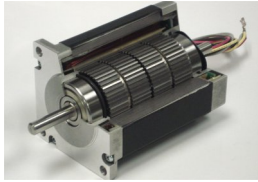


# Onderzoeksverslag stappenmotor

In de elektrotechniek bestaan diverse soorten elektromotoren zoals DC (direct current) motoren met of zonder borstel, servomotoren en de stappenmotor. Ik heb een onderzoek gedaan naar de laatste omdat ik deze toegewezen kreeg voor dit vak.



De stappenmotor is een elektromotor welke, in tegenstelling tot veel andere elektromotoren, werkt op wisselspanning. Dit systeem heeft een aantal voordelen boven de hierboven genoemde DC- en servomotoren:

- Bij meer complexe schakelingen is de interface voor het aansturen van een stappenmotor goedkoper, flexibeler en eenvoudiger op te zetten;
- Sensoren voor terugkoppeling van de huidige positie zijn niet persé nodig (de positie wordt simpelweg bijgehouden door de stappen te tellen);
- De motor levert ook koppel in stilstand, en kan dus zijn positie behouden;
- Duurzaam, weinig onderhoud nodig en lage slijtage (geen borstels e.d.);
- De motor heeft, in tegenstelling tot servomotoren, een 'oneindige' rotatiehoek van 360 graden, maar is ook vast te zetten op diverse punten binnen dat bereik.

Natuurlijk kleven er ook een aantal nadelen aan de stappenmotor t.o.v. van andere elektromotoren:

- Lager rendement (relatief lage snelheid en weinig koppel t.o.v. formaat en gewicht);
- Instabiel bij bepaalde snelheden (resonantie).

Stappenmotoren worden onder andere gebruikt voor het aansturen van printerkoppen, robotarmen en diskdrives.

Een stappenmotor bestaat uit een behuizing met daarin een stator en een rotor. De rotor is bevestigd aan een gelagerde as en kan roteren. De stator bestaat uit meerdere fasen. Een fase is een paar van 2 polen. De polen bestaan uit 1 of 2 spoelen, afhankelijk van de uitvoering. De uiteinden van de fasen beschikken over meerdere tanden.

Er zijn 3 typen stappenmotoren:

## *Variable Reluctance (VR)*

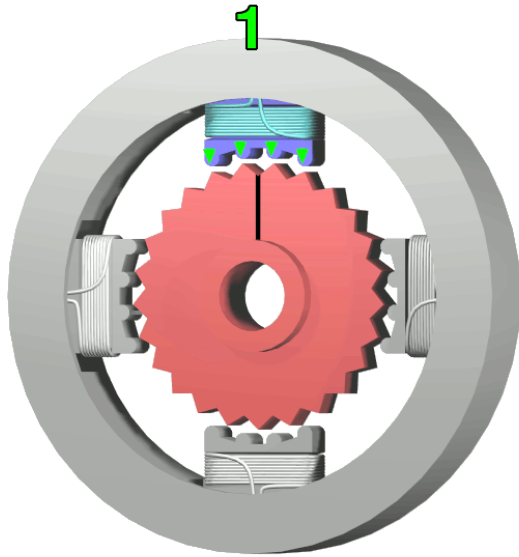
Deze hebben weekijzeren rotors met tanden. De tanden van de rotor worden uitgelijnd met de tanden van de fase waar stroom op staat (en dus gepolariseerd is). De tanden trekken elkaar aan in de neiging de magnetische weerstand (reluctance) zo laag mogelijk te houden. Door steeds van fase te wisselen, springt de rotor steeds een stapje verder: het ontstaan van een rotatie.

## *Permanent Magnet (PM)*

Dit systeem heeft een permanente magneet als rotor. In plaats van tanden is de rotor opgedeeld in negatieve en positieve polen. Deze stoten de tanden van de fasen af of trekken deze aan, afhankelijk van de polarisatie van deze fasen. Zo springt de rotor net als bij de VR motor van tand naar tand, zodat er een rotatie ontstaat.

## *Hybrid (H)*

De hybride stappenmotor is een combinatie van de vorige twee. Deze heeft een magnetische rotor met tanden. Het voordeel hiervan zijn de betere prestaties (meer koppel, hoger rendement).



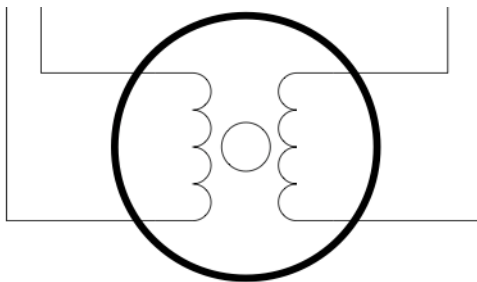
Een stappenmotor kan meerdere secties hebben, dus meerdere combinaties van stator en rotor (aan een enkele as).

De resolutie van een stappenmotor (aantal stappen in een volledig rondje van 360 graden) hangt af van het aantal fazen van de stator en het aantal tanden op de rotor. Een resolutie van 200 (1.8 graden per stap) kom je het meest tegen. Ook kleinere stappen als 0.45 en 0.9 graden en grotere stappen als 7.5 en 15 graden zie je regelmatig terug.

Verder kun je stappenmotoren nog onderscheiden in het type aansturing. Er zijn 2 typen:

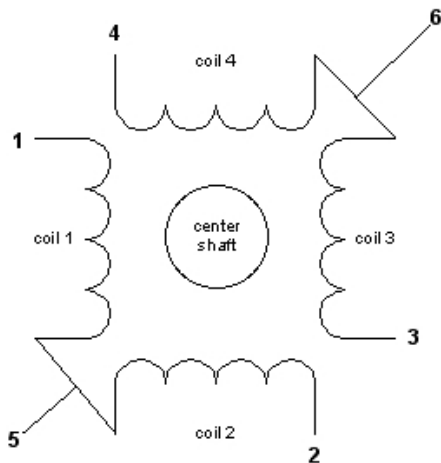
*Bipolar*

Beschikt over een voeding welke de polariteit kan omdraaien. Zo is er voor elke pool maar 1 spoel nodig voor zowel een positieve als negatieve fase (bipolair). Deze hebben 2 spoelen met in totaal 4 aansluitingen.



*Unipolar*

Deze heeft een eenvoudige, goedkope voeding, welke een vaste polariteit heeft. Daarom maakt deze gebruik van 2 spoelen per pool van een fase. Eén voor de negatieve fase en één voor de positieve fase. Dit systeem heeft dus 4 spoelen. Omdat de 2 spoelen van een pool op één 'feed' zitten, heeft dit systeem geen 8 maar 6 aansluitingen. Er bestaat ook een versie met 5 aansluitingen, waar alle spoelen op één 'feed' zitten.



Naast deze bestaan er nog motoren met 8 spoelen, waarvan er 2 in serie (hogere inductie, lagere stroom per spoel) of 2 parallel (lagere inductie, hogere stroom per spoel) kunnen staan.

Door 2 naastgelegen fasen dezelfde polariteit te geven, blijven de tanden van de rotor om het evenwicht te behouden tussen deze twee fasen hangen. Dit wordt half-step genoemd. Met gebruik van deze techniek in afwisseling met full-step (van tand naar tand) kun je de resolutie verdubbelen. Bijvoorbeeld van 200 stappen naar 400. Door de verhouding in polariteit tussen 2 naastgelegen fasen te veranderen met behulp van een gaussian curve, kun je de resolutie nog verder verhogen. Dit wordt microstepping genoemd.

Stappenmotoren zijn verkrijgbaar met een geperste behuizing met glijlagers of een geschroefde aluminium behuizing met kogellagers.

Meetwaarden die de kwaliteit kunnen bepalen:

- Koppel bij stilstand;
- Koppel bij diverse snelheden (als curve);
- Maximale snelheid bij bepaalde belasting.

Met behulp van L/R drive en Chopper drive technieken, welke de stroomtoevoer dynamisch variëren kunnen de prestaties nog verder opgeschroefd worden.