

## 1. Stappenmotor

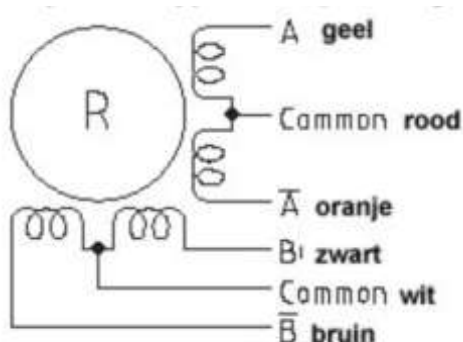
De onderzoeksvraag is: wat voor een soort stappen motor moet gebruikt worden, hoe kan deze worden encode? En wat voor een accu kan gebruikt worden voor het systeem?

Een stappenmotor heeft de unieke eigenschap dat een volledige rotatie wordt verdeeld in een aantal gelijke stappen, waarbij de hoekverdraaiing een vaste waarde heeft, bijvoorbeeld  $1.8^\circ$  of  $0.9^\circ$  per stap. De stappenmotor is een borstel loze motor.

Stappenmotoren leveren een relatief hoog koppel bij een laag toerental, zelfs bij totale stilstand. Dit alles maakt stappenmotoren zeer geschikt voor positioneerapplicaties met een laag toerental en hoog koppel. Daarnaast kunnen we een stappen motor ook in servo step mode toepassen, waarbij we nog steeds de genoemde specifieke voordelen behouden, zonder stappenverlies ook in het hoger toerenbereik, lagere temperatuur, et cetera. Er zijn 2 type stappenmotoren beschikbaar:

### Unipolaire type

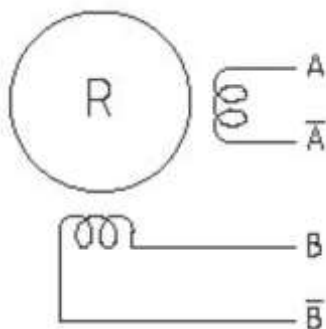
Een unipolaire stappenmotor heeft 2 wikkelingen met elk een midden aftakking en heeft dus 6 aansluitingen. De midden aftakkingen (*common*) worden permanent aan één kant van de voedingsspanning aangesloten. In sommige gevallen zijn beide common-aansluitingen verbonden heeft de motor maar vijf 5 aansluitdraden. De vier andere aansluitdraden worden door de besturing steeds wel of niet met de andere kant van de spanning verbonden.



Figuur 1: Unipolair stappenmotor (Fraxeon, 2007)

### Bipolaire type

Een bipolaire stappenmotor heeft 2 wikkelingen zonder midden aftakking en heeft dus 4 aansluitingen. Dit is momenteel het meest gangbare type motor.



Figuur 2: Bipolair stappenmotor (Fraxeon, 2007)

## 1.1 Voordelen

- Hoog koppel bij laag toerental
- Robuust en betrouwbaar
- Eenvoudig toe te passen en aan te sturen
- Low-cost technology met enorme mogelijkheden

## 1.2 Nadelen

- Laag koppel bij hoog toerental
- Trillingen, deels te verhelpen door microstepping

## 2.0 Encoding

### 2.1 Rotary encoder

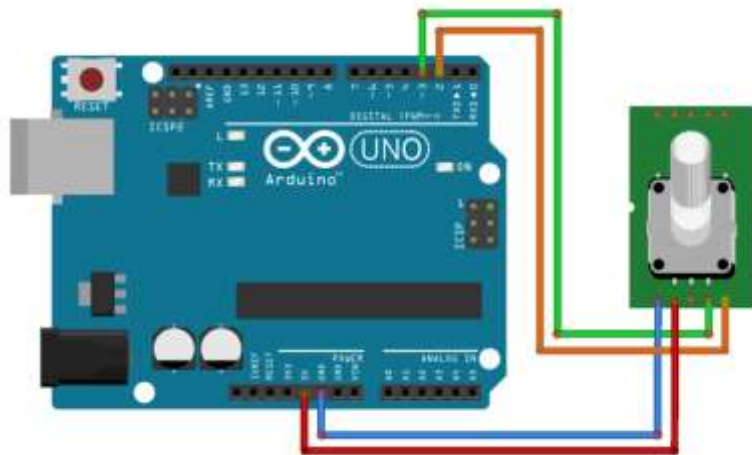
De goedkoopste manier om een stappenmotor te encoden is een rotary encoder. Rotary encoder ook wel de rotatie-meter genoemd, kan per omwenteling 20 pulsen. Hiermee kun je de uitlezen welke kant op en hoeveel de encoder is opgedraaid.

Toepassing: positiesensor of (digitale) frequentieregeling, volumeregeling enz. Of als control om door gegevens in een LCD te scrollen of een menu te maken met een LCD, data-selectie met een LED. (Hackerstore, 2018)



Figuur 3: Rotary encoder

De rotary encoder is makkelijk te programmeren en uit te lezen. Hieronder is een voorbeeld aansluiting te zien met een arduino en een rotary encoder.



Figuur 4: Rotary encoder aansluiting

## 2.2 Stappenmotor encoder

De Makeblock-Me Encoder motor-driver V1 is als een voorbeeld genomen van de velen stappenmotor encoders die er zijn. De duurdere encoder Me Encoder motor-driver kan tot 2 stappenmotoren aansturen. De exacte snelheid en positie van 2 motoren kunnen worden ingesteld en gescheiden gehouden. De motor driver-IC is een TB6612, net als bij de Me Dual DC motor-driver. Deze encoder is speciaal gemaakt om een stappenmotor aan te sturen, met de rotary encoder moet mechanisch gebouwd worden rondom de stappenmotor. (Makeblock, 2018)

Eigenschappen:

- Nauwkeurige instelling van snelheid en positie.
- Real-time terugmelding van positie en snelheid.
- TB6612PNG Motor Driver IC met zeer efficiënte op MOSFET gebaseerde H-brug.
- Arduino-bibliotheek voor eenvoudige programmering.
- Bereik motorvermogen 6 V tot 12 V.
- 1 A maximale continue stroom per motor.
- Overstroombeveiliging.
- Eenvoudige bedrading met RJ25 interface.
- 2,54 mm pennen voor de aansluiting aan Dubond-draden



Figuur 5: Makeblock-Me Encoder motor-driver

### 3. voeding

Het is belangrijk om de goede accu en daarvoor ook de goede oplader voor te vinden. Daarvoor wordt er eerst onderzoek gedaan naar de accu/batterij en daarna naar het opladen hiervan. De soorten accu's zijn in een lijst gezet, en daarnaast staan de eigenschappen, hoe de accu te laden is en waarop gelet moet worden.

Een batterij is eigenlijk een vat met twee metalen plaatjes (elektrodes), gevuld met een chemische stoffen. Deze stoffen bevatten elektrisch geladen ionen. Ionen zijn atomen die een elektrische lading hebben gekregen van (of afgegeven aan) elektronen. Afhankelijk van het soort batterij kunnen atomen bij de negatieve elektrode veranderen in positief geladen ionen. Het omgekeerde vindt plaats bij de positieve elektrode.

De batterij is te verdelen in 4 onderdelen:

- Een negatieve elektrode (anode): tijdens ontladen neemt de anode elektronen op van het externe circuit.
- Een positieve elektrode (kathode): tijdens ontladen geeft de kathode elektronen af aan het externe circuit.
- Een separator: scheidt de anode en de kathode van elkaar. Maar deze niet-geleidende kunststof strip (vaak folie) moet toch poreus zijn om elektronen en ionen door te kunnen laten.
- Elektrolyt: dit geleidend laagje (vaak vloeibaar) zorgt ervoor dat elektronen snel van de ene elektrode naar de andere elektrode kunnen vloeien. (MyMicro group, 2018)

Capaciteit "C", aanduiding daarvoor is "Ah" (Ampère-uur) Dit is de mate waarin een accu belast kan worden in de tijd. "C = belasting maal de tijd." (C wordt vaak uitgedrukt in mAh, 1000 mAh = 1 Ah. Als voorbeeld: heeft men een lampje met een vermogen van 3 watt en een accu van 6 Volt en 2 Ah dan kan men globaal gezien gedurende 4 uur dit lampje laten branden.  $3 \text{ watt gedeeld door } 6 \text{ Volt} = 0,5 \text{ A}$ .  $2 \text{ Ah gedeeld door } 0,5 = 4 \text{ h (uur)}$ . Bij grotere stromen gaat dit niet zondermeer op, zie het als een richtlijn. (MBVA, 2018)

Op de volgende bladzijde staat het tabel.

Soort accu	eigenschappen	Hoe te laden	Let op!
	'a 1,7 V per Cel <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedrijfstemperatuur voor ideale werking tussen de 20 en 50 °C.</li> <li>• De loodaccu heeft bij een ontlading van 1/20 deel van zijn capaciteit zo'n 25 cyclussen nodig om zijn maximale prestaties te leveren.</li> <li>• Levensduur zo'n 2 á 300 cyclussen.</li> <li>• Zelfontlading is 0,1% per dag.</li> </ul>	opladers neemt men vaak 2,4V per cel, omdat deze vaak in een koudere periode opgeladen worden)	minstens om de 6 maanden herladen.
Loodaccu, zelfrecombinerende types. O.a. General Electric, Cyclon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dit type accu is in staat om de gassen die ontstaan tijdens het laden om te zetten in water, waardoor er minder kans bestaat op overdruk.</li> <li>• Daarom beter bestand tegen overladen.</li> <li>• Accu is compacter gebouwd.</li> <li>• gewikkelde uitvoering heeft een lagere inwendige weerstand .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laden met constante gelijkspanning 2,3 V per cel. Het liefst bij een temp. Tussen de 10 en de 50 °C dan laad men de accu 100% vol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laadstroom opgegeven door fabrikant niet overschrijden.</li> <li>• Omgevingstemperatuur tijdens laden niet te laag</li> <li>• Niet overladen</li> </ul>

Soort accu	eigenschappen	Hoe te laden	Let op!
Loodaccu, Blok met gelei vulling (Pb) Neem nooit een open accu met vuldoppen i.v.m. veiligheid.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Celspanning ~2V,</li> <li>• vol is ~ 2,12V per cel.</li> <li>• Kan niet tegen overladen, dit geeft direct capaciteitsverlies.</li> <li>• Ontladen onder normale belasting niet onder de 1,6</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laden met constante gelijkspanning 2,3 V per cel. Het liefst bij een temp. Tussen de 10 en de 50 °C dan laad men de accu 100% vol. ( Bij auto-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• altijd zo snel mogelijk de accu vol laden en houden,</li> <li>• nooit overladen dit geeft capaciteitsverlies.</li> <li>• Bij niet gebruiken, vol wegleggen en</li> </ul>

<p>Nicd-accu , (nikkel cadmium)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunnen hoge stromen leveren, beter als loodaccu's, daarom beter geschikt voor die schepen met grotere motoren.</li> <li>• Kunnen in (zeer) korte tijd opgeladen worden.</li> <li>• Kunnen in verschillende laadcondities bewaard worden.</li> <li>• Gemiddelde Cel-spanning is 1,2 V. Leeg is de spanning 0,7V gemeten wanneer er een</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laden met een constante stroom bij een temp. Tussen de 10 en 20°C beste resultaat. Grenzen liggen tussen de 5 en de 50 °C.</li> <li>• 1/10 van de capaciteit normale laadstroom gedurende ~ 14 uur zie altijd de gebruiksaanwijzing.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nooit laden met een constante spanningsbron</li> <li>• Nooit een NiCd accu meten wanneer er geen belasting aanzit dit zegt weinig over de laadtoestand van de accu.</li> <li>• De accu heeft een lage inwendige weerstand die er voor zorgt dat gedurende lange tijd de spanning</li> </ul>
-------------------------------------	---	--	--



Soort accu	eigenschappen	Hoe te laden	Let op!
	<p>belasting aangesloten is op de accu. ( zie ook diepontladen, beter is om nooit lager te gaan dan ca.1V/cel daar daarna de capaciteit snel uitgeput is)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dit type accu is in staat om de gassen die ontstaan tijdens het laden om te zetten in water, waardoor er minder kans bestaat op overdruk. (zelfrecombinerend)</li> <li>• Kan tegen overladen mits: opgegeven laadstroom niet overschreden, omgevingstemperatuur niet te laag en cel in goede conditie is.</li> <li>• Zelfontlading ca. 1% per dag bij 25 °C. Bij 40 a° 50 °C 2%/dag. Bij lagere temp b.v. 0°C 25% in 120 dagen. ( je kunt hem "ingepakt" bewaren in de koelkast)</li> <li>• Diepontladen: spanning onder de 1V/cel kan normaal geen kwaad.Bij in serie geschakelde cellen kan men door verschillen in capaciteit een der cellen ompolen, de spanning zakt onder de 0V en wordt dan negatief. Geeft een negatief effect op de levensduur.</li> <li>• Geheugeneffect, zorg voor voldoende ontlading alvorens te laden.</li> </ul> <p>Levensduur: 500 tot 1000 cyclussen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wanneer men langer laad dan wordt alle stroom omgezet in warmte. Een accu die warm wordt is dus vol. (voelen mag men niet als meetinstrument gebruiken)</li> <li>• Laden met een snellader: laden met een stroom hoger als 1/10 C. ( 0,2 tot 0,4C) Dit betekend dat de accu sneller vol is. Let op veel accu's kunnen bij overladen met een stroom hoger dan 1/10 C stuk gaan.</li> <li>• Onderhoudsladen: met een stroom van 0,05C continu om de accu vol te houden. (druppelladen)</li> </ul>	<p>nagenoeg gelijk blijft.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij geheugeneffect eerst volledig ontladen en daarna laden.</li> <li>• Laat een toestel niet aan staan indien er NiCd cellen inzitten. Langdurig op 0 Volt betekend vaak het einde van de accu.</li> <li>• Bij langdurige ontlading, kan er ompoling van de accu optreden. Met een kortdurende stroomstoot van 2 x de accu capaciteit kan het zijn dat de accu zich weer richt. (best is dat te doen op de cel die omgepoold is.</li> <li>• Zet geen cellen met verschillende capaciteiten in serie.</li> </ul>



Dubbel gesinterde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kunnen tegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deze cellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laden enkel met een</li> </ul>
Soort accu	eigenschappen	Hoe te laden	Let op!
NiCd cellen (specifiek van <b>Sanyo</b> vanaf capaciteiten 1700mA, lees wel de specificaties eerst)	<p>diepontlading, sterker nog ze kunnen tegen ompolen. Leg deze accu's weg met een weerstand van 11 Ohm 10 watt per 2 Cellen. Daardoor blijven de cellen actief. Pas op weerstand zal in het begin warm worden, Let op waar je hem weglegt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dit zijn accupacks wanneer je veel en snel vermogen nodig hebt en wanneer je de accupacks snel op wilt laden.</li> </ul>	<p>moet men om de hoogste capaciteit er uit te kunnen halen ten alle tijden snel laden met een hoge stroom, boven de 4,5 A anders worden ze lui.</p>	<p>automatische lader, delta Peak om overladen te voorkomen.</p>
NiMH-accu, (nikkel-metaal-hydride)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geen geheugen effect</li> <li>Meer capaciteit bij een kleinere afmeting.</li> <li>500 tot 1000 keer laden / ontladen.</li> <li>Zelfontlading ongeveer 1% per dag</li> <li>1,2 V /cel</li> </ul> <p><b>Nadelen t.o.v. NiCd:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>spanning zakt bij belasten iets verder dan NiCd.</li> <li>Kunnen niet zulke hoge belastingstromen aan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laden met stroom niet hoger dan 1C.</li> <li>Lader zelfde als bij NiCd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cellen zijn lichter, waardoor er minder gewicht is.</li> <li>Huidige cellen mogen met niet meer dan 1C geladen worden</li> </ul>

Li-Ion accu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grote capaciteit, in vergelijking met zijn afmetingen.</li> <li>• Kleine zelfontlading.</li> <li>• Geen geheugen-effect.</li> </ul> <p>Nadelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoge kostprijs</li> <li>• Korte levensduur</li> <li>• Kans op</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laadt een actief gebruikte Li-Ion zo vaak als mogelijk op</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorkom diep ontlading</li> <li>• Voor langdurige opslag de accu niet meer dan 40% lading geven en bewaren in een droge koele ruimte, niet zonder koelbox in de koelkast en nooit in de vriezer.</li> </ul>
-------------	--	---	--

Soort accu	eigenschappen	Hoe te laden	Let op!
	<p>diepontlading</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niet milieuvriendelijk</li> <li>• Gevallen van <a href="#">explosie</a></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hou de accu te allen tijde koel, laat je accu beslist niet in een stilstaande zonnig geparkeerde</li> <li>• Koop geen Li-Ion accu op voorraad. De levensduur na assemblage is 3-5 jaar, ongeacht of je 'm nu veel, weinig of totaal niet gebruikt.</li> <li>• Let op de productiedatum bij aanschaf van een nieuwe of 2e-hands accu. Laat winkeldochters en beursaanbiedingen bij twijfel maar liever liggen.</li> </ul>

Tabel 1 (MBVA, 2018)

**Laden van de Accu:** bij het laden van de accu moet gelet worden op de polariteit, niet elke lader is hiertegen beschermd. Tijdens het laden van de accu mag de accu niet worden losgekoppeld van de lader. Ook dit heeft een negatief resultaat op de levensduur. De accu moet volledig geladen zijn voordat deze losgekoppeld wordt. Een kant en klaar gekochte accu is opgebouwd uit gelijke cellen welke door de fabrikant geselecteerd zijn.

Bij een loodaccu is de laadspanning mede afhankelijk van de omgevingstemperatuur: Bij 20 graden Celsius is de benodigde aangelegde spanning 2,3V. Neem een acculader welke automatisch afschakelt bij het bereiken van de lading eindspanning 13,8 V.

**Soorten Laders:** Naast de verdeling constante gelijkspanningslader voor loodaccu's en de constante gelijkstroom lader voor NiCd/NiMH cellen. Kan men de stroombronladers ook anders verdelen. Namelijk:

<b>Lader met timer</b>	<b>Delta-Peak lader</b>	<b>power flex ( Reflex)lader</b>
In een vooraf ingestelde tijd wordt de accu geladen.	Lader kijkt naar spanningsverloop van de accu en schakelt af wanneer de max. capaciteit bereikt is.	Lader welke laad met een positieve puls gevolgd door een negatieve. Dit om het geheugeneffect van een accu tegen te gaan
<b>Lader met timer</b>	<b>Delta-Peak lader</b>	<b>power flex ( Reflex)lader</b>
Nadeel is: wanneer je de stroom te hoog instelt beschadig je de accu, te laag dan is de accu niet vol. Wat resulteert in een kortere levensduur van de accu.	Nadeel(tje): de lader schakelt altijd pas uit nadat het hoogste punt bereikt is. Hij zou net voor dat punt moeten uitschakelen	Nadeel is dat deze laders de aangelegde cellen soms niet goed herkend wat resulteert in een achteruitgang van de capaciteit. ( Dit kan bij de huidige laders al verbeterd zijn)
Beter is dan nog een lader te kopen zonder timer en gewoon op 1/10 C op te laden. Dit gedurende 14 tot 15 uur. Als je je daaraan houdt zal de accu een lang leven hebben. ( mits geen accupack die snel geladen moet worden, dubbel gesinterde NiCd)	Voordeel is dat je de accu's snel op kunt laden. Let er wel op of je accu het kan verdragen om snel op te laden. (gebruikshandleiding accu ).  Nadeel een volledig lege accu wordt niet opgeladen. Zet hem dan even gedurende een 10 tal minuten op een lader met een 2 C stroom	Voordeel is dat je de accu's snel op kunt laden.

Tabel 2 (MBVA, 2018)

Waar ook aandacht op gevestigd moet worden is of er netspanning is om de accu op te laden of de accu opgeladen moet worden door een andere spanning. Indien dit zo is, moet er een andere oplossing worden bedacht.

Waar ook aan gedacht moet worden, is een lader waarbij je de stroom kunt aanpassen aan de capaciteit van de accu. Let er dan wel op dat je met  $1/10\text{ C}$  van de accu laad gedurende ongeveer 14 uur. Dus neem een lader met een instelbare keuze van de stroom. Nadeel van een “niet zelf controlerende” lader is dat men een fout kan maken, waardoor je (dure) accu's stuk kunnen gaan.

## 4 Conclusie

Uit onderzoek is gebleken dat de gebruikelijke bipolair stappenmotor gebruikt moet worden, omdat dit de meest gebruikelijke en verkrijgbare stappen motor is. De aanwezige stappenmotor nema 17 die op de frame is gemonteerd en die gebruikt moest worden, is een bipolair stappenmotor. De A4988 driver die aanwezig is, is ook een bipolair stappenmotor driver. Om zo nauwkeurig mogelijk te kunnen encoden zal de Makeblock-Me Encoder motor-driver kunnen worden gebruikt, maar de encoder gebruikt ook een rotary encoder. Omdat er al een motordriver aanwezig is, kan er een code worden geschreven voor de rotary encoder. Dit zal dan een goedkope en ook een betrouwbare oplossing zijn voor het encoden. Het kiezen van een accu is niet eenvoudig, als er een accu gekozen zal moeten worden zal die een groot genoeg capaciteit moeten hebben om 30 baby's te moeten scannen. De scanner gebruikt in totaal ongeveer 800 mAh, een scan duurt ongeveer 5 minuten. Dat zal ongeveer 2,5 uur aan scans zijn. De ontlading van de accu is niet belangrijk, omdat het een keer per maand gebruikt zal worden. In onze project is er toch voor gekozen om geen accu te gebruiken, omdat het een prototype is. Er een adapter gekozen van 24 Volt.