

KF161 DIG-X Synthesizersturing

Simpele ombouw in een avond door PE1RRT

1 Inleiding:

Cor Moerman, PA0VYL, -u weetwel, de oprichter van ons museum "**Jan Corver**" te Budel-benaderde mij met de vraag of ik eens kon kijken of het mogelijk is om een simpele ombouw te ontwerpen voor de KF161. Cor heeft t.b.v. sponsoring en financiering van het museum een aantal van deze KF161 DIG-X 2meter tranceiver-doo's op de kop getikt. Ik heb er eens een mee naar huis genomen en ik moet zeggen dat het ding best geinig is opgebouwd. Deze robuuste KF161-ers zitten vol met modules die makkelijk met een schroevendraaier los te wippen zijn, ook een heuse synthesizer. Heel wat anders dan de meer gangbare typen KF161 die allen kristallenbakjes zijn...

Een van de problemen is dat we zo verwend zijn geraakt met die prachtige T813's van Cor dat het niet de bedoeling is om hier een 'dikke ombouw' a-la PE1DTN of PE1RRT omheen te hangen, maar het moet iets zijn wat vrij simpel is op te bouwen en zo goedkoop mogelijk. De 10 kanalen met de keuzeknop 'zoals ie is' is eigenlijk goed genoeg voor de toepassingen waar we deze KF161 het meest zullen gaan zien: Mobiel in uw voiture. We slaan zo 4 vliegen in een klap:

- We creëren een marktje voor de KF161, mede omdat er een ombouw beschikbaar is;
- Goed voor het museum;
- U kunt goedkoop mobielen;
- Lekker snel in een avond om te bouwen.

Aldus heb ik wat tijd gestoken om eens te kijken of dit mogelijk is zonder microcontrollers en ander fraais, liefst met repeater-shift mogelijkheid. Verder geen tirelantijnen, maar wel opgebouwd met gangbare onderdelen....

2 Opbouw van de KF161 DIG-X:

Om te beginnen moet ik u even de basisopzet van de KF161 DIG-X uitleggen. Het ding zit best slim in elkaar. Zie figuur1

Figuur1 (Blockschaltbild KF81/161 (10 kanal version))

Ontvangen werkt als volgt: Het antennesignaal komt binnen op het VHF-TEIL en gaat allereerst door een bandfilter en voorversterker. Daarna gaat het signaal meteen een mixer in. De synthesizer -aangegeven als PLL-HAUBTOSZILLATOR- maakt een frequentie aan die 10,7MHz lager ligt dan de te ontvangen frequentie. Stel, we willen 145,7000MHz ontvangen. De synthesizer geeft dan $145,7000\text{MHz} - 10,7\text{MHz} = 135,0000\text{MHz}$. (ondermenging) Op deze wijze krijgen we op zijn minst een mengproduct op 10,7MHz, de 1^e midfrequent van de KF161. Dit midfrequentsignaal gaat meteen een kristalfilter in, gevolgd door een midfrequentversterker.

Op het ZF-TEIL wordt het midfrequent nogmaals versterkt, gefiltert en weer versterkt. De rest van het ZF-TEIL is aardig standaard: Een oscillator op 11,155MHz om 455kHz te krijgen na menging met deze oscillator. Met een TBA120S wordt dit 2^e midfrequent aardig versterkt en begrenst waarna het door de FM-demodulator van dit IC gaat. Het resultaat is een audio-signaalje dat door het NF-TEIL versterkt wordt.

Het zenden gaat als volgt: Allereerst wordt het microfoonsignaal versterkt. Let wel dat in de microfoons van de KF161 meestal een voorversterkertje zit. (Peiker-Mike) In het NF-TEIL zitten wat audio-bandfilters en nog een extra versterkertrapje. Daarna gaat het audio in de OSZILLATOR. Dit blokje is een kristal-oscillator op 10,7MHz die wordt gemoduleerd met het aangeboden audio-signaal. Dit is handig, omdat we hier exact dezelfde frequentie van de

synthesizer kunnen gebruiken om de gewenste uitgangsfrequentie aan te maken. In de SENDER-VORVERSTARKER wordt het synthesizer-sigitaal gemengt met de gemoduleerde 10,7MHz. De synthesizer draait op 135,0000MHz. Doen we die gemoduleerde 10,7 erbij, dan zitten we op 145,7000MHz. De rest, de SENDER ENDVERSTARKER spreekt voor zich. In vergelijking met de T813 is het aansturen van de synthesizer dus een stuk makkelijker. Er is geen verschil tussen zenden en ontvangen, mits we geen repeater-shift gebruiken. De oorsprong ligt hem in het feit dat de KF161 vroeger in eerste instantie een 'kristallenbakje' was, waar voor elke simplex frequentie maar een enkel kristal nodig was. Met heeft er later gewoon een synthesizer 'ingehangen'...

3 De KF161 DIG-X synthesizer:

Als we naar het blokschema van de synthesizer kijken zien we dat de opbouw exact hetzelfde is als die van de T813. Hier is ook de S187 synthesizer van Siemens en de S89 deler toegepast. Die S187 synthesizer is wel een wat oud beestje, maar een heerlijk ding om mee te werken. Zie figuur 2 voor het blokschema van de synthesizer in de KF161 DIG-X:

Figuur2 (Ausgaba A seite 37)

De opzet is standaard: Links zit de referentie-oscillator van 6,4MHz. Deze wordt intern gedeeld om samen met het gedeelde hoogfrequent (de [A] en [B]-deeltallen dus) vergeleken te kunnen worden in de fasevergelijker. Uit de fasevergelijker komen razendsnelle pulsen die - na een laagdoorlaatfilter- het DC-sigitaal vormen om de VCO aan te sturen. De VCO maakt het hoogfrequent aan dat weer door de [A] en [B] delers gaat enz. Zo is het kringetje rond. Let wel: Er zitten heel wat regeltechnische geintjes achter dit verhaal. De wiskundige afleiding hiervan zou deze gehele pagina vullen, maar voor ons is bovenstaande wetenschap ruim voldoende. De [A] en [B] deeltallen worden aangeboden door een PROM. Alle 10 contacten van de kanaalkeuzeknop worden naar deze PROM geleid en daarmee worden de deeltallen aangemaakt. Helaas is deze PROM een achterhaald ding. Er zullen er vast nog wel een paar zijn, maar ik ben daar niet vanuit gegaan omdat:

Die dingen eenmalig te programmeren zijn;

De prijzen vaak schandalig zijn;

Er bijna geen programmeer-apparaat meer is die het ding ondersteund.

Er is nog een veel belangrijkere reden. De KF161 DIG-X was bedoeld voor simplex, dus geen repeater-shift of ander fraais. Willen we het ding zinvol inzetten dan is repeater-shift een minimum vereiste...Het simpelweg erin zetten van zo'n PROM lost dit probleem niet op, hij blijft simplex.

4 Rekenen aan de deeltallen:

Als u eens een van onze T813 voordrachten bijgewoond heeft, herinnert u zich natuurlijk het verhaal van Steef PA0IB die werkelijk prachtige dingen met die synthesizer heeft uitgehaald: Van weersatellietontvanger tot 50MHz tranceiver. Het komt telkens neer op dezelfde formule om een deeltal uit te rekenen bij een gewenste frequentie:

$$[B],[A] = \frac{\langle \text{Frequentie in MHz} \rangle - 21,4\text{MHz}}{\langle \text{Raster} \rangle} \quad \text{waarin:}$$

[B] is het 8-bit deeltal wat aangeboden moet worden aan de 'B-bits' van de S187 synthesizer;
 [A] is het 7-bit deeltal wat aangeboden moet worden aan de 'A-bits' van de S187 synthesizer;
 <Frequentie in MHz> is de gewenste frequentie, bijvoorbeeld 145,7000;
 De 10,7MHz is de midfrequent van de KF161 DIG-X;

Het <Raster> is '1,00' voor 10kHz en '1,25' voor 12,5kHz.

Laten we deze formule eens invullen voor bijvoorbeeld 145,7000MHz van Repeater Eindhoven:

$$[B],[A] = \frac{145,7000\text{MHz} - 10,7\text{MHz}}{1,25} \Rightarrow \quad (\text{Berekening A})$$

$$[B],[A] = 108,00 \Rightarrow [B] = 108 \quad \text{en} \quad [A] = 00$$

[B] en [A] zijn hier gepresenteerd als decimale getallen, maar moeten worden omgezet in hexadecimaal of binair. We krijgen dan voor de deeltallen:

$$[B] = 6\text{Ch} = 01101100\text{b} \quad \text{en} \quad [A] = 00\text{h} = 00000000\text{b}$$

Dit is alles wat we moeten doen! Vrij simpel dus. We gaan het nog eens doen: We nemen nu eens onze huisfrequentie, een wat minder voor de hand liggende frequentie:

$$[B],[A] = \frac{145,4750\text{MHz} - 10,7\text{MHz}}{1,25} \Rightarrow \quad (\text{Berekening B})$$

$$[B],[A] = 107,82 \Rightarrow [B] = 107 \quad \text{en} \quad [A] = 82$$

Omzetten in hexadecimaal c.q. binair:

$$[B] = 6\text{Bh} = 01101011\text{b} \quad \text{en} \quad [A] = 52\text{h} = 01010011\text{b}$$

Okay, nog eens, maar dan voor een lage frequentie bestemd voor CW:

$$[B],[A] = \frac{144,1125\text{MHz} - 10,7\text{MHz}}{1,25} \Rightarrow \quad (\text{Berekening C})$$

$$[B],[A] = 106,73 \Rightarrow [B] = 106 \quad \text{en} \quad [A] = 73$$

Omzetten in hexadecimaal c.q. binair:

$$[B] = 6\text{Ah} = 01101010\text{b} \quad \text{en} \quad [A] = 49\text{h} = 01001001\text{b}$$

5 Schema van de ombouw:

Nu we wat vaardigheid gekregen hebben in het berekenen van deeltallen is de tijd gekomen om eens te gaan kijken naar het schema van de ombouw, zie figuur3

#####Figuur3 Schema synthesturing file: kfsynth.prn. Doe copy kfsynth.prn lpt1 /b

Wat deze schakeling doet is in wezen vrij simpel. Hij vervangt de oude PROM.

Onder in het midden ziet u de contacten van de oude voet waar de PROM ingezeten heeft. U ziet dat de contacten van de schakelaars hier op aangeboden worden, CH1 t/m CH10. Verder ziet u het deeltal [A] gepresenteerd als A1,A2,A4,A8,A16,A32 en A64 wat gelijk het gewicht van de bits weergeeft. A1 is het LSB (zwakste bit) en A64 is het MSB (sterkste bit). Let wel: [A] is een 7-bits getal!

Tevens ziet u het [B] deeltal gepresenteerd als B1,B2,B4,B8.....B128. Het [B]-deeltal is een 8-bits getal. Op P28 zit de ingang voor de synthesizer die het raster bepaalt. Ik heb deze aan massa gegooit omdat we alleen geïnteresseerd zijn in het 12,5kHz raster. Ook ziet u dat de PROM gewerkt heeft op 10V. Dit is dus een probleem omdat de huidige electronica werkt op 5V of zelfs al lager....

IC1 is een EPROM waar de deeltallen ingeprogrammeerd staan. Deze EPROM heeft 8 databits, maar we hebben 2 deeltallen, [A] en [B] tezamen 15 bits. Via een ULN2004 wordt het [A]deeltal aangeboden aan de synthesizer omdat de S187 op 10V werkt en pull-up's heeft. Hoe werkt dit nu?

6 Aansturen van het [B]-deeltal:

Als u naar het [B]-deeltal kijkt ziet u dat deze alleen maar verandert van 106 t/m 108. (Zie berekening A en C) We mogen een aantal bits van dit [B]-deeltal vast gaan leggen. U kunt dit zien in het schema: B8 = '1', B16 = '0', B32 = '1', B64 = '1', B128 = '0'. Ze liggen keivast! Helaas kan dit met het [A]-deeltal niet. Deze verandert constant. Het aantal bits wat we nu nog hebben is 7 voor het [A]-deeltal en 3 voor het [B]-deeltal, maar we hebben nog steeds maar 8 databits uit de EPROM.... We gaan even het [B]-deeltal nader bekijken. Het bereik loopt van 106 t/m 108. Ik geef even de hexadecimaal en de binaire waarden weer:

[B] = 106 = 6Ah = 01101010b (144,0000MHz t/m 144,4375MHz) (Range I)
[B] = 107 = 6Bh = 01101011b (144,4500MHz t/m 145,6875MHz) (Range II)
[B] = 108 = 6Ch = 01101100b (145,7000MHz t/m 145,9875MHz) (Range III)

U ziet hier dat inderdaad alleen de laagste 3 bits veranderen. Laten we dit de 'Ranges' noemen. Eigenlijk hebben we 2 bits nodig om alle 'Ranges' te kunnen overbruggen maar die hebben we niet. Het deeltal [A] heeft keihard 7 bits nodig en daarom hebben we nog maar 1 bit om het [B]-deeltal in te stellen. Nu is het geluk dat een van die 'Ranges' helemaal aan het begin van de band ligt. Die zullen we moeten gaan schrappen. Met een paar torretjes kunnen we de 3 laagste bits van het [B]-deeltal laten toggelen om 'Range II' en 'Range III' te dekken. Dit is gedaan met T1 en T2.

7 Aansturen van het [A]-deeltal:

Het [A]-deeltal wordt aangeboden via een ULN2004. De ULN2004 heeft open-collector uitgangen en is uitermate geschikt om de 10V pull-up van de synthesizer 'aan massa' te gooien. Het nadeel is dat alle bits van het [A]-deeltal geïnverteerd moeten worden omdat de ULN2004 dit ongewenst doet. We zullen alle bits van het [A]-deeltal consequent moeten inverteren...

Laten we weer eens een deeltal bepalen. Neem berekening B. We hadden:

[B] = 6Bh = 01101011b en [A] = 52h = 01010011b

Om de 3 LSB's van het [B]-deeltal aan te bieden moeten we met D7 van de EPROM een '1' aanbieden. T1 wordt in verzadiging gebracht en maakt B4 '0' terwijl T2 open gaat en B2 en B1 beiden '1' worden.

Het [A] deeltal moet worden geïnverteerd (door de ULN2004!) en wordt 10101100b. We moeten het MSB schrappen omdat [A] een 7-bits getal is. Resultaat is dan 0101100b. Plakken we het bitje voor het [B]-deeltal eraan vast krijgen we: 10101100b. Dit is wat we

zullen moeten programmeren in de EPROM om 145,4750MHz te krijgen.

8 Bepalen van de EPROM adressen:

De draaischakelaar van de KF161 heeft 10 standen, dus 10 contacten, dus 10 kanalen. Via pull-up's (R1, R2 en RS1) bieden we de schakelaars meteen aan naar de adres-pinnen van de EPROM: A0 = CH1, A1 = CH2, A2 = CH3 enz. Dit is niet de gangbare manier van adresseren natuurlijk, maar het werkt wel. Links onderin het schema ziet u een tabel die weergeeft welke adreswaarden er worden gemaakt voor welk kanaal: "ADDRESS SELECTION KF161 EPROM". Door een extra adres-bit te nemen (A10) kunnen we repeater-shift maken. We krijgen een verdubbeling van de tabel! U kunt werkelijk alles hiermee maken: Repeater shift, reverse shift, een andere shift dan 600kHz, enz. enz. Ik heb in de KF161 een draadje gesoldeerd van de Mike-schakelaar naar TP2 in het schema. Bij ontvangen is A10 hoog, bij zenden wordt A10 laag en springen we naar het onderste deel van het tabelletje.

Welke EPROM u heeft liggen maakt niet uit. Alles past erin: 27C512, 27C256, 27C128, 27C64 enz. Let er wel op dat de MSB's van de adressen aangepast moeten worden!

9 Toch frequenties maken in 'Range I':

Om eerlijk te zijn zat het me dwars om zomaar alle frequenties van 'Range I' weg te knikkeren. Ik heb eens nagedacht en heb geredeneerd dat het met een paar extra torren en dioden toch moet lukken. Als de kanalschakelaar in een bepaalde stand staat kunnen we via een diode D3, D4 of D5 toch naar 'Range I' gaan. Een '0' op de kathode van een van deze dioden brengt T4 in verzadiging. Met T4 brengen we vervolgens T3 in verzadiging zodat B1 '0' wordt. Voila! Een '1' op de basis van T1 maakt B4 '0' en B2 '1'. We hebben dan [B] = 01101010b = 106 gemaakt! Links in het midden van het schema staat een tabelletje waar de 'Ranges' goed te zien zijn, zo ook of u een diode moet plaatsen, enz.

10 Hardware:

Op een regenachtige zondag-morgen heb ik een printje gemaakt dat precies in de voet van de oude PROM op het synthesizer-board past. Zie figuur 4. Hier zit alles op, met uitzondering van de onderdelen die in het schema omkaderd zijn. Het printje is 30mm x 52mm.

#####Figuur4: printje voor de KF161 Synthesizing, sporen en silkscreen.

Het doel was om het printje zo klein mogelijk te houden, zodat het nog netjes ingebouwd kon worden. Zoals u ziet is dit gelukt. Het printje is wel dubbelzijdig en doorgemetaliseerd omdat je het anders qua afmetingen echt niet meer klaarkrijgt. Figuur 5 laat de KF161 synthesizer zien samen met een 'printout' van het printje. Wat u op de synthesizer zelf ziet is de eerste hardware van deze ombouw op gaatjesprint. Op het moment dat ik met dit artikel bezig ben geweest waren de printjes nog niet binnen.

Figuur5: De KF161 synthesizer omgebouwde proto. KFSYNTH.TIF

11 Software voor bepaling van de deeltallen in de EPROM:

Bij dit projectje zijn we van de gedachte uitgegaan dat Cor zelfstandig de EPROM's moet kunnen programmeren. Ik heb Rob PE1JFZ gevraagd of hij voor mij een BASIC-programmaatje in elkaar wilde zetten zodat -op klantenspecificatie- Cor de frequenties in kan voeren en meteen in een EPROM kan bakken. Een bezoeker aan het Museum kan dan gemakkelijk geholpen worden. Op deze manier is de drempel voor ombouw niet te hoog: Wat

dan nog gedaan moet worden is het printje opbouwen, printje in de synthesizer monteren en de KF161 afregelen. Dit laatste is al vaak beschreven (o.a. bij de RIS) dat dit buiten het kader van dit artikel valt. Wilt u meer informatie? Neem contact op met Het Museum van de RadioZendantateur **“Jan Corver”** te Budel: 04954-30342. Voor technische vragen en ondersteuning enz. kunt u mij altijd emailen: msimons@iaehv.nl
Veel bouwplezier!