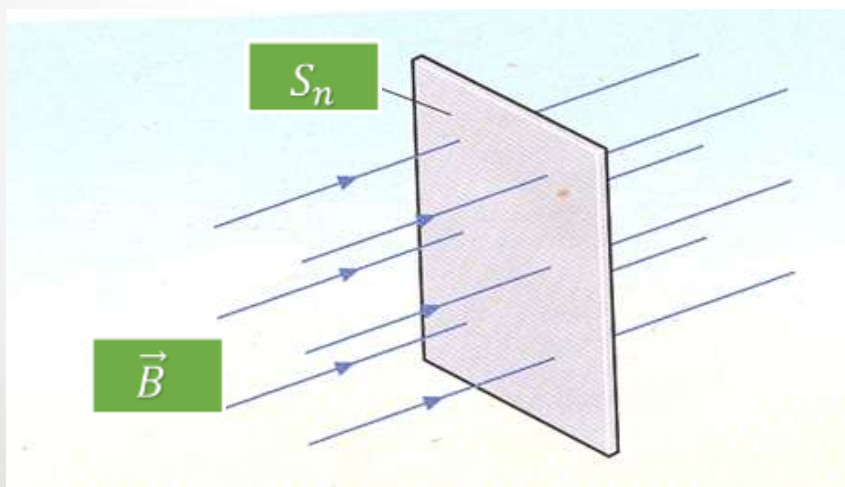
Fluxul magnetic

Legătura între vectorul inducție magnetică și suprafețele intersectate de liniile de câmp magnetic se realizează prin introducerea unei mărimi fizice numită flux magnetic.

Definiție: Se numește flux magnetic al unui câmp magnetic uniform printr-o suprafață normală la direcția câmpului, mărimea fizică scalară Φ definită prin relația: $\Phi = B \cdot S_n$

unde: B este inducția câmpului magnetic ;
 S_n este aria suprafeței normale

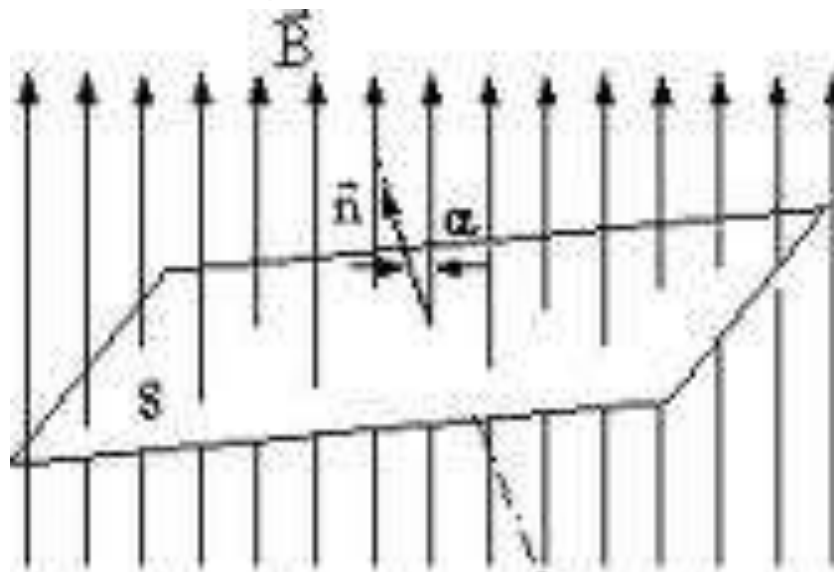
Fluxul magnetic în S.I. se măsoară în
Wb (Weber).
 $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}^2$



Definiție: 1 Weber este fluxul magnetic al unui câmp magnetic uniform, de inducție egală cu 1 T , printr-o suprafață de 1 m^2 , așezată normal pe direcția câmpului magnetic

Observație: Dacă suprafața, S , nu este normală la direcția câmpului magnetic, ci normala la S face un unghi oarecare α cu această direcție (vezi figura alăturată), atunci fluxul magnetic este definit de relația:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

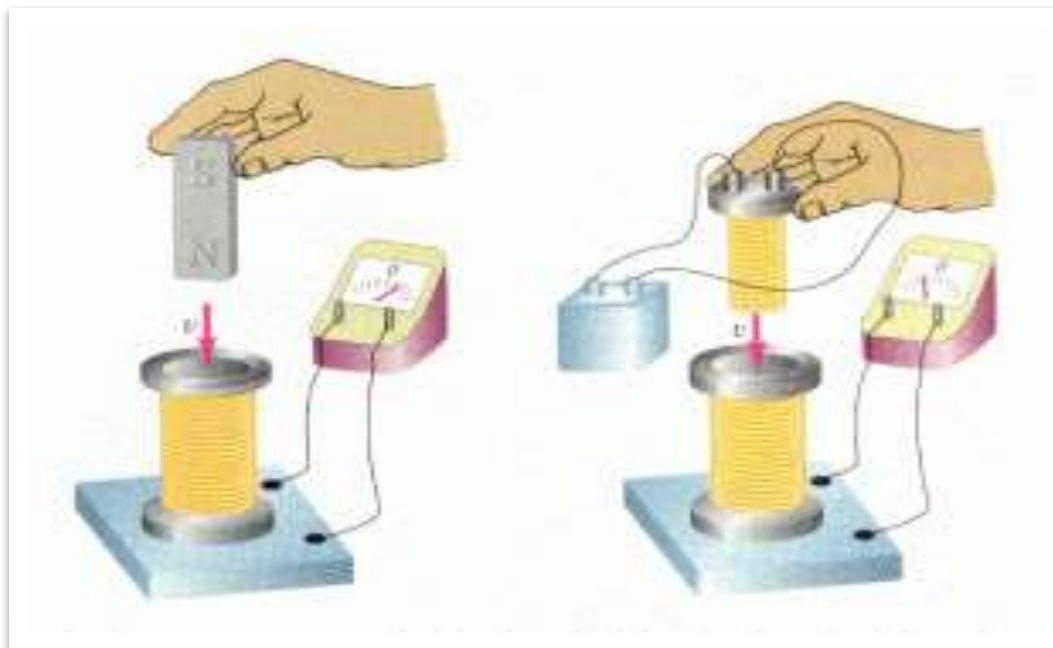


unde: α este unghiul format de vectorul inducție $\vec{B}$ cu normala $\vec{n}$ la suprafața S

Observație: Atunci când suprafața este paralelă cu liniile de câmp magnetic, deci normala sa, $\vec{n}$, face un unghi $\alpha = 90^\circ$ cu inducția $\vec{B}$, fluxul câmpului magnetic prin suprafața S este nul: $\Phi = 0$

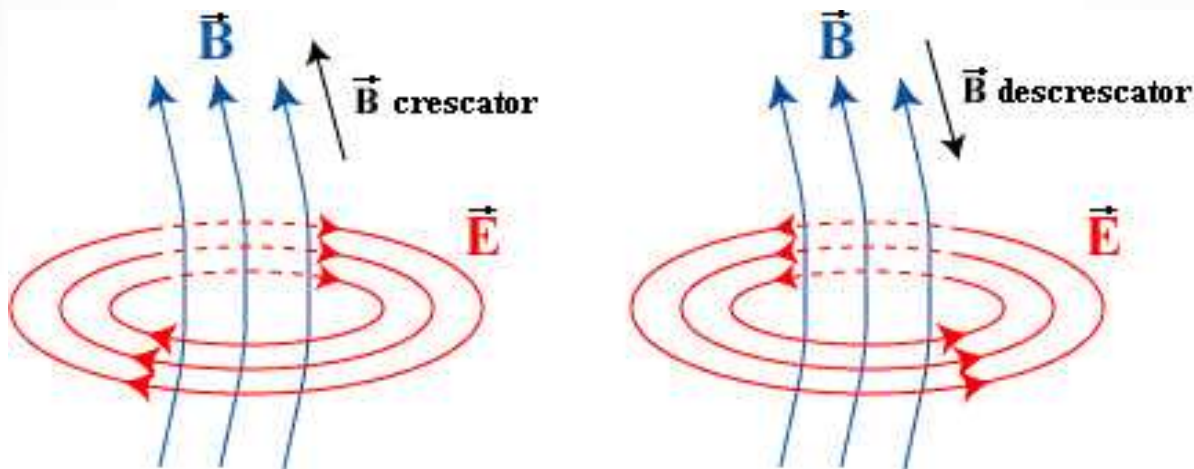
Inducția electromagnetică

Fenomenul de inducție electromagnetică a fost pus în evidență de către fizicianul Michael Faraday în anul 1831. Experimental, prin introducerea unui magnet permanent în formă de bară într-o bobină ce are în circuitul său un galvanometru, se constată că acul acestuia deviază într-un sens, iar la scoaterea magnetului din bobină, acul deviază în sens opus (vezi figura).



Definiție: Fenomenul de inducție electromagnetică constă în apariția unei tensiuni electromotoare într-un circuit străbătut de un flux magnetic variabil în timp.

Fizicianul J.C. Maxwell a arătat că în jurul unui flux magnetic variabil în timp apare un câmp electric cu liniile de câmp închise (vezi figura).

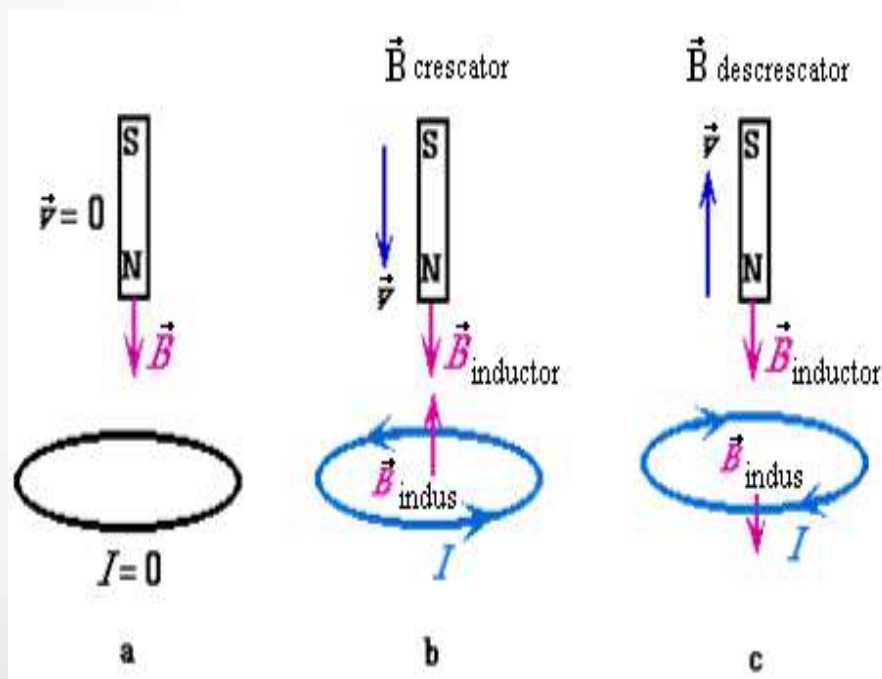


Observația 1: Sub formă generală, fenomenul de inducție electromagnetică constă în apariția unui câmp electric cu linii de câmp închise în regiunea în care există un flux magnetic variabil în timp.

Observația 2: În interiorul pieselor metalice aflate în mișcare într-un câmp magnetic sau în interiorul pieselor metalice aflate într-un câmp magnetic variabil pot apare curenți electrici induși numiți curenți turbionari sau curenți Foucault.

Sensul curentului electric indus. Regula lui Lenz

Sensul curentului indus depinde de felul în care variază fluxul magnetic inductor. Astfel, la creșterea fluxului magnetic inductor curentul indus are un sens, iar în cazul scăderii fluxului magnetic, curentul indus își schimbă sensul (vezi figura).



H. F. E. Lenz stabilește o regulă pentru determinarea sensului curentului indus, regulă ce-i poartă numele.

Regula lui Lenz: Curentul indus într-un circuit străbătut de un flux magnetic variabil are un astfel de sens, încât fluxul magnetic produs de curentul indus se opune variației fluxului magnetic inductor.

Legea inducției electromagnetice

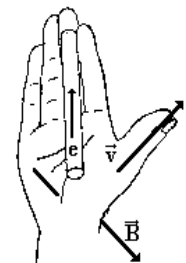
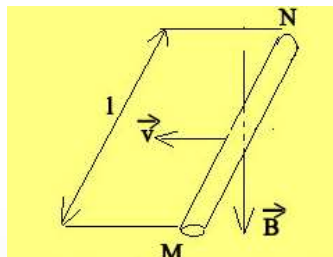
(legea Faraday)

Enunț: Tensiunea electromotoare indusă într-un circuit este egală cu viteza de variație a fluxului magnetic prin suprafața aceluși circuit, luată cu semn schimbat

$$e = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Observații:

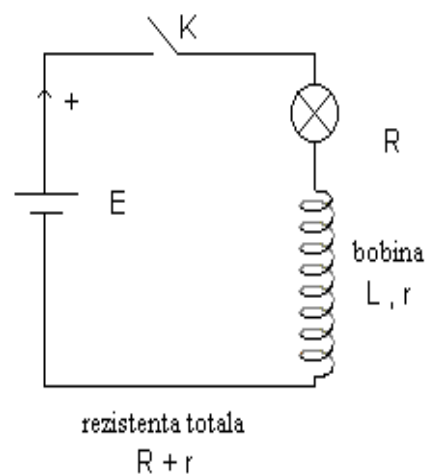
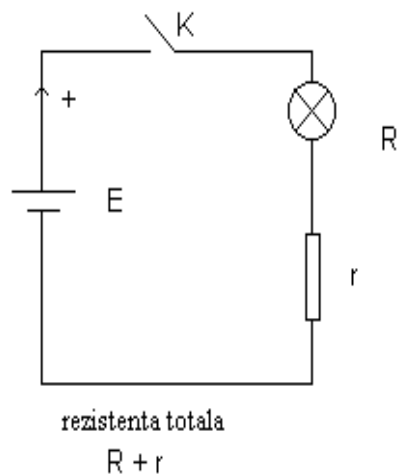
1. Tensiunea electromotoare indusă într-o bobină cu N spire este: $e = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$
2. Tensiunea electromotoare indusă într-un conductor liniar, de lungime ℓ , aflat în mișcare rectilinie cu viteza $\vec{v}$, într-un câmp magnetic uniform de inducție $\vec{B}$, perpendiculară pe liniile de câmp, este: $e = B \cdot \ell \cdot v$
3. Dacă conductorul face unghiul $\alpha \neq 90^\circ$ cu direcția liniilor de câmp magnetic, valoarea tensiunii electromotoare induse este dată de relația: $e = B \cdot \ell \cdot v \cdot \sin \alpha$



sensul t.e.m induse
regula mâinii drepte

Autoinducția.

Fenomenul de autoinducție este un caz particular de inducție electromagnetică, la care circuitul inductor este în același timp și circuit indus. Acest fenomen apare ori de câte ori fluxul magnetic propriu ce străbate un circuit este variabil, la orice variație a intensității curentului din circuit, la închiderea sau deschiderea întrerupătorului K (vezi figura).



Definiție: Autoinducția este fenomenul de inducție electromagnetică produs într-un circuit datorită variației intensității curentului din acel circuit.

Legea autoinducției

Enunț: Tensiunea electromotoare autoindusă într-un circuit este direct proporțională cu viteza de variație a intensității curentului din acel circuit, factorul de proporționalitate fiind inductanța L a circuitului

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Definiție: Se numește inductanță a unui circuit, mărimea fizică scalară L , definită prin relația: $L = \frac{\Phi}{I}$

unde: Φ este fluxul magnetic propriu prin suprafața aceluși circuit și I este intensitatea curentului din circuitul respectiv

$$[L]_{SI} = \frac{[\Phi]_{SI}}{[I]_{SI}} = \frac{1 \text{ Wb}}{1 \text{ A}} = 1 \text{ H (henry)}$$

Definiție: 1 henry este inductanța unei spire prin a cărei suprafață fluxul magnetic propriu este de 1 Wb, atunci când spira este parcursă de un curent de 1 A.



Observație: Din legea autoinducției, calculând și folosind expresia variației fluxului, se obține pentru inductanța unei bobine, de lungime l , arie S a secțiunii normale și N spire, expresia:

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

unde: μ este permeabilitatea magnetică a miezului bobinei

Energia câmpului magnetic

Lucrul mecanic efectuat pentru deplasarea sarcinii electrice prin circuit după deconectarea sursei este efectuat pe seama energiei câmpului magnetic. Energia câmpului magnetic se determină calculând energia electrică (W), transferată circuitului după deconectarea sursei, când prin circuit este deplasată sarcina electrică q datorită t.e.m. autoinduse: $W = e \cdot q$

T.e.m. autoindusă se poate scrie: $e = -L \cdot \Delta I / \Delta t = LI / \Delta t$

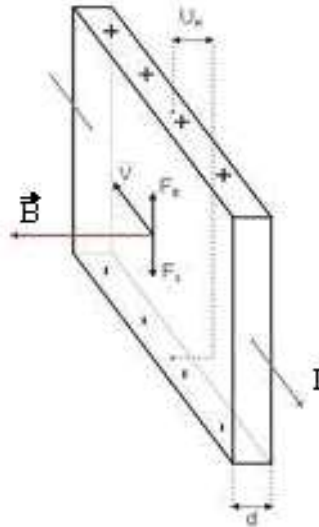
iar sarcina electrică $q = I_m \cdot \Delta t = \frac{I}{2} \cdot \Delta t$.

Energia câmpului magnetic (W_m) dintr-un circuit de inductanță L , străbătut de un curent de intensitate I , este dată de semiprodusul dintre inductanța bobinei și pătratul intensității curentului electric.

$$W_m = \frac{LI^2}{2}$$

Efectul Hall

Dacă într-un câmp magnetic uniform se introduce un conductor în formă de bandă, astfel încât planul conductorului să fie perpendicular pe liniile de câmp magnetic, iar prin conductor trece un curent electric constant de intensitate I , între două puncte situate pe marginea superioară și respectiv inferioară a conductorului se stabilește o diferență de potențial transversală Hall (tensiunea Hall) - (vezi figura).



Pentru tensiunea Hall se obține relația:

$$U_H = \frac{BdI}{nqS}$$

Efectul Hall poate fi folosit pentru măsurarea câmpurilor magnetice, sau la realizarea de generatoare Hall.

Scurt istoric:



Michael Faraday

1791 - 1867

A fost un fizician și chimist englez.

A fost asistentul lui Sir Humphry Davy.

Heinrich Friedrich Emil Lenz

1804 – 1865

A fost un fizician estonian.

A demonstrat opoziția dintre curentul indus și cel generator, numită ulterior regula lui Lenz.



Scurt istoric:



James Clerk Maxwell

1831 - 1879

A fost un fizician teoretician scoțian, autorul unui set de ecuații (ecuațiile lui Maxwell), care descriu legile de bază ale electrotehnicii.