

De YALC, een nauwkeurige LC meter

door Wim Kruyf PAoWV

Wim PAoWV beschrijft niet alleen een schakeling voor het meten van spoelen en condensatoren, maar ook de berekeningen en de overwegingen hoe hij tot dit ontwerp is gekomen.



Dit artikel gaat over (weer) een LC meter. Je kunt hem nabouwen, maar het artikel beschrijft tevens de ontwerpprocedures en de fouten die kunnen optreden, het gaat dus een stap verder dan een nabouwartikel. Je kunt er dus ook wat van leren, ook als je niet nabouwt.

De bedoeling van dit artikel is niet klakkeloze nabouw door het prikken van onderdelen in een kant en klare voorgeboorde print, maar om zelf ontwerpen op basis van sloopspullen en onderdelen die je toevallig hebt te bevorderen.

Meetmethode

Je kunt in je shack L en C meten, transmissielijnen en ferrieteigenschappen als je wat primitieve meetapparatuur hebt, door gebruik te maken van de formule voor de resonantiefrequentie van een kring.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

Heb je een bekende C van bijvoorbeeld 100 pF dan maak je een kring met de onbekende spoel, laat hem oscilleren of stuur hem aan met een oscillator, en meet de resonantiefrequentie. Daaruit kun je de spoel meteen berekenen met (1).

Een onbekende C kun je ook bepalen, want daar kun je de kring mee verstemmen en dan kijken wat de nieuwe frequentie is en daaruit de onbekende C berekenen.

Zoiets lukt voor de meeste toepassingen al voldoende nauwkeurig met een general coverage ontvanger en een griddipper. De WV-60 ontvanger, in 1960 gepubliceerd in CQ-PA, is op die wijze metende, van zijn 5 banden spoelblok met bandspreiding voorzien.

Je kunt dan uit de gemeten frequenties de onbekende L_x en C_x bepalen, met de volgende uit basisformule (1) afgeleide formules:

$$L_x = \left[\frac{f^2}{f_x^2} - 1 \right] L \quad (2)$$

$$C_x = \left[\frac{f^2}{f_x^2} - 1 \right] C \quad (3)$$

In die formules staat f voor de vrije resonantiefrequentie en f_x voor de frequentie als je een seriespoel L_x opneemt in serie met L of een parallelcondensator C_x parallel aan C zet. f_x is dus altijd lager dan f. Alle eenheden in standaardvorm dus Henry, Farad en Hertz.

De formules zijn symmetrisch, omdat in de formule voor de resonantiefrequentie L en C onderling verwisselbaar zijn.

Om L_x of C_x te kunnen berekenen uit L respectievelijk C, heb je dus geen worteltrekken nodig. De in serie geschakelde spoel L_x mag niet magnetisch gekoppeld zijn met L, want dan klopt het niet meer.

Een Amerikaans elektronicus en zendamateur Neil Heckt met zijn onderneming AADE (Almost All Digital Electronics) heeft een LC meter volgens dat principe gemaakt, waarbij de bewerkingen van het berekenen worden gedaan door een PIC microcontroller.

Hij heeft ook een oscillator ontworpen die bijna altijd oscilleert; ook met slechtere spoelen. Voorts heeft hij een nauwkeurige temperatuurgecompenseerde ijk-condensator in het geheel gezet, aan de hand waarvan middels de optredende verstemming bij parallel schakelen de grootte van de gewone vaste C in de kring berekend wordt en vervolgens de L van de kring.

Overdenkingen

Je kunt je natuurlijk afvragen of een ijk-condensator, die gebruikt wordt om de C van de kring te bepalen en uit de resonantiefrequentie daaruit weer de L, wel zin heeft. Dit, omdat je voor de C van de kring direct al een nauwkeurige ijk-condensator kunt gebruiken.

Doe je dat echter, dan wordt die ijk-condensator in de afstemkring aangevuld met een strooicapaciteit van onbekende grootte, die de resonantiefrequentie mede bepaalt.

De ijk-condensator wordt met een capaciteitarm reedrelais bijgeschakeld gedurende calibratie, zodat de kringcapaciteit die normaal gebruikt wordt, kan worden berekend inclusief de strooicapaciteit en andere verstoringen van de resonantiefrequentie die als een fictieve strooicapaciteit kunnen worden verdisconteerd.

De externe meetsnoeren horen daar niet bij, want tijdens het ijken zijn die uitgeschakeld.

Die toestand kun je natuurlijk eenmalig doen bij afregelen van het apparaat waarna de strooicapaciteit bekend is (in mijn geval bepaald op 17,3 pF), daar kun je het rekenprogramma dan op pas schrijven. Regelmatige ijking op de beschreven wijze heeft alleen zin als de ijk-condensator stabiel is dan de strooicapaciteitsvariaties, die om een of andere vage reden, zoals veroudering, temperatuur van de omgeving en vochtigheidsgraad, zouden kunnen optreden.

Je vraagt je dus af waarom die ijk-condensator wordt gebruikt. De boel maar gewoon met ijk-condensator maken, dan kunnen de eigen ideeën bekeken worden door metingen.

Dat geeft misschien licht op de zaak. Je moet namelijk in een floating point notatie de grootte van ijk-condensator in de software beschikbaar hebben. De ontwerper heeft een primitief floating point pakket gebruikt dat in application note AN575 van Microchip, de fabrikant van de door hem gebruikte PIC microcontroller, beschikbaar is gesteld.

De conversie van decimale waarden naar floating point binair hoort daar niet bij, en zijn ijk-condensator ligt binnen de tolerantiegrens op 1024 pF, wat als zijnde een macht van 2 makkelijk te noteren en te converteren is naar binaire floating point notatie.

Een andere reden kan zijn dat het programma dan onafhankelijk op dit punt van de strooicapaciteit is als je een geschakelde ijk-condensator gebruikt. De waarde van de ijk-condensator is dan in het programma opgenomen. Niet de waarde van afstemC met strooicapaciteit. Bij serieproductie is dat een factor van belang.

Hij zat gebonden aan het praktische feit,

f) Een zelf geschreven floating point rekenpakket bevat een mantissa van 32 bits, rekenafrondingen hebben dus geen invloed op de nauwkeurigheid van het meetresultaat.

Foutoorzaken

De lengte van aansluitdraden van condensatoren zou een rol kunnen spelen en dient ook in de foutanalyse te worden meegenomen: Een bekende vuistregel is dat 1 cm draad op 100 MHz 6Ω is. Daaruit volgt dat op 920 kHz, de hoogst voorkomende frequentie in het meetcircuit, 4 cm draad $0,25 \Omega$ reactief is. De reactantie van condensatoren wordt dus met dit bedrag verminderd.

Stel, dat je ijk-condensator van 1000 pF met 4 cm draad in het tankcircuit wordt opgenomen, dan is de reactantie van de C op 1 MHz 160Ω . De 4 cm draad om die aan te sluiten levert dan een schijnbare vermindering van die capaciteit van 0,2%. Echter bij een condensator van 1000 pF halveert de frequentie in de oscillator ongeveer, zodat de fout daalt tot 0,1%.

Kort monteren en opletten bij de bedrading is dus wel zinvol.

Vandaar dat ik in fig. 5 een opstelling geef van de schakeling met reedrelais etc. op gaatjesbord gemonteerd, dan kun je je daar geen buil meer aan vallen. De bedoeling is dat de condensatoren direct van punt naar punt met kortst mogelijke draden op de relais worden gemonteerd. Voor het overzicht van de tekening heb ik dat er niet ingetekend.

De spoel wordt niet geijkt, diens grootte wordt berekend uit de frequentie. Dat betekent dat afwijkingen in de tijdbasis (het kristal) bij het berekenen van de spoel een fout introduceert, hetgeen bij de condensatoren zoals gezien niet het geval was. Uit formule 1 volgt dat $x\%$ tijdbasisfout $2x\%$ fout in de berekende spoelwaarde geeft.

Willen we de tankspoel die als referentie voor spoelmetingen dient dus binnen 0,1% t.g.v. de tijdbasisfout kunnen meten in de ijkfase, dan mag de tijdbasis maximaal 0,05% afwijken. Dat is 500 Hz per megahertz.

Het kristal voor de controllerklok mag dus maximaal 5 kHz afwijken, handelskristallen wijken vaak meer af, het is dus zinvol om de frequentie van het kristal gemonteerd in de schakeling te meten. Dat kan, en zo deed ik dat, door een met een ijkstation geijkte frequentieteller aan een uitgangspoot van de controller te hangen, en die poot in een kort 2 regelig testprogramma steeds te inverteren.

De gemeten frequentie wordt teruggerekend naar de kristalfrequentie en in de assemblerlisting opgenomen, zodat de chip geprogrammeerd wordt op een bijbehorend kristal. Nabouwers, die nauwkeurig spoelen willen meten, en mij vragen een chip te programmeren, moeten dus tevens

een kristal monteren en de schakeling aan mij opsturen, waarop de programmering van de controller dan wordt aangepast.

Bij de schakeling van Aade blijkt dat tijdens ijking een deel van de kringstroom door de aansluitklemmen komt. Dat is niet fraai, ik heb daarom de schakeling gewijzigd. Beide schema's zijn gegeven, zodat het verschil kan worden gezien en beoordeeld.

Aade ijkt en gaat vervolgens meten. De oscillator kan door drift van de tank L en C echter weglipen, en dus langzamerhand steeds grotere fouten in een L meting geven. Dat voorkom ik, omdat bij elke L of C meting de frequentie zonder en met C_x condensator wordt bepaald, en als de meting meer is verlopen zonder C_x of L_x dan 40 Hz sinds de laatste ijking, volgt automatisch een nieuwe ijking, wat op het LCD-scherm staat aangegeven. Het apparaat is dus onmiddellijk na inschakelen bruikbaar, en dan valt op dat het vaak herijkt wat met het verloop van de tijd merkbaar afneemt, terwijl de gemeten waarde niet wijzigt.

Door dat automatisch ijken is de ijkstand van de driestandenschakelaar overbodig, en kun je dus met een tweestandenschakelaar (tumbler een maal om) volstaan.

Je kunt tot ongeveer 100 mH meten, de frequentie van de kring is dan gedaald tot ongeveer 22 kHz. Meet je een kwart seconde, om de repetitiefrequentie van de display niet hinderlijk laag te maken, dan is een frequentiefout van 0,05% equivalent met een meetfout van 0,1% in L. Dat is 11 Hz en in een kwart seconde meettijd dus ongeveer 3 Hz, wat nog binnen de meetresolutie valt.

Ontwerp

Het leek me een aardig idee, om dat principe verder uit te diepen en uit te voeren met een ander type microcontroller, dat hier in een latje ligt te wachten op toepassing en een zelf geschreven programma daarvoor te maken. Die controller heeft meer resources en heeft voor de floating point berekeningen daardoor geen hindernissen. Dat heeft geleid tot het hier gepresenteerde resultaat.

Uitgegaan wordt van een tankkring van ongeveer 60 μH en 500 pF afstemc.

Je mag beslist geen ijzerkern in de spoel gebruiken, omdat de permeabiliteit daarvan, en dus ook de waarde van de spoel dan frequentieafhankelijk is.

Dat resonanceert volgens bovenstaande formule ongeveer op 920 kHz.

Dat is wat de controller ongeveer maximaal kan tellen.

De eis is dan wel dat de mark space verhouding niet van 1 afwijkt. In de praktijk blijkt dat je daaraan met de gebruikte os-

cillator niet geheel voldoet, wat tot foute tellingen leidt. Ik heb daarom een kristal gemonteerd van 12,288 MHz, dat hier toe- valig beschikbaar was en wat een gemakkelijk verkrijgbare handelswaarde is.

De processor staat ingesteld op 6 klokcy- cles per machinecycle, zodat ik in principe dan met de chip tot ruim 1 MHz kan tel- len, en daarmee was het telprobleem van 920 kHz inderdaad opgelost.

Na realisatie van voeding en processor op een gaatjesbordje, en testen dat dat werkt, wordt de LCD aangesloten en getest door er een berichtje op te zetten. De teller wordt gerealiseerd door de twee counters aan boord van de processor in mode 1 te zetten, dat zijn in mode 1 dan 16 bit tellers. De counter1 gebruikt een externe input- pen P3.5. Een count van 920000 overtreft verre de 16 bits, evenzo als je gedurende een seconde wilt tellen heeft de tijdbasis- teller timer0 diverse overflows gehad.

Daarom wordt bij elke overflow van de ex- terne gedreven counter, via een interrupt die dat signaleert, een derde byte verhoogd, en bij elke overflow van de timebase coun- ter een preset byte, trailer genaamd, ver- laagd. Blijkt in de interruptafhandelings- routine dat de trailer 0 is geworden, dan worden de tijdbasiscounter en de externe counter gelijktijdig afgesloten en stilgezet. De tellerstand van de externe counter is dan de frequentie.

Dit mechanisme heeft fouten in de resul- taten, te weten:

1. Als de kristalfrequentie van de teller is verlopen duurt de tijdbasis langer of korter dan de gedachte tijd. Je hebt de offset van de nominale waarde van het kristal en het verloop met tempera- tuur en tijd. De offset van de nominale waarde kan gecompenseerd worden in de programmering van de chip, maar dat betekent dat elk kristal een andere programmering behoeft. Het verloop van temperatuur en oudering houd je dan nog, en dat kan wellicht wel 500 Hz zijn. Dat speelt echter geen rol, want de tijdbasisfrequentie valt uit de meting weg, zoals uit de berekende formules (2) en (3) blijkt. Je meet immers 2 frequen- ties, die wijken elk eenzelfde factor af door de fout, zodat die door delen in de formule wegvalt volgens de regel die me op de lagere school werd geleerd: "Teller en noemer van een breuk mag je door hetzelfde getal delen of ermee vermen- nigvuldigen". De duur van de tijdbasis is dus niet zo interessant, mits de tijd- basis voor de twee frequentiemetingen voor een component nodig onderling gelijk blijft.

Tijdens de ijkfase, als de tank-L uit de C wordt bepaald, is het een ander ver- haal, dan moet de tijdbasis wel precies 1 seconde zijn of precies danwel bekend zijn, om de L uit formule (1) te kun-

nen berekenen. Om de snelheid van de indicatie niet traag te maken wordt daarom bij normale L en C metingen de tijdbasis ongeveer een factor 4 verkort, zodat we op twee meetresultaten op de display per seconde uitkomen.

2. Het afzetten van de gate van de teller is een moment dat aan jitter onderhevig is, omdat het door een interruptroutine gebeurt van de tijdbasis, en de interrupt altijd een lopende instructie laat afmaken. Tijdens het tellen staat het hoofdprogramma in een wachtloop die test of de tijdbasis klaar is. Die ziet er zo uit:

```
clr a main1 cjne a, trailer, main1 ;
2 machine cycles
```

Het is wel zo, dat de counter als die door jitter later wordt afgezet, dat de opgelopen vertraging vastgesteld zal worden aan de hand van de waarde van de tijdbasiscounter. Die zal dan immers iets hoger dan 0 zijn; de waarde 0 ontstaat immers door de overflow die op dat moment een interruptaanvraag activeerde.

3. Je hebt altijd een count onzekerheid bij eenmalig frequentietellen, als de te tellen bron geen harmonische relatie heeft met de tijdbasisoscillator.

De fout in 3 is te verkleinen door langere tijd te meten, de totale getelde waarde wordt dan immers groter terwijl de onzekerheid gelijk blijft. De fout neemt toe als je een lagere frequentie meet.

We werken dus graag op hogere frequenties, van het oscillator tankcircuit. Frequenties die de processor nog net kan tellen, dus maximaal 2 machinecycles per inkomende te tellen frequentie.

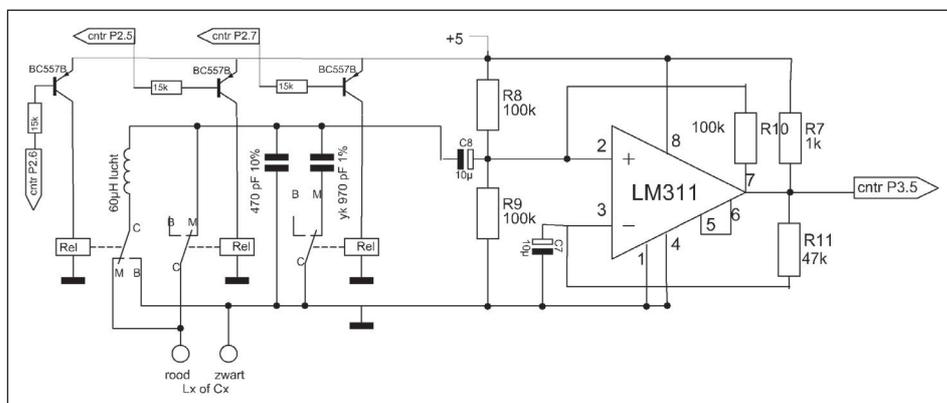
4. Bij een proef waarbij op de display de waarde van de tijdbasiscounter wordt gezet, nadat deze is stopgezet omdat bij de overflowinterrupt de waarde 0 werd bereikt van het trailerbyte, bleek dat deze teller niet op 0 maar op 11 stond.

Dat is een fikse fout van 5 microseconden en die wordt veroorzaakt door de tijdvertraging na de overflow van de interrupt aanroep en twee instructies in de integer afhandelingroutine die moeten testen of de trailer op 0 gekomen is na verlagen ervan.

Deze systematische fout kon volledig worden gecompenseerd, door de preset van de tijdbasisteller een startwaarde 11 hoger te zetten dan berekend voor de vereiste tijdbasistijd. Overigens was deze fout totaal niet van belang, want bij hetijken en berekenen van de tank-L heeft die een invloed van 0,001% op de bepaling van de tank-L.

De oscillator

De oscillator dient makkelijk te starten, ook met kringen met een lage Q.



Het gemodificeerde oscillatorcircuit.

Het circuit van de ontwerper Neil Hecht heb ik daarvoor gebruikt.

Het is een gewone single 5V supply comparator LM311. Een poot staat met een spanningsdeler van 2 maal 100k op 2,5 volt, maar die poot hangt ook met 100k aan de uitgang, en die kan 0 of 5 volt zijn. Is die uitgang 5 volt dan is de spanningsdeler 2 maal 100k parallel naar +5 en 100k naar aarde en de spanning op de ingangspoot dus 3,3 Volt. Is de uitgang echter 0 dan leidt dezelfde redenering tot ingangsspanning van 1,7 volt. Dat is dus een forse hysteresis van 1,6 volt.

Voorts ligt de tweede ingangspoot via 47k aan de uitgang en met 10 µF naar aarde. Na inschakelen van de spanning zal de ingangsspanning van de min ingang dus stijgen als de uitgang hoog is tot die 3,3 volt overstijgt en de comparator naar 0 klapt. De ingangspoot min zal dan weer gaan dalen tot de spanning op de min poot beneden 1,7 volt daalt. Aldus heb je een oscillatorcircuit dat oscilleert op pakweg 2 Hz.

In feite is de periodeduur twee maal de tijd om 10 µF van 1,7V naar 3,3V op te laden vanuit een bron van 5V via een weerstand van 47k. Enig rekenwerk leert dat de theoretische tijd $RC \cdot \ln(2)$ is, onafhankelijk van de voedingsspanning, wat leidt tot relaxatieoscillatie met een frequentie van anderhalf Hertz.

Wordt er via een scheidings-elco dan een kring of een kristal bijgeschakeld, dan geven die spanningssprongen dat de kring wordt aangeslingerd en de zaak in de resonantiefrequentie van de kring verder oscilleert mits de spanning over de kring in piekwaarde 0,85 volt overschrijdt.

Oscillatie op de kringfrequentie treedt dus op als na aansturing met een stoot van 1,7 volt, na een halve periode ten gevolge van kringverlies minimaal 0,85 volt over is. $Q = 0,5$ is ruwweg de grens.

De meetmethode is ongeschikt voor elco's, maar de zojuist gevonden voedingsspanning onafhankelijke relaxatieoscillatorfrequentie, opent een mogelijkheid om kleine en grote elco's te meten, door die parallel te schakelen aan de gemonteerde 10 µF, die de norm is en waarvan de groot-

te berekend kan worden uit de optredende frequentie en de waarde van de weerstand van 47k.

Dat zijn gewone 5% weerstanden, het is niet zinvol om van elco's nauwkeurig een waarde vast te stellen, omdat die van veel factoren sterk afhankelijk is. Zelfs weerstanden kunnen op die manier gemeten worden door de verstoring te meten van de frequentie indien een onbekende weerstand in serie wordt opgenomen met de 47k in de oscillator, die dan een 1% waarde moet hebben. Tenzij we daar ook weer een ijkweerstand gaan inschakelen. Dat wordt teveel van het goede.

Het blijkt dat als je meet met open L_x klemmen, dat de oscillator zoals verwacht in relaxatie werkt. Echter de oscillator start niet direct als de klemmen met het reed relais gesloten worden, dus die meting bij open L klemmen van de tankfrequentie kan niet voor het vaststellen van de drift worden gebruikt om te beslissen of de zaak aan herijking toe is.

In dat geval wordt daarom twee keer achter elkaar de frequentie gemeten van de gesloten tank, en de tweede waarde gebruikt.

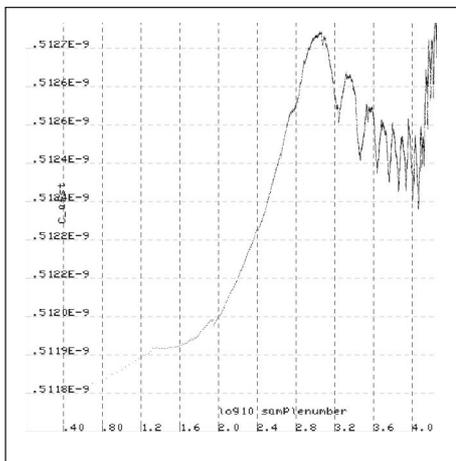
De verdere software

Het programma moet berekeningen doen zoals het delen van twee 6 cijferige getallen en het kwadrateren van het resultaat. Dat eist floating point berekeningen.

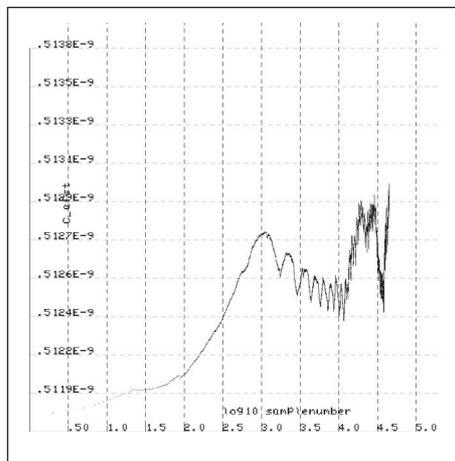
Ik heb daartoe een floating point pakket in assembler geschreven, optellen aftrekken vermenigvuldigen en delen van binaire getallen programmeren gaat snel volgens hetzelfde model als je in het lager onderwijs leerde om twee getallen onder elkaar te zetten en te vermenigvuldigen of te delen met een staartdeling.

In het lager onderwijs moest je daarvoor 10 tafels van 10 lang uit het hoofd kennen, die werden er klassikaal luid scanderend ingeramd.

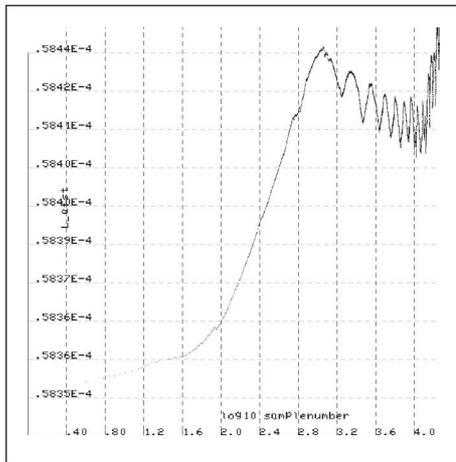
Beetje efficiënt denken dan bleek gemiddeld de helft van elke tafel voldoende, tengevolge van de commutatieve eigenschap van de vermenigvuldiging. Maar in het tweetallige stelsel dat slechts enen en nul kent heb je maar twee tafels van 2 lang namelijk de tafel van 0 en de tafel van 1. Dat gaat dus allemaal veel makkelijker.



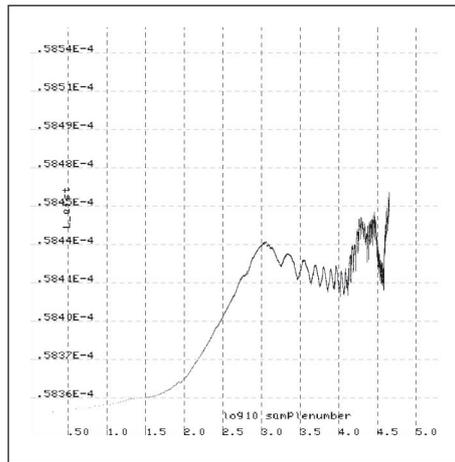
Drift C.



Drift C, gemeten door de controller.



Drift L.



Drift L, gemeten door de controller.

open zijn, maar bijvoorbeeld kortgesloten. Is die 40 Hz verlopen dan wordt automatisch de ijkprocedure herhaald die de tank-L bepaalt. Het LCD scherm meldt dat op de tweede regel.

Wordt een component aangesloten op de klemmen, en vervolgens met de keuzeschakelaar op L_x gezet, dan wordt L_x door een DIL reedrelais opgenomen in de tank. De processor meet de nieuwe frequentie, voert vervolgens de berekening van (2) uit en plaatst het resultaat decimaal op de display.

Hetzelfde verhaal geldt voor de C. Wordt in de L stand een C of in de C stand een L aangesloten, dan ontstaat de uitzonderlijke situatie dat de frequentie van de tank stijgt in plaats van daalt. In het programma wordt dat vastgesteld en op de display gemeld. Betrouwbaar is dat niet, dus op-letten bij meten.

Als je nog geen spoel hebt aangesloten in de L_x stand, wordt de oscillatorfrequentie 0 of de relaxatiefrequentie van een paar Hz.

Dat leidt door delen door 0 bij de berekening van f/f_x . Dat wordt voorkomen door, als de frequentie minder dan 4 Hz wordt, de L_x meting over te slaan. De f meting werd wel gedaan, zodat het automatisch ijken doorgaat als frequentiedrift verstoort geeft.

De derde stand van de schakelaar, gemerkt Yk, is overbodig geworden door het automatisch ijken. Bij nabouw kan die schakelaar dus desgewenst worden vervangen door een enkel om tumbler met de standen L_x en C_x .

Gebruiksaanwijzing

Schakel apparaat in. Het apparaat ijkt automatisch.

Zonder opwarmperiode. Je kunt de schakelaar dan op L of C zetten en die onderdelen meten.

Sluit een onbekende component aan, geen elco, op de C_x en L_x klemmen.

Zorg ervoor dat de keuzeschakelaar in de stand L_x of C_x staat en lees de gemeten waarde af.

De tijdbasis gaat dan over naar 0,25 seconde zodat je 2 aflezingen per seconde krijgt.

Als je korte externe meetsnoeren gebruikt,

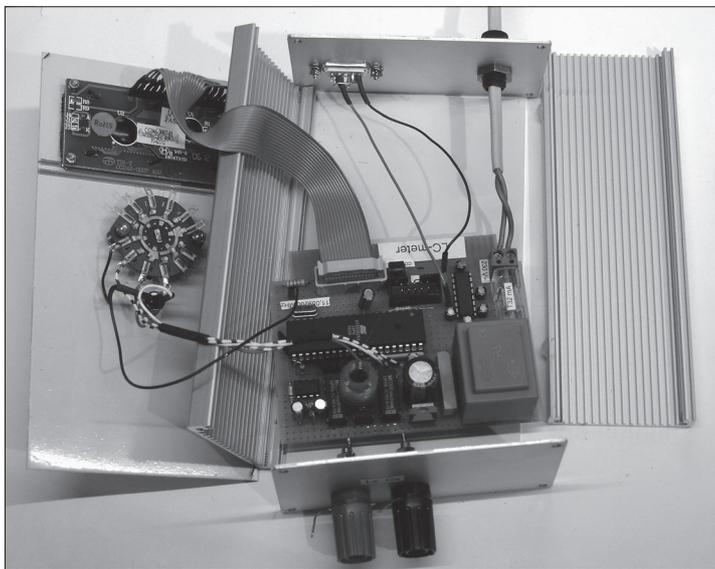
kun je die bij een spoel kortsluiten en bij een C open laten. Even wachten tot de gemeten zelfinductie op capaciteit van de aansluitdraden op het schermje verschijnt en op de knop 0 (tarra) drukken. Dan wordt de externe L en C van de testleiding op 0 gezet doordat die waarden eerst worden afgetrokken van de later gemeten L of C alvorens ze op het scherm te zetten. De knop zolang indrukken tot het scherm die 0 waarde aangeeft.

In het begin na inschakelen dus zie je regelmatig dat er gerecalibreerd wordt tussen de metingen door.

Als je veel componenten meet, komt na verloop van tijd de automatische herijking. Het scherm meldt dat. Bij die autoherijking worden de tarra waarden (die met de drukknop zijn ingesteld) gehandhaafd.

Wil je onderdelen paren, dan meet je een onderdeel, druk op de 0 knop, alle volgende onderdelen zie je dan het verschil met het eerst gemeten onderdeel als referentie.

Je kunt de voeding eruit laten en vervangen door een 9V batterij. In dat geval is het verstandig de verlichting van het LCD scherm van een drukknop te voorzien, die je alleen kunt indrukken als je het scherm af wilt lezen. Dat display heb ik ingesteld op 40 mA en dat is relatief zware belasting

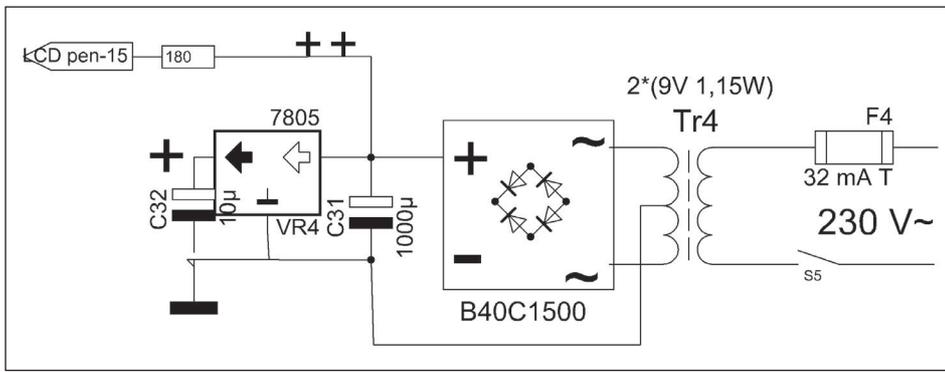


voor een 9 volt batterij.

Ook kun je de voeding intact laten en een 9V accu erbij zetten, zodat de zaak ook werkt los van het lichtnet.

Voor hulp, vragen, het programmeren van IC's en dergelijke kunt u van mijn gratis hulp gebruikmaken. Bij zendingen altijd herbruikbare verpakking en retourporto bijsluiten.

Ik ben bereikbaar op mijn e-mail adres mijnccall@amsat.org.



De voeding van de schakeling.

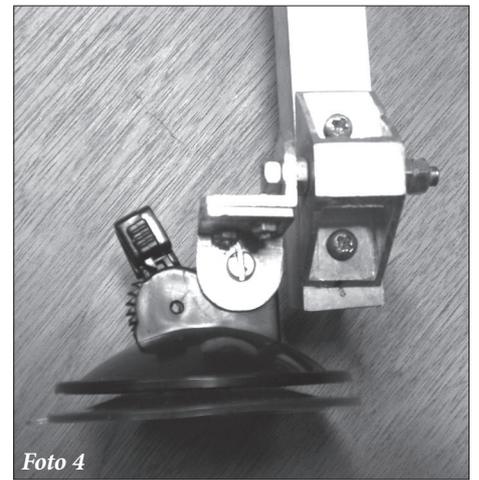


Foto 4

Daar een autodak niet recht is zal voor voldoende hoogte gezorgd moeten worden. Ook zullen de zuignappen cardanisch bevestigd moeten zijn. Dit is gedaan met 2 stukjes hoeklijn van 2x2cm haaks op elkaar te monteren, zie detailfoto 4. In het grondvlak kan de bevestigingsbout draaien. De moer wordt met een borgmoer vastgezet. De zuignap kan ook draaien op het stukje hoeklijn. De moer is ook hier met een borgmoertje vastgezet wat niet zichtbaar is op de foto. Zijn er geen lange bouten verkrijgbaar, gebruik dan een stuk 4mm draadeind met 4mm moeren om de bevestiging van te maken.

Herbie mobiel op 2 meter en 70 cm

door Piet Rens PAoPRG

Herbie

is een 45km autootje waarvan de eigenaar dolgraag vanuit zijn mobiel actief wilde worden op 2 meter en 70 cm. Een magneetvoet 'plakt' niet en ook het grondvlak ontbreekt daar het autootje van polyester is. Het gewicht van deze autootjes moet wettelijk onder de 350kg blijven. Het polyester is daarom zo dun dat ook gaten boren sterk is af te raden. Geen standaard oplossing vraagt om creativiteit die ook zeer goed bruikbaar is bij polyester boten of aluminium caravans.



Foto 1

Een constructie met zuignappen op het polyester dak werd gezien als de oplossing. Op zich is het idee niet nieuw. Het probleem is goede zuignappen te vinden die onvoorwaardelijk blijven plakken en ook nog eens betaalbaar zijn. Er zijn vele bekende 'huis- tuin- en keuken-' zuignappen geprobeerd, echter alles viel van het dak. Totdat mijn zoon met een GSM houder thuis kwam gekocht bij de Action. Op foto 1 is te zien dat deze een grote zuignap heeft en testen wezen uit dat deze

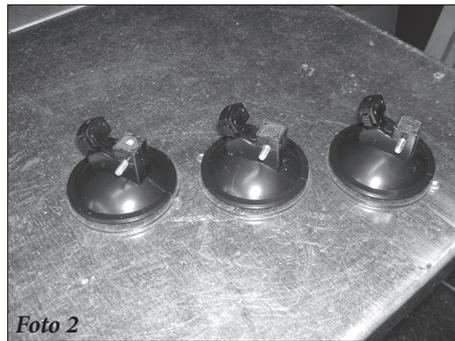


Foto 2

voldoende vast hield. Ongeveer € 2,00 per stuk was ook zeer betaalbaar te noemen. Deze werd volgens foto 2 ontdaan van alles wat wij niet nodig hadden en werd er een gat voor een M4 bout geboord.

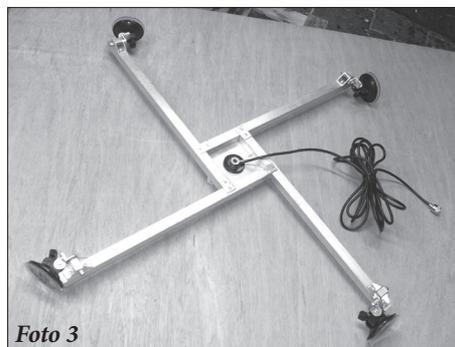


Foto 3

Van 2x2cm vierkant aluminium werd volgens foto 3 een constructie gemaakt wat als grondvlak dient. De poten moeten voor 2 meter dus 50cm lang zijn. Te lang is niet erg, echter tekort maakt dat de antenne raar gaat opstralen. Ook is dan de SWR meestal niet goed te krijgen

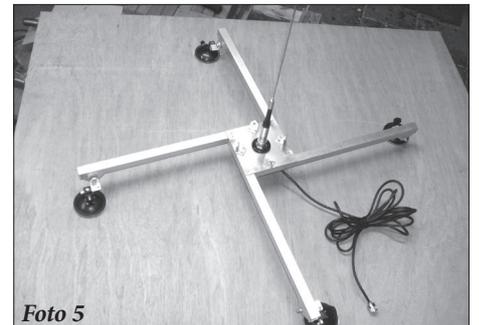


Foto 5

Foto 5 geeft het eindresultaat. De rechtopstaande hoeklijntjes boven op het vierkant zijn om eventueel het grondvlak te kunnen uitbreiden met afstembare groundradialen. Voor de hier beschreven 2meter/70cm is dit niet nodig.



De gelukkige Herbie met antenne!