

# Lidt tankevirksomhed i fbm. udvikling og fremstilling af en 23 transverter

Af Istvan Zarnoczay OZ1EYZ

29. august 2008

## Krav/ønsker osv.

Inden man går i gang med sådan et projekt skal man gøre sig klart hvilke krav og ønsker man har til transverteren. Endvidere så er det nok en god ide at overveje hvilke af de ønsker man har som evt. man er villig til at give køb på. Men her følger en række ønsker og krav som man meget vel kunne tænkes at stille:

1. Transverteren skal fungere på 1296 MHz og 50 MHz. Dvs. 1296MHz skal konverteres til 50 MHz.
2. Den er beregnet til indendørsdrift. Dvs. den står ved siden af stationen i tempererede omgivelser.
3. Det meste af transverteren skal bygges på 1,5mm glasfiberprint.
4. Printstørrelsen må ikke overstige et "Europa kort". (10x16 cm)
5. Transverterens lokaloscillator skal kunne låses til en mere nøjagtig reference.
6. Udgangseffekten skal helst komme op på 10 W.
7. Støjtallet skal helst være under 0,5 dB.
8. Mængden af "eksotiske" komponenter skal begrænses mest muligt.
9. Den skal i videst muligt omfang være immun overfor lokale UHF TV sendere.
10. Det færdige transverter skal kunne justeres med få almindelige instrumenter

Det var så nogle af de ting som er rimeligt vigtige at forholde sig til inden man går i gang. Men lad os tage punkterne en for en og se hvad begrundelsen er og hvilken konsekvenser det evt. har.

**Punkt 1** ; Årsagen til at bruge 6 m som "IF" er at de fleste moderne tranceivere kan fungere på det bånd og dermed kan vi eliminere nødvendigheden af en 2m tranceiver til dette brug. Endvidere har nogle tranceivere en indbygget spectrumscope som kan være meget nyttigt i fbm. contest.

**Punkt 2** ; Ved at begrænse anvendigheden af transverteren til schacket opnår vi at vi kan nøjes med at investere i et relativt billigt krystal til lokaloscillatoren.

**Punkt 3** ; Brugen af 1,5mm glasfiberprint gør at man kan frit vælge selv at fremstille printet eller lade et professionelt firma gøre det. I begge tilfælde er udgiften uoverskuelig. (Der er dog en undtagelse og det er LNA'en men den vender vi tilbage til.)

**Punkt 4** ; Målet er at konstruktionen skal kunne rummes i en af de standard kasser som man kan købe på markedet. Derved er opgaven uoverskuelig mht. mekanik.

**Punkt 5** ; Den mulighed gør at dem der har ønsker om at placere transverteren i masten kan gøre det uden at frekvensdriften bliver for voldsom.

**Punkt 6** ; Effekten er valgt ud fra de power moduler der er tilgængelige på markedet. De kan mageligt levere 13-16 watt men så er der også noget at smide væk af i div. filtre og switche.

**Punkt 7** ; Et støjtal på en ½ dB er ikke opsigtsvækkende. Men det er rigeligt lav til de omgivelser hvor vores transverter skal fungere i. Endvidere de transistorer der kan levere dette er meget overkommelige i pris.

**Punkt 8** ; Succesen af et projekt afhænger i meget høj grad af tilgængeligheden af de brugte komponenter. Der vil blive gjort et ihærdigt indsats for at undgå specielle ting.

**Punkt 9** ; Dette krav har i meget høj grad med LNA'en at gøre. Det vil vi uddybe når vi kommer dertil.

**Punkt 10** ; Det er de færreste mennesker der har det helt store instrumentpark til rådighed af den grund er kravet ret vigtigt.

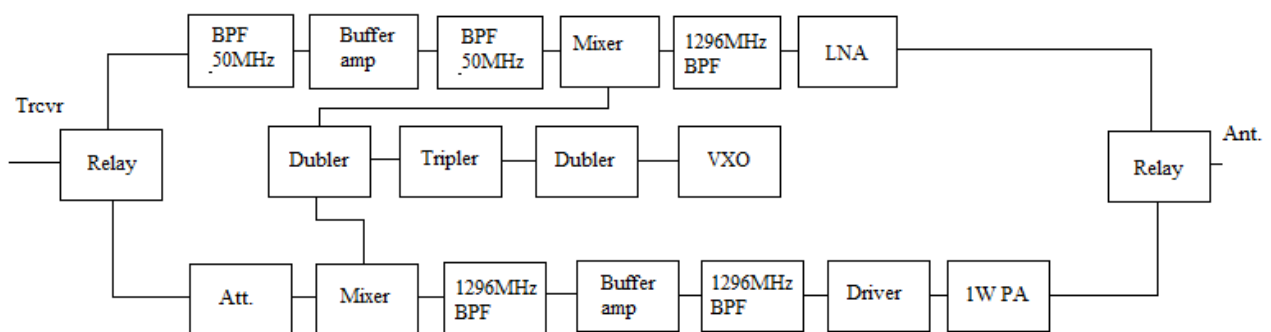


Fig. 1 Blokdiagram af transverter

Som det fremgår af ovenstående så skal der en del til for at få ting til at fungere. I det følgende kommer der en forklaring til de designkriterier der kommer på tale til de enkelte blokke.

## Modtager konverter

Modtager konverterens primære opgave er som navnet siger konvertere 1296 MHz signalet til 50 MHz. Det skal helst foregå uden at der lægges alt for megen støj til det kommende signal samt uden at modtagerens intermodulation forringes nævneværdigt. Det første skal en fornuftigt design af LNA'en bidrage til det sidste opnås ved at ikke have mere gain i trinnet end højst nødvendigt. Dvs. det samlede forstærkning i princippet skal ikke være større end 6-10 dB.

## LNA

LNA står for "Low noise amplifier". Har til opgave at forstærke signalet der kommer fra antennen uden at tillægge alt for megen støj. Dette kan opnås ved at bruge en en GaAs HEMT transistor. (Jeg vil ikke forklare hvad disse forkortelser står for men du kan altid Google dem.) En enkelt transistor kan give omkring 13-16 dB af forstærkning ved en ret lav støjtal. Det skal lige bemærkes at hvis man ikke er interesseret i støj men bare rå forstærkning så er det ikke umuligt at hive mere end 20 dB gain ud af sådan en transistor – hvis man altså kan holde den stabil. Tilpasningen af transistoren til antennen har flere formål. Udover at tilnærmelsesvis tilpasse transistoren til antennens impedans så skal den sikre at source impedansen sikrer

den lavest mulige støjtal. Tilpasningen skal ske med en højpasfilter konfiguration. Det vil bidrage til at frontenden ikke bliver overstyret hvis man bor tæt på en UHF TV sender.

Som vi kan se senere så er de 13 dB gain er ikke nok hvis vi skal lande på en samlet gain på 6-10 dB. For at sikre at der er nok kobler vi en MMIC lige efter FET forstærkeren. Den forventede forstærkning bliver ca. 10 dB. Denne duo udgør LNA blokken.

### **1296 MHz båndpasfilter**

Filteret rent designmæssigt har til opgave at fjerne spejlfrekvensen som ligger ikke længere end 100 MHz. væk. Der bliver ikke ofret ret meget på den filter da der ikke forventes problemer fra den kant. Samtidigt så vil den bidrage til at holde eventuelle TV signaler ude af vores konverter. Filteret realiseres ved en to polet microstrip design. Da vi har planer om at bruge glasfiber epoxy print så bliver gennemgangstabt på ca 3-4 dB.

### **Mixer**

I vores design vælger vi en passiv dobbeltbalanceret diode mixer. Årsagen til det er at det er ret nemt at bruge, de har en overkommelig pris, de har et relativt stort dynamik, samt de er rimeligt ufølsomme overfor mis tilpasning. Prisen er at de har en konverteringstab på mellem 6 og 8 dB.

### **50 MHz båndpasfilter buffer forstærker og 50 MHz båndpasfilter**

Disse tre blokke har til opgave at tilføre yderligere forstærkning, og båndbegrænsning. Sagt på en anden måde – så ryder vi op i signalet og tilfører yderligere filtrering så evt. kraftige signaler udenfor det ønskede bånd ikke kommer videre til vores tranceiver. Forstærkeren realiseres ved en almindelig bipolar transistor i jordet base kobling. Denne løsning har den fordel at den er ubetinget stabil. Forstærkningen er ikke ret høj men det har vi heller ikke brug for. Den skal bare isolere de to 50 MHz filterblokke fra hinanden.

Det ovenstående giver lidt forklaring på valg af komponenter og løsninger i vores design. Det kan meget vel ændre sig lidt undervejs men hovedtankerne kommer nok til at holde.

### **Sender konverter**

Senderkonverteren skal konvertere signalet fra vores tranceiver som kører på 50 MHz til 1296 MHz. Rent umiddelbart kan det lyde simpelt men som vi kommer til at se så er det her vi får "straffen" for vores valg af en 50 MHz "IF".

### **Attenuator (dæmpeled)**

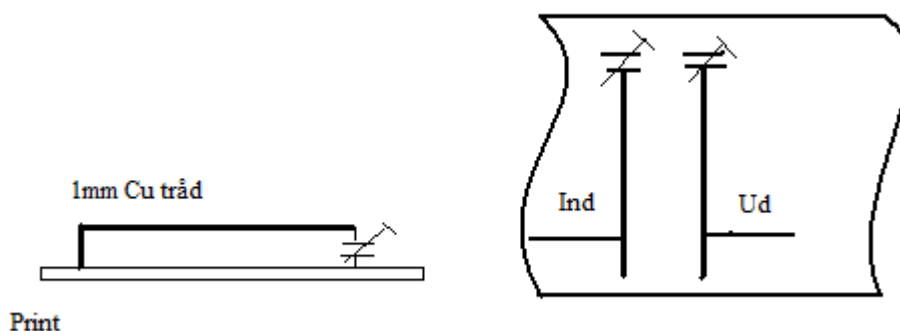
Ideen at tage den med i designet er primært at kunne give mulighed for at kunne tilpasse senderen på vores tranceiver til mixeren. Det er jo ikke alle tranceivere der er beregnet til at kunne køre sammen med en transverter. For de fleste tranceivere er det laveste effekt man kan skrue dem ned på er ca. 5 watt. Det er langt mere end hvad mixeren kan tåle. Vores mixer skal have en indgangssignal omkring 6 dBm (4 mW) så der skal en dæmpning på ca 31 dB til for at det kan ske ved en sendereffekt på 5 watt.

### **Mixer**

Vi kunne bruge stort set alt som mixer her. Men for at reducere kompleksiteten så vil vi bruge den samme mixer som i modtager konverteren. Det gør projektet en anelse dyrere men en dobbeltblanceret mikser er trods alt justeringsfri og det er en stor fordel.

### 1296 MHz Båndpasfilter

I kraft af vores valg af 50 MHz som "IF" stilles der store krav til denne filter. Ikke alene skal den filtrere vores spejl væk som ligger 100 MHz under vores ønskede frekvens men den skal også forhindre LO'en fra at slippe ud til PA trinnet. Det mest indlysende valg ville være at købe nogle "helicoil" filtre som ville uden besvær kunne håndtere denne opgave. Men de kan være ret svære at opdrive og helt billige er de heller ikke. Alternativet er en stripline filter men de lider af et relativt stort tab og ringe Q når de udføres på en glasfiberprint. Foreløbigt vil vi vælge en lidt speciel udgave af "interdigitalfiltre" med kapacitiv toploding. (Disse tingester går nogen gange under betegnelsen "suspended line".) Se figur.



### Buffer forstærker

Her vælger vi at bruge en jordet base forstærker da den som udgangspunkt er født stabil. Det vil gøre justeringen af de to båndpasfiltre en del nemmere. Der er ikke ret meget forstærkning i sådan et trin men det er heller ikke det vi er ude efter. Forstærkerens primære opgave er at "isolere" de to filtre fra hinanden og frembyde en fast impedansmæssig afslutning til de to filtre.

### Driver trin samt 1 W PA

Som driver vælger vi en MMIC fra "MiniCircuit" eller lignende. Målet er at få bragt signalet op omkring 100 mW inden PA trinnet. Dvs. vi skal have fundet en der har en mætning der er over 20 dBm. En løsning med en MMIC vil gøre konstruktionen en hel del nemmere at reproducere for de fleste.

Som udgangstrin vælger vi en velkendt transistor type BFQ 39 som er i stand til at levere ca. 1 W ved 1296 MHz. Den effekt burde være nok til at udstyre de fleste PA trin evt. dæmpet med en passende dæmpeled imellem. Det sidste vil forøge stabiliteten for konstruktionen.

### Afsluttende bemærkninger

Det ovenstående er ikke tænkt som en konstruktionsbeskrivelse men mere som udgangspunkt inden man går i gang med et design. Mange af overvejelserne bunder i den grundlæggende tanke at transverteren skal

kunne bygges af folk der ikke er i besiddelse af måleudstyr for flere tusinde kr. Med det for øje skal man forholde sig til de valg og overvejelser der luftes i teksten. Men teksten kan med fordel bruges til inspiration hvis man selv overvejer at gå i gang med sådan et projekt eller blot vil forholde sig til de konstruktioner man kan finde på nettet eller andre steder.