

Het "Voice Coil Actuator" Verhaal.

Moet je dit lezen?

Hoe we ertoe gekomen zijn om zelf onze Voice-Coil-Actuator te ontwerpen kan als achtergrond informatie voor sommige geïnteresseerden interessant zijn. Indien je over dit onderwerp dus graag meer weet, neem dan even de tijd om de tekst hieronder te lezen.

Waar dient het voor?

Als een instructie gegeven wordt om een piano of accordeon toets in te drukken of om op een trommel te slaan hebben we iets nodig om die beweging uit te voeren. Onze voorouders ontwikkelde daarvoor een technologie bestaande uit aan elkaar gelijkde houten en lederen onderdelen die door lucht aangedreven werden. Een van de meest bekende voorbeelden van zo'n constructie is een balg. Als er lucht in een balg geblazen wordt, dan worden de 2 houten planken uit elkaar geperst en krijgen we een beweging. Deze beweging is zeer "analoog" met vele voordelen: weinig achtergrond geluid tijdens werking, een zeer gelijkmatige beweging, zeer taai en betrouwbaar over tijd. Maar het heeft ook nadelen: Het is relatief traag en je hebt een veer of zwaartekracht nodig om de balg terug in zijn startpositie te brengen. Het is ook moeilijk om de kracht en positie exact te controleren, en het is een redelijk uitgebreide constructie.

Toen elektriciteit en zijn partner magnetisme het levenslicht zagen duurde het niet lang alvorens ook een elektromagneet ontwikkeld werd. Als stroom op een spoel met koper draad gezet wordt, dan wordt dat spoel magnetisch. Als je dan een metalen kern in dat spoel steekt krijg je beweging omdat de metalen kern aangetrokken wordt door het magnetisch veld. De elektromagneet heeft voordelen over de balg: het is kleiner en dus makkelijker in een ontwerp te implementeren, en je kan de magneetkracht controleren door meer of minder stroom op het spoel te zetten. Maar er zijn ook nadelen. Zo heb je ook in deze constructie een veer nodig om de metalen kern terug naar zijn startpositie te bewegen.

Erger is de eigenschap dat de kracht over de afgelegde beweging niet lineair (gelijkmatig) is. Anders gezegd, met een constante stroom zal de kracht zwak zijn als de kern het verst van het spoel (magneet) is, en exponentieel sterker worden naarmate de kern dichterbij de buurt van het spoel komt. Dit maakt het zeer moeilijk

om de kern met precisie te bewegen. Stel je voor dat je arm 1 kg kan opheffen als hij beneden is, maar dat de kracht exponentieel opbouwt naar 100 kg als je arm boven is. Dan zou het zeer lastig zijn om iets gelijkmatig op te heffen.

De inertie (massa traagheid) van de (zware) metalen kern betekend dat snel starten lastig is (ook omdat de constructie het zwakst is in zijn startpositie), en eens in beweging moeilijk te stoppen (ook omdat je geen controle hebt over het stoppen). Eigenlijk stopt deze auto altijd door tegen de boom te botsen, want hij heeft geen remmen.

Gelukkig is er een oplossing voor al deze problemen: de Voice Coil Actuator (VCA).

Wat is een VCA, en hoe werkt het?

De naam komt van de meest gebruikte applicatie: de luidspreker. Een spoel (coil) beweegt de conus van de luidspreker om een stem (voice) te versterken, dus vandaar de naam Voice(stem)-Coil(spoel).

Om een luidspreker te ontwikkelen stonden de ontwerpers voor een aantal serieuze problemen. Ze moesten snelle geluidsgolven (tot 20Khz, of 20.000 heen en weer bewegingen elke seconde) kunnen nabootsen, en dit zonder enig achtergrond geluid toe te voegen.

Daarvoor ontwikkelde zij de Voice Coil Actuator. Het onderliggend principe is zeer simpel: Een spoel word opgesteld in een permanent magnetisch veld. Als er stroom op het spoel gezet wordt krijgen we een tweede magnetisch veld dat inwerkt op het (eerste) permanent magnetisch veld. Deze velden duwen zich van elkaar af, en als de polariteit van de stroom wordt omgedraaid, trekken zich naar elkaar toe, en we hebben een beweging.

Wat zijn de voor en nadelen?

Over de praktische voordelen van een VCA's kunnen we kort zijn: gewoon geweldig! Het spoel beweegt in een magnetisch veld en raakt niets, dus er is geen wrijving, er zijn geen bijgeluiden en er is geen slijtage aan deze bewegende onderdelen. De zware delen zoals de metalen behuizing en het magnetisch materiaal zijn niet bewegend. Het bewegend deel is het spoel, het minst zware deel van de constructie. Dit betekend

lage massa met snelle reactie als resultaat.

Een van de grootste voordelen is dat de VCA zo goed als 100% lineair is. Dit betekent dat, ongeacht de positie van het spoel, de stroom die op het spoel gezet wordt altijd dezelfde kracht geeft. Dit maakt alle verschil als je vanuit je sturing de beweging wil controleren. Je kan immers op voorhand veel beter voorspellen welke kracht nodig is om een bepaalde beweging te verkrijgen.

Dus niets dan voordelen zou je denken. Maar als je begint met de oefening om een VCA te integreren in je eigen ontwerp loop je snel tegen een aantal serieuze problemen aan.

Hoge kostprijs.

De allereerste en grootste uitdaging was ook verrassend: de prijzen van deze VCA's liggen zeer hoog. Hoe kan het dat 50€ kostende luidspreker met al zijn onderdelen (spoel, magneet, conus, rubbers, metalen behuizing etc.) maar 1/10de kost van een aantal onderdelen die in dezelfde luidspreker zit: een spoel, een magneet en een metalen behuizing. En die losse onderdelen kunnen op zich niet gebruikt worden. Je moet zelf nog een geleiding voorzien, een manier om stroom naar het bewegend spoel te brengen, en dan alles zien in elkaar te zetten tot een werkende constructie.

Dan, eens je zo'n VCA werkend hebt heb je zoals bij een luidspreker een driver nodig, dus een versterker. En als je met deze beweging iets praktisch wil doen moet je weten waar je in je beweging bent, dus moet je een bewegings-detector toevoegen. Om dat alles dan aan te sturen heb je dan ook nog een intelligente terugkoppel systeem nodig die de positie minstens 2.000 keer per seconde meet en bijstuurt.

Wil je al die leuke dingen kant en klaar kopen gaat dat snel duizenden Euro's kosten voor één systeem. Dat ligt wel erg ver verwijderd van de paar tientallen Euro's dat een balg of elektro-magneet kost. Op het moment dat je dat vaststelt lijkt het, ondanks alle voordelen die een VCA met zich meebrengt, niet realistisch om zo'n duur onderdeel als vervanging van de bestaande systemen te overwegen.

Hoe zijn de kosten te verlagen?

We zijn nu een aantal jaren verder en we hebben heel wat onderzoek gedaan. We

hebben veel geleerd, veel prototypes gemaakt, en hebben nu 2 ontwerpen (1 lineair en 1 roterend) die binnenkort klaar zijn voor beta-tests. En ze zien er veel belovend uit.

Wat de prijs van de onderdelen betreft weten we nu dat 500€ voor een spoel, een magneet en een metalen behuizing veel te duur is als je alleen de materialen incalculeert. Maar we weten nu ook dat er andere factoren zijn die de prijs van het eindproduct serieus kunnen beïnvloeden.

- **Gerechtskosten:** Het is begrijpelijk dat bedrijven hun ideeën willen beschermen, maar dat kan alleen door zeer dure patenten, en die beschermen eigenlijk alleen hen die zich de beste advocaten kunnen veroorloven. Wij hebben onze ontwerpen wel geregistreerd maar zien verder geen heil in dure legale bescherming op kosten van onze klanten.
- **Ontwerp kosten:** Als we naar de tijd kijken dat wij gespendeerd hebben aan onze ontwikkeling, en als je die tijd moet doorrekenen aan ingenieurs tarief terwijl een VCA niet echt een "massa productie" item is, dan verhogen deze ontwerp kosten de eindprijs gevoelig. Er kan ook geopteerd worden om de VCA's een dure keurings-procedure te laten doorlopen zodat ze bv. kunnen gebruikt worden in medische apparatuur, wat ook weer doorweegt op de eindprijs.
- **Te hoge (en dure) specificaties:** Wanneer zijn de specificaties goed genoeg? Is een resolutie van een miljoenste van een millimeter wel nodig voor elke toepassing? Wie heeft al die super specificaties nodig als je met een trommelstok op een trommel wil slaan? Is er geen markt waar een resolutie van een tiende of een honderdste van een millimeter meer dan goed genoeg is?

Wat niet wil zeggen dat het slaan op een trommel dan weer zo simpel is. Daar is de kracht van een menselijke arm voor nodig, en in onze orgels slaan percussie instrumenten miljoenen keren. Het ontwerp moet dus van zeer hoge kwaliteit en betrouwbaarheid zijn. Alleen moet het niet over gespecificeerd zijn waar het niet nodig is.

Ook de elektronica heeft grote stappen vooruit gezet in de laatste paar jaar. Nu kan je brug-drivers (versterkers) in module vorm vinden die een paar Euro kosten. Er zijn nu processoren in dezelfde prijsklasse die de kracht hebben van een hele PC van enkele jaren geleden.

Wij hebben al deze goodies weten te integreren in een compleet werkend geheel: VCA's met geïntegreerde geleidingen, bewegings-sensor, kracht sturing en controller. Een geheel werkend systeem dat minder kost dan de 500€ die andere bedrijven aanrekenen voor een paar losse onderdelen.

We hebben deze VCA's voor eigen gebruik ontworpen, en we kijken met spanning uit naar het moment dat we ze gaan gebruiken. Het zal een van de grootse verbeteringen in muzikale mogelijkheden van onze orchestrion's zijn sinds onze familie ze begon te bouwen meer dan 100 jaar geleden.

Zijn er nog toepassingen voor de VCA buiten onze geautomatiseerde instrumenten?

We zijn er van overtuigd dat veel andere ontwerpers met hetzelfde probleem worstelen dan wij enkele jaren geleden: waar kunnen we een betaalbare en werkende VCA vinden met de juiste specificaties voor ons ontwerp. Wel, voor hen is er misschien goed nieuws: we hebben besloten om onze VCA's ook aan te bieden als een los onderdeel voor gebruik buiten onze instrumenten. En nu dat we zoveel geleerd hebben over VCA's kunnen we ook onderdelen toeleveren vergelijkbaar met die van andere fabrikanten als de aantallen hoog genoeg zijn om de start-up kosten te verantwoorden.

We verwachten dat de huidige beta modellen in productie gaan tegen het eind van dit jaar. Als er interesse is om meer te weten over onze VCA's, vul dan gerust het formulier in met eventuele vragen, dan kijken wij graag wat we kunnen doen om U verder te helpen met Uw project.

Het DECAP VCA design team.