



2023

8. Analooq vs. Digitaal

R2: SCRAPY-gids

Projectnummer: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**



 **Co-funded by
the European Union**

De steun van de Europese Commissie voor de productie van deze publicatie houdt geen goedkeuring in van de inhoud, die uitsluitend de standpunten van de auteurs weergeeft, en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor het gebruik van de informatie die erin is vervat.

ECAM EPMI
30/04/2023



Inhoudsopgave

1 Inleiding.....	2
2 Analoge signalen.....	2
2.1 Analoge signaalgrafieken.....	3
2.2 Voorbeeld analoge signalen.....	3
3 Digitale signalen.....	3
3.1 Voorbeeld van digitale signalen	4
4. Analoge en digitale schakelingen	5
4.1 Digitale elektronica	6
4.2 Analooq en digitaal gecombineerd	6
5 Conclusie	7

1 Inleiding

We leven in een analoge wereld. Er zijn oneindig veel kleuren om een voorwerp te schilderen (zelfs als het verschil niet waarneembaar is voor ons oog), er zijn oneindig veel tonen die we kunnen horen en oneindig veel geuren die we kunnen ruiken. Al deze analoge signalen hebben gemeen dat ze oneindig veel mogelijkheden hebben.

Digitale signalen en objecten bevinden zich in het domein van het discrete of eindige, wat betekent dat er een beperkte reeks van waarden is die ze kunnen zijn. Dat kunnen slechts twee totale waarden zijn, 255, 4.294.967.296, of wat dan ook zolang het niet ∞ (oneindig) is.



Objecten uit de echte wereld kunnen gegevens weergeven en input verzamelen op analoge of digitale wijze. (Van links naar rechts): Klokken, multimeters en joysticks kunnen allemaal een van beide vormen aannemen (analoog boven, digitaal onder).

Werken met elektronica betekent omgaan met zowel analoge als digitale signalen, ingangen en uitgangen. Onze elektronica-projecten moeten op de een of andere manier communiceren met de echte, analoge wereld, maar de meeste van onze microprocessoren, computers en logische eenheden zijn puur digitale componenten. Deze twee soorten signalen zijn als verschillende elektronische talen; sommige elektronische componenten zijn tweetalig en andere kunnen slechts één van de twee begrijpen en spreken.

In deze les behandelen we de basisprincipes van zowel digitale als analoge signalen, met voorbeelden van beide. We bespreken ook analoge en digitale schakelingen en componenten.

2 Analoge signalen

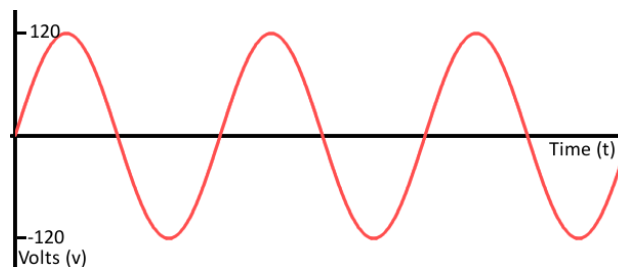
Definiëren: Signalen

Voordat we te veel verder gaan, moeten we het even hebben over wat een signaal is, in het bijzonder elektronische signalen (in tegenstelling tot verkeerssignalen, albums van de uiteindelijke stroomtrio, of een algemeen communicatiemiddel). De signalen waar we het over hebben zijn tijdsvariërende "grootheden" die een soort informatie overbrengen. In de elektrotechniek is de hoeveelheid die in de tijd varieert meestal spanning (zo niet, dan meestal stroom). Dus als we het over signalen hebben, zie ze dan als een spanning die in de tijd verandert.

Signalen worden doorgegeven tussen apparaten om informatie te verzenden en te ontvangen, bijvoorbeeld video, audio of gecodeerde gegevens. Meestal worden de signalen door draden verzonden, maar ze kunnen ook door de lucht gaan via radiofrequentiegolven (RF). Audiosignalen kunnen bijvoorbeeld worden verzonden tussen de audiokaart van je computer en de luidsprekers, terwijl gegevenssignalen door de lucht kunnen worden verzonden tussen een tablet en een Wi-Fi-router.

2.1 Analoge signaalgrafieken

Omdat een signaal varieert in de tijd, is het handig om het uit te zetten in een grafiek waarbij de tijd wordt uitgezet op de horizontale x-as en de spanning op de verticale y-as. Kijken naar een grafiek van een signaal is meestal de eenvoudigste manier om vast te stellen of het analoog of digitaal is; een tijd-tegen-spanningsgrafiek van een analoog signaal moet vloeiend en continu zijn.



Analoge signaalgrafieken

Hoewel deze signalen beperkt zijn tot een bereik van maximum- en minimumwaarden, zijn er nog steeds een oneindig aantal waarden binnen dat bereik. Bijvoorbeeld, de analoge spanning die uit je stopcontact komt kan geklemd zijn tussen -120V en +120V, maar als je de resolutie steeds verder verhoogt, ontdek je een oneindig aantal waarden dat het signaal kan zijn (zoals 64,4V, 64,42V, 64,424V, en oneindig veel, steeds preciezere waarden).

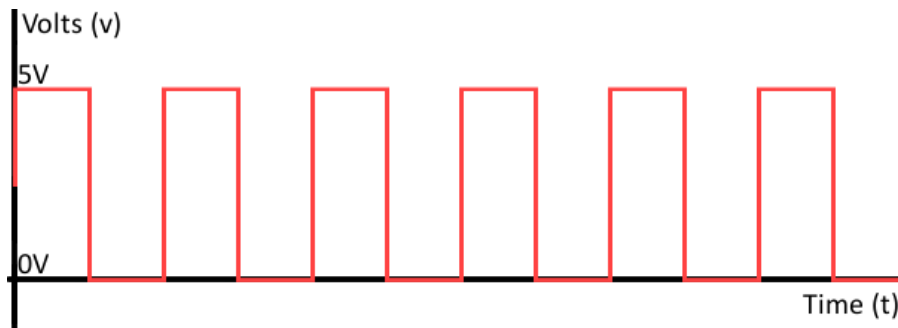
2.2 Voorbeeld van analoge signalen

Video- en audiotransmissies worden vaak overgedragen of opgenomen met behulp van analoge signalen. De composiet video die bijvoorbeeld uit een oude RCA-aansluiting komt, is een gecodeerd analoog signaal dat meestal tussen 0 en 1,073V ligt. Kleine veranderingen in het signaal hebben een enorm effect op de kleur of locatie van de video.

Zuivere audiosignalen zijn ook analoog. Het signaal dat uit een microfoon komt zit vol analoge frequenties en harmonischen, die samen prachtige muziek maken.

3 Digitale signalen

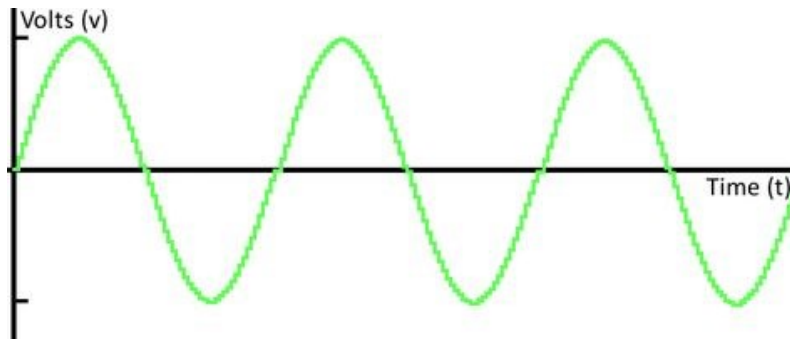
Digitale signalen moeten een eindige verzameling waarden hebben. Het aantal waarden in de verzameling kan liggen tussen twee en een-zeer-groot-getal-dat-niet-oneindig is. Meestal hebben digitale signalen een van twee waarden, zoals 0V of 5V. Timinggrafieken van deze signalen zien eruit als vierkante golven.



Digitale signalen

weergave van een analoge golfvorm. Van veraf gezien lijkt de onderstaande golffunctie misschien glad en analoog, maar als je goed kijkt zie je kleine discrete stapjes als het signaal probeert om

benaderende waarden:



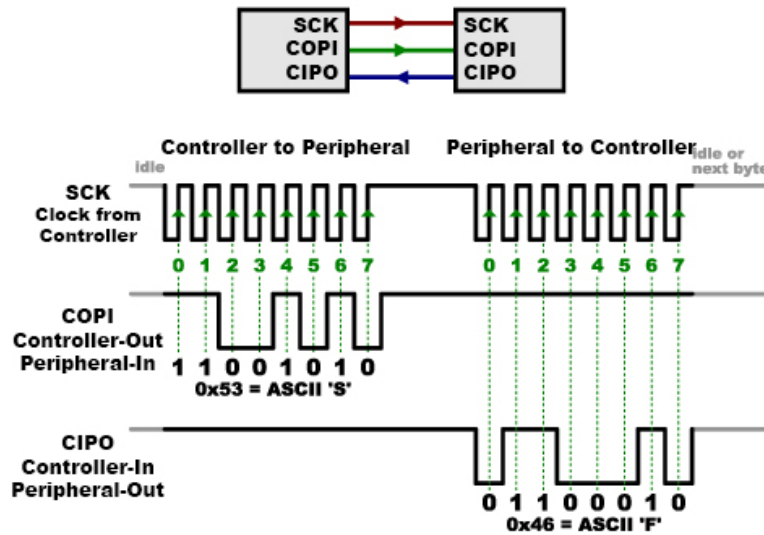
Analoge signalen

Dat is het grote verschil tussen analoge en digitale golven. Analoge golven zijn vloeiend en continu, digitale golven zijn stapsgewijs, vierkant en discreet.

3.1 Voorbeeld van digitale signalen

Niet alle audio- en videosignalen zijn analoog. Gestandaardiseerde signalen zoals HDMI voor video (en audio) en MIDI, I2S of AC'97 voor audio worden allemaal digitaal verzonden.

De meeste communicatie tussen geïntegreerde schakelingen is digitaal. Interfaces zoals serieel, I2C en SPI verzenden allemaal gegevens via een gecodeerde opeenvolging van vierkante golven.

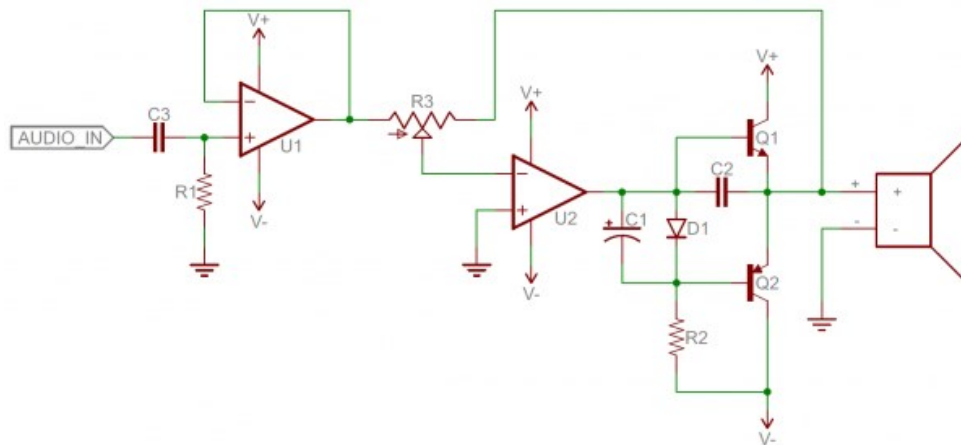


De seriële perifere interface (SPI) gebruikt veel digitale signalen om gegevens te verzenden tussen apparaten.

4. Analoge en digitale schakelingen

Analoge elektronica

De meeste fundamentele elektronische componenten -- weerstanden, condensatoren, spoelen, diodes, transistors en operationele versterkers -- zijn allemaal inherent analoog. Schakelingen die gebouwd zijn met een combinatie van alleen deze componenten zijn meestal analoog.



Analoge schakelingen zijn meestal complexe combinaties van opversterkers, weerstanden, kapjes en andere elektronische basiscomponenten. Dit is een voorbeeld van een analoge klasse B audioversterker.

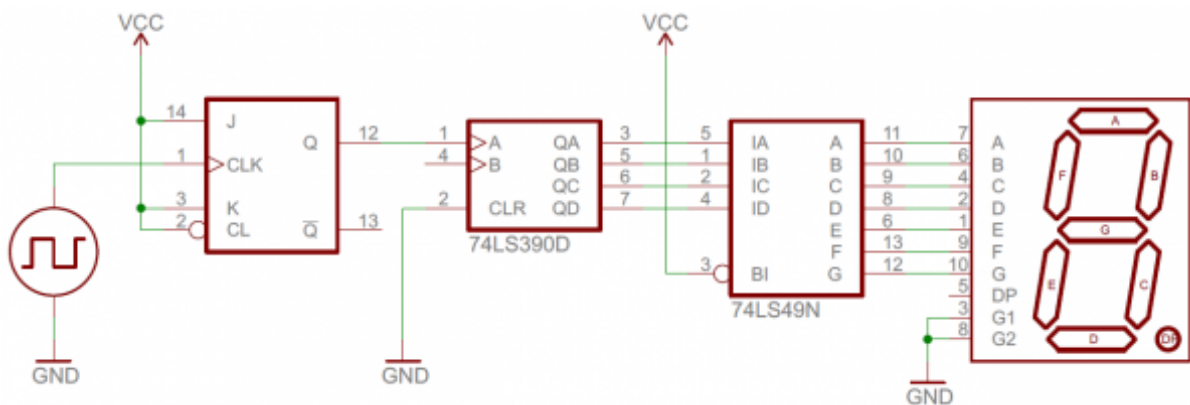
Analoge schakelingen kunnen zeer elegante ontwerpen zijn met veel componenten, of ze kunnen heel eenvoudig zijn, zoals twee weerstanden die samen een spanningsdeler vormen. Over het algemeen zijn analoge schakelingen echter veel moeilijker te ontwerpen dan schakelingen die dezelfde taak digitaal uitvoeren. Er is een speciaal soort analoge

schakeltoevenaar voor nodig om een analoge radio-ontvanger of een analoge batterijlader te ontwerpen; er bestaan digitale componenten om die ontwerpen veel eenvoudiger te maken.

Analoge schakelingen zijn meestal veel gevoeliger voor ruis (kleine, ongewenste variaties in de spanning). Kleine veranderingen in het spanningsniveau van een analoog signaal kunnen aanzienlijke fouten veroorzaken tijdens de verwerking.

4.1 Digitale elektronica

Digitale schakelingen werken met digitale, discrete signalen. Deze schakelingen bestaan meestal uit een combinatie van transistors en logische poorten en, op een hoger niveau, uit microcontrollers of andere computerchips. De meeste processoren, of het nu grote processoren in je computer zijn of kleine microcontrollers, werken in het digitale domein.



Digitale schakelingen maken gebruik van componenten zoals logische poorten of meer ingewikkelde digitale IC's (meestal voorgesteld door rechthoeken met gelabelde pinnen die eruit steken).

Digitale schakelingen gebruiken meestal een binair schema voor digitale signalering. Deze systemen wijzen twee verschillende spanningen toe als twee verschillende logische niveaus -- een hoge spanning (meestal 5V, 3,3V of 1,8V) vertegenwoordigt de ene waarde en een lage spanning (meestal 0V) vertegenwoordigt de andere.

Hoewel digitale schakelingen eenvoudiger te ontwerpen zijn, zijn ze vaak wel iets duurder dan een analoge schakeling met dezelfde taak.

4.2 Analooq en digitaal gecombineerd

Het is niet zeldzaam om een mengeling van analoge en digitale componenten in een schakeling te zien. Hoewel microcontrollers meestal digitale beesten zijn, hebben ze vaak interne schakelingen waarmee ze kunnen interfaceren met analoge schakelingen (analoog-digitaalvormers, pulsbreedtemodulatie en digitaal-naar-analoogvormers. Met een analoog-digitaalvormer (ADC) kan een microcontroller verbinding maken met een analoge sensor (zoals fotocellen of temperatuursensoren) om een analoge spanning in te lezen. Met de minder gebruikelijke digitaal-naar-analoog omzetter kan een microcontroller analoge spanningen produceren, wat handig is als er geluid gemaakt moet worden.



5 Conclusie

Nu je het verschil weet tussen analoge en digitale signalen, raden we je aan de Analoog naar Digitaal conversie te bekijken. Werken met microcontrollers of andere op logica gebaseerde elektronica betekent meestal werken in het digitale domein. Als je licht en temperatuur wilt meten, of een microcontroller wilt verbinden met allerlei andere analoge sensoren, moet je weten hoe je de analoge spanning die ze produceren omzet in een digitale waarde.