

Besturing voor een pijporgel (1)

Ton Valkenburgh

Spelen met microcontrollers

In een serie artikelen bespreek ik hoe je met moderne componenten een MIDI-besturing voor een pijporgel kunt realiseren.

1. Inleiding

Een aantal jaren geleden zocht ik al een tijd naar een interessant project om eens iets met microcontrollers te doen. Jaren geleden, toen de 8-bit microprocessor net op de markt was gekomen, had ik voor mijn werk projecten gedaan met een single chip Fairchild F8 en de Zilog Z80.

De combinatie van hardware en software heb ik, als elektronicus in hart en nieren, altijd het boeiendst gevonden. Echter, omdat ik vind dat als je iets maakt het ook nut moet hebben, kon ik maar niet iets voor mijzelf bedenken wat ik niet zomaar kon kopen of wat een zodanige prijs had dat je het toch niet zou aanschaffen. Tot mijn geluk werd mij gevraagd of ik iemand wist die kon helpen bij het maken van een MIDI-besturing voor een pijporgel. Ik kreeg een prachtig project zomaar in de schoot geworpen. Het paste precies bij mijn interesses: muziek en programmeren van microcontrollers.

Het eerste wat ik deed was duiken in mijn boek over muziek-instrumenten en zoeken naar de specifieke eigenschappen van een pijporgel. Ik moest mij het idioom van pijporgels eigen maken. Dat wijkt toch wel af van wat ik als gitarist gewend ben.

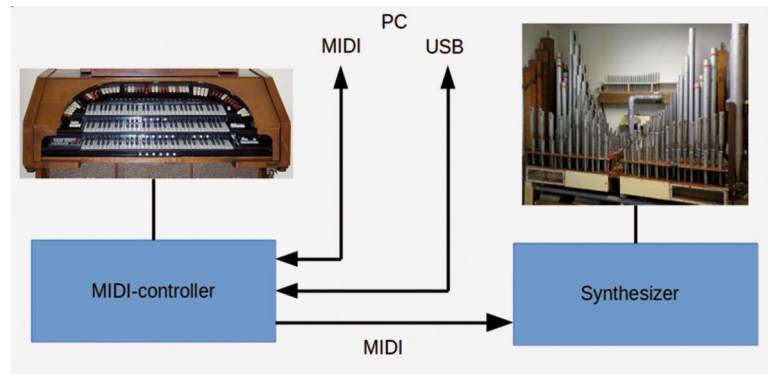
Het doel bleek een zelfgebouwd orgel te zijn dat een plek in de garage had gekregen en dat uit meer dan 400 pijpen bestond. Dat is toch wel veel om met een microcontroller aan te sturen. Dus dat is piekeren hoe dit op een goede manier is te realiseren. Daarbij moet wel rekening worden gehouden met de genen van een hobbyist. Die is altijd 'rupsje-nooitgenoeg': die wil altijd meer! Dat vereist dus een flexibele oplossing, zodat de besturing makkelijk is uit te breiden.

2. Opzet

De besturing moet dus modulair zijn. Zowel bij de hardware als bij de software. De modules die gerealiseerd worden moeten met elkaar communiceren. Het handigst is om daarvoor bestaande protocollen te gebruiken. Het wiel opnieuw uitvinden is niet gewenst.

Het bespelen van het orgel gebeurt vanaf een bestaand elektronisch orgel. De klavieren en pedalen hebben vrije contacten beschikbaar die gebruikt kunnen worden. Een MIDI-controller moet de stand van de contacten bijhouden en omzetten in MIDI-signalen voor de besturing (synthesizer) van de pijpen. Tussen de MIDI-controller en de synthesizer-controller wordt een standaard MIDI-verbinding gebruikt. Dit heeft als bijkomend voordeel dat de besturing van de pijpen los te testen is met een pc of MIDI-keyboard. Uiteraard moet een pc of laptop ook aangesloten kunnen worden om MIDI-berichten op te nemen en af te spelen.

Globaal ziet het er dan als volgt uit:



Afbeelding 1: Globale opzet

Het voordeel van deze opzet met een MIDI-verbinding tussen MIDI-controller en synthesizer is, dat eenheid met de klavieren en pedalen voor het bespelen van het orgel zich niet direct naast de pijpen behoeft te bevinden. Tot zover eigenlijk niets bijzonders. Nu moet er een flexibele oplossing voor de MIDI-controller en synthesizer-controller worden gevonden.

3. De pijpen

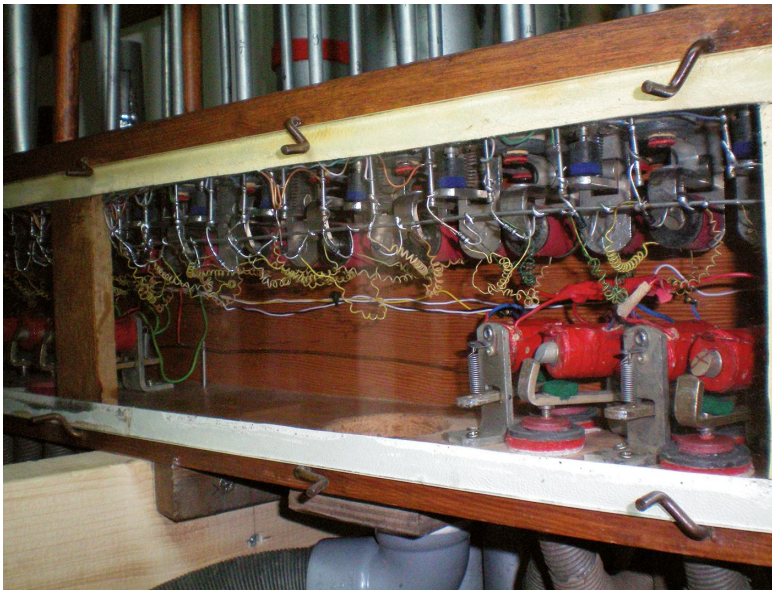
Om geluid uit de pijpen te krijgen moet een luchtstroom worden aangezet. De luchtstroom wordt opgewekt met een windmachine.



Afbeelding 2: Windmachine

Voor het manipuleren van de luchtstroom worden magneetventielen gebruikt. Dit is een elektro-pneumatisch systeem. Er zijn twee uitvoeringen: direct en indirect. De indirecte wordt gebruikt bij grotere pijpen.

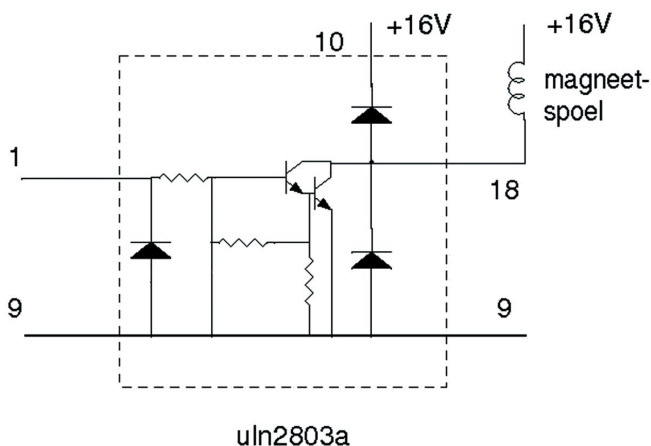
De elektromagneten werken op 16V= en zitten aan de onderkant van een windlade (zie afbeelding 3). De bedrading gaat naar een print met drivers waarop later de synthesizer-controller wordt aangesloten.



Afbeelding 3: Ventielen

De druk bij een kerkorgel is gemiddeld 60-80 mm waterkolom. Voor de afstelling is 75 gekozen, dat is 7,5 mbar. Deze druk zorgt voor een stevig geluid. De luchtdruk wordt constant gehouden met behulp van een windbalg of reguleur. De uitloop van de windmachine heeft in het kanaal een rolgordijn. Als de balg omhoog staat dan is deze dicht. Naar beneden gaat het rolgordijn omhoog en wordt er meer lucht geleverd onder dezelfde druk.

De winddruk van de reguleur wordt met de vier tegels afgesteld. Hierop is de pneumatische tremulant¹ voor het vibrato gemonteerd. Dit is een langzame, waardoor het geluid van een theaterorgel heel goed wordt benaderd. De elektromagneten voor de pijpen en de tremulant worden aangestuurd via drivers van Texas Instruments (Zie afbeelding 4). Hierdoor wordt een aanpassing verkregen van de signalen van de digitale elektronica (5 volt=) naar de hogere spanning (16 volt=).



Afbeelding 4

Bij een theaterorgel zijn niet alleen pijpen aanwezig, maar ook bijvoorbeeld een trommel, celesta en triangel. Deze moeten met een puls worden aangestuurd.

De pijpaaanstuuringen worden gegroepeerd in modules. Deze modules worden opgenomen in een Euro-rek. Het aantal pijpen dat kan worden aangestuurd per module wordt bepaald bij de uitwerking van het ontwerp van de modules. De Synthesizer-controller wordt via een standaard MIDI-kabel aangestuurd vanuit de MIDI-controller.

1 (muziek) orgelregister dat een trillend geluid veroorzaakt

4. De klavieren en pedalen

Het orgel heeft drie manualen met ieder 61 toetsen. We gebruiken namelijk de manualen en het pedaal van het Conn 651-orgel. De laagste toets van de manualen en het pedaal is een c. De actuele hoogte van de toon voor de aangeslagen toets wordt bepaald door het gekozen register.

Het bovenste manuaal is ook verbonden met een Roland D110 soundmodule. Oorspronkelijk is de aansturing van de D110 geheel los van het pijporgel gerealiseerd. Het zal echter in het ontwerp worden geïntegreerd.



De manualen van het Conn-orgel hebben contacten die een gemeenschappelijke rail hebben. Daardoor kunnen de contacten niet in een matrix worden opgenomen. De besparing aan ingangen die met een matrix wordt verkregen is hier dus niet mogelijk. De registers worden gekozen met druktoetsen waarin een led is opgenomen. Om flexibel te zijn worden de leds apart aangestuurd vanuit de MIDI-controller. Bij het bovenste manuaal is voldoende ruimte om extra contacten aan te brengen. Voor de D110 zijn de contacten in een diode-matrix opgenomen. We zullen dit ook gebruiken als we de D110 integreren in ons ontwerp.

Per manuaal wordt een module gerealiseerd die alle functies voor het manuaal afhandelt: toetsen, registers en leds.

Voor het pedaal (32 contacten) wordt een kleinere module ontworpen, die ook de stand van de twee zwelpedalen (volumepedalen) van het Conn-orgel kan meten. Hiervoor worden draadgewonden potentiometers verbonden met de zwelpedalen. Met behulp van analoge ingangen op een microcontroller wordt dan de stand van de potentiometer gemeten.

5. Nawoord

Hiervoor is een globale opzet van de gewenste besturing besproken. Dat ziet er nog niet echt ingewikkeld uit. De splitting tussen MIDI-controller en synthesizercontroller maakt een stapsgewijze uitvoering mogelijk waarbij ook stapje voor stapje modules kunnen worden getest. Zoals altijd zitten de problemen in het uitvoeren van de details. De kunst is om het grote aantal in- en uitgangen op een efficiënte manier te realiseren. Daarover gaan de volgende artikelen.

De volgende keer wordt de besturing van de pijpen behandeld.