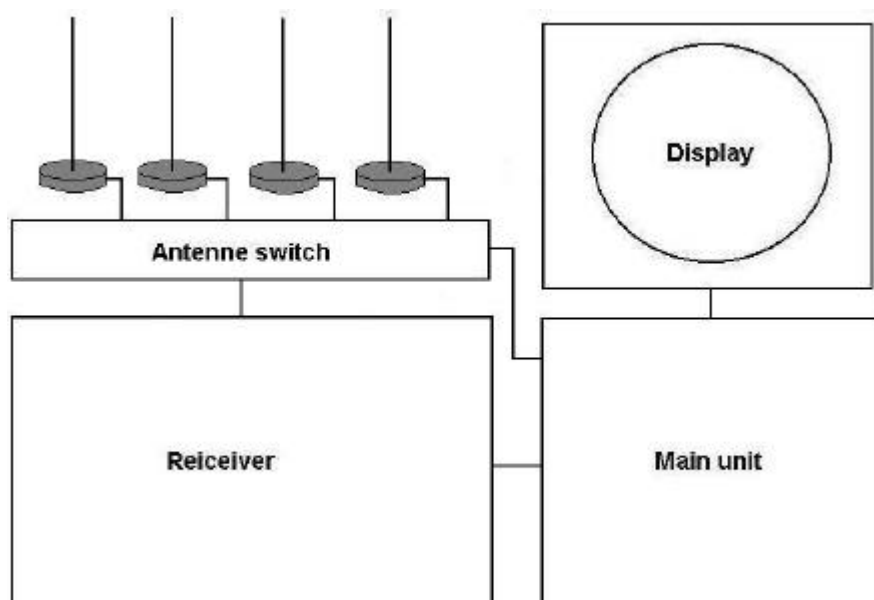


MONTREAL dopplerpeiler naar een idee van VE2EMM

Een van de bekende evenementen bij de NVRA is de vossenjacht op 2-meter. Veel jagende teams maken gebruik van een doppler peilinstallatie. Het ontwerp uit 1993 van ons lid Folkert Schrader PA3FME, dat door velen gebruikt wordt, voldoet goed. Al vergt de bouw van deze doppler de nodige moeite en een berg componenten. De ontwikkeling in moderne elektronica gaat erg snel. Zou dit ontwerp voor verbetering in aanmerking kunnen komen? Ik kwam tijdens mijn speurtocht op Internet een doppler ontwerp tegen die gebruikt maakt van een PIC16C72 controller. Met relatief weinig en goed verkrijgbare componenten is de ontwerper Jacques Brodeur VE2EMM er in geslaagd een dopplerpeiler samen te stellen. In tegenstelling tot het ontwerp van Folkert Schrader, dat een uitlezing met 16 leds heeft, bezit deze doppler van VE2EMM een uitlezing met 32 leds.



Figuur 1

Bijzonderheden

- Aan te sluiten op iedere smalbandige FM ontvanger
- Slechts de antenne-ingang en luidspreker- of hoofdtelefoon uitgang van de ontvanger worden gebruikt
- Aanwijzing geschiedt doormiddel van een cirkelvormig array met 32 leds
- De basiseenheid en antenne switch zijn met elkaar verbonden door een coaxkabel en een 6-aderige kabel
- Alles, met uitzondering van de 4 antennes en de antenneswitch, is onder te brengen in een behuizing
- Bruikbaar tot boven 1000 MHz, afhankelijk van de toegepaste antennes
- Benodigde voedingsspanning is 12 Volt

RDF (Radio Direction Finding), de geschiedenis en theorie

Radio Direction Finding systemen kunnen hoofdzakelijk in twee categorieën worden onderscheiden, afhankelijk of ze wel of niet van het Doppler-faseverschuivingsprincipe gebruik maken. De meeste niet Doppler RDF's maken gebruik van gerichte antennes, welke synchronisatiepulsen toevoegen aan de amplitude van het ontvangen signaal onderwijl als zij worden rondgedraaid. Dopplersystemen daarentegen produceren en detecteren fasemodulatie welke verkregen wordt door als het ware een ontvangstantenne circulair rond te laten draaien in een horizontaal vlak.

Als gevolg van het zogenaamde 'capture effect' van de FM-ontvanger welke fasemodulatie detecteert, zijn Doppler systemen over het algemeen minder gevoelig voor neven effecten dan AM systemen. De eerst bekende RDF welke gebaseerd was op het Doppler principe werd gepatenteerd door een zekere H.T. Budenbom en maakte gebruik van meerdere antennes welke mechanisch middels een motor werden geschakeld. Hedendaagse Doppler systemen maken geen gebruik meer van een mechanische schakelmethode, maar van geleidelijk elektronisch geschakelde antennes.

Hierbij simuleren meerdere elektronisch geschakelde antennes als het ware alsof een enkele antenne continue op cirkelvormige wijze wordt rondgedraaid. Een groot nadeel van de mechanische systemen was het enorme verlies aan gevoeligheid in de ontvangst. Een tweede niet minder ergerlijk probleem was de verschijning van mysterieuze vals peilingen door signalen afkomstig van naburige kanalen, welke als het ware mengden met het ontvangstsignaal, waarschijnlijk als gevolg van dit mechanische schakelen.

Beide hier boven genoemde problemen zouden naar alle waarschijnlijkheid verdwijnen als het mechanische proces zou kunnen worden vervangen door een elektrische equivalent.

De eigenlijke ontvangstsignalen zouden nagenoeg hun sterkte weer terug krijgen en draaggolven afkomstig van naburige frequenties zouden dan verdwijnen. In eerste instantie werden antenne-array's met wel 16 antennes toegepast. Een in 1980 gepubliceerd ontwerp in het radioblad Funkschau bestond nog uit acht antennes. Antenne-array's van een dergelijke omvang waren echter niet erg praktisch voor mobiel gebruik. De uiteindelijke oplossing was een array bestaande uit slechts vier antennes welke opgesteld staan in een vierkant. De zijden van dit vierkant hebben een lengte van een kwart golflengte. Het geïnduceerde ontvangstsignaal in al de vier antennes wordt doorlopend gemixt in een soort optelcircuit en wel op een zodanige wijze dat de resultante van het verkregen rf-voltage erg dicht de waarde benadert van een enkele antenne welke met een vaste snelheid een cirkel beschrijft waarvan de snijpunten gevormd worden door de vier antennes.

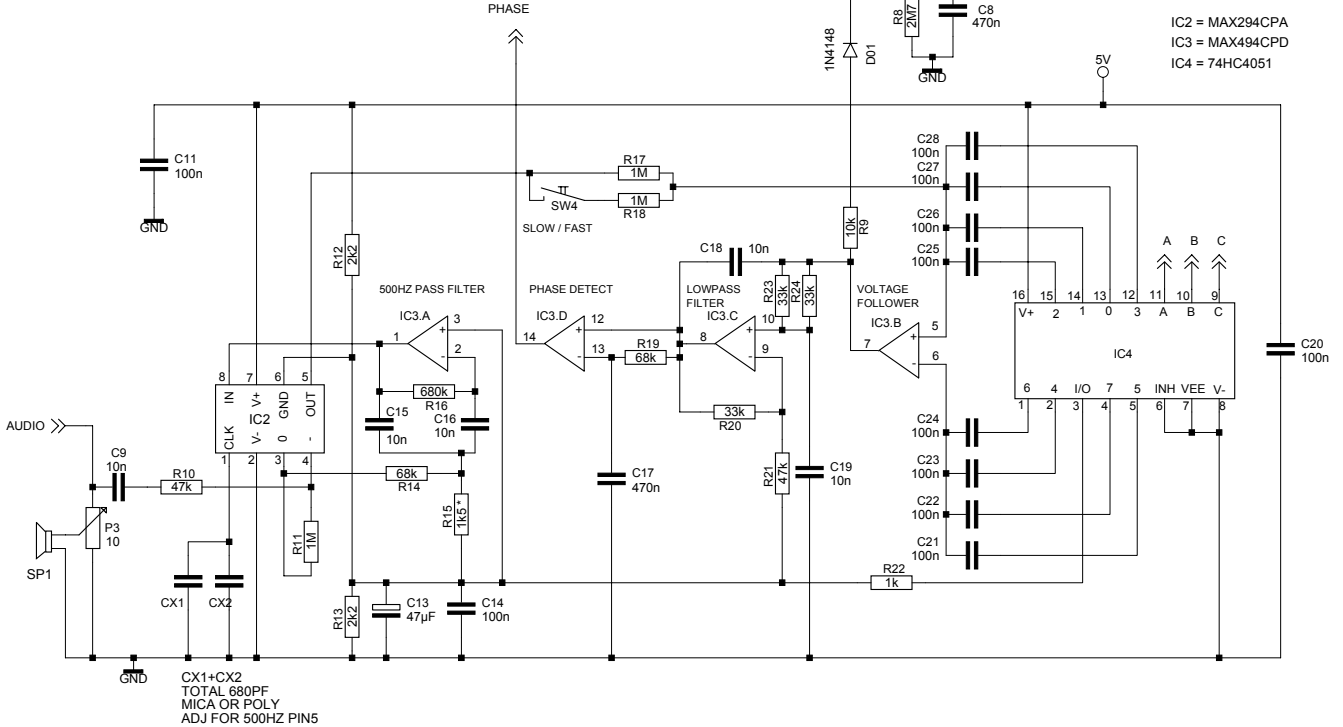
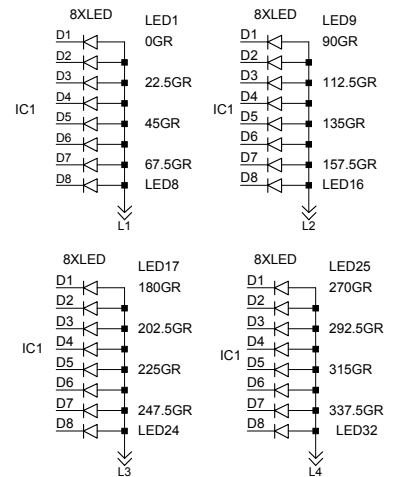
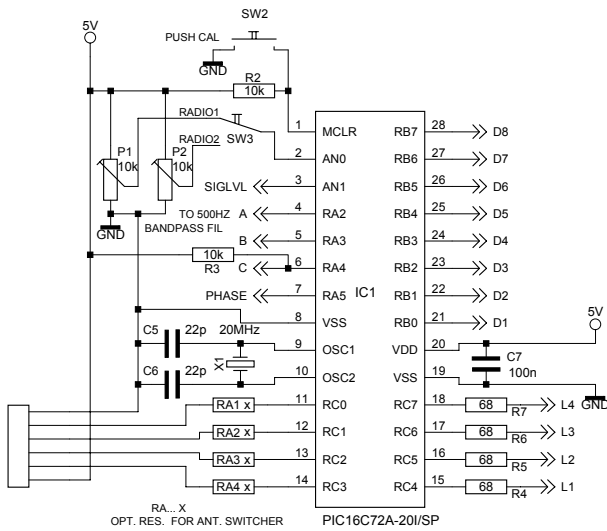
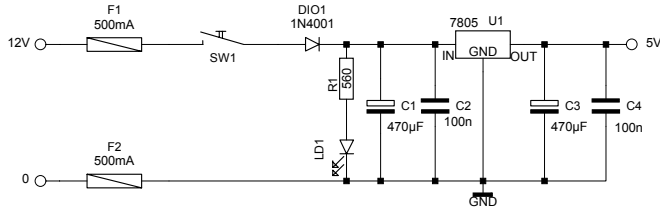
De antennes worden elektronisch geschakeld door middel van Schottky-diodes of PIN diodes. Het te beschrijven systeem kan werken met ieder FM-ontvanger. Aan de ontvanger hoeven geen modificaties te worden aangebracht. Het geheel is breedbandig en kan afhankelijk van de gebruikte antennes gebruikt worden tot hoger dan 1000 MHz. Een eenvoudige weergave in de vorm van een blokschema is weergegeven in figuur 1. De toegepaste FM-ontvanger levert op zijn beurt het benodigde audio signaal dat via de externe luidsprekeruitgang wordt toegevoerd aan de audio-ingang van de main-unit.

Door een synchrone filterwijze wordt de spraakinhoud verwijderd waarna een sinus overblijft welke dezelfde frequentie heeft als welke wordt gebruikt om de antennes te sturen. In dit geval 500 Hz. Deze sinus bevat een fasehoek welke overeenkomt met de peilhoek.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving verwijs ik graag naar het artikel van PA3FME in het NVRA verenigingsblad uit 1993 (of kijk op: <http://ww.nvra.net/PDF/!doppler.pdf>)

Het schema

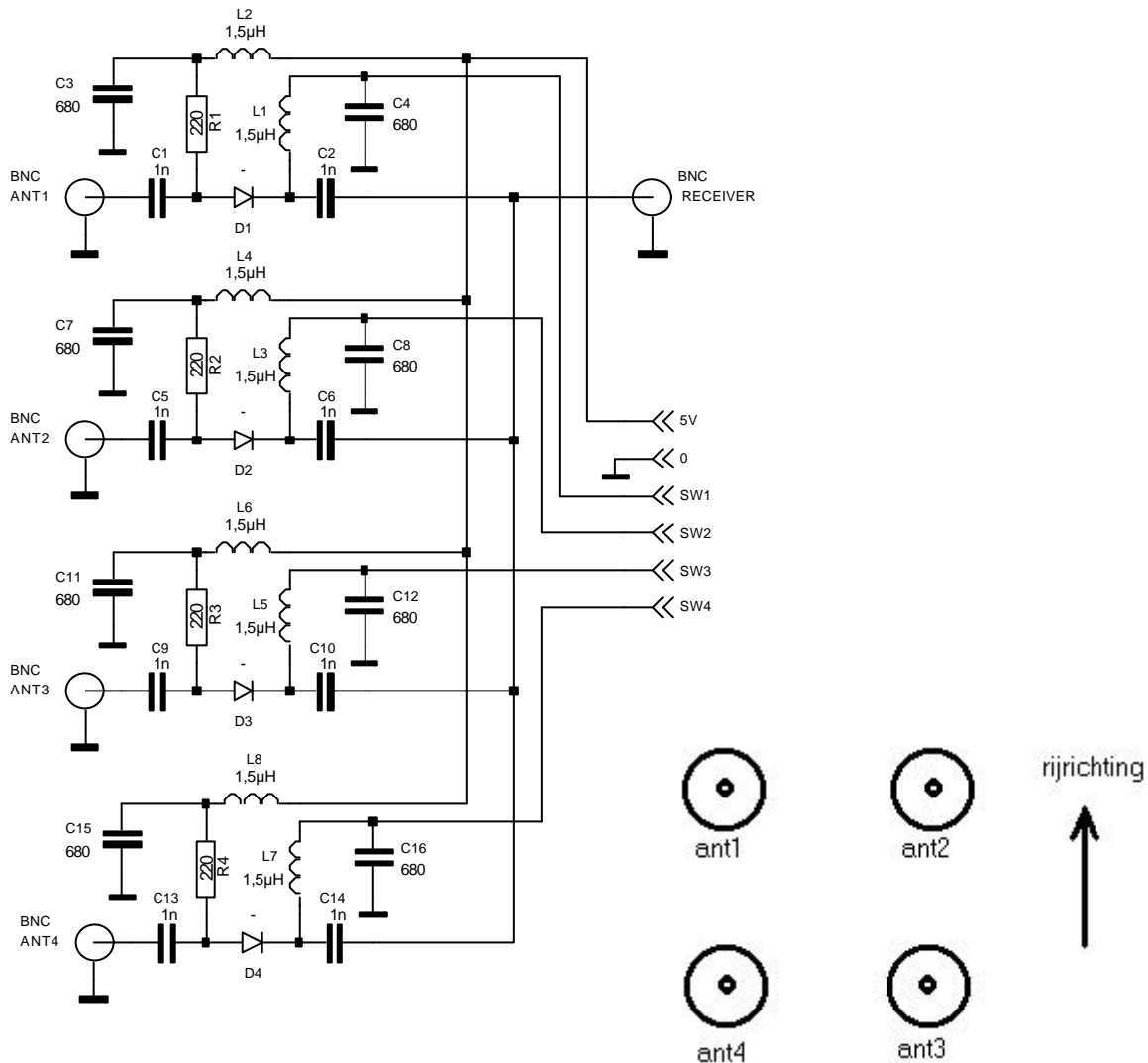
De Doppler main unit



REV: A	DATE: 05-04-2002	ENG: VE2EMM
PROJECT: MONTREAL DOPPLER		
COMPANY: NVRA HTTP://WWW.NVRA.NET		
ADDRESS: KANARIESTRAAT 50		
CITY: HAARLEM		
COUNTRY: NL		
INITIAL: PE1BVJ	PAGE: 1	OF: 2

De antenne switch

1



1

Circuit beschrijving

De main unit

Het uit de ontvanger op de main unit aangeboden signaal gaat door een hoogdoorlaatfilter gevormd door C9 en R10. Potmeter P3 kan eventueel vervangen worden door een vaste weerstand van 10 Ohm en een extra luidspreker via een schakelaar hieraan parallel geschakeld worden. Het signaal wordt dan 20 maal versterkt door versterker van IC2, een MAX294. De output van deze versterker staat op pin 3 van de MAX294 en gaat naar versterker "A" van de 'rail-to-rail' versterker IC3, een MAX494 die als een 500 Hz banddoorlaatfilter geconfigureerd is. Weerstand R15 kan aangepast worden om de bandpass frequentie aan te passen. De waarde van 1500 Ohm is een richtwaarde.

De output van versterker "A" van de MAX494 op pin 1, gaat naar de ingang van het laagdoorlaat filter in IC2. De output van IC2 op pin 5 gaat via de demping weerstand R17,

1M Ohm, naar de filterschakelaar IC4, een 74HC4051. Parallel aan R17 kan een tweede weerstand van 1M Ohm, R18, geschakeld worden voor een snellere 'reactietijd'.

Versterker "B" van de IC4 is een buffer met een hoge ingangsweerstand. Hierna volgt versterker "C" die als laagdoorlaatfilter dienst doet. Dit om een sinusvormig uitgangssignaal te verkrijgen. Versterker "D" genereert uit deze sinus een blokgolf.

Het analoge geheel werkt met een referentiespanning van 2,5 Volt. Deze wordt verkregen uit de spanningdeler R12 en R13 met de condensatoren C13 en C14.

Uit versterker "B" van IC3 wordt ook een DC spanning gehaald die rechtevenredig is met de piekspanning van het gefilterde signaal. De DC spanning wordt verkregen uit DO1 met daaraan parallel het R/C filter R8 en C8. Deze spanning is maximaal als er geen modulatie op het signaal staat.

De PIC16C72 controller kent 2 analoge inputs. Een DC-offset spanning aan pin 2 en de signal-level input op pin 3. Tevens genereert IC1 de schakelsignalen aan de pinnen 4, 5 en 6 voor IC4, de antenne schakelsignalen op de pinnen 11, 12, 13 en 14, de kathodespanningen voor de led's op het display op de pinnen 15, 16, 17 en 18 en de anodespanningen voor de led's aan de pinnen 21 t/m 28. De PIC16C72 is geprogrammeerd verkrijgbaar bij de NVRA.

Software beschrijving.

Als eerste checkt de software de CAL spanning op pin 2 voor het aangeven van de juiste richting, vervolgens meet het de amplitude van het audio-ingangssignaal voor laten zien van de overload- en squelch waarden middels de 180 graden led op het display.

De prescaler en de counter genereren een interruptfrequentie van 16 kHz. Oftewel 500 omwentelingen maal 32 led's = 16000Hz. De interruptfrequentie schakelt de signalen naar het 500 Hz digitale filter, genereert de schakelspanning voor de antennes, detecteert de fase van het ingangssignaal, vergelijkt met de waarde van twee omwentelingen, stelt de kalibratie in, activeert het display en bedient de 32 leds.

Bediening

Draai langzaam het volume hoger tijdens de ontvangst van een ongemoduleerd signaal totdat de 180 graden led knippert, dan langzaam het volume terugdraaien totdat de 180 graden led uit is. Het volume staan nu correct ingesteld.

Als de ontvanger in de squelch gaat knippert de led die als laatste een goede richting aangaf.

Kalibreer de richting middels een bekend signaal waarvan de richting bekend is door P1 in te stellen. Druk hiervoor tijdens het instellen van P1 steeds even op de Push Cal toets (SW2) om de nieuwe waarde in IC1 te laden.

De bouw, tips en suggesties

De main unit

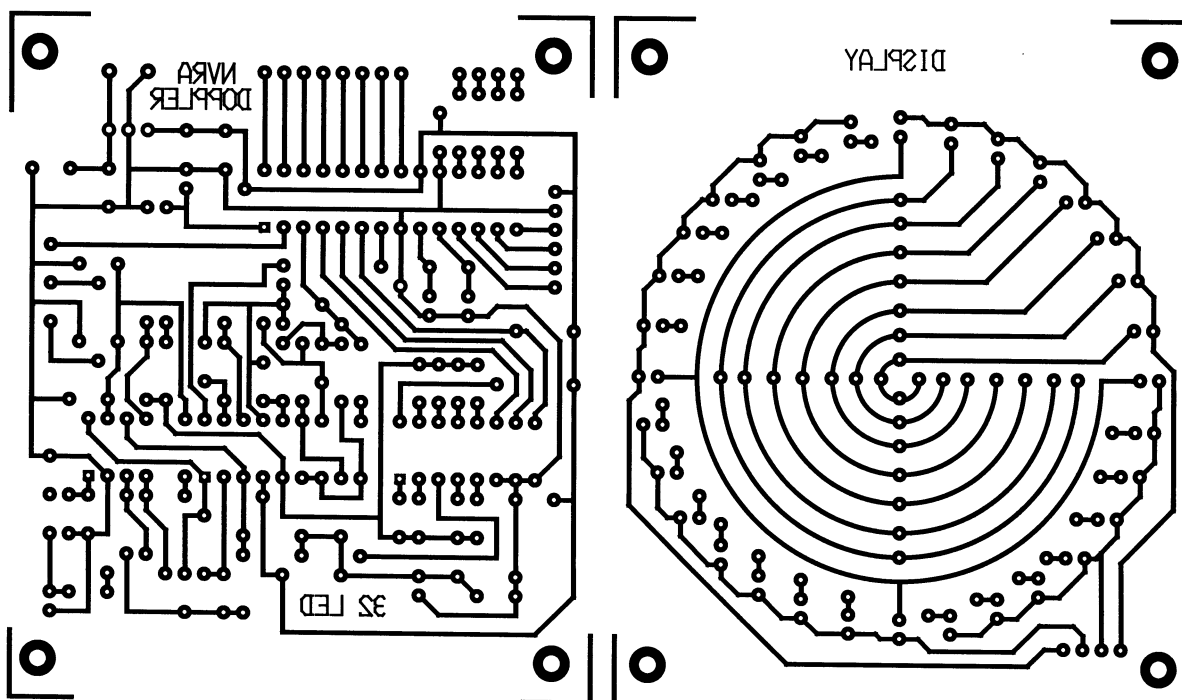
Om ruis/storing vanuit de microprocessor te verkleinen dient de main-unit in een metalen behuizing gebouwd te worden.

De print met de PIC-controller en de displayprint dienen boven elkaar gemonteerd te worden.

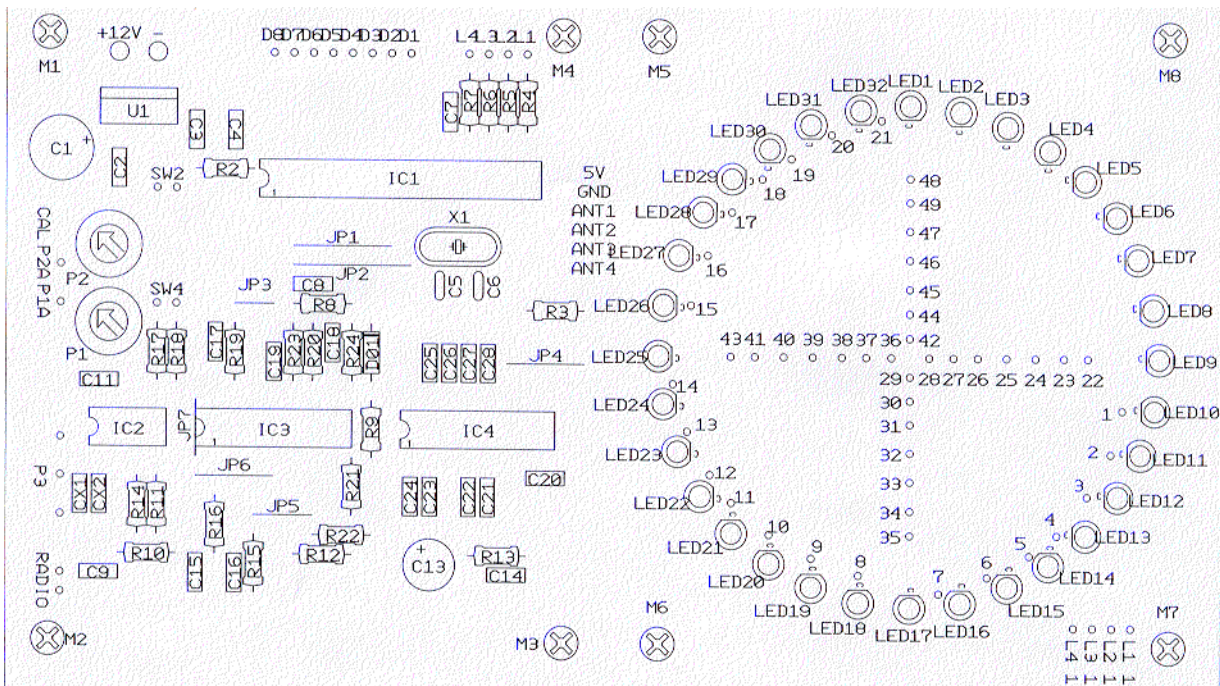
Soldeer eerst alle componenten op de printen en controleer het geheel op fouten. Verbindt op de PIC-controllerprint de punten en D1 t/m D8 met de punten D1 t/m D8 met een stukje 8-aderig lintkabel. Monteer de displayprint bovenop de PIC-controllerprint met afstandbussen van 10mm met inwendig draad M3. Verbindt de punten L1 t/m L4 op PIC-controllerprint met de punten L1 t/m L4 op de displayprint met stukjes blank draad. De punten L1 t/m L4 liggen direct tegenover elkaar

De print lay-out main-unit en display

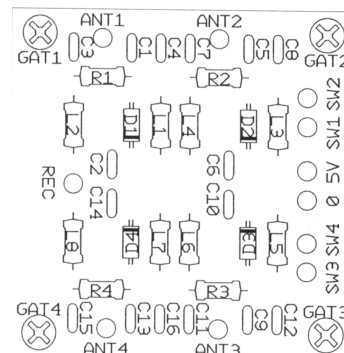
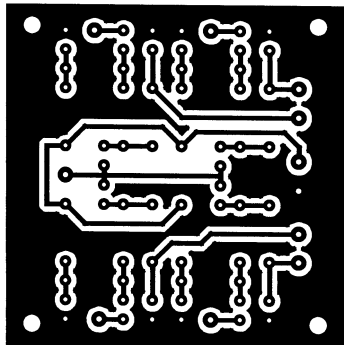
De main unit



De componenten opstelling main-unit en display



De print-layout en componentenopstelling antenneswitch



Antenne array

U kunt gebruik maken van de eerder gepubliceerde antenne-array of van vier magneetvoet antennes. Enig experimenteren met de lengte van de magneetvoet antennes leerde dat het beste resultaat behaald werd met een lengte van +/- 48cm. De onderlinge afstand bleek zeer belangrijk. Hiervoor geldt een afstand van ongeveer 0,22 golflengte (+/- 44 cm).

Onderdelenlijst Montreal Doppler

MAIN unit

Weerstanden ¼ Watt		Aantal	Keramische condensatoren	Aantal
R1	560 Ohm	1	C2, C4, C7, C9, C11, C14	
R2, R3, R9	10k Ohm	3	C20, C21, C22, C23, C24, 100 nF	15
R4, R5, R6, R7	68 Ohm	4	C25, C26, C27, C28	
R8	2,7 M Ohm	1	C5, C6	22 pF
R10, R21	47 K Ohm	2	C8, C17	470 nF
R11, R17, R18	1 M Ohm	3	C15, C16, C18, C19	10 nF
R12, R13	2,2 K Ohm	2		
R14, R19	68 K Ohm	2	Styroflex condensator	
R15	1,5 K Ohm	1	CX1+CX2 (=1 capaciteit)	680 pF styroflex
R16	680 k Ohm	1		
R20, R23, R24	33 K Ohm	3	Elco's Radiaal	
R22	1 K Ohm	1	C1, C3	470 uF/16v
			C13	47uF/16V
Spanningregelaar			Diodes	
U1	7805	1	DI01	1N4007 o.i.d
			D01	1N4148
Zekeringen				
F1, F2	500mA	2		
IC's			Schakelaars	
IC1	PIC16C72-20 I/SP of PIC16C72/JW	1	SW1, SW3, SW4	1xom miniatuur
IC2	MAX294CPA	1	SW2	Mini push button (maak)
IC3	MAX494CPD	1		
IC4	74HC4051	1	Kristal	
			X1	20 MHz

Display

LED's		Aantal
LD1	High brightness Led naar keuze	1
Led2 t/m Led 8, Led10 t/m Led16, Led18 t/m Led24, Led26 t/m Led 32	High brightness Rood diffused	28
Led1, Led 9, Led 17, Led 25	High brightness Groen, diffused	4

Diversen

Bandkabel 8 aderig	+/- 10cm
Afstandbus 10mm inwendig draad M3	4
Afstandbus plastic 10mm	4
Bouten M3 lengte 5mm	4
Bouten M3 lengte 15mm	4
Printpennen 1mm	16

Antenne switch

R1, R2, R3, R4	220 Ohm	4
C1, C2, C5, C6, C9, C10, C13, C14	1nF	8
C3, C4, C7, C8, C11, C12, C15, C16	680 pF	8
L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8	1,5 µH	8
BNC chassis		5
SUB-D connector 9 -polig		1
D1, D2, D3, D4	HP5028/2800, 1N5711 o.i.d	4

Aanvulling

Veel vragen kwamen binnen over de verbinding tussen het display en de main-unit.
De volgende tekst bij de bouw, tips en suggesties dient als volgt te zijn:

De print met de PIC-controller en de displayprint dienen boven elkaar gemonteerd te worden.
Soldeer eerst alle componenten op de printen en controleer het geheel op fouten.

Op de display unit dienen de volgende draadbruggen aangebracht te worden:

Van pad nr	Naar pad nr
1	22
2	23
3	24
4	25
5	26
6	27
7	28
8	35
9	34
10	33
11	32
12	31
13	30
14	29
15	43
16	41
17	40
18	39
19	38
20	37
21	36

Verbindt op de PIC-controllerprint de punten als volgt:

Main unit	Display
D1	Kathode LED 1 (het pad nr 50 mist)
D2	Pad nr 48
D3	Pad nr 49
D4	Pad nr 47
D5	Pad nr 46
D6	Pad nr 45
D7	Pad nr 44
D8	Pad nr 42

met een stukje 8-aderig lintkabel. Monteer de displayprint bovenop de PIC-controllerprint met afstandbussen van 10mm met inwendig draad M3. Verbindt de punten L1 t/m L4 op PIC-controllerprint met de punten L1 t/m L4 op de displayprint met stukjes blank draad. De punten L1 t/m L4 liggen direct tegenover elkaar.