

Amerikaanse klok op Europese stroom

PAOKLS kocht via eBay een Heathkit SB-630 Station Console. Daarin zit een mechanische elektrische klok, die zijn nauwkeurigheid ontleent aan het Amerikaanse 60Hz-lichtnet. Hoe laat je zo'n ding hier in Europa een beetje op tijd lopen?

Inleiding

Om de Heathkit SB-line, die wij gebruiken bij Jet-Net Experience Day, wat meer compleet te maken, kocht ik een SB-630 Station Console (afb. 1). Ik heb dat altijd een wat raar bij elkaar geraapt ding gevonden, maar het hoort bij de lijn. Dus kocht ik via eBay zo'n ding in de States.

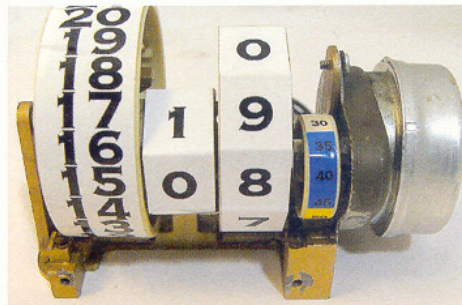


Afb. 1 De SB-630, een Heathkit bouwproject uit ongeveer 1970

Zij worden daar heel regelmatig aangeboden. Voor wie hem niet kent: in een kastje ter grootte van de luidspreker SB-600 (dat is die luidsprekerkast waarin vaak ook de voeding voor de buizen-transceiver is ingebouwd) zit:

- een SWR-meter van het type Monimatch;
- een phone patch, deze verbindt je telefoonlijn met de transceiver;
- een elektronische timer om je eraan te herinneren dat je je call moet noemen; en
- een mechanische digitale klok, die je bij voorkeur op UTC-tijd laat lopen.

De eerste twee schakelingen zijn geheel passief; zij werken ook zonder netspanning. De timer is een C van 4 μF die langzaam opgeladen wordt via een weerstand van 144 M Ω . Ja, dat is belachelijk hoog, maar het werkt best goed, ook nog na bijna vijftig jaar. Bij het bereiken van een instelbare spanning ontsteekt een neonlampje. Dat triggert een buis(!), waardoor er via een relais een seconde lang een venstertje 'IDENTIFY' oplicht en er, als je dat hebt ingeschakeld, een zoemgeluid klinkt. De klok is een synchronomotortje dat achter



Afb. 2 Het mechanische digitale uurwerk; rechts het synchronomotortje

een langwerpige venstertje schijven met cijfers erop stapsgewijs ronddraait (afb. 2).

De klok

Waar de buizenschakeling van de identificatietimer prima bleek te werken op de 115 volt 50 Hz uit een verhuistransformator, was dat met de klok heel anders. Doordat onze netfrequentie 5/6 is van de Amerikaanse netfrequentie, loopt de klok op 5/6 van de oorspronkelijke snelheid en raakt dus in elk écht uur qua aanwijzing steeds tien minuten kwijt. Het motortje met de vertraging naar één omwenteling per minuut zat hermetisch dicht, dus was de enige oplossing: een eigen 60 Hz maken.

Een PIC subtone encoder

In de afdeling Eindhoven had Geert-Jan PE1HZG een 8-pins PIC-controller geprogrammeerd om een keur aan subtonen te genereren. Dit is nodig in de wat oudere VHF-transceivers om de huidige repeaters open te houden. Deze tonen worden opgewekt uit een puls-breedte-uitgang en worden gefilterd tot keurige sinussen. Zo kan iedere hoorbare harmonische in het audio voorkomen worden. De PIC loopt op een 20MHz-kristal, dus de frequenties, hoewel benaderd, wijken hooguit een paar millihertz af van wat ze zouden moeten zijn. Doordat de gewenste 60 Hz in het bereik van de subtonen ligt, kon mooi van deze kennis en ervaring gebruik gemaakt worden.

Nauwkeurigheid

Het valt niet mee een klok redelijk nauwkeurig op tijd te laten lopen. Eenvoudige sommetjes tonen dat aan:

- Een dag duurt ongeveer 100 000 seconden (86400 om precies te zijn);
- Een kristalnauwkeurigheid van 10^{-5} betekent dus een fout van 1 seconde per dag;
- Daarvoor moet het 20MHz-kristal op ± 200 Hz nauwkeurig oscilleren;
- Dat is wat je zonder afregelen alleen per ongeluk haalt.

Klaas Robers PAOKLS
klaas@robers.nl

Het moet dus mét afregelen. Maar dan nog: eigenlijk wil je liever een nauwkeurigheid van 1 seconde per week, per maand of per kwartaal. Maar er is nog iets anders.

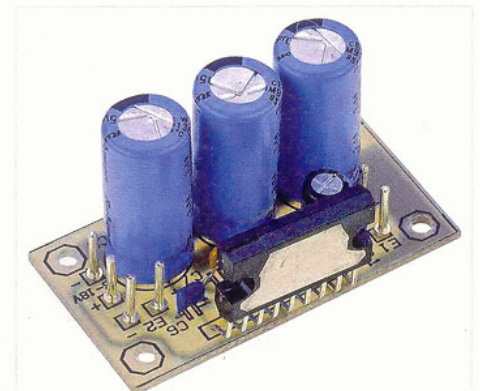
Deelfactoren

Wij willen precies 60 Hz opwekken. Goed beschouwd kan dat niet vanuit 20 MHz. In het getal 60 zit een drie, en die zit niet in 20 000 000. Dan maar benaderen en kijken hoever we komen. Het is een raar algoritme, maar het blijkt dat we kunnen komen tot 59,999 904 Hz. Daarmee loopt de klok 0,14 seconde per dag achter, dus 1 seconde per week. Dat is als het kristal precies op 20 MHz oscilleert. Maar het kan gemakkelijk beter. We krijgen met hetzelfde deeltal precies 60 Hz als de kristalfrequentie 20 000 032 Hz is; 32 Hz hoger dan nominaal, en dat is heel ruim binnen het regelbereik van een afstembare kristaloscillator. Die moet toch al worden afgeregeld. Overigens is dit véél beter dan een klok op het lichtnet. Die loopt zomaar tot een minuut voor of achter. Alleen wordt dat na verloop van tijd wel weer bijgeregeld. Zoek maar eens naar 'grid time' op het internet.

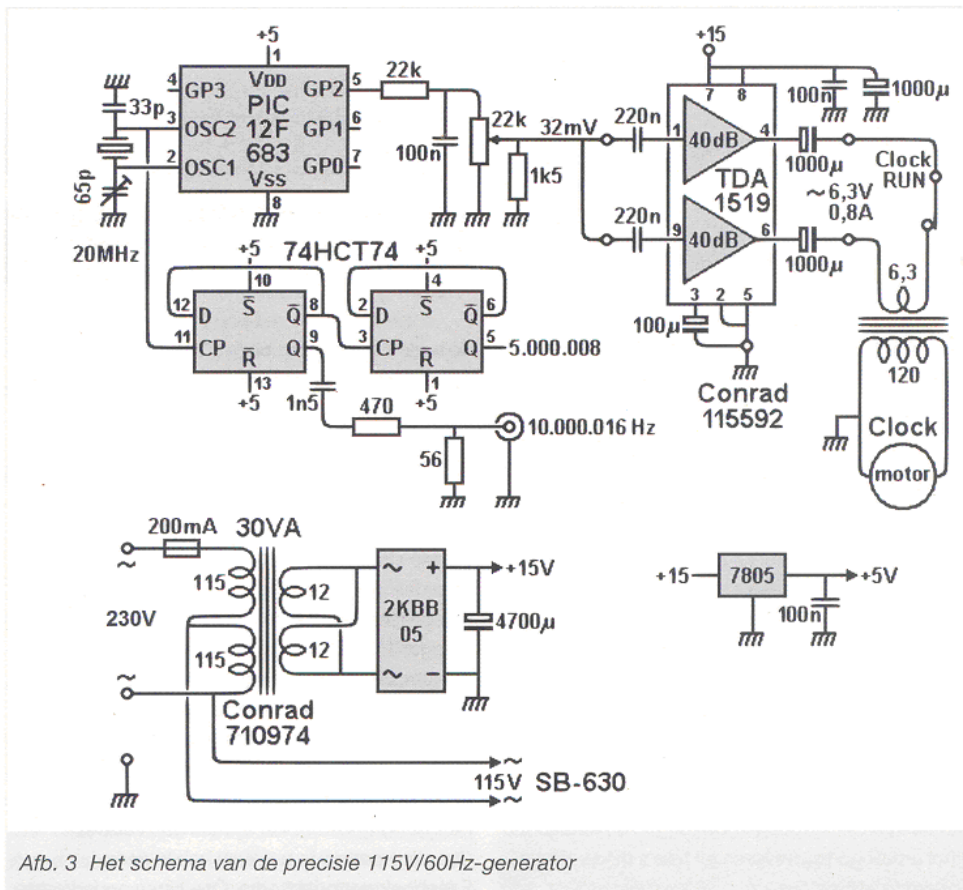
Schema

Het complete schema van de 60Hz-generator vinden we in afb. 3.

Als je bij het afregelen de probe van je frequentieteller aan het kristal hangt, weet je bijna zeker dat je daarmee de frequentie verandert. Daarom is er permanent een CMOS-tweedeler met het kristal verbonden, en de '10 MHz' hieruit komt op een chassisdeel naar buiten. Deze frequentie moet dus na afregelen 10 000 016 Hz zijn. De uitgang GP2 van de PIC16F683 voert het 60Hz-bitstreamsinaal. Via een RC-laagdoorlaatfilter en een volumeregelaar gaat de schone sinusgolf naar een stevig stereo-



Afb. 4 Conrad bouwpakket 115592 met TDA1519 stereoversterker



Afb. 3 Het schema van de precisie 115V/60Hz-generator

versterker-IC: de TDA1519. Dit IC is gekozen omdat de ene versterker erin invertteert en de andere niet. Met hetzelfde ingangssignaal zijn de 60Hz-sinussen aan de uitgangen dus in tegenfase. Dit zit diep in de IC-documentatie verborgen. Conrad heeft voor dit IC een handig printje met alle onderdelen (afb. 4). Een al in dit exemplaar van de SB-630 ingebouwd Amerikaans gloeistroomtransformatortje, achterstevoren gebruikt, maakt van de uitgangsspanning ongeveer 100 V. Dat is instelbaar met de volumeregelaar en daarop loopt de klok mooi rustig.

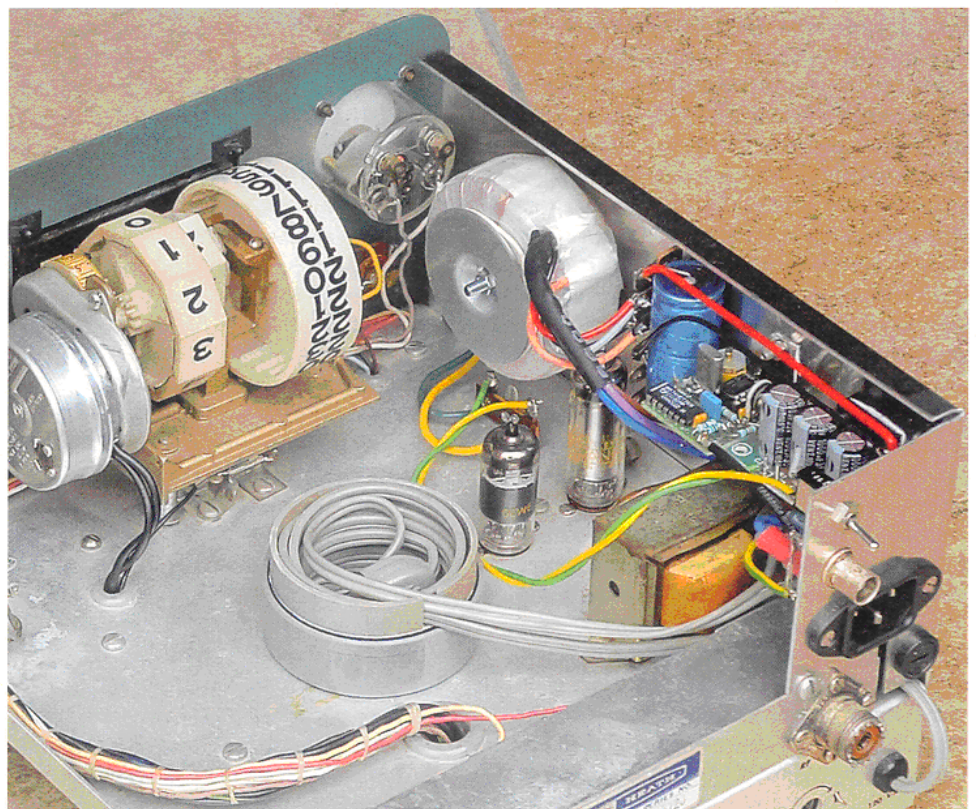
De voeding spreekt voor zichzelf. De nettrafo is meteen verhuistransformator voor de identificatietimer. Het stereoversterker-IC is bedoeld voor in autoradio's en heeft geen stabilisator nodig. De 5 V voor de PIC wel.

Inbouw

Martin PA3DSC, archivaris van het museum Jan Corver, vond het om museaal-historische redenen ongepast zoiets in een klassiek product in te bouwen: 'Wat je ook doet, het moet altijd weer in originele staat terug te brengen zijn.' Nou waren er al een paar dingen niet meer origineel, maar toch is op zijn aandringen alles op een extra aluminium plaat gebouwd, die als geheel rechts tegen de opstaande rand van het chassis geschroefd is (afb. 5).

Het Amerikaanse netsnoer is terug naar binnen gevoerd en netjes opgerold in een pvc-bus. Aan de platte pennen van de stekker zijn soldeerlip-

jes geschroefd; gaatjes van 3 mm zitten er standaard in. Van daar af gaat een kort snoertje naar de middenaftakking van de ringkernnettrafo.



Afb. 5 De SB-630 uit de kast en schuin van achter gezien. Rechts de aluminium plaat met de 60Hz-ombouw erop. Midden voor het originele netsnoer, opgerold in een pvc-bus.

De TDA1519 zit met koelpasta tegen de aluminium plaat geschroefd. Bij het lopen van de klok wordt die toch nog lekker warm. De PIC zit op een stukje experimenteerprint, dat met de pootjes van de 7805 ook aan de koelplaat hangt.

PIC-software

Voor nabouwers is de software voor de PIC op het internet beschikbaar.

Op <http://www.vederfonds.veron.nl/PIC-60Hz/> (let op de hoofdletters en kleine letters!) vindt u een zipfile met daarin een HEX-file waarmee de microcontroller geprogrammeerd kan worden. Ook staat hierin de source file, zodat u een kijkje in het algoritme kunt nemen.

Afregeling

Met het trimmertje is de meetuitgang op 10000016 Hz af te regelen, waarmee de afregeling voltooid is.

In de praktijk zie je die frequentie langzaam verlopen. Maar eigenlijk weet je niet wát er verloopt. Is dit nou verloop van het kristal, of van de frequentieteller? Want die loopt ook langzaam weg, ondanks dat er een mooie TCXO (Temperature Compensated X-tal Oscillator) in zit.

Na veel heen en weer gepraat is het resultaat dat ik een 10MHz-referentie, gelockt aan gps, heb gemaakt waarmee ik eerst de aanwijzing van de teller kan iken. Maar dat is weer een heel ander verhaal.

