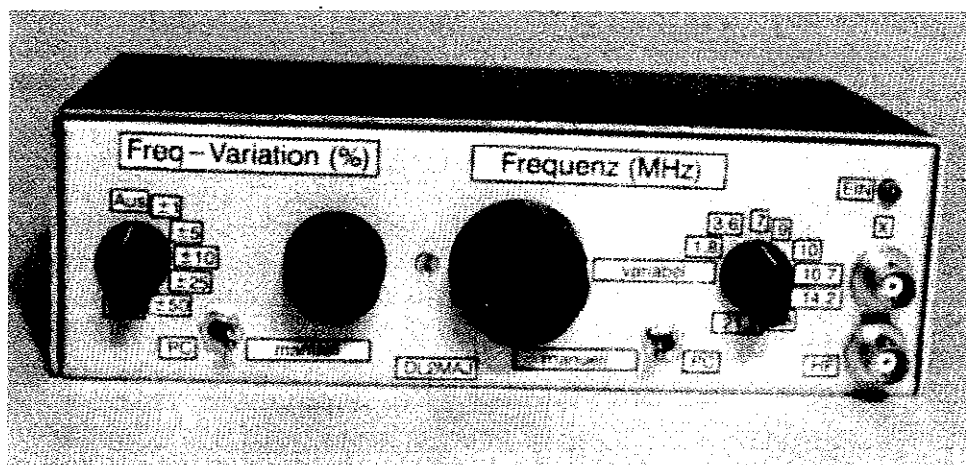


# Programmerbar HF-generator

Mange amatører har en computer stående i shacket, og der findes mange apparater der lader sig styre af en computer. Den her viste signalgenerator kan styres både manuelt og med computeren. Artiklen stammer fra CQ DL april 1996, er skrevet af Helmut

Berka, DL2MAJ, og oversat af OZ5RM. Af hensyn til de tyske benævnelser på diagrammerne er der enkelte steder i oversættelsen brugt samme betegnelse i teksten.



Den i det følgende beskrevne signalgenerator leverer udgangsfrekvenser mellem 500 kHz og 25 MHz; samtidig kan den til enhver tid valgte frekvens varieres (sweepes, wobbles) op til 70 % - dog stadig inden for de nævnte grænser. I forbindelse med en PC kan man indstille frekvensen eller wobblersignalet via PC'ens parallelport. Udgangsniveauet over hele frekvensområdet ligger på +3 dBm.

Hjertet i HF-generatoren består af funktionsgenerator-kredsen MAX038 fra Maxim der som moderne efterfølger af ICL8038 kan frembringe frekvenser indtil mindst 20 MHz i sinus-, firkant- eller savtakform. Den strømstyrede frekvensindstilling muliggør derved et variationsområde på ca. 30 til 1 uden at oscillator-kondensatoren skal skiftes. Ganske vist kan man ved at øge denne kapacitet nå helt ned i LF-området, men det udnytter vi ikke i denne opstilling. Ligeledes er signalformen på udgangen fast indstillet til at være sinusformet.

## Kredsløbet

Den interne referencespændingskilde i MAX038 leverer en spænding på +2,5 V til ben 1; denne bliver af OP1 forhøjet til 5 V. Denne +5 V referencespænding føres til områdeomskifteren S1 og derfra over omskifter S2 til OP1d der arbejder som buffer. Man kan også vælge at have frekvensen fast givet med S1 og variere den kontinuerligt med P1. Modstanden R31, der ligger mellem P1 og stel, bestemmer minimumspændingen ved kontaktarmen på P1; den maksimale spænding svarer til referencespændingen på +5 V.

Efter bufferen OP1d omsætter modstanden R20 spændingen til en proportional strøm der - ifølge

databladet - skal ligge mellem 10 og 750  $\mu$ A. Ved den valgte dimensionering med  $R20 = 6,8$  kOhm får vi følgende værdier:

$$U_{max} = 5V = I_{max} = 5V/6,8 \text{ kOhm} = 735 \mu A$$

$$U_{min} = 200 \text{ mV} = I_{min} = 0,2 \text{ V}/6,8 \text{ kOhm} = 29,4 \mu A.$$

Grænseværdierne for frekvens udregnes efter formelen

$$F_x(\text{MHz}) = I_{in}(\mu A)/C_{osc}(\text{pF}) \text{ til}$$

$$F_{max} = 40,8 \text{ MHz og } F_{min} = 416 \text{ kHz.}$$

På grund af parasitkapaciteter ligger den maksimale frekvens ved den valgte opbygning på ca. 25 MHz.

Frekvensindstilling via en PCs parallelport sker ved at sende et dataord til den tilsvarende LPT-port. Derved sendes 8-bit signalet til digital/analog-omsætteren MAX506 og bliver efter aktivering af strobesignalet (LOW-aktiv) overtaget af IC'ens indgang /WR, ben 15, og lagt ud på udgangen som en spænding.

Et datasignal med værdien \$00 svarer til en spænding på 0 V, medens +5 V leveres når der sendes et \$FF. Inden for dette område er der mulighed for i alt 256 spændinger. Til udgangen U1 (ben 19,  $U_{out}$  iflg. databladet) af D/A omsætteren tilføres over en buffer, OP2c, der forstærker signalet med faktor 1, også en spænding fra OP3b; på denne OP ligger den D/A-omsatte spænding (over R13) og +5 V referencespændingen via R14. Disse er først hver for sig blevet forstærket og derefter summeret.

Udgangssignalet afhængighed af begge signaler udregnes således:

$$U_{out} = -(U_{ref} \cdot R14/R15 + u_d/a \cdot R13/R15).$$

Ved  $U_{ref} = 5$  V og  $U_d/a = 0$  V bliver

$$U_{out} = -5 \text{ V} \cdot 1 \text{ kOhm}/25 \text{ kOhm} = -200 \text{ mV};$$

$$\text{Ved } U_d/a = 5 \text{ V bliver } U_{out} = -(5V \cdot 1 \text{ kOhm}/25 \text{ kOhm} + 5V \cdot 1 \text{ kOhm}/1,039 \text{ kOhm}) = -5,01 \text{ V.}$$

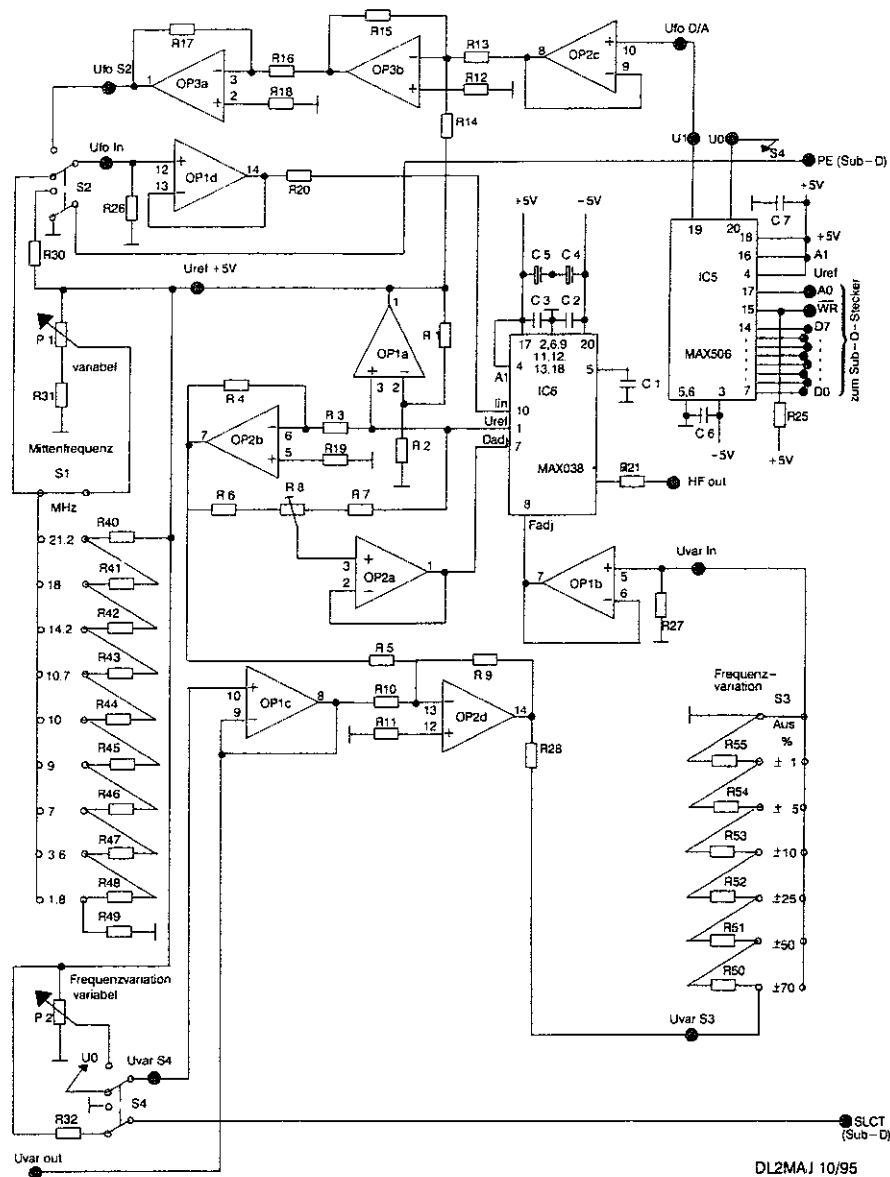


Fig. 1: To IC'er fra Maxim udgør det vigtigste i den forholdsvis simple opstilling.

Den efterfølgende OP3a inverterer med forstærkning 1 signalet som så ligger på omskifteren S2. Ved passende S2-stilling bliver signalet ført gennem bufferen OP1d og omsættes til den ønskede strøm på ben 10 af MAX038 som ovenfor beskrevet.

Omskifter S2 er topolet. Med det ene kontaktsæt bliver signalet omdirigeret; det andet kontaktsæt lægger ledningen PE (Paper Empty, ben 12 i Sub-D-stikket) i parallelporten til stel eller +5 V (over modstanden R30). Softwaren kan derved aflæse omskifterens stilling.

### Frekvensindstilling

MAX038s referencespænding på ben 1 bliver, foruden 'fordoblingen' i OP1a, omsat med OP2b til -2,5 V. Denne invertering har for det første til formål at frembringe et mindst muligt forvrænget signal (bedste sinusform) til ben 7 på funktionsgeneratoren og for det andet at frembringe et styresignal til indgan-

gen Fadj (ben 8) til wobbling. Dette er nødvendigt fordi MAX038 kræver en spænding på -2,4 V for en frekvensændring på +70 % og en +2,4 V spænding for en frekvensændring på -70 %. Den på potmeteret P2 liggende spænding som via S4 sendes til bufferen OP1c varierer mellem 0 og 5 V (signalet er til rådighed på BNC-udgangen X på forpladen). På den efterfølgende OP2d ligger bufferspændingen fra S4 (via R10) og -2,5 V referencespændingen (via R5), og de skal først forstærkes og så sammenlægges. Udgangssignalet som funktion af disse to signaler udregnes således:

$$U_{out} = -(\dot{U}_{ref} - R5/R9 + US4 - R10/R9)$$

Ved  $U_{ref} = -2,5 \text{ V}$  og  $US4 = 0 \text{ V}$  bliver

$$U_{out} = -(-2,5 \text{ V} - 1 \text{ k}\Omega/1 \text{ k}\Omega) = +2,5 \text{ V}$$

Ved  $US4 = 5 \text{ V}$  bliver

$$U_{out} = -(-2,5 \text{ V} - 1 \text{ k}\Omega/1 \text{ k}\Omega + 5 \text{ V} - 1 \text{ k}\Omega/1 \text{ k}\Omega) = -2,5 \text{ V}$$

Det summerede udgangssignal når så til en spænd-

ingsdeler der kan udvælges med S3; med den kan det maximale frekvenssving indstilles. Videre over bufferen OP1b til ben 8 på funktionsgeneratoren. Modstanden R28 sørger for en dæmpning af signalet til max. +/- 2,35 V. Hermed bliver styresignalet inden for det område der er specificeret i databladet. Indstilling af wobblersignalet sker over PC'ens parallelport og D/A omsætteren som ovenfor beskrevet; blot anvendes i dette tilfælde udgangen U0 (ben 20, Uout iflg. datablad). Den er så forbundet med S4. Omskifter S4 er en topolet omskifter; med det ene kontaktsæt omdirigeres signalet - det andet kontaktsæt lægger ledningen SLCT (Select, ben 13 på Sub-D-stik) i parallelporten til stel eller +5 V (over modstanden R32). Softwaren kan derved aflæse omskifterens stilling.

#### Opkobling af funktionsgeneratoren MAX038

Symmetrisignalet til ben 7 frembringes i overensstemmelse med opgivelserne i databladet, ligeledes afkoblingen af forsyningsspændingerne +5 og -5 V, hver med 1 nF direkte ved kredsen og med to stk 10  $\mu$ F tantalkondensatorer tæt ved IC'en. Kurveformen bliver fastholdt på sinus ved hjælp af det korrekte adressevalg (+5 V på A1 ben 4, A0 ben 5 åben). Stelforbindelserne på ben 2, 6, 9 11 og 18 er ikke forbundet indvendig i IC'en. De skal forbindes så kort som muligt med hinanden (og med brede flader). Ind- og udgang af fasedetektoren (ben 13 og 12) er lukket af (til stel), men de kan evt. anvendes til synkronisering af signalet med fx en krystalstyret oscillator.

Sync-impuls delen af MAX038, der kan anvendes til

at synkronisere eksterne kredsløb med, er heller ikke i drift af hensyn til størst mulige signalrenhed (ben 14, 15, 16 står åbne). På ben 19 står udgangssignalet i lavimpedanset form til rådighed (0,1 ohm); den efterfølgende seriemodstand R21 sørger for 50 ohm tilpasning.

#### Opkobling af D/A-omsætteren MAX506

MAX506 indeholder faktisk fire digital/analog-omsættere, men her udnyttes kun de to. Adresseledningen A1 (ben 16) er lagt fast på +5 V; niveauet på A0 (ben 17) bestemmer den valgte udgang (ben 19 eller 20). A0 er forbundet med Signal/Select-In i Sub-D-kontakten (ben 17). Som extern referencespænding der skal lægges på ben 4, anvendes den stabiliserede +5 V driftspænding. D/A-omsætteren drives symmetrisk, altså med +5 og -5 V driftspænding. Begge strømforsyningsben er afkoblet med 100 nF. Write-indgangen /WR, ben 15, er lagt til +5 V og føres ligesom dataindgangene D7 til D0 (ben 7-14) direkte til Sub-D-stikket. R25 er i prøveexemplaret loddet til stelsiden; layoutet er korrigeret herfor.

Til at drive apparatet anvendes en billig 'stikkontakt-strømforsyning' på 12 V, 600 mA. Tomgangsspændingen er ikke stabiliseret og ligger på ca. 17 V. Med OP4, modstandene R22-R24 og transistorerne T1 og T2 frembringes en kunstig jord, der ligger på nøjagtig det halve af forsyningsspændingen. Med spændingsregulatoren IC7 forsynes funktionsgeneratoren og D/A-omsætteren med +5 V stabiliseret; IC8 overtager denne opgave for de -5 V. OP1-4 forsynes fra den ustabiliserede spænding (ca. +/- 7,5 V).

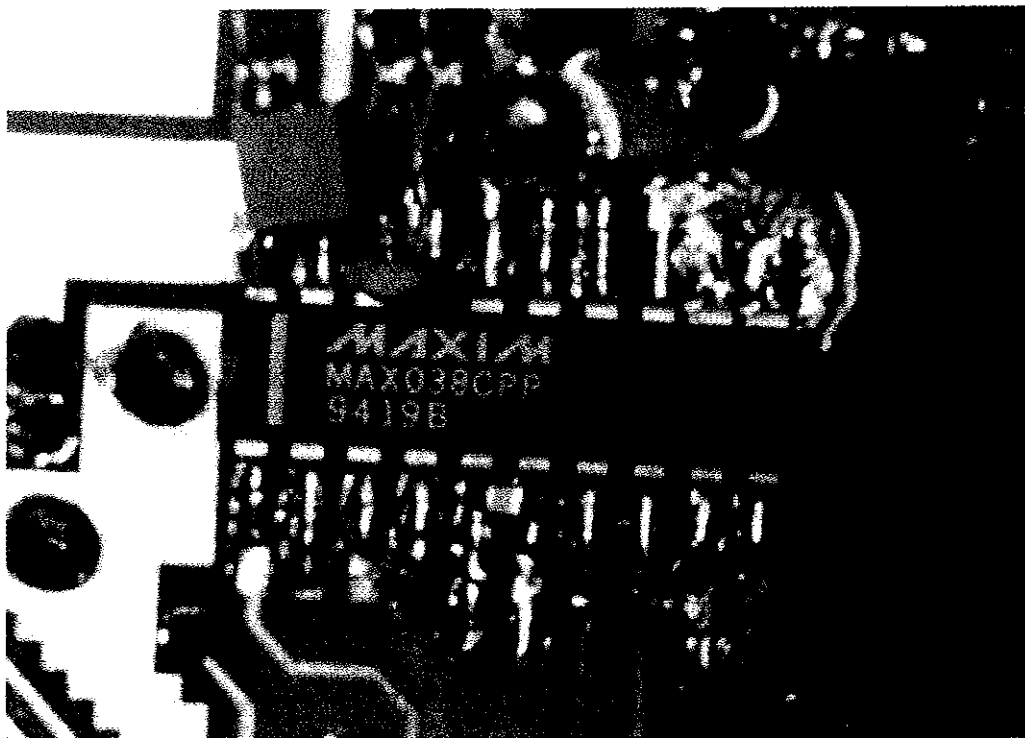


Fig. 2: MAX038 loddes oven på printet med benene ud til siden.

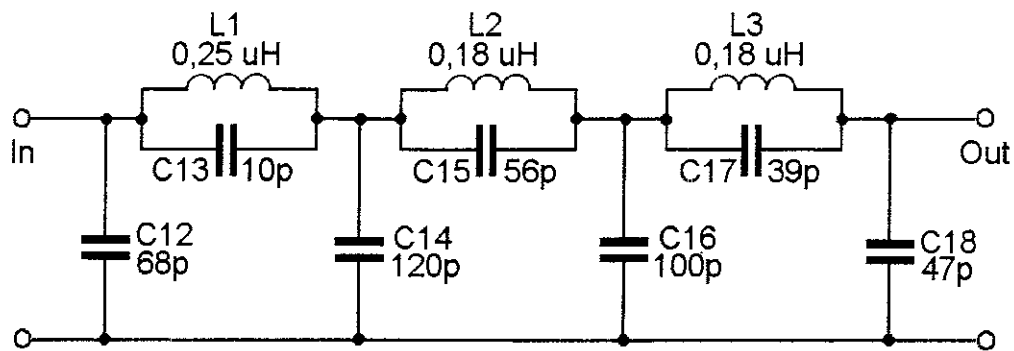


Fig. 3: Forslag til lavpasfiler.

### Opbygning

Omskifterne S1-S4 og potmetrene P1-P2 såvel som Sub-D-kontakten og de tilhørende modstande R30-R32 og R40-R55 monteres frit (modstandskæden R40-R49 ved niveauomskifteren S1 bestykses ikke før til sidst).

Især til P1 anbefales et 10-tørns potentiometer. Lysdioden på forpladen, som viser om apparatet er tændt, forbindes via R29 til forsyningsspændingen. En 68 nF kondensator (C21) parallelt med en 100 µF elektrolyt (C20) er loddet direkte til strømforsynings indgang. Højohmsmodstandene R26 og R27 ved indgangene til hhv. OP1b og OP1d forhindrer at de pågældende udgangsspændinger løber i vejret så de nærmer sig den maximale grænse for forsyningsspændingen (+/- 7,5 V) og beskytter således MAX038 for overbelastning. Begge modstande er i prøveexemplaret loddet på printbanesiden efter opbygningen, men layoutet er korrigeret også for dette.

Modstandene på de ikke-inverterende indgange på summerings- og inverterings-OP'erne tjener til at formindske deres offset-fejl så offset-strømmene bliver symmetriske.

MAX038 loddet direkte på printets kobberbaner. Derfor skal tilslutningsbenene på dual-in-line IC'en bøjes udad så de kommer i plan med IC'ens krop. Oscillator-kondensatoren bør loddet så tæt som muligt til IC'en; det samme gælder de to 1 nF afkoblingskondensatorer. I prøveexemplaret er anvendt en 18 pF chip-kondensator. På printet (Europa-for-

mat, enkeltsidet) er der plads til et lavpasfilter (ikke bestykket)

Alle IC'er med undtagelse af de to spændingsregulatorer og MAX038 sættes i sokler. Efter at printet er bestykket med modstande, sokler, kondensatorer (undtagen dem der skal loddet direkte til MAX038) og de to transistorer, bliver OP4 (741) sat i, og der sættes spænding på printet. Med et voltmeter kontrolleres at spændingsopdelingen med OP4 og transistorerne fungerer korrekt. Derefter indsættes de resterende operationsforstærkere (OP1 og 2: LM324, OP3: LM358). Husk at slukke for strømmen først!

Når dette er gjort, indstilles der på en ønsket frekvens med P1, og man kontrollerer ved hjælp af frekvenstæller og oscilloskop. S3 står herunder i stillingen AUS. Med et digitalvoltmeter måler man spændingen ved armen på P1, og således går man frem ved alle frekvenser der senere skal kunne stilles direkte med omskifteren S1. Ligeledes måles +5 V referencespændingen (i prøveexemplaret: 4,66 V). Bagefter sætter man R49 til fx 1 kOhm (det svarer til et spændingsfald på 260 mV = 1,8 MHz) og beregner så værdierne på R48-R41. Ved hjælp af serie- eller parallelkobling må man komme så tæt ved den beregnede modstandsværdi for hvert trin som muligt. Der vil hele tiden være en mindre forskel på den beregnede og den virkelige modstandsværdi. Den samlede kæde skal frembyde en seriemodstand på mellem 20 og 50 kOhm.

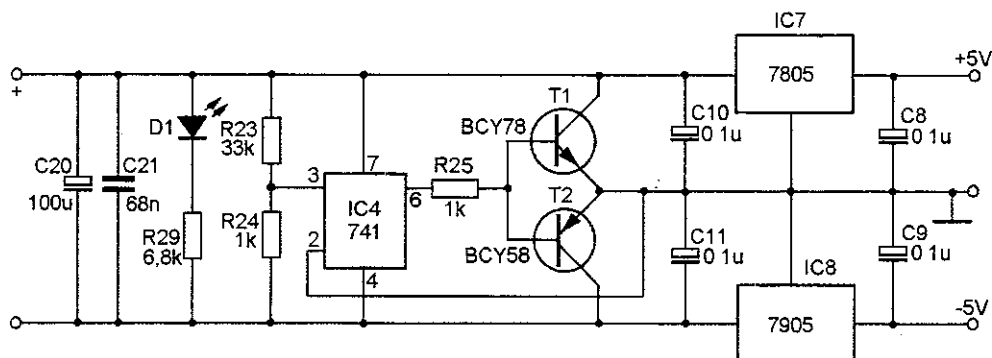


Fig. 4: I den dobbelte strømforsyning indgår kun få komponenter.

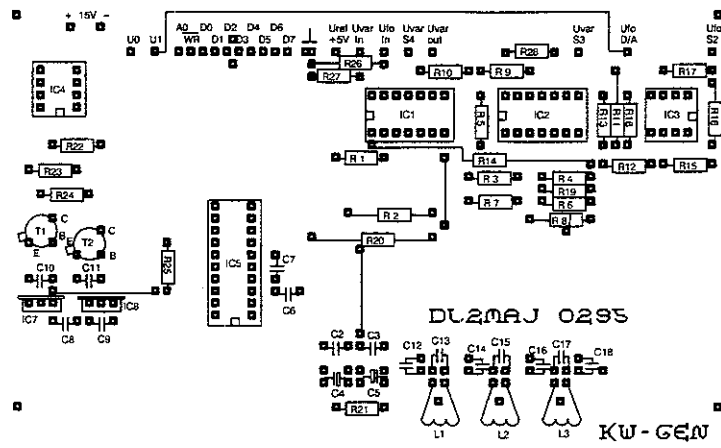


Fig. 5: Komponentplacering.

Stecker Pin	Signalname	von	Buchse Pin	Platine Anschluß	Frontplatte Anschluß
1	/Strobe	PC	1	,AVR	
2	LSB-D0	PC	2	,D0	
3	D1	PC	3	,D1	
4	D2	PC	4	,D2	
5	D3	PC	5	,D3	
6	D4	PC	6	,D4	
7	D5	PC	7	,D5	
8	D6	PC	8	,D6	
9	MSB-D7	PC	9	,D7	
12	Paper-Empty	KWGEN	12		S2
13	Select	KWGEN	13		S4
17	/Select In	PC	17	,A0	
18	GND		18	Masse	
25	GND		25	,Masse	

Fig. 6: Forbindelser til PC og print. "Masse" = stel.

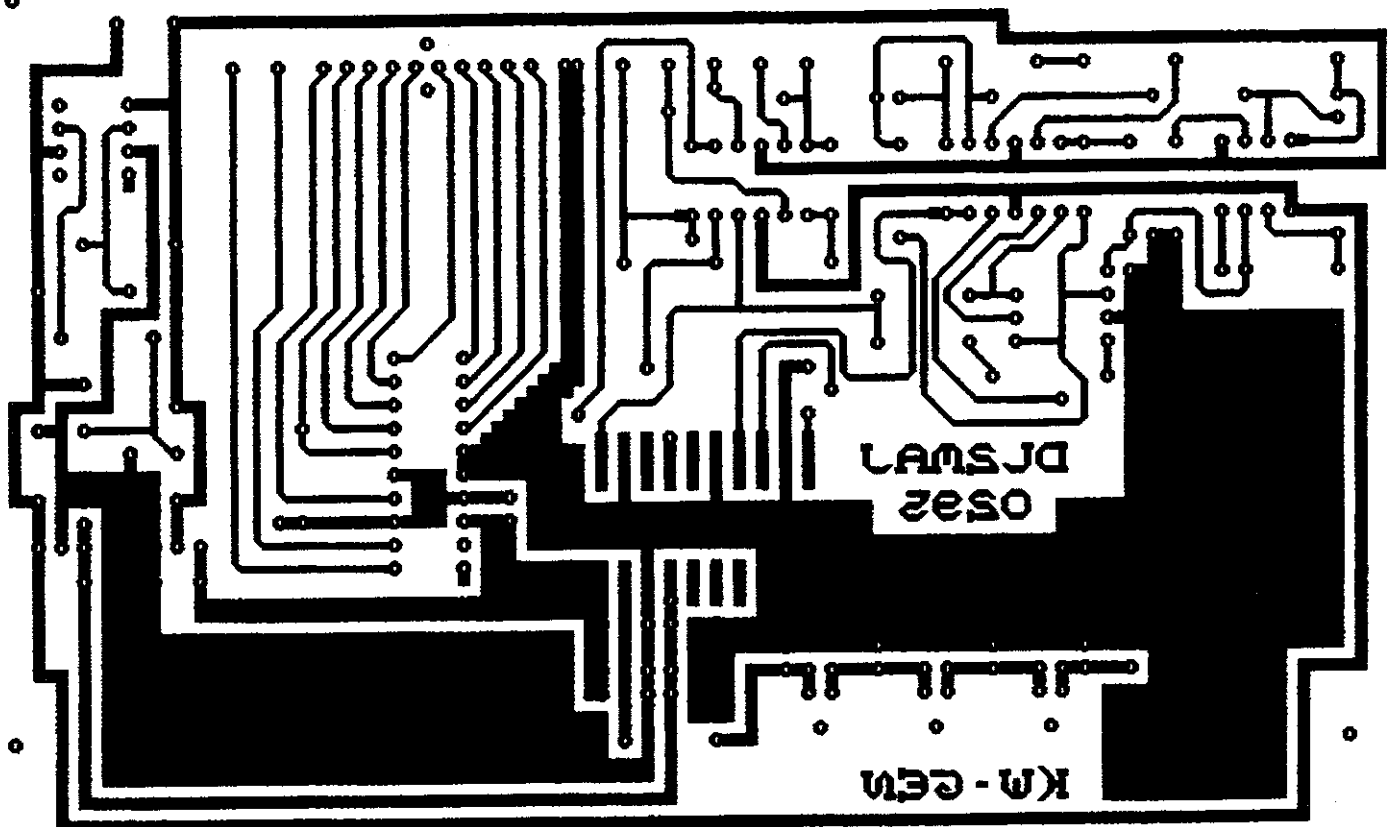


Fig. 7: Printlayout. MAX038 monteres oven på printet.

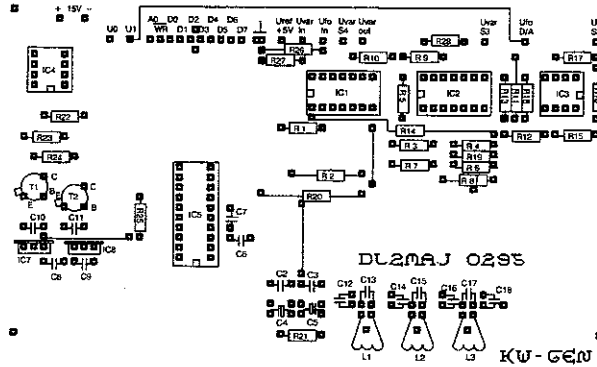


Fig. 5: Komponentplacering.

Stecker Pin	Signalname	von	Buchse Pin	Platine Anschluß	Frontplatte Anschluß
1	/Strobe	PC	1	,AVR	
2	LSB-D0	PC	2	,D0	
3	D1	PC	3	,D1	
4	D2	PC	4	,D2	
5	D3	PC	5	,D3	
6	D4	PC	6	,D4	
7	D5	PC	7	,D5	
8	D6	PC	8	,D6	
9	MSB-D7	PC	9	,D7	
12	Paper-Empty	KWGEN	12		S2
13	Select	KWGEN	13		S4
17	/Select In	PC	17	,A0	
18	GND		18	,Masse	
25	GND		25	,Masse	

Fig. 6: Forbindelser til PC og print. "Masse" = stel.

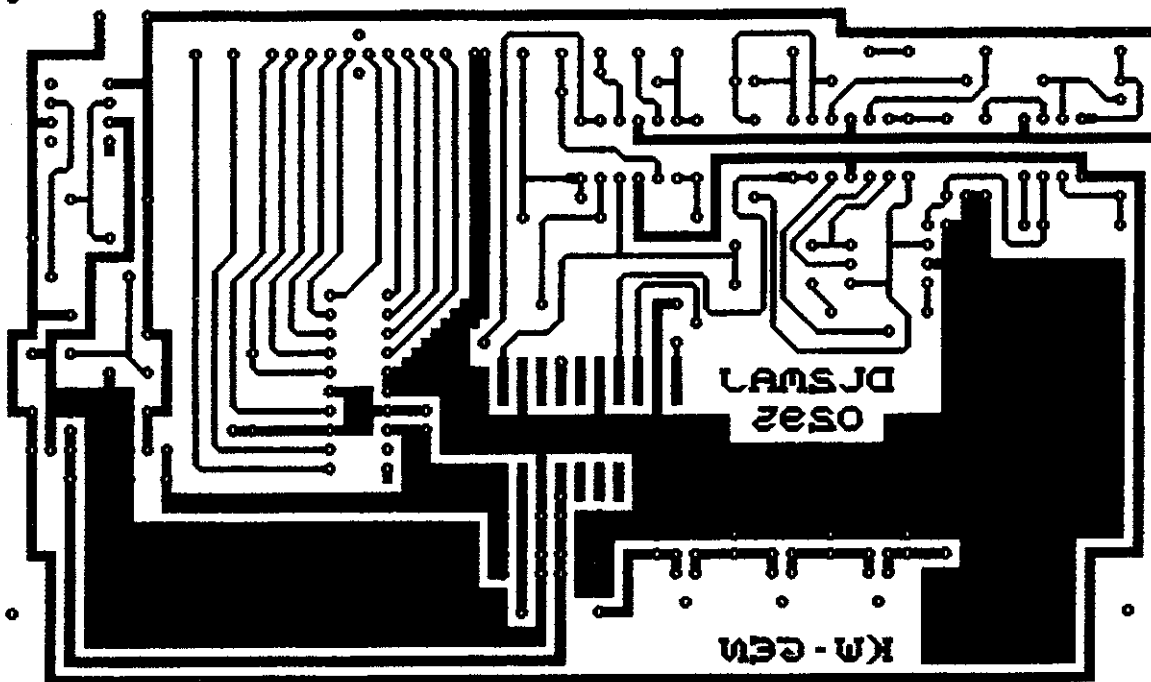


Fig. 7: Printlayout. MAX038 monteres oven på printet.

St  
IC1  
IC3  
IC4  
IC5  
IC6  
IC7  
IC8  
T1  
T2  
R1,  
R3,  
R5,  
R8  
R13  
R14  
R20  
R21  
R25  
R26  
R28  
R31  
Spa  
S1)  
R40  
R41  
R42  
R43  
R44  
R45  
R46  
R47  
R48  
R49  
Spa  
S3)  
R50  
R51  
R52  
R53  
R54  
R55  
D1  
C1  
C2,  
C4,  
C6,  
C12  
C20  
C21  
Fass  
9-V

Der er to  
geråd", der fi  
gen.

Software  
Til styring af  
gram. Ved  
KWGEN1.E  
KWGEN.CF  
hardwaren (  
der passer i  
textfil og kar  
MS-DOS. F  
fil, overtage  
parametre la

OZ AUGUS

## Stückliste

IC1,2	LM324
IC3	LM358
IC4	741
IC5	MAX506
IC6	MAX038
IC7	7805
IC8	7905
T1	BCY78
T2	BCY58
R1,2	10k
R3 4,6,7,19,22,23	33k
R5,9,10,11,12,15,16,17,18,24,30,32	1k
R8	5k Trimmer
R13	1k + 39 in Serie
R14	10k + 15k in Serie
R20,29	6,8k
R21	51
R25	22k
R26,27	470k
R28	470
R31	820
Spannungsteiler im Mustergerät (Schalter S1)	
R40	2,2k + 82 in Serie
R41	2,7k + 910 in Serie
R42	2,7k + 560 in Serie
R43	2,2k + 47 in Serie
R44	470 + 47 in Serie
R45	680 + 56 in Serie
R46	1k + 270 in Serie
R47	1,8k + 240 in Serie
R48	1k
R49	1k
Spannungsteiler im Mustergerät (Schalter S3)	
R50	2,7k+270
R51	3,9k
R52	2,2k
R53	910
R54	470
R55	150
D1	LS5469, Niedrigstrom-LED (2mA)
C1	18-pF-Chip, NPO wenn möglich
C2,3	1nF
C4,5	10µF Tantal/6V
C 6,7,8,9,10,11	0,1 µF keram.
C12 bis C18, L1-L3	siehe Text
C20	100 µF Elko/25V
C21	68nF keram.
Fassungen, Gehäuse, Sub-D-Stecker 25pol, 9-V-Buchse, etc.	

Der er to omskiftere, "Schalter S1, S3 im Mustergerät", der fungerer som spændingsdelere i opstillingen.

## Software

Til styring af generatoren er der skrevet et lille program. Ved den første start af programmet KWGEN1.EXE søges der efter konfigurationsfilen KWGEN.CFG. Mangler denne, så undersøges hardwaren (porte, hastighed), og en konfigurationsfil der passer til brugeren, anlægges. Dette sker i en tekstfil og kan redigeres med en editor som fx EDIT i MS-DOS. Foreligger der allerede en konfigurationsfil, overtages de deri liggende værdier. Følgende parametre lagres i KWGEN.CFG:

## KWGEN.CFG

LPT = 1. 1-3 er nummeret på parallelporten til styring af signalgeneratoren

Nulltime = 31.13281. Skal være større end 0. Mindste wobbletid/gennemgang. Afhænger af PC'en, oprettes ved konfigurationen.

Schleifenzeit = 1,71520. Større end 0, mindste forsinkelsestid. Afhænger af PC'en, oprettes ved konfigurationen.

MinTime = 1. Forsinkelsessløjfe.

WobStufen = 10. Mellem 1 og 20 = maximale antal af wobblehastigheder, trin på 1, 2 og 5.

Stufen = 4. 1 til 20. Kodning for wobblehastighed ved programstart.

Fmin = 3,15. Laveste udgangsfrekvens i MHz for signalgeneratoren når der indgives \$00 og frekvensvariationen er slået fra.

Fmax = 25,00. Den maksimale udgangsfrekvens i MHz ved \$FF og frekvensvariationen er slået fra.

Fo = 8,00 Fastlagt frekvens i MHz ved programstart.

Efter programstart og evt. fremstilling af konfigurationsfil ser man billedskærmen opdelt i tre dele. I den øverste ramme er den indstillede frekvens angivet grafisk og numerisk. I den midterste ramme findes oplysninger om wobblehastighed. I begge rammer er der til højre vist den øjeblikkelige stilling af omskifterne S2 og S4. Denne stilling kan til enhver tid opdateres med funktionsknapperne F1, F3, F5, F7. I den underste ramme er vist de programfunktioner som man har adgang til via funktionstasterne.

I det nederste højre hjørne ses den valgte port. Til styring af signalgeneratoren anvendes de i tabellen viste signaler til parallelporten. Fra tabellen kan også uddrage forbindelserne i kablet mellem parallelporten og signalgeneratoren; rækkefølge: Sub-D-stik, signalnavn, retning, Sub-D-kontakt, print, forplade.

Ved indsendelse af en frankeret og adresseret konvolut og en formatteret diskette i DOS-format kan man hos forfatteren få programmet: Helmut Berka, DL2MAJ, Beethovenstrasse 27a, D-86836 Klosterlechfeld.

**OZ**

## Forsidebilleder søges

Redaktionen er til stadighed på jagt efter billeder til OZ's forside. Om det er dias eller papirbilleder er underordnet; men billederne skal være skarpe og motivet skal have relation til amatørradio og kunne beskæres, så det passer til forsideformatet.

Lad HR kigge med, hvis du har et godt billede. Der er et beskedent honorar, hvis vi bruger dit billede til en forside.