

DEMONSTRATION

TRANSFORMATORN II

Gnistinduktorn
Eldistribution med högspänd växelström
Förluster i järn och koppar

Introduktion

I litteraturen och framför allt på webben kan du enkelt hitta ett stort antal experiment som kan utföras med mycket enkla hjälpmedel för att demonstrera elektriska och magnetiska fenomen. Nedan har vi valt ut en del av dessa försök och i denna demonstration skall du koncentrera dig på att visa:

1. Gnistinduktorn.
2. Elöverföring.
3. Verkningsgrad.

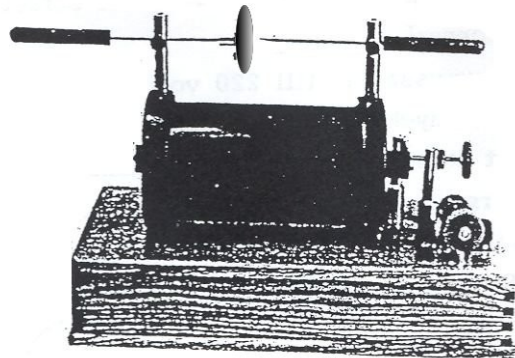
Försöken är enkla och utförs med mycket enkla medel – men kan kräva en hel del övning för att fungera bra. För att det du skall visa skall framgå så starkt som möjligt får du inte ha för bråttom. Tala inte om för åskådaren vad som skall ske, men tala hela tiden om vad du gör för att åstadkomma den önskade effekten. Vad ser åskådaren? Hur skall det förklaras? Tänk också på att klargöra orsakssammanhangen.

1. Gnistinduktorn

Materiel:

Gnistinduktor.
Strömkälla (kub).
Laboratoriesladdar.

Gnistinduktorn uppfanns på 1840-talet av Page¹ och förbättrades av bl.a. Ruhmkorff².

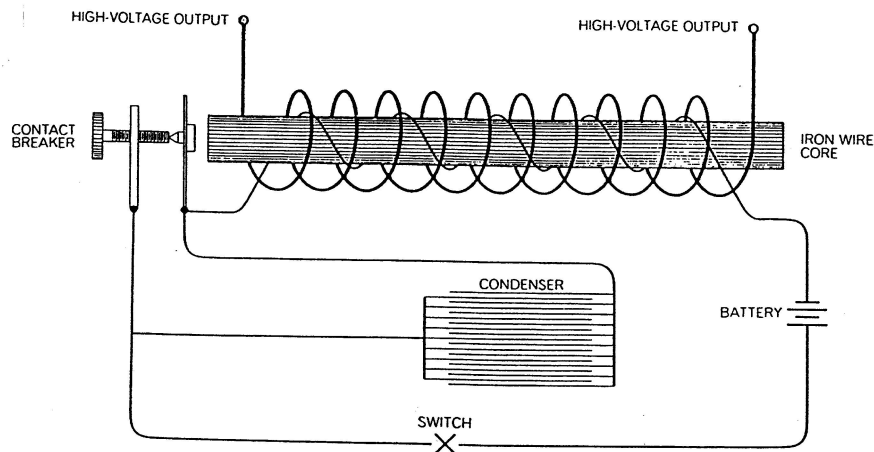


- Gnistinduktorn kan ge gnistlängder på upp till 60 mm dvs. skapar en spänning på upp till ca 180 kV (i torrt väder). Den består av en primär och en sekundärspole lindade på en kärna av transformatorplåt. Primär-strömmen bryts och sluts med en justerbar hammaravbrytare. Sekundärlindningen består av två seriekopplade spolar på vardera 46 000 varv. Gnistgapet, som är inställbart, består av en metallspets och en metallplatta. Primärspänning ca 8 V och maximal ström är 3 A. Primärspolen består av få varv av grov koppartråd. Flödesändringen på grund av hammaravbrytaren inducerar en emk i sekundärspolen. Denna emk har olika riktning när den bryts och när den sluts. Visa detta med en glimlampa. Flödesändringen per sekund och därmed den inducerade emk i sekundärspolen blir mycket större, när strömmen bryts än när den sluts. Håll ett papper i gnistgapet och visa att det blir perforerat.

¹ Charles Page, a New England inventor. Heinrich D.

² Ruhmkorff (Hannover, Germany, 1803 – 1877) was a mechanic and electrical researcher who invented the Ruhmkorff's coil, a type of induction coil that could produce sparks more than 1 foot (30 centimetres) in length.

- Principskiss över gnistinduktorn. Lägga märke till brytarmekanismen. Hur fungerar den? Vad har kondensatorn för funktion?

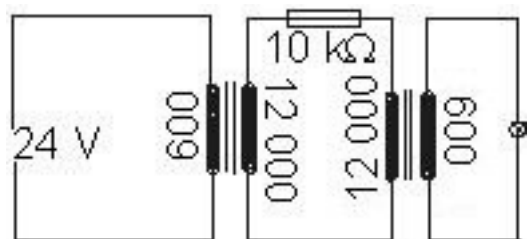


2. Elöverföring

Materiel:

Spänningskälla (kub).

Två uppsättningar transformatorer med 600 varv och 12 000 varv vardera.



- Visa hur transport av energi sker mellan kraftverk och konsument. Koppla först en 24 V lampa direkt till "kraftverket", dvs kuben på 24 V. Lägga sedan en resistor på 10 kΩ i serie med denna lampa. Detta för att simulera långa ledningar. Lampan lyser förstås inte. Mät spänningen över lampan och över motståndet och fundera över detta.
- Koppla in en transformator vid "kraftverket" där spänningen transformeras upp och en transformator efter de långa ledningarna för nedtransformering av spänningen (de långa ledningarna representeras av ett dekadmotstånd på mellan 0 och 10 kΩ).

Observera att $24 \cdot 20 \text{ V} = 480 \text{ V}$. Håll fingrarna borta från alla delar av uppkopplingen och slå på och av spänningen på behörigt avstånd!

3. Verkningsgrad

De allra flesta transformatorer har lindningarna lindade på en kärna av järn. Flödet följer därför järnet, och genom kärnans utformning kommer den att koncentrera primärsidans magnetfält så att så gott som hela flödet passerar sekundärsidans spole, varvid maximum av energi överförs. I kärnan bildas alltid hysteres- och virvelströmsförluster så att inte all energi överförs. Hysteresförlusterna uppkommer av järnets magnetiska egenskaper under ommagnetiseringen av transformatorns järnkärna vid skiftning från plus- till minusström genom transformatorn. De kan minska genom att man tillverkar kärnan av kisellegerat järn.

Virvelströmsförlusterna uppkommer av alstrade virvelströmmar i järnkärnan. De kan minska genom att man utför kärnan av tätt sammanfogade järnplåtar, isolerade från varandra. I transformatorer för höga frekvenser (för t.ex. radio och TV) består kärnan ofta av järnpulver.

Oken som du använder i denna demonstration är lamellerade. Okets placering på U-kärnan har därför betydelse. Kör transformatorn och rotera oket 90° ovanpå U-kärnan. Du hör tydligt hur det skall ligga.

De joulska värmeförlusterna i ledningarna s.k. kopparförluster ges av RI^2 och dessa kan hållas låga genom att minska strömmen i ledningarna. Detta åstadkommes genom att höja spänningen om man önskar konstant effekt, ty $P = UI$.

- Järnförlusterna kommer från hystereseffekter i transformatorerna. I praktiken har transformatorer för högspänd växelström mycket hög verkningsgrad – över 98%. Beräkna verkningsgraden för denna demonstrationsanläggning genom att utgå från kopplingen i försöket ”elöverföring” ovan. Mät U och I på ”sändarsidan” och ”mottagarsidan” (obs att vid all in- och urkoppling av mätinstrument måste spänningen slås av).
- Vad händer med strömmen på primärsidan om glödlampan kopplas bort?