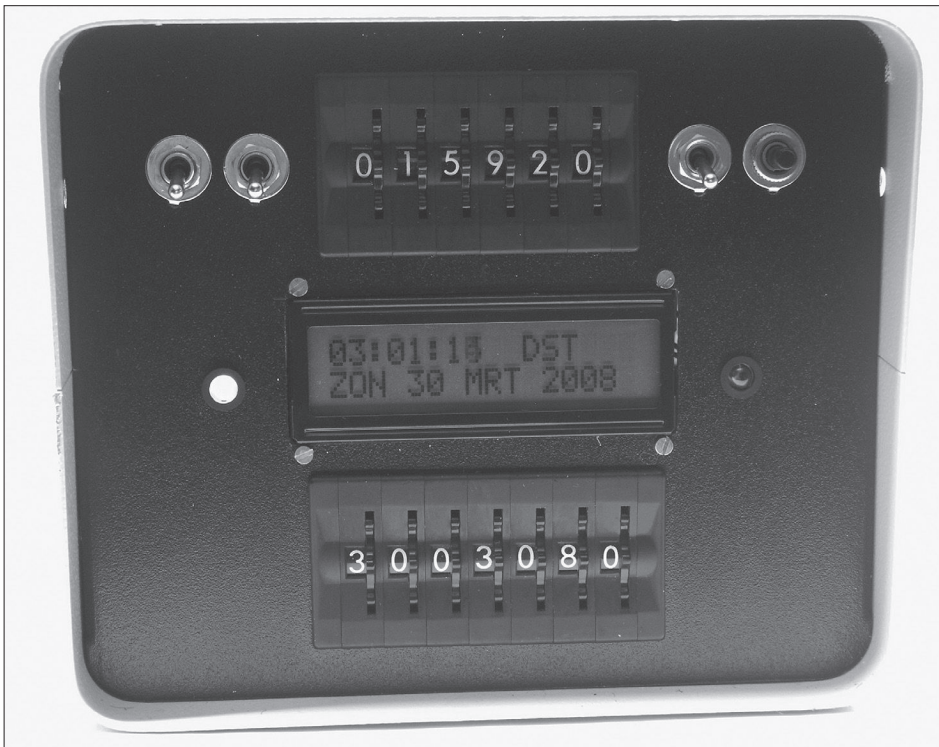


DCF-tester

door Wim Kruyf PAoWV

Wim PAoWV beschrijft in dit artikel hoe je zelf een testsignaal voor de Duitse tijdzender DCF kunt opwekken.



Inleiding

Dit verhaal beschrijft een DCF77 tester instelbaar met 13 duimwielen BCD schakelaars.

Op de dag van de Amateur in 2007 wilde sommige apparatuur bij de zelfbouwtenoonstelling, die op DCF 77 starten, niet starten door de zware QRM daar.

Voorts kocht ik ruim een jaar geleden half oktober een DCF77 wijzerklokmodule bij Conrad. Dat ding startte prima, de wijzers liepen snel gelijk, maar toen de wintertijd aanbrak bleef hij dagen achtereen op de zomertijd doorlopen. Gelukkig merkte ik dat nog net in de inruiltijd, zodat ik hem met een klacht kon retourneren.

Dit soort voorvallen voorkom je als je zelf een DCF77 signaal kunt opwekken. Ik vatte plannen op voor een DCF77 testsignaalgenerator, met duimwielen instelbaar, maar zag er toen vanaf omdat de benodigde 13 duimwielen een te groot gat van rond de € 100 in het AOW-budget zouden slaan.

Echter, bij de jaarmarkt in Rosmalen kon ik voor € 3 twee uitgezaagde stukken print met blokken van elk 8 duimwielchakelaars kopen, compleet met eindplaten en ingebouwde diodes, zodat ik daarmee het

apparaat kon afbouwen dat nu hier gepresenteerd wordt.

De techniek

DCF77 levert een op 77,5 kHz AM gemoduleerd signaal bestaande uit een draaggolf en secondetikken die 100 of 200 ms duren en amplitude gemoduleerd zijn. 100 ms staat voor een 0 en 200 ms voor een 1. De tik op de 59-ste seconde in een minuut ontbreekt.

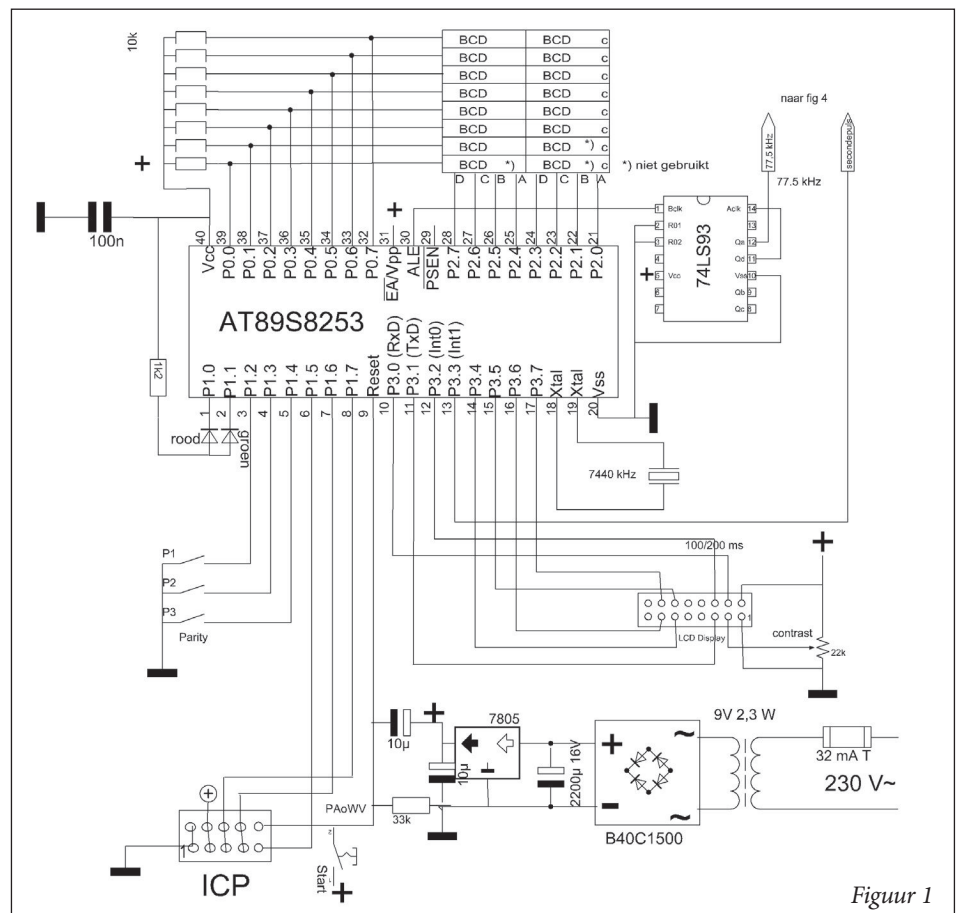
Op die wijze is het begin van een frame te herkennen. Een gemoduleerd frame bestaat dus uit 59 bits.

Ontwerp

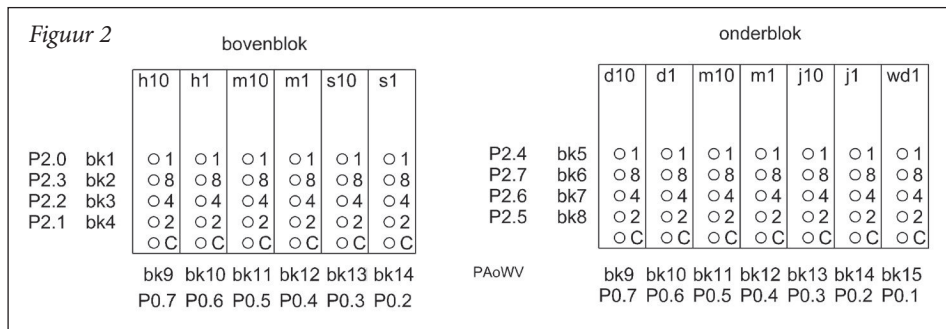
De duimwielen bepalen het tijdstip waarop het gegenereerde DCF77 signaal start na een reset met een drukknop op het frontpaneel.

Een DCF77 frame bevat 3 paritybits, die worden door het apparaat correct berekend, zoals bij het te verzenden frame behorende. Met 3 tumblerschakelaars op het frontpaneel kan worden gekozen of elk berekend paritybit correct zoals berekend, of juist foutief, dus gecomplementeerd, in de DCF77 simulatie wordt opgenomen.

Het signaal gaat na de ingestelde startwaarde op bevel van een reset drukknop op het front gewoon lopen als ware het een werkelijk signaal, met een nauwkeurigheid die afhangt van het kristal waar de controller mee draait. Er is dus een ingebouwde kristalklok. Die houdt zich aan schrikkeljaren (tot het jaar 2100 geprogrammeerd) en zomerwintertijd schakeling 's nachts om 2 uur respectievelijk 3



Figuur 1



uur op de laatste zondag van de maanden maart en oktober.

De jaartallen zijn in het DCF77 signaal slechts met de laatste twee 2 cijfers opgenomen, dus de tester is qua ontwerp bruikbaar tot 1 januari 2100. Daarna volgt een centennial bug.

In feite kun je, omdat ook de dag van de week in een frame zit, met een ruime mate van onzekerheid berekenen wat de eerste twee cijfers van het jaartal zijn, als dag en datum in een frame worden ontvangen teneinde die dag en de datum met de eeuw te laten kloppen. Daar is geen moeite voor gedaan, want de mapping van 80 eeuwen (tot het jaar 9999) op 7 dagen kan niet eenduidig zijn.

Dertien BCD duimwielen leveren al 42 geschakelde contacten op, vandaar dat die schakelaars gemultiplexed moeten worden uitgelezen, teneinde de gegevens met de controller te kunnen verzamelen.

Er worden 2 controller ports P0 en P2 voor gereserveerd. Van de ene poort P0 is elke uitgangspen verbonden met de common van twee duimwielschakelaars. De contacten 1, 2, 4 en 8 van de schakelaars, die BCD gecodeerd zijn, worden elk via diodes met de duimwielschakelaars verbonden met een lijn, die aan een der poten van een tweede port P2 verbonden is.

In fig. 1, 2 en 3 is dit toegelicht. De toegepaste seriediodes zijn noodzakelijk om de stand van schakelaars eenduidig met de processor te kunnen decoderen. Zijn de duimwielen daar niet van voorzien dan moeten die dus extern op de schakelaars worden aangebracht.

Voor de diodes is b.v. het type 1N4148 bruikbaar. Dat zijn silicium diodes, die dus de signaal marge gedeeltelijk consumeren. Daarom is een test gedaan en het blijkt dat tot drie diodes in serie bij het prototype nog een betrouwbare uitlezing geven, zodat een seriediode geen probleem kan vormen. De uit Rosmalen afkomstige schakelaars hadden die diodes al ingebouwd.

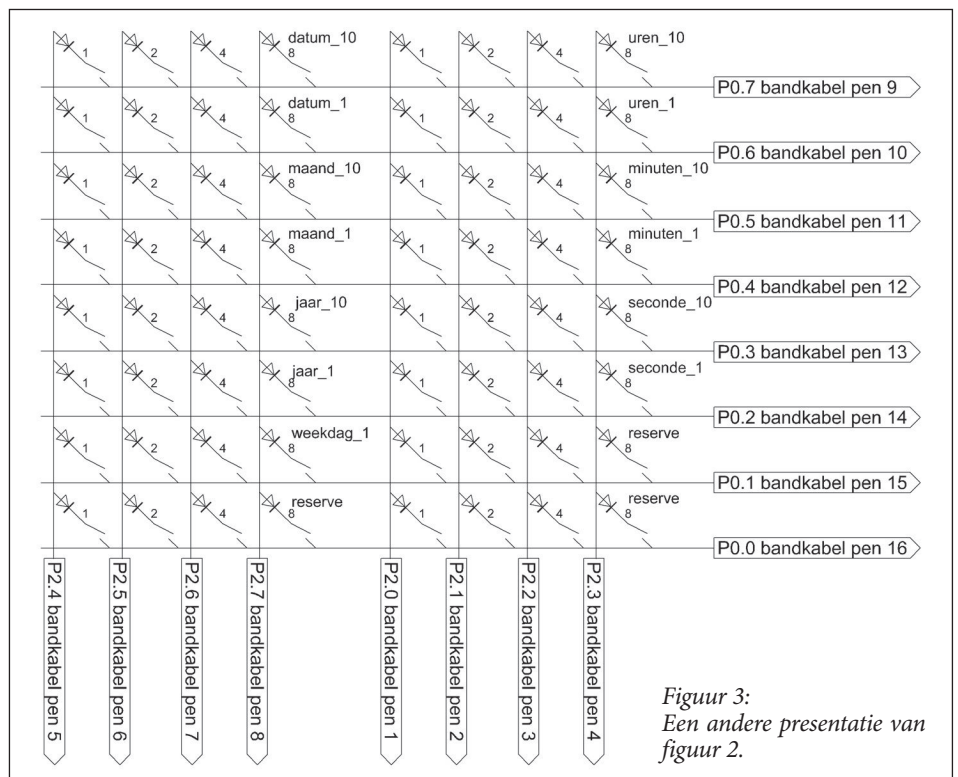
Een set van twee schakelaars met een gemeenschappelijke common op port P0 aangesloten, heeft zijn 1, 2, 4, 8 aansluitingen op de hoge en de lage nibble van port P2. De preciese keuze lijkt onlogisch en onoverzichtelijk, maar die is opgedrukt door de eenvoudigste montage van een bandkabel die de 13 schakelaars met de

schakeling verbindt.

Met deze methode kunnen 16 BCD schakelaars worden uitgelezen, zodat we nog 3 stuks reserveplaatsen hebben.

Drie parity tumblerschakelaars P1, P2 en P3 zijn apart op 3 controller-pennen aangesloten P1.2, P1.3 en P1.4.

Er is een latchpuls ALE aanwezig op de processorchip voor het multiplexen van



Figuur 3:
Een andere presentatie van figuur 2.

data en adres van een extern aansluitbaar processorgeheugen. Die levert een frequentie van Xtal/6, die doorgedeeld wordt naar 77,5 kHz precies, met een 16 deler uit de junkbox 74LS93 (met dank aan PAoBAT), mits het kristal op 7,440 MHz wordt gekozen. De junkbox levert tot slot een kristal niet dicht genoeg bij die waarde namelijk 7450 kHz, 10 kHz te hoog dus, in FT243 vorm, Chan 341. Mrt 1 1944 staat erop gestempeld.

Gemeten na de 16 deler is 77610,54 Hz. De kristalfrequentie is dus 611 Hz hoger dan de op het kristal aangegeven waarde. Een ander betekent dat de interne klok met dat kristal 5 seconden per uur voorloopt. En tevens dat als de filters van een DCF77 ontvanger scherper zijn dan de 110 Hz verschil met de gewenste waarde van

77,5 kHz, er moeilijkheden bij ontvangst van dit gegenereerde signaal kunnen ontstaan. Het kristal zit dus ongecorrigeerd 63 jaar na productie nog steeds binnen 620 Hz van de erop aangegeven nominale frequentie. Daar kon je dus de oorlog wel mee winnen.

De serieresonantiefrequentie van dit kristal kon verlaagd naar de vereiste 7440 kHz door een serie-L op te nemen in de schakeling, die met een afregelkerntje nauwkeurig de frequentie op de vereiste waarde van 7440 kHz kon brengen.

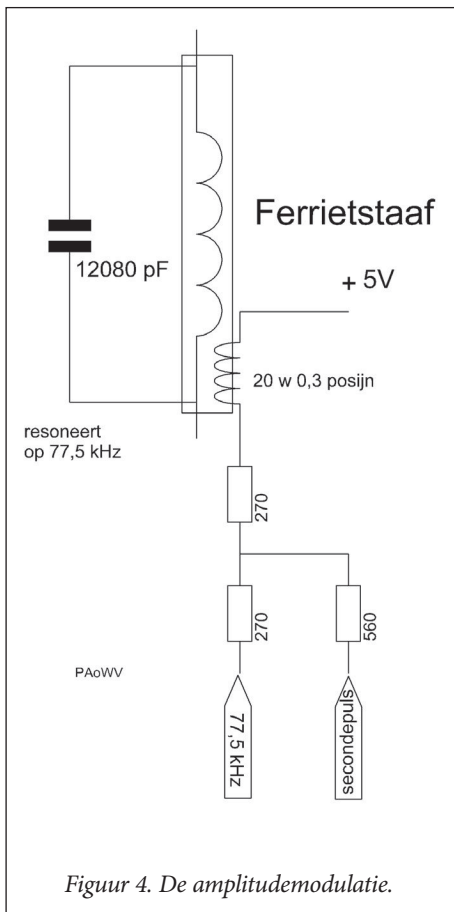
Je kunt zelfs gaan bepalen wat de bandbreedte is van het te testen apparaat, door die frequentie extern regelbaar te maken. Daar heb ik verder geen moeite voor gedaan.

De chip is geprogrammeerd voor de correcte kristalwaarde, zodat de secondetiken gelijklopen en tevens de zendfrequentie

77,5 kHz is. Een correct kristal 7440 kHz serieresonantie kun je in een modern huisje eventueel bij Klove in Heerhugowaard bestellen, die slijpen het op maat. Stabilix bestaat niet meer.

De verkregen blokgolf uit de 16-deler moet een op 77,5 kHz afgestemde ferrietstaaf in resonantie houden. De amplitude-modulatie kan gebeuren met een 100 of 200 ms brede uitgangspuls van de processor, die de aansturing van de ferrietstaafkring dempt. In de bijlagen geeft fig. 4 de daarvoor ontwikkelde schakeling aan. De modulatie diepte kan met de keuze van de weerstanden bepaald worden.

Op het frontpaneel worden ook twee leds gezet, een rode op portpen P1.0 en een groene op P1.1.



Figuur 4. De amplitudemodulatie.

Een rode led brandt als op de duimwielen een starttijd wordt ingesteld die helemaal niet bestaat. Dus de uren ≥ 24 , de dagen van de maand, maandafhankelijk, boven de 28 tot 31, de weekdag groter dan 7 etc. Dan brandt de rode LED. De klok start dan niet.

Als de rode led brandt komt er ook een foutbericht op het LCDscherm die meldt dat de ingestelde data niet geldig is. De dagen zijn genummerd 1 t/m 7 met maandag = 1 en zondag = 7. God schiep de aarde in 7 dagen en de zevende dag was een rustdag, en dat was zondag, zo kun je dat makkelijk onthouden.

De groene led gaat branden als de paritybits niet geïmplementeerd zijn, en de weekdag bij de datum past, en het frame dus volledig in orde is.

Bij normaal gebruik brandt dus de groene led. Staan een of meer parityschakelaars op complementeren, dan is of gaat die led uit bij het passeren van een minuutgrens. Er kan dus altijd maar één led gelijktijdig branden, daarom volstaat een gemeenschappelijke serieweerstand voor beide.

Bij de rode led kan dus staan als opschrift 'data ongeldig' en bij de groene 'data consistent'.

De groene led brandt dus als de combinatie van weekdag, datum en tijd een reëel tijdstip vertegenwoordigen dat ooit optreedt of opgetreden is in de 21-ste eeuw en tevens de 3 paritybits die in het frame gezet worden correct zijn.

Bij instellen dient de dag van de week gekozen te worden met een duimwiel, als die voor het gekozen tijdstip niet bekend is maar wel correct moet zijn kan het duimwiel op 0 ingesteld worden. Nul op dat duimwiel wordt geïnterpreteerd als 'juiste dag invullen' die wordt berekend uit de ingestelde tijdstippen.

Als je het weekdagwiel op 0 zet en je start de klok op een gekozen tijdstip dan toont de LCD de bij de ingestelde datum berekende weekdag. Soort eeuw(ig)durende kalender dus voor deze eeuw.

Je kunt je afvragen wat de functie van het weekdagduimwiel dan eigenlijk verder is. Het antwoord is dat als je het moedwillig verkeerd instelt je tijdelijk (tot 12 uur 's nachts op de display) een foute dag hebt in je frame, daaruit kun je conclusies trekken over de eigenschappen van het DUT (= device under test).

In figuur 1 is het schema van de controller getekend.

Er is een LCD aangehangen die de tijdgegevens gedecodeerd uit het laatst verzonden complete frame aangeeft.

Het frame dat op dat moment wordt uitgezonden is 1 minuut verder in de tijd, omdat een DCF77 frame de tijd bevat van de eerstkomende minuutwisseling.

De seconden worden er op het scherm door het programma apart bijgezet.

Die geven het volgnummer aan van het framebit dat op dat moment wordt uitgezonden.

Staan de seconden dus op 30 op de LCD dan is op dat moment puls 30 uit het frame aan de beurt voor uitzending.

Elk frame wordt door het programma berekend en wat op de display staat is weer gedecodeerd uit het reeds in de vorige minuut verzonden frame.

De framebits in de preamble

In de eerste 20 bits van het DCF77 frame zitten gegevens die in de loop van de jaren regelmatig gewijzigd zijn.

Nu zit er een bit R dat aangeeft: normale antenne of reserve antenne van de zender. Stand doet niet terzake voor ons.

Een bit A1 dat aangeeft dat binnen een uur een wisseling van zomer naar wintertijd gaat plaatsvinden. Klokken kunnen dat gebruiken en vereisen, zodat het bit correct geprogrammeerd is in deze tester.

Dan 2 bits die aangeven of het zomer- of wintertijd is. Die bits zijn van belang bij terugschakelen van de klok. Stel het is de laatste zondag in oktober 's nachts 3 uur. De klok wordt dan een uur teruggezet, maar na een uur staat hij dan weer op 3 uur op de laatste zondag in oktober en mag dan niet nogmaals een uur worden teruggezet.

Omdat je tevoren niet weet wanneer je de tester gaat gebruiken wordt in de tes-

ter met een routine genaamd 'timezone' berekend of zomer- of wintertijd op het gekozen tijdstip aanwezig is.

Tussen 2 en 3 uur op de laatste zondag van oktober is dat tussen 2 en 3 uur onberekenbaar. Omschakeling van klokken van zomer- naar wintertijd in oktober dient dus altijd gestart te worden op een tijdstip voor 2 uur 's nachts op de laatste zondag in oktober. Om op zeker te spelen voor 1 uur 's nachts, omdat vanaf 1 uur het waarschuwingsslot A1 geset wordt.

Tot slot is er dan een bit A2 dat aangeeft of er een schok van een seconde zal gaan optreden, voor correctie van UTC aan atoomtijd benodigd aan kwartaaleinden, de wereld draait steeds langzamer door verliezen die optreden in de rotatie-energie door eb- en vloedbewegingen. Er komen ook steeds meer mensen en omdat die rechtlopers remt dat de omwentelingssnelheid van de aarde ook af omdat het impulsmoment daardoor toeneemt. Uiteindelijk zullen we een keer per jaar een dag hebben omdat steeds dezelfde kant van de aarde naar de zon gekeerd is. Een verschijnsel dat bij de maan al het geval is. Dat bit staat ook op 'uit' geprogrammeerd. De stand van A1 en zomertijdbits staat op het display aangegeven, rechtsboven op de eerste regel, A1 als het waarschuwingsslot instaat en/of DST als het zomertijd is. In de programma-listing is een en ander terug te vinden.

De aansturing van de ferrietstaaf

Gebruik is gemaakt in het prototype van een bewikkeld ferrietstaafje uit een gesloopte defecte klokradio.

De gang van zaken zal voor iedere ferrietstaaf anders zijn, daarom beschrijf ik de procedure met wat uitleg van de stappen.

Stap 1

Met een signaalgenerator (in mijn geval de in maart en april 2008 in CQ-PA gepubliceerde synthesizer) en een bekende condensator C is bepaald wat de zelfinductie L van de bewikkelde staaf is, met de bekende formule

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}$$

Stap 2

Vervolgens is de benodigde afstemcapaciteit daaruit berekend voor afstemming op 77,5 kHz.

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$

De staaf is daartoe aangestuurd op $f=77,5$ kHz met C'tje van 10 pF uit de signaalgenerator, en een scope over de kring die niet alleen controleert of de afstemfrequentie f klopt, zodat de afstemC nog gecorrigeerd kan worden, maar ook is de bandbreedte B uit de 3 dB punten bepaald als zijnde het verschil van de frequenties waar de spanning tot 0,7 van de piekspanning gedaald is. Uit de 3 dB bandbreedte B is de Q bepaald met de formule $Q=f/B$. Uit de

gevonden Q kan het kringverlies berekend worden als een parallelweerstand R_p over de kring met de formule:

$$R_p = Q \cdot (2 \cdot \pi \cdot f \cdot L)$$

De gelijkstroomweerstand R_s van de ferrietspoel was 3 Ω , de zelfinductie 371 μH , de impedantie op 77,5 kHz ZL dus 180 Ω , zodat de Q nooit hoger kan worden dan 60 namelijk ZL/ R_s .

Stap 3

We weten dat maximale energieoverdracht plaats vindt als de belastingsweerstand van een bron gelijk is aan de inwendige serieweerstand van de bron. De 74LS93 kunnen we niet onbeperkt belasten en we nemen in serie met de uitgang van de 16 deler 74LS93 daarom een weerstand van 560 Ω op. R_p van de kring (8500 Ω) moet aangepast worden aan deze serieweerstand, om de maximaal mogelijke spanning over de ferrietkring te krijgen. De wikkelverhouding van de koppelspoel en de ferrietspoel moet dan ongeveer wortel(8500/560) zijn.

Stap 4

De spanning over de ferrietstok is voorspelbaar op grond van deze gegevens. Immers het maximaal afgegeven vermogen aan 560 Ω belasting is $E \cdot E / (4 \cdot R_i)$; daarin is R_i de inwendige weerstand van de bron, dus 560 Ω hier, en E is de effectieve bronspanning.

Piek piek is de bron 5 volt, de amplitude is dus 2,5 volt en de effectieve waarde daarvan weer delen door wortel(2). Klopt niet helemaal, want de sinusvormige grondgolf is iets groter dan de blok golfamplitude.

Het aldus berekende maximaal afgegeven vermogen moet worden gedissipeerd in de R_p van de kring (8500 Ω van mijn stok).

Daaruit volgt de effectieve spanning over de kring en de piek-piek spanning. Dat is de waarde die maximaal haalbaar is bij correcte aanpassing.

Je hebt je F examen niet voor niks gedaan; hier is die kennis prima toepasbaar.

De modulatie

De sturing van de staaf wordt geregeld met een weerstand naar de secondeoutput.

Is die secondespanning hoog dan is de weerstand eigenlijk zwevend, want de pull up in de processor is tamelijk hoog. Zijn de tikken echter 0 volt dan staat er een extra belasting van de weerstand die een deel van de sturing van de spoel afleidt.

Met de grootte van de weerstand kan de modulatie diepte geregeld worden. Een en

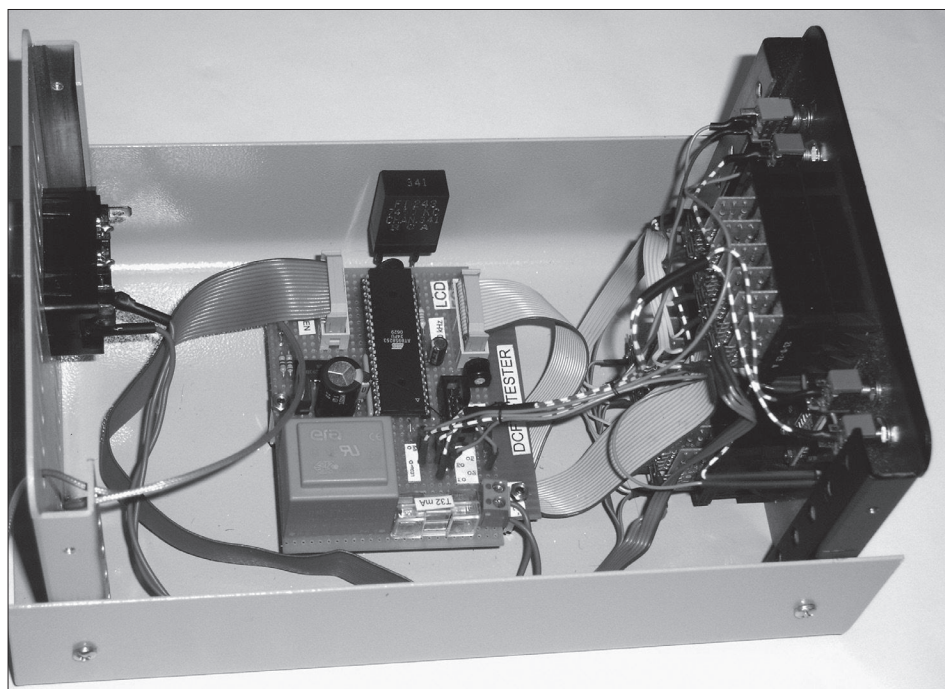
ander resulteerde in het schema dat in figuur 4 is getekend.

Nabouw

Als iemand dit apparaat wil nabouwen, dan kan bij mij via email-adres mijnCALL@vrza.nl een geprogrammeerde controller chip besteld worden, tegen kostprijs. Het is ook mogelijk om mij tezamen met retourporto een ongeprogrammeerde controller chip toe te sturen, die ik dan gratis geprogrammeerd per omgaande weer terugstuur.

De hex listing van het programma in Intelhexformaat is te vinden op www.xs4all.nl/~pa0wv/cqpa/dcfest/dcfest.obj zodat als je zelf een programmeerfaciliteit hebt je zelf een chip kunt programmeren.

73, PAoWV



Ervaringen uit het radiobuizentijdperk

door Molle van der Werf PDoNZP

Buizen worden in onze hobby nog sporadisch gebruikt.

Toch publiceren we graag de ervaringen van Molle in zijn radiomuseum.

Het geeft namelijk ook een beeld hoe u fouten kunt opsporen en, al dan niet via een omweg, kunt oplossen.

De problemen waarvoor de radioamateur-reparateur en de professionele reparateur zich toen gesteld zagen, lagen meestal niet op hetzelfde vlak.

Als een beroepsreparateur een audioapparaat ter reparatie kreeg aangeboden, dan was het voor hem van het grootste belang,

de tijd welke hij nodig had om de fout op te sporen en te verhelpen, zo kort mogelijk te houden. Want immers ook toen gold: tijd is geld.

Geheel anders lag dit probleem bij de hobby zendamateurreparateur. Tijd speelde

immers geen rol meer en de reparatie ging dan ook niet altijd volgens het boekje.

Ik heb daar nog wel eens mee te maken als wij in het radiomuseum een nostalgische radio krijgen aangeboden, waar geen geluid meer uitkomt, of begint te kraken en te fluiten.

Nu moet u niet denken dat ik iets revolutionairs ga vertellen, want ik neem aan dat er van de vele foefjes die wij tegenkomen er wel enkele bij u bekend zijn.

Is bij een reparatie het defecte onderdeel of buis in voorraad, dan is er natuurlijk geen probleem. Maar soms zijn er kunstgrepen nodig om het betreffende toestel weer aan de praat te krijgen.

Laten we beginnen met het nogal eens voorkomende geval, dat een diode in een bepaalde buis defect is geraakt.

Een EBC41

Toestel kraakt en bromt en wat al niet meer. Het doet alles, behalve spelen.