

Udvidelse af signalgeneratorens frekvensområde

Af OZ7TA Jørgen Kragh, Forelvej 25, 3450 Allerød.

1. Indledning

I denne artikel beskrives en simpel måde at udvide en signalgenerators frekvensområde med bibeholdelse af signalgeneratorens kalibrering af udgangsniveau og modulation, uden at det går for meget ud over signalgeneratorens fasestøj.

2. Baggrund

Jeg er den lykkelige ejer af en ældre signalgenerator, som går fra 500 kHz til 512 MHz. Det betyder, at den kan give testsignaler til justering af modtagere i amatørbandene fra 1,8 MHz til og med 438 MHz. Da jeg på et tidspunkt byggede en NMT-900 om til 1,3 GHz, så manglede jeg et testsignal på 1,3 GHz. Jeg kunne selvfølgelig have købt mig en signalgenerator til 1,3 GHz, eller jeg kunne trimme på 3. harmoniske fra signalgeneratoren med denne indstillet på 432 MHz. Det første blev forkastet af XYL, der hellere vil have en campingvogn, og den anden løsning forkastede jeg selv, fordi niveauet af 3. harmoniske ikke er særligt godt defineret. Der er i hvert fald ingen simpel sammenhæng mellem 3. harmoniske og det, som attenuatoren på signalgeneratoren viser. Jeg ville have et signal på 1,3 GHz med et variabelt niveau, og samtidigt skulle jeg kunne stole på niveauet. Det gjaldt så om at finde en tredje løsning.

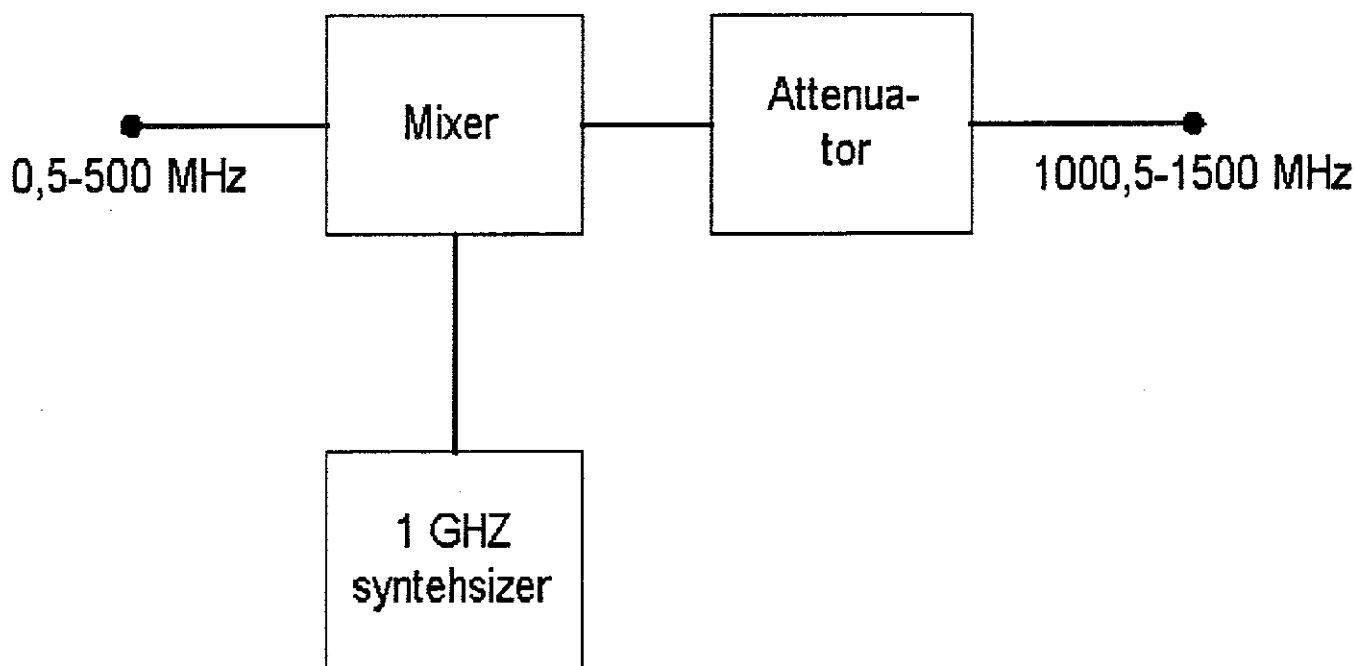
3. Den 3. mulighed

Den mulighed jeg valgte består i at bygge en up-converter. I denne genererer jeg et signal på 1,0 GHz. Dette signal bruger jeg som lokaloscillatorsignal til en balanceret blander, hvor jeg blander det med et signal fra signalgeneratoren. Resultatet af denne blandeproces er, at der ud af blanderen kommer to signaler 1000,5 - 1512 MHz hhv. 999,5 - 488 MHz. Vi ser let, at det ene signal, sumsignalet, dækker 1,3 GHz amatørbandet. Hvis nu vi stiller signalgeneratoren på 296 MHz, så kommer der altså 1296 MHz hhv. 704 MHz ud af blanderen.

En balanceret blander af diodetyper har ved konstant lokaloscillatorsignal et indsætningstab på 6 - 8 dB, og det er rimeligt konstant over hele blanderenens frekvensområde, særligt hvis vi ikke går helt ud til grænserne.

Kender vi nu blanderenens indsætningstab, så kan vi sætte en attenuator efter blanderen, så det totale indsætningstab bliver et pænt tal, f.eks. 10 dB. Niveauet på sum- og differenssignalerne efter blanderen er således 10 dB under niveauet på det signal, som kommer fra signalgeneratoren, d.v.s. niveauangivelserne på signalgeneratoren passer med en forskydning på 10 dB.

I fig. 1 er vist et blokdiagram af upconverteren.



Naturligvis er signalet efter blanderen ikke særligt rent, for der er jo både sum- og differenssignal. Imidlertid skal opstillingen jo primært bruges til at justere 1,3 GHz modtagere, og de har sjældent følsomhed på 700 MHz. Der kan højst være et blokeringsfænomen, men da differenssignalet på 700 MHz jo følger det ønskede signal i niveau, så vil der næppe opstå problemer med blokering eller uønskede fløjt.

Hele opgaven består således i at bygge en stabil oscillator på 1 GHz, blande signalet herfra med et signal fra en signalgenerator og så bygge det hele ind i en kasse.

4. Konceptet for synthesizeren

Hos mig skal ting helst kunne bygges ved hjælp af stumper fra AP700, gamle biltelefoner eller dele fra gamle marineradioer. Disse rare ting skal efter min mening handles til præcis kr 0 blandt radioamatører. Da der er masser af alle tre ting på markedet, så burde det ikke være svært at opbygge et forsvarligt lager uden at det koster en formue.

NMT-900 kan som bekendt modtage fra 935-960 MHz. De fleste af den slags NMT'er har en mellemfrekvens mellem 45 MHz og 90 MHz, hvad der betyder, at de må indeholde en VCO til frekvenser i området ca. 880 -1000 MHz. I en del af dem er modtagerens lokaloscillator overliggende, d.v.s. den ligger lige over 1 GHz, og VCO'en kan let afstemmes til 1 GHz. I mange NMT'er er der separate synthesizere for hhv. sender og modtager, og de er ofte bygget således, at man kan save hele modtagersynthesizeren, d.v.s. VCO, prescaler og synthesizerkreds, ud af HF-printet som en samlet enhed. Synthesizeren skal som regel programmeres serielt via tre ledninger.

VCO'en i en NMT-900 er ikke specielt støjsvag sammenlignet med en god signalgenerator, den kan vel holde en SSB fasestøj på -95 dBc i 10 kHz afstand. Til optrimning af FM radioer (sladrekasser) er dette imidlertid godt nok. Til sammenligning kan det nævnes, at en rimeligt god (ældre) signalgenerator har en SSB fasestøj på -130 dBc i 10 kHz afstand.

I mit tilfælde har jeg brugt modtager synthesizeren fra en Siemens NMT. Den har den fordel, at hele synthesizeren, VCO, prescaler, synthesizerkreds og loopfilter er samlet i et modul med målene 7 cm · 7 cm. Lokaloscillatoren i denne radio er godt nok underliggende, men som noget atypisk for NMT'er kan VCO'en ved hjælp af en lille trimmer let flyttes op til 1 GHz. Resten af synthesizeren er ret ordinær, idet den består af en Plessey SP8703 og en Motorola MC145158.

Som referenceoscillator bruger jeg en 12,8 MHz TCXO fra en anden NMT. I Siemens radioen sidder der godt nok en TCXO, men den er på 64,2 MHz, og det er en god frekvens til mange andre ting end lige referenceoscillator, så den TCXO har jeg brugt til noget andet.

Synthesizeren skal jo for at det virker, programme-

res til at generere et signal på 1 GHz. Det har jeg klarret ved hjælp af en PIC16F84, som via et lille program og en serial bus med tre ledere (Data, Clock og Enable) sætter MC145158 op til det rigtige deleforhold.

5. Blanderen

VCO'en giver et signal på ca 10 dBm. Det er nok til at udstyre en balanceret diodeblander. På mit lager havde jeg nogle MiniCircuits blandere af typen LMX-148. Det er en lidt ældre sag, men den går op til 1,6 GHz. Signalet fra synthesizeren sender jeg ind på LO-porten og signalet fra signalgeneratoren sender jeg ind på RF-porten. På IF-porten kan jeg nu udtage sum- og differenssignalet. For at få det hele til at gå op, har jeg sat en dæmpeled på 2 dB efter blanderen, så indsætningstabt fra RF-port til IF-port er 10 dB.

I nogle NMT'er sidder der en balanceret diodeblander som 1. blander i modtageren. De er normalt ikke specificeret højere op end til 1 GHz, men hvis man ikke er så nøjeregnende og kan acceptere lidt mere indsætningstab, så kan den sikkert godt anvendes op til 1,3 GHz.

6. Styresoftware

For at PIC16F84 kan programmere synthesizeren, skal den jo selv først programmeres. I appendix 1 er vist den komplette programlistning. For at undgå at skulle regne alt for meget på power-up forsinkelser i synthesizeren, så programmerer PIC16F84 synthesizeren tre gange i træk, d.v.s. hovedløkken kører tre gange. Når så synthesizeren er programmeret, skal PIC'en ikke lave noget førend der har været slukket for upconverteren. Som det sidste slukker PIC'en derfor for sig selv med kommandoen 'sleep'. Så står den ikke og laver støj.

7. Strømforsyning og opbygning

Synthesizeren skal forsynes fra en 9 V forsynings-spænding, og PIC'en skal have 5 V, men da jeg som regel anvender 15 V på mine strømforsyninger, så har jeg påbygget en 7809 og en 7805. Så er jeg rimeligt uafhængig af forsynings-spændingen.

Fra en 1,3 GHz modtager forforstærker til mastmontage havde jeg en mindre Eddystone HF tæt kasse med to N konnektorer. Kassen var en anelse for lille, men med enkelte slag fra en gummihammer blev det hele lempet ned i kassen.

Ud af kassen kommer der således to N konnektorer samt en DC forbindelse.

8. Afslutning

Med denne lille artikel håber jeg at have beskrevet hvorledes man kan udvide sin signalgenerators dækningsområde ved at påbygge en blander, og jeg har vist, hvorledes man kan genanvende en del stumper fra gamle NMT-900 anlæg. Jeg har ikke vist

diagrammer m.v., for det er jo afhængigt af, hvilken type NMT-900 man bruger som forlæg. I øvrigt har jeg ikke noget komplet diagram af synthesizeren fra Siemens radioen.

Jeg er af den opfattelse, at stort set alle NMT-900 kan levere den nødvendige synthesizer og TCXO, så det eneste man selv skal gøre er eventuelt at ændre lidt i programmet til PIC16F84.

Jeg er udmærket klar over, at signalet ud af upconverteren ikke er særligt rent. Der er jo både sum- og differenssignalet, og så er der 1 GHz signalet, som slår igennem med et niveau på ca. -30 dBm. Man skal derfor være lidt varsom ved optrimning af en modtager, således at man ikke kommer til at trimme på det forkerte signal. Særligt skal man være opmærksom på 1 GHz signalet, som jo ikke falder, når man skruer ned for signalet fra signalgeneratoren. Jeg har dog endnu ikke oplevet problemer af den grund.

Purister vil nok hævde, at den balancerede blander ikke har optimale betingelser på IF-porten, da den her er belastet med et 2 dB dæmpeled samt med indgangsimpedansen på den modtager der skal måles på. Indgangsimpedansen i de fleste modtagere er sjældent 50 ohm, så IF-porten er ikke belastet korrekt med 50 ohm, hvorfor blanderen sikkert ikke kører rigtigt.

Det er for så vidt korrekt, men under alle omstændigheder vil blanderens IF-port se et return loss på minimum 4 dB, p.g.a. dæmpeledet. Det er selvfølgelig langt fra optimalt, men det går kun ud over blanderens intermodulationsegenskaber. Disse er af mindre betydning her, for blanderen skal jo ikke kunne klare en hel masse kraftige signaler som i en modtagers indgang. Med andre ord, så virker det efter hensigten selv med det dårlige VSWR på IF-porten.

Sidebåndsstøjen ud af up-converteren er jo som antydnet ovenfor ikke alt for god, men til optrimning af FM radioer er det tilfredsstillende, og det er jo det boksen primært er bygget til. Vil man have det bedre, kan man jo gøre loopfiltret i synthesizeren bredere, således at VCO'ens støj inden for loopfiltrets båndbredde bliver modkoblet. Så skulle signalet blive tilstrækkeligt rent til at det kan anvendes til at trimme en SSB modtager til 1,3 GHz. Jeg vil dog ikke anbefale, at man prøver at bruge den her skitserede opstilling som den ene generator til at måle nabokanalselektivitet.

Appendix 1. Programligning for styresoftware.

```
LIST P = 16C84, F = INHX8M, n = 66
__config H'3FF3'; Disable watchdog og
brug RC oscillator
```

```
*****
;
;
;Programmet fungerer som kontrolenhed til en 1
```

```
GHz frekvens-
;synthesizer. Programmet indlæser data til MC
145158 fra benene
;RA0=clock, RA1=data og RA2=strobe.
;
;Der sendes to ord, et "R-ord" og et "N-ord" til MC
145158
;Efter hvert ord sendes en strobepuls
;
;"R-ord": 0000111100000o01
I alt 15 bits (=0781H)
;"N-ord": 010011100010000000
I alt 18 bits (=027100H)
;*****
;
;
INDF equ 0
TMR0 equ 1
PCL equ 2
STATUS equ 3
FSR equ 4 ; Definition af systemvariable
PORT_A equ 5
PORT_B equ 6
EEDATA equ 8
EEADR equ 9
INITCON equ 0B
;*****
;
Definition af arbejdsvariable
*****
temp equ 0C ; register med den bit, der skal
sendes
count equ 0D ; register der holder styr på
hvor mange bits der skal sendes
count2 equ 0E
;*****
;
VAROPT equ 81
TRISA equ 85 ;Systemvariable på page 1
TRISB equ 86
EECON1 equ 88
EECON2 equ 89
;*****
;
; Initialisering
;*****
;
bsf STATUS,5 ;select pg 1
movlw 018
movwf TRISA ;gør RA0-2 til output
movlw 0FF
movwf TRISB ;gør RB0-7 til input
bcf STATUS,5 ;vælg page 0
bcf PORT_A,0
;
; sæt de tre databen lave
bcf PORT_A,1
bcf PORT_A,2
movlw 010
movwf count2
top movlw 007
movwf temp
rif temp,1
movlw 7
```

```

movwf count
rbita ;send første 7 bits til R-register
bcf PORT_A,1
btfsc temp,7
bsf PORT_A,1
bsf PORT_A,0 ;send en clockpuls
bcf PORT_A,0
rlf temp,1
decfsz count,1
goto rbita
movlw 081
movwf temp
movlw 8
movwf count
rbitb ;send de næste 8 bits til R-register
bcf PORT_A,1
btfsc temp,7
bsf PORT_A,1
bsf PORT_A,0 ;send en clockpuls
bcf PORT_A,0
rlf temp,1
decfsz count,1
goto rbitb
bcf PORT_A,1
bsf PORT_A,2 ;vip med strobe
bcf PORT_A,2
movlw 080
movwf temp
bcf STATUS,0
movlw 2
movwf count
bita ;send første 2 bits til N-register
bcf PORT_A,1
btfsc temp,7
bsf PORT_A,1
bsf PORT_A,0 ;send en clockpuls
bcf PORT_A,0
rlf temp,1
decfsz count,1
goto bita
movlw 071
movwf temp
bcf STATUS,0
movlw 8
movwf count
bitb ;send de næste 8 bits
bcf PORT_A,1
btfsc temp,7
bsf PORT_A,1
bsf PORT_A,0 ;send en clockpuls
bcf PORT_A,0
rlf temp,1
decfsz count,1
goto bitb
movlw 000
bcf STATUS,0
movwf temp
movlw 8

```

```

movwf count
bitc ;send de sidste 8 bits
bcf PORT_A,1
btfsc temp,7
bsf PORT_A,1
bsf PORT_A,0 ;send en clockpuls
bcf PORT_A,0
rlf temp,1
decfsz count,1
goto bitc
bsf PORT_A,2 ;vip med strobe
bcf PORT_A,2
decfsz count,1
goto top
sleep
END

```

OZ

Litteratur nyt

QRP Power ARRL 1996

Den måtte jo komme - efterfølgeren til QRP - Classics, der udkom i 1990, og som har været en inspirationskilde for de mange radioamatører, der holder af at bygge low-power udstyr, og som sætter på enkle week-end projekter.

Lige såvel som amerikanerne er kendt for at lave noget, der er stort og kompliceret, så er de også fascineret af at lave noget, der er enkelt og småt for på den måde at vise, at også det har sin berettigelse - og at man så sandelig også kan få udbytte af det.

Artiklerne stammer med undtagelse af en om 40-40 transceiveren alle fra QST og QEX; de har altså været publiceret tidligere, men de er alle fra perioden 1990-96.

Målestokken for de radioamatører, der for alvor dyrker QRP, er rækkevidden i forhold til udgangseffekten, og her er man nået til en rækkevidde på 424 miles (ca. 682 km) med en effekt på 221 uW -0,21 mW. Rekordens oprået på 40 m, der er amerikanernes favoritbånd til QRP-forsøg.

Efter et afsnit, hvor der redegøres for mulighederne for QRP-trafik, kommer der en række artikler om konstruktion af udstyr, og ud over en serie gode tips og ideer hæfter man sig især ved en artikel om toroider og deres evne til at tåle effekt.

Det følgende afsnit handler om transceivere og sendere; de fleste er til CW, men der er dog både en transceiver og en sender til SSB. I virkeligheden er transceiveren en videreudvikling af senderen, og den har det særprægede kendetegn, at SSB-signalet frembringes efter fase-metoden. Denne metode, der var fremherskende for 30-40 år siden, er i Europa afløst af filtermetoden, men amerikanerne har taget den op igen og anvender den i QRP-udstyr, hvor de så på modtagersiden anvender en direct-conversion modtager.

Afsnittet om modtagere indledes nostalgisk med en retmodtager med rør; det er vist en 1V2, og for dem, der har været siden rørdalderen, er den uden tvivl en hyggeligt gensyn (jeg tror ikke, at ret mange vil gå i gang med at bygge den). Heldigvis er der også konstruktioner med transistorer, først en enkel og dernæst to mere avancerede direct-conversion modtagere. Noget af det avancerede består i, at man er i stand til at undertrykke det uønskede side-