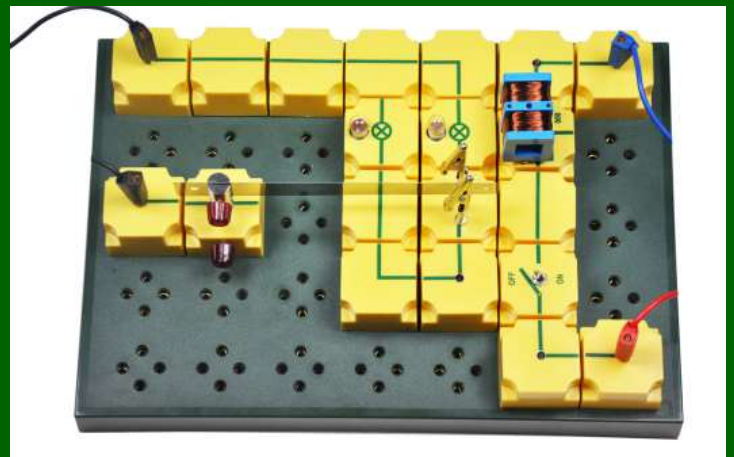
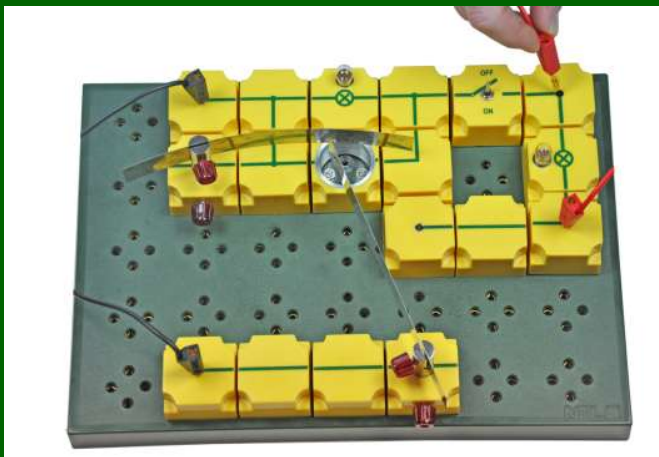


Leerlingexperimenten

HANDLEIDING **ELEKTROMAGNETISME** P9160-4P



INHOUDSOPGAVE

3.THERMISCHE ENERGIE UIT ELEKTRISCHE ENERGIE	3
3.6. Bimetalenzekering	3
3.7. Bimetalen thermostaat	5
3.8. Bimetalen brandalarm	7
4. ARBEID EN VERMOGEN	8
4.1.1. Het vermogen van een elektrische motor	9
6. ELEKTROMAGNETISME.....	11
6.1. Elektrische stroom veroorzaakt een magneetveld	11
6.2. Het magnetisch veld van een spoel	13
6.3. Een schakelaar bedienen met een magneet	14
6.4. Een relais	15
6.5. Relais met arbeids- en ruststand	17
6.6. Onderbrekings-schakelaar	19
6.7. Zoemer op wisselspanning	21
6.8. Model van een magnetischezekering	23
7. KINETISCHE ENERGIE UIT ELEKTRISCHE ENERGIE	27
7.1. Beweging opwekken uit elektriciteit	27
7.1.1. Lorentzkracht	29
7.2. Principe van de elektromotor	30
7.3. Model van de elektromotor	32
7.3.1. Gelijkstroommotor	33
7.4. Seriemoor	35
7.5. Shuntmotor	38
7.6. Model van een draaispoelmeter	39
8.ELEKTROMAGNETISCHE INDUCTIE	43
8.1. Inductie	43
8.1.1. Inductiespanning	45
8.2. Principe van een dynamo	47
8.3. De wisselstroomdynamo (interne polen)	47
8.4. De wisselstroomdynamo (externe polen)	50
8.5. De gelijkstroomdynamo	53
8.6. Dynamo met elektromagneten	55
8.6.1. Interne-polen-dynamo met elektromagneet	57
8.7. Inductie door gelijkstroom	59
8.8. Transformator	59
8.9. Transformator 1:1	61
8.10. Onbelaste transformator	63
8.11. Stroomsterkte wordt ook getransformeerd	67
8.12. Spoelen onder gelijkstroom	69
8.13. Pieken door zelfinductie	71
8.13.1. Wet van Lenz	71
8.13.2. Smoorspoel door zelfinductie	75
8.14. Spoelen onder wisselstroom	77
8.15. Wisselstroomweerstand van een spoel	77
8.16. Weerstand en inductie bij wisselstroom	82

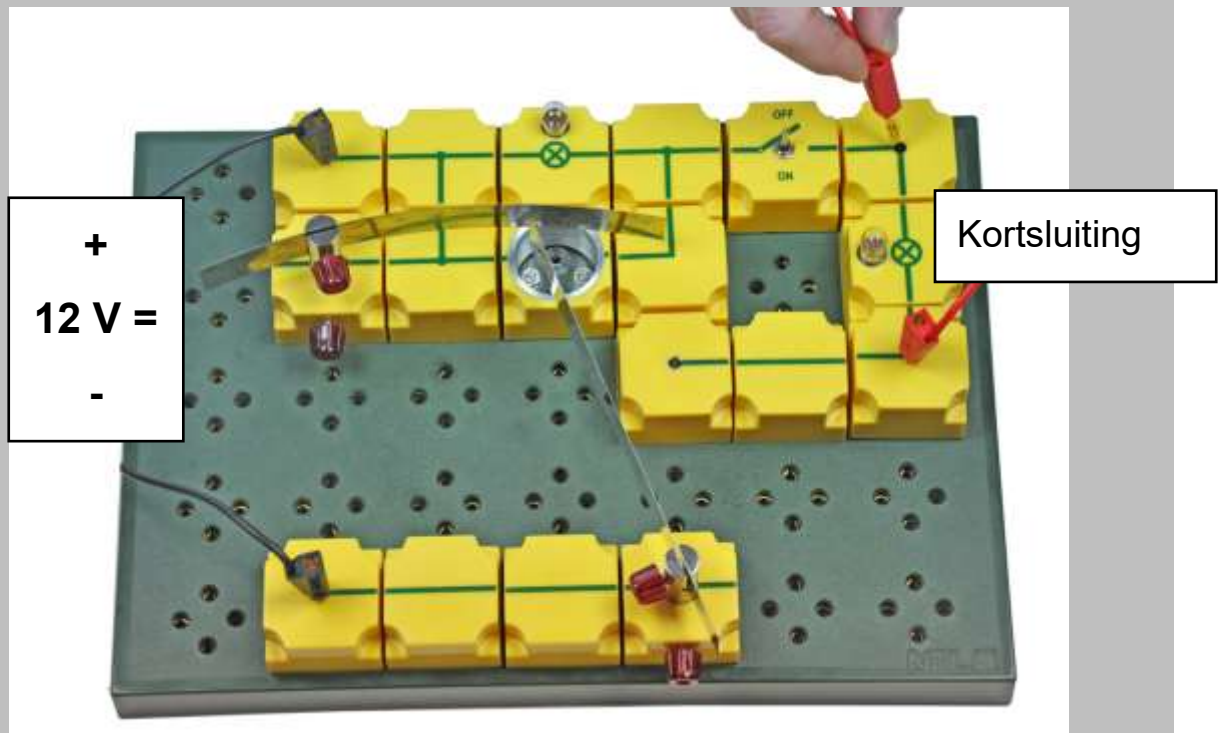
3.THERMISCHE ENERGIE UIT ELEKTRISCHE ENERGIE

3.6. BIMETALEN ZEKERING

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 1x Snoertje, rood
- 3x EIC aansluitpunt
- 3x EIC verbinding, recht
- 3x EIC verbinding, T-vorm
- 2x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 2x EIC met aansluitplug
- 2x EIC lampfitting, E10
- 2x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 2x Houder met pen en gat
- 1x EIC met verwarmingspoel
- 1x Bimetalen strip
- 1x Bladveer, staal, 0,2mm

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

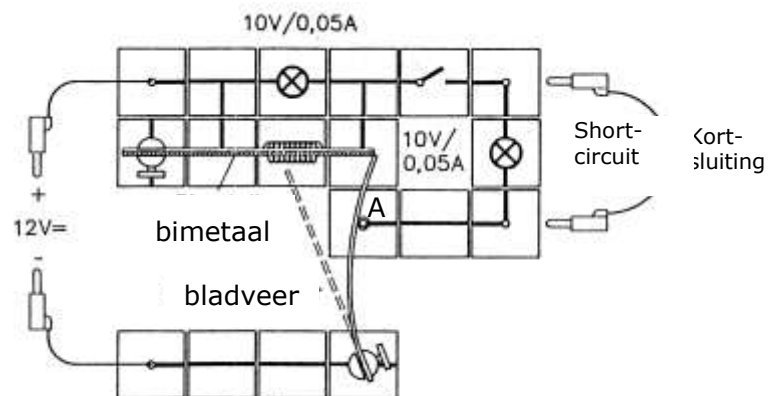
We kunnen een bimetalen zekering toepassen in een automatische zekering om kortsluiting in het circuit te voorkomen.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. Nadat we alle plug-in blokken in het klembord hebben gezet moeten we de volgende zaken heel voorzichtig doen:

De bladveer staat in de neutrale positie in de gestippelde stand (zie figuur). De afstand van de bladveer naar de krokodillenbek klem met pennen ingevoegd in A moet ongeveer 5 mm zijn.

De bimetalen strook (kant met het patroon, moet naar voren wijzen) wordt precies over de warmtespoel geplaatst en het uiteinde duwt de bladveer tegen krokodillenbek klem bij A. Het bimetaal duwt de bladveer lichtjes tegen de krokodillenbek klem met pennen bij A. We stellen 12 V gelijkspanning in.



Experiment:

We sluiten de schakelaar. Het stroomcircuit wordt gesloten omdat de bladveer in contact staat met de krokodillenbek klem bij A en de rechterlamp brandt nu. De bovenste lamp, die parallel geschakeld staat met de warmtespiraal brandt nog niet.

De rechter lamp wordt kortgesloten. Dan geeft de bovenste lamp een spanning aan door de warmtespiraal, die ervoor zorgt dat hij na korte tijd gaat branden omdat de bimetalen strook ombuigt en loskomt van het einde van de bladveer. De bladveer springt terug in zijn neutrale stand, zodat het stroomcircuit wordt onderbroken.

Conclusie:

Een bimetalen strook die op een bepaalde manier is aangesloten kan een stroomcircuit onderbreken omdat hij verwarmd wordt en buigt.

Tip:

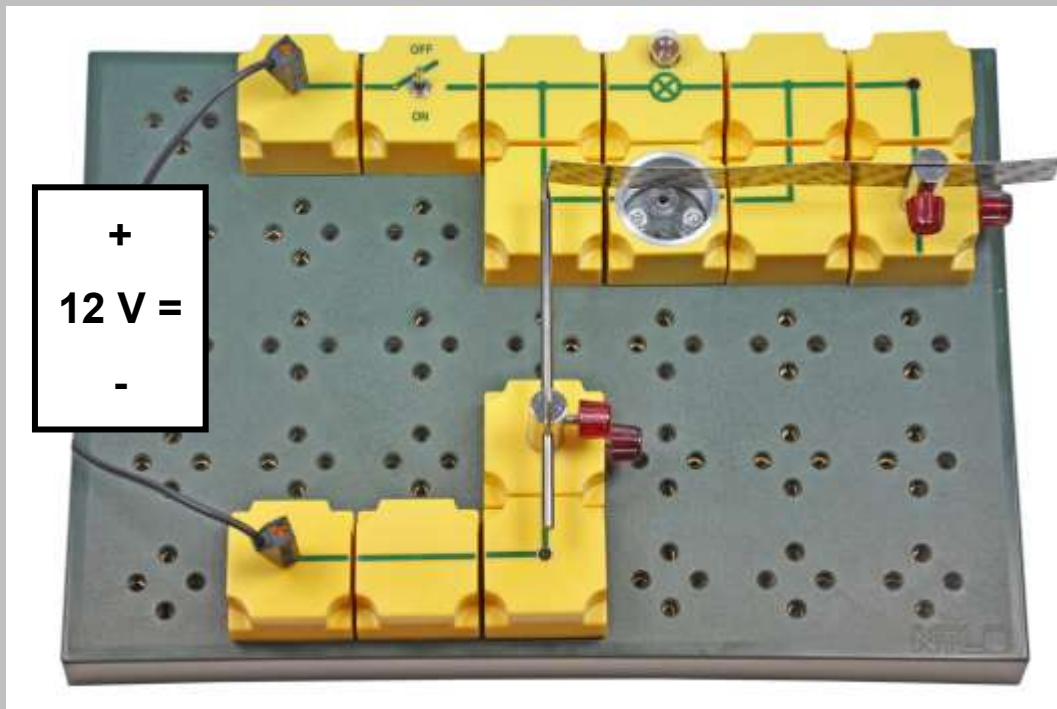
- De tijdsduur tot de onderbreking hangt af van de constructie.
- Als er geen lamp brandt voordat de stroom onderbroken wordt, dan komt dit doordat er geen contact is bij A.

3.7. BIMETALEN THERMOSTAAT

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, T-vorm
- 2x EIC verbinding, gehoeft, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoeft
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 2x EIC met aansluitplug
- 1x EIC lampfitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 2x Houder met pen en gat
- 1x EIC met verwarmingspoel
- 1x Contactpen
- 1x Bimetalen strip

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

We gebruiken een thermostaat om een warmtebron op zo'n manier aan of uit te schakelen dat een gewenste temperatuur zo lang mogelijk constant wordt gehouden.

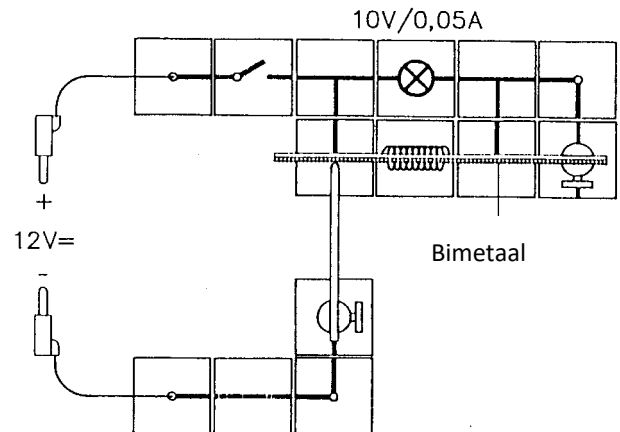
Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening.

Het stroomcircuit loopt via de bovenste aansluiting, via de gloeilamp en de warmtespiraal (die parallel staan aangesloten), naar de bimetalen strook (de zijkanten met patroon naar voren wijzend, in de tekening hiernaast zit het patroon van het bimetaal aan de onderkant).

We drukken de contactpen zachtjes tegen de bimetalen strook totdat het contact maakt.

Dan klemmen we de bimetalen strook en de contactpen vast.



Experiment:

We sluiten de schakelaar en dus gaan de lamp en de warmtespiraal gloeien. Na korte tijd wordt de bimetalen strook zo heet dat hij buigt en zich losmaakt van de contactpen.

Het circuit wordt onderbroken. De bimetalen strook wordt niet langer verwarmd. De bimetalen strook buigt terug naar zijn uitgangspositie zodra hij afkoelt. Het contact wordt weer gesloten, enz..

Wat zou er moeten gebeuren om een hogere temperatuur te handhaven?

Wat zou er moeten veranderen zodat het gesloten circuit gaat afkoelen?

Conclusie:

We kunnen de verwarming van een strook bimetaal, en het daaruit ontstane loslaten gebruiken om een temperatuurregelaar te maken. Een contact opent zich bij voldoende verwarming van de strook bimetaal, en onderbreekt zodoende de stroomkring. Hierdoor wordt de verwarming gestopt en koelt de strook bimetaal weer af. Hij gaat terug naar zijn oorspronkelijke positie.

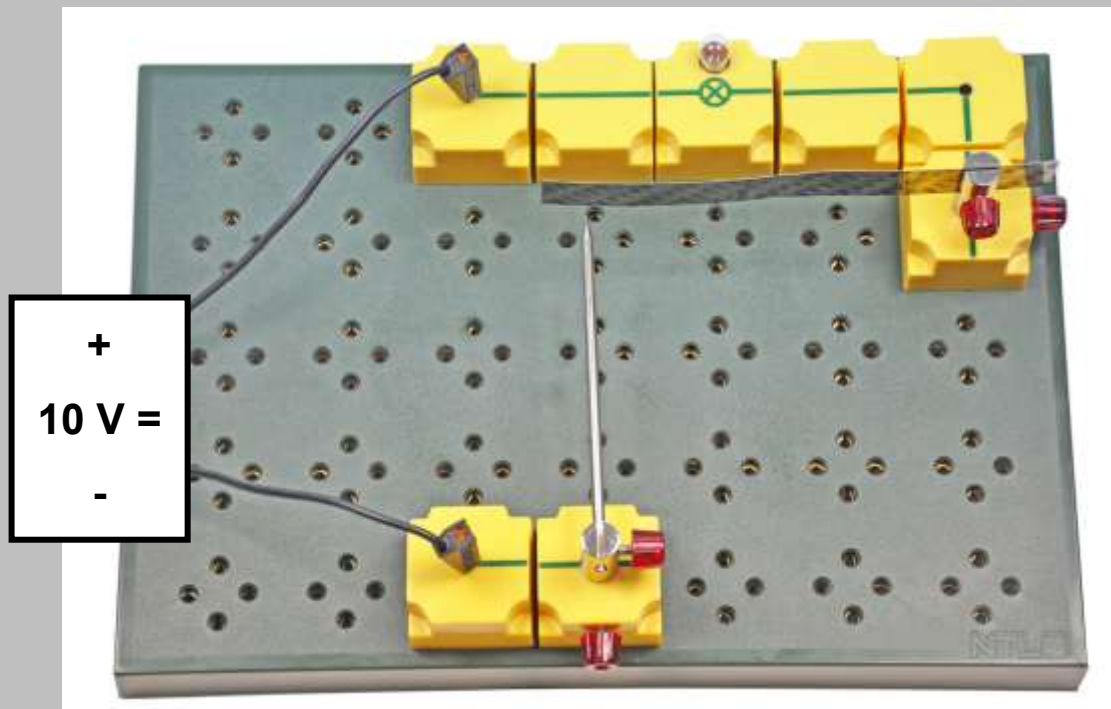
3.8. BIMETALEN BRANDALARM

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme

P9901-4F Elektronica uitbreiding



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, recht
- 1x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 2x EIC met aansluitplug
- 1x EIC lampfitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 2x Houder met pen en gat
- 1x Contact pen
- 1x Bimetalen strip
- 1x EIC zoemer (extra)

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

Brandalarmen zouden automatisch gestart moeten worden als een maximum temperatuur overschreden wordt.

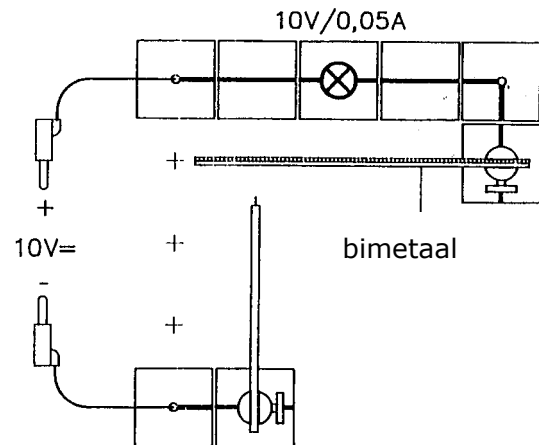
Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.
We klemmen de bimetalen strip aan de adapter met aansluitplug op zo'n manier dat de kant zonder patroon tegenover de contact pen ligt.

De contactpen bevindt zich op 5 mm afstand van de bimetalen strook.

Zodoende is de stroomkring nog steeds onderbroken.

We voegen een lamp E 10, 10 V/0,05 A of een zoemer toe aan de stroomkring.



Experiment:

We verwarmen de bimetalen strook in het midden door middel van een brandende lucifer.

Hij buigt en sluit de stroomkring en laat zodoende het alarm afgaan (de zoemer klinkt of de lamp brandt).

Conclusie:

We kunnen een strook bimetaal op zo'n manier invoegen in de stroomkring dat deze niet wordt gesloten voordat het verwarmen begint. Nadien zal de bimetalen strook een temperatuurstijging signaleren.

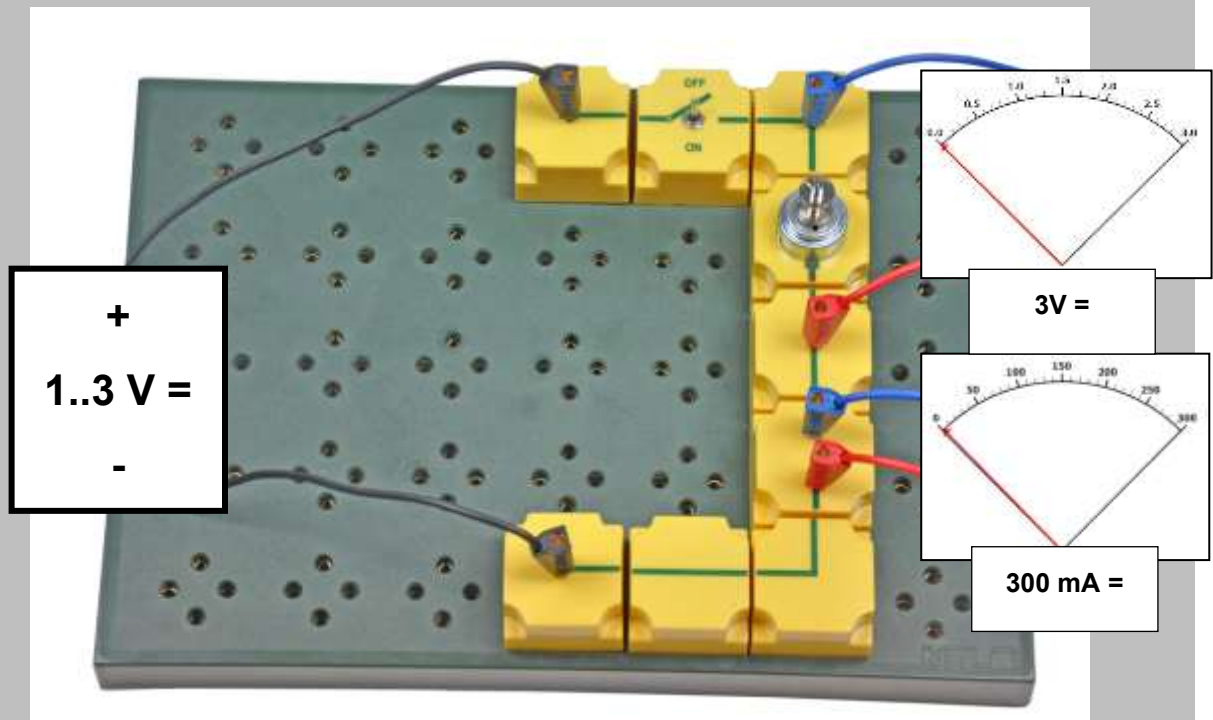
4. ARBEID EN VERMOGEN

4.1.1. HET VERMOGEN VAN EEN ELEKTRISCHE MOTOR

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord
- 2x Snoertje, zwart
- 2x Snoertje, rood
- 2x Snoertje, blauw
- 2x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht
- 1x EIC verbinding, recht, met aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC motor

Ook nodig:

- 2x Multimeter
- 1x Spanningsbron

We gaan de vermogensafname van een kleine gelijkstroommotor vaststellen.

Bedrading:

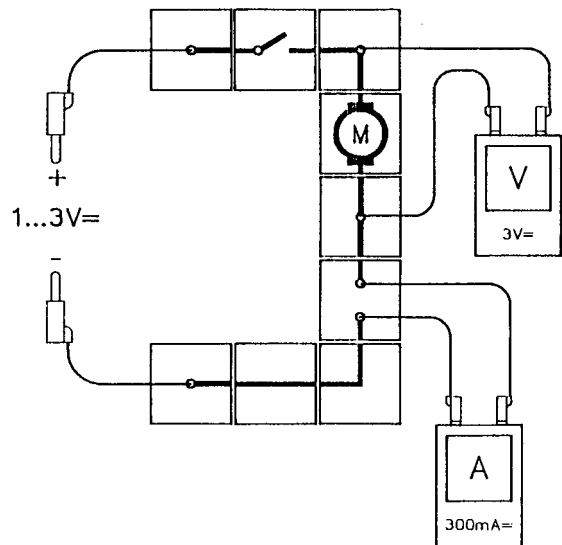
Sluit de bedrading volgens de tekening aan.

We stellen 2 volts gelijkspanning in.

We meten de spanning bij de motor met een spanningsmeter.

We gebruiken de meter met een meetbereik van 3 V=. De ampèremeter meet de stroomsterkte door de elektromotor.

We gebruiken een meetbereik van 300 mA=.



1.Experiment:

We sluiten de schakelaar. We lezen de spanning en de stroomsterkte af van de meters. De vermogensafname van de motor is het product van de spanning en de stroomsterkte. De eenheid van vermogen is Watt.

Spanning $U = \dots\dots\dots$ V

Stroomsterkte $I = \dots\dots\dots$ mA = $\dots\dots\dots$ A

Vermogen $P = U \cdot I = \dots\dots\dots$ W

2.Experiment:

Gebruik je hand om de motor korte tijd tegen te houden (oefen kracht uit op de motor om hem tegen te houden). De stroomsterkte neemt nu toe.

Daardoor verbruikt de motor meer vermogen. Het toegenomen vermogen mag niet te lang duren, om de motor niet te beschadigen.

Conclusie:

We definiëren het vermogen van een motor als het product van de spanning en de stroomsterkte. De stroomsterkte neemt toe als de motor wordt belast. Als de belasting voortduurt kan dit de motor beschadigen.

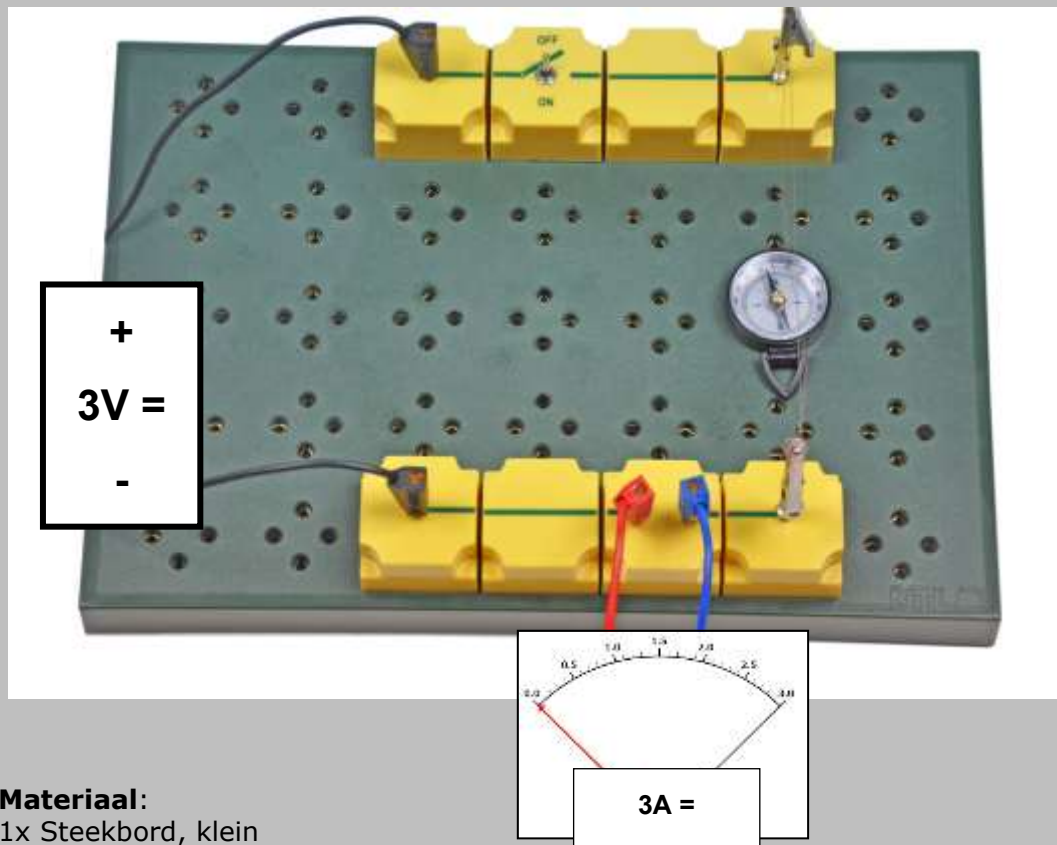
6. ELEKTROMAGNETISME

6.1. ELEKTRISCHE STROOM VEROORZAAKT EEN MAGNEETVELD

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 4x EIC aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, recht
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x Koperen draad
- 2x Krokodillenbekklem
- 1x Zak kompas

Ook nodig:

- 1x Multimeter
- 1x Spanningsbron

We gaan een ontdekking uit 1820 nadoen: we meten het een magnetisch veld rond een geleider waar elektrische stroom doorheen loopt. (Oersted-experiment).

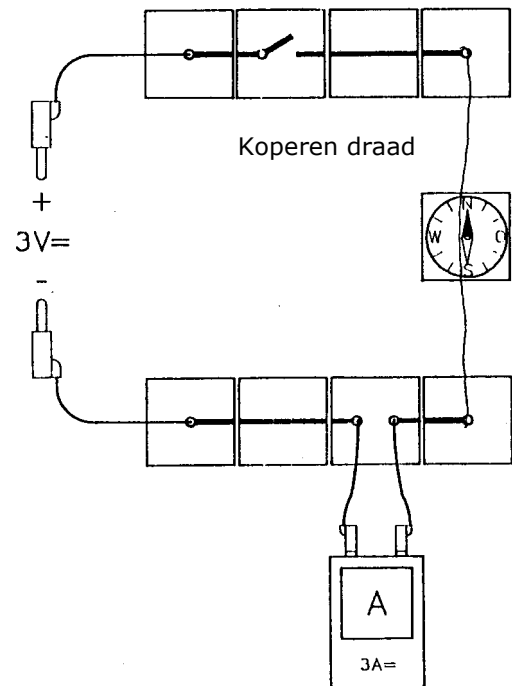
Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan. We klemmen de krokodillenbekklemmen met pinnen in de fittingen A en B van de twee rechtse EIC connectoren.

We klemmen een stukje koperdraad (van 18 cm) in de krokodillenbekklemmen. Daaronder voegen we een recht EIC stuk in het klembord en plaatsen er het kompas met de magnetische naald op.

We draaien het klembord zodanig dat het stuk draad zich in noord-zuid richting bevindt (de kompasnaald loopt parallel aan de draad).

We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 1 A=. We stellen 3 Volt gelijksspanning in.



Experiment:

We sluiten de schakelaar voor korte tijd (de draad heeft een hele lage weerstand zodat er een kortsluiting optreedt!). We tillen het kompas met de magnetische naald zover op dat de magnetische naald zich eerst op een kleine afstand onder het stuk draad bevindt en dan op dezelfde afstand, maar dan boven de draad. Schakel de stroom zo snel mogelijk uit!

We wisselen de polen om door de connectoren om te wisselen bij de spanningsbron en herhalen het experiment. Waar wijst de naald nu heen?

Conclusie:

Elektrische stroom door een geleider zal een magnetisch veld rond de geleider creëren, zodat de magnetische naald een andere oriëntatie krijgt. De richting van de afbuiging van de naald hangt af van de richting van de elektrische stroom en van de plaats van de magnetische naald (boven of onder de geleider).

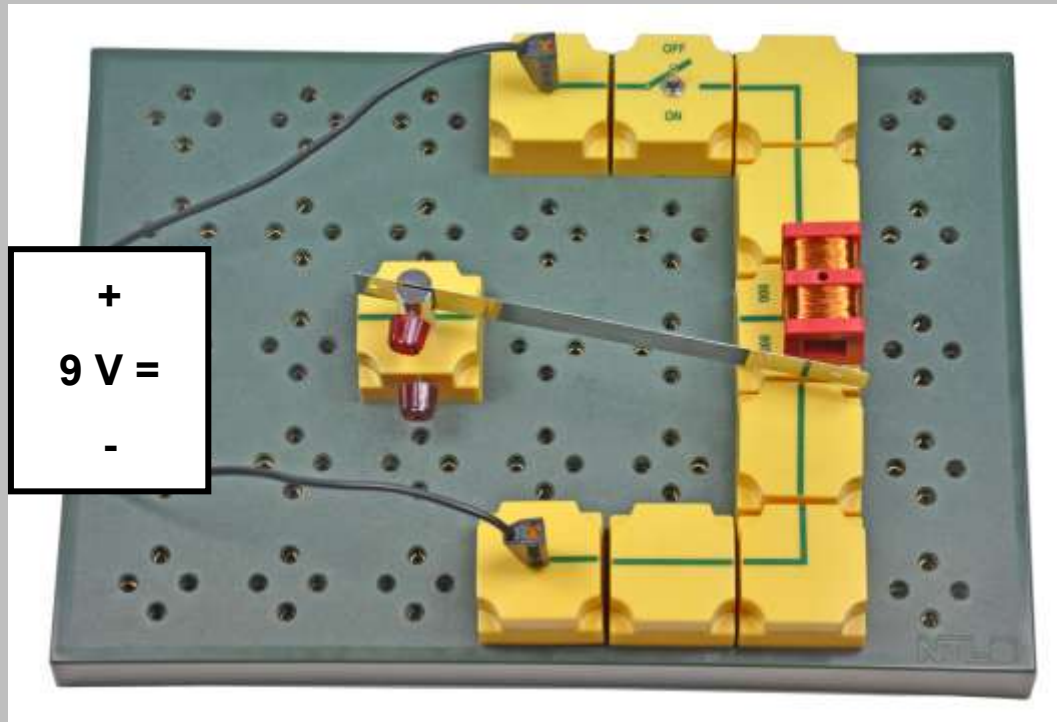
6.2. HET MAGNETISCH VELD VAN EEN SPOEL

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 3x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC met aansluitplug
- 1x Houder met pen en gat
- 1x Magneetveldsensor
- 1x Ijzeren kern, massief
- 1x Bladveer, staal, 0,2mm
- 1x EIC voor een spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen

Ook nodig:

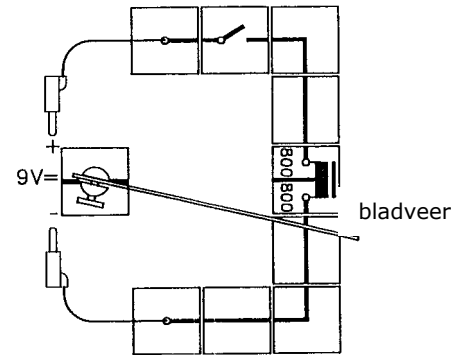
- 1x Spanningsbron
- 1x Paperclips

Het belangrijkste hulpstuk bij het bouwen van magnetische velden is een spoel.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.

We passen 9 Volt gelijkspanning toe op de spoel met 2 x 800 omwikkelingen. In eerste instantie gebruiken we geen ijzeren kern. De EIC adapter met aansluitplug met de blad veer is nog niet geplaatst.



1. Experiment:

We scannen de ruimte rond de spoel met de magneetveldsensor.

De magnetische naald van de sonde wijkt nog niet af. Dan sluiten we de schakelaar.

We scannen de ruimte rond de spoel opnieuw met de magneetveldsonde.

De spoel is nu magnetisch geworden. De noordpool bevindt zich aan de kant die met de positieve pool verbonden is.

2. Experiment:

We heropenen de schakelaar.

De EIC-adapter met aansluitplug en houder met bladveer voegen we toe op de aangegeven plaats in het schema.

De platte bladveer zou ongeveer 1 cm van de spoel af geplaatst moeten worden.

We sluiten de schakelaar.

Is het magnetisch effect van de spoel sterk genoeg om de platte veer aan te trekken?

3. Experiment:

We doen de cilindrische ijzeren kern in de spoel en herhalen het tweede experiment.

De bladveer wordt nu aangetrokken door de spoel waar elektrische stroom doorheen loopt. Omdat er nog wat magnetisme achterblijft in de ijzeren kern nadat de schakelaar geopend wordt, zal de bladveer niet altijd vanzelf teruggaan naar zijn neutrale positie.

Maar dit kan worden verholpen door de afstand vanaf de spoel op juiste wijze te corrigeren.

4. Experiment:

Nadat we de schakelaar gesloten hebben bouwen we een ketting van paperclips van de ene naar de andere kant van de ijzeren kern. Wat gebeurt er als de schakelaar wordt geopend?

Conlusie:

Elektrische stroom genereert een magnetisch veld in een spoel. Het magnetische veld is identiek aan het veld van een cylindervormige magneet. De magnetische polen bevinden zich aan het eind van de spoel. Een ijzeren kern versterkt het magnetische veld van een spoel tot een veelvoud ervan.

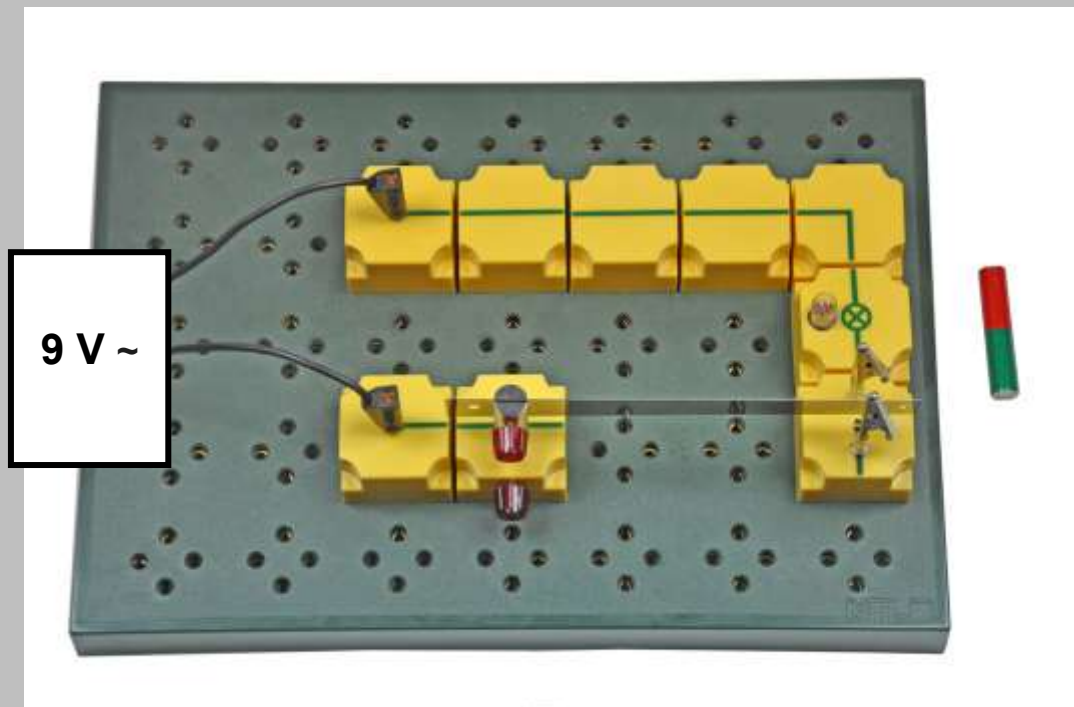
6.3. EEN SCHAKELAAR BEDIENEN MET EEN MAGNEET

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 3x EIC verbinding, recht
- 1x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC met aansluitplug
- 1x EIC lampfitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 1x Houder met pen en gat
- 2x Krokodillenbekklem
- 1x Staafmagneet
- 1x Bladveer, staal, 0,2mm

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

1x Bepaalings...

We willen laten zien dat een elektrische stroomkring gesloten kan worden (of geopend) met behulp van een magneet.

Bedrading:

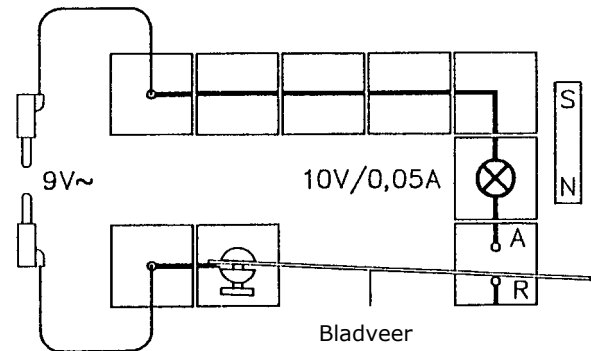
Sluit de bedrading volgens de tekening aan.

We doen de krokodilleklemmen met pinnen in de fittingen R en A van het onderbroken EIC-contact.

Door aan de krokodillenbekklemmen te draaien kan hun onderlinge afstand vergroot of verkleind worden.

De stalen bladveer raakt het („normaal gesloten”) contact R aan als de cilindrische magneet niet in de buurt is. De stroomkring van de lamp is niet gesloten.

Nadat we 9 Volt wisselspanning op de lamp zetten brandt hij niet.



Experiment:

We schuiven de cilindrische magneet langzaam in de richting van de bladveer.

Dit trekt de bladveer aan en die raakt het („normaal geopende”) contact A.

Zo wordt de stroomkring voor de lamp gesloten. De lamp brandt.

Als we de magneet weghalen wordt de stroomkring weer onderbroken.

Conclusie:

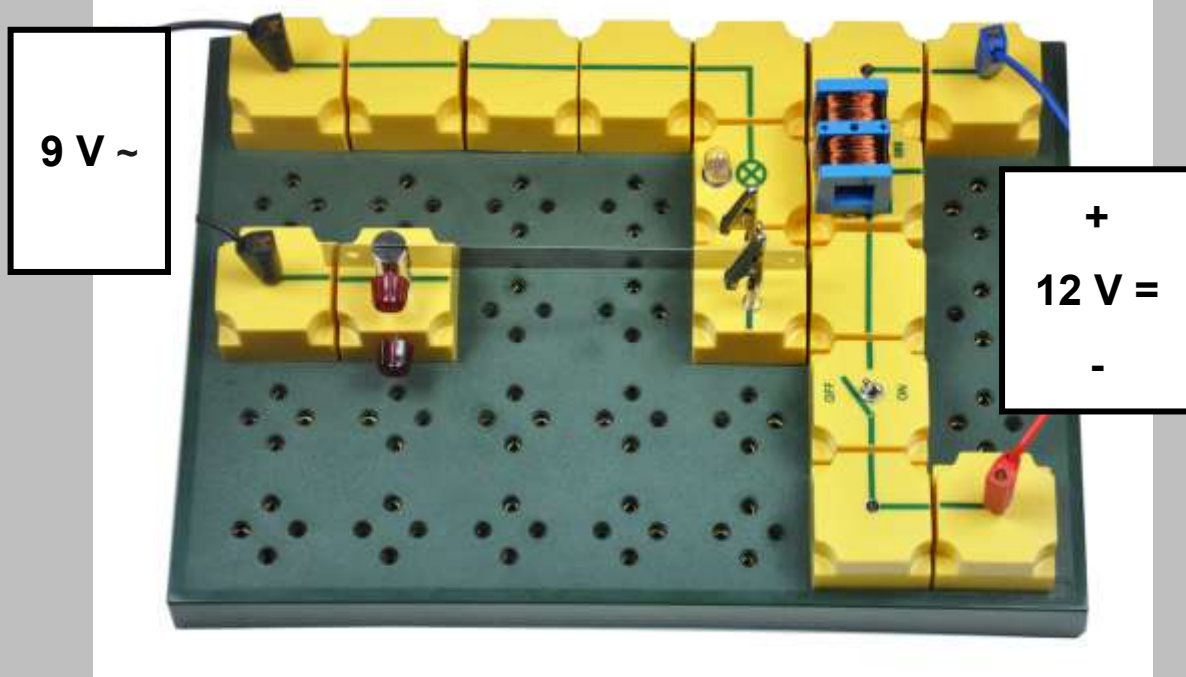
We kunnen een elektrische stroom afsluiten door middel van een magneet en een bladveer. De stroomkring is open zo lang als de magneet niet in de buurt komt.

6.4. EEN RELAIS

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 4x EIC aansluitpunt
- 4x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC met aansluitplug
- 1x EIC lampfitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 1x Houder met pen en gat
- 2x Krokodillenbekklem
- 1x Ijzeren kern, massief
- 1x Bladveer, staal, 0,2mm
- 1x EIC voor een spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen

Ook nodig:

2x Spanningsbron

In dit experiment bedienen we een schakelaar in een stroomkring met een spoel met een ijzeren kern. De spoel bevindt zich in een tweede stroomkring. Dit is een modelexperiment voor een relais.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.

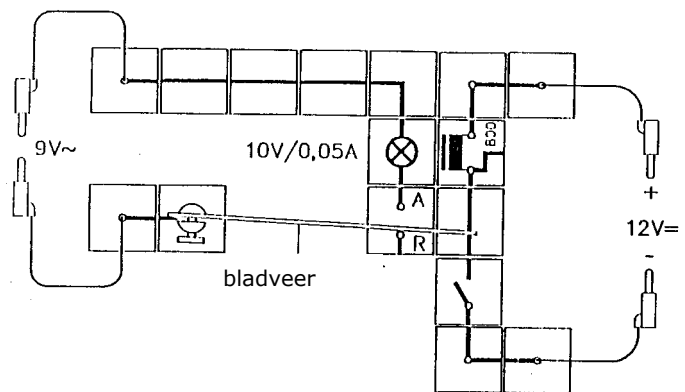
We doen de krokodillenbekklemmen met pinnen in de fittingen R en A van het onderbroken EIC-contact.

We klemmen de platte stalen veer in de houder met spleet en gaten, op zo'n manier dat het de krokodillenbekklem R aanraakt.

Als we 9 Volt wisselspanning toepassen brandt de lamp niet, omdat de elektrische stroomkring niet gesloten is.

De spoel met 800 wikkelingen bevindt zich in de rechter stroomkring („regelstroomkring”).

We doen de cilindrische ijzeren kern in de spoel en passen 12 Volt gelijkspanning toe op de stroomkring.



Experiment:

We sluiten de schakelaar.

Zodoende wordt de spoel met de ijzeren kern een magneet.

De platte veer wordt aangetrokken door de ijzeren kern van de spoel.

De lamp brandt.

Conclusie:

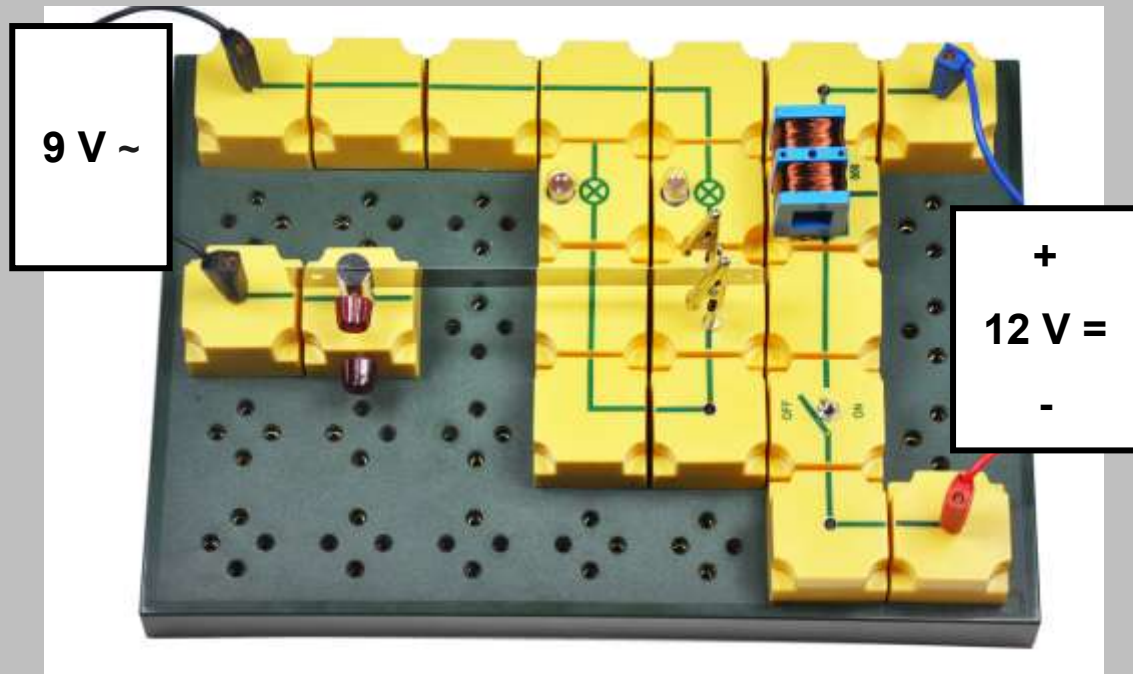
Een relais is een elektromagnetische schakelaar. De tweede elektrische stroomkring (linker stroomkring) wordt gesloten door de stroomkring van het relais te sluiten. De spoel wordt dan magnetisch en zorgt er voor dat de tweede stroomkring ook gesloten wordt en het lampje dus gaat branden.

6.5. RELAIS MET ARBEIDS- EN RUSTSTAND

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 4x EIC aansluitpunt
- 5x EIC verbinding, recht
- 3x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC met aansluitplug
- 2x EIC lampfitting, E10
- 2x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 1x Houder met pen en gat
- 2x Krokodillenbekklem
- 1x Ijzeren kern, massief
- 1x Bladveer, staal, 0,2mm
- 1x EIC voor een spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen

Ook nodig:

- 2x Spanningsbron

We introduceren in dit experiment een relais met twee contacten.

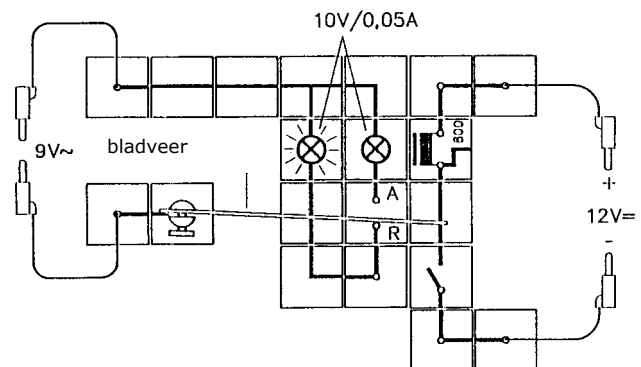
Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.
We doen krokodillenbekklemmen met pinnen in het onderbroken EIC-contact.

We klemmen de platte stalen veer in de houder met pen en gat, op zo'n manier dat hij de krokodillenbekklem R raakt.

Als we 9 Volt wisselspanning toepassen zou de rechter lamp moeten gaan branden.

De spoel met 800 wikkelingen staat in de rechter, tweede stroomkring („regelstroomkring”). We voegen de cilindrische ijzeren kern in de spoel.



Experiment:

We passen 12 Volt gelijksspanning toe op de rechter stroomkring, die de spoel bevat.

Nadat we de schakelaar gesloten hebben wordt de bladveer aangetrokken door de ijzeren kern van de spoel.

De rechter lamp gaat uit. De linker lamp brandt.

Conclusie:

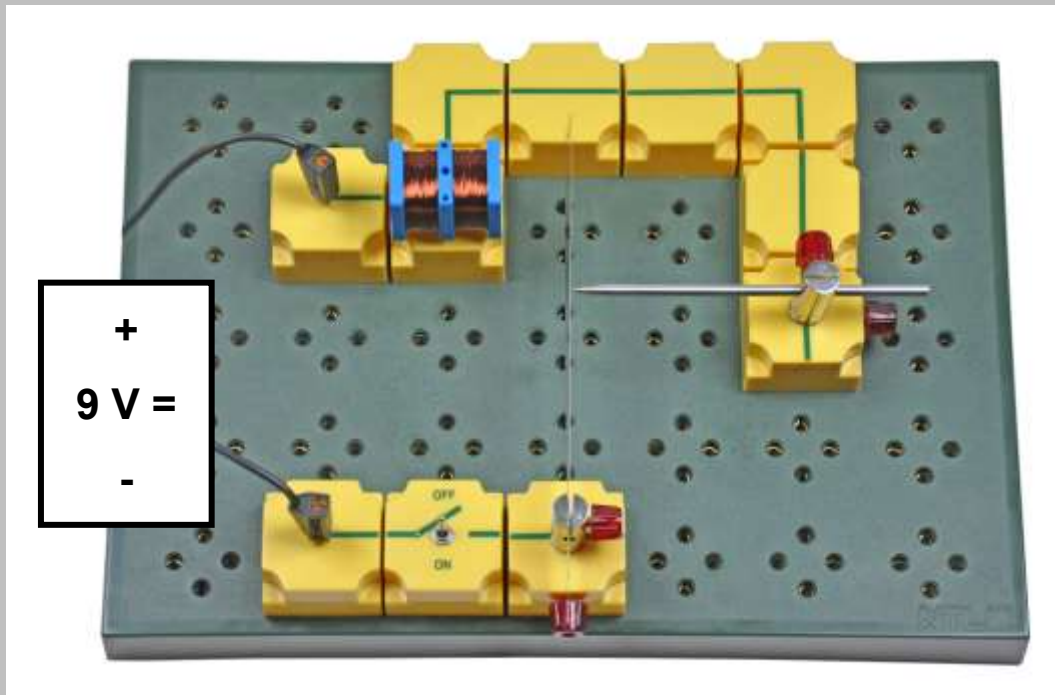
Als we de regelstroomkring sluiten wordt een normaliter gesloten contact onderbroken, en een normaal gesproken open contact gesloten.

6.6. ONDERBREKINGS-SCHAKELAAR

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Plug-in panel
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 3x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 2x EIC met aansluitplug
- 2x Houder met pen en gat
- 1x Ijzeren kern, massief
- 1x Contact pen
- 1x Bladveer, staal, 0,2mm
- 1x EIC voor een spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

Bellen op batterijen en andere technische apparaten bevatten dezelfde soort schakeling als waar we in het volgende experiment mee te maken hebben.

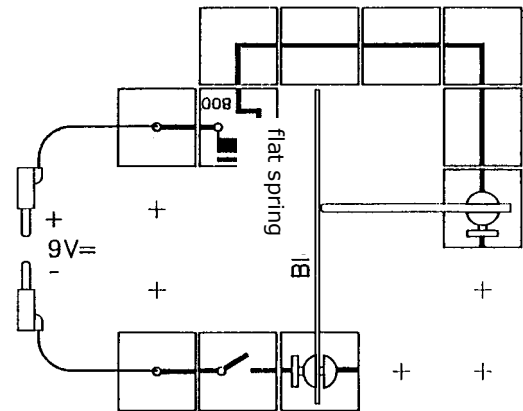
Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.

De spoel (met ingevoegde ijzeren kern), de contact pen, de bladveer, en de schakelaar staan allen in serie geschakeld.

De bladveer moet ongeveer 7 mm van de ijzeren kern geplaatst worden.

We passen 9 Volt gelijksspanning toe. De contact pen drukt tegen de bladveer en de stroomkring wordt gesloten.



Experiment:

We sluiten de schakelaar.

De bladveer wordt aangetrokken door de ijzeren kern van de spoel.

Zodoende wordt de stroomkring geopend.

De ijzeren kern laat de bladveer weer los, de stroomkring wordt weer gesloten.

De bladveer beweegt heen en weer. Deze sluit en opent de stroomkring voortdurend.

We kunnen een krokodillenbekklem met pin aansluiten op het einde van de bladveer om de vibraties van de bladveer te vertragen.

Er kunnen vonken te zien zijn op de contactpositie.

Conclusie:

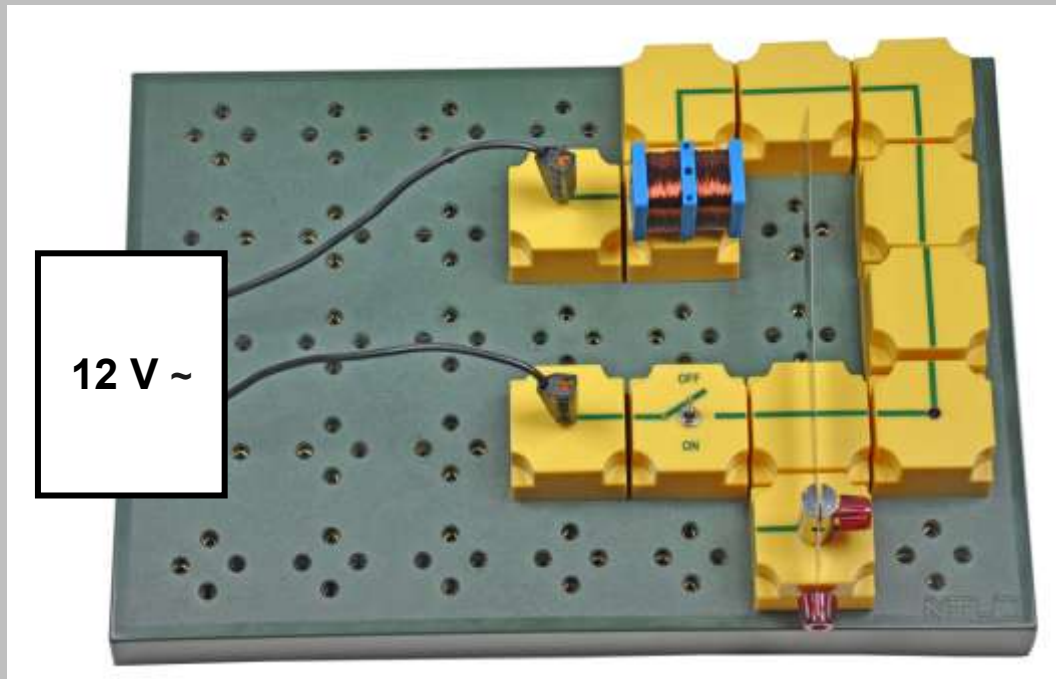
Een bladveer kan een stroomkring telkens opnieuw openen en sluiten door middel van geschikte schakeling.

6.7. ZOEMER OP WISSELSpanning

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Material:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 4x EIC verbinding, recht
- 1x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC met aansluitplug
- 1x Houder met pen en gat
- 1x Ijzeren kern, massief
- 1x Bladveer, staal, 0,2mm
- 1x EIC voor een spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen

Ook nodig:

1x Spanningsbron

Een wisselspanningszoemer heeft geen zelf-onderbreker nodig. De wisselspanning zelf voorziet in de onderbreking.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.

De bladveer is niet aangesloten op de stroomkring.

Hij wordt op ongeveer 8-10 mm voor de cilindrische ijzeren kern geplaatst die in de 12 Volt gelijksspanningspoel is geplaatst.

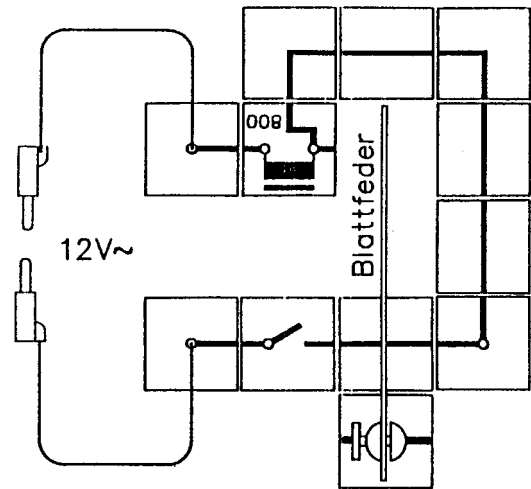
Experiment:

De schakelaar wordt gesloten.

De bladveer wordt aangetrokken door de spoel waarop spanning staat, maar ook weer direct losgelaten.

Dit proces wordt 100 maal per seconde herhaald, in overeenstemming met de 100 wisselingen van de wisselspanning, per periode wisselt de polariteit van de spanning van + naar - en weer terug.

De bladveer maakt een ratelend geluid.

**Conclusie:**

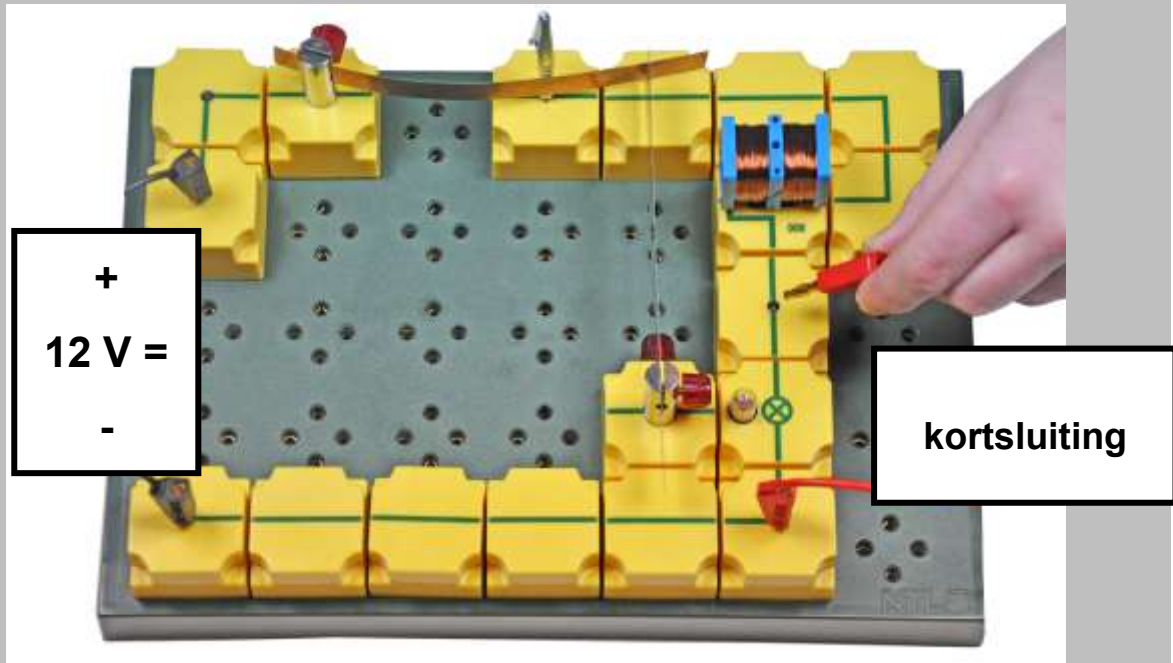
Als we wisselspanning gebruiken voor vibraties van een bladveer is er geen onderbrekende schakelaar nodig. De bladveer vibreert omdat de stroomsterkte in de spoel honderd maal per seconde toe- en afneemt.

6.8. MODEL VAN EEN MAGNETISCHE ZEKERING

Gebouwde kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 1x Snoertje, rood
- 2x EIC aansluitpunt
- 6x EIC verbinding, recht
- 1x EIC verbinding, recht, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 2x EIC met aansluitplug
- 1x EIC lampfitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 1x Houder met pen en gat
- 1x Krokodillenbekklem
- 1x Ijzeren kern, massief
- 1x Bladveer, staal, 0,2mm
- 1x Bladveer, messing
- 1x EIC voor een spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen

Ook nodig:

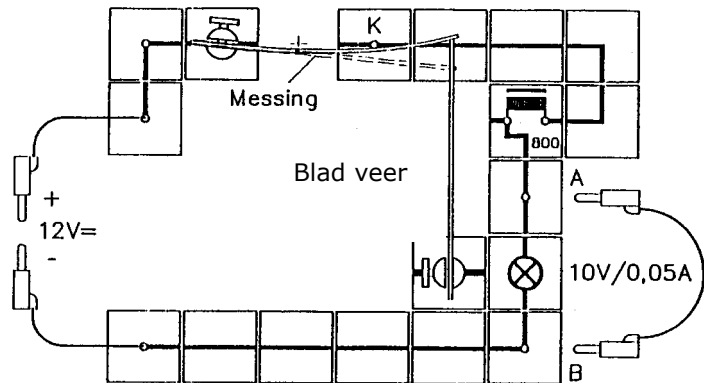
- 1x Spanningsbron

Een magnetische zekering onderbreekt een stroomkring snel als hij wordt kortgesloten. In ons model moet hij er met de hand opnieuw in worden gedaan nadat de kortsluiting is opgeheven.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.
De messing bladveer staat in zijn neutrale positie die gemarkeerd is.
We drukken hem tegen de krokodillenbekklem met pin die in fitting K gestoken zijn door de stalen bladveer. Zodoende wordt het contact gesloten.

In geval van een kortsluiting wordt de stalen bladveer aangetrokken door de spoel (met ijzeren kern).
De messing bladveer wordt losgelaten. Hij tikt snel terug en onderbreekt dan de stroomkring.
De stalen bladveer staat buiten de elektrische schakeling.
We passen 12 Volt gelijkspanning toe.



Experiment:

Na zorgvuldig klaarzetten (de platte stalen veer is ongeveer 6 – 8 mm weg van de ijzeren kern en druk de messing strook naar boven helemaal tegen k aan) wordt een kortsluiting veroorzaakt door de fittingen A en B te verbinden.

De stroomkring wordt onmiddellijk onderbroken.

Conclusie:

De magnetische zekering onderbreekt onmiddellijk een stroomkring als de stroomsterkte stijgt als gevolg van een kortsluiting.

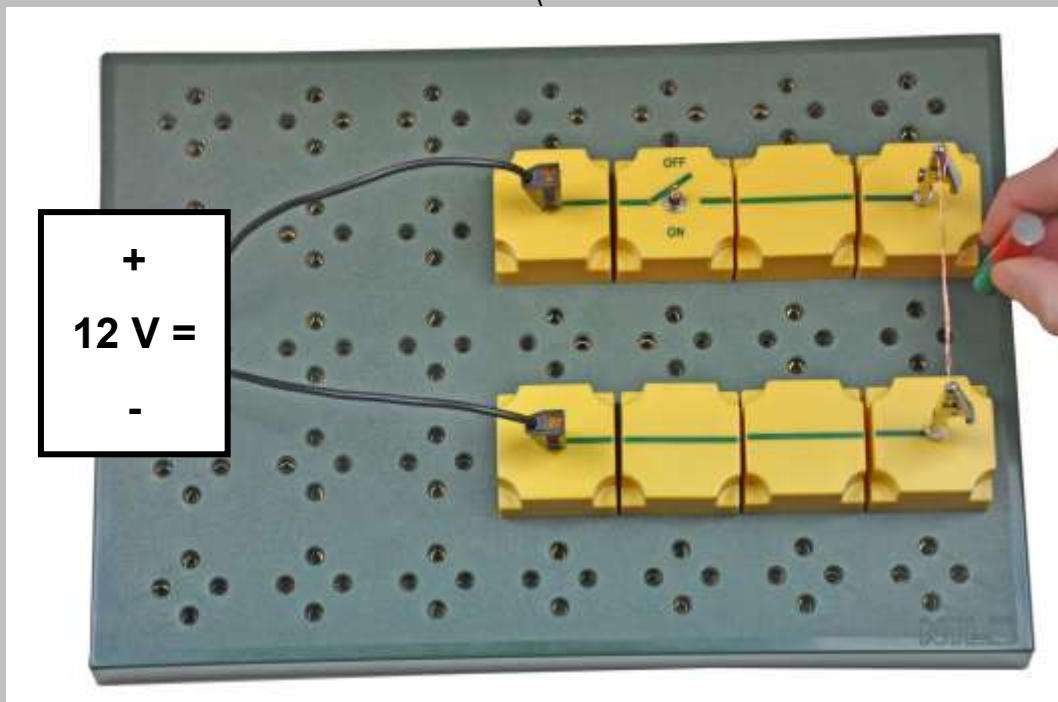
7. KINETISCHE ENERGIE UIT ELEKTRISCHE ENERGIE

7.1. BEWEGING OPWEKKEN UIT ELEKTRICITEIT

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

1x Steekbord, klein

2x Snoertje, zwart

4x EIC aansluitpunt

3x EIC verbinding, recht

1x EIC schakelaar, ON/OFF

1x Koperen draad

2x Krokodillenbekklem

1x Staaf magneet

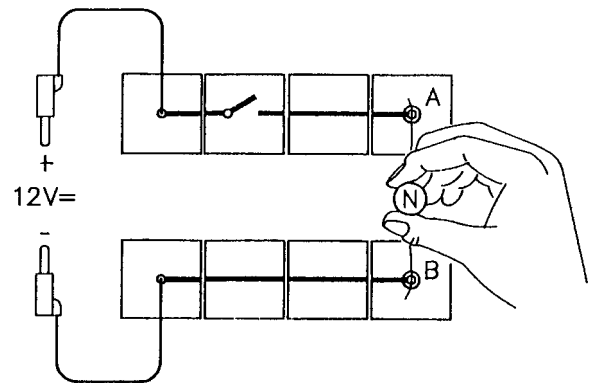
Ook nodig:

1x Spanningsbron

Een stroom geleidende draad wordt omgeven door een magnetisch veld. We willen de interactie tussen dit magnetische veld meten en tweede magnetisch veld (bijv. een cilindrische magneet) onderzoeken.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.
We doen de krokodillenbekklemmen met pinnen in de fittingen A en B.
We klemmen een doorhangend stuk koperdraad van ongeveer 10 cm (dunne metalen draad) in de krokodillenbekklemmen en passen 6 Volt gelijksspanning toe.



Experiment:

We sluiten de schakelaar. Eerst schuiven we de noordelijke pool van de cilindrische magneet richting de metalen draad (van bovenaf) en daarna de zuidelijke pool.

Laat de schakelaar niet te lang gesloten!

Conclusie:

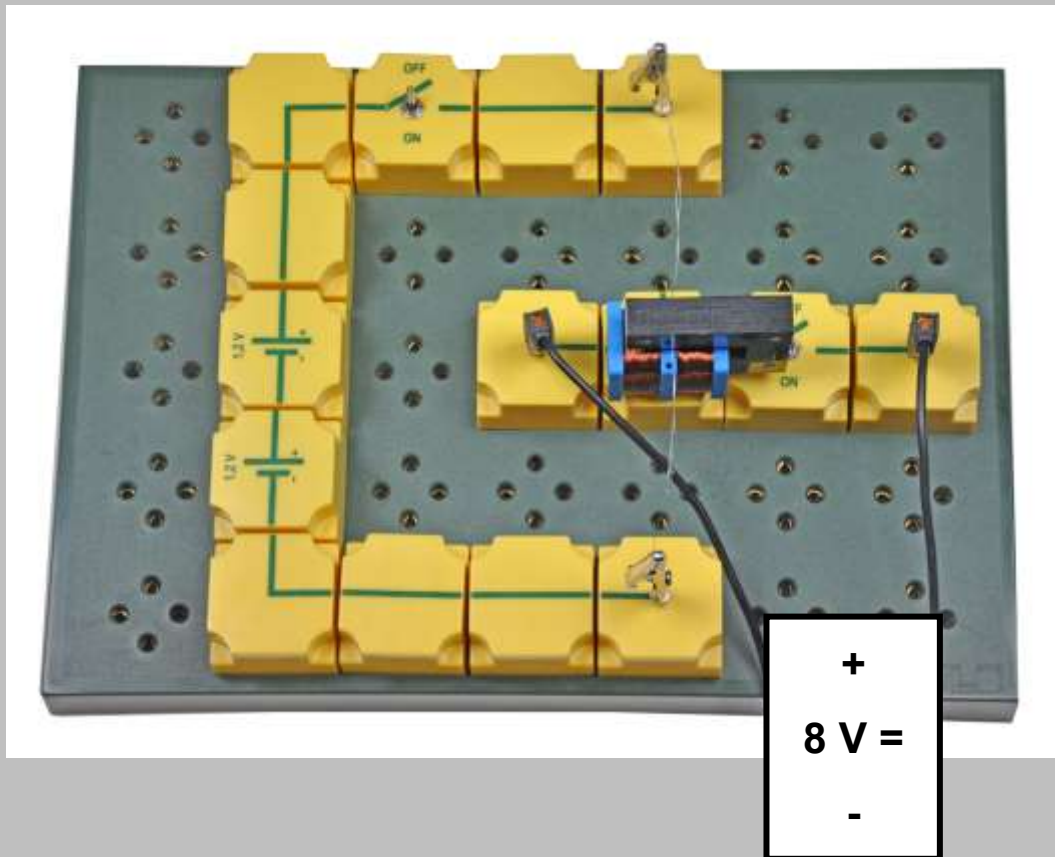
De stroom geleidende draad (de dunne metalen draad in dit experiment) beweegt in de richting van de loodrechte hoek tussen stroomrichting en de richting van het magnetische veld. De stroom geleidende draad wijkt hierdoor een beetje uit.

7.1.1. LORENTZKRACHT

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme

**Materiaal:**

- 1x Steekbord, klein
- 4x Snoertje, zwart
- 4x EIC aansluitpunt
- 4x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 3x EIC schakelaar, ON/OFF
- 2x PIB Batterij (oplaadbaar), 1.2V
- 2x Krokodillenbekklem
- 1x EIC voor een spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd

ook nodig:

- 1x metalen draad
- x Spanningsbron

We willen het effect meten van een magnetisch veld op een geleider waar een elektrische stroom doorheen loopt. Het magnetisch veld wordt gemaakt met een elektromagneet..

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.

De dunne metalen draad klemmen we tussen de twee krokodillenklemmen met pinnen.

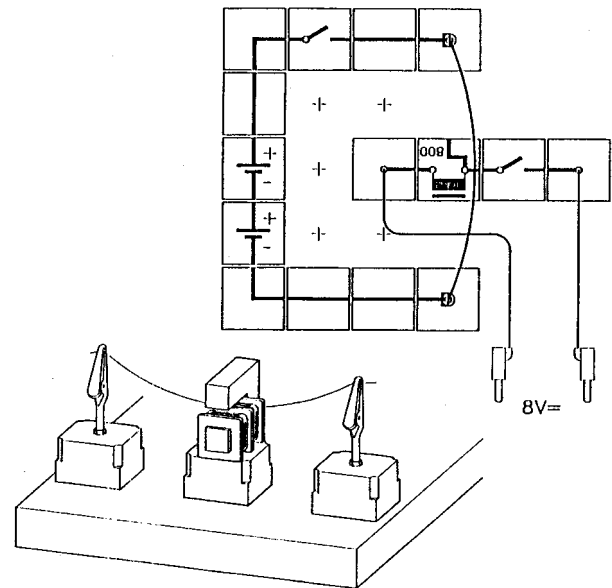
We doen de krokodillenklemmen in de EIC-aansluitingen.

De twee EIC-batterijen doen dienst als spanningsbron voor de metalen draad.

In de spoel met 800 wikkelingen plaatsen we de U-vormige kern (ijzeren juk).

De metalen draad hangt losjes tussen de ijzeren kern en de spoel. De tweede schakeling, die de elektromagneet van spanning voorziet, sluiten we aan op de elektrische voeding.

We passen 8 Volt gelijkspanning toe. Eerst staan de twee schakelaars open.



Experiment:

Eerst sluiten we de schakelaar in de stroomkring met de elektromagneet erin.

Dan sluiten we de tweede schakelaar.

De dunne metalen draad begint onmiddellijk te bewegen.

We heropenen de schakelaar snel, anders zal de batterij snel leeglopen.

Onthoud de richting waarin de dunne metalen draad beweegt.

De bewegingsrichting verandert door de spanning van de dunne metalen draad om te schakelen (door de EIC-batterij andersom aan te sluiten).

De richting van het magnetische veld kan beïnvloed worden door de polen van de stroomkring van de spoel om te schakelen.

Conclusie:

Een geleider waar elektrische stroom doorheen loopt wordt afgebogen in een magnetisch veld. De kracht die de geleider beïnvloedt noemen we Lorentzkracht. De richting ervan staat haaks op de richting van de elektrische spanning en op de richting van het magnetische veld. We kunnen het magnetische veld maken met behulp van een elektromagneet.

Tip:

We kunnen de bewegingsrichting van de geleider waar stroom door heen gaat vast stellen door middel van de „drie-vinger regel”. We houden de eerste drie vingers van de rechterhand op zo’n manier dat ze haaks op elkaar staan. De richting van de duim van de rechterhand geeft de richting aan van de elektrische stroom (van + naar -) door de geleider, de richting van de wijsvinger geeft de richting van het magnetisch veld aan, en de richting van de middelvinger geeft de bewegingsrichting (Lorentzkracht) aan.

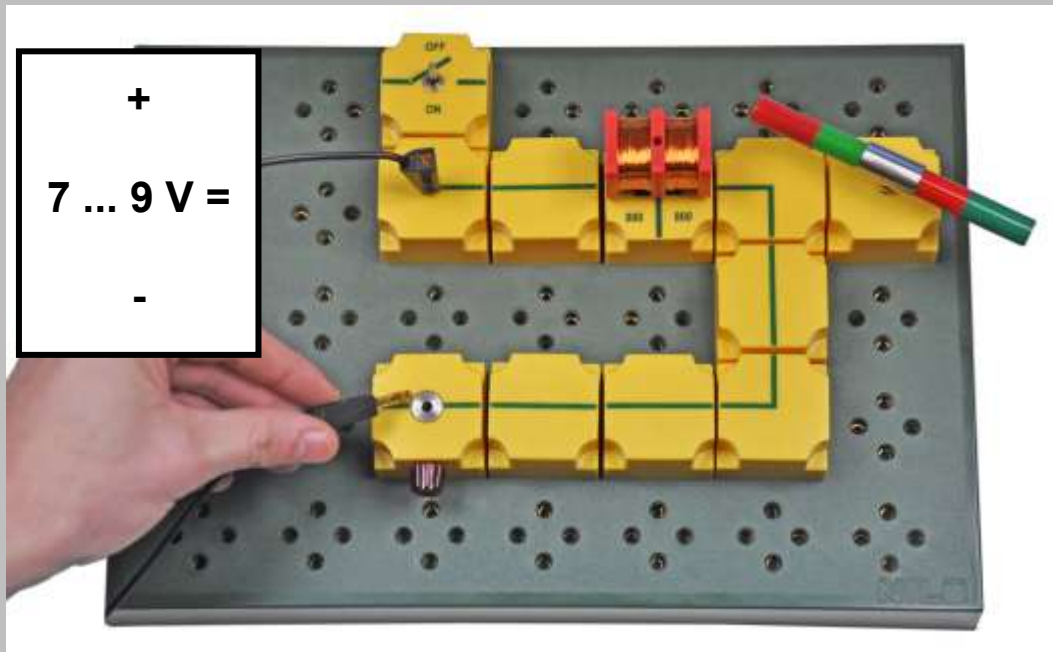
7.2. PRINCIPE VAN DE ELEKTROMOTOR

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 1x EIC aansluitpunt
- 4x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC met aansluitplug
- 2x Staafmagneet
- 1x Isolerend blok met aansluitpunt
- 1x staaf met schroefdraad
- 1x Draag pin
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren kern, massief

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

Een elektromotor is gebaseerd op de interactie tussen twee magnetische velden, waarvan er enen wordt gevormd door elektrische stroom. Het experiment toont waarom de richting van elektrische stroom moet worden omgekeerd om een cirkelvormige beweging te verkrijgen.

Bedrading:

Sluit de bedrading volgens de tekening aan.

We plaatsen de cilindrische massieve ijzeren kern in de EIC-spoel met 2 x 800 wikkelingen.

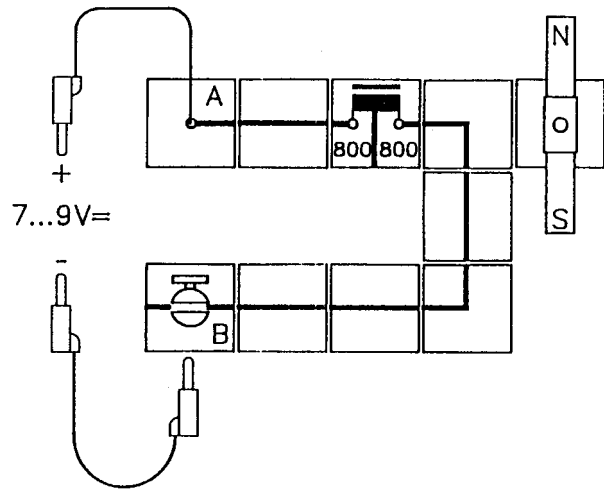
We plaatsen het blok met de naald aan de rechterkant van de bedrading.

We plaatsen de draag pin met de twee cilindrische magneten op de naald.

We sluiten de positieve pool van de voeding aan op de fitting A.

In plaats van de negatieve pool aan te sluiten, verplaatsen we die met de hand in de richting van de EIC met aansluitplug.

De neutrale positie van de cilindrische magneet is zoals de afbeelding.



1. Experiment:

We passen ongeveer 8 Volt gelijksspanning toe door het contact bij B te sluiten.

De noordpool van de cilindrische magneet wordt aangetrokken door de ijzeren kern van de spoel. De stroomkring wordt weer onderbroken.

2. Experiment:

We zetten de cilindrische magneet in neutrale positie; de stroomkring wordt slechts voor korte tijd gesloten bij B.

De stroomkring wordt weer onderbroken, maar slechts voordat de magneet de spoel heeft bereikt. De magneet blijft bewegen vanwege zijn inertie (traagheid).

Zodra de noordpool weer bij zijn neutrale stand is sluiten we het contact weer. De noordpool wordt weer aangetrokken.

De magneet draait eenmaal (360°), omdat de stroomkring wordt onderbroken. Het zou zelfs beter zijn om de stroomkring niet te onderbreken, maar om in plaats daarvan de polariteit van de toegevoerde spanning om te draaien.

Conclusie:

Elektrische stroom kan een rotatie veroorzaken door het onderbreken of omdraaien van de toegepaste spanning.

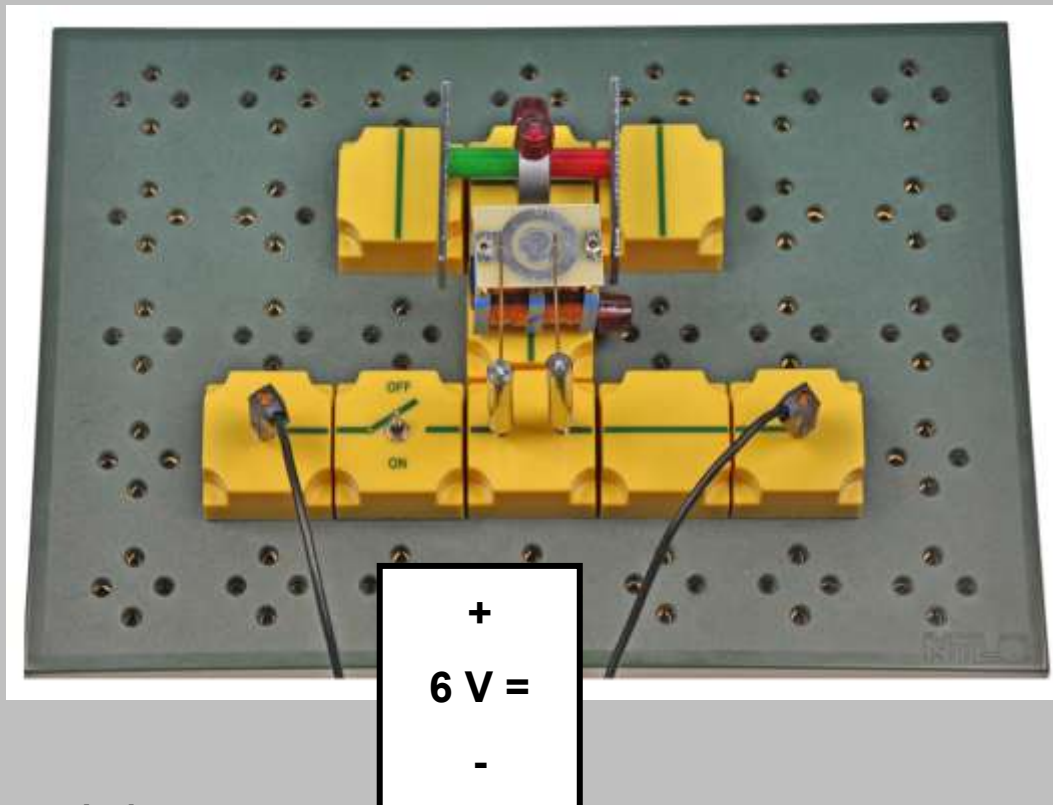
7.3. MODEL VAN DE ELEKTROMOTOR

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 3x EIC verbinding, recht
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 2x EIC met aansluitplug
- 1x Staafmagneet
- 2x Poolplaat, 60x25 mm
- 2x Borstel voor motor/generator
- 1x Magneet houder, draaibaar
- 1x Commutator schijf
- 1x EIC voor een spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd
- 1x Draag pin

Ook nodig:

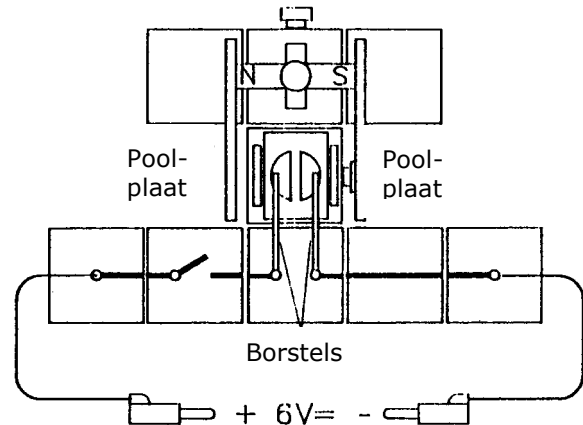
- 1x Spanningsbron

Het model toont de basisconstructie van een gelijkstroommotor.

Bedrading:

Let op de juiste opbouwvolgorde!

Begin met het EIC onderdeel in het midden dat de spoel draagt. Dit is de rotor van de elektromotor. De draag pin klemmen we in een EIC-aansluitplug. Zet de spoel met de ijzeren kern (juk van de U-vormige kern) erboven op. De ijzeren kern heeft een gat in het midden waar doorheen we de draag pin schuiven. We moeten de draag pin er op zo'n manier in klemmen dat de spoel nog rond kan draaien zonder de EIC te raken. De commutator zetten we op de rechtopstaande aansluitingen van de spoel. De commutator moet de elektrische polen van de stroomkring omdraaien bij de spoel, na elke halve omwenteling. We moeten de EIC- aansluitplug invoegen in het klembord op zo'n manier dat de stelschroef er zijdelings in zit.



We plaatsen de tweede EIC met aansluitplug achter de EIC aansluitplug met de spoel. We kunnen willekeurig welke EIC's links en rechts van de EIC aansluitplug invoegen. Ze dienen enkel als draagoppervlak van de poolplaten. De EIC aansluitplug draagt de magneethouder. We voegen de cilindrische magneet toe in het gat en zetten hem precies in het midden vast. We plaatsen beide poolplaten aan de linker- en rechterkant van de cilindrische magneet (ze zetten zich magnetisch vast).

Het onderbroken EIC-contact voegen we tegenover de EIC aansluitplug toe. De borstelhouders met de bijbehorende borstels plaatsen we in de twee fittingen. De borstels moeten de omschakelschijf raken maar moeten niet te sterk op de spoel drukken. De aanpassing van de borstels is cruciaal voor de werking van het model van de motor.

We draaien de rotorspoel zodanig dat de as van de spoel zich parallel aan de platen bevindt. De borstels bevinden zich in het midden van de twee halve ringen. De spoel moet altijd in deze positie staan waarin we de motor willen starten. We passen 3 Volt gelijksspanning toe.

Experiment:

We sluiten de schakelaar en starten daarmee de motor.

Als de motorspoel niet beweegt moeten we de commutator borstels meer contact laten maken (druk de borstels lichtjes naar beneden met je vingers indien nodig). Met de juiste aanpassing zal de motor direct starten.

De richting van de draaiing kan worden veranderd door de spanning om te polen (draai de aansluitingen bij de spanningsbron om).

Probeer te ontdekken of de motor ook werkt met wisselspanning (3 V).

Conclusie:

Een spoel draait rond in een permanent magnetisch veld met een gelijkstroommotor, omdat de elektrische stroom en daarmee het magnetisch veld van de spoel omgekeerd worden na elke halve omwenteling. Een motor met een permanente magneet kan niet draaien op wisselspanning.

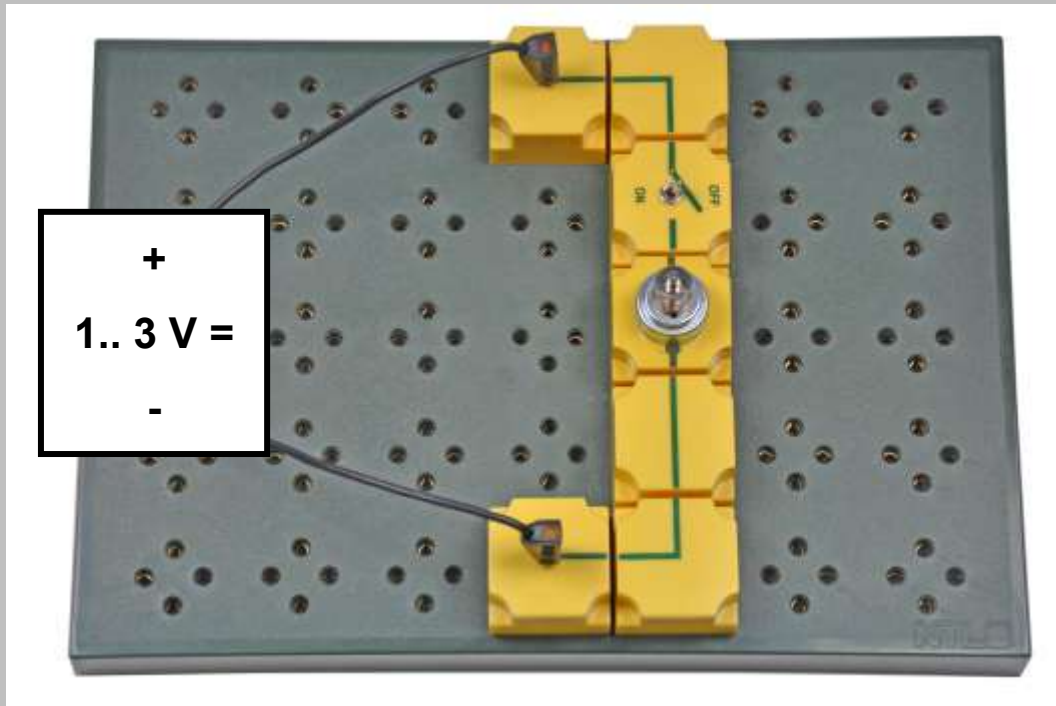
7.3.1. GELIJKSTROOMMOTOR

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x Magnetisch veld sensor
- 1x EIC motor

Ook nodig:

- 1x Spiraal voor stralingswarmte
- 1x Spanningsbron

We introduceren een kleine gelijkstroommotor.

Bedrading:

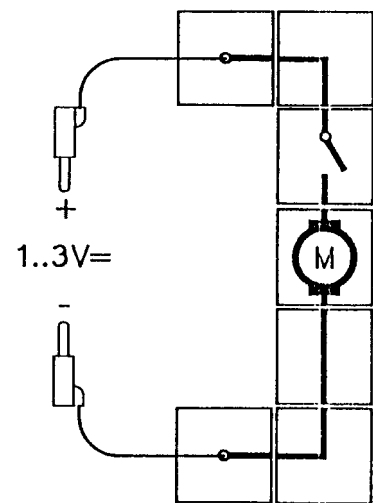
Sluit de bedrading volgens de afbeelding aan.
De experimentele EIC motor wordt nog niet geplaatst.
We passen 1 Volt gelijkspanning toe op de stroomkring.

1. Experiment:

De ruimte direct rond de spanningsmotor wordt gescand met een magneetveld sensor. We merken op dat het motorframe een permanente magneet bevat.

2. Experiment:

We voegen de EIC experimentele motor toe in de schakeling.
De spiraal voor warmte straling maken we vast aan de as van de motor.
Dit moet het observeren van de rotatie mogelijk maken.
We sluiten de schakelaar en letten op de draairichting van de motor.
Dan heropenen we de schakelaar en wisselen de aansluitingen van de spanningsbron om.
Na het sluiten van de schakelaar draait de motor in omgekeerde richting.



Conclusie:

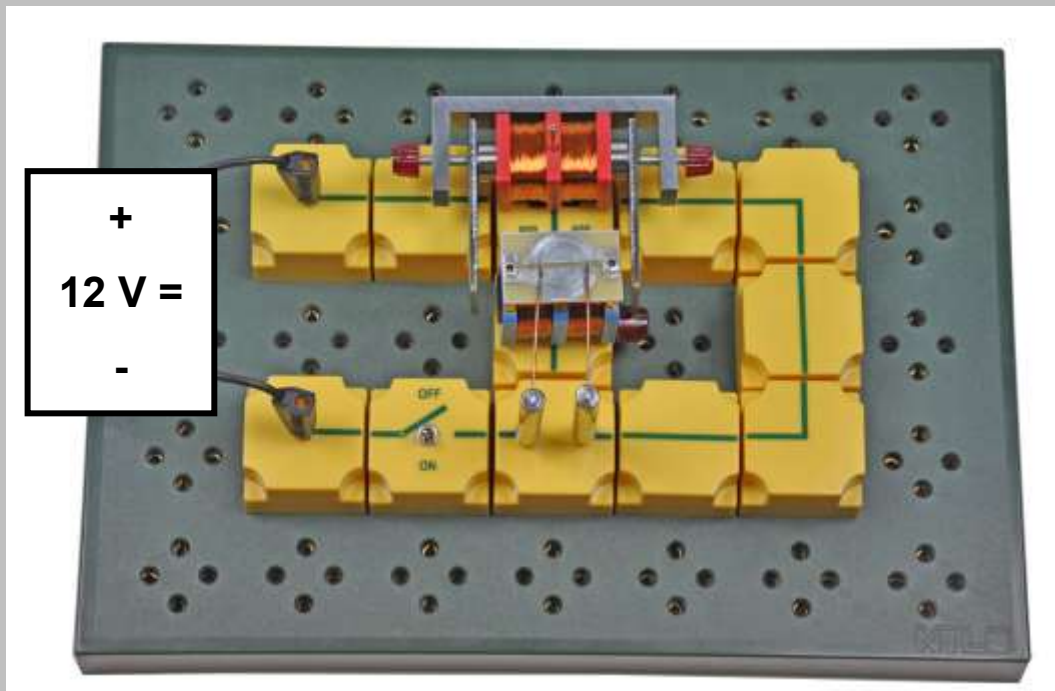
Een permanente magneet wordt meestal gebruikt om het buitenste magneetveld aan te sturen in een kleine gelijkstroommotor. De draairichting van de motor wordt bepaald door de richting van de spanning.

7.4. SERIEMOTOR

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 4x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoeft
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC met aansluitplug
- 1x Ijzeren kern, massief
- 2x Poolplaat, 60x25 mm
- 2x Borstel voor motor/generator
- 1x Commutator schijf
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd
- 2x Draag pin

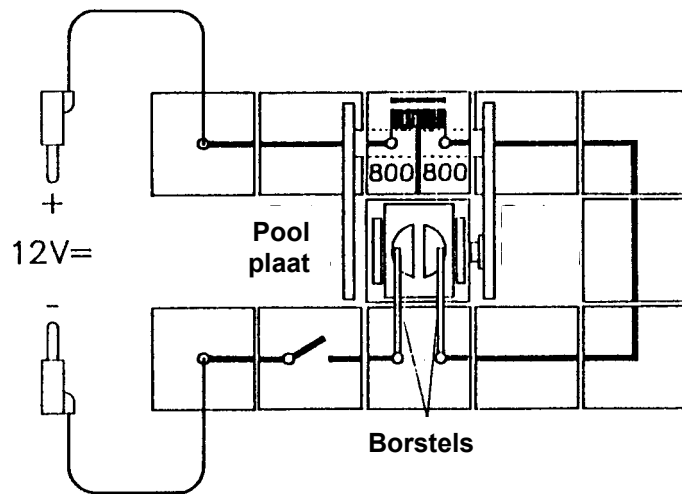
Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

Permanente magneten worden alleen bij kleine motoren gebruikt. Elektromagneten hebben meer voordelen bij de productie van velden (waarom?). De veld-producerende spoel en de rotorspoel zijn in serie aangesloten in dit model.

Bedrading:

Let op de assemblage-volgorde. Begin met het EIC onderdeel in het midden dat de spoel draagt. De spoel dient als de rotor van de elektromotor. We klemmen een draag pin in de EIC aansluitplug. We maken de spoel met 800 wikkelingen eraan vast, samen met de ijzeren kern (het juk van de U-vormige kern). We moeten de draag pin er op zo'n manier in klemmen dat de spoel nog rond kan draaien zonder de EIC te raken. We zetten de omschakelaar op de rechtopstaande aansluitingen van de spoel. De commutator schijf draait de elektrische spanning bij de spoel om



na een halve omwenteling. We moeten de EIC aansluitplug op zo'n manier invoegen in het klembord dat de stelschroef er zijdelings in zit.

We plaatsen de EIC-spoel met 2 x 800 wikkelingen achter de EIC aansluitplug met de spoel. De twee rechte EIC-contacten aan de linker- en rechterkant van de spoel dienen als draagoppervlak voor de pool-platen. We plaatsen de massieve ijzeren kern in de spoel. We zetten de twee poolplaten vast aan de uiteinden van de ijzeren kern door middel van een klemband.

We voegen het onderbroken EIC-contact tussen voor de EIC- aansluitplug met de spoel. We plaatsen de bushouders met de borstels in de twee fittingen. De borstels moeten de commutator schijf raken, maar mogen niet te sterk op de spoel drukken.

De aanpassing van de borstels is cruciaal voor de werking van de motor.

We draaien de rotorspoel zodanig dat de as van de spoel zich parallel aan de poolplaten bevindt. De borstels bevinden zich dan in het midden van de twee halve ringen. De spoel moet altijd in deze stand staan als de motor wordt gestart. We passen 12 Volt gelijkspanning toe.

1. Experiment:

We sluiten de schakelaar en letten goed op de draaiing van de rotorspoel.

De richting van de rotatie kan niet worden veranderd door de omkering van de toegepaste spanning (omwisselen van de aansluitingen bij de spanningsbron), omdat op deze manier de richting van de elektrische stroom zowel in de rotor als in de veldspoel plaatsvindt.

2. Experiment:

We openen de schakelaar en passen 12 Volt wisselspanning toe. Zal de spoel gaan draaien?

We sluiten de schakelaar en zullen zien dat dit type motor ook door wisselstroom kan worden gevoed.

Conclusie:

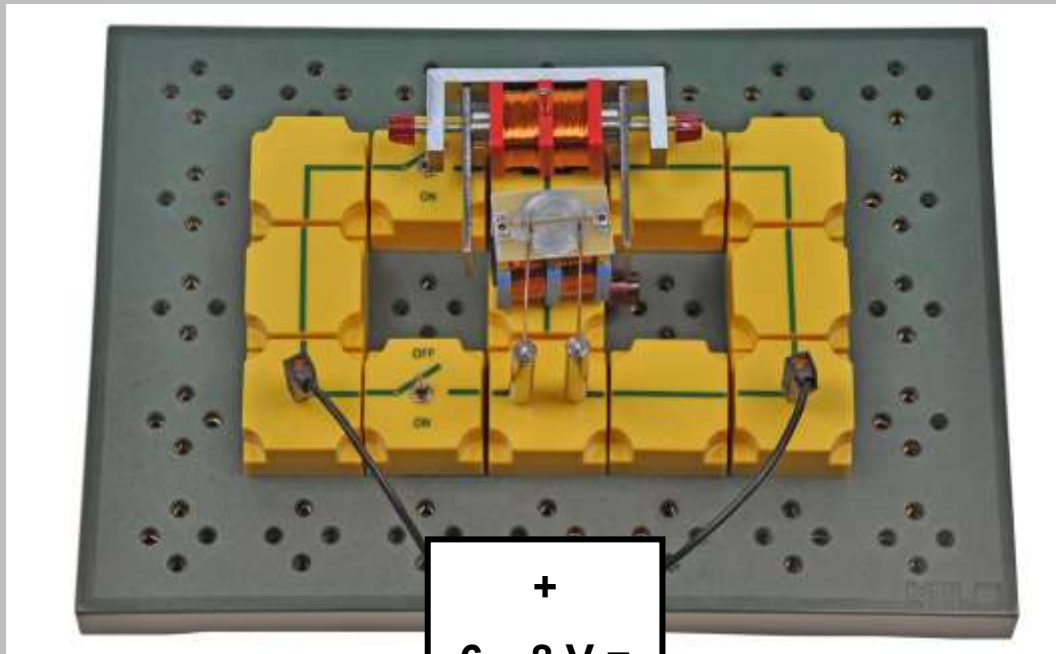
Een elektrische motor met een elektromagneet kan zowel met gelijkstroom als met wisselstroom worden gebruikt. De richting van de elektrische stroom verandert zowel in de veldspoel (stator) als in de rotorspoel.

7.5. SHUNTMOTOR

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 4x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 2x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC met aansluitplug
- 1x Ijzeren kern, massief
- 2x Poolplaat, 60x25 mm
- 2x Commutator borstel
- 1x Commutator schijf
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd
- 2x Draagpin

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

We sluiten de veld-producerende spoel en de rotorspoel parallel aan met de shuntmotor.

Bedrading: Let op de juiste opbouw volgorde!.

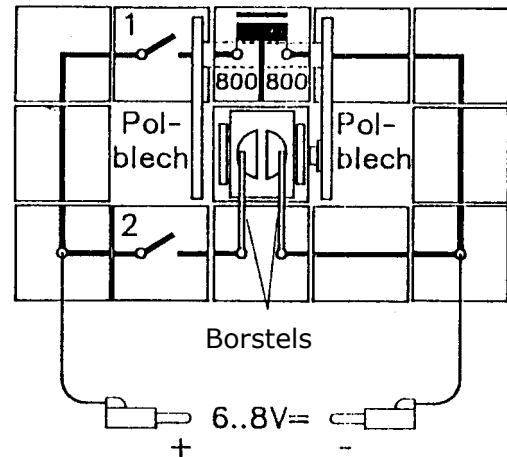
Begin met het middelste EIC met daarop de spoel. Het is de rotor van de elektromotor. We klemmen een draag pin vast aan de EIC aansluitplug. We maken de spoel met 800 wikkelingen eraan vast, samen met de ijzeren kern (juk van de U-vormige kern). We moeten de draag pin er op zo'n manier in klemmen, dat de spoel nog rond kan draaien zonder de EIC te raken. We zetten de omschakelaar op de rechtopstaande aansluitingen van de spoel. De omschakelaar moet de elektrische spanning van de stroomkring bij de spoel omdraaien, na elke halve omwenteling. We moeten de EIC-aansluitplug invoegen in het klembord op zo'n manier dat de stelschroef er zijdelings in zit.

We plaatsen de EIC voor spoel met 2 x 800

omwikkelingen achter de EIC- aansluitplug met de spoel. De twee rechte EIC-contacten aan de linker- en rechterkant van de spoel dienen als het draagoppervlak van de poolplaten. We plaatsen de cilindrische ijzeren kern in de spoel. We zetten de twee poolplaten vast aan de uiteinden van de ijzeren kern met behulp van een klemband.

We plaatsen het onderbroken EIC-contact voor de EIC- aansluitplug met spoel. De borstelhouders met borstels plaatsen we in de twee fittingen. De borstels moeten de commutator schijf raken maar mogen niet te sterk op de spoel drukken. De aanpassing van de borstels is cruciaal voor een correcte werking van het model van de motor.

We draaien de rotorspoel zodanig dat de as van de spoel zich parallel aan de platen bevindt. De borstels bevinden zich dan in het midden van de twee halve ringen. De spoel moet altijd in deze positie staan wanneer we de motor willen starten. We passen 6 Volt gelijkspanning toe bij de twee aansluitende velden. We gebruiken schakelaar 1 om de stroomkring bij de veldspoel te sluiten. We gebruiken schakelaar 2 om de stroomkring van de rotor te sluiten. We sluiten schakelaar 1 zodat de veldspoel een magnetisch veld produceert.



1. Experiment:

We sluiten schakelaar 2 en houden de draaiing van de rotorspoel in de gaten.

De richting van de rotatie kan niet worden veranderd door de omkering van de toegepaste spanning (omwisselen van de aansluitingen bij de spanningsbronnen) omdat op deze manier de richting van de elektrische stroom zowel in de rotor als in de veldspoel plaatsvindt.

2. Experiment:

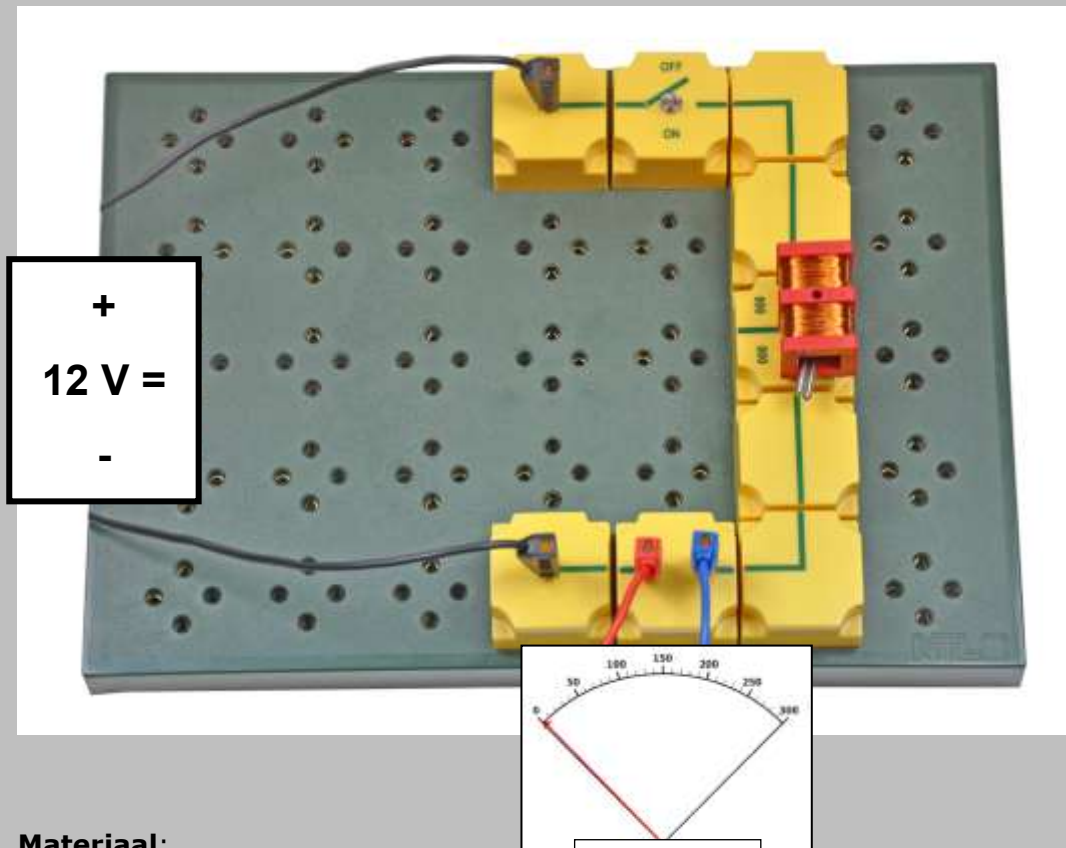
We openen de tweede schakelaar en passen 12 Volt wisselspanning toe. Zal de spoel gaan draaien? We sluiten de schakelaar en zien vervolgens dat dit type motor ook kan worden gevoed met wisselspanning.

7.6. MODEL VAN EEN DRAAISPOELMETER

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 2x EIC aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 2x Draag pin

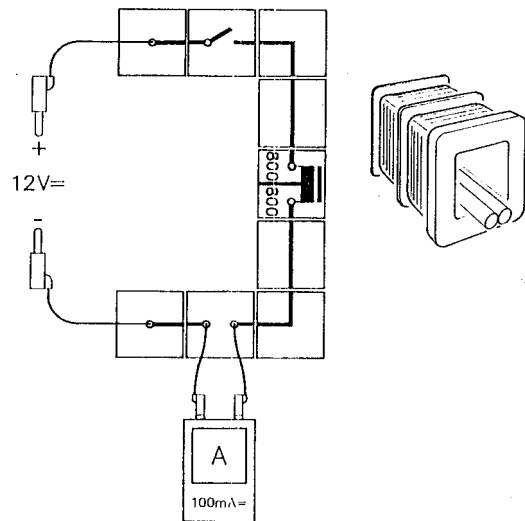
Ook nodig:

- 1x Spanningsbron
- 1x Multimeter

Elektrische stroom veroorzaakt beweging in de elektromotor. Dit effect van de elektrische stroom in een spoel kan ook worden gebruikt om de stroomsterkte te meten.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We plaatsen de spoel met 2 x 800 wikkelingen in de EIC voor spoel van 2 x 800 wikkelingen. We plaatsen de twee ijzeren draagpinnen dicht bij elkaar in de spoel. We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 100 mA=. We passen 12 Volt gelijkspanning toe.



Experiment:

We sluiten de schakelaar. Vrijwel direct bewegen de twee draagpinnen in tegenovergestelde richtingen. Kennelijk hebben ze een afstotend effect op elkaar. De verklaring is eenvoudig: de twee ijzeren pinnen worden gemagnetiseerd in een magnetisch veld van een spannings-dragende spoel. Ze krijgen beide op dezelfde plaatsen gelijke polen, omdat deze zich naast elkaar bevinden stoten ze elkaar af. De ijzeren pinnen proberen zo ver mogelijk bij elkaar uit de buurt te komen. We meten de stroomsterkte.

We reduceren de toegepaste spanning tot 6 V. Bewegen de draagpinnen op dezelfde manier als voorheen? We meten de stroomsterkte opnieuw. Dan heropenen we de schakelaar.

Vindt de afstoting van de twee ijzeren pinnen plaats bij wisselspanning?

We passen 12 Volt wisselspanning toe en gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 100 mA=. Dan sluiten we de schakelaar. Opnieuw bewegen de draagpinnen in tegenovergestelde richtingen. Het veranderende magnetische veld magnetiseert de identieke draagpinnen ook.

Conclusie:

Omdat de elektrische spanning een magnetisch veld genereert in een spoel, zullen ijzeren pinnen, die naast elkaar in een spoel geplaatst worden op identieke wijze gemagnetiseerd worden en elkaar vervolgens afstoten. De sterkte van de afstoting hangt van de stroomsterkte. De stroomsterkte kan dus volgens dit principe gemeten worden.

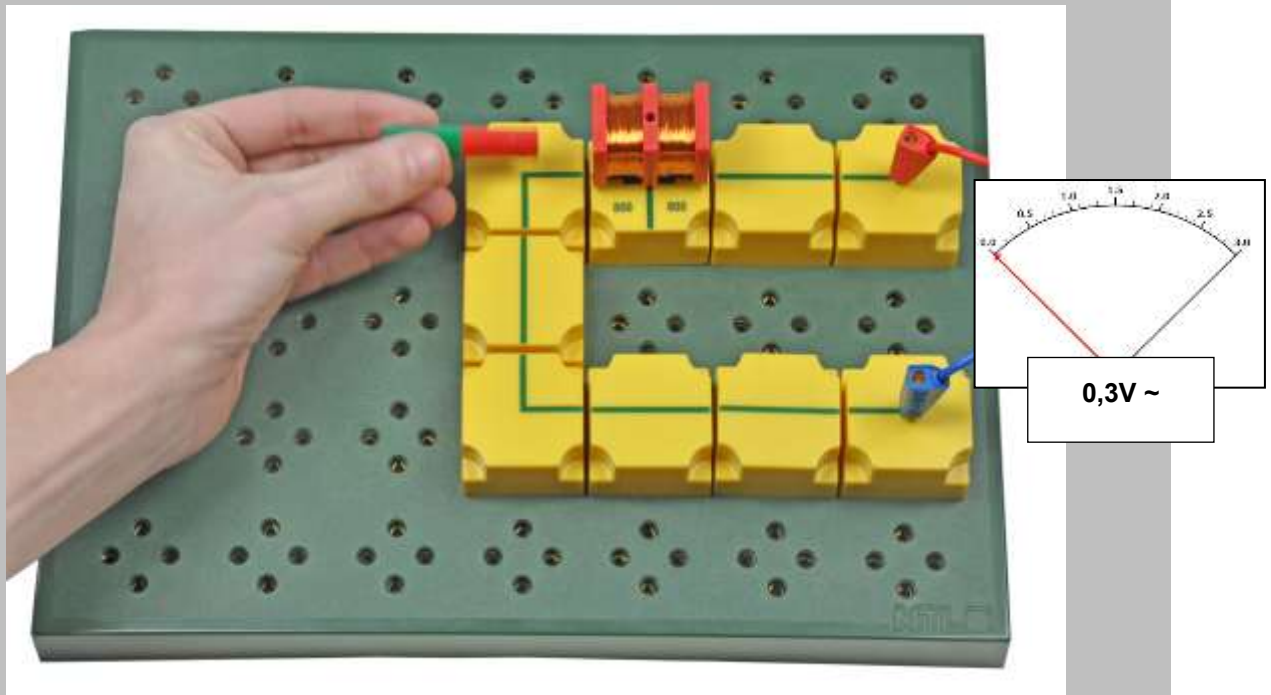
8.ELEKTROMAGNETISCHE INDUCTIE

8.1. INDUCTIE

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 2x EIC aansluitpunt
- 4x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron
- 1x multimeter

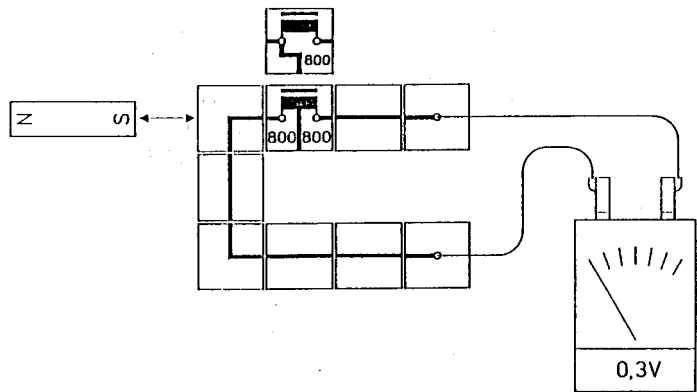
Er is geen spanningsbron in de stroomkring, zoals een voeding of een batterij. De spanning wordt op andere wijze geproduceerd. De geproduceerde spanning noemen we inductiespanning.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening.

We sluiten de spoelen en de spanningsmeter (meetbereik van 0,3 V) in serie aan.

Eerst geeft de spanningsmeter geen spanning aan.



1. Experiment:

We voeren de cilindrische magneet langzaam in, in de opening van de spoel met 2 x 800 wikkelingen en trekken hem na korte tijd terug. De spanningsmeter geeft verschillende spanningen aan in verschillende richtingen. Door de magneet te bewegen wordt de spanning geïnduceerd in de spoel (inductiespanning).

2. Experiment:

We voeren de cilindrische magneet snel en abrupt in de opening van de spoel met 2 x 800 wikkelingen in en trekken hem na korte tijd snel weer terug. Als we de hoeveelheid van de aangegeven spanning van het eerste experiment met die van het tweede experiment vergelijken, dan ontdekken we dat de geïnduceerde spanning van het tweede experiment veel hoger is dan die van het eerste.

3. Experiment:

We voeren de magneet in de spoel met 800 wikkelingen in. We bewegen de cilindrische magneet in en uit de spoel met dezelfde snelheid als in het tweede experiment. De geïnduceerde spanning is lager dan bij het tweede experiment (ongeveer de helft ervan).

Conclusie:

Als het magnetische veld (flux) in een spoel verandert, dan wordt er een geïnduceerde spanning geproduceerd. De hoeveelheid van de geïnduceerde spanning hangt af van de snelheid waarmee de magnetische flux verandert in de spoel. Als het magnetische veld in de spoel langzaam verandert, dan is de geïnduceerde spanning lager dan bij een snelle verandering. De geïnduceerde spanning verdubbelt als het aantal wikkelingen van de spoel verdubbeld wordt.

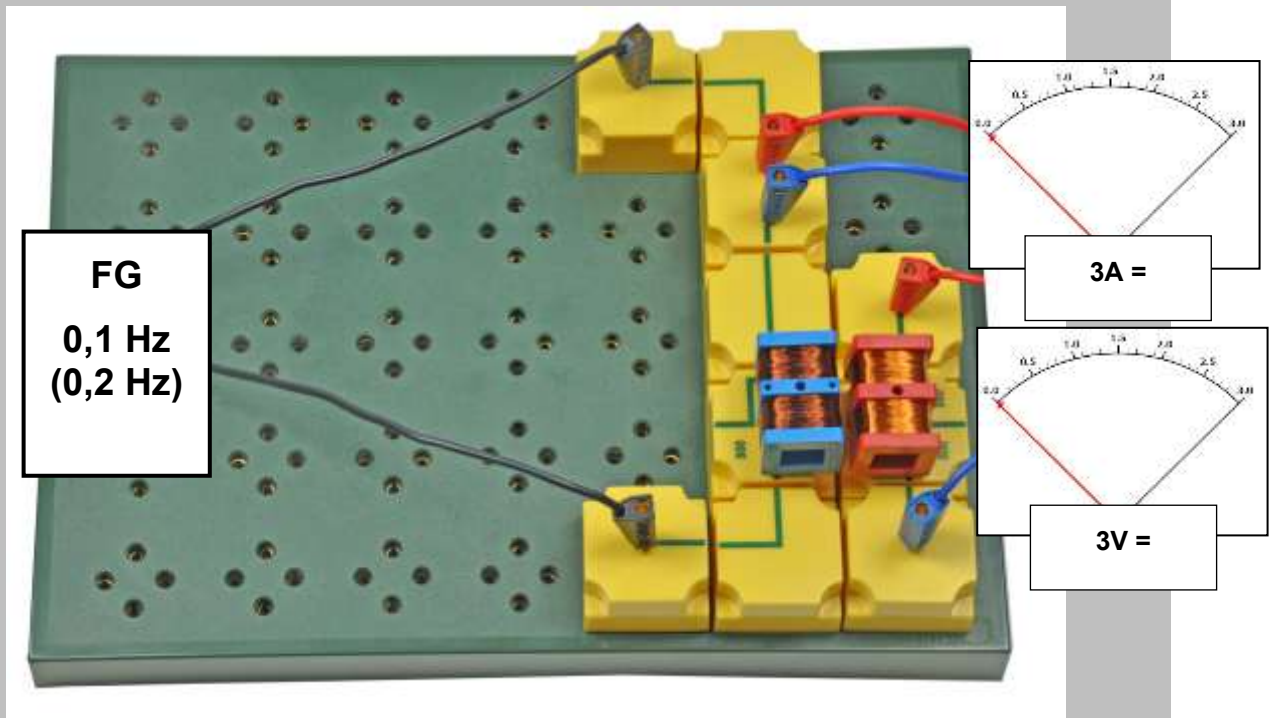
Noot: Het in serie aansluiten van de spoelen is nodig om in alle gevallen dezelfde hoeveelheid weerstand te krijgen en zodoende een vergelijking tussen de geïnduceerde spanning mogelijk te maken

8.1.1. INDUCTIESPANNING

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x Snoertje, rood
- 2x Snoertje, blauw
- 4x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd, U-vorm

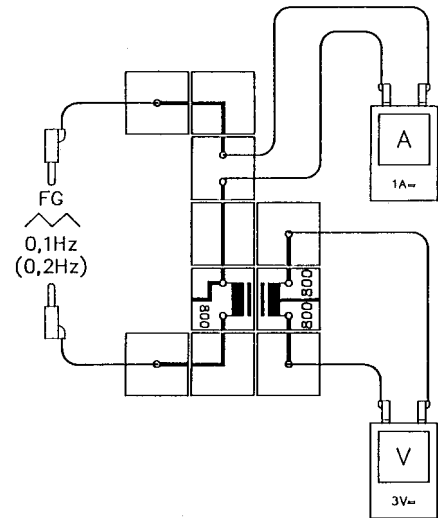
Ook nodig:

- 2x Multimeter
- 1x Signaalgenerator
- 1x Spanningsbron

Als het magnetische veld in een spoel wordt veranderd, dan ontstaat er een inductiespanning in de spoel. We willen het oorzakelijk verband aantonen tussen de snelheid waarmee het magnetisch veld verandert en de omvang van de geïnduceerde spanning.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan volgens de tekening. We sluiten de spoel met 800 wikkelingen aan op de signaalgenerator waaraan 12 Volt wisselspanning wordt toegevoegd. We verbinden beide spoelen door middel van de U-vormige kern. De spanningsmeter (meetbereik van 3 V=) sluiten we aan op de spoel met 2 x 800 wikkelingen. De ampèremeter (meetbereik van 1 A=) meet de stroomsterkte in de stroomkring van de spoel met 800 wikkelingen („de primaire stroomkring”). De spanningsmeter geeft in eerste instantie geen spanning, als de signaalgenerator nog uitgeschakeld is.



Experiment:

We stellen de signaalgenerator in op „zaagtand spanning” en kiezen een frequentie van 0,1 Hz. We passen de spanning zodanig aan dat er een stroomsterkte van ongeveer 0,6 A ontstaat. De spanningsmeter geeft de geïnduceerde spanning in de spoel met 2 x 800 wikkelingen aan.

We verhogen de frequentie tot 0,2 Hz en we kunnen zien dat de geïnduceerde spanning toeneemt.

Conclusie:

Als het magnetische veld in een spoel sneller verandert, wordt de geproduceerde geïnduceerde elektromotorische spanning hoger. De hoeveelheid geïnduceerde elektromotorische spanning is recht evenredig aan de snelheid waarmee het magnetische veld verandert. Terwijl de stroomsterkte in de primaire stroomkring voortdurend toe- of afneemt, blijft de hoeveelheid geïnduceerde spanning in de secundaire stroomkring vrijwel gelijk, behalve dan dat de polariteit omklapt. Een spanning in de primaire spoel veroorzaakt een spanning in de tweede spoel.

Noot: We gebruiken de meters in de `gelijk'-spanning of `gelijk'-stroom stand omdat we dan de effecten van de geïnduceerde spanning kunnen zien. De spanning over de secundaire spoel is ook met behulp van Coach te meten, Dan is de inductie spanning goed te zien en kan ook het effect van verschillende soorten wisselspanning (blok, zaagtand, sinus) goed te zien.

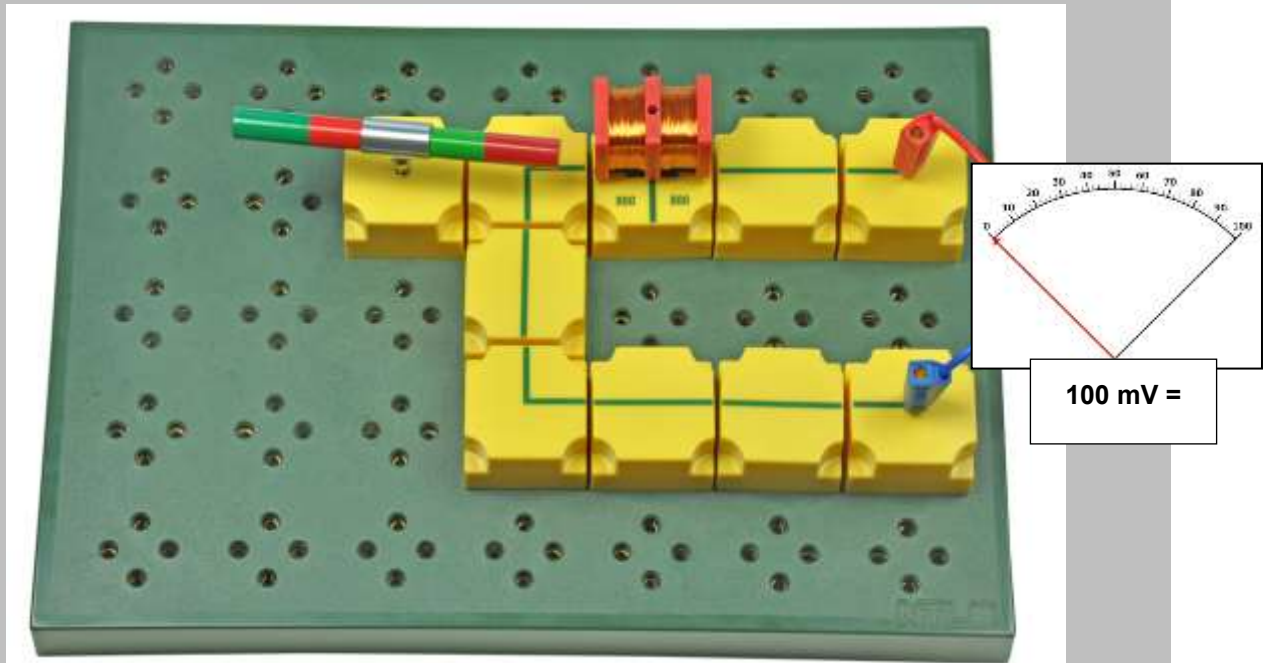
8.2. PRINCIPE VAN EEN DYNAMO

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 2x EIC aansluitpunt
- 4x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 2x Staaf magneet
- 1x Insteekplug met naald
- 1x Isolerend blok met aansluitpunt
- 1x Draagpin
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd, U-vorm

Ook nodig:

- 1x Spanningsmeter

De spanning voor ons elektrische voedingssysteem komt van oorsprong uit „dynamo's". Met dit experiment laten we de basisprincipes van een dynamo zien.

Bedrading:

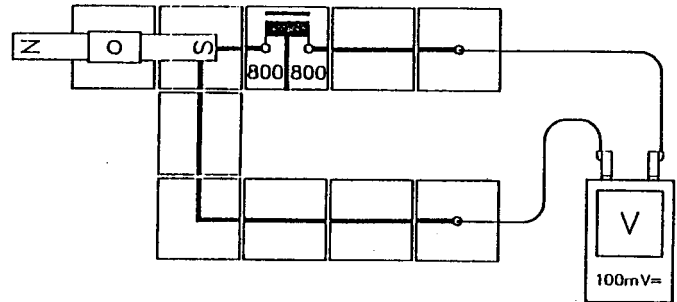
Sluit de bedrading aan volgens de tekening.

We voeren de ijzeren kern (juk van de U-vormige kern) in, in de spoel met 2 x 800 wikkelingen.

We plaatsen een EIC-contact met fitting naast de bedrading (het maakt geen onderdeel uit van de stroomkring).

We sluiten de twee cilindrische magneten aan op de draagbus en plaatsen ze vervolgens in de fitting met behulp van de plugpin met naald.

We gebruiken de spanningsmeter met het meetbereik van 0,1 V=.

**Experiment:**

We brengen de cilindrische magneet in een langzame omwenteling en letten op de spanningsmeter.

Als de magneet de spoel nadert, of van de spoel af beweegt ontstaat er een spanningspuls.

Conclusie:

Als een magneet ronddraait in de buurt van een spoel, dan wordt er elektrische spanning geproduceerd in de spoel. Dit is het basisprincipe van een dynamo.

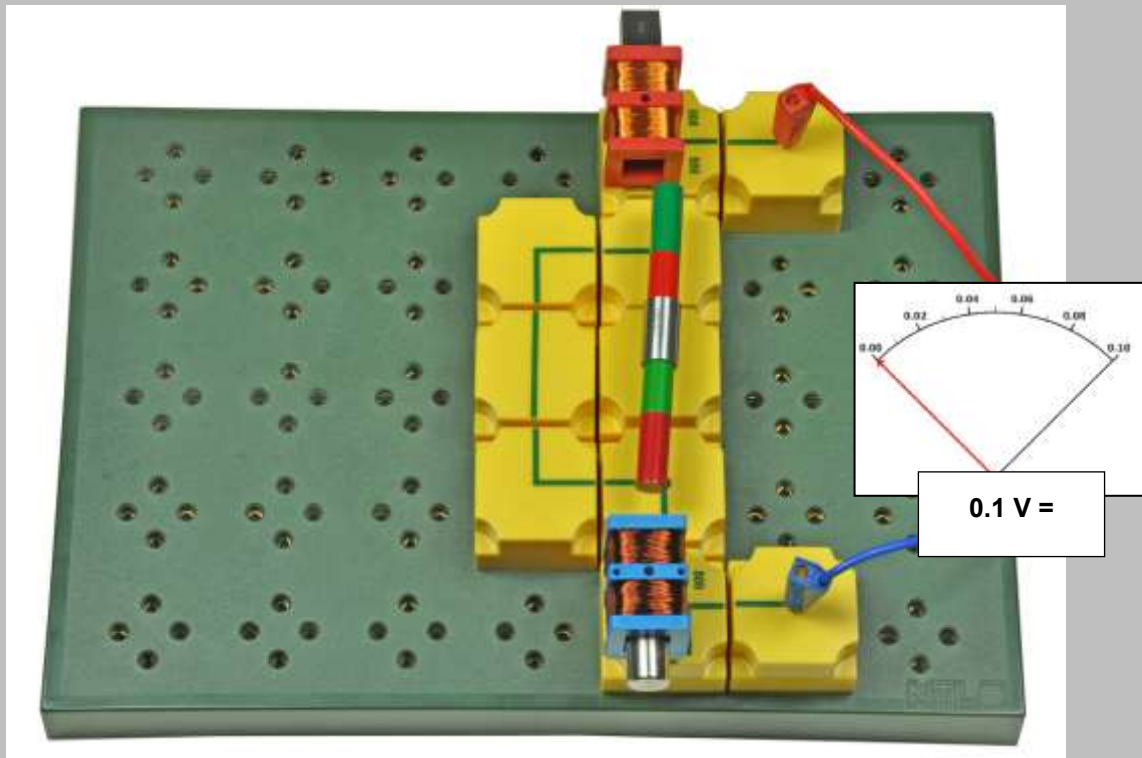
8.3. DE WISSELSTROOMDYNAMO (INTERNE POLEN)

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme

**Materiaal:**

- 1x Steekbord, klein
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 2x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 2x Staafmagneet
- 1x Insteekplug met naald
- 1x Isolerend blok met aansluitpunt
- 1x Draagpin
- 1x Ijzeren kern massief
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x EIC voor spoel
- 1x spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd, U-vorm
- 1x Draagpin

Ook nodig:

- 1x Spanningsmeter

Bij interne pool dynamo's draait er een magnetisch veld tussen de statische inductiespoelen. Dit experiment laat een model van dit type dynamo zien.

Bedrading:

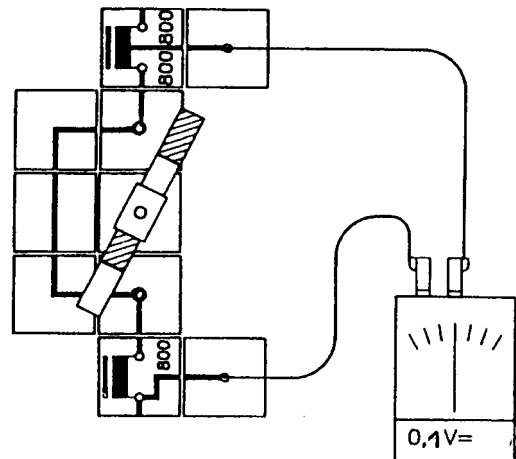
Sluit de bedrading aan volgens de tekening.

We sluiten de twee spoelen in serie aan.

We voegen een massieve ijzeren kern in, in de spoel met 800 wikkelingen.

We voeren de U-vormige ijzeren kern in, in de spoel met 2 x 800 wikkelingen en zetten hem vast door middel van de draagpin.

We sluiten de twee cilindrische magneten aan door middel van de draagbus en zetten hem vast in het rechte EIC-contact met de aansluitfitting door middel van de pluggin met naald.



We gebruiken de spanningsmeter met het meetbereik van 0,1 V=.

1. Experiment:

We laten de magneet ronddraaien. We letten daarbij op de aanwijzer van het meetapparaat. Onthoud de richting van de naaldafwijking bij elke halve omwenteling.

2. Experiment:

Dan gebruiken we een meetbereik van 1 V~.

Eerst draaien we de magnetische rotor langzaam rond en daarna zo snel mogelijk.

Conclusie:

Als we een magneet roteren tussen twee spoelen dan genereert dat wisselspanning. De hoeveelheid inductiespanning neemt toe bij een toename van de snelheid.

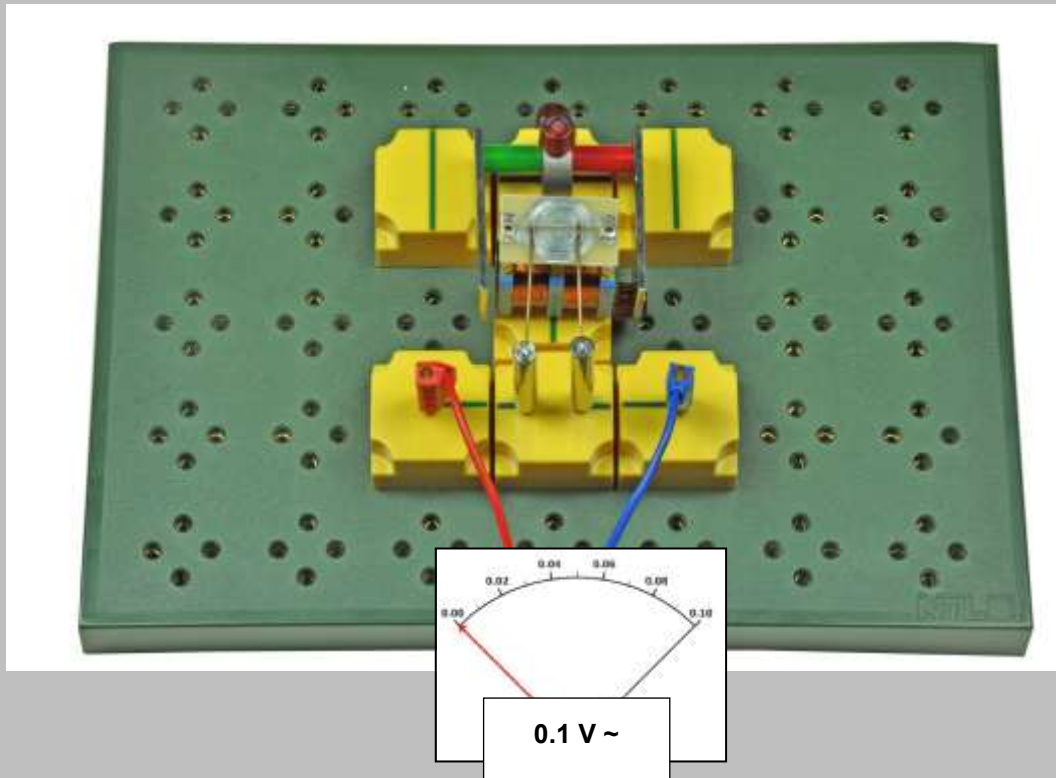
8.4. DE WISSELSTROOMDYNAMO (EXTERNE POLEN)

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 2x EIC aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, recht
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met 2 aansluitpunten
- 1x EIC met aansluitplug
- 1x Staafmagneet
- 2x Poolplaat, 60x25 mm
- 2x Commutator borstel
- 1x Magneet houder, draaibaar
- 1x Collector schijf
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd
- 1x Draagpin

Ook nodig:

1x Spanningsmeter

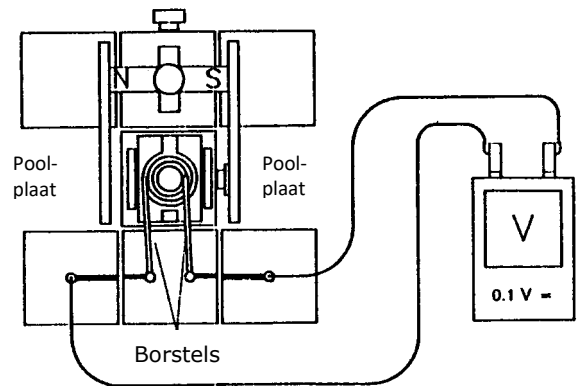
Dit model toont het basisprincipe van een wisselstroomdynamo met een statisch magnetisch veld. De inductiespoelen zitten op de rotor.

Bedrading:

Let op de opbouwvolgorde!

Begin met de middelste EIC die de spoel draagt, dit is de rotor van de dynamo.

We klemmen de draagpin aan het EIC met aansluitplug. We zetten de spoel, samen met de ijzeren kern (juk van de U-vormige kern) er boven op. De ijzeren kern bevat een boorgat in het midden, waar de draagpin doorheen geschoven kan worden. We moeten de draagpin er op zo'n manier in klemmen dat de spoel kan draaien zonder de EIC te raken. We zetten de schijf voor de sleepring op de rechtopstaande aansluitingen van de spoel. Door middel van de borstels wordt de geproduceerde wisselspanning afgetapt. We moeten het EIC-aansluitpunt invoegen in het klembord op zo'n manier dat de stelschroef in zijdelingse richting staat.



We voegen het tweede EIC-aansluitpunt in achter het EIC-aansluitpunt met de spoel. We kunnen willekeurig welke EIC invoegen links of rechts van het EIC-aansluitpunt. Ze dienen slechts als draagoppervlak van de poolplaten. Het EIC-aansluitpunt draagt de magneethouder. We doen de cilindrische magneet in de opening van de houder en klemmen hem precies in het midden vast. We plaatsen de twee poolplaten aan de linker- en rechterkant van de cilindrische magneet (ze klemmen magnetisch).

We voegen het onderbroken EIC-contact in tegenover het EIC-aansluitpunt met de spoel. De borstelhouders met de borstels doen we in de twee fittingen. De borstels moeten de twee sleepringen raken, maar mogen niet te zwaar op de spoel drukken. De instelling van de borstels is cruciaal voor de werking van de dynamo. We draaien de rotorspoel zodanig, dat de as van de spoel parallel komt te staan t.o.v. de poolplaten. De borstels staan nu in het midden van de twee halve ringen. We gebruiken de spanningsmeter met het meetbereik van 0,1 V~. We sluiten de borstels aan op de ampèremeter via de EIC-aansluitingen.

Experiment:

Eerst draaien we de spoel langzaam, dan een beetje sneller. We houden de aanwijzer van de spanningsmeter goed in de gaten. Het geeft een spanning aan, die wisselt van richting. Door het omwisselen van de aansluitingen bij de spanningsmeter kan de richting van de inductiespanning worden omgewisseld. We gebruiken nu een meetbereik van 0,3 V~ en draaien de spoel snel.

Conclusie:

Bij een externe pool dynamo draait de inductiespoel in een statisch magnetisch veld. We kunnen wisselstroom aftappen via de twee sleepringen en de borstels.

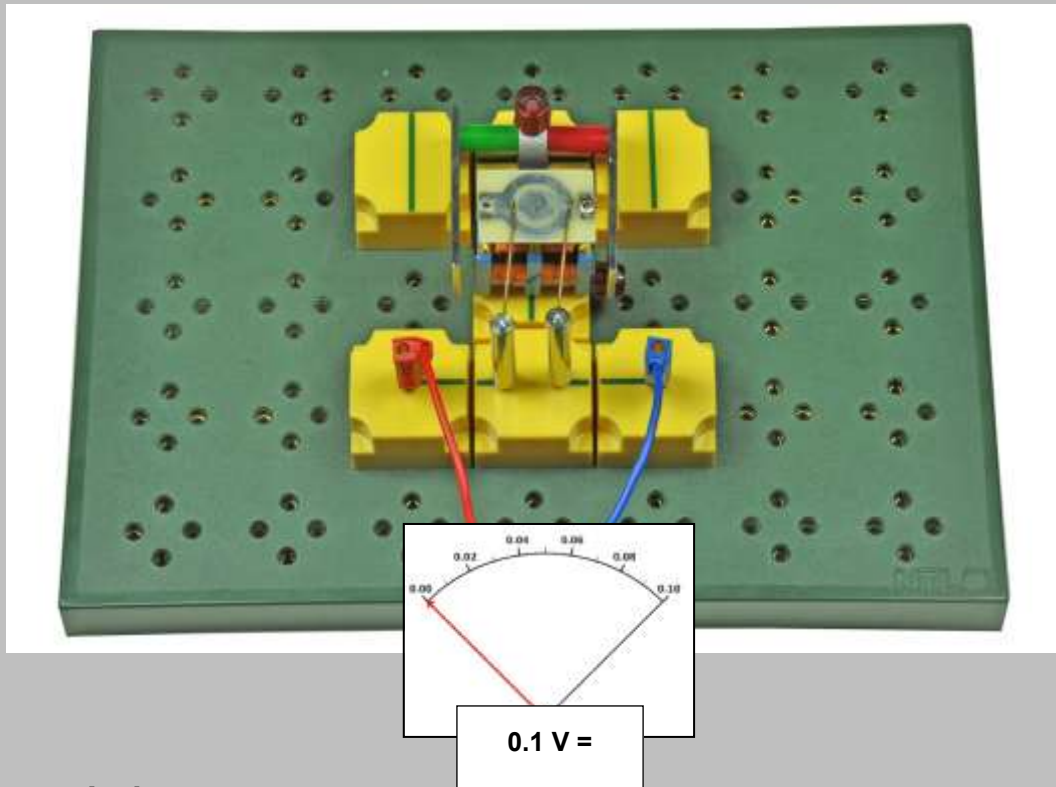
8.5. DE GELIJKSTROOMDYNAMO

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit 1

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 2x EIC aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, recht
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met 2 aansluitpunten
- 1x EIC met aansluitplug
- 1x Staafmagneet
- 2x Poolplaat, 60x25 mm
- 2x Commutator borstel
- 1x Magneet houder, draaibaar
- 1x Commutator schijf
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd
- 1x Draagpin

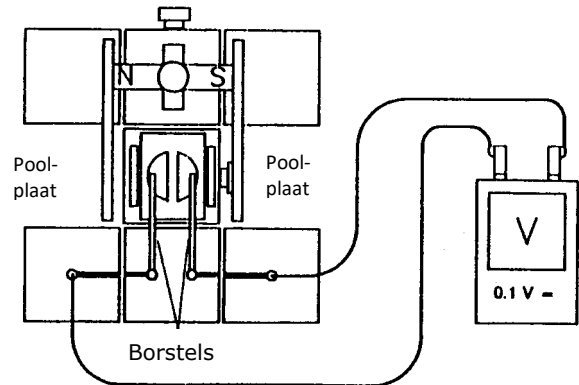
Ook nodig:

Het model toont het basisprincipe van een gelijkstroomdynamo met een statisch magnetisch veld. De inductiespoelen bevinden zich op de rotor.

Bedrading:

Let op de opbouwvolgorde! Begin met de middelste EIC die de spoel draagt, en die de rotor van de dynamo vormt.

We klemmen een draagpin aan een EIC-aansluitplug en de spoel, samen met de ijzeren kern (juk van de U-vormige kern) zetten we er boven op. De ijzeren kern bevat een boorgat in het midden waar doorheen de draagpin kan worden geschoven. We moeten de draagpin er op zo'n manier in stoppen dat de spoel nog kan ronddraaien zonder de EIC aan te raken. We maken de commutatorschijf vast aan de rechtopstaande penen van de spoel. We tappen de inductiespanning met behulp van de borstels op de schijf af. De EIC-aansluitplug moet zodanig aan het klembord worden bevestigd dat de stelschroef in zijdelingse positie staat.



We voegen de tweede EIC in achter de eerste EIC met de spoel. Elk van deze EIC's kan ingevoegd worden aan de linker- of rechterzijde van de EIC met aansluitplug. Ze fungeren slechts als het draagoppervlak van de poolplaten. De EIC-aansluitplug draagt de magneethouder. We voegen de cilindrische magneet in de opening van de houder en zorgen ervoor dat hij precies in het midden komt. De twee poolplaten zetten we links en rechts van de cilindrische magneet (ze worden magnetisch aangetrokken).

We voegen het onderbroken EIC-contact in voor de EIC met de spoel. De borstelhouders met borstels doen we in de twee fittingen. De borstels moeten de omschakelschijf raken maar ze mogen niet te hard drukken. De juiste afstelling van de borstels is cruciaal voor de correcte werking van de dynamo. We draaien de rotorspoel zodanig dat de as van de spoel parallel staat t.o.v. de poolplaten. De borstels staan nu in het midden tussen de twee halve ringen. We gebruiken de spanningsmeter met het meetbereik van 0,1 V=. De borstels zijn verbonden met de spanningsmeter via de twee EIC-aansluitingen.

Experiment:

Eerst draaien we de spoel langzaam, daarna iets sneller. Let goed op het display van de spanningsmeter. Het geeft een spanning aan van gelijke richting. Door de aansluitingen van de spanningsmeter om te draaien kunnen we de richting van de inductiespanning omdraaien. De omschakelschijf zet de wisselstroom die in de rotor is opgewekt om in gelijkstroom.

Conclusie:

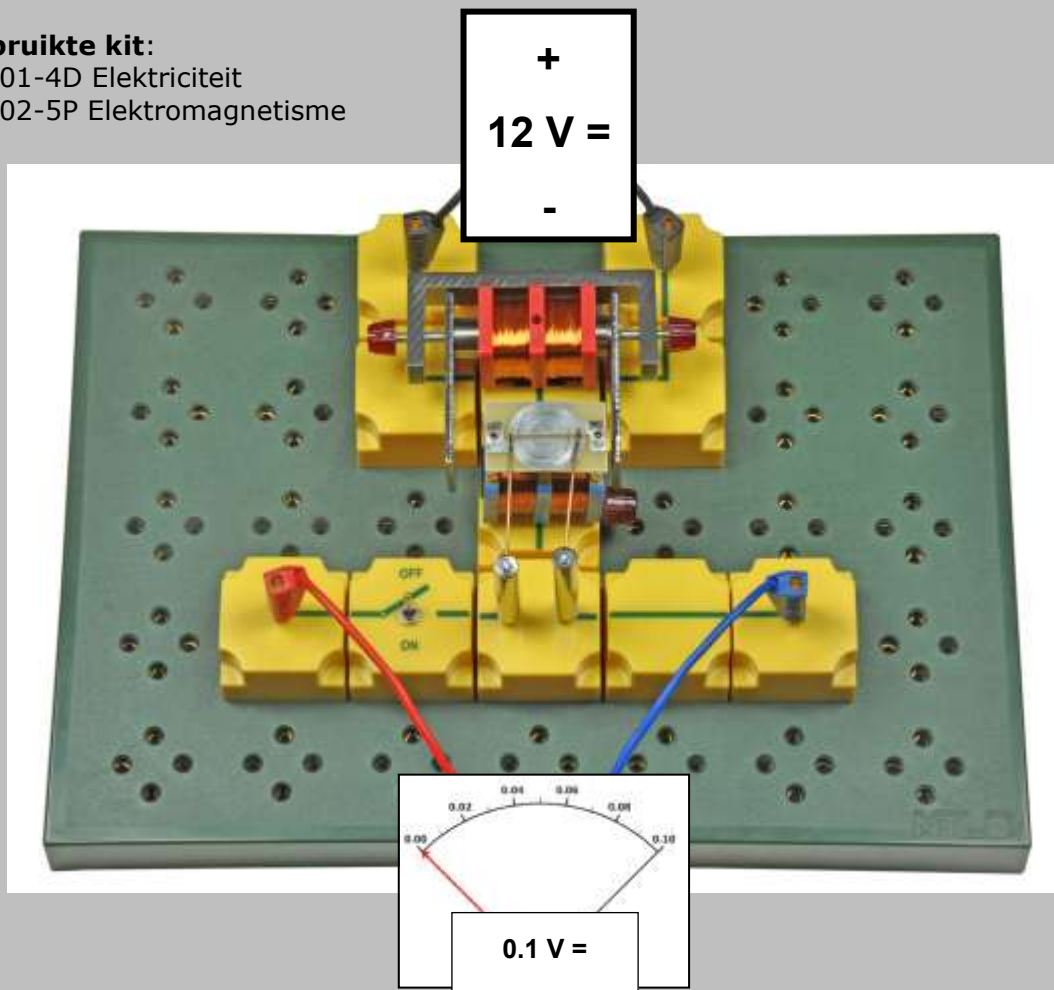
Wisselstroom, opgewekt in de inductiespoel van de rotor, wordt omgezet naar gelijkstroom door middel van de omschakelschijf in een gelijkstroomdynamo.

8.6. DYNAMO MET ELEKTROMAGNETEN

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

1x Steekbord, klein
2x Snoertje, zwart
1x Snoertje, rood
1x Snoertje, blauw
4x EIC aansluitpunt
1x EIC verbinding, recht
2x EIC verbinding, gehoekt
1x EIC verbinding, onderbroken, met 2 aansluitpunten
1x EIC schakelaar, ON/OFF
1x EIC met aansluitplug
1x Ijzeren kern, massief
2x Poolplaat, 60x25 mm
2x Commutator borstel
1x Commutator schijf
1x Collector schijf

1x EIC voor spoel met 800 windingen
1x EIC voor spoel met 2x800 windingen
1x spoel met 800 windingen

1x spoel met 2x800 windingen
1x Ijzeren juk, gelamineerd,
1x Draag pin

Ook nodig:

1x Spanningsmeter
1x Spanningsbron

Dit model toont het basisprincipe van een dynamo met een elektromagneet. De wisselspoel zit op de rotor.

Bedrading:

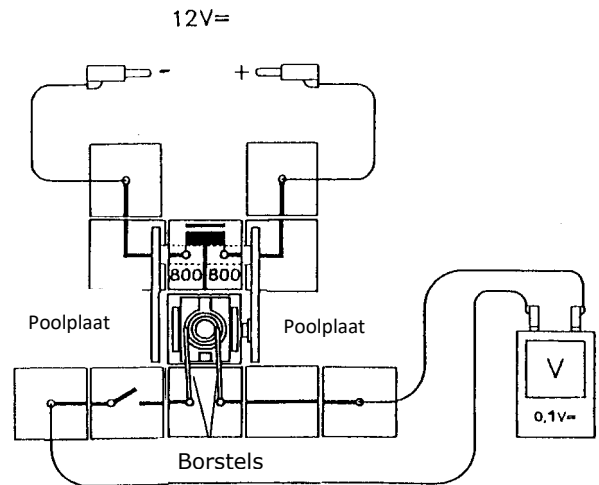
Let op de opbouwvolgorde! Begin met de middelste EIC die de spoel draagt die de rotor van de dynamo. We klemmen de draagpin aan de EIC met aansluitplug. We zetten de spoel met de ijzeren kern (het juk van de U-vormige kern) er boven op. De ijzeren kern bevat een boorgat in het midden waar doorheen de draagpin kan worden geschoven. We moeten de draagpin er op zo'n manier in stoppen dat de spoel nog kan ronddraaien zonder de EIC aan te raken. Eerst zetten we de collectorschijf op de rechtopstaande aansluitingen van de spoel, en daarna maken we de commutatorschijf er aan vast. We tappen de inductiespanning op de omschakelschijf af met behulp van de borstels.

We moeten de EIC met aansluitplug aan het klembord bevestigen dat de stelschroef in zijdelingse positie staat.

We voegen de EIC voor de spoel van 2 x 800 wikkelingen met de ECI-spoel van 2 x 800 wikkelingen in achter de EIC met aansluitplug. Het label van de EIC voor de spoel moet in de richting van de rotor staan. We voegen de massieve ijzeren kern in, in de spoel. De poolplaten sluiten we links en rechts van de ijzeren kern aan door middel van de klemband. We passen een gelijkstroom van 12 volt toe op de spoel.

Het onderbroken EIC-contact moet voor de EIC met aansluitplug met de spoel worden ingevoegd. We doen de borstelhouders met de borstels in de twee fittingen. De borstels moeten de ringen van de spoel raken maar mogen niet te hard op de spoel drukken. De juiste afstelling van de borstels is cruciaal voor de correcte werking van de modeldynamo.

We draaien de rotorspoel zodanig dat de as van de spoel evenwijdig aan de poolplaten loopt. De borstels bevinden zich dan in het midden van de twee halve ringen. We gebruiken de spanningsmeter met het meetbereik van 0,1 V=. We sluiten de borstels aan op de spanningsmeter met de twee EIC-aansluitingen.



1. Experiment:

Eerst draaien we de spoel langzaam, daarna iets sneller. Let goed op het display van de spanningsmeter. Het geeft spanningen aan met wisselende richtingen. Nu gebruiken we de spanningsmeter met het meetbereik van 0,3 V~. Als we de spoel snel draaien zien we de wisselspanning verschijnen.

2. Experiment:

We vervangen de collectorschijf door de omschakelschijf (Commutator-). Opnieuw gebruiken we de spanningsmeter met het meetbereik van 3 V=. De geïnduceerde wisselspanning wordt nu omgezet in gelijkspanning.

Conclusie:

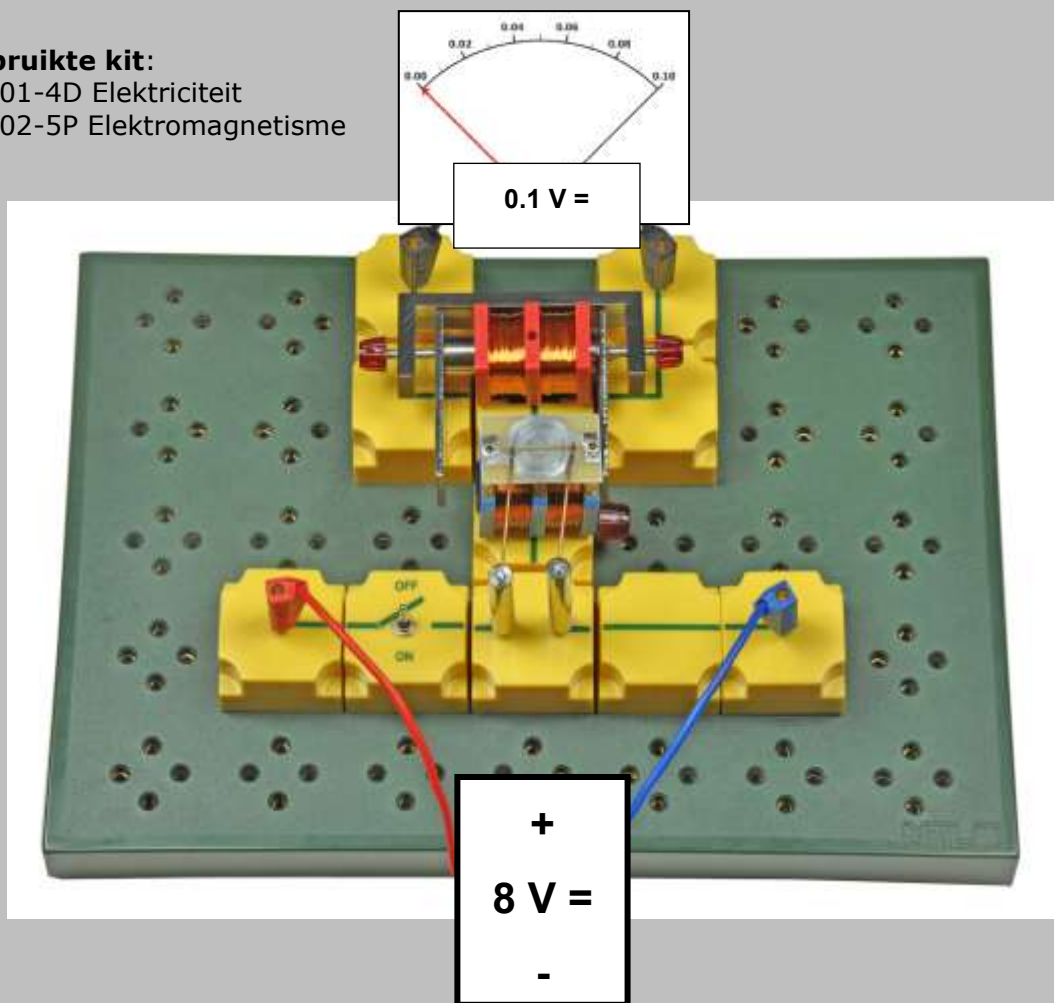
Dynamo's met elektromagneten kunnen gebruikt worden op dezelfde manier als dynamo's met permanente magneten, zowel als Wisselstroom- als Gelijkstroom-dynamo's, afhankelijk van hoe de spanning wordt afgetapt.

8.6.1. INTERNE-POLEN-DYNAMO MET ELEKTROMAGNEET

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

1x Steekbord, klein
2x Snoertje, zwart
1x Snoertje, rood
1x Snoertje, blauw
4x EIC aansluitpunt
1x EIC, verbinding, recht
2x EIC verbinding, gehoekt
1x EIC verbinding, onderbroken, met 2 aansluitpunten
1x EIC Schakelaar, ON/OFF
1x EIC met aansluitplug
1x Ijzeren kern, massief
2x Poolplaat, 60x25 mm
2x Commutator borstel
1x Commutator schijf
1x Collector schiif

1x EIC voor spoel met 800 windingen
1x EIC voor spoel met 2x800 windingen
1x Spoel met 800 windingen
1x spoel met 2x800 windingen
1x Ijzeren juk, gelamineerd
1x Draagpin

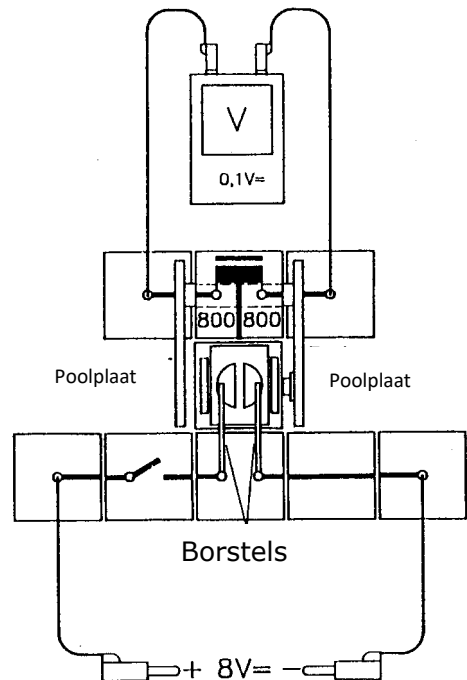
Ook nodig:
1x Multimeter
1x Spanningsbron

Het model toont de basisconstructie van een dynamo met een draaiende elektromagneet. De inductiespoel bevindt zich op de rotor.

Bedrading:

Let op de opbouwvolgorde! Begin met de middelste EIC die de spoel met 800 wikkelingen draagt. Dit is de rotor van de signaaldynamo. We klemmen de draagpin aan de EIC verloopbus. We maken de spoel met de ijzeren kern (het juk van de U-vormige kern) eraan vast. De ijzeren kern bevat een boorgat in het midden waar doorheen de draagpin kan worden geschoven. We moeten de draagpin er op zo'n manier in stoppen dat de spoel nog kan ronddraaien zonder de EIC aan te raken. We maken de collectorschijf aan de aansluitingen van de spoel vast terwijl die naar boven gericht staan. We passen 8 volt gelijkstroom toe aan de spoel voor de elektromagneet door middel van de borstels. De EIC-verloopbus moet zodanig aan het klembord worden bevestigd dat de stelschroef in zijdelingse positie staat.

We voegen de EIC voor de spoel van 2 x 800 wikkelingen met de spoel van 2 x 800 wikkelingen in achter de EIC-verloopbus met de spoel. Het label van de EIC voor de spoel moet in de richting van de rotor staan. We voegen de massieve ijzeren kern in, in de spoel en we maken de twee poolplaten vast aan de linker- en rechterzijde met behulp van de klemband. De spanning wordt geïnduceerd in deze spoel. Het rechte EIC-contact en de EIC-aansluitplug moeten naast de spoel ingevoegd worden die verbonden is aan de spanningsmeter (met het meetbereik van 0,1 V=).



Het onderbreken EIC-contact moet voor de EIC-verloopbus met de spoel worden ingevoegd. We voegen de borstelhouders met de borstels in de twee fittingen in. De borstels moeten de ringen van de spoel raken maar mogen niet te hard op de spoel drukken. De juiste afstelling van de borstels is cruciaal voor de correcte werking van de modeldynamo.

Experiment:

Eerst draaien we de spoel langzaam, daarna iets sneller. Let goed op het display van de spanningsmeter, waarop een spanning verschijnt met een veranderende richting.

Nu gebruiken we de spanningsmeter met het meetbereik van 0,3 V~. Als we de spoel snel draaien zien we wisselspanning verschijnen.

Conclusie:

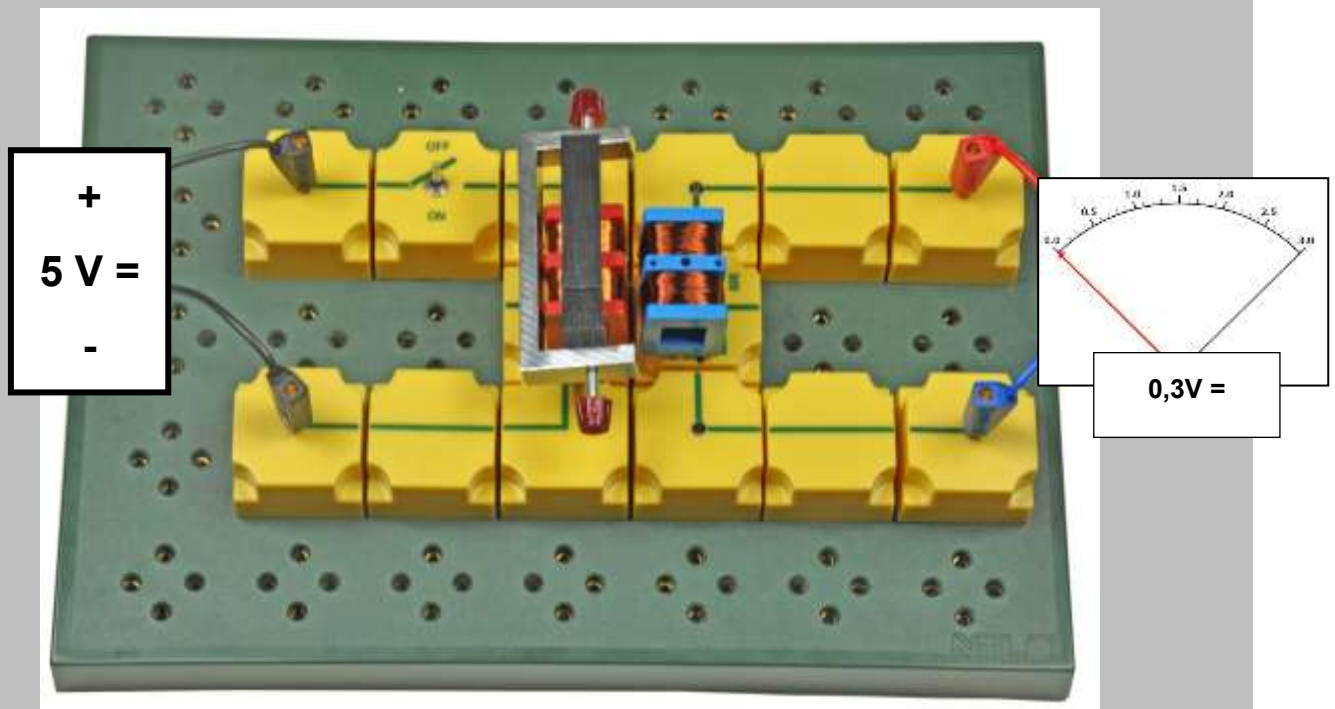
In een wisselstroomdynamo wordt de geïnduceerde elektromotorische kracht vooral gecreëerd door de stator. De rotor draagt de elektromagneet waaraan de gelijkstroom wordt toegevoerd.

8.7. INDUCTIE DOOR GELIJKSTROOM

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 1x Snoertje, rood
- 3x EIC aansluitpunt
- 3x EIC verbinding, recht
- 3x EIC verbinding, T-vormig
- 2x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 2x EIC met aansluitplug
- 2x EIC lamp fitting, E10
- 2x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 2x Houder met pen en gat, SE
- 1x EIC met verwarmingsspoel
- 1x Bimetalen strip
- 1x Bladveer, staal, 0,2mm

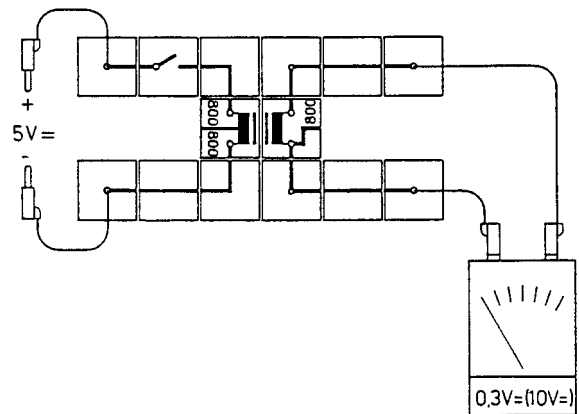
Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

Inductie kan slechts optreden wanneer de sterkte van een magnetisch veld verandert. We kunnen deze verandering bewerkstelligen door een bijvoorbeeld een magneet te verschuiven. Als het magnetisch veld is ontstaan vanuit een spoel op gelijkspanning, dan kan de verandering van het magnetisch veld optreden door de stroomkring te sluiten en te openen.

Bedrading:

Bouw op zoals aangegeven op de afbeelding. We steken de ijzeren kern nog niet in de spoel. De spoel met de 2×800 wikkelingen produceert het magnetisch veld, dat een inductiespanning in de spoel met 800 wikkelingen veroorzaakt. We gebruiken de spanningsmeter met het meetbereik van $0,3 \text{ V} =$. We gebruiken 5 volt gelijkspanning.

**Experiment:**

We sluiten en heropenen de schakelaar herhaaldelijk. Let op de spanningsmeter.

Als we de stroomkring sluiten en heropenen dan geeft de spanningsmeter kort een spanning aan.

We stoppen de U-vormige kern in de spoel. Opnieuw openen en sluiten we de stroomkring een aantal maal. Nu is de inductiespanning hoger dan toen we een spoel zonder ijzeren kern gebruikten.

Nu sluiten we de U-vormige kern met behulp van het juk. We klemmen het juk aan de U-vormige kern met behulp van de klemband. We schakelen de spanningsmeter naar het meetbereik van $10 \text{ V} =$. De inductiespanning neemt zelfs nog toe als we de schakelaar openen en sluiten. We verwijderen het juk uit de U-vormige kern. Als we dit doen wordt er ook inductiespanning geproduceerd, omdat het magnetisch veld verandert.

Conclusie:

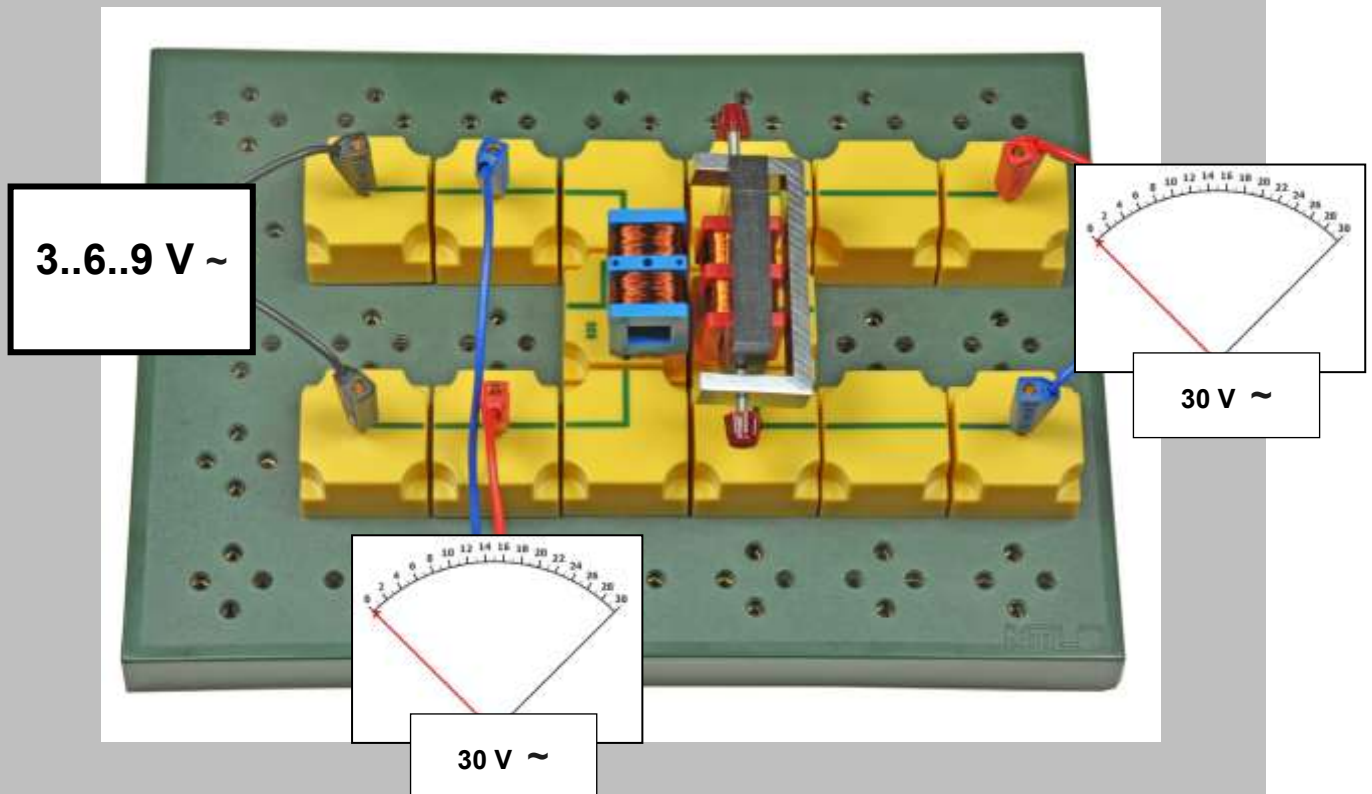
Als er gelijkspanning wordt gebruikt voor de veld-producerende kern („primaire spoel”), dan wordt er alleen inductiespanning in de „secundaire spoel” geproduceerd door de schakeling te sluiten.

8.8. TRANSFORMATOR

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, rood
- 2x Snoertje, blauw
- 2x Snoertje, zwart
- 4x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, recht, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x EIC voor spoel met 2x800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 2x800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd

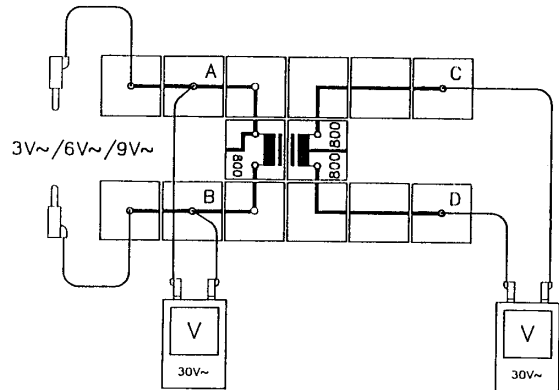
Ook nodig:

- 2x meter
- 1x Spanningsbron

Omdat de stroomsterkte en daarmee het magnetisch veld van een primaire spoel voortdurend verandert bij wisselspanning, wordt er een permanente inductiespanning geproduceerd in de secundaire spoel. De opgewekte inductiespanning is een wisselspanning.

Bedrading:

Bouw op zoals aangegeven op de afbeelding. De secundaire spoel heeft twee maal zoveel wikkelingen (1600 wikkelingen) als de primaire spoel (800 wikkelingen). De spoelen zijn voorzien van een gesloten ijzeren kern (U-vormige kern met juk en klemband). We gebruiken de spanningsmeter met het meetbereik van 30 V~. We sluiten een spanningsmeter aan op de primaire kant (aansluitingen A en B), en een tweede spanningsmeter op de secundaire kant (aansluitingen C en D). We passen de wisselstroom geleidelijk aan naar drie verschillende hoogtes.



1. Experiment:

We meten de secundaire spanning U_2 voor de drie gegeven hoeveelheden primaire spanning U_1 :

$U_1 = 3 \text{ V}$	$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$
$U_1 = 6 \text{ V}$	$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$
$U_1 = 9 \text{ V}$	$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$

De verhouding van het aantal wikkelingen is 1 : 2. In hoeverre verschillen de spanningen van de primaire en secundaire spoelen?

2. Experiment:

We wisselen de twee EIC spoelen om. Nu heeft de secundaire spoel slechts de helft van het aantal wikkelingen van de primaire spoel. We meten de spanning van de secundaire spoel voor de drie gegeven hoeveelheden van de primaire spanning. Zet de spanningsmeters om naar het meetbereik van 10 V~.

$U_1 = 3 \text{ V}$	$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$
$U_1 = 6 \text{ V}$	$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$
$U_1 = 9 \text{ V}$	$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$

De verhouding van het aantal wikkelingen is 2 : 1. Hoe verhouden zich de spanningen?

Conclusie:

Als de hoeveelheid wikkelingen van de secundaire spoel het dubbele is van het aantal wikkelingen van de primaire spoel, dan is de secundaire spanning U_2 altijd twee maal de hoeveelheid van de primaire spanning U_1 . Als de hoeveelheid wikkelingen van de secundaire spoel de helft is van het aantal wikkelingen van de primaire spoel, dan is de secundaire spanning ook de helft van de primaire spanning. De spanning van de primaire en secundaire spoel staan in verhouding tot het aantal wikkelingen van de spoelen.

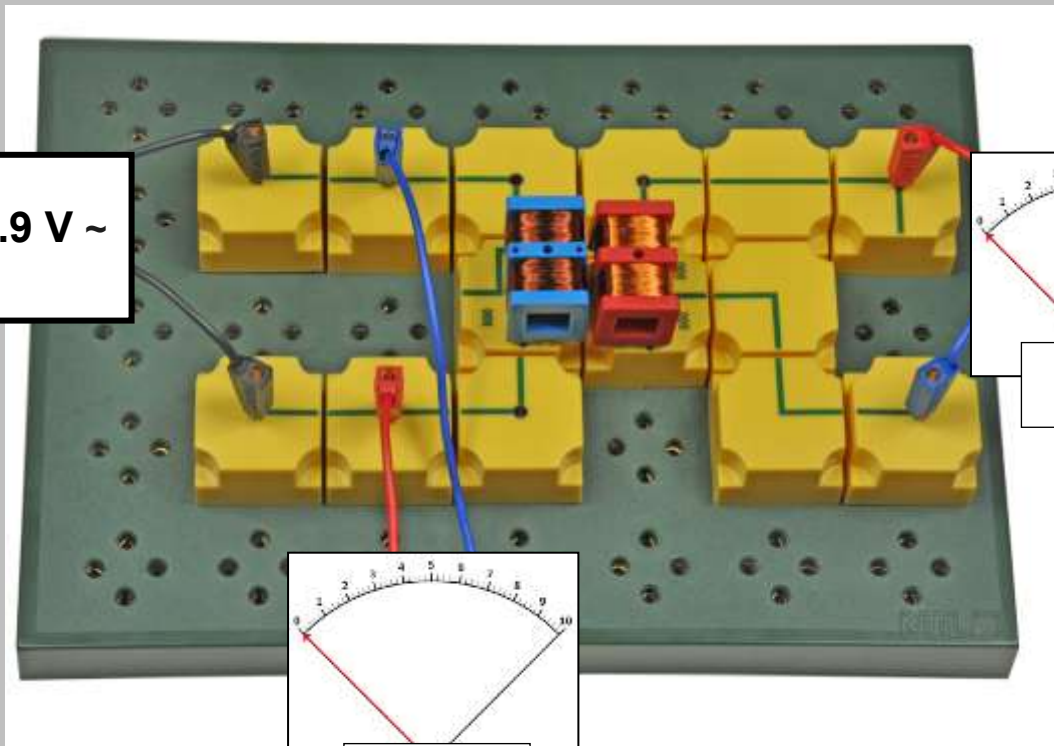
8.9. TRANSFORMATOR 1:1

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme

3..6..9 V ~



10 V ~

10 V ~

Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, rood
- 2x Snoertje, blauw
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, recht, met aansluitpunt
- 4x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 3x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC Lamp fitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd

Ook nodig:

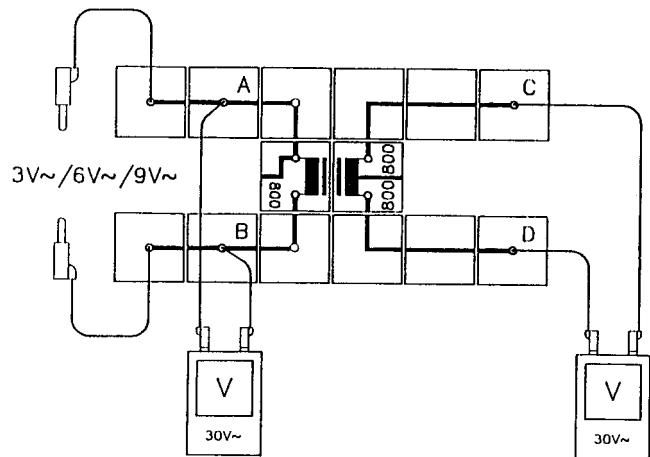
2x meter

1x Spanningsbron

In transformatoren houden de spanningen van de primaire en secundaire spoel verband met het aantal wikkelingen. Bij een gelijk aantal wikkelingen moeten de twee spanningen gelijk zijn.

Bedrading:

Bouw op zoals aangegeven op de afbeelding. Het aantal wikkelingen is gelijk aan de primaire en secundaire kant (800 wikkelingen elk). We voegen de gelamineerde ijzeren kern in, in de twee spoelen (U-vormige kern met juk en klemband). De EIC-lamphouder met lamp is nog niet geplaatst. We gebruiken de spanningsmeters met het meetbereik van 10 V~.



1. Experiment:

We meten de secundaire spanning (aansluitingen C en C) voor de drie gegeven hoeveelheden primaire spanning U_1 (aansluitingen A en B).

$U_1 = 3 \text{ V}$	$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$
$U_1 = 6 \text{ V}$	$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$
$U_1 = 9 \text{ V}$	$U_2 = \dots\dots\dots \text{ V}$

2. Experiment:

We halen het juk uit de U-vormige kern, terwijl 9 volt wisselspanning gebruikt wordt als primaire spanning.

Zodoende neemt de secundaire spanning af tot V.

3. Experiment:

We sluiten de ijzeren kern opnieuw. We voegen de EIC-lamphouder met lamp toe aan de stroomkring.

Zodoende neemt de secundaire spanning af tot V.

Conclusie:

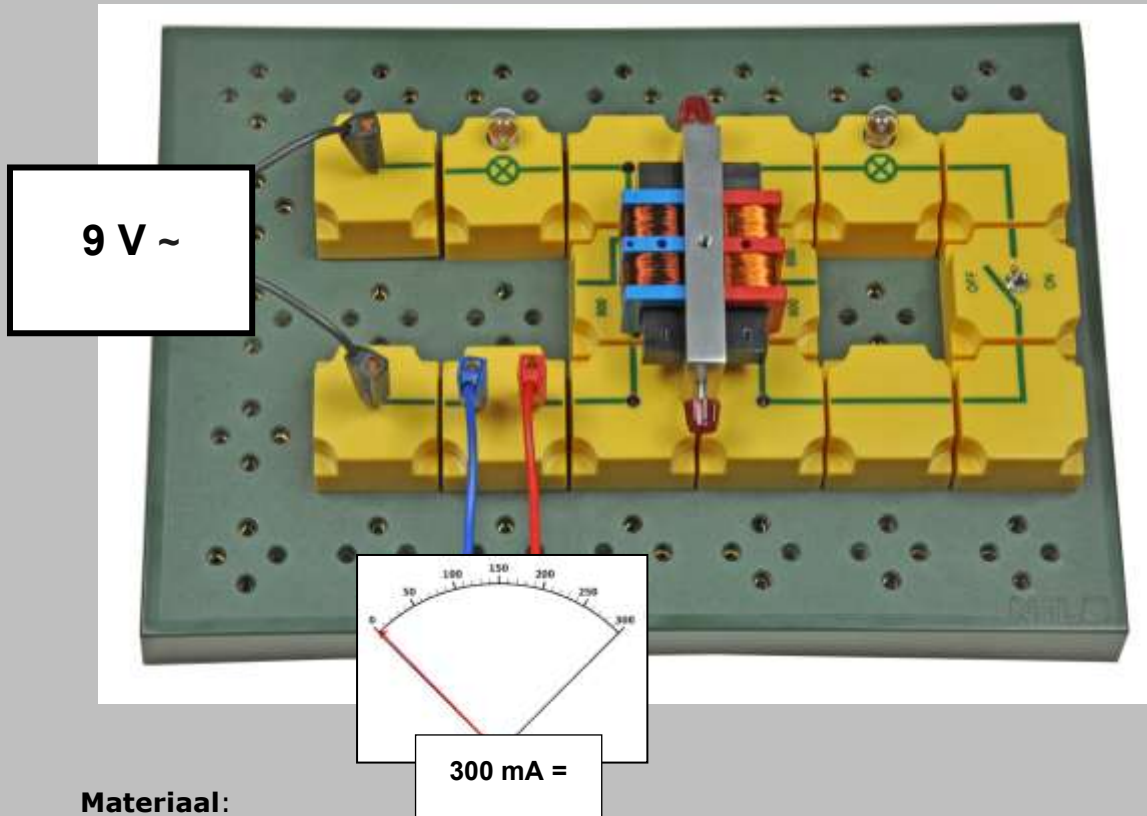
Bij een gelijk aantal wikkelingen is de secundaire spanning praktisch gelijk aan de primaire spanning. De secundaire spanning is echter altijd iets lager dan de primaire spanning, door verlies. Deze verliezen zijn kleiner als gebruik wordt gemaakt van een gesloten ijzeren kern dan wanneer er geen kern wordt gebruikt. Wanneer een secundaire zijde van een transformator wordt belast dan neemt de secundaire spanning af.

8.10. ONBELASTE TRANSFORMATOR

Gebuurkte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiala:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 1x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht
- 4x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 2x EIC Lamp fitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 1x Gloeilampje, 2,5V/0,2A, E10
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd

Ook nodig:

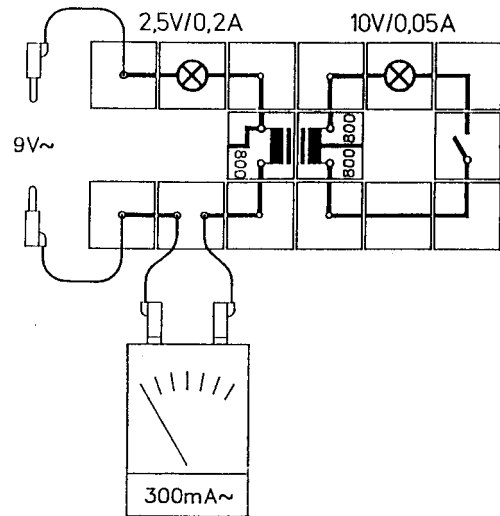
- 1x meter
- 1x Spanningsbron

Als de tweede stroomkring open is (geen stroom van secundaire spanning) dan noemen we de transformator „ongeladen“. Bestaat er een verschil tussen geladen en ongeladen omstandigheden aan de primaire kant die gescheiden is van de secundaire stroomkring?

Bedrading:

Bouw op zoals aangegeven op de afbeelding. We voegen de gesloten ijzeren kern in, in de twee spoelen (De U-vormige kern wordt door de klemband vastgehouden).

We gebruiken de ampèremeter in het meetbereik van 300 mA~. De primaire stroomkring bevat een lampje van 2,5 V, de secundaire stroomkring een van 10 V. Eerst sluiten we de schakelaar in de secundaire stroomkring.



Experiment:

We passen een wisselspanning van 9 volt toe. Beide lampen branden. Het meetapparaat geeft de stroomsterkte in de primaire stroomkring aan.

$$I_1 = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

Omdat de schakelaar in de tweede stroomkring wordt gesloten, is de transformator geladen.

Dan openen we de schakelaar in de secundaire stroomkring. De transformator wordt ongeladen. Niet alleen de lamp in de secundaire stroomkring, maar ook in de primaire stroomkring gaat uit.

Nu geeft het meetapparaat nog maar $\dots\dots\dots$ mA aan.

Conclusie:

Als de secundaire zijde van een transformator onderbroken wordt, dan wordt de stroomsterkte in de primaire stroomkring ook gereduceerd tot een relatief lage „magnetiserende stroomsterkte“.

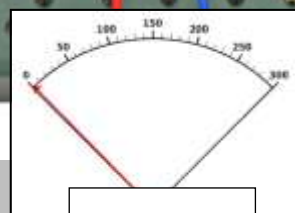
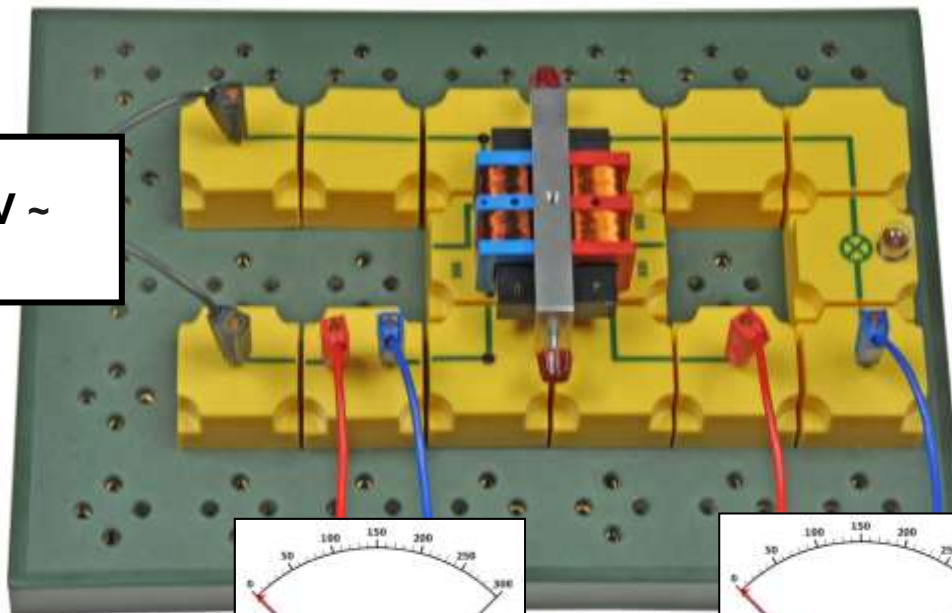
8.11. STROOMSTERKTE WORDT OOK GETRANSFORMEERD

Gebruikte kit:

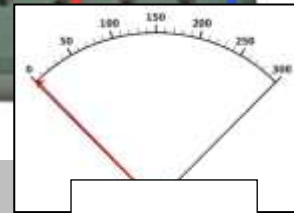
P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme

9 V ~



300 mA ~



300 mA ~

Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, rood
- 2x Snoertje, blauw
- 2x Snoertje, zwart
- 4x EIC aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, recht
- 3x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 1x EIC Lamp fitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd

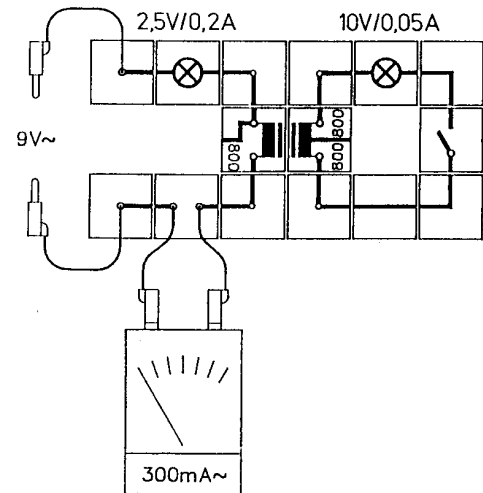
Ook nodig:

- 1x meter
- 1x Spanningsbron

De secundaire spanning wordt verdubbeld vergeleken met de primaire spanning, doordat de secundaire spoel een dubbel aantal wikkelingen heeft. Betekent dit dat er ook sprake is van een energietoename? Helaas niet, want de stroomsterkte wordt ook getransformeerd.

Bedrading:

Bouw op zoals aangegeven op de afbeelding.
 We voegen de gesloten ijzeren kern in, in de twee spoelen (U-vormige kern met juk vastgehouden met de klemband).
 We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 300 mA~.



Experiment:

We passen 9 volt wisselspanning toe. Eerst meten we de stroomsterkte in de primaire spoel I_1 , daarna de stroomsterkte I_2 :

$I_1 = \dots\dots\dots$ mA

$I_2 = \dots\dots\dots$ mA

Omdat het aantal wikkelingen van de secundaire spoel twee keer zo groot is als van de primaire spoel, bestaat er ook een twee maal zo hoge spanning op de secundaire spoel. Hoe gedragen de stroomsterktes zich?

Conclusie:

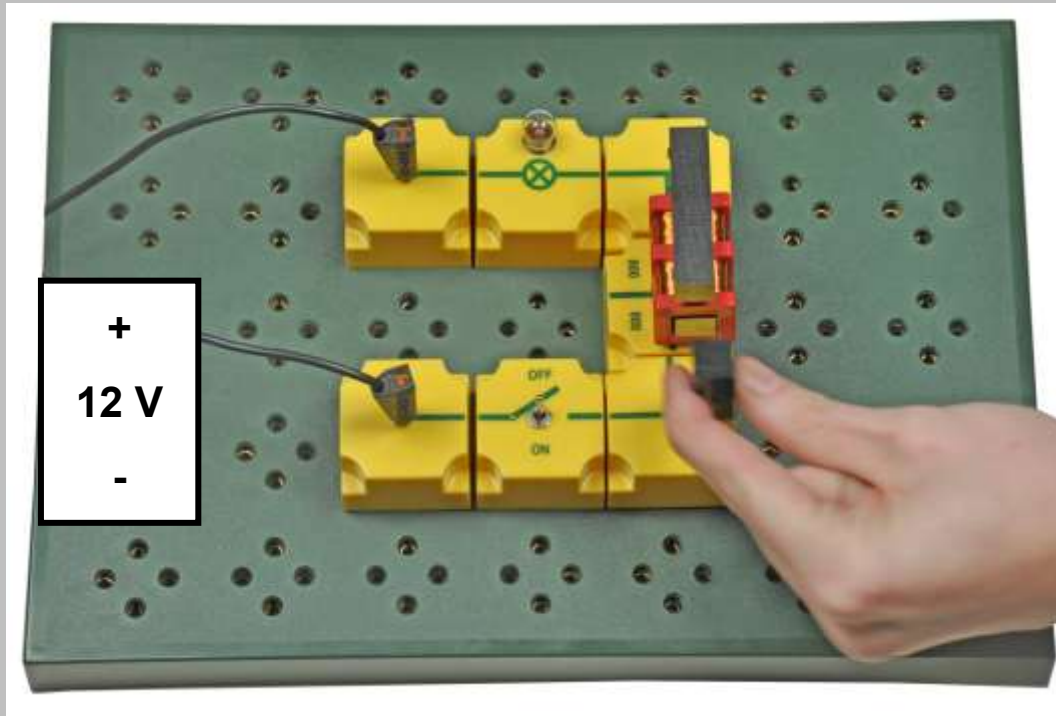
Als de hoeveelheid van de secundaire spanning U_2 twee maal zo hoog is als die van de primaire spanning U_1 , dan is de secundaire stroomsterkte I_2 ongeveer de helft van de primaire stroomsterkte I_1 . De producten van $U_1 \times I_1$ en $U_2 \times I_2$ (waarmee het vermogen in beide spoelen wordt uitgerekend) zijn praktisch gelijk. Het product van $U_2 \times I_2$ is altijd een beetje lager door niet te voorkomen verliezen.

8.12. SPOELEN ONDER GELIJKSTROOM

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC lampfitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

Spoelen die aangesloten zijn op gelijkspanning gedragen zich anders dan spoelen aangesloten op wisselspanning. We gaan eerst kijken naar het gedrag van een op gelijkspanning aangesloten spoel.

Bedrading:

Bouw op zoals aangegeven op de afbeelding. We voegen de U-vormige kern in, in de spoel met 2 x 800 wikkelingen.

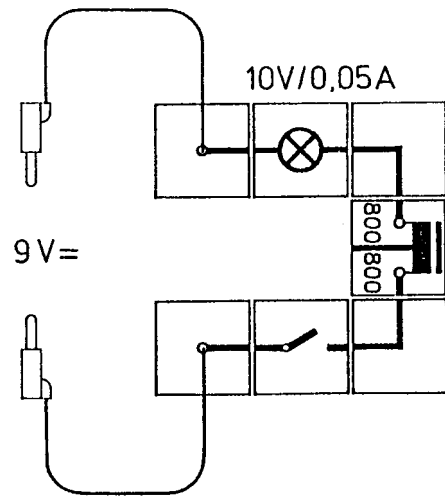
Experiment:

We passen 9 volt gelijkspanning toe en sluiten de schakelaar.

We maken het juk vast aan de U-vormige kern en halen hem er vervolgens weer af (terwijl we de U-vormige kern vasthouden als we dit doen). Let goed op de lamp. Als het juk wordt vastgemaakt heeft de lamp kortstondig een lagere lichtsterkte.

Als we het juk weghalen heeft de lamp kortstondig een hogere lichtsterkte.

Het magnetische veld neemt toe door de ijzeren kern aan de spoel vast te maken.

**Conclusie:**

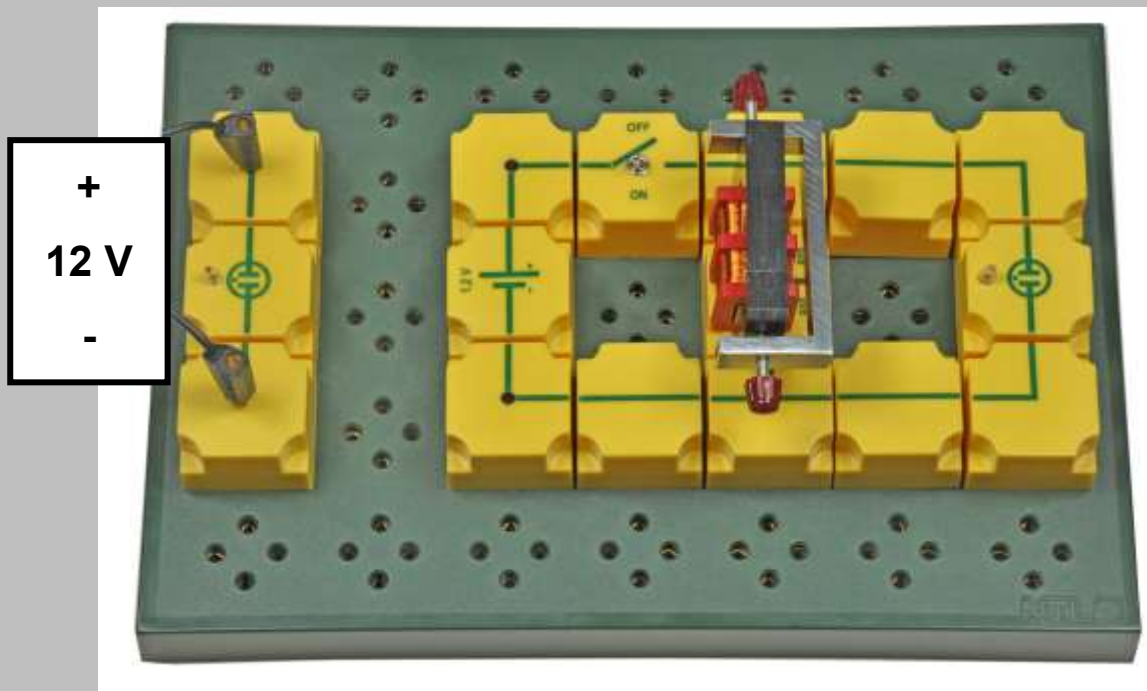
Het versterken van een magnetisch veld door middel van een ijzeren kern resulteert in een contraspanning in de spoel. Een verzwakking van het magnetische veld resulteert in een spanningsval vergeleken met de werkspanning. In beide gevallen noemen we dit de zelf-inductie van de spoel. De inductiespanning in de spoel is altijd zodanig gericht dat het de richting van de bronspanning tegenwerkt (Wet van Lenz).

8.13. PIEKEN DOOR ZELFINDUCTIE

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC aansluitpunt
- 3x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, T-vormig
- 2x EIC verbinding, gehoeft, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoeft
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC batterij, 1,2V
- 2x EIC gloeilampje
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

Zodra het magnetisch veld in/door een spoel wordt verzwakt/of versterkt ontstaat er een extra (tegen-) spanning als gevolg van zelfinductie. Met dit experiment willen we aantonen dat deze spanning een veelvoud van de toegepaste spanning kan zijn.

Bedrading:

Bouw op volgens de afbeeldingen 1 en 2. Eerst voegen we de EIC-gloeilamp in, conform de bedrading van afbeelding 1. De EIC-batterij (1,2 V) dient als spanningsbron van de stroomkring in afbeelding 2. We voorzien de spoel met 2 x 800 wikkelingen van de gesloten ijzeren kern (U-vormige kern met juk vastgehouden door de klemband). We sluiten de EIC-gloeilamp parallel aan de spoel.

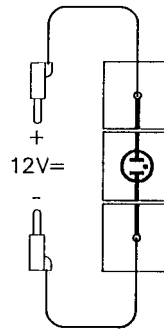


Abb.1

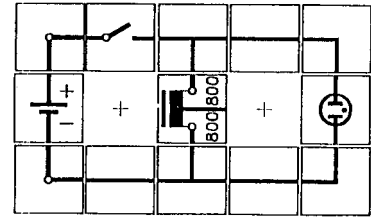


Abb.2

1. Experiment:

We passen 12 volt gelijkspanning toe op de gloeilamp van de stroomkring van afbeelding 1. De gloeilamp brandt niet.

Opmerking: De gloeilamp heeft 90 volt gelijkspanning nodig om te branden!!

2. Experiment:

We voegen de gloeilamp toe aan de stroomkring van afbeelding 2. Dan sluiten we de schakelaar en openen hem een ogenblik later weer.

Als we de schakelaar openen brandt de gloeilamp voor korte tijd.

Conclusie:

Hoewel de toegepaste spanning slechts 1,2 volt is, produceert de spoel een inductiespanningspiek van meer dan 90 volt wanneer de schakelaar wordt geopend.

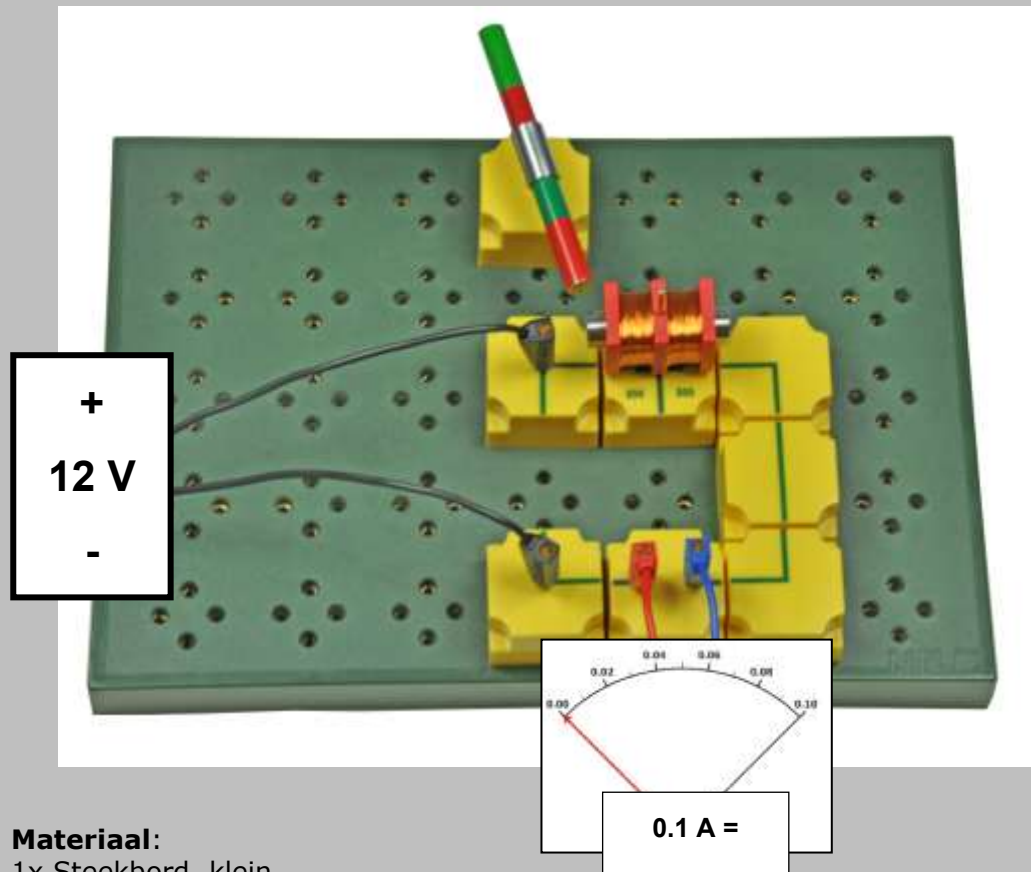
8.13.1. WET VAN LENZ

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5M Magnetisme

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 1x Snoertje, zwart
- 2x EIC verbinding, recht
- 2x EIC verbinding, gehoeft, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoeft
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met aansluitpunten
- 2x Staaf magneet
- 1x Insteekplug met naald
- 1x Isolerend blok met aansluitpunt
- 1x Massieve ijzeren kern
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Draagpin

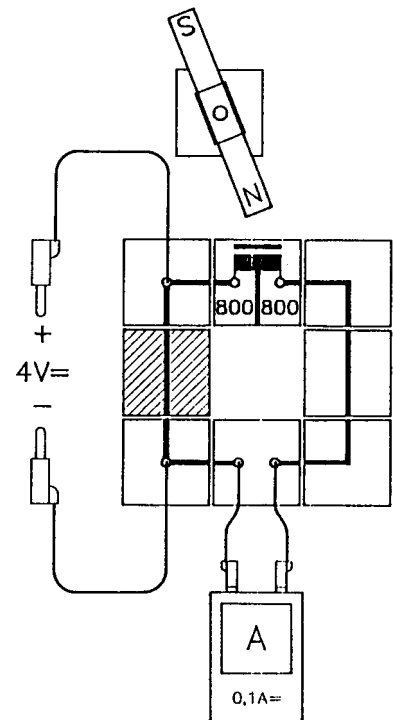
Ook nodig:

- 1x meter
- 1x Spanningsbron

Als we een cilindrische magneet in de buurt van een spoel brengen wordt er een inductiespanning geproduceerd en de spoel zelf produceert een magnetisch veld. We willen de richting van dit magnetisch veld ontdekken.

Bedrading:

Bouw op volgens de afbeelding. We doen de gesloten ijzeren kern in de twee spoelen. We stoppen de magnetische naald in het blok met fitting door middel van de naald met draagpin. We plaatsen de naald met het fittingsblok op het klembord, recht tegenover de linkerzijde van de spoel. We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 0,1 A=. Het rechte, gearceerde EIC-contact stoppen we er nog niet in. We passen 4 volt gelijkspanning toe.



1. Experiment:

We sluiten de schakelaar en letten op de magnetische naald. De zuidpool van de magnetische naald wijst in de richting van de spoel. Zodoende wordt een noordpool gecreëerd in de spoel aan de linkerzijde. We zien een naaldafwijking naar rechts op de ampèremeter. Herinner je het verband van de naaldafwijking en de positie van de noordpool van de spoel. Dan heropenen we de schakelaar.

2. Experiment:

We scheiden de stroomkring van de elektrische voeding en voegen het rechte, gearceerde EIC-contact in. Dan brengen we de noordpool van de cilindrische magneet naar de spoel vanaf de linker zijde. We zien een naaldafwijking naar rechts op de ampèremeter. Dit betekent dat de noordpool is ontstaan aan de linkerkant van de spoel. De magneet wordt afgestoten. De richting van de inductiespanning in de spoel is zodanig dat er een noordpool ontstaat aan de linkerzijde, die de beweging van de magneet in de richting van de spoel afremt.

We halen de cilindrische magneet uit de spoel. We zien een naaldafwijking naar de linkerkant op de ampèremeter. Dit betekent dat er nu een zuidpool is ontstaan aan de linkerkant van de spoel. De magneet wordt aangetrokken door de spoel.

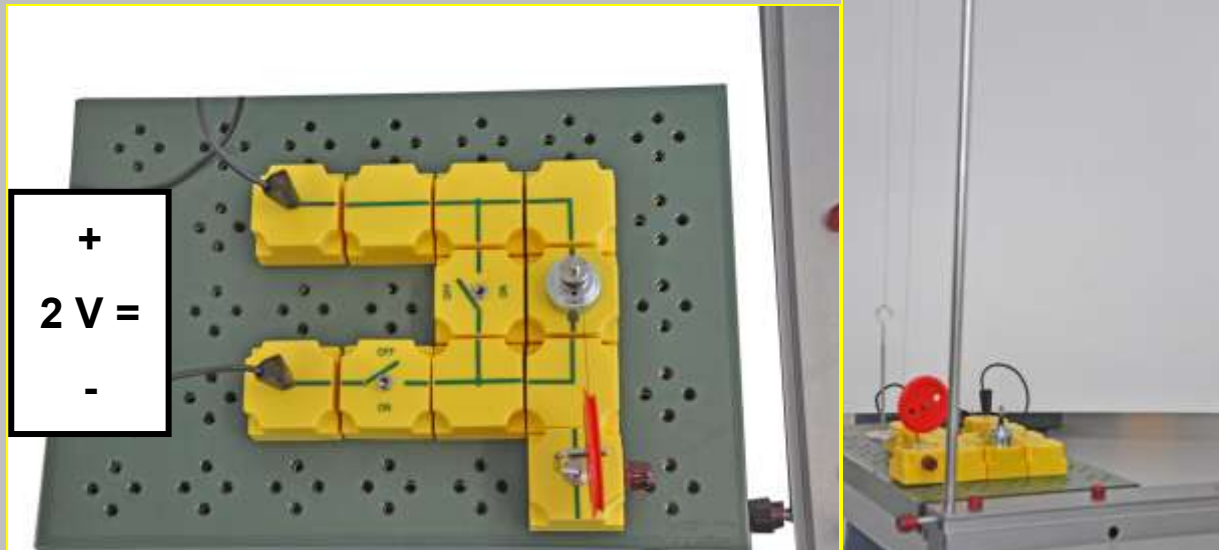
Conclusie:

De inductiespanning wordt altijd in een zodanige richting gestuurd dat het de beweging van de staafmagneet afremt (dit is de reden voor het inductieve effect). Dit feit noemen we de Wet van Lenz.

8.13.2. SMOORSPOEL DOOR ZELFINDUCTIE

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit
P9902-5P Elektromagnetisme
P9901-4A Statiefmateriaal
P9901-4B Mechanica 1



Materiaal:

1x Steekbord, klein
2x Snoertje, zwart
2x EIC verbinding
1x EIC verbinding, recht
2x EIC verbinding, T-vormig
2x EIC verbinding, gehoekt
1x EIC schakelaar, ON/OFF
1x EIC met aansluitplug
1x EIC motor

Benodigdheden uit "statiefmateriaal" en "Mechanica 1":

1x Draagpin
1x Tafelklem
1x statiefrail, 300 mm
1x Kopstuk universeel
1x Schaar
1x Koord, rol
1x Massaschijf, 10g
1x Houder voor massaschijven
1x Statiefstang, 500 mm
1x Katrollen, set van 4

Ook nodig:

1x Spanningsbron

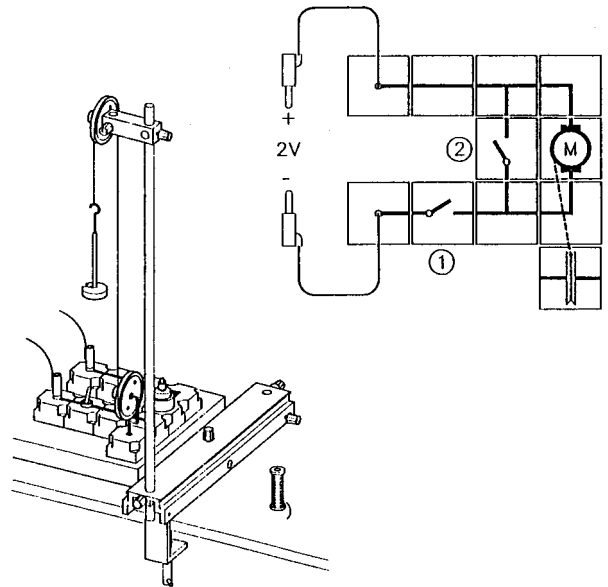
We produceren een inductiespanning in de rotor van een motor, zodra die wordt gedraaid. Als de stroomkring wordt gesloten kan ontstaat er een inductiespanning. We willen ontdekken welke richting deze inductiespanning heeft.

Voorbereiding:

Stel de opstelling op zoals aangegeven op afbeelding 1. We maken de tafelklem en de statiefrail vast aan de tafelrand. We klemmen de staaf van 50 cm verticaal in de statiefrail. We schuiven een enkele katrol op de draagpin, samen met het universele kopstuk. Het universele kopstuk bevestigen we aan het bovenste uiteinde van de staaf.

De schakeling voeren we uit zoals aangegeven op afbeelding 2. We klemmen de twee katrollen met haken in de EIC-aansluitplug. We plaatsen het klembord zodanig dat de twee katrollen zich boven elkaar bevinden.

We maken een draad van ongeveer 1,5 meter vast aan de as van de motor en leggen hem over de beide katrollen. We knopen een lus aan het andere uiteinde van de draad en hangen daar de houder met een massastuk van 10 g aan. De draad met daaraan de massahouder hangt over de tafelrand, zodat deze vrij naar beneden kan bewegen. De twee schakelaars staan open. We passen 2 Volt DC toe.



1. Experiment:

We sluiten schakelaar 1. Zodoende wordt de massahouder opgetild. Als de massahouder bovenaan is kan schakelaar 1 geopend worden. Terwijl dit gebeurt moet het gewicht met de hand vastgehouden worden.

Dan laten we het gewicht los en dit valt snel naar beneden. Deze beweging kunnen we vertragen door het sluiten van schakelaar 2. Als we schakelaar 2 heropenen zal de neerwaartse beweging voortgezet worden zonder enige tegenwerking.

Verklaring: Als schakelaar 2 wordt gesloten wordt de elektrische stroomkring met de motor gesloten. De inductieve spanning, die door het ronddraaien wordt veroorzaakt genereert een inductiestroom. Volgens de Wet van Lenz is deze inductiespanning gericht tegen de bron, dat wil zeggen de inductiespanning werkt de opwekking ervan tegen. Deze inductiespanning vertraagt dus de beweging.

2. Experiment:

De massahouder bevindt zich opnieuw in de onderste positie. We sluiten beide schakelaars. De inductiespanning opgewekt in de motor zorgt ervoor dat massahouder langzaam wordt opgetild. Opnieuw vertraagt de inductiespanning de beweging.

Conclusie:

De inductiespanning remt de draaiing van de motor (Wet van Lenz).

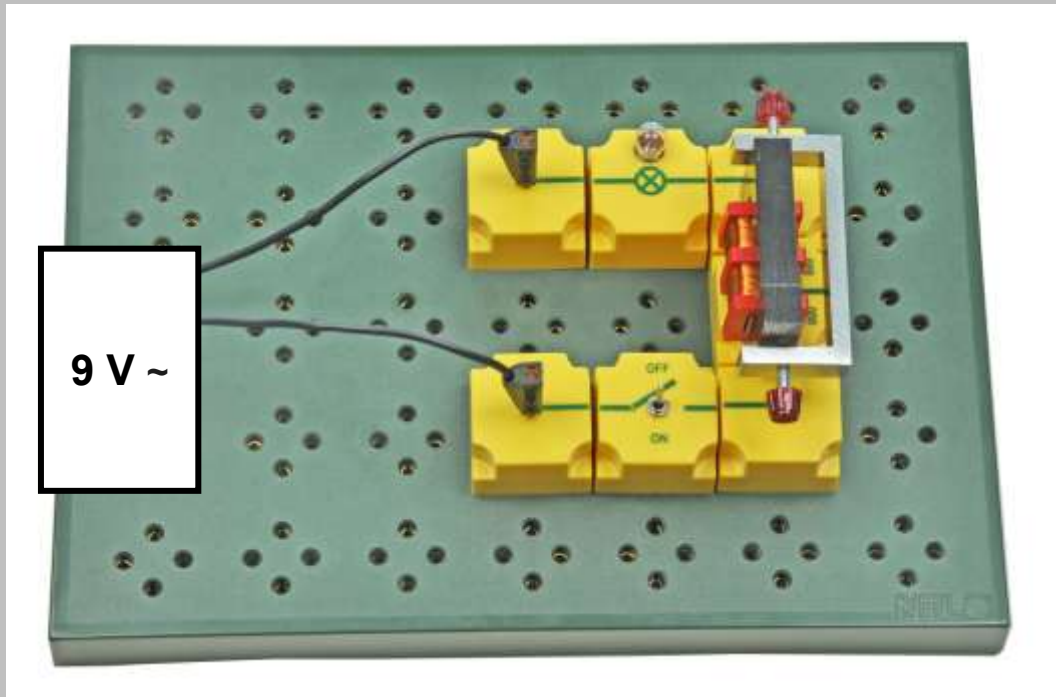
8.14. SPOELEN ONDER WISSELSTROOM

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme

P9901-4F Elektronica uitbreiding



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 2x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC, Lampfitting, E10
- 1x Gloeilampje, 10V/50mA, E10
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen
- 1x Ijzeren juk, gelamineerd
- 1x EIC weerstand, 10 kOhm

Ook nodig:

- 1x Spanningsbron

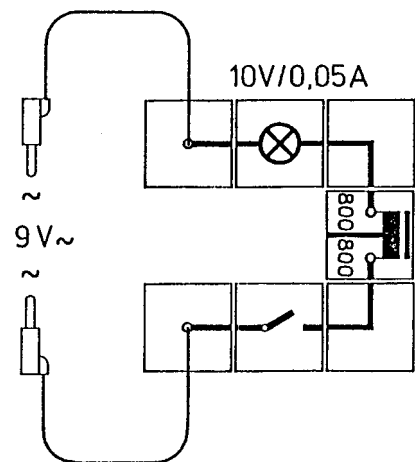
Als er gelijkspanning wordt toegepast op een spoel, dan veroorzaakt een verandering van de ijzeren kern slechts een effect voor heel korte tijd. Spoelen die op wisselspanning worden aangesloten reageren op een heel andere manier.

Bedrading:

Bouw op volgens de afbeelding. We passen 9 volt wisselspanning toe op de spoel met 2 x 800 wikkelingen via de gloeilamp. We voegen de ijzeren kern nog niet toe aan de spoel.

Experiment:

We sluiten de schakelaar. De lamp brandt helder. Dan stoppen we de U-vormige kern in de spoel en sluiten we het juk (gebruik de klemband voor het vastzetten). De lamp dooft. Hetzelfde effect zou verkregen zijn door een Ohmse weerstand van ongeveer $10\text{ k}\Omega$ in serie aan te sluiten. Dit zou je zichtbaar kunnen maken door de stroomsterkte te meten in een schakeling met de spoel. En daarna de stroomsterkte te meten als spoel vervangen is door een weerstand van $10\text{ k}\Omega$.

**Conclusie:**

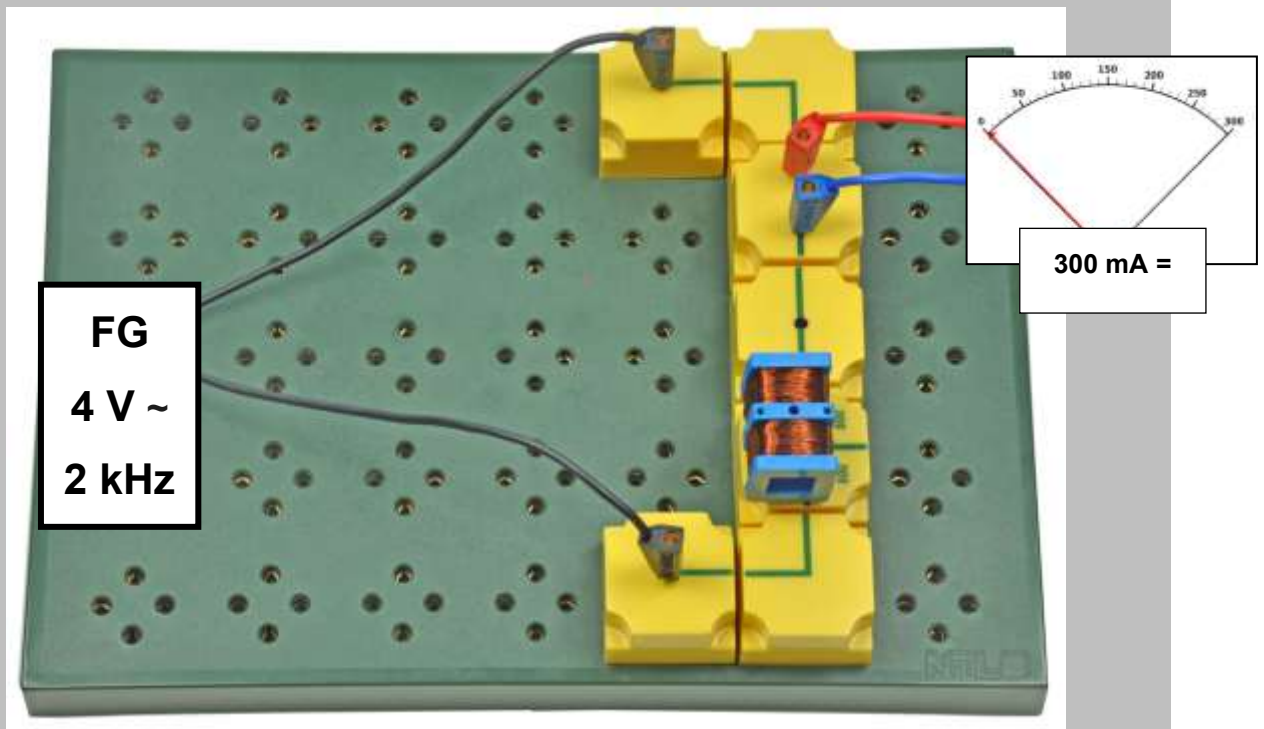
Een spoel met ijzeren kern, die permanent op wisselspanning wordt aangesloten geeft extra weerstand.

8.15. WISSELSTROOMWEERSTAND VAN EEN SPOEL

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 2x Snoertje, zwart
- 1x Snoertje, rood
- 1x Snoertje, blauw
- 2x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht, met aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, gehoekt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met 2 aansluitpunten
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x EIC voor spoel met 2x 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 2x 800 windingen

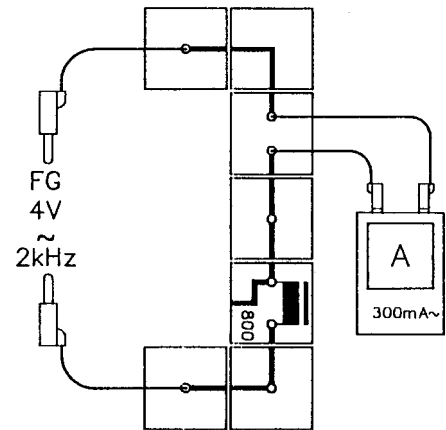
Ook nodig:

- 1x Multimeter
- 1x Functiegenerator
- 1x Spanningsbron

We gaan het verband onderzoeken tussen de weerstand van een spoel bij wisselspanning en de toegepaste spanning en het aantal wikkelingen van de spoel.

Bedrading:

Sluit de bedrading aan zoals aangegeven op de afbeelding. De signaalgenerator, die zelf is aangesloten op 12 volt wisselspanning, dient als spanningsbron voor de hiernaast afgebeelde schakeling. We passen de signaalgenerator aan naar „4 Volt sinus“: Eerst gebruiken we een frequentie van 2 kHz, daarna verhogen we die tot 4 kHz en tenslotte naar 8 kHz. We gebruiken de spoel met 800 wikkelingen zonder de ijzeren kern. We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 300 mA~.



1. Experiment:

We passen de door de signaalgenerator opgewekte spanning zodanig aan dat er een stroomsterkte van 40 mA ontstaat. Deze spanning blijft gelijk in het eerste en tweede experiment. We verhogen de frequentie tot 4 kHz en noteren de stroomsterkte. Dan verhogen we de frequentie naar 8 kHz en lezen de stroomsterkte weer af. De resultaten zetten we in de tabel.

Frequentie (in kHz)	2	4	8
Stroomsterkte (in mA)	40		

De stroomsterkte is *omgekeerd* evenredig met de frequentie, en daardoor is de inductieve weerstand van de spoel *recht* evenredig met de frequentie.

2. Experiment:

We vervangen de spoel met 800 wikkelingen door de spoel met 1600 wikkelingen. De toegepaste spanning is het zelfde als in het eerste experiment. We meten de stroomsterkte opnieuw bij verschillende frequenties.

Frequentie (in kHz)	2	4	8
Stroomsterkte (in mA)	40		

We vergelijken de meetresultaten met de meetresultaten van het eerste experiment en we zien dat het aantal wikkelingen van de spoel ook bepalend is voor de inductieve weerstand. De stroomsterkte neemt af bij een groeiend aantal wikkelingen naar een kwart van de oorspronkelijke stroomsterkte bij het dubbele aantal wikkelingen. Dat betekent dat de inductieve weerstand kwadratisch toeneemt t.o.v. de toename van het aantal wikkelingen.

3. Experiment:

We veranderen de frequentie van de toegepaste spanning naar 500 Hz. We veranderen het meetbereik naar 100 mA~. We passen de hoeveelheid van de toegepaste spanning zodanig dat de stroomsterkte precies 100 mA is. Dan schuiven we het juk in de spoel.

Stroomsterkte met juk: mA

We schuiven de U-vormige kern in de spoel.

Stroomsterkte met U-vormige kern: mA

We sluiten de U-vormige kern met het juk aan.

Stroomsterkte met gesloten U-vormige kern. mA

De inductieve weerstand neemt toe met de kwaliteit van de ijzeren kern.

Conclusie:

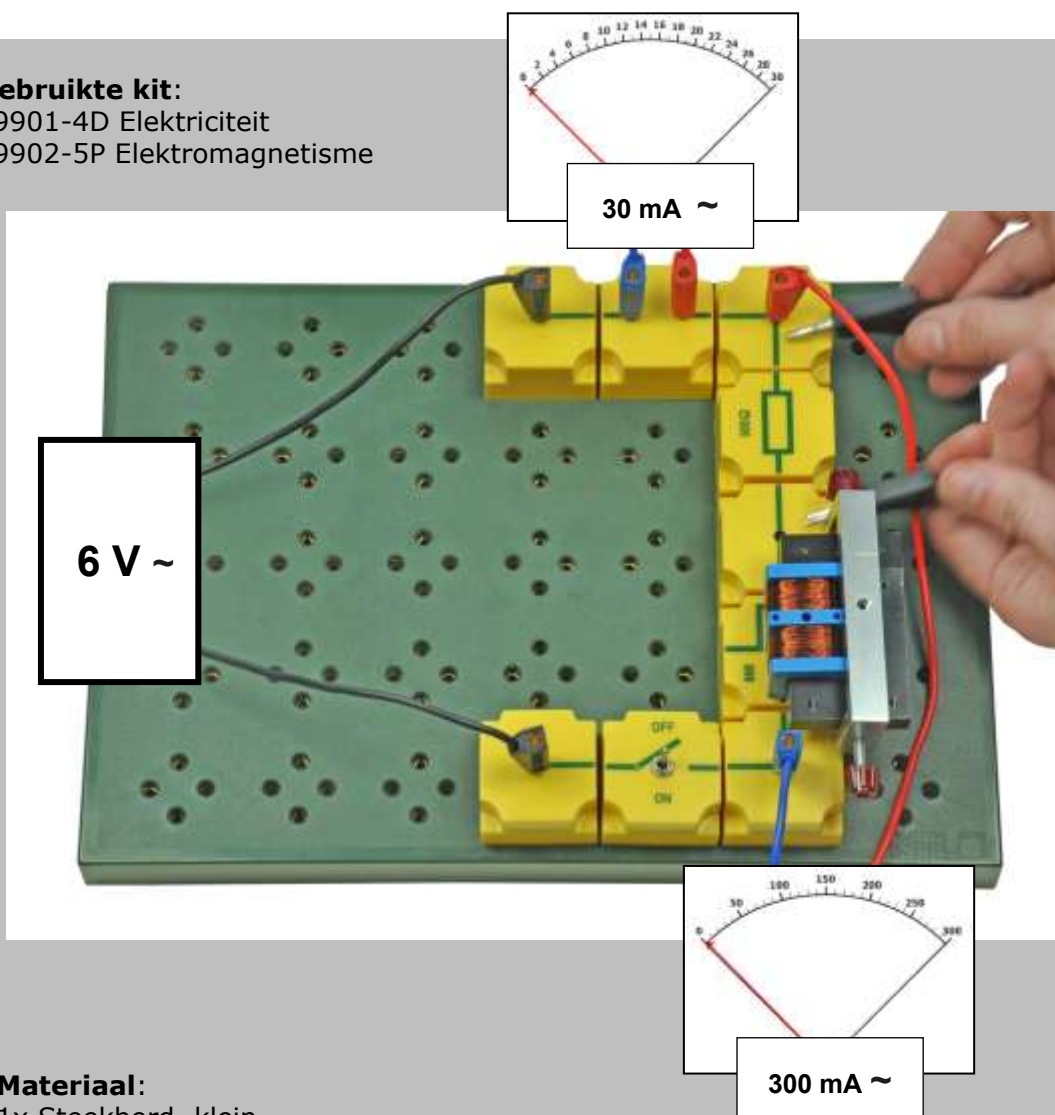
De inductieve weerstand van een spoel neemt kwadratisch toe met het aantal wikkelingen van de spoel. De inductieve weerstand van een spoel neemt toe met de kwaliteit van de ijzeren kern en is verder recht evenredig met de frequentie van de toegepaste wisselspanning.

8.16. WEERSTAND EN INDUCTIE BIJ WISSELSTROOM

Gebruikte kit:

P9901-4D Elektriciteit

P9902-5P Elektromagnetisme



Materiaal:

- 1x Steekbord, klein
- 3x Snoertje, zwart
- 2x Snoertje, rood
- 2x Snoertje, blauw
- 2x EIC aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, recht, met aansluitpunt
- 2x EIC verbinding, gehoekt, met aansluitpunt
- 1x EIC verbinding, onderbroken, met 2 aansluitpunten
- 1x EIC schakelaar, ON/OFF
- 1x EIC weerstand 500 Ohm
- 1x EIC voor spoel met 800 windingen
- 1x Spoel met 800 windingen

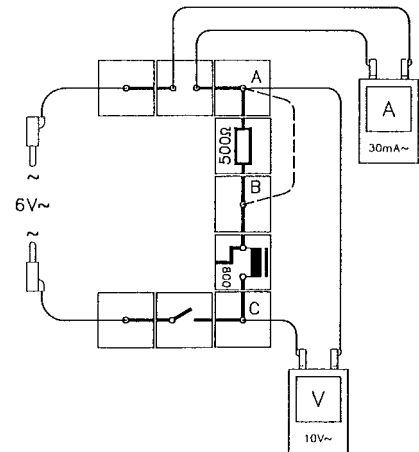
Ook nodig:

- 2x Multimeter
- 1x Spanningsbron

We gaan een in serie aangesloten Ohmse weerstand en een spoel doormeten.

Bedrading:

Bouw de schakeling zoals aangegeven op de afbeelding.
We voorzien de spoel met 800 wikkelingen van de gesloten ijzeren kern (U-vormige kern met juk en klemband).
We gebruiken de ampèremeter met het meetbereik van 30 mA~, en de spanningsmeter met het meetbereik van 10 V~. We passen 6 volt wisselspanning toe en sluiten de schakelaar.
We stellen de weerstand van de spoel vast door de Ohmse weerstand kort te sluiten (voeg de aansluitingen in A en B toe).



$$U = \dots\dots\dots V, I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots A, R = U / I = \dots\dots\dots \Omega$$

1. Experiment:

We meten de totale spanning (sluit de spanningsmeter aan op A en C).

$$U_{\text{tot}} = \dots\dots\dots V$$

Dan meten we de component (deel-)spanningen bij de Ohmse weerstand en bij de inductiespoel.

$$\text{Deelspanning bij } 500 \Omega: U_R = \dots\dots\dots V$$

$$\text{Deelspanning bij inductie: } U_L = \dots\dots\dots V$$

De som van de deelspanningen is hoger dan de totale spanning. Onderzoek of de volgende formule het juiste resultaat geeft:

$$U_{\text{tot}} = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$$

2. Experiment:

We meten de stroomsterkte.

$$\text{Stroomsterkte } I = \dots\dots\dots \text{mA} = \dots\dots\dots A$$

De totale weerstand van de in serie aangesloten spoel en weerstand kunnen we berekenen via de spanning en de stroomsterkte.

$$R_{\text{tot}} = U / I = \dots\dots\dots \Omega$$

De totale weerstand is kleiner dan de som van de deelweerstand. Onderzoek of de volgende formule het juiste resultaat geeft:

$$R_{\text{tot}} = \sqrt{R_R^2 + R_L^2}$$

Conclusie:

We kunnen de totale weerstand van serie schakeling van een Ohmse weerstand en inductiespoel niet berekenen door de som te nemen van de deelweerstand. We kunnen de totale weerstand vaststellen met behulp van de formule:

$$R_{\text{tot}} = \sqrt{R_R^2 + R_L^2}$$

De in het experiment vastgestelde weerstand wijkt enigszins af van het theoretische resultaat, omdat de Ohmse weerstand van de inductiespoel wordt genegeerd.



©Fruhman, GmbH
NTL Manufacturer & WholeSaler
Werner von Siemens Str. 1
A-7343 Neutal, Austria

www.ntl.at



CMA
A.J.Ernststraat 169
1083 GT Amsterdam

www.cma-science.nl