

Induktiv kopling:

- Elektriske felter
 - Gauss's lov

Inden vi begynder at beregne den strøm, der bliver induseret mellem den trådløse oplader og det elektriske apparat, så skal vi have bedre kendskab til elektriske felter. Til dette skal vi se nærmere på Gauss's lov, der beskriver elektrisk flux gennem forholdet mellem det elektriske felt og det areal, det passerer ved en lukket overflade.

Først kan vi definere formelen for flux, som angiver det elektriske felt ganget med arealet, det løber igennem: $\Phi = E * A$. Da indfaldsvinklen for det elektriske felt også har betydning, så ser vi $\vec{E} \bullet \vec{A}$ i stedet for, hvilket også kan opskrives som $\Phi = E * A * \cos(\theta)$. (Se figur X)

Figur 0.1. Figur X

Gauss's lov angiver ikke kun den elektriske flux, men den kan benyttes til at beregne den flux, der forløber over et bestemt areal. Derved skal vi integrere i forhold til overfladen, samt at vektor A skal ganges med en faktor d, så vi får $\Phi = \int \vec{E} \bullet d\vec{A}$, som igen kan skrives som $\Phi = \int E * dA * \cos(\theta)$. Herefter tager Gauss relation til det cirkulære felt omkring en positiv ladning. A bliver i denne sammenhæng formelen for en kugles overflade $4\pi r^2$, mens integralet ophæves, da vi nu omtaler hele overfladen igen. Herfra får vi: $\Phi = E * 4\pi r^2$

Det elektriske felt E er også angivet til at være $\frac{kq}{r^2}$. Ud fra dette får vi den elektriske flux til: $\Phi = \frac{kq}{r^2} * 4\pi r^2 = 4\pi kq$. k er derudover defineret som $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, hvilket vi kan indsætte i forrige formel, hvorved vi får: $\frac{4\pi q}{4\pi\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0}$.

q angiver den omkransede ladning for en lukket overflade. Derved kan vi opskrive Gauss's lov til følgende:

$$\oint \vec{E} \bullet d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

- Elektromagnetisme
 - Ampère's lov

Ampère's lov beskriver relationen mellem magnetiske feltstyrker og størrelsen af en jævn strøm gennem en ledning givet over længden l. Ampère tager udgangspunkt i, hvis man befinder sig ved ledningens center og følger magnetfeltet, som omkredser ledningen. Her er magnetfeltets styrke defineret ved vektoren \vec{B} , og et definerede linjestykke af magnetfeltets længde angives som $d\vec{l}$. For at beregne den jævne strøm gennem ledningen, skal vi tage integralet af de to vektorer prikket sammen. Herved beskrives Ampère's lov:

$$\oint \vec{B} \bullet d\vec{l} = \mu_0 I$$

Vektor \vec{B} er angivet ved $\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, da vi arbejder med et cirkelformet magnetfelt. Derudover er det lukkede integrale af $d\vec{l}$ den totale længde af cirkelperiferien angivet ved $2\pi r$. Produktet mellem disse vil dermed blive $\mu_0 I$, som vi ser på højre side af Ampère's lov.

- Faraday's lov

En af de begreber, som elektromagnetisme beskriver, er induktion af spænding ved hjælp af magnetisme. Før vi ser på Faraday's lov, skal vi kende begrebet magnetisk flux. Magnetisk flux ligner til delt elektrisk flux, som beskrevet tidligere. Her tager man integralet over det magnetiske felt prikket med et bestemt overfladeareal: $\Phi_B = \int \vec{B} \bullet d\vec{A}$

En induceret strøm opstår ikke fra den magnetiske flux alene, men ved en ændring i den magnetiske flux. Dette betyder, at der bliver induceret spænding, hvis der sker en ændring af magnetfeltets styrke, den påvirkede overflades størrelse eller vinklen for, hvordan det magnetiske felt går gennem den pågældende overflade.

Faraday benytter den magnetiske flux til at beskrive den inducerede spænding ved:

$$\varepsilon = -1 * \frac{d\Phi_B}{dt}$$

Ændringen af den magnetiske flux optræder ofte modsat af den inducerede spænding, så derfor ganger Faraday en faktor -1 på det differentierede udtryk af den magnetiske flux. Den magnetiske flux kan også beskrives som $\vec{B} \bullet \vec{A}$ eller $B * A * \cos(\theta)$.

- Maxwell's ligninger (Forbindelse mellem Faraday og Ampère)

Ved trådløs opladning arbejder man med at omdanne elektrisk flux til magnetisk flux gennem spolen ved transmitteren, hvorefter den magnetiske flux igen skal omdannes til en elektrisk flux ved modtageren. For at beskrive hvordan elektriske felter omdannes til magnetisk flux, så skal vi se nærmere på Ampère's lov. Herefter kan overgangen fra magnetfelt til elektrisk flux beskrives gennem Faraday's lov. Til slut kan vi se på Maxwell's ligninger, som bygger videre på Ampère's og Faraday's love, hvorved vi kan skabe en sammenhæng.

Maxwell indså, at der måtte foretages modifikationer for Ampère's lov, hvis der skulle kunne skabes symmetri med Faraday's lov. Ved Maxwell's ligninger er Faraday's lov opgivet som det lukkede linjeintegrale af det magnetiske felt, som er lig det negative differentiale af den magnetiske flux i forhold til tid: $\oint \vec{E} \bullet d\vec{l} = -1 * \frac{d\Phi_B}{dt}$.

Herefter kan vi kaste et blik på Maxwell's modificerede udgave af Ampère's lov. Maxwell har her udbygget formelen, så der skabes en symmetri med Faraday's lov. Derved bliver Ampère's lov omskrevet til, at det lukkede linjeintegrale af det magnetiske felt er lig den elektriske spænding lagt sammen med differentialet af den elektriske flux i forhold til tiden, hvorpå der er ganget en faktor bestående af produktet mellem permeabilitetskonstanten og permittivitetskonstanten: $\oint \vec{B} \bullet d\vec{l} = \mu_0 * I + \mu_0 \epsilon_0 * \frac{d\Phi_E}{dt}$.

Grunden til, at Maxwell udbygger Ampère's lov, er, at loven kun er gældende for, at en stabil strøm er med til at danne en magnetisk flux. For at skabe symmetri med Faraday, udformede Maxwell sin teori om, at elektrisk flux også er gældende for at danne magnetisk flux ved en ustabil strøm. Derved er udtrykket $\mu_0 \epsilon_0 * \frac{d\Phi_E}{dt}$ tilføjet til det oprindelige udtryk.