

Bredbåndsforstærker: En MAR, en Monolithic Amplifier.

Af OZ5WK K. Wagner, Ærholm 9, 6200 Aabenraa.

Hvad er en MAR?

Det er en herlig byggeklods for radioamatører, når man overholder visse simple spilleregler; her kan alle være med blandt selvbyggerne og få et godt resultat. Den er også velegnet til byggeprojekt i afdelingerne.

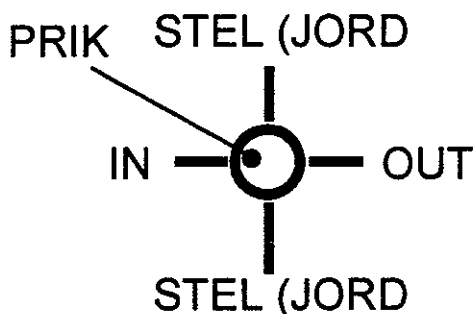
Anvendelseksemples:

- modtagerforforstærker
- måleforstærker, når f.eks. frekvenstæller eller AC voltmeter er for ufølsomt
- VFO eller mixer 'efterbrænder'.

Ellers 'sætter kun fantasien grænserne', som det vist hedder!

Overordnede data på MAR-IC'en:

- en prisbillig bredbåndsforstærker, udformet som et integreret kredsløb, en IC
- arbejdsområde fra 0 til max. 10 GHz og 100 mV out, afhængig af typen
- fås til mange forskellige forsyningsspændinger, gain, frekvensområder og støjtal
- 50 Ohm ind- og udgangsimpedans med et godt standbølgeforhold
- rimelig konstant output over stort frekvensområde
- kan seriekobles for at opnå større forstærkning
- kan købes i Danmark, bl.a. hos Dansk Microbølge Teknik, (tlf. 98 46 33 11), der også har datablade over deres enkelte MAR typer.



MAR hustype og benforbindelser (fig. 1).

Levere regler

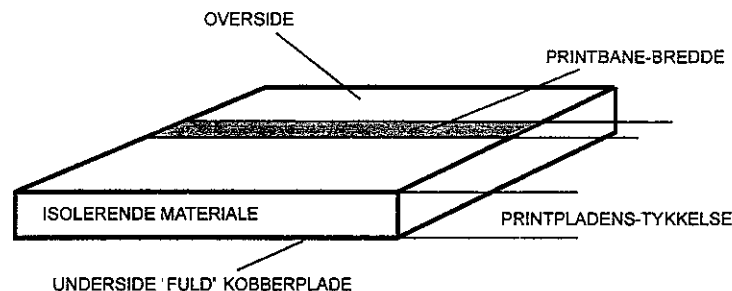
Følgende 6 simple regler er med til at sikre et godt resultat, når man bygger sin MAR-forstærker. Er man først 'ekspert', kan man jo altid slække lidt; men hvorfor? Reglerne er simple:

1. Printudlægning
2. Forhindring af parasitsvingninger
3. Godt og effektivt jordplan
4. Korrekt spændingstilslutning

5. Afkobling af HF på spændingstilslutningen
6. HF fremføring til og fra MAR'en
7. Sikring af korrekt udgangsimpedans på 50 ohm
8. Forstærkerlayout.

1. Printudlægning

Ved printudlægning skal man sørge for, at 50 ohm ind- og udgangsimpedans bibeholdes. Dette gøres ved at udforme HF ind- og udgangsprintbanerne til MAR'en med 50 ohms karakteristisk impedans. Dette er meget simpelt og kræver kun, at man bestemmer sig til, hvilket printplademateriale man vil anvende og herefter måler dets tykkelse. Herefter kan man så beregne printbanernes bredde, idet der anvendes dobbeltsidet print. Printundersiden skal være total kobberbelagt, da den virker som stelplan. Se skitse af printet (fig. 2).



Printmaterialer

De mest almindelige materialer til printplader er nok teflon og epoxy. Teflon, typisk 0,8 mm tykkelse, anvendes fortrinsvis på frekvenser over 1 GHz. Epoxy, typisk 1,6 mm tykkelse, til alle andre formål.

Beregning af printbanernes brede.

For 50 ohm impedans af printbandbredde for epoxyprint er formlen:

Printbanebredde = isolationsmaterialets tykkelse x 1,75.

Eksempel: Epoxy: 1,6 mm x 1,75 = 2,8 mm printbanebredde.

Formlen for teflonprint er:

Printbanebredde = isolationsmaterialets tykkelse x 2,90.

Eksempel: Teflon: 0,8 mm x 2,90 = ^{2,32}~~2,32~~ mm printbanebredde.

2. Forhindring af parasitsvingninger

Ved printudlægningen skal man også sørge for, at der ikke kan opstå parasitsvingningsmuligheder;

huske, at enhver form for tilledning har en induktans (spolevirkning). Jo højere frekvens, desto større indvirkning! Derfor udformes de 50 ohms HF-førende printbaner således:

- printbanen føres helt ind til MAR'ens hus
- MAR'en placeres i et hul i printet for at komme 'helt ned på banerne'
- MAR'en og øvrige komponenter monteres på printbanesiden af printet for at undgå tilledninger
- printbanen tilspidnes ved MAR'ens hus, således at man får en glidende overgang imellem MAR og print. Se skitse (fig.3). Skarpe ændringer i printbanernes bredde skal undgås.

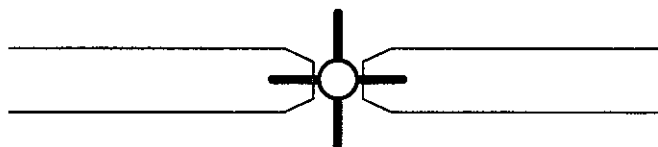


Fig. 3 Skitse af printbanens tilpasning til MAR'en

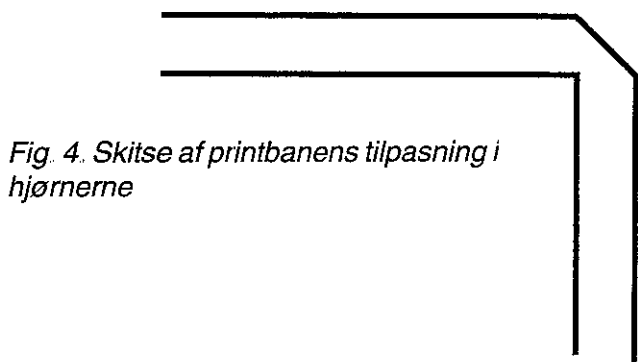


Fig. 4. Skitse af printbanens tilpasning i hjørnerne

- bøjninger på printbanerne bør undgås, men er dette ikke muligt, skal hjørnerne skæres skråt af for at undgå en ekstra shuntkapacitet. Se skitse (fig.4).

3. Godt og effektivt jordplan

Et effektivt jordplan er også en vigtig faktor.

- Udform jord (stel)plan, så omfangsrigt og solidt som muligt.
- Forbindelsen fra MAR'ens emitter (jordben) skal være så kort som muligt. Det er jo HF returvejen.

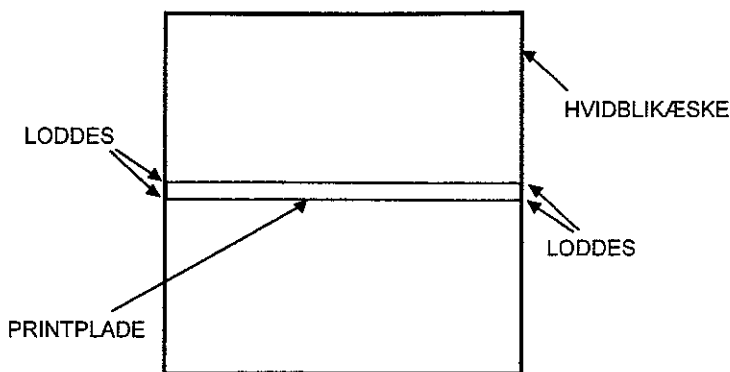


Fig. 6 Sammenkobling af stel over/underside

- Lav huller i printet, og forbind under- og overside ved hjælp af tråde eller nitter. Dette gælder specielt jording af emitteren (stelbenene). Her føres steltråden igennem printet direkte under MAR'ens ben så tæt på denne som muligt. (2 mm afstand). Som nævnt kan der ellers opstå en spolevirkning og dermed en vækselformodstand på den anvendte frekvens. Dette medfører nedsat forstærkning, og denne effekt bliver værre, desto højere frekvensen er.

- Printsiderne kan også sammenkobles ved lodde printet ind i en hvidblikæske og lodde både over- og underside ind mod hvidbliket. Forskellige måder at realisere et godt jordplan på fremgår af fig.5 og fig.6)

4. Korrekt spændingstilslutning

For at opnå maksimal udbytte af forstærkeren, skal spændingen på MAR'en være korrekt. Spændingerne for de forskellige MAR typer er ikke ens!

En MAR har ikke et specielt ben, hvortil driftsspændingen forbindes. Plusspænding tilføres på outputbenet igennem en modstand, evt. en drossel der er seriekoblet. Indmaden i en MAR, sammenholdt med hustype og benforbindelser, fig.7

Modstanden R1 vælges således, at der falder mindst 2 volt over denne, hvilket giver MAR'en arbejdsmulighed i et temperaturområde fra -10 grader til +100 grader Celsius. Beregning af modstanden R1 gøres med den simple formel:

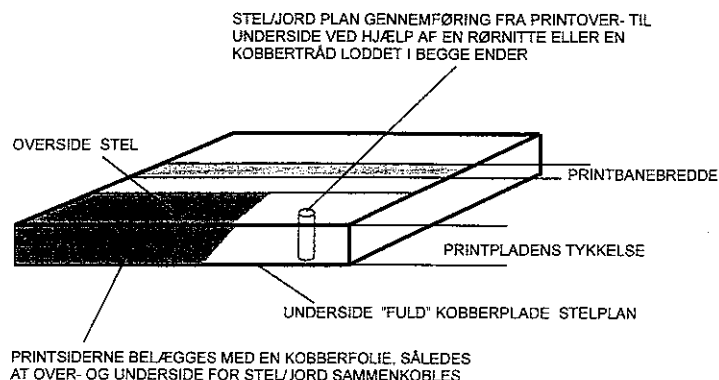
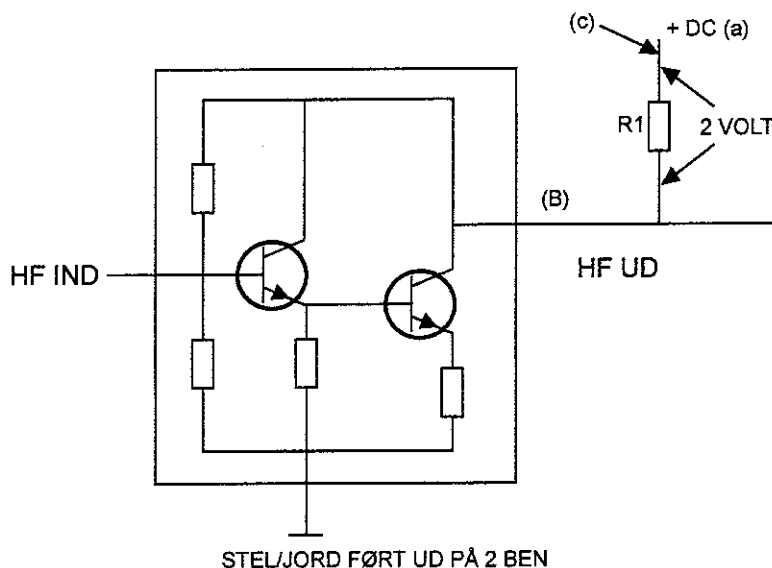


Fig 5 Forskellige måder at realisere et godt jordplan



MAR HUSTYPE OG BENFORBINDELSER

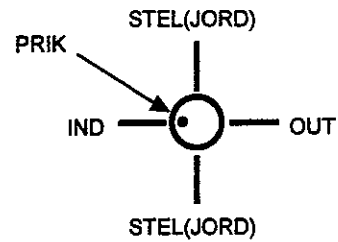


Fig. 7 "Indmaden" i en MAR, sammenholdt med hustype og benforbindelser

$$R_1 = \frac{\text{DC spænding (a)} - \text{Spændingen på HF outputbenet (b)}}{\text{strømforbrug (c)}}$$

Som eksempel kan vi benytte MAR typen MAR-6. Den skal have en spænding i pkt. (b) på 3,5 volt og har et strømforbrug på 16 mA (0,016 A.). DC forsyningsspændingen sætter vi til 12 Volt. Så er R1:

$$R_1 = \frac{12V - 3.5V}{0,016 A} = 531 \text{ ohm}$$

5. Afkobling af HF på spændingstilslutning

Udover en korrekt spænding skal forsyningsspændingen også afkobles for HF. Kondensatorerne vælges således, at de 'kortsletter' HF effektivt ved de laveste frekvenser der anvendes, og for den 'høje ende' gælder, at kondensatorerne skal have korte (helst ingen) tilledninger og være af keramisk materiale (SMD) Beregningen gøres med den simple formel:

$$C \text{ i pF} = \frac{159000}{\text{Laveste frekvens i MHz}}$$

Som eksempel kan vi benytte MAR typen MAR-6 igen:

Den laveste frekvens, hvortil den skal benyttes, er f.eks. 144 MHz. Så er C:

$$C = \frac{159000}{144} = 1104 \text{ pF eller ca. } 1 \text{ nF}$$

6. HF fremføring til og fra MAR'en

For at undgå, at forsyningsspændinger til MAR'en påvirkes via input og output terminalerne, isoleres disse fra 'omgivelserne' ved hjælp af en kondensator. De beregnes på samme enkle måde som afkoblingskondensatoren, idet den også helst skal have '0' ohm på lavest benyttede frekvens.

7. Sikring af korrekt udgangsimpedans på 50 ohm

For at opnå en korrekt udgangsimpedans på 50 ohm, må man sikre sig, at modstand R1 ikke ændrer denne, idet den jo HF-mæssigt ligger parallelt med MAR'ens outputmodstand. Se fig.8. Det vil sige, at outputimpedansen bliver:

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_{out}}{R_1 + R_{out}} = \frac{560 \cdot 50}{560 + 50} = \frac{2800}{610} = 46 \text{ ohm}$$

Det er således ikke nødvendigt at foretage sig yderligere i dette beregnede tilfælde; men anvender

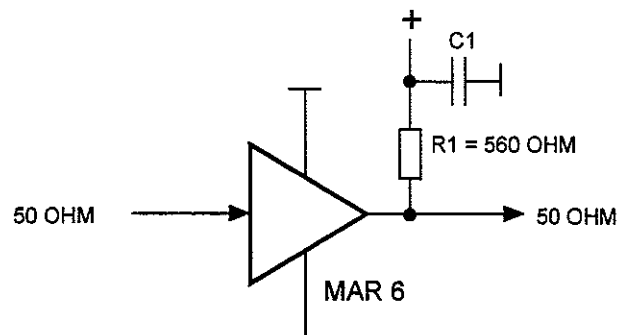


Fig. 8 Modstandens påvirkning af udgangsimpedansen på 50 ohm

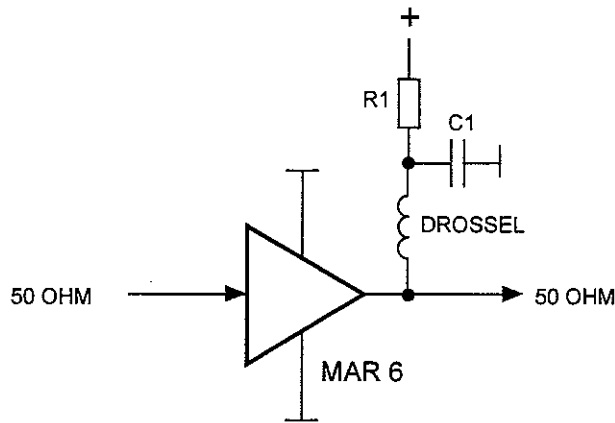


Fig. 9 Drosselspolen's påvirkning af udgangsimpedansen på 50 ohm

man f.eks. en MAR 8, så vil R1 være på 120 ohm, og så vil regnestykket være:

$$R_p = \frac{120 \cdot 50}{120 + 50} = \frac{6000}{170} = 35 \text{ ohm}$$

For at undgå 'ødelæggelsen' af de 50 ohm outputimpedans, sættes en drosselspole i serie med R1, se fig.9. Drosselspolen skal have en impedans på over 500 ohm ved den laveste frekvens, den anvendes ved, og beregningen gøres med den simple formel:

$$L \text{ i } \mu\text{H} = \frac{0,159 \cdot \text{impedansen i Ohm}}{\text{Laveste frekvens i MHz}}$$

Er den laveste frekvens, hvortil den skal benyttes, 144 MHz, så er drosselspolen på:

$$L = \frac{0,159 \cdot 500}{144} = 0,0011 \text{ uH} \approx 1,1 \text{ nH}$$

0,55 μH

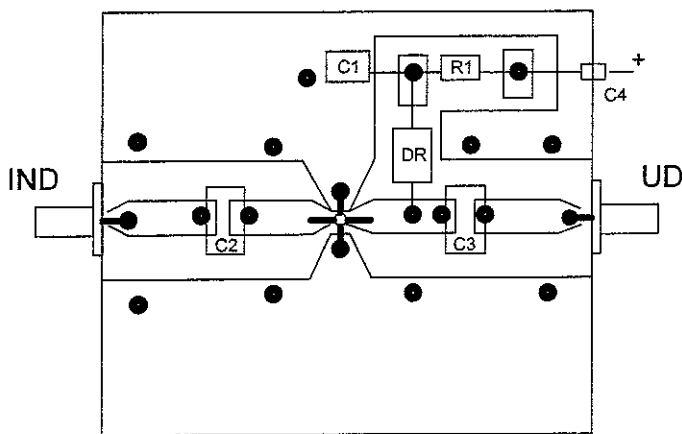


Fig. 10 Skitseforslag til printudlæg

8. Forstærkerlayout

Det er altid godt med et praktisk eksempel; derfor vil jeg vise en forstærker, der er opbygget omkring en MAR 6 og benyttet til minimum frekvensområde 144 MHz. Forstærkeren er opbygget på et dobbeltsidet 1,6 mm epoxyprint med målene 36 mm x 73 mm. Dette giver som tidligere beregnet en 50 ohms printbane på 2,8 mm bredde. Størrelsen passer lige ind i en standard hvidblikskasse med målene 37 mm x 74 mm. Skitseforslag til et printudlæg, se fig.10. Den er ikke målkorrekt, men viser hvordan man gør! Husk reglerne:

- Korte eller ingen ledninger på komponenterne (evt.SMD)
- Tilspidsning af printbaner, god jordning/stel
- Printet loddes på over/undersiden til kassen. (Hele vejen rundt)
- Nitter/tråde stikkes igennem printet, specielt under MAR emitterbenene, og ellers i righoldig mængde!

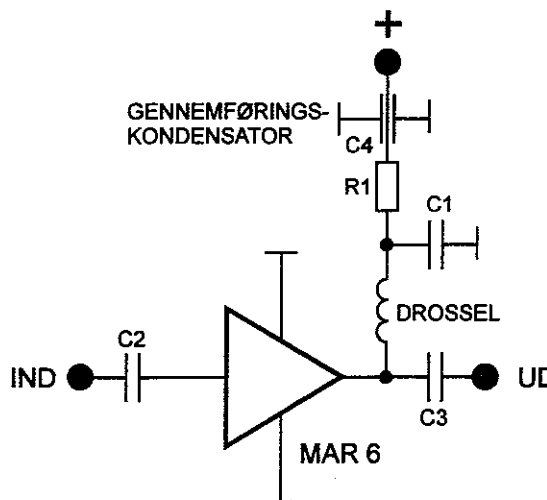


Fig. 11 Det tilhørende diagram til printudlægget

Printet er så enkelt i udførelse, så man behøver ikke at ætse, selv om det nok er det letteste; men da det er lige snit, kan man skære overflødig kobber væk med en kniv. Det tilhørende diagram fremgår af fig. 11. De få komponenter har værdierne: Alle kon-

densatorer er, som tidligere beregnet, på 1 nF. Droslen 1 nH. Modstanden 560 ohm. Husk: Værdierne er til 144 MHz som laveste frekvens, og det er en MAR 6. Andre MAR og frekvenser skal beregnes efter de angivne simple formler.

OZ

Anmeldelse: WINRADIO

Af TR (teknisk redaktør) og OZ5RM

Hov, hvor er radioen henne?
-Der på skærmen, resten er inde i PC'en!



Ideen er indlysende, men sikkert ikke så ligetil at realisere: Hvorfor ikke bygge en radiomodtager (eller en fjernsyns-ditto) på et PC indstikskort og så styre det ved hjælp af software? Forpladen skriver man så i et eller andet passende programmeringssprog, lyden kommer så ud via PC'ens lyd kort (og billedet kommer ud i et vindue). Det smarte er selvfølgelig, at man har mulighed for at lave om uden at skulle bore i forplader, skære huller til instrumenter og hvad ved jeg.... Det eneste, man ikke skal tro er, at det i almindelighed er lettere at ændre software end hardware. Det viser al praktisk erfaring, at det er det ikke!

Installation og brug

Jeg sidder og lytter til et musikprogram på P1, mens jeg skriver denne artikel med WordPerfect. Det eneste usædvanlige ved situationen er, at der ikke står nogen radio på bordet. Den sidder nede under bordet blandt indstikskortene i PC'en, på samme måde som et telefonmodem.... Jo, det har været en ganske sjov tid vi har tilbragt med en WINRADIO; det er navnet på en noget anderledes radio fra det australske firma Rosetta, udlånt til OZ af Norad.

Ville det blive svært at montere kortet i computeren, og mon ikke al modtagelse ville drukne i støj? Det hele viste sig imidlertid at gå ganske let, selv i TRs gamle overfyldte PC. For at få kortet kantet på plads skulle der blot fjernes et fladkabel til lyd kortet, så WinRadio kunne komme forbi. Der skal ikke engang forbindes nogen af de løse fladkabler, der ligger ubrugte i PC-kassen; man fjerner blot en af de tomme skinner, presser radiokortet ned i den til-

hørende kontakt i bunden - så er der både spænding til radioen og forbindelse til software-styringen. Til sidst fæstnes kortet med skruen fra skinnen. Kortet er i absolut fuld længde, 16 bit (så en PC XT'er kan ikke bruges), og alle komponenter er gemt inde under en flad "madkasse", bortset fra antenneindgang (BNC) og LF-udgang, som passer til fx et par walkman hovedtelefoner. "Sørg for, at der helst er en ledig plads til højre for radiokortet," står der i manualen. Det er nok for at skabe afstand mellem undersiden af kortet og støjende komponenter på andre print - og for at undgå kortslutninger. Men nu blev der uhyggelig lidt luft mellem madkassen og næste prints underside med dens skarpe spidser, så vi stak et stykke pap imellem for ikke at tage nogen chancer.

Og så var det blot at installere softwaren, hvor man kan vælge sprog: Enten tysk, spansk eller engelsk. Ganske uproblematisk, og efter reboot fyldes skærmen med forsiden til en radio. Der er både digital- og analogskala, VFO-knap, S-meter og hvad der ellers hører til på en modtager, og alting kan betjenes ved at klikke med musen eller ved hjælp af PC'ens tastatur.

Er WinRadio andet end et primitivt legetøj? Ja, det er det faktisk; men man skal blot ikke sammenligne dens præstationer med separate modtagere, specialbygget til hver sit afsnit af spektret - og til helt andre priser. I virkeligheden er det en scanner vi har at gøre med, og den dækker fra 500 kHz og op til 1,3 GHz; den er opbygget med tre mellemfrekvenser, og der kan vælges mellem AM, SSB, FM-N(arrow) og FM-W(ide).