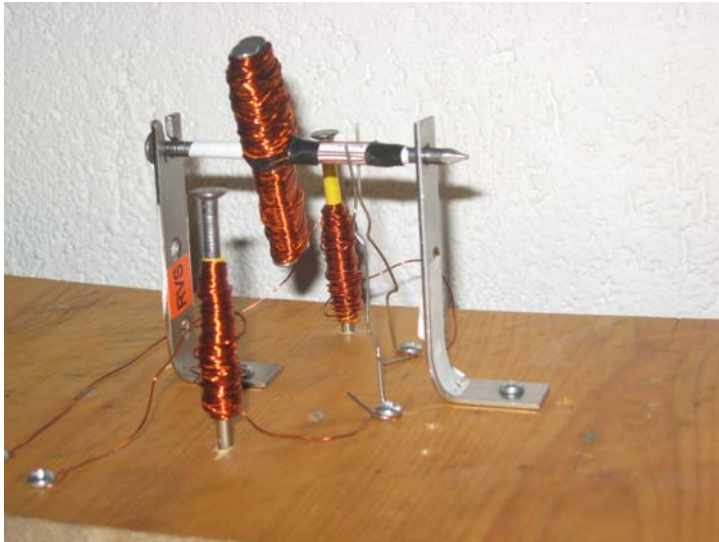


Spijkermotor

Dit moet hem worden:



Dit heb je nodig:

materialen

- blok hout (15 bij 15 bij 1,8 cm)
- twee hoekijzers
- 18 m koperdraad (gelakt, 0,5)
- 4 spijkers (65 mm)
- 1 spijkers (90 mm)
- 2 spijkers (80 mm)
- 6 (kruiskop)schroefjes
- twee paperclips (middelgroot)
- rolletje isolatieband
- 1 batterij (4,5 of 9V)

gereedschap

- hamer
- tangetje
- (kruiskop)schroevendraaier
- priem
- schaar
- ijzerzaagje
- ijzervijltje
- mesje of schuurpapier

Hieruit bestaat de motor:

De motor bestaat uit een “Rotor”, het draaiende gedeelte en een “Stator”, het niet bewegende magnetische deel (ook veldmagneet of veldmagneten genoemd). De stator wordt hier gemaakt met elektromagneten, maar er kunnen ook vaste magneten voor gebruikt worden.

De Rotor heeft een asje (waarvoor we een spijker gebruiken), een “Anker”, ook weer een elektromagneet en een “commutator” (de toevoer van elektriciteit voor de ankermagneet). De rotor draait in twee hoekijzers, eigenlijk heel eenvoudige lagers. De elektriciteit wordt toegevoerd aan de rotor via twee sleepcontacten (de commutator glijdt hier langs). Voor de sleepcontacten gebruiken we paperclips.

Zo moet je het doen:

De rotor is het lastigst, die maken we dus maar eerst!

Voor de as wordt een 4 “ spijker gebruikt, die gedeeltelijk met twee lagen isolatieband volgens de aangegeven maten wordt omwikkeld. In de figuur staat een spijker van 102 mm aangegeven, maar wij hebben er een van 90 mm gebruikt om de motor wat compacter te houden. Gebruik wel minsten 50 mm isolatieband in het midden (hou aan beide zijden van de spijker ongeveer 12 mm vrij).

De ankerkern wordt gevormd door 2 paar spijkers van 65 mm, zoals in de fig. 2 staat aangegeven. Elk paar wordt voorzien van één laag isolatieband.

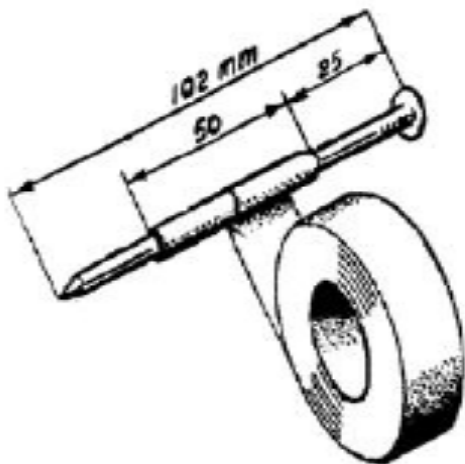


Fig. 1

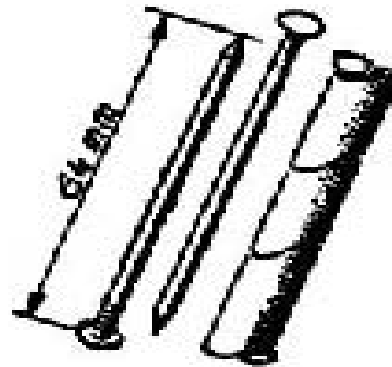


Fig. 2

Aan iedere kant van de as wordt op een afstand van 25 à 30 mm van de spijkerkop van de as een paar ankerspijkers bevestigd door het omwikkelen van beide paren met twee lagen isolatieband over hun hele lengte. Om dit voor elkaar te krijgen kun je de spijkerparen op de asspijker klemmen met b.v. een knijper, zodat ze even vast blijven zitten, waarna je er isolatieband omheen kunt doen. De spijkers dienen evenveel aan beide zijden van de as uit te steken. Zie figuur 3.

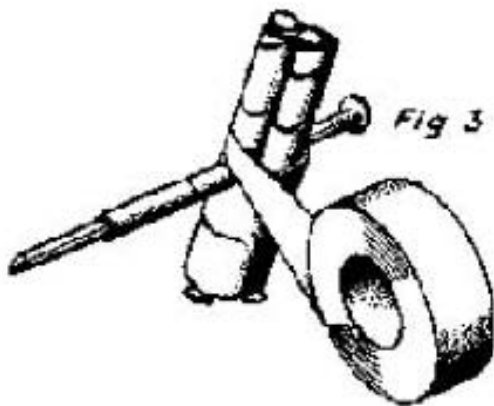


Fig. 3

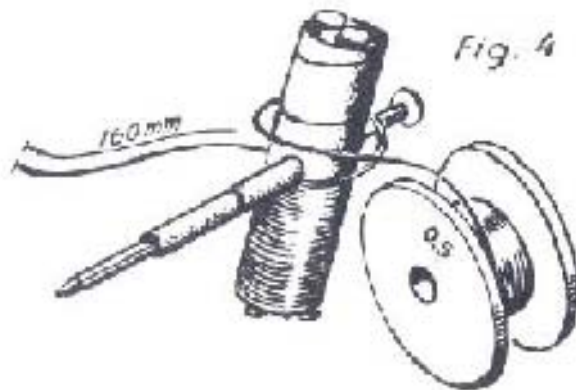


Fig. 4

De ankerkern wordt nu omwikkeld met twee lagen geïsoleerd koperdraad van 0,5 mm dik. Begin in het midden van het anker, dus aan de as en laat een stuk draad van 160 mm uitsteken. Wikkel van de as af naar buiten. Is één laag vol dan verder wikkelen van buiten naar binnen, om vervolgens steeds in dezelfde wikkelrichting op de andere helft naar buiten en daarna van buiten naar binnen te wikkelen tot de as weer bereikt is. Aan het einde wordt weer een stuk draad van 160 mm vrijgelaten. Hiervoor is ongeveer 8 meter koperdraad nodig. Omdat het nogal lastig is om het aantal wikkelingen te tellen, kun je het beste als volgt te werk gaan. Knip acht meter koperdraad af en plak in het midden een heel klein stukje isolatieband (goed vastplakken, zodat het niet verschuift). Wikkel nu zo goed mogelijk van

binnen naar buiten en terug tot je bij het stukje isolatieband bent; ga dan verder aan de andere kant van het anker. Het kleine stukje isolatieband mag best blijven zitten.
 Nu komt het moeilijkste stukje van de rotor, het maken van de commutator.
 Maak de twee uiteinden van de rotorwikkeling schoon met een mesje en/of stukje schuurpapier. Ze moeten echt helemaal blank worden, zodat de paperclips straks goed contact kunnen maken.

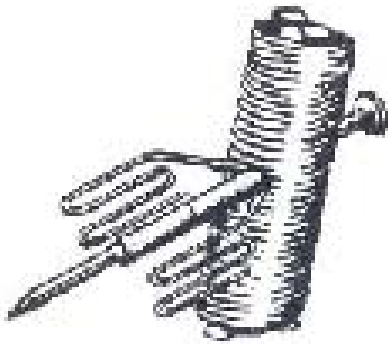


Fig. 6

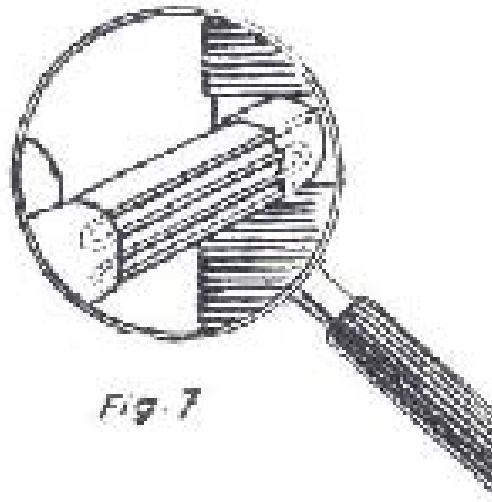


Fig. 7

De blanke draadeinden moeten net als in fig. 6 gebogen en tegenover elkaar tegen het isolatieband op de as gedrukt worden en wel zodanig, dat wanneer het anker verticaal staat, de commutatorhelften op de zijkanten liggen. In figuur 7 kun je dat wat beter zien. Hierna moeten ze met twee lagen smal isolatieband bevestigd worden, zoals ook te zien in figuur 7. Het smalle stukje isolatieband kun je maken door een strook gewoon isolatieband in de lengterichting door te knippen.

De rotor is nu klaar, we gaan hem gelijk op het plankje monteren. Daarvoor moeten natuurlijk eerst de lagers aanwezig zijn. Gebruik hiervoor de hoekijzers. Deze moeten een gat hebben van 5mm dat ongeveer 65 mm boven het oppervlak van het plankje moet komen. Voor je de twee hoekijzers op het plankje schroeft, zoals je in de foto kunt zien moet je eerst met het ijzerzaagje bij één van de hoekijzers een sleufje van de bovenkant naar het gat zagen. Dat is voor de kant van de rotor, waar de spijkerkop nog zit, anders krijg je hem er nooit in! Vijl het daarna goed glad, zodat de rotor straks vrij kan draaien. Schroef de hoekijzers op het plankje, zodat ze ongeveer 80 mm uit elkaar zit. Leg de rotor er in en kijk of die soepel kan draaien. Belangrijk is dat de gaatjes van de hoekijzers recht tegenover elkaar en op gelijke hoogte zitten! Ook moeten de draaipunten goed glad zijn. Als het nodig is met een schuurpapiertje nog een beetje gladder maken (ook het eindje vlak onder de spijkerkop wil nog wel eens ruw zijn). Als dit allemaal te lastig voor je is, of je hebt niet het goede gereedschap kun je in plaats van hoekijzers ook zelf nog lagers maken met spijkers en een klein stukje koperdraad.

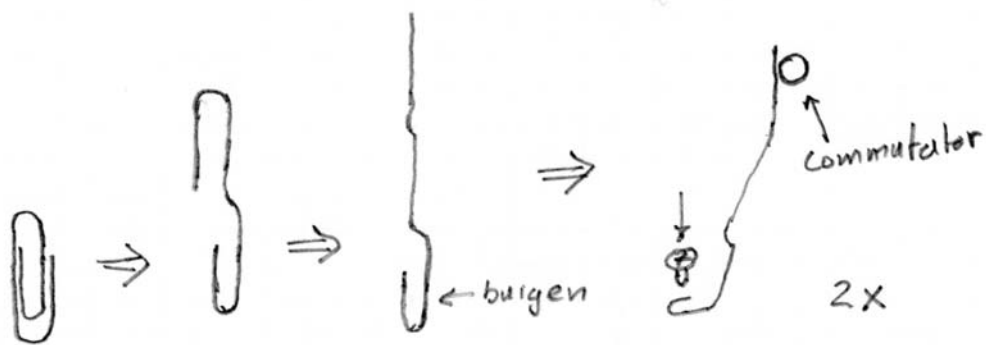


Gebruik hiervoor per lager twee spijkers (zonder kop) van 76 mm lang. Sla die in het plankje, zoals hiernaast is aangegeven. De afstand tussen de spijkers moet weer ongeveer 5 mm zijn. Op 65 mm hoogte wikkel je een stukje koperdraad een paar keer om de spijkers heen, zodanig dat de rotor hier goed op kan rusten. De afstand tussen de spijkerparen moet 80 mm zijn. Leg de rotor er in en kijk of hij goed draait. Een druppeltje olie wil nog wel eens helpen!

Het schiet al lekker op. Laten we nu eerst de sleepcontacten maken.

Buig met de hand of met een tangetje de paperclips uit elkaar en maak er sleepcontacten van, die er ongeveer zo uitzien als in figuur 9 is aangegeven. Hier

moet je misschien wat voor oefenen, maar na een paar keer proberen gaat het vast wel lukken!



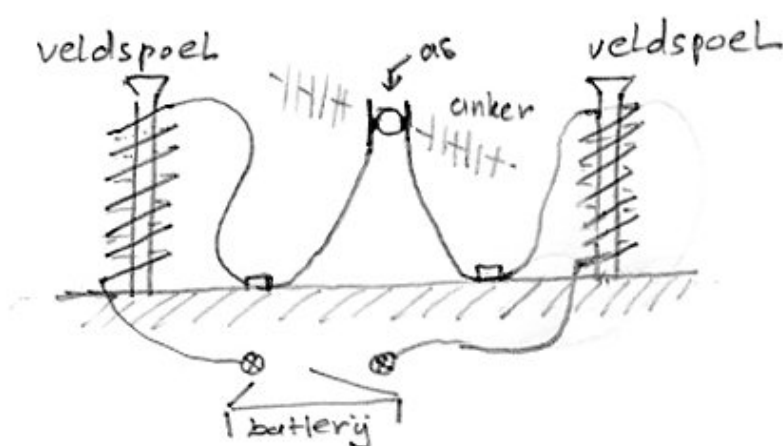
figuur 9 sleepcontacten

Schroef de sleepcontacten zodanig vast, dat ze licht tegen de commutator van de rotor drukken. Je kunt controleren of ze een beetje op de goede wijze drukken door de rotor weer even uit de lagers te nemen. De contacten moeten dan tegen elkaar aankomen of zelfs een beetje verder. Ook hier zul je af en toe moeten proberen. Als ze te hard drukken kan de rotor niet goed draaien, drukken ze te zacht dan maken ze geen goed contact en doet de motor het straks niet!

Tenslotte gaan we de veldspoelen maken, die de stator vormen. Gebruik hiervoor de overblijvende twee spijkers (van 80 mm). Omwikkel deze met een laagje isolatieband; begin bij de kop en houd aan de onderkant ongeveer 15 mm vrij (dat moet in de plank geslagen worden). Meet ongeveer 5 meter koperdraad af en wikkel dit zo gelijkmatig mogelijk op het geïsoleerde stuk van de spijker. Doe dit voor beide spijkers.

Draai de rotor in horizontale positie en houdt de spijkers in één lijn met de rotor. Zorg dat de afstand tussen de koppen ongeveer 75 mm is en dat de rotor goed in het midden daarvan zit. Druk een beetje op de spijkers, zodat ze een klein kuiltje in de plank maken. Haal de rotor er weer even uit en sla nu de spijkers goed vast in de plank. Controleer af en toe de hoogte; de koppen moet net iets onder de horizontale positie van de rotor liggen en als je de rotor een zetje geeft zodat hij gaat draaien, mag hij de spijkers niet raken.

Als de spijkers naar jouw idee goed zitten kun je alle draadjes gaan aansluiten volgens het schema in figuur 10.

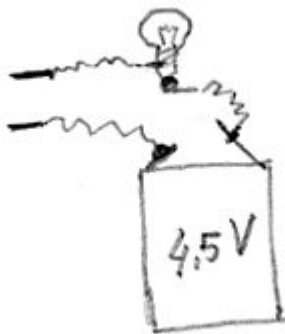


figuur 10 aansluitschema

Wat nu, hij doet het niet!

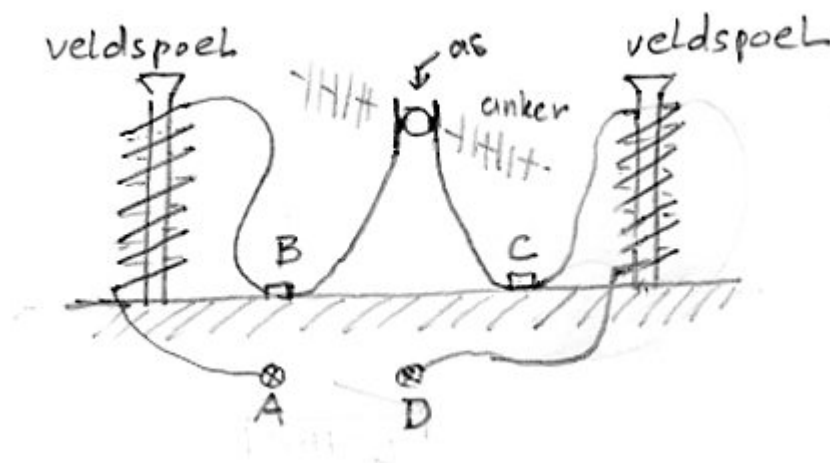
Je hebt wel heel erg veel geluk, als de motor de eerste keer als je hem aansluit (op de batterij of op een gelijkstroom speelgoedtransformator van maximaal 9 V) gelijk spontaan gaat draaien. Vaak moet je hem eerst een klein zetje geven (even uitproberen in welke richting), maar ook dan wil het nog niet altijd lukken.

Het is dan zaak om alle aansluitingen goed te controleren. Kijk eerst of er een volledig stroomcircuit is. Als je met de batterij een paar keer de aansluitschroefjes aantikt zou je een klein vonkje moeten zien. Het anker op de rotor moet daarbij in verticale stand staan, zodat de sleepcontacten de contacten van de commutator goed raken. Je kunt nu het hele circuit gaan doormeten. Dat kan goed met een z.g.n. universeelmeter, maar meestal zul je die niet hebben. Maak dan zelf een testsysteem met een lampje en drie draadjes. Maak de draadjes vast aan het lampje. Eén draadje verbind je door met de batterij en aan de andere pool van de batterij maak je ook een draadje. Zie figuur 11.



Figuur 11 Teststelsysteem

Als je nu de twee vrije draadeinden tegen elkaar houdt moet het lampje gaan branden. Hier kun je gebruik van maken bij het doormeten van je motor. Houd de vrije uiteinden van je tester achtereenvolgens op de aansluitpunten A en B, B en C en tenslotte C en D (zie fig. 12).



Figuur 12 Aansluitpunten

In alle drie gevallen moet het lampje gaan branden. Is dat niet zo, dan is er in het gedeelte wat je doormet iets aan de hand. Dat kan zijn omdat b.v. de stukjes koperdraad aan de uiteinden van de veldwikkeling niet goed zijn schoongemaakt. Het is natuurlijk nog beter om de

veldwikkelingen te testen vóór dat je de motor in elkaar zet. Dat kan ook zonder lampje, door te kijken of de spijker met spoel stukjes ijzer (ringetjes, paperclips of andere spijkers) aantrekt zodra je hem op de batterij aansluit. Het is immers een magneet geworden. Soms zijn spijkers al vanzelf een klein beetje magnetisch en zullen lichte voorwerpen ook aan de spijker blijven hangen als je de aansluiting op de batterij loslaat, maar zwaardere voorwerpen moeten er afvallen. Als bij meten tussen B en C het lampje niet gaat branden, dan maken de sleepcontacten misschien niet goed contact. Ook hier kan het zijn, dat de draadjes van de commutator niet goed schoongeschrapt zijn (test op dezelfde manier als bij de veldspoelen), of de paperclips drukken niet voldoende tegen de contacten. Dit laatste kun je controleren door de rotor er even uit te nemen. De paperclips moeten dan een klein beetje doorveren. Als dit allemaal in orde is kun je tenslotte nog eens meten tussen A en D met het anker weer in verticale stand. Misschien moet je de rotor een klein beetje heen en weer bewegen om te zorgen dat het lampje gaat branden.

Is dit allemaal in orde, dan kun je nog kijken of de rotor wel voldoende vrij kan draaien. Als je hem een klein zetje geeft moet hij echt soepel en vrij lopen (in beide richtingen). Zo niet: controleer of de gaatjes waarin de as rust goed tegenover elkaar zitten en even hoog en of ze niet ruw zijn (anders een beetje bijvijlen of schuren). Ook de spijker, die als as dient kan ruw zijn (schuren) of er zit b.v. te veel isolatieband op (voorzichtig wegsnijden).

Als dat allemaal piekfijn in orde is kan het nog zijn dat de veldwikkelingen verkeerd zijn aangesloten. Misschien kon je niet zo goed meer zien hoe de draden liepen na het wikkelen, misschien heb je de twee veldspoelen wel in tegengestelde richting gewikkeld (de een linksom, de ander rechtsom). Geen nood; zolang de ene aan de bovenkant maar een Noordpool en de andere een Zuidpool krijgt is het goed. Je kunt dit testen met een magneetje. Sluit de batterij (weer zonder lampje) aan op A en D, met het anker weer vertikaal. Houd het magneetje bij de eerste veldspoel. De ene kant van het magneetje zal aangetrokken worden door de veldspoel, de andere kant wordt afgestoten. Of vaak wordt die wel nog aangetrokken, maar veel minder. Dit komt omdat het vaste magneetje vaak veel sterker is dan de veldspoel. Gebruik dus een niet al te sterke magneet. Als je de magneet bij de andere veldspoel houdt moet juist de andere kant van de magneet veel sterker worden aangetrokken. Wordt dezelfde kant van de magneet aangetrokken, dan zitten de veldspoelen verkeerd. Je kunt dit oplossen door van één van de veldspoelen de aansluitdraden te verwisselen. Dus bij de rechterveldspoel bij voorbeeld gaat dan het bovenste draadje naar D en het onderste naar C. Als je het verwisseld hebt controleer dan nogmaals met de magneet of het goed zit!

Het enige wat je nu nog kunt doen om de motor aan de gang te krijgen is de spijkers met veldspoelen een beetje dieper in het plankje slaan of een beetje naar de rotor toebuigen zonder dat deze geraakt wordt. Vroeg of laat moet het lukken. Succes!

Verantwoording

Een aantal tekeningen van de spijkermotor is afkomstig van <http://stuvo.tue.nl/fileadmin/ele/onderwijs/Spijkermotor.pdf> Van het hierin beschreven concept (dat overigens in de zestiger jaren al verschenen is als bijlageboekje bij het populaire electronicabladd voor jongeren "Radio Blan", uitgave De Muiderkring) is enigszins afgeweken om de constructie wat eenvoudiger te maken. Hierbij is het idee van twee spijkers voor veldwikkelingen afkomstig uit

http://home.wanadoo.nl/hoewerkthet/tech/zelfdoen_elektromotor.html waarin een kurkmotor wordt beschreven. De spijkermotor wordt gemaakt bij workshops in de ontdekfabriek; zie:

<http://www.deontdekfabriek.nl/index.html>

De spijkermotor is draaiend te zien op:

http://www.youtube.com/watch?v=LAVlqVCLhQ8&feature=player_embedded

Voor vragen over de spijkermotor, stuur een e-mail aan d.vanschenkbrill@fontys.nl