

EME Dishes: Position Finding without Sun Noise

by *Heinrich F. Reckemeyer, DJ9YW*

Introduction

For the exact adjustment of a dish toward the moon one needs it's data for azimuth and elevation. For this I use the great 32 bit Windows program "EME System" V.6.0 [1] from F1EHN. At the beginning the rotator has to be calibrated at it's start and end positions. Additionally with the F1EHN program it is possible to include corrections for the linearity in 10° steps if one knows the necessary data and feeds them into the software. So far one made such measurements with the help of the sun noise (SFI) and reading the NF level or the s-meter for the maximum. An exact determination is only possible inadequately with the usual transceivers because of the AGC and at bandwidths of 2.4 kHz due to the dithering. Thus I use a broadband measuring system with 1.6 MHz IF bandwidth that shows exactly on 0.1 dB or 0,1° respectively. But what to do during winter time with a low standing sun? The common values for the moon elevation can be adjusted in many countries only during the summer months completely with the help of the sun's orbit. Furthermore this is only a quasi measurement and one has to trust that the software for moon and sun are suitable and convergent for one's QTH and calculate properly. A better solution would be a real monitoring of the own moon echoes as this would be also possible independently from seasons.

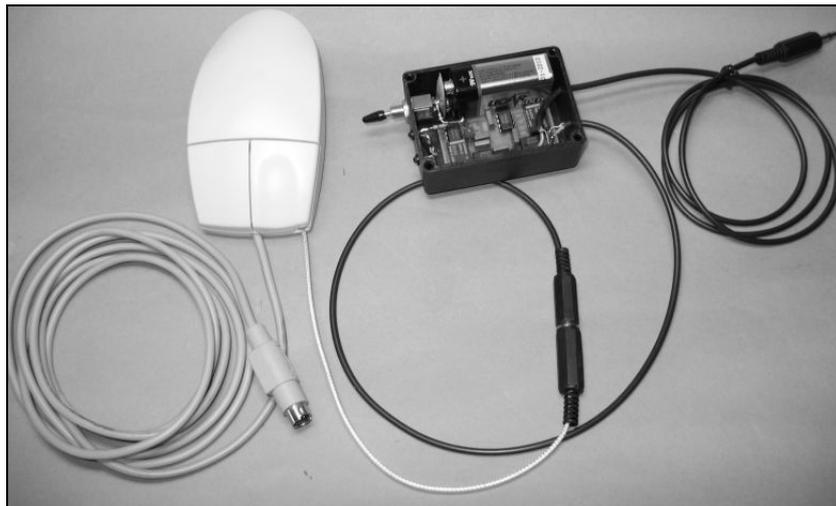


Fig. 1: Pulse generator and modified mouse – Impuls-Generator und modifizierte Maus

Measuring EME Echoes

An evaluation of the echo with the help of the receiver NF or the s-meter is hardly to realize in practise. But in the meantime there are great PC programs available for analyzing weak signals. For it I use the program "Spectran" V.2.0-213 [2] from I2PHD and IK2CZL. It shows via the NF output of the receiver the signal to noise ratio of the echo to the cold sky or the moonnoise, respectively, as peak in dB values. If one tries this, one will note that an echo of 2.5 seconds length can not produce a peak or a useful level measurement withing this short time. So, again no solution? With the help of a small circuit, that I have developed for this purpose, it is possible anyway. Fortunately there is the field "Freeze", where it is possible to freeze the accumulated values. Now my generator produces a string of pulses in order to control this function with a sequence of 2.75 seconds for TX and 2.35 seconds for RX. This is necessary to prevent gaps at the closest and farrest distance of moon orbit. This switch is supplied directly to the CW input jack of the transmitter. Furthermore pulses of 40ms are generated exactly at the beginning and the end of the RX cycle. See Fig. 1 for the plan of the pulses. If one could use these pulses to trigger the freeze switching, the last RX value would be stored in the display on the screen and the peak value and dB level of the echo could be easily read out during the TX cycle.

In the next RX cycle the latest results would be integrated and one would not need to wait for a new complete setup. Thus the echo data would be available without interruption and also in the waterfall spectrum.

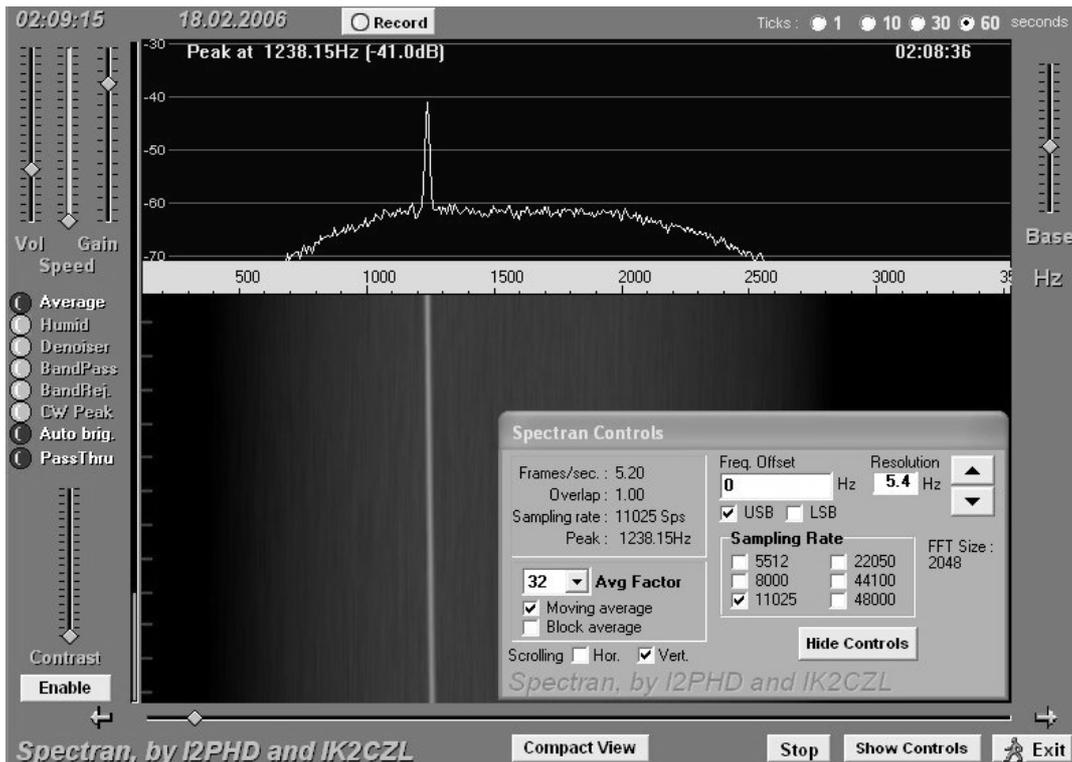


Fig. 2: Spectran screenshot of a real EME echo on 23cms with a peak of -41dB

Note: "Freeze" enabled

Spectran Screenshot eines echten EME Echos auf 23 mit einem Peak von -41dB - wichtig: die Aktivierung der „Freeze“-Funktion (unten links „enable“)

Switching the PC

How can I get the pulses into the PC? The best solution would be a connection over the serial com port. But this is not available with this program. So, this is the end of the project now? No, there is another solution: I use an old two key PC mouse and solder a shielded wire directly to the contacts of the left key and connect this with my generator. The PC can be used further on completely like before. Just when I switch on the generator and the drag the cursor to the field "Freeze" the switching start to run automatically.

On has only to check that the mouse is not moving. If there is no NF level building there is a inverted sequence and one can start the synchronization with one doubleclick on the left mouse key.

Now the results of the measurements are setting up if one has adjusted the dish toward the moon and transmits the CW signal. The adjustments on Spectran should be made as shown in Figure 2. I have adjusted the basic noise in the diplay to the -60dB line with the help of the WSJT interface.

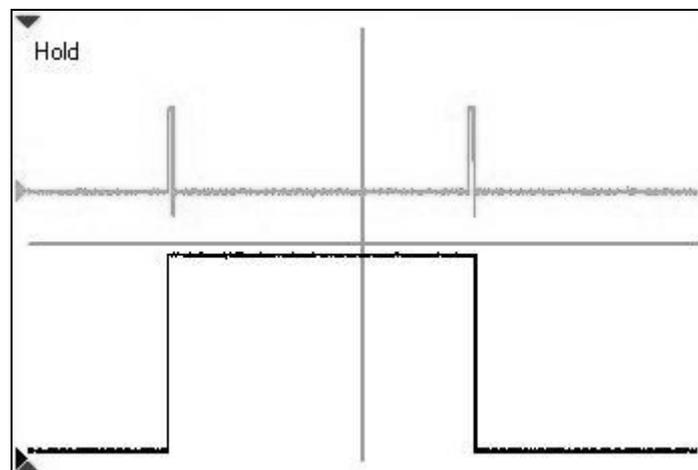


Fig. 3: Cycle of the impulses - Impulsablauf

Measurement

With the help of the RIT one should adjust the peak preferably into the linear part of the passband that is visible in the display and readjust from time to time according to the Doppler value.

The frequency scale should be moved to 100 Hz at the beginning in order to prevent distortions from hum or from whistle from the own sound card.

If one starts with the check of the azimuth control, the value for the elevation control of the antenna has to be adjusted according to the F1EHN readout even it has not been optimized yet in order to prevent measurement error. The same is valid vice versa for the adjustment of the elevation. The adjustment to the maximum normally is possible only with a step controlled rotator. I use 0,13° steps. Easier and more exact is a differentiation measurement that is feasible for all kinds of rotators: Therefore several measurements are appropriate from which one takes the average. This kind of measurement can not compete with the broadband measurement of the sun noise but is for my knowledge the best system using moon echoes. At first the maximum of the echo is determined approximately with Spectran and by turning the antenna (e.g. a peak value of -44 dB). For the difference -50dB would be nice because there is a line in the display that provides good orientation. If one applies this procedure for both sides of the dish one can determine also the aperture of the system. One can read out the angle difference between moon and antenna in the window of the F1EHN program. Accordingly also all other attenuations can be determined for different angles. However one has to consider that the echo measurement shows the double dB value, because besides the RX attenuation also the radiated TX power is reduced accordingly. So, for the real 3dB aperture (+/-1,5dB) before there have to be determined the 6 dB points (+/-3dB).

The differentiation measurement has to be made as follows: After adjusting the peak to -44 dB, in case of need just with the PS control of the soundcard, one waits as long as the peak value reaches the -50dB line due to the movement of the moon. Now one writes down the values for the angle of the antenna and the moon from the F1EHN program and gets the deviation in degrees. Afterwards one turns the antenna at about the double value of the previous difference of the angle from the "maximum" toward the other side and waits again for the -50dB result. If one gets e.g. -2° and +4° then in the F1EHN setup the offset has to be changed by 1° and get a central -3° and +3°. In the same way the elevation is calibrated. One has to take into account that after the zenith the method has to be reversed because of the down going moon. The F1EHN program allows also to include correction factors for the linearity if e.g. the antenna's mast is not perpendicular. The measurement's results allow to control one's EME system regarding the RX sensitivity at known output power. One has just to consider variations due to changing moon distance (which are included in the F1EHN program) or due to rare unfavourable weather conditions.

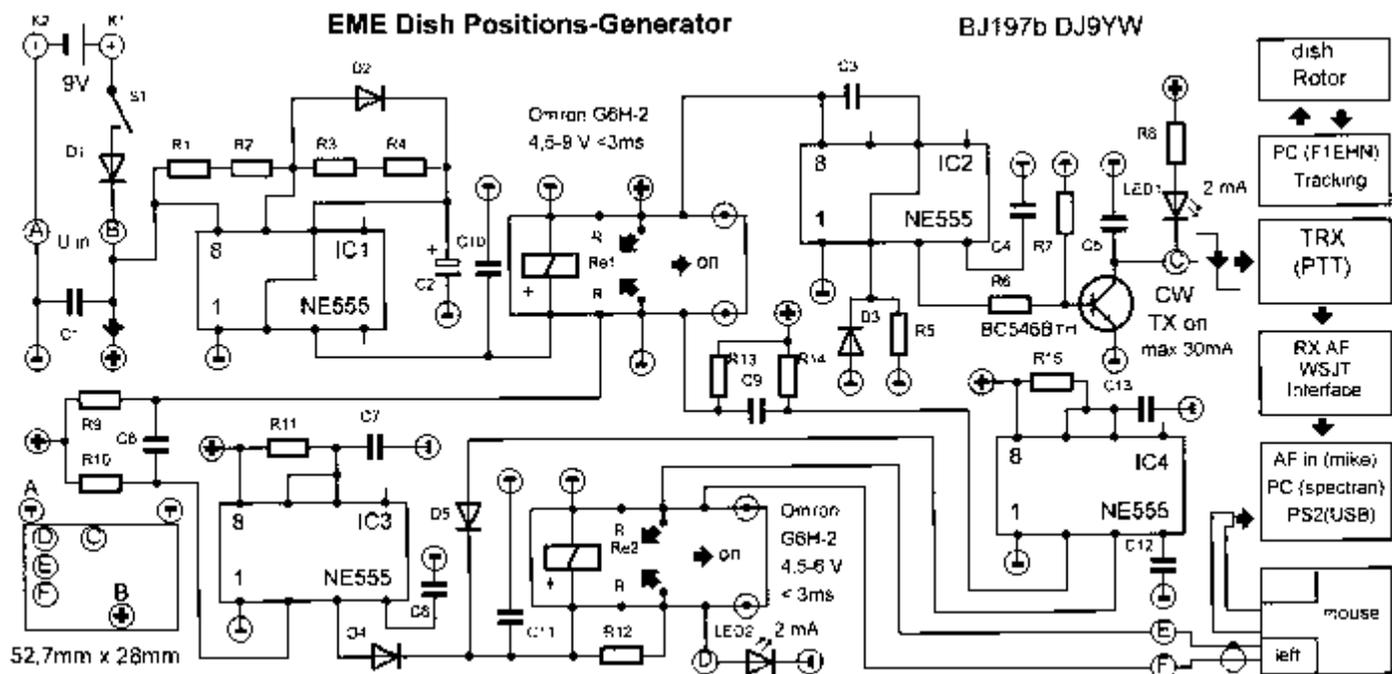


Fig. 4: Circuit diagram - Schaltbild

Impuls Generator

The outputs from the module to both PC's are free-of-ground. At the transceiver the CW input and a volume independent NF output are used. Mostly standard parts were used. See circuit diagram and parts list. Solely the 4 resistors and the tantal capacitor of the oscillator should be measured out for narrow tolerance in order to get exact RX and TX sequences. Instead of the 9V battery one can use also an external PSU. All works even without a WSJT interface if one gets the NF levels adjusted and the frequency response is o.k. Fig. 1 shows the complete hardware assembly.

I wish many success for the assembly and checkout.
73 de Heinrich, DJ9YW

Literature

www.dj9yw.de

[1] <http://www.f1ehn.org>

[2] <http://www.qsl.net/i2phd/>

Parts List - Stückliste

IC 1, 2, 3, 4	NE555 Dip8
Relais 1, 2	Omron G6H-2 (Dip10)
Tr 1	BC546B NPN
D 1	1N4001
D 2, 3, 4, 5	LL4148 mini Melf
LED 1, 2	low current 2mA, 3mm
C 1, 5, 10, 11	100nF, Z5U 1206
C2 10µF	16V Tantal RM2,5 +/- 2%
C 3, 6, 7, 9, 13	100nF Folie RM5,0
C 4, 8, 12	10nF, X7R 1206
R 1, 4	220k 1206 +/-2%
R2	120k 1206 +/-2%
R3	100k 1206 +/-2%
R5	470k 1206

R6	15k 1206
R7	47k 1206
R8	3,3k 0207
R9, 10, 13, 14	100k 1206
R11, 15	390k 1206
R12	2,2k 1206
R0	6x 0,00 Ohm 1206
7x	Lötstifte 1mm dia

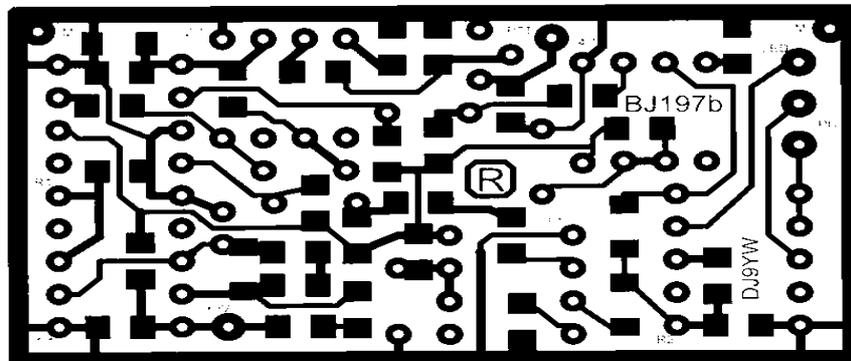


Fig. 6: PCB layout - 52.7 x 28mm

EME-Spiegel: Positions-Bestimmung ohne Sonnenrauschen

von Heinrich F. Reckemeyer, DJ9YW

Einleitung

Für die genaue Einstellung des Spiegels zum Mond benötigt man bekannterweise dessen Daten für Azimut und Elevation. Ich verwende dazu das hervorragende 32bit Windows Programm "EME System" V.6.0 [1] von F1EHN. Dazu muss der Rotor jedoch erst einmal an den Anfangs- und Endpunkten kalibriert werden. Mit dem F1EHN Programm sind dann zusätzlich Linearitäts-Korrekturen in 10° Abständen interpolierend möglich, wenn man die Daten dafür kennt und eingibt. Bisher machte man solche Messungen anhand des Sonnenrauschens (SFI) bei gleichzeitigem Ablesen des NF-Pegels oder des S-Meters für das Maximum. Eine exakte Erkennung ist aber mit üblichen Transceivern wegen der AGC, sowie bei Bandbreiten von 2,4 kHz wegen der Unruhe nur ungenügend möglich. Ich verwende deshalb ein Breitbandmesssystem mit 1,6 MHz ZF-Bandbreite, welches auf 0,1 dB bzw. 0,1° genau anzeigt. Was macht man aber im Winter bei tiefstehender Sonne? Die in vielen Ländern üblichen Elevationswerte für den Mond lassen sich mit der Sonnenbahn nur in den Sommermonaten voll nachstellen. Weiterhin handelt es sich ja nur um eine Quasi-Messung, bei der man darauf vertrauen muss, dass die Programme für Mond und Sonne passend zum QTH konvergent sind und richtig rechnen. Eine bessere Lösung wäre also eine echte Überwachung des eigenen Mond-Echos, zumal dies auch jahreszeitlich unabhängig durchführbar wäre.

EME-Echo-Messung

Eine Auswertung des Echos über die RX-NF oder das S-Meter ist dabei praktisch kaum machbar. Es gibt aber inzwischen tolle PC Programme zum Ermitteln von schwachen HF-Signalen. Ich verwende dafür das Programm "Spectran" V.2.0-213 [2] von I2PHD und IK2CZL. Dieses zeigt über den NF Ausgang des Empfängers den Signal/Rauschabstand des Echos zum kalten Himmel bzw. zum Mondrauschen als Peak und in dB Werten an. Wer dies nun ausprobert, wird feststellen, dass das Echo von nur 2,5 Sekunden Länge weder in der Zeit den Peak noch eine verwertbare Pegelangabe aufbereiten kann. Also wieder

keine Lösung? Mit einer kleinen Schaltung, die ich dafür entwickelt habe, geht es aber doch. Es gibt erfreulicherweise das Feld "Freeze", wo man die aufgelaufenen Werte einfrieren kann. Mein Generator erzeugt nun eine Impulsfolge zur Steuerung dieser Funktion, wobei eine Sequenz für TX mit 2,75s und für RX mit 2,35s erzeugt wird. Dies ist erforderlich, damit bei der geringsten und weitesten Entfernung der jeweiligen Mondbahn keine Lücken entstehen. Diese Schaltfunktion wird zum Senden direkt der TX CW-Eingangsbuchse zugeführt. Weiterhin werden 40 ms Impulse erzeugt, welche genau am Anfang und am Ende innerhalb der RX Phase auftreten. Impulsplan siehe Bild 1. Wenn man nun diese Impulse zur Freeze-Umschaltung verwenden könnte, bliebe der jeweils letzte RX-Wert in der Display Anzeige auf dem Bildschirm erhalten und während der Sendephase kann man sowohl den Peak, als auch den dB Level des Echo-Signals bequem ablesen. In der nächsten Empfangsphase würden nun die neuen Ergebnisse mit einbezogen und es braucht kein neuer Gesamtaufbau abgewartet werden. Somit wären die Echodaten lückenlos, auch im Wasserfalldiagramm, verfügbar.

Die PC-Umschaltung

Wie bekomme ich nun die Schaltimpulse in den PC. Am besten wäre eine Zuführung über den seriellen Com-Port. Selbiges ist bei diesem Programm aber bisher nicht vorgesehen. War es das dann nun also, oder doch nicht? Ja, es geht auch anders! Dazu verwende ich eine alte 2-Tasten-PC-Maus und löte ein abgeschirmtes Kabel direkt an die Kontakte der linken Taste und verbinde dieses mit meinem Generator. Der PC lässt sich weiterhin ganz normal bedienen. Erst wenn ich den Generator einschalte und den Maus Zeiger auf das Feld "Freeze" setze, läuft die Umschaltung automatisch ab. Dabei ist lediglich zu beachten, dass die Maus nicht verrutschen darf. Sollte sich der NF-Pegel nicht aufbauen, liegt ein invertierter Sequenzablauf vor und man kann durch einen einmaligen Zwischenklick mit der linken Maus-Taste die Synchronisation einleiten. Nun bauen sich die Messergebnisse auf, sofern man den Spiegel auf den Mond gerichtet hat und der CW-Träger mit abgestrahlt wird. Die Spectran-Einstellungen sollten, wie in Bild 2 dargestellt, vorgenommen werden. Dabei habe ich im Display das Grundrauschen mit dem WSJT Interface auf die -60dB Linie einjustiert.

Der Messvorgang

Mit dem RIT Regler sollte man den Peak möglichst im geradlinigen Bereich der im Display sichtbaren Durchlasskurve stellen und entsprechend des Dopplerwertes gelegentlich anpassen. Die Frequenzleiste sollte zu Beginn auf 100 Hz verschoben werden, damit weder Brummeinstreuungen noch Eigenpfeifstellen der Soundkarte stören können. Beginnt man nun mit der Azimut-Kontrolle, ist der Elevationswert der Antenne, auch wenn dieser noch nicht optimiert wurde, zeitlich entsprechend der F1EHN Mond-Anzeige anzugleichen, damit sich dort kein Messfehler einschleicht. Das gilt dann auch umgekehrt bei der Elevations-Eichung. Das Einstellen des Maximums ist jedoch meist nur mit einer Rotor Schritt-Steuerung möglich. Ich verwende dort 0,13° Steps. Leichter und genauer ist es aber oft, eine Differenzmessung durchzuführen, welche dann bei allen Rotortypen machbar ist, und nachfolgend erklärt wird. Dazu sind mehrere Messungen zweckmäßig, aus denen man dann den Mittelwert errechnet. Die Messung kann zwar mit dem Sonnenrauschen-Breitbandmesssystem nicht mithalten, ist aber als Mond-Echo-Anzeige das mir bis dato noch beste bekannte System. Zuerst wird das Echo-Maximum mit Spectran und dem Drehen der Antenne grob ermittelt (zum Beispiel als Peak Spitze -44dB). Für die Differenz wären dann -50dB recht günstig, weil dort eine Displaylinie verläuft und somit eine gute Orientierung gegeben ist. Vollzieht man diesen Vorgang zu beiden Seiten des Spiegels, kann daraus auch der Öffnungswinkel des Systems ermittelt werden, wobei man die Winkeldifferenz zwischen Mond und Antenne im F1EHN Programm Fenster ablesen kann. Entsprechend sind auch alle anderen Winkeldämpfungen messbar. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass bei der Echo-Messung der doppelte dB Wert angezeigt wird, weil neben der RX-Dämpfung auch die TX-Strahlungsleistung entsprechend reduziert wird. Für den echten 3dB Öffnungswinkel (+/-1,5dB) müssen also vorher die 6dB Eckpunkte (+/-3dB) für die Gradzahl ermittelt werden.

Bei der Differenzmessung geht man wie folgt vor: Nachdem, wie vorgeschlagen, die Spitze mit etwa -44dB, notfalls über den Soundkartenschieber des PC's, eingestellt wurde, wartet man einfach ab, bis die Peak-Spitze durch die Mondbewegung die -50dB Linie erreicht. Nun notiert man die Winkelwerte der Antenne und des Mondes im F1EHN Programm und erhält daraus die Abweichung in Grad. Danach dreht man die Antenne um cirka den doppelten Betrag der vorausgegangenen Winkeldifferenz in Grad vom "Maximum" zur anderen Seite und wartet wieder auf das -50dB Ergebnis. Wenn sich nun zum Beispiel -2° und +4° ergeben, muss im F1EHN Setup der Offset um 1° geändert werden und es entstehen danach mittig -3° und +3°. Ebenso geht man bei der Elevation vor, muss jedoch darauf achten, dass man ab dem Zenit das Verfahren wegen der Abwärtsbewegung umdrehen muss. Ist der Spiegel nun auf Mondkurs,

kann man beim F1EHN-Programm noch Linearitätsfehler bei nicht senkrecht stehendem Antennenmast oder anderen Einflüssen in einer Korrekturliste mit einbeziehen. Die Messergebnisse lassen auch jederzeit eine Kontrolle des eigenen EME-Systems bezüglich RX-Empfindlichkeit oder anderen Fehlern bei bekannter Sendeleistung zu. Hier sind lediglich die im Programm angegebenen Mondabstands-Schwankungen oder recht selten auftretende ungünstige Wetterlagen zu berücksichtigen.

Der Impuls Generator

Die Modulausgänge zu beiden PC's sind erdfrei aufgebaut. Am Transceiver werden der CW Eingang sowie ein Lautstärke unabhängiger NF-Ausgang genutzt. Es kommen vorwiegend Standardbauteile zum Einsatz. Siehe Schaltbild und Stückliste. Lediglich die 4 Widerstände und der Tantal-Kondensator des Oszillators sollten mit geringer Toleranz passend ausgemessen werden, damit genaue RX/TX Sequenzen eintreten. Statt der 9V Batterie kann auch ein Netzteil Verwendung finden. Es geht natürlich auch ohne ein WSJT-Interface, wenn man die NF-Pegel angepasst bekommt und der Frequenzgang stimmt.

Nun wünsche ich allen Interessenten viel Erfolg beim Aufbau und der Erprobung.
73 de Heinrich, DJ9YW

Literatur

www.dj9yw.de

[1] <http://www.f1ehn.org>

[2] <http://www.qsl.net/i2phd/>