B APPENDIX: Practikum Magneto-Statica

Tot nu toe hebben we de klassieke theorie over magnetostatica besproken. Hoe weten we nu of hier ook maar iets van waar is? Die vraag kun je alleen beantwoorden met een experiment. Daarnaast heeft het practikum tot doel practische vaardigheden op te doen, enerzijds en de stof van het college in de praktijk toe te passen, anderzijds.

Hieronder volgt voor ieder experimentje een korte inleiding. Voor dit praktikum speel jij de rol van wetenschapper en je moet zelf uitzoeken hoe je de theorie het beste controleert. Als je de opstellingen ziet, vraag niet af wat je *moet* doen. Wees creatief en vraag jezelf af wat je *kunt* doen om de theorie te toetsen. Denk dus na over theorie en voorspel het resultaat van een meting en controleer dat door de meting ook daadwerkelijk uit te voeren.

Ook de werking van de apparaten zul je zelf uit moeten zoeken door de gebruiksaanwijzing te lezen of door af en toe maar eens iets te proberen. Denk wel goed na bij wat je doet en als je twijfelt over de veiligheid: altijd vragen aan begeleiding. Het komt soms voor dat een meting totaal niet strookt met wat je verwacht. Bij dit praktikum hoef je de meting dan niet over te doen, maar probeer eens na te gaan (en op te schrijven) wat er mis zou kunnen zijn gegaan. Als je niets kunt vinden is de conclusie dat jouw metingen de theorie niet bevestigen, punt.

Je kunt drie proefjes doen en daarvan de labjournaals inleveren. De beste twee labjournaals worden gemiddeld voor je cijfer.

Voor het maken van een labjournaal hebben jullie aanwijzingen gehad tijdens het praktikum in het eerste sememster. Bij het nakijken van het ingeleverde werk zal er vooral op foutenschatting en foutenrekening worden gelet. Dus als je een meting doet, schat dan de nauwkeurigheid op basis van het gebruikte instrument of door de meting een paar keer te herhalen. Als je gemiddelden waarden gebruikt, geef dan ook de fout op de gemiddelde waarde. Om fouten op meetwaarden door te rekenen op je eindantwoord is soms een hele klus. Soms is het handiger om je formules in bijvoorbeeld EXCEL te programmeren en vervolgens de meetwaarden binnen de foutenmarges te varieren. De variatie op het eindantwoord is dan een redelijke schatting van de fout.

Denk erom, de practikum-tijd is beperkt: 1 dagdeel. Zorg er derhalve voor dat je de metingen af krijgt. De uitwerking van de resultaten en dient in principe in je eigen tijd te gebeuren.

B.1 Het B-veld van een solenode.

De stroom door de spoel mag maximaal 1 A bedragen. (Bij een hogere waarde van de stroom wordt teveel warmte ontwikkeld, waardoor de kunststof week wordt en gaat doorbuigen). In de sleuven past een hall-sensor waarmee het B-veld kan worden gemeten. Op het datasheet van de sensor staat o.a. de conversiefactor vermeld, zodat uit de gemeten hall-spanning de waarde van het B-veld kan worden berekend.

Stroombron Door de hall-sensor moet een constante stroom lopen (maximaal 5 mA). We hebben dus een stroombron nodig. De meeste voedingsapparaten gedragen zich echter als een spanningsbron.

a) Wat is het verschil tussen een spanningsbron en een stroombron?

b) Hoe maak je een zo goed mogelijke stroombron als je een variabele spanningsbron gegeven hebt?

c) Dimensioneer en bouw een zo goed mogelijke stroombron voor de hall-sensor die 5 mA kan leveren.

Nul-waarde hall-sensor De contacten waarover de hall-spanning gemeten wordt, liggen niet altijd precies tegenover elkaar. Hierdoor wordt altijd een ohms spanningsverschil gemeten. Eventuele storende externe magneetvelden kunnen ook aan de gemeten spanning bijdragen.

d) Is het, gezien de gevoeligheid van de hall-sensor mogelijk om het aardmagnetisch veld te meten?

e) Bepaal de eventuele nul-waarde van de sensor.

Solenode

f) Onderzoek bij een vast gekozen waarde van de stroom door de spoel (max 1 A) de homogeniteit van het B-veld in de spoel langs de as.

g) Meet ook het B-veld buiten de spoel, direct tegen de opening van de spoel. Bediscussieer het resultaat.

h) Meet ook het B-veld op andere plaatsen buiten de spoel en bespreek de resultaten.

i) Toon experimenteel aan of het B-veld in de spoel ook een radiele component heeft.

j) Bepaal de afhankelijkheid van het B-veld in het midden van de spoel als functie van de stroom door de spoel.

k) Vergelijk het meetresultaat met de theoretisch voorspelde waarden voor het B-veld.

Weekijzeren kern

Het B-veld in een spoel wordt enorm vergroot door het aanbrengen van een weekijzeren kern in de spoel. In deze kern zijn ook sleuven aangebracht om de hall-sensor in te steken. Echter, de sleuven zijn geen volledige onderbrekingen van de kern. Er resten nog verbindingsstukken van ijzer. l) Meet het veld in de sleuven van de kern en bespreek de meetresultaten.

B.2 het B-veld in een spleet in een toroide.

Een elektromagneet wordt gemaakt van twee spoelen om een (gesloten) ijzeren juk. Een spleet van variabele breedte kan gemaakt worden door het sluitstuk van het juk enerzijds te laten rusten op plaatjes weekijzer, ter grootte van de doorsnee van het juk, en anderzijds even dikke kunststof plaatjes, die veel kleiner zijn dan de doorsnee van het juk. Naast de kunststofplaatjes is er ruimte om m.b.v. een hall-sensor het B-veld te meten in de gecreerde spleet. Op de spoelen staat aangegeven wat de maximale toelaatbare stroom is (i.v.m. warmteontwikkeling). Op het datasheet van de sensor staat o.a. de conversiefactor vermeld, zodat uit de gemeten hall-spanning de waarde van het B-veld kan worden berekend.

Stroombron

Door de hall-sensor moet een constante stroom lopen (maximaal 5 mA). We hebben dus een stroombron nodig. De meeste voedingsapparaten gedragen zich echter als een spanningsbron.

a) Wat is het verschil tussen een spanningsbron en een stroombron?

b) Hoe maak je een zo goed mogelijke stroombron als je een variabele spanningsbron gegeven hebt?

c) Dimensioneer en bouw een zo goed mogelijke stroombron voor de hall-sensor die 5 mA kan leveren.

Nul-waarde hall-sensor

De contacten waarover de hall-spanning gemeten wordt, liggen niet altijd precies tegenover elkaar. Hierdoor wordt altijd een ohms spanningsverschil gemeten. Eventuele storende externe magneetvelden kunnen ook aan de gemeten spanning bijdragen.

d) Is het, gezien de gevoeligheid van de hall-sensor mogelijk om het aardmagnetisch veld te meten?

e) Bepaal de eventuele nul-waarde van de sensor.

Torode met spleet

f) Schakel de spoelen in serie, zodanig dat er een magneetveld in de kern opgewekt wordt.

g) Onderzoek bij een vast gekozen waarde van de stroom door de spoel (overschrijd de maximumwaarde niet) de waarde van het B-veld in de spleet als functie van de spleetbreedte.

h) Vergelijk het meetresultaat met de theoretisch voorspelde afhankelijkheid voor het B-veld van de spleetbreedte.

i) Bepaal, bij een vast gekozen spleetbreedte, de waarde van het B-veld als functie van de stroom door de spoelen.

B.3 het meten van het B-veld m.b.v. een stroombalans.

Er zijn diverse methodes om B-velden te meten. Een zeer directe manier van meten is gebruik te maken van de Lorentzkracht bij een stroombalans. Plaats de stroomvoerende draad van de stroombalans tussen de poolschoenen van de te onderzoeken magneet. Door middel van een loep is de ruststand van de balans vast te leggen. Kies de stroomrichting door de stroombalans zodanig dat de draad een omhoog gerichte kracht ondervindt. Door gewichtjes op de balans te leggen, is de stroom zo te kiezen dat de evenwichtsstand weer ingenomen wordt.

a) Meet de waarde van het B-veld tussen de poolschoenen van de magneet.

b) Herhaal de metingen met diverse gewichtjes en bepaal een gemiddelde, met een foutenschatting.

c) Onderzoek de homogeniteit van het veld tussen de poolschoenen.