

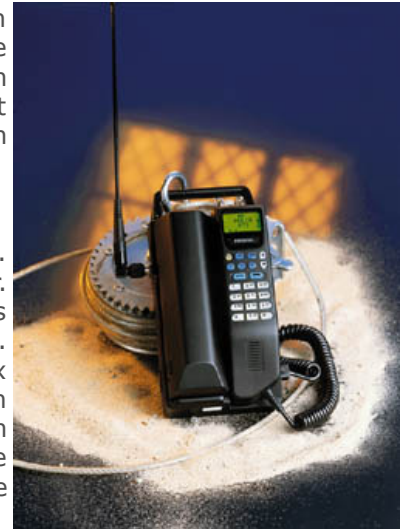
Nokia RD72

inleiding

20160322 – De Nokia RD72 is een mobiele-/autotelefoon. Deze telefoons zijn ontwikkeld voor het nood communicatie netwerk voor tijdens de millenniumwisseling. De angst was dat tijdens de jaarwisseling tussen de jaren 1999 en 2000 computersystemen en communicatiesystemen uit zouden vallen. Uit voorzorg is de Nokia RD72 ontwikkeld dat een netwerk van telefoons kan vormen bij uitval van het reguliere telefoonnetwerk.

beschrijving

Een bijzonderheid is dat de RD72 een Push To Talk knop heeft op de telefoonhoorn. De RD72 lijkt daardoor op een kruising tussen een telefoon en een zendontvanger. De RD72 werkt in de UHF band en is voorzien van een accu. De telefoon is draagbaar aan een handvat en heeft een antenne (TNC aansluiting) aan de zijkant. Op de hoorn zijn diverse knoppen voor bediening geplaatst en een dot-matrix display met groene achtergrondverlichting. Er is ook een luidspreker in de hoorn geplaatst. Door de specifieke toepassing bij noodsituaties is de telefoon niet alleen geschikt voor duplex gebruik (zenden en ontvangen tegelijk zoals bij een reguliere telefoon), maar ook voor simplex gebruik (zenden en ontvangen op dezelfde frequentie).



toepassing

De telefoon is een prachtig apparaat om om te bouwen. De droom is dan ook om deze werkend te krijgen op de 70cm amateurband. Alle ingrediënten zijn aanwezig voor een mooie zendontvanger. De telefoonhoorn met extra luidspreker is een mooie combinatie. Er zijn toetsen aanwezig, dus frequentie invoer zou ideaal zijn. Een toepassing voor DARES zou prachtig zijn. Dan kan bijvoorbeeld een beperkt gebied uitgerust worden met telefoons zodat er een lokaal "netwerk" ontstaat.

ombouw

Ondertussen zijn de (zo goed als nieuwe telefoons) van modelserie SA4G al 16 jaar niet in gebruik. Het ombouwen blijkt lastig te zijn... Till; DL9JT en Christian; DG7PC zijn er actief mee geweest, maar uiteindelijk is het project helaas rond 2012 tot stilstand gekomen. Ik heb niet de illusie dat ik het ombouwen wel voor elkaar krijg, maar ik wil wel een poging wagen. Hierbij ook meteen de oproep om advies en andere bijdragen te delen zodat het resultaat een Nokia RD72 wordt de amateur gemeenschap.

documentatie

Wat geweldig is dat de service documentatie aanwezig is! Schema's en beschrijvingen zijn in het Engels beschikbaar. Dit biedt een schat aan informatie!

eerste inspectie

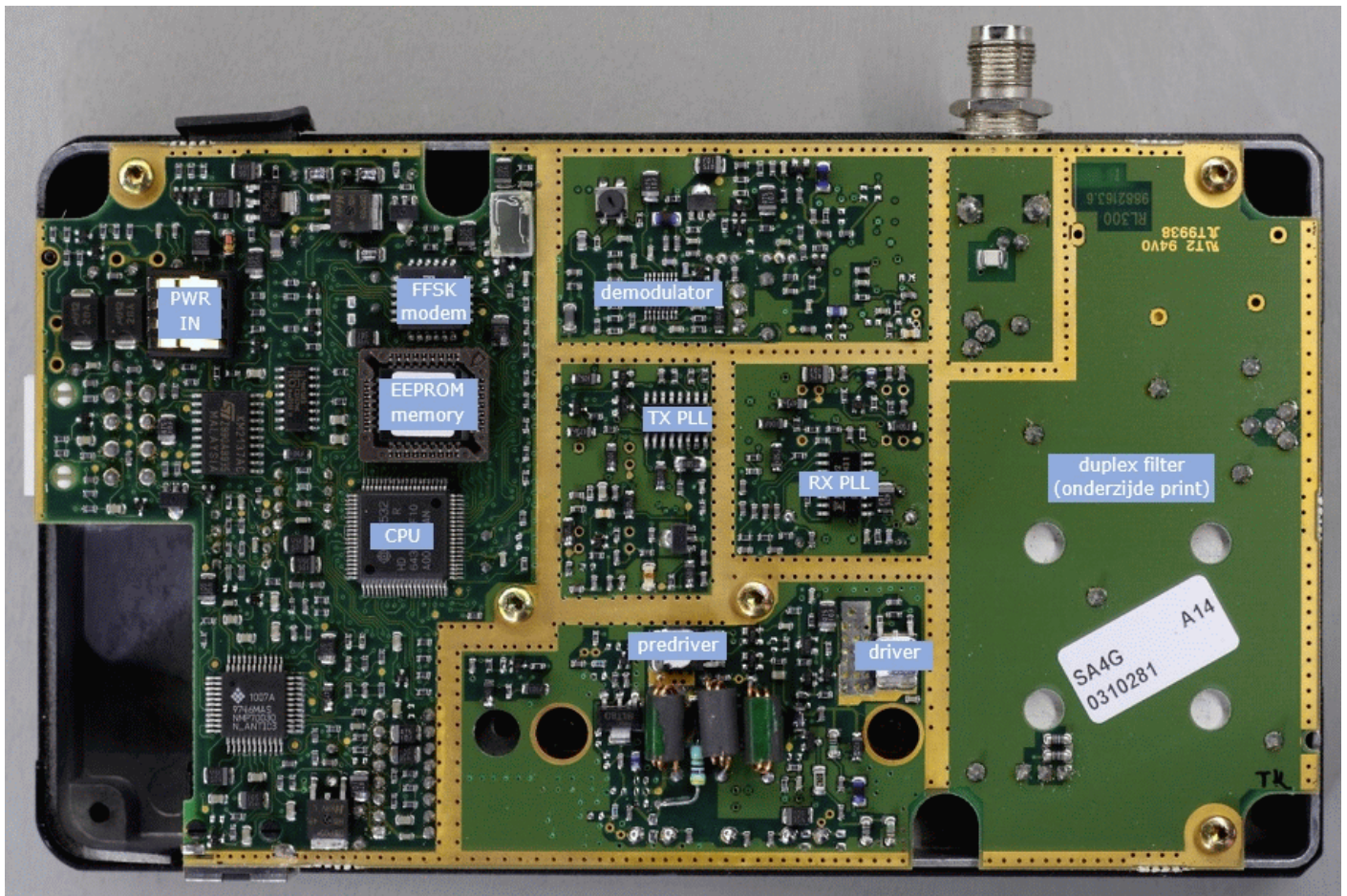
De documentatie (schema's) is snel doorgenomen. De zender en de ontvanger zijn "kipsimpel", daar zit de moeilijkheid niet in. Ook de synthesizer is redelijk logisch en eenvoudig gebouwd. Eén oscillator, twee PLL chips en twee VCO's met "loop filters". Ik kende het systeem van een EPROM in combinatie met een PLL chip om de gewenste frequentie te genereren, maar deze PLL chip wordt met twee data draden gestuurd. Op het eerste gezicht lijkt het op een I2C bus van Philips (NXP). Er zijn maar twee draden, één data draad en één klok puls draad. Aangezien het om communicatie gaat tussen twee chips, is een I2C bus erg aannemelijk. (Hoewel ik geen expert ben als het om data bussen gaat...) Als het een I2C bus is, is het "tot leven wekken" van de RD72 niet zo'n probleem. Door toevoeging van een externe microcontroller (Arduino?!), kan dan de frequentie in worden gesteld. De eindtrap en audio zaken zijn wel "aan elkaar te knopen". Maar uiteraard is het mooier om de hardware origineel te laten en toch het gewenste resultaat te krijgen. Ik vrees echter dat de centrale microcontroller lastig is om te ontrafelen of te modificeren. Alle intelligentie dat de omringende componenten stuurt, is deze centrale microcontroller. Kortom, ik zie mogelijkheden, maar ik zou nog niet durven wedden op de kans van slagen van het project...

fotos van de RD72



RD72 van binnen

[Link: http://amateurtele.com/images/Amateurtelecom_Nokia_RD72_print_L.jpg]:



microprocessor ontrafelen

Er zijn weer (grote) ontwikkelingen! De grootste hindernis is de microprocessor, dit is "het hart" van de zendontvanger. Helaas is dit een "black box" omdat er geen info van de inhoud is. Als de inhoud te vervangen is, is naar mijn idee het apparaat vrijwel zeker voor amateurgebruik in te zetten! Ik verwacht dat er een paar kleine mechanische wijzigingen nodig zijn zoals het vervangen van het duplex filter door een PIN switch en dergelijke. Rob Spijker blijkt handig te zijn met "ontrafelen" van microprocessor inhoud. Rob is op de achtergrond bezig om de CPU uit te lezen en de mogelijkheden te verkennen voor opnieuw programmeren. De ontwikkelingen zijn in volle gang en het is even afwachten wat de volgende resultaten zijn... Wordt vervolgd...

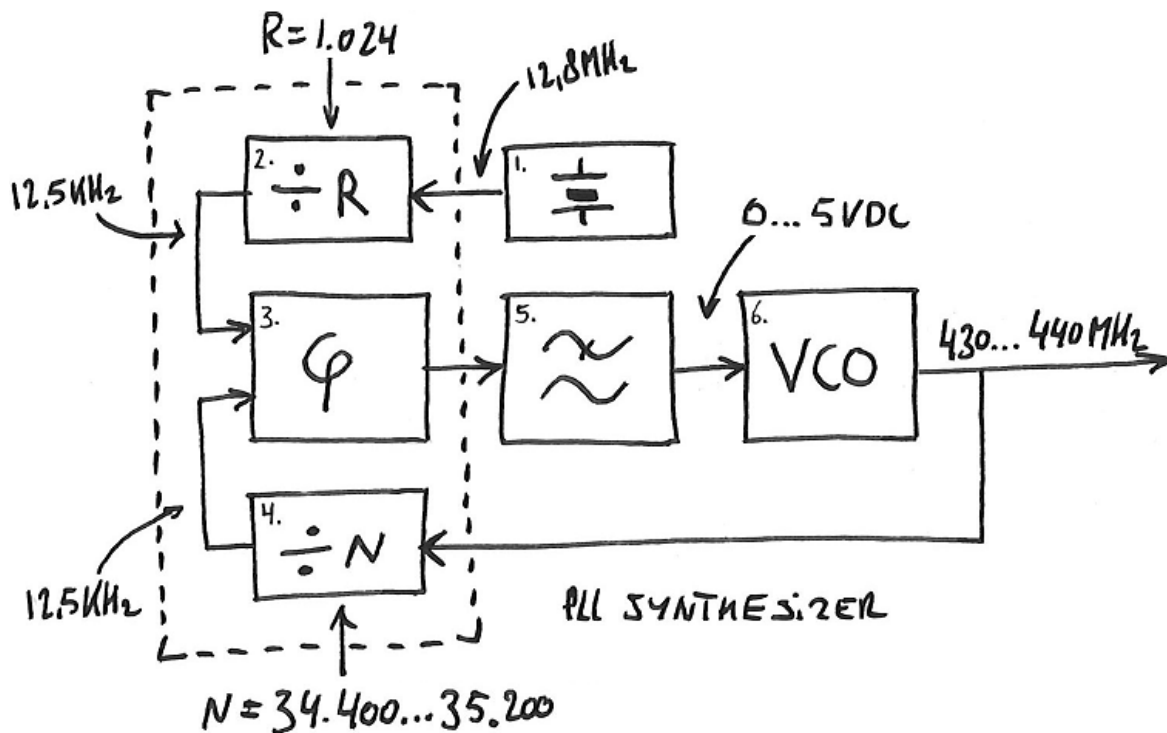
synthesizer

inleiding

In het kader van "taakverdeling" ben ik gestart met het uitpluizen van de synthesizer. De synthesizer zorgt ervoor dat een audio signaal (spraak/data) op een gewenste zendfrequentie (430...440 MHz in stappen van 12,5 kHz) wordt gemoduleerd. Aan de ontvanger kant wordt een radiofrequent signaal geproduceerd dat gemengd kan worden om vervolgens te kunnen demoduleren ofwel de audio van het radiofrequente signaal "af te plukken".

theoretische achtergrond

Om de fysieke constructie van de synthesizer beter te begrijpen is inleidende theorie op zijn plaats. Aan de hand van de schematische voorstelling hieronder zal ik trachten de werking nader te verklaren.



"Blokje 6" is de VCO ofwel de **Voltage Controlled Oscillator**. Een VCO is een schakeling dat een radiofrequent signaal produceert waarvan de frequentie te veranderen door middel van een stuur spanning. In ons geval is het wenselijk dat een frequentie van 430...440 MHz wordt gegenereerd omdat dat het gewenste bereik van zendfrequentie is. Wanneer de stuurspanning wordt verhoogd of verlaagd, wordt de uitgangsfrequentie van de VCO ook hoger of lager. Het is in de praktijk mogelijk om deze spanning ook te voorzien van een gewenst **audio signaal** waardoor de VCO frequentie varieert in het ritme van het audiosignaal. Zo ontstaat er **frequentiemodulatie** omdat de frequentie varieert in het "ritme" van de spraak. Ook dat gebeurt in de Nokia RD72, maar is voor deze theoretische uitleg voor het gemak even weggelaten en daarmee ook niet afgebeeld. Met een potmeter is zo de gewenste stuurspanning en daarmee ook de zendfrequentie te bepalen. Echter is een VCO gevoelig waardoor de frequentie (sterk) van variëren. Deze variatie in frequentie is onwenselijk. Een kristal oscillator (blokje 1) is echter zeer stabiel en vormt wel een goede stabiele basis. Het nadeel is echter dat de frequentie van een kristal (na productie) niet meer te variëren is waardoor een zender niet meer op een andere frequentie af te stemmen is. (Of er moet voor elke gewenste frequentie een eigen kristal aanwezig zijn en dat is niet wenselijk/praktisch.) Hierop heeft een slimmerik een faseregellus ofwel **Phase Locked Loop** uitgevonden. Deze wordt ook vaak aangeduid als **PLL** vanwege de afkorting. Het "hart" van deze schakeling is "blokje 3" wat de fasevergelijker voorstelt. Wanneer beide ingevoerde signalen precies in fase zijn (even snel "lopen"), is het uitgaande signaal van de fasevergelijker hoogohmig. Hoogohmig betekent in dit geval dat de uitgaande pen "zweeft" ofwel nergens elektrisch aan verbonden lijkt te zijn. Wanneer er een faseverschil ontstaat omdat van de twee ingevoerde frequenties iets "sneller loopt" (hoger in frequentie is), zal het uitgaande signaal van de fasevergelijker steeds kort naar de massa worden "getrokken" of naar de voedingspanning. Hoe groter het faseverschil, des te langer het uitgaande signaal van de fasevergelijker naar de massa of de voedingspanning worden getrokken. Door een **Loop Filter** aan te sluiten op de fasevergelijker worden de korte pulsen omgezet in een gelijkspanning. (De **loop filter** is vaak niet meer dan een weerstand en een condensator.) Dus aan de hand van het faseverschil aan de ingang van de fasevergelijker, komt er een gelijkspanning uit de **loop filter** dat correspondeert met het faseverschil. Later in deze tekst zal het toegelicht worden met een voorbeeld. Het referentie signaal dat we gebruiken komt uit de kristal oscillator ("blokje 1") en willen we in de fasevergelijker ("blokje 3") invoeren. De frequentie van het ingevoerde signaal aan de fasevergelijker bepaalt de stapgrootte van de uitgangsfrequentie van de VCO ("blokje 6"). Kanaalstappen van 12,5 kHz zijn gebruikelijk voor de 70 cm band in FM, dus 12,5 kHz is een logische keuze. Om van het 12,8 MHz signaal van de kristaloscillator 12,5 kHz te maken moet het **referentie signaal** door "R" worden gedeeld. In dit geval is het deeltal ($12.800.000 / 12.500 = 1024$). 1.024 is een veelvoud van 2 ($2^{10} = 1.024$), dus eenvoudig te delen. De frequentie van 12,8 MHz is ook niet "toevallig" gekozen omdat delen door een veelvoud van 2 het eenvoudigst is. Het deeltal is naar wens te variëren. Om bijvoorbeeld een kanaalstap van 20 kHz te krijgen moet er gedeeld worden door 640. Omdat 12,5 kHz het meest logisch is, is 1.024 als deeltal het meest verstandig. (Hoewel voor gebruik op PMR een deeltal van 2.048 handig is omdat de kanaalstappen daar 6,25 kHz zijn, maar dat terzijde...) Afijn, zo is er een referentie signaal aanwezig aan de ingang van de fasevergelijker van 12,5 kHz. Wanneer aan de andere ingang van de fasevergelijker ook 12,5 kHz wordt aangeboden is de fasevergelijker "**geloocked**" omdat beide signalen aan elkaar gelijk zijn. Dit is de gewenste situatie. Echter als een zendfrequentie van bijvoorbeeld 435 MHz gewenst is en in de fasevergelijker wordt ingevoerd, is de fasevergelijker niet vergrendeld omdat de fases/frequenties niet gelijk zijn. Vandaar dat een **N-deler** ("blokje 4") nodig is. Deze deler moet de gewenste zendfrequentie delen door een getal zodat de referentiefrequentie van 12,5 kHz overblijft. Als de zendfrequentie

van bijvoorbeeld 435.000.000 Hz gedeeld wordt door 34.800, blijft er precies 12,5 kHz over. In deze situatie is de fasevergelijker vergrendeld en is de gewenste situatie bereikt. Als bijvoorbeeld het deeltal van 34.800 gewijzigd wordt naar 34.801 is de frequentie na de deler ongeveer 12.499,6 kHz. Hierdoor is de fasevergelijker niet meer vergrendeld. Het gevolg is dat de regelspanning aan de uitgang van de *loop filter* ("blokje 5") verandert waardoor de VCO ("blokje 6") van frequentie verandert totdat er aan de ingang van de fasevergelijker weer 12,5 kHz aanwezig is. Dus de frequentie van de VCO zal in een mum van tijd verhogen naar 435.012.500 Hz. Wanneer de VCO een frequentie van 435.012.500 Hz heeft met een deeltal van 34.801 blijft er inderdaad 12,5 kHz aan de ingang van de fasevergelijker over. Hiermee is ook duidelijk te zien dat het veranderen van één stapje van het deeltal N de frequentiestap precies 12,5 kHz is en dat is gelijk aan de referentiefrequentie. Het deeltal N dient te kunnen worden gevarieerd door middel van een programmeerbare deler. Vaak zijn de delers en fasevergelijker zelfs in één chip geplaatst zoals ook bij de Nokia RD72. De stippellijn geeft aan welke "blokjes" vaak in één (PLL) chip zitten.

Voor het gemak is hierboven alleen gesproken over het theoretische deeltal N. In de praktijk zijn er meerdere delers achter elkaar geplaatst om dergelijk hoge deeltallen te halen. Ook is het vaak in combinatie met een *prescaler* dat erg hoge frequenties al flink kan verlagen. Des te hoger de frequentie, des te lastiger een chip te fabriceren is.

Op bovenstaande manier is zo een gewenste stabiele zendfrequentie op te wekken. Dit gebeurt op dezelfde manier voor de ontvanger, echter is het opgewekte signaal (uiteraard) niet gemoduleerd (voorzien van spraak) en wordt dit signaal geïnjecteerd in een mixer om de ontvangen signalen in frequentie omlaag te krijgen om vervolgens te worden gedemoduleerd. Maar qua synthesizer ontwerp is de werking identiek aan de zender..

Noot: Er zijn twee type VCO's, met een positieve of negatieve frequentie ingang. Bij de ene stijgt de frequentie naar mate de regelspanning stijgt en bij de andere daalt de frequentie als de regelspanning stijgt. Door de twee ingangen van de fasevergelijker om te draaien kan het "probleem" worden verholpen als er geen ander type VCO beschikbaar is (en de toegepaste frequenties binnen de specificaties van de chip vallen.) Omdat hier de schakeling al goed ontworpen en functioneel is, is dit niet aan de orde maar toch in het kader van de theorie handig om te weten.