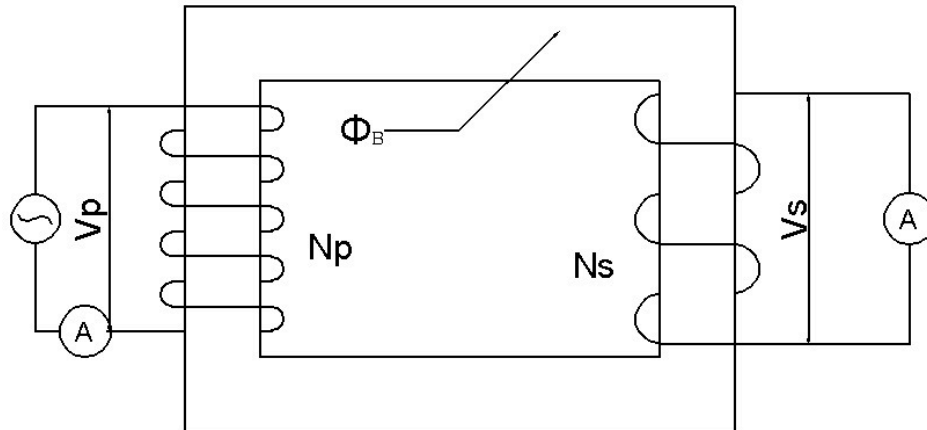


Demonstration: Transformatorer

Denna demonstration ska visa hur en transformator fungerar. Den ser ut som på bilden nedan, d.v.s. två spolar med olika varvantal sammankopplas med en järnkärna. Vi tänker utföra fyra experiment, där tre av dem ska illustrera egenskaperna för en ideell transformator.



Teori

Vi utgår ifrån Faradays induktionslag, som säger att en inducerad spänning i en sluten slinga är proportionell mot det magnetiska flödet per tidsenhet som spolen ger upphov till:

$$\xi = -\frac{d\phi_B}{dt}, \text{ där } \xi \text{ är inducerad spänning, } \phi_B \text{ är det magnetiska flödet och } t \text{ är tiden.}$$

Om vi istället har en spole med N antal varv, som i denna demonstration, induceras då en spänning för varje varv. Vi får då lägga till en faktor N i högerledet i induktionslagen:

$$\xi = -N \frac{d\phi_B}{dt}$$

Idén med en transformator är att kunna höja och sänka spänningen eller strömmen vid behov. Vid primärspolen, till vänster i bilden, har vi enligt Faradays lag att

$$V_p = -N_p \frac{d\phi_B}{dt} \Rightarrow -\frac{d\phi_B}{dt} = \frac{V_p}{N_p} \quad (1)$$

där V_p är spänningen. Eftersom det magnetiska flödet är samma överallt i järnkärnan, har vi vid den sekundära spolen, till höger i bilden, att

$$V_s = -N_s \frac{d\phi_B}{dt} \Rightarrow -\frac{d\phi_B}{dt} = \frac{V_s}{N_s} \quad (2)$$

Slår vi ihop (1) och (2) får vi således att

$$-\frac{d\phi_B}{dt} = \frac{V_p}{N_p} = \frac{V_s}{N_s} \Rightarrow V_p = N_p \frac{V_s}{N_s} \quad (3)$$

Detta betyder att om vi har en primärspole med fler varv än sekundärspolen så är den inducerade spänningen över sekundärspolen *lägre* än den ingående spänningen över primärspolen.

Vi vet också att effekten $P = U \cdot I$, som vi i detta fall skriver som $P = V \cdot I$, ska vara densamma över båda spolar:

$$\begin{cases} P_p = V_p \cdot I_p \\ P_s = V_s \cdot I_s \end{cases} \Rightarrow V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s \Rightarrow \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

Ur (3) ger detta att strömmen i de båda spolarna förhåller sig till varvantalet N i spolarna enligt

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \Rightarrow \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \Leftrightarrow I_s = I_p \frac{N_p}{N_s} \quad (4)$$

Analogt med spänningsfallet får vi alltså att den inducerade strömmen över sekundärspolen *högre* än den ingående strömmen över primärspolen.

Experiment 1: Teoritest

(Uppställning enligt bilden på sida 1)

Vi har en primärspole på 600 varv och en sekundärspole med 300 varv. Vi skickar in 1 A (ampere) i primärspolen, och mäter strömmen över båda spolar för att visa att teorin stämmer,

d.v.s. att vi får $600 \cdot \frac{1A}{300} = 2A$ över sekundärspolen.

Experiment 2: Bränna spik

Vi ställer upp experimentet som för exp. 1, fast utan amperemätare. Primärspolen har 1200 varv och sekundärspolen 6 varv, till vilken vi ansluter en spik. Vi får då ut en ström som enligt (4) är på 400A. Detta gör att spiken blir varm och börjar glöda tills den går av.

Experiment 3: Koka vatten

Nu har vi istället 600 varv på primärspolen och 1 varv på sekundärspolen, som i själva verket är en slags cirkulär metallbit som man kan hålla lite vatten i. Vi skickar in 2 A i primärspolen, och då får vi en ström på hela 1200 A i sekundärspolen. Analogt med spiken blir vattnet varmt och börjar koka.

Experiment 4: Tesla-transformatorn

Demonstration och en kort beskrivning av vad en Tesla-transformator är.