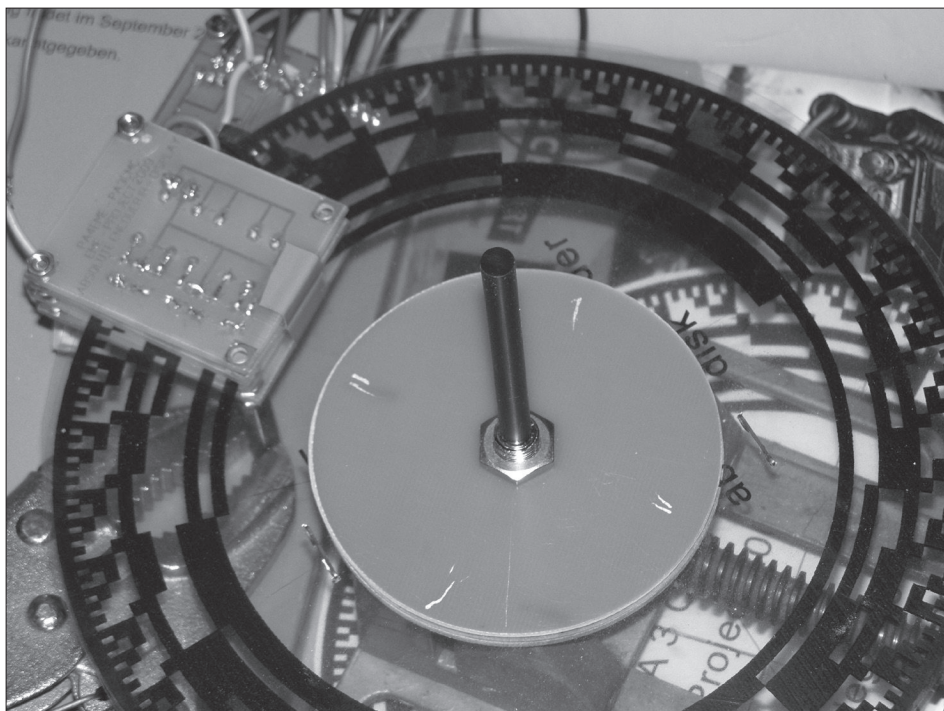


Digitale rotoruitlezing op basis van een absolute BCD-encoder

door Frank Veldhuijsen PA4EME

Antennes met kleine tot zeer kleine openingshoeken hebben behoefte aan een zeer nauwkeurige uitlezing van de hoekpositie. De uitlezingen van commerciële rotoren zijn over het algemeen niet nauwkeurig genoeg. Al snel zal men tot de conclusie komen dat het gebruik van een absolute encoder op basis van Gray-code het beste resultaat zal opleveren. Maar op zoek naar deze beste oplossing werd bij wijze van experiment een encoder gebouwd op basis van absolute BCD-code en het resultaat blijkt in de praktijk verbluffend goed te werken.



Codeschijf met optische lezer.

Wanneer men gebruik gaat maken van gestackte antennesystemen of schotelantennes zal men ontdekken dat de uitlezingen van de meeste commerciële rotoren onvoldoende nauwkeurig zijn en afwijkingen kunnen oplopen tot wel 5% ofwel 15 graden. De belangrijkste oorzaak is dat de potmeter die meeloopt om de stand van de antenne aan te geven niet lineair is over het gehele regelbereik.

Het digitaliseren van de afgetapte meetspanning maakt het aflezen wel gemakkelijker maar de onnauwkeurigheid wordt niet weggenomen. Wanneer men de uitlezing nog nauwkeuriger wil maken, zal men gebruik moeten gaan maken van digitale technieken en begeben we ons op het terrein van de combinatorische logica en codeerelementen. Ten einde de werking van deze encoder te kunnen beschrijven eerst even wat theorie.

Combinatorische logica

Bij digitale techniek denkt men vaak aan analoge signalen die gedigitaliseerd zijn. De waarde van een analog signaal varieert continue over een breed bereik. Door de signalen te digitaliseren krijgt men een signaal dat slechts een beperkt aantal waarden kan aannemen.

Het is discreet in tijd, waarbij het aantal aan te nemen waarden bepaald wordt door de samplingfrequentie en het is discreet in amplitude, waarbij het aantal aan te nemen waarden wordt bepaald door de resolutie. Maar met behulp van digitale techniek kan men ook informatie weergeven.

Denk daarbij aan logische informatie (waar of niet waar, ja of nee, 0 en 1), numerieke informatie (binair, octaal of hexadecimaal getallenstelsels) of alfanumerieke informatie (bijv. ASCII-code). Al deze

genoemde informatie wordt weergegeven met behulp van een binaire code.

Combinatorische logica is in staat om een signaal dat in binaire vorm aan de ingang wordt aangeboden om te zetten in een uitgangssignaal. De waarde of vorm van dit uitgangssignaal wordt uitsluitend beïnvloed door de ingangswaarde. Afhankelijk van de gewenste toepassing kan men het ingangssignaal bewerken met behulp van Booleaanse algebra ofwel logische operatoren (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR).

Deze simpele combinaties maken toepassingen mogelijk die variëren van een eenvoudige aan- en uitschakelaar tot een zeer krachtige computer. Er bestaat overigens ook zoiets als sequentiële logica. Is bij combinatorische logica de output uitsluitend afhankelijk van het op dat moment aanwezige ingangssignaal, bij sequentiële logica is het uitgangssignaal afhankelijk van de combinatie van het op dat moment aanwezige ingangssignaal en het voorafgaande ingangssignaal.

Code

Decimale getallen worden weergegeven in opeenvolgende machten van 10. Men zou kunnen spreken over een *gewogen code* (elke positie heeft een gewogen gewicht) met als grondgetal het getal 10.

In de digitale wereld rekent men echter met binaire getallen en getalreeksen. Dit komt omdat het voor hardware veel gemakkelijker is om met het binaire talstelsel te werken en getallen weer te geven in de vorm van reeksen nullen en enen. Je zou ook kunnen lezen: waar of niet waar, hoog of laag.

Mensen zijn ingesteld op het lezen en interpreteren van cijfermateriaal in decimale vorm. Numerieke informatie die we aan een digitale schakeling willen aanbieden zullen we dus eerst moeten omzetten in binaire informatie ofwel coderen.

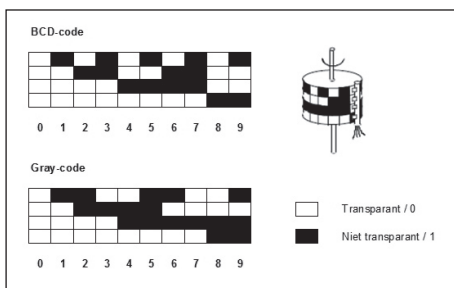
Er bestaan verschillende soorten codes. De meest bekende is natuurlijk binaire code gebaseerd op het grondgetal 2. Maar we kennen ook codes met aanduidingen zoals 7536 code, 2421 code, 5421 code of 8421 code. De laatst genoemde kennen we beter als BCD-code en die gebruiken we in de digitale techniek om 7 segment displays aan te sturen ofwel LED-displays.

Bij BCD-code wordt elk decimale digit weergegeven door 4 binaire bits. Laten we maar eens kijken naar tabel 1. Hier wordt in een oogopslag duidelijk hoe de verschillende codes er uitzien. Merk op dat de eerste 10 getallen van de BCD-code overeenkomen met de binaire code. Dit verklaart ook de naam: BCD staat voor Binary Coded Decimal. Om een decimaal getal weer te geven in BCD-code neem je elk decimaal apart en geeft dit weer in blokken van 4 bits.

Decimaal	Binair	BCD-code	Gray-code	Hex
0	0000	0000	0000	0
1	0001	0001	0001	1
2	0010	0010	0011	2
3	0011	0011	0010	3
4	0100	0100	0110	4
5	0101	0101	0111	5
6	0110	0110	0101	6
7	0111	0111	0100	7
8	1000	1000	1100	8
9	1001	1001	1101	9
10	1010	0001 0000	1111	A
11	1011	0001 0001	1110	B
12	1100	0001 0010	1010	C
13	1101	0001 0011	1011	D
14	1110	0001 0100	1001	E
15	1 0000	0001 0101	1000	F

Tabel 1

De opbouw van de BCD-code is echter niet optimaal. Het verkeerd uitlezen van een bit zou kunnen leiden tot een flinke afwijking in de uitlezing. Daarom zijn er codes ontwikkeld die daar minder gevoelig voor zijn en een zeer bekende is Gray-code. Gray-code wordt gekenmerkt dat er iedere keer maar één bit verandert bij een volgende (of vorige) positie. Afbeelding 1 geeft een voorbeeld hoe BCD-code of Gray-code gebruikt zou kunnen worden om een hoekpositie aan te kunnen geven.



Afbeelding 1.

Codeerelementen

Codeerelementen maken de vertaalslag tussen gecodeerde en niet-gecodeerde informatie. Er bestaan drie soorten codeerelementen:

- Encoder: van niet-gecodeerd naar gecodeerd;
- Decoder: van gecodeerd naar niet-gecodeerd;
- Converter: van de ene code naar de andere code.

Decoder

Een decoder is een geheel van functies dat een signaal decodeert dat volgens een afgesproken protocol gecodeerd is geweest. Deze functie kan volledig softwarematig worden opgelost of hardwarematig door speciale IC's.

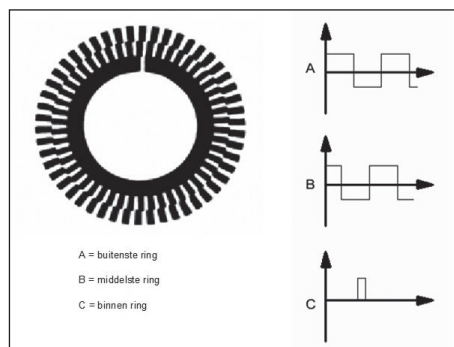
Encoder

Encoders doen precies het omgekeerde

van een decoder. De uitlezing van een encoder kan mechanisch of optisch zijn. Omdat sleepcontacten over het algemeen storingsgevoelig zijn heeft optische uitlezing de voorkeur. Er bestaan twee soorten encoders: incrementele en absolute.

Incrementele encoder

Een incrementele encoder geeft over het algemeen drie uitgangssignalen. In principe zou een uitgangssignaal voldoende zijn. Wanneer we echter de positie van een as willen uitlezen dienen we de bewegingsrichting van de as te kennen. Afbeelding 2 laat een codeschijf zien voor een incrementele encoder. Wanneer deze schijf afgedrukt wordt op een transparant kan deze optisch worden uitgelezen.



Afbeelding 2.

Per omwenteling geeft de encoder een n aantal pulsen welke afhankelijk is van het aantal balken op de schijf. Ring A geeft een n aantal pulsen per omwenteling. Ring B geeft hetzelfde aantal pulsen maar verschoven in fase. Ring C geeft slechts één puls per omwenteling. Uit de combinaties van A, B en C kunnen we de positie van de as bepalen waarbij C gebruikt wordt als initialisatie-puls. Door A met B te vergelijken kunnen we zien welke richting de schijf draait en of de pulsen moeten worden opgeteld of afgetrokken.

Het nadeel van een incrementele encoder is dat wanneer de spanning bewust of onbewust wegvalt, de encoder opnieuw geïnitieerd moet worden. Wanneer wij een dergelijke encoder zouden gebruiken voor de uitlezing van de hoekpositie van onze antenne, dan zouden wij na een spanningsuitval de antenne terug naar 0 graden moeten draaien ter initialisatie. In feite hebben wij behoefte aan een encoder die een geheugenfunctie heeft. Een encoder met een dergelijke eigenschap noemen we een absolute encoder.

Absolute encoder

Wanneer we de balkenschijf van de incrementele encoder vervangen door een codeschijf, dan hebben we een absolute encoder. In feite is de trommel die we zien in afbeelding 1 daar een voorbeeld van. Op basis van de code op deze trommel kunnen we al 10 blokken met hoekposities uitlezen. De resolutie is dan 36 graden. Voor sommige toepassingen zou dit al voldoende kunnen zijn maar vaak willen we een resolutie van 1 of 0,5 graden. Deze resolutie is met behulp van gecodeerde schijven nog mogelijk.

Wil men echter een nog hogere resolutie, dan zal men ontdekken dat de schijven wel heel erg groot gaan worden. In de praktijk stapt men dan over op een combinatie van absolute encoders met een incrementeel gedeelte dat dienst doet als 'fijn'-opnemer. De belangrijkste eigenschappen van een absolute encoder is dat iedere hoekpositie een unieke code oplevert en dus op elk moment bekend is welke hoekpositie wordt ingenomen. Spanningsuitval heeft hierop geen invloed.

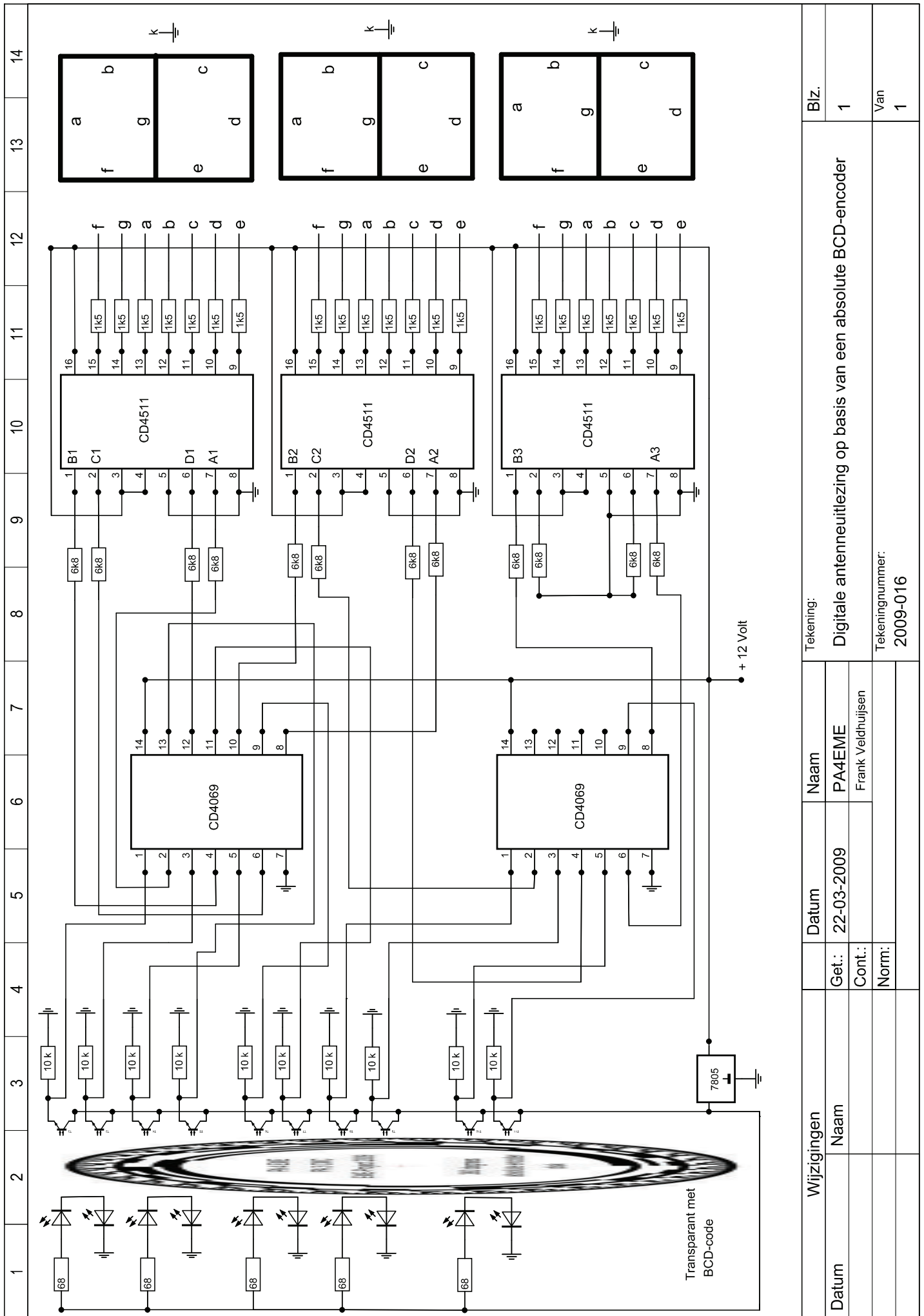
De absolute BCD-encoder

Alvorens aan de bouw van deze absolute BCD-encoder te beginnen stond al vast dat het hier slechts om een experiment ging. De bedoeling was alleen om inzicht te krijgen in de onnauwkeurigheid die voorspeld werd op basis van de gebruikte codering.

Gray-code is superieur ten aanzien van beperking van mogelijke leesfouten welke kunnen ontstaan en wordt daarom veelvuldig toegepast om fouten in analogo-digitaal omzeters te voorkomen. Maar Gray-code is niet gebaseerd op een logica van machten en zal altijd weer moeten worden omgezet naar binaire logica en voegt een extra trap toe aan de schakeling.

Deze toevoeging kan softwarematig, bijvoorbeeld met behulp van een PIC-processor, of hardwarematig door toevoeging van een aantal logische poorten. Het experiment werd uitgevoerd om te kijken of een absolute BCD-encoder zo KISS-proof (Keep It Stupid Simple) is als hij lijkt?

Wanneer we het schema bekijken, kunnen we zien dat we de gebruikelijke ma-



Wijzigingen		Tekening:	
Datum	Naam	Digitale antennelezing op basis van een absolute BCD-encoder	
Get.: 22-03-2009	Naam	Blz. 1	
Cont.: PA4EME	Naam	1	
Norm:	Naam	Van	
	Naam	1	
	Naam	Tekeningnummer: 2009-016	

nier voor het opbouwen van een optische encoder volgen. De gebruikte codering (in dit geval dus BCD-code) is op een transparante schijf gedrukt welke ronddraait door de lezer. De stand van de antenne wordt weergegeven met drie decimale digits. Voor elke digit hebben wij 4 bits nodig om de bijbehorende BCD-code te kunnen weergeven.

Theoretisch hebben wij dus 3 blokken van 4 bits die uitgelezen moeten worden, 12 in het totaal dus. Wanneer we de codeschijf en lezer goed bekijken zien we slechts 10 bits. Om getallen tot 99 weer te geven ontkomen we niet aan het gebruik van 2 blokken van 4 bits. Voor het decimale digit dat de honderdtallen weergeeft kunnen we volstaan met twee bits... kijk maar eens naar de combinatiemogelijkheden voor de getallen 0, 1, 2 en 3.

Omdat de lezer de nullen en enen omgekeerd uitleest, worden deze nullen en enen aangeboden aan een hexinverter, de CD4069. Op die manier klopt de BCD-code weer precies en per digit worden de afzonderlijke bits aangeboden aan de LED-display driver, bestaande uit drie CD4511 IC's. Deze zorgen ervoor dat de LED-displays de juiste decimale digits weergeven en ziedaar... een op één graad nauwkeurige uitlezing.

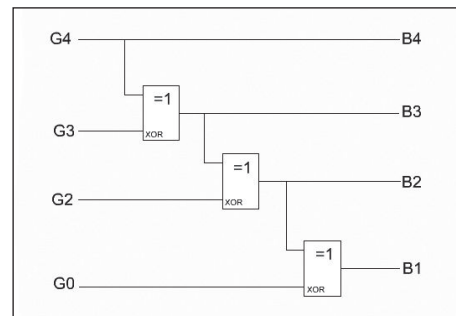
zien is van boringen van 1,6 mm. Hierdoor passen precies de bolle kopjes en worden ze netjes opgelijnd en beïnvloeden ze elkaar niet. Probeer binnen een nauwkeurigheid van 0,4 mm te blijven.

Bij de print lay-outs zijn deze afdekplaten mee afgedrukt. Het boren van de gaten waar de boutjes doorheen moeten waarmee de verschillende printjes op elkaar worden gestapeld, moet redelijk nauwkeurig geschieden en wordt gemakkelijk door de bijbehorende printjes boven een sterke lamp boven op elkaar te leggen en even met tape te fixeren. Zo kun je ze tegelijkertijd boren.

Let op: de fotogevoelige transistoren worden bovenop de printbanen gemonteerd, de overige componenten zoals gebruikelijk. De IR-leds staan per twee in serie geschakeld; let dus op de juiste opstelling. Uiteraard dient de transparante schijf goed gecentreerd te worden. Voor de schijf heb je een afbeelding in hoge resolutie nodig en deze is op verzoek via E-mail verkrijgbaar.

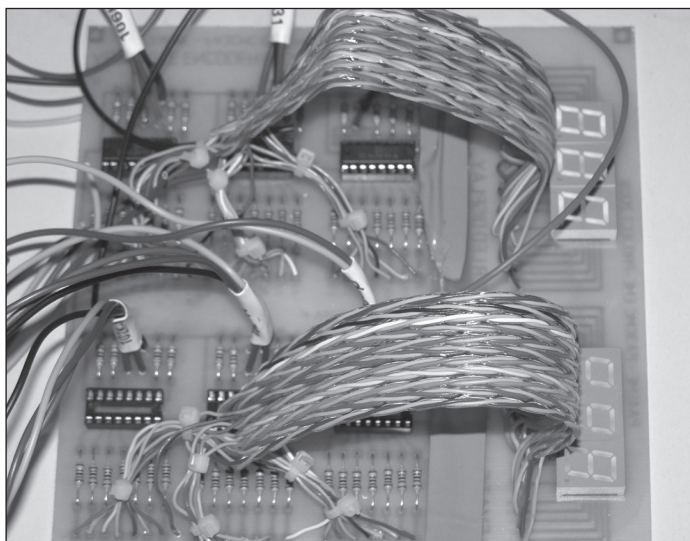
Verder is de bouw vrij eenvoudig. De manier waarop je de transparante schijf aan de as van de antennebuis koppelt, laat ik aan jullie fantasie over. Ik heb geëxperimenteerd met een 1:1 overbrenging naar een hulpbuis die met behulp van een flexibele

Gray-code en binaire code (de eerste 9 cijfers van BCD-code zijn immers gelijk aan gewone binaire code). Dit kun je softwarematig doen met een PIC-processor of hardwarematig door toevoeging van drie logische XOR poorten.

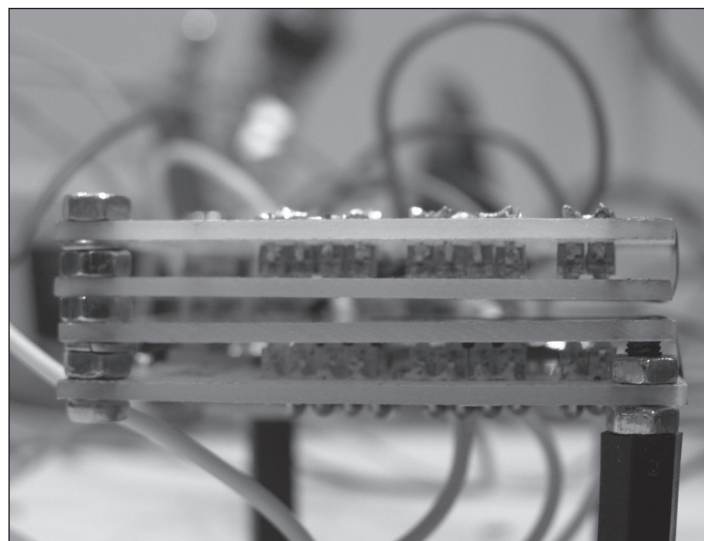


Gray-code kan omgezet worden naar binaire code d.m.v. 3 exclusieve OR-poorten.

CQ-PA



De uitlezing bestaat uit twee printjes, hier tijdelijk even aan elkaar geplakt. Normaal wordt het LED-display aan het front van de behuizing gemonteerd.



De printjes van de lezer worden gestapeld zodat de codeschijf er doorheen kan draaien.

De gebruikte componenten zijn eenvoudig, goed verkrijgbaar en goedkoop. Waar relatief veel tijd in gaat zitten is de nauwkeurige positionering van de infrarood-LED's (type LD261) en de fotogevoelige transistoren (type BPX81). Wanneer deze niet strak opgelijnd zijn, zal de uitlezing niet goed werken. Dit werd ook voorspeld op basis van de manier waarop BCD-code een decimaal digit weergeeft.

Een enkele afwijking kan resulteren in een uitleesfout. Dit is opgelost door de IR-LED's en fotogevoelige transistoren te voorzien van een afdekplaat welke voor-

as aan de as van de schijf is gekoppeld en dat werkte prima. Ondanks de voorspelde afwijkingen in de uitlezing blijkt dit vereenvoudigde principe verbazingwekkend goed te functioneren.

Op basis van dit ontwerp is het eenvoudig om een encoder te bouwen op basis van Gray-code. In dat geval maak je een 12 bits lezer, de gebruikte techniek is verder precies hetzelfde.

Een tekening van een Gray-codeschijf kun je ongetwijfeld van internet halen. Wel zul je de vertaalslag moeten maken tussen

**zeelui =
home sweet home
zendamateurs =
Ohm sweet Ohm**

ingezonden door Ineke PA3FTX

Oscillatoren

(deel 1)

door Tonny van den Burgh PA4TON

Tonny behandelt in een aantal afleveringen de diverse aspecten die van invloed zijn op het functioneren van oscillatoren.

In dit eerste deel wordt de basistheorie van het oscilleren van elektronische schakelingen behandeld en beginnen we dus echt bij het begin.

Generatoren (Latijn: genere = opwekken) zijn schakelingen die, zonder een ingangssignaal te ontvangen, een wisselspanning afgeven. Al naargelang de vorm van deze wisselspanningen maken we onderscheid tussen sinus-, blok-, driehoek- en zaagtandgeneratoren, om er maar enkele te noemen. Vaak zijn deze generatoren omschakelbaar, zodat men elke gewenste wisselspanningsvorm met een generator kan opwekken.

Dergelijke apparaten heten functiegeneratoren.

Oscillator

In het hele gebied van de elektronica, worden generatoren zeer veelvuldig toegepast.

Zo bevat elk radiotoestel een of meer sinusgeneratoren en in een televisietoestel worden blok-, zaagtand- en sinusgeneratoren gebruikt. De digitale techniek is niet denkbaar zonder pulsgeneratoren en in de meet- en regeltechniek worden ook allerlei soorten generatoren gebruikt.

Wanneer er sprake is van sinusvormige wisselspanningen wordt vaak het woord oscillator (Latijn: oscillare = slingeren) gebruikt.

Het aantal schakelingen waarmee een oscillator te realiseren is, is vrijwel eindeloos.

Er is een ruime keuze uit verschillende elementen zoals elektronenbuis, FET, Transistor, Opamp en deze kunnen ook nog als GBS, GES, GCS geschakeld zijn. Frequentiebepalende elementen zijn er ook legio zoals L/C serie- en parallelschakeling, RC voor LF oscillatoren, kristallen, trilhotes, enz.

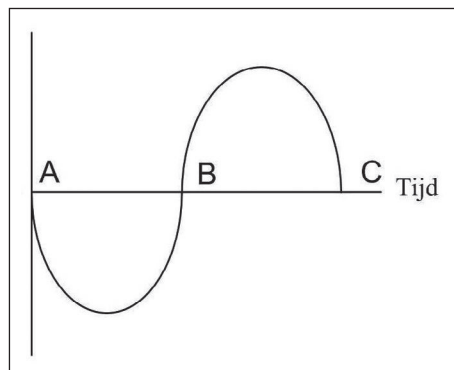
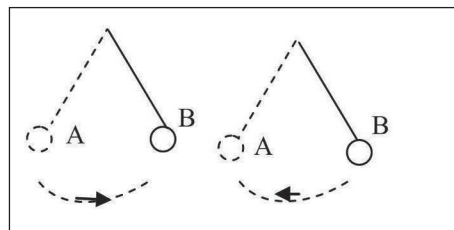
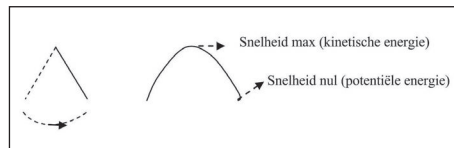
Iedere oscillatorschakeling heeft z'n eigen bijzonderheden zoals makkelijk startend, stabiliteit, belastbaarheid.

De belangrijkste schakelingen zijn genoemd naar hun uitvinders zoals Meissner, Colpitt, Clapp, Hartley enz.

Trilling/periodetijd

Een trilling is een periodiek heen en weer gaande beweging, denk hierbij bijv. aan een vioolsnaar als de strijkstok hierover heen gaat. Ook een heen en weergaande

schommel oscilleert net als een slinger van een klok.



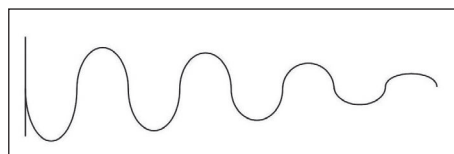
Feitelijk komen deze bewegingen overeen.

Een volledige heen en weergaande beweging van de slinger is dus één trilling en is gelijk aan één periode.

Een klok loopt gelijk omdat elke periode van de sinus een gelijke tijdsduur heeft.

Bij een oscillator is het dus nodig dat er iets oscilleert (trilt) in eenzelfde tempo.

Als we een schommel als voorbeeld nemen, dan zal de schommel als we deze op een bepaalde beginhoogte loslaten, uiteindelijk stil komen te staan door de wrijving.



In deze zgn. gedempte trilling is geen extra energie toegevoegd!

Om dit 'oscilleren' in stand te houden zullen we de schommel, op het juiste moment: in fase, moeten duwen.

Feitelijk is de oscillator een sinusgenerator, die met behulp van de eigen 'slingering' van een afgestemde kring, de zgn. resonantiekring, zichzelf in stand houdt.

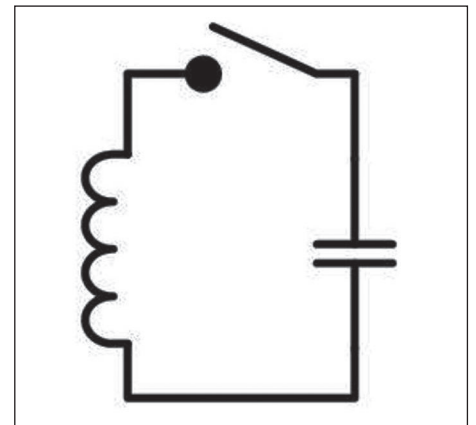
Werking

In principe is elke oscillatorschakeling terug te brengen tot een energie versterkend element met voedingsbron en een terugkoppelschakeling.

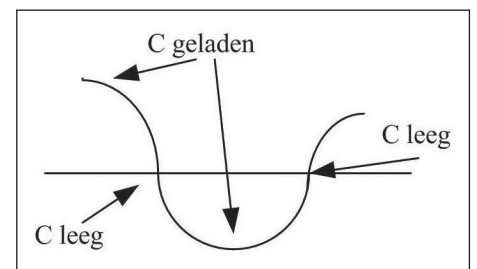
De laatstgenoemde zorgt er voor dat een gedeelte van de uitgangenergie in de juiste fase en grootte terug wordt gevoerd naar de ingang (meekoppeling).

Voorbeeld: de parallelkring

Hierbij ontladert een condensator zich over de spoel die vervolgens door zijn inductiespanning de condensator weer (deels) op laadt totdat de energie 'lading' verdwenen is. Doordat ook hierbij verliezen optreden zal dit ook eindigen op een gedempte trilling.



C wordt geladen.



C wordt door de spoel opgeladen, eindwaarde is kleiner (gedempt).

Het actieve element kan gevormd worden door een buis, transistor, FET en dergelijke.

Wanneer een geladen condensator over een spoel geschakeld wordt zal deze zich ontladen over de spoel. Maar de spoel wekt een inductiespanning op die de condensator weer op wil laden.

Dit lukt niet tot de oude lading U_c vanwege de verliezen van zowel de condensator als de spoel.